

БЛОКНОТ "РАДІОАМАТОРА"



№ 7
июль
2004

Киев Издательство "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 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.
№ 7 (7) липень 2004
Київ, "Радіоаматор"

Редактор Ульянов Г.А.

Адреса редакції
Київ, вул. Краковська, 36/10, к.23
Для листів:
а/с 50, 03110, Київ-110, Україна
тел/факс (044) 573-32-56
ra@sea.com.ua
<http://www.ra-publish.com.ua>

Видавець:
Видавництво "Радіоаматор":
Директор Ульянов Г.А.
ra@sea.com.ua
А.М. Зинов'єв, літ. ред. т. 573-39-38
Т.П. Соколова, тех. директор
(044) 573-32-56
С.В. Латиш, реклама,
т/ф (044) 573-32-57, lat@sea.com.ua
В.В. Моторний, передплата і
реалізація, т/ф (044) 573-25-82,
val@sea.com.ua
Адреса видавництва "Радіоаматор":
Київ, Солом'янська вул., 3, к. 803

Підписано до друку 6.07.2004 р.
Дата виходу в світ 25.07.2004
Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 4,54
Облік. вид. арк. 4,35
Індекс 08043.
Тираж 1000 прим. **Зам.** 06/07/04
Ціна договірна.

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

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

© Видавництво «Радіоаматор», 2004

Оглавление

Металлоискатели	2
Трансиверы	24
Технология печатных плат	40
Справочник БР	58
Полезная информация:	
<i>Выдержки из ГК и УК Украины</i>	27
<i>Советы разработчикам</i>	56
<i>Новая технология печатного монтажа</i>	57
Электронные наборы для радиолюбителей	60
Книга-почтой	63

ОТ РЕДАКТОРА

Новое полугодие, как и ожидалось, принесло нам сильное разочарование, как и всем издателям Украины, а в еще большей степени - читателям, потому что государство своей игрой в налоги в очередной раз лишило нас возможности читать любимые газеты и журналы. Конечно, выиграл тот, кто подписался на год вперед - и налог не платил, и журнал получает, а те, кто пришел на почту подписаться на второе полугодие, увидели новую цену и пошли назад несолоно хлебавши.

А теперь нам пришло известие, что государство снимает налог на подписную прессу, однако подписка на второе полугодие оказалась сорванной. Никто ничего не выиграл: издатели - без подписчиков, читатели - без журналов, государство - без денег. Вот так глупость нескольких сотен чиновников выходит боком миллионам жителей Украины!

Но жизнь продолжается, БР в подписке не стал дороже, а с вычетом налога теперь еще подешевеет. Так что приглашайте своих друзей и знакомых в отделения связи подписываться на БР до конца года, пока это дешево и пока еще чего-нибудь не случилось.

А журнал у Вас будет ежемесячно, мы над этим работаем. Уже стали приходить первые отклики на анкету, помещенную в предыдущем номере. В конце года мы объявим тематику статей на 2005 г.

Редактор Георгий Ульянов

Металлоискатели

1. Краткое описание принципов работы металлоискателей

Принцип работы *металлоискателя на биениях или BFO* (Beat Frequency Oscillation) по западной терминологии основан на сравнении разности частот между образцовым и поисковым LC генератором. Измеряемым параметром является частота LC генератора, включающего катушку поисковой головки. В зависимости от того, объект из какого металла (черный/цветной) находится возле поисковой головки, частота поискового контура понижается или соответственно повышается. Частота сравнивается с эталонной частотой опорного генератора, и полученная разностная частота биений выводится на звуковую (визуальную) индикацию. Схемотехника таких приборов достаточно проста, поисковая катушка не требует прецизионного исполнения. Рабочая частота 40...500 кГц. Это самые простые и дешевые приборы. К недостаткам таких приборов можно отнести невысокую чувствительность, низкую температурную стабильность, невозможность отстройки от минерализованного грунта.

Металлоискатели типа частотомер или FM (Frequency meter) появились недавно и обычно делаются на основе микроконтроллеров. Изменение частоты поискового контура определяется не на слух, а с помощью программы, заложенной в микропроцессор. Это более объективный метод, чем BFO, кроме того, такие металлоискатели обладают намного большей чувствительностью и различают цветные и черные металлы.

Резонансные металлоискатели типа O/R или PLL (по западной терминологии), в которых анализируемым параметром является амплитуда сигнала на катушке колебательного контура, настроенного близко к резонансу с подаваемым на него сигналом от генератора. Появление металла в поле катушки вызывает или достижение резонанса или уход от него, в зависимости от вида металла, что приводит к увеличению или уменьшению амплитуды колебаний на катушке.

Металлоискатели с низкой рабочей частотой (в зарубежной терминологии *IB* Induction Balance, или *VLF* - Very Low Frequency) - самый совершенный тип металлоискателя в настоящее время. По этому принципу построено большинство "фирменных" приборов стоимостью от нескольких сотен до нескольких тысяч долларов. Принцип основан на анализе амплитуды сигнала в приемной катушке поисковой головки и фазового сдвига между сигналом в передающей и приемной катушках. При отсутствии вблизи поисковой головки металлических объектов амплитуда сигнала в приемной катушке минимальна, а фазовый сдвиг составляет 0° или 90°. При появлении металлического объекта амплитуда сигнала в приемной катушке увеличивается, а фазовый сдвиг изменяется в зависимости от проводимости металла (черный, цветной). Это позволяет производить выборочную дискриминацию металлов (даже отличать разные цветные металлы), отстройку от грунта и поиск пустот. Можно также "отстроиться" от металлического мусора типа пивных пробок и сигаретной фольги с помощью встроенного компьютера. Требует прецизионного изготовления и настройки поисковой головки.

В импульсных металлоискателях или PI катушка поисковой головки не является частью колебательного контура. В нее от запускающего генератора подается импульсный сигнал. Анализируемым параметром является время окончания переходного процесса в этой катушке (положение заднего фронта импульса напряжения). Отличительными чертами этого метода являются: низкая рабочая частота следования импульсов (50...400 Гц), большое потребление энергии, нечувствительность к грунту, не очень хорошее распознавание металлов, однако такие приборы не требуют периодической подстройки. Металлы эти приборы не различают, но "бьют" далеко (раза в два дальше, чем приборы, работающие по принципу FM). Незаменимы при работе на сильно минерализованном грунте, на прибрежной полосе и под водой, т.к. ослабляют влияние воды.

Приборы с разнесением передающей и приемной катушек или T/R. В приборах этого типа передающие и поисковые катушки разнесены на большое расстояние (от 1 до 200 м). Приборы отличаются большой глубиной поиска и нечувствительностью к мелким предметам (монеты, гвозди).

Металлоискатели типа "пинпойнтер" - маленькие и часто незаменимые помощники искателей драгоценностей и монет. Пинпойнтер - это прибор с небольшим поисковым кольцом, которым можно быстро найти монету или кольцо в куче земли или песка. Вручную это отнимает гораздо больше времени.

2. Типы серийных кладоискательских приборов

Приборы для начинающих

Приборы для начинающих предназначены в основном для решения несложных поисковых задач. Это, как правило, динамические варианты TR/VLF, т.е. приборы, требующие непрерывного движения поисковой головки.

Динамический принцип имеет следующие преимущества:

- автоматическая отстройка от "среднего" грунта;
- крайне простая настройка, осуществляемая по формуле "включил и пошел";
- всего 1...3 органа управления (громкость, чувствительность, уровень дискриминации);
- простая схемотехника, приводящая к удешевлению и высокой надежности прибора.

К числу недостатков можно отнести:

- уменьшение чувствительности по сравнению со статическими приборами;
- неточную локализацию объекта;
- уменьшение чувствительности или появление ложных срабатываний при поиске на сложных грунтах ("черный песок", "горячие камни" и др.).

Приборы среднего класса

Для этих приборов характерны высокая чувствительность и хорошая разрешающая способность. Они могут комплектоваться несколькими сменными поисковыми головками различного диаметра (иногда овальными). Количество

органов управления доходит до 8, процедура их настройки требует определенного навыка и длится несколько минут. Так, например, ручная отстройка от грунта заключается в том, чтобы вращением соответствующего регулятора добиться одинакового начального сигнала при поднятой и опущенной к земле головке. Дискриминация в таких приборах обычно многоступенчатая с возможностью поиска всех металлов (All Metal). Управление дополняется кнопкой быстрой подстройки в рукоятке или на корпусе.

Компьютеризированные приборы

Компьютеризированные приборы берут на себя так называемое принятие решения о характере находки. Это возможно благодаря использованию микропроцессора в схеме прибора. Отличительными особенностями компьютеризированных приборов является наличие жидкокристаллического экрана (или стрелочного индикатора). Ввод данных для поиска осуществляется с помощью экранного меню и нескольких кнопок. В памяти прибора заложено несколько программ для поиска в различных условиях: на пляже, в парке, в зданиях и т.д. При поиске подобным прибором для каждой находки измеряются амплитудно-фазовые характеристики сигнала, что позволяет осуществить классификацию находки. Часто приборы сами проводят классификацию, выдавая на экран или на стрелочный индикатор результат. Количество градаций измеренного параметра варьируется от 8 до 190, что позволяет подобрать и ввести в память прибора собственную программу, достаточно точно отвечающую Вашим потребностям при поиске в конкретных условиях. Таким образом, Вы по желанию можете установить любую схему отсеивания нежелательных находок. В случае находки монеты или иного мелкого предмета прибор автоматически определяет глубину находки, показывает значение глубины на экране и даже может сообщить синтезированным голосом значение глубины в дюймах.

Приборы для поиска самородного золота

Искать самородное золото сложно. Дело в том, что при обнаружении золота универсальными TR/VLF приборами, мелкие частицы этого металла могут быть приняты прибором за крупинки черных металлов и не обнаруживаться. Кроме этого, выходы золота часто сопровождаются "черным песком", содержащим магнетит, а также сильной минерализацией грунта. Для работы в таких условиях, рабочая частота специализированного прибора увеличивается до 18...70 кГц и применяются эллиптические поисковые головки. Такие модифицированные импульсные приборы позволяют очень результативно искать мелкие золотые изделия или их части на пляжах и мелководьях в приборной полосе.

Подводные приборы

Подводные приборы выдерживают погружение на глубины до 90 м, а также способны исключать влияние соленой или пресной воды как среды поиска. В большинстве подводных приборов использован импульсный индукционный принцип, что существенно уменьшает влияние воды, влажных и мокрых грунтов как электропроводящей среды на поиск. Приборы этого класса автоматически

настраиваются на изменение окружающих условий (минерализация почвы, соленость воды и т.д.). Для увеличения глубины обнаружения используется импульсный способ построения прибора. Эти приборы не нуждаются в ручной подстройке, однако различение металлов у них не всегда точное. Все подводные приборы можно использовать и для поиска на воздухе.

Глубинные приборы

Глубинные приборы используются для поиска предметов с площадью поверхности более 400 кв. см. Увеличение глубины поиска осуществляется за счет разнесения плоских передающей и приемной катушек в пространстве. Катушки оформляются в две поисковых головки, жестко соединенные друг с другом штангой. При этом одна катушка в рабочем положении прибора располагается параллельно поверхности земли, другая перпендикулярно. Размеры катушек примерно 25 x 40 см. Одна из катушек излучает электромагнитные колебания с частотой 12...82 кГц, другая принимает отраженный сигнал. Эти приборы не различают металлы и не реагируют на мелкие предметы на небольшой глубине, поэтому мелкий металлический мусор не мешает поиску.

Какой кладоискательский прибор выбрать?

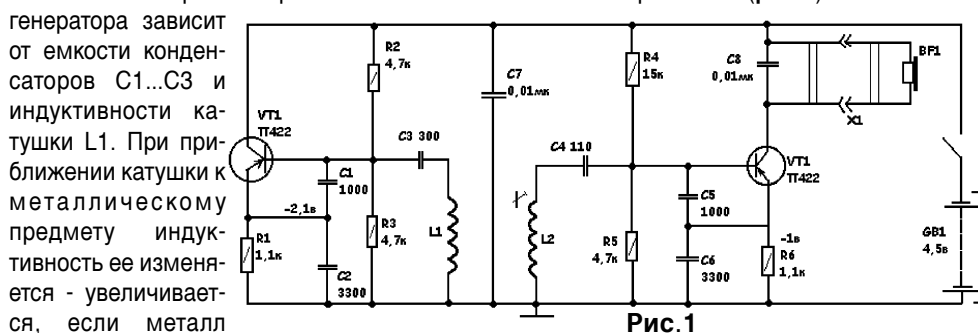
Реальная глубина обнаружения подземного предмета с помощью металлоискателя зависит от размера предмета и глубины его залегания в земле, от типа построения и мощности металлоискателя, от величины поисковой катушки и от степени минерализации, механического состава и влажности почвы или иной среды поиска.

Покупая кладоискательский прибор впервые, следует избегать как слишком дешевых моделей, так и дорогих профессиональных приборов. Дешевый, слабо чувствительный прибор может не оправдать Ваши ожидания, а дорогой компьютеризованный прибор Вам будет сложно освоить.

3. Простые металлоискатели

3.1. Простой металлоискатель на двух транзисторах

Принцип работы металлоискателя - на биениях. Генератор металлоискателя выполнен на транзисторе VT1 по схеме емкостной трехточки (рис.1). Частота



ферромагнитный, например железо, и уменьшается, если металл цветной - медь, латунь. Для регистрации изменения частоты служит каскад, собранный на транзисторе VT2. Этот генератор, также выполненный по схеме емкостной трехточки. Частота его зависит от емкости C4...C6 и индуктивности L2 и не намного отличается от частоты первого генератора. Нужную разность частот подбирают подстроечным сердечником катушки. Каскад на VT2 совмещает в себе также функцию детектора, выделяющего сигнал низкой частоты из поступающих на базу транзистора высокочастотных колебаний. Нагрузкой детектора являются головные телефоны BF1; конденсатор C1 - блокировочный.

Колебательный контур приемника индуктивно связан с контуром генератора, поэтому в коллекторной цепи транзистора VT2 протекают токи с частотой обоих генераторов, а также ток разностной частоты, иначе говоря, частоты биения. Если, к примеру, частота основного генератора 460 кГц, а частота генератора приемника 459 кГц, то разностная частота составит 1 кГц. Этот сигнал и слышен в телефонах. Но стоит приблизить поисковую катушку L1 к металлу, как частота звука в телефонах изменится - в зависимости от вида металла она или понизится, или станет выше.

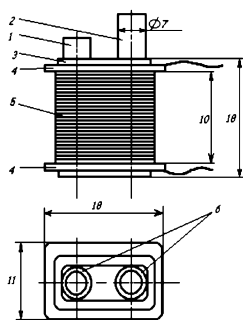


Рис. 2

Транзисторы можно применить германиевые типа П401...П403, ГТ308 или кремниевые типа КТ361Б,Г, или КТ3107Б...К. Высокоомные телефоны типа ТОН-1 или ТОН-2. Для повышения громкости их следует включать параллельно. Резисторы - МЛТ-0,125, С2-23-0,125 или аналогичные, конденсаторы - КЛС или КМ-4...КМ-6.

Катушка L1 представляет собой прямоугольную рамку размерами 175x230 мм, состоящую из 32 витков провода ПЭВ-2 0,35 или ПЭЛШО 0,37.

Конструкция катушки L2 показана на рис. 2. В двух бумажных цилиндрических каркасах 6 размещены отрезки стержня диаметром 7 мм из феррита 400НН или 600НН: один (1)

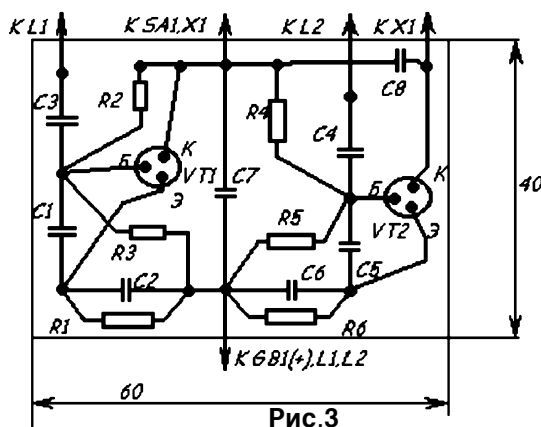


Рис. 3

длинной 20...22 мм, закрепленный постоянно, другой (2) 35...40 мм (подвижный - для подстройки катушки). Каркасы обернуты бумажной лентой 3, поверх которой намотана катушка L2 (5) 55 витков провода ПЭЛШО (можно ПЭВ-1 или ПЭВ-2) диаметром 0,2 мм. Выводы катушки закреплены резиновыми колечками 4. Источники питания - три элемента АА или ААА.

Транзисторы, конденсаторы и резисторы смонтированы на плате (рис. 3) из изоляционного материала.

Плату соединяют с катушками, батареей питания, выключателем и разъемом, многожильным проводом в изоляции. Плату и остальные детали размещают в пластиковом футляре размерами 40х200х350 мм. Катушку L1 прикрепляют ко дну футляра, а внутри катушки на расстоянии 5...7 мм от ее витков размещают катушку L2. Рядом с этой катушкой крепят плату. Разъем и выключатель прикрепляют снаружи к боковой стенке футляра. Сверху к футляру крепят (желательно на клею) деревянную или пластиковую ручку длиной около 1 м.

Наладивание металлоискателя начинают с измерения режимов работы транзисторов. Включив питание, измеряют напряжение на эмиттере VT1 - оно должно быть 2,1 В. Точно это напряжение устанавливают подбором номинала резистора R2. Затем измеряют напряжение на эмиттере VT2 - оно должно быть 1 В (устанавливается подбором резистора R4). После этого медленным перемещением подстроечного сердечника катушки L2 добиваются появления в головных телефонах громкого чистого звука низкой частоты. Приближая к поисковой катушке консервную банку, фиксируют начало изменения тона звучания. Как правило, это происходит на расстоянии 30...40 см. Более точной подстройкой частоты второго генератора добиваются наибольшей чувствительности прибора.

3.1. Простой транзисторный металлоискатель на биениях

Значительный эффект в повышении чувствительности (по сравнению с предыдущей схемой) дает применение стабильного кварцевого генератора.

Электронный металлоискатель, принципиальная схема которого приведена на рис.4, состоит из

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

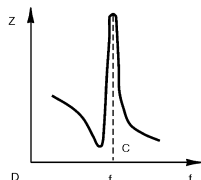


Рис.5

Вследствие высокой добротности кварца малейшие изменения частоты измерительного генератора будут приводить к уменьшению полного сопротивления последнего, как это видно из характеристики, приведенной на рис.5, а это в конечном итоге - к повышению чувствительности прибора.

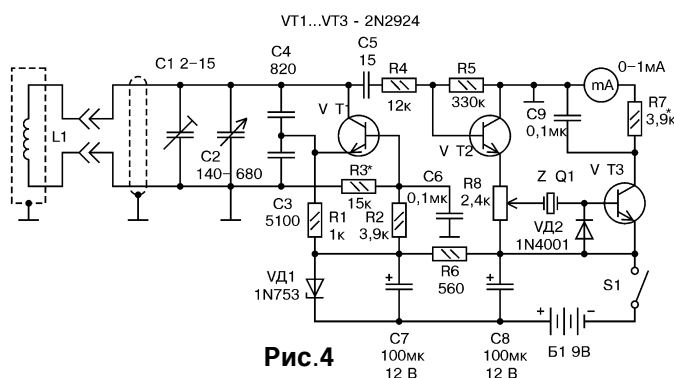


Рис.4

Перед поиском следует настроить генератор на частоту параллельного резонанса кварца, равную 1 МГц. Эта настройка производится конденсатором переменной емкости С2 (грубо) и подстроечным конденсатором С1 (точно) в отсутствие около поисковой рамки металлических предметов. В данной схеме кварцевый резонатор является элементом связи между измерительной и индикаторной частями устройства. Его сопротивление в момент резонанса велико. Поэтому минимальное показание стрелочного прибора свидетельствует о точной настройке устройства. Чувствительность прибора регулируется переменным резистором R8.

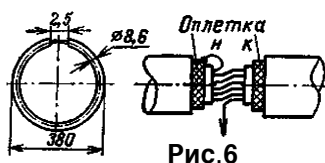


Рис. 6

Особенностью устройства является кольцевая рамка L1, изготовленная из отрезка кабеля. Центральная жила кабеля удаляется и вместо нее продевается 6 витков провода типа ПЭЛ 0,1-0,2 длиной 115 мм. Конструкция поисковой катушки и порядок выводов показаны на рис. 6. Такая рамка

обладает высокой добротностью и хорошим электростатическим экраном. Жесткость конструкции рамки обеспечивается размещением ее между двумя дисками из пластика, текстолита или гетинакса диаметром 400 и толщиной 3...7 мм.

В приборе могут быть использованы: транзисторы КТ315Б, КТ3102Б...Д; стабилитрон типа КС156А; диод типа Д9 с любым буквенным индексом. Частота кварцевого резонатора может быть в интервале частот от 900 кГц до 1,1 МГц. Кабель используется типа РК-50. ("Radio-Electronics" 11/67)

3.3. Металлоискатель на одной микросхеме

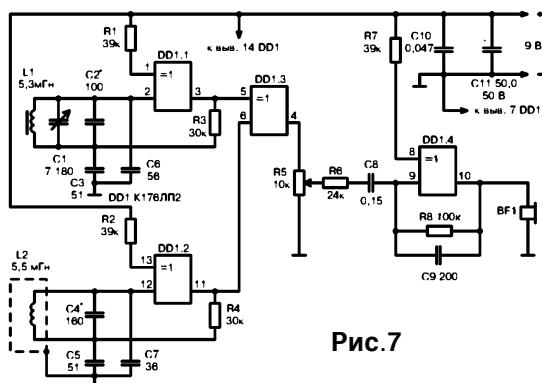


Рис. 7

Металлоискатель, принципиальная схема которого изображена на рис. 7, собран всего на одной микросхеме типа К176ЛП2 (К561ЛП2, К1561ЛП2). Один из ее элементов (DD1.1) использован в образцовом генераторе, другой (DD1.2) - в перестраиваемом. Колебательный контур образцового генератора состоит из L1 и C1, C2, а перестраиваемого - из поисковой катушки L2 и конденсатора C4. Первый контур пере-

страивают переменным конденсатором С1, второй контур - подбором емкости С4.

На элементе DD1.3 выполнен смеситель колебаний образцовой и переменной частот. С его нагрузки (переменного резистора R5) сигнал разностной частоты поступает на вход DD1.4, а усиленное им напряжение звуковой частоты - на головные телефоны BF1. Прибором можно обнаружить монету 5 коп. (СССР) на глубине до 60 мм или крышку канализационного колодца на глубине до 0,6 м.

3.4. Металлоискатель на двух микросхемах

Заметно большей чувствительностью, чем предыдущие, обладает металлоискатель, собранный по схеме, приведенной на **рис.8**. В этой схеме в качестве смесителя и усилителя колебаний разностной частоты применена ИМС К118УН1Д. Образцовый и перестраиваемый генераторы этого прибора идентичны, выполнены на DD1.1, DD1.2 и DD2.1, DD2.2 соответственно. Элементы DD1.3 и DD2.3 - буферные. Образцовый генератор настраивают на заданную частоту переменным конденсатором C1, перестраиваемый - подбором емкости C2.

Каждый из этих металлоискателей (**рис.7, 8**) смонтирован на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. В приборах используют: резисторы МЛТ-0,125, C2-33; конденсаторы КТ-1 (C2...C7 - **рис.7**; C2, C5...C8 - **рис.8**); КМ-4...6 или К-10-7В (соответственно C8...C10 и C3, C4, C9...C12, C15, C16) и К50-35. Головные телефоны типа ТОН-2. Для

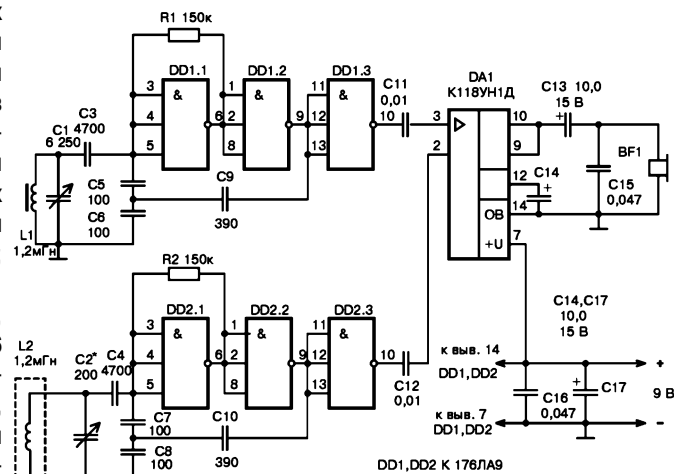


Рис.8

перестройки генераторов применены переменные конденсаторы с твердым диэлектриком от транзисторных радиоприемников с диапазонами ДВ и СВ. Возможно использование и других конденсаторов, например, типа КПК-3 емкостью 25...150 пФ. Переменный резистор R5 (**рис.7**) малогабаритный любого типа.

Кварцевый резонатор смонтирован на отдельной плате из стеклотекстолита, закрепленной параллельно основной плате со стороны деталей. Катушка L1 на схеме **рис.8**, намотана на ферритовом кольцевом магнитопроводе 600НН типоразмера К8х6х2 и содержит 180 витков провода ПЭЛШО 0,14 мм. Намотка равномерная по всему периметру магнитопровода. Катушка приклеена клеем БФ-2 непосредственно к печатной плате. В металлоискателе по схеме, приведенной на **рис.8**, используется готовый дроссель с индуктивностью 1,2 мГн.

Поисковая катушка каждого из двух металлоискателей намотана в кольцо, согнутом из винилопластовой трубки внешним диаметром 15 и внутренним 10 мм. Наружный диаметр кольца первого прибора - 250, второго и третьего - 200 мм, числа витков - соответственно 100 и 50, провод - ПЭЛШО 0,27 мм. После намотки кольцо обернуто лентой из алюминиевой фольги для электрического экранирования (это необходимо для устранения влияния емкости между катушкой и землей). При намотке

ленты учитывайте, что электрический контакт между ее концами недопустим. Фольгу сверху обматывают одним-двумя слоями поливинилхлоридной изоляционной ленты.

Диаметр поисковой катушки может быть как меньше, так и больше указанных значений. С его уменьшением площадь зоны обнаружения сужается, но прибор становится более чувствительным к мелким предметам, с увеличением же, наоборот, зона обнаружения расширяется, а чувствительность к мелким предметам снижается. Питать металлоискатели можно от батареи "Крона", аккумулятора 7Д-0,115 или от шести элементов типоразмера AA или AAA.

Вместе с источником питания смонтированную плату прибора с органами управления помещают в небольшую плоскую металлическую коробку из латуни или луженой жести толщиной 0,4...0,6 мм и закрепляют последнюю на штанге, изготовленной из дюралюминевой трубы (например, лыжной палки) внешним диаметром 16...20 мм.

3.5. Металлоискатель на ИМС серии K155

Металлоискатель (рис.9) состоит из двух практически идентичных LC генераторов, выполненных на элементах DD1.1...DD1.4, детектора по схеме удвоения выпрямленного напряжения на диодах

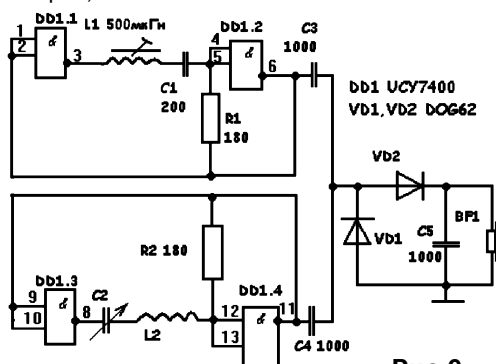


Рис.9

выпрямленного напряжения на диодах VD1, VD2 и высокоомных (2 кОм) головных телефонов BF1, изменение тональности звучания которых и свидетельствует о наличии под катушкой-антенной металлического предмета.

Генератор, собранный на элементах DD1.1 и DD1.2, самовозбуждается на частоте резонанса последовательного колебательного контура L1C1, настроенного на частоту 465 кГц (использованы элементы

фильтра ПЧ супергетеродинного приемника). Частота второго генератора (DD1.3, DD1.4) определяется индуктивностью катушки L2 (30 витков провода ПЭЛ 0,4 на оправке диаметром 200 мм) и емкостью конденсатора переменной емкости C2, позволяющего перед поиском настроить металлоискатель на обнаружение предметов определенной массы.

Биения, возникающие в результате смещения колебаний обоих генераторов, детектируются VD1, VD2, фильтруются C5 и поступают на головные телефоны BF1. Устройство собрано на печатной плате, что позволяет при питании от плоской батареи сделать его компактным и удобным в обращении. Вместо микросхемы, указанной на схеме, можно использовать К155ЛА3. Диоды используются германиевые, Д9А...Е или КД522А,Б, КПЕ (4...12) - (270...470) пФ, например, от радиоприемника с диапазонами ДВ, СВ (Radioelektronik, 9/84).

3.6. Металлоискатель повышенной чувствительности на ИМС

Металлоискатели на биениях оказываются малочувствительными при поисках металлов со слабыми ферромагнитными свойствами, таких, как, например, медь, олово, серебро. Повысить чувствительность металлоискателей этого типа оказывается очень сложно, поскольку небольшая разность частот (биения) малозаметна при обычных методах индикации. В данном металлоискателе (рис.10) используется решение позволяющее определять на слух даже очень небольшую частоту биений. Устройство может "различать" цветные и черные металлы (Р 10/94).

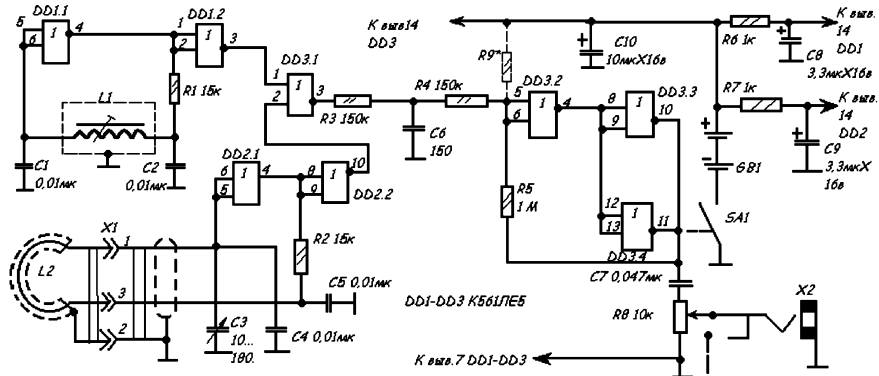


Рис.10

Образцовый генератор собран на элементе DD1.1, а измерительный - на DD2.1 и DD2.2. Частота колебаний образцового генератора, определяемая данными его контурной катушки L1 и конденсаторов C1 и C2, около 100 кГц (см. рис.10). Частота измерительного генератора, колебательный контур которого образуют поисковая катушка L2 и конденсаторы C3...C5, близка к частоте образцового генератора; ее плавно изменяют конденсатором переменной емкости C3 в пределах ± 1 кГц. Элементы DD1.2 DD2.3 - буферные. Микросхемы DD1 и DD2 металлоискателя питаются от источника постоянного тока GB1 через развязывающие фильтры R6C8 и R7C9.

Элемент DD3.1 - смеситель. Для выделения сигналов разностной, т. е. звуковой частоты, предназначен фильтр низких частот (НЧ) R3C6. Такая схема позволяет выделять биения частотой в несколько герц, что значительно повышает чувствительность прибора.

Чтобы обеспечить прослушивание сигналов столь низких частот на головные телефоны, использовано преобразование разностного сигнала в короткие импульсы с удвоенной частотой следования. Обеспечивает это компаратор напряжения, собранный на DD3.2...DD3.4. За один период частоты биения компаратор дважды переключается из одного логического состояния в другое. Формируемые им прямоугольные импульсы дифференцируются цепью C7R8, чтобы они стали различимы на слух, поэтому на телефон, подключенный к разъему X2, поступают

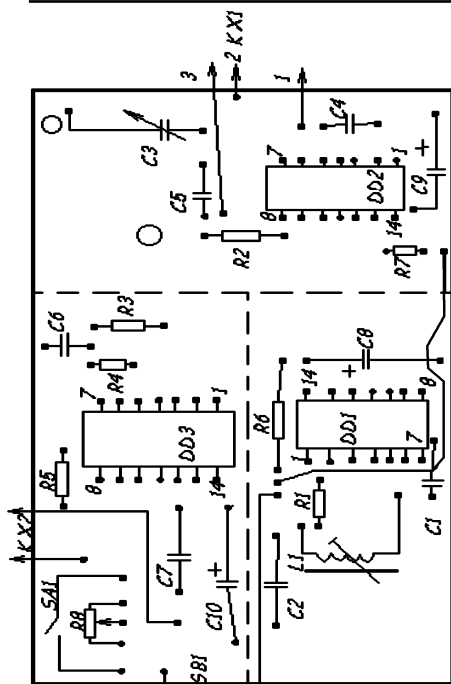


Рис. 11

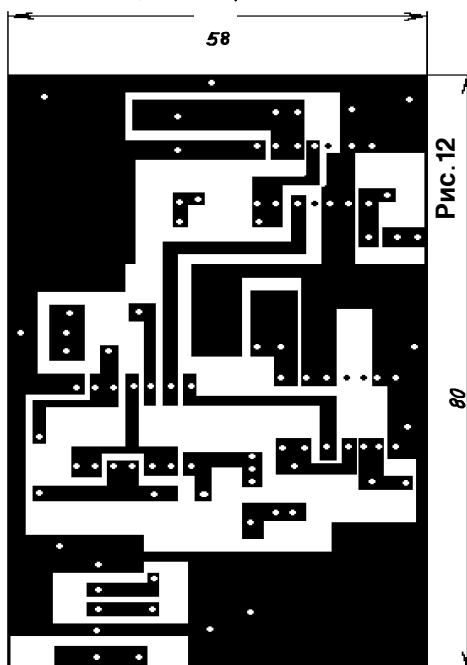


Рис. 12

короткие импульсы. Благодаря этому, громкость звукового сигнала прибора слабее зависит от частоты разностного сигнала. В телефоне слышатся "щелчки". Громкость регулируют переменным резистором R8 (совмещен с выключателем питания SA1).

Все детали, кроме разъемов и поисковой катушки, размещают на печатной плате из двухстороннего фольгированного материала (рис. 11, 12). Монтаж односторонний - со стороны печатных проводников. Фольга другой стороны, которую по краям платы соединяют с общим проводом питания, играет роль экрана. Монтажную плату и источник питания следует разместить в металлическом корпусе подходящих размеров, например, спаянном из пластин фольгированного текстолита.

Можно использовать ИМС К176ЛЕ5, К176ЛА7, К561ЛА7. Конденсатор C3 типа КП-180 или аналогичный, с максимальной емкостью 180...240 пФ; C8...C10 типа К50-35 или К52, К53, остальные КМ-4...КМ-6, КЛС. Резистор R8 типа СПЗ-3в, остальные - МЛТ-0,125, С2-33-0,125. Разъемы X1 и X2 любые малогабаритные. Для термостабильности прибора, конденсаторы C1, C2, C4 и C5 надо использовать с ТКЕ не хуже М1500.

Катушка L1, содержащая 300 витков провода ПЭВ-2 0,08 мм, намотана на каркасе контура ПЧ от радиоприемника с диапазонами СВ, ДВ.

Поисковую катушку изготавливают на оправке диаметром 240...250 мм наматыванием 30 витков провода ПЭВ-2 0,6 мм. Получившийся жгут скрепляют в 10...12 местах тонкой прочной ниткой. Затем, нагревая катушку над пламенем

газовой плиты до температуры 50...60°C, пропитывают заранее приготовленной эпоксидной смолой. После отвердевания смолы катушку обматывают лакотканью или изоляционной лентой ПВХ. Катушку обматывают тонкой фольгой с таким расчетом, чтобы в ее передней части образовался небольшой, длиной 5...10 мм, незамкнутый участок экрана катушки. Катушку и ее экран соединяют (через разъем X1) с платой металлоискателя двужильным экранированным проводом длиной 120...150 см.

Наладивание металлоискателя начинают, установив конденсатор С3 в положение средней емкости. Затем подстроечником L1 изменяют частоту образцового генератора до появления в телефоне звукового сигнала. Далее подстроечником добиваются "нулевых биений" - "щелчков" в телефоне, с частотой в несколько Гц. Настройка компаратора заключается в подборе R9 (показан на рис.10 штриховыми линиями) в пределах 300 кОм...1 МОм. Если на выводах 10, 11 DD3 присутствует напряжение высокого уровня, то этот резистор включают между выводами 5, 6 DD3.2 и общим проводом. После настройки образцового генератора подстроечник L1 фиксируют в каркасе каплей клея. Поисковую катушку прибора следует снабдить деревянной или пластмассовой ручкой.

3.7. Металлоискатель на принципе срыва колебаний

Металлоискатель (рис.13) предназначен для обнаружения в стенах под слоем штукатурки разнообразных металлических предметов, например, таких как трубы, проводка, гвозди, арматура и тому подобное (<http://www.qrz.ru/schemes/contribute/technology/metalloiskat.phtml>).

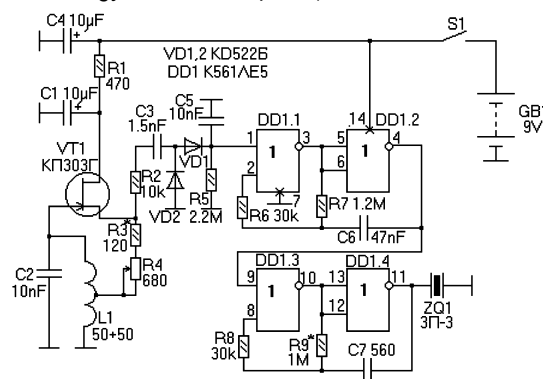


Рис.13

режим работы генератора на пороге срыва. Пока генератор работает (на частоте порядка сотен килогерц), переменное напряжение с его выхода выпрямляется диодами VD1, VD2, заряжает конденсатор C5 до напряжения 2...3 В. Этого напряжения достаточно, чтобы блокировать работу генератора прерывистого звучания собранного на ИМС DD1 по типовой схеме.

Устройство питается от батареи типа "Крона", потребляя от нее всего 3,5...4 мА. Этот металлоискатель обнаруживает трубы на расстоянии 10...15 см, проводку и гвозди - 5...10 см.

Устройство представляет собой LC-генератор на полевом транзисторе, сопряженный с устройством звуковой индикации.

Работает устройство следующим образом: после включения питания устанавливают переменным резистором R4

Стоит появиться рядом с катушкой L1 металлическому предмету, как генерация срывается, C5 в течение примерно 20 мс разряжается через R5, и теперь разрешается работа генератора на DD1.1, DD1.2, под управлением которого начинает прерывисто работать генератор на DD1.3, DD1.4. Пьезоизлучатель ZQ1 начинает прерывисто пищать. Если металл удалится от катушки, генерация в контуре L1C2 тут же восстанавливается и звуковой излучатель замолкает.

В зависимости от степени разряда батареи, температуры воздуха, предметов, находящихся рядом с металлоискателем, требуется его довольно частая настройка резистором R4 в процессе работы. Движок резистора выводят сначала в положение максимального сопротивления - генерация в LC контуре должна сорваться и прибор должен подать звуковой сигнал, потом медленно уменьшают сопротивление R4 до восстановления генерации - прибор готов к работе. В некоторых случаях может понадобиться подбор резистора R3. Для достижения максимальной громкости звучания излучателя желательно подобрать номинал R9 или C7 таким образом, чтобы наступил звуковой резонанс в пьезоизлучателе.

Как видно из схемы, прибор не содержит дефицитных или дорогих деталей. Полевой транзистор может быть любым из серии КП303, ИМС может быть К176ЛЕ5 или К1561ЛЕ5. Катушка индуктивности бескаркасная, содержит 50+50 витков провода диаметром 0,1 мм, намотанного на оправку диаметром примерно 70 мм. Можно ее намотать на стеклянную бутылку, потом сдвинуть катушку с нее, скрепить витки слегка нитками и промазать всю катушку клеем типа "Момент".

Все постоянные резисторы типа МЛТ-0,125, С2-23 или аналогичные. Конденсаторы любые малогабаритные, требований к их ТКЕ и допуску не предъявляется, т.к. все равно придется постоянно подстраивать генератор вручную. Пьезоизлучатель также любой. Электролитические конденсаторы не должны иметь больших токов утечки, особенно это касается C1. Такому требованию отвечает большинство новых конденсаторов типа К50-35 или подобных импортных. Все детали, кроме батареи питания, переменного резистора, звукового излучателя и катушки индуктивности, монтируются на печатной плате (рис.14).

Плата далее вместе с батареей питания, излучателем и переменным резистором помещается в подходящий корпус, например, размерами 50х60х25 мм. Катушка индуктивности крепится на диэлектрической стойке длиной не менее 150 мм, иначе прибор будет обнаруживать собственную батарейку. Можно даже попробовать сделать несколько сменных катушек разного диаметра - от этого будет зависеть расстояние, на котором прибор

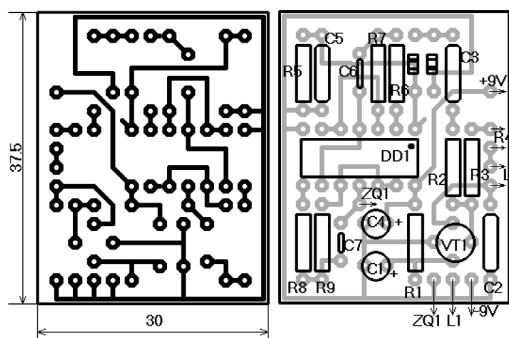


Рис. 14

сможет обнаруживать металл. С большими катушками он на больших расстояниях может находить только крупные предметы. Можно попробовать намотать катушку L1 на коробку дверного проема - получится металлодетектор, как в аэропорту.

3.8. Металлоискатель с низкой рабочей частотой (типа VLF)

Этот простой металлоискатель имеет хорошую чувствительность и высокую стабильность работы. Отличительной его особенностью является низкая рабочая частота - 3 кГц, которая обеспечивает слабую реакцию на нежелательные сигналы, хорошую чувствительность при поиске малых предметов. Прибор можно использовать при поиске места для оборудования тайника под землей и обнаружения скрытых на глубине водопроводных труб и трасс центрального отопления.

На функциональной схеме (рис.15) обозначены:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1 - генератор (3 кГц); | 8 - электронный ключ звукового сигнала; |
| 2 - дискриминатор; | 9 - усилитель выходных сигналов; |
| 3 - катушки металлоискателя; | 10 - громкоговоритель (или головные телефоны); |
| 4 - усилитель высокой частоты; | 11 - схема сравнения; |
| 5 - детектор; | 12 - регулятор опорного напряжения схемы сравнения. |
| 6 - фильтр низких частот; | |
| 7 - звуковой генератор; | |

Генератор металлоискателя возбуждает колебания в передающей катушке на частоте около 3 кГц, создавая в ней переменное магнитное поле. Приемная катушка расположена

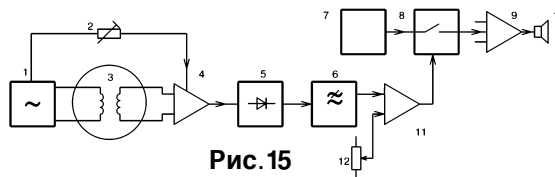


Рис.15

перпендикулярно передающей катушке таким образом, что проходящие через нее магнитные силовые линии поля передающей катушки не создают в ней ЭДС. Поэтому на выходе приемной катушки сигнал либо отсутствует, либо очень мал. Металлический предмет, попадая в поле катушки, изменяет направление магнитного поля, и на выходе появляется электрический сигнал, который затем усиливается, выпрямляется и фильтруется. На выходе фильтра создается сигнал постоянного напряжения, значение которого возрастает при приближении катушки к металлическому предмету. Этот сигнал поступает на один из входов схемы сравнения, где сравнивается с опорным напряжением. Уровень опорного напряжения отрегулирован таким образом, что даже небольшое увеличение напряжения сигнала на выходе фильтра приводит к изменению состояния на выходе схемы сравнения. Это приводит в действие электронный переключатель, в результате чего на выходные усилительные каскады поступает звуковой сигнал, оповещающий о присутствии металлического предмета.

Принципиальная электрическая схема металлоискателя представлена на рис.16. Передатчик, выполненный на транзисторе VT1, возбуждает колебания в

катушке L1. Сигналы, поступающие на катушку L2, затем усиливаются микросхемой DA1 и выпрямляются амплитудным детектором на ИМС DA2. Сигнал с детектора поступает на конденсатор C9 и сглаживается фильтром низких частот, который состоит из резисторов R14, R15 и конденсаторов C10 и C11. Затем сигнал поступает на вход схемы сравнения DA3, где сравнивается с опорным напряжением, устанавливаемым переменными резисторами R29 и R30. Переменный резистор R30 служит для быстрой и грубой настройки, а R29 обеспечивает точную регулировку опорного напряжения. Генератор, собранный на однопереходном транзисторе VT2, работает в непрерывном режиме, однако сигнал, вырабатываемый им, поступит на базу транзистора VT4 только тогда, когда закроется транзистор VT3, так как, находясь в открытом состоянии, этот транзистор шунтирует выход генератора. При поступлении сигнала на вход микросхемы DA3 напряжение на ее выходе уменьшается, транзистор VT3 закрывается и сигнал от транзистора VT2 через транзистор VT4 и регулятор громкости R31 поступает на выходной каскад и громкоговоритель.

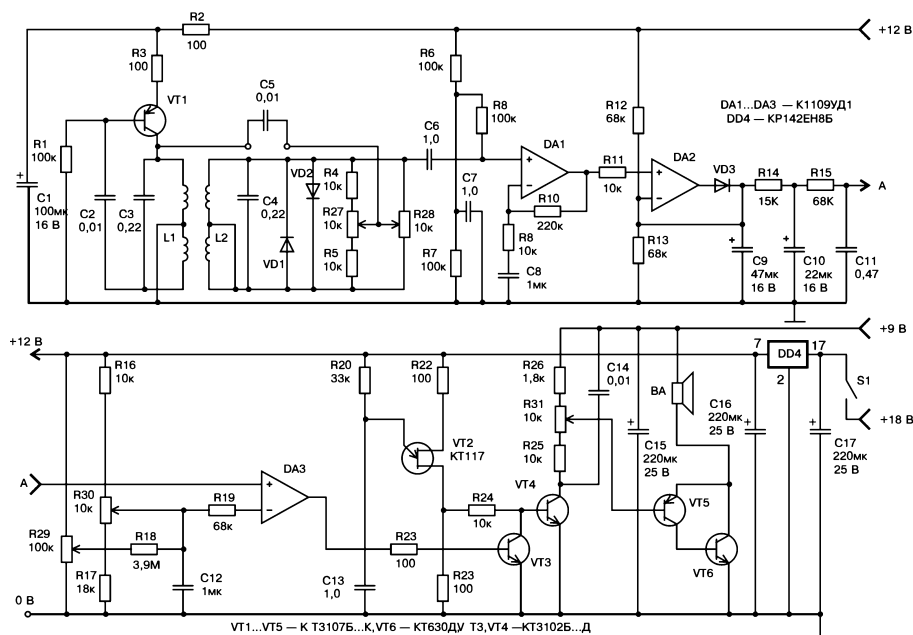


Рис. 16

В схеме используются два источника питания, благодаря чему исключается возможность возникновения обратной связи между выходом устройства с его чувствительным входом. Основная схема питается от батареи с напряжением 18 В, которое стабилизатором напряжения DD4 понижается до уровня +12 В. Этот стабилизатор необходим для того, чтобы снижение напряжения батареи во время

работы прибора не вызывало изменения настройки. Выходные каскады питаются от отдельного источника питания напряжением +9 В. Потребляемая прибором мощность невелика, поэтому для питания устройства можно использовать три аккумуляторные батареи. Специального выключателя питания не требуется, так как при отсутствии сигнала прибор практически не потребляет тока.

Работа схемы сравнения проверяется следующим образом. К измерительному входу ИМС DA3 подключают переменные резисторы R29 и R30. Этот вход образуется с помощью двух резисторов сопротивлением 10 кОм, один из которых подключается к положительной шине питания +12 В, а другой - к нулевой. Вторые выводы резисторов подсоединяют к выводу 2 DA3. Перемычка от этого вывода служит временной точкой соединения. При грубой настройке (включены обе батареи питания), которая осуществляется переменным резистором R30, в определенном его положении происходит срыв звукового сигнала, в то время как при точной настройке переменным резистором R29 должно осуществляться плавное изменение сигнала вблизи этого положения. При выполнении этих условий приступают к установке резисторов R6...R15, конденсаторов C6...C11, диода VD3 и микросхем DA1 и DA2.

Включив источник питания, сначала проверяют наличие сигнала на выходе ИМС DA1 (вывод 6). Амплитуда сигнала не должна превышать половины значения напряжения питания (примерно 6 В). Напряжение на C9 не должно отличаться от напряжения выходного сигнала этой микросхемы, хотя наводки от сети переменного тока могут вызвать небольшое увеличение этого напряжения. Касание пальцем входа микросхемы (основания конденсатора C6) вызывает увеличение напряжения из-за повышения уровня шумов. Если регуляторы настройки находятся в положении, при котором звуковой сигнал отсутствует, касание пальцем конденсатора C6 приведет к появлению и исчезновению этого сигнала. На этом предварительная проверка работоспособности каскадов заканчивается.

Окончательная проверка и настройка металлоискателя проводится после изготовления катушек индуктивности. После предварительной проверки каскадов схемы на плате устанавливаются остальные элементы, за исключением конденсатора C5. Переменный резистор R28 временно устанавливается в среднее положение. Плата крепится к Г-образному дюралюминиевому шасси через пластмассовые шайбы (для устранения возможности короткого замыкания).

Штанга и соединительные части, образующие держатель головки металлоискателя, изготавливаются из пластмассовых трубок диаметром 19 мм. Сама головка прибора представляет собой тарелку диаметром 25 см, изготовленную из прочного пластика. Внутренняя ее часть тщательно зачищается наждачной бумагой, что обеспечивает хороший контакт при склеивании эпоксидной смолой.

Изготовление катушек металлоискателя требует особого внимания. Катушки, имеющие одинаковую форму и размеры, наматывают на D-образный контур, образованный из штырей, закрепленных на подходящем куске платы (рис. 17).

Каждая из катушек содержит 180 витков эмалированного медного провода диаметром 0,27 мм с отводом от 90-го витка. Прежде чем снять катушки со штырей,

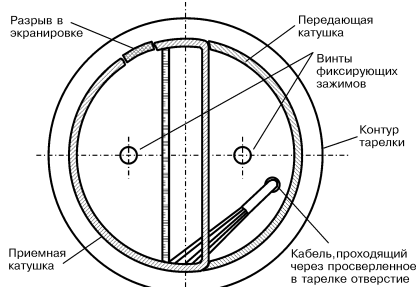


Рис. 17

их в нескольких местах перевязывают. Затем каждая катушка обматывается прочной нитью, чтобы витки плотно прилегали друг к другу. На этом изготовление передающей катушки заканчивается. Приемная же катушка должна быть снабжена экраном.

Для этого она вначале обматывается медной проволокой (диаметром 0,2...0,47 мм), а затем обертывается слоем алюминиевой фольги, которая снова обматывается проволокой. Такая двойная обмотка гарантирует

хороший контакт с алюминиевой фольгой. В обмотках проволоки и в фольге должен быть предусмотрен небольшой разрыв или зазор, как показано на рис. 17, препятствующий образованию замкнутого витка по окружности катушки.

Изготовленные таким образом катушки закрепляются с помощью зажимов по краям пластмассовой тарелки и подсоединяются к блоку управления с помощью четырехжильного экранированного кабеля. Два центральных отвода и экран приемной катушки подсоединяются к нулевой шине питания через экранирующие провода. Если включить устройство и радиоприемник (ДВ, СВ, КВ), расположенный недалеко от катушки, можно услышать свист высокого тона (на частоте металлоискателя), обусловленный наводкой звукового сигнала в антенне радиоприемника. Это указывает на исправность генератора металлоискателя.

Определение рабочего положения катушек

Место рабочего положения катушек определяется по выходному сигналу металлоискателя, который должен быть минимальным, либо по показаниям вольтметра, подключенного непосредственно к конденсатору С9.

Положение катушек можно определить также по напряжению на конденсаторе С9: оно должно составлять приблизительно 6 В. После этого внешние части катушек приклеиваются эпоксидной смолой, а внутренние, проходящие через центр, остаются незакрепленными, что позволяет провести окончательную настройку.

Для окончательной настройки установите незакрепленные части катушек в такое положение, при котором предметы из цветного металла, например монеты, вызывают быстрое увеличение выходного сигнала, а стальные предметы - его незначительное уменьшение. Если требуемый результат не достигается, необходимо поменять местами концы одной из катушек. Окончательная настройка или подгонка катушек должна проводиться при отсутствии металлических предметов. После установки и прочного закрепления катушки покрывают слоем эпоксидной смолы, накладывают на них стеклоткань и все это герметизируют эпоксидной смолой.

После изготовления головки металлоискателя впаяйте конденсатор С5, переменный резистор R27 установите в среднее положение, а переменный резистор R28 настройте на минимум выходного сигнала. При этом по одну сторону от среднего положения переменного резистора R27 прибор обеспечивает распознавание

стальных предметов, а по другую сторону - предметов из цветного металла. Следует иметь в виду, что при каждом изменении номинального значения сопротивления переменного резистора R27 необходимо проводить повторную настройку прибора.

На практике данный металлоискатель представляет собой легкое, хорошо сбалансированное, чувствительное устройство. В течение первых нескольких минут после включения устройства может иметь место разбаланс нулевого уровня, однако вскоре он исчезнет или станет незначительным.

4. Металлоискатели из готовых наборов

Рассмотрим некоторые металлоискатели, которые продаются в виде набора для самостоятельной сборки.

4.1. Металлоискатель "Sanar-FM".

Технические характеристики компьютеризованного металлоискателя "Sanar-FM" приведены в табл.1.

Таблица 1

Глубина обнаружения	Монета - 10 см Пистолет - 18 см Каска - 35 см
Питание	Батарея "Крона" или подобная
Длительность работы от одной батарейки	8 часов
Звуковой контроль	Встроенный динамик, разъем для наушников (от плеера)
Динамический режим работы	Есть
Количество уровней чувствительности	4
Дискриминация металлов	Есть; "Черный - Цветной"
Комплектность	1. Электронный блок 2. Комплект для самостоятельного изготовления катушки (провод 0,3 мм, экранированный провод, разъем) 3. Инструкция
Особенности	1. Полное сенсорное управление 2. Встроенный частотомер
Размер корпуса	110 x 70 x 30 мм

Катушку предлагается изготовить самостоятельно из имеющегося в наборе медного провода, экранированного провода и разъема. Изготовить катушку очень просто и под силу любому человеку, хоть немного умеющему владеть инструментом.

Основные достоинства прибора:

1. Полностью "цифровое" управление функциями микроконтроллера.
2. Сервисные функции микроконтроллера, значительно облегчающие настройку прибора.
3. Различение черных и цветных металлов.
4. Энергосберегающее управление светодиодными индикаторами.
5. Конструктивное решение, позволяющее сделать красивый прибор с "фирменной" передней панелью.
6. Высокая чувствительность по сравнению с металлоискателями, работающими по принципу BFO. Монета 5 коп. (СССР) легко определяется на глубине более 10 см.

Органы управления и индикации включают в себя три кнопки, выход на головные телефоны и девять светодиодов. Их расположение на передней панели блока управления приведено на **рис. 18**.

Звуковой выход предназначен для контроля поиска "на слух". При приближении к мишеням из черного или цветного металла тон меняется в высокую или низкую сторону. При "зашкаливании" в статическом режиме звук начинает пульсировать.

Сервисные функции. При удержании кнопки "режим" в момент включения питания металлоискатель переходит в сервисный режим №1. На наушники подается частота поискового генератора, поделенная в несколько раз с тем расчетом, чтобы ее было хорошо слышно. Это полезно при поиске неисправностей генератора.

При удержании кнопки "Установка нуля" при включении питания металлоискатель переходит в сервисный режим №2. При этом производится измерение частоты поискового генератора и выдача ее значения в наушники (количество звуковых сигналов соответствует количеству килогерц).

Эта функция прибора является уникальной. С ее помощью можно настроить поисковый генератор подбором конденсаторов и количества витков катушки на определенную частоту. Дело в том, что в специальной литературе для кладоискателей можно найти частоты, на которых лучше искать определенные металлы и предметы. Однако для настройки обычного металлоискателя на определенную частоту требуется частотомер, а в этом металлоискателе функция частотомера встроена в программное обеспечение прибора.

К катушке металлоискателя данного типа особых требований не предъявляется, и ее можно легко изготовить самостоятельно из имеющегося в наборе провода типа ПЭЛШО или ПЭЛ, следуя указаниям инструкции по изготовлению. Для этого понадобится только изолента, алюминиевая фольга и немного терпения.

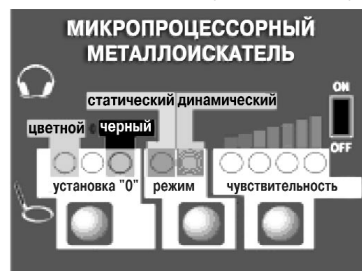


Рис. 18

4.2. Импульсный металлоискатель ООО "БЛИК"

Предлагаемый для самостоятельного изготовления импульсный (типа PI) металлоискатель с микропроцессорным управлением обеспечивает обнаружение предметов из черных и цветных металлов в различных укрывающих средах. Аппарат имеет эффективную автоматическую балансировку, что обеспечивает высокую устойчивость его работы. Прибор имеет световую и звуковую индикацию. При этом за счет применения звукового генератора с управляемой частотой (VCO) обеспечивается указание точного местоположения предмета (pinpointing). Номинальное напряжение питания прибора 9 В (6 элементов типоразмера AA). Работоспособность прибора сохраняется при снижении напряжения питания до 6 В. При снижении напряжения до 6,5 В загорается индикатор "Батарея", предупрежда-

ющий о необходимости замены элементов питания. Дальность обнаружения предметов составляет: монета 5 коп. (СССР) не менее 0,2 м, каска не менее 0,7 м.

Принципиальная схема прибора приведена на **рис.19 (стр.22-23)**, а схема подключения к плате металлоискателя - на **рис.20**.

4.3. Металлоискатель на биениях (типа ВФО)

В набор входят: детали, печатная плата и схема. Дополнительно к набору деталей потребуется деревянная или металлическая штанга и кусок проволоки для закрепления катушки, а также головные телефоны или капсюль от телефонной трубки и монтажные провода. К набору прилагается инструкция по сборке.

Металлоискатель позволяет обнаруживать такие предметы, как крышка канализационного люка, на глубине до 65 см, пятак (СССР) на глубине до 10 см.

Этот металлоискатель можно изготовить самостоятельно, заказав набор в издательстве (стр.62).

Принцип действия металлоискателя, принципиальная электрическая схема которого приведена на **рис.21**, основан на сравнении частоты колебаний двух генераторов, опорного и перестраиваемого. У одного из них частота стабильна, у другого изменяется под воздействием на его колебательный контур металлического предмета.

Это одна из лучших схем металлоискателя работающая по принципу биений. Опорный кварцевый генератор работает

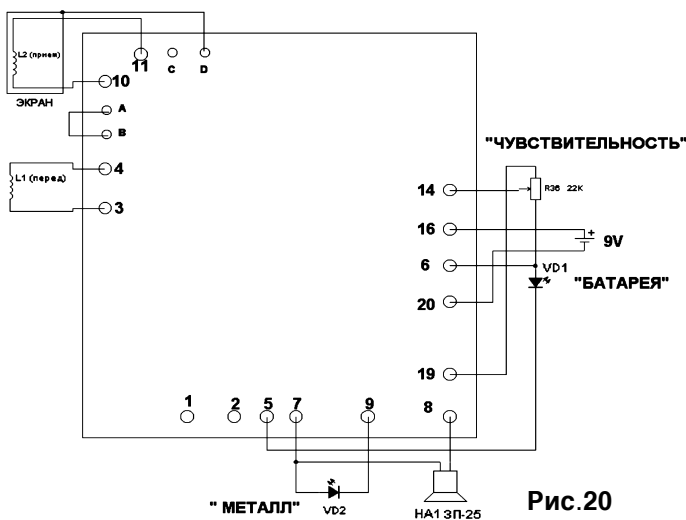


Рис.20

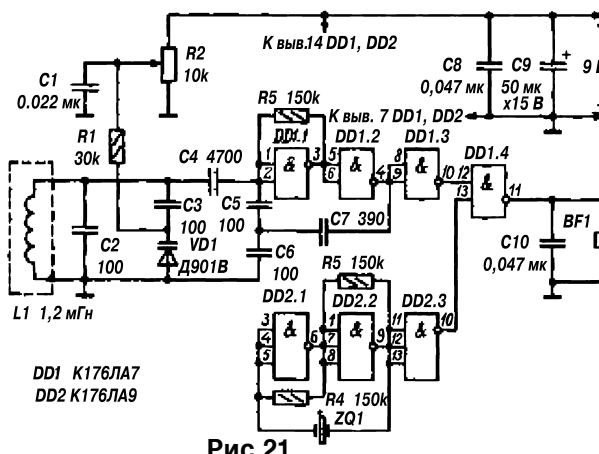


Рис.21

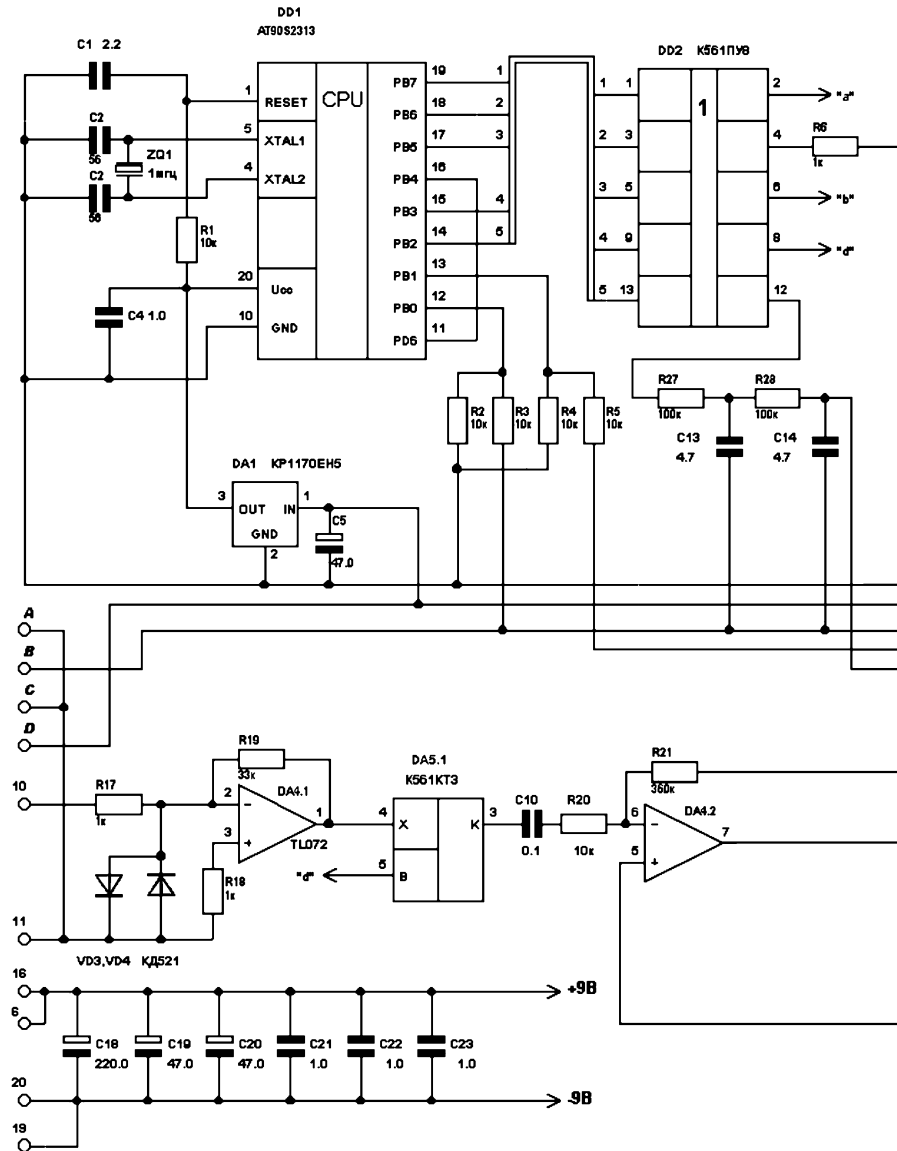
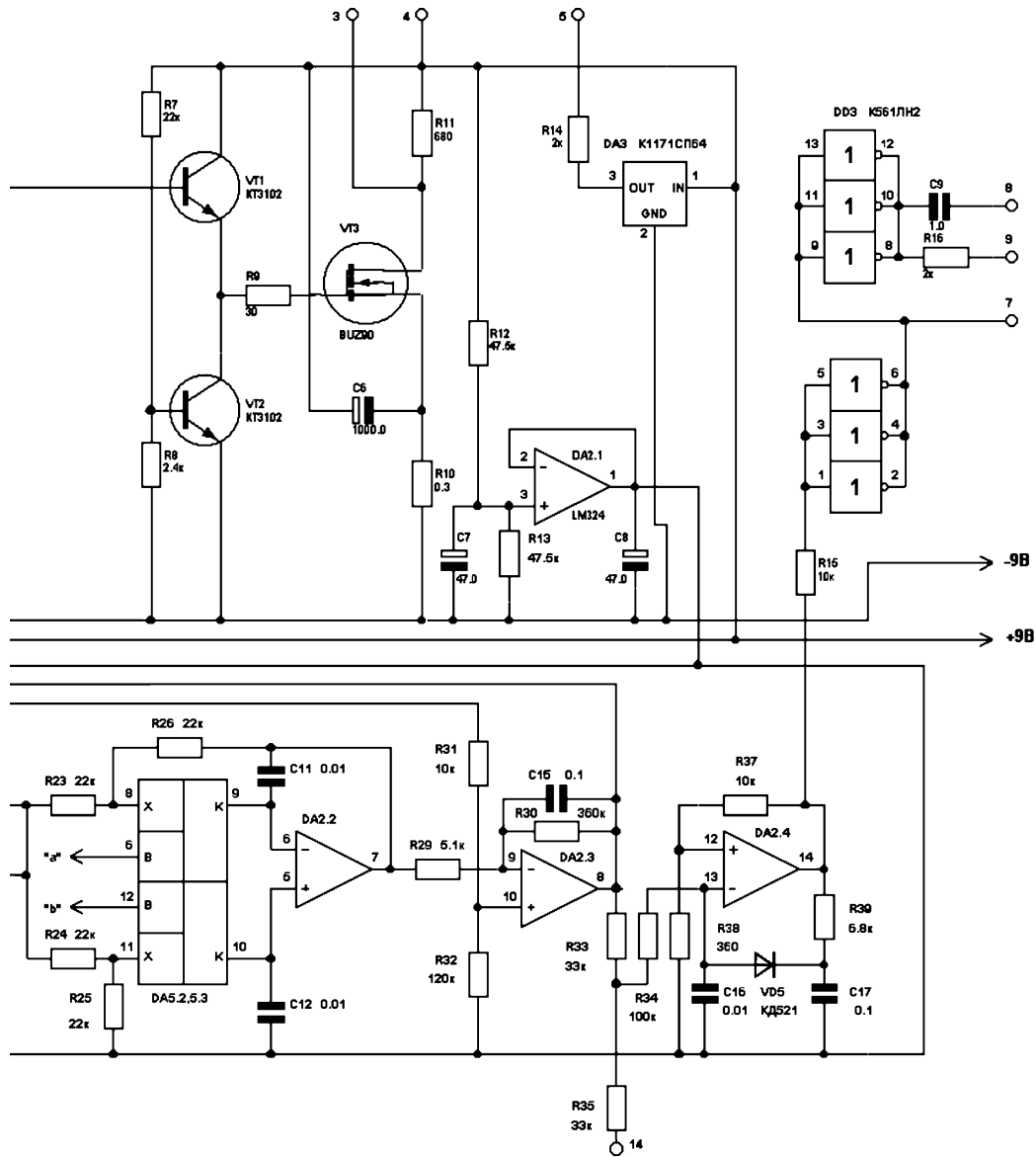


Рис. 19



на частоте 1 МГц, а основной - на частоте 200 кГц, что значительно повышает чувствительность, так как биения возникают между опорной частотой и гармоникой основного генератора. Кроме того, использование кварца исключает влияние основного генератора на опорный генератор, что также повышает чувствительность прибора.

Образцовый генератор металлоискателя выполнен на двух элементах микросхемы DD2 и настроен на частоту 1 МГц. Требуемую стабильность частоты обеспечивает кварцевый резонатор ZQ1. В перестраиваемом генераторе использованы два элемента микросхемы DD1. Его колебательный контур L1, C2, C3, VD1 настроен на частоту несколько сот килогерц. Для настройки контура применен варикап VD1, напряжение на котором регулируют переменным резистором R2. Смеситель выполнен на элементе DD1.4, в качестве буферных использованы элементы DD1.3 и DD2.3, индикатором поиска служат головные телефоны BF1.

Металлоискатель смонтирован на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, С2-33-0,125; конденсаторов C2, C3, C5...C7 типа КМ-4...6 или К10-7В и К50-35 (остальные). Поисковая катушка металлоискателя намотана проводом ПЭЛШО 0,27. После намотки кольцо обернуто лентой из алюминиевой фольги для электростатического экранирования (необходимого для устранения влияния емкости между катушкой и землей). При намотке ленты следует помнить, что электрический контакт между ее концами недопустим. Для защиты от повреждений фольгу обматывают одним-двумя слоями поливинилхлоридной изоляционной ленты. Следует отметить, что диаметр поисковой катушки может быть как меньше, так и больше указанных значений. С его уменьшением "зона захвата" сужается, но прибор становится более чувствительным к мелким предметам, с увеличением же, наоборот, "зона захвата" расширяется, а чувствительность к мелким предметам снижается. Для индикации поиска в приборе применены головные телефоны ТОН-2.

Питать металлоискатель можно от любого источника напряжением 9 В, например от аккумулятора 7Д-0,115 или от батареи типа "Крона" или аналогичной импортного производства. Вместе с источником питания смонтированную плату и органы управления помещают в небольшую плоскую металлическую коробку (латунь, луженая жель толщиной 0,4...0,6 мм) и закрепляют последнюю на штанге, изготовленной из дюралюминиевой трубы внешним диаметром 16...20 мм (можно использовать старую лыжную палку). К ее противоположному концу крепят поисковую катушку. Угол между плоскостью ее витков и осью штанги 55...80°. Для удобства хранения и транспортировки металлоискателя поисковую катушку целесообразно сделать съемной, предусмотрев для этой цели подходящий коаксиальный разъем. С платой устройства катушку желательно соединить коаксиальным кабелем (его погонная емкость меньше и более стабильна, чем у экранированного провода). Перестраиваемый генератор металлоискателя настраивают на частоту 100...200 кГц, подбирая конденсатор C2 при среднем

положении движка резистора R2. Задача сводится к тому, чтобы при возможно большем отношении частот образцового и перестраиваемого генераторов получить громкий сигнал разностной частоты в телефонах. Частоту перестраиваемого генератора контролируют частотомером на выходе элемента DD1.3 или волномером, поднесенным к поисковой катушке L1. Частота кварцевого резонатора ZQ1 может быть любой в пределах 0,5...1,0 МГц.

4.4. Металлоискатели Traker FM-1, Traker FM-2

Принцип действия этих металлоискателей отличается от классических схем металлоискателей (на биениях, "прием-передача", индукционный). С целью усовершенствования металлоискателя на биениях (BFO) в предлагаемом приборе отсутствует опорный генератор, а просто измеряется изменение частоты поискового генератора с помощью электронного частотомера. Это позволило бы уйти от главной проблемы BFO металлоискателей - захвата частоты. Достоинства предлагаемого прибора - простота конструкции, малое потребление, прибор практически не нуждается в настройке. В отличие от BFO-металлоискателей этот прибор умеет отличать ферромагнитные предметы от предметов из цветных металлов.

Дальность обнаружения монеты 5 коп. (СССР) - 10...17 см.

Прибор работает следующим образом. Сначала измеряется период колебаний генератора вдали от мишеней, это значение берется в качестве эталонного. Затем в цикле производится измерение периода частоты и вычитание эталонного значения.

В статическом режиме эта разность подвергается "логарифмированию" и подается на индикацию - 3 светодиода индицируют уход частоты в "плюс" и столько же в "минус".

В динамическом режиме полученные данные подвергаются согласованной квазиоптимальной фильтрации. Это позволяет отфильтровать полезный сигнал на фоне помех от грунта и от других дестабилизирующих факторов. Кроме световой индикации в приборе реализована и звуковая индикация - каждому светодиоду (кроме нулевого) соответствует звуковой сигнал определенной частоты, так что при поиске можно ограничиться слуховым контролем.

Сейчас имеется две модификации металлоискателя. Первая, Traker FM-1, полностью доступна для самостоятельного повторения.

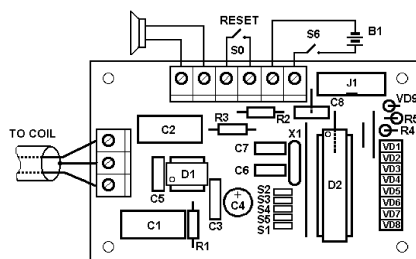


Рис.22

Расположение элементов смонтированного электронного блока прибора Traker FM-1 приведен на рис.22, а его принципиальная схема - на рис.23. Чертеж печатной платы - на рис.24. Программа работы на Ассемблере микроконтроллера прибора Traker FM-1 приведена на сайте <http://aleksandr-serbin.hotbox.ru>

Металлоискатели

Назначение переключателей металлоискателя Traker FM-1:

- S0 - сброс прибора;
- S1 - зарезервирован;
- S2 - Вкл - порог обнаружения высокий, Выкл - низкий;
- S3 - время измерения Вкл - 30 мс, Выкл - 120 мс (для медленного поиска);
- S4 - автоподстройка Вкл/Выкл (только для динамического режима);
- S5 - режим Вкл - статический, Выкл - динамический.

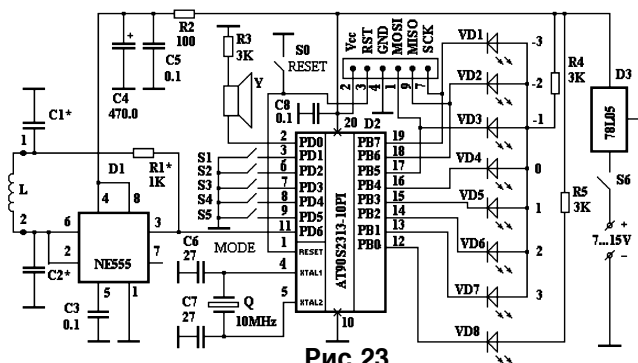


Рис.23

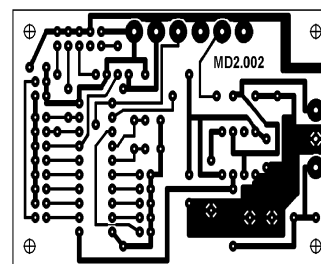


Рис.24

Traker FM-2 является улучшенной версией прибора Traker FM-1. В приборе реализованы некоторые новые идеи, а также пожелания тех кладоискателей, которые уже изготовили и поработали с Traker FM-1. Прежде всего, полностью переписано программное обеспечение (последняя версия его именуется V3.2). Теперь в приборе при обработке используется 16-разрядная арифметика (раньше была 8-разрядная). В результате динамический диапазон металлоискателя расширился в 256 раз! Это позволило отказаться от автоподстройки за ненадобностью. Теперь прибор не сбивается даже при поднесении рамки вплотную к большим мишеням. Кроме того, введена плавная регулировка чувствительности прибора. Теперь в зависимости от уровня помех в месте поиска или каких-либо других обстоятельств при поиске можно

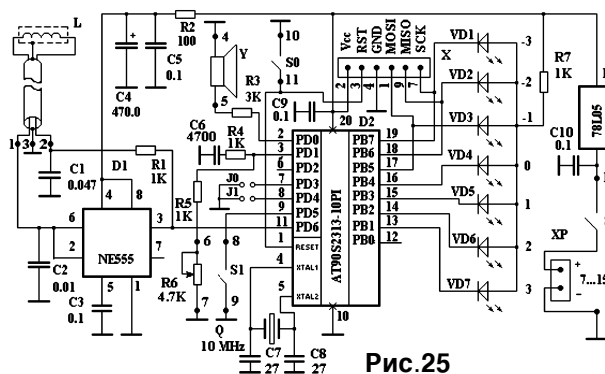


Рис.25

подбирать оптимальную чувствительность с помощью переменного резистора. Например, уменьшить ее, чтобы не было откликов от мелких объектов или, наоборот, выставить ее на грани ложных срабатываний для получения предельной чувствительности. В версии программного обеспечения V3.2 так же, как и в

версии V2.0, используется режим энергосбережения.

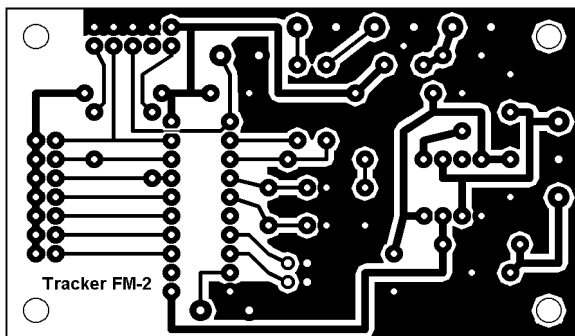


Рис.26

Схема электрическая принципиальная металлоискателя Traker FM-2 приведена на **рис.25**, а чертеж печатной платы - на **рис.26**.

Назначение органов управления металлоискателя Traker FM-2:
S0 - сброс прибора;
S1 - режим Вкл - статический, Выкл - динамический.
R6 - регулировка чувствительности.

На основе приведенных выше схем фирмой "Мастер КИТ" выпущены конструкторы КИТ NM8041, NM8042 (стр.62).

Полезная информация

Витяг з Цивільного кодексу України

Стаття 343. Набуття права власності на скарб

1. Скарбом є закопані у землі чи приховані іншим способом гроші, валютні цінності, інші цінні речі, власник яких невідомий або за законом втратив на них право власності.

2. Особа, яка виявила скарб, набуває право власності на нього.

Якщо скарб був прихований у майні, що належить на праві власності іншій особі, особа, яка виявила його, та власник майна, у якому скарб був прихований, набувають у рівних частках право спільної часткової власності на нього.

3. У разі виявлення скарбу особою, яка здійснювала розкопки чи пошук цінностей без згоди на це власника майна, в якому він був прихований, право власності на скарб набуває власник цього майна.

4. У разі виявлення скарбу, що є пам'яткою історії та культури, право власності на нього набуває держава.

Особа, яка виявила такий скарб, має право на одержання від держави винагороди у розмірі до двадцяти відсотків від його вартості на момент виявлення, якщо вона негайно повідомила міліцію або органів місцевого самоврядування про скарб і передала його відповідному державному органу або органам місцевого самоврядування.

Якщо пам'ятка історії та культури була виявлена у майні, що належить іншій особі, ця особа, а також особа, яка виявила скарб, мають право на винагороду у розмірі до десяти відсотків від вартості скарбу кожна.

5. Положення цієї статті не поширюються на осіб, які виявили скарб під час розкопок, пошуків, що проводилися відповідно до їхніх трудових або договірних обов'язків.

Витяг з Кримінального Кодексу України

Стаття 193. Привласнення особою знайденого або чужого майна, що випадково опинилося у неї

Привласнення особою знайденого або такого, що випадково опинилося у неї, чужого майна, яке має особливу історичну, наукову, художню чи культурну цінність, а також скарбу, -

карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або виправними роботами на строк до двох років, або арештом на строк до шести місяців.

Трансиверы

Трансивер - это устройство, которое несколько отличается от принятого когда-то у нас определения "приемопередатчик". Когда составитель этого сборника преподавал радиопередающие устройства, то радиостанциями трансиверного типа мы считали такие приемопередатчики, в которых некоторые блоки использовались и на прием, и на передачу, например: приемный УНЧ использовался как модулятор передатчика, синтезатор частот и тракт усиления и преобразования формируемого при передаче сигнала при приеме становился гетеродином и трактом ПЧ, антенный тракт тоже общий.

Таким образом, трансивер является устройством связи в симплексном режиме, то есть работает раздельно сначала на прием, потом на передачу. Такой режим вполне соответствует нормальному человеческому общению, когда два собеседника поочередно выражают свою мысль, и никто при этом в разговор не вмешивается.

В отличие от раздельно используемых приемника и передатчика трансивер имеет более сложную конструкцию, в которой с помощью дополнительной коммутации происходит приспособление совместно используемых блоков для работы в том или ином режиме, однако это усложнение с лихвой окупается сокращением массо-габаритных и стоимостных характеристик трансивера.

И все-таки изготовление своего трансивера для радиолюбителя - это третий этап, когда он прошел путь от наблюдателя (1-й этап - приемник), впервые вышел в эфир и набрал кое-какой опыт (2-й этап - передатчик), а теперь наступило время совершенствовать свою аппаратуру и навыки оператора (3-й этап - трансивер). Не все разрабатывают свои собственные конструкции, в основном пользуются конструкциями опытных мастеров, прошедших большой путь в радиолюбительстве, знающих, что нужно делать, и умеющих воплотить задуманное в реальную конструкцию.

В радиолюбительских журналах регулярно печатаются конструкции трансиверов как для начинающих на один диапазон, так и для опытных операторов многодиапазонные. И в прошлом году, и в этом тоже журнал "Радиоаматор" опубликовал несколько схем трансиверов. Как правило, это были сложные схемы, объем публикации - 5-6 номеров, что составляет больше страниц, чем есть во всем "Блокноте "РА", поэтому мы отобрали наиболее простые схемы, которые позволят читателю составить представление о том, что и как нужно делать, чтобы начать строить собственный трансивер.

Первая схема немецкого радиолюбителя Удо, DL2YEO, который считает, что простота конструкции - это преимущество его схем, кроме того, он увлекается QRP, поэтому его разработки обычно маломощные. Таков трансивер его конструкции на 30 м 1,5 Вт CW (**рис.1**). У автора было несколько микросхем видеоусилителей типа NE592 с полосой 120 МГц, поэтому он решил их использовать, и в результате получился супергетеродинный трансивер, в котором эти усилители стоят и в тракте радиочастоты, и в УПЧ, и в УНЧ.

Высокая рабочая частота кварца Q1 14318 кГц позволяет покрывать рабочий диапазон 20 кГц без дополнительных приспособлений. Частота приема

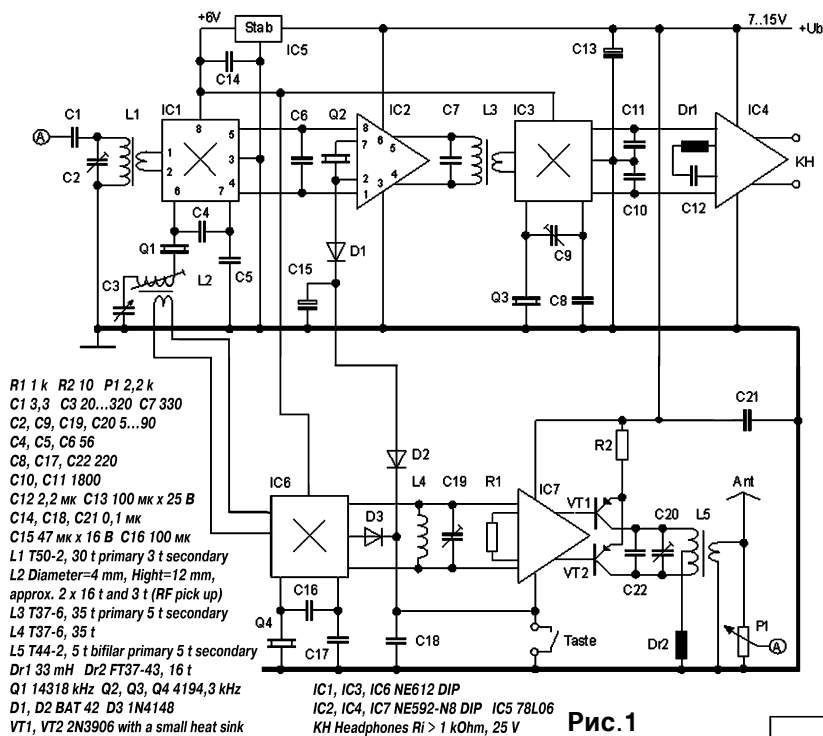


Рис. 1

перестраивается в пределах 10100...10120 кГц с помощью катушки L2, конструкция которой (рис. 2) автором выбрана в результате многочисленных испытаний.

Сигнал гетеродина поступает на смеситель IC1 через 3-витковую катушку связи, поэтому смеситель запитывается симметрично. Катушка связи использована вместо конденсатора по причине того, что происходила утечка радиочастоты на емкости.

На микросхеме IC2 собран УПЧ, сигнал с которого подается на второй смеситель IC3. Контуром смесителя является цепочка Y3, C8, C9, имеющая высокие селективные характеристики возле частоты параллельного резонанса кварца 4194 кГц. Выход второго смесителя, как и первого, напрямую соединен с дифференциальными входами усилителя IC4 для уменьшения числа навесных элементов. Второй смеситель работает как синхронный детектор, на выходе которого создается сигнал НЧ, ограниченный конденсаторами C10-C11.

Частотная характеристика УНЧ IC4 определяется параметрами цепочки DR1-C12, его коэффициент усиления составляет 42 дБ на частоте 660 Гц. Усиление

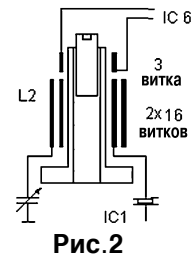


Рис. 2

приемного тракта регулируется по радиочастоте переменным резистором в антенной цепи (т.А). Микросхема УНЧ имеет высокое выходное сопротивление, поэтому на его выход подключают наушники сопротивлением не менее 1 кОм. Лучше было бы использовать для подключения наушников микросхему LM386, однако автор посчитал, что лучше использовать один номинал микросхем.

В передающем тракте также использована микросхема NE592 в качестве предварительного УМВЧ, которая, благодаря относительно высокому входному сопротивлению, подсоединена непосредственно к параллельному резонансному контуру L4-C19. Выходной мощности широкополосного УМВЧ достаточно для раскачки однокаскадного выходного УМВЧ на противофазных транзисторах VT1, VT2.

Одна пара р-п-р транзисторов типа 2N3906 вместе с настроенным резонансным контуром C20-C22-L5 производит синусоидальную волну нужной частоты с малыми искажениями. Измерение выходного спектра показало, что вторая гармоника имеет уровень -70 дБ, а третья -37 дБ относительно рабочей частоты (рис.3). Максимальная выходная мощность приблизительно 1,5 Вт при напряжении питания $U_b=13,8$ В.

В режиме передачи каскад УПЧ блокируется двумя диодами Шотки D1-D2. Подача напряжения на эмиттер первой транзисторной пары внутри NE592 относительно массы через конт.2 выглядит грубовато, однако, по мнению автора, это работает. Приемник практически закрыт, и только собственный передаваемый сигнал прослушивается как посторонний тон на заднем плане.

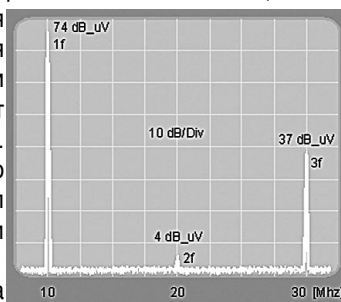


Рис.3

Замедленный старт кварцевого генератора на Q4 и, следовательно, замедленная генерация передаваемого сигнала уменьшают интенсивность обмена. Переход от передачи к приему осуществляется блокировкой передающего тракта путем отключения смесителя на IC6 и драйвера на IC7 от массы. Каскад УПЧ приводится в рабочее состояние с некоторой задержкой t_2 , пока конденсатор C15 заряжается через IC2 и D1. Эта задержка уменьшает слышимость щелчка при переключении до терпимого уровня.

Эта схема управления сменой режимов “прием-передача” (Rx/Tx) была изобретена специально для средней скорости манипуляции, но требует низкого сопротивления ключа. При подсоединении электронного ключа к этому трансиверу необходимо включить конденсатор 0,47 мФ между конт.1 IC6 и катодом D3, что заметно улучшает поведение системы переключения.

Приемопередатчик работает в диапазоне напряжений электропитания $U_b=8...15$ В. Все широкополосные усилители питаются непосредственно от U_b , в то время как схема стабилизации IC5 обеспечивает все смесители стабильным напряжением 6 В. Диод D3 гарантирует, что напряжение на конт.3 IC7, которое в течение приема может подниматься до $+U_b$, не причинит вреда IC6. Тогда IC7

остаётся без питающего напряжения и поэтому не производит дополнительного шума.

Приемопередатчик потребляет 40 мА в режиме приема и до 180 мА в режиме передачи. Вы можете уменьшить потребление трансивера до 20 мА, если замените УНЧ IC4 двойным операционным усилителем, например, типа TL072/082 и используете стабилизатор IC5 6 В с низким статическим током.

Две печатные платы размерами 5х10 см с размещением компонентов показаны на **рис.4-5** (приемник) и **рис.6-7** (передатчик).

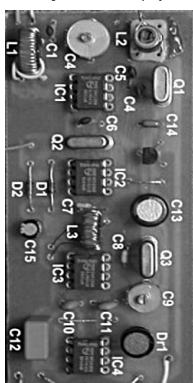


Рис.5

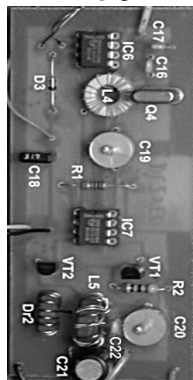


Рис.7

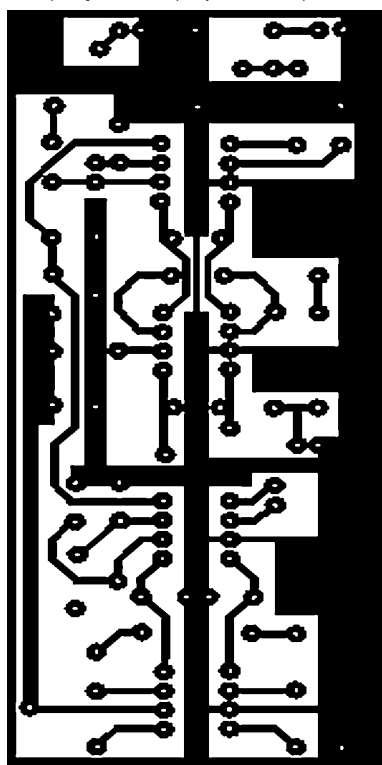


Рис.4

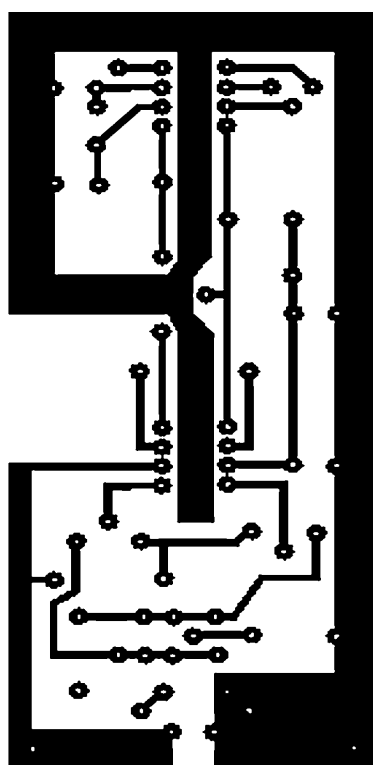


Рис.6

Вторая конструкция более сложная - это трансивер "ROSE-80" на 80 м, 5 Вт QRP CW, разработанный М. Мартеллом, N1HFX, из США. Автор считает, что его приемопередатчик подобен другим проектам, но содержит некоторые уникальные отличия.

Особенности конструкции:

1. Полные 5 Вт мощности создаются выходными КМОП транзисторами, которые

Трансиверы

устойчивы к высокому КСВ и тепловому уходу. Они более эффективны и меньше греются, чем традиционные биполярные транзисторы.

2. Супергетеродинный приемник обладает высокой чувствительностью и избирательностью, оснащен УНЧ, полоса усиления которого приблизительно 100 кГц.

3. Полное прерывание приема при манипуляции с уникальной T/R (прием/передача) коммутационной системой.

Задающий генератор (рис.8) использует p-канальный полевой транзистор Q1 типа MPF102 (можно также 2N3819 или 2N4416) для стабильной работы и варикап для обеспечения необходимой настройки. Конденсаторы C2 и C4 - фторопластовые, чтобы минимизировать тепловой дрейф, и C1 типа NPO (керамический, малый ТКЕ).

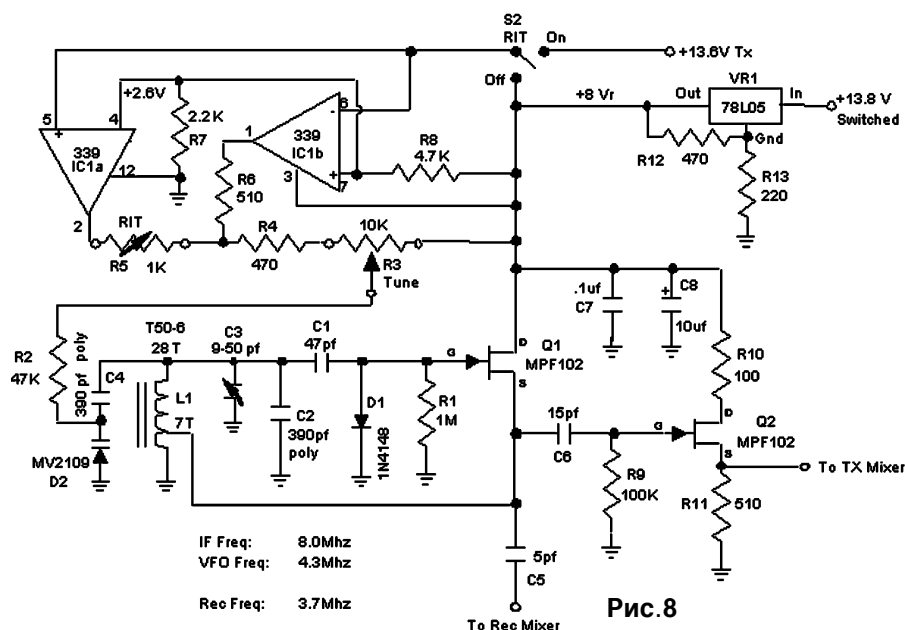


Рис.8

Диаметр провода не критичен для L1, но можно использовать провод диаметром 3,5 мм. Первый 21 виток наматывают на тороиде типа T50-6 (желтом) и делают отвод. Наматывают еще 7 оборотов и соединяют конец с массой.

Подстроечный конденсатор C3 диаметром 5 мм 9...50 пФ. Подрегулируйте C3 для настройки на желательный диапазон. Генератор должен быть в диапазоне 4,3...4,4 МГц.

Варикап D2 типа MV2109 можно поменять MV2108. Этот диод трудно найти, но другие выпрямительные диоды типа 1N4001 или 1N4004 будут работать неплохо. Эксперименты с использованием базы и коллектора обычных транзисторов также показали неплохие результаты. Вам нужно будет пробовать несколько диодов или транзисторов того же самого типа, чтобы получить желательный диапазон изменения

емкости. Помните, что выпрямительные диоды и транзисторы не были изготовлены для цели настройки с помощью емкости р-п перехода, так что они все имеют примерно один диапазон емкостей. Варикапы дают больший диапазон, потому что они так изготовлены. Однако при малых значениях требуемых емкостей подойдет почти любой диод или транзистор, у которых емкость перехода уменьшается при увеличении приложенного напряжения. Как и со всеми системами настройки на варикапах, будет происходить существенный дрейф емкости в течение первых 3 мин работы. Имейте в виду, что диоды очень температурно чувствительные и лучшие результаты будут получены, когда законченный проект помещен в термостатируемый корпус.

Потенциометр R3 используется для плавной настройки, а потенциометр R5 - для управления настройкой приемника вверх (RIT), который дает девиацию около 5 кГц. Для испытательных целей временно подсоединяют резистор 10 кОм к резистору 100 кОм на конт. "ВКЛ" (ON) переключателя S2, чтобы позволить RIT работать должным образом. Этот резистор может быть удален после того, как схема закончена и проверена. IC1 LM339 - обычный счетверенный компаратор с открытым выходом. Эта схема обеспечивает выключение управления RIT в режиме передачи.

VR1 на 5 В - маломощный стабилизатор, напряжение выхода которого увеличено до 8 В резисторами R12-R13. Тип микросхемы 78L05 был выбран из-за его низкой цены и может быть заменен 7805 или 78L08, но в последнем случае R12 и R13 должны быть убраны.

В супергетеродинном приемнике (рис.9) входной сигнал фильтруется контуром, образованным вторичной обмоткой трансформатора T1 и конденсатором C9. C9 подстраиваются для получения максимального уровня сигнала. Этот сигнал 3,7 МГц подается на смеситель IC2 типа NE602 вместе с сигналом 4,3 МГц гетеродина и преобразуется до 8 МГц. Сопротивление выходного контура из первичной обмотки трансформатора T2 и конденсатора C12 преобразуется во вторичной обмотке T2 к сопротивлению входа в 50 Ом на 8 МГц электромеханического фильтра на кварцах Y1...Y4, который осуществляет основную избирательность приемника.

Контур L2-C21 преобразует сопротивление 50 Ом кристаллического фильтра ко входу смесителя IC3 NE602 на 8 МГц кварце. С выхода смесителя сигнал звуковой частоты поступает на транзистор Q3, который служит для частичного закрывания приемника на время передачи. Поскольку здесь нет УПЧ, транзистор Q4 используется, чтобы повысить звуковой уровень для раскачки УМНЧ IC4. Диоды D4 и D5 германиевые, служат для компрессии громких сигналов. Германиевые диоды были взяты потому, что у них АЧХ начинается от 0,3 В вместо 0,7 В у кремниевых. Потенциометр R22 - регулятор громкости, IC4 - УМНЧ, обеспечивающий усиления сигнала для наушников или динамика.

Можно заменить NE612 другим типа NE602, так как он имеет ту же цоколевку и обеспечивает те же характеристики. Транзистор Q3 может быть заменен 2N3819 или 2N4416. Транзистор Q4 не взаимозаменяем.

Смесители на NE602 получают питание 8 В от стабилизатора VR1, который

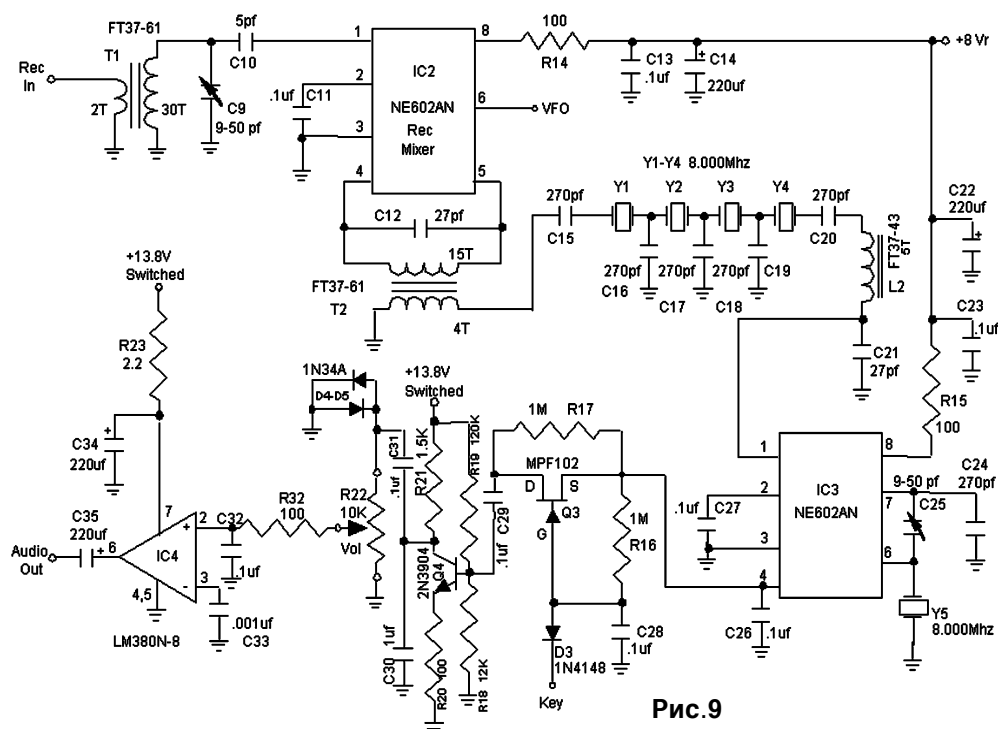


Рис.9

описан в схеме гетеродина. УПЧ здесь не использовался, т.к. NE602 имеют большой коэффициент усиления. Опыт показал, что дополнительный УПЧ не улучшает избирательности, но может стать причиной перегрузки оконечного смесителя.

В схеме передатчика (рис.10) генератор 4,3 МГц теперь подключается к смесителю передатчика IC5, где смешивается с сигналом 8 МГц кварцевого генератора, чтобы создать сигнал 3,7 МГц. Конденсатор C40 должен быть отрегулирован так, чтобы нужная (верхняя) боковая полоса прослушивалась в приемнике при передаче. Трансформаторы T3 и T5 используются для фильтрации нежелательных гармоник и помех. T3 должен быть приспособлен для максимальной выходной мощности на высокочастотной части диапазона, в то время как T5 должен быть настроен на более низкочастотную часть диапазона.

Резистор R37 управляет входным импедансом и выходной мощностью, чтобы выходная мощность не превышала 5 Вт. Транзистор IRF510 может выдавать большую мощность, но есть риск неустойчивой работы усилителя. В трансформаторе T4 используется бифилярная обмотка, чтобы соответствовать выходному полному сопротивлению усилителя. Слюдяные конденсаторы C55 и C56 необходимы, чтобы компенсировать индуктивность в цепи утечки и увеличивать стабильность работы каскада.

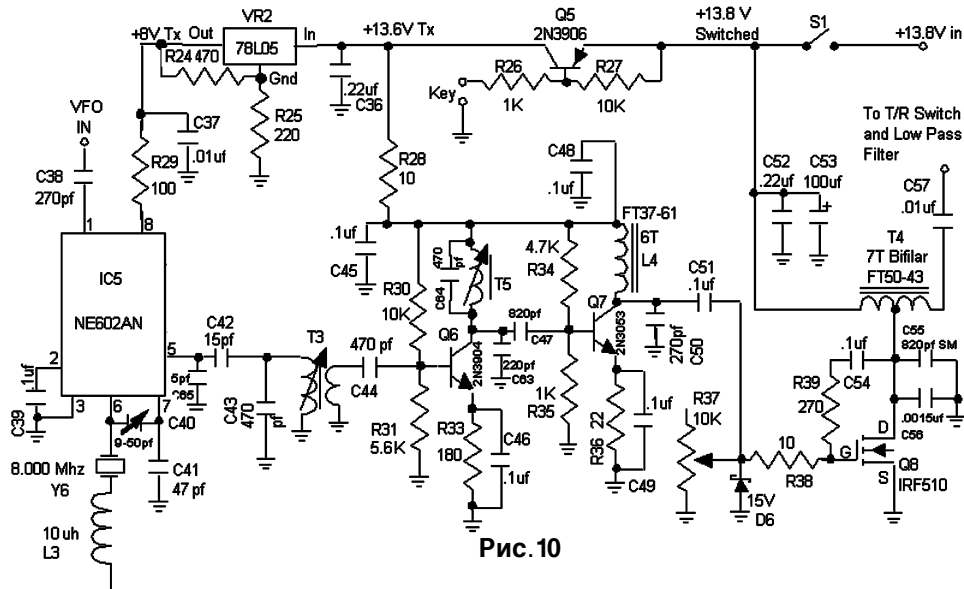


Рис. 10

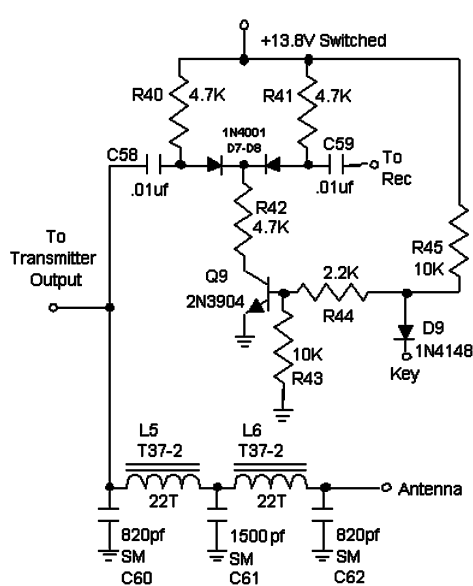


Рис. 11

R39 и C54 формируют цепь ООС для поддержания стабильности. Стабилитрон D6 на 15 В защищает базу Q8 от перенапряжения. Резистор R38 предотвращает колебания, которые иногда возникают при использовании стабилитронов на базах мощных КМОП транзисторов.

Цепь управления T/R (рис. 11) использует пару 1N4001 диодов в качестве переключающих. На 80 м просто нет необходимости использовать дорогие маломощные диоды, потому что почти весь шум, с которым приходится сталкиваться, атмосферный. Вход приемника связан с C59. Эта цепь T/R позволяет малому сигналу радиочастоты проходить в тракт приема для самопрослушивания. Конденсаторы C60...C62 - часть выходного ФНЧ, сдвоенного типа.

Оконечный транзистор Q8

довольно стойкий к периодам высокого КСВ и у него малый тепловой дрейф.

QRPP трансивер (мощность менее 1 Вт) был опубликован в Р 1/84 Ю. Мединцом из г. Киева, UB5UG. Он ставил целью создание простейшего по конструкции, но достаточно надежного для связи трансивера.

На рис. 12 приведена схема простейшего телеграфного QRPP трансивера для работы на 10-метровом диапазоне. Он состоит из генератора на транзисторе VT1, смесителя на диоде VD3 и усилителя НЧ (транзисторы VT2, VT3).

При приеме (переключатель S1 в положении «RX») амплитуда колебаний кварцевого гетеродина на катушке L1 ограничена диодами VD1. VD2 до уровня 0,3 В. Уровень выбран таким, чтобы амплитуда второй гармоники гетеродинного напряжения, выделенная контуром L3C3, была достаточной для нормальной работы смесителя.

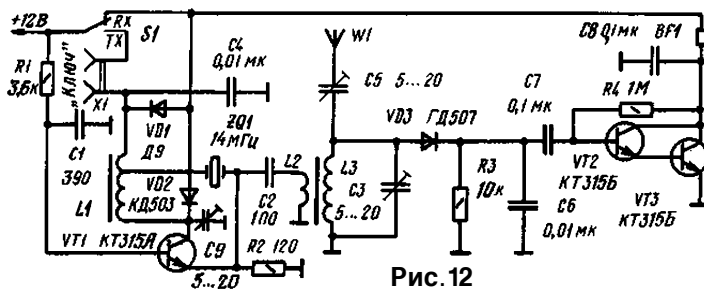


Рис. 12

При работе на передачу диод VD1 закрыт, диод VD2 оказывается включенным последовательно с высокоомными головными телефонами BF1 (сопротивлением

около 1 кОм) и не шунтирует катушку L1. Напряжение на катушке максимально, и трансивер генерирует максимальную мощность в антенну. Благодаря диодам VD1, VD2 частота напряжения, генерируемая каскадом на транзисторе VT1, при передаче и приеме отличается на сотни герц, в результате чего возможна связь с аналогичным трансивером (возможен слуховой прием телеграфных сигналов).

Для большего усиления к трансиверу рекомендуется добавить усилитель (рис. 13). При этом конденсатор C2 и катушку L2 можно исключить. Число витков катушки L2 должно относиться к числу витков катушки L3 как 1:12, L4 к L1 как 2:11. L5 к L3 как 1:3. Отвод у катушки L1 сделан от 1/11 части витков, у L4 - от середины.

Данные катушек:

- | | |
|-----------------|----------------|
| L1 - 2+22 витка | L2 - 1 виток |
| L3 - 12 витков | L4 - 2x3 витка |
| L5 - 4 витка | |

Контура выполнены на кольцах 30ВЧ 7x4x2 проводом ПЭВТЛ 0,27.

И в заключение представляем вариант малосигнального тракта трансивера "Аматор ЭМФ" (РА 11/96) работы И. Пташчика, UY5UM, из Киевской области (КВЖ 6/98).

Трансивер предназначен для работы в

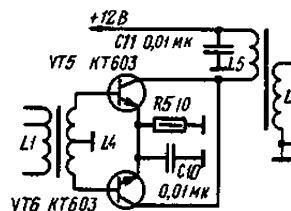


Рис. 13

радиолюбительских диапазонах 160, 80 и 40 метров в режимах CW и SSB. Чувствительность трансивера при соотношении сигнал/шум 10 дБ не хуже 1 мкВ. Избирательность по зеркальному каналу не хуже 40 дБ. Диапазон ручной регулировки усиления не менее 60 дБ. Выходная мощность на нагрузке 50 Ом не менее 8 Вт. Подавление побочных каналов не хуже 40 дБ. Селективность трансивера по соседнему каналу при приеме и величина подавления нерабочей боковой полосы при передаче определяются характеристиками применяемого электромеханического фильтра.

В генераторе плавного диапазона трансивера в качестве активного элемента применен аналог лямбда диода. Схема работает при малых напряжениях 2,5 В и малых токах 200...250 мкА. Это исключает разогрев частотоподающих элементов, что, в свою очередь, приводит к минимальному начальному выбегу частоты и к высокой стабильности.

Схема малосигнального тракта трансивера показана на **рис.14**. Основу его составляют активные балансные смесители, выполненные на ИМС типа К174ПС1. В режиме приема сигнал, пройдя диапазонные полосовые фильтры, отдельные для режимов приема и передачи, поступает на приемный вход платы (вывод 12). На микросхеме DA1 собран первый смеситель трансивера. Через контакты реле К.1 и трансформатор Т1 на микросхему подается напряжение с генератора плавного диапазона величиной 400...500 мВ. Нагрузкой DA1 служит электромеханический фильтр ZQ1. С ЭМФ сигнал поступает на второй смеситель, выполненный на ИМС DA2. Сюда же через контакты реле К2 и трансформатор Т2 подается напряжение с генератора опорной частоты 500 кГц. Генератор опорной частоты выполнен на транзисторе VT1. С вывода 3 микросхемы DA2 низкочастотный сигнал поступает на усилитель НЧ на микросхеме DA3.

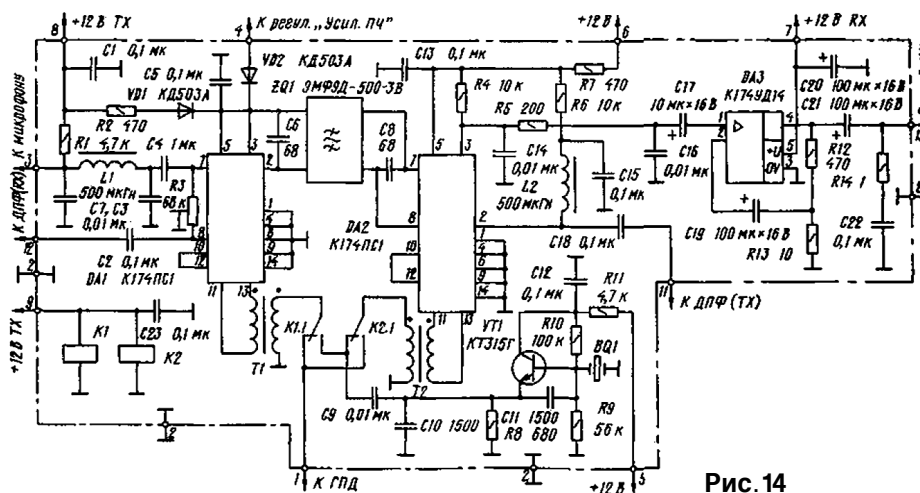


Рис. 14

В режиме приема предусмотрена возможность регулировки усиления по ПЧ. Напряжение регулировки, снимаемое с движка переменного резистора, подключенного к источнику питания +12 В, подается на вывод 4 платы.

В режиме передачи сигнал с микрофона подается на вывод 3 платы. Через фильтр С7, L1, С3 он поступает на первый смеситель на микросхеме DA1, где смешивается с частотой опорного генератора 500 кГц. Получившийся в результате DSB сигнал подается на фильтр ZQ1, который выделяет однополосный сигнал верхней боковой частоты. Подстроечный резистор R3 служит для балансировки смесителя по максимуму подавления несущей.

В смесителе на DA2 происходит перенос однополосного сигнала на одну из частот радилюбительского диапазона. С вывода 2 микросхемы DA2 сигнал через полосовые диапазонные фильтры подается на усилитель мощности.

Реле K1 и K2 коммутируют сигналы генератора плавного диапазона и генератора опорной частоты при переходе с приема на передачу.

Монтаж малосигнального тракта выполнен на печатной плате размерами 130х60 мм (рис. 15) из фольгированного стеклотекстолита. Расположение деталей на ней показано на рис. 16.

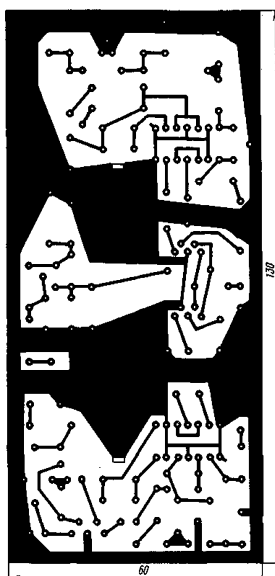


Рис. 15

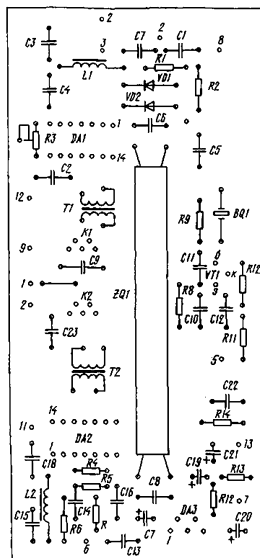


Рис. 16

При монтаже использованы резисторы типа МЛТ 0,25. Конденсаторы постоянной емкости - КМ, КЛС, электролитические - К50-16. Трансформаторы Т1, Т2 выполнены на кольцевых ферритовых (проницаемость 400-600НН) магнитопроводах типоразмера К7х4х2 мм. Проводом ПЭВ-2 0,2 мм намотано 2х30 витков. Настройка тракта особенностей не имеет.

Предлагается вариант телеграфного генератора с использованием самодельного резонатора. Для изготовления резонатора можно использовать пьезокерамический фильтр типа ПФ1П-2 (ПФ1П). Такой фильтр в свое время применялся в транзисторных радиовещательных

приемниках "Геолог", "Меридиан", "Спорт-2" и др. Аккуратно ножом или ножовкой отделяем крышку фильтра от доньшка. К доньшку монтажными проводами прикреплен сам фильтр, который представляет собой пластмассовое основание с восемью ячейками, закрытое двумя гетинаксовыми боковинами. Между боковинами,

в ячейках с помощью посеребренных пружинных шайб закреплены пьезокерамические диски. Аккуратно высверлив две алюминиевые заклепки, скрепляющие боковины, разбираем фильтр и извлекаем диски. В фильтре находятся 4 тонких диска и 4 толстых. Для изготовления резонатора подходят толстые диски.

Схема CW генератора показана на **рис.17**. Она традиционная и каких-либо особенностей не имеет. Печатная плата генератора приведена на **рис. 18**.

Для крепления резонатора к печатной плате необходимы детали (2 шт.), показанные на **рис.19**. Их можно изготовить из фосфористой бронзы или другого

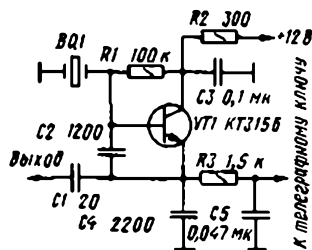


Рис. 17

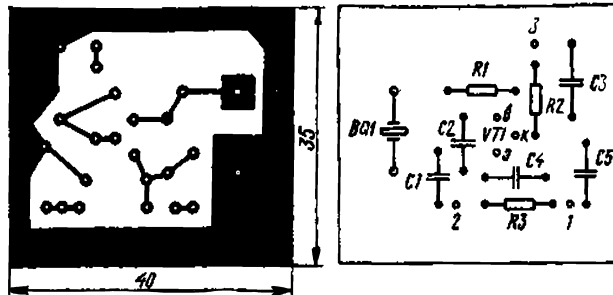


Рис. 18

пружинящего материала. Отступив на 3 мм от края детали (**рис. 19**), керном или гвоздем делаем вытяжку металла.

Образовавшиеся выступы слегка опиляем надфилем так, чтобы образовались плоскости диаметром 0,5-1 мм. Это необходимо для более надежного и равномерного контакта с диском. Держатели устанавливаем на плату генератора так, чтобы выступы были соосны (**рис.20**) и диск устанавливался без перекосов.

Подключив к выходу генератора частотомер и замкнув на общий провод правый по схеме вывод резистора R3, подаем питание на схему. Между держателями вставляем диск и замеряем частоту генератора. Подгонку частоты резонатора производят путем уменьшения внешнего диаметра диска, обтачивая его равномерно по окружности на наждачной бумаге "нулевке" или с помощью алмазного надфиля. Обтачивают диск до тех пор, пока не будет получена частота генерации 500,7...501 кГц. Перед очередным измерением диск протирают спиртом. Контролировать частоту в процессе подгонки надо как можно чаще. По такой же методике можно изготовить резонаторы опорных частот 500 кГц и 503,7 кГц.

Ксерокопию статьи о трансивере "Аматор ЭМФ" полностью можно заказать в издательстве по адресу, указанному в выходных данных на **стр.1**.

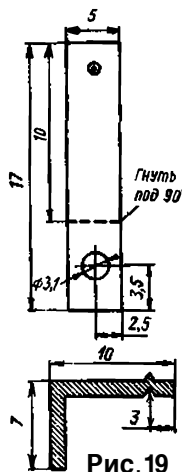


Рис. 19

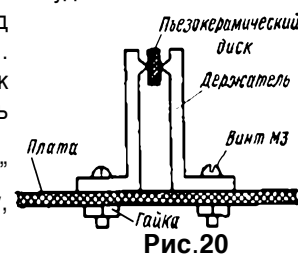


Рис.20

Технология печатных плат

Вопрос о том, как можно дешево изготавливать печатные платы в домашних условиях, волнует радиолюбителей всего мира, наверное, с самого момента изобретения печатных плат. И если несколько лет назад выбор технологий был не так уж велик, то сегодня, благодаря развитию современной техники, радиолюбители получают возможность быстро и качественно изготавливать печатные платы без применения какого-либо дорогостоящего оборудования.

Из всего множества существующих технологий были выбраны только те, которые не требуют значительных материальных затрат и достаточно просты в осуществлении.

В первую очередь нужно изготовить рисунок печатной платы под выбранную схему устройства. Вручную удобнее всего выполнять чертеж печатной платы в масштабе 1:1 на бумаге от самописцев (имеет клетку со стороной 2,5 мм, в "шаге" микросхем), если таковой нет, то можно "отксерить" школьную бумагу "в клеточку" с уменьшением в 2 раза, в самом крайнем случае можно использовать обычную миллиметровку. Дорожки со стороны пайки нужно рисовать сплошными линиями, а дорожки со стороны деталей (в случае двухстороннего монтажа) рисовать пунктирными линиями. Необходимо отметить, что располагаемые элементы должны быть в зеркальном отражении. Центры ножек элементов отмечаются точками, вокруг которых необходимо нарисовать паечную площадку.

Для последующих действий очень важно, какого размера Вы выбираете установочные площадки для элементов (обидно, когда при рисовании платы "в живую" или дорожка между площадками не проходит, или после пайки элементы выпадают вместе с площадками). Ширину дорожек следует выбирать исходя из того, чем вы будете рисовать плату, при использовании стеклянных рейсфедеров примерно 1,5 мм. После того как рисунок готов, нужно приложить чертеж к светящейся поверхности (например, стекло окна) обратной стороной к себе и обвести пунктирные линии. Так Вы получите рисунок со стороны установки деталей. Далее необходимо вырезать чертеж листа бумаги, но с учетом "крылышек" для крепежа с каждой стороны (около 15 мм).

Более подробная инструкция по разметке ПП содержится на сайте www.ftnts.pp.ru. Проектировать печатные платы наиболее удобно в масштабе 2:1 на миллиметровке или другом материале, на котором нанесена сетка с шагом 5 мм. При проектировании в масштабе 1:1 рисунок получается мелким, плохо читаемым и поэтому при дальнейшей работе над печатной платой неизбежны ошибки. Масштаб 4:1 приводит к большим размерам чертежа и неудобству в работе.

Все отверстия под выводы деталей в печатной плате целесообразно размещать в узлах сетки, что соответствует шагу 2,5 мм на реальной плате (далее по тексту указаны реальные размеры). С таким шагом расположены выводы у большинства микросхем в пластмассовом корпусе, у многих транзисторов и других радиокомпонентов. Меньшее расстояние между отверстиями следует выбирать лишь в тех случаях, когда это крайне необходимо.

В отверстия с шагом 2,5 мм, лежащие на сторонах квадрата 7,5 x 7,5 мм,

удобно монтировать микросхему в круглом металлостеклянном корпусе. Для установки на плату микросхемы в пластмассовом корпусе с двумя рядами жестких выводов в плате необходимо просверлить два ряда отверстий. Шаг отверстий 2,5 мм, расстояние между рядами кратно 2,5 мм. заметим, что микросхемы с жесткими выводами требуют большей точности разметки и сверления отверстий.

Если размеры печатной платы заданы, вначале необходимо начертить ее контур и крепежные отверстия. Вокруг отверстий выделяют запретную для проводников зону с радиусом, несколько превышающим половину диаметра металлических крепежных элементов.

Далее следует примерно расставить наиболее крупные детали - реле, переключатели (если их впаивают в печатную плату), разъемы, большие детали и т.д. Их размещение обычно связано с общей конструкцией устройства, определяемой размерами имеющегося корпуса или свободного места в нем. Часто, особенно при разработке портативных приборов, размеры корпуса определяют по результатам разводки печатной платы.

Цифровые микросхемы предварительно расставляют на плате рядами с межрядными промежутками 7,5 мм. Если микросхем не более пяти, все печатные проводники обычно удается разместить на одной стороне платы и обойтись небольшим числом проволочных перемычек, впаиваемых со стороны деталей. Попытки изготовить одностороннюю печатную плату для большего числа цифровых микросхем приводят к резкому увеличению трудоемкости разводки и чрезмерно большому числу перемычек. В этих случаях разумнее перейти к двусторонней печатной плате.

Условимся называть ту сторону платы, где размещены печатные проводники, стороной проводников, а обратную - стороной деталей, даже если на ней вместе с деталями проложена часть проводников. Особый случай представляют платы, у которых и проводники, и детали размещены на одной стороне, причем детали припаяны к проводникам без отверстий. Платы такой конструкции применяют редко.

Микросхемы размещают так, чтобы все соединения на плате были как можно короче, а число перемычек было минимальным. В процессе разводки проводников взаимное размещение микросхем приходится менять не раз.

Рисунок печатных проводников аналоговых устройств любой сложности обычно удается развести на одной стороне платы. Аналоговые устройства, работающие со слабыми сигналами, и цифровые на быстродействующих микросхемах (например, серий КР531, КР1531, К500, КР1554) независимо от частоты их работы целесообразно собирать на платах с двусторонним фольгированием, причем фольга той стороны платы, где располагают детали, будет играть роль общего провода и экрана. Фольгу общего провода не следует использовать в качестве проводника для большого тока, например, от выпрямителя блока питания, от выходных ступеней, от динамической головки.

Далее можно начинать собственно разводку. Полезно заранее измерить и записать размеры мест, занимаемых используемыми элементами. Резисторы МЛТ-

0,125 устанавливают рядом, соблюдая расстояние между их осями 2,5 мм, а между отверстиями под выводы одного резистора - 10 мм. Так же размечают места для чередующихся резисторов МЛТ-0,125 и МЛТ-0,25 либо двух резисторов МЛТ-0,25, если при монтаже слегка отогнуть один от другого (три таких резистора поставить вплотную к плате уже не удастся).

С такими же расстояниями между выводами и осями элементов устанавливают большинство малогабаритных диодов и конденсаторов КМ-5 и КМ-6, вплоть до КМ-66 емкостью 2,2 мкФ; не надо размещать бок о бок две "толстые" (более 2,5 мм) детали, их следует чередовать с "тонкими". Если необходимо, расстояние между контактными площадками той или иной детали увеличивают относительно необходимого.

В этой работе удобно использовать небольшую пластину-шаблон из стеклотекстолита или другого материала, в которой с шагом 2,5 мм насверлены рядами отверстия диаметром 1...1,1 мм, и на ней примерять возможное взаимное расположение элементов.

Если резисторы, диоды и другие детали с осевыми выводами располагать перпендикулярно печатной плате, можно существенно уменьшить ее площадь, однако рисунок печатных проводников усложнится.

При разводке следует учитывать ограничения в числе проводников, уместяющихся между контактными площадками, предназначенными для подпайки выводов радиоэлементов. Для большинства используемых в радиолюбительских конструкциях деталей диаметр отверстий под выводы может быть равен 0,8 мм. Ограничения на число проводников для типичных вариантов расположения контактных площадок с отверстиями такого диаметра приведены на **рис.1** (сетка соответствует шагу 2,5 мм на плате).

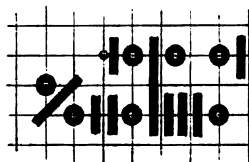


Рис.1

Между контактными площадками отверстий с межцентровым расстоянием 2,5 мм провести проводник практически нельзя. Однако это можно сделать, если у одного или обоих отверстий такая площадка отсутствует (например, у неиспользуемых выводов микросхемы или у выводов любых деталей, припаиваемых на другой стороне платы). Такой вариант показан на **рис.1** по центру сверху.

Вполне возможна прокладка проводника между контактной площадкой, центр которой лежит в 2,5 мм от края платы, и этим краем (**рис.1**, справа).

При использовании микросхем, у которых выводы расположены в плоскости корпуса (серии 133, К134 и др.), их можно смонтировать, предусмотрев для этого соответствующие фольговые контактные площадки с шагом 1,25 мм, однако это заметно затрудняет и разводку, и изготовление платы. Гораздо целесообразнее чередовать подпайку выводов микросхемы к прямоугольным площадкам со стороны деталей и к круглым площадкам через отверстия - на противоположной стороне (**рис.2**). Ширина выводов микросхемы показана не в масштабе. Плата здесь двусторонняя. Подобные микросхемы, имеющие длинные выводы (например, серии

100), можно монтировать так же, как пластмассовые, изгибая выводы и пропуская их в отверстия платы. Контактные площадки в этом случае располагают в шахматном порядке (**рис.3**).

При разработке двусторонней платы надо постараться, чтобы на стороне деталей осталось возможно меньшее число соединений. Это облегчит исправление возможных ошибок,

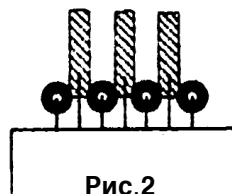


Рис.2

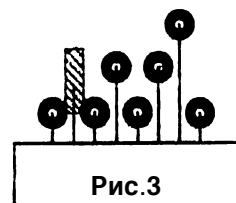


Рис.3

наладживание устройства и, если необходимо, его модернизацию. Под корпусами микросхем проводят лишь общий провод и провод питания, но подключать их нужно только к выводам питания микросхем. Проводники к входам микросхем, подключаемым к цепи питания или общему проводу, прокладывают на стороне проводников, причем так, чтобы их можно было легко перерезать при наладживании или усовершенствовании устройства.

Если же устройство настолько сложно, что на стороне деталей приходится прокладывать и проводники сигнальных цепей, позаботьтесь о том, чтобы любой из них был доступен для подключения к нему и перерезания.

При разработке радиолубительских двусторонних печатных плат нужно стремиться обойтись без специальных перемычек между сторонами платы, используя для этого контактные площадки соответствующих выводов монтируемых деталей; выводы в этих случаях пропаивают с обеих сторон платы. На сложных платах иногда удобно некоторые детали подпаивать непосредственно к печатным проводникам.

При использовании сплошного слоя фольги платы в роли общего провода отверстия под выводы, не подключаемые к этому проводу, следует раззенковать со стороны деталей.

Обычно узел, собранный на печатной плате, подключают к другим узлам устройства гибкими проводниками. Чтобы не испортить печатные проводники при многократных перепайках, желательно предусмотреть на плате в точках соединений контактные стойки (удобно использовать штыревые контакты диаметром 1 и 1,5 мм от разъемов 2РМ). Стойки вставляют в отверстия просверленные точно по диаметру и пропаивают. На двусторонней печатной плате контактные площадки для распайки каждой стойки должны быть на обеих сторонах.

Предварительную разводку проводников удобно выполнять мягким карандашом на листе гладкой бумаги. Сторону печатных проводников рисуют сплошными линиями, обратную сторону - штриховыми.

По окончании разводки и корректировки чертежа под него кладут копировальную бумагу красящим слоем вверх и красной или зеленой шариковой ручкой обводят контуры платы, а также проводники и отверстия, относящиеся к стороне деталей. В результате на обратной стороне листа получится рисунок проводников со стороны деталей.

Более современным является использование компьютера для рисования ПП. Можно просто нарисовать ее с помощью какого-нибудь рисовального ПО, например CorelDraw, Photoshop и др. Для точного изготовления контуров проводников важно, чтобы разрешение растровых рисунков было как можно выше, по крайней мере не хуже, чем у печатающего устройства, с помощью которого нужно воспроизвести рисунок, а для качественных ПП под микроконтроллерную схемотехнику разрешение рисунка должно быть как минимум вдвое выше, чем на печати. Для векторных рисунков такая проблема отсутствует, потому что здесь контур формируется с точностью, заданной в самой программе рисования, которая не связана с точностью печати.

Кроме того, рисовать в компьютерном приложении можно с любой степенью увеличения, что дает возможность расставлять детали по сетке программы, соединять места пайки и разводить проводники с любой заданной точностью.

Высшим пилотажем в рисовании ПП можно считать их изготовление с помощью специального программного обеспечения по макетированию ПП, например, P-CAD (www.acceltech.com), PCB123 (www.pcb123.com), Eagle (www.cadsoft.de), PC Trace (www.eesoft.com/pctrace), QCAD (www.winqcad.com), PCB elegance (www.merco.nl), OrCAD (www.orcad.com) и др., всего более 45 наименований. Можно найти бесплатные версии в Интернете, а проще всего купить диск на радиорынке за небольшие деньги с приличным набором радиолюбительского “софта”, хотя, если не повезет, наткнетесь на подборку демоверсий, которые либо сразу не работают, либо перестают работать через месяц-другой.

Имея готовый рисунок, можно переходить к изготовлению ПП. Процесс изготовления печатной платы можно условно разделить на пять основных этапов:

- предварительная подготовка заготовки (очистка поверхности, обезжиривание);
- нанесение тем или иным способом защитного покрытия;
- удаление лишней меди с поверхности платы (травление);
- очистка заготовки от защитного покрытия;
- сверловка отверстий, покрытие платы флюсом, лужение.

Рассматриваются только наиболее распространенные «классические» методы, при которых лишние участки меди с поверхности платы удаляются путем химического травления. Помимо этого, возможно, например, удаление меди путем фрезерования или с использованием электроискровой установки. Однако эти способы не получили широкого распространения ни в радиолюбительской среде, ни в промышленности (хотя изготовление плат фрезерованием иногда применяется в тех случаях, когда необходимо очень быстро изготовить несложные печатные платы в единичных количествах).

Особенно хотелось бы отметить, что при изготовлении печатных плат в домашних условиях следует стремиться при разработке схемы использовать как можно больше компонентов для поверхностного монтажа, что в некоторых случаях позволяет развести практически всю схему на одной стороне платы. Связано это с тем, что до сих пор не изобретено никакой реально осуществимой в домашних

условиях технологии металлизации переходных отверстий. Поэтому в случае, если разводку платы не удастся выполнить на одной стороне, следует выполнять разводку на второй стороне с использованием в качестве межслойных переходов выводов различных компонентов, установленных на плате, которые в этом случае придется пропаивать с двух сторон платы. Конечно, существуют различные способы замены металлизации отверстий (использование тонкого проводника, вставленного в отверстие и припаянного к дорожкам с обеих сторон платы; использование специальных пистонов), однако все они имеют существенные недостатки и неудобны в использовании.

Предварительная подготовка заготовки является начальным этапом и заключается в подготовке поверхности будущей печатной платы к нанесению на нее защитного покрытия. В целом за продолжительный промежуток времени технология очистки поверхности не претерпела сколько-нибудь значительных изменений. Весь процесс сводится к удалению окислов и загрязнений с поверхности платы с использованием различных абразивных средств и последующему обезжириванию.

Для удаления сильных загрязнений можно использовать мелкозернистую наждачную бумагу («нулевку»), мелкодисперсный абразивный порошок или любое другое средство, не оставляющее на поверхности платы глубоких царапин. Иногда можно просто вымыть поверхность печатной платы жесткой мочалкой для мытья посуды с моющим средством или порошком (для этих целей удобно использовать абразивную мочалку для мытья посуды, которая похожа на войлок с мелкими вкраплениями какого-то вещества; часто такая мочалка бывает наклеена на кусок поролона). Кроме того, при достаточно чистой поверхности печатной платы можно вообще пропустить этап абразивной обработки и сразу перейти к обезжириванию.

В случае наличия на печатной плате только толстой оксидной пленки ее можно легко удалить путем обработки печатной платы в течение 3–5 секунд раствором хлорного железа с последующим промыванием в холодной проточной воде. Следует, однако, отметить, что желательно либо производить данную операцию непосредственно перед нанесением защитного покрытия, либо после ее проведения хранить заготовку в темном месте, поскольку на свету медь быстро окисляется.

Заключительный этап подготовки поверхности заключается в обезжиривании. Для этого можно использовать кусочек мягкой ткани, не оставляющей волокон, смоченный спиртом, бензином или ацетоном. Здесь следует обратить внимание на чистоту поверхности платы после обезжиривания, поскольку в последнее время стали попадаться ацетон и спирт со значительным количеством примесей, которые оставляют на плате после высыхания беловатые разводы. Если это так, то стоит поискать другой обезжиривающий состав. После обезжиривания плату следует промыть в проточной холодной воде. Качество очистки можно контролировать, наблюдая за степенью смачивания водой поверхности меди. Полностью смоченная водой поверхность, без образования на ней капель и разрывов пленки воды, является показателем нормального уровня очистки. Нарушения в этой пленке воды указывают, что поверхность очищена недостаточно.

Нанесение защитного покрытия является самым важным этапом в процессе изготовления печатных плат, и именно им на 90% определяется качество изготовленной платы. В настоящее время в радиолюбительской среде наиболее популярными являются три способа нанесения защитного покрытия. Мы их рассмотрим в порядке возрастания качества получаемых при их использовании плат.

При ручном нанесении защитного покрытия чертеж печатной платы переносится на стеклотекстолит вручную с помощью какого-либо пишущего приспособления. В последнее время в продаже появилось множество маркеров, краситель которых не смывается водой и дает достаточно прочный защитный слой. Кроме того, для ручного рисования можно использовать рейсфедер или какое-либо другое приспособление, заправленное красителем. Так, например, удобно использовать для рисования шприц с тонкой иглой (лучше всего для этих целей подходят инсулиновые шприцы с диаметром иглы 0,3-0,6 мм), обрезанной до длины 5-8 мм. При этом шток в шприц вставлять не следует: краситель должен поступать свободно под действием капиллярного эффекта. Также вместо шприца можно использовать тонкую стеклянную или пластмассовую трубку, вытянутую над огнем для достижения нужного диаметра. Особое внимание следует обратить на качество обработки края трубки или иглы: при рисовании они не должны царапать плату, в противном случае можно повредить уже закрашенные участки. В качестве красителя при работе с такими приспособлениями можно использовать разбавленный растворителем битумный или какой-либо другой лак, цапонлак или даже раствор канифоли в спирте. При этом необходимо подобрать консистенцию красителя таким образом, чтобы он свободно поступал при рисовании, но в то же время не вытекал и не образовывал капель на конце иглы или трубки. Стоит отметить, что ручной процесс нанесения защитного покрытия достаточно трудоемок и годится только в тех случаях, когда необходимо очень быстро изготовить небольшую плату. Минимальная ширина дорожки, которой можно добиться при рисовании вручную, составляет порядка 0,5 мм.

Использование «технологии лазерного принтера и утюга». Данная технология появилась сравнительно недавно, как ни странно, на западе и сразу получила широчайшее распространение в силу своей простоты и высокого качества получаемых плат. Основу технологии составляет перенос тонера (порошка, используемого при печати в лазерных принтерах) с какой-либо подложки на печатную плату. При этом возможны два варианта: либо используемая подложка отделяется от платы перед травлением, либо, если в качестве подложки используется алюминиевая фольга, она травливается вместе с медью. Первый этап использования данной технологии заключается в печати зеркального изображения рисунка печатной платы на подложке. Параметры печати принтера при этом должны быть установлены на максимальное качество печати (поскольку в этом случае происходит нанесение слоя тонера наибольшей толщины). В качестве подложки можно использовать тонкую мелованную бумагу (обложки от различных журналов), бумагу для факсов, алюминиевую фольгу, пленку для лазерных принтеров, основу

от самоклеящейся пленки Oracal или какие-нибудь другие материалы, некоторые рекомендуют черно-белую глянцевую фотобумагу типа “Фотобром”, “Унибром” и т.п., если ее еще можно найти. При использовании слишком тонкой бумаги или фольги может потребоваться приклеить их по периметру на лист плотной бумаги. В идеальном случае принтер должен иметь тракт для прохождения бумаги без перегибов, что предотвращает смятие подобного бутерброда внутри принтера. Большое значение это имеет и при печати на фольге или основе от пленки Oracal, поскольку тонер на них держится очень слабо, и в случае перегиба бумаги внутри принтера существует большая вероятность, что придется потратить несколько неприятных минут на очистку печки принтера от налипших остатков тонера. Лучше всего, если принтер может пропускать бумагу через себя горизонтально, печатая при этом на верхней стороне (как, например, HP LJ2100 — один из лучших принтеров для применения при изготовлении печатных плат).

Хочется сразу предупредить владельцев принтеров типа HP LJ 5L, 6L, 1100, чтобы они не пытались печатать на фольге или основе от Oracal, т.к. подобные эксперименты обычно заканчиваются плачевно. Также помимо принтера можно использовать и копировальный аппарат, применение которого иногда дает даже лучшие по сравнению с принтерами результаты за счет нанесения толстого слоя тонера. Основное требование, которое предъявляется к подложке, — легкость ее отделения от тонера. Кроме того, в случае использования бумаги она не должна оставлять в тонере ворсинок. При этом возможны два варианта: либо подложка после перенесения тонера на плату просто снимается (в случае пленки для лазерных принтеров или основы от Oracal), либо предварительно размачивается в воде и потом постепенно отделяется (мелованная бумага).

Перенос тонера на плату заключается в прикладывании подложки с тонером к предварительно очищенной плате с последующим нагревом до температуры, немного превышающей температуру плавления тонера. Возможно огромное количество вариантов как это сделать, однако наиболее простым является прижим подложки к плате горячим утюгом. При этом для равномерного распределения давления утюга на подложку рекомендуется проложить между ними несколько слоев плотной бумаги.

Очень важным вопросом является температура утюга и время выдержки. Эти параметры варьируются в каждом конкретном случае, поэтому, возможно, придется поставить не один эксперимент, прежде чем вы получите качественные результаты. Критерий тут один: тонер должен успеть достаточно расплавиться, чтобы прилипнуть к поверхности платы, и в то же время должен не успеть дойти до полужидкого состояния, чтобы края дорожек не расплющились. После «приварки» тонера к плате необходимо отделить подложку (кроме случая использования в качестве подложки алюминиевой фольги: ее отделять не следует, поскольку она растворяется практически во всех травильных растворах). Пленка для лазерных принтеров и основа от Oracal просто аккуратно снимаются, в то время как обычная бумага требует предварительного размачивания в горячей воде. Советуют также опустить плату с

приклеенной бумагой на несколько минут в серную кислоту. Проводники платы только начнут реагировать с кислотой, как уже вся бумага “сгорит” - почернеет и превратится в пепел. Дальше ее можно просто смыть водой.

Стоит отметить, что в силу особенностей печати лазерных принтеров слой тонера в середине больших сплошных полигонов достаточно мал, поэтому следует по мере возможности избегать использования таких областей на плате либо после снятия подложки придется подретушировать плату вручную. В целом использование данной технологии после некоторой тренировки позволяет добиться ширины дорожек и зазоров между ними вплоть до 0,3 мм.

Применение фоторезистов. Фоторезистом называется чувствительное к свету вещество, которое под воздействием освещения изменяет свои свойства. В последнее время на российском рынке появилось несколько видов импортных фоторезистов в аэрозольной упаковке, которые особенно удобны для использования в домашних условиях. Сущность применения фоторезиста заключается в следующем: на плату с нанесенным на нее слоем фоторезиста накладывается фотошаблон и производится ее засветка, после чего засвеченные (или незасвеченные) участки фоторезиста смываются специальным растворителем, в качестве которого обычно выступает едкий натр (NaOH).

Все фоторезисты делятся на две категории: позитивные и негативные. Для позитивных фоторезистов дорожке на плате соответствует черный участок на фотошаблоне, а для негативных, соответственно, прозрачный. Наибольшее распространение получили позитивные фоторезисты как наиболее удобные в применении. Остановимся более подробно на использовании позитивных фоторезистов в аэрозольной упаковке.

Первым этапом является подготовка фотошаблона. В домашних условиях его можно получить, напечатав рисунок платы на лазерном принтере на пленке. При этом необходимо особое внимание уделить плотности черного цвета на фотошаблоне, для чего нужно отключить в настройках принтера все режимы экономии тонера и улучшения качества печати. Кроме того, некоторые фирмы предлагают вывод фотошаблона на фотоплоттере — при этом вам гарантирован качественный результат.

На втором этапе на предварительно подготовленную и очищенную поверхность платы наносится тонкая пленка фоторезиста. Делается это путем распыления его с расстояния порядка 20 см. При этом следует стремиться к максимальной равномерности получаемого покрытия. Кроме того, очень важно обеспечить отсутствие пыли в процессе распыления, т.к. каждая попавшая в фоторезист пылинка неминуемо оставит свой след на плате.

После нанесения слоя фоторезиста необходимо высушить получившуюся пленку. Делать это рекомендуется при температуре 70...80°C, причем сначала нужно подсушить поверхность при небольшой температуре и лишь затем постепенно довести температуру до нужного значения. Время сушки при указанной температуре составляет порядка 20...30 мин. В крайнем случае допускается сушка платы при

комнатной температуре в течение 24 ч. Платы с нанесенным фоторезистом должны храниться в темном прохладном месте.

Следующим после нанесения фоторезиста этапом является экспонирование. При этом на плату накладывается фотошаблон (желательно стороной печати к плате, что способствует увеличению четкости при экспонировании), который прижимается тонким стеклом или куском плексигласа. При достаточно небольших размерах плат для прижима можно использовать крышку от коробки компакт-диска либо отмытую от эмульсии фотопластинку. Поскольку область максимума спектральной чувствительности большинства современных фоторезистов приходится на ультрафиолетовый диапазон, для засветки желательно использовать лампу с большой долей УФ-излучения в спектре (ДРШ, ДРТ и др.). В крайнем случае можно использовать мощную ксеноновую лампу. Время экспонирования зависит от многих причин (тип и мощность лампы, расстояние от лампы до платы, толщина слоя фоторезиста, материал прижимного покрытия и др.) и подбирается экспериментально. Однако в целом время экспонирования составляет обычно не более 10 мин даже при экспонировании под прямыми солнечными лучами.

Проявление большинства фоторезистов осуществляется раствором едкого натра (NaOH) в концентрации 7 граммов на литр воды. Лучше всего использовать свежеприготовленный раствор, имеющий температуру 20...25°C. Время проявления зависит от толщины пленки фоторезиста и находится в пределах от 30 с до 2 мин. После проявления плату можно подвергать травлению в обычных растворах, поскольку фоторезист устойчив к воздействию кислот. При использовании качественных фотошаблонов применение фоторезиста позволяет получить дорожки шириной вплоть до 0,15...0,2 мм.

На сайте <http://www.pcbfab.ru> профессионалы изготовления ПП предупреждают: **НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ГИДРООКИСЬ НАТРИЯ NaOH** при проявке фоторезиста. Это вещество совершенно не подходит для проявления ПП: помимо едкости раствора, к его недостаткам можно отнести сильную чувствительность к перемене температуры и концентрации, а также нестойкость. Это вещество слишком слабое, чтобы проявить все изображение, и слишком сильное, чтобы растворить фоторезист. Т.е. с помощью этого раствора невозможно получить приемлемый результат, особенно, если вы устроили свою лабораторию в помещении с частой сменой температуры (гараж, навес и т.п.).

Намного лучше в качестве проявителя подходит раствор, произведенный на основе эфира кремневой кислоты, который продается в виде жидкого концентрата. Его химический состав $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Это вещество обладает огромным числом достоинств. Наиболее важным является то, что в нем очень трудно передержать ПП. Вы можете оставить ПП на точно не фиксированное время. Это также означает, что он почти не изменяет своих свойств при перепадах температуры - нет риска распада при увеличении температуры. Этот раствор также имеет очень большой срок хранения, и его концентрация сохраняется постоянной не менее пары лет.

Отсутствие проблемы передержки в растворе позволит вам увеличить его

концентрацию для уменьшения времени проявления ПП. Рекомендуется смешивать 1 часть концентрата со 180 частями воды, т.е. в 200 мл воды содержится чуть более 1,7 г силиката, но возможно сделать более концентрированную смесь, чтобы изображение проявлялось примерно за 5 с без риска разрушения поверхности при передержке, при невозможности приобретения силиката натрия, можно использовать углекислый натрий или калий (Na_2CO_3).

Вы можете контролировать процесс проявки погружением ПП в хлорид железа на очень короткое время - медь тотчас же потускнеет, при этом можно различить форму линий изображения. Если остаются блестящие участки или промежутки между линиями расплывчатые, промойте плату и подержите в проявочном растворе еще несколько секунд. На поверхности недодержанной ПП может остаться тонкий слой резиста, не удаленный растворителем. Чтобы удалить остатки пленки нужно мягко протереть ПП бумажным полотенцем, шероховатость которого достаточна, чтобы удалить фоторезист без повреждения проводников.

Вы можете использовать либо фотолитографическую проявочную ванну, либо вертикальный бак для проявки - ванна удобна тем, что она позволяет контролировать процесс проявки, не вынимая ПП из раствора. Вам не понадобятся нагреваемые ванны или баки, если температура раствора будет поддерживаться не меньше 15 градусов.

Еще один рецепт проявочного раствора. Взять 200 мл "жидкого стекла", добавить 800 мл дистиллированной воды и размешать. Затем к этой смеси добавьте 400 г гидроксида натрия.

Внимание! Не берите твердый гидроксид натрия руками, используйте перчатки. При растворении гидроксида натрия в воде выделяется большое количество тепла, поэтому растворять его надо небольшими порциями. Если раствор стал слишком горячим, то прежде чем добавить очередную порцию порошка, дайте ему остыть. Раствор очень едкий, поэтому при работе с ним необходимо надеть защитные очки. Жидкое стекло также известно как "раствор силиката натрия" и "яичный консерватор". Оно используется для чистки водосточных труб и продается в любом хозяйственном магазине. Этот раствор нельзя сделать простым растворением твердого силиката натрия. Описанный выше проявочный раствор имеет такую же интенсивность, как и концентрат, поэтому его необходимо разбавлять (на 1 часть концентрата 4-8 частей воды, в зависимости от используемого резиста и температуры).

При травлении применяются много составов, которые отличаются скоростью протекания реакции, составом выделяющихся в результате реакции веществ, а также доступностью необходимых для приготовления раствора химических реактивов. Ниже приведена информация о наиболее популярных растворах для травления.

Хлорное железо (FeCl_3) — пожалуй, самый известный и популярный реактив. Сухое хлорное железо растворяется в воде до тех пор, пока не будет получен насыщенный раствор золотисто-желтого цвета (для этого потребуется порядка двух

столовых ложек на стакан воды). Процесс травления в этом растворе может занять от 10 до 60 мин. Время зависит от концентрации раствора, температуры и перемешивания. Перемешивание значительно ускоряет протекание реакции. В этих целях удобно использовать компрессор для аквариумов, который обеспечивает перемешивание раствора пузырьками воздуха. Также реакция ускоряется при подогревании раствора. По окончании травления плату необходимо промыть большим количеством воды, желательно с мылом (для нейтрализации остатков кислоты). К недостаткам данного раствора следует отнести образование в процессе реакции отходов, которые оседают на плате и препятствуют нормальному протеканию процесса травления, а также сравнительно низкую скорость реакции.

Персульфат аммония $((\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8)$ — светлое кристаллическое вещество, растворяется в воде исходя из соотношения 35 г вещества на 65 г воды. Процесс травления в этом растворе занимает порядка 10 мин и зависит от площади медного покрытия, подвергающегося травлению. Для обеспечения оптимальных условий протекания реакции раствор должен иметь температуру порядка 40°C и постоянно перемешиваться. По окончании травления плату необходимо промыть в проточной воде. К недостаткам этого раствора относится необходимость поддержания требуемого температурного режима и перемешивания.

Раствор соляной кислоты (HCl) и перекиси водорода (H_2O_2). Для приготовления этого раствора необходимо к 770 мл воды добавить 200 мл 35%-й соляной кислоты и 30 мл 30%-й перекиси водорода. Готовый раствор должен храниться в темной бутылке, не закрытой герметично, так как при разложении перекиси водорода выделяется газ.

Внимание: при использовании данного раствора необходимо соблюдать все меры предосторожности при работе с едкими химическими веществами. Все работы необходимо производить только на свежем воздухе или под вытяжкой. При попадании раствора на кожу ее необходимо немедленно промыть большим количеством воды. Время травления сильно зависит от перемешивания и температуры раствора и составляет порядка 5,,10 мин для хорошо перемешиваемого свежего раствора при комнатной температуре. Не следует нагревать раствор выше 50°C . После травления плату необходимо промыть проточной водой. Данный раствор после травления можно восстанавливать добавлением H_2O_2 . Оценка требуемого количества перекиси водорода осуществляется визуально: погруженная в раствор медная плата должна перекрашиваться из красного в темно-коричневый цвет. Образование пузырей в растворе свидетельствует об избытке перекиси водорода, что ведет к замедлению реакции травления. Недостатком данного раствора является необходимость строгого соблюдения при работе с ним всех мер предосторожности.

После завершения травления и промывки платы необходимо очистить ее поверхность от защитного покрытия. Сделать это можно каким-либо органическим растворителем, например ацетоном.

Далее необходимо просверлить все отверстия. Делать это нужно остро

заточенным сверлом при максимальных оборотах электродвигателя. В случае если при нанесении защитного покрытия в центрах контактных площадок не было оставлено пустого места, необходимо предварительно наметить отверстия (сделать это можно, например, шилом). Прижимное усилие в процессе сверления не должно быть слишком большим, чтобы на обратной стороне платы не образовывались бугорки вокруг отверстий. Обычные электродрели практически не подходят для сверления плат, поскольку, во-первых, имеют низкие обороты, а во-вторых, обладают достаточно большой массой, что затрудняет регулирование прижимного усилия. Удобнее всего для сверления плат использовать электродвигатели типа ДПМ-35Н и им подобные с насаженным на их вал небольшим цанговым патроном. После сверловки нужно обработать отверстия: удалить все зазубрины и заусенцы. Сделать это можно наждачной бумагой.

Следующим этапом является покрытие платы флюсом с последующим лужением. Можно использовать специальные флюсы промышленного изготовления (лучше всего смываемые водой или вообще не требующие смывания) либо просто покрыть плату слабым раствором канифоли в спирте. Лужение можно производить двумя способами: погружением в расплав припоя либо с помощью паяльника и металлической оплетки, пропитанной припоем. В первом случае необходимо изготовить железную ванночку и заполнить ее небольшим количеством сплава Розе или Вуда. Расплав должен быть полностью покрыт сверху слоем глицерина во избежание окисления припоя. Для нагревания ванночки можно использовать перевернутый утюг или электроплитку. Плата погружается в расплав, а затем вынимается с одновременным удалением излишков припоя ракелем из твердой резины.

Радиолюбительские платы, если они изготавливаются в домашних условиях, обычно бывают односторонними, лишь со стороны деталей проводятся перемычки там, где невозможно замкнуть печатные проводники без пересечения. Более компактными и технологичными в сборке получаются двусторонние ПП, однако возникает проблема металлизации сквозных отверстий, через которые замыкаются проводники обеих сторон платы. Применение пропаянных насквозь проводников и пистонов отличается низкой надежностью, поэтому чаще всего разводят контакты с одной стороны на другую по ножкам компонентов, приподнимая их над платой для возможности пропайки с двух сторон.

На сайте <http://www.pcbfab.ru> советуют для переходных отверстий использовать быстромонтируемые связующие штыри диаметром 0,8 мм (**рис.4**).

Это самый доступный способ электрического соединения. Вам потребуется всего лишь точно ввести конец прибора в отверстие на всю длину, повторить тоже с другими отверстиями. Если вам необходимо произвести сквозную металлизацию, например, чтобы соединить недоступные элементы, или для DIP компонентов (связующих штырей), вам понадобится система "Copperset". Эта установка очень удобна, но дорогостоящая (350\$). Она использует "пластинчатые бруски" (**рис.5**), которые состоят из бруска припоя с медной втулкой металлизированной с наружной

стороны. На втулке нарезаны засечки с интервалом 1,6 мм, соответствующие толщине платы. Брусочек вводится в отверстие с помощью специального аппликатора. Затем отверстие пробивают керном, который вызывает перекоп металлизированной втулки, а также выталкивает втулку из отверстия. Контактные площадки напаяются с каждой стороны платы для присоединения втулки к контактным площадкам, затем припой удаляется вместе с оплеткой.



Рис.4



Рис.5

К счастью, эту систему возможно использовать для металлизации стандартных отверстий 0,8 мм без приобретения полного комплекта. В качестве аппликатора можно использовать любой автоматический карандаш диаметром 0,8 мм, модель которого имеет наконечник, похожий на изображенный на рис.6, работающий намного лучше, чем настоящий аппликатор. Металлизацию отверстий надо производить до начала монтажа, пока поверхность платы совершенно плоская. Отверстия должны быть просверлены диаметром 0,85 мм, т.к. после металлизации их диаметры уменьшаются.



Рис.6

Второй вариант получения проводимости через отверстия - металлизация графитом, с последующим гальваническим осаждением меди. После сверления поверхность платы покрывается аэрозольным раствором, содержащим мелкодисперсные частицы графита, который затем ракелем (скребком или шпателем) продавливается в отверстия (рис.7). Можно использовать аэрозоль фирмы CRAMOLIN "GRAPHITE". Данный аэрозоль широко используется в гальванопластике и других гальванических процессах, а также при получении проводящих покрытий в радиоэлектронике. Если основу составляет легколетучее вещество, то необходимо сразу же встряхнуть плату в направлении перпендикулярном плоскости платы, так чтобы излишки пасты удалились из отверстий до испарения основы. Излишки графита с поверхности удаляются растворителем или механически - шлифованием. Необходимо отметить, что размер полученного отверстия может быть меньше на 0,2 мм исходного диаметра. Загрязненные отверстия можно прочистить с помощью иглы или иначе. Кроме аэрозолей можно использовать коллоидные растворы графита. Далее на проводящие цилиндрические поверхности отверстий осаждается медь.

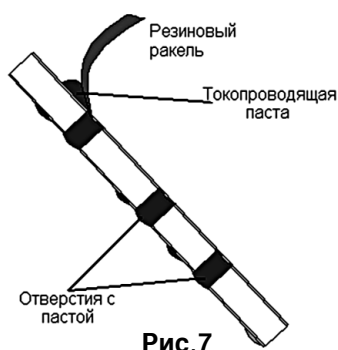


Рис.7

Гальванический процесс осаждения хорошо

отработан и широко описан в литературе. Установка для проведения данной операции представляет собой ёмкость, заполненную раствором электролита (насыщенный раствор Cu_2SO_4 +10%-й раствор H_2SO_4), в которую опущены медные электроды и заготовка. Между электродами и заготовкой создается разность потенциалов, которая должна обеспечить плотность тока не более 3 А/дм² поверхности заготовки. Большая плотность тока позволяет достигать больших скоростей осаждения меди. Так, для осаждения на заготовку толщиной 1,5 мм необходимо осадить до 25 мкм меди, при такой плотности этот процесс идет чуть

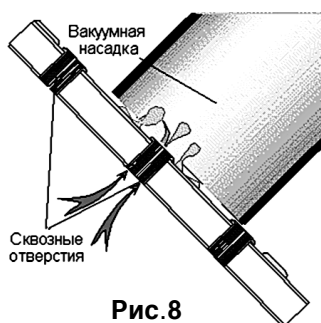


Рис.8

более получаса. Для интенсификации процесса в раствор электролита могут добавляться различные присадки, а жидкость может подвергаться механическому перемешиванию, борбатажу и др. При неравномерном нанесении меди на поверхность заготовка может быть отшлифована. Процесс металлизации графитом, как правило, используется в субтрактивной технологии, т.е. перед нанесением фоторезиста.

Вся паста, оставшаяся перед нанесением меди, уменьшает свободный объем отверстия и придает отверстию неправильную форму, что осложняет дальнейший монтаж компонентов. Более надежным методом удаления остатков токопроводящей пасты является вакуумирование (рис.8) или продувка избыточным давлением.

Для сравнения приведем основные этапы изготовления многослойной печатной платы в промышленных условиях (<http://www.espotec.ru>). Основное отличие от любительской - многократное использование оборудования для повторения однотипных операций, что снижает трудозатраты, повышает качество работы и снижает себестоимость продукта. Однако хочется верить, что радиолюбительские поиски в направлении совершенствования "домашнего" изготовления ПП еще не завершились. С приходом на наш рынок новых материалов и повышением уровня жизни возможности радиолюбителей расширяются и промышленные технологии уже становятся доступны в любительских условиях.



МАТЕРИАЛ

Это заготовка внутреннего слоя многослойной печатной платы. Диэлектрический материал, например текстолит, ламинированный медной фольгой. Толщина меди обычно составляет от 0,018 мм до 0,07 мм.



ЛАМИНИРОВАНИЕ ФОТОРЕЗИСТОМ

Следующий этап - нанесение пластичного фоточувствительного материала на заготовку. Заготовка очищается и приготавливается к нанесению фоторезиста. Этот этап проходит в чистой комнате с желтым освещением. Резист светочувствителен (обычно к ультрафиолету) и при долгом хранении разрушается.



РАЗМЕЩЕНИЕ ФОТОШАБЛОНА

На заготовке размещается фотошаблон. На рисунке изображена только его малая часть. Круг, часть которого изображена, в последствии будет соединением с внутренним слоем. Изображение на фотошаблоне негативное по отношению к будущей схеме. Под темными участками фотошаблона медь не будет удалена.



ЭКСПОНИРОВАНИЕ ФОТОРЕЗИСТА

Участки поверхности, незащищенные фотошаблоном, засвечиваются. Фотошаблон снимается. После этого засвеченные участки могут быть удалены химически.



ОБРАБОТКА РЕЗИСТА

Засвеченные участки резиста удаляются, оставляя резист только в тех областях, где будут проходить дорожки платы. Назначение резиста - защитить медь под ним от воздействия травителя на следующем этапе.



ТРАВЛЕНИЕ

Заготовка травится для удаления ненужной меди. Резист, оставшийся на поверхности, предохраняет медь под ним от травления. Вся незащищенная медь удаляется, оставляя диэлектрическую подложку. После травления дорожки схемы созданы и внутренний слой имеет требуемый рисунок.



УДАЛЕНИЕ РЕЗИСТА

Резист удаляется, открывая невытравленную медь. Теперь заготовка представляет собой полностью готовый внутренний слой. В нашем примере она будет вторым и третьим слоями будущей платы. На следующем этапе на нее наносятся верхний (первый) и нижний (четвертый) слои платы.



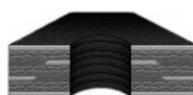
ЛАМИНИРОВАНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

На этом этапе внутренний слой является центром многослойной платы. Слои одностороннего текстолита добавляются сверху и снизу внутреннего слоя. Затем соединенные слои ламинируются под прессом при высокой температуре и давлении. Скрепление происходит путем адгезии текстолита к внутреннему слою.



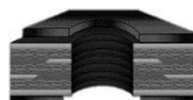
СВЕРЛЕНИЕ

Плата сверлится там, где требуется металлизация отверстий. В нашем примере отверстие просверлено сквозь площадку на втором слое. В то же время пересечения с рисунком третьего слоя нет. Взаиморасположение просверленных отверстий с рисунком слоев существенно.



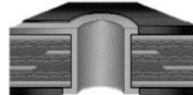
ОСАЖДЕНИЕ МЕДИ

Этот этап служит для покрытия отверстия тонким слоем металла. Проблема в том, что поверхность отверстия непроводящая. Для металлизации плата помещается в ванну, где она полностью покрывается тонким слоем меди. В результате покрываются как диэлектрические, так и металлические поверхности.



НАНЕСЕНИЕ РЕЗИСТА

Далее плата покрывается резистом, резист засвечивается через фотошаблон, засвеченные участки удаляются. Эти этапы аналогичны описанным ранее с одним отличием: резист удаляется с участков, где будет наноситься медь. Следовательно, изображение на фотошаблоне должно быть позитивным.



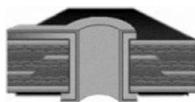
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ НАНЕСЕНИЕ МЕДИ

Медь наносится на поверхность отверстия до толщины 0,25 мм. Медь, осажденная ранее на поверхность отверстия достаточно толстая, чтобы проводить ток, необходимый для электролитического осаждения меди. Это необходимо для надежного электрического соединения сторон и внутренних слоев платы.



ОЛОВЯННО-СВИНЦОВОЕ ПОКРЫТИЕ

Оловянно-свинцовое электролитическое покрытие выполняет две важные функции: оно выступает резистом для травления и защищает медь от окисления. Если плата производится не по процессу SMOBC, тогда эта смесь может быть расплавлена в печи для лужения дорожек.



УДАЛЕНИЕ РЕЗИСТА

Резист удаляется, оставляя оловянно-свинцовую смесь (припой) и нанесенную медь. Медь, покрытая припоем, выдержит процесс травления и образует собой рисунок платы.



ТРАВЛЕНИЕ МЕДИ

На этом этапе припой используется как резист для травления. Незащищенная медь удаляется, оставляя на плате рисунок будущей схемы.



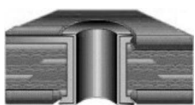
УДАЛЕНИЕ ПРИПОЯ

Припой удаляется с поверхности меди, и плата очищается. Это начало процесса, называемого SMOBC (solder mask over bare copper - маска поверх необработанной меди). В других процессах, оловянно-свинцовая смесь расплавляется для дальнейшего использования (лужение).



НАНЕСЕНИЕ МАСКИ

Для защиты поверхности платы, где в дальнейшем не потребует пайка, наносится маска. Существует несколько типов масок и методов ее нанесения. Фоточувствительная маска наносится тем же способом, что и фоторезист и обеспечивает высокую точность процесса. Шелкографический способ нанесения не обладает такой точностью, но материал маски более пластичен.



HAL (Hot Air Leveling - выравнивание горячим воздухом)

Припой наплавляется на незащищенную маской медь, сохраняя ее от окисления. В отличие от других процессов, под маской припоя не остается. Плата SMOBC готова для заключительных этапов: нанесения надписей (шелкография), резки, тестирования и упаковки.

Полезная информация

Радиолюбителям, монтирующим свои конструкции на печатных платах, могут пригодиться приведенные ниже советы. Каждому проводнику на схеме присваивают порядковый номер и проставляют его рядом со всеми выводами деталей, присоединяемых к этому проводнику. На печатной плате также проставляют эти номера на соответствующих проводниках; лучше всего номера протравить вместе с проводниками. Такая маркировка сокращает число различных надписей на плате, облегчает монтаж, налаживание и поиск возможных неисправностей. Маркировка особенно удобна в том случае, когда печатные проводники выполняют в виде фольгированных островков. Если же проводники платы узкие и длинные, то следует в удобных местах предусмотреть площадки для размещения номеров.

Разметка платы упрощается, если на ее поверхность в предполагаемом месте установки элемента нанести слой пластилина толщиной 0,5...1 мм, желательно светлого тона. Слой должен быть гладким и твердым. Затем к разметке подготавливают деталь. Для этого все ее выводы следует укоротить до одинаковой длины (10...15 мм) и подогнуть так, чтобы они были перпендикулярны основанию детали, иначе могут возникнуть неточности при разметке отверстий. Затем деталь выводами вниз опускают на предполагаемое место ее установки и слегка вдавливают в пластилин до тех пор, пока выводы не коснутся поверхности платы.

Если теперь деталь осторожно вынуть, то отверстия будут четко видны. Легкими ударами молотка по острозаточенному кернеру намечают центры будущих отверстий в плате. После разметки слой пластилина снимают любым плоским предметом и сверлят отверстия. Этот способ удобно применить и при компоновке деталей на плате. При определенном навыке он существенно сокращает время, затрачиваемое на эту работу.

Команда разработчиков одного из научно-исследовательских подразделений компании Херох представила на конференции общества исследования материалов (MRS), прошедшей на этой неделе, новую технологию. Она позволяет создавать пластичные электронные схемы и транзисторы с помощью специальной полупроводниковой печатной краски, проще говоря, полупроводниковых чернил (semiconductive ink), используя метод струйной печати. Не только Херох, но и многие другие компании также работают в этой области, пытаясь найти эффективный способ создания микросхем с помощью технологии струйной печати или же других способов депонирования жидкости на поверхность, однако большинство подобных разработок требуют жестких условий производства вроде высокой температуры или давления. Новая технология от Херох позволяет печатать транзисторы при комнатной температуре, обычном атмосферном давлении и, можно сказать, на открытом воздухе, не требуя каких-либо лабораторных условий.

В лабораториях Херох были разработаны специальные материалы как для печати полупроводниковых компонентов плат, так и для создания диэлектрических. Новая технология базируется на использовании полиитиофеновых полупроводников, также разработанных исследователями Херох еще прошлой осенью. Политиофен – это органическое соединение, которое, в отличие от большинства жидких полупроводников, практически не подвержено разложению на открытом воздухе. Разработчиками был найден способ, позволяющий преобразовывать политиофеновый полупроводник в состояние специально упорядоченных мельчайших частиц, имеющих размер около нанометра. Трансформированные таким образом в текучую форму, эти нано-частицы образуют “чернила”, которые можно использовать для печати трех основных компонентов электронных схем: полупроводников, проводников и диэлектриков.

Новый метод струйной печати имеет ряд существенных преимуществ перед используемыми сегодня технологиями, так, к примеру, при построении большинства чипов основной на сегодняшний день является технология CMOS (complementary metal-oxide semiconductor – комплементарный металлооксидный полупроводник), которая довольно дорога и к тому же требует твердого основания для построения схем, такого как кремний, например. Новая технология Херох позволит создавать пластичные схемы, причем с небольшими материальными затратами. Наибольшие перспективы струйная печать схем имеет в области создания дисплеев, которые можно будет гнуть, сворачивать в трубочку, сгибать под разными углами и растягивать всевозможными другими способами. Также новой технологией уже заинтересовались производители RFID чипов (радиочастотная идентификация).

Справочник БР

Микросхема NE592 - видеоусилитель с дифференциальным выходом

Основные параметры:

Напряжение питания	±8 В
Входное напряжение	±5 В
Выходной ток	10 мА
Коэффициент усиления	80...600
Входное сопротивление	4...30 кОм
Выходная мощность	1 В;
Диапазон частот	40...90 МГц

На **рис.1** показана цоколевка усилителя, на **рис.2** - пример использования в качестве основной конфигурации, на **рис.3** - в качестве дифференцирующего каскада.

В **табл.1** приведены сведения о схеме фильтра Z, показанного на базовой схеме.

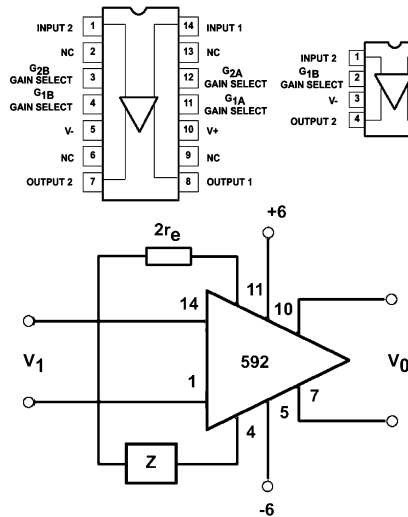


Рис.2

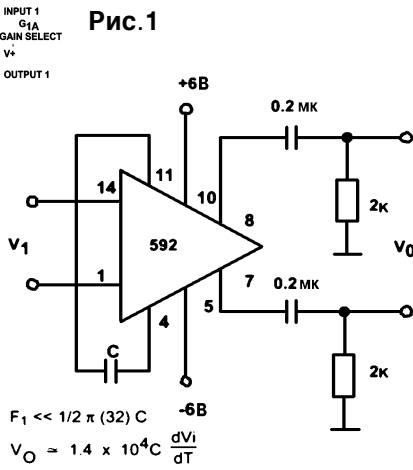


Рис.3

Таблица 1

Цепь Z	Тип фильтра	Функция
	ФНЧ	$V_0(s) = \frac{1.4 \times 10^4}{L} \left[\frac{1}{s + R/L} \right] V_1(s)$
	ФВЧ	$V_0(s) = \frac{1.4 \times 10^4}{R} \left[\frac{s}{s + 1/RC} \right] V_1(s)$
	ПФ	$V_0(s) = \frac{1.4 \times 10^4}{L} \left[\frac{s}{s^2 + R/Ls + 1/LC} \right] V_1(s)$
	РФ	$V_0(s) = \frac{1.4 \times 10^4}{R} \left[\frac{s^2 + 1/LC}{s^2 + 1/LC + s/RC} \right] V_1(s)$

Полевой транзистор 3SK309
затворами для УКВ диапазона

Основные параметры:

$U_{си}$	6 В;
$I_{ст}$	18 мА;
$P_{вых}$	0,1 Вт;
$K_{ус}$	21 дБ;
S	40 мА/В
$f_{гр}$	2000 МГц
Канал	типа N
$K_{ш}$	1,25 дБ

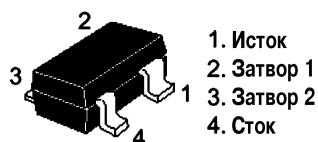


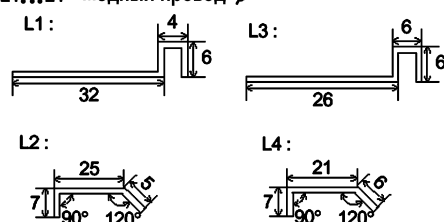
Рис.4

усилительный с двумя изолированными

На **рис.4** показана цоколевка транзистора, на **рис.6** - пример использования в усилителе диапазона 100...2000 МГц, на **рис.5** - параметры индуктивных элементов схемы.

Микрополосковые линии

L1...L4 медный провод $\phi 1$ мм



RFC 3 витка $\phi 6$ мм

эмалированный медный провод $\phi 1$ мм

Рис.5

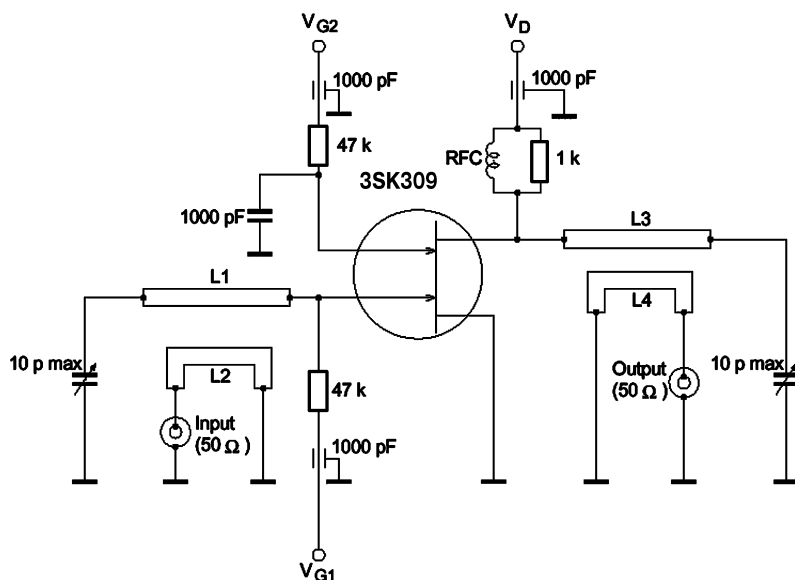


Рис.6

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
МК324	Программируемый модуль 4-канального ДУ 433 МГц	195	АК059	Высокочастотный пьезоизлучатель	34
МК324/перед.	Дополнительный пульт для МК324	113	АК076	Миниаторный пьезоизлучатель	25
МК324/прием.	Дополнительный приемник для МК324	80	АК095	Инфракрасный отражатель	25
МК325	Модуль лазерного шоу	96	АК109	Датчик для охранных систем	34
МК326	Декодер VIDEO-CD (ELE-680-M1-VCD MPEG-card)	269	АК110	Датчик для охранных систем (торцевой)	30
МК328	Телеграфный манипулятор "ЭКПИПС"	340	АК157	Ультразвуковой пьезоизлучатель	70
МК350	Отпугиватель грызунов "ТОРНАДО" (модуль)	174	МК035	Ультразвуковой модуль для отпугивания насекомых	49
NK001	Преобразователь напряжения 12 В в 6...9 В/2 А	38	МК056	3-полосный фильтр для акустических систем (модуль)	46
NK004	Стабилизированный источник питания 6 В - 9 В - 12 В/2 А	59	МК063	Универсальный усилитель НЧ 3,5 В (модуль)	56
NK005	Сумеречный переключатель	55	МК064	"Бегущие огни" 220 В/50 Вт	94
NK005/в кор.	Сумеречный переключатель с корпусом	73	МК067	Регулятор мощности 1200 Вт/220 В (модуль)	82
NK008	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В	56	МК071	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В (модуль)	84
NK010	Регулируемый источник питания 0...12 В/0,8 А	38	МК072	Универсальный усилитель НЧ 18 Вт (модуль)	82
NK013	Электронный предохранитель	52	МК074	Регулируемый модуль питания 1,2...30 В/2 А	73
NK014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003)	69	МК075	Ультразвук, отпугиватель насекомых и грызунов (модуль)	1222
NK016	Полицейская сирена 15 Вт	31	МК077	Имитатор лая собаки (модуль)	73
NK017	Преобразователь напряжения для люминесцентных ламп	63	МК080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (модуль)	88
NK021	Кояк-сирена 15 Вт	29	МК081	Соглас. трансформатор для пьезоизлучателя (модуль)	40
NK022	Стереофонический темброблок	90	МК084	Универсальный усилитель НЧ 12 Вт (модуль)	63
NK024	Проблесковый маячок на светодиодах	24	МК085	Проблесковый маячок 220 В/300 Вт (модуль)	95
NK027	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/2 А	49	МК107	Стац. ультразвуковой отпугиватель насекомых и грызунов	70
NK028	Ультразвуковой свисток для собак	53	МК113	Таймер 0...30 минут (модуль)	65
NK029	Проблесковый маячок (технология SMD)	28	МК119	Модуль индикатора охранных систем	36
NK030	Стереосуилитель НЧ 2г8 Вт	94	МК152	Блок защиты электроприборов от молнии (модуль)	45
NK032	Голос робота	69	МК153	Индикатор микроволновых излучений (модуль)	40
NK033	Имитатор звука морского дирижабля	61	МК156	Автомобильная охранная сигнализация (модуль)	83
NK037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/4 А	62	МК284	Детектор инфракрасного излучения (модуль)	49
NK038	Дверной звонок	25	МК286	Модуль управления охранными системами	203
NK040	Стереофонический усилитель НЧ 2г2,5 Вт	65	МК287	Имитатор видеокамеры наружного наблюдения (модуль)	56
NK043	Электронный гонг (3 тона)	64	МК290	Генератор ионов (модуль)	130
NK045	Сетевой фильтр	46	МК301	Лазерный излучатель (модуль)	151
NK046	Усилитель НЧ 1 Вт	30	МК302	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В	80
NK050	Регулятор скорости вращения мини-дрели 12 В/50 А	55	МК304	4-кан. ЛРТ-коммутатор для упр-я шаговым двигателем	101
NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	23	МК305	Устр-во упр-я шаговым двигателем (модуль)	136
NK052	Электронный репеллент (отпугиватель насекомых)	24	МК306	Модуль управления двигателем постоянного тока	97
NK057	Усилитель НЧ 22 Вт (TDA2005, мост.)	44	МК308	Программируемое устр-во упр-я шаговым двигателем	131
NK058	Имитатор звука паровоза	70	МК317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц	165
NK082	Комбинированный набор (термо-, фотореле)	52	МК318	Модуль защиты автомобильного аккумулятора	67
NK083	Инфракрасный барьер 50 м	87	МК319	Модуль защиты от накали	9
NK086	Фотоприемник	36	МК320	Проблесковый маячок 5...12 В/1 А/1...2,5 Гц	39
NK089	Фотореле	44	МК321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц	60

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

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NK092	Инфракрасный прожектор	78	NK299	Устройство защиты от накипи	37
NK106	Универсальная охранная система	67	NK300	Лазерный световой эффект	110
NK108	Термореле 0...150°C	49	NK303	Устройство управления шаговым двигателем	83
NK112	Цифровой электронный замок	94	NK307	Инфракрасный секундомер со световым барьером	140
NK114	Миниатюрная охранная система	29	NK307A	Дополнительный инфракрасный барьер для NK307	80
NK117	Индикатор для охранной систем	25	NK314	Детектор лжи	46
NK120	Корабельная сирена 2 Вт	28	NK315	Отпугиватель кротов на солнечной батарее	80
NK121	Инфракрасный барьер 18 м	79	NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	56
NK126	Сенсорный выключатель	59	NK1011	Стабилизатор напряжения 5 В/1 А	40
NK127	Передачик 27 МГц	63	NM1012	Стабилизатор напряжения 6 В/1 А	33
NK128	Корабельная сирена "ТУМАН"	35	NM1013	Стабилизатор напряжения 9 В/1 А	40
NK130	"Космическая" сирена 15 Вт	99	NM1014	Стабилизатор напряжения 12 В/1 А	37
NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1,5 А	63	NM1015	Стабилизатор напряжения 15 В/1 А	45
NK133	Автомобильный антенный усилитель 12 В	28	NM1016	Стабилизатор напряжения 18 В/1 А	39
NK134	Электронный стетоскоп	64	NM1017	Стабилизатор напряжения 24 В/1 А	39
NK135	Звуковой сигналizer уровня воды	29	NM1021	Регулируемый источник питания 1,2...20 В/1 А	45
NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	90	NM1022	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/1 А	56
NK137	Микрофонный усилитель	56	NM1031	Преобразователь однополар. пост. напр. в пост. двуполар.	26
NK138	Антенный усилитель 30...850 МГц	63	NM1032	Преобразователь 12 В/220 В с радиаторами	124
NK139	Конвертер 100...200 МГц	121	NM1034	Преобразователь 24 В в 12 В/3 А	73
NK140	Мостовой усилитель НЧ 200 Вт	133	NM1035	Универсальный преобразователь 7...30 В в 1,2...20 В/3 А	79
NK141	Стереodecoder	48	NM1041	Регулятор мощности 650 Вт/220 В	61
NK142	Индикатор сигнала на 30 светодиодах	98	NM1042	Регулятор температуры с малым уровнем помех	63
NK143	Юный электротехник	56	NM2011	Усилитель НЧ 80 Вт с радиатором	110
NK145	Звуковой сигналizer уровня воды (SMD)	40	NM2012	Усилитель НЧ 80 Вт	105
NK146	Исполнительный элемент 12 В	28	NM2021	Усилитель НЧ 4т1 В/2г22 Вт с радиатором	81
NK146/в кор.	Исполнительный элемент с корпусом	45	NM2031	Усилитель НЧ 4г30 В/2г60 Вт с радиатором	77
NK147	Антенный усилитель 50...1000 МГц	58	NM2032	Усилитель НЧ 4г40 В/2г80 Вт с радиаторами	99
NK148	Буквенно-цифровой индикатор на светодиодах 12 В	59	NM2033	Усилитель НЧ 100 Вт без радиатора	100
NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором	71	NM2034	Усилитель НЧ 70 Вт TDA1562 (автомобильный)	93
NK150	Программируемый 8-канальный коммутатор	188	NM2035	Усилитель Hi-Fi НЧ 50 Вт TDA1514	60
NK155	Сирена ФБР 15 Вт	28	NM2036	Усилитель Hi-Fi НЧ 32 Вт TDA2050	63
NK289	Преобразователь пост. напряжения 12 В в 220 В/50 Гц	72	NM2037	Усилитель Hi-Fi НЧ 18 Вт TDA2030A	50
NK291	Сигнализатор задымленности	65	NM2038	Усилитель Hi-Fi НЧ 44 Вт TDA2030A+BD907/908	42
NK292	Ионизатор воздуха	71	NM2039	Автомобильный УНЧ 2г40 Вт TDA8560Q/8563Q	68
NK293	Металлоискатель	56	NM2040	Автомобильный УНЧ 4г40 Вт TDA8571J	70
NK294	6-канальная светомузыкальная приставка 220 В/500 Вт	124	NM2041	Автомобильный УНЧ 22 Вт TDA1516BQ/1518BQ	92
NK295	"Бегущие огни" 220 В 10г100 Вт	83	NM2042	Усилитель 140 Вт TDA7293	43
NK296	"Бегущие огни" 220 В 3г500 Вт	109			100
NK297	Стробоскоп	75			
NK298	Электрoшок	111			

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

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.
NM2043	Мощный автоусилитель мостовой 4г77 Вт (TDA7560)	206
NM2051	Двухканальный микрофонный усилитель	30
NM2111	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	100
NM2112	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	85
NM2113	Электронный коммутатор сигналов	71
NM2114	Процессор пространственного звучания (TDA3810)	56
NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	45
NM2116	Активный 3-полосный фильтр	51
NM2117	Активный блок для сабвуферного канала	66
NM2118	Предварительный стереофон. регул. усилитель	45
NM2202	Логарифмический детектор	26
NM2223	Стерео индикатор уровня сигнала "бегущая точка"	84
NM3101	Автомобильный антенный усилитель	28
NM3201	Приемник УКВ ЧМ (стерео)	134
NM4012	Датчик уровня воды	19
NM4013	Сенсорный выключатель	26
NM4014	Фотоприемник	30
NM4015	Инфракрасный детектор	30
NM4016	Термореле 20...120°C	39
NM5032	Музыкальный электронный дверной звонок (7 мелодий)	87
NM5034	Корабельная сирена "ТУМАН" 5 Вт	25
NM5035	Звуковой сигнализатор уровня воды	28
NM5036	Генератор Морзе	25
NM5037	Метроном	25
NM5039	Музыкальный оповещатель звуковой	59
NM5101	Синтезатор световых эффектов	123
NM5201	Блок индикации "свегающийся столб"	46
NM5202	Блок индикации - автомобильный вольтметр "свет. столб"	49
NM5301	Блок индикации "бегущая точка"	44
NM5302	Блок индикации - автомобильный вольтметр "бег. точка"	46
NM5401	Автомобильный тахометр на инд. "бег. точка"	55

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 возможность 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 поправившийся Вам набор по адресу: «Издательство «Радиоаматор» ("МАСТЕР КИТ"), а/я 50, Киев-110, 03110. В письме четко укажите кодовой номер изделия, его название и Ваш обратный адрес. Заказ высылается наложенным платежом.

Сроки 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.

Телефоны для справок и консультации: 219-30-20, 213-09-83, e-mail: vat@sea.com.ua. Ждем Ваших заказов.

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.:Додека,2003г.272с.	25.00
Импульсные источники питания телевизоров. Янковский С.М., Нит, 2003г.380с.	34.00
Источники питания видеомагнитофонов и видеоплееров. Виноградов В.А., 256с.А4	14.00
Зарубежные электромагнитные реле. Справочник. Вовк П.Ю., 2004г., 382с.	44.00
Зарубежные микросхемы,транзисторы,диоды А...З.Справочник. Изд.2-е пер.и доп.,2003г.,760 с.	54.00
Зарубежные микросхемы,транзисторы,диоды 0...9. Справочник. Изд.2-е перераб и доп.,2004г.,556с.	45.00
Применение телевизионных микросхем. Т.1,Корякин-Черняк С., Спб.: Нит, 2004г., 316с. + схемы	39.00
Микросхемы для аудио и радиоаппаратуры. Вып.3,17,19,21. Спр.-М. Додека , 2002г. по 288 с.	по 25.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервосистемы.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.:Додека, 2004г.,400с.	49.00
Микроконтроллеры? Это же просто! Том1,2,3. Фрунзе А.В. 2002г., 336с.,384с.	по 29.00
PIC-микроконтроллеры.Практика применения.Справочник. Тавернье К.- М.: ДМК, 2003г., 272с.	29.00
Самоучитель по микропроцессорной технике. Белов А.В., К.:Нит, 2003г.,224с.	21.00
Интегр. микросхемы. Перспективные изделия. Вып 1,2,3 -М:Додека.,по 64 стр.	по 5.00
Интегральные микросх. и их заруб.аналоги. Сер. K565-K599 , М."Радиософт" 2000г.	35.00
Интегральные микросх. и их заруб.аналоги. Сер. K1044-1142 , М."Радиософт" 2000г.	35.00
Телевизионные микросхемы PHILIPS. Книга 1. Понамаренко А.А.-М.:Солон, -180с.А4	12.00
Цвет, код, символика электронных компонентов. Нестеренко И.И.,-М.:Солон,2002г., 216с.	17.00
Цветовая и кодовая маркировка электронных компонентов. Нестеренко И.И.,-М.:Солон, 2004г	14.00
Маркировка электронных компонентов . Изд.8-е испр. и дополн. "Додэка" 2003г.,208 с.	16.00
Маркировка и обозначение радиоэлементов . Мурсеев 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
Зарубеж.диоды и их аналоги.,Хрулев А.. Справ. т.1,т.2.,т.3,т.4,т.5,т.6. М. "Радиософт",	по 39.00
Зарубежные аналоговые микросхемы и их аналоги.Справ.т.1,2,3,4,5,6,7,8.М.Радиософт 2000г.	по 39.00
Ремонт импортных телевизоров.Вып.2, вып.7,вып.9 М.:Солон. 2003г.,272, 224,198 стр.А4	по 39.00
Ремонт зарубежных телевизоров. Вып.44. Родин А.В. М.:Солон, 2003г., 200стр.А4	44.00
Устройство и ремонт персонального компьютера. Кн.1 и кн.2 Стивен Бигелоу, 2004г., по 912с.	по 68.00
Поиск неисправностей и ремонт электронной аппаратуры без схем. Девидсон Г.Л., 2004г.,544с.	48.00
Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах. М.:Додека,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.Ельяшкевич 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, выставленному счету. Для получения счета Вам 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 радиотехника. Джон Девис. М.: Додэка, 2002г., 544с.	33.00
Справочник электрика. Кисаримов Р.А. 2-е издание, 2004г., 512с.	28.00
КВ-приемник мирового уровня Кульский А.Л. -К.: Нит, 2000 г. 352с.	16.00
Антенны. Настройка и согласование. Григорьев И.Н., М.: Радиософт, 2002 г., 272с.	26.00
Антенны. Городские конструкции. Григорьев И.Н., М.: Радиософт, 2003г., 304с.	39.00
Радиотехнический 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 радиотехникам. Шустов М.А., 2003г., 352с.	25.00
500 схем для радиотехников. Приемники. Семьян А.П., 2004г., 188с.	17.00
Настольная книга радиотехника-конструктора. Николаенко М.Н., М.: ДМК, 2004г., 280с.	24.00
Звуковая схемотехника для радиотехников. 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
Радиотехникам полезные схемы. Кн.3. Дом. авт., прист. к телеф., охр. ус.. М.: Солон, 2000., 240 с.	18.00
Радиотехникам полезные схемы. Кн.4. Электр. в быту, интернет для радиолюб. и др., 2001г., 240с.	19.00
Радиотехникам полезные схемы. Кн.5. Быстрая защита РА, домашняя автоматика и др., 2003г.	18.00
Радиотехнические конструкции на PIC-микроконтроллерах. Заец Н.И., М.: Солон, 2003г., 368с.	39.00
Радиотехническая 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 радиотехников. 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 радиотехнику 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 автоматизации 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
Сучасні і майбутні інформатичні технології України. Бондаренко В., К.: Радиоаматор, 2004г.	15.00
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
Апгрейд компьютера. Самоучитель. Привалов А., Питер, 2004г., 304с.	27.00
Выбор и модернизация компьютера. Анатолия ПК. Кутузов М., Питер, 2004г., 320с.	17.00
Диагностика, ремонт и профилактика ПК. Практическое руководство. Платонов Ю.М., 2003г., 312с.	24.00
Компакт-диски	
CD-R "РАДИОАМАТОР за 11 лет" "РА"-1999 - 2003г.г. + "О", "К"-2000-2003г.г. (160 номеров + 3 книги)	40.00
CD-R "Радиоаматор" + "Электрик" + "Конструктор" 2002г. (36 номеров журналов)	20.00
CD-R "Радиоаматор" + "Электрик" + "Конструктор" + "Радиокомпоненты" 2003г. (40 номеров + 2 книги)	25.00
Журналы	
"Радиоаматор" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,3,4,5,6,7,8 за 2004г.	по 7.00
"Конструктор" журнал №1,2,3,4,5,6,7-8,9-10,11-12 за 2003г., №1,2,3 за 2004г.	по 5.00
"Электрик" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,4,5,6,7,8 за 2004г.	по 5.00
"Радиокомпоненты" журнал №1,2,3,4 за 2001г., №1,2,3,4 за 2002г., №1,2,3,4 за 2003г., №1-3 за 2004г.	по 5.00
"Радио-парад" журнал №1,2,3 за 2004г.	по 6.00

По всем вопросам, связанным с заказом "Книга-почтой", просьба обращаться по т.ф. 219-30-20, email: val@sea.com.ua.

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

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.