

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СХЕМОТЕХНИКА

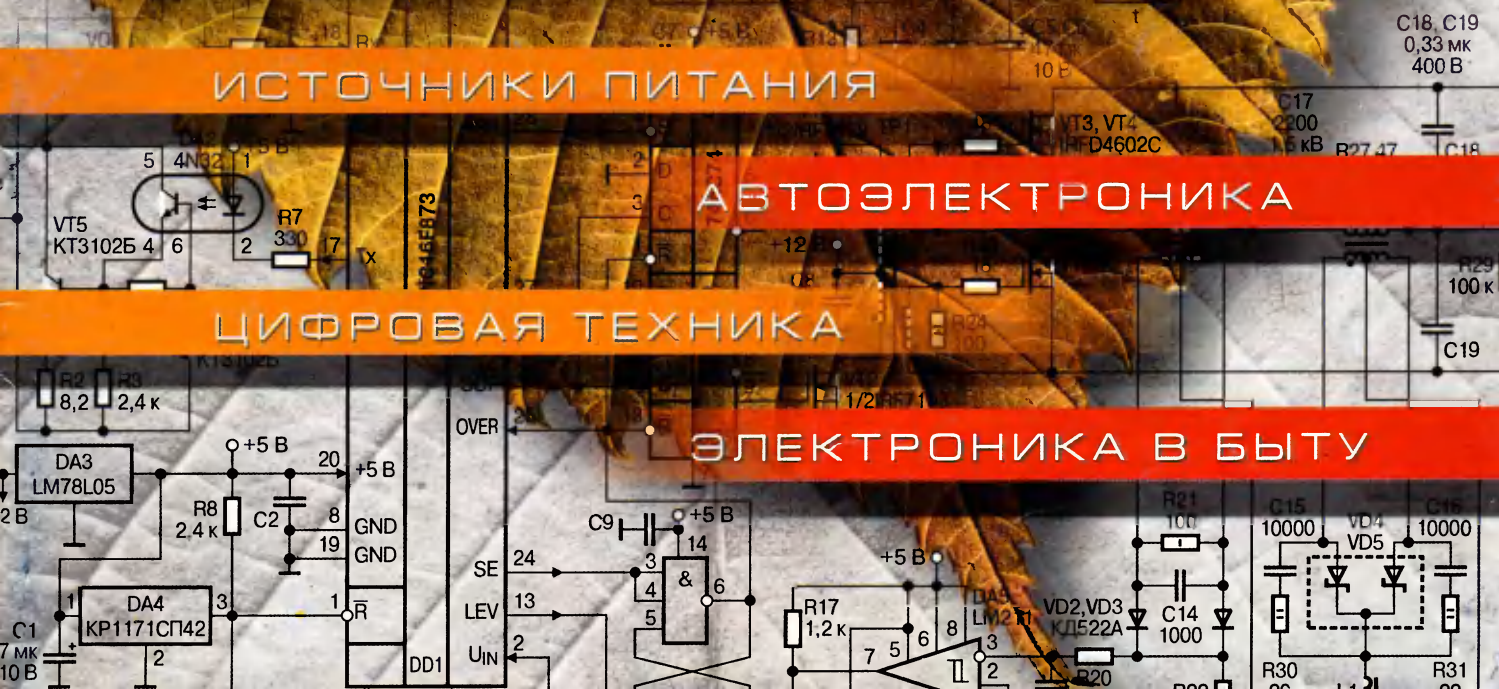
№ 10
октябрь
2002

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

АВТОЭЛЕКТРОНИКА

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ



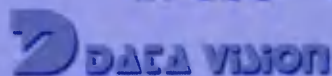
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ВСЕГДА НА СКЛАДЕ В ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛИЧЕСТВАХ

- Продукция ведущих мировых производителей

 EPCOS

 AMP

 DATA VISION

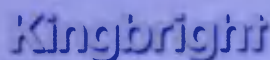
 Honeywell

 intersil

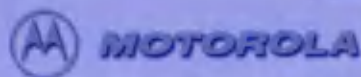
 IOR

 Infineon
technologies

 MITSUBISHI
ELECTRIC

 Kingbright

 muRata

 MOTOROLA

 CRYDOM

- Пассивные электромеханические компоненты гарантированного качества производства Тайвань, Гонконг, измерительное и паяльное оборудование
- Широчайший ассортимент компонентов заводов России и ближнего зарубежья

 ANALOG
DEVICES

ANALOG DEVICES – мировой лидер в области разработки и производства интегральных микросхем для аналоговой и цифровой обработки сигналов

- Операционные усилители
- АЦП и ЦАП
- Источники опорного напряжения и супервизоры
- Регуляторы напряжения
- Интерфейсные микросхемы
- Аналоговые ключи и мультиплексоры
- Акселерометры
- Датчики температуры



 **ПЛАТАН**

www.platan.ru

(095) 73-75-999 (многоканальный)

Головной офис: Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2, (095) 73-75-999, почта: 121351, Москва, а/я 100, e-mail: platan@aha.ru
Офис на м. Проспект Мира: Москва, ул. Гиляровского, 39, (095) 284-46-28, prospectmira@platan.ru **Офис в Санкт Петербурге:** Кронверкский просп., 73, (812) 232-83-06, 232-59-87, platan@mail.wplus.net **Офис в Киеве:** ул. Чистяковская, 2, (044) 459-02-17, chip@immsp.kiev.ua **Региональные представительства:** **Новосибирск:** (3832) 16-33-66 **Казань:** (8432) 13-02-57 **Самара:** (8462) 35-26-09 **Чебоксары:** (8352) 64-05-61 **Томск:** (3822) 41-55-70 **Уфа:** (3472) 32-33-42
Розничная продажа в магазинах Чип и Дип: Москва, ул. Беговая, 2, ул. Гиляровского, 39, ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2; С.-Петербург, Кронверкский просп., 73; Ярославль, пр. Ленина, 8а

Главный редактор:

Сергей Бирюков

Редакционная коллегия:

Павел Асташкевич
Александр Фрунзе
Виктор Йовчик
Юлия Герасимова
Григорий Рогов (8-926-217-0787)

Дизайн и верстка:

Ирина Ермолаева
Ирина Чикина

Отдел распространения:

(095) 777-1215
e-mail: sales@dian.ru
Марина Трофимова
Юрий Царев
Сергей Лукин

Отдел рекламы:

Юлия Суханова

Адрес редакции:

Москва, ул. Обручева,
д. 29, офис 216
тел./факс: (095) 777-1215
Адрес для писем:
121351, Москва,
ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2
www.dian.ru
e-mail: editor@dian.ru

Издатель и учредитель
ООО "ИД Скимен"

Отпечатано: ЗАО «Холдинговая
компания «Блиц-Информ»

Тираж 5 000 экз.

Журнал зарегистрирован в
Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций.
Рег. № ПИ77-5262

Редакция не несет ответственности
за информацию, приведенную
в рекламных материалах

Полное или частичное
воспроизведение материалов
допускается только с разрешения
ООО "ИД Скимен"

Информацию о подписке см. на
последней странице журнала
Цена свободная

Аудиотехника

А. Воробьев. Простые усилители мощности
звуковой частоты

2

Измерения

Измерение параметров цифровых аудиоусилителей

4

Автоэлектроника

А. Павлов. Дополнительный стоп-сигнал
с нестандартным режимом работы

6

Источники питания

С. Заболотский, Ю. Владимиров, В. Демиденко, С. Миронов.

Использование микроконтроллеров фирмы Microchip
в импульсных источниках питания

11

С. Бирюков. Сетевые обратнотокходовые источники питания
на микросхемах TOPSwitch-FX

14

Г. Волович. Источники опорного напряжения

18

Софт

О. Петраков. PSpice-модели цифровых устройств

20

В. Зотов. Использование шаблонов HDL-редактора
при создании описаний цифровых устройств
с помощью языка VHDL

22

Основы схемотехники

В. Днищенко. Приемник прямого преобразования
на интегральной микросхеме

25

В. Авербух. Операционные усилители: основные технические
решения

26

Связь и сетевые технологии

А. Журченко, Д. Онышко. Генераторы псевдослучайных
последовательностей

28

О. Вальпа. Минитерминал 1816

30

Электроника в быту

А. Бутов. Терморегулятор на микросхеме KP1182ПМ1

33

Н. Заец. Часы с будильником — шахматные часы

35

А. Бутов. Светозвуковой информатор состояния
телефонной линии

38

Цифровая техника

Ю. Петропавловский. Универсальный преобразователь
временных интервалов

39

Л. Ридико. Генератор прямоугольных импульсов
на основе AVR

41

О. Николайчук. Эксперименты с микроконтроллерами
фирмы Cugnal: эволюционная плата семейства C8051F2xx

44

Мастер КИТ

Усилители низкой частоты из наборов «Мастер КИТ»

48

Справочный листок

О. Николайчук. Современные микросхемы драйверов
RS-485 фирмы Maxim

50

Простые усилители мощности звуковой частоты

Практика показывает, что в большинстве случаев для звуковоспроизведения вполне достаточно небольшой выходной мощности усилителя. Для переносной и стационарной аппаратуры, например приемников, телевизоров или магнитофонов, вполне хватает 1...10 Вт. Для построения таких усилителей наиболее приемлемыми с точки зрения отношения цена/качество являются микросхемы TDA2003, TDA2004, TDA2005.

Однополярное питание в широком диапазоне напряжений, возможность задания нужного коэффициента усиления и малые размеры позволяют применять данные усилители и во многих других радиолюбительских разработках. Например, усилитель, выполненный на микросхеме TDA2003, с успехом используется в многоканальной диспетчерской связи на молдавском телевидении. А усилители, собранные на микросхемах TDA2004 или TDA2005, прекрасно работают в автомагнитолах или других кассетных проигрывателях.

Усилитель на микросхеме TDA2003

Основные технические характеристики:

- напряжение питания — 8...18 В;
- ток потребления в отсутствие входного сигнала — не более 50 мА;
- частотный диапазон при нагрузке 4 Ом и выходной мощности 1 Вт — 40...15000 Гц;
- КНИ на частоте 1 кГц при выходной мощности 7,5 Вт и сопротивлении нагрузки 2 Ом — не более 0,15 %;
- напряжение шумов, приведенное ко входу — не более 5 мкВ;
- чувствительность усилителя при выходной мощности 10 Вт на нагрузке 2 Ом — 50 мВ.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1. Усиливаемый сигнал поступает на вход микросхемы DA1 через разделительный конденсатор C1 и резистор R2. Этот резистор и конденсатор C2 образуют фильтр нижних частот. Он необходим для подавления высокочастотных помех, а также для повышения устойчивости работы всего усилителя в целом. Так как усилитель выполнен по неинвертирующей схеме, при близком расположении входных и выходных проводов велика вероятность возникновения положительной обратной связи. Это может привести к самовозбуждению усилителя на ультразвуковой частоте, что вызовет перегрев микросхемы и искажение сигнала. Дополнительную устойчивость усилителя обеспечивают цепочки R4C5, R6C8, а также

блокирующие конденсаторы C4, C7. Выходной разделительный конденсатор C6 выбран относительно небольшой емкости, что позволяет "срезать" частоты ниже 40 Гц, и субъективно повысить выходную мощность за счет выравнивания всего спектра звукового сигнала. Коэффициент усиления можно легко рассчитать по формуле:

$$K = 1 + R5/R3.$$

В данном случае он равен 101 или 40 дБ.

Все детали, применяемые в данной конструкции, особенностей не имеют. Плата усилителя размером 24×27 мм и расстановка элементов изображены на рис. 2 и 3. В качестве теплоотвода можно использовать металлическое шасси или применить любой другой радиатор с суммарной площадью около 50 см².

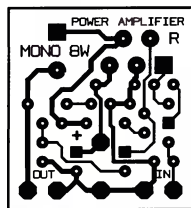


Рис. 2

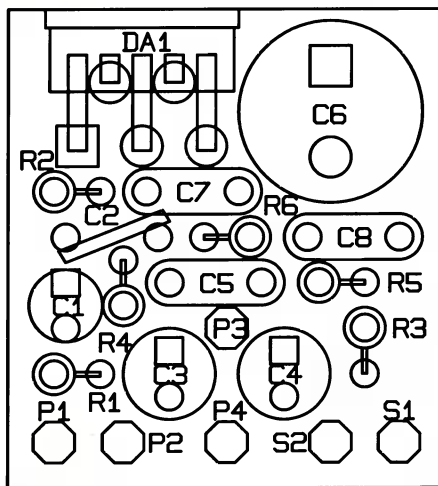


Рис. 3

Усилитель на микросхеме TDA2004

Микросхема TDA2004 представляет собой стереоусилитель.

Основные технические характеристики усилителя:

- напряжение питания — 8...18 В;
- ток потребления в отсутствие входного сигнала — не более 120 мА;

- частотный диапазон при нагрузке 4 Ом и выходной мощности 6,5 Вт на канал — 22...22000 Гц;
- КНИ на частоте 1 кГц при выходной мощности 4 Вт на сопротивлении нагрузки 4 Ом — не более 0,2 %;
- напряжение шумов, приведенное ко входу — не более 5 мкВ;
- чувствительность усилителя при выходной мощности 10 Вт на нагрузке 2 Ом — 75 мВ.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 4. Назначение элементов в основном соответствует предыдущему варианту. Исключение составляют конденсаторы C6 и C7, которые необходимы для обеспечения "вольтодобавки" предоконечного каскада микросхемы. Это позволяет наиболее полно использовать ее ресурс и способствует увеличению выходной мощности примерно на 10 %. Для лучшей развязки и снижения фона переменного тока питание предварительного каскада усилителя осуществляется через фильтрующую цепочку R5C10.

Монтаж усилителя на плате не имеет особенностей, за исключением резисторов R10 и R11, которые представляют собой кусочки константанового провода диаметром 0,15 мм. Их вполне можно заменить обычными резисторами. Все резисторы мощностью 0,125 и 0,25 Вт установлены параллельно плате, что позволяет использовать резисторы, выпаянные из старой аппаратуры. Это касается также и других деталей, но перед установкой нужно обязательно проверить их на работоспособность. Размер платы составляет 40×50 мм, и она крепится к радиатору за счет фланца самой микросхемы. Если усилитель планируется установить прямо на шасси аппарата, нужно обратить внимание на то, чтобы толщина металла была не менее 1 мм. В противном случае микросхему нужно будет закрепить через дополнительную алюминиевую прокладку. Суммарная площадь — радиатора около 100 см². Печатная плата и расположение деталей на ней изображены на рис. 5 и 6.

Усилитель на микросхеме TDA2005

Микросхема TDA2005 также представляет собой стереоусилитель.

Основные технические характеристики усилителя:

- напряжение питания — 8...18 В;
- ток потребления в отсутствие входного сигнала — не более 120 мА;

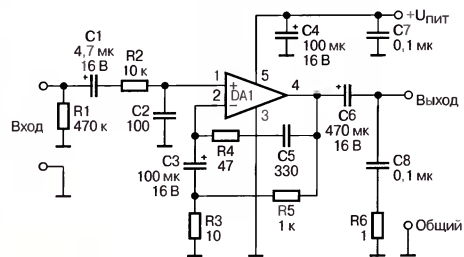


Рис. 1

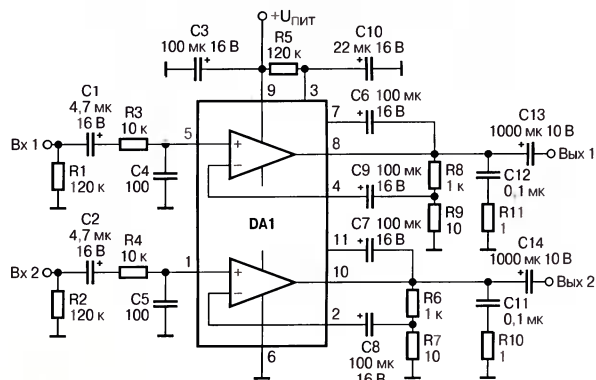


Рис. 4

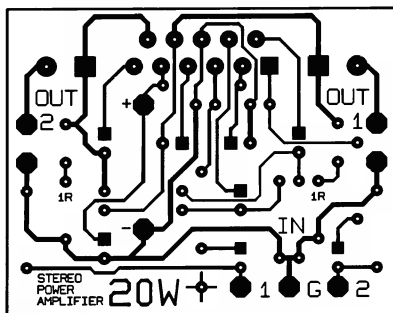


Рис. 5

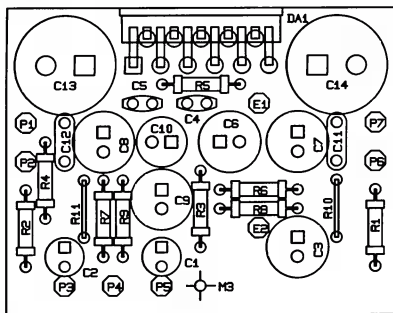


Рис. 6

- частотный диапазон при нагрузке 4 Ом и выходной мощности 6,5 Вт на канал — 22...22000 Гц;
- КНИ на частоте 1 кГц при выходной мощности 4 Вт на нагрузке 4 Ом — не более 0,2 %;
- напряжение шумов, приведенное ко входу — не более 5 мкВ;
- чувствительность усилителя при выходной мощности 10 Вт на нагрузке 2 Ом — 75 мВ.

В данном варианте усилителя (рис. 7) в схему внесены существенные изменения. В первую очередь это касается исключения из цепи питания предварительных каскадов резистора установки смещения.

Также была исключена цепь вольтодобавки. Несмотря на некоторое снижение выходной мощности, общее звучание усилителя стало более естественным. Значительно улучшилась динамическая картина в области низких частот, а в области средних и высших частот пропал металлический призыв. При многочисленных прослушиваниях на различной аппаратуре «слепым методом» однозначно было отдано предпочтение данному варианту усилителя мощности. По высказываниям независимых экспертов этот вариант имел большую мощность, несмотря на то, что измерения показывали обратный результат. Была изменена также схема выходных цепочек, предотвращающих возбуждение усилителя. Теперь вместо стандартной схемы подключен всего один оксидный конденсатор емкостью 0,47 мкФ. Следует особо отметить, что его нельзя заменять керами-

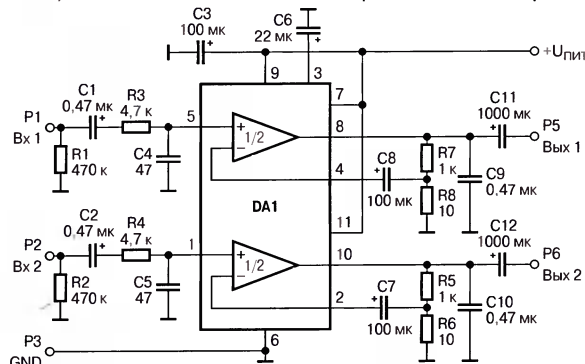


Рис. 7

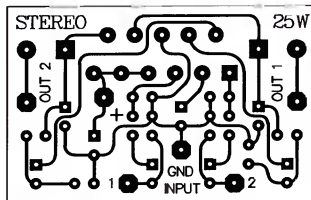


Рис. 8

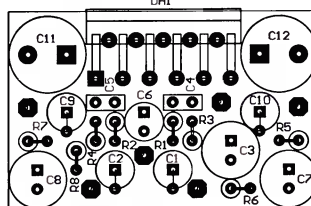


Рис. 9

площадь радиатора — около 100 см². Печатная плата размерами 41×26 мм и расположение на ней деталей изображены на рис. 8 и 9.

В заключение хотелось бы отметить, что все описанные конструкции были повторены многими радиолюбителями и показали высокую устойчивость, качество и надежность в работе. Не следует забывать, что при питании от сети трансформатор и выпрямительные диоды должны обеспечивать ток не менее 4 А. Конденсаторы в фильтре питания желательно ставить с емкостью не менее 2200 мкФ. Перед первым включением следует проверить напряжение питания. Оно не должно превышать 18 В. Это позволит обеспечить надежную и длительную работу усилителей.

Александр Воробьев,
alex@hit.mldnet.com

Внимание!!!

15 октября в г.Москве состоится семинар по микроконтроллерам Cygnal. На семинаре:



- презентация первой в России книги по продукции Cygnal
- встреча с представителем из Европейского офиса (синхронный перевод обеспечивается)
- и другие интересные для специалистов мероприятия.

Записаться на участие в семинаре можно по тел. (095)787-48-05, по электронной почте atos@atos.ru или через сайт www.atos.ru

(Окончание. Начало — № 9/2002)

Измерение параметров цифровых аудиоусилителей

Как получить типовые параметры качества звуковоспроизведения

Коэффициент нелинейных искажений (КНИ)

Измерение КНИ (THD+N) хорошо демонстрирует качество работы тестируемого устройства, поскольку оно включает не только гармонические искажения (THD), но также и шумы квантования (шумовая составляющая КНИ N), интермодуляционные искажения, фон и т. д. Шумовая составляющая КНИ изменяется в зависимости от измеряемой полосы частот. Ключевой усилитель имеет некоторые внеполосные составляющие, которые, если их корректно не отфильтровать, влияют на результаты измерений — иными словами, шумовая составляющая КНИ полностью доминирует над гармониками. Для получения правильных результатов полоса частот должна быть определена в слышимой области, т. е. от 20 Гц до 20 кГц.

Если доступен соответствующий полосограничивающий фильтр, измерения могут выполняться с использованием режекторного фильтра для подавления основной гармоники, и вольтметра эффективного значения для измерения нелинейных искажений. Теперь КНИ можно вычислить как отношение эффективного значения напряжения нелинейных искажений к эффективному значению напряжения основной гармоники. Если доступные полосограничивающие фильтры неадекватны, рекомендуется измерять КНИ с помощью Фурье-анализа, сопровождаемого последующей обработкой.

Этот подход рекомендуется также для измерения суммарного коэффициента гармоник.

Динамический диапазон

Проверка динамического диапазона основывается на измерении КНИ, осуществляемом при уровне сигнала -60 дБ, с последующим добавлением к результату 60 дБ, чтобы получить диапазон между полным выходом (0 дБ) и уровнем собственных шумов усилителя. Чтобы обеспечить правильный результат, полоса частот измерения должна располагаться в области 20 Гц...20 кГц.

Пример 1

Если измерение с уровнем входного сигнала -60 дБ дает КНИ, равный 53 дБ, тогда динамический диапазон усилителя равен $(53 + 60) \text{ дБ} = 113 \text{ дБ}$.

Если доступные полосограничивающие фильтры неадекватны, Фурье-анализ с последующей обработкой — прекрасный способ измерения динамического диапазона. В этом случае динамический диапазон может быть вычислен, как 60 дБ плюс отношение в дБ между энергией в узком окне,

окружающем основной тон уровня -60 дБ, и объединенной энергией гармоник и шумов. Основанием для такого вычисления служит тот факт, что в этом случае результат будет независимым от длины БПФ и используемой оконной функции.

Пример 2

После выполнения БПФ обработка может быть выполнена следующим образом: все спектральные составляющие в узком окне, окружающем основную гармонику, возводятся в квадрат и суммируются. Все остальные спектральные составляющие в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц также возводятся в квадрат и суммируются. Теперь динамический диапазон можно вычислить как корень квадратный из отношения между этими двумя значениями в дБ плюс 60 дБ.

Отношение сигнал/шум

Отношение сигнал/шум для усилителя — это отношение между максимальным выходным сигналом и уровнем шума при отсутствии сигнала. Величина отношения сигнал/шум имеет смысл только при указании полосы частот, в которой проводились измерения. Измерения обычно проводятся в полосе частот от 20 Гц до 20 кГц с применением А-взвешивания или без него.

При использовании полосограничивающих фильтров (например, от 20 Гц до 20 кГц) и вольтметра эффективных значений отношение сигнал/шум можно вычислить как отношение между показаниями вольтметра при двух измерениях выходного напряжения — при максимальном сигнале и замкнутом на общий провод входе.

Пример 1

Для определения отношения сигнал/шум усилителя с помощью вольтметра эффективных значений в АР-системе необходимо выполнить следующие действия:

- настройте АР-генератор для получения максимального выходного уровня от тестируемого устройства, затем зафиксируйте показание вольтметра;
- установите нулевое выходное напряжение АР-генератора и зафиксируйте показание вольтметра;
- вычислите отношение сигнал/шум как отношение между этими отсчетами.

Другой способ измерения отношения сигнал/шум — использование данных БПФ и обработки для вычисления эффективного значения шума в требуемой полосе частот.

Пример 2

Чтобы найти отношение сигнал/шум в полосе частот 20 Гц...20 кГц, выполняется БПФ выходного сигнала усилителя при отсутствии входного. Перед выполнением БПФ с помощью вольтметра определите максимальный эффективный выходной

сигнал тестируемого устройства. Далее необходимо выполнить следующие действия:

- отрегулируйте тестируемое устройство для достижения максимального выходного сигнала и измерьте эффективное значение $U_{\text{rms max}}$;
- вычислите $U_{\text{rms noise}}$, как описано в примере обработки данных БПФ;
- вычислите отношение сигнал/шум как отношение между $U_{\text{rms max}}$ и $U_{\text{rms noise}}$.

Зависимость КНИ от выходной мощности

Графическое представление зависимости КНИ от выходной мощности получают с помощью серии измерений КНИ, выполняемых на тестируемом усилителе, на который подается испытательный синусоидальный сигнал фиксированной частоты и производится повышение величины выходной мощности. График дает правдоподобное представление того, как изменяются искажения во всем выходном диапазоне.

В TDAA график зависимости КНИ от выходной мощности комбинируется из трех различных компонент, каждая из которых характеризует цифровую технологию усиления. Эти три компоненты обычно представляются как упрощенные кривые, показанные на рис. 5, где каждая компонента представлена своим цветом.

1. Постоянный шум

В области малой выходной мощности в значении КНИ доминирует шумовая составляющая. Так как энергия собственных шумов постоянна и не изменяется с выходной мощностью, эта кривая близка к прямой линии с наклоном -0,5 на графике с логарифмическими шкалами, т. е. N обратно пропорционален квадратному корню из выходной мощности. В зависимости от полосы частот вертикальное положение этой прямой изменяется, как показано на графике маленькими красными стрелками. Это вызвано тем, что более широкая полоса позволяет включить в измерение большую шумовую энергию, и наоборот. Если кривую шумов экстраполировать до пересечения с мощностью усилителя, соответствующей уровню ограничения P_0 , значение ординаты в этой точке покажет динамический диапазон усилителя.

2. Гармонические искажения усилителя

При умеренно высоких уровнях выходной мощности кривая КНИ определяется гармоническими искажениями основной частоты, возникающими вследствие нелинейностей в топологии усилителя.

3. Гармоники ограничения

Для цифрового усилителя эта специфическая кривая существует, если в нем реализована цифровая регулировка усиления как часть обработки сигнала. При выходном сигнале ниже уровня ограничения (обозначен на графике как P_0) кривая КНИ определяется гармоническими искажениями. Однако в отличие от кривой для гармоник усилителя гармонические искажения гра-

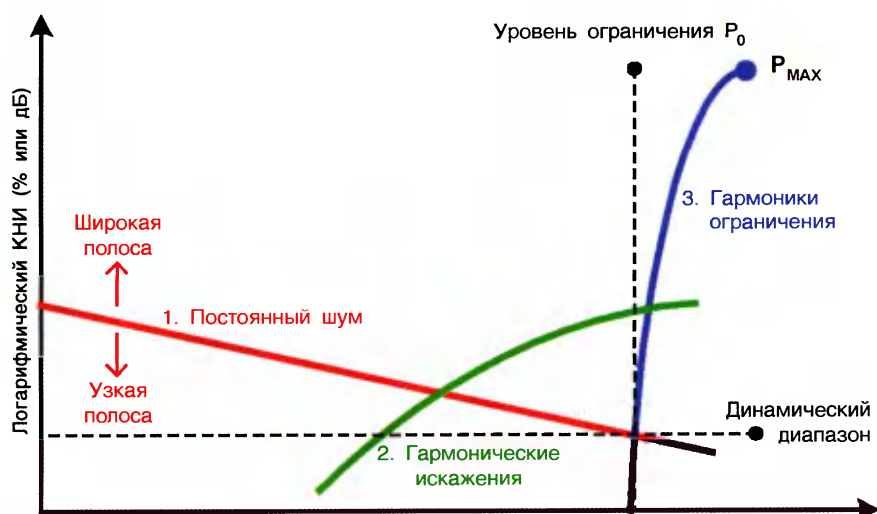


Рис. 5

нения возникают из-за недостаточного для получения на выходе TDAА сигнала требуемой амплитуды напряжения питания, т. е. ограничивается сама форма сигнала. Если уровень мощности превышает P_0 , резкое возрастание уровня КНИ демонстрирует быстрый рост гармонических искажений. Теоретически максимальная выходная мощность вдвое превышает уровень ограничения и коэффициент гармоник в этой точке составляет приблизительно 42 %, что соответствует коэффициенту гармоник меандра.

Эффективность (КПД)

Измерение КПД на уровнях, превышающих 80 %, требует использования хорошо отлаженной испытательной установки, в которой устранены такие источники погрешностей, как сопротивление проводов питания и громкоговорителя. Для сохранения жестких допусков при измерении КПД очень важно, чтобы использовались высокопрецизионные вольтметры и амперметры, предпочтительно с точностью 6,5 цифр.

Рекомендуемая установка состоит из:

- двух вольтметров эффективного значения, подключенных к выходам тестируемого устройства для подключения громкоговорителей;
- двух амперметров эффективного значения, включенных последовательно с нагрузочными резисторами;
- одного вольтметра постоянного тока, подключенного ко входу питания усилителя;
- одного амперметра постоянного тока, включенного последовательно с кабелем питания.

В процессе измерения КПД при высокой выходной мощности, а также в зависимости от типа используемого амперметра резистор амперметра может нагреваться, в результате погрешность измерения увеличивается. В этом случае лучше вообще отказаться от использования амперметров. Вместо этого можно воспользоваться высокоточными измерительными резисторами и прецизионными вольтметрами.

При использовании вольтметров и амперметров КПД (в процентах) вычисляется следующим образом:

$$\eta = 100 \times \frac{U_{\text{rms, ch1}} I_{\text{rms, ch1}} + U_{\text{rms, ch2}} I_{\text{rms, ch2}}}{U_{\text{dc, input}} I_{\text{dc, input}}}$$

Перевод Игоря Бирюкова,
texas@scanti.ru

Источник: Texas Instruments Application Report SLAA114



СКАНТИ-РУС

Официальный представитель компании

E-mail: texas@scanti.ru <http://www.scanti.ru>

Москва - тел.(095) 787-59-39, факс.(095) 787-59-35

Санкт-Петербург - тел.(812) 114-28-99, факс.(812) 114-53-13

Минск - (+375-17) 239-84-20, Киев - (044) 416-11-63



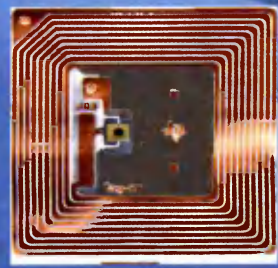
www.scanti.ru

Новые компоненты систем радиочастотной идентификации

производства Texas Instruments, поддерживающие

международный стандарт ISO/IEC 15693





+7-(095) 787-5939



THE WORLD LEADER IN DSP AND ANALOG

Дополнительный стоп-сигнал с нестандартным режимом работы

В последние годы резко возросло количество автомобилей на дорогах России. Дистанции между машинами сократились. Вероятность столкновения из-за несвоевременного начала торможения увеличилась. А ведь в большинстве случаев неприятностей можно было бы избежать, если бы на автомобилях были установлены дополнительные стоп-сигналы — они и загрязняются меньше, и видны лучше, так как расположены выше. Поскольку установленные за пределами основных блоков задних фонарей дополнительные стоп-сигналы способствуют снижению количества аварийных ситуаций, во многих современных импортных автомобилях они уже стали обязательным элементом оборудования. А уже сейчас их можно увидеть на спойлерах отечественных автомобилей ВАЗ-2112 и ВАЗ-2115. В этой статье рассказывается о конструкции дополнительных стоп-сигналов и предлагается описание их нестандартного режима работы.

Правила установки дополнительных стоп-сигналов определены международным документом (Правила ЕЭК ООН № 48) и ГОСТ 8767-75 (который регламентирует количество и место установки внешних световых приборов). В соответствии с п. 2.6.1 ГОСТ 8767-75 на легковых автомобилях и автобусах допускается наличие одного или двух дополнительных стоп-сигналов, которые устанавливаются за задним стеклом механического транспортного средства на высоте 1150...1400 мм. Цвет дополнительных сигналов должен быть красным. Общие рекомендации правил ЕЭК ООН на счет дополнительных стоп-сигналов гласят следующее:

- сила света каждого стоп-сигнала не должна превышать 40...60 кд;
- располагаться они должны на 15 см выше основных фонарей, но не ниже 85 см от земли;
- стоп-сигналы не должны ограничивать обзор через заднее стекло;
- два дополнительных стоп-сигнала устанавливаются у боковых кромок заднего стекла;
- один дополнительный стоп-сигнал устанавливается посередине у верхней или нижней кромки заднего стекла.

Как мне кажется, один сигнал посередине заднего стекла (см. рис.1) лучше по двум причинам. Во-первых, по центру его лучше видно через одну машину, т. к. пассажиры и подголовники сидений не загораживают его. Во-вторых, когда стоп-сигнал расположен по центру, то он воспринимается психологически легче.

Давно прошли времена, когда рукодельные автолюбители пробова-ли в роли дополнительных стоп-сигналов указатели поворота и фонари от грузовиков и мотоциклов. Сейчас для автомобилей, не оборудованных дополнительными стоп-сигналами, выпускается большое количество таких устройств. В автомага-зинах можно выбрать все, что душе угодно. Современные стоп-сигналы, как правило, представляют собой линейку светодиодов красного цвета. Фонари со светодиодами лучше ламповых и име-ют неоспоримые преимущества. Во-первых, в корпусе стоп-сиг-нала установлено несколько десятков светящихся элементов, так что проблема выхода из строя прибора целиком исключается. Во-вторых, такому фонарю не страшна вибрация. Так что служат эти устройства годами.

ARGUSSOFT

Департамент Микроэлектроники

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ дистрибьютор фирм:

AVR-микроконтроллеры с АЦП на кристалле

В микроконтроллерах ATmega163 и ATmega323 реализована аппаратная команда умножения с временем выполнения 2 такта задающего генератора (250 нс при тактовой частоте 8 МГц).

Схема слежения за напряжением питания (BOD, Brown Out Detector) вырабатывает импульс перезапуска при снижении напряжения питания на время, большее 5 мкс ниже порога (4 В или 2.7 В).

Микроконтроллеры имеют несколько режимов энергосбережения.

ANALOG DEVICES

TRACO POWER

SRCDVICES

HANTRONIX

Honeywell

muRata

Микросхема	AT90S8535	ATmega163	ATmega323
Объем памяти программ (FLASH)	8 Кбайт	16 Кбайт	32 Кбайт
Объем памяти данных (SRAM)	512 байт	1 Кбайт	2 Кбайт
Объем памяти данных (EEPROM)	512 байт	512 байт	1 Кбайт
Аппаратный умножитель	нет	есть	есть
Внутренний калибруемый RC-генератор	нет	есть	есть
Встроенный ИОН, напряжение 2.56 В	нет	есть	есть
Двухпроводный интерфейс (I ² C)	нет	есть	есть
Программируемый UART/USART	230 Кбод	912.6 Кбод	912.6 Кбод
Интерфейс SPI, скорость	2 Мбит/с	4 Мбит/с	4 Мбит/с
Число каналов ШИМ	3	3	4

Основные технические характеристики:

- 32 регистра общего назначения с линейной адресацией
- тактовая частота - до 8 МГц
- два 8-битных таймера-счетчика
- один 16-битный таймер-счетчик
- 8-канальный 10-битный АЦП
- аналоговый компаратор
- сторожевой таймер
- ядро часов реального времени
- высоконадежная защита от несанкционированного копирования ПЗУ

Все микросхемы выпускаются в совместимых по выводам корпусах!

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

Офис в Москве:
Адрес: 121005, М.С.С.С., Проспект Мира, 95
Тел.: (095) 217-2487, 217-2519, 217-2505
Факс: (095) 217-2482
E-mail: compnent@argussoft.ru

Офис в Санкт-Петербурге:
Адрес: 191023, Санкт-Петербург, наб. кан. Грибоедова, 36
Тел.: (812) 314-3318, тел./факс: (812) 310-6234
E-mail: spb@argussoft.ru

Интернет: WWW.ARGUSSOFT.RU

www.platan.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

FIGARO

ДАТЧИКИ ГАЗА (ЯПОНИЯ)

- Датчики определения концентрации для широкого диапазона газов
- Модули измерения концентрации газов с микропроцессором для обработки данных

Газ, содержание газовой примеси в окружающей среде (ppm = 10 ⁻⁶)	Тип датчика	Применение
Взрывоопасные газы - метан (500-10000 ppm) - пропан (500-10000 ppm) - водород (50-1000 ppm)	ТGS842, ТGS2611 ТGS813, ТGS2610 ТGS821, ТGS2620 ТGS813, ТGS2610	Детекторы утечки газа в жилых, офисных и промышленных помещениях. Портативные детекторы утечки газа
Токсичные газы - угарный газ (50-1000 ppm) - аммиак (30-300 ppm) - сероводород (5-100 ppm)	ТGS203, ТGS2442 ТGS826 ТGS825	Системы противопожарной безопасности. Детекторы утечки аммиака в холодильных установках
Выхлопные газы - бензина (10-100 ppm) - дизельного топлива (0.1-1 ppm)	ТGS2104, ТGS2201 ТGS2106, ТGS2201	Системы контроля вентиляции салона автомобиля
Алкоголь (50-5000 ppm)	ТGS822, ТGS2620	Промышленные, бытовые и медицинские детекторы алкоголя
Органические растворители (50-5000 ppm)	ТGS822, ТGS2620	Анализаторы для химистов и предприятий, производящих изделия органической химии
Хладагенты - R-22 (100-3000 ppm) - R-134a (100-3000 ppm)	ТGS830, ТGS831 ТGS832	Детекторы утечки хладагента в холодильных установках, кондиционерах
Контроль состояния воздуха - углекислый газ (300-5000 ppm) - загрязнители воздуха (≤10 ppm)	ТGS4160, ТGS800, ТGS2100, ТGS2600, ТGS2602	Воздухоочистители, кондиционеры, в т.ч. автомобильные, системы вентиляции
Кислород (0-100%)	KE-25, KE-50	Кислородные детекторы

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

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



Рис. 1

Но самое главное — светодиод загорается за одну-две микросекунды, а лампа накаливания за 0,2...0,4 с. Как это влияет на безопасность движения? Вопрос риторический! Давайте прикинем. Максимальная скорость начинающего водителя (70 км/ч) — это около 20 м/с. Следовательно, торможение, начавшееся на 0,3 секунды раньше, сэкономит 6 метров. А ведь часто для того, чтобы избежать аварии, не хватает всего-то двух-трех метров.

Я видел два варианта работы дополнительных стоп-сигналов. Первый вариант — дополнительный сигнал полностью повторяет работу основных. И второй вариант — когда во время работы основных сигналов на дополнительных реализован режим “бегущего огня”, “бегущей тени” или что-то подобное.

Оба эти варианта имеют недостатки. В первом случае, раз уж устанавливаются дополнительные фонари, то они должны нести какую-то дополнительную информацию, а не только повторять работу основного оборудования. Второй вариант грешит тем, что во время торможения водителю совсем не интересно, какие бегущие огни загораются в едущей впереди машине. Главное — вовремя заметить и затормозить, избежав столкновения.

Как мне кажется, дополнительный стоп-сигнал должен иметь следующий сценарий работы. В начале торможения дополнительный фонарь загорается вместе с основными, и четыре-пять раз мигает (например, 1 с светодиоды горят, 0,1 с потушены и т. д.), тем самым привлекая большее внимание во время торможения водителя едущей сзади машины. Если торможение длительное, то после четырех-пяти миганий дополнительный сигнал в течении 10...15 с горит постоянно, затем он переходит в режим “пульсирующего” стоп-сигнала. “Ппульсирующий” режим — это постепенное включение светодиодов от середины стоп-сигнала к краю и постепенное выключение их в обратном порядке и т. д. Этот режим для едущих следом водителей говорит о том, что машина продолжительное время осуществляет торможение или уже закончила движение и стоит с выжатым тормозом.

В данной статье рассматривается конструкция дополнительного стоп-сигнала, который реализует сценарий, описанный выше. За основу конструкции был взят корпус стоп-сигнала “азиатского” производства на 27 светодиодах.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 2. Его центральным элементом является микроконтроллер AT90S2343 (DD1). Это экономичный 8-битовый КМОП-микроконтроллер, построенный с использованием расширенной RISC-архитектуры AVR. Микроконтроллер имеет следующие возможности: 2 кбайта загружаемой Flash-памяти; 128 байт EEPROM; 128 байт статического ОЗУ; 32 рабочих регистра; 8 разрядный таймер/счетчик; внешние и внутренние прерывания; программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором. Микросхемы производятся с использованием технологии энергонезависимой памяти высокой плотности фирмы Atmel. В микроконтроллер загружаемая программа может быть записана через последовательный интерфейс SPI.

AT90S2343 работает со встроенным RC-генератором, частота которого при напряжении питания 5 В составляет 1 МГц. Микроконтроллер имеет пять двунаправленных выводов. Сигналы с его выходов PB0—PB4 через токоограничительные резисторы R1—R5 по-

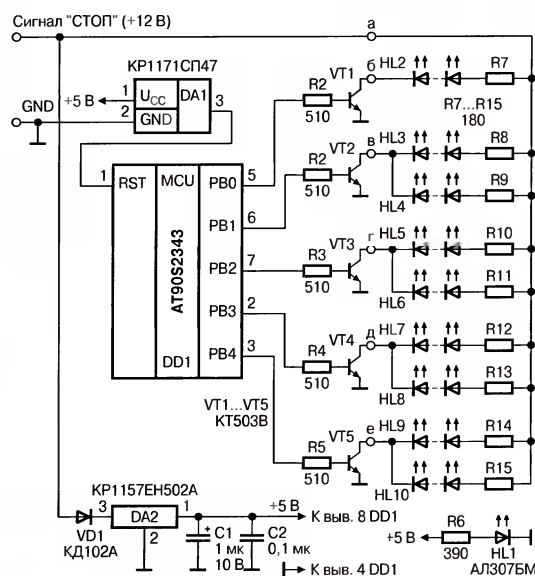


Рис. 2

ступают на базы транзисторов VT1—VT5, включающих, согласно заданной программе, соответствующие группы светодиодов HL1—HL10. Печатную плату стоп-сигнала, на которой установлены 27 светодиодов нужно доработать так, как показано на рис. 3. Сопротивление резисторов R7—R15 составит 180...200 Ом. Сила тока, текущего через диоды, в данном случае будет равна 25...28 мА.

Питание устройства осуществляется от напряжения +12 В (сигнал “стоп”), его подключают параллельно основным стоп-сигналам. Для питания микроконтроллера DD1 применен интегральный стабилизатор напряжения 5 В DA2, защитный диод от переполюсовки VD1 и конденсаторы C1 и C2. Для надежного запуска и работы микроконтроллера при изменении напряжения питания используется микросхема супервизора DA1. Если нет возможности приобрести эту микросхему, то при некотором снижении надежности работы устройства можно рекомендовать вывод 1 микросхемы DD1 “подтянуть” резистором 3...5,1 кОм к проводу питания 5 В, т. е. дополнительный резистор на печатной плате впаивается в отверстие для выводов 1 и 3 микросхемы DA1. Вариант печатной платы представлен на рис. 4.

Монтаж производится с двух сторон платы. Со стороны печатных проводников распайвают микросхему DD1, остальные элементы устанавливают согласно рис. 4. Внешний вид устройства в разобранном и собранном виде показан на рис. 5 и 6.

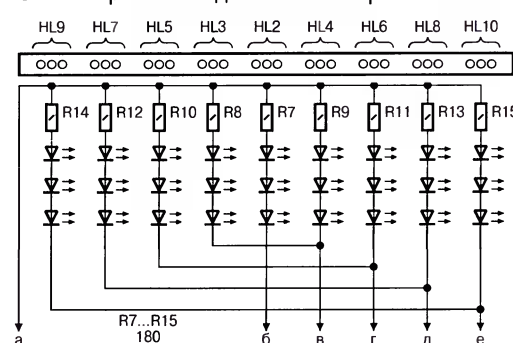


Рис. 3

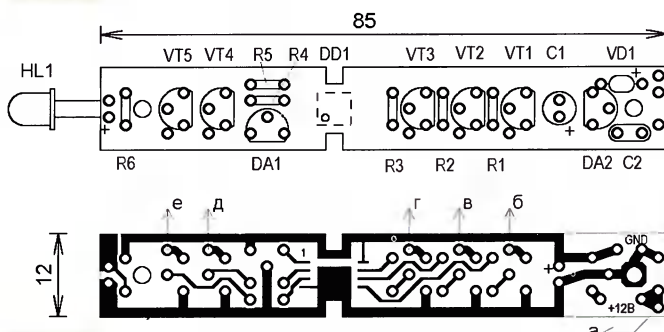


Рис. 4

Таблица 1

<pre> * ***** * ПРОГРАММА STOPSIGNAL.ASM генерирует на * * выводах порта В (PB0-PB4) управляющие * * импульсы для включения светодиодов. * * ***** ;подключить файл описаний имен регистров ;ввода/вывода .include «c:\2343def.inc» ;коэффициенты устанавливающие время свечения ;с/диодов, т.е. (один такт вывода информации) .equ N1=255 .equ N2=225 ;коэффициенты устанавливающие продолжитель- ;ность включения и выключения с/диодов .equ N3=7 .equ N4=1 ;количество миганий .equ N5=5 ;длительность постоянного свечения с/диодов .equ N6=77 ;начальный адрес .org 0 rjmp start ;Начало программы. start: cli ;Настройка сторожевого таймера. ldi r16,0b00001111 out WDTCSR,r16 ;Настройка указателя стека. ldi r16,RAMEND out SPL,r16 ;Настройка порта В ldi r16,0b11111111 out ddrb,r16 ldi r16,0b00000000 out portb,r16 ;включение стоп-сигнала ldi r17,0b00011000 rcall Output ldi r17,0b00011100 rcall Output ldi r17,0b00011110 rcall Output ldi r17,0b00011111 rcall Output ;»мигающий» стоп-сигнал ldi r21,N5 blink: ldi r20,N3 on: ldi r17,0b00011111 rcall Output </pre>	<pre> dec r20 brne on ldi r20,N4 off: ldi r17,0b00000000 rcall Output dec r20 brne off dec r21 brne blink ;постоянно включенный стоп-сигнал ldi r20,N6 const: ldi r17,0b00011111 rcall Output dec r20 brne const ;»пульсирующий» стоп-сигнал pulse: ldi r17,0b00011111 rcall Output ldi r17,0b00011110 rcall Output ldi r17,0b00011100 rcall Output ldi r17,0b00011000 rcall Output ldi r17,0b00010000 rcall Output ldi r17,0b00000000 rcall Output ldi r17,0b00010000 rcall Output ldi r17,0b00011000 rcall Output ldi r17,0b00011100 rcall Output ldi r17,0b00011110 rcall Output ldi r17,0b00011111 rcall Output nop rjmp pulse ;подпрограмма вывода Output Output: out portb,r17 ;длительность одного такта свечения с/диодов ldi r18,N1 v: ldi r19,N2 vv: dec r19 brne vv dec r18 brne v ;Сброс сторожевого таймера. wdr ;выход из подпрограммы вывода Output ret </pre>
---	---

Таблица 2

```

:100000000C0F8940FE001BD0FED0DBF0FEF07BB6F
:1000100000E008BB18E13D01CE12ED01EE12CD04E
:100020001FE12AD055E047E01FE126D04A95E1F7CD
:1000300041E010E021D04A95E1F75A95A1F74DE44F
:100040001FE11AD04A95E1F71FE116D01EE114D046
:100050001CE112D018E110D010E10ED010E00CD04D
:1000600010E10AD018E108D01CE106D01EE104D04E
:100070001FE102D00000E8CF18BB2FEF31EE3A9518
:0A008000F1F72A95D9F7A895089525
:00000001FF

```

Светодиод HL1 устанавливается на задней части корпуса дополнительного стопового сигнала, обращенного к водителю. Он помогает определить работает ли стоп-сигнал.

Конденсатор C1 — K50-35 или импортный аналог, C2 — K10-17. Для надежного запуска микроконтроллера устанавливать конденсатор C1 емкостью более 2.2 мкФ не рекомендуется. Диод КД102А заменим на КД103 с любым буквенным индексом или на другой малогабаритный с током более 50 мА. Вместо отечественных микросхем КР1171СП47 и КР1157ЕН502А можно установить импортные аналоги MAX809L (ADM809L) и 78L05, соответственно. Микроконтроллер AT90S2343 можно заменить на AT90LS2343 или ATtiny22.

Печатная плата рассчитана на установку микроконтроллера в корпусе SOIC. Резисторы R1—R6 можно использовать МЛТ, ОМЛТ, С2—33 ит.п. мощностью 0,125 Вт, резисторы R7—R15 — мощностью 0,25 Вт.

Управляющая программа микроконтроллера AT90S2343 (DD1) на языке ассемблера WAVRASM приведена в табл. 1. В директиве include должен быть указан полный путь к файлу 2343def.inc, который сообщает ассемблеру тип микроконтроллера, стандартные имена его регистров и некоторые другие данные. Обычно этот файл находится в папке APPNOTES пакета WAVRASM. В табл. 2 приведены готовые для занесения во внутреннюю Flash-память микроконтроллера оттранслированные коды той же программы в HEX-формате.

Представленная управляющая программа полностью реализует сценарий работы стоп-сигнала, описанный выше.

При изменении управляющей программы микроконтроллера AT90S2343 имеется возможность осуществить при необходимости и какой-либо иной сценарий работы дополнительных стоп-сигналов, выбор которого ограничивается исключительно фантазией и умением писать программы изготовителя устройства.

Запрограммировать можно уже установленный на печатную плату микроконтроллер. Технология программирования микроконтроллера, установленного в реальное устройство, называется ISP (In System Programming). Для ее реализации необходимо собрать программатор, схема которого представлена на рис. 7. Предлагаемая схема позволит радиолюбителю собрать простой и надежный программатор микроконтроллеров серии AT89S/AT90S фирмы Atmel. Его можно собрать на небольшой плате, размещенной внутри корпуса вилки DB-25M. Правильно собранный программатор не требует настройки. Для работы с ним фирма Atmel предлагает программу AVRISP, работающую в ОС Windows.

Для программирования необходимо аккуратно подпаять к микроконтроллеру переходник, схема которого приведена на рис. 8, затем соединить переходник с программатором. Учтите, что питание программатора поступает от программируемого устройства. Программатор подключается к любому свободному COM-порту компьютера. Светодиод и резистор в переходнике устанавливаются не обязательно. Они



Рис. 5



Рис. 6

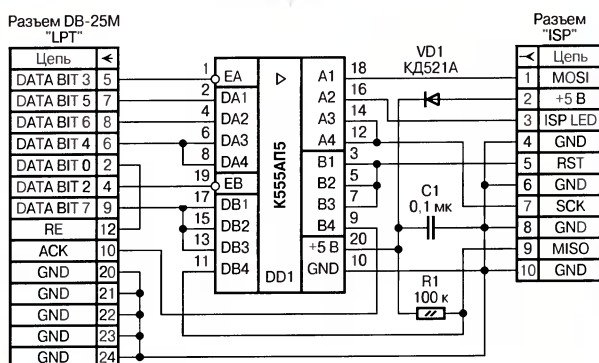


Рис. 7

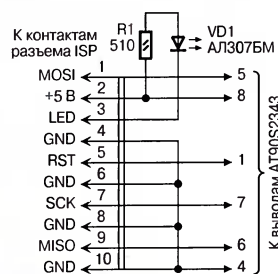


Рис. 8

необходимы только как индикатор, регистрирующий процесс программирования.

Необходимые программы (WAVRASM и AVR-ISP) для написания программы, трансляции и программирования микроконтроллера можно найти на сайте www.atmel.ru.

Александр Павлов,
pavlov@lmail.loniis.ru

СПЕЦ. ПРЕДЛОЖЕНИЕ

СРАВНИТЕ НАШИ ЦЕНЫ!

микросхемы

24LC256-I/P	\$2,10
AD1672AP	\$65,00
AD589SH	\$7,80
AD640JP	\$50,00
AD820AN	\$3,50
AT24C512-10PI	\$3,80
AT24C64-10PC-2.7	\$0,67
AT89C52-24AI	\$2,50
EPF8820ARI208-4	\$370,00
EPM7256SRI208-10	\$210,00
M27C512-12F1 (UV EPROM)	\$1,80
OP271AZ	\$22,00
PIC16F84A-04I/P	\$3,00
PIC16F873-04I/SP	\$5,80
TD62003AP/ULN2003AP	\$0,20
UT62256PC-70LL	\$0,72

микросхемы (аналоги отеч.)

CD4001BCN (К561ЛЕ5)	\$0,084
CD4013BCN (К561ТМ2)	\$0,082
CD4066BCN (К561КТ3А)	\$0,084
CD4069UBCN (К561ЛН2)	\$0,084
HA17555 (КР1006ВН1)	\$0,084
ICL7107CPL (КР572ПВ2А)	\$1,16
LM324N (К1401УД2А)	\$0,084
LM358N (КР1040УД1А)	\$0,08
LM393N (К1401СА3А)	\$0,08
MC14066BCP (К561КТ3А)	\$0,084
MC14093BCP (К561ТЛ1)	\$0,10
MC78L05 (КР142ЕН5А)	\$0,10
NE555P=NE555N (КР1006ВН1)	\$0,08
OP07CP (КР140УД17А)	\$0,25
TL494CN (КР1114ЕУ4)	\$0,18
UA776CN (КР140УД1208)	\$0,56
ULN2003AN (КР1109КТ22)	\$0,18

диоды

1N4007 (КД243Д)	\$0,006
1N5817	\$0,44
FR157	\$0,012
FR207 (КД226Д)	\$0,012
SM4003	\$0,03

светодиоды

5R2PD-9 (АЛ307КМ)	\$0,012
-------------------	---------

оптроны

CNY74-2H (АОТ101АС)	\$0,28
МОС3063	\$0,43

транзисторы

IRFZ44N	\$0,30
---------	--------

ОПТОВЫЕ ПОСТАВКИ

125363, РОССИЯ, МОСКВА,
ШТУРВАЛЬНАЯ УЛ., Д.3, СТР.1,
ТЕЛ/ФАКС (095) 492-4022,
492-7077, 492-6112,
E-MAIL: POSTAVKA@ESCLTD.RU
<http://WWW.ESCLTD.RU>

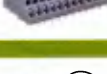


БОЛЕЕ 7 000 ТИПОВ КЛЕММНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ И ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

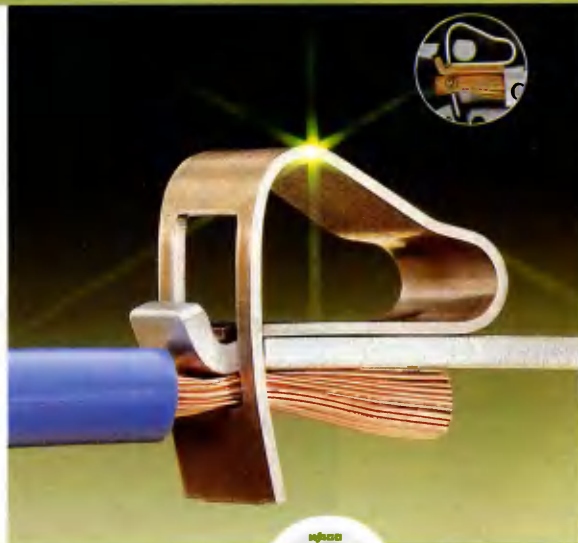
- проходные клеммы для установки на DIN-рельсы;
- клеммы для монтажа на печатные платы;
- клеммы для строительного электромонтажа;
- барьеры для импульсных помех;
- переходники разъем-клеммы;
- клеммы во взрывозащищенном исполнении;
- система мультиштекерных разъемов;
- релейные модули;
- модули УСО серии WAGO I/O SYSTEM

ПРУЖИННЫЕ КЛЕММЫ ФИРМЫ WAGO

- автоматически изменяют усилие зажима в зависимости от диаметра провода;
- не боятся вибраций до 2000 Гц и ударов до 109g, так как не содержат винтов;
- гарантируют газонепроницаемость в месте контакта;
- имеют сертификат ISO 9001, сертификат соответствия Общества по сертификации в Европе DIN GOST TÜV;
- внесены в Морской Регистр России и имеют разрешение для применения на АЭС;
- экономят время монтажа на 75%;
- имеют допуски и разрешения более 30 международных и национальных сертификационных центров.



НОВАТОР В МИРЕ КЛЕММНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



КАТАЛОГ НА CD-ROM
МОЖНО ЗАКАЗАТЬ
БЕСПЛАТНО В КОМПАНИИ
ПРОСОФТ

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Официальный дистрибьютор - компания ПРОСОФТ

МОСКВА

Телефон: (095) 234-0636, факс: (095) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru Web: www.prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Телефон: (812) 325-3790, факс: (812) 325-3791
E-mail: root@spb.prosoft.ru Web: www.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ

Телефон: (3432) 75-1871, 49-3459
E-mail: gleb@prosoft.ural.ru Web: www.prosoft.ural.ru

www.platan.ru
ПЛАТАН

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ЗНАКОСИНТЕЗИРУЮЩИЕ ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МОДУЛИ

- Параллельный (I80 и M68) и последовательный (synchronous serial IF) интерфейсы
- Pin-to-pin совместимость с ЖКИ модулями
- Превосходная контрастность изображения без подсветки
- Широкий диапазон рабочих температур -40 ... +85°C
- Широкий угол обзора
- Напряжение питания 5 В
- 8 символов пользователя
- Форматы модулей: 1x16, 2x16, 2x20, 2x24, 2x40, 4x20



Сертификат ISO 9002:94 № РОСС RU. ИС46.К00014



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

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



International
IXR Rectifier



intersil



Honeywell



Kingbright

boNd

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРОГРАММАТОРЫ и УФ-ИЗЛУЧАТЕЛИ

- Программирование более 700 типов микросхем отечественных и зарубежных производителей
- Одна универсальная DIP40 или DIP42 панель с "нулевым" усилием (ZIF)
- Дополнительные адаптеры для микросхем в корпусах PLCC, SOP и др.
- Быстродействующая защита от перегрузок
- Идентификация производителя и типа микросхемы
- Программное обеспечение с русскоязычным интерфейсом и поддержкой "мыши"
- RS-232 со скоростью обмена до 115 кбод
- Встроенный источник питания 220В
- Последнюю версию всегда можно найти в Internet
- Гарантия 5 лет

УФ-излучатель "СТЕРХ UV-01" предназначен для стирания информации в микросхемах УФРПЗУ, посредством воздействия на них ультрафиолетового излучения с длиной волны ~254 нм. Имеется таймер на время до 99 мин с автоматическим отключением звукового сигнала.

Более подробную информацию об изделиях и последней версии ПО можно найти на нашем WWW-сервере:
<http://www.sterh.com>, e-mail: pprog@bond.nsk.su

Бердск:	"БОНД"	(38341) 5-15-62
Москва:	"Точка Опоры"	(095) 956-39-42/43
Санкт-Петербург:	"ЭФО"	(812) 247-89-00
Екатеринбург:	"Институт радиотехники"	(3432) 74-58-61

УФ-излучатель UV-01

(Окончание. Начало — №9/2002)

Использование микроконтроллеров фирмы Microchip в импульсных источниках питания

Автомобильный релейный малоомощный источник +5 В с низким уровнем импульсных помех

Источник был разработан для питания портативной медицинской аппаратуры, установленной на автомобиле. Основные требования к нему заключались в следующем:

- большую часть времени потребитель может отбирать от источника ток не более 50 мА, но при этом необходимо обеспечить минимальный уровень электромагнитных помех от источника на частотах до 10 МГц;
- меньшую часть времени (не более 5 %) ток потребления достигает 1 А;
- источник должен работать от автомобильных сетей 12 или 24 В.

Для выполнения поставленных требований был выбран несколько модернизированный релейный принцип работы источника. Релейный принцип работы хорошо известен — если напряжение на выходе источника меньше номинального, то ключ S открыт, и энергия первичного источника поступает в нагрузку (рис. 6). Если выходное напряжение выше номинала, то ключ закрывается. К сожалению, практическая реализация такого принципа сопровождается

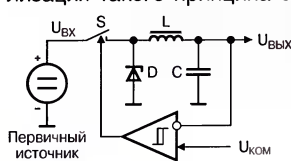


Рис. 6

множеством неприятных эффектов, по этой причине, видимо, релейные источники не получили широкого распространения. Для решения поставленной задачи релейный принцип регулирования привлекателен тем, что силовой ключ замыкается только «когда надо», а не переключается непрерывно, создавая непрерывную помеху.

Присущие релейным стабилизаторам затруднения удалось исключить благодаря использованию метода «дозированного заряда», при котором за один цикл замыкания ключа в нагрузку передается определенная порция заряда. Пусть ток дросселя L до момента времени t_0 равен нулю (рис. 7). В момент t_0 ключ S замыкается (рис. 6). Ток дросселя начинает линейно увеличиваться. В момент времени t_1 ток дросселя достигнет величины:

$$I_{\max} = (U_{\text{ВХ}} - U_{\text{ВЫХ}})(t_1 - t_0)/L. \quad (3)$$

Рис. 7

Если в этот момент ключ разомкнуть, ток дросселя начнет линейно падать и в момент времени t_2 станет равным нулю. За время $t_2 - t_0$ средний ток будет равен $I_{\max}/2$, и в нагрузку будет передан заряд $Q = I_{\max}(t_2 - t_0)/2$. При отсутствии тока нагрузки эта порция заряда накапливается в выходном конденсаторе C , и напряжение на конденсаторе увеличивается на величину $\Delta U = Q/C$. Для обеспечения требуемого тока нагрузки надо передавать на выход источника порции заряда с такой частотой, чтобы суммарный переданный за 1 с заряд равнялся току нагрузки. Развенство переданного заряда и тока нагрузки выполняется, когда среднее напряжение на конденсаторе C остается неизменным и равным номинальному. Понятно, что на выходе источника будут пульсации. Для того, чтобы их величина была в заданных пределах, необходимо выбрать конденсатор достаточно большой емкости.

В рассматриваемом источнике для сети +12 В и для $L = 70$ мкГн время $t_1 - t_0 = 20$ мкс, а время $t_2 - t_1 = 28$ мкс. Максимальное значение тока $I_{\max} = 2$ А. Единичная порция заряда составляет около $50 \cdot 10^{-6}$ кулон. При частоте замыкания ключа 20 кГц обеспечивается ток нагрузки 1 А. Частота замыкания ключа 1 Гц соответствует току нагрузки 50 мкА, при 50 мА частота равна 1 кГц.

Для управления ключом достаточно периодически измерять выходное напряжение источника и сравнивать его с номинальным значением. Если выходное напряжение ниже номинала, то ключ замыкается, и формируется порция заряда, если выше — ключ остается разомкнутым. На рис. 8 показаны эпюры работы источника с большим (а) и небольшим (б) выходными токами. Измерения выходного

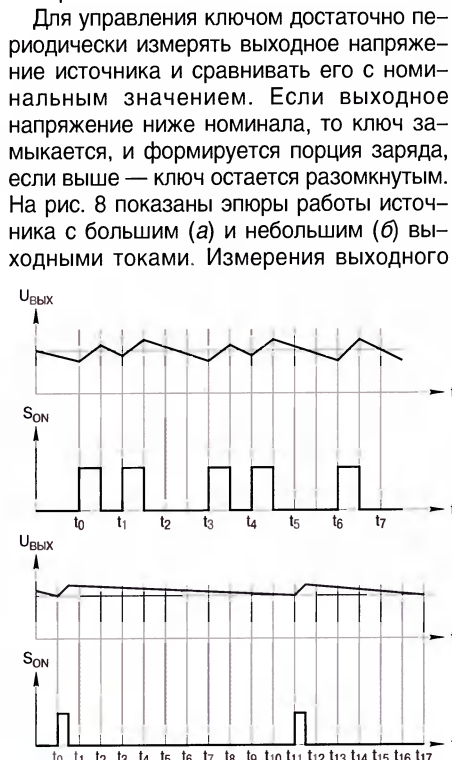


Рис. 8

напряжения производятся во все помеченные моменты времени $t_0 - t_{17}$. Если выходное напряжение ниже номинального, формируется сигнал открывания ключа S_{ON} .

Полная схема источника приведена на рис. 9. Ядром схемы является микроконтроллер PIC16C711. Силовой ключ выполнен на составном транзисторе VT4VT5. Поскольку в течении основного времени источник работает с малым током потребления, и частота переключения большую часть времени работы близка к 1 кГц, были выбраны низкочастотные транзисторы серий КТ814 и КТ819. Переключение происходит с затягиванием фронтов, что несколько снижает КПД, но резко уменьшает уровень высокочастотных помех.

Формирование токового импульса осуществляется следующим образом. Контроллер выдает сигнал открывания ключа S_{ON} на выход RB1, и ключ открывается. Ток в цепи ключа начинает возрастать (рис. 7), при этом возрастает напряжение на резисторе R8. Когда ток достигает величины порядка 2 А, открывается транзистор VT3, и на входе прерывания RB0 контроллера появляется сигнал прерывания. По этому прерыванию контроллер снимает сигнал S_{ON} . Ток в цепи дросселя $L2$ начинает спадать.

Измерение выходного напряжения источника производится АЦП контроллера через цепь R15R16 с периодом измерений, равным 35 мкс. Номинальная величина напряжения на входе АЦП (вход RA0) составляет 3,98 В. Если измеренное напряжение оказывается ниже номинального, микроконтроллер формирует очередную порцию заряда, если ниже, то порция заряда не формируется.

Через цепочку R5R6 один раз в секунду осуществляется измерение питающей сети. Если напряжение сети меньше 18 В (сеть 12 В), контроллер выдает на базу транзистора VT2 напряжение лог. 1. Транзистор VT2 открывается, открывая транзистор VT1. Последний при открывании замыкает гасящий резистор R1 в цепи питания служебного стабилизатора DA1. Если напряжение питающей сети выше 18 В, транзистор VT1 остается закрытым, и избыточное напряжение гасится на резисторе R1. Микросхема DA2 выполняет функции супервизора питания контроллера — если напряжение на выходе DA1 снижается до 4,2 В, DA2 выдает сигнал сброса на вход MRCLR контроллера, и контроллер переходит в состояние RESET.

Элементы L1, C1, C2 составляют входной фильтр подавления помех бортовой сети автомобиля. Диод VD1 предотвращает выход источника из строя при неправильной полярности включения.

Элементы SW1—SW3 представляют собой проволочные перемычки, используемые для подстройки выходного напряжения источника. Если все перемычки установлены, на входах RB3—RB5 устанавливается напряжение лог. 0. При отсутствии перемычки на соответствующем входе устанавливается лог. 1, поскольку генераторы тока смещения, встроенные в цепи выводов RB# микроконтроллера, программно активированы. Фактически эти перемычки представ-

ляют собой кодовый переключатель, задающий код номинального напряжения на входе RA0. Этот код считывается микроконтроллером при включении питания. При сборке изделия все три перемычки впаиваются в печатную плату. Для управления этим «переключателем» с целью изменения кода достаточно удалить соответствующие перемычки кусачками. При наличии всех трех перемычек (задаваемый код 00h), считается, что резисторы R15 и R16 точные, и при $U_{\text{ВЫХ}} = 5 \text{ В}$ напряжение на входе RA0 равно 4,00 В, что соответствует числу CCh после аналого-цифрового преобразования. Каждому коду перемычек, отличному от 00h, соответствует другое значение номинального напряжения на входе RA0 (всего восемь значений). Установка номинального значения выходного напряжения производится следующим образом. Включается питание при номинальной нагрузке и точным вольтметром измеряется значение выходного напряжения. Далее по таблице, составленной при написании программы, определяется, какие перемычки надо удалить для измеренного значения $U_{\text{ВЫХ}}$, и соответствующие перемычки удаляются. Настройка закончена. Такой метод позволил отказаться от подстроечного резистора в цепи измерения выходного напряжения и осуществить ступенчатую подстройку величины $U_{\text{ВЫХ}}$ с дискретностью, приблизительно равной 70 мВ.

Диод VD3 и конденсатор C6 представляют собой накопитель энергии питания +5 В процессора аппаратуры потребителя. При

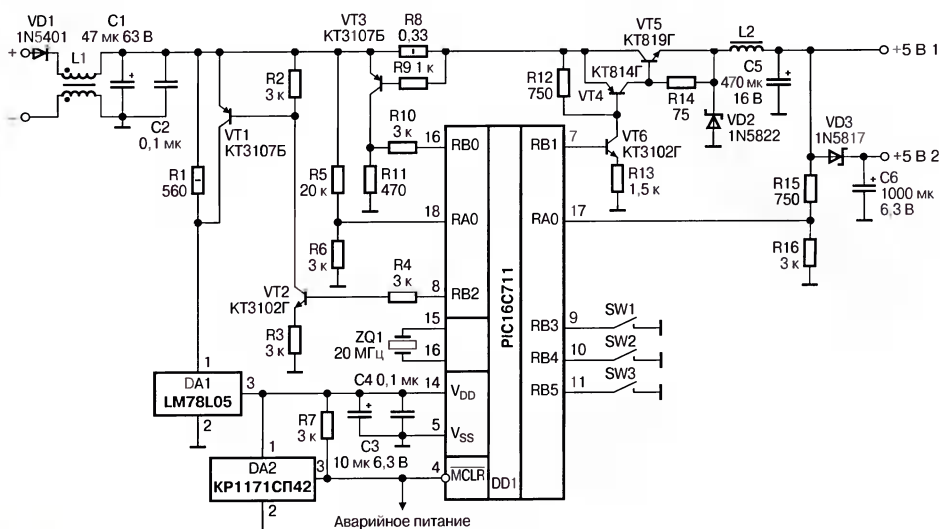


Рис. 9

аварии внешнего питания, когда напряжение на выходе стабилизатора DA1 становится ниже 4,2 В, напряжение на выходе супервизора DA2 переходит в лог. 0. Этот перепад воспринимается процессором аппаратуры-потребителя как сигнал аварии питания, он прекращает выполнение текущей программы и начинает сохранять текущие данные в энергонезависимой памяти. Напряжение +5 В, используемое для питания большей части устройств потребителя, быстро падает до 0. Процессор-потребитель, потребляющий небольшой ток, питается током разряда конденсатора

C6. Накопленного в C6 заряда хватает, чтобы завершить процедуру спасения данных.

Источник (рис. 9) не имеет специальных аппаратных средств контроля перегрузки по току, и контроль перегрузки выполнен программно. Как уже упоминалось, в этом источнике частота следования импульсов заряда пропорциональна току нагрузки, и при $I_{\text{ВЫХ}} = 1 \text{ А}$ эта частота равна 20 кГц. Если частота импульсов заряда превышает 20 кГц, источник работает в режиме перегрузки по току. Программно это решено так. Каждые 50 мкс (период частоты 20 кГц) регистр перегрузок или декремент-

фирменные магазины
Микроника
радиодетали и инструменты

Санкт-Петербург
пр. Новочеркасский, 51
(812) 444-0488
www.micronika.ru

Новосибирск
ул. Геодезическая, 2
(3832) 119-045

Киев
ул. М. Расковой, 13
(книги по электронике, инструмент)
(044) 517-7377

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ИНСТРУМЕНТ
КНИГИ ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ



оптовая торговля электронными компонентами

Симметрон
электронные компоненты

С.-Петербург: (812) 278-8484
Москва: (095) 748-5001



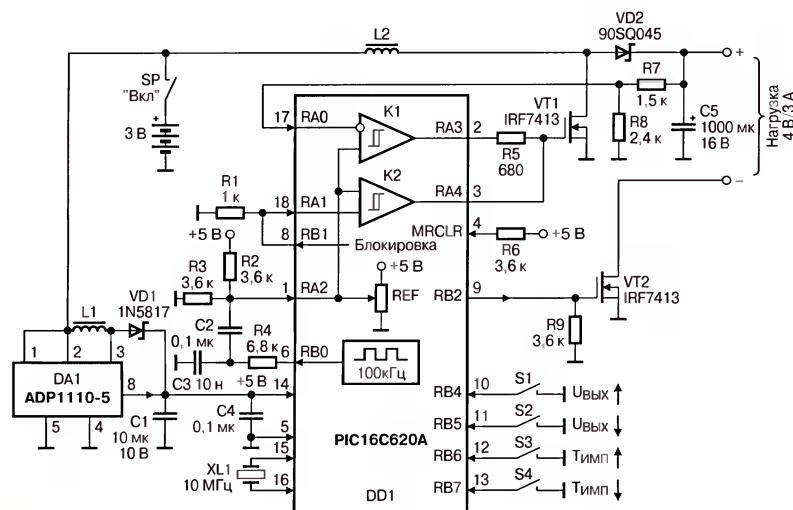


Рис. 10

тируется, если его содержимое не равно нулю, или остается равным нулю. После каждого импульса заряда регистр перегрузок инкрементируется, и далее проверяется его состояние. Если содержимое регистра перегрузок превышает заданную величину, микроконтроллер выходит из основной программы, выдерживает паузу 0,5 с и запускается снова.

Источник питания проблескового фонаря на светодиодах

Источник разработан для питания проблескового фонаря на ультраярких светодиодах желтого свечения. Сам фонарь представляет собой кластер из 20 светодиодов, состоящий из десяти параллельно включенных пар светодиодов. В каждой паре светодиоды включены последовательно.

При разработке были поставлены следующие требования:

- источник должен выдавать импульсы с напряжением 4 В и максимальным током 3,5 А;
- должна быть предусмотрена подстройка напряжения в пределах $\pm 0,3$ В;
- частота следования импульсов — один раз в 3 с, длительность импульсов должна задаваться в пределах 0,1...1 с;
- первичный источник питания — два цилиндрических элемента напряжением 1,5 В;
- КПД должен быть максимально возможным.

Схема источника приведена на рис. 10. Источник состоит из маломощного служебного повышающего стабилизатора для питания цепей управления (DA1), мощного повышающего преобразователя (L2, VD2, VT1, C5) и схемы управления на микроконтроллере PIC16C620 (DD1).

Служебный стабилизатор и мощный преобразователь выполнены по типовым схемам и в подробном рассмотрении не нуждаются. Цепи управления содержат все необходимые для функционирования источника устройства, часть из которых выполнена с использованием аппаратных средств микроконтроллера, а часть реализована программно. В цепи управления входят:

- ШИМ-компаратор K1;

- компаратор блокировки и формирования «мертвого» времени K2 (управляется программно);
- источник опорного напряжения REF;
- тактовый генератор 100 кГц (реализован программно);
- формирователь треугольного напряжения R4, C3;
- проблесковый ключ VT2;
- клавиатура управления S1—S4.

Тактовый генератор подает на выход RB0 микроконтроллера меандр частотой 100 кГц. Цепочка R4C3 формирует из этого меандра треугольное напряжение амплитудой 100 мВ. Это напряжение через конденсатор C2 подается на вход RA2 микроконтроллера. Микроконтроллер программно сконфигурирован таким образом, что неинвертирующие входы компараторов K1 и K2, а также выход источника опорного напряжения REF подключены к выводу RA2. Напряжение внутреннего опорного источника микроконтроллера можно переключать программно. При этом для выбранного режима работы REF оно может ступенчато изменяться в пределах от 1,25 до 3,6 В с шагом 150...160 мВ и числом шагов подстройки 16. Для того, чтобы уменьшить величину шага подстройки опорного напряжения, применены резисторы R2 и R3, которые шунтируют выходное сопротивление внутреннего источника REF. В результате на неинвертирующие входы компараторов K1 и K2 подается постоянное напряжение +2,5 В, которое программно можно ступенчато изменять в пределах ± 180 мВ, причем на это напряжение наложено треугольное напряжение с амплитудой 100 мВ.

На инвертирующий вход компаратора через делитель R7R8 подается выходное напряжение мощного преобразователя, и компаратор K1 формирует на своем выходе широтно-модулированный сигнал. Этот сигнал подается на затвор силового ключа VT1.

Для работы повышающего преобразователя необходимо, чтобы силовой ключ VT1 переключался при напряжениях на выходе преобразователя, меньших номинального. Компаратор K1 при таких напряжениях просто откроет ключ VT1, и переключения не будет. Для формирования

импульсов управления в таком режиме применен компаратор «мертвого» времени K2, выход которого выполнен по схеме с открытым стоком. На инвертирующий вход этого компаратора выдается программно формируемый сигнал блокировки, который переводит выход компаратора в состояние лог. 1. В цепи затвора силового ключа образуется логический элемент «монтажное ИЛИ», который формирует сигнал управления ключом.

Сигнал блокировки жестко привязан по времени к тактовому сигналу 100 кГц и обеспечивает в каждом цикле закрывание ключа на 1 мкс.

Проблесковый ключ VT2 управляется от выхода RB2 микроконтроллера. На этом выходе формируется импульс лог. 1 длительностью от 0,1 до 1 с и частотой 0,33 Гц. Казалось бы, что для управления можно было использовать сигнал блокировки, а ключ VT2 исключить, поскольку сигнал блокировки позволяет остановить работу повышающего преобразователя. Однако выяснилось, что при свежих батареях питания и выключенном мощном преобразователе, на светодиодный фонарь через диод VD2 подается напряжение, достаточное для заметного свечения светодиодов.

Клавиатура выполнена на кнопках S1—S4. Кнопками S1, S2 задается выходное напряжение внутреннего источника REF. Кнопками S3, S4 задается длительность импульса управления проблесковым ключом десятками степенями по 0,1 с каждая.

Специальной схемы защиты по току источник не имеет, так как из-за большого внутреннего сопротивления батарей ток короткого замыкания выхода источника не превышает предельно-допустимые величины токов использованных транзисторов и диодов.

Сергей Заболотский,
Юрий Владимиров,
Владимир Демиденко,
Сергей Миронов,
zabolot@kapella.gpi.ru

Программатор ТРБ-1 (Турбо)

программирует, считывает и тестирует микросхемы памяти 24Сxxx, 25xx, 27xxx, 28xxx, 28Fxxx, 29Сxxx, 93Сxx, 62xxxx, микроконтроллеры 87xx, 89Сxx, 89Сxxxx, PIC16Сxx.

Программатор ТРБ-2 (PicStart+)

поддерживает полный ряд PIC-контроллеров, в том числе и новые, поддерживается средой разработки MPLAB, обновление настроек для новейших PIC-контроллеров с сайта производителя.

т.: (3512) 69-74-47, 96-35-69, 96-35-82
E-mail: mel@chel.surnet.ru

Сетевые обратноходовые источники питания на микросхемах TOPSwitch-FX

В трех предыдущих номерах журнала описаны микросхемы серии TOPSwitch-II фирмы Power Integrations, расчет источников питания на этих микросхемах и зарядное устройство на микросхеме TOP225 для автомобильных аккумуляторных батарей. В предлагаемой статье рассказано о более совершенных микросхемах этой фирмы, также предназначенных для построения обратноходовых импульсных преобразователей напряжения.

Преобразователи напряжения на микросхемах серии TOPSwitch-FX несколько отличаются по своим возможностям от описанных в [1]. В микросхемах этой серии введены усовершенствования, позволяющие повысить надежность работы преобразователей, уменьшить габариты применяемых трансформаторов, повысить КПД и сократить номенклатуру микросхем.

Особенности микросхем этой серии:

- «мягкий» запуск, уменьшающий перегрузки и облегчающий режим работы микросхемы и других элементов преобразователя;
- внешняя установка тока ограничения;
- широкий диапазон допустимых значений коэффициента заполнения;
- контроль за выходом напряжения сети за допустимые уровни;
- возможность ограничения максимального значения коэффициента заполнения в зависимости от напряжения сети;
- встроенная модуляция частоты генерации, уменьшающая уровень помех;
- возможность работы без нагрузки;
- возможность работы на двух частотах — 130 кГц, что уменьшает размеры трансформатора по сравнению с преобразователями на ранее рассмотренных микросхемах серии TOP22х, и 65 кГц, уменьшающей потребление в дежурном режиме;
- гистерезис по температуре при выключении и включении;
- возможность дистанционного включения и выключения;
- возможность синхронизации внешним сигналом.

Микросхемы серии TOPSwitch-FX выпускаются в корпусах трех типов — ТО-220, DIP-8, SMD-8 (рис. 1). Для реализации перечисленных возможностей число выводов микросхем в корпусе ТО-220 увеличено до пяти (фланец корпуса соединен с выводом истока S). Для увеличения электрической прочности у корпусов DIP-8 и SMD-8 ис-

пользовано по семь выводов, вывод 6 исключен.

Один из дополнительных выводов (F) управляет частотой, другой является многофункциональным входом (M), соответствующее подключение которого определяет режим работы микросхемы. Вход F есть только у микросхем в корпусе ТО-220.

Примерные значения максимальной мощности преобразователей напряжения на рассматриваемых микросхемах приведены в табл. 1, суффикс P в обозначении соответствует корпусу DIP-8, G — SMD-8, Y — ТО-220.

Структура микросхем TOPSwitch-FX в основном соответствует показанной на рис. 4 в [1], при необходимости ее можно найти в [2].

Рассмотрим особенности работы этих микросхем. Если выводы F и M соединить с выводом истока S, реализуется трехвы-

Цепи модуляции частоты генерации обеспечивают практически линейное изменение во времени частоты от нижней (типовое значение 128 кГц) до верхней (136 кГц) и обратно. Полный цикл изменения частоты длится примерно 4 мс. Это уменьшает уровень помех, наводимых работающим преобразователем, примерно на 5...8 дБ.

Особенности микросхем более полно реализуются при соответствующем подключении дополнительных выводов, управляющих режимом их работы.

Как уже указывалось, подключение вывода F к выводу истока устанавливает частоту работы микросхемы, равную 130 кГц, которая более предпочтительна для большинства применений. Если же этот вывод соединить с управляющим входом микросхемы С, частота станет в два раза меньше — 65 кГц. Возможно внешнее переключение частоты генерации, например, для перехода в дежурный режим (рис. 2). При закрытом транзисторе VT1 частота преобразования составляет 130 кГц, при открытии — 65 кГц. Для обеспечения гальванической развязки с источником управляющего

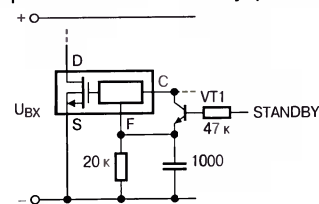


Рис. 2

Таблица 1

Микросхема	Максимальная выходная мощность, Вт, при напряжении сети, В			
	230±15 %		85...265	
	Адаптер	Свободная вентиляция	Адаптер	Свободная вентиляция
TOP232P	9	15	6,5	10
TOP232G				
TOP232Y	10	25	7	15
TOP232P				
TOP232G	13	25	9	15
TOP232Y	20	50	15	30
TOP232P				
TOP232G	16	30	11	20
TOP232Y	30	75	20	45

водной режим, подобный режиму описанных в [1] микросхем, однако при этом сохраняется часть полезных особенностей рассматриваемой серии: «мягкий» запуск, увеличенный диапазон допустимых значений коэффициента заполнения, возможность работы без нагрузки, повышенная частота работы (130 кГц), встроенная модуляция частоты, гистерезис по температуре при выключении и включении.

При «мягком» запуске микросхемы коэффициент заполнения плавно увеличивается от нуля до максимума примерно за 10 мс. В дальнейшем работа микросхем этой серии происходит аналогично описанной в [1] — при отсутствии перегрузки замыкается цепь обратной связи, поддерживающая на выводе С («Упр.») напряжение, равное 5,8 В, в противном случае преобразователь делает повторные попытки плавного запуска примерно один раз в секунду.

сигнала VT1 может быть фототранзистором оптопары.

Значительно шире возможности управления через многофункциональный вывод M. На рис. 3 приведены идеализированные графики, демонстрирующие зависимость параметров и режимов работы микросхемы от тока через этот вывод. При положительном (втекающем в этот вывод) токе на нем устанавливается напряжение около 2,6 В (рис. 3, г) до тех пор, пока ток не превышает 400 мкА. При достижении этой величины вывод переходит в режим генератора тока. Если ток имеет отрицательный знак, напряжение на выводе M стабилизируется на уровне примерно 1,32 В. При вытекающем токе 240 мкА вывод M также становится генератором тока.

Втекающий в вывод M ток позволяет управлять максимально возможным коэффициентом заполнения D_{MAX} , что иллюстрирует график на рис. 3, в, и влияет

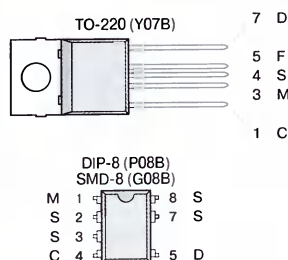


Рис. 1

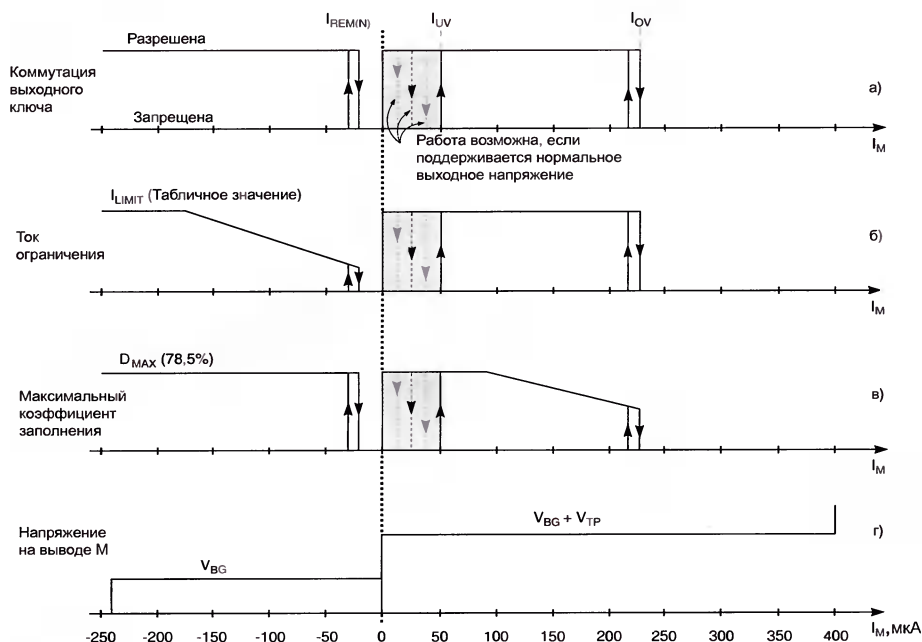


Рис. 3

на зависимость коэффициента заполнения D от тока управляющего входа C (рис. 4). При увеличении тока приблизительно от 90 до 225 мкА D_{MAX} уменьшается от 78 до 38 %, а при превышении порога в 225 мкА микросхема прекращает работу, что позволяет защитить ее от перегрузок по входному напряжению. Для реализации такой защиты вход M необходимо соединить с плюсовым выводом сглаживающего конденсатора сетевого выпрямителя через резистор, типовое сопротивление которого 2 МОм (рис. 5). При указанном сопротивлении выключение преобразователя будет происходить при превышении на конденсаторе напряжения 450 В. Более того, при снижении напряжения примерно до 100 В (ток через вывод M около 50 мкА) преобразователь также будет выключаться, что защищает микросхему от перегрузки при

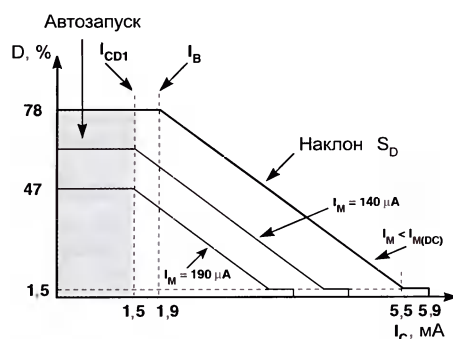


Рис. 4

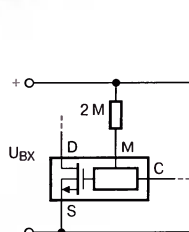


Рис. 5

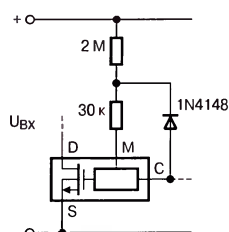


Рис. 6

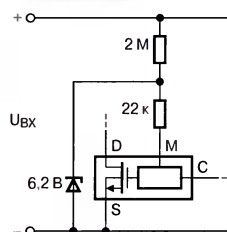


Рис. 7

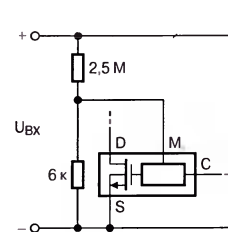


Рис. 11

работе с пониженным входным напряжением.

Соответствующим включением дополнительных элементов можно добиться защиты либо только от повышения напряжения сверх допустимой величины (рис. 6), либо только от его понижения (рис. 7).

Вытекающий из вывода M ток может управлять значением тока ограничения (рис. 3, б). Более наглядно график типовой зависимости тока ограничения I_{LIMIT} от вытекающего тока I_M вывода M приведен на рис. 8. Для задания тока вывода M (и, соответственно, тока ограничения I_{LIMIT}) между выводом M и выводом истока включают резистор (рис. 9). Зависимость тока ограничения от сопротивления этого резистора приведена на рис. 10. Возможность внешнего управления током ограничения позволяет для каждого конкретного случая установить необходимое значение этого тока и спроектировать трансформатор минимальных габаритов.

Если к микросхеме подключить два резистора (рис. 11), можно сделать ток ограничения за-

висимым от входного напряжения преобразователя. Для указанных на рис. 11 сопротивлений резисторов I_{LIMIT} составляет 90 % от максимального значения при напряжении на плюсовом выводе сглаживающего конденсатора, равном 100 В, и 55 % при 300 В.

Когда ток вывода M находится в интервале 0...–25 мкА, микросхема прекращает работу, и это ее свойство может использоваться для дистанционного включения и выключения преобразователя. Примеры схем дистанционного управления преобразователем приведены на рис. 12–16. При управлении преобразователем по схеме на рис. 12 включение происходит при открывании транзистора VT1. Схема на рис. 13 демонстрирует совмещение режима дистанционного отключения и внешнего управления током ограничения. В схеме на рис. 14 открывание транзистора приводит к появлению втекающего в вывод M тока 400 мкА и выключению микросхемы, а в схеме на рис. 15 также совмещены режимы дистанционного отключения и внешнего управления током ограничения. Для

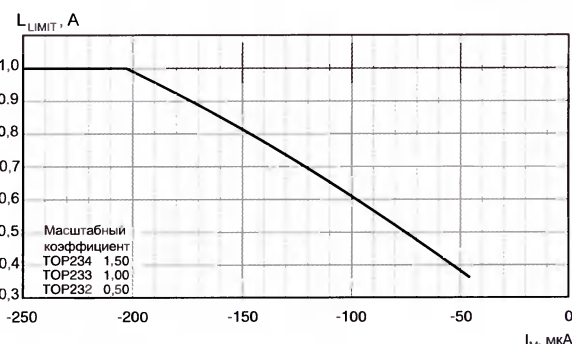


Рис. 8

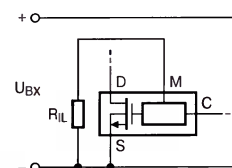


Рис. 9

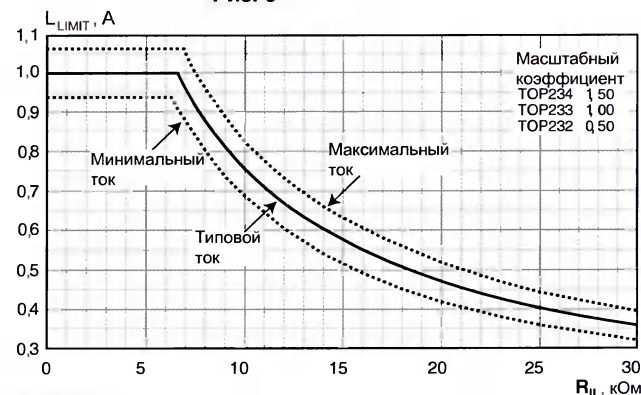


Рис. 10

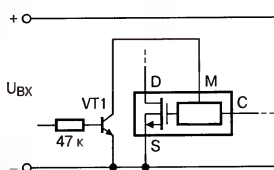


Рис. 12

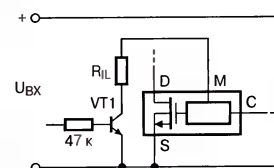


Рис. 13

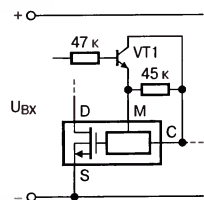


Рис. 14

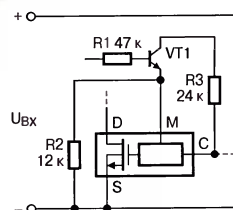


Рис. 15

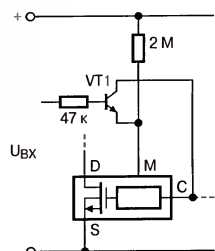


Рис. 16

последнего варианта необходимо, чтобы $R3 = 2R2$. Схема на рис. 16 иллюстрирует объединение режимов дистанционного управления и защиты от выхода напряжения сети за допустимые пределы (отключение преобразователя происходит при открывании транзистора VT1). Для обеспечения гальванической развязки с источником управляющего сигнала VT1 на рис. 12—16 может быть фототранзистор оптопары.

Управление по входу M позволяет не только включать и выключать преобразователь, но и синхронизировать его работу внешними импульсами. Дело в том, что внутренний генератор при выключении всегда полностью формирует последний выходной импульс и останавливается в состоянии готовности к генерации следующего. При поступлении разрешающего сигнала генератор с минимальной задержкой выдает очередной импульс. Как видно из рис. 17, при длительности разрешающего сигнала около 1 мкс происходит выдача выходного импульса нужной длительности. На этом рисунке нижняя диаграмма соответствует

разрешающему сигналу (высокий уровень), верхняя — форме выходного сигнала внутреннего генератора пилообразного напряжения, средняя — выходным импульсам микросхемы.

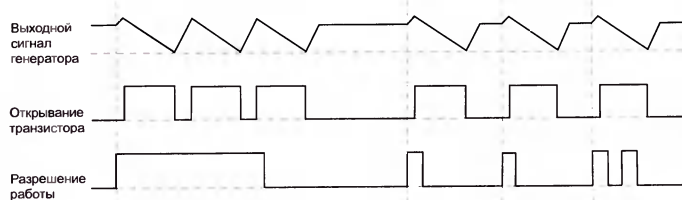


Рис. 17

Таблица 2

Режим	Схема включения									
	Рис. 5	Рис. 6	Рис. 7	Рис. 9	Рис. 11	Рис. 12	Рис. 13	Рис. 14	Рис. 15	Рис. 16
Защита от повышенного напряжения	+	+								+
Защита от пониженного напряжения	+		+							+
Управление D_{MAX} напряжением сети	+									+
Управление I_{LIMIT} напряжением сети					+					
Внешняя установка I_{LIMIT}				+	+			+	+	
Дистанционное включение						+	+	+	+	+

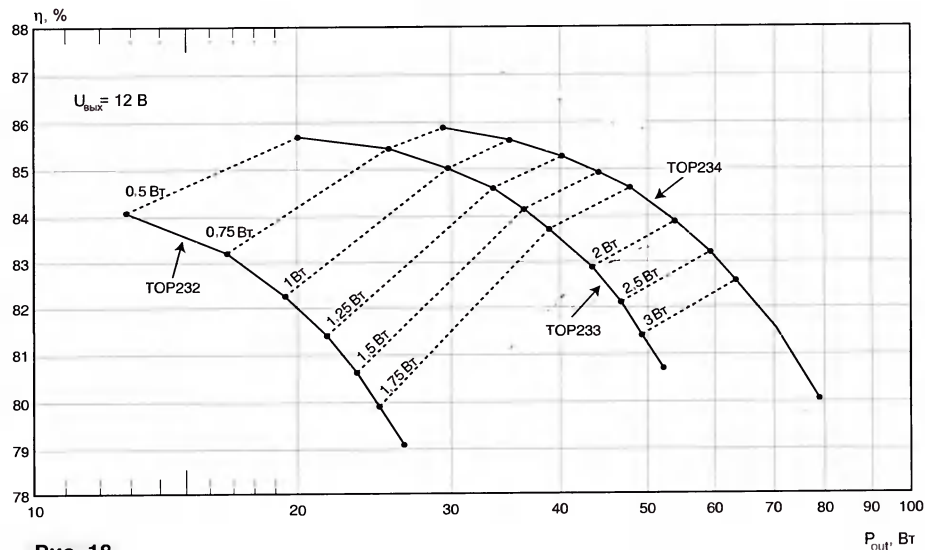


Рис. 18

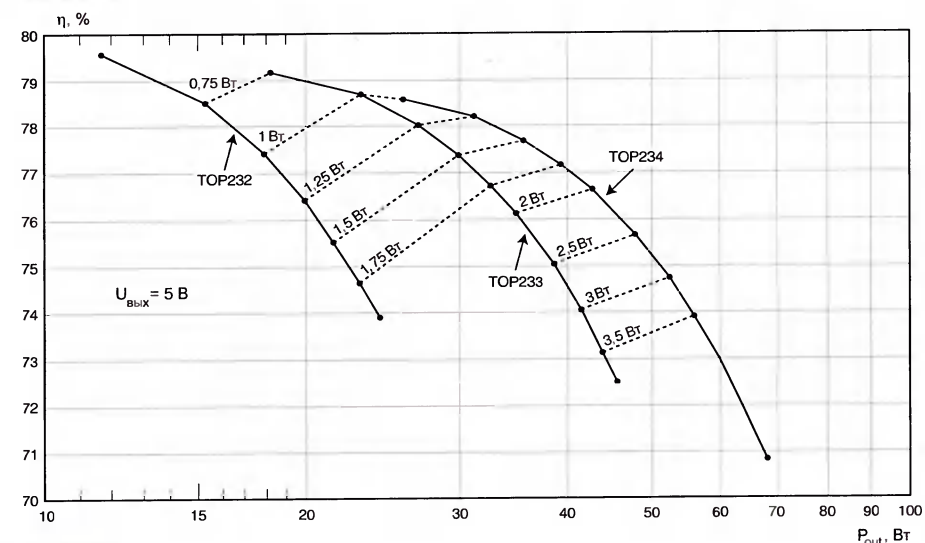


Рис. 19

В табл. 2 приведены возможные сочетания различных режимов работы микросхем с указанием на соответствующие рисунки.

Основные параметры микросхем TOPSwitch-FX приведены в табл. 3.

Для преобразователей на микросхемах TOPSwitch-FX в отличие от описанных в [1] изготовитель допускает режимы как с непрерывным, так и с прерывистым магнитным потоком. Второй режим отличается большим значением пикового тока I_p через первич-

Таблица 3

Параметр	Обознач.	Микросхема	Значение параметра		
			Мин.	Тип.	Макс.
Рабочая частота, основной режим, кГц	f	—	124	130	140
Рабочая частота, режим половинной частоты, кГц	f/2	—	61,5	65	70,5
Модуляция частоты, основной режим, кГц	Δf	—		± 4	
Модуляция частоты, режим половинной частоты, кГц	$\Delta f/2$	—		± 2	
Максимальный коэффициент заполнения, %	D _{MAX}	—	75	78	82
Максимальный коэффициент заполнения при токе вывода M, равном 190 мкА, %	D _{MAX IM}	—	35	47	57
Минимальный коэффициент заполнения, предшествующий пропуску циклов, %	D _{MIN}	—	0,8	1,5	2,7
Время «мягкого» старта, мс	t _{SOFT}	—		10	14
Наклон кривой регулирования, %/мА	S _D	—	-27	-22	-17
Входное сопротивление по выводу C, Ом	Z _C	—	10	15	22
Вытекающий ток по выводу C, мА	I _{CNTR}	—	-3	-1,9	-0,8
Параметры многофункционального входа M					
Порог выключения защиты от превышения входного напряжения, мкА	I _{OV}	—	210	225	240
Гистерезис I _{OV} , мкА		—		10	
Порог выключения защиты от понижения входного напряжения, мкА	I _{UV}	—	44	50	54
Порог выключения по вытекающему току, мкА	I _{REM(N)}	—	-43	-35	-27
Гистерезис I _{REM(N)} , мкА		—		-7	
Ток вывода M при замыкании на вывод C, мкА	I _{MC}	—	300	400	520
Ток вывода M при замыкании на вывод истока, мкА	I _{MS}	—	-300	-240	-180
Ток начала уменьшения максимального коэффициента заполнения, мкА	I _{M(DC)}	—	75	90	110
Задержка внешнего включения и выключения, мкс	T _R	—	1,5	2,5	4
Параметры входа управления частотой F					
Пороговое напряжение, В	U _F	—	1	2,9	U _C - 1
Входной ток при соединении с выводом C, мкА	I _F	—	10	22	40
Параметры цепей защиты					
Ток ограничения, А	I _{LIMIT}	TOP232	0,465	0,5	0,535
		TOP233	0,93	1	1,07
		TOP234	1,395	1,5	1,605
Порог выключения по температуре кристалла, °C	T _{OFF}		125	135	150
Гистерезис T _{OFF} , °C				70	
Выходные параметры					
Сопротивление сток-исток во включенном состоянии, Ом	R _{DS(ON)} T = 25 °C	TOP232		15,6	18
		TOP233		7,8	9
		TOP234		5,2	6
	R _{DS(ON)} T = 25 °C	TOP232		25,7	30
		TOP233		12,9	15
		TOP234		8,6	10
Пробивное напряжение сток-исток, В			700		
Время нарастания, нс	t _R			100	
Время спада, нс	t _F			50	

ную обмотку трансформатора и силовой ключ, но требует меньшего значения ее индуктивности L1. В результате габариты трансформатора несколько уменьшаются, а расчет преобразователя упрощается.

Расчет начинают с выбора необходимой микросхемы. На рис. 18 и 19 приведены кривые, облегчающие такой выбор: на рис. 18 — для выходного напряжения преобразователя 12 В, на рис. 19 — для 5 В [3]. По этим кривым можно оценить ожидаемый КПД (η) и рассеяние мощности на микросхеме. Расчеты преобразователя ведутся для наиболее тяжелого случая — минимального входного напряжения. Графики (рис. 18 и 19) построены для напряжения сети 230 В-15 %, т. е. для 195 В переменного тока. В отечественной сети 220 В с допуском -20 % минимальное напряжение составляет 176 В, и расчет надо вести именно для него. Поправку по мощности необходимо определить по рис. 12 [1].

Следующий этап расчета — определение индуктивности первичной обмотки транс-

Таблица 4

Параметр	Выходное напряжение 12 В			Выходное напряжение 5 В		
	TOP233	TOP232	TOP234	TOP232	TOP233	TOP234
Максимальная индуктивность первичной обмотки, мкГн	1600	3500	1150	3090	1550	1100
Индуктивность рассеяния первичной обмотки, мкГн	16	53	12	46	23	16
Сопротивление первичной обмотки, Ом	2,8	5,6	1,84	4,6	2,4	1,6
Сопротивление вторичной обмотки, мОм	15	30	10	12	6	4

форматора. Здесь поможет табл. 4 [3]. В ней приведены типовые параметры трансформатора преобразователя. Рекомендуемое значение индуктивности первичной обмотки должно быть увеличено по тем же причинам и с тем же коэффициентом, что и мощность для выбора микросхемы.

Окончание следует

Сергей Бирюков,
editor@diar.ru

Литература:

1. С. Бирюков. Сетевые обратноходовые источники питания на микросхемах серии TOP22х. — Схемотехника, 2002, № 7, с. 6—10, № 8, с. 7—9, № 9 с. 7, 8.
2. TOP232-234. TOPSwitch-FX Family. Design Flexible, EcoSmart, Integrated Off-line Switcher. <www.powerint.com>.
3. TOPSwitch-FX Flyback. Quick Selection Curves. Application Note AN-26. <www.powerint.com>.

(Продолжение. Начало — № 6/2002)

Источники опорного напряжения

Устойчивость ИОН

Поскольку большинство ИОН представляют собой устройства со значительным усилением и обратными связями, неизбежно встает вопрос об их устойчивости. Разработчики этих ИМС принимают меры по обеспечению необходимых запасов устойчивости, включая соответствующие корректирующие конденсаторы. Однако этого может оказаться недостаточно, особенно в тех случаях, когда ИОН работает на емкостную нагрузку и с малыми выходными токами.

Обычно для нормальной работы ИОН не требуется подключение конденсатора параллельно выходу. Однако, если входное напряжение ИОН содержит высокочастотные помехи, либо ток нагрузки может изменяться с большой скоростью, либо требуется снизить шум, генерируемый самим ИОН, включение такого конденсатора целесообразно. Это добавляет полюс передаточной функции разомкнутого контура регулирования и, как следствие, увеличивает фазовое запаздывание [2].

В принципе для последовательных ИОН задача обеспечения устойчивости аналогична таковой для линейных стабилизаторов. Здесь многое зависит от принципа построения усилительной части ИОН. Как и у линейных стабилизаторов, регулирующий транзистор может быть включен по схеме с общим коллектором или общим эмиттером.

Схемы с пониженным минимально-допустимым падением напряжения вход/выход (аналогичные LDO-стабилизаторам) обладают худшей устойчивостью и требуют подключения к выходу оксидных конденсаторов с определенным значением эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС). Например, для ИМС LM4140 ЭПС определяется из диаграммы, приведенной на рис. 10.

Задача обеспечения устойчивости ИОН при его работе на емкостную нагрузку C_L может решаться и другими способами. В частности, микросхема AD780 имеет специальный вывод для подключения кор-

ректирующего конденсатора. Этот конденсатор включается между эмиттером транзистора VT1 и общей точкой (рис. 6). В технической документации на эту ИМС приведен график для определения емкости корректирующего конденсатора по выбранному значению емкости выходного. Увеличение емкости выходного конденсатора не ухудшает основных динамических характеристик ИОН, а только увеличивает время его выхода на режим при включении. Микросхема MAX872 также предусматривает подключение внешнего корректирующего конденсатора при $C_L > 1$ нФ.

Устойчивость ИОН, имеющих регулирующий транзистор, включенный по схеме эмиттерного повторителя, обеспечить значительно проще. Поэтому источники такого типа допускают подключение к выходу конденсаторов значительной емкости. В частности, для REF195 емкость конденсатора лежит в пределах от 1 до 100 мкФ, для MAX6061 — от 0 до 1 мкФ. Прецизионный MAX6225 устойчив при любой емкости выходного конденсатора.

Параллельные ИОН с высокими точностными характеристиками содержат усилители с большим коэффициентом усиления и потому довольно критичны к емкости выходного конденсатора. Возможности для коррекции двухвыводных параллельных ИОН крайне ограничены, поэтому важно следовать рекомендациям изготовителя. Трехвыводные параллельные ИОН, такие как TL431 и другие аналогичные ИМС, имеющие вывод, через который можно подключиться к контуру обратной связи, дают возможность разработчику попытаться обеспечить устойчивость внешними RC-цепями. Изменение опорного напряжения трехвыводных параллельных ИОН осуществляется включением в цепь обратной связи резистивного делителя напряжения, поэтому увеличение U_{REF} означает снижение контурного коэффициента усиления и повышение запасов устойчивости. Кроме того, включение конденсатора между катодом и выводом управления приводит к появлению нуля в передаточной функции разомкнутого контура с соответствующим фазопережением, а включив конденсатор соответствующей емкости между выводом управления и анодом мы можем создать доминирующий полюс [2].

В качестве примера рассмотрим характеристики популярного трехвыводного параллельного ИОН типа

TL431. На рис. 11 представлена ЛАЧХ его разомкнутого контура регулирования. Из рисунка видно, что ниже частоты среза ЛАЧХ спадает с наклоном не более 25 дБ/дек., что соответствует фазовому запаздыванию порядка 120°, т. е. система имеет достаточные запасы устойчивости. Подключение параллельно ИОН конденсатора создает дополнительный полюс, который в принципе может привести к неустойчивости. На рис. 12 показаны области устойчивости ИОН в координатах ток катода I_K — емкость нагрузки C_L при различных значениях опорного напряжения. Из рис. 12 видно, что увеличение опорного напряжения расширяет область устойчивости за счет ослабления сигнала обратной связи. Для повышения устойчивости можно включить форсирующую цепь обратной связи, как это показано на рис. 13.

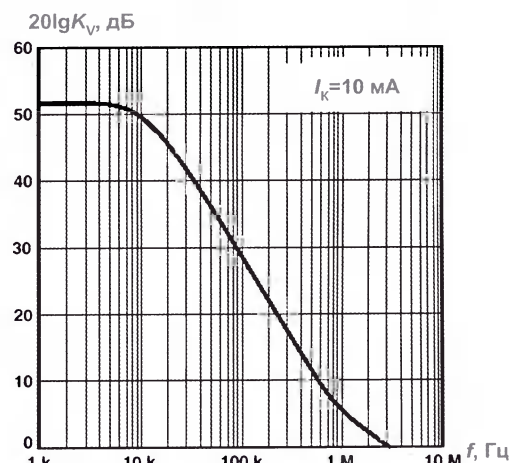


Рис. 11

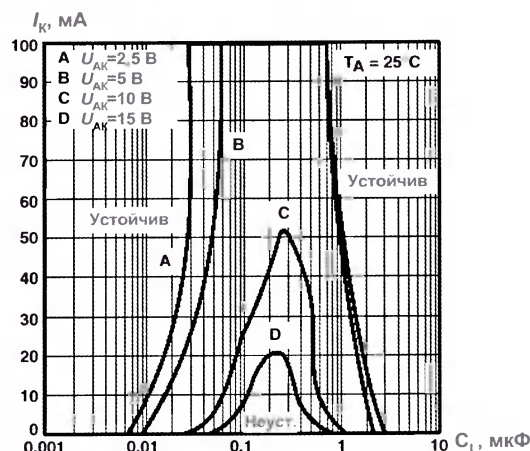


Рис. 12

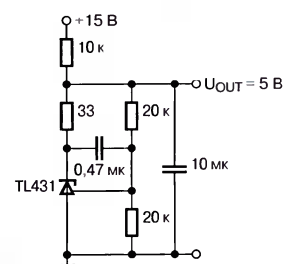


Рис. 13

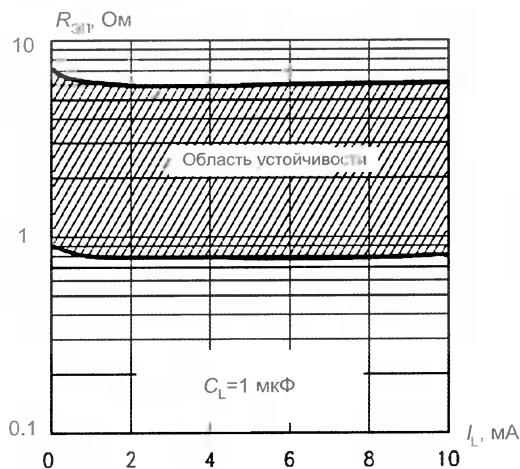


Рис. 10

Параметры источников опорного напряжения

Точностные параметры

Основное назначение ИОН — создавать образцовое напряжение, которое могло бы быть использовано электронными устройствами преобразования информации в качестве меры, эталона. Поэтому главное требование к ИОН: поддерживать выходное напряжение неизменным и равным номинальному значению в условиях изменяющегося входного напряжения, токов нагрузки, температуры окружающей среды и старения элементов.

К точностным параметрам относятся: начальная точность установления выходного напряжения в нормальных условиях, коэффициент стабилизации по входному напряжению, коэффициент стабилизации по току нагрузки, температурный коэффициент напряжения, тепловой гистерезис, временная стабильность, шум выходного напряжения.

Начальная точность выходного напряжения зависит, в основном, от технологических факторов. Отклонение выходного напряжения от номинального значения вызвано разбросом элементов, входящих в состав ИОН. Точность повышают путем лазерной подгонки резисторов схемы.

Коэффициент стабилизации по входному напряжению определяется как отношение приращения входного напряжения к вызываемому им приращению выходного напряжения ИОН:

$$K_{ст} = \Delta U_{ИН} / \Delta U_{REF}$$

Иногда в справочниках приводится не стабильность по напряжению как абсолютное изменение выходного напряжения в мВ, процентах или миллионных долях (ppm) при изменении входного напряжения в заданных пределах. Повышение коэффициента стабилизации достигается увеличением коэффициента усиления контура регулирования.

Коэффициент стабилизации по току нагрузки характеризует стабильность выходного напряжения стабилизатора при изменении тока нагрузки. Обычно под этим коэффициентом понимают относительное изменение выходного напряжения при изменении тока нагрузки в заданных пределах (в процентах или миллионных долях от номинальной величины). Используются также термины «нестабильность по току нагрузки» и «выходное дифференциальное сопротивление»:

$$R_{OUT} = \Delta U_{REF} / \Delta I_L$$

которое измеряется в омах. Этот параметр также существенно зависит от коэффициента усиления контура регулирования. Для уменьшения влияния выходного тока при работе ИОН на удаленную нагрузку широко используется кельвиновское (т. е. четырехпроводное) подключение. Для этого некоторые модели прецизионных ИОН, например AD588, имеют специальные выводы.

Выходное сопротивление для трехпроводных параллельных ИОН зависит от ко-

эффициента передачи β внешнего делителя в цепи обратной связи. Если R_{OUT} — выходное сопротивление при отсутствии внешнего делителя, то с делителем

$$R'_{OUT} = \frac{R_{OUT}}{\beta}$$

Температурный коэффициент выходного напряжения характеризует нестабильность выходного напряжения ИОН при изменении температуры окружающей среды. Это вторая по важности после начальной точности выходного напряжения (а в некоторых случаях даже первая) характеристика точности. Для многих изготовителей измерительных приборов ТКН менее $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ позволяет избавиться от системной температурной калибровки — медленного и дорогостоящего процесса. Существует несколько методов определения ТКН. Один из них состоит в определении ТКН как тангенса угла наклона касательной к графику зависимости опорного напряжения от температуры:

$$\text{ТКН} = \Delta U_{REF} / \Delta T. \quad (12)$$

Однако в силу того, что эта зависимость не только нелинейна, но даже и не монотонна, ТКН, определенный по формуле (12), сам очень сильно зависит от температуры. Обычно применяется метод поля, при котором задается поле допуска на отклонения опорного напряжения от номинального значения в заданном температурном диапазоне.

На рис. 14 представлен график зависимости опорного напряжения от температуры для прецизионного ИОН AD588. Эта зависимость (ее называют S-образной)

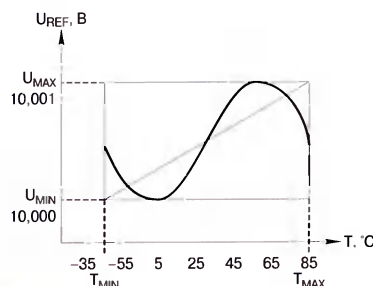


Рис. 14

характерна для ИОН на основе стабилизаторов с захованным слоем. Очевидно, что ТКН, вычисленный по формуле (12), ни в какой мере не определяет действительные границы, в которых должно оставаться опорное напряжение при изменении температуры в рабочем диапазоне. Поэтому обычно ТКН вычисляют по формуле

$$\text{ТКН} = \frac{U_{MAX} - U_{MIN}}{U_{НОМ} (T_{MAX} - T_{MIN})}. \quad (13)$$

Например, для AD588 формула (13) дает $\text{ТКН} = 0,95 \text{ млн}^{-1}/^{\circ}\text{C}$. Определенный таким образом ТКН равен тангенсу угла наклона диагонали прямоугольника, построенного на рис. 14.

На форму зависимости опорного напряжения от температуры существенно влияет величина его начального значения. Это вызвано тем, что, в свою очередь, вели-

чина опорного напряжения конкретного ИОН связана с точностью компенсации ТКН его базового опорного элемента. Недокомпенсация ведет к снижению U_{REF} , а перекомпенсация — наоборот. На рис. 15 приведены графики зависимости опорного напряжения от температуры для трех

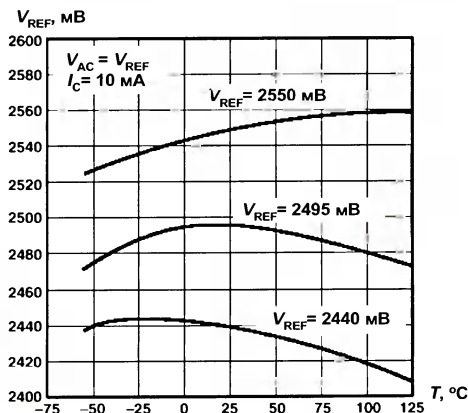


Рис. 15

образцов ИОН типа TL431. Видно, что при недокомпенсации в диапазоне температур преобладает отрицательный ТКН (если его определять по формуле (12)), а при перекомпенсации — положительный.

В справочниках часто приводится так называемая «температурная стабильность», под которой понимают относительное изменение выходного напряжения в процентах от номинальной величины при изменении температуры окружающей среды в допустимых для данной ИМС пределах. Используются также термин «температурный дрейф выходного напряжения», определяемый отношением $\Delta U_{REF} / (U_{REF,НОМ} \times \Delta T)$ и измеряемый в $\text{мВ}/(^{\circ}\text{C} \times \text{В})$.

Тепловой гистерезис — изменение опорного напряжения в результате изменения температуры. Он проявляется в том, что при нагреве ИОН и последующем возврате к исходной температуре его опорное напряжение не всегда принимает первоначальное значение. Тепловой гистерезис трудно компенсировать и зачастую он является главным источником погрешности при температурных колебаниях с амплитудой 25°C и больше. Изготовители ИОН сравнительно недавно начали включать данные о тепловом гистерезисе их изделий в техническую документацию. Например, для ИОН на ширине запрещенной зоны MAX6250 тепловой гистерезис при изменении температуры в последовательности $25-50-25^{\circ}\text{C}$ равен 20 млн^{-1} , что сопоставимо с отклонением опорного напряжения при изменении температуры на 7°C .

Георгий Воллович,
g_volovich@mail.ru

Окончание следует

Литература:

1. J. S. Brugler. Silicon Transistor Biasing for Linear Collector Current Temperature Dependence//IEEE Journal of Solid State Circuits, June, 1967. pp. 57—58.
2. Г. Воллович. Устойчивость линейных интегральных стабилизаторов напряжения. — Схемотехника, 2001, № 11, с. 14—15.

(Продолжение. Начало — № 4/2001)

PSpice-модели цифровых устройств

Цифровые компоненты

Модели цифровых компонентов оформляются в виде макромоделей, которые представляют собой текстовый файл, ограниченный директивами .SUBSCT и .ENDS. Напомним также, что группа однородных макромоделей объединяется в единый библиотечный файл с расширением *.lib. При составлении текста макромоделей цифрового компонента на бумаге вычерчивают принципиальную схему и присваивают имена всем ее узлам. Имена узлов могут быть целыми числами или алфавитно-цифровыми строками длиной не более 131 символа. В качестве этих символов используют буквы латинского алфавита от A до Z, цифры 0,1...9 и знаки «\$», «_», «*», «/», «%».

После обозначения узлов составляют текст макромоделей. Строки комментариев содержат символ «*» в первой позиции. В тексте комментариев допускается использование символов кириллицы. Конец любой строки после знака «;» также воспринимается как комментарий. Начальная строка файла — .SUBSCT, последняя строка файла — .ENDS. Порядок ввода промежуточных строк значения не имеет. Строка продолжения начинается с символа «+» в первой позиции, максимальная длина строки — 132 символа. Число пробелов между операторами в строке произвольное. Пробелы и запятые или знаки равенства эквивалентны.

Макромодель простейшего цифрового компонента на базе одиночного библиотечного примитива должна содержать все, что отображено в структуре, приведенной на рис. 2 (Схемотехника, 2002, №4, с. 26), а именно — Ц/А-интерфейс, А/Ц-интерфейс, модель входа/выхода, цифровой примитив, устройство питания, модель динамики. Более сложные цифровые микросхемы включают набор топологически связанных цифровых примитивов, с помощью которых реализуется логическая функция моделируемой цифровой микросхемы.

Обобщенная форма описания цифрового компонента (примитива)

Цифровые компоненты (примитивы) задаются по формату:

```
Uxxx <тип> [(<список параметров>)]
<+узел источника питания>
+ <-узел источника питания> <список узлов>
+ <имя модели динамики> <имя модели входа/выхода>
+ [MNTYMXDLY=<выбор значения задержки>]
+ [IO_LEVEL=<уровень модели интерфейса>]
```

Параметр <тип> указывает тип логического устройства, например AND, NOR.

В круглых скобках указываются значения одного или более параметров через запятую (например, для элемента И указывается число входов). После списка узлов подключения логического устройства следуют имена двух моделей. Первая модель описывает динамические свойства устройства, вторая — характеристики входных и выходных сопротивлений. Модели динамики имеют ключевые слова, приведенные в табл. 8. Модели вход/выход, о которых было рассказано в разделе «Устройства интерфейса», имеют ключевое слово UIO.

Таблица 8

Имя модели динамики	Тип компонента
UADC	Аналого-цифровой преобразователь
UBTG	Двухнаправленный переключающий вентиль
UDAC	Цифро-аналоговый преобразователь
UDLY	Цифровая линия задержки
UEFF	Триггер с динамическим управлением
UGATE	Стандартный вентиль
UGFF	Триггер с потенциальным управлением
UIO	Модель входа/выхода цифрового устройства
UPLD	Программируемые логические матрицы
UROM	Постоянное запоминающее устройство
URAM	Оперативное запоминающее устройство
UTGATE	Вентиль с тремя состояниями

Параметр MNTYMXDLY позволяет конкретному индивидуальному устройству назначить минимальное, типичное или максимальное значение времени задержки, указанное в спецификации модели его динамики:

0 — значение задержки, заданное параметром DIGMNTYMX директивы .OPTIONS (по умолчанию этот параметр равен 2):

- 1 — минимальное значение;
- 2 — типовое значение;
- 3 — максимальное значение;
- 4 — расчет наихудшего случая (минимум/максимум).

Параметр IO_LEVEL указывает тип цифро-аналогового и аналого-цифрового интерфейса данного цифрового устройства:

- 0 — в соответствии со значением параметра DIGIOLVL директивы .OPTIONS (по умолчанию он равен 1);
- 1 — интерфейс AtoD1/DtoA1;
 - 2 — интерфейс AtoD2/DtoA2;
 - 3 — интерфейс AtoD3/DtoA3;
 - 4 — интерфейс AtoD4/DtoA4.

Запаздывание сигнала в примитивах цифровых устройств определяет-

ся в двух моделях: динамики и вход/выход.

Модель динамики определяет время задержки распространения и такие временные ограничения, как время установки (setup) и удерживания (hold). Модель вход/выход задает время переключения, а также входные и выходные сопротивления и емкости.

Когда выход примитива соединяется с входом другого примитива, общее время задержки распространения первого примитива равно сумме времени установления напряжения на его нагрузке и времени распространения сигнала, указанного в модели динамики. Время установления напряжения на нагрузке (loading delay) рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{нагр}} = 0,69 R_{\text{вых}} C_{\text{нагр}}$$

где $R_{\text{вых}}$ — выходное сопротивление устройства, равное DRVH или DRVL в зависимости от логического уровня на выходе; $C_{\text{нагр}}$ — сумма входных и выходных емкостей цифровых устройств INLD, OUTLD, подключенных к данному выводу.

Когда цифровой примитив подключен к аналоговому устройству, задержка распространения уменьшается на величину, равную времени переключения, заданному в модели вход/выход.

Минимальная длительность сигнала на входе цифрового примитива, необходимая для изменения его логического состояния, должна превышать время задержки, приведенное в модели динамики (это ограничение не относится к цифровым линиям задержки). Более короткие входные импульсы не вызовут на выходе никакого эффекта.

Для примера приведем описание смешанной цепи на рис. 14.

```
Analog/Digital Interface Example
.OPT ACCT LIST LIBRARY EXPAND RELTOL=.001
.LIB RUSDIG.LIB
Vpulse 1 0 PULSE 0 5 12u 0.5u 0.5u 51u
256u; Генератор аналоговых импульсов.
* In1 In2 Out
X1 0 0 2 564LA7; произвольный цифровой элемент, выход которого подключен к узлу 2.
X2 1 2 3 564LA7
RL 3 0 22k
CL 3 0 15pF
.TRAN 0m 1m
.PRINT* TRAN V(1) D(2) V(3)
.PROBE
.END
```

Здесь имеется обращение к библиотечному файлу моделей цифровых элементов rusdig.lib. Обратим



Рис. 14

внимание, что цифровым микросхемам, вызываемым из библиотеки, даны имена, которые совпадают с обозначением по документации на них, правда, в латинской транскрипции. Это позволяет пользователю не задумываться о правилах описания каждой конкретной микросхемы, предоставляя это разработчикам библиотек моделей. Модель цифровой микросхемы 564ЛА7 будет представлена ниже при рассмотрении стандартных вентиляей.

Информация об автоматически включаемых в схему макромоделях устройств сопряжения, их именах и именах новых цифровых узлов помещается в выходном файле с расширением *.OUT:

```
**** Generated AtoD and DtoA Interfaces
****
* Analog/Digital interface for node 1
Moving X2.U1: IN1 from analog node 1 to new
digital
+ node 1$AtoD X$1_AtoD1 1 1$AtoD AtoD
* Analog/Digital interface for node 3
* Moving X2.U1: OUT1 from analog node 3 to
new digital
+ node 3$DtoA X$3_DtoA1 3$DtoA 3 DtoA
* Analog/Digital interface power supply
subckt
X$DIGIFPWR 0 DIGIFPWR
```

Вентили

Вентили подразделяются на элементарные и сложные. Элементарные вентили имеют один или несколько входов и только один выход. Сложные вентили (сборки) содержат в одном корпусе несколько простых вентиляей (рис. 15). Кроме того, вентили подразделяются на два типа: стандартные вентили и вентили с тремя состояниями. Вентили с тремя состояниями управляются сигналами разрешения. Когда этот сигнал имеет уровень «0», выходной сигнал вентиля имеет неопределенный уровень «X» при высоком выходном сопротивлении Z. Форма описания включения вентиляей в схему стандартная и соответствует обобщенной форме описания цифрового компонента.

Стандартные вентили

Стандартные вентили перечислены в табл. 9.

Модель динамики стандартных вентиляей имеет формат:

```
.MODEL <имя модели> UGATE [(параметры)]
```

Параметры моделей вентиляей типа UGATE приведены в табл. 10 (значения по умолчанию — 0, единица измерения — с).

Пример макромодели логического вентиля 564ЛА7:

```
.subckt 564LA7 In1 In2 Out
+ optional: VDD=$G_CD4000_VDD
VSS=$G_CD4000_VSS
+ params: MNTYMXDLY=0 IO_LEVEL=0
U1 nand(2) VDD VSS In1 In2 Out
+ D_564LA7 IO_4000A MNTYMXDLY={MNTYMXDLY}
IO_LEVEL={IO_LEVEL}
.ends
*$
```

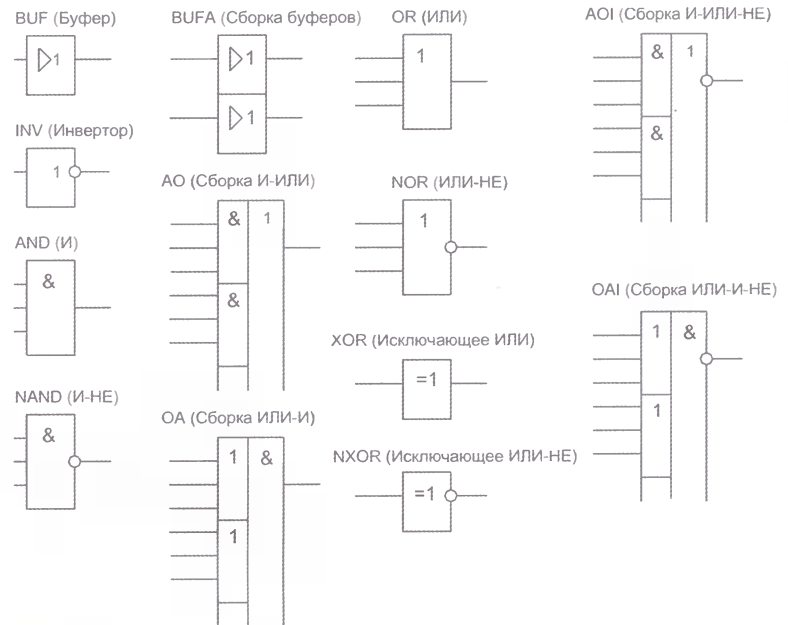


Рис. 15

```
.model D_564LA7 ugate ( TPLHTY=50NS
TPHLY=50NS TPLHMX=100NS TPHLMX=100NS )
*$
```

Вентили с тремя состояниями

Вентили с тремя состояниями перечислены в табл. 11.

Модель динамики вентиляей с тремя состояниями имеет формат:

```
.MODEL <имя модели> UTGATE [(параметры)]
```

Таблица 9

Тип	Параметр	Порядок перечисления выводов	Функциональное назначение
BUF	Нет	Вх., вых	Буфер
INV	Нет	Вх., вых	Инвертор
AND	N	Вх.1, вх.2,..., вых	Логическое И
NAND	N	Вх.1, вх.2,..., вых	Логическое И-НЕ
OR	N	Вх.1, вх.2,..., вых	Логическое ИЛИ
NOR	N	Вх.1, вх.2,..., вых	Логическое ИЛИ-НЕ
XOR	Нет	Вх.1, вх.2, вых	Исключающее ИЛИ
NXOR	Нет	Вх.1, вх.2, вых	Исключающее ИЛИ-НЕ
BUFA	L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка буферов
INVA	L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка инверторов
ANDA	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка И
NANDA	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка И-НЕ
ORA	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка ИЛИ
NORA	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка ИЛИ-НЕ
XORA	L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка исключающее ИЛИ
NXORA	L	Вх.1, вх.2,..., вых.1, вых.2,...	Сборка исключающее ИЛИ-НЕ
AO	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых	Сборка И-ИЛИ
OA	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых	Сборка ИЛИ-И
OAI	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых	Сборка ИЛИ-И-НЕ
AOI	N, L	Вх.1, вх.2,..., вых	Сборка И-ИЛИ-НЕ

Примечание: N — количество входов, L — количество вентиляей

Таблица 10

Параметры моделей вентиляей типа UTGATE приведены в табл. 12 (значение по умолчанию — 0, единица измерения — с). Двухнаправленный вентиль представляет собой пассивное устройство, ко-

торое соединяет или разъединяет два узла. Коммутация этих узлов определяется логическим состоянием входного управляющего узла. Устройства типа NBTG соединяют два узла при подаче на вход управления лог. 1 и разъединяют при подаче лог. 0. Устройства типа PBTG соединяют два узла при подаче на вход управления лог. 0 и разъединяют при подаче лог. 1. Они задаются по формату:

Идентификатор	Параметр
TPLHMN	Задержка при переходе от низкого уровня к высокому, минимальное значение
TPLHTY	То же, типовое значение
TPLHMX	То же, максимальное значение
TRHLMN	Задержка при переходе от высокого уровня к низкому, минимальное значение
TRHLY	То же, типовое значение
TRHLMX	То же, максимальное значение

Таблица 11

Тип	Параметр	Порядок перечисления выводов	Функциональное назначение
BUF3	Нет	Вх., разр., вых	Буфер
INV3	Нет	Вх., разр., вых	Инвертор
AND3	N	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых	И
NAND3	N	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых	И-НЕ
OR3	N	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых	ИЛИ
NOR3	N	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых	ИЛИ-НЕ
XOR3	Нет	Вх.1, вх.2, разр., вых	Исключающее ИЛИ
NXOR3	Нет	Вх.1, вх.2, разр., вых	Исключающее ИЛИ-НЕ
BUF3A	L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка буферов
INV3A	L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка инверторов
AND3A	N, L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка элементов И
NAND3A	N, L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка элементов И-НЕ
OR3A	N, L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка элементов ИЛИ
NOR3A	N, L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка элементов ИЛИ-НЕ
XOR3A	N, L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка элементов исключающее ИЛИ
NXOR3A	N, L	Вх.1, вх.2, ..., разр., вых.1, вых. 2, ..	Сборка элементов исключающее ИЛИ-НЕ

Примечание: N — количество входов, L — количество вентилях

Таблица 12

Идентификатор	Параметр
TPLHMN	Задержка при переходе от низкого уровня к высокому, минимальное значение
TPLHTY	То же, типовое значение
TPLHMX	То же, максимальное значение
TPHLMN	Задержка при переходе от высокого уровня к низкому, минимальное значение
TPHLY	То же, типовое значение
TPHLMX	То же, максимальное значение
TPLZMN	Задержка при переходе от низкого уровня к уровню Z, минимальное значение
TPLZTY	То же, типовое значение
TPLZMX	То же, максимальное значение
TPHZMN	Задержка при переходе от высокого уровня к уровню Z, минимальное значение
TPHZTY	То же, типовое значение
TPHZMX	То же, максимальное значение
TPZLMN	Задержка при переходе от уровня Z к низкому уровню, минимальное значение
TPZLY	То же, типовое значение
TPZLMX	То же, максимальное значение
TPZHMN	Задержка при переходе от уровня Z к высокому уровню, минимальное значение
TPZHTY	То же, типовое значение
TPZHMX	То же, максимальное значение

Uxxx NBTG (или PBTG)

+ <узел источника питания> <-узел источника питания>

+ <узел входа управления> <узел канала 1><узел канала 2>

+ <имя модели динамики> <имя модели вход/выход>

+ [MNTYMXDLY=<выбор значения задержки>]

+ [I0_LEVEL=<уровень модели интерфейса>]

Эти устройства не имеют параметров, модель их динамики имеет вид:

MODEL <имя модели> UBTG

Параметры DRVH и DRVL модели вход/выход используются для управления ячейками запоминания заряда, сигналы с которых передаются через двунаправленные вентили. Если двунаправленный вентиль соединен с цепью, к которой подключен хотя бы один вход устройства, в модели вход/выход которого имеется параметр INLD со значением больше нуля, или выход устройства, в модели которого параметр OUTLD больше нуля, то эта цепь будет моделироваться как ячейка запоминания заряда.

Двунаправленные вентили имеют стандартный формат записи.

Приведем пример двунаправленного вентиля:

```
U4 NBTG $G_DRWR $_DGND GATE SD1 SD2 BTG1
10_BTG
```

```
.MODEL BTG1 VBTG
```

Олег Петраков,
petrakov@mtu-net.ru

Продолжение следует

(Продолжение. Начало — №7/2002)

Использование шаблонов HDL-редактора при создании описаний цифровых устройств с помощью языка VHDL

В отличие от шаблонов, расположенных в папках *Language Templates* и *Synthesis Templates*, описания, находящиеся в папке *Component Instantiation* предназначены для VHDL-проектирования устройств, реализуемых на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) фирмы Xilinx® [1—4].

Шаблоны VHDL-описаний функциональных элементов, реализуемых на базе ПЛИС фирмы Xilinx

Кристаллы ПЛИС содержат ряд специфических ресурсов, VHDL-описания которых представлены в виде соответствующих

библиотеки. Шаблоны, расположенные в папке *Component Instantiation*, содержат примеры использования этих библиотечных компонентов, которые сгруппированы в папки в соответствии с функциональным назначением. Все описания, рассматриваемые ниже, поддерживаются средствами синтеза VHDL-кода.

Block RAM представляет собой папку, в которой сосредоточены образцы декларации и инициализации компонентов оперативных запоминающих устройств (ОЗУ) различного типа, которые реализуются в виде блочной памяти ПЛИС. В зависимости от используемого типа ПЛИС разработчик может применять эле-

Приемник прямого преобразования на интегральной микросхеме

Достоинства техники прямого преобразования радиолубителям хорошо известны. В литературе можно отыскать массу конкретных реализаций этого типа приемников. Однако специализированной микросхемы приемника прямого преобразования промышленность не выпускает. В предлагаемой статье нетрадиционное использование микросхемы MC2833 фирмы Motorola, предназначенной для построения передатчиков, с успехом восполняет этот пробел.

Используя только активные элементы, входящие в состав микросхем, у предлагаемого устройства удалось получить достаточно высокие характеристики. Частота настройки фиксирована и может быть выбрана в диапазоне 26...32 МГц. При замене кварцевого резонатора на колебательный контур приемник можно сделать перестраиваемым. Чувствительность при отношении с/ш, равном 4, — не хуже 0,5 мкВ. Амплитуда выходного сигнала при сопротивлении нагрузки не менее 2 кОм составляет 200...300 мВ, чего вполне достаточно для прослушивания через высокоомные телефоны. Верхняя граничная частота среза УНЧ — 3,5 кГц. Напряжение питания — 5...9 В. Ток потребления не превышает 15 мА.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 1. Транзистор VT1, входящий в состав микросхемы, использован в качестве УРЧ. Сигнал, принятый антенной, селектируется по частоте входным контуром L1C1C2. Для согласования контура с антенной и входным сопротивлением УРЧ применено его частичное включение как по входу, так и по выходу. Режим транзистора по постоянному току, определяющий величину коэффициента усиления каскада, задается резистором R1. Термостабилизация рабочей точки отсутствует, так как ее положение выбрано на линейном участке характеристики и смещение рабочей точки на величине коэффициента усиления практически не сказывается. Усиленное высокочастотное напряжение сигнала через конденсатор C7 подается на смеситель, выполненный на встречно-параллельно соединенных диодах VD1, VD2.

В качестве гетеродина работает задающий генератор микросхемы. Элементы C4, C5 обеспечивают возбуждение генератора на основной гармонике кварцевого резонатора, а подстраиваемая катушка индуктивности — необходимый для гетеродина приема уход частоты. Через буферный усилитель и конденсатор C8 колебания подаются на второй вход смесителя. Дроссель Др1 предназначен для обеспечения замыкания на

общий провод цепи протекания низкочастотных токов разностной частоты. Эти колебания далее отфильтровываются П-образным ФНЧ, состоящим из резистора R2 и конденсаторов C7 и C9. Левый по схеме вывод конденсатора C7 соединен по низкой частоте с общим проводом через малое для этих частот сопротивление катушки L2 и блокировочный конденсатор C13.

Низкочастотные колебания с выхода фильтра через разделительный конденсатор C10 поступают на первую ступень УНЧ, собранную на транзисторе VT2. Элементы R3, R4, R5 и C11 обеспечивают выбор рабочей точки транзистора и ее термостабилизацию. Коллекторный ток транзистора не превышает 200...250 мкА, это минимизирует собственные шумы каскада, влияющие на итоговую чувствительность приемника. Модулирующий усилитель (МУ) использован в качестве второй ступени УНЧ. Его коэффициент усиления задается резистором R7.

В варианте перестраиваемого приемника вместо кварцевого резонатора необходимо включить керамический конденсатор емкостью 0,01 мкФ. Катушка L3 совместно с конденсаторами C4 и C5 образует колебательный контур, который можно перестраивать в пределах 13...16 МГц с помощью сердечника катушки.

Печатная плата приемника выполнена из односторонне фольгированного стеклотекстолита, ее чертеж приведен на рис. 2. Катушки L1...L3 намотаны на одинаковых каркасах диаметром 5 мм с подстроечными сердечниками из карбонильного железа.

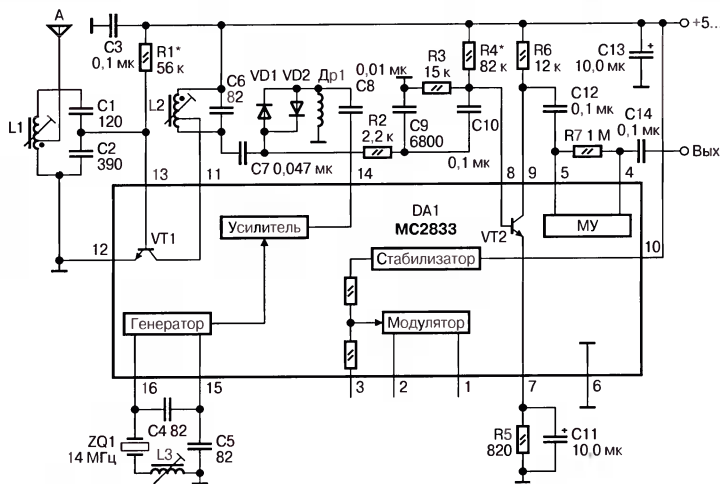


Рис. 1

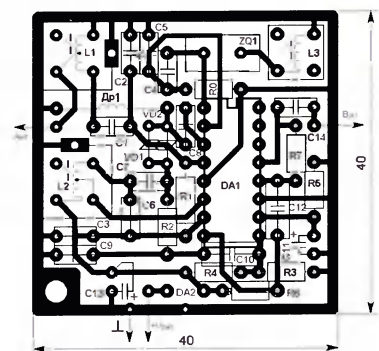


Рис. 2

Можно применить другие каркасы диаметром 4...9 мм и сердечники из феррита марки 15...100ВЧ, однако в этом случае придется корректировать число витков и установочные размеры катушек на печатной плате. Катушка L1 содержит девять витков провода диаметром 0,25 мм, отвод сделан от третьего витка. Катушка L2 такая же, отвод — от шестого витка. Начала катушек обозначены на схеме точками. Катушка L3 намотана проводом диаметром 0,15 мм и содержит 20 витков. Дроссель Др1 — стандартный ДМ-0,1 индуктивностью 50...68 мкГн. Его можно заменить на самодельный, намотав 25...30 витков любого провода на кольце из феррита 400НН с внешним диаметром 8...10 мм. Катушки L1 и L2 обязательно должны быть снабжены экранами.

В качестве смесительных диодов лучше использовать КД514А, однако при небольшом снижении чувствительности подойдут и КД503А. Устанавливать их необходимо перпендикулярно плате.

Конденсаторы C1—C9 должны быть керамическими, C10, C12 и C14 — любого типа, а C11 и C13 — оксидные на напряжение 10 В. Антенна приемника представляет собой отрезок провода длиной не менее 15 см. Кварцевый резонатор должен иметь частоту $f_0/2$, где f_0 — частота приема, лежащая в диапазоне 26...32 МГц.

На печатной плате предусмотрено место для установки отсутствующих на принципиальной схеме стабилизатора DA2 и резистора R0. Стабилизатор КР1170ЕН5(6) устанавливают при питании приемника от нестабилизированного источника. Резистор R0 может понадобиться при настройке гетеродина.

Настройку целесообразно начать с установки режима транзистора VT2 по постоянному току. Контролируя высокочастотное напряжение на выводе 9 микросхемы подбором сопротивления R4 сделать его равным 2,2...2,5 В.

Далее необходимо подать на вход приемника через конденсатор емкостью 0,01 мкФ сигнал амплитудой 100...300 мкВ с выхода ГСС, настроив его на рабочую частоту приемника. Внутренняя модуляция в генераторе должна быть отключена. С помощью осциллографа следует убедиться в наличии генерации гетеродина, контролируя колебания на выводах 14

и 15 микросхемы. При исправных деталях амплитуда высокочастотных колебаний на них должна быть соответственно примерно 120 и 180 мВ.

Затем следует переключить осциллограф на выход приемника и небольшими изменениями частоты работы ГСС добиться появления на экране синусоидальных колебаний разностной частоты 1...3 кГц. Вращением сердечников катушек L1 и L2 настроить УРЧ в резонанс по максимуму амплитуды наблюдаемых колебаний. Для этого потребуется постепенное уменьшение сигнала с выхода ГСС. Для получения максимальной чувствительности можно попробовать подобрать сопротивление резистора R1 в диапазоне 47...220 кОм.

На чувствительность влияет также напряжение гетеродина. Подобрать оптимальное значение можно переключив нижний по схеме вывод конденсатора C8 с вывода 14 на вывод 15 микросхемы и изменяя амплитуду

колебаний гетеродина с помощью переменного резистора. Переменный резистор 15 кОм необходимо соединить последовательно с постоянным 330 Ом и короткими проводниками присоединить к соответствующим точкам платы (R0 на печатной плате). Вращением движка потенциометра нужно добиться максимальной амплитуды наблюдаемого выходного сигнала. Измерив суммарное сопротивление вспомогательных резисторов, следует установить на плату ближайший по номиналу постоянный резистор.

Может оказаться, что для конкретной пары смесительных диодов максимальная чувствительность получится при снятии гетеродиного напряжения с вывода 14 микросхемы. В этом случае необходимо сделать соответствующие изменения на печатной плате. Поскольку выводы 14 и 15

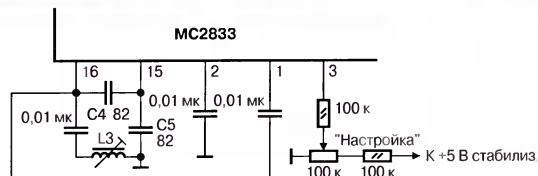


Рис. 3

располагаются рядом, это не составит никакого труда.

В перестраиваемом варианте приемника заманчиво использовать имеющийся в составе микросхемы частотный модулятор, представляющий собой варикап. В этом случае необходимо изменить схему так, как это показано на рис. 3. Следует, однако, иметь в виду, что при перестройке приемника в широких пределах необходимо обеспечить и перестройку контуров УРЧ.

Владимир Днищенко,
m408@rbcmail.ru

(Окончание. Начало — № 9, 10/2001, № 9/2002)

Операционные усилители: основные технические решения

Подавление помех по цепи питания

Изменение напряжений питания ведет к изменению выходных напряжений. Эта зависимость выражается через коэффициент подавления помех по цепи питания (PSRR) и отношение изменения напряжения питания к входному напряжению, приводящему к тому же изменению выходного. PSRR может быть разным для положительного и отрицательного источников питания и падает с частотой (рис. 14). Так как это большое число, обычно используют его логарифмическое представление $PSR = 20 \log_{10} PSRR$.

На высоких частотах влияние PSRR трудно снизить введением развязок по питанию и высокочастотных фильтров. Поэтому PSRR на высоких частотах — второстепенный параметр.

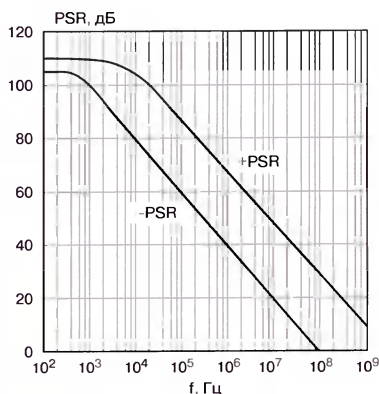


Рис. 14

Входные каскады ОУ RAIL-TO-RAIL

Обычно при низковольтном однополярном питании нужно как можно более полно использовать напряжение питания — часто от

напряжения одной шины питания (обычно общего провода) до другой шины питания (обычно $+U_{пит}$). Нередко требуется, чтобы ОУ работал только вблизи одной из шин питания. Для шины низкого напряжения (low side) это довольно просто получается с дифференциальной парой на биполярных p-n-p транзисторах и дифференциальной парой на полевых с n-каналом (рис. 15). Для расширения допустимых входных напряжений ниже минусовой шины можно на входе ввести эмиттерные повторители на p-n-p транзисторах, как в AD623. Характеристики транзисторов обычно позволяют работать, начиная от напряжений ниже минусовой шины на 100...200 мВ до напряжения на 1 В ниже шины $+U_{пит}$. Для работы в области шины $+U_{пит}$ (high side) можно использовать симметричные решения с дифференциальной парой на биполярных p-n-p транзисторах и дифференциальной парой на полевых с p-каналом. Рабочая область входных сигналов — от 1 В до напряжения на 100...200 мВ выше шины $+U_{пит}$. Если необходимо обеспечить рабочий диапазон входных напряжений, включающий напряжения обеих шин, применяют решения, при которых каскады для обеих областей включены параллельно (рис. 16). Эти дифференциальные пары вообще могут иметь различные характеристики. Входные токи их противо-

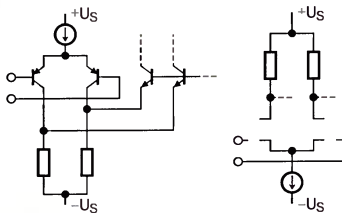


Рис. 15

ложны, смещение по входному напряжению разное (при совместной работе пар результирующее — некоторое среднее), отличаются также подавление синфазного сигнала и частотные характеристики. Кроме того, подавление синфазного сигнала и частотные характеристики существенно изменяются при изменении синфазного входного напряжения, особенно при напряжениях, близких к шинам питания. Результирующие характеристики каскада зависят от того, в каком соотношении находятся коэффициенты передачи этих пар при данном значении синфазного входного напряжения. Для некоторых ОУ сопряжение их характеристик выполнено главным, для других — довольно резко, что вызывает дополнительные нелинейные искажения в областях сопряжения. По изложенным причинам следует анализировать реальные требования к разрабатываемому устройству и стараться, когда

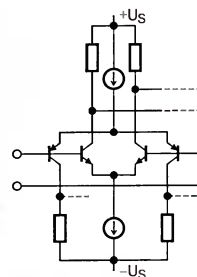


Рис. 16

возможно, избежать работы вблизи напряжений шин питания. Распространенное решение при работе на сигнале, изменяющемся от нулевого до некоторого положительного уровня или переменного напряжения (связь через конденсатор) — сдвиг входной шкалы инвертирующего усилителя благодаря подаче на его неинвертирующий вход смещения с помощью делителя из двух резисторов или резистора и стабилитрона.

Описанные выше способы расширения рабочей области входных напряжений до или за пределы шин питания распространены, но не исчерпывают всех найденных решений. Например, запатентованная Linear Technology архитектура входного каскада позволяет LT1636 при однополярном питании +3 В работать с входными сигналами от 0 до +44 В.

Выходные каскады

В современных ОУ, выполненных по технологиям, включающим изготовление комплементарных биполярных транзисторов (CB, BiFET, BiMOS), в выходных каскадах обычно используют эмиттерные повторители с дополнительной симметрией (рис. 17). Это стандартное решение, оно позволяет получить малую зависимость усиления и частотных характеристик от сопротивления нагрузки. Однако выходное напряжение не может приблизиться к шине

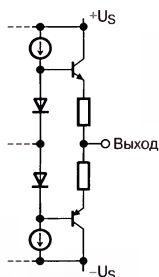


Рис. 17

ближе, чем сумма напряжений база-эмиттер выходного транзистора (около 0,7 В) и минимального напряжения источника тока на его входе, т. е. около 0,4 В. При питании от источников ± 15 В, не говоря о мощных ОУ с еще большими напряжениями питания, это ограничение вполне приемлемо, чего

нельзя сказать о применениях с низковольтным питанием, особенно однополярным. При низковольтном питании обычное требование к выходам ОУ заключается в том, что выходное напряжение при номинальной нагрузке должно отличаться от напряжения соответствующих шин не более, чем на 100 мВ. Для достижения таких показателей в них используют выходные каскады с дополнительной симметрией с общим эмиттером для биполярных транзисторов или общим истоком для полевых транзисторов с изолированным затвором (рис. 18). Выходное напряжение ограничивается напряжением насыщения биполярных выходных транзисторов, которое имеет порядок 10 мВ при малой нагрузке и 500 мВ при максимальной, или падением напряжения на сопротивлении открытого канала полевых транзисторов, имеющего порядок 100 Ом для маломощного и менее 10 Ом для мощного ОУ. Недостатком таких каскадов является зависимость усиления и частотных характеристик от нагрузки. Снижение этих зависимостей достигается введением в выходных каскадах местной обратной связи. При используемых сейчас схемотехнических решениях выходных каскадов усиление 300000 в полностью компенсированном ОУ на нагрузке 10 кОм при разомкнутой цепи обратной связи для ОУ с выходом rail-to-rail — хороший результат. При необходимости большего усиления придется использовать ОУ с традиционными выходными каскадами, например OP113.

Выходные каскады ОУ, особенно мощных, могут быть повреждены в результате прохождения чрезмерно большого тока, как кратковременного, так и длительного. При

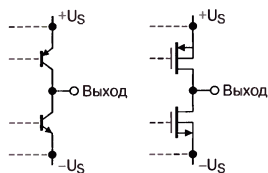


Рис. 18

выходных каскадах на полевых транзисторах ограничение тока безопасной величиной может быть достигнуто путем выбора соответствующего тока насыщения каналов выходных транзисторов. Стандартным средством защиты как в маломощных, так и мощных ОУ с биполярными выходными каскадами является введение дополнительного транзистора, между базой и эмиттером которого включен резистор-датчик выходного тока. При превышении порогового напряжения этого транзистора (около 0,6 В), он открывается, отбирая на себя часть тока управления выходным каскадом, выходной каскад переходит в режим ограничения тока. На рис. 19, а показана упрощенная схема защиты мощного ОУ OPA502, имеющая большую гибкость, чем большинство аналогичных, а на рис. 19, б — схема включения ОУ. Здесь есть возможность, выбирая резисторы R_{CL}^+ и R_{CL}^- , установить ограничения положительного и отрицательного токов независимо. При длительной перегрузке повреждение ОУ происходит от перегрева, и величина безопасного выходного тока зависит от выходного напряжения. Наличие вывода 7 позволяет ввести эту зависимость. Кроме описанного ограничения тока многие мощные ОУ имеют еще и тепловую защиту, например AD815 отключается при достижении подложки кристалла микросхемы температуры 175 °С и возобновляет работу при ее снижении до 140 °С.

Следует обратить внимание, что схемы защита выхода не всегда защищают от замыкания на источник питания.

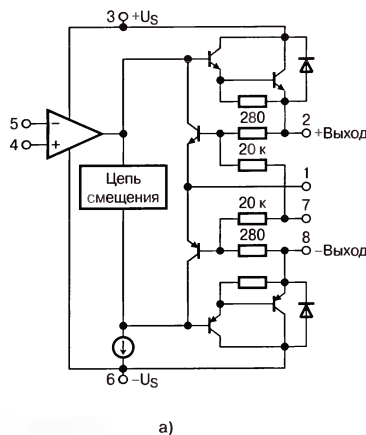


Рис. 19

ОУ с функцией отключения

Для коммутации каналов передачи высокочастотных сигналов без нарушения согласования с импедансами входных и входных линий передачи используют ОУ с функцией отключения. Под этим понимают возможность перевода внешним сигналом выхода ОУ в состояние с очень высоким выходным сопротивлением, аналогичным широко применяемому в логических схемах «третьему состоянию». Обычно применяется неинвертирующее включение, обеспечивающее высокий входной импеданс собственно ОУ как во включен-

ном, так и в отключенном состоянии. Если необходимо коммутировать источники сигнала, то к каждому из источников подключается вход одного из них, а выходы соединяются параллельно. Если необходимо переключать усиление сигнала, поступающего от одного источника, параллельно подключаются и входы и выходы ОУ. Коэффициент усиления каждого из ОУ устанавливается равным одному из значений усиления.

Обычно одна микросхема содержит несколько (от двух до четырех) таких ОУ. Характерным примером являются сдвоенный LT1398 и строенный LT1399HV производства Linear Technology. При питании от однополярного или двуполярного источника общим напряжением от 4 до 12 В и низком уровне напряжения на управляющем входе EN (менее +3 В относительно минусовой шины питания) каждый такой ОУ (рис. 20) с токовой обратной связью и полосой 300 МГц может работать с током нагрузки до 80 мА. При большем уровне напряжения на управляющем входе источ-

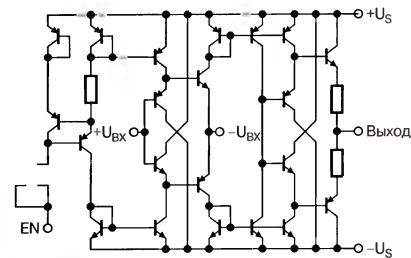
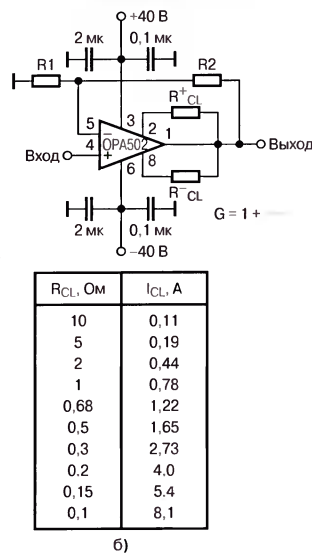


Рис. 20



$R_{CL}, \text{ Ом}$	$I_{CL}, \text{ А}$
10	0,11
5	0,19
2	0,44
1	0,78
0,68	1,22
0,5	1,65
0,3	2,73
0,2	4,0
0,15	5,4
0,1	8,1

ники тока во входном и выходном каскадах закрываются, что приводит к закрыванию выходного каскада. Переключение режимов происходит очень быстро: отключение — не более 40 нс, включение — 30 нс, что позволяет использовать ОУ и как импульсный модулятор. Подобные ОУ широко применяются для работы в высокочастотных мультиплексорах, устройствах обработки видеосигналов, драйверах жидкокристаллических дисплеев и спектральных анализаторах.

Валерий Авербух,
valavverb@mtu-net.ru

Литература:

13. <http://www.maxim-ic.com>
14. Designer's Guide and Reference, CD, Texas Instruments, August 1999.

Генераторы псевдослучайных последовательностей

При проведении различных исследований зачастую необходимо формировать двоичные последовательности, обладающие свойствами чисто случайных. Такие последовательности могут применяться при решении задач криптографии, навигации, радиотехники, при проведении локации удаленных и быстро движущихся объектов, при стохастических вычислениях и для многих других целей.

Проблемам построения генераторов случайных, либо псевдослучайных последовательностей посвящено большое количество работ, например [1, 2]. В настоящей статье мы рассмотрим лишь некоторые типовые варианты формирования таких двоичных последовательностей.

Очевидно, что свойствами чисто случайной последовательности являются следующие: достаточно большой период последовательности, не повторяющийся на сеансе исследований, равновероятность появления «нулей» и «единиц» $P(1) = P(0) = 0,5$, отсутствие длинных серий «нулей» и «единиц» в выходной последовательности [3].

Сформировать случайную последовательность можно различными путями, например, по принципу физического генератора двоичного шума. Действие генератора основано на дискретизации непрерывного гауссовского шума по двум уровням. Структурная схема устройства представлена на рис. 1.

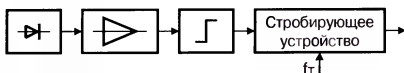


Рис. 1

Источником шума является диод, в котором используются шумы «пробоя». При подаче на диод обратного напряжения, соответствующего напряжению пробоя, появляются шумы, обусловленные возникновением участков с резко выраженной концентрацией носителей, возникающих вследствие неоднородности p-n перехода. Далее шумовой сигнал усиливается, ограничивается по амплитуде и стробируется импульсами тактовой частоты.

Однако никто не даст гарантии, что в процессе работы данного устройства, либо других генераторов случайных последовательностей на аналоговых принципах будут выполнены изложенные выше требования.

Поэтому на практике широко используют псевдослучайные последовательности (ПСП), под которыми понимаются последовательности, сформированные с помощью каких-либо арифметических алгоритмов [4]. В этом случае возможно формирование последовательностей с заданными характеристиками (периодом, балансом, эквивалентной линейной сложностью и др.)

Основным элементом, позволяющим формировать ПСП, является регистр сдвига (РС), представляющий собой электронную цепь для выработки последова-

тельности в соответствии с заданным арифметическим алгоритмом. Структурная схема генератора ПСП на основе РС представлена на рис. 2.

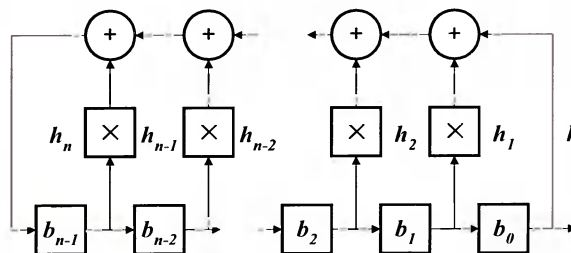


Рис. 2

Такой генератор состоит из следующих основных элементов:

- сумматоров по модулю два, осуществляющих линейную операцию по правилу $(a+b) \bmod 2$;
- ячеек памяти, предназначенных для хранения значений элементов последовательности;
- перемножителей с коэффициентами $h_i = (0, 1)$. Если $h_i = 1$, то обратная связь с выхода i-й ячейки есть, если $h_i = 0$, то обратной связи нет.

Подобное электронное устройство в дальнейшем будем называть линейным рекуррентным регистром (ЛРР).

Первоначально в ЛРР записывается ненулевое начальное состояние:

$$b_0, b_1, \dots, b_{n-1}, b_i \in 0, 1, i = 0, \dots, n-1.$$

С приходом первого тактового импульса содержимое всех ячеек сдвигается вправо на один разряд, а в ячейку n-1 записывается результат суммирования в цепи обратной связи.

Любой символ выходной последовательности можно представить через n предыдущих символов:

$$b_n = b_0 h_0 \oplus b_1 h_1 \oplus \dots \oplus b_{n-1} h_{n-1} = \sum_{i=1}^n b_{n-i} h_{n-i}$$

аналогично для n+j-го символа

$$b_{n+j} = \sum_{i=1}^n b_{n+j-i} h_{n-i}$$

Делая замену индексов по правилу $n+j-i \rightarrow j$, получаем

$$b_j = \sum_{i=1}^n b_{j-i} h_{n-i}, j \geq n.$$

Для удобства описания ЛРР его задают так называемым характеристическим многочленом, описывающим отводы ре-

$$h(x) = h_n x^n \oplus h_{n-1} x^{n-1} \oplus \dots \oplus h_1 x \oplus h_0 x^0.$$

Последовательности, формируемые ЛРР, обладают многими полезными свойствами, описанными, например в [5]. Отметим лишь, что если ЛРР построен на основе неприводимого примитивного многочлена, то он генерирует ПСП максимального периода (M —последовательность) с периодом

$$L = 2^n - 1,$$

где L — период последовательности; n — длина регистра. Поиск многочленов больших степеней представляет собой сложную научную задачу, и, как правило, результаты исследований в открытой печати не освещаются. Тем не менее, известен примитивный многочлен

$$F(x) = x^{127} + x + 1 [4].$$

К достоинствам M —последовательностей относятся, прежде всего, хорошие корреляционные свойства, а также простота генерирования. Вместе с тем, последовательности максимального периода являются достаточно узким классом, и их количество не может удовлетворить потребности бурно развивающихся разделов радиотехники.

Последовательности Голда [5] формируются в результате сложения по mod2 символов двух исходных M —последовательностей с различными формирующими полиномами $f_{n1}(x)$ и $f_{n2}(x)$, степени которых не кратны четырем, т. е.

$$n = \begin{cases} \deg f_{n1}(x) \neq 0 \bmod 4, \\ \deg f_{n2}(x) \neq 0 \bmod 4. \end{cases}$$

Формирующие полиномы таких последовательностей определяются как произведение полиномов исходных M —последовательностей, а именно

$$f_{n1}(x) = f_{n1}(x) f_{n2}(x).$$

Структурная схема генератора последовательности Голда представлена на рис. 3. Достоинством его является большое разнообразие формируемых последовательностей с хорошими корреляционными свойствами, однако заметим, что последовательности Голда являются последовательностями не максимальной длины. Кроме того, их можно рассматривать как частный случай комбинированных последовательностей, когда функцией комбинирования является сложение по mod2.

Поскольку мы коснулись комбинированных последовательностей, то необходимо отметить, что они формируются как результат преобразования по некоторому

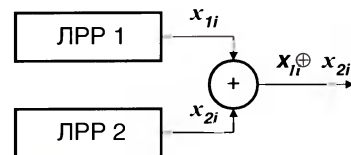


Рис. 3

правилу символов двух или нескольких исходных М-последовательностей.

Нелинейные рекуррентные последовательности (НЛРП) формируются путем усложнения структуры ЛРР нелинейными элементами (НЭ). При этом известны различные варианты построения таких генераторов, например, с внутренней, либо внешней нелинейной логикой [6].

При определенном построении генераторов с внутренней нелинейной логикой период формируемых последовательностей равен 2^n , а комбинация из n нулей является разрешенной. Такие последовательности называют последовательностями полного периода или последовательностями ДеБрейна [7]. Их число составляет $2^n/N$. Один из вариантов нелинейного рекуррентного уравнения имеет вид

$$x_i = \sum_{k=1}^n a_k x_{i-k} \oplus \prod_{k=1}^{n-1} \bar{x}_{i-k}$$

где

$$\prod_{k=1}^{n-1} x_{i-k} = \begin{cases} 1, & \text{при } x_{i-1} = x_{i-2} = \dots = x_{i-(n-1)} = 0, \\ 0, & \text{при остальных } x_{i-k}. \end{cases}$$

При формировании НЛРП с внешней нелинейной логикой по алгоритму Ристенбатта [7] используется ЛРР, нелинейная логика (И, ИЛИ, НЕ) на выходе которого охватывает все ячейки РС. Кроме указанных НЭ могут использоваться гораздо более сложные. Структурная схема генератора НЛРП по алгоритму Ристенбатта представлена на рис. 4.

Принцип формирования НЛРП по алгоритму Джеффе [7] заключается в преобразовании символов нескольких М-последовательностей в соответствии с используемой нелинейной функцией. Структурная схема генератора НЛРП по алгоритму Джеффе представлена на рис. 5.

Алгоритм формирования НЛРП по методу Грота заключается в усложнении алгоритма Джеффе путем комбинирования с алгоритмом Ристенбатта. В этом случае

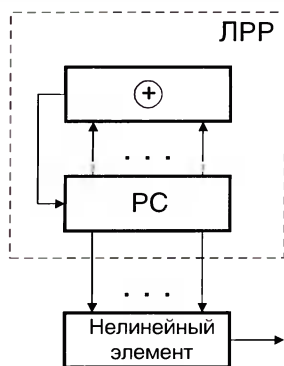


Рис. 4



Рис. 5

количество n_1 умножителей и память для n М-последовательностей связаны соотношением $n_1 = n/2$. С учетом циклических сдвигов можно получить $2^n/N$ таких ПСП с периодом N . Структурная схема генератора НЛРП по методу Грота представлена на рис. 6.

Возможным недостатком при формировании НЛРП является увеличение разбаванса между «нулями» и «единицами». Для устранения этого недостатка можно

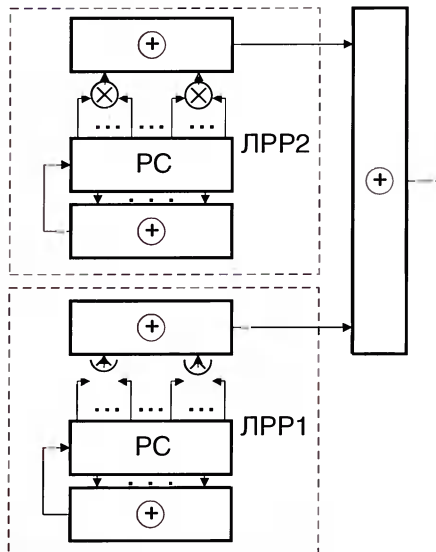


Рис. 6

использовать сложение символов НЛРП с символами исходной М-последовательности, либо сверточное кодирование НЛРП.

Формирование последовательностей на основе каскадных кодов осуществляется таким образом, что выходной сигнал предыдущего каскада управляет тактированием последующего каскада. Вариант схемы формирователя каскадных кодов на основе М-последовательностей представлен на рис. 7.

Вариант схемы формирователя каскадных кодов на основе последовательностей Голда представлен на рис. 8.

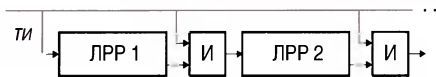


Рис. 7

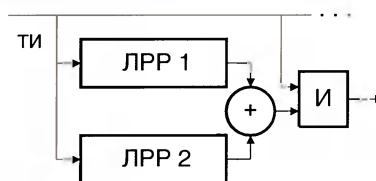


Рис. 8

В заключение отметим, что в данной статье представлены лишь некоторые варианты формирования ПСП из огромного многообразия существующих вариантов их построения.

Александр Журченко,
Дмитрий Онышко,
onyx2001@pochtamp.ru

Литература:

1. J. Edward. Generation of Binary Sequences With Controllable Complexity. *IEEE Transactions on information theory*, vol. 17, no. 3, May 1971, pp. 288—296.
2. P. Jeavons, D. A. Cohen, J. Shawe-Taylor. Generating Binary Sequences for Stochastic Computing. *IEEE Transactions on information theory*, vol. 40, no. 3, May 1994, pp. 716—720.
3. C. E. Shannon. Communication theory of secrecy systems. *Bell System Technical Journal*, v. 28, 1949, pp. 656—715.
4. В. И. Нечаев. Элементы криптографии (Основы теории защиты информации). Учебное пособие. — М.: Высш. шк., 1999, с. 109.
5. Д. В. Сарвате, М. Б. Пресли. Взаимно-корреляционные свойства псевдослучайных и родственных последовательностей. — ТИИЭТ, т. 68, № 5, май 1980, с. 59—88.
6. А. Б. Журченко, Д. А. Онышко. Способ синхронизации нелинейных рекуррентных последовательностей. — Схемотехника, 2002, № 6, с. 30. 31.
7. Edwin L. Key. An analysis of the structure and complexity of nonlinear binary sequence generators. *IEEE Transactions on information theory*, vol. 22, no. 6, November 1971, pp. 732—736.

КРУПНАЯ ДИСТРИБЬЮТОРСКАЯ КОМПАНИЯ

по продаже
электронных компонентов
приглашает на
постоянную работу:

- технических специалистов и инженеров в отдел технической поддержки;
- менеджеров по продажам;
- менеджеров по закупкам импортных электронных компонентов.

Требования к кандидатам:

высшее образование,
желательно по специальности,
связанной с электроникой;
коммуникабельность;
умение работать самостоя-
тельно и в команде.

Опыт работы в области
электронных компонентов
желателен, но не обязателен

Резюме направлять
по факсу 73-75-999
или
по e-mail: subscribe@platan.ru

Минитерминал 1816

Довольно часто в процессе тестирования и эксплуатации различных электронных и микропроцессорных устройств возникает необходимость в некотором пульте, позволяющем отображать текстовую и другую информацию и управлять этими устройствами. В роли такого пульта целесообразно использовать малогабаритный электронный блок, способный обмениваться с внешними устройствами по последовательному каналу. Если же этот блок содержит в себе микропроцессор, то он становится универсальным средством, способным работать с любыми протоколами и даже выступать в качестве самостоятельного автономного программируемого устройства управления и контроля. Именно с таким устройством автор предлагает познакомиться читателям.

Исходя из назначения данного пульта и наличия в нем микроконтроллера KP1816BE31, он был назван минитерминалом 1816.

С целью расширения функциональных возможностей, минитерминал снабжен жидкокристаллическим дисплеем, расширенной клавиатурой, стандартным последовательным портом RS-232 и рядом дополнительных узлов, которые допускаются устанавливать и использовать с целью расширения его возможностей. Ниже приведены основные технические характеристики минитерминала:

- тип процессора — K1816BE31(51);
- тактовая частота процессора — 12 МГц;
- емкость постоянного запоминающего устройства — от 2 до 32 кбайт;
- емкость оперативного запоминающего устройства — 2 кбайт;
- число клавиш клавиатуры — 64 сканируемые + 2 автономные;
- звуковой излучатель — пьезоэлектрический;

Интерфейсы:

- один порт аппаратно формируемого интерфейса RS-232;
- один порт программно формируемого интерфейса «токовая петля»;
- два входа внешних прерываний (INT0/, INT1/);
- два канала таймера (T0/, T1/);
- один восьмиразрядный порт ввода (PA0—PA7);
- один восьмиразрядный порт вывода (PB0—PB7);
- один выход «открытый коллектор».
- напряжение питания — 5 В при токе потребления не более 0,5 А;
- габаритные размеры — 135×185×20 мм;
- режим работы — непрерывный круглосуточный.

На рис. 1. приведена структурная схема минитерминала. Его основой является микропроцессор CPU, который обеспечивает выполнение всех операций по вводу, обработке и выводу данных через любые до-

ступные порты и интерфейсы. На структурной схеме интерфейсы RS-232 и «токовая петля» обозначены в виде блоков RS/TTL, TTL/RS и INP/TTL, TTL/OUT соответственно. Кроме того, CPU выполняет другие операции под управлением рабочей программы, хранящейся в постоянном запоминающем устройстве ROM.

Для хранения оперативных данных используется блок оперативного запоминающего устройства RAM. Обращение к этому устройству осуществляется под управлением дешифратора DC. Регистры RGI и RGO предназначены для связи с клавиатурой, а регистры RGA и RGB — для организации восьмиразрядных параллельных портов связи с внешними устройствами. Резисторные матрицы ER1, ER2 служат для подтягивания уровней высокого логического сигнала к напряжению источника питания.

Принципиальная электрическая схема минитерминала приведена на рис. 2.

На этой схеме легко определить логические блоки, соответствующие описанному выше в структурной схеме. Минитерминал полностью разработан на отечественных элементах, хотя допускается замена всех комплектующих импортными аналогами.

Адресное пространство минитерминала разделено на область ROM и область RAM с внешними устройствами. Карта адресации минитерминала приведена в табл. 1.

Емкость постоянного запоминающего устройства ROM определяется состоянием перемычек и типом установленных микросхем ПЗУ. Возможные варианты приведены в табл. 2.

Перемычки E10—E15 позволяют задать режим работы интерфейса «токовая петля». Так, при установке перемычек E10—E11 и

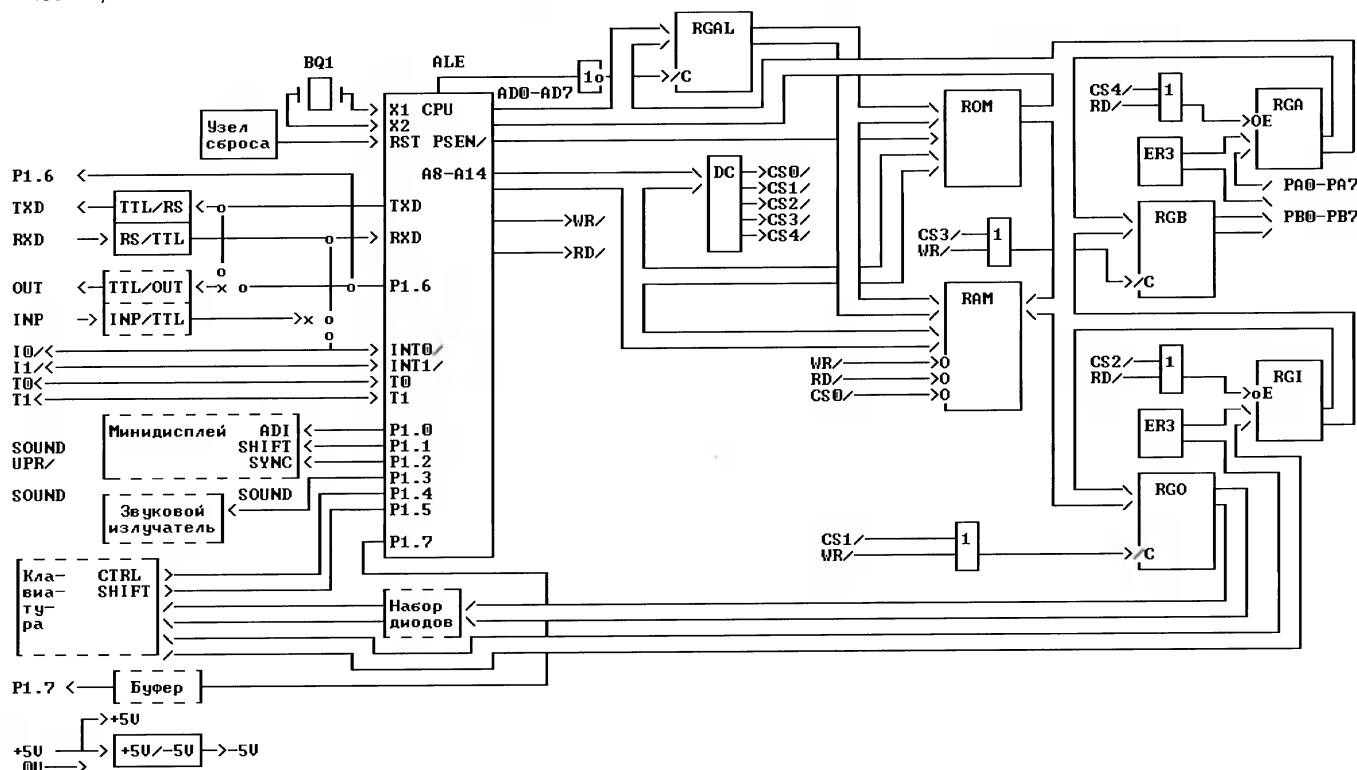


Рис. 1

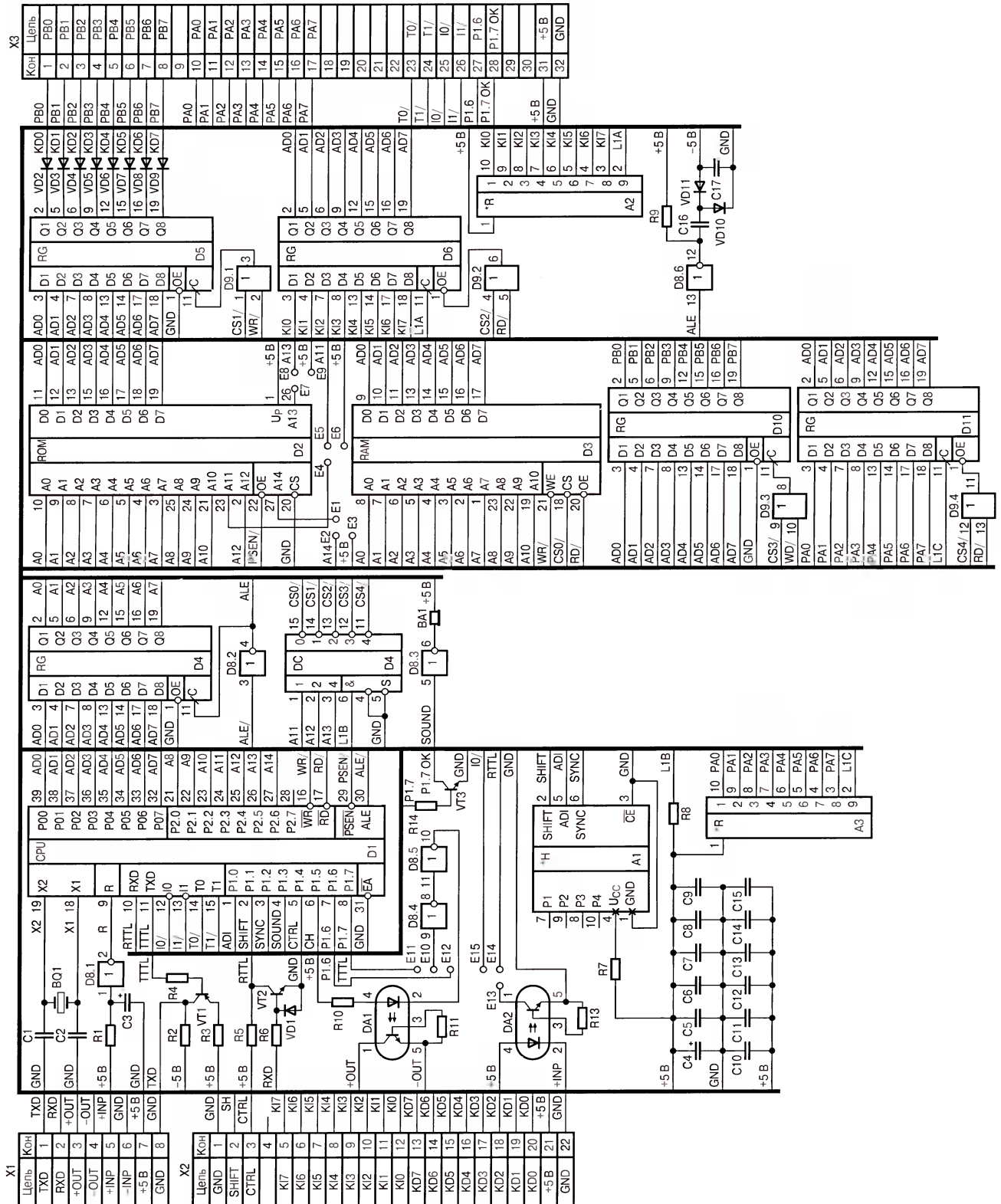


Рис. 2

Таблица 1

Состояние сигнала PSEN/	Диапазон адресов (HEX формат)	Активный выход дешифратора	Условное обозначение устройства	Наименование устройства
0	0000—FFFF	ROM/	ROM	Банк ПЗУ
1	0000—07FF	CS0/	RAM	Банк ОЗУ
1	0800—0FFF	CS1/	RGO	Выход на клавиатуру
1	1000—17FF	CS2/	RGI	Вход от клавиатуры
1	1800—1FFF	CS3/	RGB	Параллельный выходной порт
1	2000—27FF	CS4/	RGA	Параллельный входной порт
1	2800—2FFF	CS5/	—	Резерв
1	3000—37FF	CS6/	—	Резерв
1	3800—3FFF	CS7/	—	Резерв

Таблица 2

Установленные перемычки	Тип микросхемы ПЗУ		Емкость ПЗУ, кбайт
	Отечественная	Импортная	
1-3 4-6 7-9	K573PФ2(5)	2716	2
1-2 4-5 7-9	K573PФ8	2732	4
1-2 4-5 7-9	K573PФ4(6)	2764	8
1-2 4-5 7-8	—	27128	16
1-2 4-5 7-8	K573PФ7	27256	32

Е13—Е14 данный интерфейс будет функционировать аппаратно от выводов RXD и TXD процессора, а при установке перемычек Е10—Е12 и Е13—Е15 функционирование будет производиться программно от выводов P1.6 и I0. Первый способ предпочтительнее, но при этом отключается интерфейс RS-232. При втором способе оба интерфейса доступны, но потребуются программа работы с выводами P1.6 и I0 в режиме поддержки последовательного интерфейса.

Параметры сигналов входных и выходных цифровых портов соответствуют уровням сигналов TTL.

Минитерминал имеет внешние соединители типа МРН. Перечень элементов минитерминала приведен в табл. 3.

В качестве средства отображения информации в минитерминале используется 12-разрядный знакосинтезирующий жидкокристаллический индикатор от калькулятора МК-85. Однако в настоящее время существует богатый выбор подобных индикаторов, которые успешно могут быть применены вместо указанного. Необходимо будет лишь заменить подпрограммы обращения к индикатору для поддержания интерфейса.

Конструктивно минитерминал оформлен в виде небольшого блока, в котором установлены печатная плата микропроцессорного устройства. Верхней крышкой является сама клавиатура.

Клавиатура выполнена из пяти элементов. Основой ее является печатная плата в виде пересекающихся разомкнутых проводников, разведенных в виде входящих друг в друга "расчесок" на местах пересечений. Вторым элементом служит маска из непроводящей пленки с отверстиями напротив площадок с "расческами". Третьим элементом служит фольга. Четвертым элементом служит бумага с нанесенными на ней обозначениями клавиш. И наконец, последним элементом является защитная прозрачная пленка. При нажатии на любую из клавиш фольга продавливается через маску до проводников "расчесок" и замыкает их между собой.

Схема клавиатуры приведена на рис. 3, а расположения клавиш — на рис. 4.

При нажатии любой из 64-х сканируемых клавиш происходит замыкание одной

Таблица 3

Позиционное Обозначение	Наименование	Кол-во
Микросхемы		
D1	K1816BE31(51), AT89C51	1
D2	K573PФ4, 2764	1
D3	K537PY10	1
D4, D5, D10	K555IP23	3
D6, D11	K555IP22	2
D7	K555ID7	1
D8	K555ЛН1	1
D9	K555ЛЛ1	1
DA1, DA2	AOT110	2
Транзисторы		
VT1	КТ361Г	1
VT2, VT3	КТ315Г	2
Диоды		
VD1—VD11	КД522Б	11
Резисторы		
R1	C2-23-0,125 100 кОм	1
R2	C2-23-0,125 680 Ом	1
R3	C2-23-0,125 51 Ом	1
R4, R6	C2-23-0,125 10 кОм	2
R5, R8, R9	C2-23-0,125 1 кОм	3
R10, R12	C2-23-0,125 510 Ом	2
R11, R13	C2-23-0,125 1 МОм	2
A2, A3	Набор резисторов HP1-4-9M 3,3 кОм	2
Конденсаторы		
C1, C2	K10-17a 30 пФ	2
C3	K53-16-6, 3 В 10 мкФ	1
C4	K53-18-6, 3 В 220 мкФ	1
C5—C17	K10-17a 0,22 мкФ	13
Соединители		
X1	МРН8	1
X2, X3	МРН22	2
X4	Панелька РС28	1
Прочие		
A1	ЖК индикатор от калькулятора МК-85	1
BA1	Звуковой преобразователь ЗП-3	1
BQ1	Резонатор кварцевый 12000 кГц	1

из пар проводников, которые непрерывно опрашиваются процессором минитерминала. Дополнительные две клавиши Ctrl и Shift могут быть замкнуты одновременно с любой из сканируемых 64-х клавиш. В результате можно получить 256 комбинаций кодов нажатия клавиш. Коды клавиатуры минитерминала приведены в табл. 4.

Формат кодировки клавиатуры минитерминала представлен в табл. 5.

	K00	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07
K10	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
K11	F9	F10	F11	F12	~	!	@	#
K12	\$	%	^	&	*	<	>	=
K13	+ =	Q	W	E	R	T	Y	U
K14	I	O	P	[\	A	S	D	F
K15	G	H	J	K	L	;	'	Enter
K16	: ;	Z	X	C	V	B	N	M
K17	<	>	? /	1	Back space	Tab	Space	Del

Рис. 3

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
~	!	@	#	\$	%	^	&	*	<	>	=
Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	[\	Enter
A	S	D	F	G	H	J	K	L	;	'	Enter
:	Z	X	C	V	B	N	M	<	>	? /	BS
Tab	Ctrl	Shift	Space				Shift	Ctrl	Del		

Рис. 4

Таблица 4

Название клавиши	HEX код клавиши				Название клавиши	HEX код клавиши			
	+Ctrl+Shift	+Ctrl	+Shift			+Ctrl+Shift	+Ctrl	+Shift	
F1	C0	80	40	00	Ш	E0	A0	60	20
F2	C1	81	41	01	О	E1	A1	61	21
F3	C2	82	42	02	Р	E2	A2	62	22
F4	C3	83	43	03	{ X	E3	A3	63	23
F5	C4	84	44	04	A Ф	E4	A4	64	24
F6	C5	85	45	05	S Ы	E5	A5	65	25
F7	C6	86	46	06	D В	E6	A6	66	26
F8	C7	87	47	07	F А	E7	A7	67	27
F9	C8	88	48	08	G П	E8	A8	68	28
F10	C9	89	49	09	H Р	E9	A9	69	29
F11	CA	8A	4A	0A	J О	EA	AA	6A	2A
F12	CB	8B	4B	0B	K Л	EB	AB	6B	2B
~ `	CC	8C	4C	0C	L Д	EC	AC	6C	2C
! 1	CD	8D	4D	0D	; ; Ж	ED	AD	6D	2D
@ 2	CE	8E	4E	0E	" ' Э	EE	AE	6E	2E
# 3	CF	8F	4F	0F	Enter	EF	AF	6F	2F
\$ 4	D0	90	50	10	\	F0	B0	70	30
% 5	D1	91	51	11	Z Я	F1	B1	71	31
^ 6	D2	92	52	12	X Ч	F2	B2	72	32
& 7	D3	93	53	13	C С	F3	B3	73	33
* 8	D4	94	54	14	V М	F4	B4	74	34
(9	D5	95	55	15	B И	F5	B5	75	35
) 0	D6	96	56	16	N Т	F6	B6	76	36
_ -	D7	97	57	17	M Ь	F7	B7	77	37
+ =	D8	98	58	18	< , Б	F8	B8	78	38
Q Й	D9	99	59	19	> . Ю	F9	B9	79	39
W Ц	DA	9A	5A	1A	? /	FA	BA	7A	3A
E У	DB	9B	5B	1B	} } Ъ	FB	BB	7B	3B
R К	DC	9C	5C	1C	BS	FC	BC	7C	3C
T Е	DD	9D	5D	1D	Tab	FD	BD	7D	3D
Y Н	DE	9E	5E	1E	Space	FE	BE	7E	3E
U Г	DF	9F	5F	1F	Del	FF	BF	7F	3F

Таблица 5

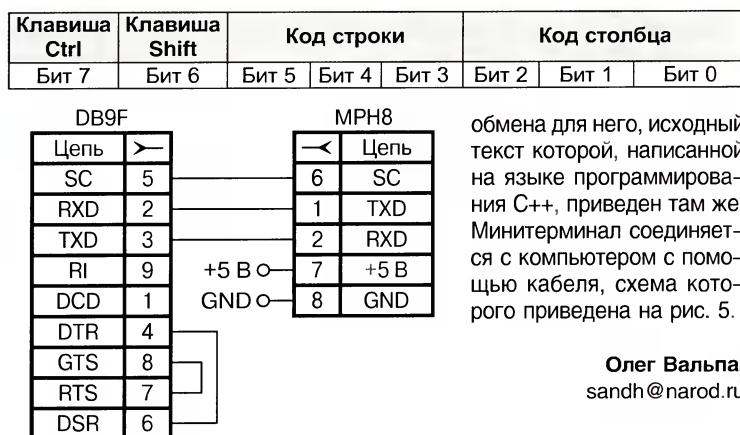


Рис. 5

В качестве примера рабочей программы была написана тестовая программа для данного минитерминала. Полный исходный текст программы на языке ассемблера приведен на сайте журнала www.dian.ru. Программа снабжена комментариями, которые позволяют легко читать и понимать ее. В качестве тестируемого устройства использовался персональный компьютер типа IBM PC с интерфейсом RS-232 (COM-порт) и несложной программой

**Редакция журнала
«Схемотехника»**
приглашает авторов
к сотрудничеству

По всем вопросам обращаться:
e-mail: editor@dian.ru
телефон: (095) 777-1215

Гонорары выплачиваются
авторам, проживающим
на территории СНГ

электроника в быту

Терморегулятор на микросхеме КР1182ПМ1

Проживая в сельской местности, мне часто приходится иметь дело с различными инкубаторами, сделанными из подручных материалов, некоторые из которых были изготовлены или доработаны мной самим. В большинстве из них в качестве нагревателя используются лампы накаливания, которые здесь еще можно купить, в отличие от всего прочего. К сожалению, некоторые лампы стараются перегореть так, чтобы «выскочили» предохранители, попутно повреждая элементы терморегулятора. Не всегда хороши (и даже совсем не хороши) терморегуляторы инкубаторов «заводского» изготовления, приобретаемые через Посылторг или где попало.

Абсолютное большинство устройств для управления электронагревательными приборами, построенных по различным схемам, работают в ключевом режиме. Если для ТЭНов или мощных резисторов мгновенная подача полного напряжения питания безобидна, то для ламп накаливания такой режим работы крайне неблагоприятен и может спровоцировать не только преждевременное перегорание, но и повреждение элементов регулятора.

Предлагаемое устройство предназначено для автоматического поддержания заданной температуры с точностью не хуже 0,2...0,5 °C в небольших домашних инкубаторах, аквариумах, погребах, жилых комнатах и т. д. Мощность подключаемых к нему нагревателей может достигать 1000 Вт, но с установкой более мощного симистора может быть увеличена.

Как и другие аналогичные устройства, эта конструкция также работает в ключевом

режиме. Отличие заключается в том, что в момент включения переменное напряжение на нагрузку подается с постепенным нарастанием. Также плавно оно убывает и при отключении питания нагрузки. Задержка полного включения/отключения составляет 0,2...0,5 с, что вполне достаточно для защиты обычных ламп. Попутно можно заметить, что использование ламп накаливания в качестве нагревателей имеет такие преимущества, как доступность, дешевизна, пожаробезопасность.

«Сердце» устройства, принципиальная схема которого приведена на рис. 1, — микросхема КР1182ПМ1, представляющая собой фазовый регулятор мощности. Она предназначена для работы в цепи переменного тока напряжением 220 В и способна управлять нагрузкой мощностью до 150 Вт без установки внешнего симистора [1, 2]. В качестве выносного термодатчика использованы два точечных германиевых диода, включенных в обратном направлении. Такое решение позволяет обойтись без дефицитных высокоомных терморезисторов и несколько упрощает и без того довольно простую схему терморегулятора.

После подачи напряжения питания загорается индикатор включения на двупо-

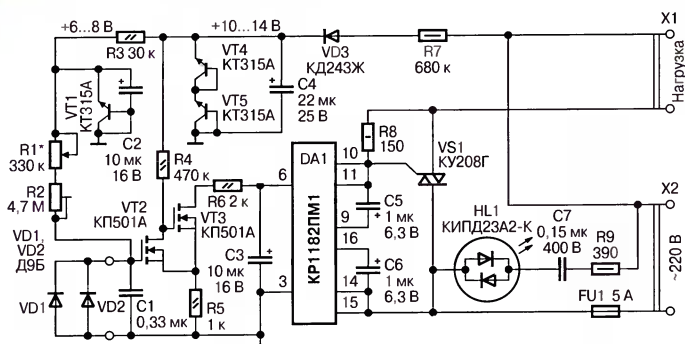


Рис. 1

лярном светодиоде HL1. Так как конденсатор C3 разряжен, напряжение питания на нагрузку в этот момент не подается. Процесс зарядки конденсаторов фильтра до рабочего напряжения питания C2, C4 длится несколько секунд, после чего устройство входит в нормальный рабочий режим.

Узел управления микросхемой DA1 выполнен на полевых транзисторах VT2, VT3. Он питается выпрямленным напряжением, стабилизированным двумя параметрическими стабилизаторами, которые построены на биполярных транзисторах VT1, VT4 и VT5, работающих в микрооточном режиме обратимого пробоя эмиттерного перехода. Следует отметить, что замена этих транзисторов обычными стабилитронами резко ухудшает стабильность питающих напряжений.

Термодатчик на диодах VD1, VD2 получает питание от параметрического стабилизатора, выполненного на элементах R3, C2, VT1. С увеличением температуры диодов VD1, VD2 напряжение затвор-исток транзистора VT2 падает. Когда оно становится ниже порогового напряжения VT2, этот транзистор закрывается, а VT3 открывается и шунтирует конденсатор C3, в результате питание нагрузки отключается.

Когда датчик охлаждается, VT2 открывается, VT3 закрывается, конденсатор C3 плавно заряжается от внутреннего источника стабильного тока DA1, питание нагрузки постепенно включается.

Заданная температура устанавливается регулировкой резисторов R1, R2. Чем больше их общее сопротивление, тем при меньшей температуре датчика будет включаться питание нагревателей.

Полевые транзисторы включены как триггер Шмитта с небольшой петлей гистерезиса (30...40 мВ). Благодаря высокой крутизне их характеристик можно вообще обойтись без резистора положительной обратной связи R5, но тогда переходный процесс при включении и выключении нагрузки будет растягиваться на более длительные промежутки времени (до единиц-десятков секунд), в которые автомат может стать источником интенсивных помех, что может потребовать установки сетевого LC-фильтра.

Постоянные резисторы можно взять C1-4, C2-23, МЛТ соответствующей мощности. Переменный резистор R1 подойдет СП4-2М, СП3-30а или другой с надежным контактом ползунка (без «шороха»). Подстроечный резистор R2 —

ственные танталовые или ниобиевые серий K52, K53. Конденсаторы C1, C7 — пленочные K73-17, K73-16, K73-24.

Диоды термодатчика VD1, VD2 — любые германиевые серий D2, D9, D18, предпочтительнее низковольтные. Высоковольтный выпрямительный диод VD3 можно заменить на КД209А—Г, КД221В, Г, КД105Б—Г, 1N4004—1N4007. Светодиод HL1 можно взять любой двукристалльный со встречно-параллельным включением светодиодов, например L-57EGW, L-117EGW, серий КИПД23, КИПД41, КИПД45.

Биполярные транзисторы можно взять любые серий KT315, KT3102, SS9014, полевые — любые из серии КП501. При этом транзистор VT2 желательно подобрать с пороговым напряжением 2...3 В (рис. 2). Транзисторов серии КП501, удовлетворяющих этому требованию, с индексом А значительно больше.

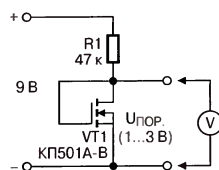


Рис. 2

Симистор VS1 можно заменить на КУ208Д1, более мощные унифицированные ТС112-10-4, ТС112-16-4, ТС122-25-6 или аналогичные импортные на напряжение не менее 400 В и ток, соответствующий нагрузке. Желательно не экономить на площади теплоотвода (не менее 500 см² при работе с нагрузкой 1000 Вт), так как с ростом температуры снижается надежность симистора и ускоряется его старение.

При настройке терморегулятора следует иметь в виду, что от номинала резистора R1 зависит диапазон установки температуры. Если нужно его расширить, то R1 берется большего сопротивления.

Термодатчик на германиевых диодах в этой конструкции хорошо работает при температурах 15...50 °С. Для более низких температур число параллельно включенных диодов нужно увеличить до 4...6. Так как эти диоды, работая в микрооточном режиме, заметно реагируют на свет, их необходимо закрасить черной краской или обернуть одним-двумя слоями черной упаковочной фотобумаги. При варианте исполнения датчика, когда оба диода спаяны вплотную один к другому и завернуты в один слой светонепроница-

емой бумаги, автомат реагирует на боковое приближение ладони к датчику на расстояние 10 мм в течение 15...30 с (при комнатной температуре 25 °С). Диоды датчика могут быть установлены внутри контролируемой среды как вместе, так и отдельно. При линии связи более 50 см желательно использовать экранированный провод. При установке датчика в аквариуме или в помещениях с повышенной влажностью диоды и часть соединительного шнура размещают в тонкой запаянной стеклянной трубке. Для аквариума можно также порекомендовать приклеить датчик к боковой стенке с внешней стороны аквариума, уменьшив влияние воздушной среды кусочком пенопласта или каплей монтажной пены.

Также нужно предусмотреть защиту датчика от парового конденсата. Естественно, что при такой установке датчика точность поддержания температуры внутри аквариума немного снижается.

В некоторых случаях, например для инкубации яиц, нужно иметь два температурных диапазона: 37,5...38,5 °С для инкубации и 28...30 °С для «закаливания» зародышей и молодняка. В таком варианте монтируют две цепочки резисторов R1, R2, которые при необходимости переключают.

Если в качестве нагревателя будут использованы мощные галогенные лампы на 220 В 1000 Вт, емкость конденсатора C3 нужно увеличить до 22...47 мкФ, так как спираль таких ламп обладает большой тепловой инерцией.

При необходимости параллельно выводу разьема для подключения нагрузки можно установить световой индикатор, аналогичный HL1, C7, R9, увеличив сопротивление токоограничительного резистора до 1 кОм.

При настройке и эксплуатации этого устройства следует помнить, что все его элементы находятся под напряжением сети, и соблюдать необходимые меры осторожности. Переменный резистор недопустимо непосредственно закреплять на металлическом корпусе терморегулятора, а на его вал следует одеть ручку из изоляционного материала.

Андрей Бутов,
editor@dian.ru

Литература:

1. И. Кольцов. Микросхема фазового регулятора KP1182PM1. — Схемотехника, 2001, № 10, стр. 51—53.
2. А. Немич. Микросхема KP1182PM1 — фазовый регулятор мощности. — Радио, 1999, № 7, стр. 44—46.
3. А. Бутов. Акустическое реле. — Схемотехника, 2002, № 3, стр. 2, 3.

Часы с будильником — шахматные часы

В настоящее время в продаже имеется множество электронных часов с различными функциями. Однако шахматных часов нет, поэтому шахматисты вынуждены пользоваться механическими конструкциями советских времен. Эта разработка должна восполнить имеющийся пробел.

Шахматные часы сделаны на основе часов с будильником [1] и имеют восемь разрядов индикации (2×4). В режиме часов светятся четыре правых разряда, а в режимах установки и шахмат — все восемь.

Варианты длительности времени игры можно записать в энергонезависимую память и считывать необходимое значение перед началом игры. Предусмотрена раздельная установка времени правых и левых часов в режиме шахмат (в дальнейшем для упрощения будем писать правых и левых шахмат). Часы можно использовать также как таймер с двойным отсчетом — сначала использовать время правых часов, а затем — левых.

Часы обладают следующими возможностями:

- работа в режиме часов с индикацией часов и минут в четырех правых разрядах;
- работа в режиме часов с будильником;
- ручная установка часов по сигналам точного времени;
- резервное питание;
- выход включения звонка, который можно также использовать для включения сильноточной нагрузки;
- работа в режиме шахмат с восьмиразрядной индикацией;
- общая установка правых и левых шахмат до значения 129 минут;
- раздельная установка правых и левых шахмат (для дачи «форы»);
- запись во Flash-память 64 значений времени игры;
- выборка из памяти любого записанного значения времени игры;
- звуковая сигнализация окончания времени игры.

Часы построены на микроконтроллере PIC16F84A, имеющем небольшие размеры, малое потребление и хорошие функциональные возможности. Программу нетрудно перевести на однократно программируемые микроконтроллеры, которые имеют прерывания по переполнению таймера (TMR0) и входу. Алгоритм работы программы приведен на рис. 1.

После инициализации программы включается делитель с коэффициентом деления 32 и таймер с коэффициентом деления 256. Таким образом, общий коэффициент деления (с учетом машинного цикла, равного 4) составляет

$$32 \times 256 \times 4 = 32768,$$

и таймер будет переполняться каждую секунду. По переполнению таймера происходит прерывание работы программы. Все определения нажатых кнопок установки и работы происходят во время прерывания.

После окончания прерывания включается индикация. При этом индикация перегружена условиями на выбор разряда мигания и установкой запятой, поэтому восемь разрядов индикатора светятся с заметным мерцанием (частота около 30 Гц). В режиме часов работает четыре разряда индикаторов, частота индикации увеличивается до 40 Гц, и мерцания не наблюдается. Чтобы избежать мерцания индикатора при работе в режиме шахмат, существует еще

одна программа индикации без дополнительных условий переходов.

Все программы установок заканчиваются после восстановления значений регистров после прерывания. Эти связи в алгоритме работы программы не показаны. Кроме того, не показано, что все установки и включения происходят после нажатия кнопки «Установка». В режиме индикации нажатия кнопки «Установка» не требуется, и индикация возникает после выбора соответствующего режима и разряда.

На рис. 2 приведена принципиальная схема часов. Выводы микроконтроллера DD2 RB0—RB6 используются для индикации сегментов девятиразрядного индикатора HG1. Во время прерывания выводы RB0—RB3 работают как входы для опроса состояния кнопок установки. Вывод RB7 используется как вход с прерыванием для постоянного считывания положения кнопки запуска правых или левых шахмат. На выводах RA0—RA3 появляется двоично-десятичный код для выбора одного из общих катодов знакомест индикатора HG1. Этот код преобразуется в позиционный дешифратором DD1. В индикаторе из де-

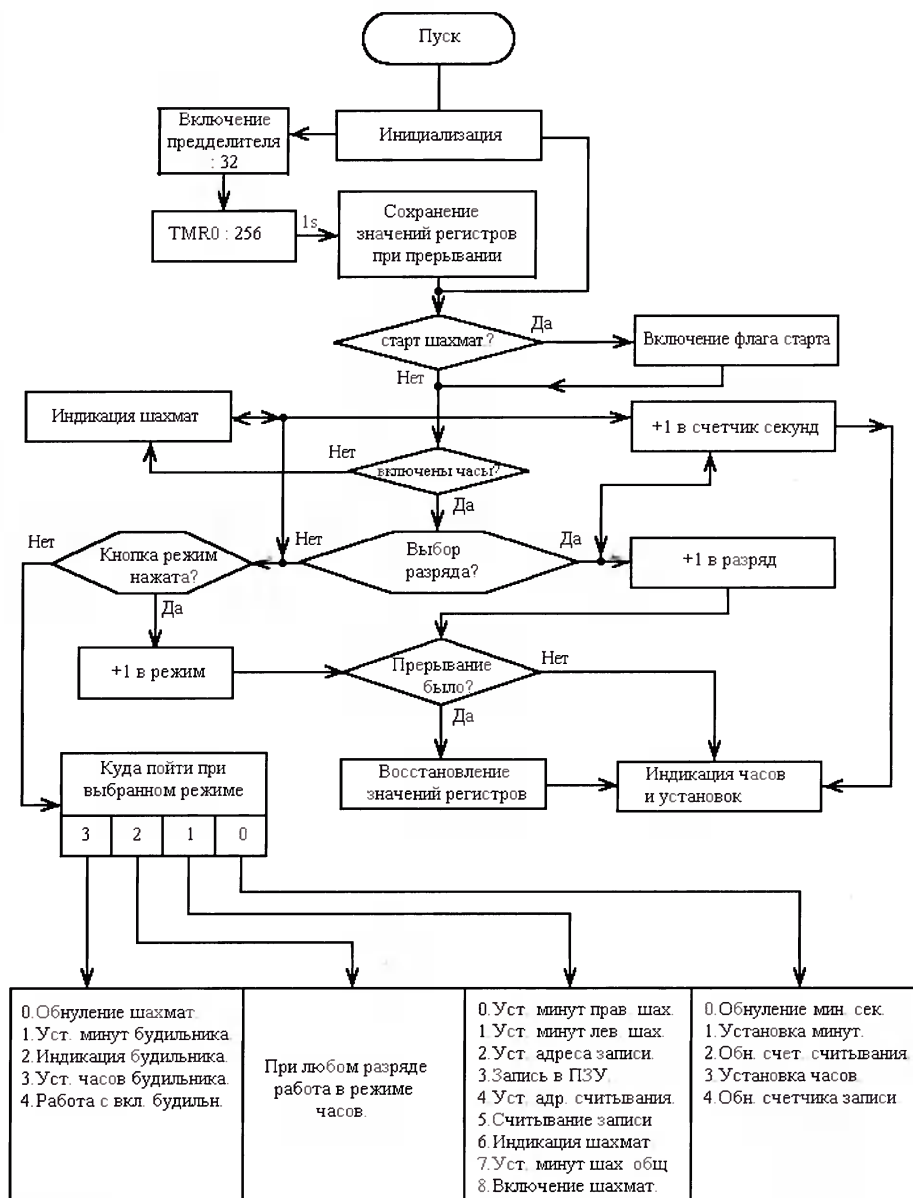


Рис. 1

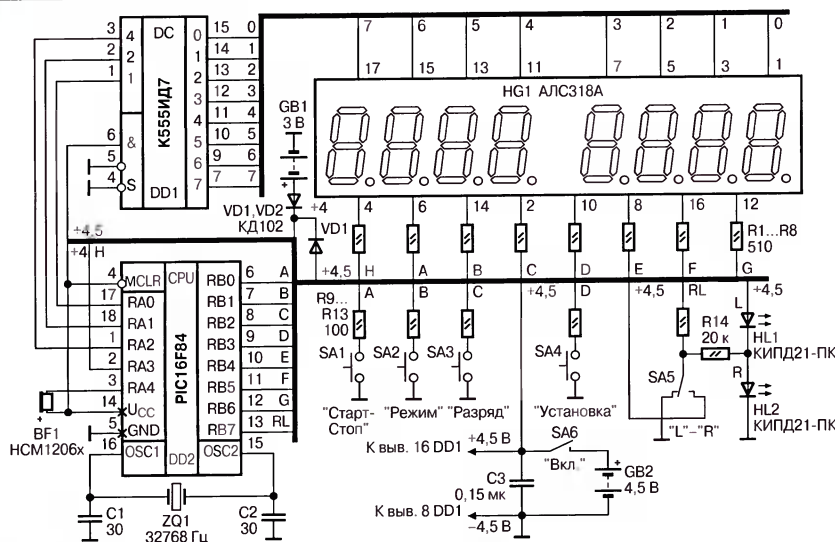


Рис. 2

вяти знакомест используются четыре правых и четыре левых. Вывод RA3 служит для индикации запятой. На выводе RA4 формируется уровень логического нуля для срабатывания звукового сигнала. Этот вывод можно применить для включения сильноточной нагрузки по сигналу будильника, естественно, используя соответствующий узел включения с самоблокировкой. Используемый звуковой излучатель HCM1206x имеет встроенный генератор с частотой около 2 кГц, поэтому управление им упрощается до подачи напряжения на выводы излучателя.

Светодиоды HL1, HL2 индицируют переключение правых и левых шахмат и устанавливаются возле соответствующих групп цифровых индикаторов.

Назначение кнопок управления:

«Старт-стоп» (SA1) — кнопка пуска и остановки работы шахмат;

«Режим» (SA2) — кнопка выбора режима работы;

«Разряд» (SA3) — кнопка выбора разряда установки;

«Установка» (SA4) — кнопка установки выбранного значения;

«R-L» (SA5) — кнопка переключения правых-левых шахмат.

Выбор режима установки индицируется запятой в четырех правых разрядах. Выбор разряда индицируется миганием соответствующего разряда с частотой 2...3 Гц. При нажатии кнопок сегменты, к выводам которых подключены кнопки, светятся с меньшей яркостью.

Выполняемые часами функции при выборе режима и разряда показаны в нижней части рис. 1. После включения питания устанавливается индикация правых разрядов с режимом «0» и разрядом «1». Это, согласно алгоритму, соответствует установке минут часов. Для перевода часов в режим восьмизначной индикации необходимо переключить запятой на первый разряд или при запятой в нулевом разряде выбрать мигающим второй (четвертый) разряд.

Если поставить запятой во второй разряд, индикация переключится на четыре разряда в режим часов при любом значении мигающего разряда. При выбран-

ном режиме работы в третьем разряде происходит работа и установка будильника. Звуковой сигнал, сработавший в режиме будильника, отключается переводом запятой в нулевой разряд нажатием кнопки «Режим». При этом включатся восемь разрядов установки, но дальнейший перевод запятой до второго разряда приводит к включению четырех разрядов режима часов. На следующий день будильник сработает в то же время, если выбрать режим работы часов с будильником.

В режиме первого разряда часы индицируют все, что касается шахмат. Если произведена раздельная установка правых и левых шахмат, то переходить в режим включения шахмат необходимо, не отпуская кнопку разряда. Режим включения шахмат произойдет при выводе мигающего разряда за пределы индикации в восьмой фиктивный разряд. Для перехода работы от установки к шахматам необходимо нажать кнопку «Установка». На табло появятся выбранные значения минут и запятые во всех разрядах. Запятые свидетельствуют о том, что часы готовы к пуску шахмат. При нажатии на кнопку «Старт-стоп» на одну секунду запятые исчезнут, и шахматные часы пойдут в режим вычитания. Периодичность появления запятых при длительном удержании кнопки — 2 с. Далее, нажимая кнопку «R-L», переключают работу часов. В следующую секунду после появления нулей на каких-либо часах шахмат включится звуковая сигнализация. Звуковой сигнал выключится после нажатия кнопки «Старт-стоп». Далее нажимают кнопку «Установка», и часы переходят в режим работы часов. Следующий цикл шахмат можно повторить после установки значений времени игры. Если часы используются в режиме таймера, то после выключения звукового сигнала необходимо нажать кнопку «R-L» и снова запустить шахматы.

Индикация на табло при выбранном первом режиме установки:

Разряд

0 — минуты правых шахмат	__ 00 __ 30
1 — минуты левых шахмат	25 __ __ 30
2 — адрес записи	__ 01 __ 30
3 — запись в ПЗУ	__ 01 __ 30
4 — адрес считывания	__ 00 __ 01
5 — считывание	30 __ __ 01
6 — индикация	25 00 30 00
7 — установка	01 00 01 00
8 — включение шахмат	01 00 01 00

В режиме записи в память необходимо нажать кнопку «Установка» и удерживать ее не менее одной секунды. Результат записи желательно сразу проверить и записать на бумаге. В память записывается значение правых шахмат. При общей установке записанное значение переписывается в правые и левые шахматы. При установке десятков минут игры более 9 на индикаторе в разряде десятков будут светиться:

- нижняя черта (сегмент d), что соответствует значению 10;
- нижняя и средняя черта (d, g), что соответствует значению 11;
- нижняя, средняя и верхняя черта (a, d, g), что соответствует значению 12.

Если изменить значения сегментов в программе до максимально возможного числа 15, можно обеспечить максимальную длительность игры до 159 минут.

Кнопку SA5 можно заменить более привычными для шахматистов двумя кнопками с зависимым включением типа П2К.

На рис. 3 и 4 изображены печатная плата и расположение элементов часов.

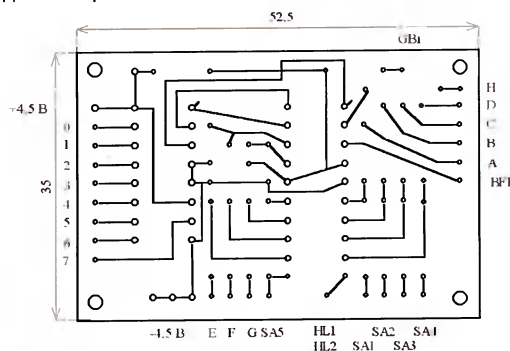


Рис. 3

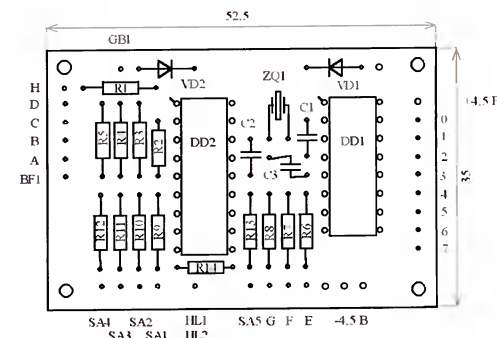


Рис. 4

Корпус часов склеен из пластмассы и имеет размеры 70×65×40 мм. Размер корпуса определен плоской батареей 3R12. Часы сделаны переносными для возможной игры на скамейке или в дороге. Такие часы в режиме шахмат потребляют ток 23 мА, что хорошо согласуется с емкостью батареи. В режиме резервного питания

Таблица 1

: 020000040000FA	: 1002B00003195B297129B1017129AE03FF302E02A8
: 020000000528D1	: 1002C0000319632987290311B0080319092A3B3050
: 080008001A2A8316043081005E	: 1002D000AE00B003FF30300203196F298729B00147
: 10001000A0308B00003085008F3086008312B20143	: 1002E00087292F08A6000F222708940028089500C8
: 100020008101A801AC01AD01AE01B001AF01B10185	: 1002F000A701A8013108A6000F22270896002808A8
: 100030009001910192019301980199019A019B010C	: 100300009700A701A8013217B21E8729F2282E08EC
: 100040009401950196019701A801A7019D01A101C5	: 10031000A6000F222708980028089900A701A80125
: 100050009E01A301A201B301B4010130A000061C5E	: 100320003008A6000F2227089A0028089B00A70182
: 100060003820B21A3628861C8B2840288022432943	: 10033000A8013217F2288B17B21AA029B21DBA29C8
: 100070009E0A1E18B2161E1CB2123210321308004D	: 100340009C0114309F0032181C12321C1C161F080E
: 10008000802206194928A00A2008093C03194F2894	: 1003500084000008512086001C0885001C12B21E73
: 10009000F2281D0882075F286A2875288028A00199	: 100360008515B21A85119F0A9C0A08301C020318D1
: 1000A000F2288207BF348634DB34CF34E634ED34B3	: 100370009B29A329B21A9B29B2199B29321BC32995
: 1000B000FD348734FF34EF348834C834C934200821	: 1003800010309F00C52914309F008B179C011C085A
: 1000C0008207A328D4289328D9289728F228F22831	: 100390002002031DD829A10A05302102031CD829F7
: 1000D000F228F2282008820713292B29472A312ADF	: 1003A0000A302102031DD629A101D8293215D929E5
: 1000E0005B2A6F2AFC28F528E92820088207E428E3	: 1003B00032111C081D02031DDE29321632181C12D0
: 1000F000E428E428E428E428E428E428E428A0	: 1003C000321C1C161F08840000085120321980308E
: 10010000200882079C28A928CF28B328C228F228D3	: 1003D00086001C088500321A8515321E85113212DE
: 10011000F228F228F22880229D0A1D08043C031DC3	: 1003E0001C129F0A9C0A321BF929B21AF929B21D64
: 10012000F2289D01F2288619642AA301642A32105C	: 1003F000FE2908301C020318BA29C72904301C0240
: 100130008619502AA201502A8619F228AE01AF0171	: 100400000319BA29C729B21EF2283214AF01B1016B
: 10014000B001B101FC288619E428AB01AC01DE2026	: 100410007129B21EF2283214AE01B00187290A30C8
: 10015000F2288619CF28B30A3C3033020319BE2097	: 100420000314A602031C162AA80A102A26080A3E4C
: 1001600033088D22F22803118619CF28B40A1830DB	: 10043000A7000800A4000308A5000408A9000030D4
: 1001700034020319C02034089F22F228B30108007A	: 10044000860083168F30860083122F288316803013
: 10018000B40108002D0834020319C728E4282C08FC	: 10045000860083120B1125088300290884002408D4
: 1001900033020319CD283210E4283214E42833083E	: 10046000090032178619F22822088900310888000D
: 1001A0008D2234089F22F2288619F2288722E12026	: 100470008B138316081555308900AA30890088141B
: 1001B000F2288619F2289922D20F2282C088D22B6	: 10048000081E402A0B130812081183121A29861914
: 1001C00008002D089F220800B2113213DE20E12022	: 10049000502AA20A2208403C03194F2A502AA201DE
: 1001D000F2288619F2283213B21D0F208B211E42851	: 1004A000321722088D2210089800110899000A308E
: 1001E000B21571290B19262ABA298619FC28B10AD9	: 1004B0009A009B00F2288619642AA30A403023027E
: 1001F00082303102031910293108B000A6000F2205	: 1004C0000319632A642AA301321723089F22120802
: 1002000027089A00960028089B00970098019901FA	: 1004D0009400130895000A3096009700F2288619B8
: 1002100094019501AE01AF01A701A8013217F228A0	: 1004E000F22823088900831608148312FF300802BB
: 10022000B101B001FC2886191A29B10A82303102C5	: 1004F00003197E2A0808B100B000322900307B2A97
: 10023000031929293108A6000F222708940028084D	: 100500002B08C53E0319862AAB0A0800AB01C2084C
: 1002400095000A3096009700A0E01A701A801321769	: 10051000C53E0319962AAC0A2C08A6000F2227080C
: 10025000F228B1011A2986193229B00A82303002F7	: 10052000900028089100A801A7010800AC019001E3
: 10026000031941293008A6000F2227089A00280800	: 1005300091012D08E93E0319A82AAD0A2D08A6004D
: 100270009B000A3099009800AF01A701A80132172E	: 100540000F222708920028089300A801A70108009D
: 10028000F228B0013229B21E7129861F4929861B26	: 08055000AD0192019301F228B4
: 100290005D29AF03FF302F0203194F297129031184	: 02400E00F03F81
: 1002A000B1080319032A3B30AF00B103FF3031021C	: 00000001FF

часы потребляют ток 0,15 мА, поэтому для резервного питания можно применить миниатюрные дисковые элементы. При срабатывании будильника в режиме резервного питания потребляемый ток увеличивается до 4,5 мА, поэтому желательно быстрее отключить сигнал. Поскольку индикации в

этом режиме нет, отключить сигнал можно кратковременным нажатием кнопки «Режим».

В табл. 1 приведен .hex файл программы часов. Файл .asm можно взять на сайте журнала www.dian.ru или на странице автора www.radic.newmail.ru.

Николай Заец,
saes@mail.ru

Литература:

1. Н. Заец. Часы на PIC-контроллере. — Схемотехника, 2002, № 8, с. 46, 47.
2. К. Тавернье. PIC-микроконтроллеры. Практика применения. — М.: ДМК, 2002.

Новости

ЗАО «НТЦ СИТ» сообщает о начале серийного производства микросхемы K1156EP1 — прямого аналога микросхемы AP432 фирмы Analog Technology Inc.

Микросхема K1156EP1 представляет собой трехвыводной регулируемый прецизионный параллельный стабилизатор с гарантируемой температурной стабильностью.

Микросхема работоспособна в диапазоне температур -40...+85 °С и предназначена для электронных блоков автотранспорта, а также для

промышленных и других областей применения.

Микросхема обладает следующими техническими характеристиками:

- опорное напряжение — 1,24 В ±1%;
- рабочий ток — до 200 мА;
- динамический импеданс — 0,2 Ом;
- минимальный рабочий ток — 150 мкА;
- низкий выходной шум.

Предусмотрена возможность установки любого значения выходного напряжения в диапазоне 1,24...20 В с помощью двух внешних резисторов. Микросхема идеально подходит для замены стабилитронов в различных областях применения.

Микросхема выпускается в двух вариантах корпусов: ТО-92 (КТ-26) для объемного монтажа и SOT-89 (КТ-47) для поверхностного монтажа.

С полным описанием микросхемы можно ознакомиться в разделе новостей сайта предприятия или получить его по запросу по электронной почте.

Россия, 241037, г. Брянск, а/я 2.
Тел.: (0832) 41-48-80,
факс: (0832) 41-42-49,
E-mail: root@sit.bryansk.ru
<http://www.bryansk.ru/sit>

Светозвуковой информатор состояния телефонной линии

Устройство сигнализирует о занятости телефонной линии вспышками светодиода и короткими звуковыми сигналами, отличается крайне малым током потребления, как в дежурном режиме, так и при активизации, и построено на доступной элементной базе.

Во многих квартирах, офисах, производственных помещениях на одной проводной телефонной линии параллельно установлено два и более телефонных аппарата. Одновременное использование их разными людьми ведет к некоторым неудобствам, так как о том, занята линия или свободна, не всегда известно.

Чтобы иметь точную информацию о текущем состоянии абонентской телефонной линии, желательно смонтировать соответствующий сигнализатор. Предлагаемый ранее в различной литературе устройства обычно потребляют от телефонной линии относительно большой ток как в дежурном режиме, так и в режиме сигнализации, что не только ощутимо нагружает линию со всеми вытекающими последствиями, но и ограничивает до 2–3 штук число установленных на одной линии сигнализаторов.

Некоторые современные многофункциональные телефонные аппараты отображают текущее состояние линии на светодиодном или ЖКИ дисплее условным символом. Такое техническое решение можно признать удобным только для изготовителей, так как обладатели таких аппаратов редко обращают внимание на информацию на дисплее, а несведущие в технике люди (а их большинство) просто игнорируют.

Учитывая все сказанное выше, автором этой статьи был разработан светозвуковой информатор состояния телефонной линии, потребляющий в дежурном режиме ток не более 10 мкА. В режиме сигнализации это устройство большую часть времени потребляет ток не более 50 мкА. Устройство не оказывает влияния на линию при наборе номера и при поступлении вызывного сигнала не ухудшает качество работы факса, модема и АОНа.

Принципиальная схема сигнализатора приведена на рис. 1. В этом варианте исполнения устройство предназначено для установки в корпус телефонного аппарата. Геркон SF1 со свободным разомкнутым контактом должен быть замкнут, когда разговорная трубка уложена на телефонный аппарат (ТА). Необходимый для работы геркона постоянный магнит может быть установлен в трубке (если там нет аналогичного магнита) или приклеен к толкателю рычажного переключателя. Это позволяет отключить сигнализатор от линии, когда разговор ведется со «своего» телефона.

Работает устройство следующим образом. Если ни по одному из параллельно подключенных телефонов не разговаривают, напряжение линии составляет около 60 В, следовательно, на вывод затвора транзистора VT3 через резистор R4 и транзисторы VT1, VT2 будет подано напряжение около 3 В, что больше порогового напряжения этого транзистора. Низкое сопротивление открытого канала транзистора VT3 шунтирует цепь затвора истокового повторителя на VT4. Канал транзистора VT4 закрыт. Одновременно через резистор R5 на входы 1 и 6 микросхемы DD1 поступает напряжение низкого логического уровня. При снятии трубки на параллельном телефоне напряжение в линии падает до 8...20 В, ток в цепи резистора R4 падает почти до нуля, напряжение на выводе затвора VT3 становится меньше порогового и он закрывается. Разблокируется цепь затвора VT4, конденсатор C4 заряжается через резистор R6 до напряжения 7...10 В, которое ограничивается транзистором VT5, работающим как аналог микромощного стабилизатора. На выводе истока VT4 появляется напряжение примерно на 1...1,5 В меньше, чем на его затворе. Одновременно через резистор R5 на входы DD1.1, DD1.4 поступает напряжение высокого логического уровня. Низкочастотный генератор импульсов на DD1.1—DD1.3 запускается, вместе с этим активизируется и работа DD1.4.

Импульсы с выхода генератора поступают на четырехразрядный счетчик DD2.1. Когда на всех его выходах 3—6 установится лог. 1, на выходе DD3.1 появится лог. 0, светодиод выдаст короткую вспышку. Таким образом, светодиод HL1 вспышкивает примерно каждые 1,5 с.

С выхода DD3.1 импульсы частотой менее 1 Гц поступают на вход СР двоичного счетчика DD2.2. И вновь, когда на всех выходах DD2.2 установится лог. 1 (примерно 1 раз каждые 25 с), на выходе DD3.2 появится лог. 0, что приведет к включению пьезокерамического излучателя звука со встроенным генератором BF1.

На интегрирующей цепочке R8C6 и логическом элементе DD1.4 собран узел сброса счетчиков, который не только ограничивает продолжительность звукового сигнала до 0,3 с, но и производит сброс счетчиков при поднятии трубки. Короткий, не очень часто следующий тональный звуковой сигнал не вызывает неудобств окружающим, но в достаточной степени информирует о занятости телефонной линии, освобождая от периодического поглядывания на светодиод.

Транзисторы VT1, VT2 работают как микромощный стабилитрон с рабочим напряжением 10...20 В. Резистор R5 предотвращает шунтирование стабилитрона на VT4 защитными диодами микросхемы DD1.

Во время набора номера вызываемого абонента или при поступлении сигнала вызова напряжения на затворе VT3 достаточно для удержания этого транзистора в открытом состоянии, поэтому сигнализатор не оказывает никакого отрицательного влияния на качество работы телефонной линии.

Резисторы можно применить C1–4, МЛТ, C2–23 на мощность 0,05...0,25 Вт или аналогичные импортные. Оксидный конденсатор C5 должен быть с низким током утечки, предпочтительнее импортный, например фирм Philips, Rubycon. Остальные конденсаторы можно использовать К10–17, КМ–6, К73–17, К73–24.

Диодный мост VD1 — КЦ407А, W04М, RB154, четыре диода КД102Б, КД243В—Ж, 1N4003—1N4007 в мостовом включении. Биполярные транзисторы подойдут любые кремниевые n–p–n из серий КТ315, КТ3102, КТ342, КТ373. Полевые n–канальные высоковольтные транзисторы КП501В можно заменить на КП501А, КП501Б, KP1014KT1A, В (рис. 3), при этом VT4 желательно подобрать с возможно меньшим пороговым открывающим напряжением затвор–исток.

Микросхемы можно заменить соответствующими из серий KP1561, K564 или импортными: DD1 — CD4011, DD2 — CD4520AE, DD3 — CD4012. С сохранением логики работы устройства можно устанавливать и другие КМОП микросхемы рекомендуемых серий.

Светодиод HL1 желательно взять красного свечения, с высокой светоотдачей, например серий КИПД36, L–1513, L–1503. Излучатель звука — любого типа со встроенным генератором

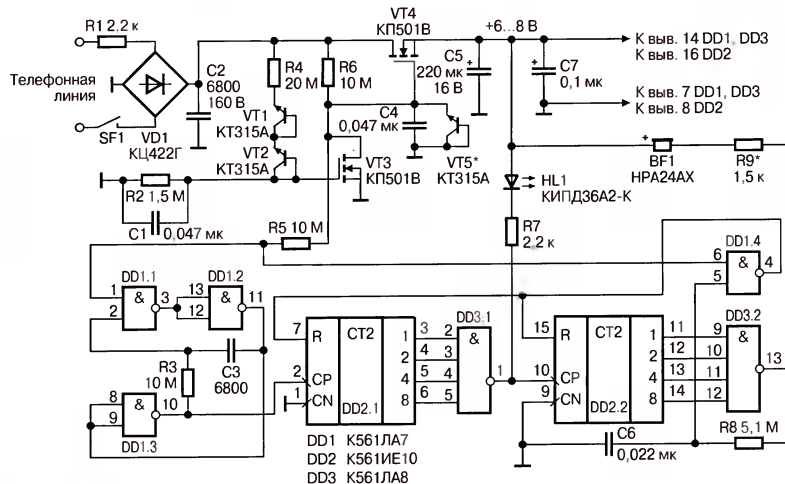


Рис. 1

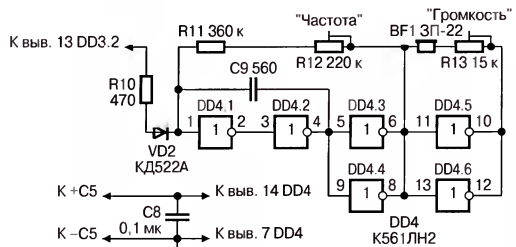


Рис. 2

на напряжение питания не менее 10 В, жепотребляющий ток не более 1,5 мА при напряжении 2 В. При невозможности приобрести такой прибор его можно заменить узлом, собранным по схеме на рис. 2.

Геркон использован импортный фирмы C.P.Clare. Хорошо будут работать и чувствительные миниатюрные герконы от старых компьютерных клавиатур отечественного

производства. Геркон можно заменить и обычной контактной группой.

Первое включение сигнализатора необходимо производить от блока питания с регулируемым выходным напряжением постоянного тока 6...18 В. при настройке следует обязательно проверить работоспособность ключа-стабилизатора на VT4.

К одной телефонной линии подключается до 6 таких устройств. При оснащении несколькими информаторами небольшой квартиры или офиса узел звуковой сигнализации можно смонтировать только в одном-двух аппаратах. Для отключения звукового сигнала в ночное время последовательно с BF1 можно установить кнопку с фиксацией или чувствительный фототранзистор, например, L-51P3C.

При любых перепайках в готовом устройстве следует обязательно отключать от те-

лефонной линии или от блока питания оба провода, что позволит избежать повреждения микросхем и полевых транзисторов.

Андрей Бутов,
editor@dian.ru

Литература:

1. А. Гришин. Световой анализатор телефонной линии. — Радио, 1993, № 5, с. 36.
2. И. Н. Балахничев, А. В. Дрик. Практическая телефония. — М.: ДМК, 2000.
3. А. И. Кизлюк. Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов зарубежного и отечественного производства. — М.: Антелком, 2000.
4. О. Н. Партала. Цифровая электроника. — «Наука и техника», 2000.
5. Ю. А. Виноградов. Радиолобительско-конструктор. — М.: ДМК, 1999.
6. П. Алешин. Звукоизлучатели фирмы «Ningbo Electronics Ltd». — Схемотехника, 2002, № 6, стр. 57, 58.

цифровая техника

Универсальный преобразователь временных интервалов

Автор предлагает интересное устройство для преобразования частоты импульсов в произвольное нецелое число раз.

Данное устройство разрабатывалось автором для конкретного случая еще в конце 80-х годов. При переезде HTSC видеомагнитофона SEARS-30557 (изготовитель — фирма Sanyo) потребовалось разработать умножитель частоты импульсов для цифровой системы авторегулирования этого аппарата. Коэффициент умножения должен был быть равным 625/525, в этом случае удавалось перевести видеомагнитофон на работу из стандарта телевидения 525 строк, 60 полей на стандарт 625 строк, 50 полей. Задача была успешно решена. В результате североамериканский односистемный видеомагнитофон стал работать в системах ПАЛ/СЕКАМ на трех скоростях SP — 23,39 мм/с, LP — 11,7 мм/с и EP — 7,8 мм/с.

Впоследствии ряд других видеомагнитофонов из Японии и США был переделан автором для работы в системах ПАЛ/СЕКАМ (установка преобразователя — далеко не единственная задача, необходимая для достижения цели).

Актуальность проблемы сохраняется и по сей день, особенно для районов Дальнего Востока, где бывшая в употреблении videotехника из Японии стоит очень дешево и не представляет никакого дефицита. Кроме того, оказалось возможным применение устройства не только для умножения частоты импульсов, но и для многих других целей.

Принцип работы преобразователя начнем с рассмотрения его структурной схемы, приведенной на рис. 1 (диаграммы — на рис. 2). В его состав входят формирователь мерных импульсов 1, многоразрядный двоичный счетчик 2, буферный параллельный регистр

памяти 3, реверсивный двоичный счетчик с предварительной установкой 4, кварцевые генераторы 5, 6. Преобразователь включается в разрыв цепи обратной связи системы авторегулирования ведущего вала (CAP BB) видеомагнитофона между выходом усилителя сигнала датчика скорости двигателя и соответствующим входом CAP BB. Из входного сигнала типа меандра формирователь мерных импульсов 1 генерирует короткие импульсы длительности порядка 0,1...0,2 мкс. В моменты прохождения фронтов мерных импульсов происходит считывание информации в виде параллельного кода из счетчика 2 в буферный регистр 3. В моменты спадов мерных импульсов считывание прекращается, счетчик 2 обнуляется и начинается следующий цикл счета, а на выходе регистра 3 фиксируется двоичное число N, соответствующее интервалу между мерными импульсами. Счетчик 4 работает в режиме обратного счета от числа N до 0. В моменты обнуления счетчика 4 одновременно происходит перезапись информации из регистра 3 в буферную память самого счетчика 4, а на его выходе формируются короткие мерные импульсы.

Различие между временными интервалами на входе и выходе преобразователя определяется соотношением частот кварцевых генераторов 5 и 6.

Принципиальная схема одной из реализаций преобра-

зователя временных интервалов приведена на рис. 3. В его состав входят формирователь на транзисторе VT1 и микросхеме DD1.2, формирователь синхронных мерных импульсов на микросхемах DD3, DD5 и триггере DD4.1, 16-разрядный двоичный счетчик на микросхемах DD6—DD9, 16-разрядный параллельный регистр на микросхемах DD10—DD13, 16-разрядный реверсивный счетчик на микросхемах DD14—DD17, устройство блокировки на элементах DD1.1, DD1.3, формирователь выходных импульсов на триггере DD4.2 и генераторы тактовых частот на микросхеме DD2.

Принцип работы устройства заключается в следующем. В течение интервала времени между передними фронтами входных импульсов (рис. 2, а) происходит заполнение 16-разрядного двоичного счетчика DD6—DD9 тактовыми импульсами от кварцевого генератора на инверторе DD2.1 (рис. 2, б). Длительность тактового импульса составляет 0,14 мкс, емкость счетчика — 65536 тактовых импульсов, при этом максимальная длительность входного интервала времени равна 18,3 мс, что соответствует нижней граничной частоте 54,6 Гц. Счет происходит при нулевом напряжении на входе R микросхем DD6—DD9.

Чтобы обеспечить измерение временного интервала N необходимо запоминать длительность межимпульсного интервала в виде двоичного кода в промежуточной памяти. В данном случае ее роль выполняет 16-разрядный параллельный регистр

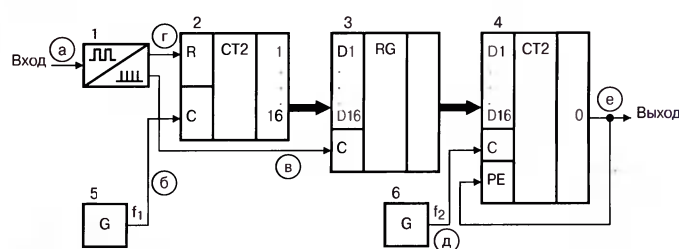


Рис. 1

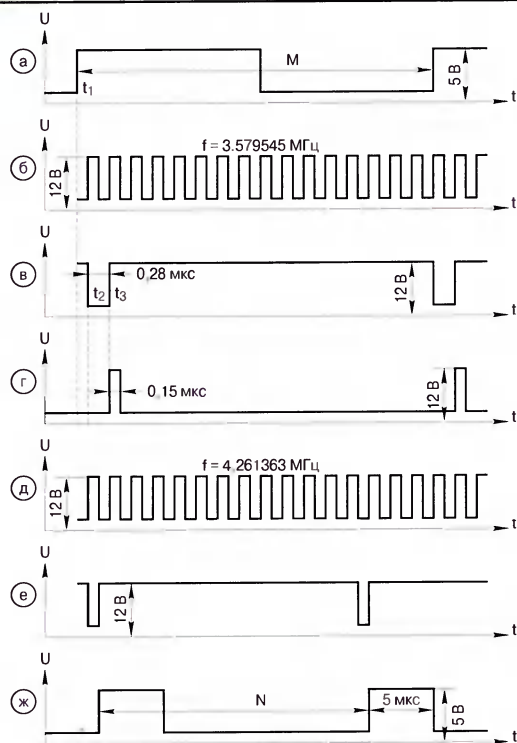


Рис. 2

(DD10—DD13). Процесс записи параллельного двоичного кода с выходов счетчиков (выводы 6, 11, 14, 2 микросхем DD6—DD9) в регистр иллюстрируется диаграммами на рис. 2, а—г. Особо важным условием правильной работы устройства является обеспечение синхронизации входных импульсов и тактовых импульсов записи.

Синхронизацию обеспечивает устройство на микросхемах DD3, DD5 и инверторе DD1.4. Из диаграмм видно, что время прихода фронта входного импульса (t_1), подаваемого через формирователь VT1, DD1.2 на вывод 5 микросхемы DD3 занимает случайное положение относительно времени прихода переднего фронта (t_2) ближайшего тактового импульса. Устройство синхронизации обеспечивает необходимую задержку ($\Delta t = t_2 - t_1$) таким образом, что передний фронт его выходного импульса совпадает во времени с передним фронтом ближайшего тактового импульса (рис. 4, в). Во время действия этого импульса длительностью 0,28 мкс происходит запись выходного кода счетчика (DD6—DD9) в регистр. В этот интервал времени ($\Delta t_{\text{зап}} = t_3 - t_2 = T_{\text{такт}}$) содержимое счетчика не изменяется, так как счет по входу С микросхемы 564IE11 осуществляется по положительному перепаду тактовых импульсов, и информация заносится в регистр без искажений.

В момент времени t_3 счетчик обнуляется импульсом с формирователя DD4.1, подаваемым на входы R микросхем DD6—DD9, и начинается следующий цикл. На выходах регистра (выводы 1, 15, 14, 13 микросхем DD10—DD13) от импульса к импульсу появляется зависящий от длительности интервала между входными импульсами параллельный 16-разрядный код, подаваемый на установочные входы реверсивного счетчика (выводы 4, 12, 13, 3 микросхем DD14—DD17).

Реверсивный счетчик работает в режиме обратного счета с обратной связью между выходом переноса Р и входом S, разрешающем установку. Наличие обратной связи обуславливает непрерывную работу счетчика, поэтому и при отсутствии входных сигналов на входе преобразователя на выходе Р микросхемы DD1 формируются короткие импульсы (рис. 4, е) с максимально низкой частотой следования (полностью используется емкость счетчика).

Заблокировать прохождение выходных импульсов при отсутствии входного сигнала позволяет инвертирующий ключ DD1.1. Открывание ключа происходит только при наличии импульсов с выхода формирователя (вывод 4 элемента DD1.2) через VD1, C12, R8, DD1.3.

Считывание информации из регистра в буферную память самого счетчика происходит в моменты появления импульсов на выходе переноса Р микросхемы DD17. При этом счетчик обнулен, соответствующий импульс с вывода 3 элемента DD1.1 воздействует на входы разрешения установки S микросхем DD14—DD17, и параллельный код числа N из регистра загружается в память реверсивного счетчика, после чего начинается счет в обратном порядке от числа N до 0. Далее процесс повторяется.

Скорость считывания зависит от частоты кварцевого генератора на инверторе DD2.4. Одновибратор на микросхеме DD4.2 увеличивает длительность выходных импульсов преобразователя до 5 мкс (рис. 4, ж).

Коэффициент увеличения или уменьшения длительности интервала преобразования определяется соотношением частот кварцевых генераторов, в данном случае коэффициент уменьшения длительности временных интервалов $K_T = 0.84$ (коэффициент увеличения частоты следования импульсов $K_f = 1.19$). Кварцевый резонатор ZQ1 на частоту поднесущей цветности НТСЦ, используемый в устройстве, имеется во всех видеомагнитофонах этой системы и при их переделке на работу в системах ПАЛ/СЕКАМ оказывается не нужен.

Универсальность преобразователя заключается в следующем: входные импульсы могут быть непериодическими, поскольку преобразуется именно временной меж-импульсный интервал. Для периодических сигналов (например, меандр) преобразователь является умножителем или делителем частоты с произвольным коэффициентом умножения/деления. Коэффициент преобразования может быть изменен путем смены частот кварцевых генераторов.

В небольших пределах коэффициент преобразования может быть изменен путем поддачи лог. 1 на определенные разряды установочных входов счетчиков DD6 и DD14 (младшие разряды). При замене одного из кварцевых генераторов на электронный перестраиваемый можно осуществить частотную модуляцию преобразуемых сигналов по произвольному закону. При установке в случае необходимости на выходе преобразователя делителя частоты на 2 получается ме-

андр, при этом для сохранения коэффициента преобразования нужно вдвое увеличить частоту кварцевого генератора G2 (рис. 1). С увеличением разрядности преобразователя возрастает и максимально достижимое значение длительности выходных временных интервалов, например, при 32 разрядах $T_{\text{макс}} = 19$ мин. Использование более быстродействующих микросхем соответственно увеличивает и рабочий диапазон частот преобразователя. В рассматриваемом варианте работоспособность преобразователя сохраняется в диапазоне частот 60 Гц...1,5 МГц.

Необходимость применения преобразователя может возникнуть в тех случаях, когда имеющееся в наличии конкретное устройство не может быть использовано на практике из-за несоответствия его параметров необходимым пользователю. В частности это характерно для аппаратуры видеозаписи, ввезенной к нам из Японии и Северной Америки. Используемые в ней двигатели бесконтактного тока работают в составе систем авторегулирования (обычно цифровых). Скорости протяжки ленты при этом имеют обычно несколько фиксированных значений и определяются структурой микросхем САР, диаметром ведущего вала и параметрами датчиков скорости двигателей протяжки ленты. Установка преобразователя в разрыв цепи датчика скорости двигателя позволяет фактически изменить его параметры, САР при этом может синхронизироваться на разных, выбранных пользователем скоростях, а аппаратура приобрести новые возможности.

Например, в системах наблюдения за объектами (охранных, технологических и др.) вместо дорогостоящих специализированных устройств можно использовать дешевые бытовые видеомагнитофоны с увеличенным за счет установки преобразователя временем записи. При записи цветного изображения (ПАЛ) реально достижимое время непрерывной записи/воспроизведения на кассете Е-240 составляет 12 часов и 15 часов на кассете Е-300 (неоднократно проверено на практике). При работе с черно-белым изображением время непрерывной записи/воспроизведения может быть увеличено до 24 часов и более.

Преобразователь можно применять для различных устройств привода на основе серийных бесконтактных двигателей постоянного тока от бытовых видеомагнитофонов, их цена за счет массового производства невелика (по одному из прайс-листов 2002 г. двигатель на микросхеме M56730ASP стоит 5,97 долл., на микросхеме LB1807N — 8,93 долл.). При работе таких двигателей в составе цифровых САР на серийных (дешевых) микросхемах обеспечивается чрезвычайно высокая стабильность скорости вращения. Принципиальный недостаток такого решения — фиксированность скоростей и диаметра вала — может быть устранен установкой преобразователя интервалов с произвольно выбранным коэффициентом преобразования. Возможно применение серийных двигателей совместно с преобразователем в качестве таходатчиков с конкретными значениями частоты выходного сигнала в устройствах автоматики.

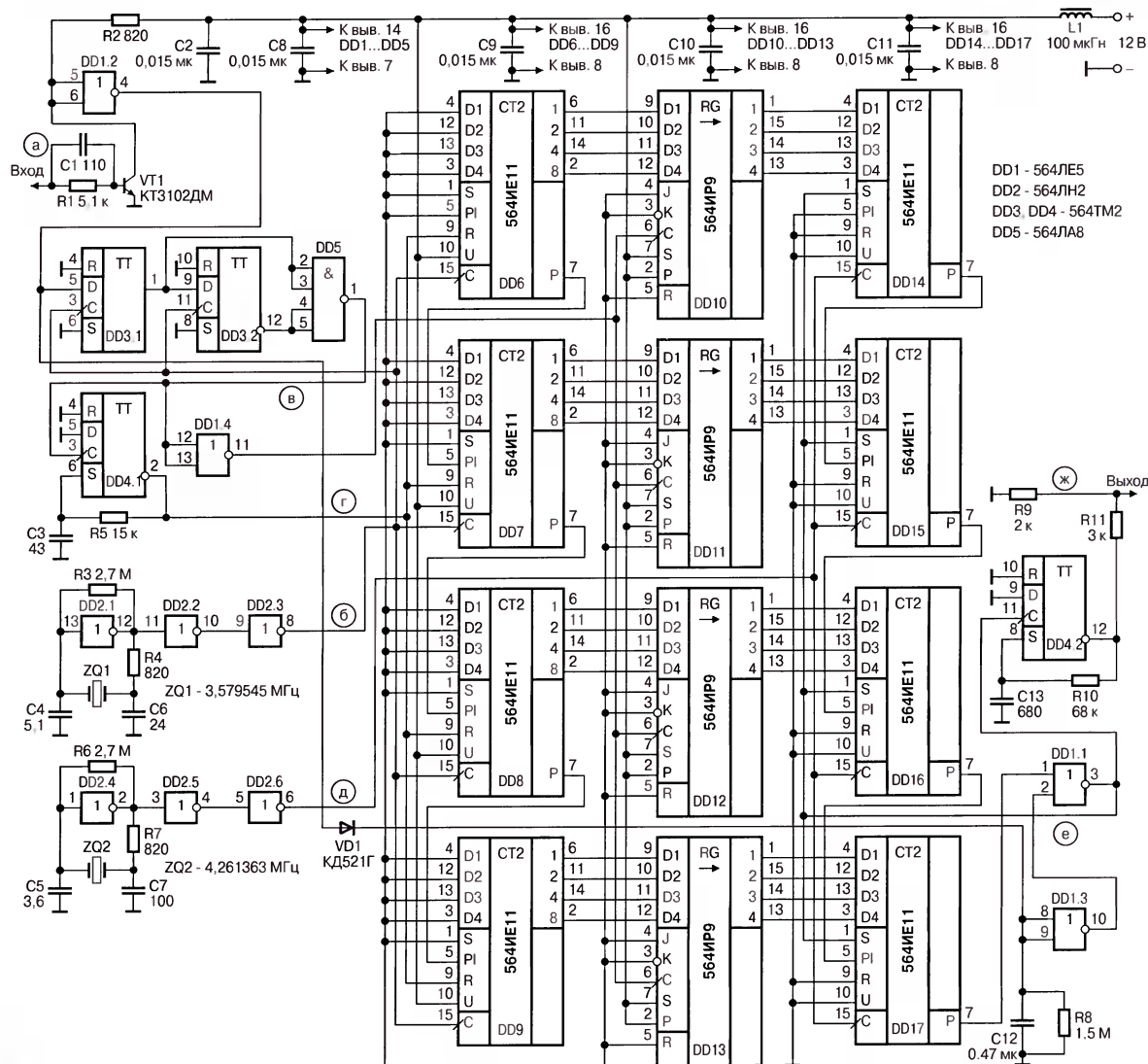


Рис. 3

Применение преобразователя возможно и в других областях бытовой и промышленной электроники, в частности при сопряжении цифровых устройств, работающих на разных тактовых частотах.

В заключение необходимо отметить, что число разрядов и тактовые частоты в схеме

на рис. 3 для переделки САР видеомagnито-фонов НТСЦ можно значительно уменьшить. В одном из вариантов преобразователя, реализованного на практике, число разрядов счетчиков и регистров было уменьшено до восьми, тактовые частоты 119 и 142 кГц были получены путем деления частоты одного и

того же кварцевого генератора делителями частоты с различными коэффициентами деления. При этом устройство было работоспособно при напряжении питания +5 В (вариант на рис. 3 требовал напряжения питания не менее 11 В).

Юрий Петропавловский,
editor@dian.ru

(Продолжение. Начало — № 4, 5/2002)

Генератор прямоугольных импульсов на основе AVR

Передача параметров в прерывание

Поскольку основная программа передает обработчику прерывания две структуры данных, состоящие из трех байт длительности временного интервала и байтового набора флагов, следует позаботиться о правильности их передачи. Для решения этой проблемы основная программа вычисляет данные, подлежащие передаче прерыванию, и помещает их в буфер ОЗУ, устанавливая при этом флаг необходимости обновления. Специальная фоновая задача следит за этим флагом, и если он устанавливается, осуществляет передачу параметров. Если хоть один полупериод формируется в длинном режиме, между соседними прерываниями всегда имеются достаточные интервалы времени. В этом случае программа ждет обнуления программного счетчика PCNT и если

до следующего события совпадения проходит достаточно времени (проверяется разность значений регистра сравнения и собственно таймера), осуществляется передача параметров.

Ситуация несколько хуже в коротком режиме. При работе генератора на малых временах может не оказаться промежутка между прерываниями, достаточного для передачи параметров. Однако в таком режиме длительность определяется одним байтом, а при передаче набора параметров всего с одним измененным байтом никаких мер предосторожности применять не надо. Возможен, однако, случай, когда происходит переход от однобайтовой передачи к двухбайтовой. Если это происходит в результате относительно плавного увеличения длительности, то перед переходом к двум байтам промежутков между прерываниями уже достаточно большой для загрузки параметров. Но если

это делается скачком с очень малой длительностью, то передать параметры корректно не получится. Но это очень редкая ситуация и можно не обращать на нее внимания.

Нужно сказать, что в текущей версии программы генератора правильность передачи параметров в коротком режиме поддержана не полностью из-за недостатка памяти программ, а также из-за отсутствия окончательного решения о наилучшем алгоритме. В частности, короткий сбой имеется при переходе с длинного режима на короткий в режиме меандра. Однако при практическом использовании генератора это проблем не вызывает.

Режим внешней синхронизации

При работе генератора в режиме внешней синхронизации синхроимпульсы поступают на вход ICP. В зависимости от текущих установок по фронту или спаду синхроимпульса происходит событие захвата, когда содержимое таймера 1 защелкивается в регистре ICR (рис. 12). С некоторой задержкой вызывается обработчик прерывания этого события, в котором к захваченному значению прибавляется требуемая длительность задержки. Полученная сумма загружается в регистр сравнения. Прерывание по совпадению разрешается, а прерывание по захвату запрещается. Устанавливается режим обнуления таймера 1 при совпадении, который до этого должен быть выключен, так как для правильного вычисления загрузочной величины суммирование и работа таймера должны происходить по одному и тому же модулю.

Когда происходит следующее совпадение, состояние выхода OC1 изменяется (начинается формирование выходного импульса). Обработчик прерывания этого события загружает регистр сравнения значением требуемой длительности импульса.

При следующем совпадении состояние выхода OC1 опять меняется на противоположное (заканчивается формирование выходного импульса). Обработчик прерывания этого события запрещает прерывание по совпадению, разрешает прерывание по захвату, выключает режим обнуления таймера 1 при совпадении и настраивает выход OC1 на переход в неактивный уровень при совпадении (этот уровень уже установлен на выходе, так как формирование импульса завершено). Это нужно для того, чтобы возникающие во время ожидания очередного синхроимпульса совпадения не приводили к изменению состояния выхода. По приходу следующего синхроимпульса процесс повторяется.

Блок-схема обработчика прерывания по захвату показана на рис. 13. Обработчик имеет две ветки, соответствующие разным активным уровням. Поскольку то, какая ветка должна выполняться, определяется режимом работы, анализировать состояние выходного вывода OC1 нет необходимости. Вместо этого анализируется флаг активного уровня Lev, который зависит от режима работы и формируется основной программой.

Первым делом в обработчике производится загрузка регистра сравнения величиной, представляющей сумму захваченного значения и значения необходимой длительности задержки. Затем выход OC1 настраивается на переключение по совпадению, прерывание по совпадению разрешается, а по захвату запрещается. После этого анализируется флаг короткого режима ShEx, и если он установлен, выполнение обработчика завершается. Если же задержка должна формироваться в длинном режиме, загружается программный счетчик PCNT и выход OC1 настраивается на переход в неактивный уровень при совпадении. Текст одной

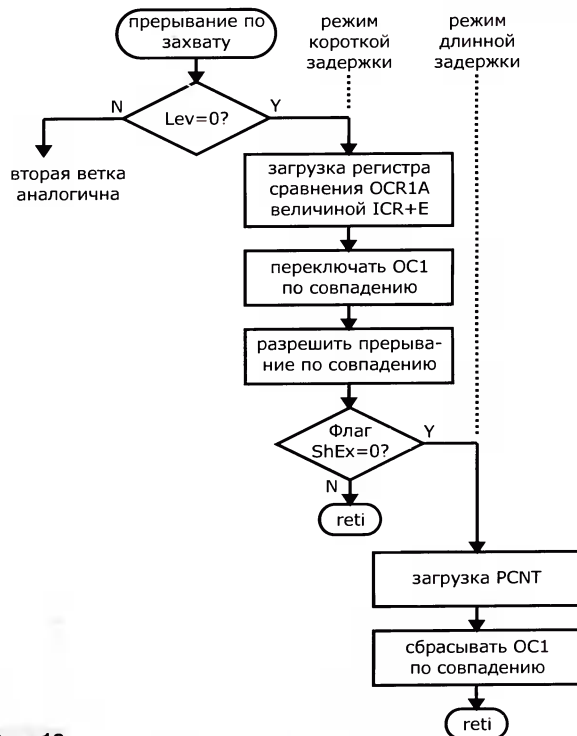


Рис. 13

ветки обработчика прерывания (обработка низкого активного уровня) приведен ниже:

;**** Обработчик прерывания по захвату:

```
CPTURE:    in    XSREG, SREG    ;сохранение SREG
            in    tempQ, ICR1L  ;чтение регистра захвата
            in    tempP, ICR1H
            sbrc  FLAG0, Lev    ;проверка флага Lev
            rjmp  Cap1
```

;Короткий режим задержки:

```
Cap0:      add    tempQ, TLO    ;сложение с задержкой
            adc    tempP, TH0
            out    OCR1AH, tempP ;загрузка регистра сравнения
            out    OCR1AL, tempQ
            OutToggle          ;переключать OC1 при совпадении
            IntCOM             ;разрешение прерывания по совпадению
            out    SREG, XSREG  ;восстановление SREG
            sbrc  FLAG0, ShEx   ;проверка флага ShEx
            reti
```

;Длинный режим задержки:

```
CLg0:      lds    PCNT, TNO     ;загрузка программно-
го счетчика
            OutL           ;сбрасывать OC1 при совпадении
            out    SREG, XSREG  ;восстановление SREG
            reti
```

При работе в режиме внешней синхронизации обработчик прерывания по совпадению выполняется несколько по-другому. Если задержка формируется в коротком режиме, то установлен флаг ShEx, а выход OC1 настроен на переключение по совпадению. При первом совпадении начинается формирование выходного импульса, а обработчик прерывания по совпадению выполняет ветку, соответствующую активному уровню. Эта ветка выполняется точно так же, как и в режиме автогенерации, так как флаги ShEx и Ex устанавливаются только для ветки обработки пассивного уровня (т. е. задержки). Когда формирование выходного импульса заканчивается, обработчик прерывания по совпадению выполняет ветку, соответствующую пассивному уровню. Так как для нее установлен флаг ShEx, обработчик настраивает выход OC1 на переход в пассивный уровень при совпадении и разрешает прерывание по захвату. Генератор готов к приходу очередного синхроимпульса.

Если задержка формируется в длинном режиме, то при первом совпадении обработчик прерывания выполняет ветку, соответствующую

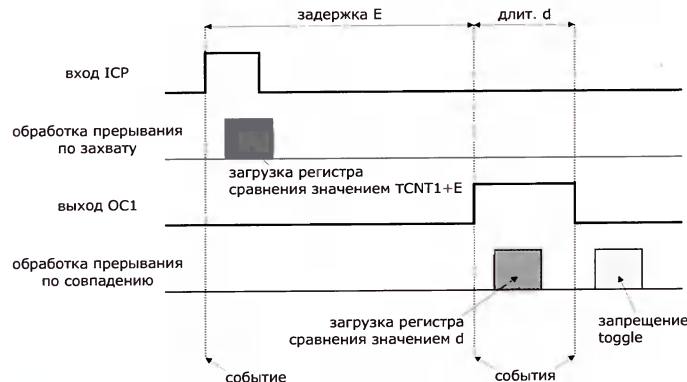


Рис. 12

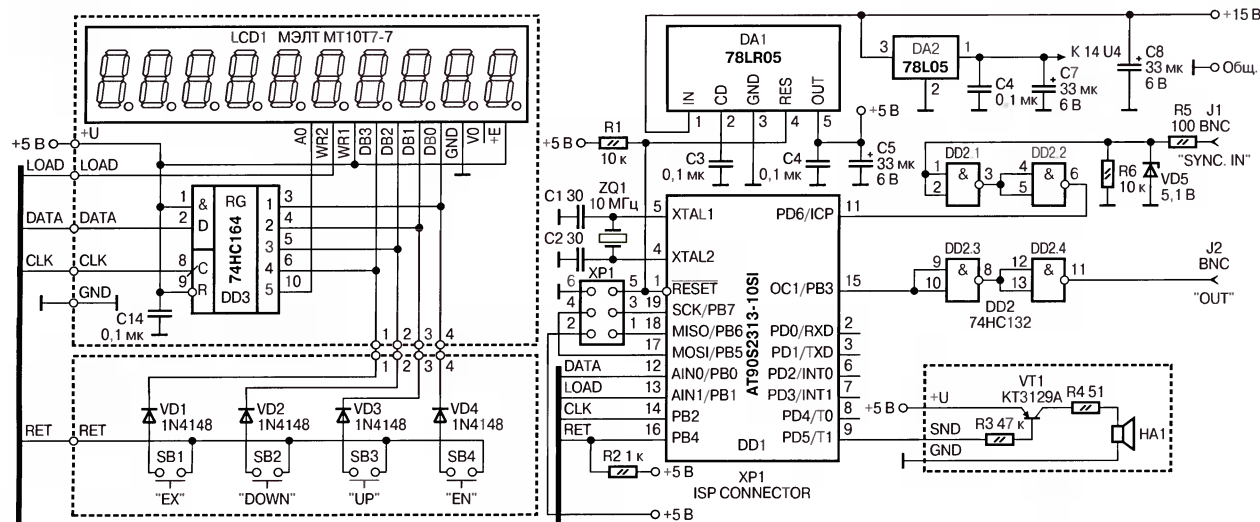


Рис. 14

ющую пассивному уровню, так как выход при этом совпадении не переключается. Поскольку флаг ShEx при этом сброшен, обрабатывается ветка длинного режима. Программный счетчик PCNT был загружен в обработчик прерывания по захвату, поэтому уже при первом вызове его значение не равно нулю. В результате будут выполняться фрагменты задержки длительностью MaxW до тех пор, пока программный счетчик не обнулится. При обнулении программного счетчика выход OC1 настраивается на переключение по совпадению, но в регистр сравнения все равно загружается MaxW, так как флаг Ex установлен, а тот «нецелый» фрагмент задержки, который в режиме автогенерации выполняется последним, уже выполнен между событием захвата и первым событием совпадения. При следующем совпадении начинается формирование выходного импульса, а обработчик прерывания выполняет ветку, соответствующую активному уровню. Когда формирование выходного импульса заканчивается, обработчик прерывания снова выполняет ветку, соответствующую пассивному уровню. Только в этом случае содержимое программного счетчика PCNT равно нулю, а поскольку флаг Ex установлен, происходит выполнение ветки режима короткой задержки. Это подготовит генератор к приходу очередного синхронизирующего импульса.

Особенности программы

Поскольку обработка прерываний требует некоторого времени, во всех режимах, кроме режима генерации меандра, значения временных интервалов снизу ограничены. Эти ограничения находятся очень близко к пределу возможностей. Поэтому при формировании импульсов с минимальным периодом и длительностью на выполнение основной программы остается очень незначительная часть ресурсов процессора. В результате при переходе к малым временам меняется даже частота звуковых сигналов, генерируемых программно — процессор просто не в состоянии справиться с этой задачей. Во время отладки этот факт явился неожиданным, так как на первый взгляд нет никакой связи между частотой генерируемого звука и установленными значениями периода и длительности выходных импульсов. Однако частота генерируемого звука большого значения не имеет, частотный диапазон выходного сигнала является намного более важным параметром.

Исходный текст программы свободно доступен. Правда, его читаемость после нескольких проходов оптимизации в целях экономии памяти оставляет желать лучшего.

Реализация аппаратной части генератора

Принципиальная схема основной части генератора приведена на рис. 14. Его основой является микроконтроллер DD1 AT90S2313. Для питания микроконтроллера применен интегральный стабилизатор DA1 78LR05 со встроенным монитором питания. В случае падения напряжения питания он формирует сигнал сброса, что исключает некорректное выполнение программы и предотвращает искажение данных в EEPROM. Для внутрисхемного программирования микроконтроллера предусмотрен специальный разъем XP1.

К микроконтроллеру подключен модуль индикации LCD1, в качестве которого использован ЖКИ-модуль MT10T7-7 производства компании «Мэлт». Этот модуль доработан установкой на него небольшой печатной платы со сдвиговым регистром DD3 74HC164 для преобразования интерфейса модуля из параллельного в последовательный. Подробно это доработка была описана в [1]. Этот же сдвиговый регистр обслуживает и клавиатуру SB1—SB4, дополнительно требуется только одна линия возврата RET. Кнопки подключены через диоды VD1—VD4, иначе при одновременном нажатии нескольких кнопок выходы регистра окажутся замкнутыми, что нарушит работу индикации. В этой конкретной конструкции экономия портов микроконтроллера не требовалась, и можно было подключить индикатор при помощи параллельной шины. Но такой доработанный модуль для меня уже стал стандартным, и в этом виде он используется во всех конструкциях.

Для генерации звука используется малогабаритный электродинамический излучатель. Поскольку было запланировано использовать звуковые сигналы различной частоты, используется излучатель HA1 без встроенного генератора. Через транзисторный ключ VT1 он подключен к порту микроконтроллера. Ток излучателя ограничен резистором R4, с помощью которого можно установить необходимую громкость звучания.

Выходом генератора является вывод микроконтроллера OC1. С этого вывода сигнал поступает на два соединенных последовательно логических элемента с триггерами Шмитта. Микросхема DD2 74HC132, содержащая эти логические элементы, питается от отдельного стабилизатора DA2 78L05. Это сделано для того, чтобы уменьшить уровень высокочастотных помех в выходном сигнале. Сигнал, генерируемый микроконтроллером на выходе OC1, имеет помехи с уровнем порядка десятков милливольт и очень широким спектром. Блокировочные конденсаторы, устанавливаемые непосредственно возле корпуса микроконтроллера, не способны сколько-нибудь существенно эти помехи снизить. В то же время сигнал, пропущенный через логические элементы DD2.3 и DD2.4, имеет гораздо более низкий уровень помех. Эти элементы не обязательно должны иметь триггеры Шмитта, можно обойтись и обычными логическими элементами. Что касается серии микросхемы DD2, то оптимальной является серия HC, хотя можно применить и AC. Биполярные серии типа LS или ALS использовать не следует ввиду меньшего размаха выходного сигнала, меньшей нагрузочной способности и большей длительности фронтов.

Входом сигнала синхронизации является вывод микроконтроллера ICP. Сигнал внешней синхронизации также проходит через два элемента микросхемы DD2. На входе установлена защитная цепочка VD5R5 и резистор R6, подтягивающий этот вход к общему проводу.

Леонид Ридико,
wubblick@yahoo.com

Окончание следует

Литература:

1. Л. Ридико. Применение 7-сегментных ЖКИ-модулей. — «Схемотехника», 2002, №2, с. 46—52.

(Продолжение. Начало — №8/2002)

Эксперименты с микроконтроллерами фирмы Cugnal: эволюционная плата семейства C8051F2xx

Настоящая статья продолжает цикл статей, посвященных экспериментам с эволюционными платами (китами) фирмы Cugnal. В рамках данной статьи читатель ознакомится с эволюционной платой семейства микроконтроллеров C8051F2xx.

Основные параметры семейства микроконтроллеров C8051F2xx фирмы Cugnal

Семейство C8051F2xx [1] насчитывает семь типов микроконтроллеров, основные характеристики которых приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, в этом семействе только в четырех микросхемах имеется АЦП, зато с большим числом входов мультиплексора. Только в одной модели имеется программно-управляемый входной усилитель, разрядность такого АЦП равна 12 битам. Остальные АЦП — восьмиразрядные. Во всех моделях, имеющих аналоговый мультиплексор, переопределение входов можно производить в ходе выполнения программы.

Еще одной особенностью этого семейства является то, что входы/выходы цифровой периферии «жестко привязаны» к определенным линиям определенных портов, в отличие, например, от семейства C8051F0xx, в котором возможно переопределение «привязки» входов/выходов цифровой периферии к различным линиям. В описываемом семействе каждая из линий портов ввода/вывода может выполнять также роль аналогового входа 32-канального мультиплексора, естественно в тех моделях, в которых имеется аналого-цифровой преобразователь. Все микроконтроллеры работают от источника питания 2,7...3,6 В. Потребляемый ток не превышает 9 мА при частоте 25 МГц. Все микроконтроллеры имеют встроенный монитор контроля питания (супервизор).

Микроконтроллеры этого семейства имеют обычный (не расширенный) JTAG интерфейс для программирования и отладки. Система при наличии фирменного программно-аппаратного обеспечения обеспечивает отладку программ по точкам останова в пошаговом режиме и в режиме останова по

истечении заданного времени. При этом имеется возможность проверки и модификации значений памяти и регистров. Все микроконтроллеры семейства имеют высокопроизводительное x51 совместимое ядро CIP-51, 70 % инструкций выполняются за один или два системных такта. Ядро CIP-51 по мнемонике и кодам полностью совместимо со стандартными x8051 микроконтроллерами, иными словами, для написания программного обеспечения можно использовать любые существующие программные средства (языки программирования, отладчики, эмуляторы и симуляторы). Ядро оснащено развитой системой прерываний (до 22 источников).

Размеры памяти и количество портов ввода/вывода приведены в табл. 1. Все входы/выходы портов совместимы с внешними пятивольтовыми микросхемами. Набор периферии (таймеры, интерфейсы) также приведен в табл. 1. В состав микросхемы входит также охранный таймер WDT.

На кристалле имеется программируемый встроенный генератор 2...16 МГц. Микросхема может программироваться на работу с кварцевым резонатором, времязадающей RC-цепочкой, только конденсатором или внешним генератором, причем переключение между режимами возможно в ходе выполнения программы.

Все микросхемы имеют режимы энергосбережения и работают в промышленном диапазоне температур от -40 до 85 °С.

Таблица 1

Тип	Семейство	Ссылка на первоисточник	Производительность, MIPS	Flash ROM, К	Встроенная RAM, байт	Внешняя RAM, К	Разрядность ADC1, бит	Количество каналов ADC1	Разрядность ADC2, бит	Число каналов ADC2	Число DAC 12 бит	Число компараторов	Число линий I/O	WDT и монитор питания	Интерфейс SPI	Интерфейс UART	Встроенный генератор, МГц	Корпус (TQFP, LQFP)
C8051F206	5	11	25	8	256	1	12	32	—	—	—	2	32	+	+	1	16	48
C8051F220	5	11	25	8	256	—	8	32	—	—	—	2	32	+	+	1	16	48
C8051F221	5	11	25	8	256	—	8	22	—	—	—	2	22	+	+	1	16	32
C8051F226	5	11	25	8	256	1	8	32	—	—	—	2	32	+	+	1	16	48
C8051F230	5	11	25	8	256	—	—	—	—	—	—	2	32	+	+	1	16	48
C8051F231	5	11	25	8	256	—	—	—	—	—	—	2	22	+	+	1	16	32
C8051F236	5	11	25	8	256	1	—	—	—	—	—	2	32	+	+	1	16	48

Эволюционный комплект 226 фирмы Cugnal

В состав эволюционного комплекта кита (Development Kit 226) входят:

- собственно эволюционная плата с установленным микроконтроллером C8051F226;
- адаптер-программатор, преобразующий входной интерфейс персонального компьютера RS-232C в интерфейс программирования JTAG. В последнее время поставляется комбинированный адаптер EC2, поддерживающий оба возможных интерфейса программирования (JTAG и I²C). Адаптер выполнен в пластмассовом корпусе с размерами 50×58×26 мм. Внутри находится контроллер программатора, выполненный на микросхеме C8051F012. В качестве интерфейсной схемы RS-232C использована микросхема Sipex3223. Кроме того, имеется стабилизатор напряжения на 3,3 В, кварцевый резонатор и два светодиода. Входной разъем для RS-232C — DB9F (розетка). Выходной разъем — двухрядный штырьковый разъем типа PLD-10 (2×5). В нормальном рабочем режиме адаптер питается от эволюционной платы через десятипроводный плоский кабель. Напряжение питания составляет 3...3,6 В. Кроме того, адаптер может питаться от внешнего источника питания с выходным напряжением 5...9 В, для чего предусмотрено стандартное гнездо;
- настенный малогабаритный источник питания с размерами 55×42×35 мм. Выходное напряжение — 9 В, ток нагрузки — до 100 мА;
- стандартный компьютерный кабель с двумя разъемами: DB9F (розетка) и DB9 (вилка) для подсоединения адаптера к персональному компьютеру;
- десятипроводный плоский кабель с двумя разъемами DPS10 (2×5) для соединения адаптера и эволюционной платы;
- техническое описание и руководство по эксплуатации;
- CD-ROM с программным обеспечением. В состав программного обеспечения входит:
 - фирменная среда программирования Cugnal Integrated Development Tools;
 - комплект программного обеспечения фирмы Keil (макросемблер, линкер, библиотекар, и эволюционная версия

компилятора языка С с ограничением по размеру выходного кода 2 К):

- инсталляционная утилита Setup.exe;
- исходные тексты примеров и файлов определения регистров;
- документация.

Напомним, что вся описанная выше комплектность одинакова для всех типов эволюционных комплектов. Единственное отличие этих комплектов заключается в отличиях исполнения собственно эволюционных плат.

Эволюционная плата семейства C8051F2xx

Принципиальная схема собственно эволюционной платы показана на рис. 1 (приведены оригинальные обозначения элементов).

Эволюционный контроллер содержит следующие функциональные узлы: собственно микроконтроллер D1 (C8051F226), стабилизатор питания A2 (LM2937–3.3) на напряжение 3,3 В, светодиод состояния линии P2.4 VD3, светодиод наличия питания VD2, кнопка сброса SW1, кнопка прерывания SW2.

Установочное место под внешний кварцевый генератор Q1 на плате пустое, т. е. пользователь сам устанавливает необходимый резонатор. Встроенный тактовый генератор после сброса начинает работать на частоте около 2 МГц.

На плате есть штырьковый двухрядный разъем J4 программирования JTAG PLD10 (2×5), штырьковый двухрядный разъем J6 аналоговых входов/выходов PLD10 (2×5). Имеется выходной штырьковый разъем PLD64 (2×32), на который выведены все выводы микроконтроллера, за исключением четырех сигналов JTAG интерфейса. Кроме того, имеются контактные площадки, соединенные параллельно с соответствующими контактами выходного разъема. Есть два небольших макетных поля для установки дополнительных элементов. Размер эволюционной платы составляет 85×110 мм. Макетные поля довольно маленькие. Меньшее макетное поле предназначено для аналоговых узлов и имеет 8×8 металлизированных отверстий с шагом 2,54 мм. С двух сторон этого поля располагаются шины общего провода и питания. Второе поле большего размера и предназначено для установки цифровых элементов. Оно имеет 8×20 металлизированных отверстий с шагом 2,54 мм. На всех шинах также имеются металлизированные отверстия с шагом 2,54 мм.

Перечень штырьковых разъемов платы приведен в табл. 2.

Эволюционная плата выполнена по технологии SMD (поверхностного монтажа) с защитным покрытием («зеленкой»). Как видно из описания, макетные поля эволюционной платы достаточно малы, поэтому дополнительные элементы можно частично устанавливать на самой эволюционной плате, а частично — на дополнительной макетной плате.

На эволюционной плате имеет смысл располагать только общесистемные элементы (например, интерфейс RS-232/RS-485 или интерфейс жидкокристаллического индикатора LCD и т. п.).

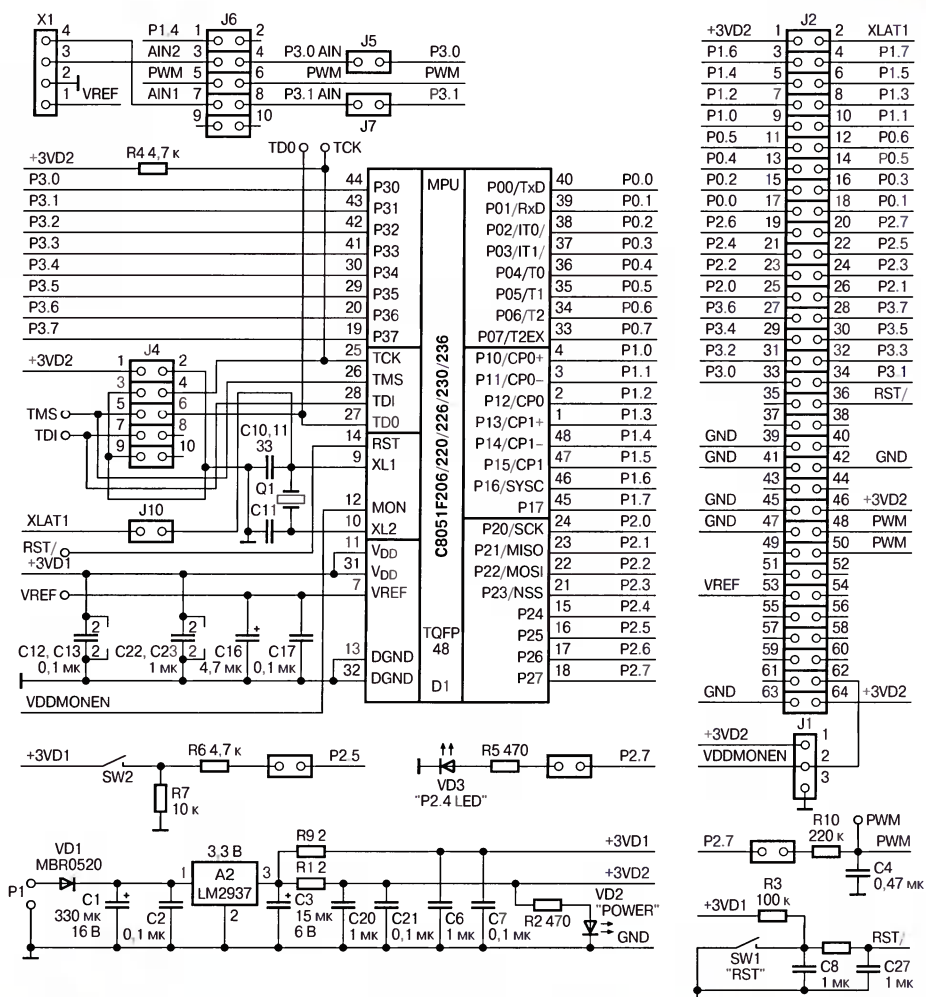


Рис. 1

Внимание!!!

15 октября в г.Москве состоится семинар по микроконтроллерам Cygnal. На семинаре:

- презентация первой в России книги по продукции Cygnal
- встреча с представителем из Европейского офиса (синхронный перевод обеспечивается)
- и другие интересные для специалистов мероприятия.

Записаться на участие в семинаре можно по тел. (095)787-48-05, по электронной почте atos@atos.ru или через сайт www.atos.ru

Москва, Усиевича 24/2, тел./факс: (095)7874805, www.atos.ru, info@atos.ru
С.-Петербург, пр-д Стачек 73, тел./факс: (812)3206100, www.electrosnab.ru

Таблица 2

Вывод	Назначение
P2.4	Разъем для установки переключки, которая может подключить светодиод VD3 к выводу P2.4 микроконтроллера
P2.5	Разъем для установки переключки, которая может подключить кнопку SW2 к выводу P2.5 микроконтроллера
P2.7	Разъем для установки переключки, которая может подключить вывод P2.7 микроконтроллера к внешней выходной RC цепочки, необходимой при работе широтно-импульсного модулятора
J1	Разъем для установки переключки, которая определяет состояние входа VDDMONEN (вход разрешения внутреннего монитора питания микроконтроллера)
J2	Выходной двухрядный 64 контактный разъем PLD64 (2x32), на который выведены все выводы микроконтроллера. Рядом с этим разъемом расположены два ряда металлизированных отверстий, каждое из которых соединено с соответствующим контактом разъема J2
J3	Отсутствует
J4	Разъем для подключения адаптера-программатора JTAG (см. табл. 3)
J5	Разъем для установки переключки, которая может подключить линию порта P3.0 к контакту 4 разъема J6 при настройке линии порта P3.0 на использование в качестве входа 0 (P3.0AIN) аналогового мультиплексора
J6	Разъем для коммутации аналоговых сигналов на винтовой четырехконтактный клеммник X1 типа 310-04-2-3.
J7	Разъем для установки переключки, которая может подключить линию порта P3.1 к контакту 8 разъема J6 при настройке линии порта P3.1 на использование в качестве входа 1 (P3.1AIN) аналогового мультиплексора
J8	Отсутствует
J9	Отсутствует
J10	Разъем для установки переключки, которая может подключать вывод 02 разъема J2 - внешнего тактового генератора к выводу 09 микроконтроллера
X1	Клеммник винтовой 4-контактный типа 310-04-2-3 для подключения внешних аналоговых сигналов
P1	Коаксиальный разъем для подачи внешнего питания +5...+9 В

Таблица 3. Перечень контактов разъема JTAG

Контакт	Описание
1	Питание адаптера-программатора EC2 (3,0...3,6 В)
2, 3, 9	Цифровая земля
4	TCK
5	TMS
6	TDO
7	TDI
8, 10	Не используются

Олег Николаичук
onic@ch.moldpac.md

Продолжение следует

Литература:

1. <http://www.cygna.com/datasheets/c8051f2xx.pdf>
2. <http://www.cygna.com/datasheets/c8051f2xxug.pdf>

www.platan.ru
ПЛАТАН ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ РЕЛЕ

Предлагаем широкий ассортимент:

- сигнальных низкоточных реле (в т.ч. герконовых);
- мощных реле с током коммутации до 16 А;
- высокоточных реле на токи 15 - 30 А;
- реле для автомобильного применения (до 70 А) для навесного монтажа и с крепежным кронштейном.

Реле предназначены для работы в цепях переменного тока на напряжения 6, 12, 24, 48, 100, 200 и 240 В, а также постоянного тока с напряжением 5, 6, 12, 24, 48 и 100 В. Реле выпускаются в защищенном и незащищенном исполнении.

Сертификат ISO 9002:94 № РОСС RU. ИС46.К00014

Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2
Тел./факс: (095) 73-75-999
Почта: 121351, Москва, а/я 100
E-mail: platan@aha.ru

Партнеры:

- International Rectifier
- EPCOS
- MITSUBISHI ELECTRIC
- intersil
- Infineon
- MOTOROLA
- BOURNS
- Honeywell
- muRata
- AMP
- CRYDOM
- DATA VISION
- Kingbright

ARGUSSOFT ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
Департамент Микроэлектроники
ОФИЦИАЛЬНЫЙ дистрибьютор фирм:

ANALOG DEVICES Сигма-дельта аналого-цифровые преобразователи

ATMEL
TRACO POWER
POULS
CLARE
SRCO DEVICES
JE-AN
HANTRONIX
Honeywell
SII

Микроконтроллер	Частота, кГц	Мем. частота, МГц	Кол-во АЦП	Кол-во ЦАП	Входной диапазон, В	Формат выв. данных	ИОН
AD7731	24	6.4	1	5	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7718	24	1.3	1	10	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7730	24	1.2	1	2	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD1555	24	1	1	1	±2.25	послед.	внешн.
AD7714	24	1	1	5	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7710/11/12	24	1	1	2	±VREF/Gain, ±10	послед.	внутр./внешн.
AD7713	24	0.2	1	3	±VREF/Gain, 10	послед.	внутр./внешн.
AD7783	24	0.02	1	2	±VREF, ±VREF/16	послед.	внешн.
AD7782	24	0.02	1	2	±VREF, ±VREF/16	послед.	внешн.
AD7716	22	0.57	4	4	±2.5	послед.	внешн.
AD7719	16/24	0.1	2	4	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7721	16	470	1	1	VREF, ±VREF/2	послед./парал.	внешн.
AD7722	16	220	1	1	2.5, ±1.25	послед./парал.	внутр./внешн.
AD7724	16	200	2	2	2.5, ±1.25	послед.	внутр.
AD7720	16	200	1	1	2.5, ±1.25	послед.	внутр.
AD73360	16	64	6	6	1.3±VREF	послед.	внешн.
AD7708	16	1.3	1	8	±2.5	послед.	внешн.
AD77058	16	0.5	1	2/3	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7707	16	0.5	1	3	±VREF/Gain, ±10	послед.	внешн.
AD7715	16	0.5	1	1	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7709	16	0.1	1	4	±VREF/Gain	послед.	внешн.
AD7729	15	270	2	2	±2VREF	послед.	внутр.

Хотите попробовать? Закажите бесплатные образцы у нас:

Офис в Москве:
Адрес: 125045, М. Моск. П. Проект Мира, 95
Тел.: (095) 217-2487, 217-2519, 217-2505
Факс: (095) 217-2487-2
E-mail: components@argusssoft.ru

Офис в Санкт-Петербурге:
Адрес: 191023, Санкт-Петербург, наб. кан. Григорьева, 36
Тел.: (812) 314-314-3
Факс: (812) 310-6234
E-mail: spk@argusssoft.ru

Интернет: WWW.ARGUSSOFT.RU

Усилители низкой частоты из наборов «Мастер Кит»



NM2033. Мощный одноканальный УНЧ 100 Вт (TDA7294)

Предлагаемый усилитель прост и надежен, обладает малыми габаритами, минимальным числом внешних пассивных элементов, широким диапазоном питающих напряжений и сопротивлений нагрузки. Области применения данного УНЧ крайне разнообразны. УНЧ можно использовать на открытом воздухе для проведения различных мероприятий, а также в домашних условиях в составе музыкального аудиоконкомплекса. Усилитель хорошо зарекомендовал себя как УНЧ для сабвуфера.

Общий вид усилителя представлен на рис. 14, принципиальная схема — на рис. 15, расположение элементов на плате и подключение усилителя — на рис. 16, печатная плата со стороны проводников — на рис. 17. Перечень элементов приведен в табл. 5.

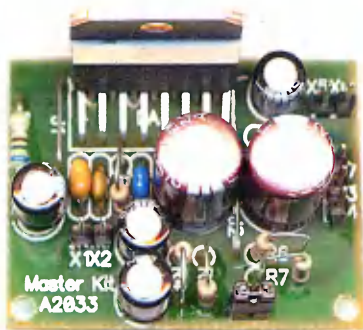


Рис. 14

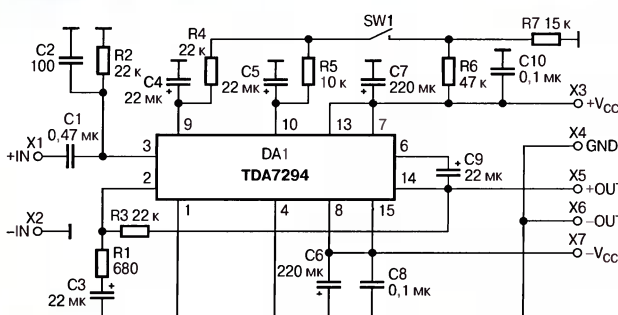


Рис. 15

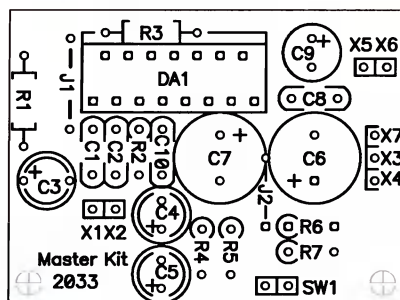


Рис. 16

Технические характеристики УНЧ NM2033

Напряжение питания — двуполярное $\pm 10 \dots \pm 40$ В

Пиковое значение выходного тока — 10 А

Ток в режиме покоя — 20...60 мА

Ток в режиме MUTE/ST-BY — 3 мА

Долговременная выходная мощность при коэффициенте гармоник 0,5 % и

$U_n = \pm 35$ В, $R_n = 8$ Ом — 70 Вт

$U_n = \pm 31$ В, $R_n = 6$ Ом — 70 Вт

$U_n = \pm 27$ В, $R_n = 4$ Ом — 70 Вт

Пиковая музыкальная выходная мощность (в течении 1 с) при коэффициенте гармоник 10% и

$U_n = \pm 38$ В, $R_n = 8$ Ом — 100 Вт

$U_n = \pm 33$ В, $R_n = 6$ Ом — 100 Вт

$U_n = \pm 29$ В, $R_n = 4$ Ом — 100 Вт

Коэффициент усиления по напряжению — 30 дБ

Диапазон воспроизводимых частот — 20...20000 Гц

Входное сопротивление — 22 кОм

Размеры печатной платы — 43x33 мм

УНЧ выполнен на интегральной микросхеме TDA7294. Эта ИМС представляет

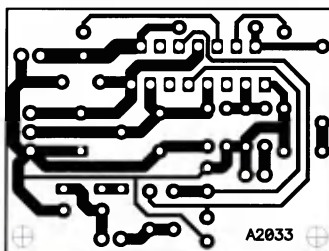


Рис. 17

собой УНЧ класса АВ. Благодаря широкому диапазону питающих напряжений и возможности отдавать ток в нагрузку до 10 А, микросхема обеспечивает одинаковую максимальную выходную мощность на нагрузках от 4 до 8 Ом. Одной из основных особенностей этой микросхемы является применение

ние полевых транзисторов в предварительных и выходных каскадах усиления.

Конструктивно усилитель выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Конструкция предусматривает установку платы в корпус, для этого зарезервированы монтажные отверстия по углам платы под винты диаметром 2,5 мм.

Конструктивно предусмотрен сдвоенный логический вход управляющих сигналов MUTE/ST-BY для «мягкого» включения УНЧ.

Микросхему усилителя необходимо установить на теплоотвод площадью не менее 600 см² (в комплект набора не входит). В качестве радиатора можно использовать металлический корпус или шасси устройства, в которое производится установка УНЧ. При монтаже для повышения надежности работы ИМС рекомендуется использовать теплопроводную пасту типа КТП-8.

NM2034. Мощный одноканальный УНЧ 70 Вт/12 В (TDA1562)

Предлагаемый набор позволит радиолюбителю собрать простой и надежный мощный усилитель НЧ с минимальным числом внешних пассивных элементов, работающий в классе Н (с вольтодобавкой), обладающий малыми габаритами. Усилитель развивает выходную мощность 70 Вт на нагрузке 4 Ом при питании от однополярного источника напряжением 14,4 В (!). Области применения данного УНЧ крайне разнообразны. УНЧ можно использовать как на открытом воздухе для проведения различных мероприятий, так и в домашних условиях в составе музыкального аудиоконкомплекса. Основное его назначение — установка в автомобиле для повышения выходной мощности автомагнитолы. Усилитель хорошо зарекомендовал себя как УНЧ для сабвуфера.

Общий вид усилителя представлен на рис. 18, принципиальная схема — на рис. 19, расположение элементов на плате и подключение усилителя — на рис. 20, печатная плата со стороны проводников — на рис. 21. Перечень элементов приведен в табл. 6.

Технические характеристики УНЧ NM2034

Напряжение питания — 14,4 В (не более 18 В)

Пиковое значение выходного тока — 10 А

Ток в режиме покоя — 110...150 мА

Ток в режиме MUTE/ST-BY — 25 мА

Сопротивление нагрузки — 4 Ом

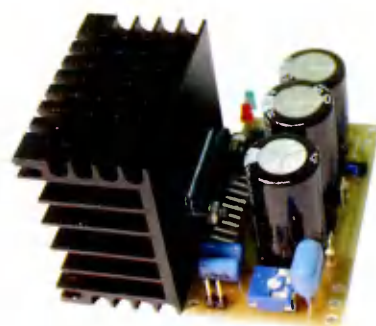


Рис. 18

Таблица 5. Перечень элементов усилителя NM2033

Позиция	Наименование	Кол.
C1	0,47 мкФ	1
C2	100 пФ	1
C3, C4, C5, C9	22 мкФ/50В	4
C6, C7	220 мкФ/50В	2
C8, C10	0,1 мкФ	2
DA1	TDA7294	1
R1	680 Ом	1
R2...R4	22 кОм	3
R5	10 кОм	1
R6	47 кОм	1
R7	15 кОм	1

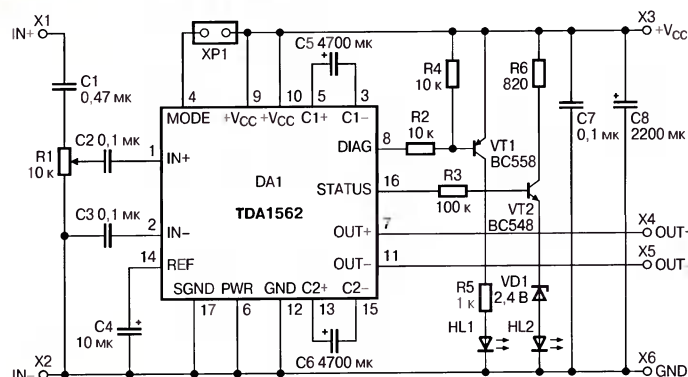


Рис. 19

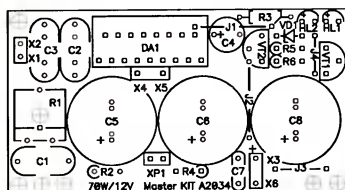


Рис. 20

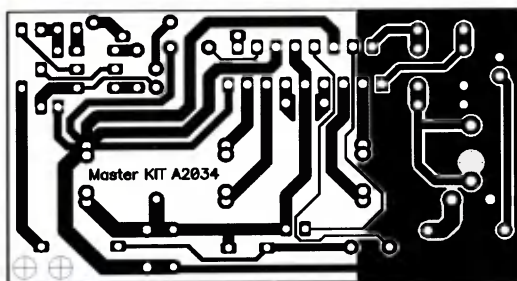


Рис. 21

Долговременная выходная мощность, при коэффициенте гармоник
 0,03 % — 1 Вт
 0,06 % — 20 Вт
 0,5 % — 55 Вт (класс Н)
 10 % — 70 Вт (класс Н)
 Коэффициент усиления по напряжению — 26 дБ
 Диапазон воспроизводимых частот — 20...20000 Гц
 $U_{вх}$ при $P_{вых} = 70$ Вт — 0,85 В
 Входное сопротивление — 10 кОм
 Размеры печатной платы — 67×37 мм

Таблица 6. Перечень элементов усилителя NM2034

Позиция	Наименование	Кол.
C1	0,47 мкФ/63 В, K73-17	1
C2,C3	0,1 мкФ/63 В, K73-17	2
C4	10 мкФ/25 В	1
C5, C6	4700 мкФ/25 В	2
C7	0,1 мкФ	1
C8	2200 мкФ/25 В	1
DA1	TDA1562	1
HL1	красный светодиод Ø3 мм	1
HL2	зеленый светодиод Ø3 мм	1
R1, R2, R4	10 кОм	3
R3	100 кОм	1
R5	1 кОм	1
R6	820 Ом	1
VD1	Стабилитрон на 2,4 В	1
VT1	BC558	1
VT2	BC548	1

лов высокая выходная мощность требуется на очень короткий промежуток времени, все остальное время выходная мощность остается небольшой. Поэтому алгоритм работы ИМС следующий: пока выходная мощность не превышает 18 Вт, устройство функционирует как обычный УНЧ с питанием от источника 14,4 В. При превышении выходной мощности 18 Вт внутреннее напряжение питания кратковременно повышается при помощи преобразователя на C5, C6. Подобное решение позволяет получить на нагрузке пиковую мощность порядка 70 Вт.

Микросхема имеет балансный вход, что полностью решает проблему наводок при подключении к автомагнитоле.

Выходы DIAG и STAT позволили индцировать следующие режимы:
 • светодиод HL1 (красный) — искажения/перегрев/КЗ/обрыв нагрузки;
 • светодиод HL2 (зеленый) — режим "класс Н".

Резистором R1 регулируется уровень входного сигнала.

Выход MODE предназначен для управления режимом работы ИМС (ON/MUTE/ST-BY).

Усилитель НЧ выполнен на интегральной микросхеме TDA1562. Эта ИМС представляет собой УНЧ класса Н (с вольдобавкой).

Как следует из практики, при воспроизведении звуковых (а точнее, музыкальных) сигна-

лов Замыканием контактов в XP1 осуществляется перевод микросхемы из дежурного режима в рабочий и наоборот.

Усилитель не рекомендуется подключать к сабвуферам со встроенными фильтрами, содержащими конденсаторы емкостью до 1000 мкФ. При неудачном стечении обстоятельств микросхема выходит из строя.

Особое внимание следует обратить на подключение микросхемы к источнику питания:

- ИМС чрезвычайно чувствительна к напряжению питания — максимум 18 В;
- переплюсовка источника напряжения питания приводит к выходу ИМС из строя ($U_{обр}$ — не более 6 В).

Конструктивно усилитель выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Конструкция предусматривает установку платы в корпус, для этого зарезервированы монтажные отверстия по углам платы под винты диаметром 3 мм.

Конструктивно предусмотрен сдвоенный логический вход управляющих сигналов MUTE/ST-BY для "мягкого" включения УНЧ XP1.

Микросхему усилителя необходимо установить на теплоотвод (в комплект набора не входит) площадью не менее 600 см². В качестве радиатора можно использовать металлический корпус или шасси устройства, в которое производится установка УНЧ. При монтаже для повышения надежности работы ИМС рекомендуется использовать теплопроводную пасту типа КТП-8.

Григорий Ганичев
 ganichev@masterkit.ru

Если Вам дорого время, и Вы не хотите тратить его на поиск компонентов, разводку платы и подбор корпуса, «Мастер КИТ» предлагает наборы, из которых можно собрать усилители NK057, NM2021, NM2031, NM2032, NM2033, NM2034. Наборы состоят из печатной платы, всех необходимых компонентов и руководства по сборке и эксплуатации УНЧ.

Более подробно ознакомиться с ассортиментом и техническими характеристиками можно с помощью каталога «Мастер КИТ» и на сайте www.masterkit.ru, где можно найти много интересной и полезной информации по всему ассортименту электронных наборов и модулей. Работает «Конференция», в которой обсуждаются технические вопросы. В «Архиве рассылок» содержится подборка электронных рассылок, можно стать подписчиком новостей сайта. В разделе «Где купить» находятся адреса магазинов Вашего города, где можно купить электронные наборы и модули; в разделе «КИТы в журналах» — статьи наших разработчиков; в разделе «Полезные ссылки» — нужную информацию по монтажу и настройке устройств.

Наш ассортимент постоянно расширяется и дополняется новинками, созданными с использованием новейших достижений современной электроники.

Адреса некоторых магазинов, в которых можно купить продукцию МАСТЕР КИТ

Россия

«МитраКон», e-mail: mtk@mitracon.ru

Москва, Украинский бульвар, д. 15. Тел: (095) 921-42-64, 243-54-78, тел/факс: 243-55-46.

«Чип и Дип», e-mail: sales@chip-dip.ru, www.chip-dip.ru

Москва, ул. Беговая, д.2. ул. Гиляровского, д. 39. Тел. единой справочной: (095) 945-52-51, 945-52-81.

«Митинский» радиорынок. новый палаточный городок за рынком, палатка «МАСТЕР КИТ»

Москва, проезд до ст. м. «Тушинская», авт. 2 или маршрутным такси до радио-рынка. Время работы по выходным дням: 9.00—17.00.

«Царицыно», радиорынок, место 126.

Москва, проезд до ст. метро «Царицыно», далее пешком 5 мин. Время работы: 9.00—16.00 без выходных.

«На Можайке», радиорынок, пав. 14/22.

Москва, проезд до ст. м. «Киевская» или «Молодежная», далее бесплатным экспрессом до мебельного магазина.

Время работы: 9.00—18.00. Выходной день: понедельник.

«Посылторг», наборы по почте наложенным платежом, e-mail: post@solon.ru, http://www.solon.ru

Москва, 111401, г. Москва, а/я 1. Тел. (095) 176-18-03.

«Мега-Электроника», e-mail: info@megachip.ru,

www.icshop.ru — магазин электронных компонентов on-line
С.-Петербург, ул. Большая Пушкарская, д. 41. Тел: (812) 327-32-71, факс: (812) 325-44-09

«Поток», e-mail: escor_radio@mail.ru

Барнаул, ул. Титова, д. 18, 2-ой этаж. Тел. (3852) 33-48-96, 36-09-61

«Электромаркет», e-mail: elektro@eastnet.febras.ru, www.elektro.febras.ru

Владивосток, Партизанский проспект, д. 20, к. 314. Тел: (8152) 40-69-03, факс: 26-17-27

«ChipSet», e-mail: chipset@interdacom.ru

Волгоград, ул. Петроградская, д. 3. Тел: (8442) 43-13-30

«Мегатрон», e-mail: 3271@mail.ur.ru

Екатеринбург, ул. Малышева, д. 90. Тел: (3432) 56-48-36

«Радиоклуб», e-mail: rclub137@aspol.ru

Мурманск, ул. Папанина, д. 5. Тел: (8152) 45-62-91

«Радиолавка», «Радиотехника», «Электроника» сеть магазинов, e-mail: nafikof@radel.kazan.ru

Набережные Челны. Тел. единой справочной: (8552) 42-75-04, 42-02-95

«Дельта», e-mail: vic@nvkz.kuzbass.net, http://delta-v.chat.ru/
Новокузнецк, ул. Воровского, д. 13. Тел: (3843) 74-59-49

«Радиотехника», e-mail: wolna@online.sinor.ru

Новосибирск, ул. Ленина, д. 48. Тел/факс: (3832) 54-10-23

«Радиодетали», e-mail: wolna@online.sinor.ru

Новосибирск, ул. Геодезическая, д. 17. Тел/факс: (3832) 54-10-23

«Радиомагазин», e-mail: alex.minus@norcom.ru

Норильск, ул. Мира, д. 1. Тел/факс: (3919) 48-12-04

«Радиотовары», e-mail: stavtvt@mail.ru

Ставрополь, ул. Доваторцев, д. 4а. Тел: (8652) 35-68-24

«Телезапчасти», e-mail: koketka@koketka.stavropol.net

Ставрополь, пер.Чернышевского, д. 3. Тел: (8652) 24-13-12, факс (8652) 24-23-15

«Радиодетали», e-mail: alexasa1@infopac.ru

Тольятти, ул.Революционная, д. 52. Тел: (8482) 33-96-54

«Электронные компоненты», e-mail: impulse@infopac.ru

Тольятти, ул. Дзержинского, д. 70. Тел: (8482) 32-91-19

«Радиомаркет», e-mail: radiom@tula.net

Тула, Красноармейский проспект, д. 7, офис 1.12. Тел. (0872) 20-01-93

«Саша», e-mail: vissa@sibtel.ru

Тюмень, ул. Тульская, д. 11. Тел/факс: (3452) 32-20-04

«Электроника», e-mail: bes@diaspro.com

Уфа, пр.Октября, д. 108. Тел: (3472) 33-10-29, 33-11-39

«ТВ Сервис», e-mail: tvservice@pop.redcom.ru

Хабаровск, ул.Шеронова, д. 75. оф. 13. Тел: (4212) 30-43-89

Беларусь

Минск, продажа под заказ. срок до 5 дней. Тел. (375-17) 288-13-13, 282-03-37.

Украина

«Имрад», e-mail: masterkit@tex.kiev.ua

Киев, ул. Дегтяревская, д. 62, 5-й этаж, офис 67. Тел/факс: (044) 495-21-09, 495-21-10

рынок «Радиолюбитель» (ул.Ушинского, 4), торговые места № 45, 46, 47.

«НикС», e-mail: chip@nics.kiev.ua

Киев, ул. Январского восстания, д. 24. Тел: (044) 290-46-51.
рынок «Радиолюбитель» (ул.Ушинского, 4), торговое место № 90 под синим фла-гом.

ARGUSSOFT

Департамент Микроэлектроники

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ дистрибьютор фирм:

ANALOG DEVICES

Новые серии прецизионных операционных усилителей

ANALOG DEVICES

Микроплата	Количество усилителей в корпусе	Входное смещение, мВ(тип.)	Входной ток смещения (тип.)	КОСС, дБ (тип.)	Напряжение питания, В Мин. Макс.
AD8571/2/4	1/2/4	1	10 nA	140	+2.7 +5
AD8551/2/4	1/2/4	1	10 nA	140	+2.7 +5
OP1177/2177	1/2	15	0.5 nA	126	+2.5 +15
OP777/2747	1/2/4	20/30/30	5.5 nA	110	+2.7 +15
AD8610	1	45	2 nA	95	+5 +13
OP193/293/493	1/2/4	75	15 nA	116	+1.7 +18
AD8601/2/4	1/2/4	80	0.2 nA	83	+2.7 +6
AD8605/6/8	1/2/4	80	0.2 nA	95	+2.7 +6
OP191/291/491	1/2/4	80	30 nA	90	+2.7 +12

Хотите попробовать? Закажите бесплатные образцы у нас:

Офис в Москве:

Адрес: 125095, Москва, Пя. Ушинского, 95

Тел: (095) 217-2487, 217-2519, 217-2515

Факс: (095) 217-2412

E-mail: compenent@argussoft.ru

Офис в Санкт-Петербурге:

Адрес: 191023, Санкт-Петербург, наб. кан. Грибоедова, 36

Тел: (812) 314-3808, тел/факс: (812) 310-6234

E-mail: spb@argussoft.ru

Интернет: WWW.ARGUSSOFT.RU

ПЛАТАН

www.platan.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ

СОЕДИНИТЕЛИ И РАЗЪЕМЫ

- Коаксиальные разъемы
- Разъемы высокой плотности
- Разъемы для ВОЛС
- Разъемы для спецприменений
- Колодки PLCC
- Автомобильные разъемы
- Монтажный инструмент

AMP

International Rectifier

EPCOS

MITSUBISHI ELECTRIC

Intersil

Infineon Technologies

MOTOROLA

BOURNS

Honeywell

muRata

CRYDOM

DATA VISION

Kingbright

Сертификат ISO 9002:94 № РОСС RU. ИС46.К00014

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

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

Современные микросхемы драйверов RS-485 фирмы Maxim

Целью настоящей статьи является ознакомление читателей с современными микросхемами драйверов RS-485 фирмы Maxim, их основными параметрами и особенностями.

Интерфейс RS-485 наиболее часто используется при создании современных локальных сетей различного назначения как в промышленных изделиях, так и в любительской практике. Основными преимуществами интерфейса являются:

- относительно низкая себестоимость микросхем драйверов, что снижает стоимость аппаратной реализации сетевых диспетчеров — узлов связи между сетевой средой (линиями связи) и ядром станции (узла) сети, т. е. микроконтроллерной или микропроцессорной системой;
- использование в сетях на базе интерфейса RS-485 всего трех проводов, что значительно снижает себестоимость всей системы, поскольку известно, что себестоимость сетевой среды современных локальных сетей практически всегда составляет более 60 % от стоимости всей системы;
- микросхемы драйверов имеют малые габаритные размеры. Наиболее часто используются микросхемы, выполненные в корпусе DIP8 со стандартным расположением выводов, ставшим de facto промышленным стандартом. Микросхе-

мы драйверов используют всего несколько дискретных элементов для целей защиты. Малые габаритные размеры микросхем драйверов и минимальное число внешних элементов экономит площадь печатной платы, что также положительно сказывается на стоимости системы;

- современные микросхемы имеют достаточно низкое энергопотребление, многие из них при отсутствии активности в сети автоматически переходят в режим экономии, что снижает энергопотребление системы;
- современные микросхемы драйверов имеют повышенную нагрузочную способность. Если раньше большинство микросхем было рассчитано на работу с 32 станциями, то современные модели обеспечивают нормальное функционирование до 256 станций;
- в настоящее время выпускаются микросхемы с высокой предельной скоростью передачи. Это позволяет создавать высокоскоростные сети и снижает количество ошибок в сети за счет улучшения формы передаваемого сигнала;
- драйверы интерфейса RS-485 имеют достаточно простое управление. Осо-

бенности организации сетей, их схемотехника, способы управления доступом к каналу и примеры программирования достаточно хорошо описаны в [1—10].

Микросхемы интерфейса RS-485 выпускают многие фирмы [11]. Однако несомненным лидером в разработке и выпуске новых микросхем драйверов является известная фирма Maxim [12]. В настоящее время фирма выпускает более 80 типов микросхем драйверов интерфейса RS-485/422. Все микросхемы драйверов можно условно разделить на 4 группы: микросхемы с питанием +5 В, микросхемы с расширенным диапазоном питания от 3 до 5,5 В, низковольтные микросхемы с питанием 3,3 В и микросхемы со встроенной оптической изоляцией. Основные технические характеристики этих групп микросхем приведены в табл. 1—4 соответственно.

В таблицах приняты следующие обозначения:

- в колонке «Состояние RxD» Р обозначает, что управляющий вход приемника переключает его либо в открытое состояние, либо переводит его в режим энергосбережения; О означает, что управляющий вход только включает/выключает приемник;
- в колонке «Режим» Н означает полудуплексный режим (т. е. интерфейс RS-485). F обозначает полный дуплексный режим (т. е. интерфейс RS-422).

Прежде чем приступить к анализу таблиц, определим критерии отбора микросхем для последующего рассмотрения. Мы ставим своей целью ознакомление читателя с широко используемыми микросхемами ин-

Силовые приборы International Rectifier

Весь ассортимент продукции:

- 1 HEXFET — уникальная технология полевых транзисторов
- 2 выпрямительные диоды и мосты, диоды Шоттки
- 3 HEXFRED — ультрабыстрые диоды с быстрым восстановлением
- 4 IGBT транзисторы, тиристоры
- 5 мощные диодные и диодно-тиристорные модули
- 6 драйверы для MOSFET и IGBT
- 7 микроэлектронные реле



Симметрон
электронные компоненты

Минимальные сроки
Отложенная схема доставки в любой регион
Каталог предлагаемых изделий
по заявке предприятий

Санкт-Петербург: (812) 278-8484, 278-5421
Москва: (095) 743-5001, 214-2555
Екатеринбург: (3432) 703-384
Новосибирск: (3832) 119-001
Ростов-на-Дону: (8632) 923-273
Ставрополь: (8652) 357-775
Киев: (044) 239-2065
Харьков: (0572) 303-577
Минск: (017) 222-5959

Розничная продажа в магазинах

Микроинна
радиодетали • инструменты

Санкт-Петербург, пр. Новочеркасский, 51
(812) 444-0008, www.micronika.ru
Новосибирск, ул. Геодезическая, 2
(3832) 119-045

Киев, ул. М. Расковой, 13
(044) 517-7377 (юнга по электронике, инструмент)

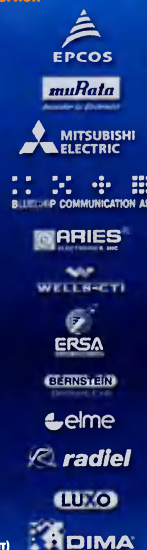


Таблица 1

Тип	Наличие TxD	Наличие RxD	Разрешение TxD	Разрешение RxD	Состояние RxD	Режим	Быстродействие, Mbps	Число станций	Защита ESD, кВ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Ток экономичного режима, мкА	Корпус
MAX1481	1	1	+	+	NC	F	0,25	256	–	5	0,3	0,1	10/μMAX
MAX1482	1	1	+	+	O	F	0,25	256	–	5	0,02	0,1	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX1483	1	1	+	+	O	H	0,25	256	–	5	0,02	0,1	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX1484	1	1	+	+	NC	F	12	256	–	5	0,3	–	10/μMAX
MAX1485	1	1	+	–	NC	H/F	0,25	256	–	5	0,3	–	10/μMAX
MAX1486	1	1	+	–	NC	H/F	12	256	–	5	0,3	–	10/μMAX
MAX1487 MAX1487E	1	1	+	+	O	H	2,5	128	– ±15	5	0,23	–	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3040	4	0	+	–	–	–	0,25	–	±10	5	1	0,002	16/SO.150 16/SO.300 16/TSSOP
MAX3041	4	0	+	–	–	–	2,5	–	±10	5	1	0,002	16/SO.150 16/SO.300 16/TSSOP
MAX3042B	4	0	+	–	–	–	20	–	±10	5	1	0,002	16/SO.150 16/SO.300 16/TSSOP
MAX3043	4	0	+	–	–	–	0,250	–	±10	5	1	0,002	16/SO.150 16/SO.300 16/TSSOP
MAX3044	4	0	+	–	–	–	2,5	–	±10	5	1	0,002	16/SO.150 16/SO.300 16/TSSOP
MAX3045B	4	0	+	–	–	–	20	–	±10	5	1	0,002	16/SO.150 16/SO.300 16/TSSOP
MAX3080 MAX3080E	1	1	+	+	P	F	0,115	256	– ±15	5	0,375	0,001	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3081 MAX3081E	1	1	–	–	P	F	0,115	256	– ±15	5	0,375	–	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3082 MAX3082E	1	1	+	+	P	H	0,115	256	– ±15	5	0,375	0,001	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3083 MAX3083E	1	1	+	+	P	F	0,5	256	– ±15	5	0,375	0,001	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3084 MAX3084E	1	1	–	–	P	F	0,5	256	– ±15	5	0,375	–	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3085 MAX3085E	1	1	+	+	P	H	0,5	256	– ±15	5	0,375	0,001	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3086 MAX3086E	1	1	+	+	P	F	10	256	– ±15	5	0,375	0,001	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3087 MAX3087E	1	1	–	–	P	F	10	256	– ±15	5	0,375	–	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3088 MAX3088E	1	1	+	+	P	H	10	256	– ±15	5	0,375	0,001	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3089 MAX3089E	1	1	+	+	P	H/F	10	256	– ±15	5	0,375	0,001	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3093E	0	4	–	+	O	–	10	128	±15	5	2,4	–	16/PDIP.300 16/SO.150 16/TSSOP
MAX3095	0	4	+	+	O	–	10	128	±15	5	2,4	0,001	16/PDIP.300 16/QSOP 16/SO.150
MAX3291	1	1	+	+	O	F	10	128	–	5	2	1,0	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3292	1	1	+	+	O	F	0,01	128	–	5	2	1,0	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3443E	1	1	+	+	P	H	10	128	±15	5	10	10	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3460	1	1	+	+	P	F	20	128	–	5	2,5	1,0	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX3461	1	1	+	+	P	F	20	128	–	5	2,5	1,0	14/PDIP.300 14/SO.150

Изобретений много...



Фотограф Т. Эдисона. 1877 г.

Создайте своё!

Поставляемые Rainbow Technologies
электронные компоненты позволят
реализовать самые смелые
и нестандартные идеи

Микросхемы MAXIM интерфейса – RS485/RS422

– идеальный диспетчер
для передачи данных!

- Повышенная нагрузочная способность, до 256 устройств
- Быстродействие до 20Mbps
- Защита от электростатики ± 15 kV
- Опторазвязка
- Питание от 3 до 5,5 V, сверхнизкое энергопотребление
- Режим пониженного энергопотребления
- Защита от импульсных помех, от ошибочного подключения, от замыкания

Оптимальный диапазон
возможностей!

RAINBOW
TECHNOLOGIES

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

- Москва: тел.: (095) 797-8993
e-mail: info@rainbow.msk.ru
- Санкт-Петербург: тел.: (812) 324-09-02
e-mail: spb@rainbow.msk.ru
- Минск: тел.: (10+ 37517) 249-8273
e-mail: chip@rainbow.by
- Екатеринбург: тел.: (3432) 76-14-07
e-mail: ural@rainbow.msk.ru



www.pics.ru

Продолжение таблицы 1

Тип	Наличие TxD	Наличие RxD	Разрешение TxD	Разрешение RxD	Состояние RxD	Режим	Быстродействие, Mbps	Число станций	Защита ESD, кВ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Ток экономичного режима, мкА	Корпус
MAX3462	1	1	–	–	P	F	20	128	–	5	2,5	–	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3463	1	1	+	+	P	H	20	128	–	5	2,5	1,0	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3464	1	1	+	+	P	H	20	128	–	5	2,5	1,0	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX481 MAX481E	1	1	+	+	O	H	2,5	32	– ±15	5	0,3	0,1	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX483 MAX483E	1	1	+	+	O	H	0,25	32	– ±15	5	0,12	0,1	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX485 MAX485E	1	1	+	+	O	H	2,5	32	– ±15	5	0,3 0,5	–	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX487 MAX487E	1	1	+	+	O	H	0,25	128	– ±15	5	0,12	0,1 0,5	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX488 MAX488E	1	1	–	–	O	F	0,25	32	– ±15	5	0,12	–	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX489 MAX489E	1	1	+	+	O	F	0,25	32	– ±15	5	0,12	–	14/PDIP.300 14/SO.150
MAX490 MAX490E	1	1	–	–	O	F	2,5	32	– ±15	5	0,3	–	8/μMAX 8/PDIP.300 8/SO.150
MAX491 MAX491E	1	1	+	+	O	F	25	32	– ±15	5	0,3	–	14/PDIP.300 14/SO.150

Таблица 2

Тип	Наличие TxD	Наличие RxD	Разрешение TxD	Разрешение RxD	Состояние RxD	Режим	Быстродействие, Mbps	Число станций	Защита ESD, кВ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Ток экономичного режима, мкА	Корпус
MAX3284E	0	1	–	+	P	–	52	128	±15	3,0...5,5	9	–	6/SOT23
MAX3283E	0	1	–	+	P	–	52	128	±15	3,0...5,5	9	–	6/SOT23
MAX3281E	0	1	–	+	P	–	52	128	±15	3,0...5,5	9	–	6/SOT23
MAX3280E	0	1	–	–	P	–	52	128	±15	3,0...5,5	9	–	5/SOT23
MAX3471	1	1	+	+	P	H	0,064	64	–	2,5...5,5	0,0016	–	8/μMAX

терфейса RS-485 (но не RS-422), т. е. с микросхемами, работающими в полудуплексном режиме, которые в колонке «Режим» имеют символ «Н». У этих микросхем входы приемника объединены с выходами передатчика и образуют две линии приема/передачи — «А» и «В». Мы не будем рассматривать микросхемы, содержащих только приемники или только передатчики, поскольку их применение также весьма ограничено. И наконец, мы будем рассматривать только микросхемы, выпускаемые в корпусе с восемью выводами (кроме микросхем со встроенной оптической изоляцией и микросхем в корпусе 6/5/SO), как наиболее распространенные.

Первая группа микросхем самая многочисленная, она насчитывает 60 типов.

Микросхемы этой группы предназначены для систем со стандартным питанием. С учетом критериев, приведенных выше, для рассмотрения остается только 20 типов микросхем. Прежде, чем перейти к анализу оставшихся в табл. 1 микросхем, напомним, что одними из первых начали выпускаться микросхемы MAX481/483/485/487. Затем к этому семейству добавилась микросхема MAX1487, а немного позже эти микросхемы были оснащены цепями защиты от электростатики до ±15 кВ, и к их обозначению была добавлена буква «Е». Аналогично и у других микросхем наличие встроенную защиту от электростатики. Эти микросхемы позволяли объединять в сеть

только 32 интерфейса (за исключением MAX487, которая могла объединять до 128 станций) и обеспечивали не очень высокую скорость передачи данных. Однако расположение выводов именно этих микросхем использовалось для дальнейших разработок. Расположение выводов этого семейства показано на рис. 1.

Напомним обозначения выводов:

Receiver Output (RO) — выход приемника. Если $A > B$ на 200 мВ, то $RO = 1$, если $A < B$ на 200 мВ, то $RO = 0$;

Receiver Output Enable (RE/) — разрешение выхода приемника при $RE/ = 0$. При

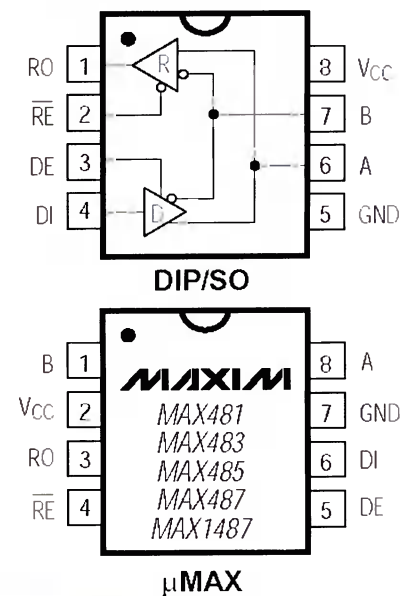


Рис. 1

$RE/ = 1$ выход RO находится в высокоимпедансном состоянии;

Driver Output Enable (DE) — разрешение выходов передатчика. Если $DE = 1$, то выходы активны, в противном случае они находятся в высокоимпедансном состоянии;

Driver Input (DI) — вход передатчика;

Ground (GND) — общий провод питания;

Noninverting Receiver Input and Driver Output (A) — неинвертирующий вход/выход;

Inverting Receiver Input and Driver Output (B) — инвертирующий вход/выход;

Positive Supply (V_{CC}) — напряжение питания.

Семейство микросхем MAX3082/3085/3088 по выводам полностью совместимо со стандартным семейством MAX481/483/485/487/1487. Основными особенностями этой группы являются:

- повышенная нагрузочная способность выходов, что позволяет объединять в сеть до 256 станций;
- наличие защиты от электростатики для микросхем с буквой «Е»;
- наличие режима экономии, в который микросхемы переходят при закрытии приемника, т. е. при $RE/ = 1$;
- повышенное быстродействие: 500 кбит/с для MAX3085(E) и 10 Мбит/с для MAX3088(E).

Семейство микросхем MAX3463/3464 по выводам также полностью совместимо со стандартным семейством MAX481/483/485/487/1487. Основными особенностями этой группы являются:

Таблица 3

Тип	Наличие TxD	Наличие RxD	Разрешение TxD	Разрешение RxD	Состояние RxD	Режим	Быстродействие, Mbps	Число станций	Защита ESD, кВ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Ток экономичного режима, мкА	Корпус
MAX3094E	0	4	—	+	O	—	10	128	±15	3,3	2,4	—	16/PDIP.300 16/SO.150 16/TSSOP
MAX3096	0	4	+	+	O	—	10	128	±15	3,3	2,4	0,001	16/PDIP.300 16/QSOP 16/SO.150
MAX3097	0	3	—	—	P	—	32	256	±15	3,3	3,1	—	16/PDIP.300 16/QSOP 16/SO.150
MAX3098	0	3	—	—	P	—	32	256	±15	3,3	3,1	—	16/PDIP.300 16/QSOP 16/SO.150
MAX3362	1	1	+	+	NC	H	20	256	—	3,3	1,7	1,0	8/SOT23
MAX3483	1	1	+	+	O	H	0,25	32	—	3,3	1	0,002	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3485E	1	1	+	+	O	H	10	32	±15	3,3	1	0,002	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3486E	1	1	+	+	O	H	2,5	32	±15	3,3	1	0,002	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3488E	1	1	—	—	O	F	0,25	32	±15	3,3	1	—	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3490E	1	1	—	—	O	F	10	32	±15	3,3	1	—	8/PDIP.300 8/SO.150
MAX3491E	1	1	+	+	O	F	10	32	±15	3,3	1	0,002	14/PDIP.300 14/SO.150

Таблица 4

Тип	Наличие TxD	Наличие RxD	Разрешение TxD	Разрешение RxD	Состояние RxD	Режим	Быстродействие, Mbps	Число станций	Защита ESD, кВ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Ток экономичного режима, мкА	Корпус
MAX1480A	1	1	+	+	O	H	2,5	32	—	5	60	—	28/PDIP.600
MAX1480B	1	1	+	+	O	H	0,25	32	—	5	35	0,2	28/PDIP.600
MAX1480C	1	1	+	+	O	H	0,25	32	—	5	35	0,2	28/PDIP.600
MAX1480EA	1	1	+	—	O	H	2,5	128	±15	5	85	0,2	28/PDIP.600
MAX1480EC	1	1	+	—	O	H	0,016	128	±15	5	55	0,2	28/PDIP.600
MAX1490A	1	1	—	—	O	F	2,5	32	—	5	100	—	24/PDIP.600
MAX1490B	1	1	—	—	O	F	0,25	32	—	5	65	0,2	24/PDIP.600
MAX1490EA	1	1	—	—	O	F	2,5	32	±15	5	130	0,2	24/PDIP.600
MAX1490EB	1	1	—	—	O	F	0,016	32	±15	5	65	0,2	24/PDIP.600
MAX3157	1	1	+	+	P	H/F	0,25	4	—	5	25	25	28/PDIP.600 28/SSOP
MAX3480A	1	1	+	+	O	H	2,5	32	—	3,3	180	0,2	28/PDIP.600
MAX3480B	1	1	+	+	O	H	0,25	128	—	3,3	120	0,2	28/PDIP.600

- высокое быстродействие — до 20 Мбит/с;
- в микросхеме MAX3463 имеется узел автоматического определения неправильного подключения линий "А" и "В";
- средняя нагрузочная способность выходов, что позволяет объединять в сеть до 128 станций;
- отсутствие защиты от электростатики;
- наличие экономичного режима, в который микросхемы переходят при выключении приемника и передатчика через 50 нс, а также в случае включенного приемника при статическом состоянии входов более чем 800 нс. Ток потреб-

ления в режиме экономии не превышает 1 мкА;

- для микросхем этого семейства гарантируется высокий уровень на выходе приемника, если линии сети "А" и "В" замкнуты или свободны, либо все подключенные к линиям передатчики выключены;
- микросхемы оснащены цепями защиты входов от «горячего» включения в шину сети;
- микросхемы имеют защиту выходов передатчиков от короткого замыкания или повышения температуры выходных каскадов передатчика более +140 °С;

- типовое время переключения приемника — не более 2 нс;
- микросхемы совместимы с промышленным стандартом PROFIBUS, в котором используются два резистора по 220 Ом на концах сети и подтягивающие резисторы по 390 Ом. При этом гарантируется размах уровней линий "А" и "В" не менее 2,1 В.

Еще одна интересная микросхема этой группы MAX1483 разработана специально для систем со сверхмалым энергопотреблением. Разводка ее выводов также совпадает со стандартной. Микросхема обладает средним быстродействием 250 кбит/с, током потребления в рабочем режиме не более 20 мкА и обеспечивает связь с 256 станциями.

Представляет также интерес микросхема MAX3443E, предназначенная для работы в сетях с повышенным уровнем помех. К основным достоинствам этой микросхемы относятся:

- высокое быстродействие — до 10 Мбит/с;
- наличие экономичного режима, в который микросхема переходит при выключении приемника и передатчика через 50 нс, а также в случае включенного приемника при статическом состоянии входов более чем 800 нс;
- наличие защиты от электростатики до ±15 кВ;
- микросхема имеет встроенную защиту от импульсных помех в линии до ±60 В. Защита гарантируется независимо от состояния микросхемы и наличия или отсутствия ее питания;
- в микросхеме имеется узел автоматического определения неправильного подключения линий "А" и "В";
- средняя нагрузочная способность выходов, что позволяет объединять в сеть до 128 станций;
- отсутствие защиты от электростатики;
- гарантируется высокий уровень на выходе приемника, если линии сети "А" и "В" замкнуты или свободны или все подключенные к линиям передатчики выключены;
- микросхема оснащена цепями защиты входов от «горячего» включения в шину сети;
- микросхема имеет защиту выходов передатчиков от короткого замыкания или повышения температуры выходных каскадов передатчика более +140 °С;
- типовое время переключения приемника — не более 2 нс;
- микросхема совместима со стандартом J1708. Напомним читателю, что стандартная конфигурация сети RS-485 выглядит так, как показано на рис. 2. Управление драйверами осуществляется входами RE/ и DE, а передача информации осуществляется через DI и RO. Стандарт J1708 предполагает, что приемник всегда открыт, т. е. RE/ соединен с общим проводом GND. Вход данных DI передатчика также соединен с общим проводом GND, а передача данных осуществляется по входу управления DE через инвертор. Таким образом, весь обмен осуществляется только двумя сигналами. Типовая схема включения по стандарту J1708 приведена на рис. 3. Еще

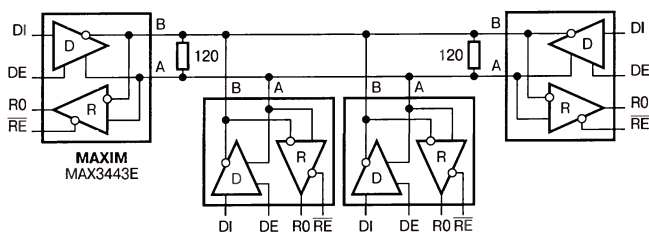


Рис. 2

одной особенностью стандарта является использование изолированного по постоянному току общего провода (рис. 3).

Группа драйверов с расширенным диапазоном напряжения питания представляет повышенный интерес, поскольку одно из ее семейств — MAX3280(E)/3281(E)/3283(E)/3284(E) — обладает сверхвысоким

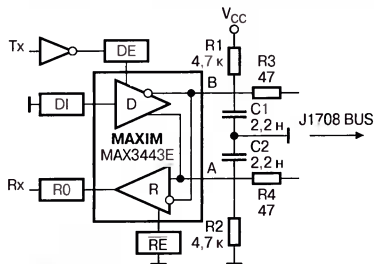


Рис. 3

быстродействием (до 52 Мбит/с). Микросхемы выпускаются только в корпусах для поверхностного монтажа. Разводка выводов семейства показана на рис. 4.

Микросхема MAX3280 содержит только приемник и представляет ограниченный интерес. Приемник в этой группе микросхем всегда открыт. В остальных микросхемах управление передатчиком осуществляется разными уровнями на выводе 5 для различных микросхем (см. рис. 4). Микросхемы имеют встроенную защиту от электростатики и режим энергосбережения.

В группе микросхем с низковольтным питанием имеется только два семейства микросхем, удовлетворяющих выработанным критериям отбора. Семейство микросхем MAX3483(E)/3485(E)/3486(E) аналогично семейству MAX483/485/487/1487 с той лишь разницей, что это семейство использует питание 3,3 В, а у микросхем MAX3485(E) и MAX3486(E) увеличено быстродействие до 10 Мбит/с и 2,5 Мбит/с соответственно. Микросхема MAX3362 имеет еще большее быстродействие — 20 Мбит/с и увеличенную нагрузочную способность до 256 узлов в сети.

Последняя группа со встроенной оптической изоляцией содержит четы-

ре семейства микро-схем и имеет свои особенности. Все микросхемы этой группы выпускаются в относительно крупных корпусах, имеют большое потребление, нуждаются в значительном количестве внешних элементов и имеют не очень

большое быстродействие и высокую стоимость.

Микросхемы семейства MAX1490 предназначены для организации сети на базе интерфейса RS-422, т. е. для работы в дуплексном режиме, и не будут рассматриваться в этой статье. Микросхема MAX3157 предназначена для сверхмалых сетей с количеством станций до 4, в связи с этим она также не представляет интереса для широкого круга читателей. Оставшиеся два семейства MAX1480 и MAX3480 имеют аналогичную внутреннюю структуру и отличаются только напряжением питания и потребляемым током. На рис. 5 приведена типовая схема включения микросхем семейства MAX1480. Для семейства MAX3480 схема включения аналогична и отличается только номиналами некоторых резисторов.

В заключение отметим, что с точки зрения идентичности схемотехники для систем с различным питанием и экономии площади печатной платы наиболее предпочтительно использовать микросхемы серии MAX3280(E)/3281(E)/3283(E)/3284(E) с расширенным диапазоном питания. Однако существует ряд причин, способных привести к другому выбору элементной базы. Например, необходимо использовать наиболее дешевые микросхемы или мик-

росхемы с более высокой нагрузочной способностью. В каждом конкретном случае в процессе разработки необходимо учитывать все требования и исходя из них выбирать требуемую элементную базу.

Олег Николаичук,
onic@ch.moldpac.md

Литература:

1. Локальные вычислительные сети. Под ред. С. В. Назарова. Кн. 1: Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства. — Финансы и статистика, 1994, с. 206.
2. А. А. Мячев, В. Н. Степанов, В. К. Щербо. Интерфейсы систем обработки данных. Справочник. Под ред. А. А. Мячева. — М.: Радио и связь, 1989, с. 416.
3. О. Николаичук. Интерфейс персонального компьютера и локальной сети микроконтроллеров. — Приборы и техника эксперимента, 2000, №3, с. 38—40.
4. O. Nicolaiciuc, E. Guileac, V. Cheibay. A Small Local Computer Network for Automation of Manufacture and Scientific Researches. — Computer Sciences Journal of Moldova, 1999, vol. 7, №2(20), p. 228—236.
5. O. Nicolaiciuc. A PC and Local Microcontroller Network Interface. — Instruments And Experimental Technique, Consultants Bureau, New York, Vol. 43, №3, 2000, p. 318—320.
6. O. Nicolaiciuc. The Station of Command Information LAN "MISNET". — Proceeding of the 5th International Conference on "Development and Application Systems", DAS2000, 18—20 May, 2000, Suceava, ROMANIA, p. 298—300.
7. O. Nicolaiciuc, E. Guileac. The Working Algorithms of Command Information LAN "MISNET". — Proceeding of the 5th International Conference on "Development and Application Systems", DAS-2000, 18—20 May, 2000, Suceava, ROMANIA, p. 301—306.
8. O. Nicolaiciuc, E. Guileac, V. Cheibay. The LAN "MISNET". — The International Symposium On

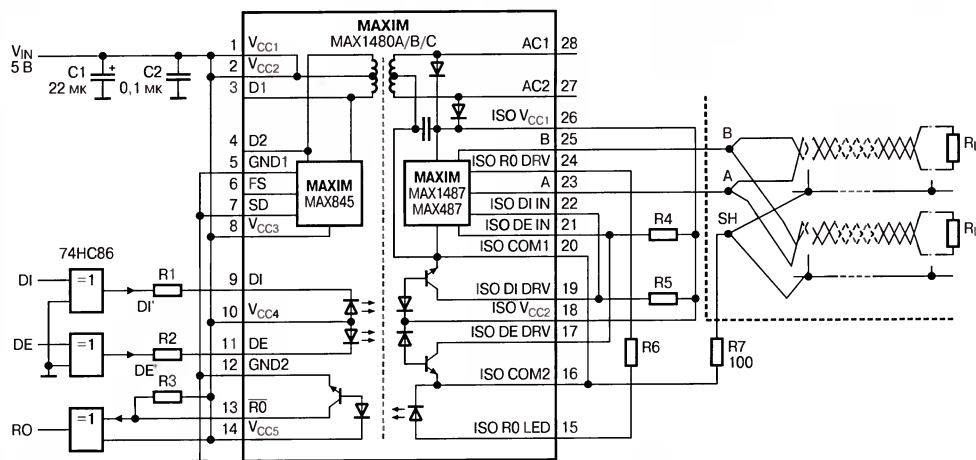


Рис. 5

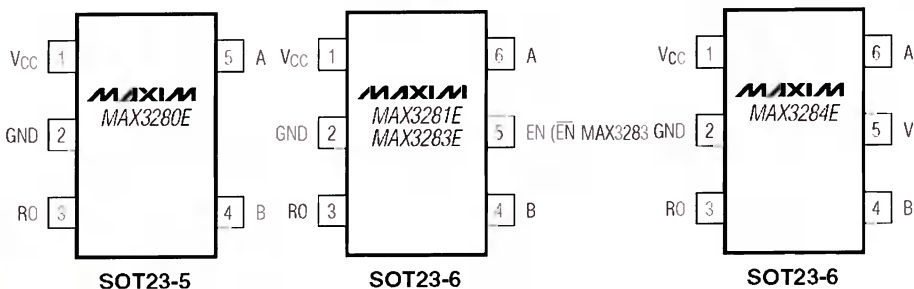


Рис. 4

System Theory «SINTES10», Xth-Edition, 25—26 May. 2000. Craiova, ROMANIA, p. 17—20.

9. О. Николаичук. Командно-информационные сети — что это такое? Термины и схемотехника. — Схемотехника, 2001, №6, с. 26—30.

10. О. Николаичук. Командно-информационные сети — что это такое? Алгоритмы и программы. — Схемотехника, 2001, № 7, с. 37—41.

11. О. Николаичук. Способы управления доступом к каналу сети RS-485. — Схемотехника, 2002, № 7, с. 43—45.

12. <http://www.itis.spb.ru>

13. <http://www.maxim-ic.com>

Издательский дом «Скимен» выпустил первый и второй тома книги Александра Фрунзе **«Микроконтроллеры? Это же просто!»**. Данное издание, в первую очередь, ориентировано на тех, кто только начинает начать знакомство с микроконтроллерной техникой, тех кому еще предстоит стать потребителем чипов, КИТов, программаторов и иных средств поддержки разработки. Для них — первый том, в котором последовательно и доступно для начинающих рассказано о внутреннем устройстве микроконтроллера, принципиальных схемах сопряжения его с внешними микросхемами, АЦП, ЦАП, с устройствами индикации и кнопками управления, о системе команд и о технике программирования на ассемблере.

Во втором томе приводится большое количество обзорной информации по абсолютному большинству x51-совместимых микроконтроллеров, о модернизации систем на их основе, о том, как связать микроконтроллерные системы друг с другом и с компьютером, технике использования программных симуляторов и внутрисхемных эмуляторов, а также о некоторых практических аспектах использования новейших микроконтроллеров семейств AduC, Cugnal и др. Дополнительно приведена подробная информация о таких сложных для программиста контроллерно-ориентированных микросхемах, как сигма-дельта АЦП семейства AD77xx от Analog Devices.

Третий том (его выпуск планируется в октябре 2002 г.) целиком посвящен практически не описанным в отечественной литературе принципам построения программ целочисленной многобайтовой беззнаковой и знаковой арифметики, а также арифметики с плавающей запятой. Отдельно рассмотрены специальные быстрые алгоритмы расчета различных функций, общие методы аппроксимации с заданной точностью любых разумных функциональных зависимостей, что позволяет вести быстрые расчеты даже на микроконтроллерах с производительностью в единицы MIPS.

Отдельно отметим, что приведенные в книге практические примеры используют, помимо микроконтроллеров, большое количество аналоговых и цифровых микросхем таких известных производителей, как Analog Devices (AD77xx, AD7894, AD855x, REF19x и ряд других), Maxim (MAX202/232, MAX680, MAX619, MAX187/189/1241, 1243 и им подобные), Burr-Brown (ADS7816 и им подобные, DDC112 и т. д.).

У вас есть возможность подписаться на книгу А. Фрунзе «Микроконтроллеры? Это же просто!». Стоимость трех томов книги, включая доставку, составляет 277 руб. 20 коп. (в т. ч. НДС). Доставка книг осуществляется через почтовое отделение: тома 1 и 2 высылаются немедленно по факту оплаты, том 3 — в октябре-ноябре 2002 г.

Для того чтобы подписаться через редакцию, необходимо:

- перевести сумму на наш расчетный счет по указанной квитанции через Сбербанк России или связаться с редакцией по телефону (095) 777-1215 для выставления счета;
- копию платежного поручения с вашим почтовым адресом или квитанцию выслать по факсу (095) 777-1215, e-mail: podpiska@dian.ru, почтовый адрес: 121351, г. Москва, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, редакция.

Наши реквизиты:

ООО «ИД СКИМЕН»
ИНН 7731195492
Р/с 40702810100000000456 в ОАО КБ «Промбанк» в г. Москва
К/с 30101810100000000554
БИК 044525554
ОКОНХ 84500 ОКПО 52744508
Юридический адрес: 121351, г. Москва, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, отдел распространения.

Для осторожных подписчиков

Вы можете подписаться на каждый том книги А. Фрунзе «Микроконтроллеры? Это же просто!» отдельно. В этом случае стоимость одного тома, включая НДС и доставку, составит 99 рублей. Схема оплаты та же, что и за весь комплект книги.



ИЗВЕЩЕНИЕ Кассир	ООО «ИД Скимен» ИНН 7731195492, Р/с 40702810338190104019, в Сбербанке России, ОСБ Киевское №5278 г.Москва, БИК 044525225, к/с 30101810400000000225 <i>Оплата за подписку книги в 3-х томах «Микроконтроллеры? Это же просто!» с доставкой (в т. ч. НДС — 10%)</i> Сумма платежа 277 руб.20 коп. (в т.ч. НДС — 10%) Сумма платы за услуги _____ руб. _____ коп. Итого: _____ руб. _____ коп. <i>Информация о плательщике:</i> Индекс _____ Адрес _____ Телефон _____ ФИО, Организация _____ С условиями приема банком суммы, указанной в платежном документе ознакомлен и согласен _____ " _____ " _____ 200__ г.
КВИТАНЦИЯ Кассир	ООО «ИД Скимен» ИНН 7731195492, Р/с 40702810338190104019, в Сбербанке России, ОСБ Киевское №5278 г.Москва, БИК 044525225, к/с 30101810400000000225 <i>Оплата за подписку книги в 3-х томах «Микроконтроллеры? Это же просто!» с доставкой (в т. ч. НДС — 10%)</i> Сумма платежа 277 руб.20 коп. (в т.ч. НДС — 10%) Сумма платы за услуги _____ руб. _____ коп. Итого: _____ руб. _____ коп. <i>Информация о плательщике:</i> Индекс _____ Адрес _____ Телефон _____ ФИО, Организация _____ С условиями приема банком суммы, указанной в платежном документе ознакомлен и согласен _____ " _____ " _____ 200__ г.

ПОДПИСКА — 2002

Журнал «КОМПОНЕНТЫ и ТЕХНОЛОГИИ»

www.compitech.ru

Через Объединенный каталог «Пресса России» (зеленый) — индекс 41734 (для жителей России, стран Балтии и СНГ).
Через каталог Агентства «Роспечать» (красный) — индекс 80743.
Жители Украины могут подписаться через каталог агентства KSS (044-212-0050, 464-0220) — индекс 10358.

Журнал «СХЕМОТЕХНИКА»

www.dian.ru

Через Объединенный каталог «Пресса России» (зеленый) — индекс 41733 (для жителей России, стран Балтии и СНГ).
Через каталог Агентства «Роспечать» (красный) — индекс 80724.
Жители Украины могут подписаться через каталог агентства KSS (044-212-0050, 464-0220) — индекс 10540.

Оформить подписку с последующей доставкой можно также в любой стране через фирму **МК-Periodica**. Подробную информацию можно узнать по телефону в Москве: (7+095) 2819345, 2815715, 2813322

Условия подписки через редакцию:

Комплект журнала «Схемотехника» №№ 3—12 за 2001 г. (стоимость доставки включена) — 275 руб., в т. ч. НДС — 10 % (РФ); 25 у. е. (страны СНГ, Балтии) с НДС	Комплект журнала «Компоненты и Технологии» за 2000—2001 гг. (стоимость доставки включена) — 55 руб., в т. ч. НДС — 10 % О наличии номера узнавайте в редакции по тел.: 095-7771215
Комплект журнала «Схемотехника» №№ 2—12 за 2002 г. (стоимость доставки включена) — 363 руб., в т. ч. НДС — 10 % (РФ); 20 у. е. (страны СНГ, Балтии) с НДС	Комплект журнала «Компоненты и Технологии» №№ 1—9 за 2002 г. (стоимость доставки включена) — 495 руб., в т. ч. НДС — 10 % (РФ); 33 у. е. (страны СНГ, Балтии) с НДС

- ♦ перечислите деньги на наш расчетный счет через Сбербанк по квитанции;
- ♦ отправьте квитанцию об оплате (или копию) и свой точный почтовый адрес (индекс обязательно) в редакцию по почтовому адресу: 121351, г. Москва, ул. Ивана Франко, дом 40, стр. 2, отдел подписки или по факсу: (095) 777-1215, e-mail: podpiska@dian.ru;
- ♦ можно также подписаться на журнал непосредственно в редакции по адресу: г. Москва, ул. Обручева, 29, метро «Калужская», вн. тел. 3629, и на специализированных выставках.

НАШИ РЕКВИЗИТЫ:

ООО «ИД СКИМЕН»

ИНН 7731195492

Р/с 40702810100000000456 в ОАО КБ «Промбанк» в г. Москва

К/с 30101810100000000554

БИК 044525554

ОКОНХ 84500 ОКПО 52744508

Информация о подписчике:

Название организации _____ Ф.И.О. _____

Почтовый адрес, индекс _____

Телефон/Факс _____ E-mail _____

Подписка на журнал _____ №№ _____ за 200__ год

Внимание! К сведению подписчиков: отдел подписки не несет ответственности, если подписка оформлена через другие фирмы. В случае отмены заказчиком произведенной подписки деньги за подписку не возвращаются.

ГОЛОВНОЙ ОФИС

г. Екатеринбург,
ул. Колмогорова, д. 70
График работы:
понедельник - пятница
09.00 - 18.00 (без перерыва)
суббота
10.00 - 17.00 (без перерыва)

Справочная служба: (3432) 45-44-88

Факс: (3432) 45-33-28

Отдел продаж: (3432) 45-45-07,

45-68-20,

45-40-11

E-mail: pr@promelec.ru

Представительство

в Москве: (095) 281-66-01

2-й Волконский пер., д. 1,

метро "Цв. Бульвар"

E-mail: promtech@dol.ru

ФИЛИАЛЫ

МОСКВА (095) 916-23-21, 916-04-08,
ул. Земляной вал, д. 34, м. "Курская",
promelec@co.ru

СПЕТЕРБУРГ (812) 230-08-63, 233-27-02,
ул. Гатчинская, д. 12, м. "Чкаловская",
promel@peterlink.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ м-н "МЭК", (3432) 50-30-89, 55-65-19,
ул. Красноармейская, д. 32,
alexey@trest.sky.ru

ВОРОНЕЖ (0732) 51-27-41, 51-28-41, 54-30-44,
Ленинский пр., д. 160, оф. 328,
neon@comch.ru

ИЖЕВСК (3412) 43-85-51, 45-06-38,
а/я 4573, elltan@udmnet.ru

МИАСС (35135) 2-90-61, 4-57-21,
пр. Макеева, д. 23, оф. 62,
promelectro@miass.ru

НОВОСИБИРСК (3832) 66-46-89, 12-51-60,
ул. Восход, д. 9,
info@planar.ru

НОВОСИБИРСК (3832) 22-76-20, 22-81-29,
ул. Ленина, д. 12, оф. 1207,
oksa@sector-1.ru

ОМСК (3812) 34-83-83, 69-35-07,
ул. Рабиновича, д. 93,
igor@omsktelecom.ru

ОМСК (3812) 24-10-90, 24-68-65,
ул. Карла Либкнехта, д. 26,
dan@dan.omsknet.ru

ПЕНЗА (8412) 52-32-66,
ул. Бакунина, д. 54-94,
reper@ura.com.ru

ПЕРМЬ (3422) 34-94-49, 33-47-25,
ул. Даншина, д. 19, оф. 68,
esc@prp.ru

ТОМСК (3822) 41-55-70, 41-04-69,
пр. Ленина, д. 30а, оф. 111,
zarubin@mail.tomsknet.ru

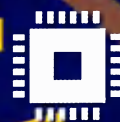
ТЮМЕНЬ (3452) 22-81-95, 22-96-00,
ул. Республики, д. 143,
radloc@abtx.tnn.ru

УФА (3472) 51-14-56,
ул. Чернышевского, д. 88,
shop@ufacom.ru

ЧЕБОКСАРЫ (8352) 64-99-33, 64-99-22,
пр. Тракторостроителей, д. 11,
torg@abc.cap.ru

ЧЕЛЯБИНСК (3512) 34-77-23,
Свердловский пр., д. 23а,
mail@promelec74.ru

ЧЕЛЯБИНСК (3512) 69-74-47, 96-35-69,
пр. Победы, д. 169,
pallada@fromru.com



ПРОМЕЛЕКТРОНИКА

ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Созвездие электронных компонентов

WWW.PROMELEC.RU

ЭКСКЛЮЗИВНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗВУКОИЗЛУЧАТЕЛИ NINGBO EAST ELECTRONICS Ltd.

Звукоизлучатели предназначены для применения в оборудовании для контроля, слежения, обнаружения и управления, охранной и пожарной сигнализации как средство звукового оповещения.

- Приборы могут использоваться при относительной влажности, не более 93±3% при 40°C
- Выдерживают вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 10 до 55Гц с амплитудой 0,75 мм
- Диапазон рабочих температур большинства наименований — от -20 до +70°C, есть модели с расширенным диапазоном рабочих температур.
- Большое разнообразие конструктивов корпусов - горизонтального и вертикального исполнения, под печатный, поверхностный и проводной монтаж.

✓ Пьезоэлементы с внешним возбуждением (излучатели и безкорпусные)

Создаваемое звуковое давление — до 106 Дб, диапазон рабочих частот — 300-6000 Гц. Приводятся в действие переменным напряжением (требуется внешний генератор). Характер звучания — тон с частотой приложенного напряжения. Характеризуются низким потреблением тока (от 1,5 мА) и широким диапазоном напряжений возбуждения (от 7 до 40 В).

✓ Излучатели для работы в автоколебательном режиме:

Приводятся в действие постоянным напряжением при включении по определенной схеме (не требуют внешнего генератора). Технические характеристики аналогичны характеристикам пьезоэлементов с внешним возбуждением.

✓ Зуммеры пьезоэлектрические и электромагнитные:

Создаваемый звуковой диапазон — до 100 Дб. Приводятся в действие постоянным напряжением (имеют встроенный генератор). Основной характер звучания — тон с частотой внутреннего резонанса (400-6500 Гц). Характеризуются низким напряжением питания (от 2 В).

✓ Оповестители, сирены:

Характеризуются мощным звуковым давлением (более 100 Дб на расстоянии 1 метр от излучателя). Существуют варианты для работы от переменного и постоянного напряжения, в автоколебательном режиме, с различным характером звучания (тон с частотой внутреннего резонанса, прерывистый тон, тон с частотой приложенного напряжения, 1...5-тональная сирена).

✓ Ультразвуковые сигнализаторы:

Создаваемое звуковое давление — 90 Дб. Приводятся в действие переменным напряжением (требуется внешний генератор). Характеризуются широким диапазоном рабочих частот (5...50 кГц) при малых напряжениях возбуждения (3...10В).

✓ Малогабаритные громкоговорители:

Максимальная мощность — 0.15 Вт. Создаваемое звуковое давление — до 85 Дб, диапазон рабочих частот — 700-4000 Гц. Печатное исполнение.

Симметрон электронные компоненты

С-Петербург: (812) 278-8484, 278-8421

Москва: (095) 748-5001

Екатеринбург: (3432) 703-384

Новосибирск: (3832) 119-081

Ростов-на-Дону: (8632) 923-273

Ставрополь: (8652) 357-775

Киев: (044) 239-2065

Харьков: (0572) 303-577

Минск: (017) 222-5959

Минимальные сроки

Отлаженная схема доставки в любой регион

**Каталог предлагаемых изделий
по заявке предприятий**

Розничная продажа в магазинах

Микроника
радиодетали и инструменты

Санкт-Петербург, пр. Новочеркасский, 51
(812) 444-0488 www.micronika.ru

Новосибирск, ул. Геодезическая, 2
(3832) 119-045

Киев, ул. М. Расковой, 13
(книжки по электронике, инструмент)
(044) 517-7377


EPCOS


BLUECHIP COMMUNICATION AS


ERSA


muRata
A leader in Electronics


ARIES[®]
ELECTRONICS, INC.


elme


BERNSTEIN
Electronic-Tools


MITSUBISHI
ELECTRIC


WELLS-CTI


LUXO


International
IOR Rectifier


radial


DIMA[®]
SMT SYSTEMS

**Огромный ассортимент отечественных
и импортных электронных компонентов**

- Силовые приборы
- Трансиверы, ВЧ- и СВЧ-компоненты
- Микроконтроллеры и микросхемы памяти
- Транзисторы, тиристоры и диоды
- Лазерные приборы, светодиоды и индикаторы, ЖК-модули
- Широкий выбор пассивных компонентов
- Реле и переключатели, разъёмы и панельки, ZIF-панельки
- Монтажный инструмент
- Паяльное и антистатическое оборудование