

# **БЛОКНОТ "РАДІОАМАТОРА"**



**№ 3**  
март  
**2005**

Київ    Видавництво "Радіоаматор"

## Индекс 08043

### Тематика выпусков сборника "Блокнот "Радиоаматора" на 2005 г.

#### БР № 1/05

Ремонт импортных ТВ без схем  
Аэроионизаторы  
Приборы электрика

#### БР № 2/05

ТВ антенны  
Электронные игрушки  
Цифровые измерительные  
приборы

#### БР № 3/05

Коммутаторы сигналов  
БП на 1,5-9 В  
УКВ-передатчики

#### БР № 4/05

Цифровая автоматика  
Защита телефонных линий  
Лаборатория радиолюбителя

#### БР № 5/05

Радиотелефоны для ТВ  
Измерители агропараметров  
Стабильные ИП

#### БР № 6/05

Таймеры  
УМЗЧ на биполярных  
транзисторах  
УПТ

#### БР № 7/05

Компьютер для измерений  
Защита РЭА  
Ремонт и модернизация ТЛФ

#### БР № 8/05

Ремонт БП импортных ТВ  
Кодовые устройства  
Мультиметры

#### БР № 9/05

ЦМУ  
Осветительная схемотехника  
Переговорные устройства

#### БР № 10/05

Генераторы на двухполюсниках  
Медтехника  
Трехфазный двигатель в  
однофазной сети

#### БР № 11/05

Электроника в быту  
Частотомеры  
ИК приемопередатчики

#### БР № 12/05

Hi-Fi AC  
Ремонт БП компьютеров  
Фотоэлектрические ИП



**Блокнот "Радіоаматора"**  
щомісячний науково-популярний збірник  
Зареєстрований Держкомінформ  
України  
сер. КВ, № 7314, 19.05.2003 р.  
Засновник - Видавництво "Радіоаматор"  
Видається з січня 2004 р.  
№ 3 (14) березень 2005  
Київ, "Радіоаматор"

\*\*\*

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

**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. Зінов'єв, літ. ред. т. 573-39-38  
С.В. Латиш, реклама,  
т/ф (044) 573-32-57,  
**lat@sea.com.ua**  
В.В. Моторний, передплата і  
реалізація, т/ф (044) 573-25-82,  
**val@sea.com.ua**

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

**Підписано до друку** 15.03.2005 р.  
Дата виходу в світ 25.03.2005  
**Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 4,54.**  
**Облік. вид. арк. 4,35. Індекс 08043.**  
**Тираж 1000 прим. Зам. 15/03/05**  
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», 2005

## Оглавление

Коммутаторы сигналов .....	2
Блоки питания на 1,5...9 В .....	24
УКВ передатчики .....	40
Электронные наборы для радиолюбителей .....	60
Книга-почтой .....	63

### ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемый читатель!

В прошлом номере мы проводили блиц-опрос, отклики на который поступают очень вяло, похоже на то, что дальнейшая судьба сборника его читателей не волнует. Тогда кто Вы, наш читатель? Что интересное Вы почерпнули для себя в многочисленных схемах тех устройств, которые прошли чередой за 14 выпусков, что было нового, что уже многократно повторяло старое, а что вообще выпадало из общей тематики?

Скорее всего, каждый из Вас уже ответил для себя на эти вопросы, а также и на те, которые мы задавали Вам в предыдущем выпуске. Я все-таки хочу получить конкретные ответы, поэтому повторяю вопросы.

1. Удовлетворяет ли Вас нынешнее содержание сборника? **Да Нет**
2. Хотели бы Вы подписаться на сборник на второе полугодие 2005 г.? **Да Нет**
3. Должен ли сборник далее существовать как самостоятельное издание? **Да Нет**
4. Должен ли сборник прекратить свое существование и войти составной частью в журнал "Радіоаматор" **Да Нет**

Решайте сами, мы последуем Вашему совету.

Редактор Георгий Ульянов

## Коммутаторы сигналов

Коммутаторы сигналов, как отмечается в энциклопедии, это электромеханическое, электронное или электронно-лучевое устройство (переключатель, выключатель, распределитель), обеспечивающее выбор требуемой выходной цепи (цепей) и соединение с ней входной цепи (цепей). По сути, это любое устройство, которое тем или иным образом меняет направление передачи сигнала на входе, выходе или внутри аппаратуры.

Исходя из этого, рассмотрим сначала входные коммутаторы, потом выходные, а в заключение - мультиплексоры, которые управляются программным обеспечением и могут пропускать сигналы в любом заданном направлении. Каждый раз переключать ручную входы и выходы многим надоедает, поэтому они разрабатывают собственные конструкции автоматических коммутаторов. Особенно популярными среди радиолюбителей являются коммутаторы входов телевизионных приемников при наличии нескольких антенн и кабельных каналов, а также источников сигнала в предварительных аудиоусилителях.

Автоматический переключатель телевизионных входов предложил В. Гавриков (<http://un7ppx.narod.ru>). Он решил проблему подачи на телевизор сигналов от нескольких источников: двух-трех антенн, видеомагнитофона и т.д. путем применения автоматического диодного коммутатора.

Проблема довольно просто решается использованием переключателя на коммутационных диодах, открывающих рабочий вход и блокирующих нерабочие. Такой алгоритм в сочетании с малой емкостью закрытых диодов (0,5...1,5 пФ) и малым дифференциальным сопротивлением открытых диодов (0,5...5 Ом) позволяет лучше подавить мешающие сигналы. При их выборе следует руководствоваться тем, что лучшие параметры имеют диоды КД420А, КД407А и немного хуже - КД409А, КД413А, КД514А. Однако можно попробовать и другие высокочастотные или импульсные диоды с близкими к указанным значениям параметрами.

Принципиальная схема предлагаемого переключателя входов изображена на **рис.1**. Антенное гнездо "С" (местное телевидение) подключено к телевизору при выборе в блоке СВЧ4-10 программ по командным входам 1 и 2, гнездо "В" (сигнал по высокой частоте) - при выборе программы по командному входу 3. При выборе программ, не связанных с входами 1-3, телевизионный сигнал поступает через антенное гнездо "М" (центральное телевидение). Управляющий вход 4 обеспечивает привязку коммутируемых источников к диапазону ДМВ. Разрешением на коммутацию в первых двух случаях служит совпадение ур."0" на командном и управляющем входах, а в третьем - их несовпадение.

Микросхема DD1 вырабатывает управляющие напряжения, а микросхемы DD2, DD3 коммутируют диоды VD3-VD14. При нулевом управляющем напряжении "С", "М" или "В" открытый диод (VD6, VD10 или VD14) замыкает сигнал на общий провод, а закрытые диоды (VD3 и VD4, VD7 и VD8 или VD11 и VD12) препятствуют его прохождению на вход телевизора. При единичном управляющем напряжении состояние диодов изменяется и сигнал проходит через коммутатор почти без потерь.

Для уменьшения паразитных емкостей и индуктивностей диоды и связанные с ними конденсаторы распаивают непосредственно на лепестках антенных гнезд при минимальной длине выводов. Блокирующие конденсаторы С3, С5, С7 лучше применить безвыводные или после отпайки имеющихся выводов. Параллельное включение инверторов микросхем DD2 и DD3 применено для увеличения тока через диоды, в нашем случае равного 10 мА.

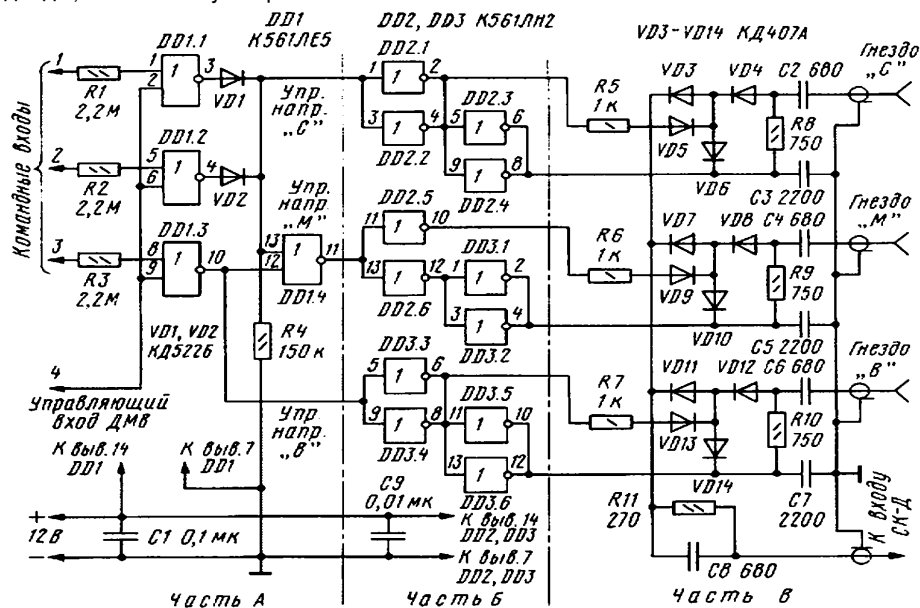


Рис. 1

Размещение и подключение части А устройства такие же, как рассказано в указанной выше статье. Части Б (печатный монтаж) и В (навесной монтаж) расположены вблизи антенных гнезд телевизора и соединены с частью А пятипроводным жгутом.

Устройство обеспечивает весьма эффективную коммутацию источников телесигнала. Так как мешающий сигнал значительно подавлен, совершенно отсутствует наложение изображений на телеэкране и вызванные им специфические искажения.

Этот переключатель несложно адаптировать к иным условиям приема и другим устройствам выбора программ в телевизоре. Потребуется лишь изменить входную логику работы и число исполнительных каналов коммутации.

Активный коммутатор ТВ кабелей с управлением по ИК каналу разработал Е. Шустиков (<http://www.shustikov.by.ru>).

В этой схеме (рис. 2) переключение абонентских кабелей эфирного и кабельного

## Коммутаторы сигналов

вещания производится по сигналам любого пульта ДУ с ИК-лучами. Переключение происходит поочередно с каждым нажатием. Применение транзисторов в качестве

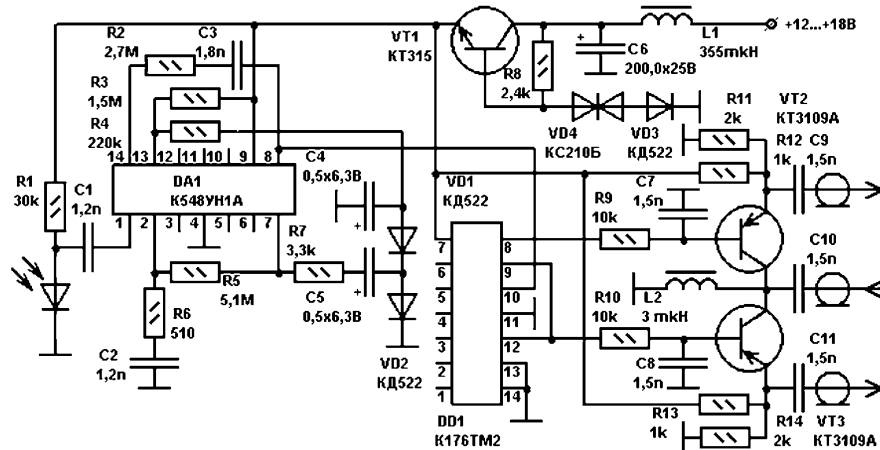


Рис.2

ключей исключает затухание сигнала в коммутаторе. Схема с диодными ключами представлена на рис.3.

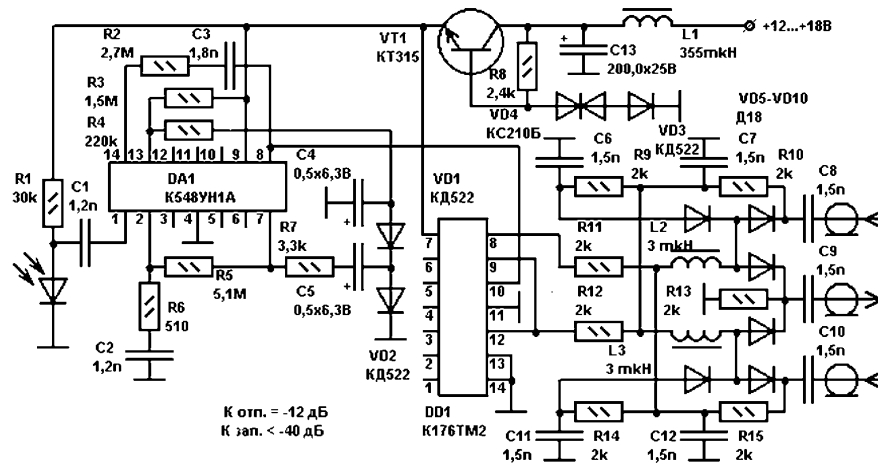


Рис.3

В регионе автора эфирные каналы ТВ вещания следуют через 1: 1, 3, 5 и т.д., а каналы кабельного телевидения - 2, 4, 6. Для переключения кабелей обеих систем дистанционно и был изготовлен этот коммутатор. Управляется он любым пультом ДУ, поочередно переключая кабели на входе телевизора.

Если кабель не соответствует программе, достаточно вновь нажать любую кнопку на пульте ДУ. Вносимое затухание при открытом ключе -12 дБ, а при закрытом - более 40 дБ. Дальность действия составила 6 м.

В табл.1 помещены значения коэффициента передачи коммутатора отперт/заперт в зависимости от частоты ТВ сигнала:

Таблица 1

50 MHz	+7/-45 dB
100 MHz	+7/-40 dB
200 MHz	+7/-35 dB
400 MHz	+7/-39 dB

На рис.4 показана монтажная схема с применением в качестве ключей транзисторов КТ3109А, а на рис.5 - с транзисторами ГТ346А и компактным электролитом, на рис.6 - с коммутационными диодами. Размеры платы 54х108 мм.

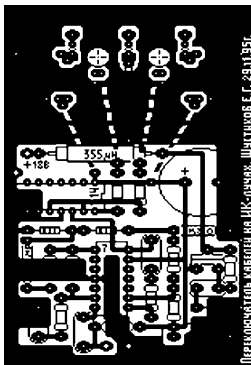


Рис.4

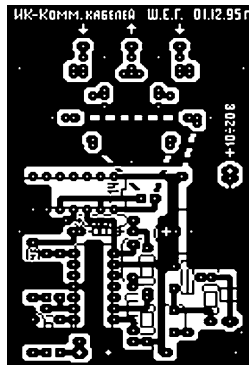


Рис.5

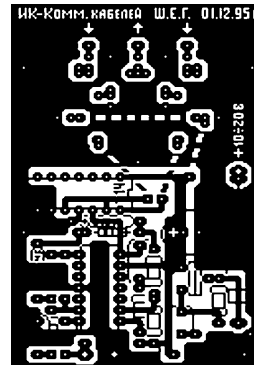


Рис.6

Автоматический селектор входных сигналов усилителя звуковой частоты (<http://схем.нет>) может работать в составе звукоусилительного комплекса или в виде отдельной приставки к любому усилителю. Он обеспечивает автоматическое подключение одного из четырех входов к усилителю при появлении на этом входе звукового сигнала с уровнем более 60 мВ. Это сделает пользование радиоаппаратурой более удобным, а также отпадает необходимость в переключателях входного сигнала.

Схема устройства не вносит искажений в звуковой сигнал, так как его коммутация осуществляется поляризованными реле К1...К3 типа РПС32 или аналогичными, с двумя группами переключающих контактов. Это позволяет использовать схему в высококачественной радиоаппаратуре. Второй отличительной особенностью приведенной схемы является однополярное питание, а также малое потребление тока. Поляризованные реле не требуют постоянного питания для фиксации положения контактов и в данной схеме потребляют энергию только в момент переключения группы контактов для выбора входа с источником сигнала.

Схема селектора (рис.7) собрана на трех микросхемах, одной транзисторной матрице DD3 и трех реле (К1...К3). Она состоит из четырех компараторов на элементах операционных усилителей DA1, с выходов которых сигнал с логическим

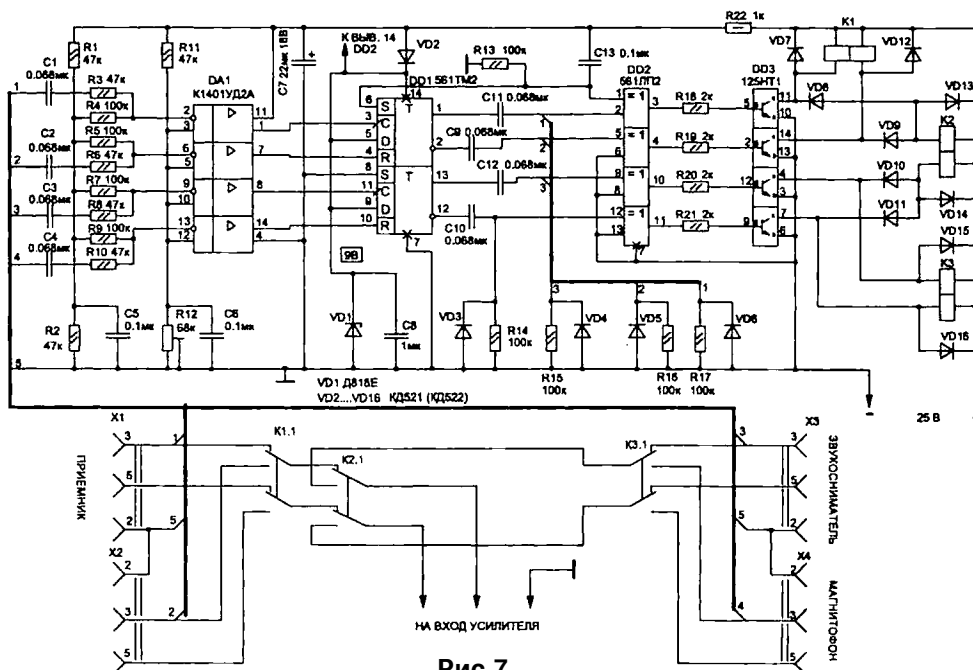


Рис. 7

уровнем поступает на один из триггеров на DD1. В момент переключения соответствующего триггера по положительному фронту перепада напряжения дифференцирующая цепь из конденсаторов C9...C12 и резисторов R14...R17 формирует импульс, который усиливается одним из транзисторов матрицы DD3. Этот импульс переключает контакты реле в нужное положение.

В начальный момент включения питания схемы, даже если нет входных сигналов, будет всегда подключен вход X1 - это обеспечивает импульс, сформированный цепью R13C13 в момент включения. К этому входу лучше подключать источник сигнала, который наиболее часто используется.

При настройке схемы необходимо резистором R12 выставить порог срабатывания компараторов DA1 так, чтобы при отсутствии входных сигналов на выходах компараторов был лог. "0".

При использовании поляризованных реле с низковольтным питанием, например, из серии РПС45, РПС43 напряжение питания схемы может быть значительно снижено. В схеме применено реле типа РПС32Б РС4.520.224.

Другая схема селектора, приведенная на рис. 8, рассчитана на работу с двумя входами и содержит две микросхемы и одно поляризованное реле РПС45 РС4.520.755-08 (или РС4.520.755-18) с номинальным напряжением обмотки 6,3 В (фактически оно срабатывает при меньшем напряжении).



Схема может питаться от любого источника с напряжением 4,5...9 В и позволяет применить ее даже в переносной радиоаппаратуре. Ток потребления схемой не превышает 3 мА, а без применения светодиодов индикации работающего входа HL1 и HL2 он будет еще меньше. Использование индикации подключенного входа не является необходимым, и их можно исключить из схемы, если она питается от автономного источника.

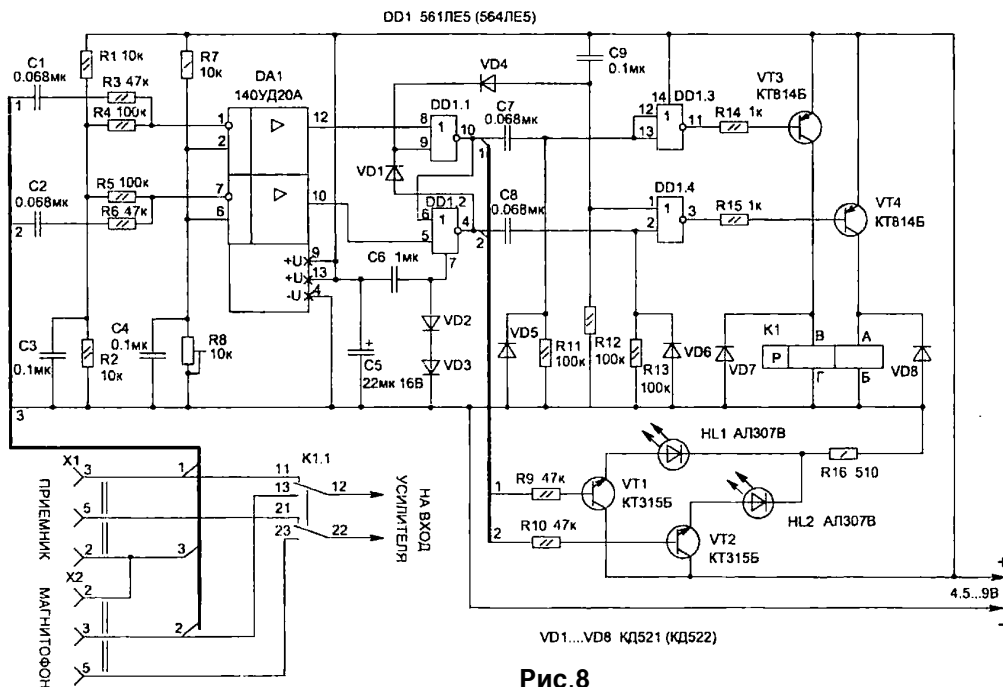


Рис.8

Принцип работы схемы и ее настройка аналогичны предыдущей. Так как микросхема DA1 из-за внутреннего сопротивления не может обеспечить нулевое напряжение на выходе, то в схеме выполнено на диодах VD2 и VD3 смещение напряжения питания логической микросхемы DD1.

Используемые в обеих схемах операционные усилители можно заменить 140УД6 (соответствующим количеством), но при этом возрастут потребляемый ток и габариты устройства.

Резисторы и конденсаторы подойдут любого типа, малогабаритные.

Коммутаторы выходных сигналов обычно связаны с переключением видов нагрузок, а в радиолюбительской практике это антенные фидеры, ведущие к различным антеннам, которые используются в разных диапазонах, или одна антенна, работающая на прием и передачу поочередно.

## Коммутаторы сигналов

Коммутатор нагрузки (<http://repair.h11.ru>), разработанный для устранения недостатка, который заключается в том, что коммутатор с нагрузкой подключены к источнику питания параллельно, из-за чего общее число проводников в цепях питания коммутатора и нагрузки - не менее трех. Сказанное поясняет функциональная схема на **рис.9**, на которой SF1 - выключатель питания (для случая стоп-сигнальных фонарей механически связанный с педалью тормоза);  $R_n$  - нагрузка (лампы накаливания);  $I_k$  - ток коммутатора;  $I_n$  - ток нагрузки. Недостаток такого устройства очевиден.

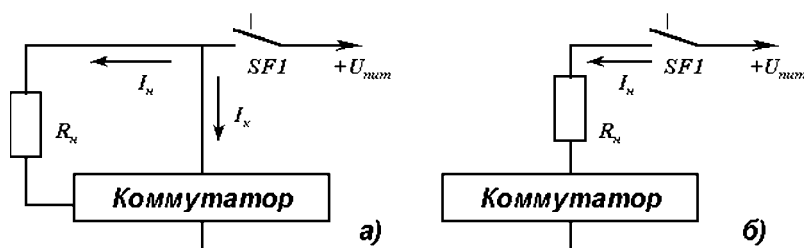


Рис.9

Удобнее последовательная схема соединения нагрузки и коммутатора, показанная на **рис.9б**, которая обеспечивает минимум соединительных проводов, а ток, потребляемый устройством по схеме **рис.9б**, меньше, чем по схеме **рис.9а**, на  $I_k$ . Именно такой коммутатор и описан ниже.

Представьте себе, что вы приобрели дополнительные фонари стоп-сигналов, соединили их параллельно и установили, как обычно, у заднего стекла в салоне автомобиля. Один из выводов фонарей соединили с корпусом непосредственно в салоне, чтобы не тянуть длинный провод, а другой - провели в багажник и подключили параллельно одной из ламп основного стоп-сигнала. При нажатии педали тормоза вместе с основными включаются дополнительные фонари.

Следующий этап совершенствования вновь установленной системы - перевод ее работы в режим мигания с низкой частотой при нажатии педали тормоза. В случае реализации этого режима по схеме **рис.9б**, достаточно описываемый коммутатор включить в разрыв провода от дополнительных фонарей к корпусу.

Принципиальная схема коммутатора показана на **рис.10**. Он состоит из мультивибратора на двух логических элементах DD1.1, DD1.2, буферного

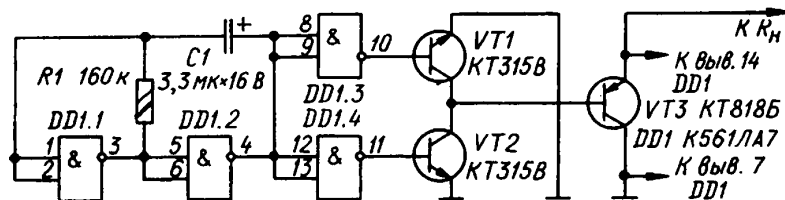


Рис.10

формирователя на элементах DD1.3, DD1.4 и электронного ключа на сложном составном транзисторе VT1VT2VT3. Отличие коммутатора от ближайших прототипов - в способе подачи на микросхему питающего напряжения. Принцип работы коммутатора основан на использовании свойств микросхем структуры КМОП - чрезвычайно высокого входного (до нескольких тысяч мегаом) и относительно большого выходного (до одного килоома) сопротивления, ничтожного потребления тока (от 0,1 до 100 мкА) в статическом режиме при значительном (до 10 мА) выходном токе и, наконец, работоспособности в широком интервале питающего напряжения 2,4...30 В.

В общем случае, когда плюсовой вывод питания микросхемы подключен непосредственно к источнику постоянного напряжения, работа генератора несколько различна в случаях применения микросхем серий К164, К176 и К561. Длительность выходных импульсов и период колебаний находятся в зависимости не только от произведения номиналов времязадающей цепи ( $R1C1$ ), но и от числа ограничительных (защитных) диодов во входных цепях элементов микросхем. Так, если в генераторе использованы элементы с одним диодом, время зарядки конденсатора  $C1$  через резистор  $R1$  до порогового напряжения равно  $0,7R1C1$ , а разрядки -  $1,1R1C1$ . Период колебаний будет равен  $t=1,8R1C1$  с. Если же в элементах по два диода, значения времени зарядки и разрядки равны, период равен  $t=1,4R1C1$  с.

На рис.11 представлены временные диаграммы, иллюстрирующие работу описываемого коммутатора. Видно, что диаграмма напряжения на левой по схеме обкладке конденсатора  $C1$  имеет характерную особенность: переключение элемента DD1.1 по выходу в состояние 1 происходит при пороговом напряжении  $U_{пор2}$ , значительно меньшем, чем  $U_{пор1}$ . Объясняется это тем, что в течение  $t_2 = t_3 - t_2$  напряжение питания микросхемы равно падению напряжения на открытом транзисторе VT3 (рис.10). А поскольку оно значительно меньше  $U_{пит}$ , то и переключение элементов в этот промежуток времени происходит при значительно меньшем пороговом напряжении.

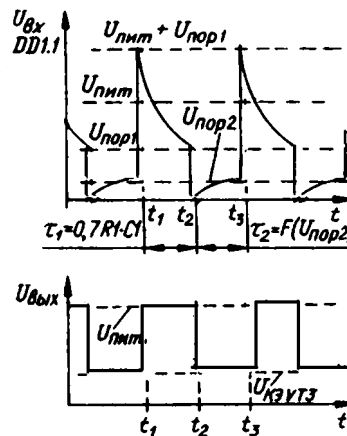


Рис.11

В табл.2 представлены основные параметры коммутатора, снятые при постоянном напряжении источника питания  $U_{пит}=12$  В. Для удобства снятия параметров значение  $R1C1$  было взято в пятьсот раз меньше указанного на принципиальной схеме (т.е. измерения проводили на более высокой частоте, чем рабочая частота коммутатора). Из полученных результатов следует, что при  $U_{пит}=const$  параметры устройства зависят в основном от сопротивления коммутируемой нагрузки (при прочих равных условиях они будут несколько

## Коммутаторы сигналов

отличаться от указанных в таблице, в случае использования других типов мощных транзисторов и микросхем). Кроме того, нижний предел напряжения питания (2,4 В), при котором еще сохраняется переключающая способность элементов структуры КМОП, делает заметным превышение напряжения на открытом транзисторе VT3 от напряжения насыщения этого транзистора. Однако это вряд ли можно считать препятствием для использования коммутатора с такими нагрузками, как устройства световой сигнализации - дополнительных стоп-сигнальных фонарей, указателя поворотов и т. п. Скорее наоборот, поскольку напряжение бортовой сети автомобиля при работающем двигателе, как правило, равно 14 В, т.е. больше номинального.

Таблица 2

Rн, Ом	D Укэз, В	Uоп1, В	Uоп2, В	t1, мс	t2, мс	F, Гц
1	4,2	4,2	1,74	1,4	0,95	425
1,6	3,9	4,2	1,5	1,4	0,96	423
5	3	4,2	1,2	1,4	1,24	378
10	2,7	4,2	1,1	1,4	1,4	357
50	2,44	4,2	0,9	1,4	5	156
100	2,43	4,2	0,6	1,4	9,2	94
500	2,42	4,2	0,3	1,4	22,5	42

Примечание: R1=200 кОм, C1=0,01 мкФ

Вполне достаточная яркость свечения ламп выгодно сочетается с более мягким режимом накала из-за падения напряжения на коммутаторе. Зависимость времени зарядки конденсатора C1 от напряжения источника питания менее заметна, чем от сопротивления нагрузки. Так, при Rн=1,6 Ом и изменении Uпит от 14 до 5 В время коммутации нагрузки увеличивается менее чем на 10%. Примерно на столько же уменьшается частота коммутации.

*Основные технические характеристики:*

Напряжение питания 5...30 В

Максимальный коммутируемый ток нагрузки при температуре корпуса коммутатора t<sub>корп</sub>=50°C 10 А

Частота коммутации при мощности нагрузки 2х5 Вт 1 Гц

Скважность импульсов коммутации при мощности нагрузки 2х5 В 1,9

Резистор коммутатора - ВС, МЛТ, ОМЛТ или УЛМ. Конденсатор лучше использовать КМ-6, однако подойдут и К53-1, К50-3, К50-12 и др. Номиналы резистора и конденсатора могут отличаться от указанных на схеме. Важно лишь, чтобы параметры времязадающей цепи удовлетворяли необходимому ритму коммутации.

Транзисторы КТ315 могут быть любыми из этой серии; возможна их замена одним транзистором КТ3142А (в этом случае выходы буферного формирователя необходимо объединить). Транзистор КТ818Б любой из этой серии. Вместо К561ЛА7

можно использовать микросхемы К561ЛЕ5, К564ЛА7 или К564ЛЕ5. Возможность использования аналогичных микросхем серии К176 или 164 должна быть экспериментально проверена, поскольку в устройстве, безусловно, применимы лишь микросхемы с элементами, оснащенными двумя защитными диодами (так как только они работают в указанных пределах питающего напряжения).

Конструктивно коммутатор выполнен в виде герметичного блока (рис.12). Из

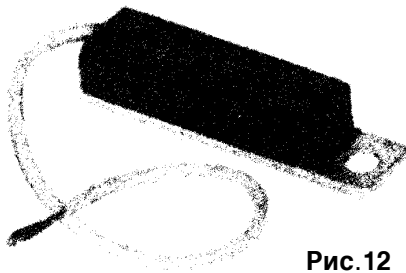


Рис.12

листового металла с хорошей теплопроводностью (медь, алюминиевый сплав, латунь) вырезают прямоугольную пластину-основание размерами 50x20x4 мм.

Толщину пластины выбирают из соображений обеспечения необходимой жесткости конструкции. К пластине винтом или заклепкой крепят мощный транзистор VT3, после чего к его выводам припаивают остальные детали. Микросхему на пластину кладут выводами вверх (рис.13).

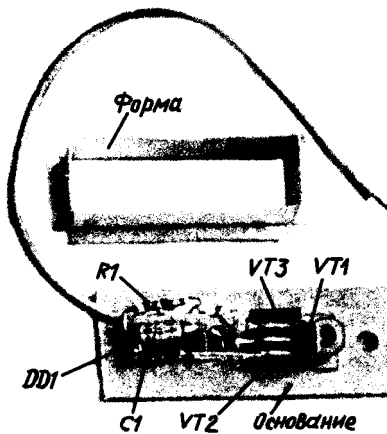


Рис.13

Затем из плотной бумаги склеивают прямоугольную форму, которую отогнутыми краями приклеивают к пластине так, чтобы детали оказались внутри формы. Высота стенок формы должна быть на 1,5...2 мм больше высоты смонтированного узла. К эмиттеру мощного транзистора припаивают гибкий вывод длиной 15...20 см из многожильного провода сечением 1 мм<sup>2</sup>. Вывод пропускают через отверстие, предварительно проткнутое шилом в стенке формы в соответствующем месте. Вторым выводом служит пластина-основание.

В форму заливают эпоксидный клей и, слегка наклоняя пластину, дают

возможность всплыть пузырькам воздуха. После затвердевания смолы блок обтачивают напильником с трех сторон.

Антенный коммутатор на 144 МГц разработал С. Ксенофонов, ES4BW из г. Кохтла-Ярве (Р-Д № 1/98). Автор использовал четвертьволновый отрезок коаксиального кабеля, короткозамкнутый на конце, который на резонансной частоте имеет бесконечно большое сопротивление.

В режиме приема на антенный усилитель и обмотки реле схема (рис.14) подает напряжение питания. Четвертьволновые отрезки, подключенные к входу и выходу усилителя, являются продолжением соединительного кабеля и при отношении  $R_{вх}$  к  $R_{вых}$ , равного волновому сопротивлению кабеля, не оказывают влияния на

параметры фидера. Четвертьволновые отрезки, предназначенные для "обхода" короткозамкнутыми отрезками со стороны антенны и трансивера, имеют большое сопротивление. Их амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) приведена на рис.15.

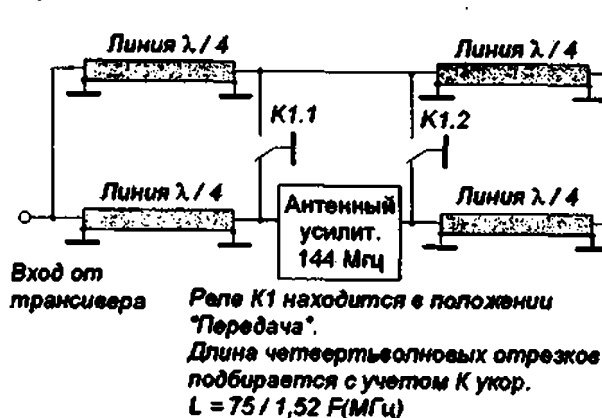


Рис. 14

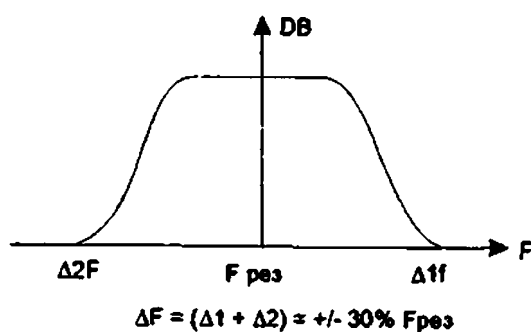


Рис. 15

Таким образом, кроме чисто изоляционных свойств они обладают и фильтрующими свойствами, являясь довольно эффективным фильтром с крутыми скатами, обусловленными высокой добротностью на резонансной частоте.

В режиме передачи питание с усилителя снимается, а его вход и выход заземляются, что обеспечивает практически полную гарантию защиты от проникновения ВЧ сигнала передатчика. Кроме того, четвертьволновые отрезки, подключенные непосредственно к входу и выходу антенного усилителя, являются режекторными фильтрами для передатчика, а два других отрезка, соединенные последовательно, имеют длину,

равную 0,5 лямбда, и обладают свойством трансформатора сопротивлений 1:1, не оказывая влияния на параметры фидера.

В качестве коммутационных реле могут использоваться любые, имеющиеся в наличии. Основное требование к реле - как можно меньшая межконтактная емкость. Хорошие результаты получаются при использовании РЭС-34, РПВ-2/7 и т.п. при выходной мощности до 200 Вт.

Вариант изготовления антенного коммутатора приведен на рис.16.

Четыре четвертьволновых отрезка кабеля длиной 342 мм для частоты 144,1 МГц размещаются в дюралевой трубе длиной 340 мм и диаметром 30 мм. Один конец трубы завальцован в небольшую коробку с двумя высокочастотными коаксиальными

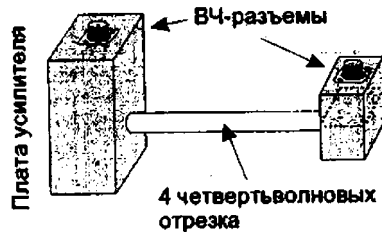


Рис. 16

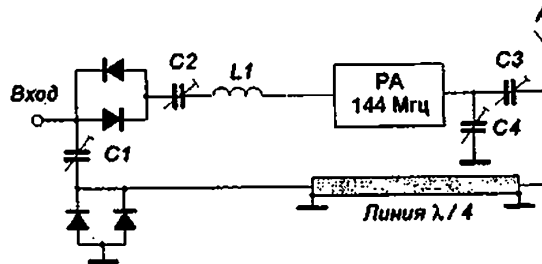


Рис. 17

разъемами (справа на рисунке), разделенными экраном. Другой конец завальцован в большую коробку (слева на рисунке), в которой находятся два реле и плата усилителя мощности (рис.16). Следует учитывать требования к монтажу высокочастотных устройств и обязательно отделять экраном входную цепь от выходной.

На этом же принципе, основываясь на свойстве четвертьволнового отрезка, осуществляется безрелейная коммутация 20-ваттного усилителя мощности, установленного в автомобиле. Вместо высокочастотных реле используется диодная коммутация - встречно-параллельное включение кремниевых диодов КД503Б (рис.17).

В режиме передачи ВЧ сигнал трансивера открывает ключи, и четвертьволновый отрезок со стороны входа РА оказывается короткозамкнутым, а со стороны антенны имеет большое сопротивление. В режиме приема мощности сигнала, поступающего из антенны, недостаточно для того, чтобы открыть ключи, и сигнал через четвертьволновый отрезок беспрепятственно проходит на вход трансивера. При очень большом сигнале диодные ключи выполняют защитную функцию.

Усилитель мощности можно собрать на транзисторах KT925A и KT925B, на его вход с "ручного" трансивера подается 100 мВт, а на нагрузку 50 Ом получается около 20 Вт. Усилитель работает на укороченную четвертьволновую магнитную антенну СВ диапазона с частично обрезанной верхней частью выше удлиняющей катушки.

Несложное устройство управления 3-фазной нагрузкой (<http://lainslav.chat.ru>), схема которого приведена на рис.18, может успешно использоваться для управления трехфазной нагрузкой.

Уровень помех, создаваемых устройством, снижен за счет синхронизации времени открытия симисторов по каждой из фаз, с моментом перехода напряжения через ноль. Управление по всем трем фазам осуществляется совместно, с помощью последовательно включенных оптронов. Однако при раздельной подаче управляющих сигналов на оптроны возможно независимое управление нагрузкой в каждой из фаз. Если не предполагается раздельного управления по фазам, можно обойтись одним оптроном, подключив при этом его ножку 4 к выводам 12 всех микросхем.

Источник питания устройства напряжением около 10 В (при максимальном

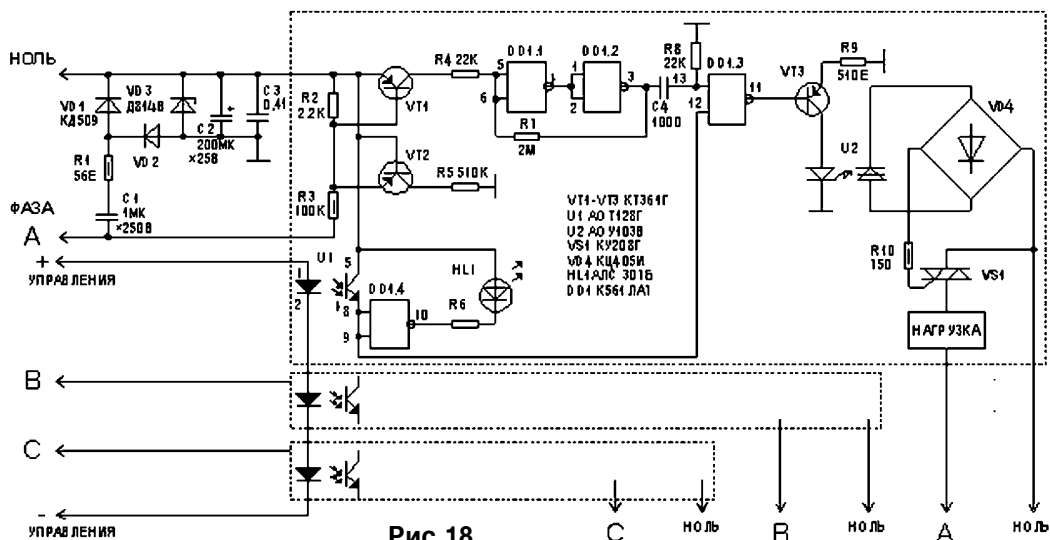


Рис. 18

выходном токе 18...20 мА) образуют диоды VD1-VD2, стабилитрон VD3, конденсаторы C1-C3 и резистор R1.

Для того чтобы симисторы открывались в моменты, близкие к переходу напряжения соответствующих фаз через ноль, используются формирователи импульсов, синхронизированные частотой сети, выполненные на транзисторах VT1, VT2 и резисторах R2, R4. При положительном полупериоде сетевого напряжения транзистор VT1, включенный по схеме с общим эмиттером, открыт и насыщен, напряжение на его коллекторе близко к эмиттерному (транзистор VT2 закрыт). При отрицательном полупериоде закрыт транзистор VT1, но открыт и насыщен транзистор VT2, включенный по схеме с общей базой, и напряжение на его коллекторе имеет тот же знак и амплитуду.

В моменты, когда напряжение в соответствующей фазе по абсолютному значению меньше 40...50 В, оба транзистора закрыты и напряжение на их коллекторах близко к напряжению на выводах 7 микросхем. В результате на входе элемента DD1.3 формируются импульсы частотой 100 Гц, фронты которых практически совпадают с моментами перехода фазового напряжения через ноль. На вывод 12 элемента DD1.3 приходит сигнал с оптрона U1, таким образом, на выходе элемента формируются соответствующие управляющие импульсы.

Устройство смонтировано на плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 110x75 мм (рис. 19). Плюс питания на ножки 14 микросхем подключен отдельным проводником.

В устройстве использованы резисторы МЛТ, конденсаторы любые малогабаритные на соответствующее напряжение. Транзисторы KT361 можно



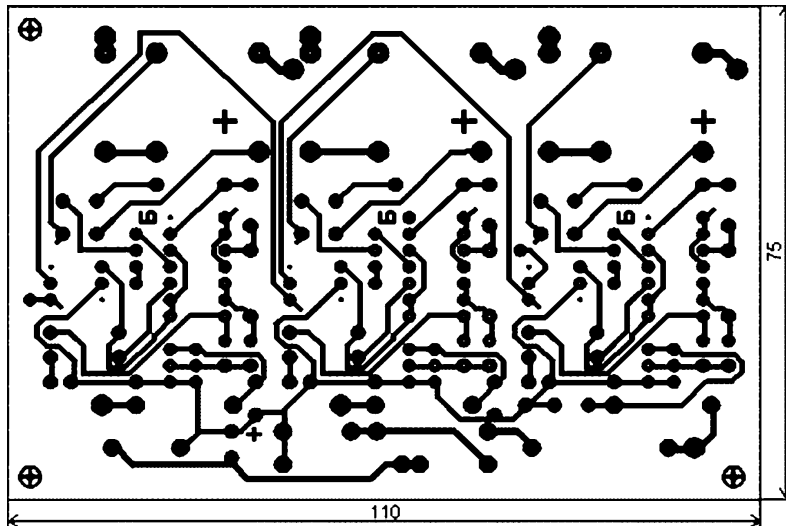


Рис.19

заменить KT502, вместо оптронов АОТ128 подойдут практически любые транзисторные. Оптроны АОУ103В заменимы АОУ115В, однако в этом случае придется изменить рисунок печатной платы.

Внутрисхемные переключатели чаще всего выполняются автоматическими, особенно это касается смены диапазонов и режимов работы, когда одновременно с переключением на лицевой панели устройства следует произвести смену направления прохождения сигнала. Типовой пример использования такого коммутатора сигналов содержится в схеме В. Рубцова, UN7BV (КВ-Ж № 2/96).

Электронный коммутатор на высокочастотных диодах лишен недостатков, присущих релейным коммутаторам, и значительно проще других электронных коммутаторов. На рис.20 изображена схема коммутатора на четырех кремниевых диодах.

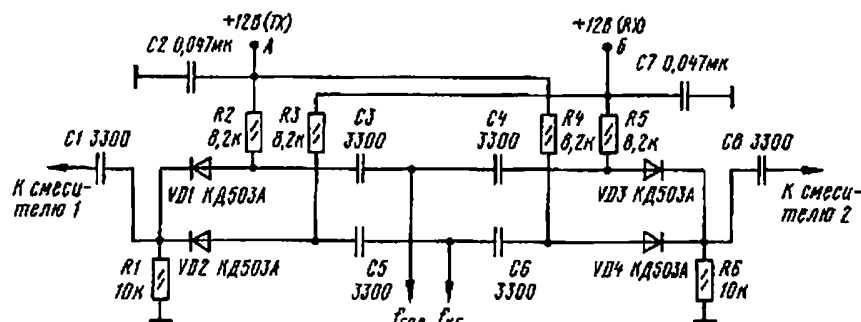


Рис.20

## Коммутаторы сигналов

В режиме передачи напряжение +12 В подано в точку А [+12 В (TX)], напряжение в точке Б равно 0. Положительное напряжение через резистор R2 поступает на анод диода VD1 и открывает его, при этом диод VD2 закрывается. Это же напряжение через резистор R4 открывает диод VD4 и закрывает VD3. В результате сигнал генератора плавного диапазона (fгпд) через конденсатор C3, открытый диод VD1 и конденсатор C1 поступает на смеситель 1, а сигнал кварцевого генератора (Fкв) - через C6, VD4 и C8 - на смеситель 2.

В режиме приема напряжение +12 В снимается с точки А и подается в точку Б [+12 В (RX)]. В результате диоды VD1, VD4 закрываются, а VD2, VD3 открываются, и сигнал Fгпд поступает на смеситель 2, а fкв - на смеситель 1.

Электронный переключатель, схема которого изображена на **рис.21**, отличается от описанного тем, что последовательно с каждым из кремниевых диодов (VD2, VD4, VD5, VD7) включен германиевый (VD1, VD3, VD6, VD8).

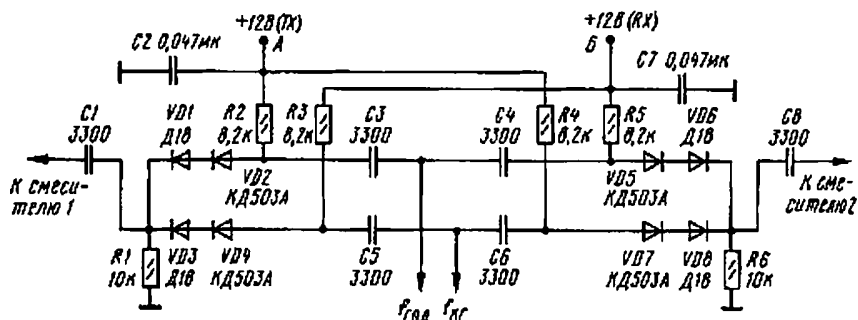


Рис.21

Обратное сопротивление закрытого германиевого диода составляет несколько сотен килоом, поэтому при подаче на его катод закрывающего напряжения +12 В на его аноде появляется некоторое напряжение, зависящее от сопротивлений элементов, входящих в состав образовавшегося делителя (в режиме передачи - это сопротивление резистора R2, прямые сопротивления диодов VD1, VD2, сопротивление резистора R1, обратные сопротивления диодов VD3, VD4, сопротивление резистора R3 и сопротивление утечки цепей, подключенных к точке Б). И хотя это напряжение относительно невелико (около 1 В), его хватает, чтобы надежно закрыть включенный последовательно кремниевый диод (в данном случае VD4). Последовательное включение двух диодов не только уменьшает проходную емкость, но и почти полностью отсекает "нерабочие" участки соединительных проводов, на которых может наводиться паразитная ЭДС от оконечного каскада усилителя мощности (в режиме передачи).

При монтаже диоды VD1, VD3 необходимо разместить непосредственно у входа смесителя 1, VD6 и VD8 - у входа смесителя 2, а VD2, VD5 и VD4, VD7 - соответственно рядом с ГПД и КГ.

На **рис.22** показана схема аналогичного коммутатора, но в нем германиевые

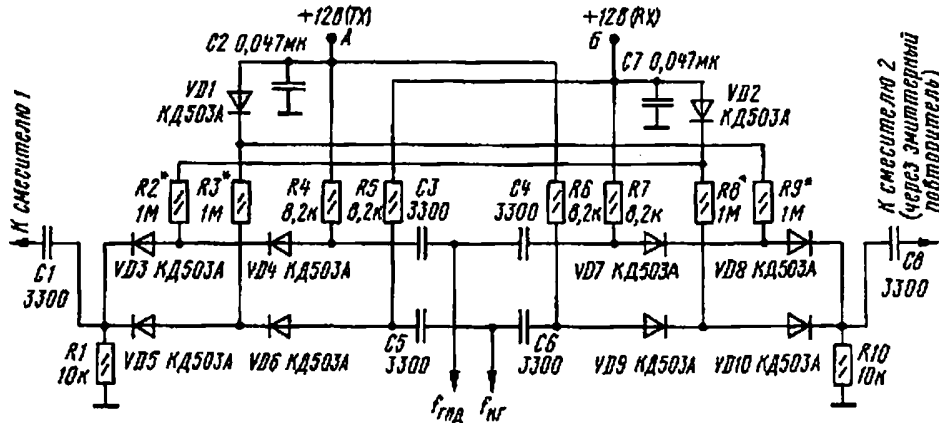


Рис. 22

диоды заменены кремниевыми.

Поскольку обратное сопротивление кремниевого диода намного больше, чем германиевого, изоляция отключенных цепей, а следовательно, и технические характеристики коммутатора оказываются значительно лучше. Для получения закрывающего напряжения вторых диодов (VD4, VD6, VD7, VD9) пришлось использовать дополнительные резисторы сопротивлением 1 МОм (R2, R3, R8, R9). Подаваемое через них положительное напряжение надежно закрывает вторые диоды, но в то же время его не хватает для открывания первых диодов (VD3, VD5, VD8, VD10), поэтому они тоже оказываются закрытыми.

Диоды VD3-VD10 располагают, как и в предыдущем случае, рядом со своими смесителями и гетеродинами. Развязывающие диоды VD1, VD2 предотвращают подачу положительного напряжения на аноды закрытых диодов, а также из цепей +12 В (TX) в цепи +12 В (RX) и наоборот через резисторы R2, R3, R8, R9.

Последний коммутатор несколько сложнее предыдущих, но обеспечивает наиболее полную развязку гетеродинных и смесительных цепей.

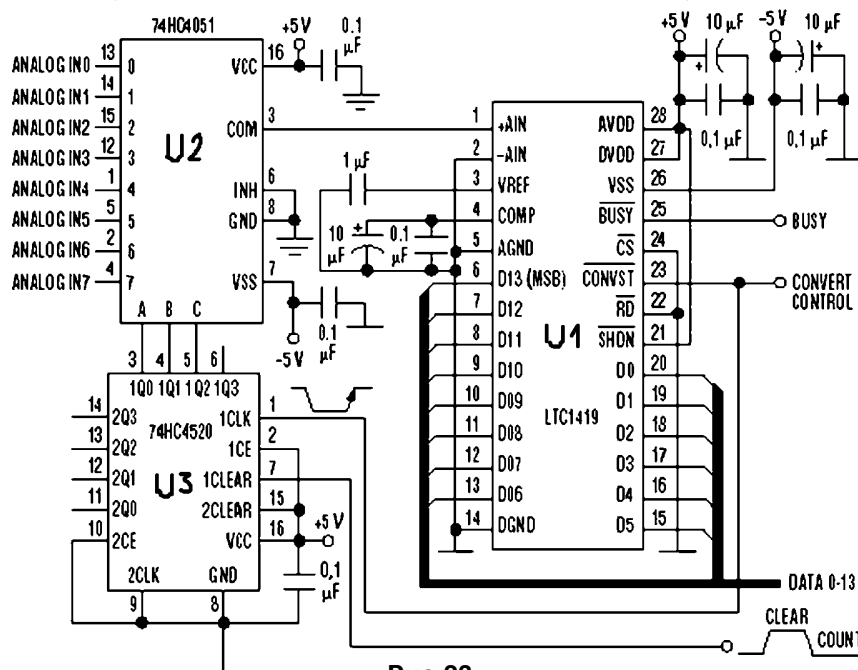
Вместо диодов КД503А в описанных устройствах можно применить КД504А, КД510А, КД512А, Д104А, Д105А, Д106А, а вместо Д18 - Д20, Д9А-Д9М, Д2Е.

Мультиплексоры или переключатели, программно разводящие сигналы от любого наперед заданного входа к любому назначенному выводу, просты и сложны одновременно. Простота их заключается в минимуме аппаратных затрат, потому что все переключения происходят внутри специализированной микросхемы, а вне ее содержатся только управляющие и ограничивающие элементы. Сложность устройства - в современной технологии изготовления и необходимости специальных навыков монтажа, а также в добавлении к аппаратной части устройства необходимого программного обеспечения и средств его записи в память микросхем.

Переключатель входов аналого-цифрового преобразователя (АЦП), не

требующий программного обеспечения, опубликован в Интернет-издании ED Online, 12.01.98 (<http://www.elecdesign.com>). Аппаратное управление переключением несколько облегчает труд разработчика и изготовителя, однако перегружает конструкцию, в которой насчитывается три больших микросхемы.

Схема коммутатора (**рис.23**) содержит порты ввода-вывода для выбора каналов мультимплексора в системе ввода данных. Она содержит 800 кГц 14-битовый АЦП U1, который получает и преобразовывает сигналы от 8-канального мультимплексора U2



**Рис.23**

Три из четырех выходов двойного двоичного счетчика используются, чтобы выбрать канал мультиплексора. Включение питания или подача сигнала высокого уровня, приложенного к ножке 7 U3 "CLEAR", приводит к обнулению счетчика и выбору канала "0" мультиплексора U2.

После обнуления счетчика, на входе выбора канала мультиплексора с выхода счетчика содержится комбинация "000". При этом канал "0" входа мультиплексора соединяется с входом S/H U1. Задний фронт стартового сигнала заставляет схему управления АЦП оставаться на отобранном сигнале мультиплексора. Возрастающий фронт сигнала на входе "CONVST" включает перебор каналов счетчиком U2. Чтобы гарантировать полный пересчет, сигнал "CONVERT" должен быть низкого уровня в течение 300 нс.

Сигнал "CONVST" приводит к перебору комбинаций счетчиком от "000" до "111",

каждый канал мультиплексора отобран индивидуально, его входной сигнал подключается к аналоговому входу U1, и начинается А/Ц преобразование. После прохождения мультиплексора через все восемь входных каналов, счетчик снова устанавливается на ноль и процесс повторяется снова. В любой момент входной канал мультиплексора может быть повторно установлен на "0" подачей логического высокого уровня на вход "CLEAR" U3.

Коммутатор сигналов для цифровых видов связи (<http://www.cqham.ru>) решает проблему стыковки компьютера с трансивером. Выполнить такую стыковку можно достаточно просто, но необходимы частые регулировки сигнала при переходе с одного режима на другой, переключения шнура микрофона и в других случаях.

Для приведения в порядок кабельного хозяйства и рабочего места, а также для стыковки трансивера с компьютером предназначена разработанная JH1HTQ схема (рис.24).

Схема несложная, содержит всего 3 операционных усилителя и два транзисторных ключа и обеспечивает 100% гальваническую развязку цепей трансивера и компьютера за счет применения реле и трансформаторов, согласование уровней сигналов по приему и передаче, а также возможность управления трансивером не только с помощью сигналов, приходящих с COM-порта, но и встроенной системой "VOX".

Разберем работу схемы в различных режимах.

Прием сигнала с выхода трансивера.

Сигнал с выхода трансивера (AF\_IN) через разделительный трансформатор T1, регулятор уровня VR1 подается на вход операционного усилителя IC1A, а с его выхода поступает на выход коммутатора и далее на линейный вход звуковой карты PC.

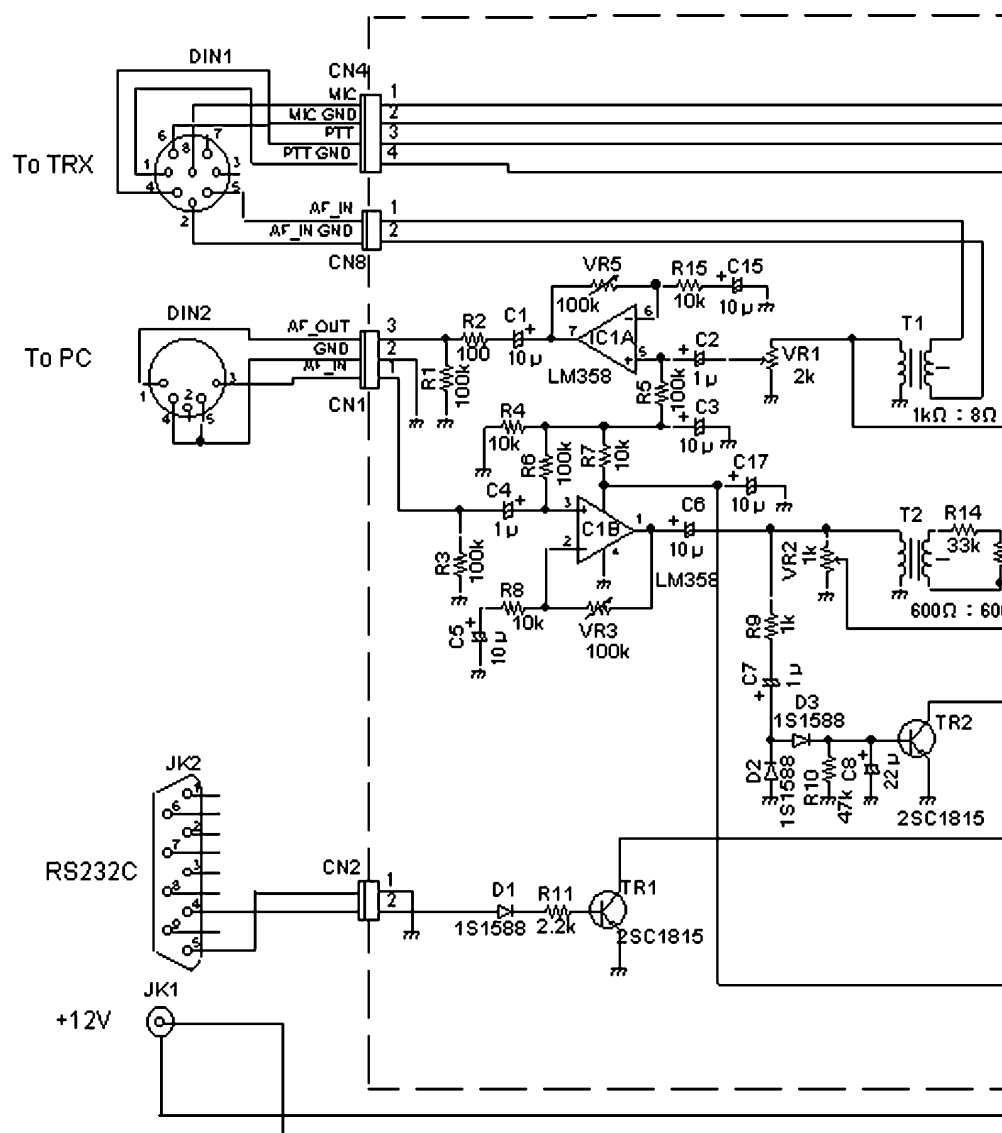
Трансформатор T1 обеспечивает гальваническую развязку трансивера и компьютера. Регулятор уровня VR1 позволяет согласовать уровни сигналов трансивера и входа звуковой карты, чтобы избежать перегрузки звуковой карты. Операционный усилитель согласует трансивер и звуковую карту по сопротивлению и обеспечивает частичную коррекцию сигналов.

Прослушивание сигналов на наушники или внешний громкоговоритель.

С выхода трансформатора T1 сигнал приемника трансивера подается на регулятор уровня сигнала приема VR3 (MON LEVEL), а с него подается на вход усилителя низкой частоты, собранного на микросхеме IC2. С выхода микросхемы усиленный сигнал подается на наушники или внешний громкоговоритель. Разъем JK4 позволяет отключать внешний громкоговоритель при подключении наушников.

Работа на передачу с микрофона

В обычном режиме микрофонные цепи (MIC и MIC GND) подключены к трансиверу через нормально замкнутые контакты реле RL2. Цепь управления передачей (PTT и PTT GND) с кнопки микрофона или системы VOX микрофона подключены к трансиверу постоянно в любом режиме, что позволяет более оперативно управлять приемом-передачей.



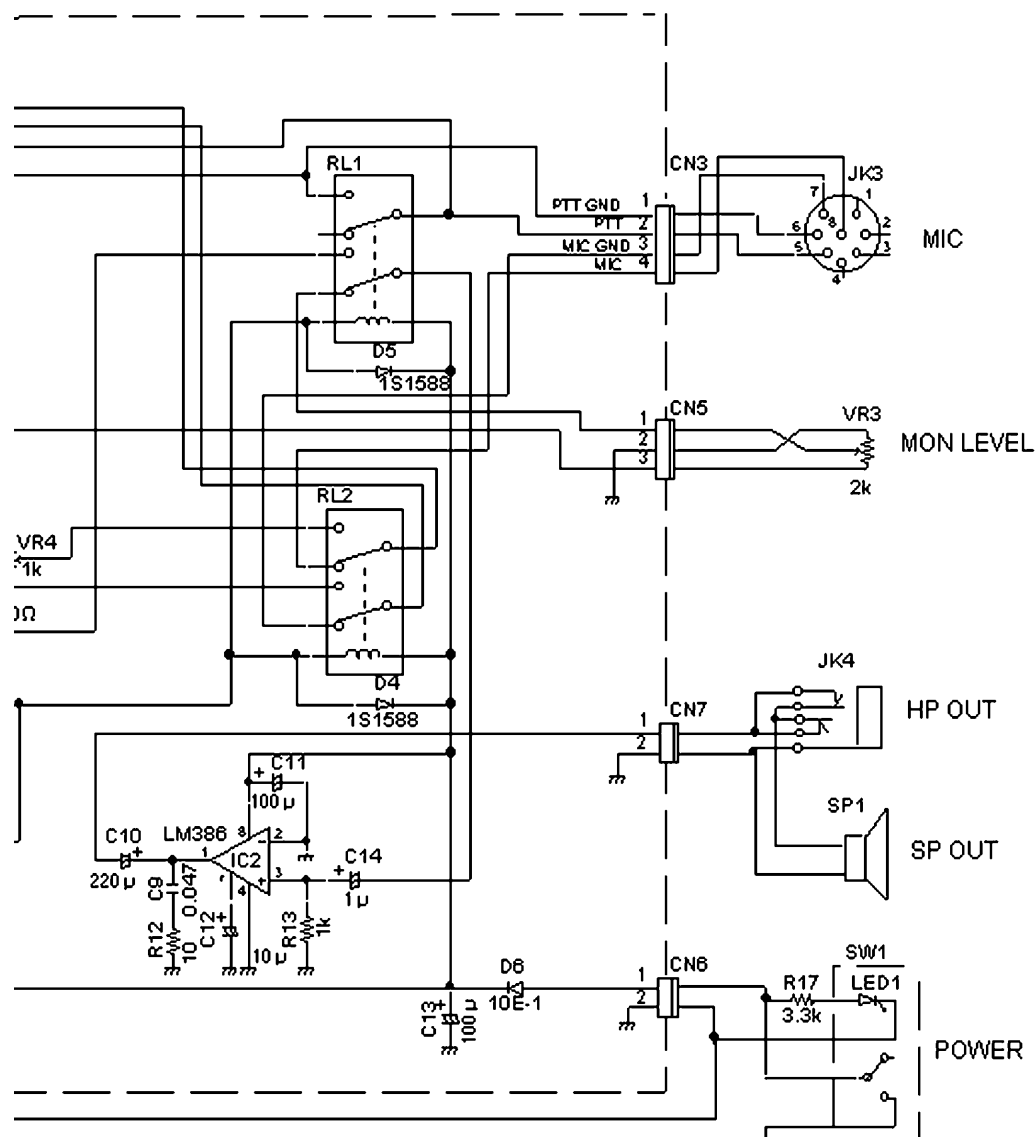


Рис.24

---

### Коммутаторы сигналов

---

Включение трансивера на передачу в режиме цифровой связи.

При работе в режиме цифровой связи (SSTV, RTTY, PSK, MFSK, CW и т.д.) сигнал управления трансивером может быть снят с COM-порта (вывод 4). В этом случае сигнал поступает на вход CN2 коммутатора сигналов и вызывает срабатывание транзисторного ключа TR1. Транзисторный ключ подает питание на обмотки реле RL1 и RL2. Верхние по схеме контакты RL1 замыкают цепь РТТ управления трансивером. Трансивер включается на передачу. Нижние контакты этого реле переключают вход усилителя контроля в режим прослушивания сигналов выхода звуковой карты.

Контакты реле RL2 обеспечивают переключение микрофонного входа трансивера с микрофона на выход звуковой карты.

Передача сигналов компьютера на трансивер.

С выхода звуковой карты через разъем CN1 сигнал поступает на вход операционного усилителя IC1B, а с его выхода - на схему "VOX" и трансформатор T2, с резистора регулировки уровня самоконтроля (VR2) через верхние контакты реле RL1( замкнутые в режиме передачи) - на вход усилителя низкой частоты для самоконтроля.

С трансформатора T2 через резистор VR4, замкнутые в режиме передачи верхние и нижние контакты реле RL2 и разъем CN4 сигнал подается на микрофонный вход трансивера. Резистор VR4 позволяет регулировать уровень сигнала с выхода звуковой карты. Трансформатор T2 обеспечивает гальваническую развязку трансивера и компьютера. Операционный усилитель обеспечивает согласование выхода звуковой карты с трансформатором.

#### Работа схемы "VOX"

Схема позволяет при необходимости включать трансивер на передачу без использования сигналов COM-порта. Это бывает необходимо, если порты уже задействованы в других целях. Сигнал с выхода операционного усилителя IC1B через резистор R9 и конденсатор C7 поступает на вход детектора на диодах D2, D3. Выпрямленное напряжение достаточно для замыкания ключа на транзисторе TR2.

Транзистор TR2 обеспечивает подачу напряжений на реле RL1 и RL2 и коммутацию цепей в режим передачи при появлении сигнала на выходе звуковой карты. Резистор R10 и конденсатор C8 образуют цепь задержки размыкания ключа.

#### Настройка устройства.

При исправных деталях и правильно выполненном монтаже схема начинает работать сразу, настройка сводится к регулировке потенциометров.

В первую очередь устанавливают в среднее положение потенциометры в цепи обратной связи операционных усилителей. Подав на вход усилителей сигнал, соответствующий обычным уровням, регулировкой резисторов добиваются неискаженного сигнала на выходе операционного усилителя.

Далее настраивают VR1. Установив регулятор уровня громкости трансивера в среднее положение, вращением VR1 добиваются оптимального уровня сигнала на входе звуковой карты. Это можно проконтролировать по индикатору уровня входного



сигнала для конкретной программы.

Регулятором MON LEVEL устанавливают желаемый уровень громкости внешнего громкоговорителя или наушников.

На передачу настройку лучше выполнять с подключенным компьютером и загруженной программой для цифровых видов связи. Для проверки включают программу в режим передачи и регулятором VR1 добиваются неискаженного сигнала передатчика (воспользуйтесь для этого контрольным приемником или помощью коллеги по эфиру).

Резистором VR2 установите желаемую громкость самоконтроля.

**Возможные проблемы:**

При работе на прием срабатывает система "VOX" и переключает трансивер в режим передачи. Причина в неправильно выбранном режиме работы звуковой карты. Сигнал со входа звуковой карты не должен поступать на его выход ни в одном из режимов. На выходе звуковой карты должен быть только сигнал, сформированный программой.

Сигналы AF\_IN GND, PTT GND и MIC GND ни в коем случае не должны соединяться с общей "землей" коммутатора сигналов. Это приведет к нарушению гальванической развязки.

Недостаточная задержка отпускания реле при передаче сигналов в режиме CW, что проявляется как щелканье реле при манипуляции на малой скорости. Если хотите, подключите параллельно к С8 конденсатор большей емкости. Но лучше оставьте все как есть, ибо это хорошая возможность для работы полудуплексом.

Сигналы разных программ приходят на трансивер с разным уровнем или нужно уменьшить уровни сигналов для отдельных программ. Если это невозможно или неудобно сделать в программе, придется поставить переключатель и дополнительные резисторы, подключаемые этим переключателем вместо VR4.

**Возможные замены деталей.**

Операционные усилители можно использовать практически любые со своими цепями коррекции. Были проверены и показали хорошие результаты К140УД2, К1401УД2, К1401УД708, К157УД2, К140УД6, К140УД7.

В качестве УНЧ можно использовать К174УН4, К174УН7, К174УН14, К157УД1, обязательно изменив схему в соответствии с рекомендуемой для этих микросхем. Диоды можно применить кремниевые серий КД503, КД520, КД522. Транзисторы КТ312, КТ315 или другие кремниевые n-p-n.

Реле также можно применить любые на рабочее напряжение 12 В и ток срабатывания, не превышающий половину оптимального тока коллектора применяемых транзисторов. Хорошо работают реле РЭС49, РЭС60.

Конденсаторы и резисторы можно применить любых типов.

## Блоки питания на 1,5...9 В

Первая проблема, с которой при конструировании любых устройств сталкиваются радиолюбители, - это проблема электропитания. При выборе и разработке вторичного источника питания (ИП) работающего от питающей сети 220 В 50 Гц, необходимо учитывать ряд факторов, определяемых условиями эксплуатации, свойствами нагрузки, требованиями к безопасности и т.д.

В первую очередь, конечно, следует обратить внимание на соответствие электрических параметров ИП требованиям, которые предъявляет питаемое устройство, а именно: напряжение питания, потребляемый ток, требуемый уровень стабилизации напряжения питания и допустимый уровень пульсации напряжения питания.

Немаловажны и характеристики ИП, влияющие на его эксплуатационные качества, например наличие систем защиты, массогабаритные параметры и т.п.

В настоящее время наметилась тенденция к снижению абсолютных величин питающих напряжений РЭА. В моноплатных телевизорах для питания радиотракта используют напряжение +8 В или даже +5 В вместо использовавшегося ранее напряжения +12 В. В радиотелефонах используется напряжение питания +2,6 В вместо еще недавно использовавшегося напряжения +5...6 В. Это связано с общей тенденцией развития РЭА по пути сокращения энергопотребления. В связи с этим актуальным является вопрос создания вторичных низковольтных (1,5...9 В) ИП, работающих от питающей сети 220 В. В любом таком ИП необходимо осуществить уменьшение напряжения сети до нужной величины и преобразовать переменное напряжение частотой 50 Гц в постоянное.

Существует четыре основных типа сетевых источников питания:

- бестрансформаторные, с гасящим резистором или конденсатором.
- линейные, выполненные по классической схеме: понижающий трансформатор, выпрямитель, фильтр, стабилизатор.
- вторичные импульсные: понижающий трансформатор, фильтр, высокочастотный преобразователь (20...400 кГц), выпрямитель, фильтр.
- импульсный высокочастотный: фильтр, выпрямитель ~220 В, импульсный высокочастотный преобразователь 20...400 кГц, выпрямитель, фильтр, стабилизатор.

Бестрансформаторные ИП - наиболее простые и имеющие наибольшие габариты и вес. Их недостаток - наличие гальванической связи с питающей сетью, что не всегда приемлемо, а иногда просто опасно. Кроме того, они, как правило, могут обеспечить лишь небольшой ток нагрузки до 300 мА. В то же время некоторые конструкции, не требующие гальванической развязки с промышленной сетью, вполне можно питать от сети через гасящий конденсатор или резистор.

Линейные источники питания отличаются простотой и надежностью, отсутствием высокочастотных помех. Для них характерна высокая степень доступности комплектующих и простота изготовления. С точки зрения технико-экономического подхода применение линейных ИП однозначно оправдано в малогабаритных устройствах, потребляющих ток до 1...3 А. К таким устройствам можно отнести:

- зарядные устройства для аккумуляторов;
- ИП радиоприемников, плееров, дискманов, АОНов, систем сигнализации и т.д.

Рациональность применения линейных ИП значительно снижается при токах потребления более 3...5 А. Причины этого следующие:

- колебания сетевого напряжения сказываются на коэффициенте стабилизации;
- с учетом колебания напряжения питающей сети 220 В (+10%, -15%), на входе стабилизатора приходится устанавливать завышенное напряжение, которое приводит к неоправданно большому падению напряжения на проходном транзисторе стабилизатора и, как следствие, к высокому тепловыделению;
- большой потребляемый ток требует применения габаритных радиаторов на выпрямляющих диодах и линейном стабилизаторе, что ухудшает тепловой режим и габаритные размеры устройства в целом.

Достаточно просты в изготовлении и эксплуатации вторичные импульсные ИП, их отличает простота изготовления и дешевизна комплектующих. Оправдано конструировать ИП по такой схеме для устройств с током потребления 1...3 А, для бесперебойных ИП к системам видеонаблюдения и охраны, радиостанциям, зарядным устройствам.

Главное преимущество импульсных стабилизаторов перед линейными - лучшие массогабаритные характеристики выпрямителя, фильтра, преобразователя, стабилизатора. Однако их отличает большой уровень помех, поэтому при конструировании необходимо уделить внимание экранированию и подавлению высокочастотных составляющих в шине питания. По этой же причине применение таких стабилизаторов для питания музыкальных центров и подобных устройств весьма ограничено.

В последнее время получили широкое распространение импульсные ИП, построенные на основе высокочастотного преобразователя с бестрансформаторным входом. Эти устройства, питаясь от промышленной сети ~220 В, не содержат в своем составе громоздких низкочастотных силовых трансформаторов, а преобразование напряжения осуществляется на частотах 20...400 кГц. Такие ИП обладают на порядок лучшими массогабаритными показателями по сравнению с линейными, их КПД может достигать 90% и более. Однако их отличает достаточно высокий уровень сложности, высокий уровень помех в шине питания, низкая надежность, высокая себестоимость.

Основные параметры вторичных низковольтных источников питания:

- диапазон допустимых входных напряжений;
- выходное напряжение и точность его поддержания;
- диапазон рабочих токов нагрузки.

Важны также и некоторые другие параметры стабилизаторов ИП:

- минимально допустимое падение напряжения на стабилизаторе;
- собственный ток потребления;
- коэффициент стабилизации по напряжению;
- коэффициент стабилизации по току нагрузки;

#### Блоки питания на 1,5...9 В

---

- максимальная рассеиваемая мощность;
- температурный коэффициент выходного напряжения.

Принципиально любой вторичный ИП, работающий от сети 220 В / 50 Гц с выходным напряжением ниже сетевого, должен содержать такие элементы:

- делитель сетевого напряжения - резистивный, конденсаторный или понижающий трансформатор (в импульсных источниках питания это высокочастотный трансформатор);
- выпрямитель этого пониженного напряжения;
- стабилизатор выходного напряжения, который необходим поскольку напряжение питающей сети может колебаться от 175 до 240 В, а напряжение на нагрузке, как правило, должно поддерживаться с точностью не хуже 1%.

Важным узлом ИП является стабилизатор. В импульсных ИП это может быть петля обратной связи с использованием оптопары или специальной обмотки трансформатора. В линейных классических ИП на вход стабилизатора поступает выпрямленное напряжение с пульсациями частотой 50 или 100 Гц. Нагрузка подключается к выпрямителю или последовательно со стабилизатором, или параллельно стабилизатору. Соответственно, возможно два варианта построения стабилизатора: параллельный или последовательный.

Параллельный стабилизатор включен параллельно питаемой нагрузке, соответственно, и выпрямителю. При увеличении напряжения на нагрузке стабилизатор уменьшает свое сопротивление и отбирает дополнительный ток от выпрямителя. При этом происходит увеличение падения напряжения на внутреннем сопротивлении выпрямителя и сетевого делителя. В результате напряжение на нагрузке уменьшается.

Последовательный стабилизатор используется гораздо чаще. Он объединяет функции стабилизатора напряжения и дополнительного фильтра ИП. Такой стабилизатор подключается к выпрямителю ИП последовательно с нагрузкой. Таким образом, на нем неизбежно падает часть выпрямленного напряжения. При увеличении выходного напряжения выпрямителя такой стабилизатор увеличивает величину падающего на нем напряжения, при уменьшении выходного напряжения выпрямителя - уменьшает. В отличие от параллельных стабилизаторов, для последовательных важным параметром является ток к.з. и защита стабилизатора от выхода из строя при к.з. нагрузки.

Большинство интегральных стабилизаторов (серий 78XX, 79XX и т.п.) в режиме "к.з." просто ограничивают ток нагрузки, не отключая при этом выходного напряжения. Т.е. в них имеется система защиты внутреннего транзистора от превышения максимально допустимого тока. Это плохо тем, что при длительном нахождении в режиме "к.з." мощность, выделяемая на таком стабилизаторе, превышает допустимую (а для этого иногда достаточно и 1...2 мин). Стабилизатор интенсивно разогревается и выходит из строя из-за теплового перегрева. Поэтому в хорошем стабилизаторе напряжения после "к.з." нагрузки должно происходить отключение выходного напряжения и резкое уменьшение тока нагрузки.

## Источники питания с конденсаторным делителем напряжения

## Внимание!

Устройства, схемы которых показаны на рис. 1-4, имеют гальваническую связь нагрузки с питающей сетью 220 В 50 Гц. Поэтому, когда они включены в сеть, запрещается прикасаться к любым их элементам.

Сетевой ИП с гасящим конденсатором (рис. 1) О. Ховайко (Р №11/97), по сути, есть делитель напряжения, у которого верхнее плечо - конденсатор, а нижнее представляет собой сложную нелинейную диодно-резисторно-конденсаторную цепь. Этим определены недостатки и достоинства таких устройств. Максимальный ток нагрузки определяется номиналом гасящего конденсатора, и при токах 50...100 мА габариты этого конденсатора становятся соизмеримы с габаритами сетевого трансформатора в линейных источниках питания. Поэтому такая схема ИП используется только для питания слаботочных потребителей, например радиоприемника, или для зарядки аккумуляторов. На рис. 1а показан ИП с мостовым выпрямителем, а на рис. 1б - с однополупериодным. Напряжение на нагрузке определяется типом стабилитрона VD2 или VD1.

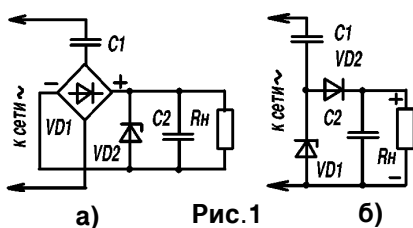


Рис. 1

Для того чтобы источник мог работать в широком интервале тока нагрузки с высоким КПД, достаточно входной делитель напряжения выполнить чисто реактивным, например конденсаторным (рис. 2). Он позволяет дополнительно стабилизировать выходное напряжение источника последовательно включенным стабилиза-

тором, чего нельзя делать в обычном источнике с гасящим конденсатором. Но последовательный стабилизатор можно использовать только при ограничении напряжения на его входе, что заметно снижает КПД устройства.

Поэтому источник с конденсаторным делителем напряжения целесообразно использовать для совместной работы с импульсными стабилизаторами. Идеально подходит он для устройства, длительно потребляющего малый ток, но требующего в определенный момент резкого его увеличения. Например, квартирное сторожевое устройство на микросхемах КМОП с исполнительным узлом на реле и звуковым сигнализаторе.

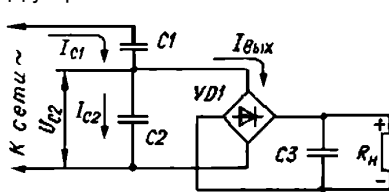


Рис. 2

Ток через конденсаторный делитель будет иметь фазовый сдвиг в 90 град. относительно напряжения сети, поэтому такой делитель напряжения не потребляет активной мощности и не требует охлаждения. Ток через делитель можно выбрать большим, однако это приведет к активным потерям в проводах и к увеличению массы и объема устройства. Поэтому ток через емкостной делитель напряжения

## Блоки питания на 1,5...9 В

выбирают в пределах 0,5...3 от максимального тока нагрузки ( $I_n$  макс).

Выходное напряжение  $U_{вых}$ , частота сети  $f$ , напряжение сети  $U_c$  и полный выходной ток (стабилитрона и нагрузки)  $I_{вых}$  источника (рис.1а) связаны следующим образом:

$$I_{вых} = 6,28 \times f \times C_1 \times (2U_c - U_{вых}).$$

С учетом падения напряжения на диодах моста  $U_d$  (около 0,7 В), заметным при малых значениях  $U_{вых}$ , для рис.2 формула выглядит:

$$I_{вых} = 6,28 \times f \times C_1 \times [U_c/2 - (U_{вых} + 2U_d) \times (1 + C_2/C_1)].$$

Емкость и рабочее напряжение конденсатора  $C_2$  выбирают исходя из необходимого выходного напряжения; соотношение значений емкостей  $C_1/C_2$  обратно пропорционально значениям падающего на  $C_1$  и  $C_2$  напряжения. Необходимо учесть, что амплитудное напряжения сети в 1,41 раза превышает действующее, и выбрать конденсаторы на соответствующее номинальное напряжение.

Реально в конденсаторах, из-за наличия потерь в их диэлектрике, при работе в сети переменного тока может выделяться некоторое количество тепла. Это надо учитывать при проектировании подобных устройств. Не нагреваются конденсаторы специальных типов, рассчитанные на большую реактивную мощность. Такие конденсаторы используют в люминесцентных светильниках, в пускорегулирующих устройствах асинхронных электродвигателей и т.п.

### Бестрансформаторный источник питания 5 В/0,3 А

Схема ИП общего назначения с напряжением 5 В и током до 0,3 А приведена на рис.3.

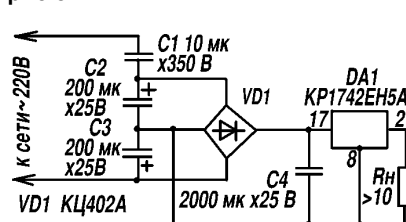


Рис.3

Делитель напряжения пятивольтового источника состоит из бумажного конденсатора  $C_1$  и двух оксидных  $C_2$  и  $C_3$ , образующих нижнее по схеме неполярное плечо емкостью 100 мкФ. Поляризуемыми диодами для этих конденсаторов служат левые по схеме диоды моста. При номиналах элементов, указанных на схеме, ток К.З. равен 600 мА, напряжение на конденсаторе  $C_4$  при

отсутствии нагрузки составляет 27 В.

### Бестрансформаторный источник питания 1,5 В/2 мА

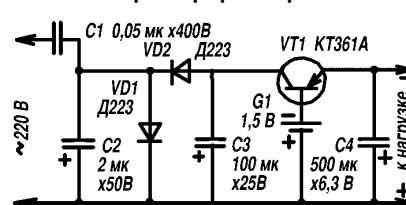


Рис.4

Источник бесперебойного питания для кварцевых электронно-механических часов приведен на рис.4. Такие часы обычно питают от одного гальванического элемента напряжением 1,5 В. ИП вырабатывает напряжение 1,4 В при среднем токе нагрузки 1 мА. Напряжение, снятое с делителя  $C_1/C_2$ , выпрямляет узел на элементах  $VD_1$ ,  $VD_2$ ,  $C_3$ .

Без нагрузки напряжение на конденсаторе С3 не превышает 12 В. В обычном режиме работы элемент G1 выполняет функции опорного источника. При этом ток, потребляемый от G1, минимален. При отсутствии напряжения в сети часы работают от гальванического элемента.

#### Трансформаторный источник питания с гасящим конденсатором 3 В/0,5 А

Для устройств, показанных на **рис.1-4**, присущ недостаток - повышенная опасность из-за гальванической связи их выхода с электрической сетью. Поэтому представляет интерес компромиссный вариант: простой ИП с гасящим конденсатором и доступным для изготовления трансформатором с небольшим числом витков, обеспечивающим гальваническую развязку от сети, а значит, электробезопасность. Трансформатор становится простым в изготовлении, если напряжение на его первичной обмотке ограничить значением около 30 В. Для этого достаточно 600...650 витков сравнительно толстого, удобного при намотке провода (**рис.5**). Излишек напряжения сети гасит конденсатор С1 (рассчитан на напряжение не менее 400 В), включенный последовательно с первичной обмоткой.

Такой ИП можно использовать для питания аудиоплеера, дискмана, радиоприемника или других устройств.

Трансформатор изготовлен на магнитопроводе Ш12х15. Использован провод ПЭВ-1 диаметром 0,16 мм; число витков первичной и вторичной обмоток - 600 и 120...140 соответственно. Между обмотками наматывается изоляционная прокладка из лавсановой пленки толщиной 0,1 мм или конденсаторной бумаги.

Для того чтобы устройство не вышло из строя при включении без нагрузки, к выходу моста VD1...VD4 следует подключить стабилитрон Д815Г. Для ограничения тока при включении ИП последовательно с С1 необходимо включить резистор сопротивлением 220...390 Ом типа МЛТ-1 Вт, а для разрядки конденсатора после отключения - параллельно ему резистор сопротивлением 300...510 кОм типа С2-23-0,5 Вт.

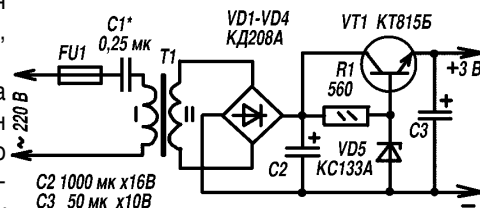


Рис.5

#### Маломощные несетевые источники питания

##### Источник питания 5 В/12 мА из порта RS-232

На практике часто необходимо запитать потребляющее низкую мощность устройство от шины, где имеются только импульсные напряжения. Решение этой проблемы при работе с шиной RS-232 показано на **рис.6**. В схеме используется стабилизатор LM78L05. Напряжение +5 В получается из сигналов

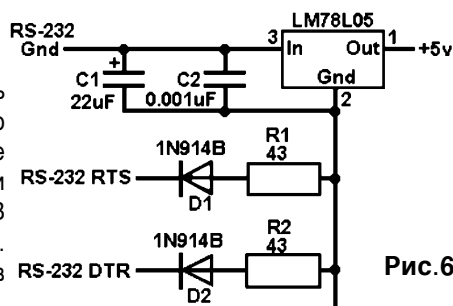


Рис.6

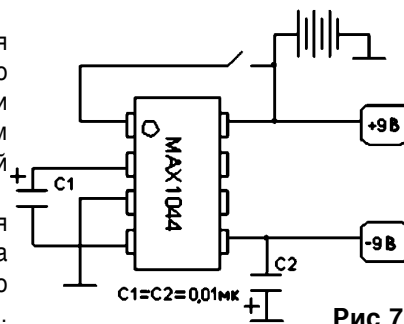
RTS и DTR в шине RS-232. Эта схема, даже при работе от Ноутбука (портативного компьютера), может выдавать ток до 12 мА. Единственный недостаток - это то, что питающееся от стабилизатора устройство, например, транзисторно-транзисторной логики, должно быть изолировано от корпуса компьютера ([www.radiomania.by.ru](http://www.radiomania.by.ru)).

#### Двухполярный источник питания 9 В от одной батареи

Такой источник питания необходим для питания переносной РЭА, содержащей, например, операционные усилители. ИМС MAX1044 представляет собой конвертор напряжения с переносом заряда от конденсатора C1 к конденсатору C2 (рис.7). В процессе работы MAX1044 вначале подключает "+" вывод C1 к питающему напряжению, а его "-" вывод - к общему проводу ("Electronics Design", Oct, 1994). Происходит заряд C1 от батареи. Затем происходит переключение так, что "+" вывод C1 оказывается подключен к общему проводу, а его "-" вывод - к выводу 5 ИМС. В это же время "-" вывод C2 подключается к выводу 5 ИМС. Это позволяет зарядить C2 от ранее заряженного C1.

Такое построение преобразователя позволяет резко увеличить его эффективность, поскольку потери мощности происходят только на внутреннем сопротивлении коммутирующих ключей внутри ИМС.

ИМС работает на частоте преобразования 7...10 кГц, и выходное напряжение "-" 9 В на конденсаторе C2 практически равно по величине напряжению питающей батареи. Такая частота преобразователя может создавать слышимую помеху в питающейся от преобразователя аудиоаппаратуре, особенно если не принять мер по экранированию. Поэтому в ИМС предусмотрено повышение рабочей частоты преобразования примерно в 6 раз. Для этого производится соединение вывода 1 к питающему напряжению (на схеме показано как разомкнутый ключ).



#### Стабилизаторы постоянного напряжения

##### Стабилизатор напряжения 5 В/1 А из напряжения 12 В

В этом стабилизаторе ([www.interg.org.ip](http://www.interg.org.ip)) (рис.8) используются трехвыводные последовательные стабилизаторы напряжения. Вместо ИМС LM317 в стабилизаторе положительного напряжения можно использовать стабилизаторы серии 7805, а вместо LM337 в стабилизаторе отрицательного напряжения - 7905. ИМС необходимо установить на радиатор. Резисторы VR1 и VR2 позволяют точно устанавливать выходное напряжение стабилизатора. Стабилизатор такого типа обеспечивает низкий уровень шумов и пульсаций выходного напряжения. КПД стабилизатора при входном напряжении 12 В и выходном 5 В не превышает 42%.



### Регулируемый стабилизатор напряжения 3...25 В/2 А с высоким к.п.д.

Основные характеристики (А. Завричко, Р №6/99):

максимальный ток нагрузки	2 А
максимальное входное напряжение	30 В
интервал выходного напряжения	3...25 В
коэффициент стабилизации	150

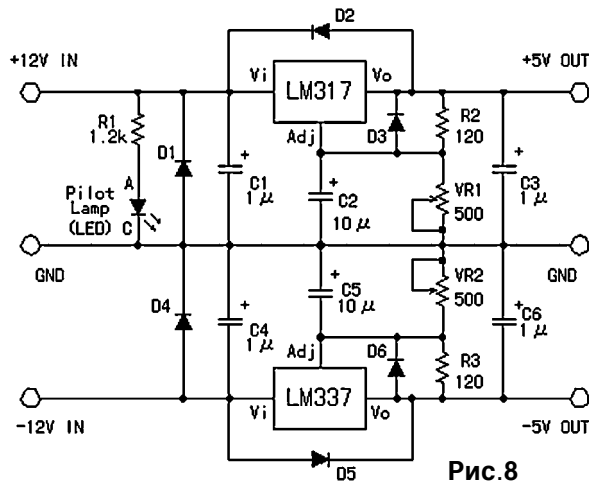


Рис.8

В этом компенсационном стабилизаторе регулирующий транзистор VT1 включен по схеме с общим эмиттером (рис.9). Это увеличивает коэффициент стабилизации устройства, уменьшает падение напряжения на регулирующем транзисторе и обеспечивает высокий КПД устройства. На ОУ DA2 собран компаратор. Образцовое напряжение создается источником стабильного тока на VT2 и VD2 и подается на

инвертирующий вход ОУ. На неинвертирующий вход поступает напряжение с делителя R3R4, пропорциональное выходному. ОУ сравнивает эти напряжения, и на его выходе появляется необходимый управляющий сигнал, который поступает на ИМС DA1, четыре идентичных МОП-транзистора которой включены как один мощный транзистор. Это сделано для увеличения допустимого тока истока, который может

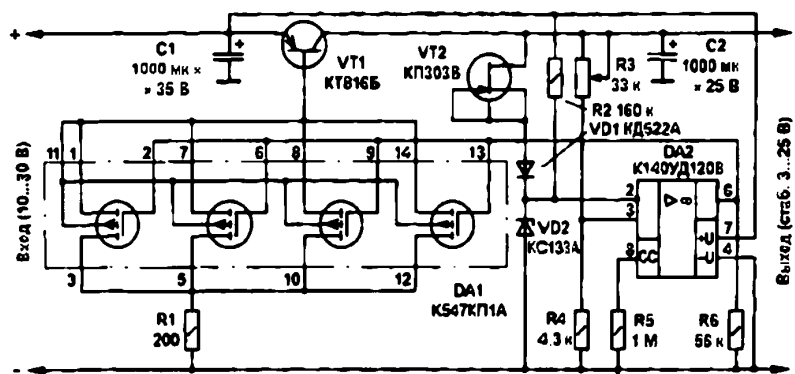


Рис.9

достигать 80 мА (ограничен R1), и для увеличения крутизны этого составного транзистора до 16 мА/В.

DA1 обеспечивает базовый ток VT1 до 80 мА, что (при  $h_{21э} = 40$  у VT1) позволяет получить ток нагрузки до 3 А. Благодаря использованию схемы с общим эмиттером, стабилизатор будет работать даже при напряжении между эмиттером и коллектором VT1 равным 1...1,5 В, т.е. близком к напряжению насыщения.

Резистор R2 и диод VD1 нужны для запуска стабилизатора при включении питания. Затем они практически не влияют на работу устройства. Переменным резистором R3 устанавливают необходимое выходное напряжение. Его нижний предел равен напряжению стабилизации стабилитрона VD2 (для КС133А1 - 3,3 В), а верхний можно определить по формуле  $U = 3,3 \times R3/R4$ .

При  $U_{вх}$  не более 25 В в стабилизаторе используется ИМС К547КП1Б, а менее 15 В - К547КП1В. VT1 - любой р-п-р с током коллектора более 3 А и напряжением коллектор-эмиттер не менее 35 В, например, КТ816Б...КТ816Г, КТ818Б...КТ818Г. В качестве VT2 применимы транзисторы серии КП303 или КП307. Вместо ОУ К140УД1208 подойдут К140УД6 или К140УД7; в этом случае исключают резистор R5. Диод VD1 - любой кремниевый маломощный.

#### Импульсный стабилизатор напряжения 5 В с высоким КПД

В этом стабилизаторе используется специализированная ИМС LM2575-5,0 (рис.10). Его выходное напряжение составляет 5 В и задано типом примененной ИМС. Входное напряжение стабилизатора может составлять от 7 до 40 В. Выходной сигнал ИМС на выв. 2 представляет собой серию широтно-модулированных импульсов. После фильтрации цепью L1C2 это напряжение поступает на нагрузку и на выв. 4 ИМС. В зависимости от его величины ИМС изменяет ширину выходных импульсов на выв. 2 так, чтобы напряжение на C2 составляло 5 В. Благодаря работе в импульсном режиме мощность, рассеиваемая на ИМС, невелика и КПД стабилизатора составляет около 90%.

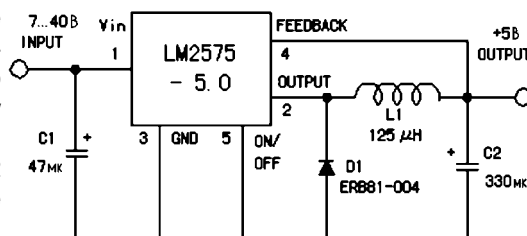


Рис.10

#### Линейный стабилизатор на 5...9 В/7А

ИМС КР142ЕН5, КР142ЕН8, (7805...7809) могут отдавать в нагрузку ток до 1,5...3 А. Однако эксплуатация их с предельным током нагрузки нежелательна. Облегчить тепловой режим работы ИМС в подобных случаях можно, подключив к ней внешний регулирующий транзистор (рис.11). При токе нагрузки до 180... 190 мА падение напряжения на резисторе R1 невелико, и устройство работает так же, как и без транзистора. При большем токе это падение напряжения достигает 0,6...0,7 В, и транзистор VT1 начинает открываться, ограничивая тем самым дальнейшее

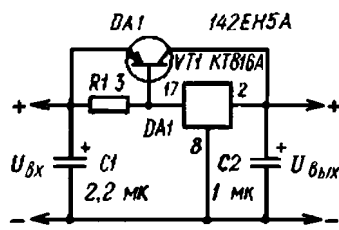


Рис. 11

увеличение тока через микросхему DA1. Она поддерживает выходное напряжение на заданном уровне, как и в типовом включении: при повышении входного напряжения снижается входной ток, а следовательно, и напряжение управляющего сигнала на эмиттерном переходе транзистора VT1, и наоборот. Недостаток такой схемы: при К.З. в нагрузке ток через транзистор может достичь 20 А и даже более, что приведет к выходу из строя VT1.

#### Линейный стабилизатор на 5...9 В/7 А и защитой от К.З.

Для защиты от К.З. в схему рис.11 добавляется транзистор VT2. В схеме на рис.12 VT1 также выполняет функции регулирующего элемента. Сопротивление резистора R1 выбирают таким образом, чтобы VT1 открывался при токе нагрузки около 100 мА. Транзистор VT2 реагирует на изменение (под действием тока нагрузки) падения напряжения на резисторе R2 и открывается, когда оно достигает 0,6...0,7 В, ограничивая тем самым ток через регулирующий транзистор VT1.

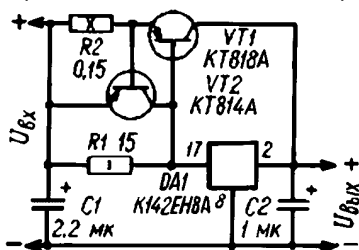


Рис. 12

У рассматриваемого устройства два недостатка. Во-первых, довольно большая рассеиваемая мощность (при максимальном токе входное напряжение должно превосходить выходное на величину, равную сумме минимального падения напряжения на микросхеме и значений напряжения на эмиттерном переходе транзисторов VT1 и VT2). Во-вторых, жесткие требования к VT1, который должен выдерживать максимальный ток стабилизатора при большом напряжении на нем. Поэтому такой стабилизатор не может долго работать в режиме "к.з."

#### Линейные источники питания

##### ИП аудиоплеера 3 В/130 мА

ИП (рис.13) предназначен только для аудиоплеера или диктофона. В аварийной ситуации ИП резко уменьшает напряжение на выходе. Этого вполне достаточно, чтобы спасти плеер в нестандартных условиях работы (например, при заклинивании внешней нагрузкой вала его двигателя), не применяя дополнительных специальных электронных устройств.

Особенность ИП - наличие дополни-

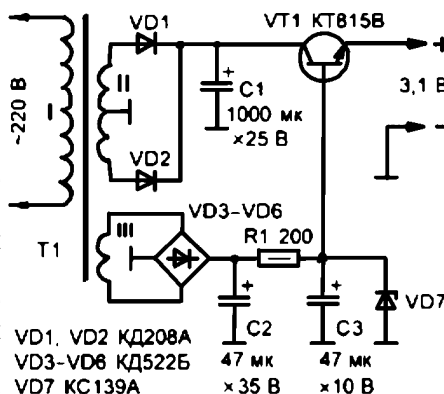


Рис. 13

#### Блоки питания на 1,5...9 В

тельной обмотки III для обеспечения питания базовой цепи транзистора VT1, что обеспечивает такие преимущества:

- повышается стабильность выходного напряжения;
- позволяет использовать фильтрующие конденсаторы меньшей емкости;
- обеспечивается режим насыщения транзистора в стабилизаторе при перегрузках.

Поскольку большинство аудиоплейеров питают напряжением 3 В при токе потребления 35...160 мА, который возрастает до 350 мА при заторможенном двигателе, то ИП (С. Тужилин, Р №11/98) имеет следующие характеристики:

- |  |        |
|--|--------|
| - напряжение питания                         | 220 В  |
| - потребляемый ток, не более                 | 15 мА  |
| - выходное напряжение (стабилизированное)    |        |
| при токе потребления 130 мА                  | 3,1 В  |
| - максимальный ток, не более                 |        |
| (при снижении выходного напряжения до 1,5 В) | 260 мА |

Площадь сечения трансформатора не менее 1 см<sup>2</sup>. Увеличивать ее нецелесообразно, поскольку мощный блок питания может сжечь нагрузку при аварии. Первичная обмотка содержит 9000 витков провода ПЭВ-2 0,05 мм.

Прежде чем наматывать вторичную обмотку, необходимо тщательно изолировать первичную обмотку от вторичной. Вторичная обмотка II выполняется проводом ПЭВ-2 диаметром 0,2 мм и содержит 800 витков с отводом от середины. Поверх нее без изолирующей прокладки наматывают 600 витков дополнительной обмотки III проводом ПЭВ-2 диаметром 0,1 мм.

Конденсаторы типа К50-35, К50-29 или импортные. Транзистор КТ815 можно заменить КТ817 или КТ819.

В режиме воспроизведения без кассеты при максимальной громкости не должен прослушиваться фон переменного тока. При перемотке кассеты может появиться фон и усилиться при заторможенном лентопротяжном узле (конец перемотки), - это плата за функцию защиты.

#### Уменьшение пульсаций в простом сетевом адаптере 1,5...9 В

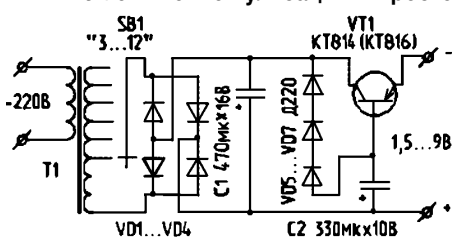


Рис. 14

Имеющиеся в продаже сетевые адаптеры китайского производства на несколько выходных напряжений при подключении к плейеру или приемнику дают большой фон переменного тока, так как в фильтре после диодного моста у них стоит лишь электролитический конденсатор емкостью 470 мкФ. Схема на рис.14 значительно снижает уровень

пульсаций таких сетевых адаптеров. Дополнительные детали размещаются в корпусе самого блока.

Транзистор желательно установить на небольшой радиатор из куска жести или дюралюминия.

Из-за падения напряжения на транзисторе ИП после доработки дает "сдвинутые" на 1,5 В относительно положения переключателя напряжений SB1 уровни. Для устранения этого надо перепаять проводники, подходящие к SB1, и восстановить соответствие между указанными на переключателе и реальными выходными напряжениями.

#### Стабилизированный адаптер из 220 В в 5...9 В/0,5 А

Большинство китайских сетевых адаптеров не имеют стабилизаторов выходного напряжения. Вследствие этого большие пульсации выходного напряжения и его зависимость от тока нагрузки затрудняют питание от них какой-либо радиоэлектронной аппаратуры.

Для получения фиксирования значений выходного напряжения проще всего использовать микросхемы KP142EH5 и KP142EH8 или аналогичных импортных из серии 78XX. ИМС следует установить на теплоотводе в корпусе адаптера.

На рис.15 приведена схема ИП и зарядного устройства для аккумуляторов радиоприемника. Конденсатор C1 устраняет высокочастотные помехи, возникающие в момент закрывания диодов выпрямительного моста. Выходное напряжение 5,6 В устанавливают подстроечным резистором R3,

а максимальный ток зарядки (примерно 150 мА) - подборкой резистора R1 при подключенной разряженной аккумуляторной батарее. Блок удобен тем, что зарядка аккумуляторов происходит быстро (4...6 ч) и перезарядить их невозможно.

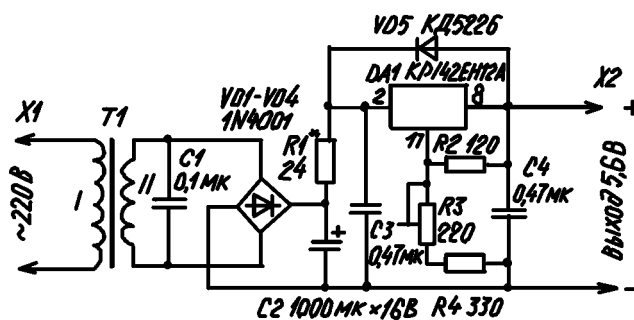


Рис.15

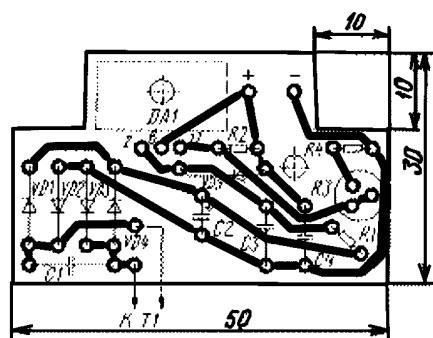


Рис.16

Устройство собрано на основе адаптера RW-900. Чертеж печатной платы приведен на рис.16. Использованы резисторы МЛТ, которые установлены на плате вертикально, R3 типа СПЗ-19а. Диоды VD1...VD4 и конденсатор C2 - от адаптера, остальные - добавлены в схему. Конденсатор C4 можно установить любой оксидный, но его емкость должна быть не менее 10 мкФ. Диод VD5 - любой выпрямительный или импульсный.

ИМС DA1 установлена на теплоотвод размерами 10x18x38 мм промышленного изготовления. Для хорошего охлаждения в нижней и верхней стенках корпуса адаптера просверлены по шесть отверстий

диаметром 6 мм. Если указанное ограничение выходного тока не требуется, резистор R1 и конденсатор C3 можно исключить. В таком варианте максимальный выходной ток составляет 0,5 А при напряжении пульсаций около 1 мВ. Подбором сопротивления резисторов R3 и R4, можно настроить стабилизатор на другое выходное напряжение (6...9 В) в пределах, допустимых трансформатором адаптера.

**Линейный регулируемый ИП 0...20 В с регулировкой тока к.з.**

ИП (рис. 17) собран по традиционной схеме с понижающим сетевым трансформатором Т1 и выпрямителем с фильтром VD1. В ИП осуществляется стабилизация выходного напряжения посредством использования последовательных стабилизаторов DA1, для "+" напряжения и DA3 для "-" выходного напряжения. Эти ИМС стабилизаторов имеют защиту от К.З. нагрузки, однако для исключения их перегрева применен переключатель обмоток трансформатора Т1. Это позволяет регулировать выходное напряжение выпрямителя в зависимости от

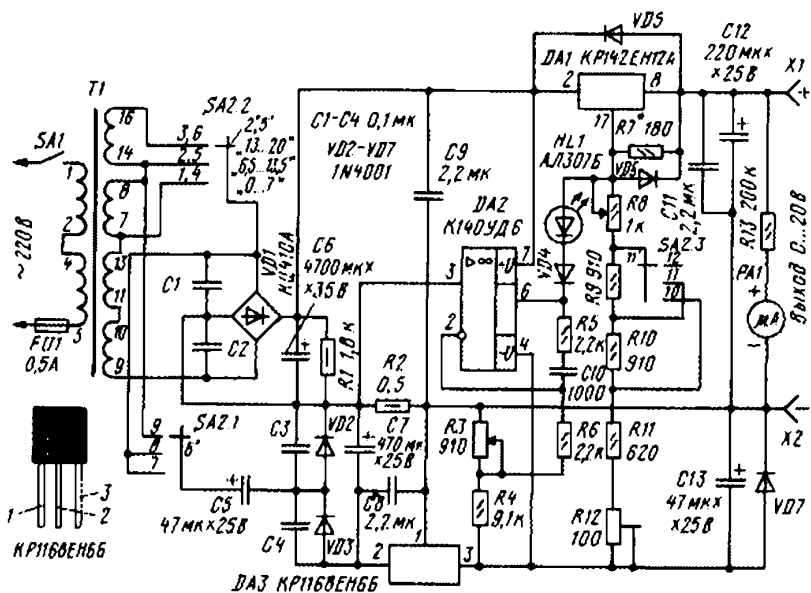


Рис. 17

выходного напряжения ИП и уменьшает падение напряжения на стабилизаторах и их нагрев. Важным элементом ИП является операционный усилитель DA2. Пока выходной ток мал и падение напряжения на токоизмерительном резисторе R2 меньше установленного резистором R3, на выходе 6 ОУ и на входе микросхемы DA1 (выв. 2) значения напряжения примерно равны, диод VD4 закрыт и ОУ не участвует в работе устройства. Если падение напряжения на резисторе R2 станет больше, чем на резисторе R3, напряжение на выходе микросхемы DA2 уменьшится, откроется диод VD4 и выходное напряжение блока уменьшится до значения, соответствующего

установленному ограничению тока. Переход блока в режим стабилизации тока индицируется включением светодиода HL1.

Поскольку в режиме к.з. выходное напряжение ОУ должно быть меньше -1,25 В примерно на 2,4 В (падение напряжения на диоде VD4 и светодиоде HL1), напряжение отрицательного источника питания ОУ выбрано равным -6 В. Такое значение необходимо при всех положениях переключателя SA2, поэтому он переключает и вход выпрямителя VD2, VD3.

ИМС KP1168EH6B заменяется аналогичной с индексом А, MC79L06 с индексами ВР, СР и АСР, а также KP1162EH6A(Б); KP1179EH06, AN7906,  $\mu$ A7906. Микросхема K140УД6 заменима K140УД608, K140УД7, KP140УД708.

Светодиод может быть любого типа. Резистор R2 - четыре параллельно соединенных C2-29В 2 Ом, 0,125 Вт. К точности его сопротивления особых требований нет, поэтому резистор можно изготовить и самостоятельно из отрезка высокоомного провода. Резистор R12 - СПЗ-19а. Чертеж печатной платы приведен на рис.18.

Сопротивления резисторов R3 и R4 могут отличаться от указанных на схеме в два раза, важно лишь, чтобы их соотношение было 1:10.

При настройке блока подборкой резистора R7 устанавливают выходное напряжение 20 В и регулировкой R12 - 0 В. Поскольку эти операции взаимозависимы, их надо повторить несколько раз. В режиме стабилизатора тока переключатель SA2 следует устанавливать в положение, соответствующее минимальному напряжению, при котором обеспечивается необходимый ток нагрузки. Блок будет стабилизировать ток и при большем входном напряжении, но мощность, выделяемая на микросхеме DA1, превысит предельно допустимую (10...12 Вт), и может сработать тепловая защита, встроенная в микросхему DA1.

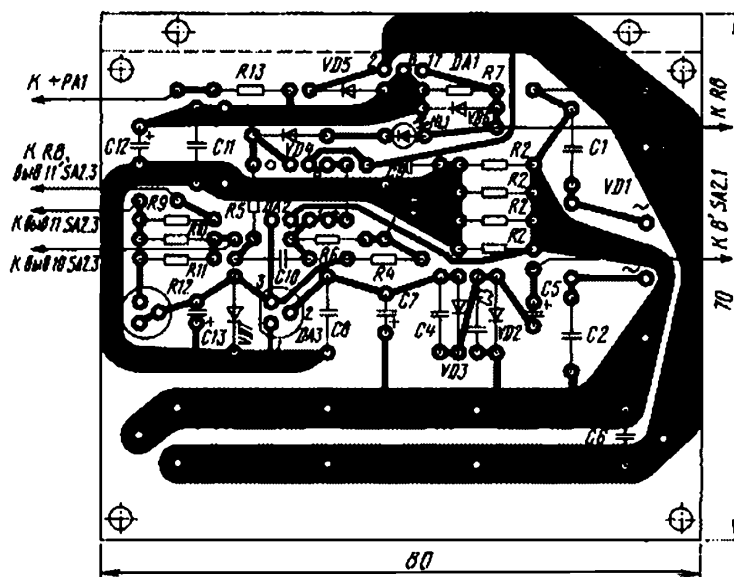


Рис. 18

## Импульсные источники питания

## Малогабаритный импульсный сетевой источник 5 В/50 мА

Небольшие размеры ИП достигнуты, благодаря применению малогабаритных деталей и использованию ключевого режима работы транзисторов. Источник не критичен к к.з. нагрузки (рис. 19).

Рабочие точки транзисторов VT1, VT2 резисторами R1, R3, R5, R7 выведены на границу режима отсечки. Для создания условий самовозбуждения применены резисторы R2, R6, включенные параллельно транзисторам.

Высокочастотные колебания генератора выпрямляют диоды VD2, VD3, пульсации сглаживает конденсатор C3. Для стабилизации выходного напряжения применен стабилитрон VD4. Ток короткого замыкания ИП равен 200 мА.

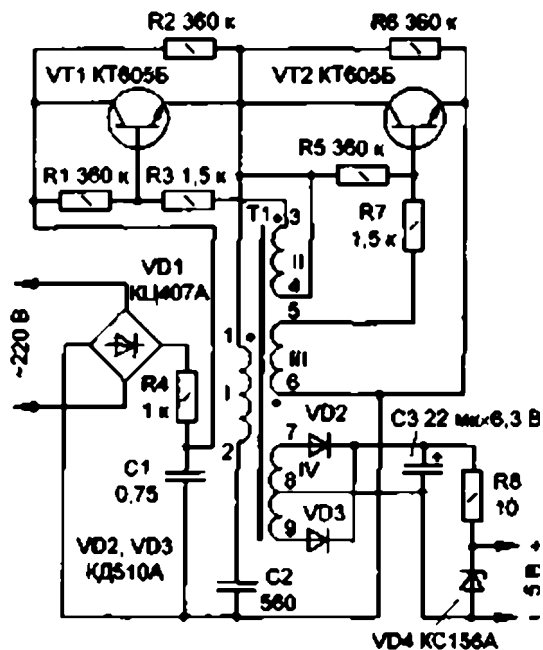


Рис. 19

Трансформатор выполнен на кольцевом ферритовом магнитопроводе К10Х6Х5 1000НН. Обмотки I, II, III, IV содержат соответственно 400, 30, 30, 20+20 витков провода ПЭЛШО 0,07. Обмотки изолированы одна от другой трансформаторной бумагой. Конденсатор C2 - КМ-4 или любой другой керамический на напряжение не менее 250 В. Вместо C1 допустимо использовать 5 включенных параллельно конденсаторов КМ-5-Н90 0,15 мкФ. Конденсатор C3 - К53-16 или импортный. Все резисторы - С2-23, МЛТ. Теплоотводы для транзисторов не требуются.

Рабочая частота преобразования около 100 кГц при токе, потребляемом нагрузкой, 50 мА. Правильно собранный блок

питания должен сразу заработать. Однако если транзисторы сильно нагреваются (а это значит, они полностью не открываются), подбирают резисторы R3, R7 и пропорционально им - R1, R5.

Источником можно питать устройства, выполненные на цифровых микросхемах, и другую малочувствительную к помехам аппаратуру. Для питания радиоприемников он не пригоден из-за больших выходных шумов. Помехи, излучаемые в эфир и наводимые в сеть, слабые, так как мощность источника мала. Экраном устройства



служит корпус от батареи "Крона". Резисторы и диоды установлены вертикально. Собранный блок изолируют бумагой или пленкой от металлического корпуса батареи "Крона" или аналогичной импортной, в котором его и размещают.

#### Простой импульсный блок питания 5...15 В/3...1 А

ИП выполняется по схеме однотактного импульсного высокочастотного преобразователя (рис.20). На транзисторе собран автогенератор, работающий на частоте 20...40 кГц (зависит от настройки номинала C5). Элементы VD5, VD6 и C6 образуют цепь запуска автогенератора.

После мостового выпрямителя стоит линейный стабилизатор на ИМС, что позволяет фиксировать выходное напряжение независимо от изменения на входе сетевого (187...242 В).

C1, C2 типа К73-16-630 В; C3 - К50-29-450 В; C4 - К73-17В-400 В; C5 - К10-17; C6 - К53-4А-16 В; C7 и C8 типа К53-18-20 В. Резисторы могут быть любыми. VD6 можно заменить КС147А.

Импульсный трансформатор Т1 выполняется на ферритовом сердечнике М2500НМС-2 или М2000НМ9 типоразмера Ш5х5 (сечение магнитопровода в месте расположения катушки 5х5 мм с зазором в центре). Намотка сделана проводом

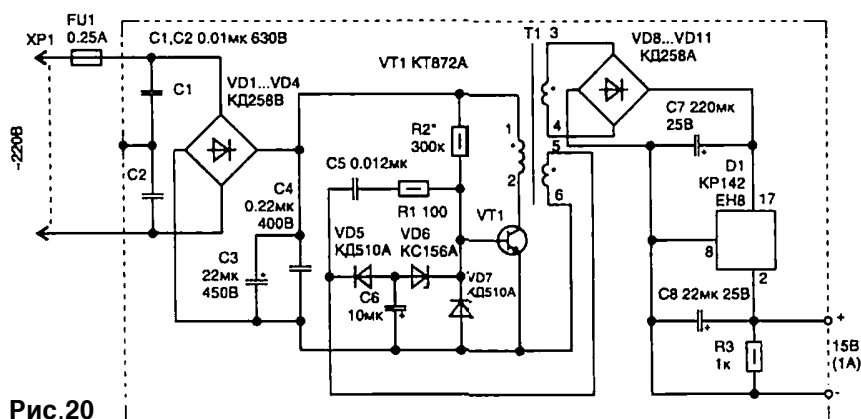


Рис.20

марки ПЭЛ-2. Обмотка 1-2 содержит 600 витков провода диаметром 0,1 мм; 3-4 - 44 витка диаметром 0,25 мм; 5-6 - 10 витков тем же проводом, что и первичная обмотка. При использовании источника с выходным напряжением +5 В число витков обмотки 3-4 сокращают до 25. В случае необходимости вторичных обмоток может быть несколько.

Настройка преобразователя заключается в получении устойчивого возбуждения автогенератора при изменении входного напряжения от 187 до 242 В. Важно соблюдение полярности подключения фазы обмотки 5-6 в соответствии со схемой. Элементы, требующие подбора, отмечены звездочкой "\*". R2 может иметь номинал 150...300 кОм, а C5 - 6,8...15 нФ.

А. Саулов, г. Киев

## УКВ передатчики

УКВ диапазон привлекает радиолюбителей тем, что в нем соединены противоречивые свойства, связанные с тем, что радиоволны в этом диапазоне распространяются на расстояние прямой видимости. С одной стороны, для любителей общения в эфире это существенное препятствие, которое нужно преодолевать, и каждая дальняя радиосвязь - это маленькая победа и новый ценный опыт. С другой стороны, ограниченность распространения волн в пределах небольшого региона позволяет незарегистрированным пользователям долгое время работать на излучение, не будучи пойманными соответствующими службами.

Кроме того, существует большая область применения сил радиолюбителей, которые конструируют и собирают передатчики малой мощности, на которые вообще не нужно разрешения. В основном, такие передатчики используются в качестве радиомикрофонов и ретрансляторов, а также средств радиуправления моделями и дистанционной охранной сигнализацией.

Радиомикрофоны нами уже рассматривались в БР № 3/04, поэтому дополним их перечень еще некоторыми схемами, которые представляют интерес для радиолюбителей.

Начнем со схемы, которая размещена на сайте [schem.net.ru](http://schem.net.ru). Схема (рис.1) отличается малым энергопотреблением и миниатюрными габаритами при дальности действия 100 м в условиях прямой видимости, а также, в отличие от большинства подобных схем, здесь используется не амплитудно-частотная, а только частотная

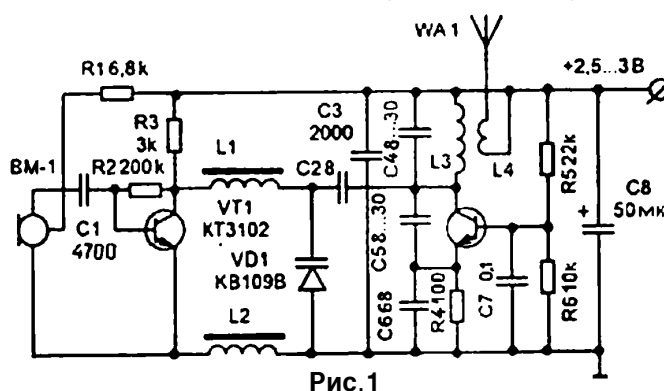


Рис.1

модуляция, благодаря чему достигается большая верность передачи звуковых сигналов. Транзистор VT1 (КТ3102Г) с большим коэффициентом усиления обеспечивает усиление сигнала с микрофона BM1. На транзисторе VT2 собран генератор по схеме емкостной трехточки. Девиация частоты обеспечивается измене-

нием емкости варикапа VD1, включенного в модуляционную цепь транзистора VT2 и может регулироваться в необходимых пределах подбором конденсатора C2 или подбором конкретного экземпляра варикапа.

Катушки L3 и L4 обеспечивают трансформаторную связь с антенной. Дроссели L1 и L2 необходимы для того, чтобы ВЧ составляющая с генератора не проходила на усилитель и не изменяла режим работы транзистора VT1.

Электретный микрофон МКЭ-3 можно заменить другим миниатюрным. Конденсатором C4 подстраивают частоту передатчика на УКВ диапазоне на удобный

участок, а С5 устанавливают девиацию. В качестве антенны WA1 используется многожильный провод длиной около 30 см.

Катушки L1 и L2 намотаны на ферритовых стержнях диаметром 3...5 мм (можно использовать кольца типоразмера K6) и содержат по 25 витков провода ПЭВ-0,2.

Катушка L3 бескаркасная и имеет 6 витков посеребренного провода диаметром 0,5 мм, намотанного на оправке диаметром 7 мм. Рядом расположены 2 витка катушки L4 из того же провода.

Настройка заключается в подборе конденсатора С5 по максимальной амплитуде сигнала в антенне и установке рабочей точки транзистора VT2 по минимальному току потребления; при этом необходимо добиваться того, чтобы при изменении напряжения питания от 1,5 до 6 В частота работы передатчика изменялась минимально.

Для улучшения трансформаторной связи с антенной рекомендуется также катушку L4 намотать поверх L3, поближе к ее "коллекторному" концу.

Использовать рекомендуется резисторы типа МЛТ-0,125 или бескорпусные, конденсаторы с минимальным температурным дрейфом (для уменьшения ухода частоты при изменении температуры окружающей среды) типа КМ5, К10-17 или бескорпусные.

При разработке и проектировании печатной платы необходимо учитывать требования, которые предъявляются при сборке ВЧ устройств. Во избежание самовозбуждения и паразитного взаимодействия элементов схемы необходимо использовать только хорошо промытый стеклотекстолит и канифольный нейтральный флюс.

Питают "закладку" от двух последовательно соединенных дисковых аккумуляторов Д-0,1 или при необходимости непрерывной длительной работы устройства рекомендуется применить алкалайновые батареи большей емкости.

Корпус для уменьшения ухода частоты при касании рукой желательно изготовить из металла, например, от использованной батареи типа "Крона" или спаять из фольгированного стеклотекстолита.

Схема УКВ ЧМ-передатчика (рис.2) на полевом транзисторе с изолированным затвором, с электронной настройкой частоты и с УНЧ на 1 транзисторе найдена на сайте <http://frikzona.org/rmic>. Это тот же радиомикрофон, если ко входу подсоединить микрофон.

Изменением величины резистора R2 установить напряжение на коллекторе транзистора VT1, равным половине напряжения питания, при 9 В - это 3...6 В. Увеличение сопротивления в коллекторе транзистора VT1 ведет к увеличению коэффициента усиления каскада. Однако не рекомендуется уменьшать коллекторный ток менее 0,5 мА, т.е. устанавливать R3 более 10...15 кОм.

При отсутствии генерации подстроить (подобрать) R7, не превышая допустимого предела максимального тока транзистора 15 мА. Частота устанавливается конденсатором С4 и сжатием и/или растягиванием катушки L2. Для этой схемы также не рекомендуется увеличивать емкость конденсатора С3. R4-R6 могут иметь

другие номиналы, однако необходимо помнить, что уменьшение значений R4 и R6 без увеличения значения емкости C2 может привести к ослаблению низких частот, при 0,2 мкФ и 20 кОм устанавливается нижняя частота передаваемого сигнала, но при выборе деталей и настройке необходимо учитывать полярность напряжения на конденсаторе при крайних положениях переменного резистора R5.

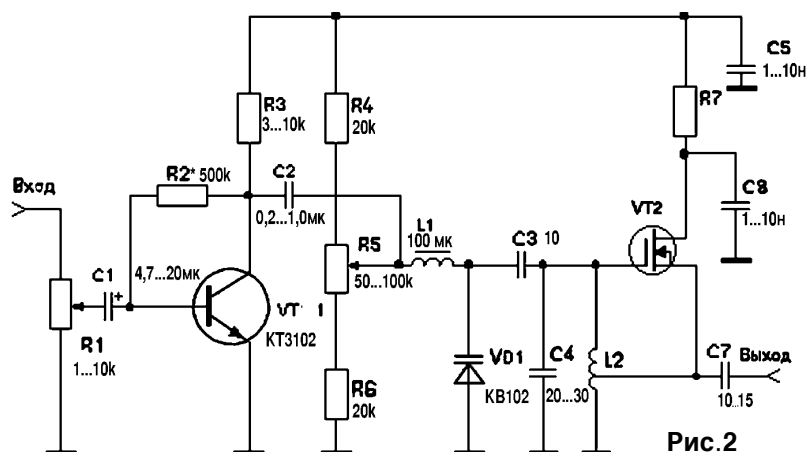


Рис. 2

Монтаж выполняется на 2-стороннем фольгированном стеклотекстолите. Одна сторона, со стороны деталей, используется как общий провод и экран, другая - для печатных проводников схемы. Проводники, соединяющие детали, должны иметь минимальную длину. Использование одностороннего фольгированного стеклотекстолита и выполнение монтажа без учета данных рекомендаций (традиционным способом) может привести к самовозбуждению схемы (например, на инфранизких частотах) и даже к срыву генерации. Для повышения стабильности частоты целесообразно поместить задающий генератор или все устройство в экран. При этом частота генератора, возможно, несколько изменится (увеличится).

Конденсатор C2 неполярный. Транзистор VT1 КТ3102, КТ315 или любой другой ВЧ-транзистор с коэффициентом усиления более 100, VT2 - КП305Ж,Е. D1 варикап типа Д901А,В, КВ102 или аналогичный.

L1 дроссель, например, Д0.1 40-100 мкН, катушка L2 бескаркасная, внутренний диаметр 6 мм, диаметр провода 0,8 мм, желательно посеребренный, L2 3+1 витка.

Уже не радиомикрофон, а настоящий трехкаскадный транзисторный УКВ ЧМ передатчик (рис.3) предназначен для работы в диапазоне 144-146 МГц (Old Map № 9/72). Его выходная мощность около 1,2 Вт на нагрузке сопротивлением 60 Ом. Задающий генератор с кварцевой стабилизацией частоты выполнен на транзисторе T1, включенном по схеме с общей базой. Последовательно с кварцевым резонатором включен варикап D1, с помощью которого осуществляется частотная модуляция. Предварительное постоянное смещение на варикап подается с делителя

R8R9. В задающем генераторе используются кварцевые резонаторы на частоты 72-73 Мгц (третья механическая гармоника). На транзисторе T2 собран удвоитель частоты. Выходной каскад усиления выполнен на транзисторе T3, включенном по схеме с общим эмиттером. Катушка индуктивности L5 вместе с конденсатором связи C12 и емкостью коллекторного перехода образуют выходной П-фильтр. Дроссель Др4, включенный в цепь базы выходного транзистора, зашунтирован низкоомным резистором R7 для того, чтобы предотвратить самовозбуждение оконечного каскада на резонансной частоте дросселя.

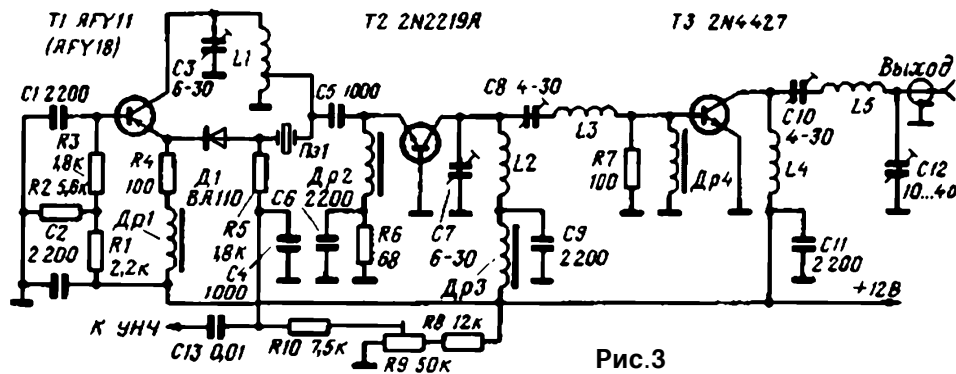


Рис.3

Перед настройкой передатчика на варикап с делителя R8R9 подают смещение около 3 В. Выход передатчика нагружают на эквивалент антенны. В задающем генераторе подбирают от какого витка катушки индуктивности L1 лучше сделать отвод. Число витков до отвода, считая от заземленного вывода, должно быть минимальным, но достаточным для устойчивой работы задающего генератора. Удвоитель и оконечный каскад настраивают на максимум выходной мощности.

В передатчике можно применить и амплитудную модуляцию, включив в коллекторную цепь выходного каскада через соответствующий трансформатор транзисторный усилитель мощности (с выходной мощностью около 0,5 Вт). Поскольку при амплитудной модуляции напряжение на коллекторе выходного транзистора может превышать напряжение источника питания в 2 и более раз (при перемодуляции), то во избежание выхода из строя выходного транзистора после модулятора (например, параллельно

Таблица 1

Катушка индуктивности	Число витков	Каркас	Диаметр провода, мм
L1	7	8X17	0.8
L2	5	8X12	0.8
L3	4	5x7	1.0
L4	14	4X14	0.5
L5	4	7X16	2.0

С10) необходимо включить стабилизатор с напряжением стабилизации меньшим, чем максимально допустимое напряжение на коллекторе выходного транзистора. Намоточные данные всех контурных катушек приведены в табл.1.

Все дроссели выполнены на

ферритовых сердечниках и имеют индуктивность около 1 мкГ.

В передатчике можно использовать транзисторы ГТ313 (Т1), КТ603 (Т2), КТ606 (Т3), варикап КВ102 или Д902 (Д1).

Передатчики для радиолубительской связи (РК №4/2000) рассчитаны на работу с частотной модуляцией в частотном участке 145,5...145,85 МГц двухметрового диапазона. Они могут применяться как самостоятельные устройства, так и в качестве составной части радиостанции двухметрового диапазона.

Принципиальная схема передатчика мощностью 1 Вт показана на **рис.4**. На операционном усилителе А1 выполнен микрофонный усилитель - частотный модулятор. В качестве микрофона используется электретный микрофон с встроенным усилителем от телефонного аппарата зарубежного производства. Питание на микрофон поступает через резистор R1, который одновременно выполняет функцию нагрузки встроенного усилителя этого микрофона. С его выхода звуковое напряжение через разделительный конденсатор C1 поступает на модуляционный усилитель на ОУ А1. Размах выходного неискаженного напряжения этого усилителя достигает 70% от напряжения питания. Это выходное напряжение

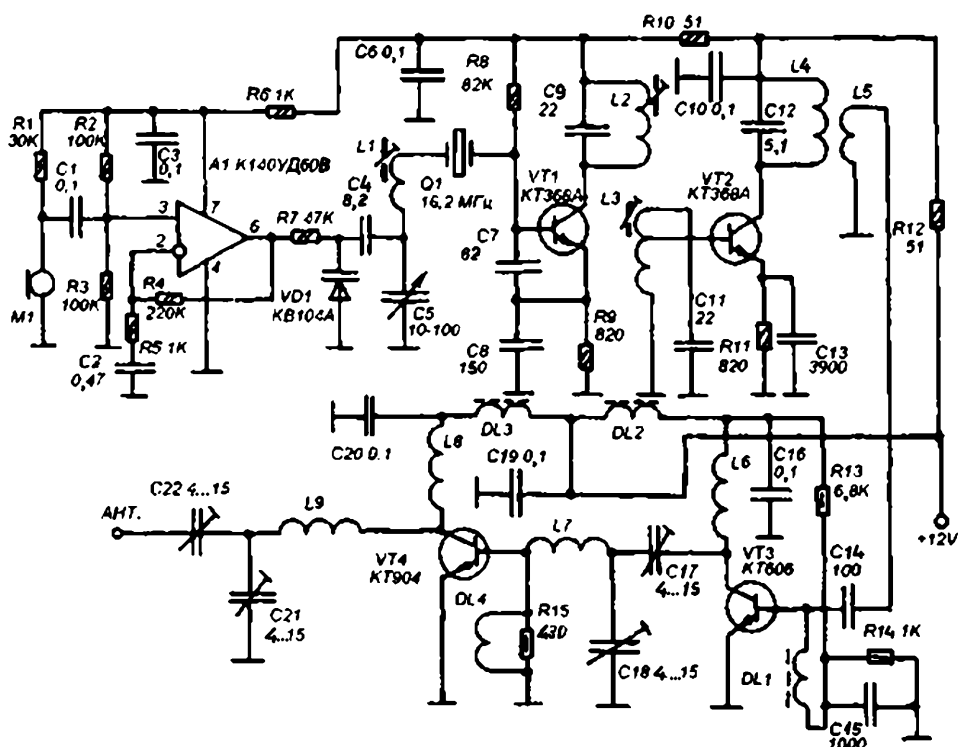


Рис.4

через резистор R7, выполняющий функцию развязывающего элемента между ВЧ и НЧ трактами, поступает на варикап VD1 и изменяет его емкость в соответствии с формой низкочастотного сигнала.

Задающий генератор выполнен на транзисторе VT1, он работает на третьей механической гармонике кварцевого резонатора Q1 на 16,2 МГц (можно использовать резонатор и на 16 МГц, но частотный диапазон в этом случае опустится до отметки 144 МГц). Коллекторный контур L2C9 настроен на частоту 48,6 МГц. Для получения необходимой частоты вслед за задающим генератором включен каскад на транзисторе VT2, выполняющий функцию утроителя частоты. Сигнал на него поступает через индуктивную связь между контурами L2C9 и L3C11, оси катушек этих контуров расположены на расстоянии 7 мм друг от друга, что обеспечивает необходимую связь между ними. Ток в коллекторной цепи этого транзистора имеет импульсный характер, и контур, включенный в его коллекторной цепи и настроенный на частоту резонанса 145,7 МГц возбуждается на третьей гармонике входного импульсного сигнала. В результате в контуре L4C12 имеется синусоидальное высокочастотное напряжение, которое через катушку связи L5 поступает на двухкаскадный усилитель мощности, построенный на транзисторах VT3 и VT4. Причем транзистор VT3 работает с напряжением смещения на базе, что обеспечивает необходимое предварительное усиление этого ВЧ сигнала, прежде чем он поступит на выходной каскад усиления мощности, выполненный на транзисторе VT4, работающем без начального смещения. Выходной контур L9C21 настроен на работу с антенной, имеющей 75-омный импеданс.

Частотная модуляция, а также перестройка в пределах выбранного частотного участка, производится в первом каскаде задающего генератора на транзисторе VT1. Последовательно с кварцевым резонатором включена LC-цепь, состоящая из катушки L1 и комплексной емкости элементов VD1, C4, C5. Эта цепь осуществляет небольшой сдвиг частоты резонанса резонатора, и степень этого сдвига зависит как от индуктивной, так и от емкостной составляющей. Путем подстройки L1 выбирается такая индуктивная составляющая, при которой, при среднем положении ротора переменного конденсатора C5, передатчик излучает сигнал частотой 145,7 МГц. Перестройка в пределах 145,5...145,85 МГц производится изменением емкостной составляющей с помощью конденсатора C5. Частотная модуляция осуществляется дополнительным изменением емкостной составляющей с помощью варикапа V01.

Подстроечные конденсаторы - типа КПК с керамическим диэлектриком емкостью от 4...15 пф до 6...25 пф, но лучше если будут подстроечные конденсаторы с воздушным диэлектриком. В этом случае для исключения выхода каскадов передатчика из строя из-за возможного замыкания между обкладками нужно будет последовательно с этими конденсаторами включить постоянные керамические на несколько тысяч пикофард. Транзистор VT4 может быть КТ904 или КТ907, транзистор VT3 - КТ606 или КТ904. Если использовать пару КТ904 (VT3) и КТ907 (VT4) и повысить напряжение питания этих каскадов до 20 В, можно получить мощность около 2-3 Вт, но потребуется подобрать номинал R13 и число витков L5 так, чтобы

получить максимальную неискаженную мощность на выходе.

Конденсатор С5 с воздушным диэлектриком типа КПВ, его минимальная емкость может быть 5...15 пФ, а максимальная 70...150 пФ.

Транзисторы КТ368 можно заменить КТ316, но результат будет хуже.

Катушки L1-L3 наматываются на полистироловых каркасах диаметром 4-5 мм с подстроечными сердечниками МП-100 (из высокочастотного феррита). L1 содержит 7 витков, L2 - 10 витков, L3 - тоже 10 витков, но L3 имеет отвод от второго витка, считая сверху (по схеме). Намотка проводом ПЭВ 0,2-0,3.

Катушки L4 и L5 имеют такие же каркасы, но ферритовый сердечник в них заменен на отрезок толстого алюминиевого провода (от электропроводки) или латунного стержня. L4 содержит 4 витка провода диаметром 0,6-1мм, а L5 наматывается поверх L4 и содержит 2-3 витка провода ПЭВ 0,2-0,3.

Катушки усилителя мощности намотаны на керамических каркасах диаметром 10 мм без сердечников (можно выполнить их и бескаркасным способом). Намотка ведется посеребренным (или луженым, что хуже) проводом диаметром около 0,6...1 мм. L6 и L8 одинаковые, они содержат по 4 витка, распределенных по длине 15 мм. L7 и L9 одинаковые и содержат по 3 витка, распределенных по длине 10 мм. Дроссель DL4 намотан на резисторе R15, он содержит 35 витков провода ПЭВ 0,12. Дроссели DL1-DL3 намотаны на кольцах К7х4х3 из феррита 400НН (или на других кольцах близкого размера из феррита 100НН-600НН), они содержат по 15 витков провода ПЭВ 0,2-0,3.

Монтаж передатчика ведется объемным способом в коробе с отсеками по числу каскадов, спаянным из жести или латуни. Короб укреплен на массивной алюминиевой пластине, которая выполняет функцию радиатора для транзисторов VT4 и VT3. Весь монтаж ведется на контактных лепестках и монтажных панелях, а также на выводах мощных транзисторов. Катушки L2 и L3 закреплены на двух общих гетинаксовых пластинах имеющих отверстия по диаметру каркасов катушек. Расстояния между центрами отверстий в пластине равно 7 мм. Таким образом, когда эти пластины надеваются на каркасы катушек, они жестко фиксируют катушки относительно друг друга на расстоянии между осями 7 мм, обеспечивая необходимую индуктивную связь.

Схема второго передатчика показана на **рис.5**. Он развивает мощность на 75-омной нагрузке около 3...4 Вт. Главное его отличие в том, что используется высокочастотный кварцевый резонатор на частоту 48,4 МГц.

Микрофонный усилитель и система модуляции и настройки не отличается от аналогичного узла предыдущего передатчика. Задающий генератор выполнен на транзисторе VT1, в его базовой цепи включен кварцевый резонатор, частота резонанса которого в три раза ниже частоты передаваемого сигнала.

Усилитель мощности двухкаскадный на транзисторах VT2 и VT3, они оба работают без начального смещения. Контуры L4C9 и L7C11 настроены на частоту 145,2 МГц, равную третьей гармонике кварцевого резонатора, эта частота является средней частотой диапазона. Возможно использование резонатора на 48,6 МГц, при



этом частота будет равна 145,8 МГц.

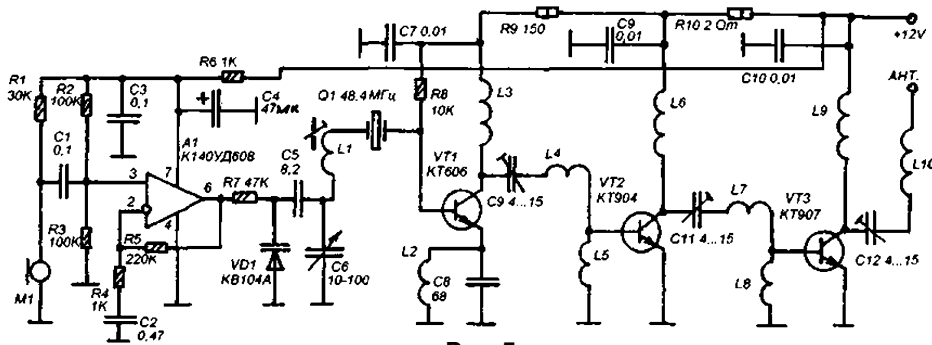


Рис.5

Катушка L1 намотана на таком же каркасе, как и катушки задающего генератора передатчика, схема которого изображена на рис.4. Она содержит 5 витков ПЭВ 0,2-0,3. Все остальные катушки бескаркасные, наматываются посеребренным проводом диаметром 0,7-1 мм. L3 имеет диаметр 6 мм, длину намотки 20 мм и число витков 8; L4 имеет диаметр 8 мм, длину намотки 7 мм и число витков 3; L6 имеет диаметр 6 мм, длину намотки 6 мм и число витков 3; L9 - диаметр 10 мм, длина 12 мм, число витков 3; L9 - диаметр 6 мм, длина 5 мм, число витков 1,5; L10 - диаметр 10 мм, длина 80 мм, число витков 4.

Катушки L5, L2 и L8 - дроссели, намотанные на постоянных резисторах МЛТ-0,5 сопротивлением не менее 100 кОм, они содержат по 30 витков провода ПЭВ 0,12.

Конструкция передатчика такая же, как и выполненного по предыдущей схеме. Монтаж объемный в экранированном корпусе. Детали аналогичные.

Автор следующей конструкции И. Нечаев из г. Курска (Р № 10/98) предложил ретрансляцию сигналов ЗЧ по УКВ эфиру, что позволяет оборудовать системой бесшумного прослушивания телевизор, радиоприемник, магнитофон, любой другой источник звука.

Схема микромощного УКВ передатчика с частотной модуляцией приведена на рис.6. Он представляет собой несимметричный мультивибратор с частотоустанавливающим контуром L1C4. Эта схема хорошо знакома радиолюбителям, занимающимся конструированием приемопередающей аппаратуры, она используется при конструировании задающих генераторов плавного диапазона (ГПД).

Отличительная особенность генераторов на основе этой схемы - способность работать на высоких частотах при весьма малых токах и напряжениях.

В качестве источника питания передатчика используется один гальванический элемент напряжением 1,5 В. Постоянный ток через транзисторы задается резисторами R3, R4. Изменение этого тока приводит к небольшому изменению частоты генерируемых колебаний, поэтому для получения частотной модуляции в токозадающую цепь с резистора R1 через конденсатор C1 и резистор R2 подают

модулирующее напряжение 3Ч от источника сигнала. Величину девиации регулируют переменным резистором R1, а так как он совмещен с выключателем SA1, то им же выключают передатчик.

При напряжении питания 1,5 В потребляемый ток составляет 0,42 мА, что свидетельствует о высокой экономичности и способности работать от одного элемента питания продолжительное время. Нормальная величина девиации получается при подаче сигнала 3Ч с амплитудой 100 мВ, входное сопротивление при этом составляет 10 кОм, поэтому подключать передатчик можно к линейному выходу телевизора, магнитофона, радиоприемника и т.д.

Работоспособность передатчика сохраняется при уменьшении питающего напряжения до 0,8...0,9 В, т.е. практически до полного истощения элемента питания, а потребляемый при этом ток составляет 0,07...0,1 мА. В качестве антенны используется отрезок медного провода диаметром около 1 мм и длиной от 20 см до 1 м. Чем длиннее антенна, тем больше зона уверенного приема сигнала передатчика.

Все детали устройства размещаются на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита. Детали устанавливают с одной стороны, а вторая сторона оставлена металлизированной и соединена с общим проводом по контуру платы в нескольких местах. На этой же стороне закреплен элемент питания.

В устройстве можно применить переменный резистор СПЗ-4, СПЗ-3 с выключателем питания, постоянные резисторы - МЛТ, С2-33, оксидный конденсатор - К50, К53, подстроечный - КТ4-25, остальные - КМ, КЛС, КД. Для диапазона УКВ-2 (88... 108 МГц) катушка L1 содержит семь витков провода ПЭВ-2 0,8, намотанного на оправке диаметром 3,5 мм с отводом от середины.

Настраивают передатчик в следующей последовательности. Сначала выбирают диапазон, в котором он будет работать, - это зависит от используемого приемника. Затем приемником настраиваются на участок диапазона, наиболее свободный от вещательных радиостанций и помех. Передатчик подключают к линейному выходу магнитофона или телевизора и конденсатором C4 настраивают его на частоту приемника. Резистором R1 устанавливают наиболее приемлемую девиацию частоты, при которой обеспечиваются нормальная громкость и минимальные искажения. Если громкости будет недостаточно даже при верхнем по схеме положении движка резистора R1, придется уменьшить сопротивление резистора R2.

Затем проверяют зону уверенного приема и, если она оказывается малой,

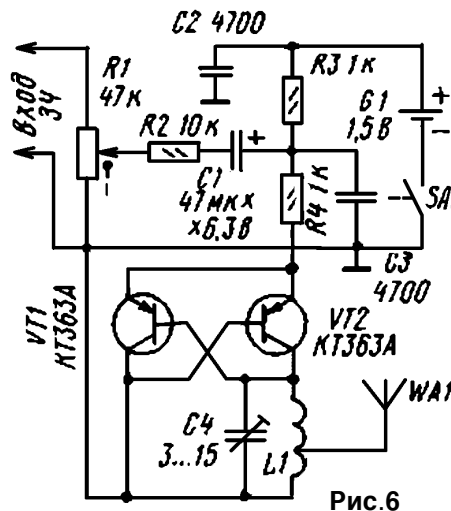


Рис. 6

увеличивают длину антенны до 0,7 м.

Передатчик помещают в корпус (можно пластмассовый) подходящих габаритов, а для подключения к телевизору, магнитофону или другому источнику сигнала используют экранированный провод с соответствующим разъемом.

Простой двухтранзисторный передатчик ("73 Magazine" (США), 1974, февраль) предназначен для работы в диапазоне 144 МГц. Его можно использовать как возбудитель в более мощных передатчиках или как генератор при налаживании радиоприемника.

В задающем генераторе передатчика (рис.7) на транзисторе Т1 применен кварцевый резонатор с частотой собственного резонанса 48 МГц. Контур L1C2 настроен на эту же частоту. На транзисторе Т2 выполнен утроитель частоты.

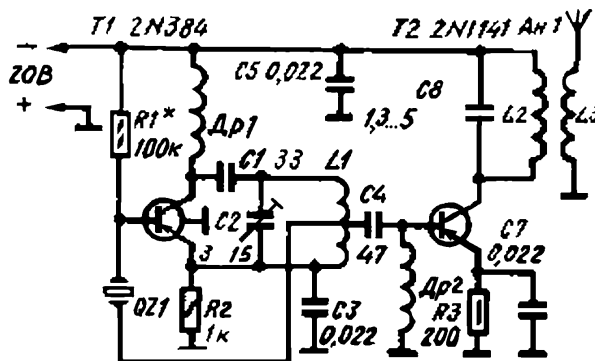


Рис.7

Катушка L1 намотана на каркасе диаметром 12,7 мм. Она содержит 8 витков провода диаметром 0,25 мм. Длина намотки 12,7 мм. Отвод выполнен от середины катушки. Катушка L2 содержит 8 витков провода диаметром 1,3 мм. Длина намотки 25 мм (диаметр каркаса около 8 мм). Катушка L3 содержит 3 витка провода диаметром 1,3 мм.

Индуктивность обоих дросселей (Др1, Др2) порядка 1,8...2 мкГ.

В передатчике можно использовать транзисторы КТ315Д и КТ603А, но при этом необходимо изменить полярность включения источника питания.

В Америке, где контрасты не менее сильны, чем у нас, тоже есть места, где полностью отсутствует трансляция в диапазоне FM-радио. Местный житель такого региона Р. Ткачик придумал схему (рис.8) довольно мощного передатчика на 3...3,5 Вт, которая работает на частотах 90...110 МГц. В дополнение к схеме он считает, можно добавить автоподстройку частоты, хотя стабильность не настолько плоха, чтобы нельзя было обойтись без усложнения схемы.

Схему следует собирать в экранированном корпусе с экранированной подложкой на двусторонней печатной плате. Лучше сделать экранированный корпус с отсеками для каждого каскада с проверенными и надежными соединениями между отсеками.

Q1 и Q5 должен охлаждаться с помощью радиатора, корпус Q4 должен быть заземлен.

Конденсатор C24 предназначен для регулирования частоты. Другие подстроечные конденсаторы должны быть отрегулированы по максимальной

мощности на выходе, минимуму искажений и тока покоя.

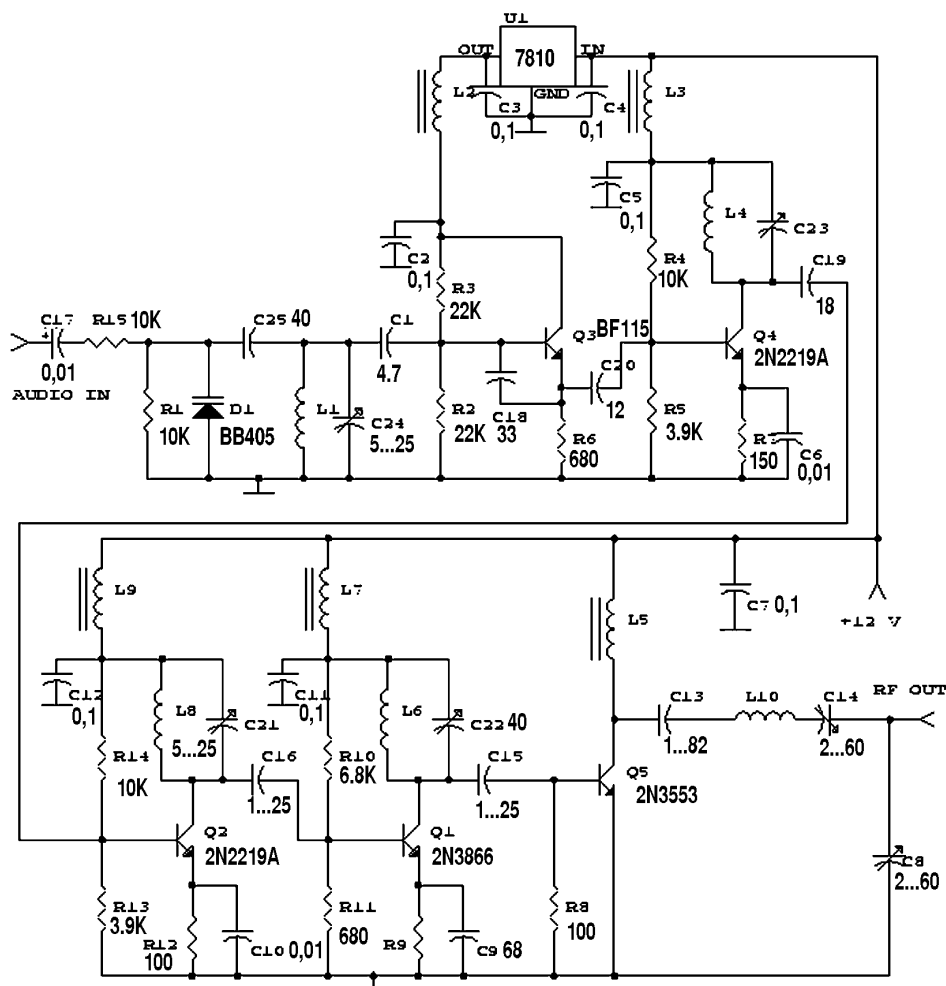


Рис.8

Катушка L1 - 5 вит. посеребренного провода 1 мм диаметром 6 мм с шагом 1 мм. L2, L3, L5, L7, L9 - стандартные ВЧ дроссели. Катушки L4, L6, L8 - 1,5 вит. посеребренного провода 1 мм диаметром 6 мм с шагом 1 мм. Катушка L10 - 8 вит. посеребренного провода 1 мм диаметром 5 мм с шагом 1 мм.

П. Шелби из Америки предложил схему передатчика мощностью около 500 мВт, который работает в диапазоне 100 МГц. Входной микрофон подключен к

двухкаскадному модулятору на 2N3904 транзисторах, коэффициент усиления звука устанавливается сопротивлением резистора 5 кОм.

На транзисторе 7001 собран генератор, частота колебания которого определена настройкой контура из двух конденсаторов по 5 пФ и катушки индуктивности около 100 мГц.

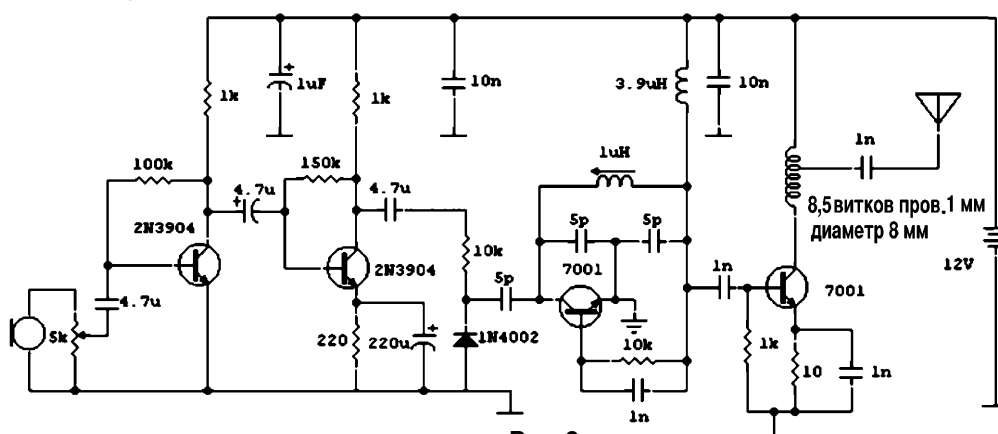


Рис.9

Звуковая модуляция осуществляется через конденсатор 5 пФ и резистор 10 кОм на включенный в контур генератора варикап 1N4002

Управление глубиной модуляции генератора осуществляется через дроссель 3,9 мГн, который имеет высокое сопротивление на радиочастоте.

Выходной каскад на транзисторе 7001 используется как усилитель мощности класса D, связь с антенной подбирается таким образом, чтобы избежать нелинейных искажений из-за возникновения сильно перенапряженного режима.

Кварцевый ЧМ передатчик с высоким КПД на 418,8 МГц представлен на сайте <http://www.tv-master.ru>.

Задающий генератор передатчика (рис.10) выполнен на транзисторе VT1. Его

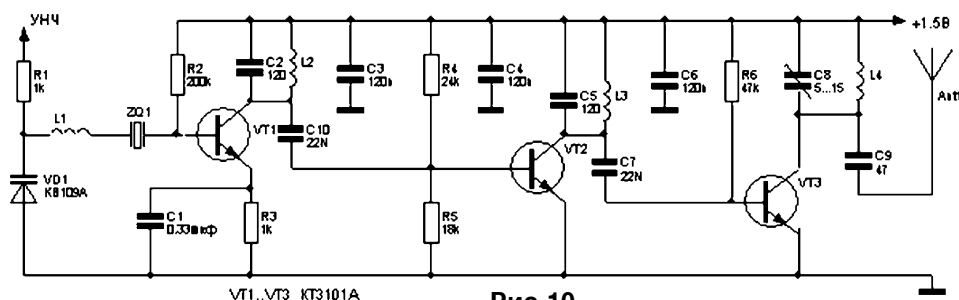


Рис.10

частота стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1 на частоту 69,8 МГц, который возбуждается на первой механической гармонике, Катушка L1 служит для установки глубины модуляции задающего генератора.

На транзисторе VT2 выполнен удвоитель частоты, выходной контур L2C5 которого настроен на 139,6 МГц. Каскад, выполненный на транзисторе VT3, является усилителем мощности, работающем в классе С, с выходного контура L4C8 которого выделяется шестая гармоника задающего генератора. Точная настройка на частоту 418,8 МГц осуществляется изменением емкости построечного конденсатора C8. Катушка L1 намотана проводом ПЭЛ - 0,1 мм на каркасе диаметром 1,5 мм и содержит 50 витков. Все остальные катушки - бескаркасные, намотаны на оправках диаметром 1,5 мм проводом ПЭВ - 0,25 мм. L2 содержит 14 витков, L3 - 8, L4 - 4 витка. Чтобы повысить КПД выходного каскада, можно выполнить посеребренным проводом того же диаметра.

Кварцованный передатчик на 433 МГц, 10 мВт, представленный на том же сайте <http://www.tv-master.ru>, аналогичен предыдущей схеме, только снижение по частоте позволило несколько упростить схему (рис.11).

Сигнал с микрофона, усиленный транзистором VT1, через резистор R4 подается на варикап VD1, который служит для модуляции кварцевого генератора, построенного на VT2. Модуляция производится затягиванием частоты кварца ZQ1 варикапом, емкость которого изменяется в такт входным сигналам. Рабочая точка варикапа определяется резистором R2. Катушка L1 компенсирует емкость варикапа в режиме отсутствия модуляции.

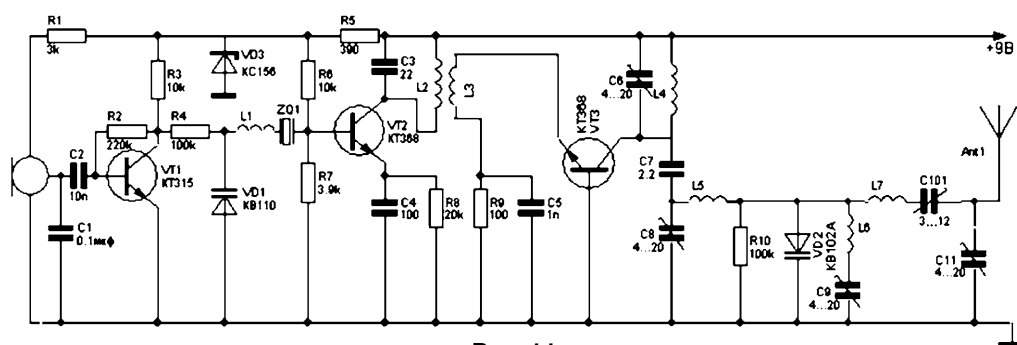


Рис.11

Выходной контур генератора L2C3 настроен на первую гармонику кварца 54 МГц. Каскад удвоения частоты, собранный на транзисторе VT3, работает по схеме с общей базой и индуктивно связан через катушку L3. Колебательный контур L4C6 в цепи коллектора транзистора настроен на частоту 108 МГц. Раскачку транзистора VT3 можно регулировать с помощью подстроечника катушек L2L3. Этот каскад одновременно работает и в качестве оконечного усилителя, работая в режиме С, а гармоника колебательного контура L4C6 управляет работой выходной цепи, которая

умножает частоту раскачки до 432 МГц. Умножение частоты в последнем каскаде производят варикапом VD2, работающим при связи по току (параллельное включение) в согласующей цепочке. Такая схема обеспечивает КПД порядка 55% и не требует жесткого выдерживания номиналов элементов.

Последовательный колебательный контур С8L5, настроенный на частоту 108 МГц, обеспечивает эффективную раскачку варикапа и за счет этого повышает КПД схемы. Сопротивление шунтирующего резистора R10 определяет рабочую точку варикапа, через него проходит ток, выпрямленный при детектировании. Его сопротивление, составляющее 30....200 кОм, подбирают опытным путем.

С помощью LC-цепочки L6C9 контур Целлера, настроенный на частоту 324 МГц, согласуются с выходом каскада, где происходит смещение частот, приводящее к суммированию и вычитанию высших гармоник. В результате дополнительно к составляющей высшей гармоники 4f2-432 МГц образуется дополнительная составляющая  $f2+3f2=108+324=432$  МГц, что еще больше повышает КПД выходной цепи. Необходимая высшая гармоника 432 МГц отфильтровывается цепочкой L7C10C11 и подается в антенну.

Чтобы оптимально настроить передатчик, все конденсаторы должны быть переменными, при этом можно использовать абсорбционный волномер, индикаторную лампочку (2,5 В, 0,7 А) с катушкой связи (2 витка) и измеритель напряженности поля. Настройка оконечного каскада должна выявить отсутствие каких-либо скачков (потребляемого тока, напряженности поля), которые являются признаком присутствия нежелательных колебаний. Резонансы во всех точках должны быть устойчивыми.

Для устранения нежелательных резонансов необходимо: 1) экранировать каскады для уменьшения паразитных связей; 2) изменять емкости блокировочных конденсаторов; 3) снижать рабочую добротность колебательного контура; 4) применять емкостные связи вместо индуктивных.

В качестве варикапа VD2 использовать приборы типов KB901, KB102, KB104, KB107, KB110. Антенна - кусок многожильного провода длиной 170 мм.

Катушка L1 имеет 15 витков провода ПЭВ 0,25 мм, намотанных на оправе 4 мм. Катушка L2 имеет 5 витков такого же провода, намотанных на каркасе диаметром 6 мм, поверх нее наматывают катушку L3 - 2 витка провода 0,25 мм. Внутри каркаса - ферритовый сердечник. Катушки L4, L5 имеют 3,5 и 7 витков соответственно, намотанных посеребренным проводом диаметром 0,36 мм на оправках диаметром 6 мм. Катушки L6, L7 имеют 3,5 и 2 витка соответственно, намотанных посеребренным проводом диаметром 0,56 мм на оправках диаметром 6 мм.

На том же сайте <http://www.tv-master.ru> находится схема радиопередатчика большой мощности с кварцевой стабилизацией частоты (рис.12). Его основные характеристики следующие:

- выходная мощность передатчика	0,5 Вт;
- диапазон звуковых частот по уровню -3 дБ	300-3000 Гц;
- ширина полосы излучения по уровню -30 дБ, не более	11 кГц;

# УКВ передатчики

- девиация частоты около 2,5 кГц;
- ток потребления, не более 90 мА;
- напряжение источника питания 9 В

Сигнал от конденсаторного микрофона со встроенным услителем (M1) поступает на прямой вход операционного усилителя DA1. К этому входу подключен делитель напряжения на резисторах R2 и R3, который создает половину напряжения питания на этом входе и, таким образом, позволяет ОУ работать с однополярным питанием. Между инвертирующим входом и выходом включена цепь R7C5C6, которая создает нужный коэффициент усиления и частотную характеристику усилителя. Этот усилитель работает как компрессор речевого сигнала, сжимая его динамический диапазон за счет каскада на транзисторе VT1. Выходное напряжение 3Ч усилителя детектируется диодами VD1 и VD2 в постоянное напряжение, отрицательное, которое воздействует на затвор транзистора VT1 и с увеличением уровня звукового сигнала увеличивает сопротивление канала этого транзистора.

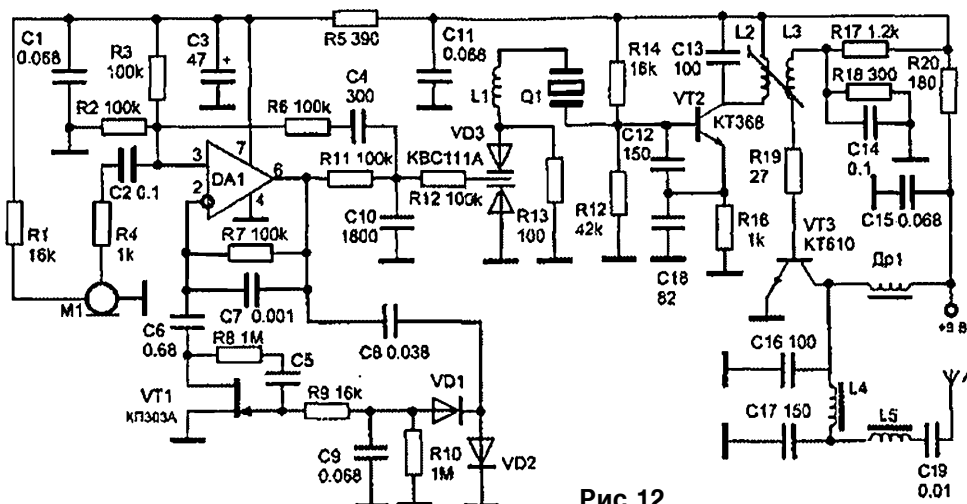


Рис. 12

В результате шунтирования инвертирующего входа конденсатором C6 изменяется коэффициент отрицательной обратной связи, что приводит к изменению коэффициента усиления ОУ. Выходное напряжение ОУ, равное половине напряжения питания, поступает через резисторы R11 и R12 на катоды варикапов VD3. Модулирующее напряжение 3Ч изменяется на катоде варикапов относительно этого напряжения смещения. Варикапная матрица VD3 включена между кварцевым резонатором и общим проводом. Изменение емкости варикапа приводит к некоторому изменению частоты резонатора. В этом процессе играет роль и индуктивность катушки L1. На транзисторе VT2 выполнен задающий генератор, частота в коллекторном контуре которого определяется включенным резонатором,



индуктивностью  $L1$  и емкостью  $VD3$ . Контур  $L2C13$  в коллекторной цепи этого транзистора настроен на середину выбранного диапазона, и на нем выделяется частотно-модулированное напряжение  $BЧ$  с частотой резонатора  $Q1$ . Это напряжение через катушку связи  $L3$  поступает на выходной каскад, выполненный на транзисторе  $VT3$ . Катушка включена в цепь смещения базы этого транзистора  $R17R18$ , которая создает рабочую точку выходного каскада. Усиленное и промодулированное по частоте напряжение  $BЧ$  выделяется на коллекторе  $VT3$ . Затем через ФНЧ и удлинительную катушку это напряжение поступает в антенну. ФНЧ на катушке  $L4$  и конденсаторах  $C16$  и  $C17$  служит для подавления гармоник и согласования выходного сопротивления каскада на транзисторе  $VT3$  с входным сопротивлением антенны. Катушка  $L5$  вводит дополнительную индуктивность в цепь антенны и, таким образом, увеличивает ее эквивалентную длину, приближая к четвертьволновой. В результате отдача сигнала в антенну увеличивается. Конденсатор  $C19$  исключает выход из строя транзистора  $VT3$  от случайного замыкания антенны с общим проводом или цепью питания.

Все высокочастотные катушки передатчика выполнены на одинаковых каркасах диаметром 7 мм с сердечниками из феррита 100ВЧ диаметром 2,8 мм. Катушка передатчика  $L2$  имеет 6 витков,  $L3$  - 3 витка,  $L4$  - 8 витков,  $L5$  - 20 витков провода ПЭВ 0,2. Катушка  $L1$  - дроссель ДМ-0,06 16 мкГн. Настройку передатчика производят традиционным способом, контролируя вырабатываемую им напряженность поля с помощью волномера или ВЧ осциллографа с проволочной рамкой на входе.

Передатчик на 10 Вт, работающий на частоте 68,94 МГц, представлен на том же сайте <http://www.tv-master.ru>.

Схема передатчика (рис.13) соединяется со схемой ЧМ модулятора (рис.14) в точке А. Далее в качестве нагрузки подключается антенна и к общему проводу две лампы 6,3 В 0,22 А, соединенные последовательно.

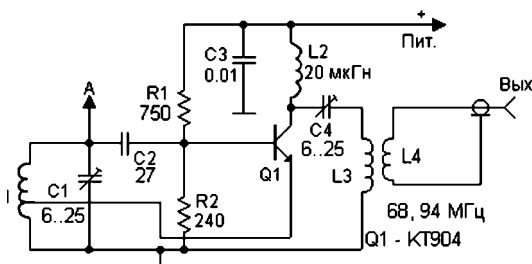


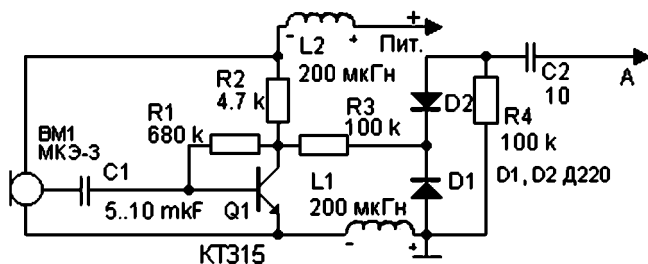
Рис.13

Подключите питание 5 В. Отключите контур  $L1C1$ , вместо него подайте на вход сигнал с УКВ генератора. Проверьте волномером частоту выходного сигнала (если его нет или она отличается от установленной на генераторе, то подстройте конденсаторы и катушки выходного контура).

Соедините контур  $L1C1$  и повышайте напряжение питания. Должна возникнуть автогенерация уже при 5 В, если не возникает, то переместите эмиттер по катушке на 0,5...2 витка, ток при этом равен 250 мА.

Не поднимайте напряжение выше 20 В при токе 750 мА, выходная мощность будет 8...10 Вт. Подстройте все контура, проверяя частоту по волномеру.

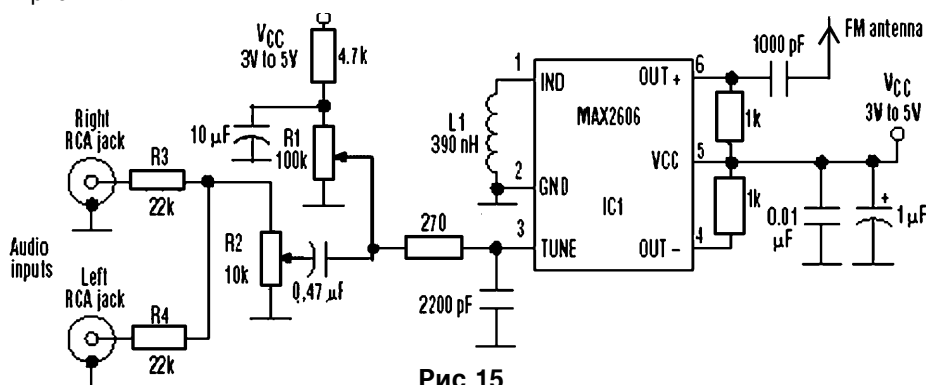
При навесном монтаже прямо на радиаторе выводы деталей должны быть как



Частотный модулятор настраивают, подбирая R1, когда напряжение на коллекторе Q1 станет равным половине питающего. Также может потребоваться подключение точки А к части витков L1.

В схеме частотного модулятора транзистор Q1 KT315, D1, D2 - варикапы KB102Д или диоды Д220. BM1 - электретный микрофон МКЭ-3.

В заключение дадим две схемы передатчиков на микросхемах. Одна из них - разработка, опубликованная в журнале ED Nov 6, 2000. Схема передатчика на одной микросхеме (**рис.15**) предназначена для ретрансляции музыкальных программ с домашнего аудиокomплекса во двор, где можно принимать их на персональный приемник.



**Рис.15**

Микросхема IC1 типа MAX2606 - это управляемый напряжением генератор со встроенным варакторным диодом. Его номинальная частота колебания установлена катушкой индуктивности L1. При использовании катушки номиналом 390 нГн частота

передатчика устанавливается в районе 100 МГц.

Потенциометр R1 позволяет выбрать канал передачи, далекий от местных радиостанций, перестраивая частоту в пределах диапазона 88...108 МГц. Коэффициент усиления по мощности приблизительно равен -21 дБ/м при 50-омной нагрузке, в то время как разрешенной у нас является мощность излучения ниже 10 дБ/м в УКВ диапазоне.

Суммированные на потенциометрах R3 и R4 звуковые сигналы правого и левого стереоканалов домашней аудиосистемы уменьшены потенциометром R2, который служит для управления громкостью сигнала при модуляции сигнала радиочастоты. Сигналы с уровнем более 60 мВ могут давать искажения, поэтому потенциометр R2 уменьшает сигнал ниже этого уровня.

В отсутствие стандартной УКВ антенны, провод длиной 75 см вполне сойдет как антенна. Для лучшего приема приемная антенна должна быть установлена параллельной антенне передающей.

Микросхема IC1 работает на единственном напряжении питания величиной 3...5 В. Рекомендуется, чтобы питающее напряжение было регулируемым для обеспечения возможности минимизации дрейфа частоты и уровня шумов.

Другой передатчик на микросхеме Motorola MC2833 представлен все на том же сайте <http://www.tv-master.ru>. Схема передатчика с ЧМ модуляцией (рис.16) имеет

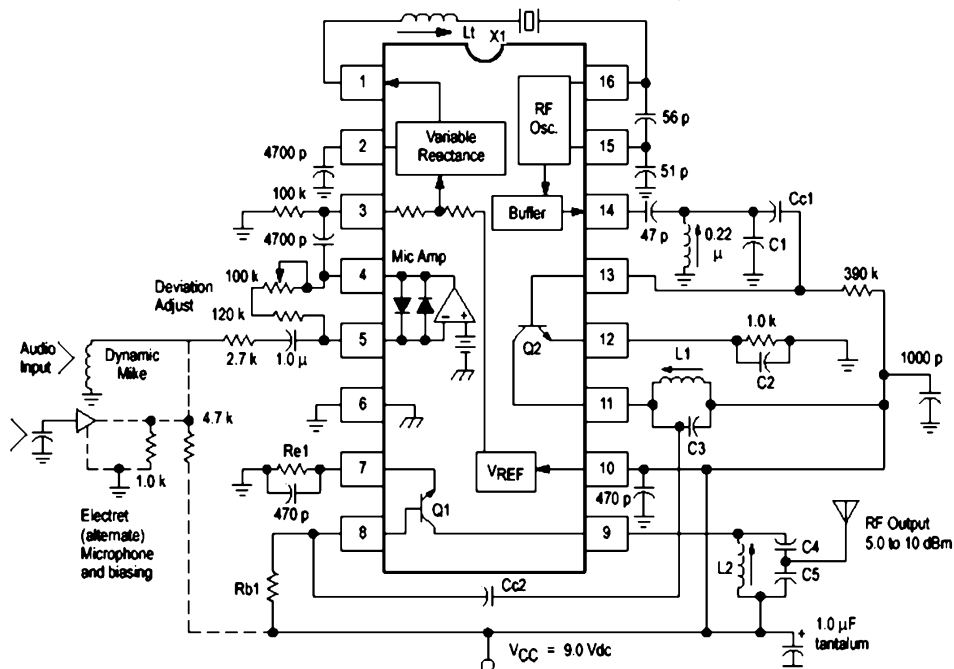


Рис.16

#### УКВ передатчики

такие характеристики:

- рабочая частота 65-108 МГц;
- напряжение питания 2,8-9 В;
- потребляемый ток 3 мА;
- дальность 25...300 м;
- окружающая температура -30...+75°.

Наладка производится с помощью включенного и настроенного на предполагаемую частоту приемника. Плавно изменяя расстояние между витками L1 любым диэлектриком, нужно настроить передатчик на частоту приемника. Если динамик приемника расположен вблизи микрофона, то появится сильный акустический резонанс (свист).

Конденсатор C9 нужно настроить по максимуму излучения. Для 88...96 МГц L1 - 10 вит., а L2 - 11 вит. провода 0,8 мм, диаметр намотки 3,5 мм. Для 65...74 МГц L1 - 12...13 вит.

Микрофон любой электретный. Для различных типов микрофонов можно подобрать R6 по лучшему звучанию, но не следует поднимать напряжение на микрофоне более 2 В. Собранный плату (рис.17) целесообразно экранировать.

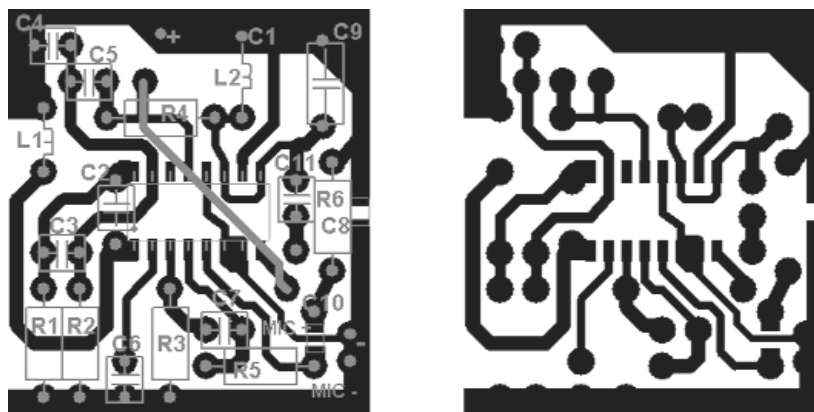


Рис.17

Более сложная схема ЧМ передатчика, предназначенного для трансляции стереопрограмм, представлена на сайте <http://www.tv-master.ru>. Схема достаточно сложная на вид (рис.18), тем не менее проста в наладке.

Передатчик работает в УКВ диапазоне. В зависимости от емкости конденсатора C12 2...45 пФ его частота может изменяться от 70 до 130 МГц. В качестве стереокодера используется специализированная микросхема BA1404.

Катушка L1 содержит 5 витков провода диаметром 0,8 мм. Намотана на оправке диаметром 5 мм и длиной 5 мм. Катушка L2 содержит 5 витков провода диаметром 0,5 мм. Намотана на оправке диаметром 5 мм и длиной 10 мм.

Лампочки LP1 и LP2 номиналом 12 В/40 мА.

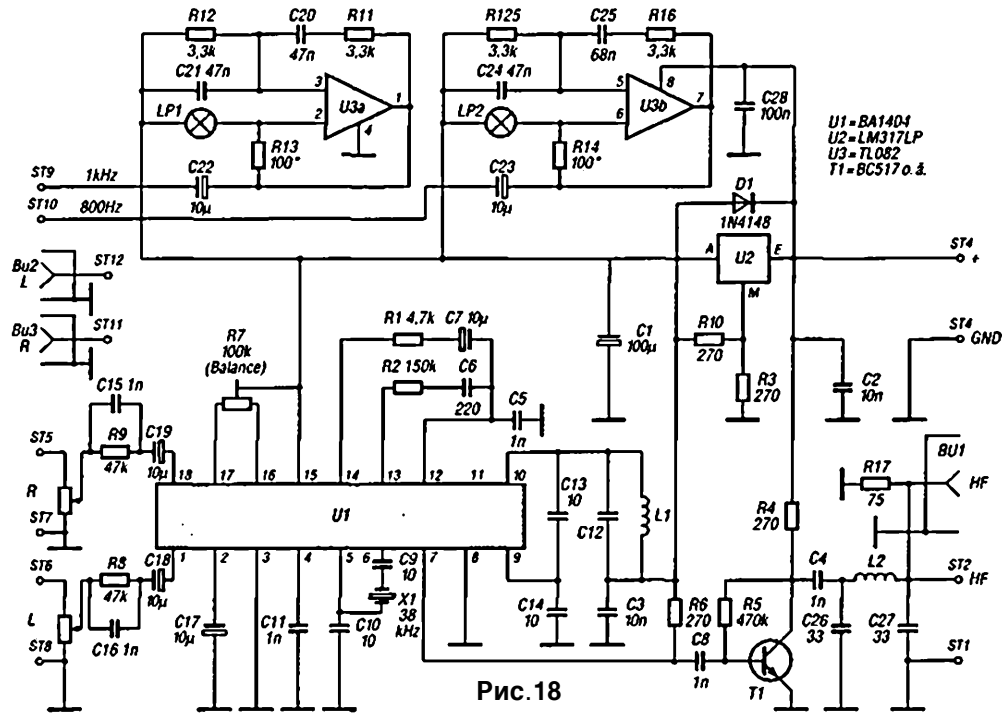


Рис.18

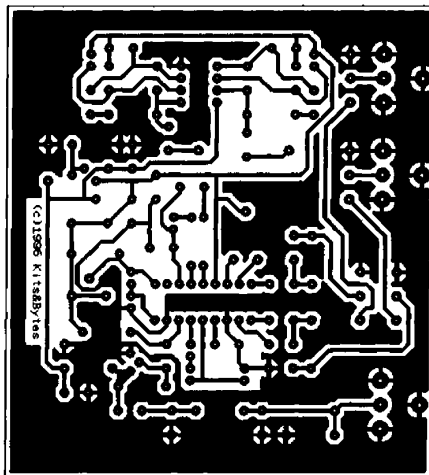


Рис.19

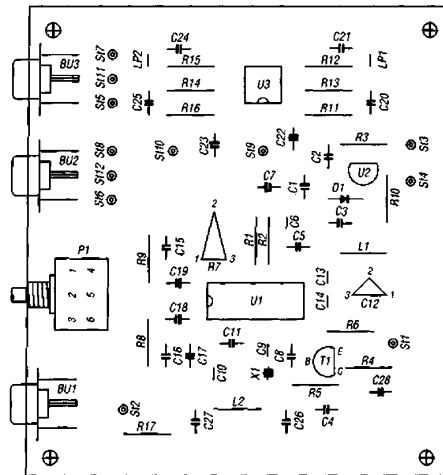


Рис.20

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NK024	Проблесковый маячок на светодиодах	24	AK076	Высокочастотный пьезоизлучатель	34
NK027	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/2 А	49	AK079	Миниаторный пьезоизлучатель	28
NK028	Ультразвуковой свисток для собак	53	AK095	Инфракрасный отражатель	25
NK029	Проблесковый маячок (технология SMD)	28	AK109	Датчик для охранных систем	34
NK030	Стереосигнализатор НЧ 2,8 Вт	94	AK110	Датчик для охранных систем (торцевой)	30
NK037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/4 А	62	AK157	Ультразвуковой пьезоизлучатель	70
NK040	Стереосфонический усилитель НЧ 2,5 Вт	66	AK035	Ультразвуковой модуль для отпугивания грызунов	49
NK045	Сетевой фильтр	46	AK056	Экранирующий модуль для акустических систем (модуль)	46
NK050	Регулятор скорости вращения мини-дрели 12 В/50 А	55	AK063	Универсальный усилитель НЧ 3,5 В (модуль)	56
NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	23	NK071	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В (модуль)	89
NK052	Электронный репеллент (отпуг. насекомых-паразитов)	24	NK072	Универсальный усилитель НЧ 18 Вт (модуль)	82
NK082	Комбинированный набор (термо-, фотореле)	52	NK074	Регулируемый модуль питания 1,2...30 В/2 А	73
NK083	Инфракрасный барьер 50 м	87	NK075	Универсал. ультразвук. отпуг. насекомых и грыз. (мод)	122
NK089	Фотореле	44	NK077	Имитатор лая собаки (модуль)	73
NK092	Инфракрасный прожектор	78	NK080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (мод.)	90
NK106	Универсальная охранный система	97	NK081	Соглас. трансформатор для пьезоизлучателя (мод.)	40
NK112	Цифровой электронный замок	94	NK084	Универсальный усилитель НЧ 12 Вт (модуль)	63
NK117	Индикатор для охранных систем	25	NK107	Стац. ультразвук. отпугив. насекомых и грызунов (модуль)	72
NK121	Инфракрасный барьер 18 м	79	NK113	Таймер 0...30 минут (модуль)	65
NK126	Сенсорный выключатель	59	NK119	Модуль индикатора охранных систем	36
NK127	Передачик 27 МГц	73	NK152	Блок защиты электроприборов от молнии (модуль)	45
NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1,5 А	99	NK153	Индикатор микроволновых излучений (модуль)	45
NK133	Автомобильный антенный усилитель 12 В	28	NK156	Автомобильная охранный сигнализация (модуль)	83
NK135	Звуковой сигнализатор уровня воды	29	NK284	Детектор инфракрасного излучения (модуль)	49
NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	60	NK286	Модуль управления охранными системами	203
NK138	Антенный усилитель 30...350 МГц	63	NK287	Имитатор видеокамеры наружного наблюдения (мод.)	56
NK139	Конвертер 100...200 МГц	121	NK290	Генератор ионов (модуль)	130
NK140	Мостовой усилитель НЧ 200 Вт 1	65	NK301	Лазерный излучатель (модуль)	151
NK141	Стереодекoder	48	NK302	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В	80
NK143	Юный электротехник	58	NK304	4-кан. ЛРТ-коммутатор для упр. шаговым двиг. (мод.)	101
NK145	Звуковой сигнализатор уровня воды (SMD)	40	NK305	Программируемое устр-во упр. шагов. двиг. (мод.)	136
NK147	Антенный усилитель 50...1000 МГц	65	NK306	Модуль управления двигателем постоянного тока	97
NK148	Буквенно-цифровой индикатор на светодиодах 12 В	59	NK308	Программируемое устр-во упр. шагов. двиг. (мод.)	131
NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором	71	NK317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц	165
NK150	Программируемый 8-канальный коммутатор	188	NK318	Модуль защиты автомобильного аккумулятора	67
NK289	Преобразователь пост. напряж. 12 В в 220 В/50 Гц	72	NK319	Модуль защиты от накипи	52
NK291	Сигнализатор задмыленности	65	NK321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц	60
NK292	Ионизатор воздуха	71	NK324	Программируемый модуль 4-канального ДУ 433 МГц	195
NK293	Металлоискатель	56	NK324/перед.	Дополнительный пульт для МК324	113
NK294	6-канальная светомуз. приставка 220 В/500 Вт	124	NK324/прием.	Дополнительный приемник для МК324	80
NK295	"Бегущие огни" 220 В 10 100 Вт	83	NK325	Модуль лазерного шоу	107
NK297	Стробоскоп	75	NK326	Декод. VIDEO-CD (ELE-680-M1-VCD MPEG-card) (мод.)	269
NK298	Электрошок	139	NK328	Телеграфный манипулятор "ЭКЛИПС"	340
NK299	Устройство защиты от накипи	37	NK330	Радиоуправляемое реле 433 МГц (220 В/2,5 А) (модуль)	239
NK300	Лазерный световой эффект	140	NK350	Отпугиватель грызунов "ТОРНАДО" (модуль)	174
NK303	Устройство управления шаговым двигателем	83	NK001	Преобразователь напряжения 12 В в 6...9 В/2 А	38
NK307	Инфракрасный секундомер с ИК световым барьером	140	NK002	Сирена воздушной тревоги 2 Вт	28
NK307A	Дополнительный инфракрасный барьер для НК307	80	NK004	Стабилизированный ист. питания 6 В - 9 В - 12 В/2 А	59
NK314	Детектор лжи	36	NK005	Сумеречный переключатель	55
NK315	Отпугиватель кротов на солнечной батарее	84	NK005/в кор.	Сумеречный переключатель с корпусом	73
NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	56	NK008	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В	58
NK340	Компьютерный программируемый "Лазерный эффект"	159	NK010	Регулируемый источник питания 0...12 В/0,8 А	38
NM1012	Стабилизатор напряжения 6 В/1 А	33	NK014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003)	69
NM1013	Стабилизатор напряжения 9 В/1 А	40	NK017	Преобразователь напряж. для питания люмин. ламп	63

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.
NS031	Электронная 4-голосная сирена 8 Вт	86	PR016	Осцилл. цифр. ручн. 2-кан. S2405 (5 МГц),	2988
NS041	Предварительный усилитель	63			
NS047	Генератор импульсов прямоуго. формы 250 Гц...16 кГц	72			
NS053	Биполярный источник питания 40 В/8 А	144			
NS061	Телефонный усилитель	99			
NS062	Стабилизатор напряжения 12 В/1 А	63			
NS065	Радиоприемник УКВ	104			
NS070	Регулятор скорости работы автостеклоочистителей	85			
NS093	Блок защиты акустических систем	65			
NS099	Блок задержки	49			
NS159	Световой переключатель	90			
NS162	Блок защиты акустических систем 1...100 Вт	77			
NS164	Регулятор мощности 220 В/800 Вт	96			
NS165	Стробоскоп	159			
NS167	Ультразвуковой радар (10 м)	141			
NS169	Стабилизатор напряжения 5 В/1 А	55			
NS170	Стабилизир. источник пост. напряжения 12 В/0,5 А	72			
NS172	Автоматический фотоувеч. выключатель сети	81			
NS173	Охранная сигнализация дома/магазина	222			
NS178	Индикатор высокочастотного излучения	102			
NS182.2	4-кан. часы-таймер-терморег. с пам. и исполн. устр.	192			
	Приборы				
PR001	Частотомер DVM13MFC, Velleman	2880			
PR002	Функц. генератор (до 2 МГц) DVM20FGC, Velleman	4800			
PR003	Функц. генератор (до 2 МГц) PG310, Velleman	3348			
PR004	Мультиметр цифровой DVM1090, Velleman	390			
PR005	Мультиметр цифровой DVM300, Velleman	114			
PR006	Мультиметр аналоговый DVM810, Velleman	54			
PR007	Мультиметр цифровой DVM830L, Velleman	84			
PR008	Мультиметр цифровой DVM850BL, Velleman	150			
PR009	Мультиметр цифровой DVM890, Velleman	396			
PR010	Мультиметр цифровой DVM990BL, Velleman	474			
PR011	Осцилл. цифр. 2-кан. AHS230 (30 МГц), Velleman	4992			
PR012	Осцилл. ручной HPS10, без адапт. лит. Velleman	1998			
PR013	Осцилл. ручной HPS40, без адапт. лит. Velleman	2988			
PR014	Осцилл. цифр. 2-кан. с адапт. лит. Velleman	3996			
PR015	Осцилл. цифр. ручн. 2-кан. S2401 (1 МГц)	2460			

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 пальника собрать готовое устройство. Если все собрано правильно, устройство заработает сразу без последующих настроек. Если в названии набора стоит обозначение "модуль", значит, набор не требует сборки и готов к применению.

Вы имеете возможность заказать эти наборы и готовые измерительные приборы через редакцию. Стоимость, указанная в прайс-листах, не включает в себя почтовые расходы, что при общей сумме заказа от 1 до 49 грн. составляет 5 грн., от 50 до 99 грн. - 8 грн., от 100 до 149 грн. - 10 грн., от 150 до 199 грн. - 13 грн., от 200 до 500 грн. - 15 грн., от 500 до 699 грн. - 20 грн., от 700 до 999 грн. - 25 грн.

Для получения заказа Вам необходимо прислать заявку на интересующий Вас набор по адресу: "Издательство "Радиоаматор" ("МАСТЕР КИТ"), а/я 50, Киев-110.

Подоробную інформацію Ви 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, 2004г. 304с.	27.00
Импульсные источники питания телевизоров. Янковский С.М., Н.ИТ, 2003г. 380с.	34.00
Импульсные блоки питания для IBM PC. Ремонт и обслуживание.-М.: ДМК, 2002г., 120с. А4	26.00
Источники питания видеомагнитофонов и видеоплееров. Виноградов В.А., 256с. А4	14.00
Источники питания видеомагнитофонов. Энциклоп. заруб. ВМ. Н.ИТ, 2001г., 254с. А4+сх.	29.00
Источники питания моноблоков и телевизоров. Лукин Н.В. Н.ИТ., 136с. А4	14.00
Источники питания ПК и периферии. Кучеров Д.П., С.-П., Н.ИТ, 2002г., 384с.	37.00
Зарубежные электромагнитные реле. Справочник. Вовк П.Ю., 2004г., 382с.	44.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды А...З. Справочник. Изд. 2-е пер. и доп., 2003г., 760 с.	54.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды О...9. Справочник. Изд. 2-е перераб. и доп., 2004г., 556с.	45.00
Микроконтроллеры для видео- и радиотехники. Вып. 18. Спр.-М. Додэка, 2001г., 208 с.	24.00
Микросхемы для современных импортных ВМ и видеокамер. Вып. 5. Справочник - М.: Додэка, 288с.	24.00
Микросхемы для совр. импортных телевизоров. Вып. 4, 16 Справочник.-М.: Додэка, 2003г., 288с.	по 24.00
Микросхемы современных телевизоров. "Ремонт" №33 М.: Солон, 2008 с.	15.00
Применение телевизионных микросхем. Т.1. Корякин-Черняк С., Спб.: Н.ИТ, 2004г., 316с. + схемы	39.00
Микросхемы для аудио и радиоаппаратуры. Вып. 17, 19, 21. Спр.-М. Додэка, 2002г. по 288 с.	по 25.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервис-системы. Справочник. Н.ИТ, 2003 г., 268с.	42.00
Микросхемы для телефонии. Выпуск 1. Справочник.-М.: Додэка, 256с. А4	16.00
Микросхемы для соврем. импортной автоэлектроники. Вып. 8. Спр.-М.: Додэка, -288 с.	24.00
Микросхемы соврем. заруб. усилителей низкой частоты. Вып. 7, вып. 9. Спр. По 288 с.	по 24.00
Микросхемы для импульсных источников питания. Вып. 20. Спр., 2002г.-288 с.	24.00
Микросхемы для управления электродвигателями. Вып. 12, 14. М.: Додэка, 2000 г., по 288 с.	по 26.00
Интегральные микросхемы. Операционные усилители и компараторы. Справочник. М.: Додэка, 560с., А4	43.00
Цифровые КМОП микросхемы. Партала О.Н. - Н.ИТ, 2001 г., 400 с.	24.00
Проекты и эксперименты с КМОП микросхемами. Генераторы, звук, и свет. сигнализ., таймеры, инверторы.	28.00
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
Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. М.: Додэка, 2004г., 288 с.	41.00
Микроконтроллеры семейства SX фирмы "SCENIX". Филип Андре. М.: Додэка, 272с.	27.00
Программируемые контроллеры. Петров И.В., М.: Солон, 2004г., 256с.	29.00
Справочник по PIC-микроконтроллерам. Майкл Предко. М.: ДМК, 2004г., 512с.	43.00
Самоучитель по микропроцессорной технике. Белов А.В., К.: Н.ИТ, 2003г., 224с.	20.00
Интегральные микросхемы. Перспективные изделия. Вып. 1, 2. -М.: Додэка, по 64 стр.	по 5.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Серии К1044-1142 М."Радиософт". 2000г.	35.00
Телевизионные микросхемы. Справочник Т.1 ИМС обработки ТВ сигналов. Н.ИТ, 2004г., 286с.	29.00
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. М.: Альтекс, 2003г., 224с.	23.00
Полупроводниковые приборы. Справочник. (Варианты, излучатели, диоды, тиристоры и пр.) Перельман Б.Л.	20.00
Путеводитель по электронным компонентам. Жан-Франсуа Машу. М.: Додэка, 176с.	19.00
Взаимозамена японских транзисторов. Донец В. - М.: Солон, 368с.	24.00
Цвет, код, символика электронных компонентов. Нестеренко И.И., -М.: Солон, 2002г., 216с.	18.00
Маркировка радиоэлектронных компонентов. Карманный справочник. Нестеренко И.И., 2004 г., 164 с.	18.00
Маркировка электронных компонентов. Изд. 8-е испр. и дополн. "Додэка" 2003г., 208 с.	17.00
Маркировка и обозначение радиоэлементов. Мукосеев В.В., М.-ГЛ-Телеком, 2001г., 352 с.	29.00
Зарубеж. диоды и их аналоги.. Хрулев А. Справ. 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
Видеокамеры. Партала О.Н., Н.ИТ, 192 с. + схемы	14.00
Видеомагнитофоны серии ВМ. Изд. дораб. и доп. Янковский С. Н.ИТ., 2000г.-272с. А4+сх.	29.00
Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах. М.: Додэка, 2002г., 256с.	19.00
Схемотехника CD-проигрователей. Авраменко Ю.Ф., С.-П.: Н.ИТ., 2003г., 192с.	27.00
Интегральные усилители НЧ. Изд. 2-е перераб. и дополн. Герасимов В., Н.ИТ, 2003г., 522с.	42.00
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: Н.ИТ, 2004г., 268с.	24.00
Электроника. Полный курс лекций. Пряшников В.А. 4-е изд., М.: КОРОНА принт, 2004 г., 416с.	39.00
Краткий справочник по электронике. Грабовски Б., изд-е 2-е испр., ДМК, 2004г., 416с.	32.00
В помощь радиолюбителю: 100 неисправностей телевизоров. Ж. Лоран, ДМК, 2004г., 256с. + ил.	29.00
Основы телевизионной техники. Лузин В., М.: Солон, 2003г., 432с.	33.00
360 практических неисправностей. Записки телемастера. Назаров В.В. М.: Солон, 2004г., 288с.	29.00
Телевизоры: ремонт, адаптация, модернизация. Саулов А.Ю., С-Пб.: Н.ИТ, 2004г., 286с.	23.00
Модернизация телевизоров З...5УСЦТ. Пашкевич Л.Н., Н.ИТ., 2001 г. 316с.	24.00
"Чистый звук" твоего телевизора. Справочное пособие. Гайдель Э., 2002г., 176с.	19.00
Цифровая электроника. Изд-е 2-е дополн. Партала О.Н., Н.ИТ, 2001 г. - 222 с.	19.00

### 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 необходимо указать свой номер факса, почтовый адрес, ИНН и № с-ва плат. налога.

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

## Книга-почтой

Практическая автоматика. Справочник. Кисаримов Р.А., М.: Радиософт, 2004г., 192с.	21.00
Справочник электрика. Кисаримов Р.А. 2-е издание, 2004г., 512с.	28.00
Справочник домашнего электрика. Изд-е 2-е дополн. и исправл. Корякин-Черняк С., СПб:НиТ, 2004г., 476с.	35.00
Силовая электроника для любителей и профессионалов. Семенов Б.Ю.-М.:Солон, 2001г., 336с.	20.00
Теория и расчет многообмоточных трансформаторов. Хныков А.В. М.:Солон, 2002г., 112с.	14.00
Современные радиотелефоны. Panasonic, Premier, Harvest, SANYO, SENA0. 2004г., 350с. + схемы	44.00
Схемотехника автоответчиков. Зарубеж. электроника. Брускин В.Я.-К.: НиТ, 176 с. А4+сх.	10.00
Абонентские телефонные аппараты. Корякин-Черняк С.Л., Изд. 5-е доп. и перераб., 2003г., 368с.	33.00
Электронные телефонные аппараты. Котенко Л.Я. Изд 3-е. перер. и доп.-К.:НиТ, 2003г., 270с.	29.00
Радиолобительские устройства телефонной связи. Евсеев А.Н. М.:РиС, 2000г., 112с.	15.00
Радиостанция своими руками. Шмырев А.А., НиТ, 2004г., 142с.+сх.	16.00
КВ-приемник мирового уровня Кульский А.Л. -К.:НиТ, 2000 г. 352с.	16.00
Антенны КВ и УКВ. Компьютерное моделирование NMANA. Гончаренко И.М.:Радиософт, 2004г., 128с.	17.00
Антенны. Городские конструкции. Григоров И.Н., М.:Радиософт, 2003г., 304с.	39.00
Мини-система кабельного телевидения. Куаев А.А., -М.Солон, 2002 г. 144с.	14.00
Электроника для рыболова. Шелестов И.П. М.:Солон, 2001г. 208 с.	17.00
Техника электролова рыбы. Ходырев В.В., 2003 г., 144 с.	7.00
Металлоискатели для любителей и профессионалов. Саулов А.Ю., НиТ, 2004г., 220с.	24.00
Металлоискатель для поиска кладов и цветных металлов. Жизненный опыт и схема прибора. 2003г., 68с.	23.00
Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий. Щедрин А.И., ГЛ-Телеком, 2003г., 176с.	29.00
Электронные эксперименты для изучения паранормальных явлений. Ньютон С. Брага, М.:ДМК, 2004г., 304с.	35.00
500 схем для радиолубителей. Приемники. Семьян А.П., 2004г., 188с.	17.00
Настольная книга радиолубителя-конструктора. Николаенко М.Н., М.: ДМК, 2004г., 280с.	25.00
Оригинальные схемы и конструкции. Творим вместе! (Рупорные АС, металлоискатели и пр), 2004г., 200с.	29.00
Звуковая схемотехника для радиолубителей. Петров А.Н. НиТ, 2003г., 400с.	28.00
Современный тюнер конструируем сами:УКВ стерео-микроконтроллер. Семенов Б., Солон, 2004г., 352с+CD	39.00
Практическая схемотехника. Кн.2. Источники питания и стабилизаторы. Шустов М.А. 2002г.	19.00
Проектируем и строим осциллограф. Городецкий И.В., М.:Солон, 2002г.	11.00
Радиоэлектроника в конструкциях и увлечениях. Пестриков В.М., СПб:НиТ, 2004г., 234с.	24.00
Радиолубительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Заец Н.И., М.:Солон, 2003г. 368с.	39.00
Радиолубительская азбука. т.1: Цифровая техника. Колдунов А.С., М.:Солон, 2003г., 272с.	29.00
Современные радиотехнические конструкции (терморегуляторы, ист. пит., автосигн. и пр.) М.:Солон, 2004г.	29.00
Секреты зарубежных радиосхем. Учебник-справочник для мастера и любителя. Москва, 2004г., 112с.	12.00
Конструкции и схемы для прочтения с паяльником. Кн.1, Кн.2, Гриф А. 2002г., 288, 328с.,	по 20.00
Юному радиолубителю для прочтения с паяльником. Мосягин В., М.:Солон., 2003г., 208с.	17.00
Электронные самоделки для быта, отдыха и здоровья. М.Заец, М.: Солон, 2004г., 304с.	39.00
Автосигнализации от А до Z. Корякин-Черняк С.Л., СПб.: НиТ, 2002г., 336с.	34.00
Защита автомобиля от угона. Бирюков С.В. СПб.:НиТ, 2003г., 176с.	16.00
Кабельные изделия. Справочник. Алиев И. М.:Радиософт, 2002г., 224с.	25.00
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. Никамин В. 2002г. 224с.	29.00
Выбор и модернизация компьютера. Анатомия ПК. Кутузов М., Питер, 2004г., 320с.	17.00
Проектирование схем на компьютере. Васильченко Е.В., М.:Солон, 2004г., 528с.	55.00
Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования. Бабич Н.П., К.:МК-Пресс, 2004г., 578с.	54.00
История Украины. Учебное издание. Радченко Л.А., Семененко В.И., К.:Радиоаматор, 2004г., 520с.	29.00
Компакт-диски	
CD-R "РАДИОАМАТОР за 11 лет" "РА"-1999 - 2003г.г.+ "Э" "К"-2000-2003г.г.(160 номеров + 3 книги)	40.00
Журналы	
"Радиоаматор" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2004г.	по 7.00
"Электрик" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,4,6,7,8,9,10 за 2004г.	по 5.00
"Блокнот "Радиоаматора" журнал №2,3,4,5,7,8-9,10 за 2004г.	по 5.00
"Радиокomпоненты" журнал №1,2,3,4 за 2001г., №1,2,3,4 за 2002г., №1,2,3,4 за 2003г., №1,2,3 за 2004г.	по 5.00

### 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 открытом талоне почтового перевода четко укажите свой обратный адрес и название заказываемой Вами книги.

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.

**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.**