

# БЛОКНОТ "РАДІОАМАТОРА"



№ 6  
ІЮНЬ  
2004

Київ    Видавництво "Радиоаматор"

## Индекс 08043

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

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

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

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

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

Рисунки принимаются в бумажном и электронном виде. Эскизы и чертежи должны выполняться аккуратно, с использованием чертежных инструментов, черными линиями на чистом белом фоне с увеличением в 1,5-2 раза. Фотографии должны быть размерами не менее 15х13 см в оригинальном виде, ксерокопии фотографий не принимаются. В электронном виде рисунки выполняются в любом из графических редакторов под Windows. Графические файлы должны иметь расширения \*.cdr (v. 5-10), \*.tif (300 dpi, M1:1), \*.psx (300 dpi, M1:1), \*.bmp (72 dpi, M4:1). Схемы и печатные платы, выполненные в программах автоматизированного проектирования и конструирования, должны быть экспортированы в один из указанных выше графических форматов.

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

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

Файлы статей принимаются по адресу электронной почты [ra@sea.com.ua](mailto:ra@sea.com.ua) с указанием предмета письма "статья".

**Радіоаматор**



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

\*\*\*

**Редактор Ульянов Г.А.**

**Адреса редакції**

Київ, вул. Нагірна, 25, к. 710

**Для листів:**

а/с 50, 03110, Київ-110, Україна

**тел/факс** (044) 219-30-15

[ra@sea.com.ua](mailto:ra@sea.com.ua)

<http://www.ra-publish.com.ua>

**Видавець:**

**Видавництво "Радіоаматор":**

Директор Ульянов Г.А.

[ra@sea.com.ua](mailto:ra@sea.com.ua)

А.М. Зинов'єв, літ. ред. т. 213-09-83

Т.П. Соколова, тех. директор

С.В. Латиш, реклама,

т/ф (044) 219-30-20, [lat@sea.com.ua](mailto:lat@sea.com.ua)

В.В. Моторний, передплата і

реалізація, т/ф (044) 219-30-20,

[val@sea.com.ua](mailto:val@sea.com.ua)

**Адреса видавництва "Радіоаматор":**

Київ, Солом'янська вул., 3, к. 803

**Підписано до друку** 7.06.2004 р.

Дата виходу в світ 25.06.2004

**Формат** 60x84/16

**Ум. друк. арк.** 4,54

**Облік. вид. арк.** 4,35

**Індекс** 08043.

**Тираж** 1000 прим. **Зам.** 08/06/04

Ціна договірна.

**Віддруковано** з комп'ютерного набору  
в друкарні ЧП "Колодй", 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.

© Видавництво «Радіоаматор», 2004

## Оглавление

УКВ приемники .....	2
Задающие генераторы .....	22
Пробники .....	40
Справочник БР .....	21, 38
Полезная информация:	
Управляемые регуляторы-замена	
стабилитронам .....	19
Антикрит - "молечайзер" .....	58
Электронные наборы	
для радиолюбителей .....	60
Книга-почтой .....	63

### ОТ РЕДАКТОРА

Летнее время приносит свои радости и заботы, для многих наступает пора сельскохозяйственных работ, которые оттесняют на второй план даже самое любимое увлечение. Но мы стараемся в любых условиях выполнить свою задачу: облегчить жизнь наших читателей, давая им максимум необходимой информации практического характера. Остальное, т.е. использование ее по назначению, уже зависит от каждого, кто может сам со схемой и паяльником в руках сделать маленькое чудо - заставить пригоршню радиодеталей стать работающим устройством.

Подборка тематики в каждом номере БР отвечает главным направлениям радиолюбительской деятельности. Первое - это устройства гармонических колебаний низкой и высокой частоты, второе - электроника и третье - практика в виде измерительных приборов, методов поиска неисправностей, современных технологий и т.п.

Прошло уже полгода существования БР, темы, предложенные ранее, выполняются в полном объеме, однако приходят письма, в которых читатели просят осветить темы, которые их интересуют больше всего. Чаще всего, это уже запланированные темы, о которых было объявлено в журналах "РА" и "Электрик", а читатели БР пропустили эти номера. Для тех, кто интересуется, мы повторим темы на второе полугодие в следующем выпуске БР 7/04, а для тех, кто желает продолжения нашего сотрудничества и планирует подписаться на 2005 г., предлагаем самим поработать над содержанием будущих номеров сборника.

Присылайте свои предложения, какие темы Вы хотели бы увидеть в сборнике в новом году. Формулируйте названия тем так же, как они названы в оглавлении уже вышедших сборников - коротко и по сути, чтобы тема была достаточно конкретная и охватывала один тип устройств, и не была слишком узкой, чтобы не ограничивать объем информации и представлять ее Вам во всем многообразии мировых достижений.

Редактор Георгий Ульянов

## УКВ приемники

Диапазон ультракоротких волн (УКВ) занимает полосу 3...30 м, однако по исторически сложившейся традиции его продолжают на область дециметровых волн примерно до 0,3 м. В пределах этой полосы частот размещаются широкоэмитательные радиостанции с ЧМ, любительские радиосвязные станции и авиационные радиосвязные и навигационные станции, и наземные сухопутные системы связи, в том числе и мобильные телефоны. Выделены также частоты для систем радиуправления, радиорелейных линий и телевидения.

Учитывая все разнообразие возможных схем радиоприемников УКВ диапазона, сосредоточим внимание на приемниках широкоэмитательных станций, тем более что сейчас УКВ диапазон стал наиболее населенным передающими станциями. Приемники любительских диапазонов рассматривать не будем, потому что следующий выпуск БР будет посвящен трансиверам, в состав которых входят и приемники.

Отечественные широкоэмитательные станции УКВ диапазона работали с узкополосной ЧМ, в которой сохранялась несущая, на частотах 65,8...73 МГц, а за рубежом использовали широкополосную ЧМ на частотах 88...108 МГц, в спектр которой добавлялся пилот-сигнал, как это делалось в наших военных радиостанциях, работающих в режиме ЧМ. Отсюда и возникло главное направление творчества радиолюбителей последних двух десятилетий прошлого века: создание новых или приспособление старых приемников для приема ЧМ сигналов с пилот-сигналом, и не столько приема, сколько декодирования стерео сигнала, однако это не вопрос приема ВЧ сигнала, а скорее, обработки и воспроизведения аудио сигнала.

Кроме того, радиолюбители приспособляли зарубежные УКВ приемники для приема наших радиостанций, заставляли приемники ДВ и СВ диапазонов с АМ принимать ЧМ сигналы, а также перестраивали широкоэмитательные приемники для приема любительских диапазонов с ЧМ.

За прошедшие годы, когда западная элементная база стала доступна и для широкого круга любителей, и для повторения нашей промышленностью, УКВ приемники очень легко и с наименьшими усилиями можно сделать на одной или нескольких микросхемах с минимальным числом элементов обвески. И только высококачественные приемники имеют сложную схему, в основном, за счет систем управления, индикации и дополнительных сервисных возможностей, и лишь иногда - за счет усложнения тракта приема для повышения чувствительности и улучшения избирательности, что дает возможность увеличить дальность приема.

Для начала представим УКВ приемники отечественного поддиапазона, которые радиолюбители создавали в условиях дефицита промышленных приемников. Достаточно сложное устройство, хотя и на микросхемах, разработал А. Сергеев (представлено на сайте <http://www.qrx.narod.ru>). Схема синхронного гетеродинного радиоприемника, предназначенного для приема радиовещательных станций в УКВ диапазоне 65,8...73 МГц, показана на **рис. 1**.

Он имеет ряд преимуществ по сравнению с супергетеродинами, так как обладает более высокой чувствительностью и избирательностью, а также более

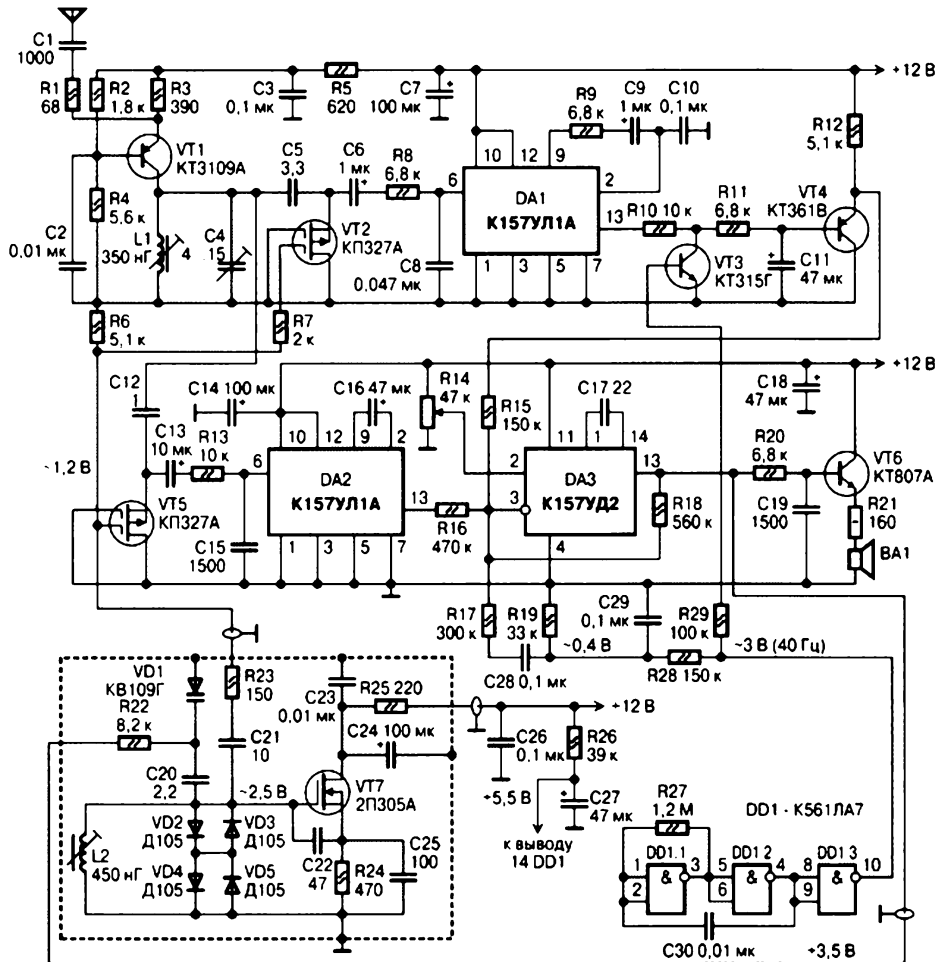


Рис. 1

высоким качеством демодулированного сигнала, проще в изготовлении и настройке, не имеет таких недостатков, как нестабильность настройки и самопроизвольная перестройка на соседний канал с более сильным сигналом.

УВЧ 1 выполнен на транзисторе VT1). Смесители выполнены на транзисторах VT5 и VT2. ФНЧ образуют элементы R8C8, R9C10, R13C15. Усилители постоянного напряжения выполнены на микросхемах DA1, DA2. Конденсатор C9 — разделительный. Функцию сумматора, а также амплитудного ограничителя напряжения выполняет микросхема DA3. Демодулятор выполнен на транзисторе VT3, ФНЧ образуют элементы R11C11.

Эмиттерный повторитель выполнен на транзисторе VT4. Он уменьшает влияние входного сопротивления сумматора на параметры ФНЧ. Генератор низких частот выполнен на микросхеме DD1.

Переменное напряжение с выхода микросхемы DD1.3 подается на один из входов сумматора через ФНЧ R19C29R28, который подавляет высшие гармоники, содержащиеся в импульсном напряжении.

Резистор R14 служит для балансировки операционного усилителя DA3. Цепь R26C27 служит для питания микросхемы DD1.

Эмиттерный повторитель выполнен на транзисторе VT6, он служит для согласования стерео телефонов BA1 сопротивлением 60 Ом с выходным сопротивлением сумматора. Элементы R20, C19 служат для коррекции высокочастотных предискажений сигнала.

Узел управления частотой выполнен на варикапе VD1. Гетеродин приемника построен на полевом транзисторе VT7. Диоды VD2—VD5 служат для стабилизации амплитуды колебаний гетеродина. Элементы C23, C24, R25 образуют развязывающий фильтр. Конденсатор C26 уменьшает паразитное излучение колебаний гетеродина.

Перестройка колебательного контура УВЧ L1C4 практически не влияет на частоту колебаний гетеродина, что объясняется экранирующим действием затворов транзисторов VT2 и VT5. Фазовращатель образуют резистор R7 и входная емкость транзистора VT2, которая равна примерно 2 пФ. Эта цепь сдвигает фазу колебаний гетеродина на 45°, что необходимо для нормальной работы приемника.

Транзисторы смесителей VT2 и VT5 включены нетрадиционным способом, что позволяет получить меньшее напряжение отсечки (-0,8 В вместо -2 В), а также большую крутизну характеристики вблизи точки запираания транзистора.

Приемник собран в алюминиевом корпусе. Гетеродин приемника заключен в экран, кроме того, гетеродин соединен с конденсатором C26, с затворами смесителей VT2 и VT5 и с выходом сумматора отрезками телевизионного коаксиального кабеля. В приемнике использованы постоянные резисторы МЛТ, оксидные и керамические конденсаторы. Конденсаторы C20, C21, C22, C25 должны иметь малый ТКЕ. В качестве VT1 можно использовать другие СВЧ транзисторы с граничной частотой более 300 МГц, емкостями переходов не более 3 пФ и малым коэффициентом шума, например, серий КТ368, КТ325, ГТ346 и т. д. В качестве VT3 и VT4 можно использовать любые высокочастотные транзисторы соответствующей структуры.

В качестве DA1 и DA2 допустимо установить К157УЛ1Б, а в качестве DA3 — любой операционный усилитель общего применения с низким напряжением питания. В качестве VT2 и VT5 можно использовать транзисторы КП327 с другими индексами (Б, В).

В гетеродине применимы КП305 с другими индексами, но при этом нужно установить исходное положение рабочей точки в середине линейного участка характеристики управления транзистора.

Катушки L1 и L2 намотаны на каркасах диаметром 6 мм проводом ПЭЛ 0,45 мм и содержат по пять витков. Катушка L1 имеет латунный сердечник М5, а катушка L2 - сердечник из ВЧ феррита или из карбонильного железа с резьбой М5.

При правильном монтаже и исправных деталях настройка приемника достаточно проста. Сначала нужно переменным резистором R14 при отключенной антенне установить на выходе сумматора напряжение +3,5 В, затем подключить антенну и, вращая сердечник катушки L2, настроить приемник на радиостанцию так, чтобы система ФАПЧ работала в режиме биений. Затем, вращая сердечник катушки L1, нужно добиться максимальной амплитуды напряжения биений на выходе приемника. Плавно вращая сердечник L2, перевести систему ФАПЧ в режим синхронизации, ориентируясь на наилучшее качество сигнала. Для того чтобы упростить настройку, можно зашунтировать контур L1C4 резистором, уменьшив таким образом его добротность и настроив его на среднюю частоту УКВ диапазона, а перестраивать приемник тогда можно будет только за счет перестройки гетеродина.

Приемник позволяет получить достаточно высокое качество демодулированного сигнала. Напряжение звуковой частоты на выходе сумматора 0,6 В при средней громкости и примерно 1,4 В при максимальной. С подключенными телефонами приемник потребляет ток 30 мА. Напряжение питания может быть в пределах 10...12 В.

Входное сопротивление приемника близко к 75 Ом, а в качестве VT1 использован маломощный транзистор КТ3109А, у которого коэффициент шума 6 дБ. Поэтому чувствительность приемника можно улучшить, в основном, за счет применения в качестве VT1 транзистора с коэффициентом шума менее 6 дБ.

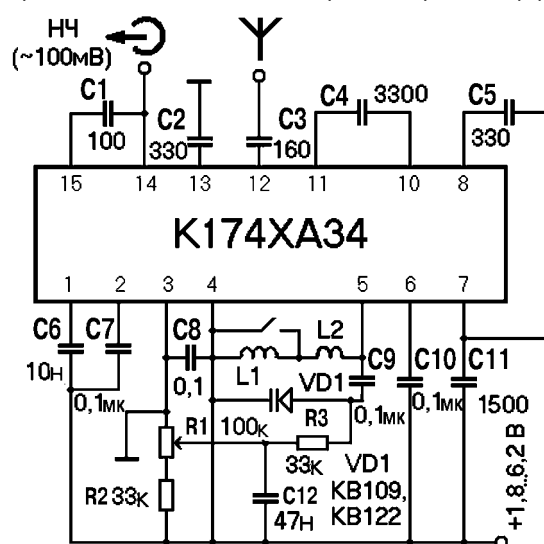


Рис. 2

УКВ приемник на распространенной микросхеме K174XA34 (зарубежный аналог TDA7021) представлен на сайте <http://shems.h1.ru>. Схема на одной микросхеме (рис. 2) проста, а мощности ее низкочастотного выхода достаточно для подключения наушников. Если требуется обеспечить большую мощность, то схема прекрасно сочетается с любым усилителем мощности. Низкое напряжение питания (1,8...6 В) позволяет использовать приемник в переносном варианте.

Переключение диапазонов осуществляется закорачиванием одного из контуров (L1). Данные намотки катушек индуктивности: L1 - 5 витков, L2 - 7 витков. Оба контура наматываются на оправке диаметром 3,5 мм проводом 0,3...0,5 мм. Если Вы собираетесь использовать только один диапазон, то следует намотать для диапазона 65 МГц - 12 витков, а для диапазона 100 МГц - 7 витков. Точная подстройка под границы диапазонов осуществляется растяжением соответствующей катушки. Схема неприхотлива и при отсутствии ошибок монтажа начинает работать сразу.

Простой УКВ ЧМ приемник предложил Д. Алексеев из г. Тамбова. В нем нет микросхем, однако его компактность вполне сочетается с его хорошими характеристиками.

Радиочастотный каскад приемника (рис.3) собран на транзисторе VT1 и представляет собой преобразователь частоты с совмещенным гетеродином, выполняющий одновременно функции синхронного детектора. Антенной приемника служит провод головного телефона. Принятый ею сигнал радиовещательной станции поступает на входной контур L1C2, настроенный на среднюю частоту принимаемого УКВ диапазона (70 МГц) и далее на базу транзистора VT1. Как гетеродин этот транзистор включен по схеме ОБ, а как преобразователь частоты - по схеме ОЭ. Гетеродин перестраивается в диапазоне частот 32,9...36,5 МГц, так что частота его второй гармоники лежит в границах радиовещательного УКВ диапазона (65,8...73 МГц). Контур L2C5 настроен на частоту вдвое меньшую, чем входной контур L1C2, а поскольку преобразование происходит на второй гармонике гетеродина, разностная частота оказывается лежащей в звуковом диапазоне частот. Усиление сигнала разностной частоты обеспечивает тот же транзистор VT1, который, как синхронный детектор, включен по схеме ОБ.

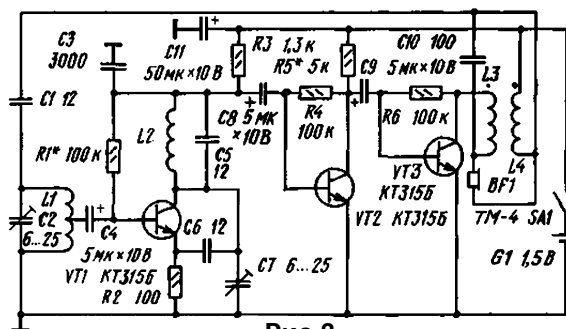


Рис.3

Усилитель ЗЧ приемника двухкаскадный. Каскад предварительного усиления выполнен на транзисторе VT2, а каскад усиления мощности - на транзисторе VT3. Прослушивают принятые передачи на головной телефон BF1 (ТМ-4). Выходная мощность усилителя ЗЧ на нагрузке сопротивлением 8 Ом при питании от одного элемента АЗ32 (1,5 В) -

3 мВт, что вполне достаточно для работы на головной телефон. Ток, потребляемый приемником от источника питания, не превышает 10 мА.

Приемник можно собрать в любом малогабаритном корпусе. Монтаж навесной. Резисторы - МЛТ-0,125, оксидные конденсаторы - К50-6, подстроечные - любые с воздушным диэлектриком, остальные - КМ, КЛС. Катушки L1 и L2 бескаркасные.



Внутренний диаметр намотки - 5, шаг - 2 мм. Катушка L1 содержит 6 (с отводом от середины), а L2 - 20 витков провода ПЭВ-2 0,56. Катушки L3, L4 содержат по 200 витков провода ПЭЛ 0,06. Их наматывают на ферритовом (М400НН) стержне диаметром 2 и длиной 10 мм в два провода. Транзистор VT1 можно заменить КТ3102Б, при этом чувствительность приемника повысится.

Налаживание приемника начинают с усилителя ЗЧ. Режим работы транзисторов VT2, VT3 устанавливают подбором резистора R5 до получения коллекторного тока покоя транзистора VT3, равного 6...9 мА. Режим гетеродина регулируют подбором резистора R1, уровень второй гармоники гетеродина - конденсатора C6. Границы принимаемого диапазона частот устанавливают изменением индуктивности катушки L2. Входной контур настраивают конденсатором C2, ориентируясь на максимальную полосу удержания сигналов, принимаемых радиостанций. По диапазону приемник перестраивают конденсатором C7.

Еще более простой по виду УКВ приемник был опубликован в журнале "Funkamateur" 2/69, однако простота это кажущаяся, потому что приемник представляет собой сверхрегенератор, который очень критичен к параметрам транзисторов и их режиму по постоянному току.

В схеме на **рис.4** оптимальный режим детектора выбирают изменением сопротивления резистора R5. Переменным резистором R4 устанавливают определенную частоту сверхрегенерации. Повышение ее улучшает качество НЧ сигнала, но усиление каскада падает.

Сопряжение перестраиваемых контуров осуществляют с помощью подстроечных конденсаторов C3, C9.

Главное внимание в конструкции приемника следует уделить экранировке, иначе излучение детектора может вызвать нежелательные помехи.

Все катушки индуктивности наматывают на каркасах диаметром 8 мм. Катушка L1 имеет 2 витка провода ПЭВ 0,5, намотанного поверх катушки L2, катушка L2 содержит 5 витков, L3 - 3 витка, L4 - 3 витка, L5 - 7 витков посереб-

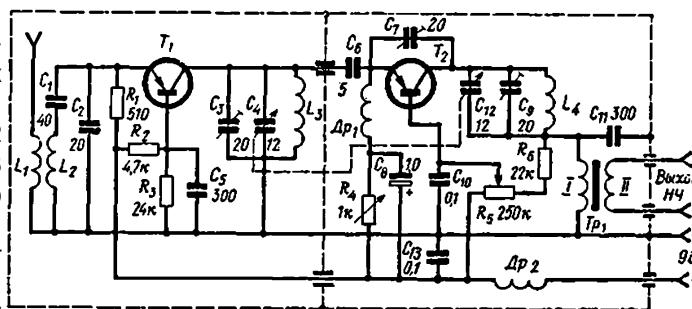


Рис.4

ренного медного провода диаметром 0,8 мм. Дроссель Др1 - 10 мГн.

Схему регенеративного УКВ приемника верхнего диапазона представил П. Камбр из США на сайте <http://www.somerset.net/arm/reprints>. Схема его (**рис.5**) состоит из генератора-синхронного детектора на транзисторе VT1 и УНЧ на А1. Принцип работы приемника прост, поэтому остановимся на его комплектующих.

L1 - 26 витков ПЭЛ-0,22 на каркасе диаметром 8 мм, расположена вертикально, L2 - 7 витков ПЭЛ-0,22 диаметром 8 мм, расположена горизонтально на высоте более 1 см над платой, антенна WA - провод ПЭЛ-0,22 длиной 25 см. Плата с расположением элементов показана на **рис.6**, внешний вид - на **рис.7**.

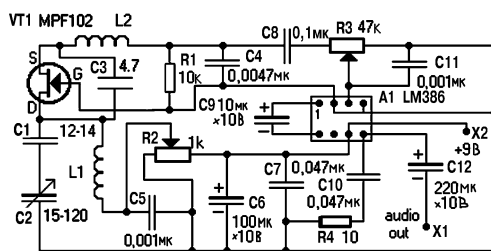


Рис.5

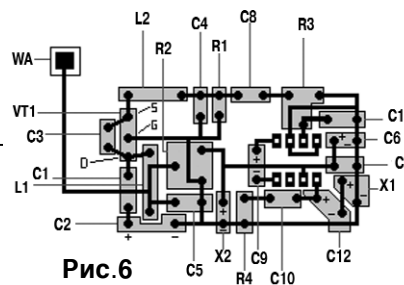


Рис.6

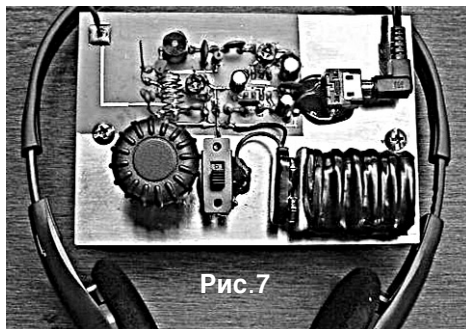


Рис.7

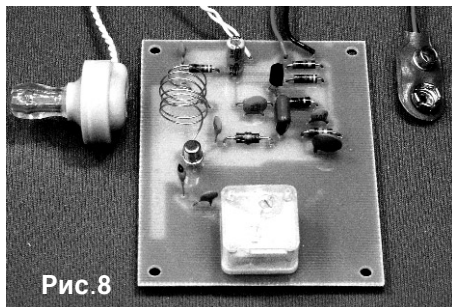


Рис.8

При настройке приемника переменным конденсатором C2 найдите край диапазона, в котором сосредоточены станции, после этого, сдвигая или раздвигая витки катушки L2, совместите крайнюю станцию диапазона с крайним положением ротора конденсатора. Вращая ротор C2, найдите крайнюю станцию в нижней части диапазона и установите настройку между станциями. Потенциометром R2, медленно вращая его ротор влево, найдите положение, при котором шумы возрастают, а потом уменьшаются и исчезают совсем. Снова поворачивайте потенциометр вправо до появления максимума шумов и оставьте его в этом положении. Приемник настроен.

Еще один суперрегенеративный приемник верхнего диапазона 88...108 МГц, но на одном транзисторе предложил А. Митц из Штатов. Для сравнения фото его внешнего вида (**рис.8**) помещено рядом с предыдущим.

В регенеративном приемнике важно правильно расположить детали, иначе он может и не заработать. Подстроечный конденсатор C3 имеет три вывода, из которых средний не используется. Разместите катушку L1 довольно близко к C3, но при настройке держите руки подальше от нее. Если ваша рука слишком близко к L1, то настройка будет затруднена.

В схеме приемника (рис.9) катушка L1 устанавливает частоту приемника, а также действует как антенна и как элемент первичной подстройки режима сверхрегенерации. Хотя она имеет много важных функций, ее легко настроить. Возьмите любой цилиндрический предмет 13 мм в диаметре, провод ПЭЛ-0,5 и намотайте 6 витков плотно, бок о бок, на цилиндре, затем снимите провод. Растяните витки так, чтобы целая катушка была длиной 2,5 см. Найдите среднюю точку и припаяйте к ней маленький отвод для C2. Установите выводы катушки на плате так, чтобы между катушкой и платой оставался зазор.

Для настройки к ротору C3 нужно прикрепить диэлектрическую ручку достаточной длины, чтобы рука не мешала настройке на станцию.

Если приемник собран правильно, то имеются три возможных исхода: слышны радиостанция, ровный шум или свист. А может быть и ничего не слышно. Если Вы нашли радиостанцию, то определите, в какой точке диапазона находится настройка и изменяйте

положение диапазона настройкой C3, сжимая-разжимая L1, или заменой C1. Если Вы слышите шум, то, вероятно, где-то услышите и станцию. Пробуйте настроить приемник, как и в предыдущем случае.

Если Вы слышите свист или вообще ничего, то частота не совпадает с диапазоном. Пробуйте сжать-разжать L1, проверьте еще раз цепи, замените R4 потенциометром до 50 кОм. Регулируйте R4, пока не сможете надежно настраиваться на станции. Как только схема заработает, можно удалить потенциометр, заменив его фиксированным резистором такого же номинала.

Транзистор можно заменить 2N4416, 2N4416A или J310, EPH1 - высокоомный наушник, D1 - ограничитель напряжения высокой точности, заменяет стабилитрон.

Достаточно эффективный сверхрегенератор был когда-то представлен на сайте <http://www.hw.cz/docs/darkportal/>. Схема УКВ приемника (рис.10) собрана на двух микросхемах фирмы "Моторола", первая из которых A1 типа MFC6010 представляет собой усилитель ВЧ, включенный по схеме автогенератора с емкостной трехточкой, требующего внешнего возбуждения для выполнения условий баланса амплитуд. Вторая микросхема A2 типа MC1357 - это усилитель ВЧ-балансный детектор ЧМ

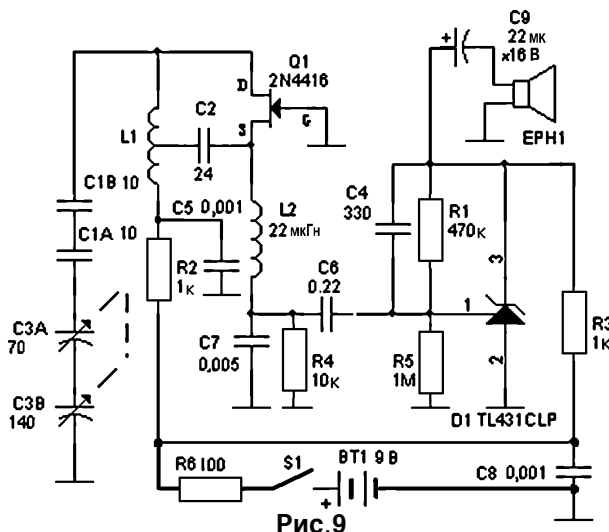


Рис.9

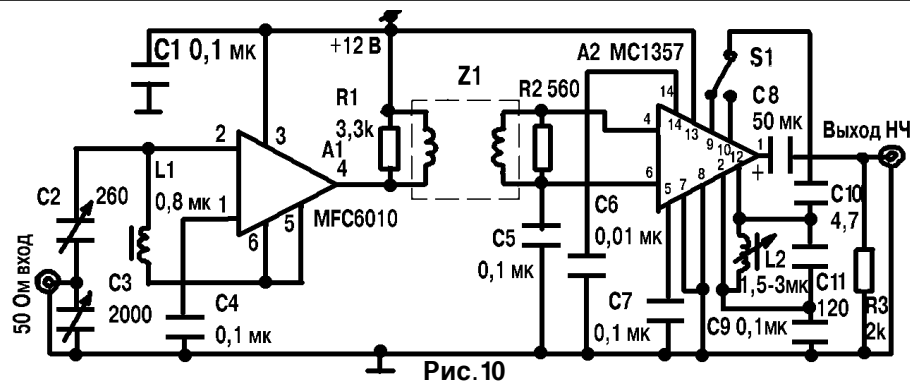


Рис. 10

сигнала. Настройка детектора осуществляется изменением индуктивности L2 или переключением S1.

Фильтр промежуточной частоты Z1 - любой на частоту 10,7 МГц, можно электрохимический, кварцевый или ФСС из 2-3 связанных контуров с шириной полосы пропускания 250 кГц. Выход НЧ предназначен для подключения высокоомных наушников. На вход приемника подключается антенна в виде отрезка коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом, длиной более 25 см.

Питание осуществляется от источника постоянного напряжения 12 В, можно от бортовой сети автомобиля или батареи из элементов типа MN21.

Еще один приемник на микросхемах фирмы "Моторола" разработал А. Большаков (<http://shems.h1.ru>). Он ставил задачу использовать оба диапазона УКВ - узкополосный и широкополосный, а также захватить связные частоты, любительские и специальные, оставляя возможность для дальнейшей модернизации схемы с целью улучшения характеристик. Все это вылилось в схему на рис. 11, которая является вариантом типовой схемы разработки фирмы "Моторола".

Приемник может быть перестроен в диапазоне 70...150 МГц без изменения номиналов подстроечных элементов. Реальная чувствительность приемника около 0,3 мкВ, напряжение питания 9 В. Следует заметить, что напряжение питания MC3362 - 2...7 В, а MC34119 2...12 В, поэтому MC3362 питается через стабилизатор напряжения 78L06 с выходным напряжением 6 В.

Входной каскад приемника выполнен по традиционной резонансной схеме. Сигнал с антенны A1 через катушку связи L1 поступает во входной контур L2. Индуктивная связь с антенной выбрана неслучайно, т.к. это единственный способ обеспечить нормальное согласование с различными антеннами и в широком диапазоне частот. Для снижения эффекта шунтирования контура L2 входными цепями, повышения его добротности, сужения полосы пропускания и повышения избирательности применено неполное включение контура.

В качестве усилительного элемента используется полевой транзистор КП307Г. Указанный транзистор имеет высокую крутизну характеристики и приемлемые шумовые показатели. Такие же характеристики имеет двухзатворный КП350, но он

сильно боится статического электричества, к тому же требует дополнительных элементов для обеспечения смещения на втором затворе. Все остальные транзисторы показали более худшие результаты и по усилению и по шумам.

Усиленный сигнал выделяется на контуре L3, который как и L2, имеет неполное включение. С контура L3 через катушку связи L4 сигнал поступает в смеситель. Такая схема обеспечивает минимальное взаимное влияние УВЧ и смесителя, повышает избирательность, и обеспечивает максимальное согласование с входным каскадом смесителя, выполненного по дифференциальной схеме.

От внутреннего гетеродина в смеситель поступает опорная частота. Опорными элементами гетеродина являются C7L5 и встроенная варикапная матрица, изменяя напряжение на которой резистором R6, можно осуществлять незначительную перестройку по частоте. Резистор R5 предназначен для создания "растяжки". В принципе R5, R6 и C6 можно исключить, соединив 23 ножку MC3362 с положительным проводом, а перестройку осуществлять элементами C7 и L5. С 20 ножки сигнал гетеродина может быть подан на синтезатор частот, а управляющее напряжение должно подаваться в таком случае на 23 ножку.

Сигнал разностной частоты в 6,5 МГц (но может быть 10,7 МГц или 5,5 МГц) подается на пьезокерамический фильтр Z1 и далее, минуя первый УПЧ и второй преобразователь, на - второй УПЧ, ограничитель и фазовый детектор.

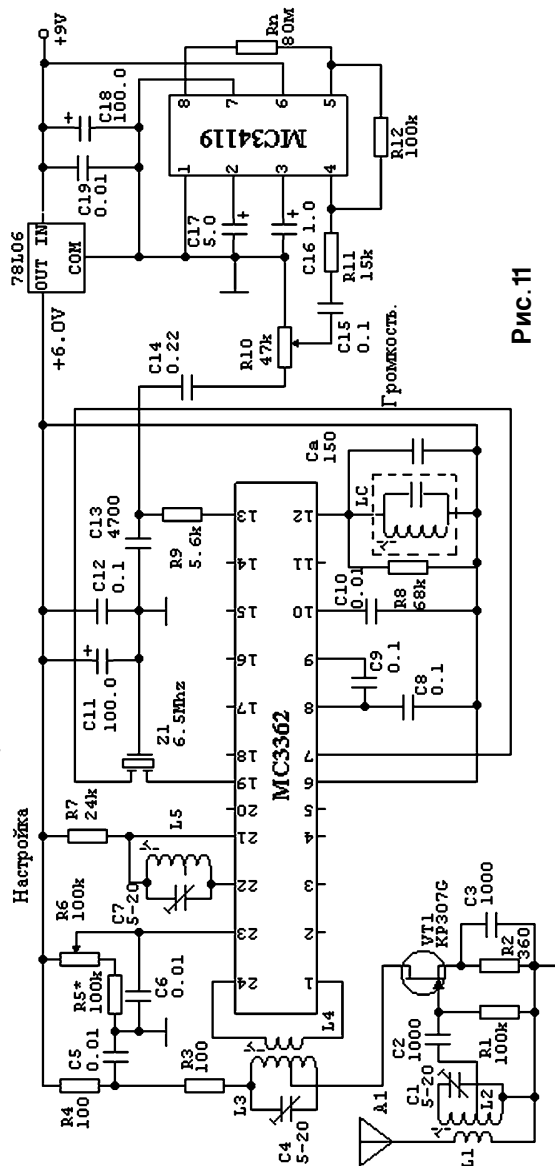


Рис. 11

С фазового детектора через ФВЧ на С13R9, обеспечивающих срез частот выше 5 кГц, сигнал поступает на усилитель НЧ, выполненный по мостовой схеме на микросхеме МС34119. В отличие от 174 серии этот усилитель имеет значительное усиление, высокую устойчивость к самовозбуждению, низкий уровень собственных шумов, очень высокий КПД и малое количество навесных элементов. Выходная мощность на нагрузке 20 Ом составляет около 0,2 Вт.

Если приемник планируется использовать как широкополосный вещательный, то следует изменить значения С13, R9 либо исключить эту цепь вообще.

Резисторы, конденсаторы и электролитические конденсаторы могут быть любого типа. Подстроечные конденсаторы типа КПК, но могут быть и другие. Резистор R6 желательно использовать многооборотный. Контур LC частотного детектора взят от импортного приемника и должен быть с зеленой или синей раскраской. Емкость такого контура на частоте 10,7 МГц составляет 90 пФ. Следовательно, для частоты 6,5 МГц необходима дополнительная емкость Сa 150 пФ, а для частоты 5,5 МГц - 250 пФ.

Пьезокерамический фильтр Z1 может быть любого типа. Хотя микросхема рассчитана на выходной импеданс 300 Ом (для 10,7 МГц) и 1,5 кОм на входной (455 кГц), тем не менее все фильтры работают нормально. Необходимо лишь заметить, что фильтры бывают разные даже для одной частоты и имеют разные полосы пропускания, где-то 10-20% от рабочей частоты, а следовательно, и избирательность будет отличаться. К тому же на частоты 6,5 МГц и 5,5 МГц кроме полосовых выпускаются еще и режекторные (подавляющие) фильтры. Они маркируются обычно одной точкой, а полосовой - двумя.

Катушки индуктивности L2, L3, L5 имеют одинаковую конструкцию. Они намотаны на каркасах диаметром 5 мм (такие каркасы используются в СКМ и СКД телевизоров 3 и 4 поколений) посеребренным проводом 0,7 мм и имеют по 5 витков. Длина намотки 6 мм. Катушки расположены вертикально. Внутри катушек находится сердечник. Латунный для работы в верхней части диапазона (140 МГц) или ферромагнитный для работы в нижней части диапазона (70 МГц). Катушка связи L1 имеет 4 витка (виток к витку) проводом ПЭЛ 0,3 у верхнего вывода L2. Катушка связи L4 имеет 2 витка (виток к витку) проводом ПЭЛ 0,3 у верхнего вывода L3. Отвод у L2 и L3 сделан от середины.

Все контура рассчитывались, исходя из следующих соображений. Длина намотки 6 мм, количество витков  $5 + 1$  (дополнительный виток учитывает длину отводов и индуктивность дорожек), диаметр намотки 5,5 мм (0,5 мм учитывают неплотность намотки). После расчета получаем  $L=0,13$  мкГн. Для настройки на частоту 108 МГц емкости конденсаторов должны быть следующими:  $C1=C4=17$  пФ. Гетеродин работает ниже принимаемой частоты, и к контуру дополнительно подключена варикапная матрица с минимальной емкостью около 5 пФ, отсюда  $C5=19-5=14$  пФ.

Расчетные результаты почти идеально совпали с практикой при учете емкости монтажа 2-3 пФ и емкости исток-сток в 2 пФ. ( $17 - 3 - 2 = 12$  пФ. Именно эту емкость

и показывали С1 и С4.) Предельная частота гетеродина - 140 МГц, а с учетом латунного сердечника - 150 МГц.

Для тех, кто желает использовать приемник на 144 МГц или выше, рекомендуется уменьшить число витков катушек L2, L3, L5 до 4.

Настройка УНЧ не требуется. Возможно, потребуется подобрать нужное значение сопротивления R12 для оптимального усиления и заданной полосы пропускания УНЧ. Для настройки ФД пьезофильтр отсоединяется от 19 ножки и на него подается частотно-модулированный сигнал с частотой выбранной ПЧ.

Для настройки гетеродина в заданный диапазон отключается УВЧ (отпаивается резистор R4) и конденсатором C7 производится настройка на частоту генератора. Снова подключается УВЧ, емкость C1 устанавливается минимальной, а L3 подстраивается конденсатором C4 по максимальной громкости сигнала. Затем подключается антенна (кусочек провода 50-100 см) и проводится настройка контура L2 конденсатором C1. Окончательная точная настройка контуров производится подстроечными сердечниками. Если УВЧ начнет возбуждаться при точной настройке L2, рекомендуется оставить ее несколько расстроенной, выше принимаемой частоты.

Приставка для приема обоих каналов УКВ диапазона представлена на <http://www.pool.mipt.ru>.

На рис. 12 показана схема этого УКВ-тюнера, обеспечивающего радиоприем станций в диапазоне 67...108 МГц. Данное устройство предназначено для эксплуатации в составе комплекса радиоустройств: многодиапазонного радиоприемника, радиостанции и т.д. Рабочий диапазон данного УКВ-тюнера разбит на два участка - отечественный и западный диапазоны. Переход с одного диапазона на другой осуществляется переключателем диапазонов S1. Настройка на частоты радиостанций в данной конструкции - плавная. Настройка осуществляется с помощью переменного резистора R8. Заменой данного резистора настройки соответствующим переключателем и необходимым числом подстроечных резисторов плавную настройку можно заменить дискретной в пределах набора выбранных фиксированных станций (частот).

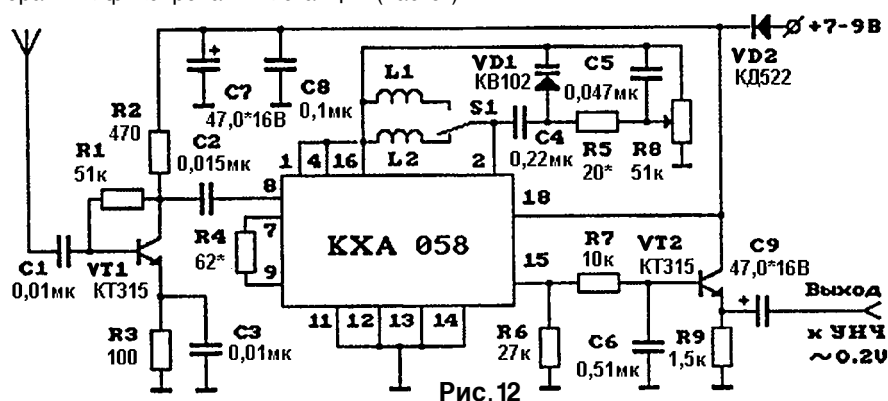


Рис. 12

В качестве антенны для УКВ-тюнера можно использовать либо телескопическую антенну, либо кусок толстого медного провода диаметром 1,5...2,5 мм и длиной 1 м. Возможно использование выносной антенны, например директорной..

На транзисторе VT1 выполнен усилитель высокой частоты (УВЧ), на транзисторе VT2 - фильтр и согласующий каскад для подключения усилителя низкой частоты (УНЧ). Чувствительность данного УКВ-тюнера составляет приблизительно 10 мкВ, выходное напряжение низкой частоты с выхода этого устройства - 0,2 В.

Транзистор VT1 можно заменить КТ368, КТ3102, КТ315 или любым другим ВЧ транзистором; VT2 - КТ3102, КТ315. Варикап VD1 - KB102, KB117; VD2 - КТ522. Катушки L1, L2 - бескаркасные, внутренний диаметр - 0,4, диаметр провода - 0,8. L1 - 3 витка, L2 - 7 витков; переключатель диапазонов - П2К.

Правильно собранный из исправных элементов УКВ-тюнер практически в настройке не нуждается. При необходимости более точная настройка на границы диапазона достигается изменением параметров катушек индуктивностей, например, их растягиванием и сжатием.

Выше рассмотренные схемы УКВ приемников были монофоническими. Однако для любителей качественного воспроизведения звука главная задача - получить стереосигнал в УКВ диапазоне. Одна из схем стереодекодеров, разработанная В. Здоровцевым из г. Георгиевска Ставропольского края (Радио 1/99), показана на **рис.13**. Любой, даже самый простой и дешевый карманный УКВ радиоприемник с диапазоном 88...108 МГц, дополненный несложным стереодекодером, позволит вам прослушать с высоким качеством музыкальные программы стереофонического радиовещания по приемнику за несколько гривен.

Выбор импортных микросхем для стереодекодера обусловлен отсутствием отечественных аналогов. Были использованы изделия фирмы "PHILIPS": TDA7040T - стереодекодер частотно-модулированных сигналов с ФАПЧ и TDA7050T - стереоусилитель с выходом на головные стереотелефоны.

Комплексный стереосигнал (КСС) на стереодекодер берется с выхода АМ/ЧМ демодулятора микросхемы приемника. Обратите внимание, что в монофонической конструкции приемника спектр демодулированного низкочастотного сигнала всегда ограничивается. Обычно это конденсатор между выходом демодулятора (частотного детектора) и общим проводом, что снижает уровень шумов в режиме "Моно". В стереофоническом варианте радиоприемника для получения хорошего разделения каналов надо уменьшить емкость этого конденсатора до 0,015 мкФ.

Технические характеристики стереодекодера: разделение каналов не хуже 26 дБ; напряжение питания 3 В; потребляемый ток в стереорежиме 10 мА; максимальное неискаженное выходное напряжение на нагрузке 32 Ом 1 В (в каждом канале).

Комплексный стереосигнал через корректирующую цепь R1C1R2 поступает на вход стереодекодера (вывод 8 микросхемы DA1). В стереорежиме корректирующая цепь определяет качество разделения каналов и тембр звучания. В цепи



регулировки опорного генератора (вывод 3) подстроечным резистором R5 устанавливается режим работы ГУН по наилучшему разделению каналов.

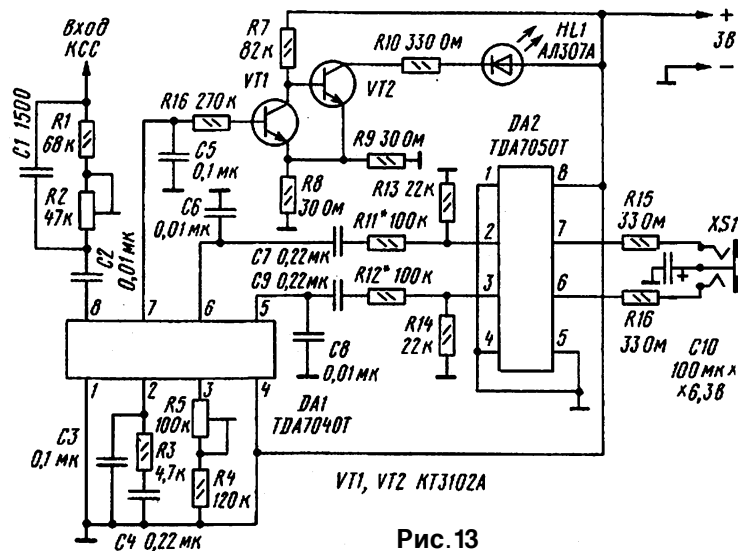


Рис. 13

После декодирования сигналы левого и правого каналов с выводов 5 и 6 микросхемы DA1 через делители R11R13 и R12R14 поступают на инвертирующие входы стереофонического усилителя звуковой частоты (выводы 2 и 3 микросхемы DA2).

Устройство индикации стереофонического режима работы выполнено на транзисторах VT1 и VT2, в цепь коллектора последнего включен светодиод HL1. В отсутствии КСС на входе декодера (на выводе 7 микросхемы DA1) управляющее напряжение имеет уровень около 640 мВ, которое поддерживает транзистор VT1 в открытом состоянии. Транзистор VT2, соответственно, закрыт, и светодиод HL1 при этом не горит. При появлении КСС уровень управляющего напряжения уменьшается до 200 мВ, транзистор VT1 закрывается, а VT2 открывается, загорается светодиод HL1, индицируя режим "Сtereo".

Плата стереодекодера (рис. 14) изготавливается из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Можно использовать односторонний стеклотекстолит, но тогда для крепления гнезда стереотелефонов XS1 потребуется приклеить "пятячки" из фольги со стороны установки деталей. Смонтированная плата стереодекодера установлена в небольшом зазоре между звуковой головкой приемника и задней крышкой корпуса. Для ограничения перемещения ее в горизонтальной плоскости в крышке корпуса приемника надо приклеить по месту упор из пластика. Высота платы со стороны подстроечных резисторов R2 и R5 не должна превышать 7 мм, а со стороны транзисторов VT1 и VT2

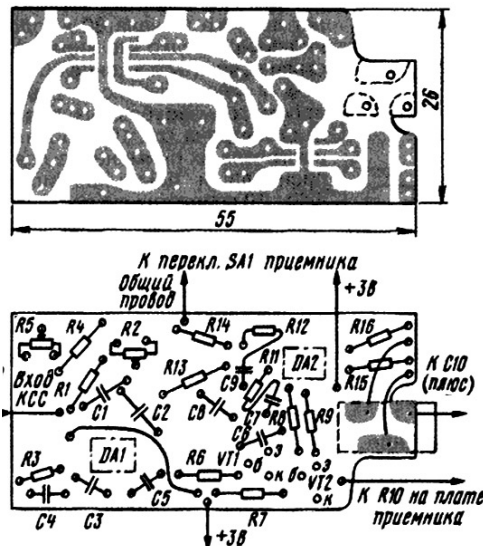


Рис. 14

Используемые радиоэлементы: транзисторы VT1, VT2 - КТ3102А, подойдут также транзисторы этой серии с буквенными индексами от Б до Е; конденсатор С10 - 47...100 мкФх6,3 В, малогабаритный в изолирующем чехле, остальные конденсаторы - К10-17Б; резисторы R2, R5 - СПЗ-19а, остальные - МЛТ-0,125 Вт.

Светодиод настройки на станцию служит в качестве индикатора стереорежима. В этом случае индикация стереорежима является также индикацией точной настройки и позволяет уменьшить потребляемый ток, исключив один светодиод. Яркость свечения светодиода к тому же позволяет контролировать напряжение питания приемника. Если оно менее 1,85 В, то светодиод гаснет.

Оптимальный уровень громкости устанавливается подбором резисторов R11 и R12. Громкость зависит также от типа применяемых стереотелефонов. Чтобы установить выходное гнездо XS1 стереотелефонов в корпусе приемника, с целью его фиксации просверлено отверстие диаметром 5 мм.

Схема еще одного приемника (рис. 15) на микросхеме К174ХА34 опубликована в книге Андрианова В.И., Бородина В.А., Соколова А.В. "Шпионские штучки и устройства для защиты объектов и информации". Приемник работает в диапазоне 64-108 МГц и имеет чувствительность не хуже 5 мкВ/м, напряжение питания 3 В.

Весь высокочастотный тракт, включая ЧМ детектор, УВЧ и гетеродин, собран на одной специализированной микросхеме DA1 типа К174ХА34. Эта микросхема представляет собой УВЧ смеситель, гетеродин, УПЧ, усилитель-ограничитель, ЧМ детектор, системы шумопонижения и сжатия девиации частоты, которая позволяет использовать низкую промежуточную частоту - 60...80 кГц. Если добавить к ней

- не более 9 мм. Чтобы выдержать эти габариты, следует приливы выводов подстроечных резисторов и конденсаторов утопить в плату, предварительно раззенковав отверстия сверлом 3-4 мм.

При установке платы отрезком липкой ленты необходимо изолировать металлический корпус переключателя диапазонов и участок платы стереодекодера, соприкасающийся с ним. Провода, соединяющие плату приемника с платой декодера, следует сделать длиной не более 50...60 мм, что обеспечит удобство сборки и разборки приемника. Под крышкой отсека питания просверлить два отверстия диаметром 3 мм напротив настроечных шлицев подстроечных резисторов R2 и R5.

стереодекодер, о котором шла речь выше, то получится качественный УКВ приемник.

Сигнал с антенны поступает на УВЧ через конденсатор C1. Частоту настройки гетеродина определяют элементы L1, C4, C5, VD1. Настройка на станции осуществляется резистором R1, изменяющим напряжение на варикапе VD1 типа KB 109.

В качестве ФПЧ используются активные RC-фильтры на операционных усилителях, внешними элементами которых являются конденсаторы C6, C8, C9, C11, C12 и C13.

Сигнал звуковой частоты через конденсатор C16 поступает на регулятор громкости - резистор R3. УЗЧ

приемника может быть любым, в том числе и на микросхеме K174XA10. Постоянные резисторы типа МЛТ-0,125. Катушка L1 - бескаркасная, с внутренним диаметром 3 мм. Она имеет 7 витков провода ПЭВ.0,31. Настройка заключается в правильном расположении диапазона подстройкой конденсатора C4.

Любительские диапазоны могут быть доступны для прослушивания наблюдателями при несложных переделках вещательных приемников. Но находятся умельцы, которые ухитряются использовать УКВ диапазон для ретрансляции любительских диапазонов, в том числе и с АМ, и гораздо ниже по частоте. Для чего это нужно, это уже другой вопрос, но вот П. Паркер VK3YE из Австрии (<http://www.alphalink.com.au/~parkerp/project.htm>) представил такое свое представление о возможности использования вещательного приемника FM диапазона без его переделки для прослушивания диапазонов 3,5 МГц и 7 МГц.

Главная идея такова: можно расположить ретранслятор стационарно дома, а самому находиться в любой комнате, на улице или в автомобиле. Кроме того, для начинающих построить даже простой ресивер в полном комплекте от УВЧ до УНЧ не всегда возможно, а здесь предлагается более простой путь.

Нужно собрать самостоятельно кварцевый автогенератор на одном транзисторе (рис.16), полосовой фильтр на нужный любительский диапазон, детектор биений на двух диодах, фильтр НЧ. Потом купить набор деталей для радиомикрофона или сделать самому по тем описаниям, которые были даны в БР 3/04, удалить из схемы микрофон и подсоединить на это место выход ФНЧ. Ретранслятор готов. Теперь настройте свой УКВ приемник на частоту радиомик-

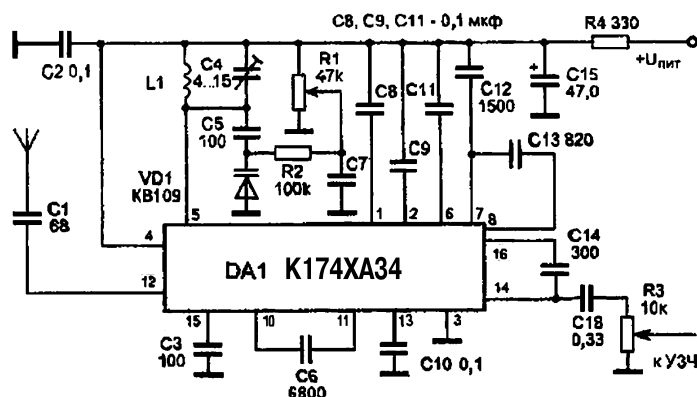
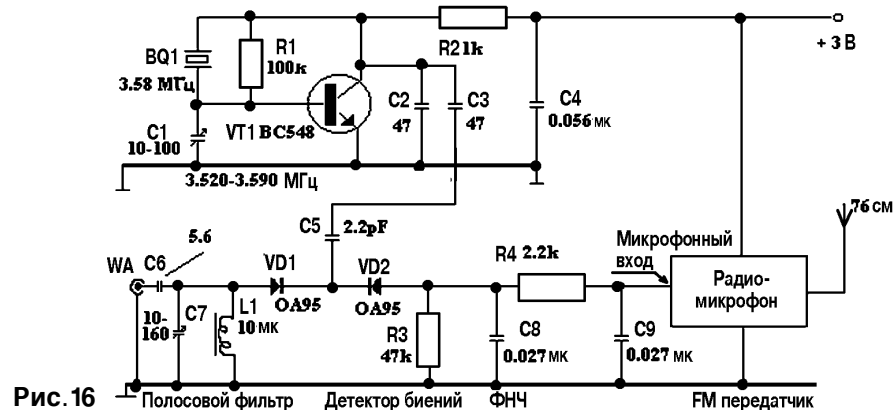


Рис. 15



рофона и прослушивайте станции, работающие в любительском диапазоне.

Автор заключительной схемы УКВ приемника диапазона 88-108 МГц Педро из Испании считает, что наиболее удачное применение радиолубительских усилий - это исследование FM диапазона, особенно с помощью приемника, сделанного своими руками (рис.17), тем более что его легко сделать с помощью набора микросхем.

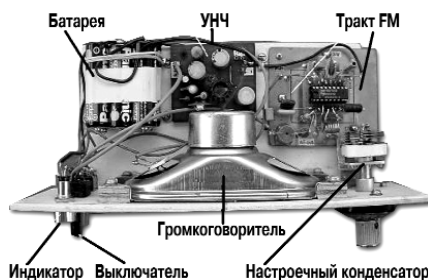
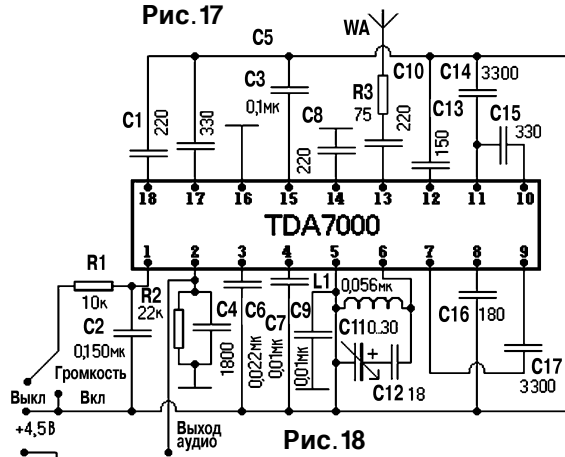


Рис. 17



Микросхема TDA7000 является полным супергетеродинным приемником со всеми его проблемами, уже заранее решенными инженерами-конструкторами. В чипе имеется усилитель высокой частоты, который увеличивает чувствительность, смеситель, местный гетеродин, усилитель промежуточной частоты, демодулятор и датчик молчания - все это в чипе 20x6 мм.

Схема высокочастотной части приемника на МС TDA7000 показана на рис.18. Выключатель "Громкость" используется в составе переменного резистора регулятора громкости УНЧ и служит для выключения звука в режиме молчания. Выход аудио подключается к аналогичному входу УНЧ, схема которого на МС типа TAA300 показана на рис.19.

Катушка L1 имеет 6 витков провода типа ПЭЛ-0,6...0,8 мм длиной 10 мм и 6 мм в диаметре. Подстроечный конденсатор 2...30 пФ.

Автор предусмотрел, что могут возникнуть трудности в приобретении МС ТАА300, поэтому привел альтернативный вариант на популярной МС LM386, которая позволяет Вам строить усилители НЧ с разнообразными схемными решениями: от схем с минимумом компонентов до сложных многочиповых мощных УМЗЧ. Схема УНЧ на МС LM386 показана на **рис. 19**, а конструкция приемника - на **рис. 20**.

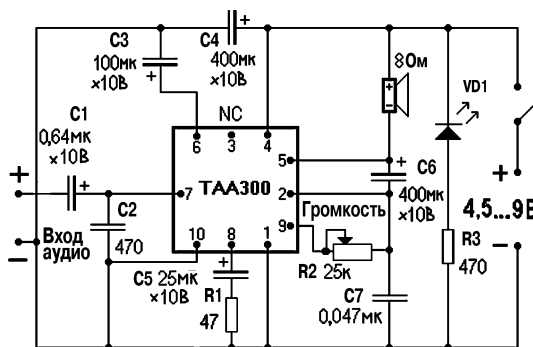


Рис. 18

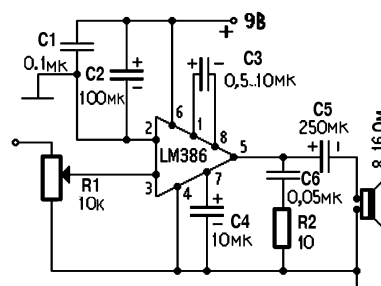


Рис. 19

## Полезная информация

TL431, TL431A, TL432 - управляемые параллельные регуляторы с тремя выводами, с заданной тепловой стабильностью (**рис. 1**).

Выходное напряжение 2,5...36 В, типовое выходное полное сопротивление 0,2 Ом. Выходная цепь на активных элементах обеспечивает крутую характеристику включения. Эти устройства превосходны для замены стабилитронов во многих применениях, в частности для регулирования напряжения бортовой сети автомобиля, в мощных стабильных источниках питания непрерывного и импульсного действия.

Устройства TL43XXC предназначены для работы в диапазоне температур от 0 до 70°C, и TL43XXI - от 40 до 85°C.

Функциональная схема регулятора показана на **рис. 2**. Из рисунка видно, что на его входе стоит компаратор, который срабатывает при

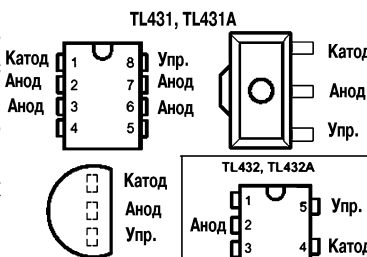


Рис. 1

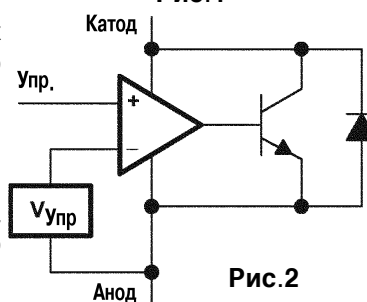
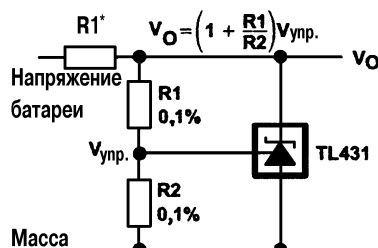


Рис. 2

## Полезная информация

равенстве напряжения на управляющем и опорном входах. В результате на базу выходного транзистора подается такое значение смещения, которое устанавливает нужный импеданс транзистора, а следовательно, нужное напряжение на коллекторе. При этом точность установки напряжения не хуже 1...2%, в зависимости от температуры. Входной ток управляющего электрода 0,05...10 мА, выходной ток катода 100...150 мА. Управляющее напряжение 2,44...2,55 мВ.

Ниже приводятся типовые схемы включения регулятора TL431 (TL432 отличается только исполнением корпуса) в виде параллельного регулятора (рис.3), точного последовательного регулятора (рис.4), точного регулятора 5 В на 1,5 А (рис.5), таймера задержки включения (рис.6), эффективного точного источника 5 В, (рис.7), точного ограничителя тока (рис.8).



\*) R1 обеспечивает ток катода более 1 мА при минимальном напряжении батареи

Рис.3

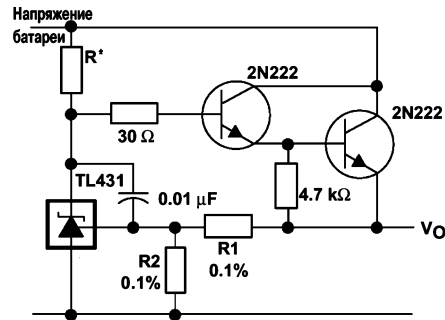


Рис.4

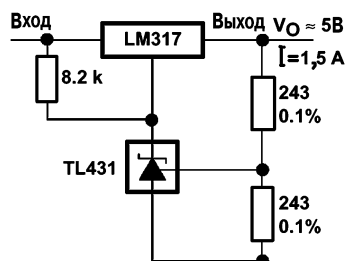


Рис.5

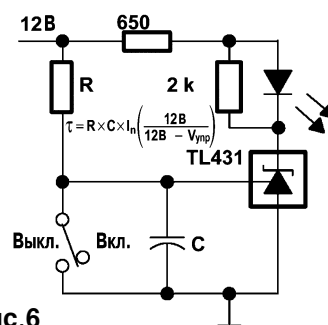


Рис.6

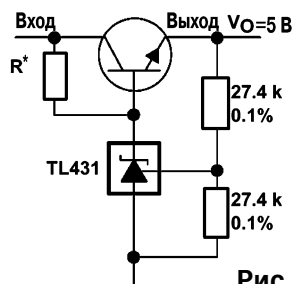


Рис.7

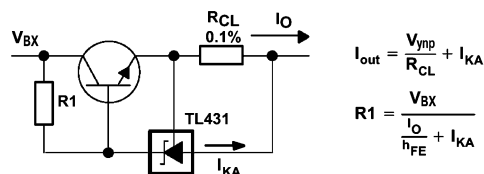


Рис.8

$$I_{out} = \frac{V_{упр}}{R_{CL}} + I_{KA}$$

$$R1 = \frac{V_{BX}}{\frac{I_O}{h_{FE}} + I_{KA}}$$

## Справочник БР

### КР174ХА34АМ - интегральная схема УКВ приемника с ЧМ (аналог МС7021)

Предназначена для приема и обработки сигналов с частотной модуляцией и усиления сигналов низкой частоты при стереоприеме совместно со стереодекодером. Функциональная схема КР174ХА34АМ показана на рис.1.

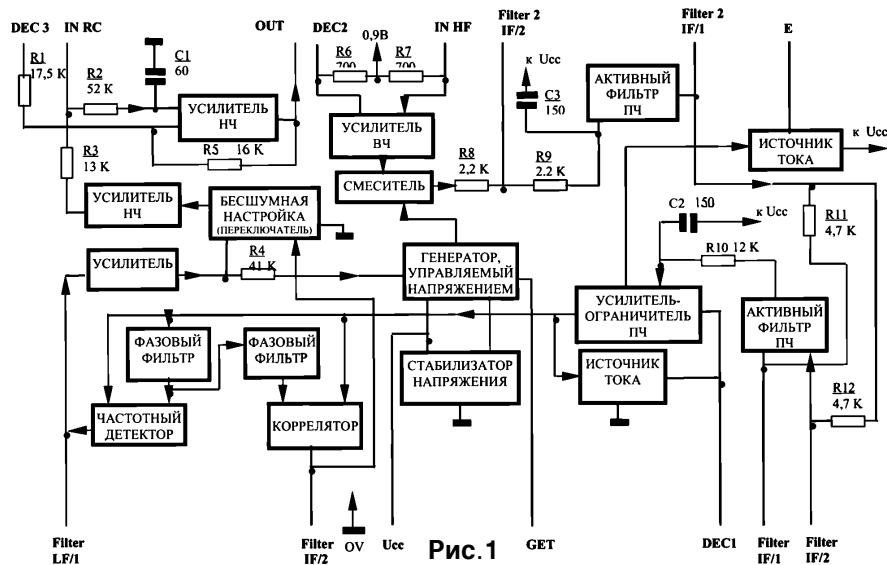


Рис.1

Внешний вид микросхемы показан на рис.2, описание выводов - в табл.1, электрические параметры - в табл.2.

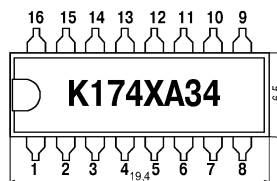


Рис.2

Табл.1

Выв.	Сигнал	Описание
1	Filter LF/1	Вывод 1 фильтра низкой частоты
2	Filter LF/2	Вывод 2 фильтра низкой частоты
3	OV	Общий вывод
4	Ucc	Вывод питания от источника напряжения
5	GET	Вывод контура гетеродина
6	DEC 1	Вывод блокировки 1
7	Filter 1 IF/1	Вывод 1 фильтра 1 промежуточной частоты
8	Filter 1 IF/2	Вывод 2 фильтра 1 промежуточной частоты
9	E	Вывод уровня напряженности поля
10	Filter 2 IF/1	Вывод 1 фильтра 2 промежуточной частоты
11	Filter 2 IF/2	Вывод 2 фильтра 2 промежуточной частоты
12	IN HF	Вход ВЧ
13	DEC 2	Вывод блокировки 2
14	OUT SF	Вывод звуковой частоты
15	IN RC	Вход обратной связи
16	DEC 3	Вывод блокировки 3

Табл.2

Параметр	Сим-вол	Единица	Условия измерения	Значение	
				Мин	Макс
Выходное напряжение низкой частоты	$U_{O1LFFM}$	мВ	$U_{cc}=2,7В$ $U_i=12мкВ$ $f=69МГц$	43	-
Выходное напряжение низкой частоты	$U_{O2LFFM}$	мВ	$U_{cc}=2,7В$ $U_i=1,0мВ$ $f=69МГц$	60	$1,41 \times U_{O1LFFM}$
Ток потребления	$I_{cc}$	мА	$U_{cc}=3,3В$	-	10
Коэффициент ослабления амплитудной модуляции	$\alpha_{AM}$	дБ	-	30	-
Отношение сигнал/шум	$N_p$	дБ	-	40	-
Коэффициент гармоник	$K_h$	%	-	-	2,5

## Задающие генераторы

Задающие генераторы (ЗГ) служат в радиоэлектронике источниками сигнала. В низкочастотной области их сигналы служат для воспроизведения различных звуков, в основном для сигнализации, измерения и музыкальных инструментов, в области радиочастотного спектра ЗГ создают несущую частоту, которая излучается в пространство, неся в своем составе полезную информацию. Генераторы других диапазонов, такие, как инфракрасного излучения (ИК), лазерные и рентгеновские менее освоены радиолюбителями, хотя ИК генераторы иногда используются для управления приборами и охраны помещений. Существует также большой класс генераторов сигналов специальной формы, среди которых чаще всего используются генераторы пилообразного напряжения, генераторы шума и импульсов.

В качестве ЗГ могут выступать как простые автогенераторы, выдающие сигнал фиксированной частоты, так и сложные устройства, называемые синтезаторами частот, на выходе которых формируются сигналы любой заданной частоты в определенном диапазоне.

В колебательные системы задающих генераторов с целью повышения стабильности частоты вводятся фиксирующие элементы с высокой добротностью, например: кварцевые резонаторы, фильтры и резонаторы на поверхностно-акустических волнах (ПАВ), диэлектрические и другие электромеханические системы. С другой стороны, в устройствах упрощенного вида с целью сокращения объема и затрат на изготовление ЗГ делают с перестройкой частоты, что в определенной мере снижает стабильность частоты, однако позволяет перекрыть определенный диапазон частот без дополнительных коммутаций, только за счет изменения параметров контура ЗГ.

Основой работы автогенераторов как первичных источников сигнала служит условие баланса фаз и амплитуд. Не вдаваясь в математические соотношения, отметим, что для выполнения условия баланса фаз необходимо сигнал с выхода генератора подать на его вход в фазе с имеющимся на входе сигналом (положительная обратная связь ПОС), а величина сигнала ПОС определяется условием баланса амплитуд, то есть он должен быть достаточным, чтобы перекрыть потери сигнала в колебательной системе.

И естественно, в автогенераторе должна существовать колебательная система, запасаящая энергию колебаний, которые возрастают с началом процесса генерации от уровня собственных шумов до расчетного уровня переменного сигнала. Колебательные системы строятся на реактивных элементах, в связанных приемно-передающих устройствах чаще всего применяются LC контуры, в электронных устройствах и компьютерной технике, где используются импульсные сигналы и микросхемные устройства, применяются RC системы.

Начнем обзор с ЗГ радиочастотного диапазона, в котором исторически они появились первыми. Несколько LC генераторов, собранных по классической трехточечной схеме, кочуют из одного издания в другой уже много десятилетий, и каждое новое поколение открывает их для себя снова. Например, на **рис.1, 2** изображены индуктивные трехточечные схемы LC автогенераторов из учебника по



радиопередающим устройствам, а на **рис.3** - емкостная трехточечная схема. В качестве отступления напомним, что в трехточечной схеме автогенератора ее характер определяется по тому, как распределены реактивные элементы колебательной системы между тремя выводами активного элемента, будь то лампа или транзистор. Индуктивной считается трехточка, в которой на выходе и в цепи обратной связи стоят индуктивности, а в качестве проходной реактивности выступает емкость (две части L1, C1 на **рис.1, 2**), в емкостной трехточке все наоборот: емкости стоят на выходе и в цепи обратной связи, а индуктивность является проходной (C2, C3, L1 на **рис.3**).

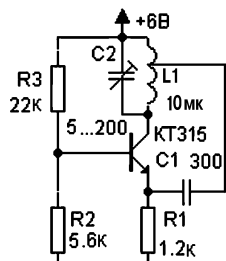


Рис.1

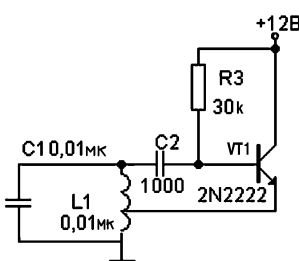


Рис.2

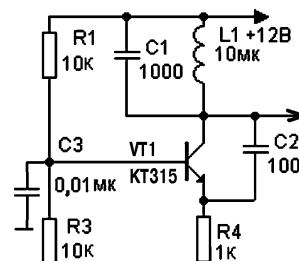


Рис.3

Частота автоколебаний определяется по формуле

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\text{сум}}}}$$

где  $1/C_{\text{сум}} = 1/C1 + 1/C2$  (**рис.1**),  $1/C_{\text{сум}} = 1/C1$  (**рис.2**) или  $1/C_{\text{сум}} = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3$  (**рис.3**). Следовательно, частота 3Г на **рис.1** равняется 4,5...12,5 МГц, на **рис.2** - 15 МГц, на **рис.3** - 5,6 МГц.

Еще одна разновидность 3Г с емкостной трехточкой в схеме с общим коллектором по ВЧ предложена А. ван Рооном VA3AVR из Калифорнии (<http://www.uoguelph.ca/~antoon/circ/circuits.htm>) (**рис.4**). Катушка контура намотана на карандаш виток к витку проводом ПЭЛ-0,35 8...10 витков. При имеющихся значениях емкостей частота генератора составляет 88...108 МГц. Генератор может

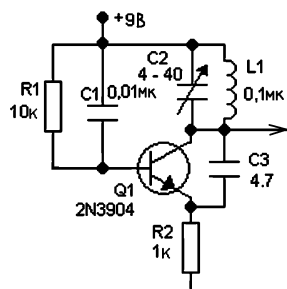


Рис.4

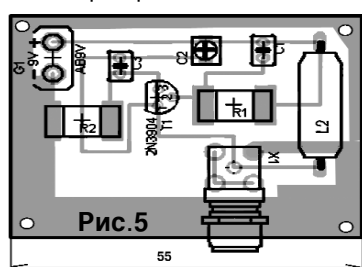


Рис.5

использоваться как основа для построения передатчика FM диапазона, если подать на его вход НЧ сигнал, а к выходу подключить антенну - провод длиной 20...25 см. Печатная плата 3Г показана на **рис.5**.

## Задающие генераторы

Воплощение идеи использовать мультивибратор в качестве LC генератора представлено на сайте <http://zpostbox.chat.ru>. В схеме генератора (рис.6)

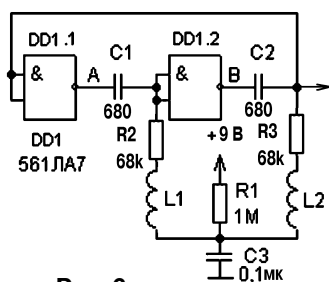


Рис.6

при включении питания через резистор R1 начинает заряжаться конденсатор C3, по мере увеличения напряжения на C3 логические элементы переходят в неустойчивое состояние, начинается колебательный процесс, частота которого определяется параметрами последовательных контуров C1L1 и C2L2.

В установившемся режиме, при C1=C2 и L1=L2, напряжение на C3 соответствует половине напряжения питания, и на выходах DD1.1 и DD1.2 присутствует меандр. Входы элементов DD1.1 и DD1.2 содержат защитные диоды, которые шунтируют LC

контур, поэтому в контур включены резисторы R2, R3.

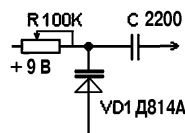


Рис.7

Катушки L1 и L2 наматывались на каркасах диаметром 8 мм с подстроечниками из феррита, и содержали по 40 витков провода ПЭЛ-0,3, рабочая частота - около 1МГц, напряжение питания 9 В. К одной из индуктивностей можно подключить варикап (рис.7), получится схема с регулировкой частоты с варикапа VD1.

В диапазоне УКВ начиная с частот более 200 МГц применяют микрополосковые линии для создания реактивностей прямо на печатных платах. Пример такого 3Г показан на рис.8. Микрополосковая линия имеет такие параметры: длина 38 мм, ширина 2,5 мм, отвод для выхода на 50 Ом - на расстоянии 0,15 общей длины полоски.

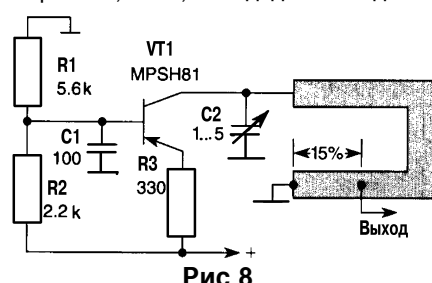


Рис.8

При указанных на схеме параметрах частота 3Г может устанавливаться в пределах 350...500 МГц. Выходная мощность генератора 65...150 мВт, стабильность частоты на уровне  $10^{-3}$ . Чтобы поднять стабильность до значений  $(1...5)10^{-5}$ , нужно поместить внутри колена микрополосковой линии диэлектрическую вставку с относительной диэлектрической проницаемостью 5...7.

Вообще, для стабилизации частоты чаще всего применяются кварцевые резонаторы. Большую подборку кварцевых 3Г описал О. Белоусов из Черкасской обл. (РЛ 6-7/2000). Он справедливо замечает, что относительная нестабильность частоты автогенераторов, выполняемых на резонаторах в виде LC-контуров, обычно не ниже  $10^{-3}$ , потому что добротность LC-контура обычно не выше 200...300, а требуется долговременная относительная нестабильность частоты не хуже чем  $10^{-5}...10^{-6}$ . Такую стабильность можно обеспечить, применяя кварцевые резонаторы, добротность которых составляет  $10^4...10^6$ .

На практике распространены два вида кварцевых генераторов: генераторы, в

которых кварцевый резонатор является частью колебательного контура и эквивалентен индуктивности, такие 3Г называют осцилляторными; генераторы, в которых кварцевый резонатор включен в цепь обратной связи, используется как узкополосный фильтр и эквивалентен активному сопротивлению, их называют фильтровыми.

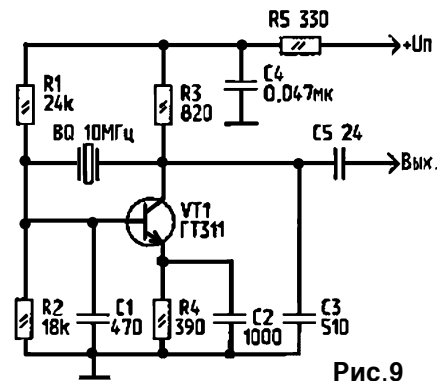


Рис. 9

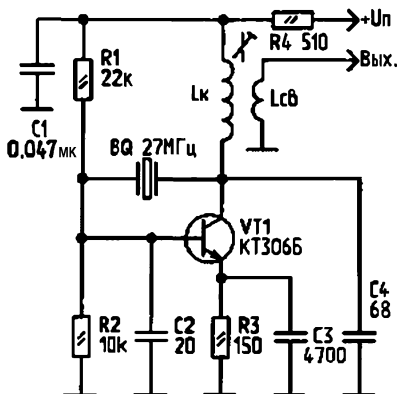


Рис. 10

Осцилляторная схема кварцевого генератора с кварцем между коллектором и базой, выполненная по схеме с заземленным эмиттером (емкостная трехточка) приведена на рис.9.

В настоящее время емкостная трехточка находит широкое применение в диапазоне частот до 22 МГц при работе резонатора на основной частоте и до 66 МГц при возбуждении на третьей механической гармонике (рис.10). Автогенератор с кварцевым резонатором между коллектором и базой в схеме с заземленным по высокой частоте эмиттером не склонен к паразитным колебаниям на ангармонических обертонах, имеет превосходную стабильность частоты при изменении питающего напряжения и температуры окружающей среды.

Влияние изменений реактивных параметров транзистора, зависящих от напряжения питания и времени, ослабляется с ростом емкостей C1, C3 (рис.9), т.е. с приближением рабочей частоты автогенератора к граничному значению. Однако чрезмерное увеличение емкостей приводит к ухудшению условий самовозбуждения, и возрастает рассеиваемая на резонаторе мощность, что ведет к увеличению нестабильности генерируемой частоты.

По техническим условиям рассеиваемая мощность на кварце ограничена 1...2 мВт, однако в диапазоне частот 1...22 МГц при такой рассеиваемой мощности частота последовательного резонанса зависит от рассеиваемой мощности, а коэффициент пропорциональности составляет  $(0,5...2) \cdot 10^{-9}$  Гц/мкВт, поэтому для высокостабильных генераторов рассеиваемую мощность на резонаторе следует ограничить величиной 0,1...0,2 мВт.

При возбуждении кварцевого резонатора на нечетных механических гармониках кварца вместо резистора R3 включают катушку индуктивности Lк

## Задающие генераторы

(рис. 10). На частоте генерации контур LkC4 должен иметь емкостное сопротивление, т.е. его резонансная частота должна быть ниже частоты генерации. Параметры контура следует выбирать так, чтобы его собственная частота составляла 0,7...0,8 от частоты генерации. В результате контур имеет емкостную проводимость на частоте необходимой гармоники, что исключает возможность генерации на низших гармониках и основной частоте.

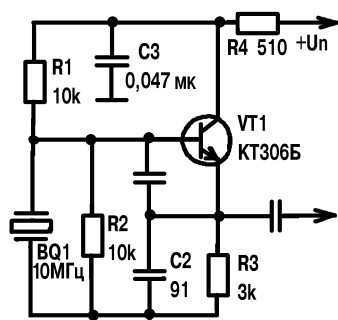


Рис. 11

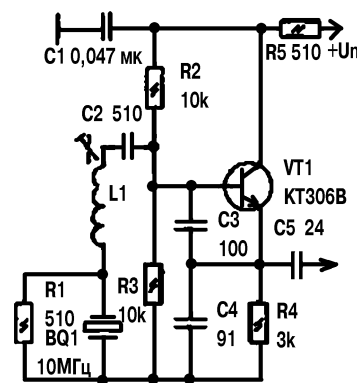


Рис. 12

В осцилляторных генераторах, работающих на частоте выше 22 МГц, резонатор обычно возбуждают на 3-й или 5-й гармонике, но не на более высоких, так как сильно сказывается влияние параллельной емкости кварцедержателя. Чаще, чем приведенная на рис. 9, применяется емкостная трехточечная схема кварцевого генератора с кварцевым резонатором между коллектором и базой в схеме включения транзистора с заземленным коллектором (рис. 11). Эта схема особенно удобна для генераторов с электронной перестройкой частоты (при включении последовательно с кварцем варикапа) и имеет меньшее количество блокировочных элементов, чем схема с заземленным эмиттером.

Многие специалисты в области кварцевых генераторов считают емкостную трехточку наилучшей из всех схем кварцевых генераторов, работающих на основной или 3-й механической гармонике резонатора. Следует отметить, что существует схема емкостной трехточки, не содержащая индуктивности, которая возбуждается на 3-й и 5-й гармониках.

Если в схеме на рис. 11 последовательно с кварцем включить катушку индуктивности L1, то это приведет к появлению новых свойств, т.е. в автогенераторе с кварцем в контуре (рис. 12)

возможны автоколебания, не стабилизированные кварцевым резонатором.

На высоких частотах, где реактивное сопротивление параллельной емкости резонатора меньше реактивного сопротивления динамической ветви кварцевого резонатора, возможно самовозбуждение через параллельную емкость кварцедержателя. Наличие индуктивности L1 означает возможность выполнения баланса фаз на частоте последовательного резонанса, а также в некоторой области расстройек ниже частоты последовательного резонанса.

Индуктивность L1 обеспечивает выполнение баланса фаз в условиях, когда  $M < 2$ , и эквивалентное реактивное сопротивление кварца не может иметь

индуктивный характер. Это значит, что генератор с кварцем в контуре может работать на более высоких частотах и более высоких номерах механических гармоник кварцевого резонатора. Для исключения паразитного самовозбуждения через параллельную емкость  $C_p$ , которое наиболее вероятно на высоких частотах и на высших механических гармониках, параллельно резонатору включают резистор  $R_1$ , который вносит потери в контур паразитного самовозбуждения.

Снизить требования к активности кварцевого резонатора на механических гармониках можно при использовании схем генераторов последовательного резонанса. Так как при повышении частоты и номера гармоники активность кварцевого резонатора уменьшается из-за увеличения его эквивалентного сопротивления и повышения шунтирующего влияния статической (параллельной) емкости  $C_p$ , необходимо ее нейтрализовать или компенсировать. Нейтрализацию можно осуществить в мостовой схеме, где кварц помещают в одно из плеч сбалансированного моста.

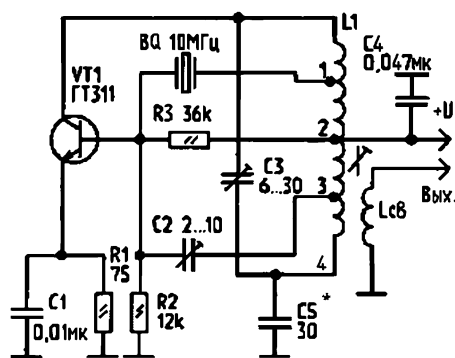


Рис. 13

Мостовой автогенератор последовательного резонанса показан на рис.13. При точном балансе моста ( $C_p=C_2$ ,  $X_{L1-2}=X_{L2-3}$ ) обратная связь осуществляется только через динамическую ветвь резонатора. На механической гармонике кварцевого резонатора резко возрастает проводимость последовательной ветви резонатора, мост разбалансируется, и при соответствующем выборе элементов схемы генератор возбуждается. Контур  $L_1C_3$  должен быть настроен на частоту требуемой гармоники.

В этой схеме удастся возбудить кварцевые резонаторы на 5-й, 7-й и даже 11-й гармониках. Схемы с нейтрализацией статической емкости резонатора весьма критичны к режиму работы и сложны в регулировке, хотя их можно применять на частотах до 100 МГц. Верхний предел частот генератора с нейтрализацией обусловлен трудностью получения большого эквивалентного сопротивления контура с ростом частоты, так как начальную емкость контура нельзя сделать малой из-за паразитных емкостей.

Схема Батлера (рис.14) характеризуется наибольшей устойчивостью к дестабилизирующим факторам в диапазоне до 100 МГц. Верхний предел генерируемых частот обусловлен ухудшением свойств эмиттерного повторителя. В схеме Батлера кварцевый резонатор включен в цепь обратной связи между эмиттерами транзисторов. Транзистор VT1 включен по схеме с общим коллектором, а транзистор VT2 - с общей базой. Недостатком этой схемы является склонность к паразитному самовозбуждению из-за связи выхода со входом через параллельную

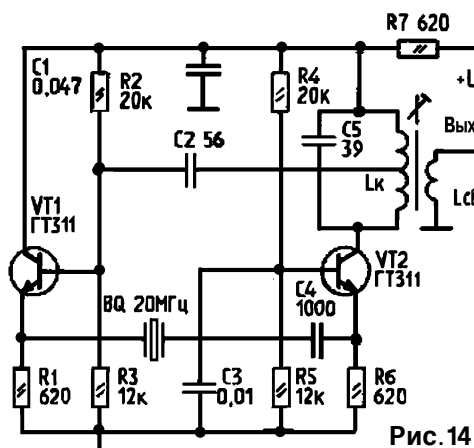


Рис. 14

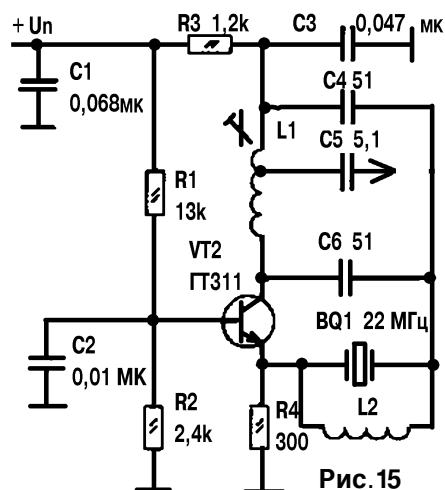


Рис. 15

емкость кварца  $C_p$ . Для устранения этого явления параллельно кварцу подключают катушку индуктивности, образующую совместно с параллельной емкостью кварца резонансный контур, настраиваемый на частоту паразитного колебания.

Автогенератор по схеме Батлера на одном транзисторе с компенсацией емкости кварцедержателя показан на рис. 15. На частотах до 300 МГц целесообразно применять однокаскадные схемы фильтров, например, схему фильтра с общей базой. По существу, такой автогенератор представляет собой однокаскадный усилитель, в котором контур соединен с эмиттером биполярного транзистора через кварцевый резонатор, выполняющий роль узкополосного фильтра.

Контур, образованный параллельной емкостью кварца  $C_p$  и катушкой  $L_2$ , настраивают на частоту используемой гармоники. С увеличением рабочей частоты возрастают эквивалентные проводимости транзистора, т.е. выполнение условий самовозбуждения ухудшается. Однако, несмотря на это, условия самовозбуждения этого автогенератора на высоких частотах

выполняются легче, чем автогенераторов с кварцем между коллектором и базой и кварцем в контуре, что определяет его преимущество.

Специально разработанный 3Г с малыми гармоническими искажениями представил уже упомянутый ван Роон. На схеме (рис. 16) показано включение кварца таким образом, чтобы на нем рассеивалось не более 1 мВт мощности. Схема представляет собой емкостную трехточку с фильтровым включением кварца. Элементы схемы, номиналы которых не указаны, сведены в табл. 1 для различных частот выходного сигнала. Значения реактивностей приближительны для установки частоты самовозбуждения вблизи рабочей частоты, точное значение выбирается подбором емкостей и индуктивностей.

Таблица 1

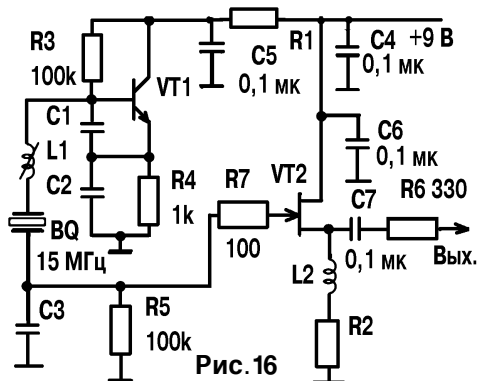


Рис. 16 Б. Шадлер предложил схему

электрически переключаемого кварцевого генератора (Elektor Electronics N 7-8/01) (рис.17). Требуемый кварц из набора BQ1...BQn (можно применять любые с частотой основного резонанса от 1 до 15 МГц) подключается к выходу компаратора А1 при подаче питающего напряжения на один из резисторов R1...Rn. При этом открывается один из диодов D1...Dn и соответствующий кварцевый резонатор включается в цепь ПОС с выхода А1 на ее вход, вызывая генерацию на частоте последовательного резонанса.

Представленная схема является фильтровой, при этом сам генератор содержит в составе своей колебательной системы только RC элементы. Отсутствие индуктивностей дает возможность сделать генератор малогабаритным, снизить его потребляемую мощность, улучшить форму выходного напряжения, расширить границы частотного диапазона. Выше были рассмотрены кварцевые генераторы без индуктивностей (рис.9, 11), которые также обладают перечисленными положительными свойствами.

К низкочастотным ЗГ в радиолюбительской практике обычно предъявляют не столь высокие требования по стабильности частоты, но отсутствие искажений здесь выходит на первый план, если это касается измерительных генераторов или генераторов тона в ЭМИ. Для других ЗГ достаточно, чтобы он создавал какие-то звуки и все.

Эл-т	Номинал
VT1	2N4401, 2N3904, 2N2222 или др. п-р-п тр-р
VT2	2N4416, 2N4858, U310 или др. п-канальный ПТ
R1	10к номинал, задает уровень вых. напряжения
R2	470 Ом для эконо. режима, 100 Ом для низкоомной нагр.
C1	100 пФ для 10 МГц, 220 пФ для 5 МГц, 1000 пФ для 1 МГц
C2	220 пФ для 10 МГц, 470 пФ для 5 МГц, 2200 пФ для 1 МГц
C3	33 пФ для 10 МГц, 68 пФ для 5 МГц, 330 пФ для 1 МГц
L1	Подбирается для установки частоты кварца, приблизительно на порядок меньше значений L2
L2	100 мкГн для 10 МГц, 470 мкГн для 5 МГц, 1 мГн для 1 МГц.

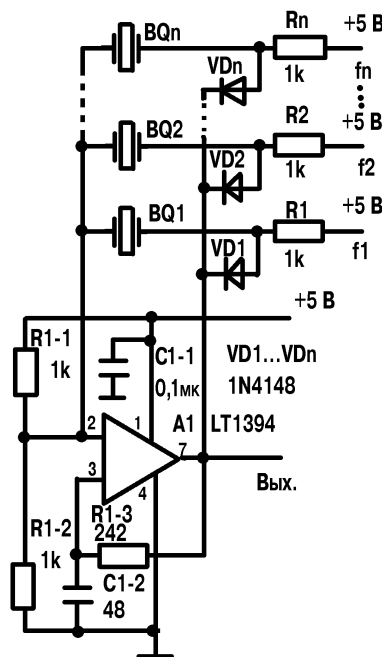


Рис. 17

## Задающие генераторы

Например, П. Паркер VK3YE (<http://www.alphalink.com.au/~parkerp/project.htm>), фамилия которого уже упоминалась на страницах нашего сборника, предложил схему генератора на 1 кГц (рис.18). Она отличается тем, что на ее выходе поставлен ФНЧ R3...R5-C2...C4, поэтому генератор выдает синусоидальные колебания. Автор предлагает использовать свой ЗГ в качестве тон-генератора в передатчике или в качестве пробника для аудио цепей.

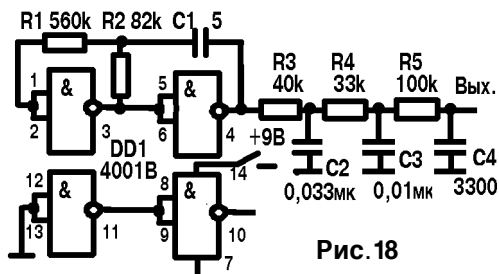


Рис. 18

Интересные схемы звуковых генераторов представил Ч. Венцель на своем сайте <http://www.techlib.com>. Первая схема (рис.19) - генератор звуковой частоты с малыми искажениями благодаря "мягкому" ограничению с помощью диода VD1 типа 1N914 и резистивному делителю R7R9 и мягкому режиму самовозбуждения, обеспеченному резистором в цепи эмиттера R6. Чтобы получить минимальные искажения, нужно увеличить резистор R6 до такой величины, пока колебания не пропадут.

Простой буфер может быть добавлен для динамической низкоомной нагрузки. Размах выходной амплитуды будет приблизительно 5 В, но с помощью изменения величины резисторов делителя R7 или R9 и диода VD1 можно устанавливать различные амплитуды выходного сигнала. Схема будет работать при других напряжениях питания, но тогда резистор R6 нужно будет подрегулировать для получения стабильного режима самовозбуждения..

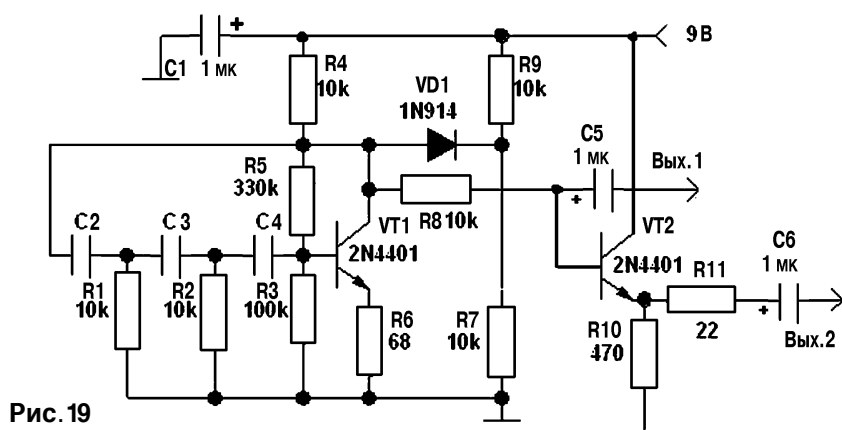


Рис. 19

Готовое устройство автор выполнил в стиле каплевидной формы (рис.20), разместив схему на круглой плате и загерметизировав ее эпоксидной смолой,



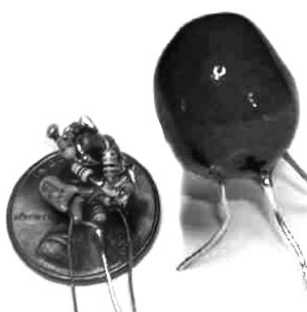


Рис.20

смешанной с небольшим количеством наполнителя - краски определенного цвета. Делается это так: нужно смешать эпоксидную смолу с отвердителем так, чтобы она быстро затвердевала, и, держа цепь за ножку выходного провода, вращать каплю смолы вокруг своей оси, чтобы получить каплю, близкую к художественной форме. Законченный вид модуля выглядит очень профессионально, напоминая что-то из космической технологии, трудно на вид догадаться, что это генератор ЗЧ.

В другой схеме - двухтранзисторном генераторе с мостом Вина (рис.21), используется обычная лампа от ночника для стабилизации теплового режима.

Выходной сигнал имеет размах приблизительно 6 В и обеспечивает работу на низкоомную фиксированную нагрузку, достигающую значений 2...3 кОм без дополнительного буферного каскада.

Минимальные показатели искажений достигнуты за счет установки в цепи обратной связи регулируемого потенциометра R7 1 кОм, отрегулированного так, чтобы выходная амплитуда была меньше на 1 В максимального уровня.

С указанными на схеме значениями резисторов частота может быть установлена в пределах от несколько герц до более чем 60 кГц выбором величины C1=C2 между 1 мкФ и 47 пФ. Частота будет близка к расчетному значению  $1/(6,28 \times R1 \times C1)$ . С помощью R1 можно изменить границы диапазона настройки, но при слишком высоких или низких значениях могут срываться колебания. Лампа на 7 Вт может быть заменена меньшим номиналом мощности с сопротивлением нити накала более 50 Ом на очень низких частотах.

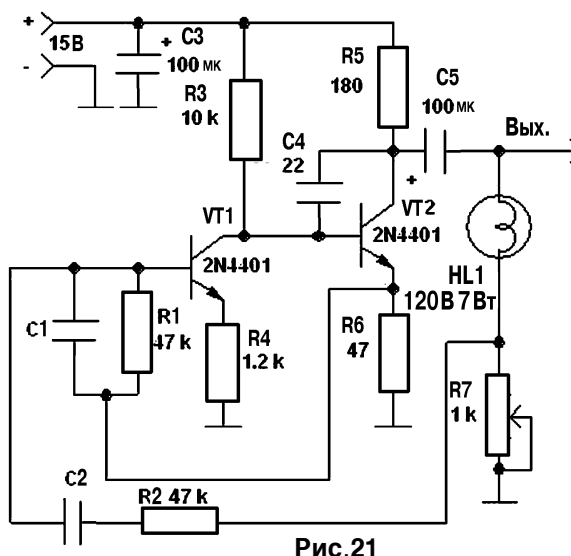


Рис.21

Конденсатор C5 может быть меньше 100 мкФ, если не генерируются очень низкие частоты. Конденсатор C4 22 пФ добавлен для стабильности возбуждения колебаний и может быть изъят при использовании транзисторов с большим коэффициентом передачи тока или при компоновке схемы, не допускающей

### Задающие генераторы

---

паразитных связей. При наличии паразитного самовозбуждения величина  $C_4$  может быть увеличена.

При изменении нагрузки может потребоваться перестройка потенциометра обратной связи  $R_7$ . Если вместо  $VT_1$  поставить транзистор с большим коэффициентом усиления типа MPSA-18, то это позволит намного увеличить значение сопротивления резистора  $R_1$  вплоть до 1 МОм.

Схема потребляет ток 18...45 мА, что определяется усилением транзисторов и величиной  $R_1$ . Ток вне этого диапазона свидетельствует о наличии искажений. Эмиттерный резистор  $R_4$  1,2 кОм может быть слегка изменен, чтобы отрегулировать текущее потребление тока в пределах 25...30 мА.

Что касается измерительных источников сигнала, то не каждый решится построить собственный прецизионный сигнал-генератор ЗЧ, большинство пользуется приборами промышленного изготовления. Однако серьезные радиолюбители не останавливаются перед трудностями например, Е. Невструев (Радио 5/89) опубликовал схему генератора звуковых частот, который имеет такие параметры: диапазон частот 0,01 ...100 кГц, 4 поддиапазона; коэффициент гармоник 0,05...0,4 % в зависимости от поддиапазона; неравномерность АЧХ не более  $\pm 0,5$  дБ; выходное напряжение 1...4 В; выходное сопротивление 600 Ом.

Автор считает, что к числу наиболее необходимых в лаборатории радиолюбителя приборов по праву можно отнести генератор синусоидальных колебаний ЗЧ. Наиболее часто в радиолюбительской литературе описываются генераторы с так называемым мостом Вина в цепи положительной обратной связи, перестраиваемым обычно двоянным переменным резистором. К сожалению, несмотря на кажущуюся простоту таких генераторов, повторить их в любительских условиях далеко не просто, особенно если учесть возросшие требования к нелинейным искажениям измерительного сигнала. Необходимое для снижения искажений сохранение идентичности сопротивлений органа перестройки частоты во всем диапазоне требует применения весьма точных двоянных переменных резисторов, а они большинству радиолюбителей практически недоступны. Попытки повышения качества сигнала введением различных стабилизирующих цепей (нелинейных делителей, АРУ), как правило, приводят к улучшению одних параметров за счет ухудшения других.

Предлагаемый измерительный генератор перестраивается одним переменным резистором, обладает достаточно хорошими техническими характеристиками и прост в наладивании.

Упрощенная принципиальная схема генератора изображена на **рис. 22**. На ОУ DA1 и элементах  $R_1...R_3$ ,  $C_1$  собран широко применяемый и описанный в литературе регулируемый фазовращатель, вносящий сдвиг фазы сигнала, который определяется отношением емкости конденсатора  $C_1$  и сопротивления резистора  $R_1$ . С выхода фазовращателя сигнал поступает на цепь стабилизации амплитуды EL1R4, компенсирующую влияние таких дестабилизирующих факторов, как температура и неидеальность параметров ОУ.

На ОУ DA2 и резисторах  $R_5...R_7$  выполнен обычный инвертирующий усилитель.

Вносимый им сдвиг фазы постоянен и равен  $180^\circ$ . Подстроечный резистор R6 служит для установки требуемого уровня выходного сигнала.

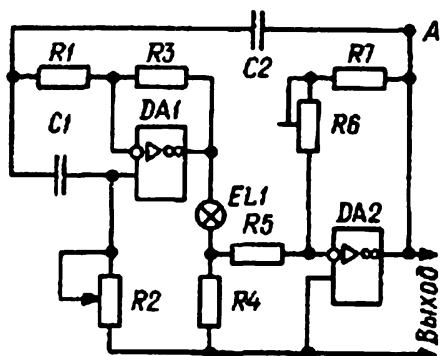


Рис. 22

Конденсатор C2 с входным сопротивлением каскада на ОУ DA1 образует цепь, дополнительно сдвигающую фазу сигнала на угол, который в сумме со сдвигом фазы, вносимым этим каскадом, составляет  $180^\circ$ . Таким образом выполняется одно из условий возникновения генерации - баланс фаз.

Полная принципиальная схема генератора показана на рис. 23. Регулируемый фазовращатель собран на ОУ DA1. Сигнал с его выхода поступает на эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе VT1. Этот каскад создает

условия для нормальной работы генератора на низкое сопротивление нагрузки и цепи стабилизации амплитуды, состоящей из ламп накаливания EL1...EL3 и подстроечного резистора R13, с помощью которого регулируют напряжение сигнала на выходе генератора. С одного поддиапазона на другой генератор переключают переключателем SA1, требуемую частоту сигнала устанавливают переменным резистором R3.

С движка резистора R13 сигнал подается на инвертирующий усилитель (ОУ DA2), коэффициент передачи которого определяется отношением сопротивлений резисторов R16 и R14. Подключенная параллельно последнему цепь R15C10 компенсирует влияние паразитных фазовых сдвигов в ОУ, позволяя сохранить характер и масштаб изменения частоты как функции сопротивления резистора R3 в области высших частот рабочего диапазона. Кстати, введение этой цепи сделало невозможным изменение сопротивления резистора в цепи ООС, охватывающей ОУ DA2, поэтому регулятор напряжения выходного сигнала пришлось включить в цепь стабилизации амплитуды.

Конденсатор C13 компенсирует небольшой подъем АЧХ в области высших частот, вызванный введением цепи R15C10, и уменьшает нелинейные искажения сигнала на этих частотах.

Выходное напряжение генератора устанавливают переключателем SA2, подключая нагрузку к той или иной части делителя R7R11. При необходимости число значений выходного напряжения можно выбрать любым другим, включив соответствующее число резисторов в цепь эмиттера транзистора VT1. Суммарное сопротивление этих резисторов не должно превышать 150 Ом.

Детали и конструкция. Применение в фазовращателе и инвертирующем усилителе ОУ разных типов обусловлено необходимостью получения достаточно широкого рабочего диапазона частот при хорошей устойчивости генератора. При

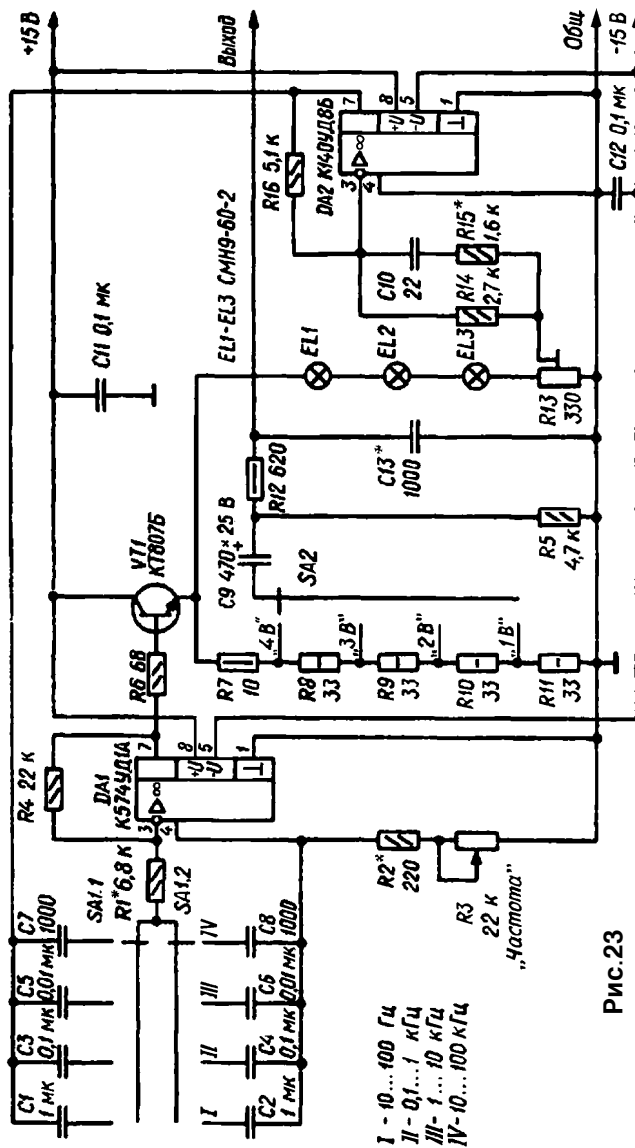


Рис. 23

СП4-2Ма). Подстроечный резистор R13—СП4-1, СП3-16а, СП5-16В.

Переключатели SA1, SA2 - любые галетные или кнопочные (например, П2К с зависимой фиксацией). Конденсаторы C1-C8 частотодающей цепи желательно взять с возможно меньшим (во всяком случае - нормированным) ТКЕ и подобрать

использовании двух ОУ серии К574УД1 генератор оказывается склонным к паразитному самовозбуждению на высших частотах, а при использовании в обоих каскадах ОУ серии К140УД8 верхнюю граничную частоту рабочего диапазона не удастся поднять выше 20 кГц.

Транзистор КТ807Б можно заменить любым из серий КТ815, КТ817. В любом случае транзистор эмиттерного повторителя необходимо закрепить на теплоотводе с площадью охлаждающей поверхности не менее 50 см<sup>2</sup>.

В качестве органа перестройки частоты (R3) желательно использовать переменный резистор марки СП4-2Ма или СП3-23а. Для уменьшения нелинейности шкалы этот резистор должен быть группы Б. Можно применить и резистор группы В, включив его соответствующим образом, однако частота в этом случае будет возрастать при повороте движка против часовой стрелки (это относится к резистору

попарно (C1 и C2, C3 и C4 и т. д.) с погрешностью не более +2 %. Это обеспечит требуемое постоянство амплитуды генерируемых колебаний при переходе с одного поддиапазона на другой.

Для питания генератора подойдет любой стабилизированный источник с выходными напряжениями 4...15 В и -15 В при токе не менее 200 мА и напряжении пульсации не более 25 мВ.

Наладивание генератора начинают с установки подстроечным резистором R13 выходного напряжения 4 В (переключатель SA1 - в положении "I", SA2 — в положении "4 В"). Затем, установив движок переменного резистора R3 в верхнее (по схеме) положение (оно соответствует нижней граничной частоте поддиапазона), подбором резистора R1 добиваются частоты генерации, равной 10 Гц, после чего измеряют выходное напряжение и, если необходимо, устанавливают его равным 4 В еще раз (тем же резистором R13).

Далее переменный резистор R3 переводят в нижнее (по схеме) положение и подбором резистора R2 добиваются частоты колебаний 100 Гц. После этого переключатель SA1 устанавливают в положение "IV" и подбирают резистор R15 такого сопротивления, при котором частота выходного сигнала равна 100 кГц.

Конденсатор C13 подбирают так, чтобы неравномерность АЧХ генератора на высших частотах рабочего диапазона не превышала +0,5 дБ.

Инфракрасные (ИК) генераторы сигналов отличаются от выше рассмотренных тем, что генератор используется только для модуляции источника ИК излучения, поэтому, учитывая инерцию излучателей, ИК генераторы имеют низкую и инфранизкую частоту генерации. На сайте <http://members.fortunecity.com> размещена информация о простом ИК генераторе, схема которого приведена на рис.24. На

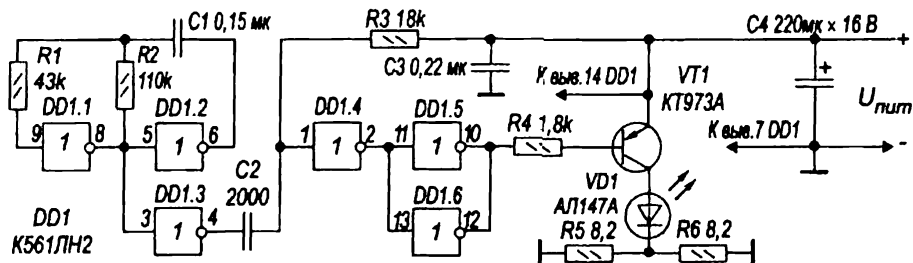


Рис.24

элементах DD1.1, DD1.2 собран мультивибратор, возбуждающийся на частоте  $F=30...35$  Гц. Дифференцирующая цепочка R3C2 и элементы DD1.4...DD1.6 формируют импульс тока длительностью 10 мкс на базе нормально закрытого транзистора VT1, открывают его, и загорается ИК диод VD1. В табл.2 приведена зависимость амплитуды тока в ИК диоде  $I_{имп}$  и потребляемого генератором тока  $I_{потр}$  от напряжения источника питания  $U_{пит}$ .

Таблица 2

Uпит,В	Iимп,А	Iпотр,мА
4,5	0,24	0,40
5,0	0,43	0,57
6,0	0,56	0,96
7,0	0,73	1,50
8,0	0,88	2,10
9,0	1,00	2,80

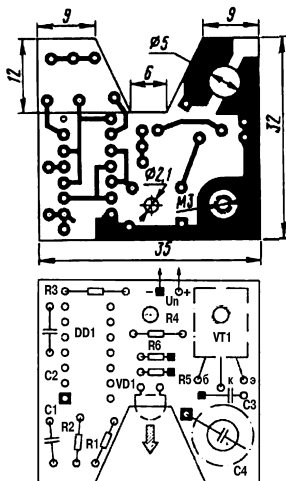


Рис.25

Печатную плату генератора изготавливают из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм (рис.25). Фольгу со стороны деталей используют лишь в качестве нулевого провода - «земли». В местах пропуска проводников в ней должны быть вытравлены кружки диаметром 1,5...2 мм (на рисунке не показаны), места пайки к нуль-фольге «заземляемых» выводов конденсаторов, резисторов и др. показаны зачерненными квадратами.

В качестве примера на рис.26 приведена зависимость относительной мощности излучения ИК диода АЛ402 от прямого импульсного тока  $I_{пр.и}$ . Почти линейная их связь и при столь значительном форсаже импульсных токов, которая вообще характерна для ИК

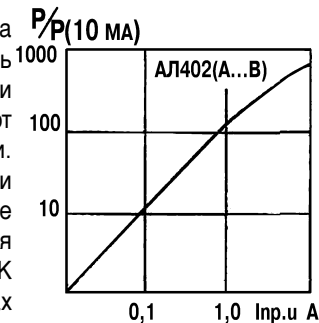


Рис.26

диодов, позволяет ориентироваться при расчетах «дальнобойности» системы не на мощность излучения, а на легко контролируемый ток в ИК диоде.

В этом же источнике представлена схема энергоэкономичного ИК генератора, который позволяет отнести его от фотоприемника на 10...20 м и более, а он выполнен в виде автономно функционирующего блока. Важнейшим параметром такого излучателя является его экономичность.

Принципиальная схема энергоэкономичного ИК генератора, формирующего достаточно мощные ИК импульсы, показана на рис.27. Режим его работы задан

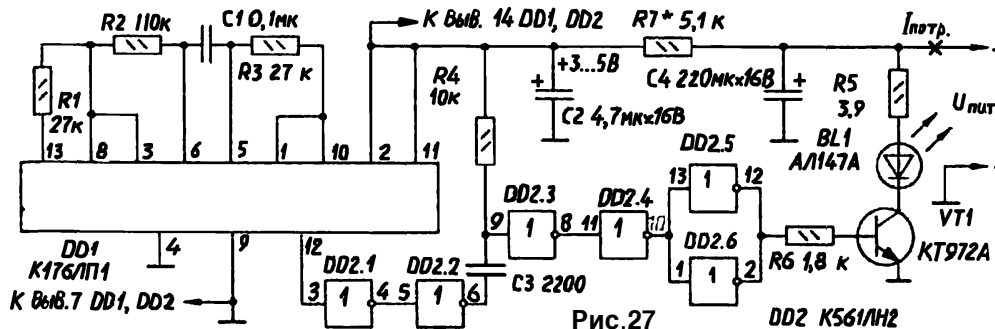


Рис.27

DD2 K561/И2

мультивибратором, выполненным на микросхеме DD1, в стоки транзисторов которой введены резисторы R1 и R3, многократно снижающие сквозные токи переходного режима. Частота мультивибратора -  $F=1/2 \cdot R2 \cdot C1=40$  Гц. Длительность импульса тока,

возбуждающего ИК диод BL1, зависит от параметров дифференцирующей цепочки R4C3:  $t_{имп}=R4 \cdot C3=10$  мкс. Формирователь DD2.3...DD2.6 преобразует поступающий на его вход импульс с затяннутым спадом в «прямоугольный», открывающий на это время до насыщения нормально закрытый транзистор VT1.

Напряжение питания микросхем зависит от номинала резистора R7, при возможных изменениях  $U_{пит}$  оно должно оставаться в пределах +3...5 В.

Генератор монтируют на двусторонней печатной плате размерами 17,5x55x1,2 мм (рис.28). Фольгу под деталями используют лишь в качестве нулевой

шины-«земли» (с ней соединяют «-» источника питания), в местах пропуска проводников она имеет выборки — кружки диаметром 1,5...2 мм (на рисунке не показаны). Выводы деталей, соединяемые с «землей», припаивают непосредственно к нуль-фольге (показаны зачерненными квадратами).

Транзистор VT1 устанавливают параллельно плате, его выводы согнуты под прямым углом, расстояние между ним и платой 4...5 мм.

Таблица 3

В табл.3 приведены зависимости  $I_{имп}$  амплитуды тока в ИК диоде и  $I_{потр}$  тока, потребляемого генератором от источника питания, от  $U_{пит}$  напряже-

$U_{пит}, В$	$I_{имп}, А$	$I_{потр}, мА$
4,3	0,36	0,15
5	0,46	0,22
6	0,64	0,31
7	0,85	0,43
8	1,05	0,53
9	1,18	0,64
10	1,36	0,75

ния источника питания. Частота  $F$  и длительность  $t_{имп}$  остаются при этом практически неизменными.

На рис.29 показана схема генератора качающейся частоты с полосой «качания» 0,3...70 МГц (Электроника 1/82). Генератор пригоден для настройки приемных устройств КВ диапазона.

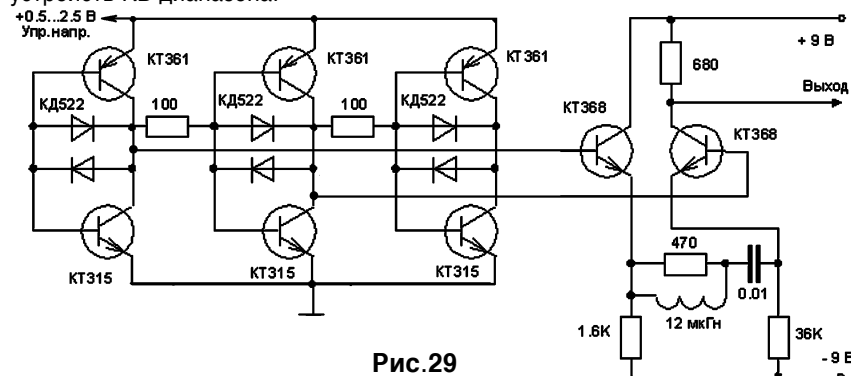


Рис.29

## Справочник БР

### Задающие генераторы в интегральном исполнении

#### Микросхема LTC6900 - маломощный генератор

##### Электрические параметры:

Напряжение питания	2,7...5,5 В
Выходная частота	1 кГц...20 МГц
Выходное напряжение	0,1...5 В
Нестабильность частоты	0,5...2%
Потребляемый ток	0,3...0,9 мА
Выходное сопротивление	100 Ом

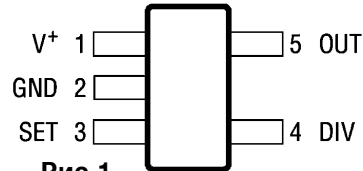


Рис.1

Таблица 1

Номер	Выв.	Назначение
1	V+	Питание генератора. Блокируется емкостью 0,1 мФ
2	GND	Масса
3	SET	Вход регулирования частоты
4	DIV	Установка коэффициента деления выходной частоты. Соединить с массой - 1:1, с V+ - 1:100, оставить висящим - 1:10
5	OUT	Выход генератора

На рис.1 показан вид микросхемы сверху, в табл.1 - описание выводов, на рис.2 - типовая схема включения генератора, на рис.3 - схема преобразователя температура-частота.

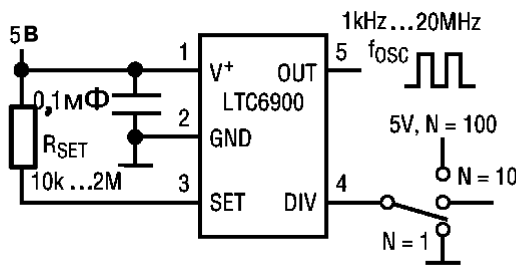


Рис.2

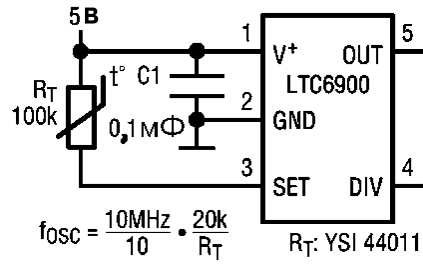


Рис.3

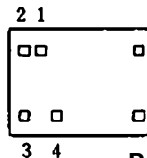
#### Микросхема NJU6318 - кварцевый генератор

##### Электрические параметры:

Напряжение питания	3...6 В
Выходная частота	1 кГц...50 МГц
Выходное напряжение	3,5...5,5 В
Нестабильность частоты	0,1...0,01%
Потребляемый ток	4...16 мА
Потребляемая мощность	200 мВт

На рис.4 изображена микросхема NJU6318 в разных корпусах, в табл.2 - описание выводов, на рис.5 - типовая схема включения генератора, на рис.6 - внутреннее строение микросхемы.

#### NJU6318XC



#### NJU6318XE

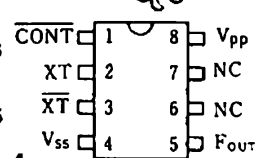
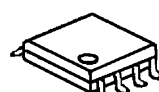


Рис.4



Таблица 2

Ном.	Выв.	Назначение	Ном.	Выв.	Назначение
1	CONT	Установка частоты: высокий уровень - выход с делителя частоты, низкий - делитель отключен, висящий вывод - частота 1:1	4	Vss	Масса
2	XT	Подсоединение кварцевого резонатора	5	Fout	Выход генератора
3	XT	Подсоединение кварцевого резонатора	6		Не задействован
			7		Не задействован
			8	Vpp	Напряжение питания

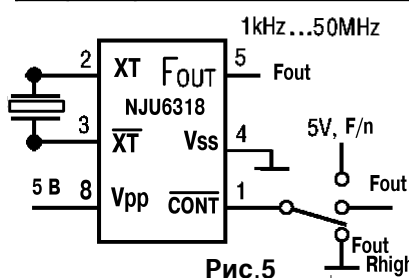


Рис.5

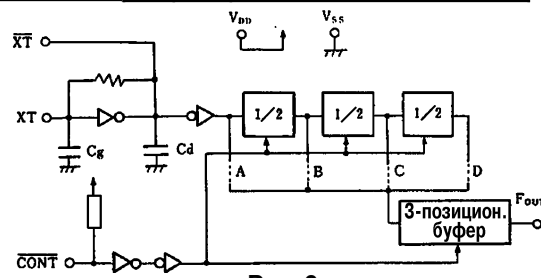


Рис.6

### Микросхема MOI-2000 - КМОП задающий генератор для мобильных телефонов

#### Электрические параметры:

Напряжение питания	2,85...5,0 В
Выходная частота	2...20 МГц
Выходное напряжение	0,1...5 В
Нестабильность частоты	0,5...1,5%
Потребляемый ток	0,7...3 мА
Выходное сопротивление	100 Ом

На рис.7 изображена типовая схема включения, на рис.8 - внешний вид микросхемы, в табл.3 показан способ управления частотой по вх.S1, S2.

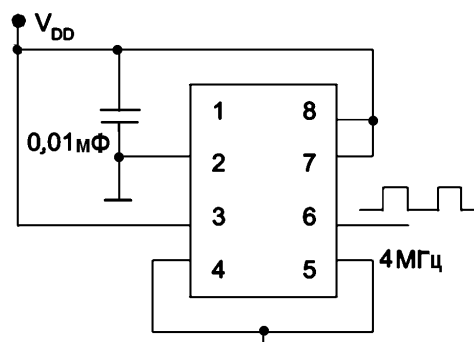


Рис.7

Таблица 3

S1	S2	Out
GND	GND	8.000MHz/12.000MHz
VDD	GND	4.000MHz/6.000MHz
VDD	VDD	2.000MHz/3.000MHz

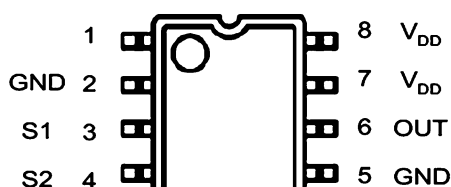


Рис.8

## Пробники

Слово “пробник” происходит от слова “проба”, имеющего немецкое происхождение и означающего, как говорится в словаре Даля, всякое действие для узнавания качества чего-то. Следовательно, пробник - это устройство для определения наличия в цепи какого-либо параметра и его соответствия норме. Обычно пробник предназначен для определения одного из параметров, таких как напряжение, ток, напряженность поля, сопротивление, коэффициент передачи тока транзистора и т.п. С другой стороны, с помощью пробника можно не только оценивать отдельные параметры цепи, но и общую работоспособность всей цепи или ее участков. Для этого служат пробники-генераторы, обычно предназначенные для проверки аудиотракта или радиоканала, а также логические пробники для импульсных, цифровых и компьютерных цепей.

Иногда пробники делают сложными, наделяя их многими функциями из выше перечисленных, есть также пробники для проверки конкретного класса устройств или цепей, например: телевизионные пробники, пробники электрика и др. В любом случае, назначение пробника остается тем же: испытать элементы схемы или участки цепи на предмет выявления отклонений от нормы и по результатам испытания устранить выявленные неисправности.

Обычно пробник состоит из измерительной и индикаторной части, поэтому мы постарались избежать повторения схем, уже рассмотренных в статье “Индикаторы” в выпуске БР № 2/04, стр.38. И это было достаточно просто, потому что радиолюбители всего мира уделяют много времени для разработки и изготовления собственных схем пробников.

Например, простейший пробник наличия напряжения в элементах цепи представлен на сайте <http://www.redcircuits.com>. Схема (рис.1) напоминает рассмотренный ранее индикатор, однако в ней гасящие резисторы заменены лампочкой накаливания LP1 на 220 В, 6 Вт.

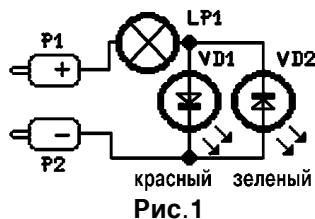


Рис. 1

Автор не считает, что эта схема изобретена им, но рекомендует ее для повторения, ибо схема настолько полезна, насколько проста и дешева.

Когда положительный контакт P1 соединен с положительным напряжением, а P2 - с отрицательным, горит красный светодиод VD1. С изменением полярности подключения горит зеленый светодиод VD2. При подключении к источнику переменного тока загораются оба светодиода.

Лампа LP1 ограничивает ток в цепи до 40 мА при 220 В, а ее нить начинает светиться приблизительно от 30 В, и чем ярче свечение, тем выше напряжение. Благодаря изменению сопротивления нити накала лампы при изменении приложенного напряжения, можно тестировать любое напряжение от 1,8 до 220 В без изменения параметров цепи.

Пробник для проверки напряжения на батарее разработан фирмой Jensen Transformers в 1995 г. Номинал резистора R2 (рис.2) подобран так, чтобы тиристор A1

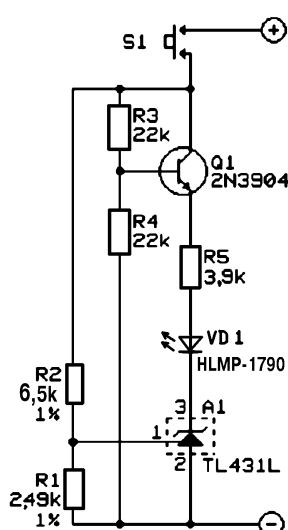


Рис.2

срабатывал при напряжении на батарее более 11 В, а если необходим контроль других номиналов напряжения, фирма предлагает считать, что на 1 кОм сопротивления R2 приходится 1 В напряжения испытуемой батареи.

В рабочем положении, когда кнопка S1 нажата, потребляемый ток не превышает 7 мА. Транзистор VT1 может быть заменен любым низкочастотным с напряжением на коллекторе не менее 25 В.

Пробник переменной составляющей в аудио цепях, не имеющих связи с массой, предложен фирмой Liberty Instruments (<http://www.libinst.com>) для повторения любому, кто имеет хотя бы небольшой опыт радиолюбительства. Схема пробника (рис.3) сконструирована таким образом, чтобы использовать внешнее устройство для индикации сигнала (в данном случае - для воспроизведения звука) в двух вариантах: а) подачей сигнала на микрофонный вход усилителя; б) подачей на линейный вход магнитофона. При этом сам пробник содержит только контактную часть, в состав

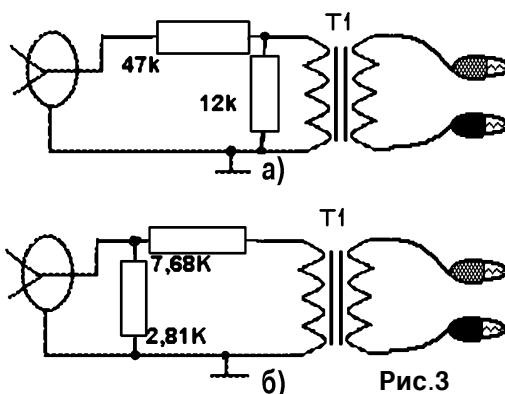


Рис.3

которой включен трансформатор, чтобы избежать гальванического контакта с массой.

Работа пробника, который авторы называют "дифференциальным", похожа на работу любых других пробников со следующими исключениями:

1) Оба зажима должен быть присоединены к исследуемому участку цепи, поскольку с массой нет никакой связи.

2) Нельзя, чтобы к зажимам было приложено постоянное напряжение, потому что оно будет передаваться от одного участка цепи к другому, где

расположены зажимы, и может вывести из строя элементы схемы.

3) Пробник не может быть измерителем качества сигнала, т.к. его характеристики линейности хуже, чем у испытуемых устройств.

4) Лучше не путать типы пробников при их подключении: "микрофонный" пробник подсоединяйте к микрофонному входу, а "линейный" - к линейному, а не наоборот.

5) Наблюдается некоторое ухудшение работы пробников в низкочастотной части диапазона частот менее 80 Гц.

## Пробники

Трансформатор можно использовать любой низкочастотный с сопротивлением катушек 10к:10к, подходят согласующие трансформаторы от УНЧ малогабаритных приемников 60-80 гг., или можно намотать самому двойным проводом 0,08 мм примерно 1000 витков на кольцевом сердечнике.

Пробник электромагнитного поля (<http://www.mitedu.freemove.co.uk/Circuits>) больше похож на измерительный прибор, потому что содержит в своем составе амперметр. Однако калибровка прибора и разметка шкалы не требуются, потому что назначение прибора - проверять наличие непредусмотренных электромагнитных полей на частотах от 50 Гц до 100 кГц, то есть промышленных помех. Диапазон частот зависит от величины конденсатора C3, коэффициента усиления усилителя A1 и амплитуды измеряемого поля. Пробник можно также использовать для поиска скрытой проводки и мест ее обрыва.

Схема пробника представлена на **рис.4**. Для прослушивания полей, частоты которых лежат в области звуковых частот, можно использовать наушники, подключаемые к конт. X1.

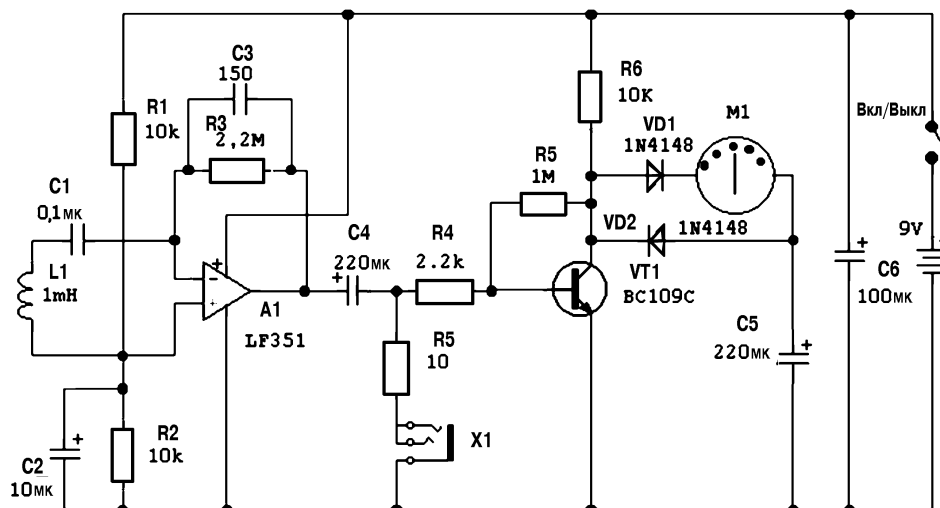


Рис.4

Автор схемы пробника наматывал катушку L1 на стержне от шариковой ручки изолированным проводом 0,05 мм насколько хватало места, чтобы поместить стержень в корпус обычной шариковой ручки. Катушка соединяется со схемой коаксиальным кабелем длиной 50 см.

Сигнал электромагнитного поля усиливается операционным усилителем A1 и каскадом усилителя на транзисторе VT1, после чего выпрямляется двухтактным выпрямителем на VD1-VD2 и отклоняет стрелку микроамперметра M1, рассчитанного на 250 мкА. Стрелочный указатель стоит в цепи заряда конденсатора C5, поэтому он

фиксирует мощность сигнала, когда процесс заряда закончится. При отсутствии поля конденсатор разряжается через диод VD2 и транзистор VT1.

Для увеличения чувствительности пробника можно повысить напряжение питания до 40...60 В, однако преобразователь DC-DC следует поместить в отдельный экранированный корпус, изолированный от пробника, чтобы избежать наводок поля преобразователя на схему измерителя.

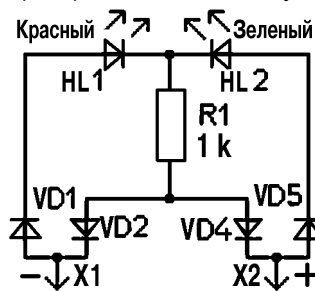


Рис. 5

Пробник, представленный Д. Леруа из Канады (<http://www.aaroncake.net>), может использоваться для проверки полярности любого мощного источника питания, поэтому он очень полезен при монтаже автомобильного оборудования, систем аварийной сигнализации или чего-нибудь еще, о чем Вы только можете подумать. Поскольку его схема очень простая и недорогая, даже если сгорит один-другой из-за перенапряжения - не большая беда.

При определении полярности подсоедините конт X2 с предполагаемым "плюсом", соответственно, X1 - с "минусом". Если загорится зеленый светодиод HL1, значит, полярность определена правильно, если - красный, то полярность обратная. Если горят оба светодиода, то исследуемый источник переменного тока. Пробник разработан для определения полярности источников с напряжением не выше 12 В.

Постоянный автор журнала "Радиоаматор" Ю. Каранда из Харьковской обл. предложил схему пробника (РА 5/2000), в основе которой лежат цепи двухполюсного генератора стабильного тока (ГСТ) на транзисторном аналоге стабилизатора. Пробник простой и удобный, он предназначен для регистрации постоянного и переменного напряжения в пределах соответственно 3,5...300 В и 3...220 В с одновременной индикацией полярности (рис. 6).

Пары транзисторов VT1, VT2 и VT3, VT4 образуют ГСТ, запитывающие своим выходным током цепи управления друг друга. Общий ток ГСТ  $I_{вых} = 2U_{бэ}/R = 4$  мА достаточен для зажигания светодиодов и безопасен по мощности рассеивания VT2, VT3. Диодный мост VD3...VD6 обеспечивает правильную запитку ГСТ при любой полярности  $U_{вх}$ , а включенные встречно-параллельно светодиоды VD1 (красный) и VD2 (зеленый) индицируют направление протекающего тока и защищают друг друга от пробоя. При протекании переменного тока светятся оба светодиода.

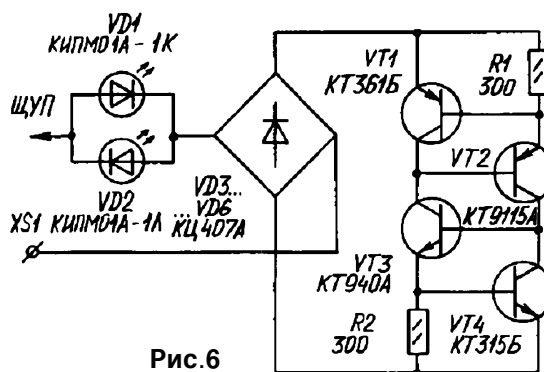


Рис. 6

## Пробники

Транзисторы VT2, VT3 можно заменить другими соответствующей структуры с  $U_{кэмах} > 300$  В, например КТ604, КТ605, КТ3157, VT1, VT2 - практически любыми маломощными; VD3...VD6 - любыми с  $U_{обр} > 400$  В. VD1, VD2 - любые разных цветов, можно использовать один светодиод КИПД23А2-К, уже содержащий пару светодиодов в нужном включении. Схема обеспечивает стабилизацию тока, начиная с 5 В, уменьшить этот параметр можно заменой VD3...VD6, VT1, VT2 германиевыми, а VD1, VD2 - приборами с меньшим  $U_{пр}$  (типа АЛ360Б).

Другой наш автор А. Артемчук из Киевской обл. предложил измеритель коэффициента передачи тока транзистора (РА 6/2000). В схеме такого пробника (рис.7) основой измерителя коэффициентов передачи тока биполярных транзисторов является мостовая схема. Как только мостовая схема устанавливается в равновесие, светятся оба светодиода. В противном случае светится только один светодиод, чтобы показать, в каком направлении нужно вращать потенциометр R2.

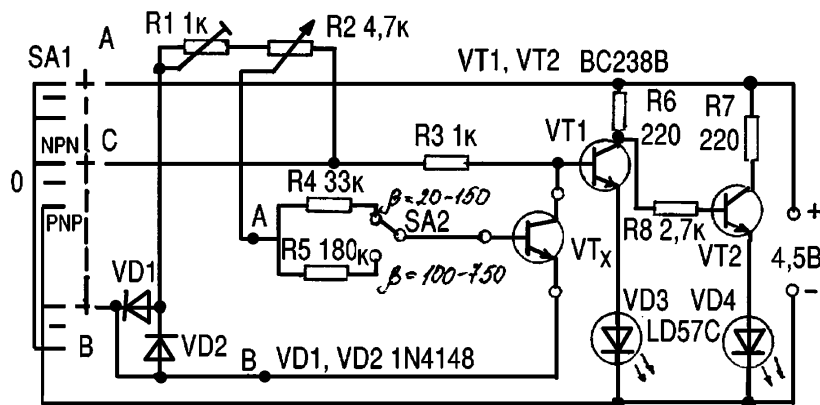


Рис.7

Положение рабочей точки характеристики определяется напряжением на коллекторе измеряемого транзистора VTx. Если его коллекторный ток равен 2,25 мА, то через открывшиеся транзисторы VT1, VT2 включаются оба светодиода. Теперь следует определить ток базы транзистора для того, чтобы вычислить значение коэффициента передачи по току путем деления коллекторного тока  $I_k$  на ток базы  $I_b$ . Требуемый ток базы устанавливают с помощью R2, который можно легко прокалибровать. Соответствующий образец шкалы измерителя показан на рис.8.

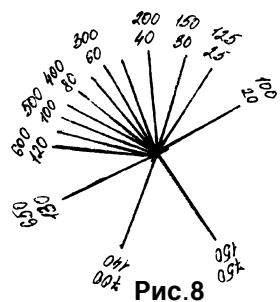


Рис.8

Таким образом, чем меньше ток базы, необходимый для получения коллекторного тока 2,25 мА, тем на меньший угол нужно повернуть ось потенциометра. Отсюда следует, что большие значения коэффициентов усиления по току расположены в левой части шкалы, а

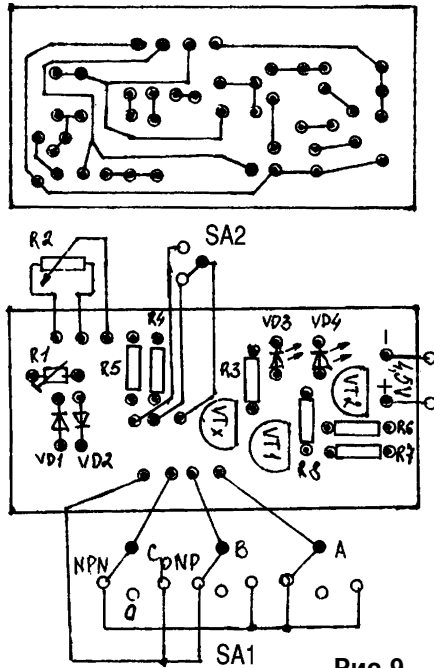


Рис. 9

погрешностью менее 10%, а подбор пар - с гораздо более высокой точностью.

На рис. 9 изображены печатная плата и монтажная схема прибора. VT1, VT2 можно заменить КТ3102В, VD1, VD2 - КД521А, КД106А, КД503А, КД522; VD3, VD4 - АЛ336В, АЛ307ВМ, ГМ и другими.

Пробник транзисторов без их выпайки из схемы случайно попался составителю на просторах сети Интернет, и мы представляем его на страницах нашего сборника.

Схема пробника (рис. 10) позволяет проверить транзисторы в цепи, даже если их сопротивление переходов эмиттер-база или коллектор-база не превышает 40 Ом. Пробником можно также проверять выходные мощные транзисторы в цепях усиления сигнала.

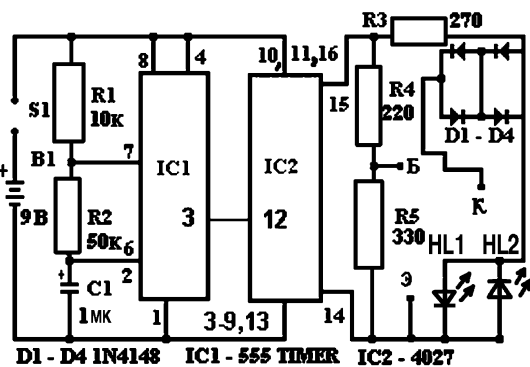


Рис. 10

## Пробники

В схеме 555 таймер (IC1) работает как мультивибратор на частоте 12 Гц. Выходной сигнал с конт.3 подается на триггер (IC2), который делит входную частоту на два и обеспечивает симметричное питание на выходных конт.15, 14. Эти контакты связаны с HL1 и HL2 через токоограничивающий резистор R3. Светодиоды соединены так, что, когда полярность цепи одна, то светится один светодиод, а когда полярность противоположна, светится другой. Когда транзистор не подсоединен к пробнику, светодиоды мигают поочередно.

Выходы IC2 также связаны с резисторами R4 и R5, которые подают смещение на базу проверяемого транзистора. Исправный транзистор проводимости n-p-n заставляет светиться светодиод HL1, а исправный транзистор p-n-p заставляет светиться HL2. Если в транзисторе обрыв, то горят оба светодиода, а если в транзисторе короткое замыкание, то тогда никакой светодиод не горит.

Там же была найдена схема пробника для проверки транзисторов (рис.11) - простое и надежное устройство, в основу которого положено использование импортного трехвыводного пьезоизлучателя.

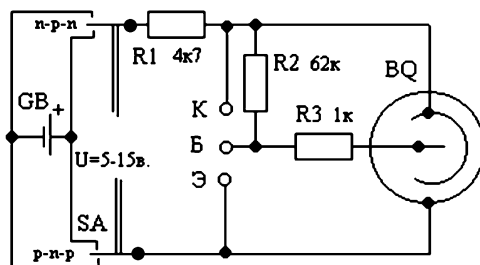


Рис. 11

Схема не критична к напряжению питания, которое может быть в пределах 5...15 В.

В верхнем по схеме положении переключателя SA проверяются транзисторы структуры p-n-p, а в нижнем - n-p-n. Если транзистор исправен и цоколевка совпадает с указанной, можно услышать тональный сигнал пьезоизлучателя BQ частотой около

3,5 кГц. Схема позволяет не только определить исправность транзисторов, но и определить структуру и цоколевку транзисторов, на которые нет справочных данных, так как неправильное включение не выводит транзистор из строя.

На сайте <http://www.radioradar.net> приведена схема пробника для проверки тиристоров и симисторов. Пробник позволяет оценить работоспособность, задавая отпирающий ток управляющего электрода. Так, для симистора можно показать отличие его поведения в зависимости от способа отпирания: I, II, III и IV. С помощью такого прибора легко определяется сопротивление в цепи управляющего электрода, достаточное для правильного запуска.

Основа пробника - переключатель с резисторами R1-R8, которые задают ток управляющего электрода тиристора или симистора. Положительное или отрицательное управляющее напряжение позволяет отпирать тестируемый элемент двумя способами. Выбор полярности управляющего тока осуществляется с помощью переключателя SW4. Другой переключатель (SW3) позволяет выбрать полярность питания между рабочими электродами проверяемого элемента или полностью его отключить.



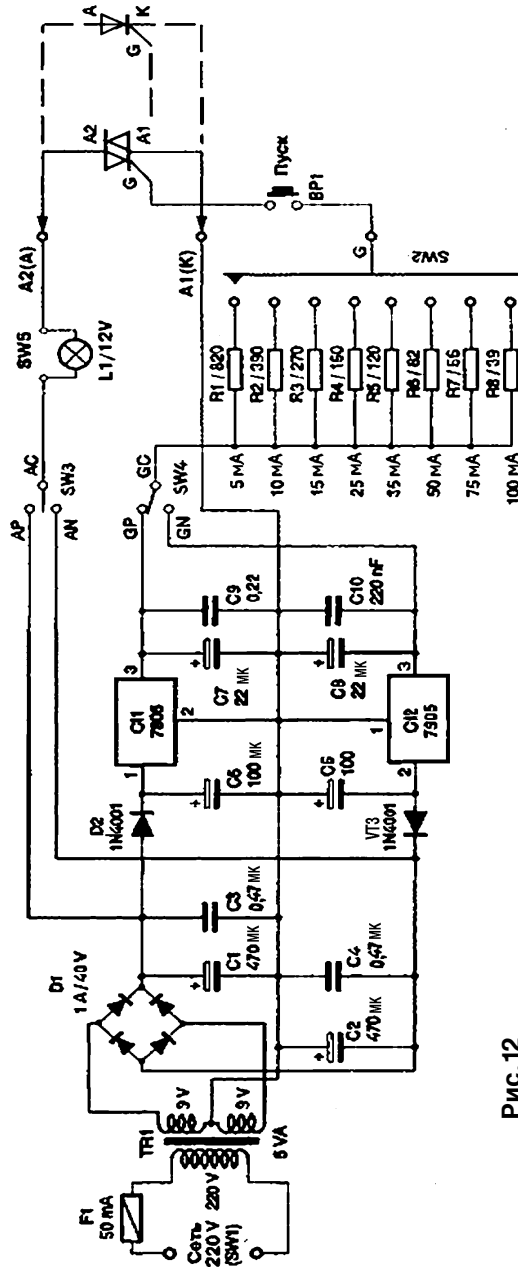


Рис. 12

Принципиальная электрическая схема устройства представлена на (рис. 12). Питающий трансформатор TR1 снижает сетевое напряжение 220 В и обеспечивает гальваническую развязку между сетью и цепями пробника. Вторичная обмотка TR1 выполнена со средней точкой, откуда снимается напряжение с эффективным значением примерно 2х9 В. Двухполупериодный выпрямитель собран на диодном мосте D1. Сглаживание положительного и отрицательного напряжений обеспечивается конденсаторами C1-C4. Напряжение на контакте AP относительно общего провода (A1) составляет примерно +11 В, в то время как напряжение на контакте AN составляет около -11 В. Переключателем SW3 изменяется полярность напряжения питания лампы.

Стабилизированное напряжение питания  $\pm 5$  В вырабатывается с помощью стабилизаторов положительного напряжения (7805) и отрицательного напряжения (7905) и обеспечивает нормированный ток управления.

Диоды D2 и D3 не допускают резкого падения входного напряжения стабилизаторов при отпирании тестируемого тиристора или симистора.

Величину управляющего тока определяют резисторы R1-R8, включаемые в цепь управляющего электрода с помощью переключателя SW2. Напряжение на управляющем электроде тиристора или

## Пробники

симистора составляет примерно 1 В, поэтому величина управляющего тока рассчитывается по формуле  $I_y = 4/R$ .

Сопротивление R соответствует сопротивлению в цепи управляющего электрода тиристора или симистора. Пробник позволит определить максимальное значение этого сопротивления для различных способов запуска с напряжением управления 5 В.

Различные способы отпирания симистора реализуются посредством четырех возможных комбинаций положений переключателей SW3 и SW4.

Для тиристора используется единственный режим + + (см. табл.), который соответствует положению AP переключателя SW3 и положению GP переключателя SW4.

Разводка печатной платы пробника и размещение радиодеталей показаны на рис. 13, 14 соответственно.

Для первых испытаний внешние переключатели SW3 и SW4 можно не подключать. Необходимые соединения осуществляются посредством проводов с зажимами.

Сначала необходимо проконтролировать напряжение между контактами AP и A1 (примерно +11 В) и между контактами AN и A1 (-11 В), затем измерить два симметричных напряжения питания +5 В между GP и A1 и -5 В между GN и A1.

После предварительной проверки можно подсоединить переключатель SW3 к контактам AP и AC, а переключатель SW4 - к контактам GP и GN.

Следующий шаг - подключение симистора или тиристора, как показано на схеме. При исправном элементе лампочка не должна гореть. Нажатие кнопки BP1 должно включить тиристор или симистор.

Если лампочка не зажглась, то, увеличивая величину управляющего тока переключателем SW2 и снова нажимая на пусковую кнопку, можно добиться включения лампочки. При разрыве цепи AP-AC лампочка должна погаснуть. Если

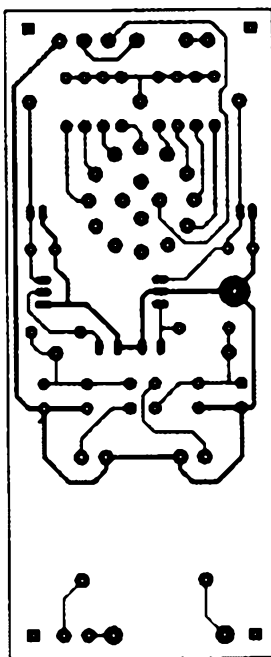


Рис. 13

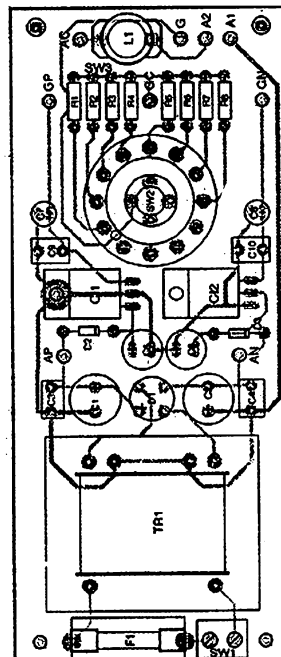


Рис. 14

все этапы этого испытания выполнены успешно, то тестируемый радиоэлемент можно считать исправным.

С тестируемым симистором можно провести предыдущее испытание, применяя три другие способа отпирания, то есть чередуя GP с GN и AP с AN с помощью переключателей SW3 и SW4. Тогда лампочка должна гаснуть при смене положения переключателя SW3.

Схему для поиска неисправных микросхем, которые подсаживают источник питания, предложил К. Граф в своей “Энциклопедии электронной схемотехники” (<http://www.designnotes.com>). Усилитель A1 воспринимает малое падение напряжения, вызванное протекающим током на участке провода длиной около дюйма, что отображает обычный микроамперметр.

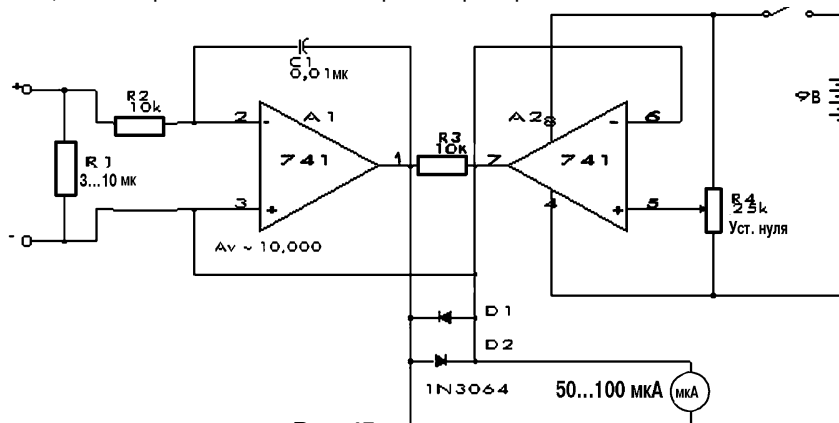


Рис.15

Контакта с ребром печатной дорожки добиваются с помощью игольчатого щупа, чтобы определить величину тока замыкания. Половина двойного операционного усилителя A1 на микросхеме 741 формирует УПТ с обратной связью, чтобы предотвратить проблемы, связанные с наличием фона в нагрузке и колебаниями напряжения. К нему подключен микроамперметр на 50...100 мкА. Другая половина - операционный усилитель A2, обеспечивается двухполярным питанием от батареи 9 В с установкой дрейфа нуля с помощью R4.

Два диода защищают микроамперметр. Резистор R1 устраняет необходимость шунтирования микроамперметра.

Пробник для прозвонки цепей на наличие соединений предложил А. Коллинсон из Великобритании (<http://www.mitedu.freemove.co.uk/Circuits/Testgear/testgear.htm>). Эта простая схема (рис.16), в которой используется операционный усилитель A1 типа 741 в дифференциальном включении. Разность потенциалов между прямым и инвертированным входами усиливается на величину полного коэффициента усиления без обратной связи. Сопротивление резисторов R3 470 кОм и управления R2 10 кОм позволяет создаваться маленькой разности потенциалов на входах A1 и нарушать

## Пробники

баланс цепи. Сигнал разбаланса усиливается и заставляет усилитель лавинообразно изменить режим так, чтобы светодиоды HL1, HL2 загорелись, сигнализируя о наличии соединения в месте измерения.

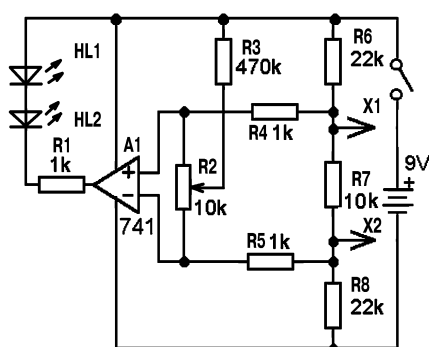


Рис. 16

При настройке пробник должен быть сначала подсоединен к эталонному резистору величиной между 0,22 и 4 Ом. Резистор управления R2 регулируется так, чтобы светодиод при подключенном сопротивлении только начинал загораться. Эталонный резистор затем должен быть удален, а вход пробника замкнут, тогда светодиод гаснет. Поскольку измеряемые сопротивления чрезвычайно низкой величины, важно, чтобы контакты пробника (зажимы, "крокодилы" или иглы и т.п.) сохранялись в чистоте, иначе грязь может увеличить контактное сопротивление и привести к неправильной работе пробника.

В схему можно также поставить КМОП операционные усилители типа CA3130, CA3140 или усилители на ПТ с индуцированными каналами, например, LF351. Если светодиоды не гаснут при настройке, то подсоедините R2 10 кОм к конт.1, 5, а его ползунок - к отрицательному полюсу источника питания.

Пробник-браслет описал В. Бессмертный из Киева (<http://shems.h1.ru>). Схема пробника (рис. 17) может пригодиться для прозвонки деталей, дорожек, а также проводов в большом количестве или в труднодоступных местах. Пробник надевается на руку и при прикосновении рукой к выводам проверяемого проводника на нём загорается индикатор.

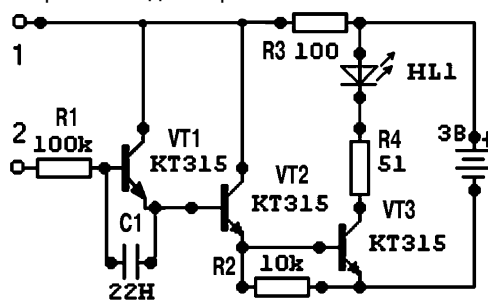


Рис. 17

Самый простой пример - у вас в руках несколько проводов, связанных вместе, и вам нужно определить, где начало и где конец каждого из них. Нужно надеть браслет на руку, прикрепить зажим к одному из проводов и поочередно дотрагиваться пальцем до других концов. При касании пальцем нужного провода светодиод загорится.

Область применения этого пробника довольно широка. Светодиод лучше взять импортный с малым потреблением тока, хотя подойдет и отечественный АЛ307. Внешний вид пробника показан на рис. 18. Корпус изготавливается из алюминиевого экрана ВЧ блока от лампового телевизора. В нем есть пазы для платы, куда она въезжает. Для батареек

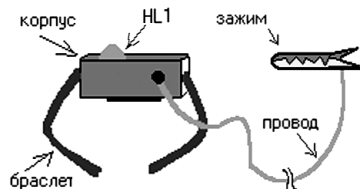


Рис. 18

нужно сделать крепеж на плате. Браслет может быть любой металлический, подойдет от наручных часов. Для увеличения видимости светодиода, снаружи устанавливается не сам светодиод, а рассеивающее увеличительное стекло красного света от устройств индикации. Выключатель питания не нужен. Хороших батареек хватает более чем на год.

В статье С. Сташкова (<http://www.qrx.narod.ru>) описан четырехуровневый экономичный пробник, который с помощью четырех светодиодных индикаторов показывает один из интервалов значения сопротивления контролируемой цепи постоянного тока. Кроме того, таким пробником можно проверять конденсаторы на обрыв или замыкание обкладок, исправность р-п переходов полупроводниковых приборов, проверять электрические цепи в промышленном оборудовании: обмотки трансформаторов, реле, нити сигнальных ламп, переходного сопротивления контактов, использовать там, где не обязательно точно знать значение сопротивления участка цепи.

На рис. 19 приведена схема пробника. Основой ее является пороговое устройство на логических элементах КМОП с делителем напряжения, формирующим четыре различных уровня переключения четырех светодиодных индикаторов.

При проверке измеряемая цепь оказывается подключенной параллельно резистору R9, через который протекает суммарный ток делителя напряжения. Для приведения различного тока во внешней цепи к порогам срабатывания элементов DD1

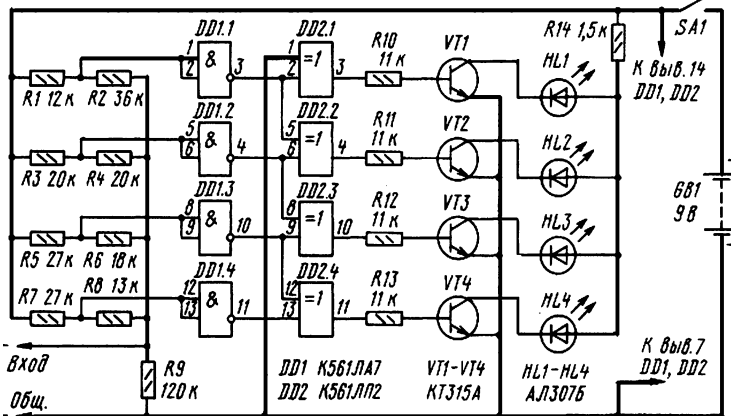


Рис. 19

экспериментально подобраны сопротивления в делителях напряжения из резисторов R1...R9. При уменьшении тока через внешнюю цепь (т.е. при увеличении сопротивления этой цепи) последовательно переключаются элементы DD1.1...DD1.4. Элементы микросхемы DD2 действуют как дешифратор, включающий один из транзисторов VT1...VT4 и соответственно индикаторов HL1...HL4.

Когда щупы пробника никуда не подсоединены или сопротивление измеряемой

## Пробники

цепи более 10 кОм, ни один из светодиодов не светится. В этом режиме потребляемый пробником ток составляет всего 70 мкА. Работоспособность прибора и его батареи питания проверяется замыканием его щупов.

Кроме проверки сопротивлений в указанных пределах, пробник позволяет проверять конденсаторы так же, как это принято делать любым авометром в режиме измерения сопротивления — поочередным изменением полярности подключения прибора к проверяемому конденсатору.

При этом на светодиодах пробника по мере перезарядки конденсатора наблюдается однократный эффект "бегущих огней" в направлении от HL1 к HL4. Причем, чем больше емкость конденсатора, тем меньше скорость переключения светодиодов. Это позволяет примерно судить о величине емкости конденсаторов. Реально возможна проверка их емкости от 1 мкФ и более. Пробник также уверенно "определяет" проводимость полупроводниковых приборов: в прямом включении p-n перехода загорается светодиод HL1.

При случайной попадании на вход переменного напряжения сети 220 В, что бывает в практике ремонтника, пробник не выходит из строя. В этом случае лишь светится индикатор HL1.

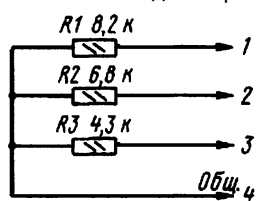


Рис.20

Возможно использование прибора и при "позвонке" четырехжильного кабеля. Для этого к одному концу кабеля следует подсоединить три резистора, соединенных по схеме, показанной на рис.20, а с другой стороны, соединив общий провод кабеля и прибора, щупом проверяют соответствие номера светящегося индикатора указанному на рис.20 номеру провода. При обрыве или замыкании любых двух жил между собой индикация покажет соответствующее отклонение.

При налаживании пробника для подбора сопротивления резисторов R1-R8 был использован блок из четырех движковых переменных резисторов СПЗ-23в с линейной характеристикой регулирования. После выполнения настроек вместо блока резисторов установлены подобранные постоянные резисторы.

В пробнике для питания используется батарея "Крона" или аналогичная ей с напряжением 7,5...9 В.

В табл.1 приведено соответствие интервалов контролируемого сопротивления внешней цепи и свечения индикаторов пробника.

Таблица 1

Интервалы измеряемого сопротивления, кОм	Индикатор
0...0,1	HL1
0,1... 5	HL2
5...7	HL3
7...10	HL4
Более 10	—

Еще одна разработка взята на сайте <http://www.redcircuits.com>, о котором говорилось в начале статьи. Это пробник для проверки работоспособности цепей, схема которого (рис.21) включает генератор коротких импульсов в диапазоне частот 700...800 Гц. Импульсы содержат гармоники до нескольких мегагерц, поэтому эти колебания могут использоваться для проверки звуковых или радиочастотных каскадов усилителей, приемников и т.п.

В динамике проверяемого устройства можно услышать высокий тон, если проверяемый участок цепи исправен. При проверке зажим X2 должен быть связан с массой устройства, а щупом X1 дотрагиваются до различных участков цепи, начиная с последнего каскада и продвигаясь к первому. Когда тон больше не слышен, значит, найден дефектный каскад.

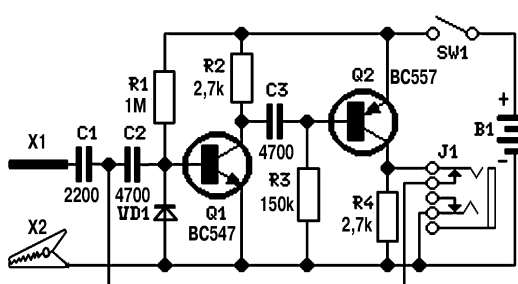


Рис.21

Подсоединяя наушник к J1, превращаем схему пробника в двухкаскадный усилитель. Любой звуковой сигнал, поступающий от проверяемого устройства через щуп X1, будет слышен через наушники. Проверка цепи теперь происходит в обратной манере, то есть начиная с первого каскада до последнего. Когда звук пропадает, значит, найден дефектный каскад.

В схеме транзисторы Q1 и Q2 формируют несимметричный мультивибратор, рабочая частота которого определяется сопротивлениями R2, R3 и емкостью C3. Выходные импульсы снимаются с коллектора Q2 и поступают в проверяемую цепь через разделительный конденсатор C1. Диод VD1 обеспечивает симметричную форму выходного сигнала. Потребляемый ток пробника 60 мкА в режиме генератора, 1,2 мА в режиме усилителя.

Когда наушники включены в разъем J1, разрывается связь коллектора Q2 с конденсаторами C1, C2 выключателем, вмонтированным в J1; в этом случае схема становится двухкаскадным усилителем.

При использовании пробника в ламповых конструкциях нужно, чтобы конденсатор C1 был рассчитан на 630 В. При работе с низким напряжением в транзисторных устройствах, напряжение C1 может быть понижено до 63...100 В.

Для длительных испытаний соедините пробник длинным проводом и добавьте керамический конденсатор на 470...1000 пФ параллельно VD1, чтобы предотвратить паразитные колебания на ВЧ.

Схема еще одного аудио пробника выложена на сайте <http://www.electronics.50g.com>). Он представляет из себя УНЧ (рис.22), вход которого подключается к выходу исследуемому каскада, а выход к динамику проверяемого устройства. Проверка идет до обнаружения места пропадания звука от входа устройства до его выхода.

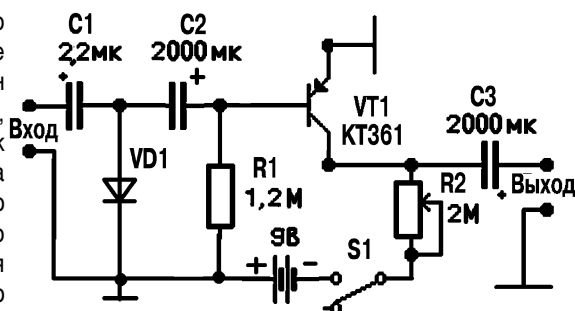


Рис.22

## Пробники

Обратный порядок проверки применяется, если на вход пробника подается эталонный сигнал, а выход подключается ко входу проверяемого каскада. Искать нужно до пропадания сигнала в динамике проверяемого устройства, начиная с выхода устройства, до его входа.

На входе пробника стоит ограничительный диод типа КД502, поэтому динамический диапазон пробника велик и можно не бояться сгорания транзистора при работе с аудио аппаратурой. Чувствительность усилителя регулируется вручную установкой сопротивления резистора R2. Транзистор можно заменить любым маломощным любой проводимости, если установить нужную полярность источника питания.

Уже упомянутый А. Коллинсон предложил еще один аудио пробник (**рис.23**), похожий по принципу действия на **рис.21**, но переключение режимов его работы осуществляется переключателем S1, а воспроизведение звука происходит во встроенных наушниках. Пробник так же, как и упомянутый, может сам генерировать прямоугольные импульсы, богатые гармониками, или прослушивать в наушниках прохождение звукового сигнала в цепях.

Оба транзистора включены как эмиттерные повторители, обеспечивая высокий коэффициент усиления. Блокирование по постоянному току обеспечивают конденсаторы C1, C2, конденсатор C3 осуществляет положительную обратную связь.

В остальном описание работы совпадает с описанием **рис.21**.

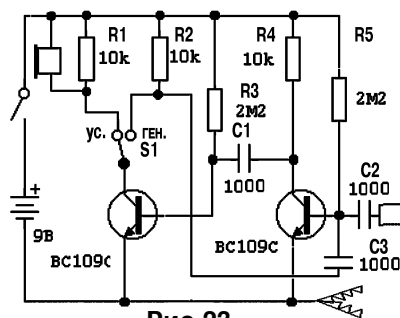


Рис.23

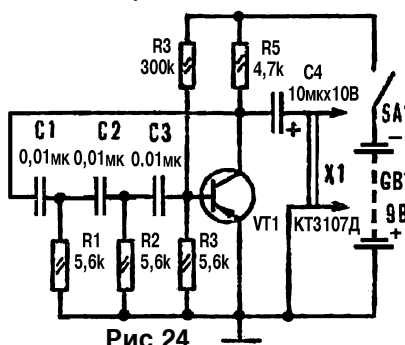


Рис.24

Более простой пробник представлен на сайте <http://radioch.hut.ru>. По сути, его схема (**рис.24**) представляет собой типичный RC генератор, формирующий сигнал на частоте около 1 кГц. Выходные контакты X1 подсоединяются так: масса прибора соединяется с массой исследуемой схемы, а провод выходного сигнала подключается последовательно от выхода до входа проверяемого усилителя. При пропадании сигнала в динамике проверяемого устройства найдено место возникновения неисправности.

Пробник-генератор из электронных часов сделал Р. Жуков из Московской обл. (<http://www.radiobons.narod.ru/new.htm>). Схема пробника (**рис.25**) предназначена для "прозвонки" кабелей и электрических цепей.

Известно, что жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) таких часов питается от



источника сигнала с частотой 512 Гц. Он-то и служит сигналом при прозвонке. Для изготовления пробника необходимо снять с часов ЖКИ и при включенном питании с помощью головных телефонов найти контакт, на котором будет сигнал частотой 512 Гц. У большинства часов - это один из выводов бескорпусного конденсатора. К установленному контакту припаивают щуп - и пробник готов. Громкость его звучания вполне достаточна для прозвонки.

Особенности такого пробника - очень малые габариты и высокая экономичность. В режиме прозвонки от аккумулятора напряжением 1,5 В он потребляет ток 0,7 мА

Пробник для аудио и радио цепей разработал Р. Буз из Великобритании ([http:// www.pasttimesradio.co.uk](http://www.pasttimesradio.co.uk)). Основной схемы (рис.26) является звуковой усилитель на микросхеме

LM380N, что, по мнению автора, придает пробнику такие качества, как надежность, дешевизна, и к тому же он питается от 9 В и имеет низкое потребление. Можно применить также TBA820M. Детектор или диод демодулятора D1 должен быть германиевым типа ОА79 или подобный. Не ставьте кремниевый диод - пробник не будет работать! Конденсаторы C1 и C2 выбраны на высокое напряжение, чтобы пробник можно было использовать для проверки ламповых схем.

Выключатель S1 предназначен для выбора режима работы на звуковой или радиочастоте. Детектор извлекает звуковую информацию из сигнала радиочастоты и подает ее на усилитель, который усиливает сигнал до уровня, достаточного для возбуждения динамика LS1. Когда выбран режим звуковой частоты, каскад детектора отключен и звуковой сигнал подается напрямую на усилитель через разделительный конденсатор C2.

Чувствительность пробника устанавливается потенциометром VR1. Методика использования пробника такая же, как и у других усилительных приборов: от начала к концу проверяемого тракта. На рис.27 показана печатная плата пробника.

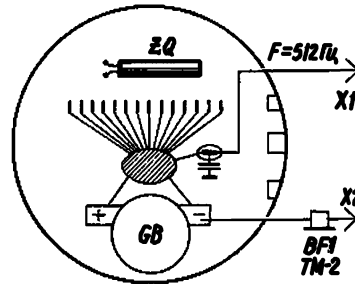


Рис.25

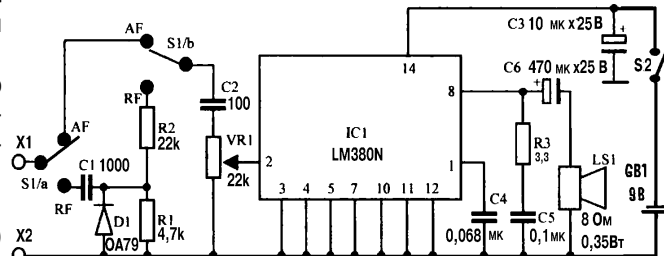


Рис.26

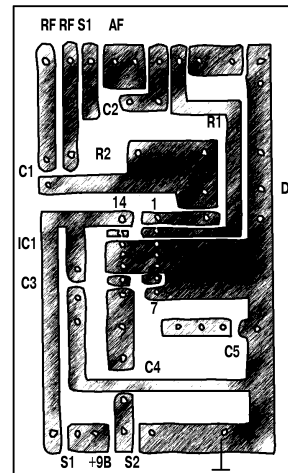


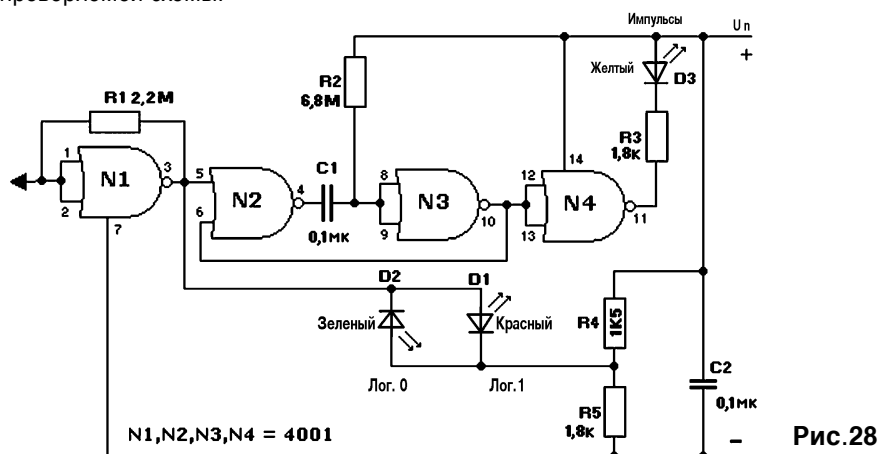
Рис.27

## Пробники

Логический пробник разработал уже знакомый читателю А. ван Роон (<http://www.uoguelph.ca/~antoon/circ/circuits.htm>). Схема пробника (рис.28) может использоваться при испытании цифровых КМОП схем. Он показывает логическое состояние в выбранном месте схемы следующим образом:

1. На входе высокий уровень (лог. "1");
2. На входе низкий уровень (лог. "0");
3. На входе последовательность импульсов;
4. Обрыв цепи.

В схеме пробника используется интегральная КМОП микросхема 4001, включающая 4 двухвходовых элемента "И-НЕ". Питание пробника осуществляется от проверяемой схемы.



У первого элемента N1 входы соединены вместе, чтобы он работал как инвертор. Схему N1 шунтирует резистор R1, поэтому примерно половина потенциала питающего напряжения устанавливается на его выходе. Такое же напряжение появляется на средней точке делителя R4 и R5, поэтому на светодиодах D1 и D2 не будет заметного падения напряжения, и они не загораются.

Если на входе устанавливается высокий логический уровень, на выходе 3 - низкий уровень, загорается красный светодиод D1. Если на входе устанавливается низкий уровень, то высокий уровень на вых.3 приведет к загоранию зеленого светодиода D2.

При наличии на входе импульсной последовательности должны загораться поочередно оба светодиода, однако если скважность входного сигнала мала, то один индикатор будет гореть ярко, в то время как другой не загорится вообще.

Чтобы установить более надежный признак наличия импульсного режима, элементы N2...N4 соединены как ждущий мультивибратор. Задача этой цепи состоит в том, чтобы трансформировать входную импульсную последовательность в меандр.

В результате будет мигать желтым цветом светодиод D3. При обрыве цепи ни один светодиод не загорится.

Более простой, но имеющий такие же возможности логический пробник был опубликован в журнале Wireless World 9/76. Схема пробника (рис.29) позволяет определить уровень напряжения на выходе логических элементов, контролировать прохождение импульсов и обнаружить обрыв в электрической цепи.

При подаче на вход пробника лог."1" транзистор V1 входит в режим насыщения, а транзистор V2 закрывается. В результате загорается светодиод H1 с красным цветом свечения. Если же на вход пробника будет подан лог."0", то транзистор V1 будет закрыт, а V2 - открыт. При этом загорается светодиод H2 с зеленым цветом свечения. Резистор R3 подобран так, что при наличии большого сопротивления на входе пробника (обрыв в цепи проверяемого логического элемента) оба светодиода не светятся.

Прохождение импульсного сигнала прямоугольной формы положительной полярности должно вызывать свечение одного светодиода, а отрицательной - другого.

В логическом пробнике можно использовать транзисторы серии KT342. Диоды V3, V4 - любые маломощные кремниевые, светодиоды - АЛ102Б (H1) и АЛ102В (H2).

Радиолюбитель Г. Кук на сайте <http://www.solorb.com/elect> выставил для обозрения схему логического пробника (рис.30). С ее помощью можно

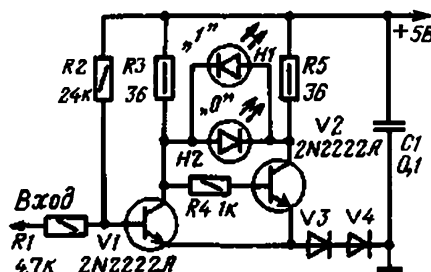


Рис.29

контролировать уровни логики ТТЛ, а также ТТЛ совместимые семейства логики КМОП.

Первый логический элемент 74LS00 действует как буфер для входного сигнала. Следующий элемент инвертирует сигнал, тогда следующий буфер управляет включением светодиодов высокого и низкого уровня логики.

Первый элемент 74LS123 управляет включением светодиода

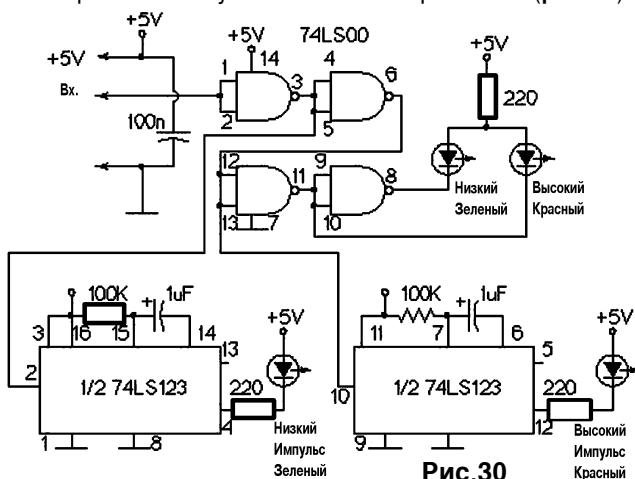


Рис.30

"Низкий Импульс" на такой период, чтобы можно было заметить его свечение. Другой элемент 74LS123 делает то же самое со светодиодом "Высокий Импульс".

## Полезная информация

Сейчас и в Украине, и на Западе для борьбы с кротами на приусадебном участке применяют так называемые “молечайзеры” - ультразвуковые отпугиватели кротов. Стоят они в пределах \$20 там и \$35-50 здесь. Учитывая, что эти приборы покрывают площадь порядка 1,5 сот, на приусадебном участке в наших краях нужно иметь 5-10 шт. таких приборов, что выливается в сумму, непосильную для простого обывателя, которого кормит, в основном, огород. Поэтому в этом выпуске в преддверии активного “выполза” кротов на наши участки публикуем простую и дешевую схему нашего постоянного автора А. Татаренко из Киева (РА 9/01). Вот что он придумал.

### Антикрот - “молечайзер”

Владельцы дачных и приусадебных участков знают, сколько вреда приносят кроты и как тяжело с ними бороться, тем более что они появляются на поверхности ночью и на рассвете. Крот чувствует приближающегося к нему человека на расстоянии до нескольких метров, очевидно его отпугивает вибрация почвы. Дачники надевают пластиковые бутылки с обрезанными горлышками на металлические стержни из арматуры длиной около 1 м, воткнутые в землю. На ветру бутылка бьется о стержень, и этот звук низкой частоты через стержень передается в почву, отпугивая кротов. Однако эффективность работы такого устройства зависит от наличия ветра.

Предлагаю вниманию читателей электромеханический “вибратор” для отпугивания кротов. Устройство состоит из простейших деталей, его может собрать за несколько часов даже начинающий радиолюбитель (рис.1).

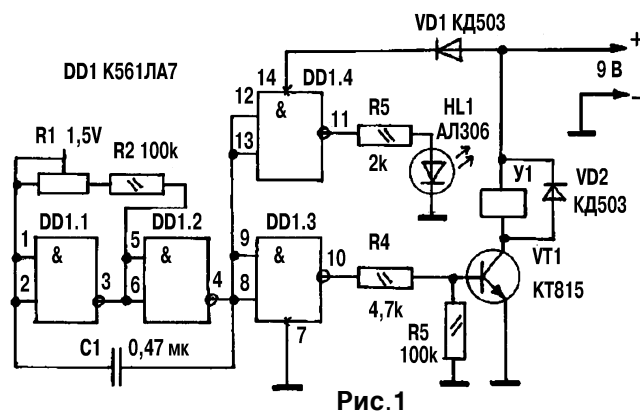


Рис. 1

Генератор низкой частоты (0,5...5 Гц) собран на элементах DD1.1-DD1.3. Частоту колебаний генератора определяют резисторы R1, R2 и конденсатор C1. Нагрузкой генератора является электромагнит Y1, который и создает низкочастотные колебания. Индикатором работы генератора является светодиод HL1, но он может и отсутствовать.

Электромагнит Y1 приводит в движение боек 6, который ударяет по стенке объемного резонатора, передавая почве инфранизкочастотные колебания, которые и отпугивают кротов.

Резисторы типа МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, конденсатор типа КМ, транзистор KT815, KT817 с любым буквенным индексом, диоды U01, U02 типа КД522/ КД509, микросхему К561ЛА7 можно заменить К561ЛЕ5 или такими же микросхемами серии К176.

Вибратор (рис.2) изготавливают из реле типа РП-24-УХЛ4. Реле осторожно разбирают, старую обмотку 3 сматывают и на каркас наматывают провод ПЭВ-0,25 мм до заполнения каркаса. Сопротивление обмотки 30...40 Ом. Контактную группу удаляют с якоря 2, вместо нее прикрепляют стальную проволоку 4 диаметром 1,2... 1,5 мм, длиной 100...120 мм, на конец которой напаивают боек 6. Устройство закрепляют на любом предмете, способном играть роль объемного резонатора 5 (стеклянная бутылка, стальная труба и т.д.).

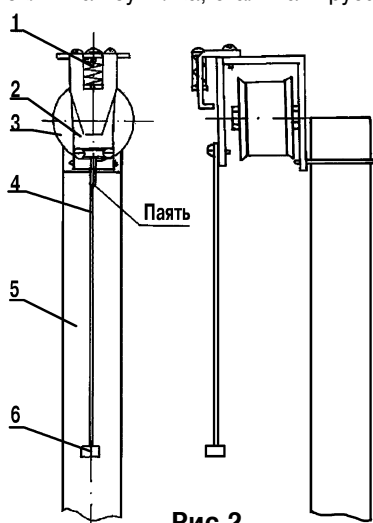


Рис.2

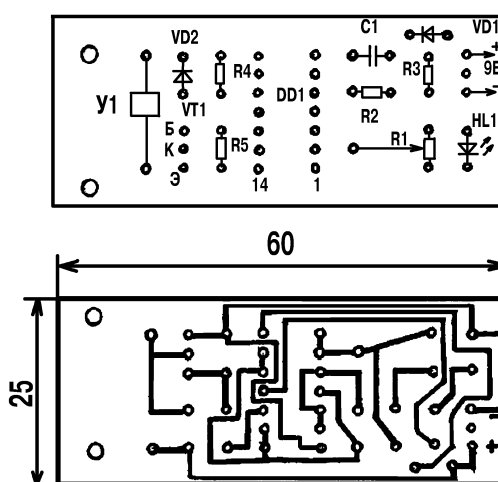


Рис.3

Правильно собранная схема наладки не требует. Резистором R1 выставляют частоту генератора (примерно 1 Гц). Ослабляя пружину 1 вибратора, добиваются его устойчивой работы. Питается устройство от любого источника напряжением 9 В, ток потребления в момент срабатывания электромагнита составляет 130 мА. Электромагнит должен устойчиво срабатывать при напряжении 6...7 В. При необходимости количество витков обмотки подбирают экспериментально. Печатная плата устройства приведена на рис.3.

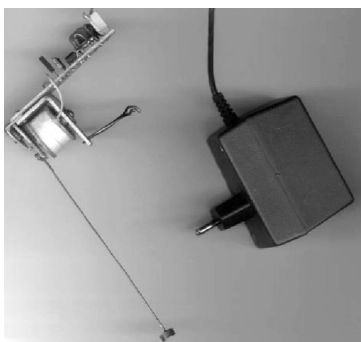


Рис.4

Полностью собранное устройство вкапывают в землю в месте наибольшей "деятельности" кротов и проверяют его работу. Для защиты устройства от неблагоприятных атмосферных осадков рекомендуется плату устройства закрывать сверху обрезанной пластиковой бутылкой. Внешний вид отечественного "молочайзера" показан на рис.4.

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
МК318	Модуль защиты автомобильного аккумулятора	67	АК059	Высокочастотный пьезоизлучатель	34
МК319	Модуль защиты от накали	49	АК076	Миниаторный пьезоизлучатель	25
МК320	Проблесковый маячок 5...12 В/1 А/1...2,5 Гц	39	АК095	Инфракрасный отражатель	25
МК321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц	60	АК109	Датчик для охранных систем	34
МК324	Программируемый модуль 4-канального ДУ 433 МГц	195	АК110	Датчик для охранных систем (торцевой)	30
МК324/перед.	Дополнительный пульт для МК324	113	АК157	Ультразвуковой пьезоизлучатель	58
МК324/прием.	Дополнительный приемник для МК324	80	МК035	Ультразвуковой модуль для отпугивания насекомых	89
МК325	Модуль лазерного шоу	96	МК056	3-полосный фильтр для акустических систем (модуль)	46
МК326	Декодер VIDEO-CD (ELE-680-M1-VCD MPEG-card)	269	МК063	Универсальный усилитель НЧ 3,5 В (модуль)	56
МК327	Телеграфный манипулятор "СТЕЛС"	270	МК064	"Бегущие огни" 220 В/50 Вт	94
МК328	Телеграфный манипулятор "ЭКЛИПС"	340	МК067	Регулятор мощности 1200 Вт/220 В (модуль)	82
МК350	Отпугиватель грызунов "ТОРНАДО" (модуль)	174	МК071	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В (модуль)	84
НК001	Преобразователь напряжения 12 В в 6...9 В/2 А	38	МК072	Универсальный усилитель НЧ 18 Вт (модуль)	82
НК002	Сирена воздушной тревоги 2 Вт	28	МК074	Регулируемый модуль питания 1,2...30 В/2 А	73
НК004	Стабилизированный источник питания 6 В - 9 В - 12 В/2 А	59	МК075	Ультразвук. отпугиватель насекомых и грызунов (модуль)	92
НК005	Сумеречный переключатель	55	МК077	Имитатор лая собаки (модуль)	73
НК005/в кор.	Сумеречный переключатель с корпусом	73	МК080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (модуль)	88
НК008	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В	56	МК081	Соглас. трансформатор для пьезоизлучателя (модуль)	40
НК010	Регулируемый источник питания 0...12 В/0,8 А	38	МК084	Универсальный усилитель НЧ 12 Вт (модуль)	63
НК013	Электронный предохранитель	52	МК085	Проблесковый маячок 220 В/300 Вт (модуль)	95
НК014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003)	69	МК107	Стац. ультразвуковой отпугиватель насекомых и грызунов	70
НК016	Полицейская сирена 15 Вт	31	МК113	Таймер 0...30 минут (модуль)	65
НК017	Преобразователь напряжения для люминесцентных ламп	63	МК119	Модуль индикатора охранных систем	36
НК021	Кояк-сирена 15 Вт	29	МК152	Блок защиты электроприборов от молнии (модуль)	45
НК022	Стерефонический темброблок	90	МК153	Индикатор микроволновых излучений (модуль)	40
НК024	Проблесковый маячок на светодиодах	24	МК156	Автомобильная охранная сигнализация (модуль)	83
НК027	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/2 А	49	МК284	Детектор инфракрасного излучения (модуль)	49
НК028	Ультразвуковой свисток для собак	53	МК286	Модуль управления охранными системами	203
НК029	Проблесковый маячок (технология SMD)	28	МК287	Имитатор видеокамеры наружного наблюдения (модуль)	56
НК030	Стереоусилитель НЧ 2г8 Вт	94	МК290	Генератор ионов (модуль)	130
НК032	Голос робота	69	МК301	Лазерный излучатель (модуль)	151
НК033	Имитатор звука морского дзвеля	61	МК302	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В	80
НК037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/4 А	62	МК304	4-кан. ЛРТ-коммутатор для упр-я шаговым двигателем	101
НК038	Дверной звонок	25	МК305	Устр-во упр-я шаговым двигателем (модуль)	136
НК040	Стерефонический усилитель НЧ 2г2,5 Вт	65	МК306	Модуль управления двигателям постоянного тока	97
НК043	Электронный гонг (3 тона)	64	МК308	Программируемое устр-во упр-я шаговым двигателем	131
НК045	Сетевой фильтр	46	МК317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц	165

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.
NK046	Усилитель НЧ 1 Вт	30	NK147	Антенный усилитель 50...1000 МГц	58
NK050	Регулятор скорости вращения мини-дрели 12 В/50 А	55	NK148	Буквенно-цифровой индикатор на светодиодах 12 В	59
NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	23	NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором	71
NK052	Электронный репеллент (отпугиватель насекомых)	24	NK150	Программируемый 8-канальный коммутатор	188
NK057	Усилитель НЧ 22 Вт (TDA2005, мост.)	44	NK155	Сирена ФБР 15 Вт	28
NK058	Имитатор звука паровоза	70	NK289	Преобразователь пост. напряжения 12 В в 220 В/50 Гц	69
NK082	Комбинированный набор (термо-, фотореле)	52	NK291	Сигнализатор задмыленности	65
NK083	Инфракрасный барьер 50 м	87	NK292	Ионизатор воздуха	71
NK086	Фотоприемник	36	NK293	Металлоискатель	56
NK089	Фотореле	44	NK294	6-канальная светомузыкальная приставка 220 В/500 Вт	124
NK092	Инфракрасный прожектор	78	NK295	"Бегущие огни" 220 В 10г100 Вт	83
NK106	Универсальная охранная система	67	NK296	"Бегущие огни" 220 В 3г500 Вт	109
NK108	Термореле 0...150 °С	49	NK297	Стробоскоп	75
NK112	Цифровой электронный замок	94	NK298	Электрощок	111
NK114	Миниатюрная охранная система	29	NK299	Устройство защиты от накали	37
NK117	Индикатор для охранных систем	25	NK300	Лазерный световой эффект	110
NK120	Корабельная сирена 2 Вт	28	NK303	Устройство управления шаговым двигателем	83
NK121	Инфракрасный барьер 18 м	79	NK307	Инфракрасный секундомер со световым барьером	140
NK126	Сенсорный выключатель	59	NK307A	Дополнительный инфракрасный барьер для NK307	80
NK127	Передачик 27 МГц	63	NK314	Детектор лжи	46
NK128	Корабельная сирена "ТУМАН"	27	NK315	Отпугиватель кротов на солнечной батарее	80
NK130	"Космическая" сирена 15 Вт	35	NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	56
NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1,5 А	99	NM1011	Стабилизатор напряжения 5 В/1 А	40
NK133	Автомобильный антенный усилитель 12 В	28	NM1012	Стабилизатор напряжения 6 В/1 А	33
NK134	Электронный стетоскоп	64	NM1013	Стабилизатор напряжения 9 В/1 А	40
NK135	Звуковой сигнализатор уровня воды	29	NM1014	Стабилизатор напряжения 12 В/1 А	37
NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	90	NM1015	Стабилизатор напряжения 15 В/1 А	45
NK137	Микрофонный усилитель	56	NM1016	Стабилизатор напряжения 18 В/1 А	39
NK138	Антенный усилитель 30...850 МГц	63	NM1017	Стабилизатор напряжения 24 В/1 А	39
NK139	Конвертер 100...200 МГц	89	NM1021	Регулируемый источник питания 1,2...20 В/1 А	38
NK140	Мостовой усилитель НЧ 200 Вт	133	NM1022	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/1 А	56
NK141	Стереodecoder	48	NM1031	Преобразователь однополяр. пост. напр. в пост. двуполяр.	26
NK142	Индикатор сигнала на 30 светодиодах	98	NM1032	Преобразователь 12 В/220 В с радиаторами	124
NK143	Юный электротехник	56	NM1034	Преобразователь 24 В в 12 В/3 А	73
NK145	Звуковой сигнализатор уровня воды (SMD)	40	NM1035	Универсальный преобразователь 7...30 В в 1,2...20 В/3 А	79
NK146	Исполнительный элемент 12 В	28	NM1041	Регулятор мощности 650 Вт/220 В	61
NK146/в кор.	Исполнительный элемент с корпусом	45	NM1042	Регулятор температуры с малым уровнем помех	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.
NM2011	Усилитель НЧ 80 Вт с радиатором	110	NM4012	Датчик уровня воды	19
NM2011	MOSFET Усилитель НЧ 80 Вт на полевых транзисторах	105	NM4013	Сенсорный выключатель	26
NM2012	Усилитель НЧ 80 Вт	81	NM4014	Фотоприемник	30
NM2021	Усилитель НЧ 4г11 Вт/2г22 Вт с радиатором	77	NM4015	Инфракрасный детектор	30
NM2031	Усилитель НЧ 4г30 Вт/2г60 Вт с радиатором	99	NM4016	Термореле 20...120°C	39
NM2032	Усилитель НЧ 4г40 Вт/2г80 Вт с радиаторами	100	NM5032	Музыкальный электронный дверной звонок (7 мелодий)	87
NM2033	Усилитель 100 Вт без радиатора	60	NM5034	Корабельная сирена "ТУМАН" 5 Вт	25
NM2034	Усилитель НЧ 70 Вт TDA1562 (автомобильный)	93	NM5035	Звуковой сигнализатор уровня воды	28
NM2035	Усилитель Hi-Fi НЧ 50 Вт TDA1514	63	NM5036	Генератор Морзе	25
NM2036	Усилитель Hi-Fi НЧ 32 Вт TDA2050	50	NM5037	Метроном	25
NM2037	Усилитель Hi-Fi НЧ 18 Вт TDA2030A	42	NM5039	Музыкальный оповещатель звуковой	59
NM2038	Усилитель Hi-Fi НЧ 44 Вт TDA2030A+BD907/908	68	NM5101	Синтезатор световых эффектов	123
NM2039	Автомобильный УНЧ 2г40 Вт TDA8560Q/8563Q	70	NM5201	Блок индикации "светящийся столб"	46
NM2040	Автомобильный УНЧ 4г40 Вт TDA8571J	92	NM5202	Блок индикации - автомобильный вольтметр "свет. столб"	49
NM2041	Автомобильный УНЧ 22 Вт TDA1516BQ/1518BQ	43	NM5301	Блок индикации "бегущая точка"	44
NM2042	Усилитель 140 Вт TDA7293	100	NM5302	Блок индикации - автомобильный вольтметр "бег. точка"	46
NM2043	Мощный автоусилитель мостовой 4г77 Вт (TDA7560)	206	NM5401	Автомобильный тахометр на инд. "бег. точка"	55
NM2051	Двухканальный микрофонный усилитель	30	NM5402	Автомобильный тахометр на инд. "свет. столб"	53
NM2111	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	100	NM6011	Контроллер электромеханического замка	151
NM2112	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	85	NM8011	Тестер RS-232	15
NM2113	Электронный коммутатор сигналов	71	NM8012	Тестер DC-12V	15
NM2114	Процессор пространственного звучания (TDA3810)	56	NM8013	Тестер AC-220V	13
NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	45	NM8021	Индикатор уровня заряда аккумулятора DC-12V	20
NM2116	Активный 3-полосный фильтр	51	NM8022	Зарядное устройство для батареек Ni-Cd/Ni-Mh	119
NM2117	Активный блок для сабвуферного канала	66	NM8041	Металлоискатель на микроконтроллере	160
NM2118	Предварительный стереофон, регул. усиления	45	NM8042	Импульсный металлоискатель на микроконтроллере	247
NM2202	Логарифмический детектор	26	NM8051	Частотомер, универсал, цифр. шкала (базовый блок)	165
NM2223	Стерео индикатор уровня сигнала "бегущая точка"	84	NM9211	Программатор для МК AT89S90S фирмы ATMEL	122
NM3101	Автомобильный антенный усилитель	28	NS182.2	4-кан. часы-таймер-термометр	192
NM3201	Приемник УКВ ЧМ (стерео)	134	NS312	Цифровой термометр с ЖК-дисплеем	974

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

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

Срок получения заказа по почте 2-4 недели с момента получения заявки. Цены на наборы могут незначительно меняться как в одну, так и в другую сторону. Номера телефонов для справок и консультаций: 219-30-20, 213-09-83, e-mail: val@sea.com.ua. Ждем Ваших заказов.

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



## Книга-почтой

"Радиоаматор" - лучшее за 10 лет. Сборник. К.: Радиоаматор, 2003г., 288 с.	20.00
Электронные наборы и модули "МАСТЕР КИТ" Описание, принцип. схемы. Каталог-2004год. А4	15.00
Собери сам 55 электронных устройств из наборов "МАСТЕР КИТ" М.: Додэка, 2003г. 272с.	25.00
Импульсные источники питания телевизоров. Янковский С.М., Нит, 2003г. 380с.	34.00
Источники питания видеоманитов и видеоплееров. Виноградов В.А., 256с. А4	14.00
Зарубежные электромагнитные реле. Справочник. Вовк П.Ю., 2004г., 382с.	44.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды А...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
Применение телевизионных микросхем. Т.1, Корякин-Черняк С., СПб.: Нит, 2004г., 316с. + схемы	39.00
Микросхемы для аудио и радиоаппаратуры. Вып. 3, 17, 19, 21. Спр.-М. Додэка, 2002г. по 288 с.	по 25.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервис-системы. Справочник. Нит, 2003 г., 268с.	42.00
Микросхемы соврем. заруб. усилителей низкой частоты. Вып. 7, вып. 9. Спр. По 288 с.	по 24.00
Все отечественные микросхемы. М.: Додэка, 2004г., 400с.	49.00
Микроконтроллеры? Это же просто! Том 1, 2, 3. Фрунзе А.В. 2002г., 336с., 384с.	по 29.00
PIC-микроконтроллеры. Практика применения. Справочник. Таверные К.-М.: ДМК, 2003г., 272с.	29.00
Самоучитель по микропроцессорной технике. Белов А.В., К.: Нит, 2003г., 224с.	21.00
Интегр. микросхемы. Перспективные изделия. Вып. 1, 2, 3 -М.: Додэка, по 64 стр.	по 5.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. К565-К599, М.: "Радиософт", 2000г.	35.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. К1044-1142, М.: "Радиософт", 2000г.	35.00
Телевизионные микросхемы PHILIPS. Книга 1. Понамаренко А.А.-М.: Солон, -180с. А4	12.00
Цвет, код, символика электронных компонентов. Нестеренко И.И., М.: Солон, 2002г., 216с.	17.00
Цветовая и кодовая маркировка электронных компонентов. Нестеренко И.И., М.: Солон, 2004г.	14.00
Маркировка электронных компонентов. Изд. 8-е испр. и дополн. "Додэка" 2003г., 208 с.	16.00
Маркировка и обозначение радиоэлементов. Мукосеев В.В., М.-ГЛ-Телеком, 2001г., 352 с.	28.00
Оптоэлектронные приборы и устройства. Быстров Ю.А., М.: Радиософт, 256с.	23.00
Справочник по зарубежным диодам. т.1, т.2. Серия "Ремонт" №36, М.: Солон, по 696 стр. А4	по 39.00
Заруб. диоды и их аналоги. Хрулев А. Справ. т.1, т.2, т.3, т.4, т.5, т.6. М.: "Радиософт",	по 39.00
Зарубежные аналоговые микросхемы и их аналоги. Справ. т.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. М.: Радиософт 2000г.	по 39.00
Ремонт импортных телевизоров. Вып. 2, вып. 7, вып. 9. М.: Солон. 2003г., 272, 224, 198 стр. А4	по 39.00
Ремонт зарубежных телевизоров. Вып. 44. Родин А.В. М.: Солон, 2003г., 200стр. А4	44.00
Устройство и ремонт персонального компьютера. Кн.1 и кн.2 Стивен Бигелоу, 2004г., по 912с.	по 68.00
Поиск неисправностей и ремонт электронной аппаратуры без схем. Девидсон Г.Л., 2004г., 544с.	48.00
Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах. М.: Додэка, 2002г., 256с.	19.00
Интегральные усилители НЧ. Изд. 2-е перераб. и дополн. Герасимов В., 2003г., 522с.	42.00
Усилители низкой частоты. Любительские схемы. Ч.2. М.: Радиософт, 2002г., 304с. и 288с.	22.00
Предварительные УНЧ. Любительские схемы. Халоян А.А.-М.: Радиософт, 2001г.	20.00
Устройство аудио-и видеоаппаратуры. От детекторного приемника до ЧМ стереоресивера, 288с.	24.00
Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. Библиотека инженера. М.: Солон, 2002г., 512с.	49.00
Энциклопедия радиолюбителя. Работаем с компьютером. Пестриков В.М.- СПб: Нит, 2004г., 268с.	24.00
Электроника. Полный курс лекций. Пряшников В.А. 4-е изд., М.: КОРОНА принт, 2004 г., 416с.	36.00
В помощь радиолюбителю: 100 неисправностей телевизоров. Ж. Лоран, ДМК, 2004г., 256с. + ил.	29.00
Основы телевизионной техники. Лузин В., М.: Солон, 2003г., 432с.	33.00
Телевизионные процессоры системы управления. Журавлев В.А. изд.-е 2-е, доп., СПб: Нит, 510с.	23.00
Телевизоры HORIZONT. Корякин-Черняк С.Л.-С.П.: Нит, 2002 г., 160с. + сх.	24.00
Телевизоры LG. Шасси MC-51B, MC-74A, MC-991A. Пьянов Г., С.П.: Нит, 2003г. 138с. +схемы.	23.00
Телевизоры DAEWOO и SAMSUNG. Серия Телемастер. Безверный И.Б., 2003г., 144с. +сх.	32.00
Переносные цветные телевизоры. Справочник. Бриллиантов Д.П.-М.: Радиософт, 304с.	21.00
360 практических неисправностей. Записки телемастера. Назаров В.В. М.: Солон, 2004г., 288с.	29.00
Цветные телевизоры. Пособие по ремонту. Ельашкевич С.А., Пескин А.Е. М.: ГЛ-Телеком, 352 с.	33.00
Уроки телемастера. Устройство и ремонт зарубежных ЦТВ. Виноградов В., М.: Корона, 2003г., 400с.	37.00
Усовершенствование телевизоров 3...5УСЦТ. Рубаник В. Нит, 2000 г. 288с.	24.00
"Чистый звук" твоего телевизора. Справочное пособие. Гайдель Э., 2002г., 176с.	19.00
Цифровая электроника. Изд.-е 2-е дополн. Партала О.Н., Нит, 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 выслать перечень книг, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044) 219-30-20 или почтой по с-ва плат. налога.

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

## Книга-почтой

Карманный справочник радиоинженера Джон Девис. М.:Додека, 2002г.,544с.		33.00
Справочник электрика. Кисаримов Р.А. 2-е издание, 2004г., 512с.		28.00
КВ-приемник мирового уровня Кульский А.П. -К.НиТ, 2000 г. 352с.		16.00
Антенны.Настройка и согласование.Григоров И.Н.,М.:Радиософт, 2002 г., 272с.		26.00
Антенны. Городские конструкции. Григоров И.Н., М.:Радиософт, 2003г.,304с.		39.00
Радиолобительский High-End, "Радиоаматор", -120с.		9.00
Электроника для рыболова. Шелестов И.П. М.:Солон, 2001г. 208 с.		17.00
Техника электролова рыбы. Ходырев В.В., 2003 г.,144 с.		17.00
450 полезных схем радиолобителей. Шустов М.А.,2003г.,352с.		25.00
500 схем для радиолобителей. Приемники. Семьян А.П., 2004г., 188с.		17.00
Настольная книга радиолобителя-конструктора. Николаенко М.Н.,М.: ДМК, 2004г.,280с.		24.00
Звуковая схемотехника для радиолобителей. Петров А.Н. НиТ, 2003г.,400с.		28.00
Практические советы по ремонту бытовой радиоэлектр. аппаратуры. Столовых А.М.,2003г,152с.		16.00
Практическая схемотехника.Кн.2. Источники питания и стабилизаторы. Шустов М.А.,2002г.		19.00
Практическая схемотехника.Кн.4. Контроль и защита источников питания. Шустов М.А.,2002г.		19.00
Проектируем и строим осциллограф. Городецкий И.В., М.:Солон, 2002г.		11.00
Радиоэлектроника в конструкциях и увлечениях. Пестриков В.М., СПб:НиТ, 2004г.,234с.		24.00
Радиолобителям полезные схемы.Кн.3. Дом. авт.,прист.к телеф.,опр.ус...М.Солон,2000.,240 с.		18.00
Радиолобителям полезные схемы.Кн.4. Электр. в быту.internet для радиолоб и др.,2001г.240с.		19.00
Радиолобителям полезные схемы.Кн.5. Быстрая защита РА, домашняя автоматика и др.,2003г.		18.00
Радиолобительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Заец Н.И., М.:Солон, 2003г.368с.		39.00
Радиолобительская азбука.т.1:Цифровая техника. Колдунов А.С., М.:Солон, 2003г.,272с.		29.00
Секреты зарубежных радиосхем. Учебник-справочник для мастера и любителя. Москва, 2004г.,112с.		12.00
Схемы для радиолобителей.Книга 1. Брадулов П.А., М.:Альтекс, 2003г.,160с.		24.00
Конструкции и схемы для прочтения с паяльником.Кн.1,Кн.2,Кн.3., Гриф А.,2002г., 288,328с., 240с.		по 18.00
Конструкции и схемы для прочтения с паяльником. Кн.4.Аудиотехника.2003г.,240с.		26.00
Юному радиолобителю для прочтения с паяльником. Мосягин В., М.:Солон., 2003г., 208с.		17.00
Электронные системы охраны. Эрве Кадино., М.:ДМК,2003г.,256с.		23.00
Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения. М.:Телеком, 2004г.,368с.		56.00
Автоматика. Электрооборуд. и сист. бортовой автоматики современных л/а.Серия "Ремонт",272с.		37.00
Автосигнализации от А до Z. Корякин-Черняк С.Л.,СПб.: НиТ, 2002г., 336с.		34.00
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. Никамин В. 2002г.224с.		29.00
Осучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. Бондаренко В., К.:Радиоаматор, 2004р.		20.00
Технологии измерений первичной сети.(Системы синхронизации,B-ISDN, ATM.) М.:Эко-тре.,150с.А4		39.00
Цифровые АТС для сельской связи.Карташевский В.Г.,М.:Эко-Трендз, 2003г.,286с.		47.00
Разработка устройств сопряжения для перс. компьютера типа IBM PC.Новиков Ю.2002г.,224с.		17.00
Современные микропроцессоры.Корнеев В., изд. 3-е дополн. и перераб., 2003г., 440с.		40.00
Алгоритм компьютера. Самоучитель. Привалов А., Питер, 2004г.,304с.		27.00
Выбор и модернизация компьютера. Анатолия П.К. Кузюзов М., Питер, 2004г.,320с.		17.00
Диагностика, ремонт и профилактика ПК. Практическое руководство. Платонов Ю.М., 2003г.,312с.		24.00
<b>Компакт-диски</b>		
CD-R "РАДИОАМАТОР за 11 лет" "РА"-1999 - 2003г.г.+ "Э", "К"-2000-2003г.г.(160 номеров + 3 книги)		40.00
CD-R "Радиоаматор"+"Электрик"+"Конструктор" 2002г. (36 номеров журналов)		20.00
CD-R "Радиоаматор" + "Электрик"+"Конструктор"+"Радиокомпоненты" 2003г. (40 номеров + 2 книги)		25.00
<b>Журналы</b>		
"Радиоаматор" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,3,4,5 за 2004г.		по 7.00
"Конструктор" журнал №1,2,3,4,5,6,7-8,9-10,11-12 за 2003г., №1,2,3 за 2004г.		по 5.00
"Электрик" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,4,5 за 2004г.		по 5.00
"Радиокомпоненты" журнал №1,2,3,4 за 2001г., №1,2,3,4 за 2002г., №1,2,3,4 за 2003г.,№1 за 2004г.		по 5.00
"Радио-парад" журнал №1,2 за 2004г.		по 6.00

**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 отрывном талоне почтового перевода четко укажите свой обратный адрес и название заказываемой Вами книги.

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