

Индекс 08043

Требования к авторам по содержанию и оформлению материалов, предлагаемых для опубликования в журналах издательства "Радіоаматор"

Принимаются к печати авторские оригинальные материалы, которые не печатались в других изданиях и не были отправлены одновременно в несколько различных изданий. При принятии решения о приеме материалов для опубликования редакция учитывает новизну материалов, правильность оформления, соответствие тематике одной из рубрик журнала, мнение независимых рецензентов. При несоответствии материалов указанным требованиям редакция может отправить их на доработку автору или отказать в приеме без объяснения причин. Не принимаются материалы, задевающие честь и достоинство других людей, технически неграмотные, предлагающие технические решения, противоречащие основным законам мироздания, не подписанные автором, кроме предлагаемых в рубрику "Квазиавтор". Отклоненные материалы не рецензируются и не возвращаются.

При оформлении материалов в начале статьи дается аннотация, отделенная от текста. В ней указываются краткое содержание, отличительные особенности, привлекательные стороны и возможные недостатки. В статьях, описывающих конструкцию функционирующего устройства, обязательно приводятся основные параметры схемы, такие, как потребляемая и полезная мощность, рабочая частота, полоса пропускания, диапазон частот, чувствительность и т.п., объяснение принципа действия, особенности конструкции и применяемые компоненты.

Статьи можно присылать в трех вариантах: напечатанные на машинке, распечатанные на принтере и в электронном виде, набранные на компьютере в любом текстовом редакторе для DOS или Windows IBM PC.

Рисунки конструкций, схем и печатных плат, а также таблицы следует выполнять на отдельных листах вне текста статьи. На обороте каждого листа подписывается номер рисунка или таблицы, название статьи и фамилия автора. При выполнении схем, чертежей и графиков начертание, расположение и обозначение элементов производят с учетом требований ЕСКД.

Рисунки принимаются в бумажном и электронном виде. Эскизы и чертежи должны выполняться аккуратно, с использованием чертежных инструментов, черными линиями на чистом белом фоне с увеличением в 1,5-2 раза. Фотографии должны быть размерами не менее 15x13 см в оригинальном виде, ксерокопии фотографий не принимаются. В электронном виде рисунки выполняются в любом из графических редакторов под Windows. Графические файлы должны иметь расширения *.cdr (v. 5-10), *.tif (300 dpi, M1:1), *.pcx (300 dpi, M1:1), *.bmp (72 dpi, M4:1). Схемы и печатные платы, выполненные в программах автоматизированного проектирования и конструирования, должны быть экспортированы в один из указанных выше графических форматов.

Получение авторских материалов в бумажном виде и на цифровых носителях (дискеты 3,5", CD-ROM) осуществляется через почту по адресу:

Редакция
Блокнот "Радіоаматора"
а/я 50, Киев-110,
03110, Украина.

Файлы статей принимаются по адресу электронной почты ra@sea.com.ua с указанием предмета письма "статья".

БЛОКНОТ "РАДІОАМАТОРА"



№ 12
декабрь
2004

Киев Издательство "Радиоаматор"



Блокнот "Радіоаматора"
щомісячний науково-популярний збірник
Зареєстрований Держкомінформ
України
сер. КВ, № 7314, 19.05.2003 р.
Засновник - Видавництво "Радіоаматор"
Видається з січня 2004 р.
№ 12 (10) грудень 2004
Київ, "Радіоаматор"
* * *

Редактор Ульянов Г.А.
Адреса редакції
Київ, вул. Краковська, 36/10, к.23

Для листів:
а/с 50, 03110, Київ-110, Україна
тел/факс (044) 573-25-82
ra@sea.com.ua
http://www.ra-publish.com.ua

Видавець:
Видавництво "Радіоаматор":
Директор Ульянов Г.А.
ra@sea.com.ua
А.М. Зинов'єв, літ. ред. т. 573-39-38
С.В. Латиш, реклама,
т/ф (044) 573-32-57, **at@sea.com.ua**
В.В. Моторний, передплата і
реалізація, т/ф (044) 573-25-82,
val@sea.com.ua

Адреса видавництва "Радіоаматор":
Київ, вул.Солом'янська, 3, к. 803

Підписано до друку 7.12.2004 р.

Дата виходу в світ 25.12.2004

Формат 60x84/16. **Ум. друк. арк.** 4,54.

Облік. вид. арк. 4,35. **Індекс** 08043.

Тираж 1000 прим. **Зам.** 07/1/04

Ціна договірної.

Віддруковано з комп'ютерного набору
в друкарні ЧП "Колодій", Київ, бул.
Лепсе, 8.

При передруку посилання на Блокнот
«Радіоаматора» обов'язкове. При
листуванні разом з листом вкладайте
конверт зі зворотною адресою для
гарантованого отримання відповіді.

Якщо Ви не отримали черговий номер
за передплатою, звертайтеся до
поштового відділення за місцем
передплати.

© Видавництво «Радіоаматор», 2004

Оглавление

Регуляторы на МК	2
Приемники наблюдателя	21
Преобразователи DC-AC	40
Справочник БР	3, 18
Полезная информация:	
Малогабаритный металлоискатель	20
Содержание БР-2004	39
Электронные наборы для радиолюбителей	60
Книга-почтой	63

ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемый читатель!

Прошел год существования сборника "Блокнот "Радіоаматора", год становления и развития, проверки на жизнеспособность и поиска своего читателя. Этот год для нашего издательства, да и для всей страны, был сложным, даже переломным. Но мы выстояли, а теперь продолжаем идти вперед вместе с Вами.

Новый 2005 год для БР будет более насыщенным, потому что к объявленным на год темам мы постараемся добавить еще дополнительные материалы, если позволит обстановка и не будет развиваться инфляция.

Мы снова приглашаем наших специалистов в радиоэлектронике, которые обладают необходимой информацией, присоединяться к созданию материалов для БР. Особенно будут поощряться авторские разработки, в которых будет проводиться обзор схемотехнических решений одного автора. Гонорар за одну тему в объеме 16-20 стр. нашего сборника составляет 250-300 грн., что не так много, как в других толстых журналах, но и материалы наши ценны не новизной, а систематичностью изложения и методической обработкой собранной из разных источников информации.

Напоминаем также, что в редакции имеются некоторые из номеров БР за этот год. Кто хочет подобрать материалы по нужной теме, может заказать соответствующий номер сборника. Содержание за год представлено на стр.39.

Редактор Георгий Ульянов

Регуляторы на МК

Под регуляторами в данной статье понимаются устройства, предназначенные для регулирования любых процессов различной физической сущности для достижения различных целей. К таким целям могут относиться удержание процесса в рамках определенной точности регулирования или прохождение определенной программы, или ожидание определенной команды и срабатывание при ее поступлении, или установки параметра в пределах заданного коридора значений и т.п. В качестве примера приведем схему использования микроконтроллера MSP430F11xx.

На рис.1 показана схема регулятора оборотов электрической дрели, в которой использован микроконтроллер MSP430x111x. Вполне возможно применение микроконтроллера MSP430F1121, необходимо только снизить напряжение питания микроконтроллера до 3,6 В.

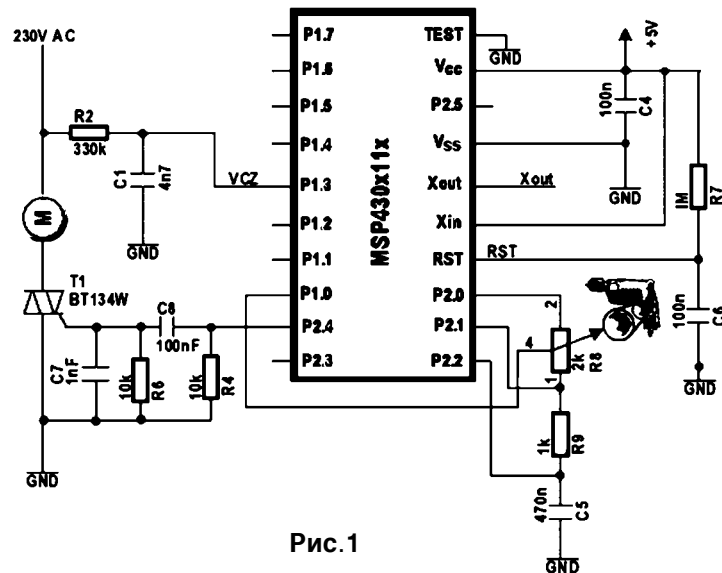


Рис.1

Алгоритм работы программы прост. По входу P1.3 микроконтроллер определяет момент перехода синусоиды через "0", используя регистр слежения/сравнения. Компоненты R8, R9 и C5 используются для реализации токового АЦП. Программа, манипулируя зарядом и разрядом конденсатора C5 с помощью выводов микроконтроллера P2.0, P2.1, P1.0 и резисторов R8 и R9, определяет положение движка резистора R8. Это и есть информация о необходимой частоте вращения двигателя дрели в данный момент. Имея информацию о переходе переменного напряжения через "0", а также информацию о позиции движка потенциометра R8, совсем просто рассчитать момент включения тиристора T1 (вывод микроконтроллера P2.4) при частоте сети 50 Гц. Для генерации задержки на

включения тиристора используется модуль контроллера Timer_B (вых. P1.3).

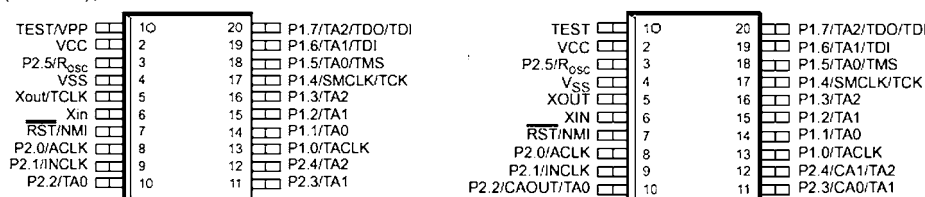
Краткие технические характеристики микроконтроллера MSP430F11xx:

Напряжение питания	1,8 до 3,6 В
Потребление при Vcc=2,2 В	
на частоте 32 кГц	1,2 мкА
на частоте 1 МГц	160 мкА
в "спящем" режиме	0,8 мкА
Выход из "спящего" режима	6 мкс
RISC архитектура	16-разрядная
Время выполнения инструкции	125 нс

Семейство состоит из следующих микроконтроллеров:

- MSP430F110: 1KB + 128B Flash-память программ, 128B память данных;
- MSP430F112: 4KB + 256B Flash-память программ, 256B память данных;
- MSP430F1101: 1KB + 128B Flash-память программ, 128B память данных;
- MSP430F1121: 4KB + 256B Flash-память программ, 256B память данных.

На **рис.2а** и **2б** показано назначение выводов микроконтроллеров семейства MSP430F11xx с Flash-памятью. Кристалл микроконтроллера размещен в пластмассовом корпусе (20 выводов) с шагом выводов 1,27 мм (SOWB) или 0,625 мм (TSSOP), тип монтажного исполнения - SMD.



а) Микроконтроллер MSP430F11x

Рис.2 б) Микроконтроллер MSP430F11xx

Регулятор скорости на МК предложил В. Пузрин. Этот регулятор предназначен для применения на небольших электродвигателях, где в качестве ходового двигателя используется Speed400 или другой аналогичный электромотор. Для удобства управления кривая регулирования скорости имеет форму экспоненты. Регулятор также снабжен тормозом для быстрой остановки пропеллера.

Схема устройства (**рис.3**) создана на основе микроконтроллера PIC12C509 фирмы Microchip и рассчитана на работу с батареей из 7-8 банок. При разряде батарей двигатель отключается, сохраняя при этом функциональность аппаратуры управления.

В отличие от тех регуляторов скорости, которые построены по аналоговой схеме, здесь есть дополнительная защита от случайных включений. Даже если при включении питания модели вы забудете убрать газ, мотор не заработает. Регулятор позволит включить двигатель только после того, как газ был убран до минимума.

За основу этого проекта автором была взята схема, разработанная Майклом

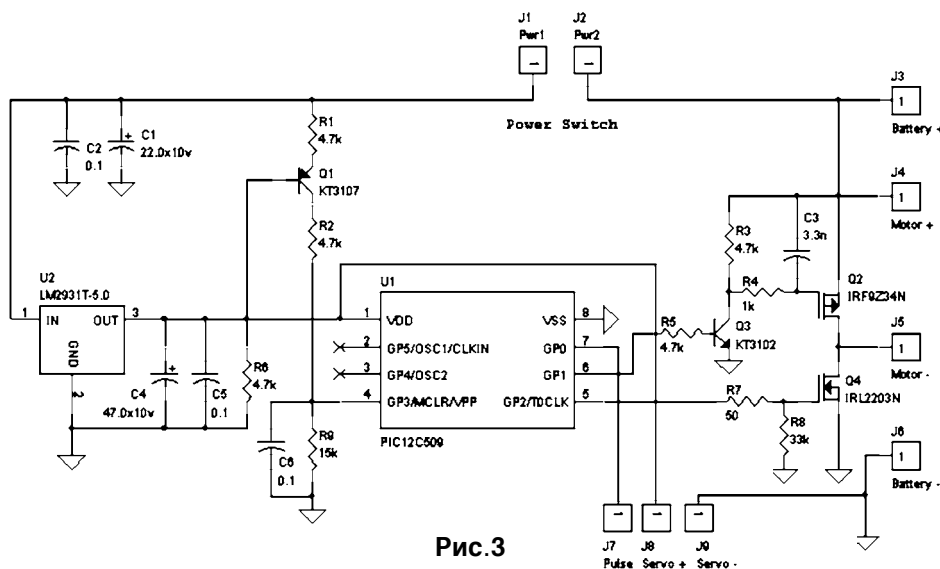


Рис.3

Нортоном (<http://home.hiwaay.net>). Автор советует посетить его страничку, если хотите подробно разобраться, как работают такие регуляторы. В программе, написанной Майклом, была допущена ошибка, которая вызывала скачок скорости вблизи точки максимальных оборотов ротора. В данном варианте эта ошибка исправлена.

Светодиоды индикации режимов работы, которые есть на схеме Майкла, были убраны автором за ненадобностью.

Внешний вид регулятора показан на **рис.4**, вид монтажной платы - на **рис.5**.



Рис.4

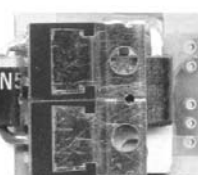
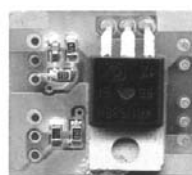
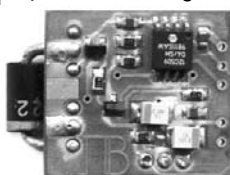


Рис.5

Регулятор скорости с реверсом предложил А. Патрацкий. Занимаясь радиоделом, он знает, что желание приобщиться к сообществу радиоделов требует значительных финансовых затрат, особенно на начальном этапе. Самодельный регулятор скорости - это как раз то устройство, на котором можно немного сэкономить.

Рис. 6

Характеристики устройства
(рис.6):

- частота управляющего ШИМа 3 кГц;
- внутреннее сопротивление 0,1 Ом;
- напряжение питания 4,8...7,2 В;
- размер платы 50х25 мм.

Относительно высокое внутреннее сопротивление обусловлено простотой конструкции, которая рассчитана на работу в HPI RS4 micro со стандартным мотором. На четырех двигателях GP2200 транзисторы горячие, но держат. Модель катается все 40 минут без проблем.

Если вы захотите использовать регулятор с более мощными моторами, то для увеличения рабочих токов можно сделать следующее:

Регуляторы на МК

- в первую очередь, заменить транзисторы IRF9Z34 транзисторами IRF4905 (хотя они дороже);
- установить транзисторы на радиатор;
- поставить несколько транзисторов параллельно.

Для упрощения конструкции в прошивке удалена процедура, защищающая от случайных включений из-за небольшого интервала "холостого хода". В принципе ее можно вернуть, исключив команду «goto aar» в тексте программы. Также отсутствует режим тормоза, вместо него используется задний ход.

Внешний вид регулятора показан на **рис.7**.

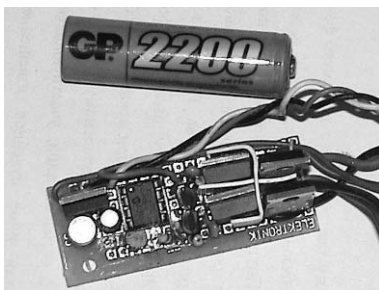


Рис.7

Программа регулятора рассчитана под микроконтроллер PIC 12F675 или PIC 12F629. Это позволяет при необходимости менять характеристики прошивки. В принципе, можно использовать и PIC 12C509.

Прежде чем прошивать микроконтроллер необходимо считать поправочную константу. Если при подключении регулятора в нейтральном положении курка двигатель вращается вперед, то необходимо увеличить значение поправки, и наоборот. После этого прошить контроллер с новым параметром.

Для настройки управляющей характеристики регулятора (зависимости мощности от положения курка передатчика) сделана небольшая утилита. В данной версии она может читать файл *.inc и отображать его в виде графиков. Первый график – зависимость размерности от количества отсчетов, второй – зависимость мощности от длительности управляющего импульса.

Документацию с ПО можно получить на сайте <http://www.rcdesign.ru>.

Сенсорный электронный регулятор громкости с памятью для активных акустических систем компьютера, содержащий функции MUTE и "RSI Break", разработал А. Протопопов из г. Москвы (www.protopopov.da.ru).

Устройство предназначено для установки в активные акустические системы (ААС) компьютера. Оно замещает собой сдвоенный переменный резистор регулировки уровня громкости и позволяет получить дополнительные функции и высокую надежность в работе. Всем известно, что переменный резистор, при постоянном активном пользовании им, выдерживает не более чем 1-2 года, а затем начинаются неприятности, вызванные старением резистивного слоя и износом трущихся частей.

Предлагаемое вашему вниманию устройство (**рис.8**) полностью устраняет все недостатки. Его можно использовать как при ремонте, так и для установки в новые ААС перед продажей.

Устройство имеет следующие функции:

1. Сенсорное управление. Все управление производится с помощью одного

сенсора. Каждое касание сопровождается подтверждающим звуковым сигналом. Сенсор реагирует на изменение емкости, а человек, поднося палец к сенсору, производит ее увеличение. В результате становится возможным определять не только касание к сенсору, но и нахождение пальца в нескольких миллиметрах от него.

Программно реализована защита от помех и дрожания пальца. В качестве сенсора используется металлическая сеточка, прикрывающая динамическую головку. Она установлена на подавляющем количестве типов AAC. В этом случае при установке этого устройства не происходит никакого изменения внешнего вида AAC. Если AAC не имеют такой сетки, можно расположить сенсор (металлический кружок диаметром примерно 25 мм) под верхней стороной корпуса колонки. Чувствительность следует несколько увеличить изменением сопротивления резистора R3. Можно применить и другие варианты сенсоров.

2. Увеличение и уменьшение уровня громкости со звуковым контролем. В этих режимах происходит вывод мелодичного сигнала, изменяющегося по громкости в соответствии с устанавливаемым уровнем. То есть установить нужный уровень громкости вы можете даже при отсутствии звукового сигнала от аудиокарты компьютера. Устройство позволяет получить 46 ступеней уровня громкости от минимального до максимального значения.

3. Режим MUTE позволяет мгновенно убавить уровень громкости до минимума с возможностью последующего возврата к установленному ранее уровню. Очень удобен, когда в разгар игры вдруг зазвонил телефон и необходимо ответить на звонок.

4. Режим "RSI Break". "Синдром часто повторяющихся нагрузок" (repetitive stress injury, RSI) возникает в результате многодневного сидения за компьютером, когда вы часами всматриваетесь в экран, не выпуская из рук "мышь" и даже забывая пообедать. Общее недомогание, жгучая боль и скованность в руках или кистях; напряжение и боль в мышцах спины или шеи; нарушенная координация движений – любой из этих симптомов свидетельствует о том, что вы уже нажили себе недуг, который называется RSI. Единственный способ полностью избежать RSI – это вообще отказаться от работы за компьютером. Впрочем, существуют приемы, позволяющие уменьшить степень риска. Описываемое устройство позволяет использовать режим "RSI Break" и организовать небольшие перерывы в работе, заполняемые гимнастикой или другой физической нагрузкой, связанной с разнообразными движениями. Это позволяет избежать заболевания. При включении этого режима начинается отсчет времени. По истечении 50 мин выдается прерывистый звуковой сигнал, напоминающий о необходимости прервать работу на компьютере. Затем через 10 мин раздастся мелодичный звуковой сигнал, разрешающий приступить к работе. Цикл повторяется до выключения режима "RSI Break". Оба этих сигнала имеют длительность 20 с, но могут быть прерваны одним касанием к сенсору. Режим "RSI Break" при этом останется включенным.

5. Запоминание установленного уровня громкости и разрешения режима "RSI

Регуляторы на МК

Break" при выключении питания. При включении питания будет восстановлен использованный ранее уровень громкости. Если ранее был включен режим "RSI Break", то будет выдан мелодичный звуковой сигнал длительностью 2 с, свидетельствующий о начале отсчета рабочего времени. Включение режима MUTE не запоминается при выключении питания.

6. Проверка установленного уровня громкости при отсутствии звукового сигнала от компьютера. В любое время, коснувшись один раз сенсора, вы услышите мелодичный звуковой сигнал длительностью 1 с с уровнем громкости, соответствующим установленному.

Управление устройством

1. Одно касание и отпускание - проверка установленного уровня громкости воспроизведением мелодичного звукового сигнала или отключение режима MUTE (возврат к прежнему уровню громкости), если он был включен. В последнем случае не выдается мелодичный звуковой сигнал для проверки установленного уровня громкости.

2. Одно касание и удержание - плавное уменьшение громкости звука с воспроизведением мелодичного звукового сигнала, соответствующего

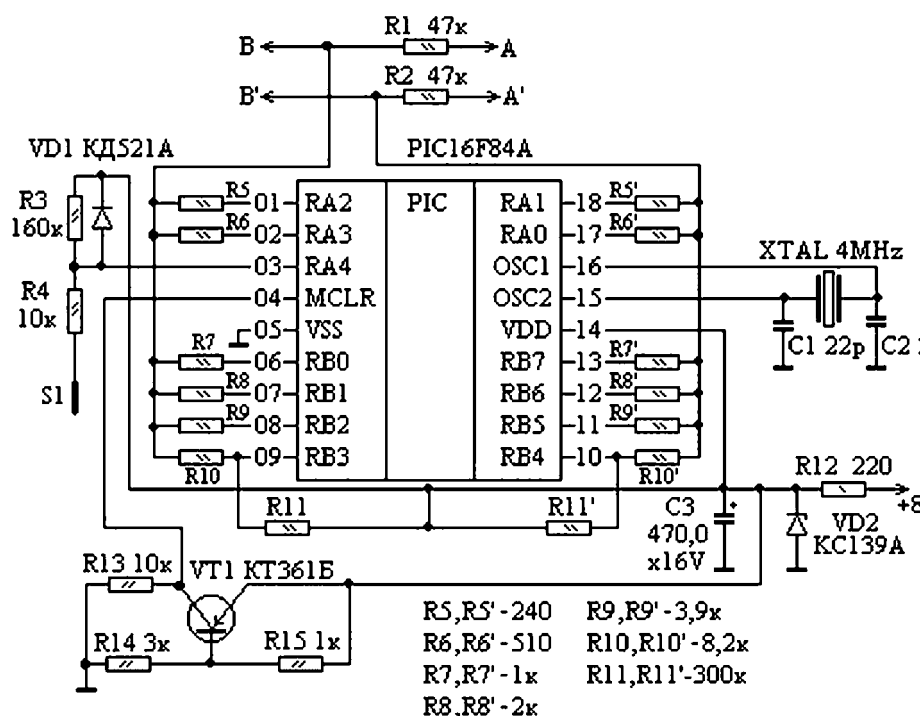


Рис.8

устанавливаемому уровню. По достижении минимального уровня будет выдаваться прерывистый однотональный сигнал.

3. Два касания и отпускание - включение режима MUTE (быстрое уменьшение громкости до минимума).

4. Два касания и удержание - плавное увеличение громкости звука с воспроизведением мелодичного звукового сигнала, соответствующего устанавливаемому уровню. По достижении максимального уровня будет выдаваться прерывистый однотональный сигнал.

5. Три касания и отпускание - включение или выключение режима "RSI Break". Включению режима соответствует мелодичный звуковой сигнал после касаний, а выключению – прерывистый однотональный сигнал. Повторные касания должны происходить с интервалом времени не более 0,75 с.

Устройство выполнено на микроконтроллере PIC16F84A-04 (PIC16LF84A), но могут быть использованы и другие типы PIC с внутренней EEPROM памятью данных. Контроллер PIC содержит полевые транзисторы в выходных каскадах портов, что позволяет создать резистивный ЦАП для работы с переменным током звуковой частоты, имеющим как положительные, так и отрицательные полуволны сигнала. На элементах R13-R15, VT1 собрана схема запуска контроллера, рекомендованная Microchip для контроллеров, не имеющих функции "Brown-out Reset". Она обеспечивает надежный запуск контроллера в любых условиях и выработку необходимого сигнала Reset при понижении напряжения питания. Это гарантирует отсутствие сбоев в работе. На резисторах R5, R5'...R10, R10' выполнены два шестизрядных ЦАП, осуществляющих изменение уровня громкости звука, подаваемого на вход ААС. Их номиналы выбраны исходя из допустимой точности отклонения от расчетного ряда: 250 Ом, 500 Ом, 1 кОм, 2 кОм, 4 кОм, 8 кОм. То есть можно применить несколько другие номиналы, чем те, что указаны на схеме, но максимально близкие к указанному ряду сопротивлений. При необходимости можно точнее подобрать соответствие уровней звука от контроллера и от аудиокарты одновременным изменением сопротивления R11, R11'. Увеличение их сопротивления приводит к уменьшению уровня звука от контроллера. Впрочем, добиться желаемого соответствия можно и "регулятором громкости" в Windows. Резистором R3 можно регулировать чувствительность сенсора. Для сенсора в виде окрашенной металлической сетки на ААС его сопротивление должно быть, как указано на схеме, 160 кОм. Для сенсора в виде металлической пластины, расположенной на внутренней поверхности корпуса, следует поставить максимально возможное сопротивление R3 – 390 кОм. Для открытого сенсора, рассчитанного на непосредственное касание пальцем к его металлической поверхности, сопротивление R3 можно уменьшить до 100 кОм.

Резистор R12 МЛТ-0,25, остальные - МЛТ-0,125. С целью минимизации устройства можно применить компоненты предназначенные для поверхностного монтажа.

На **рис.9** для примера показана входная часть схемы ААС MS-691. Все

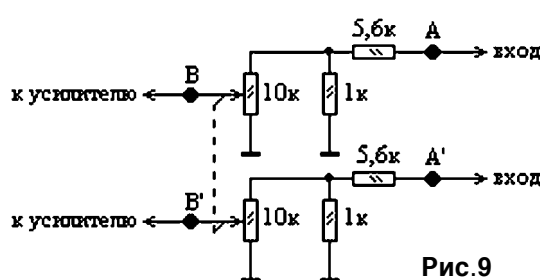


Рис.9

элементы, находящиеся между точками A-B и A'-B', удаляются, и устройство подключается к указанным точкам в соответствии с принципиальной схемой. Обратите внимание, что удаление сдвоенного переменного резистора из схемы выполняется лишь

коррекцией разводки печатной платы, чтобы не нарушать внешний вид AAC. Все соединительные проводники должны быть, по возможности, минимальной длины и не слишком тонкими. Особенно это касается общего провода. Провод от резистора R4 припаивается к металлической сетке AAC с внутренней стороны.

Напряжение питания (+8V) берется от AAC после выключателя POWER (с микросхемы усилителя) с тем, чтобы при выключении питания этим выключателем устройство оказалось бы тоже отключенным. Если напряжение питания ваших AAC значительно отличается от указанного, следует изменить номинал резистора R12.

Большинство AAC не содержит стабилизатора питающего напряжения и установленная емкость фильтрующего конденсатора в блоке питания (обычно 2200 мкФ), как правило, слишком мала. Это приводит к снижению громкости и искажению звука при воспроизведении низких частот, а также к увеличенному уровню фона переменного тока. Емкость этого конденсатора желательно поднять до 10000 мкФ для улучшения качества работы AAC. Дальнейшего снижения фона переменного тока и искажений звука можно добиться более грамотной разводкой общего проводника на печатной плате толстым медным проводом.

Часто недорогие стереофонические AAC оказываются неспособными приемлемо воспроизводить низкие звуковые частоты, и их звучание оказывается слишком резким, звенящим и раздражающим слух. Выровнять уровень АЧХ и тем самым "поднять басы", сделав звучание гораздо более приятным на слух, позволяет замена каждого из резисторов R1 и R2 простым Т-образным RC-фильтром нижних частот первого порядка, принципиальная схема которого представлена на рис.10.

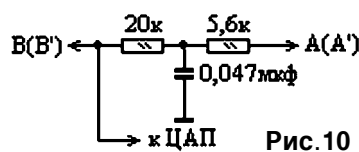


Рис.10

Два микроконтроллерных регулятора мощности предложил Л. Ридико на сайте <http://схем.net>. Для управления инерционной нагрузкой часто применяются тиристорные регуляторы мощности, работающие по принципу подачи на нагрузку нескольких полупериодов сетевого напряжения с последующей паузой. Преимуществом таких регуляторов является то, что моменты коммутации тиристоров совпадают с моментами перехода сетевого напряжения через ноль, поэтому уровень радиопомех резко снижен. Кроме того, такой регулятор, в отличие

от регулятора с фазовым управлением, не содержит аналоговых пороговых элементов, что увеличивает стабильность работы и упрощает настройку. Поскольку коммутация нагрузки происходит только в моменты перехода сетевого напряжения через ноль, минимальная порция энергии, поступающая в нагрузку, равна энергии, потребляемой нагрузкой за один полупериод. Поэтому для уменьшения шага регулировки мощности приходится удлинять повторяющуюся последовательность полупериодов. Например, чтобы получить шаг в 10%, необходима длина повторяющейся последовательности 10 полупериодов. На **рис.11а** показана последовательность импульсов на управляющем электроде тиристора для мощности в нагрузке 30%. Как видно, тиристор открыт в течение первых трех полупериодов, а в течение семи последующих - закрыт. Далее эта последовательность повторяется. Частота коммутации у такого регулятора для любой мощности, меньшей 100%, равна 1/10 частоты следования полупериодов. Гораздо логичнее было бы распределить полупериоды, в течение которых тиристор открыт, равномерно по всей последовательности. В общем случае задачу равномерного распределения любого числа импульсов N в последовательности длиной M (при N меньшем или равном M) решает алгоритм Брезенхема, который обычно используется в растровой графике для построения наклонных отрезков. Этот алгоритм реализуется с помощью целочисленной арифметики, что существенно упрощает его программирование. На

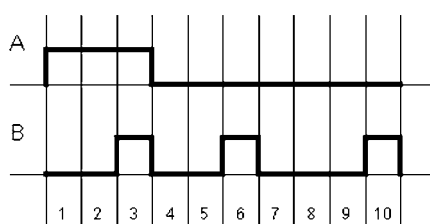


Рис.11

рис.11б показана последовательность для той же мощности в 30%, но с применением алгоритма Брезенхема. В последнем случае частота коммутации в три раза выше. Нужно отметить, что выигрыш более заметен при малом шаге регулировки мощности. Например, в случае шага 1% для той же мощности в 30%, выигрыш составит 30 раз.

Основой регулятора мощности (**рис.12**) является микроконтроллер U1 типа AT89C2051 фирмы ATMEL. Для питания схемы регулятора использован маломощный трансформатор T1, что вместе с применением оптотириستоров обеспечивает гальваническую развязку от сети. Это делает устройство более электробезопасным. Еще одним полезным свойством регулятора является то, что он может быть использован с нагрузками, рассчитанными на разное рабочее напряжение. Для этого достаточно подать на вход тириستоров требуемое напряжение с дополнительного трансформатора. Например, регулятор можно использовать для питания низковольтного паяльника. Необходимо только, чтобы напряжение и ток не превышали максимально допустимых для примененных тиристоров.

Регулировка мощности в нагрузке осуществляется с помощью кнопок SB1 и SB2. Короткое нажатие одной из кнопок вызывает изменение мощности на один шаг.

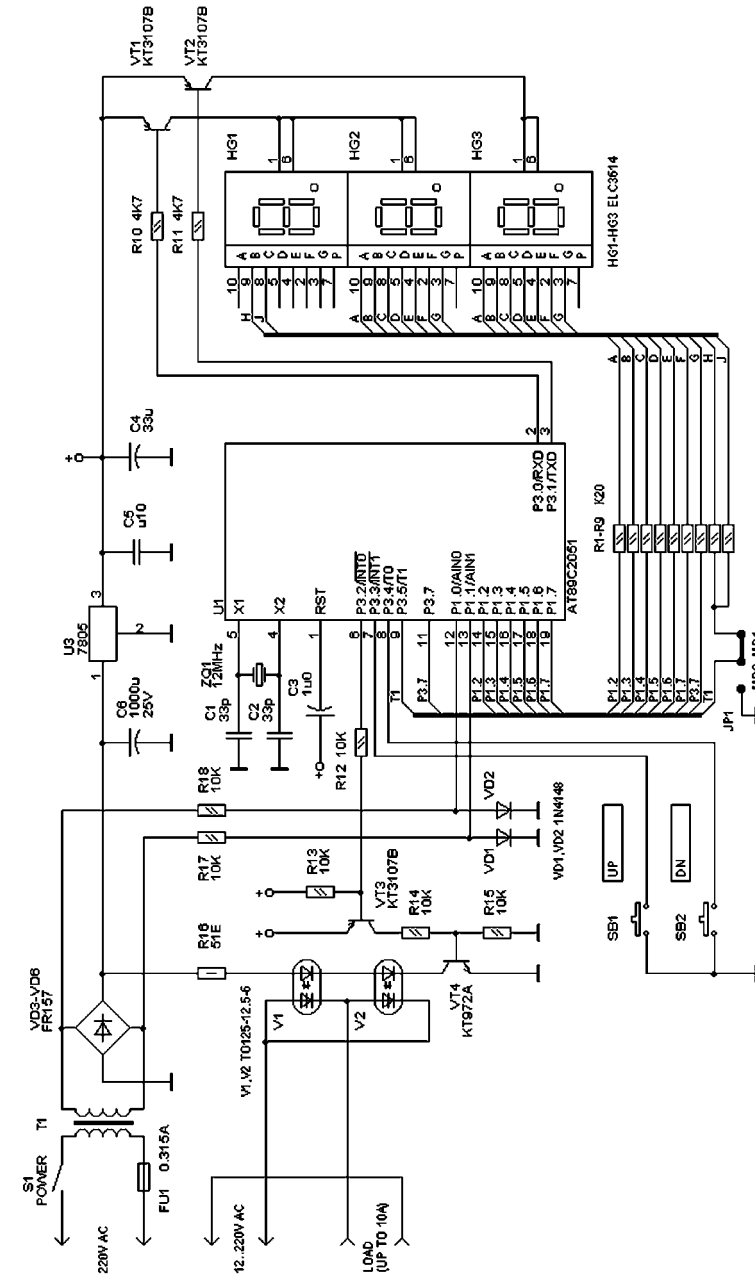


Рис.12

При удержании кнопки происходит монотонное изменение мощности. Одновременное нажатие двух кнопок выключает нагрузку, если до этого она была включена, или включает максимальную мощность, если нагрузка была выключена. Для индикации мощности в нагрузке служат светодиодные семисегментные индикаторы HG1-HG3.

Для уменьшения количества элементов использована динамическая индикация, которая реализована программно. Встроенный в микроконтроллер аналоговый компаратор осуществляет привязку к сетевому напряжению. На его входы через ограничители R17, R18, VD1, VD2 поступает переменное напряжение с вторичной обмотки трансформатора питания.

Функцию ограничителя для отрицательной полярности выполняют диоды выпрямительного моста. Компаратор восстанавливает знак сетевого напряжения. Переключения компаратора происходят в моменты перехода сетевого напряжения через ноль. Выход компаратора опрашивается программно, и как только обнаруживается изменение его состояния, на выход управления тиристорами (порт микроконтроллера INT0) выдается управляющий уровень для включения тиристоров. Если текущий полупериод подлежит пропуску, то управляющий уровень не выдается. Затем на 4 мс включается индикатор HG3. В это время происходит проверка нажатия кнопок и, если нужно, изменяется значение текущей мощности. Затем снимается управляющее напряжение с тиристоров, и на 4 мс включаются индикаторы HG1 и HG2. После этого в течение 4 мс ожидается новое изменение состояния компаратора. Если изменения не происходит, система все равно начинает цикл, не привязавшись к сети. Только в этом случае тиристоры не открываются. Это сделано для того, чтобы индикация нормально работала даже без импульсов привязки к частоте сети. Такой алгоритм работы, однако, накладывает некоторые ограничения на сетевую частоту: она должна иметь отклонение от 50 Гц не более 20%. На практике отклонение частоты сети значительно меньше.

Сигнал с порта INT0 поступает на ключ, выполненный на транзисторах VT3 и VT4, который служит для управления светодиодами оптотиристоров. Когда активен сигнал RESET микроконтроллера, на порту присутствует уровень логической единицы. Поэтому в качестве активного уровня выбран ноль. Для коммутации нагрузки используются два оптотиристора, включенные встречно-параллельно. Светодиоды оптотиристоров соединены последовательно. Ток светодиодов задается резистором R16 и равен примерно 100 мА. Регулятор может работать в двух режимах с разным шагом регулировки мощности. Выбор режима работы производится переключкой JP1. Состояние этой переключки опрашивается сразу после сброса микроконтроллера. В режиме 1 шаг регулировки мощности составляет 1%. При этом на индикаторе отображаются цифры от 0 (0%) до 100 (100%). В режиме 2 шаг регулировки мощности составляет 10%. При этом на индикаторе отображаются цифры от 0 (0%) до 10 (100%). Выбор числа градаций 10 в режиме 2 обусловлен тем, что в некоторых случаях (например, управление электроплитой) не требуется малый шаг регулировки мощности.

Если регулятор предполагается использовать только в режиме 2, то индикатор HG1 и резисторы R8, R9 можно не устанавливать. Вообще говоря, регулятор позволяет произвольно задать число градаций мощности для каждого из режимов. Для этого необходимо в код программы по адресу 0005H занести желаемое значение градаций для режима 1, а по адресу 000BH - для режима 2. Нужно только помнить, что максимальное число градаций в режиме 1 должно быть не более 127, а в режиме 2 - не более 99, поскольку в этом режиме индикация сотен невозможна.

При токе нагрузки до 2 А оптоэмиттеры можно использовать без радиаторов. При большем токе нагрузки оптоэмиттеры необходимо установить на теплоотводы площадью 50...80 см². При использовании регулятора с напряжением менее 50 В оптоэмиттеры могут быть любого класса по напряжению.

При работе с сетевым напряжением класс оптоэмиттеров должен быть не ниже 6. В качестве трансформатора питания можно применить любой маломощный трансформатор с напряжением вторичной обмотки 8...10 В (переменное) и допустимым током нагрузки не менее 200 мА. Диоды VD3-VD6 можно заменить диодами КД208, КД209 или выпрямительным мостом КЦ405 с любой буквой. Микросхема стабилизатора U2 типа 7805 (отечественный аналог КР142ЕН5А, КР1180ЕН5) радиатора не требует. Транзисторы VT1-VT3 любые маломощные р-п-р. Транзистор VT4 можно заменить транзисторами КТ815, КТ817 с любым буквенным индексом. Диоды VD1, VD2 любые кремниевые маломощные, например КД521, КД522. Кнопки SB1 и SB2 любые малогабаритные без фиксации, например ПКН-159.

Индикаторы HG1-HG3 - любые семисегментные с общим анодом. Желательно только, чтобы они обладали достаточной яркостью свечения. Конденсаторы C3, C4, C6 - любые электролитические. Остальные конденсаторы - керамические. Резистор R16 МЛТ-0,5, остальные - МЛТ-0,125. Еще удобнее применить SMD-резисторы, например, P1-12. Микросхема U1 установлена на панельке. Если регулятор собран из исправных деталей, а микроконтроллер запрограммирован без ошибок, то регулятор в настройке не нуждается. Желательно только проверить правильность привязки к сетевой частоте. Для этого необходимо засинхронизировать осциллограф сетевым напряжением и убедиться, что импульсы сканирования дисплея (на выводах RXD и TXD микроконтроллера) синхронны с сетью и имеют удвоенную сетевую частоту. Если при подключении нагрузки из-за помех синхронность нарушается, необходимо между входами компаратора (выводы 12, 13 микроконтроллера) включить конденсатор емкостью 1...4,7 нФ.

При шаге регулирования мощности 1% нестабильность сетевого напряжения является основным источником погрешности установки мощности. Если нагрузка не связана гальванически с сетью, то несложно измерить среднее значение приложенного к нагрузке напряжения и с помощью цепи обратной связи поддерживать его постоянным. Этот принцип и реализован во втором регуляторе. Блок-схема устройства приведена на **рис.13**.

Для работы в режиме автоматического регулирования используются два Брезенхемовских модулятора Бр. Мод. 1 и Бр. Мод. 2, которые реализованы

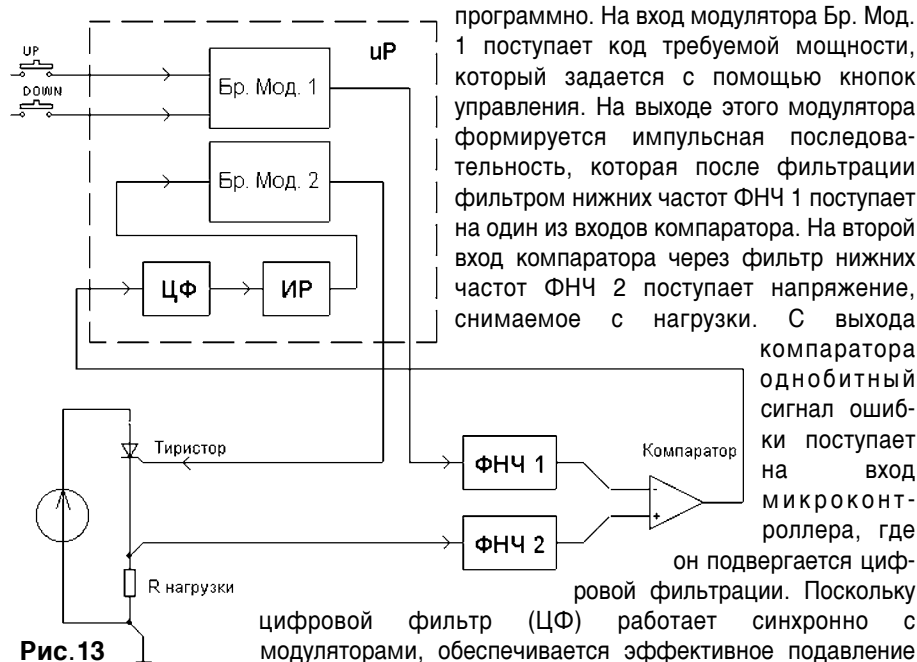


Рис. 13

Этот регулятор (рис.14) схемотехнически очень похож на описанный выше, поэтому имеет смысл остановиться только на его отличиях. Поскольку имеющихся портов ввода-вывода микроконтроллера оказалось недостаточно, пришлось отказаться от использования встроенного компаратора. В регуляторе применен сдвоенный компаратор U2 типа LM393. Первая половина компаратора используется для привязки к сетевому напряжению. Из-за особенностей LM393 в схему привязки пришлось добавить резистор R27, который совместно с R14, R15 образует делитель напряжения, уменьшающий отрицательное напряжение на входах компаратора. Меандр сетевой частоты с выхода компаратора поступает на вход микроконтроллера INT0. Вторая половина компаратора используется в петле обратной связи. Однобитный сигнал ошибки поступает на вход микроконтроллера T1. На входах компаратора установлены ФНЧ, образованные элементами R16, C7 и R17, C8. Сигнал с выхода модулятора (вывод T0 микроконтроллера) поступает на вход ФНЧ

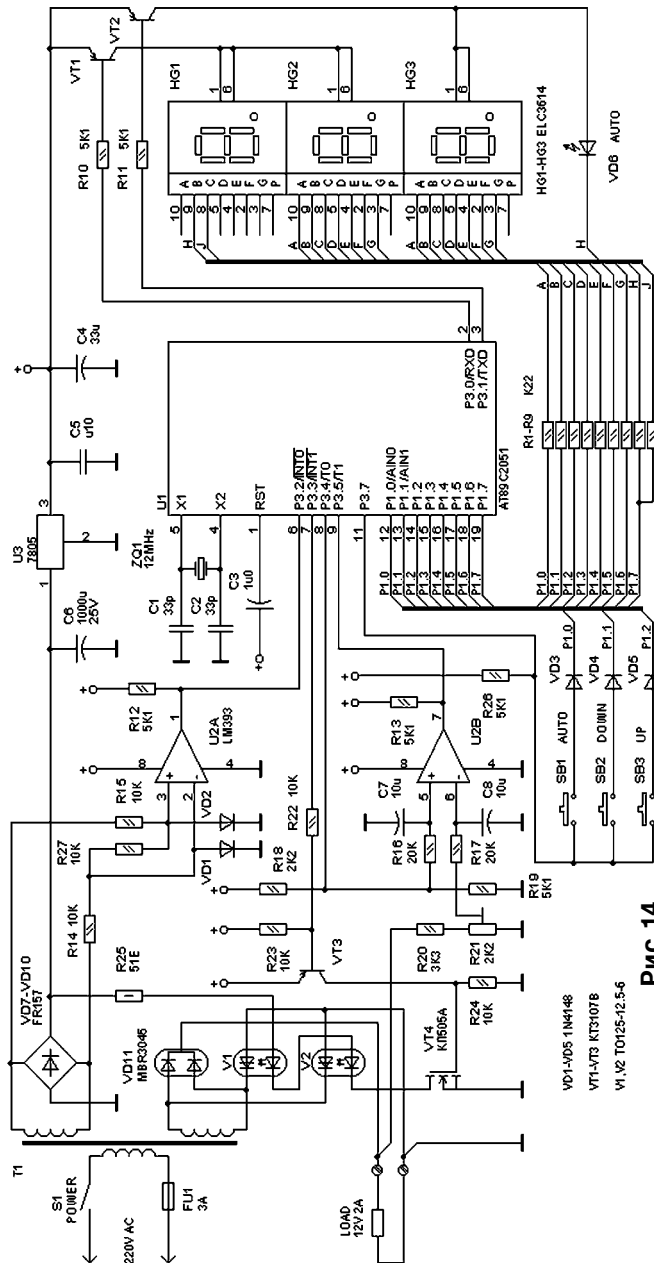


Рис. 14

через делитель R18R19. Делитель необходим по той причине, что компаратор не может работать с входными напряжениями, близкими к напряжению питания. После делителя импульсы имеют амплитуду около 3,5 В. Стабильность амплитуды определяется стабильностью напряжения питания +5 В, которое использовано в качестве опорного. Напряжение, снимаемое с нагрузки, поступает на вход другого ФНЧ также через делитель, образованный резисторами R20, R21. Этот делитель выбирается таким образом, чтобы при номинальном напряжении сети и мощности в нагрузке 100% напряжение на выходе ФНЧ составляло 3,5 В. Сигнал с выхода микроконтроллера INT1 через транзисторный ключ поступает на управление тиристорами. Оптотристоры V1 и V2 вместе с диодной сборкой VD11 образуют управляемый выпрямитель, который и питает нагрузку. Кнопки управления для экономии портов микро-

контроллера включены по-другому. В цикле работы регулятора есть промежутки, когда индикаторы погашены. В это время оказалось возможным провести сканирование кнопок, используя линии данных индикаторов.

Таким образом, три кнопки используют дополнительно только одну линию: это линия возврата РЗ.7. Третья кнопка понадобилась для управления режимом "AUTO". Сразу после включения регулятор находится в ручном режиме, т.е. функционально соответствует регулятору, описанному выше. Для включения режима автоматического регулирования необходимо нажать одновременно кнопки "AUTO" и "UP". При этом загорается светодиод "AUTO". В таком режиме регулятор автоматически поддерживает установленную мощность.

Если теперь нажать и удерживать кнопку "AUTO", то на индикаторах можно посмотреть текущее состояние регулятора (проценты выходной мощности, которые изменяются при колебаниях сетевого напряжения так, чтобы мощность оставалась неизменной). Если сетевое напряжение упало настолько, что поддерживать мощность нет возможности, то начинает мигать светодиод "AUTO". Выключить режим автоматического регулирования можно одновременным нажатием кнопок "AUTO" и "DOWN".

При токе нагрузки более 2 А оптотиристоры необходимо установить на теплоотвод. Основания оптотиристоров соединены с анодами, поэтому в данной схеме приборы можно монтировать на общем радиаторе, который соединен с общим проводом устройства. В качестве VD11 желательно применить сборку диодов Шотки (или два отдельных диода Шотки, например, КД2998). В крайнем случае, можно применить обычные диоды, допускающие необходимый ток нагрузки. Хорошие результаты можно получить с КД2997, КД2999, КД213.

Компаратор LM393 выпускает ПО "Интеграл" под обозначением IL393. Можно применить и два отдельных компаратора, например, LM311 (он же КР554СА3). Вместо транзистора КП505А можно применить биполярный транзистор КТ815, КТ817, добавив резистор 1 кОм последовательно в цепь коллектора VT3. К остальным деталям требования такие же, что и для регулятора, описанного выше. Для настройки регулятора необходимо к нему подключить нагрузку и подать номинальное сетевое напряжение (например, с помощью ЛАТРа). Затем нужно установить максимальную мощность (100%).

Подстроечным резистором R21 необходимо добиться разницы напряжений на входах 5 и 6 компаратора U2B, близкой к нулю. После этого нужно уменьшить мощность до 90% и включить режим "AUTO". Подстройкой R21 необходимо добиться совпадения (с точностью ± 1 единица) установленной мощности и показаний индикаторов в режиме контроля состояния регулятора (при нажатой кнопке "AUTO").

Цифровой 4-канальный регулятор для усилителя на TDA7313 разработал А. Нарчук, сайт <http://radiotech.by.ru..>

Схема (рис.15) рассчитана на управление двумя стереопроцессорами TDA7313, образующими регулятор НЧ/ВЧ/громкости/баланса для квадро/стерео усилителя. Для управления аудиопроцессорами (рис.16) используется

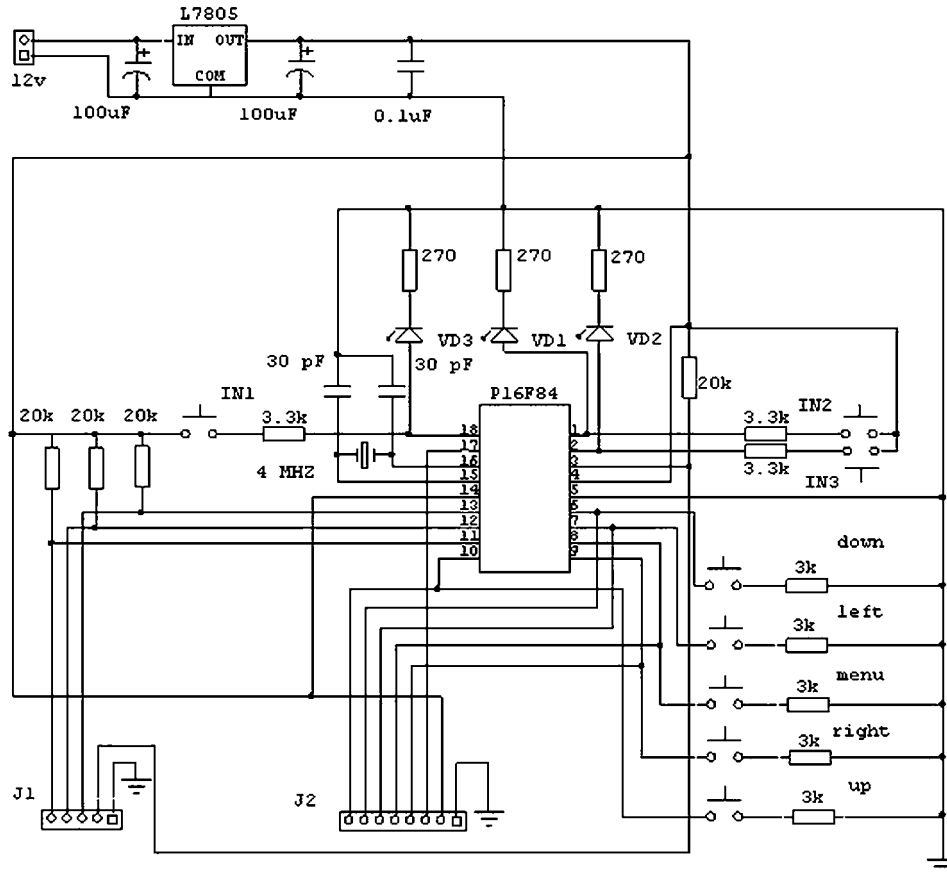


Рис.15

микропроцессор PIC16F84, а для индикации режима работы применен ЖКИ дисплей 7x2 (8x2, 10x2) с контроллером HD44780 (рис.17). Для индикации выбранного аудиовхода имеются 3 светодиода. В программе, выложенной на упомянутом сайте, предусмотрено сохранение параметров регулировки в энергонезависимой памяти. TDA7313 управляется по шине I²C. ИМС TDA7313 имеет относительно хорошие параметры, делая возможным использовать ее в качественных усилителях.

Некоторые характеристики TDA7313:

- коэффициент нелинейных искажений 0,01%;
- отношение сигнал/шум 0,6 dB;
- коэффициент ослабления соседнего канала 103 dB;
- наличие 3-х стереовходов.

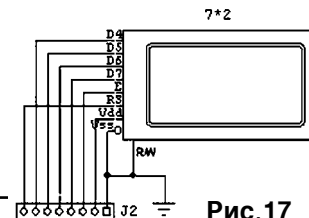


Рис.17

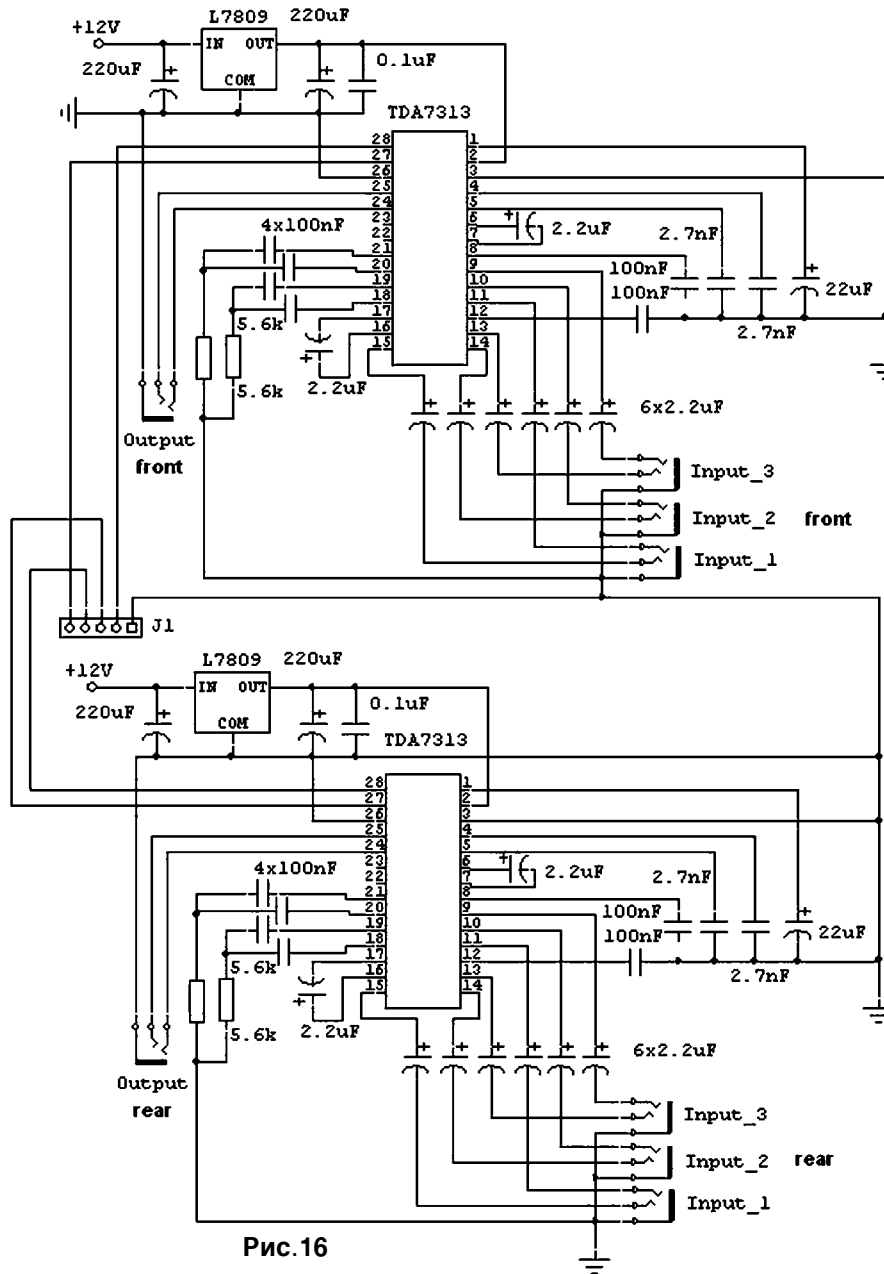


Рис.16

Полезная информация

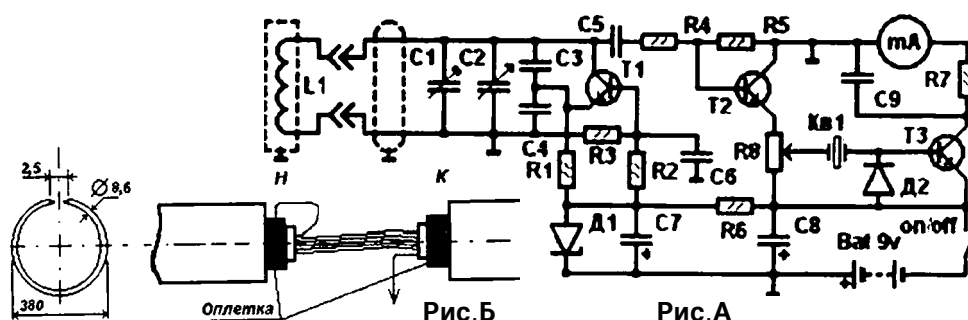
Малогабаритный металлоискатель представлен на сайте <http://www.kladoiskatel.care.lv>. Металлоискатели на биениях оказываются малочувствительными при поисках металлов со слабыми ферромагнитными свойствами, таких, как, например, медь, олово, серебро. Повысить чувствительность металлоискателей этого типа невозможно, поскольку разность частот биения малозаметна при обычных методах индикации. Значительный эффект дает применение кварцевых металлоискателей.

Электронный искатель (**рис.А**) состоит из измерительного генератора, собранного на транзисторе Т1, и буферного каскада - эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе Т2, разделенных кварцем Кв1 от индикаторного устройства - детектора на диоде Д2 с усилителем постоянного тока на транзисторе Т3. Нагрузкой УПТ служит стрелочный прибор с током полного отклонения 1 мА.

Подготовка к поиску заключается в настройке генератора на частоту параллельного резонанса кварца, равную 1 МГц. Эта настройка производится конденсатором переменной емкости С2 (грубо) и построечным конденсатором С1 (точно) при отсутствии около рамки металлических предметов. Поскольку кварц является элементом связи между измерительной и индикаторной частями устройства, его сопротивление в момент резонанса велико, и минимальное показание стрелочного прибора свидетельствует о точной настройке устройства. Уровень чувствительности регулируется переменным резистором R8.

Особенностью устройства является кольцевая рамка L1, изготовленная из отрезка кабеля. Центральную жилу кабеля удаляют и вместо нее продевают шесть витков провода типа ПЭЛ 0,1-0,2 длиной 115 мм. Конструкция рамки и порядок выводов показаны на **рис.Б**. Такая рамка обладает хорошим электростатическим экраном. Жесткость конструкции рамки обеспечивается размещением ее между двумя дисками из оргстекла или гетинакса диаметром 400 мм и толщиной 5-7 мм.

В приборе использованы транзисторы КТ315Б, стабилитрон 2С156А, диод типа Д9 с любым буквенным индексом. Частота кварца может быть в интервале частот от 90 кГц до 1,1 МГц. Кабель РК-50. С1 2...15, R1 1 к, Т1 КТ315Б, Д1 КС156А, С2 140...680, R2 15 к, Т2 КТ315Б, Д2 Д9, С3 5100, R3 3,9 кОм, Т3 КТ315Б, С4 820, R4 12 кОм, С5 15, R5 330 кОм, С6 0,1 мкФ, R6 560 кОм, С7 100,0 мкФ х12 В, R7 3,9 кОм, С8 100,0 мкФ х12 В, R8 2,5 кОм, С9 0,1 мкФ.



Приемники наблюдателя

Первые шаги в радиолубительстве, как и в любом другом серьезном деле, начинаются с наблюдения за работой в эфире опытных операторов. Для этого необходим радиоприемник, позволяющий принимать частоты, разрешенные для работы радиолубителям. Пройдя путь наблюдателя, который прослушивает работу любительских радиостанций и набирается опыта в использовании правил работы в эфире, радиолубительских кодов и этических норм общения, можно с уверенностью переходить к самостоятельной работе в эфире.

Строить свой приемник нужно с учетом собственных возможностей и навыков работы с радиоэлектроникой. Поэтому проще начать с одного диапазона и простой схемы, а потом усложнять приемник по мере необходимости.

Средневолновый приемник с синхронным детектором разработал А. Руднев из г. Балашова Саратовской обл. (Р № 2/91).

При разработке описываемого приемника автор ставил перед собой задачу создания простой конструкции, пригодной для повторения радиолубителями, делающими первые шаги в освоении синхронного радиоприема.

Синхронные приемники, как известно, обладают высокой селективностью и обеспечивают линейное детектирование АМ сигналов, чем и объясняется растущий к ним интерес. Само название приемника говорит о том, что прием на него возможен, когда напряжение гетеродина синхронизировано с напряжением сигнала, т.е. частота гетеродина равна частоте сигнала. Местный гетеродин синхронизируется, как правило, методом фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) или методом прямого захвата частоты гетеродина входным сигналом.

В данном случае использован второй, более простой метод синхронизации. В схеме приемника (**рис.1**) на входе установлен широкополосный колебательный контур L1C3, настраиваемый на середину выбранного участка СВ диапазона подбором конденсатора C3. Такое изменение можно реализовать с помощью набора конденсаторов, переключающихся дискретно с помощью переключателя. Смеситель выполнен на транзисторе VT1, входной сигнал на который подается через резистор R2, играющий роль аттенюатора.

Аттенюатор предназначен для уменьшения перекрестных помех, возникающих при прямом детектировании сильных сигналов вследствие нелинейности канала полевого транзистора. Сопротивление аттенюатора выбирается исходя из конкретных условий приема.

Напряжение гетеродина поступает непосредственно на затвор транзистора VT1, работающего в ключевом режиме, функции гетеродина выполняет управляемый RC-генератор, основу которого составляет триггер, Шмитта на цифровой микросхеме DD1. Режим генерации триггера обеспечивается включением в его цепь положительной обратной связи управляемой частотно-зависимой RC-цепи. Частота гетеродина определяется элементами R1, C2, C4 и сопротивлением канала транзистора VT2, на затвор которого через конденсатор CS подается синхронизирующий входной сигнал. При указанных на схеме номиналах элементов диапазон перестройки гетеродина составляет примерно 300 кГц. Средняя частота

диапазона устанавливается подстроечным резистором R1.

Плавная перестройка частоты гетеродина по диапазону осуществляется конденсатором переменной емкости C2. Когда частота гетеродина близка к несущей частоте входного сигнала, происходит ее захват и устанавливается равенство частот гетеродина и входного сигнала. При этом смеситель обеспечивает синхронное детектирование входного сигнала. Сигнал звуковой частоты после смесителя выделяется фильтром L2C6C7 с частотой среза 5 кГц.

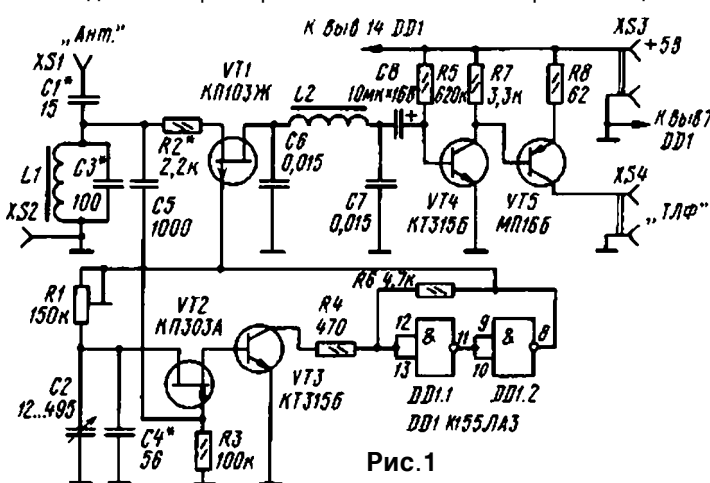


Рис. 1

Усилитель 3Ч приемника выполнен на транзисторах VT4, VT5, включенных по схеме с непосредственной связью. Режим работы обоих транзисторов устанавливается резисторами R5 и R7. Последний каскад усилителя 3Ч нагружен на низкоомные телефоны ТА-56М с сопротивлением постоянному току 50 Ом. Резистор R8 ограничивает величину

тока, потребляемого последним каскадом усилителя 3Ч, и обеспечивает отрицательную обратную связь по переменному току, повышающую линейность усиления. Для питания приемника желателен стабилизированный источник, но можно использовать и "свежую" батарею 3336Л или батарею, составленную из нескольких элементов, обеспечивающих требуемое напряжение питания. Ток, потребляемый приемником, составляет примерно 30 мА. Работоспособность его сохраняется при снижении питающего напряжения до 4 В.

Приемник смонтирован на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита, помещенной в корпусе, спаянном из того же стеклотекстолита, или в любой другой подходящей металлической коробке. Размеры корпуса выбирают произвольно, ограничиваются они только размерами платы и конденсатора переменной емкости. На боковых стенках корпуса устанавливают гнезда для подключения источника питания, головных телефонов, антенны и заземления.

Все транзисторы, кроме выходного, могут быть с любым буквенным индексом. В высокочастотной части приемника применены керамические конденсаторы. Конденсатор переменной емкости можно взять от переносного приемника. Конденсаторы C6, C7 и C8 могут быть любого типа. Резисторы МЛТ-0,25 или МЛТ-

0,125, подстроечный резистор R1 СПЗ-16. Катушка L1 намотана проводом ПЭЛ 0,2 на кольце K7x4x2 из феррита 600НН и содержит 30 витков. При этом частота настройки входного контура, при указанном на схеме номинале конденсатора СЗ, составляет 1250 кГц. Катушка L2 намотана на кольце K18x9x5 из феррита 2000 НН, и содержит 260 витков провода ПЭЛ 0,2.

Налаживание приемника начинают с проверки усилителя ЗЧ. При прикосновении отверткой к его входу в телефонах должен быть слышен сильный низкочастотный фон переменного тока, свидетельствующий о нормальной работе усилителя. Дополнительной настройки при использовании исправных деталей он не требует. Проверить наличие генерации и установить диапазон перестройки гетеродина можно, прослушивая его сигнал на стоящем рядом средневолновом радиовещательном приемнике.

Диапазон перестройки гетеродина определяется по основной (самой нижней) частоте его излучения. Изменением сопротивления резистора R1 смещают среднюю частоту диапазона гетеродина так, чтобы в него попал интересующий участок СВ диапазона. После этого подбором конденсатора СЗ на среднюю частоту выбранного участка диапазона настраивается входной контур. Его настройку контролируют с помощью генератора стандартных сигналов (ГСС) и высокочастотного милливольтметра или осциллографа. Сигнал с ГСС через резистор сопротивлением 100 кОм подают на контур и по максимуму напряжения на нем определяют его резонансную частоту. Следует отметить, что полоса пропускания контура, уже включенного в приемник, существенно расширяется из-за шунтирующего действия аттенюатора и смесителя. Это позволяет принимать сигналы нескольких станций, близких расположенных по частоте без перестройки входной цепи.

Несмотря на свою простоту, настроенный приемник имеет высокую чувствительность, позволяющую принимать сигналы весьма удаленных радиостанций на антенну в виде отрезка провода длиной 1 м и подключенном заземлении. Недостатком приемника является невысокая стабильность частоты его гетеродина, свойственная всем RC-генераторам. Поэтому в процессе приема, особенно слабых сигналов, из-за влияния дестабилизирующих факторов может нарушиться синхронизация, и возникнет необходимость подстройки приемника.

Радиоприемник с расширенными возможностями под названием "СУПЕР-ТЕСТ" разработал В. Рубцов, UN7BV (<http://www.qrx.narod.ru>). Приемник позволяет принимать сигналы любительских радиостанций, работающих CW и SSB в диапазонах 1,8; 3,5; 7; 10; 14; 18; 21; 24 и 28 МГц.

Технические характеристики:

Чувствительность (при отношении сигнал/шум, равном 3), не хуже	0,5 мкВ
Двухсигнальная избирательность (при расстройке 20 кГц)	70 дБ
Динамический диапазон	90 дБ
Полоса пропускания	2,4 кГц, 1 кГц
Диапазон работы АРУ	
при изменении выходного напряжения не более чем на 6 дБ, не менее	40 дБ
Номинальная выходная мощность	0,5 Вт
Габариты	256x148x79 мм

Приемники наблюдателя

Питание может осуществляться от сети переменного тока 220 В или от источника постоянного тока напряжением 12...24 В. Схема приемника изображена на **рис.2**. Он представляет собой супергетеродин с одним преобразованием частоты. РЧ сигнал через антенное гнездо XW1 и конденсатор C1 поступает через переключатель SA1.1 на часть катушки L1, образующей вместе с конденсатором переменной емкости (КПЕ) C3 входной контур. Перестройка приемника с диапазона

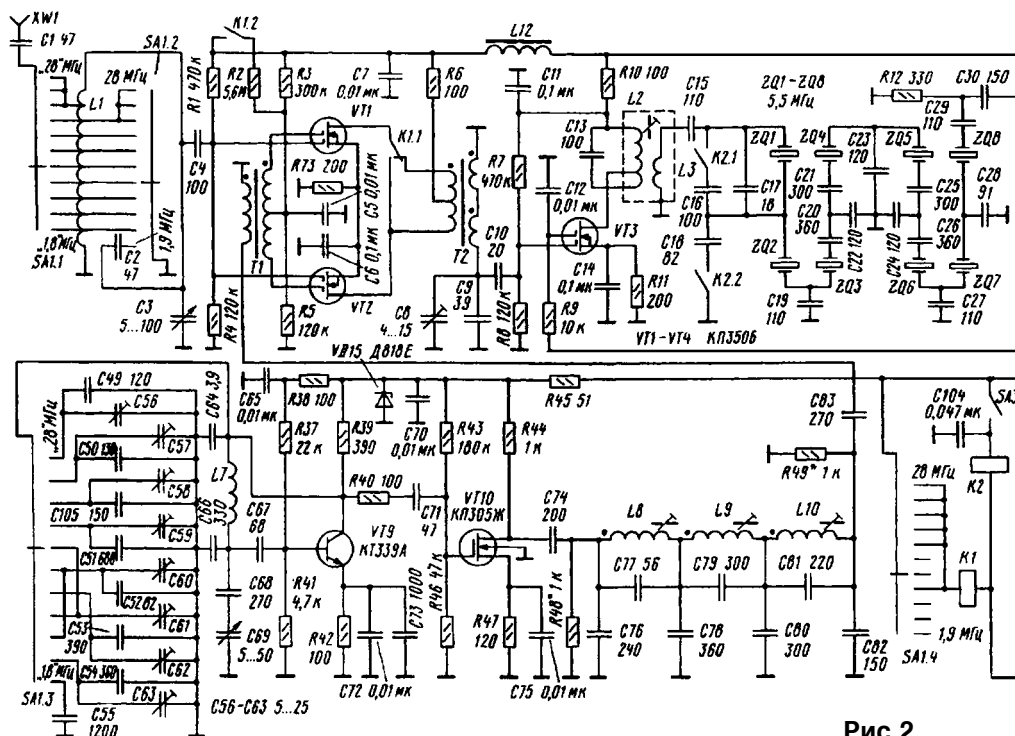
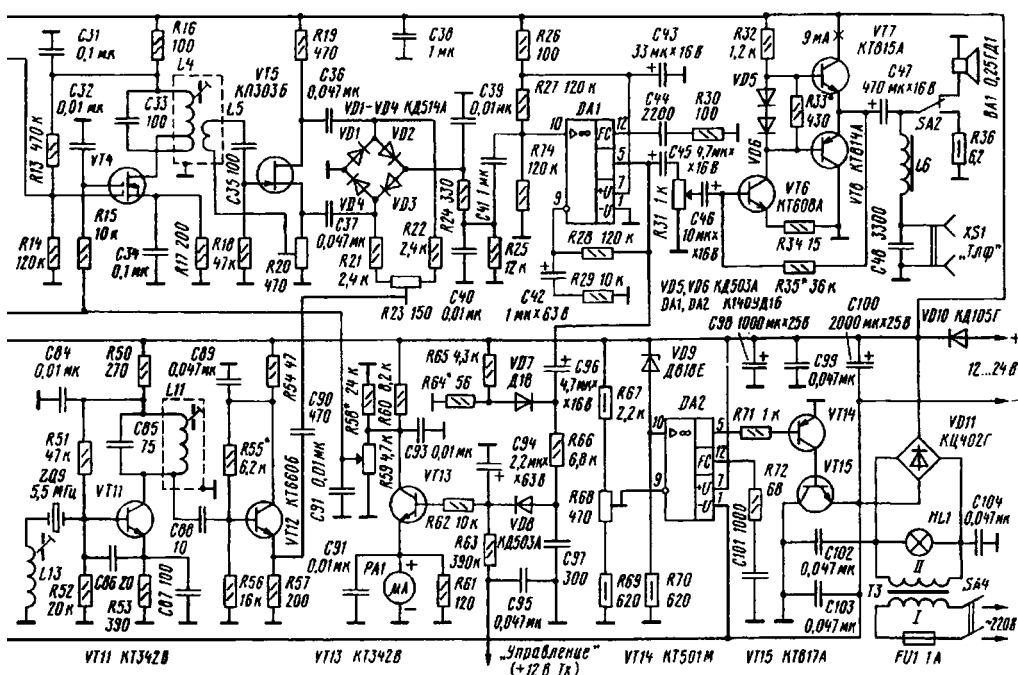


Рис.2

на диапазон осуществляется замыканием соответствующей части витков катушки секцией переключателя диапазонов SA1.2. Секция переключателя SA1.1 на любом из диапазонов подключает к антенне только часть витков (примерно половину) катушки входного контура, обеспечивая этим приемлемое согласование с антенной.

В диапазоне 1,8 МГц параллельно КПЕ C3 подключается конденсатор C2, благодаря чему обеспечивается возможность настройки в данном диапазоне частот с одновременным уменьшением коэффициента перекрытия по частоте. РЧ сигнал с входного контура через C4 поступает на первые затворы полевых транзисторов VT1 и VT2, на которых выполнен переключаемый балансный смеситель. Коэффициент передачи этого каскада приемника около 8.

На вторые затворы транзисторов через трансформатор Т1 в противофазе подается сигнал генератора плавного диапазона (ГПД), выполненного на транзисторе VT9 по схеме Вакара. Генератор по этой схеме обладает повышенной стабильностью частоты. Переключатель SA1.3 подключает к контуру ГПД различные конденсаторы на соответствующих диапазонах, обеспечивая генерирование необходимых частот с необходимым перекрытием по частоте.



Напряжение питания ГПД стабилизировано параметрическим стабилизатором VD15R45. На транзисторе VT10 собран усилитель сигнала ГПД. К его выходу подключен эллиптический фильтр НЧ седьмого порядка с частотой среза 12,65 МГц.

На диапазонах 10, 21,24 и 28 МГц ГПД вырабатывает частоту вдвое ниже требуемой для получения нужной ПЧ (5,5 МГц). Необходимое удвоение происходит в смесителе (VT1, VT2) при переключении контактов реле K1.1 в левое по схеме положение.

Вторая группа контактов реле K1.2 обеспечивает подключение резистора R2 параллельно R3 для обеспечения наилучшего режима преобразования на указанных диапазонах. Управляет включением реле K1 секция переключателя SA1.4. На

остальных диапазонах удвоение частоты ГПД в смесителе не происходит.

На диапазонах 21,24 и 28 МГц на выходе смесителя включена только половина входной обмотки трансформатора Т2, что повышает коэффициент трансформации на этих диапазонах. В результате чувствительность приемника также повышается.

Выходная обмотка трансформатора Т2 и конденсаторы С8, С9 образуют контур ПЧ, настроенный на частоту 5,5 МГц. Снятый с этого контура сигнал усиливается первым каскадом ПЧ, который выполнен на полевом транзисторе VT3.

На второй затвор этого транзистора через резистор R9 поступает напряжение АРУ. В стоковую цепь включен контур ПЧ. Основную селекцию осуществляет кварцевый восьмикристалльный фильтр лестничного типа (ZQ1-ZQ8). Полоса пропускания фильтра в режиме SSB - 2,4 кГц (рис.3). При замыкании контактов реле К2.1 и К2.2 полоса сужается до 1 кГц (режим CW - рис.4).

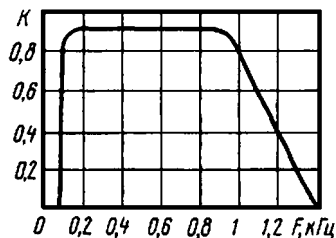


Рис.3



Рис.4

Отфильтрованный ПЧ сигнал усиливается вторым каскадом ПЧ (транзистор VT4). Второй затвор этого транзистора также подключен к цепям АРУ через резистор R15. С выхода VT4 сигнал ПЧ через фазоинвертирующий каскад на транзисторе VT5 поступает на кольцевой балансный смеситель VD1-VD4 (детектор SSB сигнала). В другое плечо смесителя подается сигнал частотой 5,5 МГц, вырабатываемый кварцевым гетеродином на транзисторе VT11. Подстроечным резистором R20 можно регулировать коэффициент передачи каскада на транзисторе VT5. На транзисторе VT12 выполнен эмиттерный повторитель сигнала кварцевого гетеродина.

С выхода кольцевого балансного смесителя сигнал звуковой частоты через RC-фильтр С39R24C40 поступает на предварительный усилитель низкой частоты, выполненный на микросхеме DA1, а с него через резистор регулировки громкости R31 - на оконечный УНЧ (транзисторы VT6 VT7, VT8). Переключателем SA2 можно отключить динамическую головку BA1. Разъем XS1 предназначен для подключения головных телефонов.

С выхода микросхемы DA1 НЧ сигнал поступает также и на выпрямитель сигнала АРУ, собранный на диодах VD7 и VD8. Время срабатывания системы АРУ определяется емкостью конденсатора С94. На транзисторе VT13 выполнен усилитель сигнала АРУ. В цепь эмиттера этого транзистора включен микроамперметр PA1 с током полного отклонения 100 мкА (S-метр). Резистор R58

служит для ограничения максимального напряжения, подаваемого на вторые затворы транзисторов VT3, VT4 (оно должно быть не более 5 В). Переменным резистором R59 регулируют усиление по ПЧ вручную. Порог срабатывания АРУ подбирают резистором R64.

Примененная схема позволяет считывать показания S-метра независимо от положения движка резистора R31 или положения переключателя SA2.

Кроме того, при уменьшении усиления ПЧ уменьшаются показания S-метра, что соответствует логике, в отличие от схемы АРУ, примененной в радиоприемнике "TURBO-TEST".

Блок питания приемника состоит из трансформатора Т3, выпрямительного моста VD11 и стабилизатора напряжения +12 В на ОУ DA2 и транзисторах VT14, VT15.

Коллектор транзистора VT15 соединен с корпусом устройства, что позволило не только обойтись без дополнительного теплоотвода, но и использовать отрицательное напряжение (присутствующее на эмиттере VT15 относительно корпуса) для записания неработающих каскадов передающей приставки в режиме приема.

Коллектор транзистора VT8 также соединен с корпусом, а транзистор VT7 имеет тепловой контакт с шасси приемника через слюдяную прокладку. Это позволило избежать применения отдельных теплоотводов.

Частоты, вырабатываемые ГПД приемника, показаны в табл.1, а намоточные данные контуров и трансформаторов - в табл.2.

Трансформатор Т1 наматывают в три, а Т2 - в четыре скрученных между собой провода (шаг скрутки - 3 мм). Намотку ведут виток к витку.

Конструкция катушек L1, L7 и их намоточные данные такие же, как в приемнике "TURBO-TEST".

Корпус приемника, очертания печатной платы, верньер, конденсаторы ГПД и входного контура, а также силовой трансформатор использованы те же, что и в приемнике "TURBO-TEST".

Катушки ПЧ и эллиптического фильтра заключены в алюминиевые экраны. Каркасы катушек L1 и L7 керамические, остальных катушек - полистироловые.

Эскиз катушки L1 показан на рис.5. Намотка секционированная.

Секции разделены щечками из гетинакса толщиной 1 мм. Они туго надеты на каркас и приклеены к нему клеем "Момент". Длина каркаса катушки L7 - 46 мм.

В приемнике применены резисторы МЛТ, СПЗ-9а, СПЗ-386, конденсаторы КМ, КТ-1, КД-1, КЛС, К50-6, К53-1. Для перестройки приемника по частоте использованы

Таблица 1

Диапазон, МГц	Частота задающего генератора, МГц	Удвоенная частота в смесителе, МГц
1,9	7,33...7,43	
3,5	9...9,3	
7	12,5...12,6	
10	7,75...7,775	15,5...15,55
14	8,5...8,85	
18	12,568...12,668	
21	7,75...7,975	15,5...15,95
24	9,695...9,745	19,39...19,49
28	11,25...11,535	22,5...23,07
28,5	11,535...11,82	23,07...23,64
29	11,82...12,1	23,64...24,2

так называемые дифференциальные КПЕ ("бабочка") ЯД4.652.007 от радиостанции Р-821 (822).

Таблица 2

Поз. обозн.	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Диаметр каркаса, мм	Тип сердечника	Примечание
L1	119	(См. рис. 4)	8	Керамика	См. рис. 4
L2, L4	32	ПЭЛ 0,16	5	СЦР	Отвод от 10-го витка снизу, внавал
L3	16	ПЭЛ 0,16	5	СЦР	Поверх L2, внавал
L5	20	ПЭЛ 0,16	5	СЦР	Поверх L4, внавал
L6				Дроссель	Д-0,1 160 мкГн
L7	31	ПЭЛ 1,0	8	Керамика	Виток к витку
L8	17	ПЭЛ 0,45	5	СЦР	Виток к витку
L9	11	ПЭЛ 0,45	5	СЦР	Виток к витку
L10	12	ПЭЛ 0,45	5	СЦР	Виток к витку
L11	32	ПЭЛ 0,16	5	СЦР	Внавал
L12				Дроссель	Д-0,1 30 мкГн
L13	27	ПЭЛ 0,24	5		Виток к витку
T1	10+10+ +10	ПЭЛШО 0,24		50ВЧ К7×4×2	2 кольца склеить клеем "Момент"
T2	10+10+ +10+10	ПЭЛШО 0,24		50ВЧ К7×4×2	2 кольца склеить клеем "Момент"
T3				УШ 16×24	ТВК-110 Л2
I	2430	ПЭВ-1 0,15			220 В
II	150	ПЭВ-1 0,55			Переменное напряж. 16 В (под нагрузкой)

Для увеличения максимальной емкости их статоры соединены друг с другом, а роторы - с общим проводом. По виду зависимости емкости от угла поворота ротора эти конденсаторы прямые, поэтому без каких-либо особых ухищрений удалось получить достаточно большую растяжку шкалы в телеграфных участках.

Реле К1 и К2 - РЭС60 в исполнении РС4.569.437 (ток сраба-

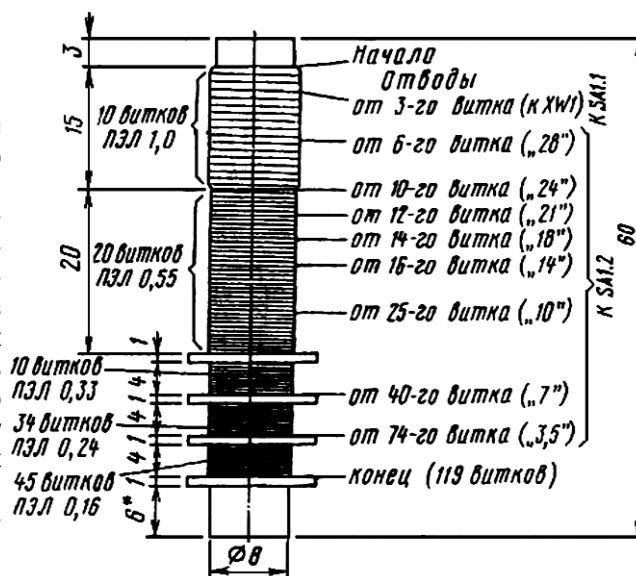


Рис.5

тывания - 12,4 мА, а сопротивление обмотки - 675...925 Ом).

Переключатель SA1- галетный ПГЗ-11П4Н. Галета SA1.4 расположена между галетой SA1.3 (расположенной ближе к печатной плате) и галетами SA1.1, SA1.2 (расположенными ближе к лицевой панели приемника); SA2 - микротумблер МТ-1; SA3 - кнопочный П2К с фиксацией в нажатом положении; SA4 - микротумблер МТ-3.

Измерительная головка РА1 - микроамперметр М476/3 с током полного отклонения стрелки 100 мкА (от магнитофона "Романтик-3"). В кварцевом фильтре и кварцевом генераторе применены кварцевые резонаторы из набора "Кварцевые резонаторы для радиолюбителей" № 1 (паспорт ИГ2.940.006 ПС).

Сетевой трансформатор ТЗ - ТВК от черно-белого лампового телевизора. Для повышения надежности его желательно доработать: разобрать пластины магнитопровода и собрать их внахлест, удалив тем самым зазор между пластинами. Перед установкой в приемник трансформатор нужно поместить в коробчатый экран, изготовленный из мягкой стали толщиной 0,5...0,8 мм.

Большинство деталей приемника смонтировано на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Катушка L1 установлена на передней панели, катушка L7 - на печатной плате, оси их проекций пересекаются под углом 90°. ГПД отделен от опорного генератора и остальных каскадов приемника экраном - перегородкой высотой 46 мм, согнутой из листовой латуни толщиной 1 мм. Кварцевый фильтр также отделен аналогичной латунной перегородкой. Экраны катушек L8, L9, L10 образуют своеобразный экран для смесителя VT1, VT2, отделяющий его от остальных каскадов.

Налаживание приемника начинают с проверки отсутствия короткого замыкания по цепям питания. Затем подстройкой резистора R68 устанавливают питающее напряжение на выходе стабилизатора (на катоде диода VD9 относительно корпуса) +12 В далее устанавливают режимы транзисторов VT1-VT4 по постоянному току подбором резисторов в затворных цепях (R1, R7, R13) так, чтобы на их истоках установилось постоянное напряжение около +0,9 В. Режим транзистора VT10 подбирают резистором R43. Указанную операцию нужно производить при отключенной антенне, переключатель диапазонов - в положении "14 МГц", движки резисторов R31 и R59 - в положениях, соответствующих максимальному усилению. Резистор R58 подбирают по максимальному усилению при неискаженном сигнале в каскадах ПЧ, при этом постоянное напряжение на коллекторе транзистора VT13 должно находиться в пределах +3...5 В. В любом случае оно не должно превышать +5 В.

Налаживание оконечного УНЧ заключается в подборе резистора R33 с целью установки тока покоя выходных транзисторов VT7, VT8, равного 9 мА, и подборе R35 для установки напряжения питания указанных транзисторов, равного половине питающего. Подбором резистора R27 устанавливают напряжение питания на выводе 5 микросхемы DA1, равное половине питающего.

Подбором резистора R29 можно добиться изменения коэффициента усиления каскада в ту или иную сторону (при этом несколько меняется его частотная

характеристика). Кварцевый фильтр настраивают путем подбора конденсаторов. При замыкании контактов реле К2 полоса пропускания должна сужаться до 1 кГц. При отличии ширины полосы пропускания от указанной следует подобрать конденсаторы С16, С18.

Частоты ГПД устанавливают в соответствии с **табл.1** путем подстройки конденсаторов С56-С63. После этого производят термокомпенсацию заменой конденсаторов С52, С66, С64, С67, С68 на диапазоне 18 МГц конденсаторами, равными по номиналу, но с различным температурным коэффициентом емкости (ТКЕ). Аналогично заменяют конденсаторы С49-С51 С53-С55, С105 на остальных диапазонах.

Подстройкой катушек L8-L10 настраивают эллиптический фильтр, добиваясь частоты среза 12,65 МГц и отсутствия заметных провалов АЧХ. Частоту кварцевого гетеродина VT11 устанавливают подстройкой катушки L13 на нижнем скате характеристики кварцевого фильтра. Подстройкой катушки L11 добиваются максимума сигнала на эмиттере транзистора VT12.

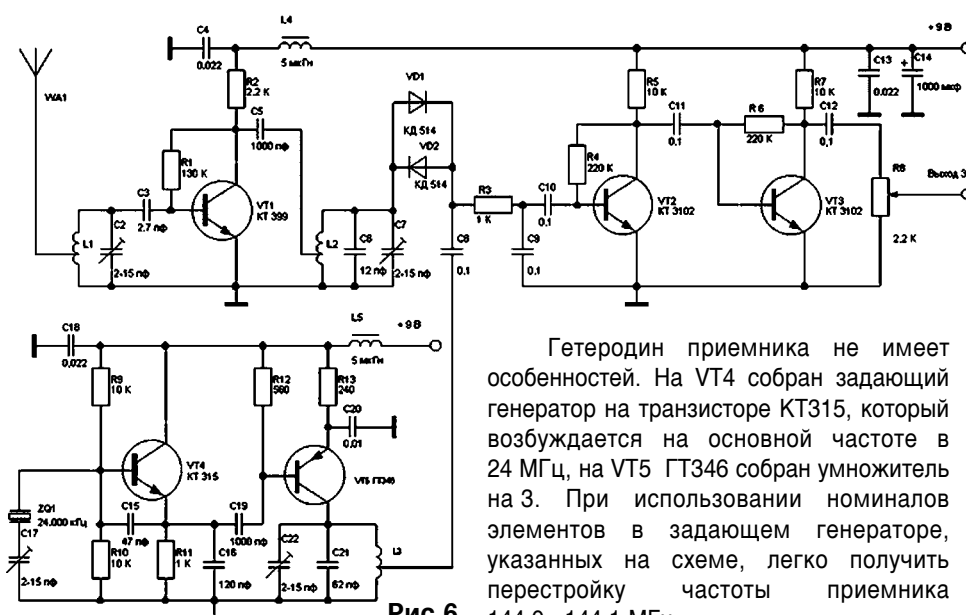
Подав сигнал от ГСС с частотой, соответствующей выбранному диапазону, подстраивают С3, L2, L4 по максимуму сигнала на выходе. Подбором резистора R2 добиваются наибольшего коэффициента преобразования на ВЧ диапазонах. Подстройкой резистора R25 балансируют смеситель по наилучшему подавлению сигнала кварцевого гетеродина. Подбором резистора R55 добиваются отсутствия искажений синусоидального сигнала гетеродина при максимальной амплитуде. Подбором резистора R64 устанавливают приемлемый уровень срабатывания АРУ. Постоянную времени АРУ регулируют подбором конденсатора С94. Для устойчивой работы переход база-эмиттер транзистора VT15 желательно зашунтировать резистором 1...3 кОм.

УКВ приемник прямого преобразования разработал А. Анкудинов, UA3VVM (<http://hamradio.online.ru>).

Приемник предназначен для работы в диапазоне 144 МГц. Особенностью схемы (**рис.6**) приемника является стабилизация частоты гетеродина кварцем. В данной конструкции кварц на 24 МГц был взят из старой компьютерной видеоплаты, но может использоваться и другой подходящий кварц. Чувствительность приемника достаточно высокая, что позволяет использовать данную конструкцию как для проведения измерений в 2-метровом диапазоне, так и в качестве самостоятельного устройства. Питание лучше использовать от аккумуляторной батареи, так как всем известна чувствительность подобного простейшего приемника к сетевым наводкам на частоте 50 Гц.

Входной сигнал частотой 144 МГц из антенны WA1 поступает на каскад усиления высокой частоты, собранном на малошумящем транзисторе КТ399А. Данный усилитель имеет входную и выходную цепи преселектора, настроенные на 144 МГц. С выхода УВЧ сигнал поступает в цепь смесителя, выполненного на диодах с барьером Шотки с встречно-параллельным включением. Это позволяет упростить конструкцию гетеродина, ограничившись формированием частоты гетеродина в 72

МГц. С выхода смесителя через RC-фильтр нижних частот сигнал звуковой частоты поступает на каскады усиления звуковой частоты. На принципиальной схеме не показан усилитель мощности ЗЧ. Может использоваться любая его конструкция, но на макете в авторском варианте использовался усилитель в составе ИМС К174ХА10. При рисовке печатной платы также была использована эта микросхема.



Появление в широкой продаже микросхем серии К74 позволило создать малогабаритную, универсальную, простую и легко повторяемую конструкцию с дотаточно высокими характеристиками. Использование в приемнике модуля УПЧ31М от телевизора, включающего микросхему К174УР4 и фильтры, дало возможность сократить число намоточных элементов (контуров ПЧ). При этом тракт ПЧ получился относительно широкополосным: полоса пропускания примерно в три раза больше оптимальной. Но с этим вполне можно смириться, так как пока число работающих любительских ЧМ станций невелико и, как правило, все они работают на одной частоте.

Приемник построен по супергетеродинной схеме с одним преобразованием частоты (рис.7). Он работает в диапазоне частот 145,4...145,7 МГц. Чувствительность около 5 мкВ. Промежуточная частота равна 6,5 МГц. Полоса пропускания по РЧ 300 кГц, по ПЧ 50 кГц. Входное сопротивление приемника 75 Ом. Выходная мощность тракта ЗЧ не менее 0,5 Вт. Аппарат питается от источника напряжением 9 В и потребляет ток (при средней громкости приема) около 50 мА.

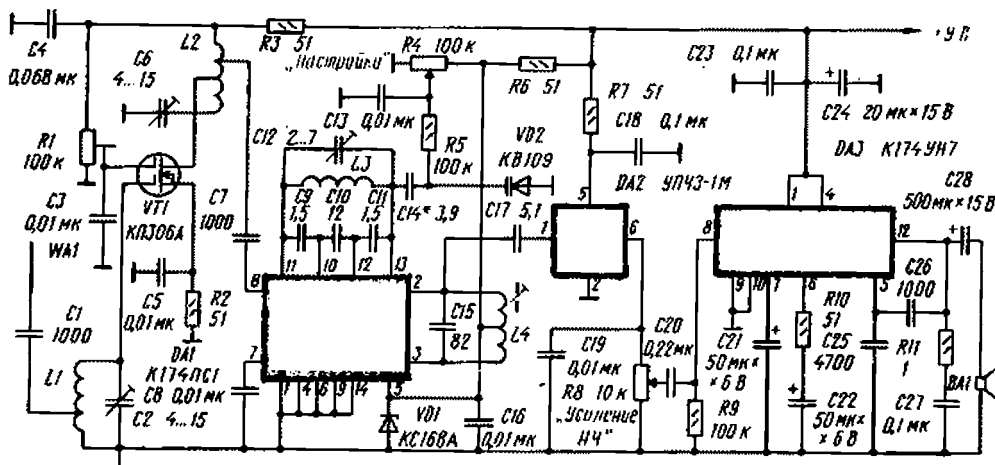


Рис.7

Сигнал из антенны через конденсатор С1 поступает на контур L1C2, подключенный полностью к первому затвору полевого транзистора VT1, выполняющего функции усилителя РЧ. Изменяя подстроечным резистором R1 напряжение смещения на втором затворе этого транзистора, можно регулировать усиление каскада до необходимого или оптимального уровня. Контур L2C6, являющийся нагрузкой усилителя РЧ, подключен к стоку транзистора частично.

С части витков катушки L2 сигнал РЧ поступает на смеситель, выполненный на микросхеме DA1. На ней же собран генератор плавного диапазона. Его частотозадающий контур L3C12 перестраивают варикапом VD2 в пределах 139,9...139,2 МГц. Колебания промежуточной частоты 6,5 МГц выделяются на

контуре L4C15. Выбранная ПЧ определяется используемым модулем УПЧ31М. В составе модуля имеются двухкристальный полосовой фильтр, восьмикаскадный усилитель-ограничитель ПЧ, детектор и предварительный усилитель ЗЧ. Активная часть модуля выполнена на микросхеме K174УР4.

С выхода модуля (вывод 6) напряжение ЗЧ через регулятор громкости (резистор R8) поступает на оконечный усилитель ЗЧ, собранный на микросхеме DA3, которая включена по более простой, по сравнению с типовой, схеме.

Выход микросхемы DA3 (вывод 12) нагружен на громкоговоритель BA1.

Детали приемника в основном малогабаритные. Все постоянные резисторы, кроме R11, типа ОМЛТ-0,125. Резистор R11 можно изготовить самостоятельно, намотав нужное количество высокоомного провода (нихромового) на резистор МЛТ-0,25. В качестве подстроечного резистора R1 можно использовать СПЗ-38А, СПЗ-41 и другие. Резисторы R4 и R8 практически любые, имеющиеся в наличии у радиолюбителя.

Конденсаторы постоянной емкости можно использовать любые малогабаритные, например КМ; оксидные K50-6 или более современные K50-16. Конденсаторы C9-C11, C14 должны быть по возможности с малым значением ТКЕ. Подстроечные конденсаторы C2, C6 МП, C12 с воздушным диэлектриком 1КПВМ, который с худшим результатом заменим КПКМН (без изменения печатной платы).

Вместо микросхемы K174ПС1 (DA1) можно использовать без доработки платы K174ПС4. Допустима замена модуля УПЧ31М модулем УПЧ32. Микросхема K174УН7 может быть заменена (с изменением рисунка печатной платы) K174УН4, однако последняя, как показал опыт, работает неустойчиво.

Транзистор VT1 (КП306А) допускает замену КП306 или КП350 с любым буквенным индексом. Стабилитрон VD1 малогабаритный с напряжением стабилизации 5,6...8 В. Громкоговоритель BA1 может быть любым с сопротивлением звуковой катушки в пределах 4...8 Ом и мощностью 0,25...1 Вт.

Катушки L1 и L2 бескаркасные с наружным диаметром 6 мм, намотаны посеребренным проводом диаметром 0,7 мм. Длина намотки катушки L1 9 мм, число витков 1+4, катушки L2 7 мм, а число витков 1+1+2. В обоих случаях отсчет витков ведется от вывода, соединенного с проводом питания. Катушка L3 намотана таким же проводом, что и L1, L2, на керамическом каркасе диаметром 5 мм (наматывают с натяжением) с последующей пропиткой клеем БФ2. Число витков 4, длина намотки 10 мм. Очень удобно для изготовления этой катушки использовать керамические каркасы от УКВ радиостанции "Марс". Катушка L4 намотана проводом ПЭЛШО 0,15 в броневом магнитопроводе СБ9а. Она имеет 20 витков, отвод сделан от середины.

Конструкция приемника может быть любой. Один из возможных вариантов оформления аппарата показан в начале статьи. Очень удобно, например, собрать приемник в корпусе бытового абонентского громкоговорителя, применив любой источник питания напряжением 8...12 В.

Большинство радиоэлементов приемника установлено на печатной плате, выполненной из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной

1,5...2 мм. Размещение деталей показано на **рис.8**, фотошаблона - на **рис.9**.

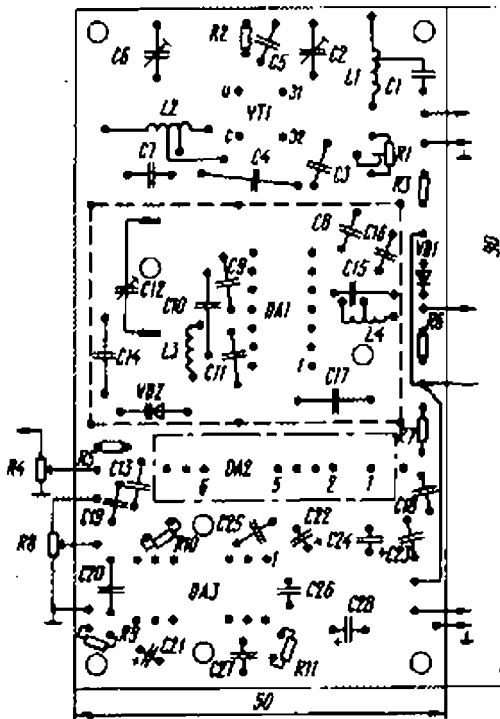


Рис.8

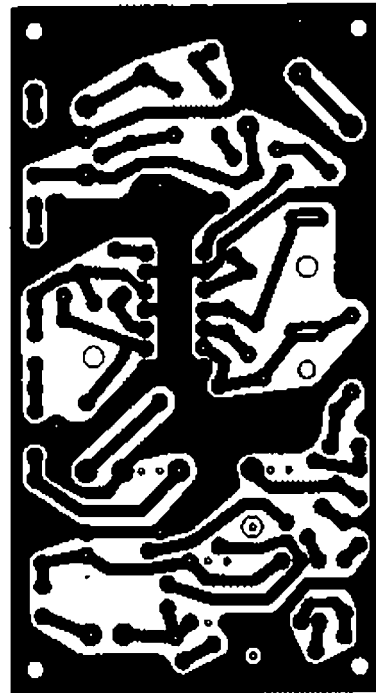


Рис.9

По размерам платы из дюралюминиевого сплава делают основание, прикрепляемое к ней снизу посредством винтов М3 и металлических втулок длиной 5 мм, которое играет роль экрана (**рис.10**). В плате и основании следует просверлить отверстия для доступа к подстроечным элементам (C12, L4) и под крепежные детали. Микросхему DA3 крепят к печатной плате с помощью винтов М2,5 и втулок. Теплоотвод на микросхему можно не ставить.

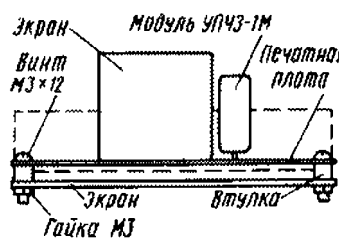


Рис.10

Для связи с внешними элементами в печатную плату следует впрессовать монтажные шпильки (или отрезки провода длиной 10...15 мм). Резистор R4 ("Настройка") снабжают простейшей шкалой с делениями через 25 кГц.

На плате со стороны деталей участок, где располагается микросхема DA1, контуры L3C12, L4C15 и некоторые другие детали, огораживают экраном из медной фольги толщиной 0,15...0,5 мм

(рис.10). Высота экрана 30 мм. Для его крепления и пайки в плате предусмотрены отверстия.

При исправных деталях налаживание приемника заключается в настройке колебательных контуров на соответствующую частоту. Для налаживания необходимы сигнал-генератор, УКВ генератор, частотомер, работающий на частотах до 150 МГц, и генератор ЗЧ.

Тракт звуковой частоты проверяют, подав с генератора ЗЧ сигнал частотой 1000 Гц и амплитудой 50...100 мВ на верхний по схеме вывод регулятора громкости. Тракт ПЧ-ЗЧ при исправных модуле и микросхеме DA3, как правило, работает сразу. При подключении к выводу 1 модуля УПЧ31М небольшого отрезка провода слышны радиовещательные станции, работающие на частотах возле 6,5 МГц.

При налаживании тракта ПЧ-ЗЧ с помощью сигнал-генератора на вход DA1 (вывод 8) подают частотно-модулированный сигнал с амплитудой 5...10 мВ и частотой 6,5 МГц. Изменяя положение подстроечника катушки L4, добиваются максимальной громкости сигнала на выходе приемника. Если в приборе нет частотной модуляции, то контур L4C15 настраивают до исчезновения шипения в громкоговорителе.

Далее контур L3C12 в ГПД настраивают на частоту в интервале 138,9...139,2 МГц. Частотомер подключают к выводу 13 микросхемы DA1 через минимально возможную емкость конденсатора (1...2 пФ). При наличии колебаний в контуре конденсатором C12 "вгоняют" ГПД в нужный диапазон частот при среднем положении переменного резистора R4. После этого проверяют перекрытие частот гетеродином, оно должно быть 300...500 кГц. При необходимости интервал перестройки можно изменить подбором конденсатора C14.

Усилитель РЧ налаживают, подав сигнал рабочей частоты амплитудой около 100 мкВ на вход приемника. Движок резистора R1 при этом должен быть в среднем положении. Вначале настраивают контур L1C2 по максимуму выходного сигнала, а затем, уменьшив уровень сигнала с УКВ генератора до 10 мкВ, контур L2C6. По уровню выходного сигнала уточняют положение отводов катушек L1, L2 и положение движка резистора R1.

Окончательно настраивают приемник с наружной антенной (с входным сопротивлением 75 Ом) во время работы любительских радиостанций.

Сверхрегенеративный приемник на полевом транзисторе разработал В. Днищенко (<http://www.qrx.narod.ru>).

Сверхрегенеративные приемники отличаются высокой чувствительностью и большим усилением при исключительной простоте схемы и конструкции. Радиолюбители обычно конструируют сверхрегенераторы с самогашением, капризные в настройке. Лучшими параметрами и стабильностью в работе отличаются сверхрегенераторы с внешним источником гасящих колебаний. Именно такая конструкция и предлагается в публикуемой статье.

Известно, что чувствительность сверхрегенеративных приемников ограничивается собственными шумами регенеративного каскада, которые в

значительной степени определяются шумовыми свойствами используемого транзистора. Несмотря на то, что полевые транзисторы являются менее шумящими, чем биполярные, в литературе практически не встречаются схемы сверхрегенераторов на базе полевых транзисторов. Здесь предлагается вариант именно такого приемника. Существенными его достоинствами являются высокая чувствительность (0,5 мкВ при глубине модуляции 0,9 и отношении сигнал/шум 12 дБ), малый ток потребления (1,4 мА при напряжении питания 4 В), широкий диапазон питающих напряжений (3...9 В), малое паразитное излучение (собственно сверхрегенератор потребляет ток 80 мкА).

Внешняя суперизация существенно упрощает настройку приемника и повышает устойчивость его работы. Приемник с успехом может быть использован в традиционных для сверхрегенератора областях применения: в аппаратуре радиоуправления, простейших радиостанциях, радиоохранных устройствах и т.п.

Принципиальная схема приемника изображена на рис.11.

Сверхрегенеративный детектор собран на малошумящем транзисторе VT1. Каскад представляет собой автогенератор с автотрансформаторной обратной связью. Частота генерации определяется параметрами колебательного контура L1C2, настроенного на 27,12 МГц. Применение двухзатворного транзистора значительно упрощает реализацию режима внешней суперизации.

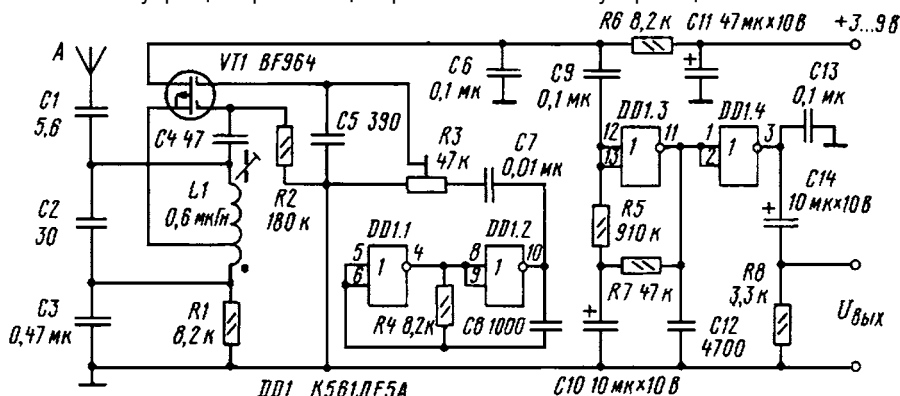


Рис.11

Известно, что значение крутизны характеристики по первому затвору зависит от напряжения на втором затворе. Когда это напряжение равно нулю, крутизна меньше критической, и генерация отсутствует. На второй затвор через потенциометр R3 подается напряжение суперизации частотой 60...70 кГц от генератора, собранного на элементах DD1.1 и DD1.2.

Конденсатор C5 соединяет второй затвор с общим проводом по высокой частоте и, кроме того, придает импульсам суперизации форму, близкую к треугольной. Регулировка амплитуды импульсов суперизации с помощью

потенциометра R3 позволяет плавно изменять время, в течение которого крутизна превышает критическое значение, а значит, и длительность высокочастотных всплесков в контуре L1C2.

Тем самым можно изменять режим работы сверхрегенератора, устанавливая либо линейный, при котором достигается максимальная чувствительность, либо нелинейный, при котором наиболее эффективно реализуется АРУ.

Нагрузкой сверхрегенеративного детектора является низкочастотный фильтр R6C6. Полезный сигнал амплитудой порядка 1...3 мВ с этого фильтра через конденсатор C9 подается на УНЧ, в качестве которого использованы два оставшихся элемента микросхемы DD1. Отрицательная обратная связь по постоянному току через элементы R5, R7, C10 обеспечивает работу цифровой микросхемы в линейном режиме. Элементы C12, C13, R8 устанавливают частоту среза АЧХ усилителя около 3 кГц.

Резистор R1 служит для образования на первом затворе отрицательного (по отношению к истоку) напряжения смещения, обеспечивающего исходное значение крутизны транзистора VT1 меньше критического. Весьма существенна вторая функция этого резистора. Его сопротивление определяет исходное значение постоянной составляющей тока через транзистор, а значит, и уровень собственных шумов. При указанных на схеме значениях элементов этот ток составляет всего 80...90 мкА, что, помимо прочего, делает весьма малым паразитное излучение сверхрегенератора, поскольку вся потребляемая им от источника питания мощность не превышает 0,5 мВт.

Конденсатор C3 выбран значительной емкости, поскольку он должен шунтировать резистор R1 как на несущей частоте, так и на частотах суперизации и огибающей принятого сигнала.

Основные характеристики приемника приведены в табл.1 и 2. Печатная плата изображена на рис.12.

Таблица 3

(U _{пит} = 4 В)					
U _{вх} , мкВ	0,5	1	2	5	10
U _{вых} , В	0,75	1	1,2	1,25	1,25
Отн. с/ш	4	7	15	35	>50

Таблица 4

(U _{вх} =1 мкВ, с/ш=7)							
U _{пит} , В	3	4	5	6	7	8	9
I _{пот.} , мА	0,6	1,4	2,6	4	5	7	9
U _{выс.} , В	0,3	1	1,3	1,5	2	2,5	2,8

С незначительным ухудшением характеристик приемника в качестве VT1 можно применять отечественные транзисторы серий КП350 или КП306, принимая меры защиты их от статического электричества при монтаже.

Следует иметь в виду, что транзисторы серии КП327 выпускаются с очень большим процентом брака, но исправные

использовать можно. Конденсатор C3 должен быть керамическим.

Его допустимо заменить любой емкостью, не менее указанной на схеме, при условии подключения параллельно керамического конденсатора 1000 пФ. Для обеспечения стабильной частоты суперизации конденсатор C8 должен быть с малым

ТКЕ. Остальные детали могут быть любого типа. Контурная катушка намотана на каркасе диаметром 5 мм, и содержит 9 витков провода диаметром 0,35...0,5 мм. Отвод сделан от третьего снизу по схеме витка. В каркас ввинчивается сердечник из карбонильного железа.

Поскольку нагрузочная способность микросхемы К561ЛЕ5А невелика, устройство, подключаемое к выходу приемника, должно иметь входное сопротивление не менее 30 кОм.

В качестве усилителя низкой частоты вместо элементов DD1.3, DD1.4 можно использовать УНЧ любой конструкции с коэффициентом усиления не менее 1000. При напряжениях питания более 5 В хорошие результаты дает, например, экономичный ОУ К140УД1208.

Суммарный ток потребления при напряжении питания 9 В не превышает при этом 1,5 мА. Мультивибратор вспомогательных колебаний может быть собран и на транзисторах по любой известной схеме. Важно лишь выдерживать требуемую частоту и форму гасящих импульсов.

Настройку приемника начинают с проверки правильности монтажа. Затем следует установить движок переменного резистора R3 в левое по схеме положение, включить питание (номинальным является напряжение 4 В) и убедиться, что постоянное напряжение на резисторе R1 лежит в пределах 0,6...0,7 В.

В противном случае транзистор неисправен, и его нужно заменить. Подключив осциллограф к выводу 10 DD1.2, проверяют наличие прямоугольных импульсов частотой 60...70 кГц. При необходимости уточняют частоту подбором сопротивления резистора R4. Переключив осциллограф на выход приемника и плавно поворачивая движок потенциометра R3, добиваются появления на экране низкочастотных шумов.

Теперь можно подключить к антенному входу генератор стандартных сигналов, установив на его выходе колебания частотой 27,12 МГц, амплитудой 100 мкВ и глубиной модуляции 0,9. Вращением сердечника катушки настраивают контур в резонанс по максимуму амплитуды на экране осциллографа.

Вернув движок потенциометра R3 в исходное положение (колебания на выходе приемника при этом исчезнут), следует плавным вращением движка восстановить эти колебания и найти такое его положение, при котором амплитуда напряжения на выходе приемника перестанет нарастать.

Уменьшив входное напряжение до 1 мкВ (при необходимости уточняя

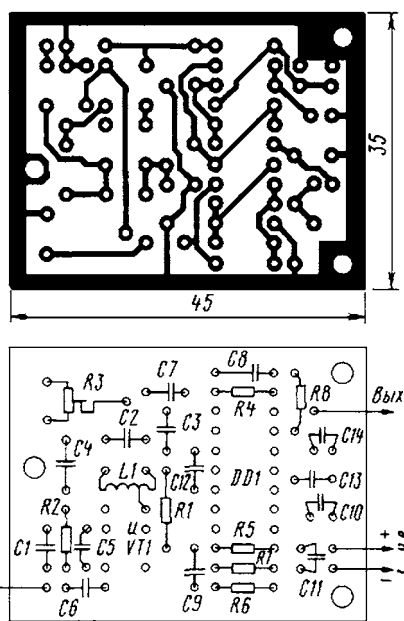


Рис. 12

настройку контура), контролируют правильность положения движка переменного резистора. Такая настройка соответствует нелинейному режиму сверхрегенератора.

Дальнейшее увеличение с помощью R3 напряжения суперизации нецелесообразно, поскольку полезный сигнал увеличивается незначительно, шумы же возрастают существенно.

Если теперь движок R3 поворачивать в обратном направлении, установится линейный режим, при котором отношение сигнал/шум незначительно улучшается, однако амплитуда выходного сигнала падает. Следует иметь в виду, что хотя интервал питающих напряжений, при котором сохраняются основные параметры приемника, указан 3...9В, для каждого конкретно выбранного напряжения необходимо уточнять оптимальное положение движка переменного резистора R3 по вышеприведенной методике.

При отсутствии ГСС можно воспользоваться передатчиком, с которым предполагается работа приемника, располагая его на таком удалении от приемника, при котором выходной сигнал еще не ограничивается.

В заключение нужно отметить, что, как и у любого сверхрегенератора, помехоустойчивость приемника и его избирательность невелики, поскольку полоса пропускания, численно равная нескольким частотам суперизации, составляет 120...140 кГц.

Полезная информация

Содержание сборника БР за 2004 г.

БР № 1	Сервисные режимы ТВ Измерительные приборы на ИМС Зарядные устройства	БР № 7	Металлоискатели Трансиверы Технология печатных плат
БР № 2	Программаторы ПЗУ УМЗЧ на полевых транзисторах Индикаторы	БР № 8-9	Плейер из CD-ROM урч Электронное зажигание
БР № 3	Измерители температуры Самостоятельная сборка ПК Радиомикрофоны	БР № 10	Елочные гирлянды УМЗЧ на ИМС Электронные автоответчики
БР № 4	Цифровые усилители сигналов Преобразователи DC-DC КВ антенны	БР № 11	Усилители ЗЧ Испытатели радиоэлементов Сварочные аппараты
БР № 5	Модернизация ТВ 3-5 поколений Охранные системы для дома Питание ЛДС	БР № 12	Регуляторы на МК Приемники наблюдателя Преобразователи DC-AC
БР № 6	УКВ приемники Задающие генераторы Пробники	Желающие приобрести сборники за 2004 г. по нужной тематике обращайтесь в коммерческий отдел по адресу, указанному на стр.1 или стр. 63-64 в разделе "Книга-почтой".	

Преобразователи DC-AC

Под электрическим преобразователем принято понимать устройство, изменяющее частоту, форму или величину его входного напряжения. Различают следующие виды преобразователей: AC-AC; AC-DC; DC-AC; DC-DC.

Здесь под AC понимается переменный ток, как правило, синусоидальной формы, под DC - постоянное напряжение. К примеру, простейшим преобразователем AC-AC является обычный трансформатор, преобразователи DC-DC рассмотрены в сборнике БР № 4/04.

Преобразователи DC-AC, которым посвящена эта статья, используются в широком классе радиоаппаратуры: в источниках бесперебойного питания (ИБП или UPS) для питания, например, компьютера при внезапном исчезновении напряжения питающей сети переменного тока; для питания люминесцентных ламп от аккумуляторов или гальванических батарей; для питания различных электронных устройств от бортовой сети автомобиля и т.д.

Основной тенденцией в развитии современных преобразователей напряжения, и преобразователей DC-AC в частности, является повышение частоты, на которой происходит преобразование. Это позволяет уменьшить габариты и повысить КПД таких устройств. Большинство ведущих электронных фирм производят как специализированные ИМС для преобразователей напряжения, так и готовые блоки преобразователей различной мощности. Мощность полупроводниковых преобразователей может колебаться от долей микроватта (в электронных часах) до сотен киловатт в мощных инверторах промышленной частоты.

Простые преобразователи напряжения

Наиболее распространенные преобразователи DC-DC, по сути представляют собой преобразователь DC-AC-DC. Наиболее часто их выполняют по схеме,

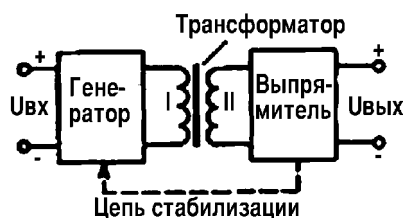


Рис. 1

приведенной на рис.1. Входное напряжение $U_{вх}$ питает генератор, вырабатывающий переменное напряжение, чаще всего прямоугольной формы, или импульсное. Затем следует трансформатор, повышающий или понижающий напряжение до необходимой величины. В преобразователе DC-AC с его обмотки (непосредственно или через фильтр) снимается переменное напряжение. В преобразователе DC-DC

дополнительно устанавливают выпрямитель. Часть выходного напряжения через цепь стабилизации используется для управления параметрами генератора, а значит, и стабилизации работы преобразователя.

Особенностью работы транзисторов в преобразователе является использование так называемого ключевого режима работы. В этом случае в открытом состоянии транзистор в идеале должен иметь нулевое сопротивление (как замкнутые контакты механического ключа), а в закрытом состоянии - бесконечное

(как разомкнутые контакты ключа). При этом транзистор должен быстро открываться до насыщения и также быстро и полностью закрываться. Тогда рассеиваемая на нем мощность будет небольшой, а КПД - максимальным. Реальные транзисторы достаточно далеки от такого идеала.

Схема "классического" двухтактного автогенераторного преобразователя (рис.2) позволяет соединить коллекторы транзисторов с общим проводом, т.е. устанавливать транзисторы на шасси устройства без изоляции, чтобы оно и служило радиатором (вывод коллектора большинства мощных транзисторов соединен с корпусом).

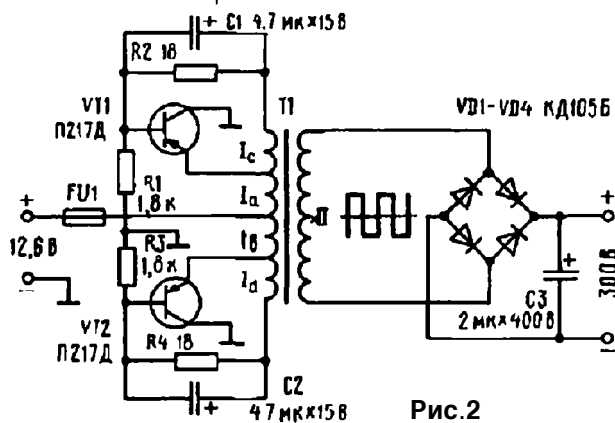


Рис.2

Плюсовое напряжение низковольтного источника подается на эмиттеры транзисторов через секции Ia и Ib симметричной первичной обмотки. Для возбуждения колебаний служат дополнительные секции обратной связи Ic и Id, через которые протекает только относительно небольшой базовый ток транзисторов. Делители напряже-

ния R1R2 и R3R4 подают на базы транзисторов небольшое начальное смещение, необходимое для запуска преобразователя. Конденсаторы C1 и C2 ускоряют процесс переключения, повышая КПД преобразователя. Любопытно, что после запуска резисторы R1 и R3 можно отключить: преобразователь продолжит работу, и даже несколько возрастет КПД. В некоторых конструкциях делают специальную кнопку запуска, подключающую один из резисторов только при запуске. Преобразователь с кнопкой не боится коротких замыканий на выходе: при КЗ колебания срываются, и ток через транзисторы не протекает, поскольку нет напряжения смещения.

Рассмотрим, как работает эта схема. После включения питания через транзисторы начинает протекать ток. Пусть, в силу случайных причин, через транзистор VT1 он окажется немного больше. Тогда из-за индуктивного сопротивления секции Ia напряжение на эмиттере VT1 упадет, а на его базе упадет еще больше, поскольку к ней приложено еще и напряжение с секции Ic. Напряжение на базе окажется минусовым по отношению к эмиттеру, и транзистор откроется еще сильнее. Лавинообразное падение напряжения на эмиттере приведет к полному открыванию (насыщению) транзистора VT1 и к полному закрыванию транзистора VT2, поскольку к его базе будет приложено плюсовое напряжение относительно эмиттера, индуцированное в секции Id.

Такое состояние будет продолжаться, формируя плоскую вершину импульса, пока нарастающий ток через секцию Ia не введет магнитопровод трансформатора в насыщение. Тогда наведенные в секциях ЭДС резко уменьшатся, транзистор VT1 выйдет из насыщения, а VT2 - откроется. Возникший лавинообразный процесс переключения приведет к полному закрыванию транзистора VT1 и насыщению VT2, при этом будет формироваться вторая полуволна прямоугольного напряжения.

При указанных на **рис.2** номиналах элементов мощность преобразователя - 20 Вт. Частота генерации - около 4 кГц, ток, потребляемый на "холостом ходу", не превышает 0,25 А.

Детали. Германиевые транзисторы П217 (с любым индексом) можно заменить КТ814, КТ817, КТ819, увеличив сопротивления резисторов R2 и R4 до 51...68 Ом. Трансформатор Т1 намотан на двух сложенных вместе кольцах К31х18х7 из феррита 2000 НМ. Секции Ia и Ib первичной обмотки содержат по 23 витка провода ПЭЛ 0,8, Ic и Id - по 4 витка ПЭЛ 0,44. Обмотка II имеет 560 витков провода ПЭЛШО 0,25.

Обычно требуется получить на выходе преобразователя переменное напряжение вполне определенной частоты (как правило, 50 Гц) и формы. Для работы ряда устройств, например, для электробритвы с коллекторным электродвигателем частота питающей сети не критична, подойдет даже напряжение прямоугольной формы амплитудой 220 В, вырабатываемое, например, схемой, приведенной на **рис.2**. Требования к частоте и форме выходного напряжения преобразователя для питания музыкального центра, CD-проигрывателя или подобного устройства гораздо жестче. Следует выдерживать стандартную сетевую частоту 50 Гц и получить выходное напряжение синусоидальной формы. Если выходные транзисторы преобразователя будут усиливать синусоидальный сигнал, КПД устройства не превысит 60...70%, как же, так в двухтактных УМЗЧ класса В.

Поэтому часто применяется другое решение: уменьшают длительность импульсов обеих полярностей в двухтактном ключевом преобразователе, как показано на **рис.3**.

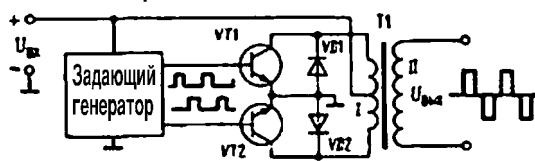


Рис.3

Для этого необходим задающий генератор, вырабатывающий на двух выходах последовательности импульсов с частотой 50 Гц и со скважностью (отношением периода к длительности) более 2.

Транзисторы VT1 и VT2 открываются поочередно, причем один - через некоторое время после того, как закроется другой. В момент закрывания VT1 на его коллекторе формируется положительный выброс напряжения, как в строчной развертке телевизоров. Этот ненужный выброс "срезает" диод VD2. Происходит "переброс тока" из верхней (по схеме) половины первичной обмотки в нижнюю, и ток плавно спадает, протекая по цепи: общий провод - диод VD2 - половина первичной обмотки - шина +Uвх. После спада тока открывается VT2, и ток в обмотке течет в другую сторону.

Выброс напряжения при закрывании VT2 аналогичным образом "срезает" диод VD1.

Хотя полученная на вторичной обмотке ступенчатая форма напряжения - довольно слабое приближение к синусоиде, большинство сетевых приборов ее вполне допускает. Для улучшения формы напряжения включают между вторичной обмоткой и нагрузкой LC-фильтр нижних частот.

Конкретные параметры элементов преобразователя зависят от необходимой мощности в нагрузке ($P_{\text{вых}}$). Транзисторы и диоды выбирают с предельно допустимым током и напряжением не менее $2 \dots 2,5 I_{\text{вх}}$ и $U_{\text{вх}}$ соответственно. Задающий генератор должен отдавать ток, достаточный для насыщения транзисторов. В качестве Т1 можно использовать подходящий по мощности и напряжению обмоток силовой трансформатор от сетевых блоков питания, например, старых ламповых телевизоров.

Практические схемы преобразователей DC-AC

В преобразователе-удвоителе DC-AC (рис.4) обмотки трансформатора должны быть рассчитаны на $U_{\text{вх}}$. На выходе преобразователя получаем переменное напряжение с амплитудой $2 \times U_{\text{вх}}$

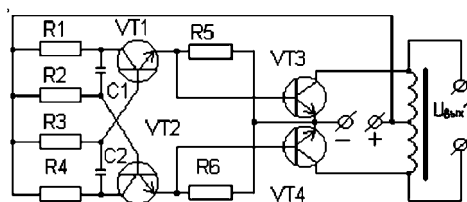


Рис.4

На транзисторах VT1, VT2 собран мультивибратор, задающий частоту, на которой работает преобразователь. С включенных в эмиттеры этих транзисторов R5 и R6 прямоугольные импульсы поступают на базы транзисторов VT3, VT4, работающих в ключевом режиме. Форма напряжения на выходе преобразователя близка к

прямоугольной. Преобразователь может использоваться, например, для получения импульсов напряжения амплитудой 12 В от источника 6 В.

Детали. R1, R4 2,7 кОм; R2, R3 39 кОм; R5, R6 1 кОм.

C1, C2 одинаковой емкости, их номинал подбирают в зависимости от требуемой частоты преобразования. VT1, VT2 типов КТ3102, КТ315 и т.п. VT3, VT4 - КТ630, КТ815.

Для увеличения выходной мощности преобразователя следует поставить в выходном каскаде еще один эмиттерный повторитель или в качестве VT3, VT4 применить составные транзисторы, например, типа КТ972 или КТ829.

Схема преобразователя DC-AC с гальванической развязкой нагрузки (рис.5) получается из преобразователя рис.4, если дополнить ее трансформатором со вторичной обмоткой. Такое устройство обеспечит гальваническую развязку нагрузки от источника питания преобразователя и получение на нагрузке импульсов с амплитудой как меньше, так и больше напряжения питания преобразователя. Форма импульсов на нагрузке остается прямоугольной. Такой преобразователь

удобно использовать, например, для питания люминесцентной лампы.

В преобразователях, приведенных на **рис.4** и **рис.5**, выходная мощность устройства ограничена примененным трансформатором. В схеме **рис.6**, используется маломощный трансформатор, а мощность, отдаваемая в нагрузку, определяется параметрами транзисторов, включенных в мостовой преобразователь. Для управления работой мостового преобразователя используется схема, приведенная на **рис.4**.

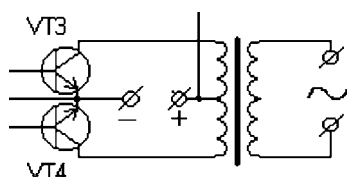


Рис.5

В этом варианте к выходу мультивибратора через VT3, VT4 и трансформатор подключен мостовой формирователь прямоугольного напряжения.

Транзисторы моста открываются и закрываются попарно. Для питания задающего генератора преобразователя (**рис.4**) используется источник питания E1, а для питания моста - E2.

Таким образом, амплитуда импульсов на нагрузке будет практически равна напряжению питания источника E2, от которого питаются транзисторы моста.

При напряжении питания E2 до 100 В в устройстве могут быть применены транзисторы КТ829А и диоды КД212А. Транзисторы следует установить на радиаторы.

Преобразователь напряжения 12/220 В 50 Гц мощностью 100 Вт - устройство, которое актуально для владельцев неэлектрифицированных садовых домиков, гаражей, где единственным источником электроэнергии может быть аккумуляторная батарея автомобиля.

Схема, приведенная на **рис.7**, позволяет питать от аккумуляторной батареи многие бытовые электроприборы мощностью до 100 Вт, например малогабаритный сверлильный станок или погружной насос водокачки на садовом участке.

Задающий генератор преобразователя собран на однопереходном транзисторе VT1, резисторах R3...R5 и конденсаторе C3. Частоту генерируемых им импульсов, равную 100 Гц, D-триггер DD1.2 делит на 2. При этом на выходах триггера формируются противофазные импульсы, следующие с частотой 50 Гц. Они управляют ключевыми транзисторами VT2 и VT3. Нагрузкой транзисторов служит повышающий трансформатор T1.

Напряжение питания на задающий генератор и микросхему DD1 поступает

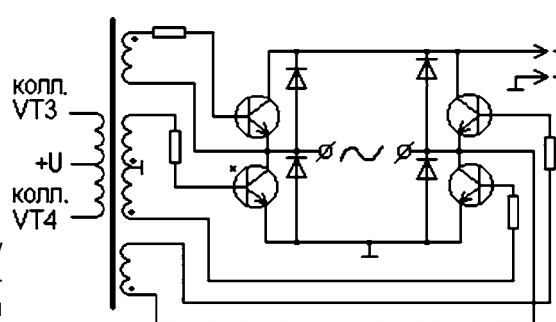


Рис.6

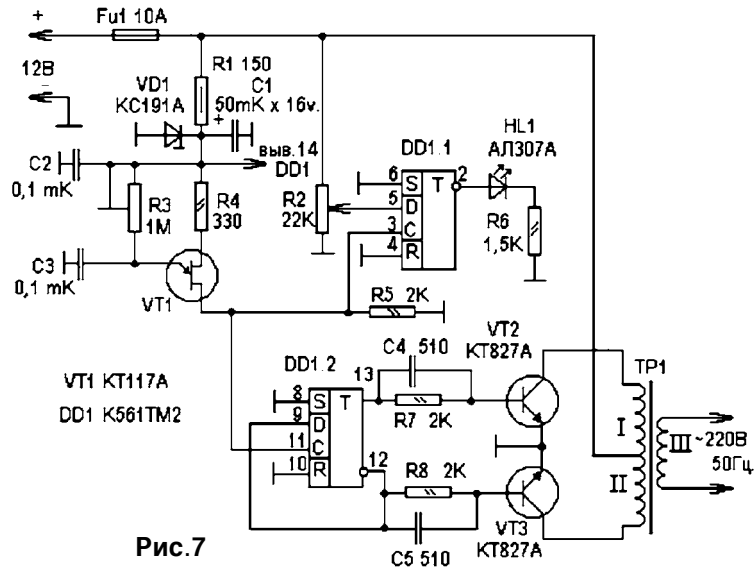


Рис.7

через стабилизатор напряжения R1VD1. Конденсаторы C4 и C5 ускоряют процесс коммутации ключевых транзисторов, уменьшая рассеиваемую на них мощность и повышая КПД устройства.

Триггер DD1.1 служит для контроля за напряжением аккумулятора и сигнализации о его разряде до уровня, установленного резистором R2.

Как только напряжение аккумулятора окажется меньше допустимого, этот триггер по фронту импульса задающего генератора на входе С переключится в нулевое состояние и загорится светодиод HL1, сигнализируя о недопустимом режиме работы батареи.

Детали. Резистор R1 МЛТ-0,5, R2 СП-1, R3 СПЗ-16, остальные - МЛТ-0,125, C2-23-0,125. Конденсатор C1 типа К53-1; C2...C5 - КМ-4, КМ-5, КМ-6. C2 следует установить непосредственно на выводах питания ИМС.

Стабилитрон КС191А (VD1) заменим любым другим на напряжение стабилизации 8...9 В. Транзисторы VT2 и VT3 любые из серии КТ827, их устанавливают на теплоотводах с площадью 300 см². Трансформатор Т1 выполнен на магнитопроводе ПЛМ 27-40-58. Обмотки I и II содержат по 15 витков провода ПБД-2 или ПСД-2, обмотка III - 704 витка провода ПЭВ-2 0,64.

Настройка устройства. Следует отключить плюсовой проводник источника питания от точки соединения обмоток I и II трансформатора Т1 и, пользуясь осциллографом, проверить частоту и амплитуду импульсов на базах транзисторов VT2, VT3. Амплитуда импульсов должна быть около 2 В, а их частоту следования, равную 50 Гц, устанавливают резистором R3. Для настройки узла контроля на DD1.1 напряжение источника питания снижают до 10...10,5 В и резистором R2 добиваются

Преобразователи DC-AC

непрерывного свечения светодиода HL1. Далее восстанавливают соединение плюсового проводника источника питания со средней точкой первичной обмотки выходного трансформатора и проверяют работу преобразователя при полностью заряженной аккумуляторной батарее. При совместной работе с различными нагрузками мощностью 80...100 В напряжение на выходе преобразователя не снижалось более чем до 210 В, а потребляемый им ток не превышал 10 А. Потребляемый ток на "холостом" ходу - не более 1 А.

Простой преобразователь напряжения 12/220 В выполненный по схеме мультивибратора с повышающим трансформатором (рис.8), обеспечивает мощность в нагрузке от 1 до 1000 Вт. Выходная мощность устройства зависит от типа примененных транзисторов и мощности трансформатора Т1. Преобразователь работает на частоте 50 Гц.

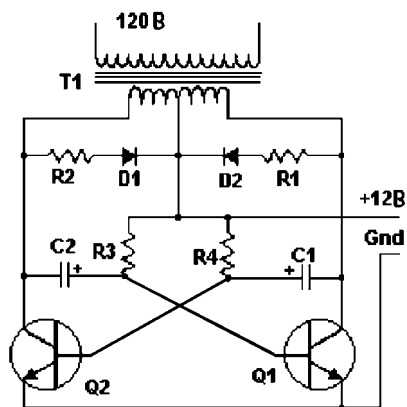


Рис.8

Детали. С1, С2 68 мкФх25 В типа К53-1, К52-1 и т.п.; R1, R2 10 Ом, 5 Вт; R3, R4 - 80 Ом, 1 Вт; D1, D2 типа НЕР 154 или КД213А; Q1, Q2 типа 2N3055 или аналогичный структуры п-р-п; Т1 готовый или самостоятельно изготавливаемый 2х12/220 В.

При указанных типах Q1, Q2 и трансформаторе Т1 с максимальным током первичной обмотки 15 А преобразователь обеспечивает выходную мощность в нагрузке до 300 Вт. Для увеличения выходной мощности следует использовать более мощные транзисторы и трансформатор.

Трансформатор Т1 можно изготовить из трансформатора от микроволновой печи мощностью около 1 кВт. С этого трансформатора следует удалить повышающую обмотку на 2000 В. При этом первичная обмотка, рассчитанная на напряжение 220 В, остается на катушке трансформатора, и поверх нее виток к витку наматывается 2х12 витков медного провода сечением не менее 5 мм² (для выходной мощности 300 Вт). Если необходимо получить выходную мощность 0,5...1 кВт, то следует использовать провод большего сечения.

Схема преобразователя напряжения 12 /220 В с мощностью 700 Вт приведена на рис.9. Транзисторы ТК235-63 следует установить на двух разных радиаторах. Резисторы номиналом 30 и 15 Ом должны быть мощностью 15...20 Вт.

Трансформатор преобразователя имеет две обмотки, рассчитанные на 12 В и ток до 60 А, и выходную обмотку на 220 В и ток 3,5 А. Ток, отдаваемый аккумулятором, должен быть ограничен на уровне 60 А, поскольку транзисторы ТК235-63 рассчитаны на 63 А и 250 В.



Преобразователь 6...12/12...30 В, 30 Вт из набора “МАСТЕР КИТ” НК131 (см. рис. 1). Этот преобразователь позволяет питать от автомобильного или сетевого аккумулятора устройства, требующие напряжения питания 12...30 В, радиоприемники, акустические системы). В набор входит печатная плата, резисторы, конденсаторы и импульсный трансформатор.

Входное напряжение	6...12 В
Выходное напряжение	12...30 В
Ток нагрузки	1...1,5 А
Размеры печатной платы	55x55 мм

Схема преобразователя NR131 (**рис.10**) представляет собой автогенератор на биполярном транзисторе VT1, усилительный каскад на транзисторах VT2 и VT3 по схеме Дарлингтона, выпрямитель на диодах VD1 и VD2, а также стабилизирующую обратную связь на стабилитронах VD3 и VD4. Сборку этой виртуальной модели с помощью программы EWB [5] начинаем с выбора транзисторов. Следует отметить, что в библиотеке компонентов данной программы отсутствуют некоторые необходимые компоненты. В силу этого выбраны элементы других типов. С диодами такой проблемы не возникло, и, войдя в библиотеку диодов в строку Motorola 1, выбираем Model D1N5402. Аналогично в качестве стабилитронов выбираем Zener

Преобразователи DC-AC

Дiod и далее, general Model GLL4743 и GLL4748 соответственно с напряжениями стабилизации 13 и 22 В.

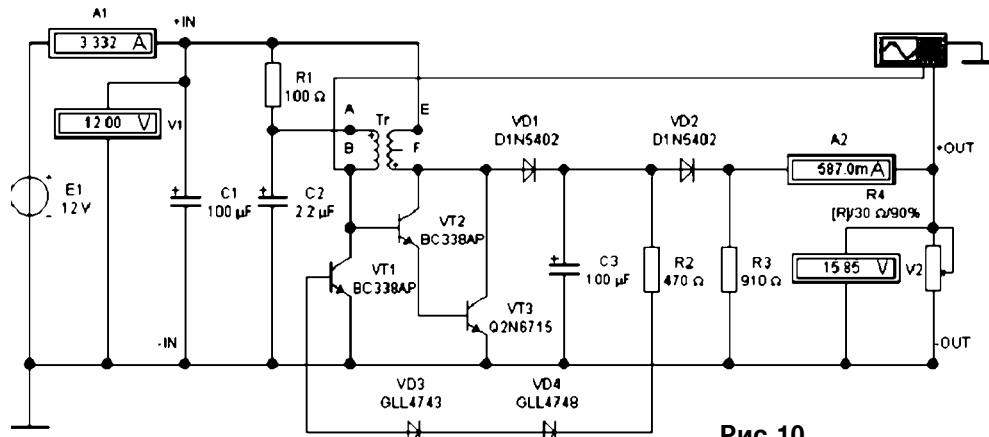


Рис.10

При работе с данной программой наибольшие трудности возникают при выборе модели трансформатора. Дело в том, что заранее его характеристики неизвестны. В программе EWB предусмотрена возможность двух разновидностей трансформаторов линейного и нелинейного. Для нелинейного требуется указать около 40 неизвестных параметров, что не реально. Поэтому выбираем линейный трансформатор, для которого в модели надо указать только 5 величин (рис.11). Первой из них является коэффициент трансформации, равный отношению чисел витков первичной и вторичной обмоток - Primary-to-secondary turns ratio (N). Имея в руках готовый трансформатор из набора КИТ131 или иной трансформатор, определить N достаточно сложно. Оценку этой величины можно провести из следующих соображений. В так называемых Т-образных схемах замещения трансформаторов принимается, что приведенное активное сопротивление вторичной обмотки трансформатора R_2^* равно активному сопротивлению его первичной обмотки R_1 , т.е. $R_2^* = R_1$. Приведенное активное сопротивление вторичной обмотки

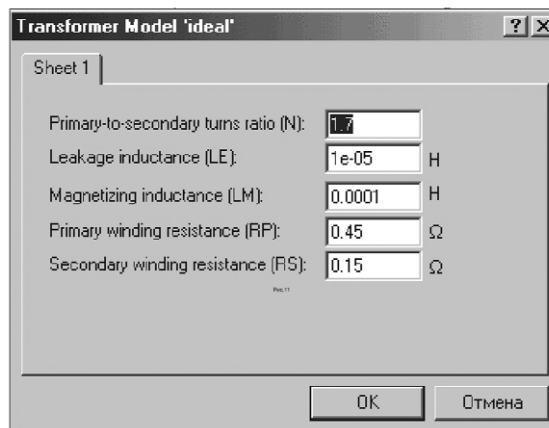


Рис.11

трансформатора $R2^*$ связано с N и активным сопротивлением вторичной обмотки $R2$ таким соотношением: $R2^* = N^2 R2$.

Откуда следует, что $N = R1/R2$. Таким образом, для ввода необходимых программе данных нужно знать лишь активные сопротивления обмоток, а их нетрудно измерить омметром. Наши измерения для приложенного в комплект КИТ131 трансформатора Switching Transformer NR.TR.B.065 приблизительно составили $R1 = 0,45$ Ом, $R2 = 0,15$ Ом и, следовательно, N примерно равно 1,7.

Далее необходимо оценить индуктивность рассеяния - Leakage inductance (LE) и индуктивность магнитопровода - Magnetizing inductance (LM), которые примем равными 0,00001 Гн и 0,0001 Гн соответственно. Последние две позиции в параметрах модели трансформатора (**рис.11**) - это активные сопротивления его обмоток: активное сопротивление первичной обмотки - Primary winding resistance (RP) и активное сопротивление вторичной обмотки - Secondary winding resistance (RS). Эти сопротивления мы уже нашли ранее, что и позволяет полностью охарактеризовать применяемый трансформатор (**рис.11**).

Таким образом, виртуальная модель может быть составлена по схеме **рис.10**, но в силу сделанных приближений ее возможности ограничены. Дополним схему измерительными приборами на входе ($V1$ и $A1$) и выходе ($V2$ и $A2$). В качестве нагрузки включим на выходе переменный резистор $R4 = 30$ Ом, номинал которого изменяется клавишей R. Аккумуляторную батарею представим идеальным источником напряжения с ЭДС $E1 = 12$ В. Кроме того, предусмотрим возможность осциллографирования сигналов (**рис.10**).

Теперь запускаем моделирование и наблюдаем за показаниями вольтметров и амперметров при различных значениях нагрузки $R4$ и за видом осциллограмм.

Источники бесперебойного электропитания (ИБП или UPS)

UPS представляет собой достаточно сложное электронное устройство, объединяющее преобразователь DC-AC с зарядным устройством аккумулятора и коммутатором выходного напряжения.

ИБП - это устройство, включаемое между источником питания (розеткой электросети) и потребителем (компьютер, мини-АТС и т.п.), которое обеспечивает питание потребителя в случае пропадания напряжения основного источника, используя для этого энергию своих аккумуляторных батарей.

Единогласного определения, что такое UPS, не существует, поэтому к источникам бесперебойного питания можно отнести все, начиная от батарейки, питающей чип CMOS в компьютере, до дизель-генератора мощностью в несколько сотен киловатт. В дальнейшем рассмотрим только электронные ИБП с выходной мощностью до 2...3 кВт.

Основные функции UPS заключаются в поглощении сравнительно малых и кратковременных выбросов напряжения, фильтрации питающего напряжения, снижении уровня шумов, обеспечении резервного электропитания нагрузки в

Преобразователи DC-AC

течение некоторого времени после пропадания напряжения в сети, защите от перегрузки и короткого замыкания.

Дополнительно к этому многие модели UPS могут выполнять такие функции:

- автоматическое штатное отключение обслуживаемого оборудования при продолжительном отсутствии напряжения в сети, а также перезапуск оборудования при восстановлении сетевого питания;
- отображение уровня напряжения и частоты переменного тока в питающей электросети, выходного питающего напряжения и мощности, потребляемой нагрузкой;
- отслеживание аварийных ситуаций и выдачу предупреждающих сигналов (звуковые сигналы, запуск внешних программ и т.п.);
- включение и выключение нагрузки по внутреннему таймеру в заданное время.

В настоящее время существует несколько типовых схем построения ИБП. Рассмотрим некоторые из них.

UPS, построенный по схеме Standby (Off-Line), нередко называют термином "Off-Line UPS" (рис. 12). В каждый конкретный момент времени он может находиться

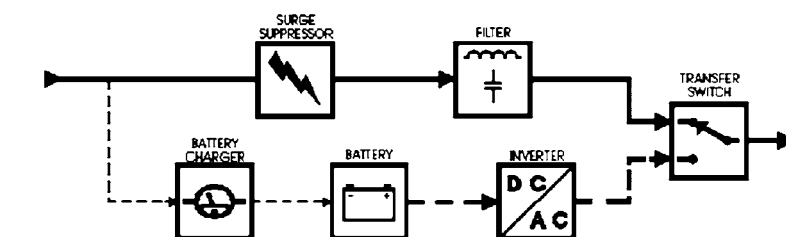


Рис. 12

в одном из 2 режимов работы: Stand-by или On-line. В случае когда напряжение в сети находится в допустимых пределах (Standby mode), transfer switch переключен на протекание тока нагрузки по цепи "Surge suppressor - Filter". В этом режиме UPS ничем не отличается от обыкновенного сетевого фильтра. Никакой стабилизации питающего напряжения не происходит. Во время работы в этом режиме также происходит зарядка аккумуляторных батарей UPS.

В случае выхода напряжения сети за допустимые пределы, "transfer switch" переключается на питание нагрузки по цепи "Battery - DC/AC inverter" (On-line mode), т.е. от энергии аккумуляторной батареи, преобразуемой инвертором в AC 220 В. Так как переключение контактов и запуск инвертора не могут происходить мгновенно, питание нагрузки будет прервано на некоторое время (Transfer Time). Большинство Standby UPS обеспечивают Transfer Time порядка 4...8 мс.

Особенность данной системы в том, что переключение в On-Line при выходе напряжения сети за допустимые пределы происходит немедленно, а возврат в Standby mode - с обязательной задержкой в несколько секунд. Иначе, при многократных бросках напряжения в сети происходило бы непрерывное

переключение Standby/On-Line и обратно, что привело бы к значительным искажениям тока нагрузки и возможному выходу ее из строя или к сбою в ее работе.

Из-за того, что мощность battery charger для данной схемы обычно выбирается сравнительно малой, то расхода энергии от батарей в режиме On-line он не компенсирует. Поэтому разряд аккумуляторной батареи происходит намного быстрее, чем обратный заряд. Следовательно, для применения в случае низкого качества питающей сети данная топология UPS малоприменяема. Тем не менее, по данной схеме построены многие широко распространенные дешевые UPS с мощностями от 0,2 до 1,5...2 кВт.

В схеме топологии Line-Interactive (Single Conversion) инвертор всегда подсоединен к выходу UPS и представляет собой сложный узел, на который возлагается задача стабилизации и фильтрации сетевого напряжения, слежения за его уровнем, контроля заряда батареи при нормальном напряжении сети (в моделях Smart-UPS) и перехода на батарейное питание при аварийных уровнях сетевого напряжения (рис.13). Благодаря значительному диапазону стабилизации напряжения, эта схема способна работать в нормальном режиме при условиях,

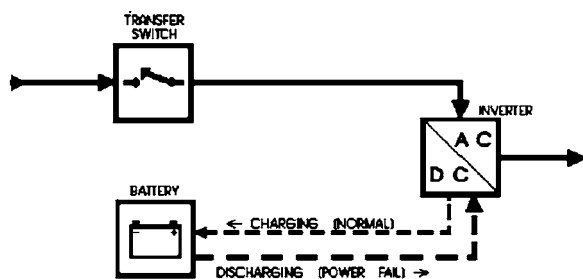


Рис.13

когда standby UPS уже перешел бы на батарейное питание. Это делает данную схему наиболее пригодной для работы в электросети невысокого качества.

По этой топологии построены многие UPS'ы среднего ценового класса с мощностью от 0,4 до 3 кВт.

Отбор мощности от Standby преобразователя DC-DC в топологии Standby/On-Line Hybrid происходит только в случае обнаружения сбоя в питающем сетевом напряжении, в остальное время он может быть либо выключен, либо работать на "холостом" ходу (рис.14). Battery charger имеет относительно малую мощность, подобно Standby UPS. В случае нормальной величины сетевого напряжения оно выпрямляется и фильтруется "rectifier", после чего поступает на инвертор, преобразующий его обратно в AC 220 В.

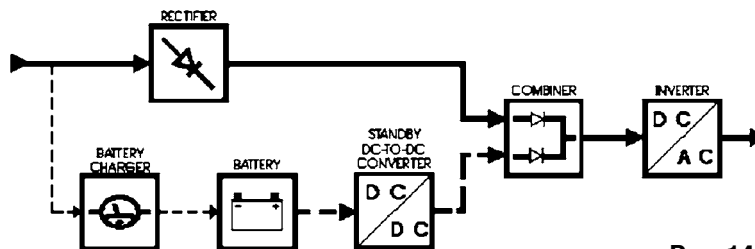


Рис.14

Преобразователи DC-AC

Преимуществом этой схемы, как и "Double Conversion On-Line", является высокая стабильность выходного напряжения и минимальная длительность переходных процессов при сбоях напряжения в питающей сети. Фирмы-производители нередко декларируют такие UPS'ы как "On-Line", хотя это не полностью соответствует истине. Диапазон мощностей таких UPS - от 0,5 до 5 кВт.

Схема топологии Standby-Ferro базируется на специальном трехобмоточном трансформаторе (рис.15). При нормальном напряжении сети оно через "transfer switch" попадает на трансформатор и через него на нагрузку. В случае отказа сети питание нагрузки осуществляется инвертором через другую обмотку, а "transfer switch" в это время разомкнут.

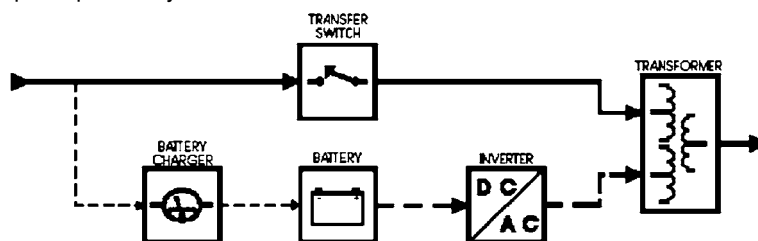


Рис.15

Инвертор запускается только тогда, когда обнаружен отказ сети и разомкнут "transfer switch". Трансформатор в данной схеме работает так же, как феррорезонансный стабилизатор напряжения, обеспечивая в ограниченных пределах стабилизацию сетевого напряжения и сглаживание "ступенек", возникающих при работе инвертора.

Полная гальваническая развязка цепей нагрузки от питающей электросети обеспечивает лучшую защиту, чем любой возможный фильтр. Однако феррорезонансный стабилизатор сам по себе вносит заметные искажения и переходные процессы. Типичные мощности от 0,5 до 18 кВт.

Топология Double-Conversion On-Line ("True On-Line") похожа на Standby, но инвертор в ней работает непрерывно и переключений режима его работы при аварии питающего напряжения сети не происходит (рис.16). При наличии питающего напряжения в сети мощность, потребляемая инвертором от батареи, полностью компенсируется мощным "battery charger". "Bypass switch" обеспечивает подачу

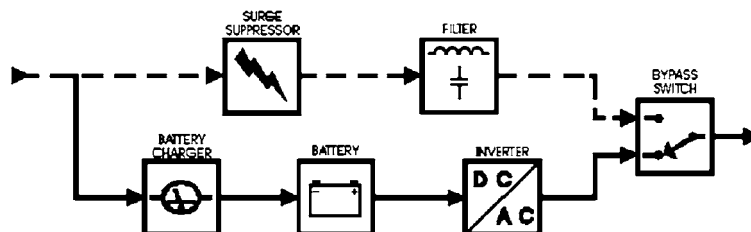


Рис.16

напряжения сети напрямую с входа на выход (в случае аварии инвертора или необходимости замены батарей "на ходу").

Данная топология применяется в тех случаях, когда защищаемое оборудование очень критично к качеству питающего напряжения. Она обеспечивает наивысшую степень защиты оборудования.

Типичные UPS от 3...5 до 5000 кВт. Существуют и маломощные ИБП по такому принципу (0,7...3 кВт).

Новая технология построения Line-Interactive UPS по топологии Delta Conversion On-Line использует два независимо работающих инвертора (рис.17). Первый инвертор (delta converter) обычно рассчитан примерно на 20% от выходной мощности UPS и через трансформатор соединен последовательно с цепью питания нагрузки от электросети. Будучи синхронизированным с электросетью по частоте и фазе, он добавляет или вычитает вырабатываемое им напряжение (delta voltage) из сетевого, тем самым компенсируя отклонения выходного напряжения от номинала. Кроме того, на "delta converter" возложены также функции PFC (Power Factor Correction) и управления зарядом батарей.

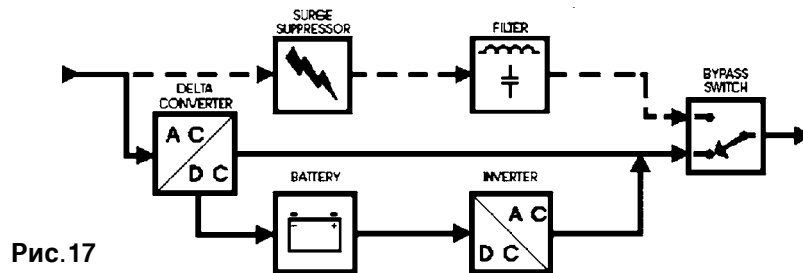


Рис.17

Второй инвертор рассчитан на 100% выходной мощности UPS и предназначен для питания нагрузки при работе от батарей. Bypass switch, как и в предыдущей топологии, обеспечивает непосредственное питание нагрузки от электросети в случае неисправности UPS или его временного отключения при плановом обслуживании.

Оптимальный диапазон мощностей от 5 до 5000 кВт. Следует отметить, что хотя данная топология преподносится как конкурент "True On-Line", но по сравнению с "True On-Line" она обладает такими недостатками, как недостаточно эффективное демпфирование возникающих во входной питающей сети импульсных перенапряжений, неспособность стабилизировать частоту выходного питающего напряжения при отклонениях частоты входного. Кроме того, низкий коэффициент гармонических искажений выходного напряжения у "delta-conversion" системы достигается с большим трудом, чем у UPS "True On-Line", из-за того, что delta-converter добавляет к уже имеющимся искажениям входного питающего напряжения еще и свои собственные. Наконец, в мощных трехфазных UPS при неравномерности нагрузки по разным фазам "True On-Line" способен обеспечить хорошую

балансировку нагрузки фаз входного фидера электропитания, т.к. его выходы отделены от входа звеном постоянного тока в виде трехфазного выпрямителя с подключенной аккумуляторной батареей. В "delta-conversion" системах разделительное звено отсутствует, что может привести к неравномерной нагрузке фаз и токовой перегрузке нулевого провода питающей электросети.

Основные параметры ИБП

Время переключения "Transfer Time" (Switch Time)

В момент переключения UPS с сетевого на батарейное питание или обратно проходит определенное время, прежде чем коммутирующие устройства перебросят контакты и инвертор выйдет на стабильный рабочий режим. В это время нагрузка остается без питания (или напряжение ее питания не соответствует нормам) на несколько миллисекунд. Это и называется Transfer Time.

В принципе, для оборудования с импульсными источниками питания (системные блоки компьютеров, мониторы и т.п.) кратковременные "провалы" питания не представляют серьезных проблем: конденсаторы их БП запасают достаточно энергии, чтобы за это время не было сбоев в работе устройства. Тем не менее, в момент коммутации потенциальная вероятность сбоев намного выше, чем при нормальной работе (особенно если в компьютере стоит удешевленный китайский БП с отсутствующими "лишними" дросселями и уполовиненной емкостью конденсаторов).

Наихудшие показатели по этому параметру у приборов, построенных по топологии Standby и Standby-Ferro UPS, - в худшем случае их Transfer Time может достигать 8...16 мс. Хотя у солидных производителей, например, в приборах серии Back-UPS фирмы APC это время составляет от 3 до 8 мс.

Приборы с большим Transfer Time предназначены для питания активного сетевого и телекоммуникационного оборудования с низким энергопотреблением и малым временем восстановления после возможных сбоев.

Несколько меньшая длительность "Transfer Time" у UPS с топологией Line-Interactive - от 2 до 4 мс. Аналогичные или лучшие показатели будут и у UPS с топологией Standby/On-Line Hybrid, а также у Delta Conversion On-Line.

Минимальное значение Transfer Time - у топологии Double Conversion On-Line. Существует очень распространенное заблуждение, что "Transfer Time у On-Line UPS равняется нулю". В действительности это не так. Кратковременного перерыва в питании нагрузки не происходит, но переходные процессы в момент пропадания сетевого напряжения могут вызвать определенную нестабильность в работе инвертора и, как следствие, отклонения амплитуды и формы выходного напряжения от номинала. Под "Transfer Time" в этом случае понимается время, необходимое на затухание этих переходных процессов.

Время, в течение которого UPS может обеспечивать резервное питание оборудования от своих батарей, Зависит от паспортной мощности вашего UPS и от

оборудования, которое через него питается. В наиболее типичных случаях, когда потребляемая мощность составляет 70...90% от паспортной мощности, большинство UPS обеспечивают работу оборудования в течение 5...15 мин после перехода на батарейное питание. Если вам необходимо обеспечить более продолжительную работу, следует либо выбрать UPS большей мощности, либо приобрести модель, допускающую подключение внешних дополнительных аккумуляторов. Это позволит увеличить время работы до нескольких часов.

Дополнительные параметры, на которые следует обратить внимание при выборе UPS:

1. Приближенное к синусоиде выходное напряжение при работе как от сети, так и от батарей. Многие дешевые UPS дают при работе от батарей форму напряжения, близкую к прямоугольной. Это не имеет особого значения для импульсных БП, обычно применяемых в компьютерах, но плохо для трансформаторных блоков питания (например, БП модемов).

2. Способность переносить кратковременные перегрузки. Приобретая UPS не с явным 2...3-кратным запасом по мощности, надо убедиться, что он обеспечивает резервное питание даже тогда, когда потребляемая вашей системой мощность резко возрастает. Иначе вы можете столкнуться с аварийными отключениями, например, при срабатывании петли размагничивания на вашем мониторе. К сожалению, у очень многих дешевых No-Name моделей заявленная мощность не соответствует действительной - они отключаются из-за перегрузки уже при мощности в 50...80% от заявленной в паспорте. Кстати, для них же характерно и чрезвычайно малое время резервного питания нагрузки (иногда всего 1...2 мин).

3. Удобство обращения. Чем больше информации о состоянии UPS вы можете получить при беглом взгляде на его панель управления, тем лучше. Конструкция и функционирование кнопок управления должны исключать случайное их нажатие, если оно может вызвать обесточивание нагрузки или нежелательное изменение режима работы UPS.

4. "Адаптация для России". Это не шутка. В западных странах любая энергокомпания разорилась бы на судебных исках от своих клиентов, предоставляя энергопитание такого качества, какое у нас считается нормой. Кроме того, лишь совсем недавно у нас введена обязательность трехпроводной разводки однофазной электросети, где третий провод заземлен. В то же время поглощающая способность многих сетевых фильтров при отсутствии заземления стремится к нулю. Так, например, продаваемая у нас популярная модель Neuhaus SmartLine отличается от своего прототипа Fenton PowerPal, в первую очередь, измененной схмотехникой входных цепей, чтобы UPS мог сохранять работоспособность при отсутствии заземления.

Принципиальные схемы UPS типа ONH-600 (<http://solder.cjb.net>).

Такие UPS выполнены по топологии Standby/On-Line Hybrid.

Блок заряда батарей и поддержки низковольтного питания выполнен на интегральном ШИМ-контроллере UC3845, включенным по рекомендуемой

PS от сети, поскольку
пей, непосредственно
яда начинает работать

на ШИМ-контроллере
100 кГц, что позволило
непосредственно на
ляется "сердцем" UPS,
енно после включения

56

по CN20.4 (через драйвер платы автоматики, управляемый по CN1.2).

Силовые ключи преобразователя DC-DC (Q101...Q104) нагружены на две первичные низковольтные обмотки ВЧ трансформатора TX101 (1-18 и 3-16), имеющего также группу вторичных обмоток. Силовая высоковольтная обмотка 7-8-9 подключена к смесителю, выполненному на диодах D104...D107 и выпрямительном мосту REC100. Если на входе моста REC100 присутствует сетевое напряжение, то эта обмотка работает на "холостом" ходу, готовая мгновенно компенсировать отключение сетевого напряжения. Остальные низковольтные вторичные обмотки нагружены на четыре стабилизатора, обеспечивающие гальванически развязанное питание для некоторых узлов UPS.

Данный UPS обеспечивает хорошее приближение формы выходного напряжения к синусоидальной. Это обеспечивает преобразователь DC-DC (узел формирования синусоидального выходного напряжения) и схема байпасса - два силовых каскада (Q105 и Q106), выполненные на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT) и работающие в линейном режиме (рис.20). Их поочередным открытием управляют прямоугольные импульсы,

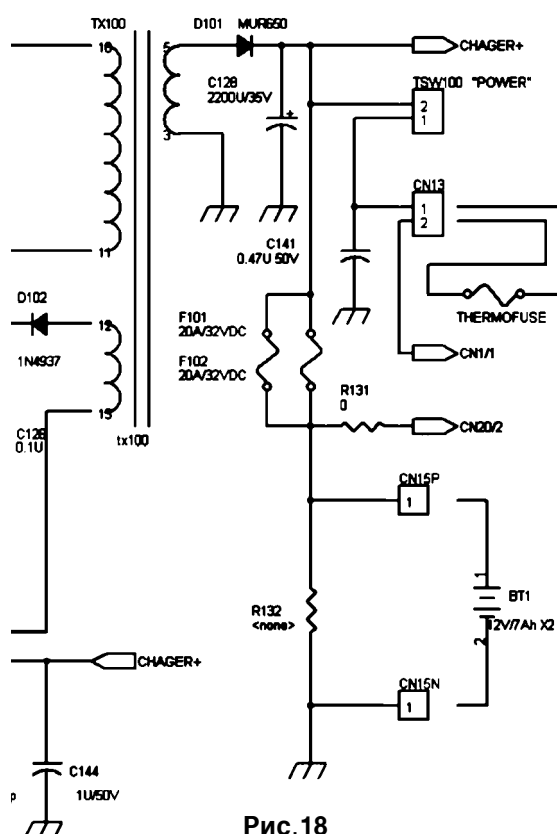


Рис. 18

поступающие в противофазе с платы автоматики по CN10. Затем эти импульсы проходят цепи, формирующие из них сигнал, напоминающий по форме полупериод синусоиды, и подаются на затворы Q105 и Q106.

При холодном запуске UPS требуется некоторое время, чтобы преобразователи DC-DC и DC-AC вышли на рабочий режим. При этом (как и при отключенной схеме UPS) потребители получают питание по обходной, байпасной линии. Переключение между ней и выходом преобразователя осуществляет реле RY101. Оно управляется платой автоматики по CN9. Автоматика также следит за мощностью, отдаваемой потребителям (с помощью трансформатора тока CT100, подключенного к CN5, и контроля напряжений по CN11). В случае превышения опасного уровня и

Рис. 19

регистрации перегрузки, она также принудительно отключает потребителей от преобразователя и переводит их на байпасное питание непосредственно от сети.
А.Ю. Саулов, г. Киев

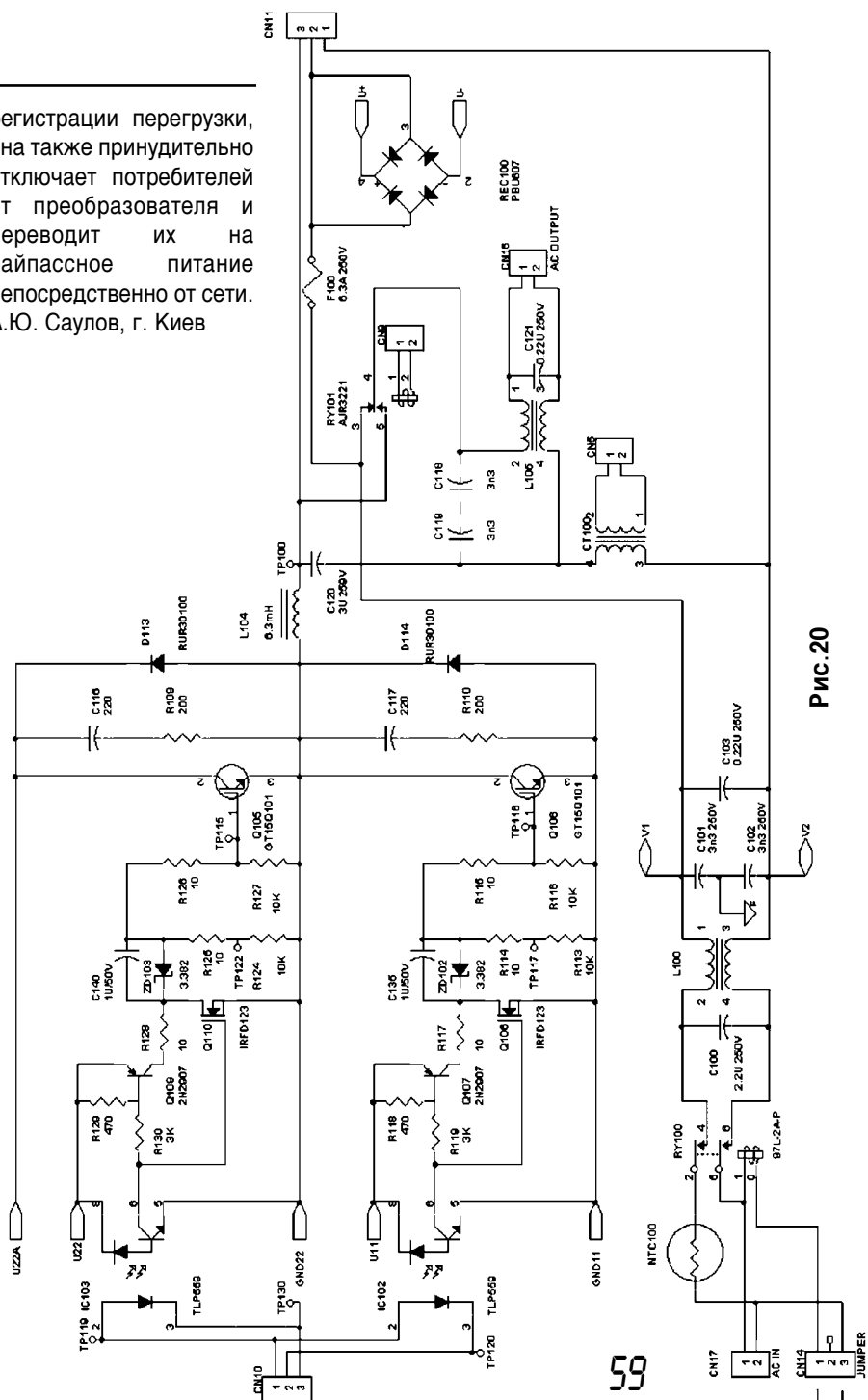


Рис. 20

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
МК324	Программируемый модуль 4-канального ДУ 433 МГц	195	АК069	Высокочастотный пьезоизлучатель	34
МК324/перед.	Дополнительный пульт для МК324	113	АК076	Миниаторный пьезоизлучатель	25
МК324/прием.	Дополнительный приемник для МК324	80	АК095	Инфракрасный отражатель	25
МК325	Модуль лазерного шоу	96	АК109	Датчик для охранных систем	34
МК326	Декодер VIDEO-CD (ELE-680-M1-VCD MPEG-card)	269	АК110	Датчик для охранных систем (торцевой)	30
МК328	Телеграфный манипулятор "ЭКЛИПС"	340	АК117	Ультразвуковой пьезоизлучатель	70
МК350	Отпугиватель грызунов "ТОРНАДО" (модуль)	174	МК035	Ультразвуковой модуль для отпугивания насекомых	49
НК001	Преобразователь напряжения 12 В в 6...9 В/2 А	38	МК056	3-полосный фильтр для акустических систем (модуль)	46
НК004	Стабилизированный источник питания 6 В - 9 В - 12 В/2 А	59	МК063	Универсальный усилитель НЧ 3,5 В (модуль)	56
НК005	Сумеречный переключатель	55	МК064	"Бегущие огни" 220 В/50 Вт	94
НК005/в кор.	Сумеречный переключатель с корпусом	73	МК067	Регулятор мощности 1200 Вт/220 В (модуль)	82
НК008	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В	56	МК071	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В (модуль)	84
НК010	Регулируемый источник питания 0...12 В/0,8 А	38	МК072	Универсальный усилитель НЧ 18 Вт (модуль)	82
НК013	Электронный предохранитель	52	МК074	Регулируемый модуль питания 1,2...30 В/2 А	73
НК014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003)	69	МК075	Ультразвук. отпугиватель насекомых и грызунов (модуль)	92
НК016	Полицейская сирена 15 Вт	31	МК077	Имитатор лая собаки (модуль)	73
НК017	Преобразователь напряжения для люминесцентных ламп	63	МК080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (модуль)	88
НК021	Кок-сирена 15 Вт	29	МК081	Соглас. трансформатор для пьезоизлучателя (модуль)	40
НК022	Стерефонический темброблок	90	МК084	Универсальный усилитель НЧ 12 Вт (модуль)	63
НК024	Проблесковый маячок на светодиодах	24	МК085	Проблесковый маячок 220 В/300 Вт (модуль)	95
НК027	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/2 А	49	МК107	Стац. ультразвуковой отпугиват. насекомых и грызунов	122
НК028	Ультразвуковой свисток для собак	53	МК113	Таймер 0...30 минут (модуль)	65
НК029	Проблесковый маячок (технология SMD)	28	МК119	Модуль индикатора охранных систем	36
НК030	Стереоусилитель НЧ 218 Вт	94	МК152	Блок защиты электроприборов от молнии (модуль)	45
НК032	Голос робота	69	МК153	Индикатор микроволновых излучений (модуль)	40
НК033	Имитатор звука морского дельца	61	МК156	Автомобильная охранная сигнализация (модуль)	83
НК037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/4 А	62	МК284	Детектор инфракрасного излучения (модуль)	49
НК038	Дверной звонок	25	МК286	Модуль управления охранными системами	203
НК040	Стерефонический усилитель НЧ 212,5 Вт	65	МК287	Имитатор видеокамеры наружного наблюдения (модуль)	56
НК043	Электронный гонг (3 тона)	64	МК290	Генератор ионов (модуль)	130
НК045	Сетевой фильтр	46	МК301	Лазерный излучатель (модуль)	151
НК046	Усилитель НЧ 1 Вт	30	МК302	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В	80
НК050	Регулятор скорости вращения мини-дрели 12 В/50 А	55	МК304	4-кан. ЛРТ-коммутатор для упр-я шаговым двигателем	101
НК051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	23	МК305	Устр-во упр-я шаговым двигателем (модуль)	136
НК052	Электронный репеллент (отпугиватель насекомых)	24	МК306	Модуль управления двигателем постоянного тока	97
НК057	Усилитель НЧ 22 Вт (TDA2005, мост.)	44	МК308	Программируемое устр-во упр-я шаговым двигателем	31
НК058	Имитатор звука паровоза	70	МК317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц	165
НК082	Комбинированный набор (термо-, фотореле)	52	МК318	Модуль защиты автомобильного аккумулятора	67
НК083	Инфракрасный барьер 50 м	87	МК319	Модуль защиты от накали	9
НК086	Фотоприемник	36	МК320	Проблесковый маячок 5...12 В/1 А/1...2,5 Гц	39
НК089	Фотореле	44	МК321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц	60

Каждый набор состоит из печатной платы, компонентов, необходимых для сборки устройства, и инструкции по сборке

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NK092	Инфракрасный прожектор	78	111	Устройство защиты от накипи	37
NK106	Универсальная охранная система	67	NK299	Лазерный световой эффект	110
NK108	Термореле 0...150 °С	49	NK300	Устройство управления шаговым двигателем	83
NK112	Цифровой электронный замок	94	NK303	Инфракрасный секундомер со световым барьером	140
NK114	Миниатюрная охранная система	29	NK307	Дополнительный инфракрасный барьер для NK307	80
NK117	Индикатор для охранных систем	25	NK307A	Детектор лжи	36
NK120	Корабельная сирена 2 Вт	28	NK314	Отпугиватель кротов на солнечной батарее	80
NK121	Инфракрасный барьер 18 м	79	NK315	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	56
NK126	Сенсорный выключатель	59	NK316	Стабилизатор напряжения 5 В/1 А	40
NK127	Передачик 27 МГц	71	NM1011	Стабилизатор напряжения 6 В/1 А	33
NK128	Корабельная сирена "ТУМАН"	27	NM1012	Стабилизатор напряжения 9 В/1 А	40
NK130	"Космическая" сирена 15 Вт	35	NM1013	Стабилизатор напряжения 12 В/1 А	37
NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1,5 А	99	NM1014	Стабилизатор напряжения 15 В/1 А	45
NK133	Автомобильный антенный усилитель 12 В	28	NM1015	Стабилизатор напряжения 18 В/1 А	39
NK134	Электронный стетоскоп	64	NM1016	Стабилизатор напряжения 24 В/1 А	39
NK135	Звуковой сигнализатор уровня воды	29	NM1017	Регулируемый источник питания 1,2...20 В/1 А	45
NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	90	NM1021	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/1 А	56
NK137	Микрофонный усилитель	56	NM1022	Преобразователь однополяр. пост. напр. в пост. двуполяр.	26
NK138	Антенный усилитель 30...850 МГц	63	NM1031	Преобразователь 12 В/220 В с радиаторами	124
NK139	Конвертер 100...200 МГц	121	NM1032	Преобразователь 24 В в 12 В/3 А	73
NK140	Мостовой усилитель НЧ 200 Вт	133	NM1034	Универсальный преобразователь 7...30 В в 1,2...20 В/3 А	79
NK141	Стереodeкодер	48	NM1035	Регулятор мощности 650 Вт/220 В	61
NK142	Индикатор сигнала на 30 светодиодах	98	NM1041	Регулятор температуры с малым уровнем помех	63
NK143	Юный электротехник	56	NM1042	Усилитель НЧ 80 Вт с радиатором	110
NK145	Звуковой сигнализатор уровня воды (SMD)	40	NM2011	Усилитель НЧ 80 Вт на полевых транзисторах	105
NK146	Исполнительный элемент 12 В	28	NM2011/MOSFET	Усилитель НЧ 80 Вт	81
NK146/в кор.	Исполнительный элемент с корпусом	45	NM2012	Усилитель НЧ 4г11 Вт/2г22 Вт с радиатором	77
NK147	Антенный усилитель 50...1000 МГц	58	NM2021	Усилитель НЧ 4г30 Вт/2г60 Вт с радиатором	99
NK148	Буквенно-цифровой индикатор на светодиодах 12 В	59	NM2031	Усилитель НЧ 4г40 Вт/2г80 Вт с радиаторами	100
NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором	71	NM2032	Усилитель 100 Вт без радиатора	60
NK150	Программируемый 8-канальный коммутатор	188	NM2033	Усилитель НЧ 70 Вт TDA1562 (автомобильный)	104
NK155	Сирена ФБР 15 Вт	30	NM2034	Усилитель Hi-Fi НЧ 50 Вт TDA1514	63
NK289	Преобразователь пост. напряжения 12 В в 220 В/50 Гц	72	NM2035	Усилитель Hi-Fi НЧ 32 Вт TDA2050	50
NK291	Сигнализатор задымленности	65	NM2036	Усилитель Hi-Fi НЧ 44 Вт TDA2030A	42
NK292	Ионизатор воздуха	71	NM2037	Автомобильный УНЧ 2г40 Вт TDA8560Q/8563Q	68
NK293	Металлоискатель	56	NM2038	Автомобильный УНЧ 4г40 Вт TDA8571J	92
NK294	6-канальная светомузыкальная приставка 220 В/500 Вт	124	NM2039	Автомобильный УНЧ 22 Вт TDA1516BQ/1518BQ	43
NK295	"Бегущие огни" 220 В 10г100 Вт	83	NM2040	Усилитель 140 Вт TDA7293	100
NK296	"Бегущие огни" 220 В 3г500 Вт	109	NM2041		
NK297	Стробоскоп	75	NM2042		
NK298	Электрoшок				

Каждый набор состоит из печатной платы, компонентов, необходимых для сборки устройства, и инструкции по сборке

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NM2043	Мощный автоусилитель мостовой 4г77 Вт (TDA7560)	206	NM5402	Автомобильный тахометр на инд. "свет. столб"	53
NM2051	Двухканальный микрофонный усилитель	30	NM6011	Контроллер электромеханического замка	151
NM2111	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	100	NM8011	Тестер RS-232	15
NM2112	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	85	NM8012	Тестер DC-12V	15
NM2113	Электронный коммутатор сигналов	71	NM8013	Тестер AC-220V	13
NM2114	Процессор пространственного звучания (TDA3810)	56	NM8021	Индикатор уровня заряда аккумулятора DC-12V	20
NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	45	NM8022	Зарядное устройство для батареек Ni-Cd/Ni-Mh	119
NM2116	Активный 3-полосный фильтр	51	NM8041	Металлоискатель на микроконтроллере	160
NM2117	Активный блок для сабвуферного канала	70	NM8042	Импульсный металлоискатель на микроконтроллере	247
NM2118	Предварительный стереофон. регул. усилитель	45	NM8051	Частотмер, универсал. цифр. шкала (базовый блок)	165
NM2202	Логарифмический детектор	26	NM9211	Программатор для МК AT89S90S фирмы ATMEL	122
NM2223	Стерео индикатор уровня сигнала "бегущая точка"	84	NS182.2	4-кан. часы-таймер-терморег.	192
NM3101	Автомобильный антенный усилитель	28	NS312	Цифровой термометр с ЖК-дисплеем	974
NM3201	Приемник УКВ ЧМ (стерео)	134	MK331	Радиуправляемое реле 433 МГц (220 В/2,5 А) (мод.)	239
NM4012	Датчик уровня воды	19	NK340	Компьютерный программируемый "Лазерный эффект"	159
NM4013	Сенсорный выключатель	26	NM2045	УМЗЧ 140 Вт или 2г80 Вт (кл. D, TDA8923+ TDA8927)	299
NM4014	Фотоприемник	30	NM8033	Устройство для проверки ИК-пультов ДУ	69
NM4015	Инфракрасный детектор	30	NM8034	Тестер компьютерного сетевого кабеля "витая пара"	167
NM4016	Термореле 20...120°C	39	NM9215	Универсальный программатор	107
NM5032	Музыкальный электронный дверной звонок (7 мелодий)	87	NM9216.1	Плата-адаптер для прогн. NM9215 (мк-ра ATMEL)	83
NM5034	Корабельная сирена "ТУМАН" 5 Вт	32	NM9216.2	Плата-адаптер для прогн. NM9215 (для МК PIC)	56
NM5035	Звуковой сигнализатор уровня воды	28	NM9216.3	Плата-адаптер для прогн. NM9215 (MicroWig EEPROM 93xx)	39
NM5036	Генератор Морзе	25	NM9216.4	Пл.-ад. для NM9215 (EEPROM SDE2560, NM5060 и SP125xxx)	44
NM5037	Метроном	25	NM9216.5	Устройство защиты компьютерных сетей (BNC)	117
NM5039	Музыкальный оповещатель звуковой	59	NM9217	Устройство защиты компьютерных сетей (UTP)	109
NM5101	Синтезатор световых эффектов	123	NM9218	Шаговый двигатель 10 В/0,35 А	39
NM5201	Блок индикации "светящийся столб"	46	P5108	Шаговый двигатель 5 В/1 А	39
NM5202	Блок индикации "автомобильный вольтметр" "свет. столб"	49	P5111	Шаговый двигатель 5 В/0,63 А	39
NM5301	Блок индикации "бегущая точка"	44	P5337	Шаговый двигатель 24 В/0,28 А	41
NM5302	Блок индикации - автомобильный вольтметр "бег. точка"	46	P5339	Шаговый двигатель 3...4,5 В/0,3 А	40
NM5401	Автомобильный тахометр на инд. "бег. точка"	55	P5341	Шаговый двигатель 3...4,5 В/0,3 А	40
			P5342	Шаговый двигатель 3...4,5 В/0,3 А	40

Каждый набор состоит из печатной платы, компонентов, необходимых для сборки устройства, и инструкции по сборке. Все, что нужно сделать, - это выбрать из каталога заинтересовавший Вас набор и с помощью паяльника собрать готовое устройство. Если все собрано правильно, то устройство заработает сразу без последующих настроек. Если в названии набора стоит обозначение (модуль), то это означает, что набор не требует сборки и готов к применению. Вы имеете возможность заказать эти наборы через редакцию. Стоимость, указанная в прайс-листе, не включает в себя почтовые расходы, что составят при общей сумме заказа: от 1 до 49 грн. - 5 грн.; 50...99 грн. - 8 грн.; 100...149 грн. - 10 грн.; 150...199 грн. - 13 грн.; 200...500 грн. - 15 грн.

Для получения заказа Вам необходимо прислать заявку на понравившийся Вам набор по адресу: «Издательство «Радиоаматор» (МАСТЕР КИТ), а/я 50, Киев-110, 03110. В письме четко укажите кодовый номер изделия, его название и Ваш обратный адрес. Заказ высылается наложенным платежом.

Срок получения заказа по почте 2...4 недели с момента получения заявки.

Цены на наборы могут незначительно меняться как в одну, так и в другую сторону.

Номера телефонов для справок и консультаций: 219-30-20, 213-09-83,

e-mail: val@sea.com.ua. Ждем Ваших заказов.

Для получения информации Вы можете получить, прочитав книгу «Собери сам 55 электронных устройств из наборов "МАСТЕР КИТ"» (см. "Книга-почтой")

Книга-почтой

"Радиоаматор" - лучшее за 10 лет. Сборник. К.: Радиоаматор, 2003г., 288 с.	20.00
Электронные наборы и модули "МАСТЕР КИТ" Описание, принцип. схемы. Каталог-2004год. А4	15.00
Собери сам 60 электронных устройств из наборов "МАСТЕР КИТ" М.: Додэка, 2003г. 272с.	26.00
Импульсные источники питания телевизоров. Янковский С.М., НиТ, 2003г. 380с.	34.00
Источники питания видеомагнитофонов и видеоплееров. Виноградов В.А., 256с. А4	14.00
Зарубежные электромагнитные реле. Справочник. Вовк П.Ю., 2004г., 382с.	44.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды А..Z. Справочник. Изд. 2-е пер. и доп., 2003г., 760 с.	54.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды 0...9. Справочник. Изд. 2-е перераб. и доп., 2004г., 556с.	45.00
Применение телевизионных микросхем. Т.1. Корякин-Черняк С., СПб.: НиТ, 2004г., 316с. + схемы	39.00
Микросхемы для аудио и радиоаппаратуры. Вып. 3, 17, 19, 21. Спр.-М. Додэка, 2002г. по 288 с.	по 25.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервис-системы. Справочник. НиТ, 2003 г., 268с.	42.00
Микросхемы соврем. заруб. усилителей низкой частоты. Вып. 7, вып. 9. Спр. По 288 с.	по 24.00
Все отечественные микросхемы. М.: Додэка, 2004г., 400с.	49.00
Микроконтроллеры? Это же просто! Том 1, 2, 3. Фрунзе А.В. 2002г., 336с., 384с.	по 29.00
PIC-микроконтроллеры. Практика применения. Справочник. Тавернье К.-М.: ДМК, 2003г., 272с.	29.00
Самоучитель по микропроцессорной технике. Белов А.В., К.: НиТ, 2003г., 224с.	21.00
Интегр. микросхемы. Перспективные изделия. Вып. 1, 2, 3.-М.: Додэка, по 64 стр.	по 5.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. K565-K599, М.: "Радиософт", 2000г.	35.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. K1044-1142, М.: "Радиософт", 2000г.	35.00
Телевизионные микросхемы PHILIPS. Книга 1. Понамаренко А.А.-М.: Солон, -180с. А4	12.00
Цвет. код, символика электронных компонентов. Нестеренко И.И., М.: Солон, 2002г., 216с.	17.00
Цветовая и кодовая маркировка электронных компонентов. Нестеренко И.И., М.: Солон, 2004г.	14.00
Маркировка электронных компонентов. Изд. 8-е испр. и дополн. "Додэка" 2003г., 208 с.	16.00
Маркировка и обозначение радиоэлементов. Мукосеев В.В., М.-ГЛ-Телеком, 2001г., 352 с.	28.00
Оптоэлектронные приборы и устройства. Быстров Ю.А., М.: Радиософт, 256с.	23.00
Зарубеж. диоды и их аналоги. Хрулев А. Справ. т.1, т.2, т.3, т.4, т.5, т.6. М. "Радиософт",	по 39.00
Зарубежные аналоговые микросхемы и их аналоги. Справ. т.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. М. Радиософт 2000г.	по 39.00
Ремонт импортных телевизоров. Вып. 2, вып. 7, вып. 9. М.: Солон. 2003г., 272, 224, 198 стр. А4	по 39.00
Ремонт зарубежных телевизоров. Вып. 44. Родин А.В. М.: Солон, 2003г., 200стр. А4	44.00
Устройство и ремонт персонального компьютера. Кн. 1 и кн. 2 Стивен Бигелоу, 2004г., по 912с.	по 68.00
Поиск неисправностей и ремонт электронной аппаратуры без схем. Девидсон Г.Л., 2004г., 544с.	48.00
Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах. М.: Додэка, 2002г., 256с.	19.00
Интегральные усилители НЧ. Изд. 2-е перераб. и дополн. Герасимов В., 2003г., 522с.	42.00
Усилители низкой частоты. Любительские схемы. Ч. 2. М.: Радиософт, 2002г., 304с. и 288с.	22.00
Предварительные УНЧ. Любительские схемы. Халоян А.А.-М.: Радиософт, 2001г.	20.00
Устройство аудио- и видеоаппаратуры. От детекторного приемника до ЧМ стереоресивера., 288с.	24.00
Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. Библиотека инженера. М.: Солон, 2002г., 512с.	49.00
Энциклопедия радиолюбителя. Работаем с компьютером. Пестриков В.М.- СПб: НиТ, 2004г., 268с.	24.00
Электроника. Полный курс лекций. Пряшников В.А. 4-е изд. М.: КОРОНА принт, 2004 г., 416с.	36.00
В помощь радиолучителю: 100 неисправностей телевизоров. Ж. Лоран, ДМК, 2004г., 256с. + ил.	29.00
Основы телевизионной техники. Лузин В., М.: Солон, 2003г., 432с.	33.00
Телевизионные процессоры системы управления. Журавлев В.А. изд-е 2-е, доп., СПб: НиТ, 510с.	23.00
Телевизоры HORIZONT. Корякин-Черняк С.Л.-С.П.: НиТ, 2002 г., 160с. + сх.	24.00
Телевизоры LG. Шасси MC-51B, MC-74A, MC-991A. Пьянов Г., С.П.: НиТ, 2003г. 138с. +схемы.	23.00
Телевизоры DAEWOO и SAMSUNG. Серия Телемастер. Безверный И.Б., 2003г., 144с. +сх.	32.00
Переносные цветные телевизоры. Справочник. Бриллиантов Д.П.-М.: Радиософт, 304с.	21.00

Оформление заказов по системе "Книга-почтой" для организаций

Оплата производится по б/н расчету согласно адресу: издательство "Радиоаматор", а/я 50, Киев-110, 03110 или по эл. почте val@sea.com.ua. В заявке выставленному счету. Для получения счета Вам необходимо выслать перечень книг, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044) 573-25-82 или почтой по с-ва плат. налога.

При покупке книг на сумму более 60 грн. получаете в подарок каталог "Вся радиоэлектроника Украины"!!!

Книга-почтой

360 практических неисправностей. Записки телемастера. Назаров В.В. М.:Солон, 2004г.,288с.	29.00
Цветные телевизоры. Пособие по ремонту.Ельяшкевич С.А.,Пескин А.Е. М.:Г.П-Телеком, 352 с.	19.00
Карманный справочник радиотехника.Джон Девис. М.:Додэка, 2002г.,544с.	33.00
Справочник электрика. Кисаримов Р.А. 2-е издание, 2004г., 512с.	28.00
КВ-приемник мирового уровня Кульский А.П. -К.:НиТ , 2000 г. 352с.	16.00
Антенны.Настройка и согласование.Григорьев И.Н.,М.:Радиософт, 2002 г., 272с.	26.00
Антенны. Городские конструкции. Григорьев И.Н., М.:Радиософт, 2003г.,304с.	39.00
Радиолубительский High-End, "Радиоаматор", -120с.	9.00
Электроника для рыболова. Шелестов И.П. М.:Солон, 2001г. 208 с.	17.00
Техника электролова рыбы. Ходырев В.В., 2003 г.,144 с.	17.00
450 полезных схем радиолубителям. Шустов М.А.,2003г.,352с.	25.00
500 схем для радиолубителей. Приемники. Семьян А.П., 2004г., 188с.	17.00
Настольная книга радиолубителя-конструктора. Николаенко М.Н.,М.: ДМК, 2004г.,280с.	24.00
Звуковая схемотехника для радиолубителей. Петров А.Н. НиТ, 2003г.,400с.	28.00
Практические советы по ремонту бытовой радиоэлектр. аппаратуры. Столовых А.М.,2003г.,152с.	16.00
Практическая схемотехника.Кн.2. Источники питания и стабилизаторы. Шустов М.А.,2002г.	19.00
Практическая схемотехника.Кн.4. Контроль и защита источников питания. Шустов М.А.,2002г.	19.00
Проектируем и строим осциллограф. Городецкий И.В., М.:Солон, 2002г.	29.00
Сучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. Бондаренко В., К.:Радіоаматор, 2004р.	5.00
Технологии измерений первичной сети.(Системы синхронизации,В-ISDN, ATM.) М.:Эко-тре.,150с.А4	39.00
Цифровые АТС для сельской связи.Карташевский В.Г.,М.:Эко-Трендз, 2003г.,286с.	47.00
Разработка устройств сопряжения для перс. компьютера типа IBM PC.Новиков Ю.2002г.,224с.	7.00
Современные микропроцессоры.Корнеев В., изд. 3-е дополн. и перераб., 2003г., 440с.	40.00
Алгоритм компьютера. Самоучитель. Привалов А., Питер, 2004г.,304с.	27.00
Выбор и модернизация компьютера. Анатомия ПК. Кутузов М., Питер, 2004г.,320с.	17.00
Диагностика, ремонт и профилактика ПК. Практическое руководство. Платонов Ю.М., 2003г.,312с.	24.00

Компакт-диски

CD-R "РАДИОАМАТОР за 11 лет" "РА"-1999 - 2003г.г.+ "Э", "К"-2000-2003г.г.(160 номеров + 3 книги)	40.00
CD-R "Радиоаматор"+"Электрик"+"Конструктор" 2002г. (36 номеров журналов)	20.00
CD-R "Радиоаматор" + "Электрик"+"Конструктор"+"Радиокомпоненты" 2003г. (40 номеров + 2 книги)	25.00

Журналы

"Радиоаматор" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,3,4,5,6,7,8 за 2004г.	по 7.00
"Конструктор" журнал №1,2,3,4,5,6,7,8,9-10,11-12 за 2003г., №1,2,3, 4-5 за 2004г.	по 5.00
"Электрик" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,4,5,6,7,8 за 2004г.	по 5.00
"Радиокомпоненты" журнал №1,2,3,4 за 2001г., №1,2,3,4 за 2002г., №1,2,3,4 за 2003г.,№1-3 за 2004г.	по 5.00
"Радио-парад" журнал №1,2,3 за 2004г.	по 6.00

Срок получения заказа по почте 1-3 недели с момента оплаты.

По всем вопросам, связанным с разделом "Книга-почтой", просьба обращаться по т./ф. 573-25-82, email:val@sea.com.ua.

Оформление заказов по системе "Книга-почтой" для частных лиц

Если Вас заинтересовало какое-либо из перечисленных изданий, то Вам необходимо оформить почтовый перевод на указанную сумму в ближайшем отделении связи.

Перевод отправлять по адресу: Моторному Валерию Владимировичу, а/я 53, Киев-110, 03110. В отрывном талоне почтового перевода четко укажите свой обратный адрес и название заказываемой Вами книги.

Цены даны в гривнях с учетом пересылки и действительны в течение месяца с момента выхода журнала. Для членов клуба читателей "Радиоаматора" действуют постоянные скидки. Положение о Клубе читайте в БР № 1.