

Радио хобби

Журнал для радиолюбителей,
аудиофилов и пользователей ПК
№ 3(15)/ИЮНЬ 2000

Совместное издание с
Лигой радиолюбителей Украины
Издается с февраля 1998 г.



Главный редактор
Николай Сухов

Редакционная коллегия

Георгий Божко (UT5ULB)
Александр Егоров
Евгений Лукин
Всеволод Марценюк
Евгений Музыченко
Олег Никитенко
Александр Провозин
Александр Торрес
Георгий Члиянц (UY5XE)
Владимир Широков

Адрес редакции

Украина, 03190, Киев-190, а/я 568
Тел./факс: (044) 4437153
E-mail: radiohobby@mail.ru
radiohobby@mail.com
Fido: 2:463/197.34
BBS: (044) 2167171 с 19⁰⁰ до 9⁰⁰
<http://www.radiolink.net/radiohobby>
<http://welcome.to/radiohobby>
<http://radiohobby.da.ru>
<http://www.radiohobby.ldc.net>

Распространение

по подписке в любом отделении связи:

Украина - по «Каталогу периодичних
видань України» УОПЗ Укрпошта,
индекс 74221
цена подписки на II полугодие 2000 г.
17 грн. 25 коп.

**Россия и другие страны СНГ, Литва,
Латвия, Эстония** - по каталогу «Газеты
и журналы» агентства Роспечать,
индекс 45955
цена подписки на II полугодие 2000 г.
99 руб. РФ

Дальнее зарубежье - по каталогу
«Russian Newspapers & Magazines
2000» агентства Роспечать, \$21

Выражаем благодарность всем авторам за их
мысли и идеи и всем подписчикам за доверие и
материальную поддержку журнала

Редакция может не разделять мнение авторов и не
несет ответственности за содержание рекламы

© «Радио хобби». Перепечатка материалов без
письменного разрешения редакции запрещена. При
цитировании обязательна полная библиографическая
ссылка с указанием названия и номера журнала

Подписано к печати 23.05.2000 г.
Отпечатано на журнальном комплексе издательства
«Преса України», м.Київ, вул. Героїв космосу, 6
Тираж 8700 экз.

Заказ № 0130037, цена договорная
Учредитель и издатель ООО «Эксперт»
Журнал выходит шесть раз в год
60x84/8 бум. форм., 7,44 усл.печ.л., 12,8 уч.-изд.л.
Зарегистрирован Госкомитетом Российской
Федерации по печати 25.06.97 г., свид. №016258
Зарегистрирован Министерством информации
Украины 11.06.97 г., свид.серия КВ №2678

СОДЕРЖАНИЕ

- 2** **Международному Союзу Радиолюбителей (IARU) - 75 лет** Г. Члиянц
Исторический очерк
- 5** **DX-клуб «Радио хобби»** А. Егоров
Всемирная таблица времени, расписания вещания
- 7** **Дайджест зарубежной периодики**
«Бессмертный» ламповый усилитель Вильямсона, 30-ваттный SE на KT88, 35-ваттный PPP
Circlotron на EL34, снижение «автоинтермодуляционных» искажений транзисторных УНЧ сведением в
одну точку как местных, так и общей ООС, 7-полосный графический эквалайзер, темброблок и раз-
двоитель для стереоаудиоплеера, канал воспроизведения аудиоплеера на одной микросхеме, сте-
реокодер по «западному» стандарту, ультразвуковой датчик движения для охранных систем, бескон-
тактный электронный тахометр, бесконтактный электронный микрометр, микро-PIС-скоп, сверхпрос-
той пульт ИК-ДУ на PIС-процессоре для телевизоров, управление электродвигателем через LPT-порт
ПК, устройство щадящего включения кинескопа, ЧМ-радиомикрофоны, сверхпростой ЧМ-приемник,
испытательный КВ/УКВ приемник прямого преобразования, СВЧ-делитель частоты до 2,3 ГГц, ус-
тройство записи звука с последующим замедленным воспроизведением, приемники прямого преоб-
разования, активная миниантенна для 2-метрового диапазона, ЯГИ по 28-омной технологии для 2-
метрового диапазона, бесконтактные антенные реле, цифровой КСВ-метр на PIС-процессоре и дру-
гие наиболее интересные устройства из двадцати восьми свежайших зарубежных журналов
- 23** **Антенны с круговой поляризацией** И. Григоров
Один из вариантов решения проблем с «замираниями» на диапазонах 6 - 20 метров
- 29** **Антенна на 7 МГц с малой высотой подвеса** И. Захаров
Оптимизация «DELTA LOOP» для проведения дальних связей
- 29** **Реверс ЭД постоянного тока по двум проводам для
вращения направленных антенн** В. Башкатов
Двойная экономия при управлении ЭД как с последовательным, так и параллельным возбуждением
- 30** **Дополнительный шаг перестройки «100 Гц» в P-399A** Р. Кагарманов
Расширение сервисных возможностей серийного связного приемника
- 30** **Изготовление кабеля с низким волновым сопротивлением** И. Григоров
Самодельный способ изготовления коаксиала для широкополосных трансформаторов
- 31** **Минисправочник**
Детальное описание и характеристики наиболее удачной ИМС УМЗЧ TDA7294 в «стандартной», мо-
стовой и «высокоэффективной» схемах включения
- 34** **Зарубежные аналоги отечественных радиоламп звукового применения**
57 Хлорное железо и его заменители
- 35** **Портативный КВ трансивер** А. Тарасов
Окончание. Синтезатор частоты, межблочные соединения, рекомендации пользователю
- 42** **Новое поколение радиостанций фирмы KENWOOD ТК-2107/3107** Б. Витко
Технические характеристики, принципиальная схема, особенности схемных решений
- 45** **АМ/ЧМ приёмник на двух ИМС серии K174XA** К. Герасименко
- 47** **Секреты ламповой High-End технологии** С. Симулкин
Электростатическое, магнитостатическое, электромагнитное экранирование. Гальванические и хими-
ческие способы нанесения экранов - химические обезжиривание, очистка, травление, полирование, де-
капирование, железнение, пассивирование, нейтрализация, фосфатирование, оксидирование, синение
- 53** **Мой «бюджетный» Лофтин-Уайт** В. Брусникин
Двухкаскадный одноконтный ламповый УНЧ с непосредственной межкаскадной связью
- 54** **Эстрадный/Hi-Fi УМЗЧ** С. Сакевич
Транзисторный усилитель повышенной (до 1550 Вт) мощности с системой «мягкого» демпфиро-
вания динамических головок акустических систем
- 58** **Трансформаторы силовые и звуковые** Е. Васильченко
Ноу-хау, расчет и изготовление в домашней лаборатории высококачественных трансформаторов
для ламповых усилителей класса High-End
- 62** **Универсальный контроллер CD-ROM-магнитофон с ДУ** А. Торрес
Окончание описания внешнего контроллера для IDE CD-ROM с множеством дополнительных функций
- 64** **Как подключиться к FidoNet?** Ю. Талимончик
Перечень узлов любительской сети FidoNet Украины, России, Израиля, Узбекистана, Туркмениста-
на, принимающих новых поинтов

Внимание!

**До окончания подписки на второе полугодие в Украине
остались считанные дни!**

Международному Союзу Радиололюбителей (IARU) - 75 лет

Георгий Члиянц (UY5XE), г. Львов

Некоторые основные «вехи», положившие начало развитию нашего хобби и создания IARU

Все началось в конце девятнадцатого века (на рубеже 1898-1899 г.г.) - когда в эфире на «искровых» передатчиках телеграфом (CW) появились первые любительские радиостанции (ЛРС). Толчком для этого послужила книга англичанина Leslie Miller «The Model Engineer and Amateur Electrical», которая была издана в Лондоне в январе 1898 г.

Первыми коротковолновиками-экспериментаторами были:

- американцы: W. Pickard, Reginald A. Fessenden и Lee DeForest (к сожалению, их позывные сигналы неизвестны);

- ирландец J. M. C. Dennis (1865-1945) из Baltinglass, Co. Wicklow (позывной DNX, впоследствии - EI2B);

- англичане: Prince Philip (HRH), Albert Megson (впоследствии - g2HA), OM Duke из Эдинбурга (позывной неизвестен) и ЛРС - KG, КТ (их владельцы неизвестны).

В 1901 г. в эфир вышел Irving Vermilya из штата Массачусеттс (позже: 1HAA, u1ZE, W1ZE; скончался в 1964 г.).

В 1902 г. в Бостоне (США) начал издаваться журнал «Amateur Work», в июньском номере которого были приведены схема передатчика и чертеж антенны, которые в 1901 г. использовал Гульельмо Маркони при проведении трансатлантической радиосвязи (QSO).

С 1906 г. многие радиололюбители стали применять более совершенную аппаратуру и первым из них был радиололюбитель-изобретатель Lee DeForest. Это стало возможным после изобретения Дж. Флемингом в 1904 г. первой двухэлектродной лампы - «диода» («Fleming Valve») и созданием на его базе Ли ДеФорестом «триода», получившего название «Audion».

В 1911 г. Конгресс США начал рассматривать вопрос о целесообразности дальнейших экспериментов на радиоволнах. Узнав об этом, член Гарвардского радиоклуба Элберт Хаймену послал копию своего научного труда сенатору Уелшову. Данная работа, выполненная в стенах Гарвардского университета, научно обосновывала целесообразность проведения радиололюбителями своих экспериментов. Ознакомившись с присланным научным трудом, сенатор предложил Элберту выступить с докладом перед членами Конгресса и сделать всё возможное, чтобы такое выступление состоялось. Хотя на нём присутствовало много противников радиололюбительских экспериментов (представители всевозможных коммерческих фирм и военного ведомства, занимавшихся радиосвязью) запретительных решений принято не было, а спустя год решением конгресса радиололюбительство в США было узаконено (т.н. «Radio Act 1912»). Таким образом, де-юре были узаконены работавшие до этого решения ЛРС США, что также послужило прецедентом и в др. странах узаконить радиололюбительское движение.

В 1913 г. в Лондоне был создан «The Wireless Club of London», а в Ирландии - «Dublin Wireless Club».

В 1913 г. нью-йоркский радиололюбитель-изобретатель (личный позывной неизвестен, член клубной ЛРС 1BCG) Edwin Howard Armstrong создал ламповый генератор, который впоследствии лег в основу его последующих изобретений: сначала - сверхрегенеративного, а затем - супергетеродинного приемников.

Во второй половине марта 1914 г. на ст. Жмеринка Юго-Западных казенных железных дорог по доносу заведующего Жмеринской военной станции искрового телеграфа капитана К. Старынкевича был арестован техник киевского железнодорожного телеграфа Сергей Жидковский, устроивший у себя дома ЛРС беспроволочного телеграфа и подозреваемый в перехвате радиogramм местной военной станции «искрового» телеграфа. «Изобретатель или

шпион?»... - пестрели тогда заголовки материалов многих газет.

Приведем некоторые из газетных выдержек 1914 года:

- «В Жмеринке вдруг перестал работать телеграф в то время, когда шли секретные военные телеграммы. Тут и явилось подозрение, что телеграф испорчен умышленно Жидковским, чтобы перехватывать военные телеграммы и передать их по своему беспроволочному телеграфу за границу» («Новое время», 18 марта).

- «Во время обыска... власти нашли много записей, из которых видно, что Жидковский сносился из Жмеринки с Берлином, Гамбургом, Парижем и другими городами за границей» («Русское слово», 16 марта). [Примечание: На этом основании можно предположить, что радиостанция Сергея Жидковского была первой нашей ЛРС, но её позывной, к сожалению, неизвестен.].

- «В квартире Жидковского найдена прекрасно оборудованная станция беспроволочного телеграфа. Арестованный считался молодым изобретателем...» («Петербургская газета», 16 марта).

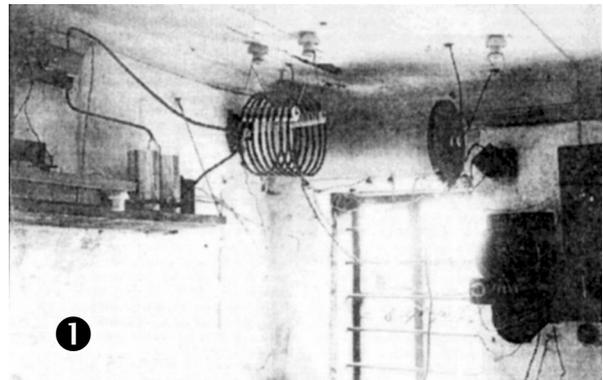
- «Жидковский оборудовал свою станцию за 200 рублей, тогда как устройство такой станции обходится в несколько десятков тысяч рублей» («Петербургская газета», 19 марта).

Передатчик (фото 1) был установлен искровой, с максимальной мощностью в 50 Вт и состоял из катушки Румкорфа, дающей длину искры до 150 мм, плоского конденсатора, разрядника, катушки самоиндукции, телеграфного ключа и удлинительной катушки (основные ее детали закреплены на потолке и стенах помещения). Питание производилось от гальванических элементов. Прием осуществлялся двумя приемниками собственной конструкции с трансформаторной связью. Антенна использовалась Г-образная с наклонным нижним плечом длиной 30 м и высотой подвеса - 5 и 9 м.

Спустя почти год после начала следствия, 18 февраля 1915 г. выездной сессией Одесской судебной палаты при закрытых дверях было заслушано дело по обвинению Жидковского в устройстве без разрешения с целью шпионажа радиотелеграфной станции в г. Жмеринка.

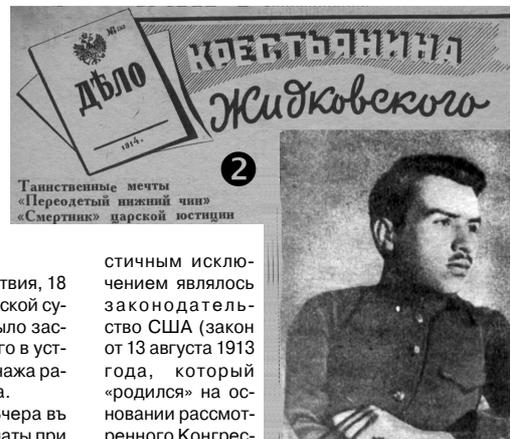
Читаем «Дельо С.С. Жидковского»: «Вчера в выездной сессии Одесской судебной палаты при закрытых дверях было заслушано дело надсмотрщика службы телеграфа Юго-Западных железных дорог С.С. Жидковского по обвинению его в устройстве без надлежащего разрешения с целью шпионажа в г. Жмеринке радиотелеграфной станции... С.С. Жидковский был в марте 1914 года арестован в г. Жмеринка за то, что в усадьбе Ф. Житника, где проживала мать Жидковского, устроил станцию беспроволочного телеграфа с приемником столь большой мощности, что мог принимать радиотелеграммы с Эйфелевой башни. Им же была устроена радиотелеграфная станция в г. Киеве при управлении Юго-Западных ж.д. ...».

Обвиняемый признал себя виновным в устройстве станции без разрешения, а по обвинению в шпионаже был оправдан. Приговором суда С. Жидковский был приговорен к заключению на месяц в тюрьме с зачетом предварительного заключения (более двух месяцев).



1

После окончания судебного разбирательства С. Жидковский продолжил работу в Управлении Юго-Западных железных дорог. В 20-30-х годах инженер Сергей Степанович Жидковский (фото 2) внес 24 изобретения, большинство из которых были реализованы. Дальнейшая судьба талантливого радиололюбителя, к сожалению, неизвестна. [Примечание: Следует отметить, что и в те годы не только в царской России, а и во многих других странах (Австрия, Бельгия, Англия, Норвегия и др.) существовала разрешительная система по устройству частных радиостанций. Так например, в царской России действовало утвержденное министром внутренних дел 20 февраля 1908 г. «Положение о радиотелеграфных станциях», состоящее из 6 статей и предусматривающее устройство последних только на судах, а на суше - только учебным обществам и учебным заведениям для производства научных опытов и исследований. Ча-



2
Таинственные мечты «Переселётый нижний чин» «Смертник» царской юстиции

стичным исключением являлось законодательство США (закон от 13 августа 1913 года, который «родился» на основании рассмотренного Конгрессом США доклада члена Гарвардского радиоклуба Элберта Хаймена «О целесообразности проведения радиололюбителями своих экспериментов»), в соответствии с которым не требовалось разрешения на устройство любых радиостанций, но не превышающих дальности действия одного штата («не нарушающих юрисдикцию других штатов»). Видимо вышеприведенное и способствовало более раннему развитию радиололюбительства в США.].

27 ноября 1923 г. на диапазоне 110 м CW было проведено первое QSO Европа-Америка. Корреспондентами были: француз Leon Deloy (8AB) (фото 3) и американцы - Fred H. Schnell (1MO, штат Коннектикут) и John L. Reinartz (1QP/1XAL, позже - W3RB).

12 марта 1924 года по инициативе ARRL в парижской гостинице «Lutetia» под председательством Hiram Percy Maxim (1AW) собрались

радиолюбители из девяти стран: Англии, Бельгии, Испании, Италии, Канады, Люксембурга, США, Франции, Швейцарии, которые и выступили с инициативой созыва Конгресса радиолюбителей мира по созданию своей международной организации.

15 июля 1924 г. было создано «Общество радиолюбителей РСФСР», которое с 2 декабря было переименовано в «Общество Друзей Радио» (ОДР) СССР.

В октябре 1924 г. Leon Deloy (f8AB) и OM Gouyder из Лондона проводят первые QSOs Европа-Океания. Их корреспондентом был новозеландец с позывным z4AK. Проводится и первое QSO Южная Америка - Океания. Оно уда-



3

ётся аргентинцу Carlos Braggio (rCB8) и новозеландцу из Хисборна Ivan O'Meara (z2AC).

Во второй половине 1924 г. из Львова активна ЛРС LM3 (Jan Ziembicki - позже: TPAR, SP3AR, SP1AR, SP6FZ) [S.K.], а к концу 1925 г. и другие львовские ЛРС: TPBV, TPBF, TPVI, TRCF и TRCS.

Ночью 15 января 1925 г. нижегородские радиолюбители Федор Лбов (с 1926 г. - 01RA) (фото 4) и Владимир Петров, имея передатчик с выходной мощностью 15 Вт на волне 96 м дали вызов: «Всем, всем, здесь - РОССИЯ ПЕРВАЯ ФЕДОР ЛБОВ (R1FL). Сообщите о слышимости. Россия, Нижний Новгород, Новая, 60». Их сигнал был услышан в Англии, Франции и Месопотамии (нынешний Ирак).

С 14 по 25 апреля 1925 г. в Париже состоялся международный Конгресс радиолюбителей, на который прибыли 23 делегации (представители) из 22 стран и одной территории [около 300 чел.; в т.ч. только из Франции - 118 чел. (руков. делегации - президент REF Jack Lefebvre, 8GL); из Англии - Gerald Markuse (2NM - руков. делегации); из Аргентины - Mr. E. L. Repetto; из Австрии - Mr. Fieshel, из Бельгии - OM Deloog (P2); из Бразилии - Mr. Lacombe (1AC); из Венгрии - Mr. Grenkamp-Kornfeld, из Германии - около 50 чел. (Mr. Kraus - руков. делегации и обер-лейтенант D. L. von Stockmauer); из Дании - OM Reigoux (f8BV, он же представлял интересы и Финляндии); из Испании - Miguel Moya (EAR-1); из Италии - официальная делегация: Guido Salom (1MT - руков. делегации, сейчас - 10ACL), Umberto Martini (1AX), Eugenio Gnesutta (1GN) и в каче-



4

стве гостей: Galeazzo Boschetti (1BO), Giovanni Saggioli (1BV), Gian Luigi Colonnetti (1CO), Paolo Pagliari (1FM), Franco Pugliese (1FP), Franco Marietti (1NO) и Mr. Angelis E. Ranzi; из Канады - майор Bill Borrett (c1DD); из Люксембурга - Mr. DeGroot; из Нидерландов - Mr. Ruud Tarpenbeck и Mr. Both Wolf; из территории Ньюфаундленд - L. Reid (c8AR); из Польши - Mr. Stanislaw Odyniec (основатель и издатель двухнедельного журнала «Radio»); из США - президент ARRL Hiram Percy Maxim (u1AW), Jimmie Morris (u4IO), Gordon L. Hight (u4BQ), Kenneth B. Warner (exKBW, u9JT), Lloyd Jackqued (u2OX, редактор журнала «Amateur Radio») и Mrs. Maxim (переводчик); из Уругвая - Mr. LeGrand; из Чехословакии - Dr. Kamil Sulc (Брно; позывной ЛРС смог получить только в 1930 г.); из Швейцарии - Dr. Merz; из Швеции - три человека, включая OM Svensson (SMYY) и из Японии - Mr. Usami]. Заочно на Конгрессе были представлены интересы радиолюбительских организаций СССР (ОДР) и территории Индокитая.

17 апреля всем делегациям были розданы проект Устава «Международного союза радиолюбителей» (IARU) и его ратификационные документы. Их одобрили и подписали 19 делегаций, которые и стали учредителями IARU: Австрия, Англия, Аргентина, Бельгия, Бразилия, Германия, Дания, Испания, Италия, Канада, Люксембург, Нидерланды, Польша, США, Уругвай, Финляндия, Франция, Швейцария и территория Ньюфаундленд. Причины же отсутствия факта голосования некоторых делегаций (Венгрии, Чехословакии, Швеции и Японии) неизвестны. Как и непонятно - по каким причинам вообще не принимали участие в Конгрессе радиолюбительские организации Ирландии и Норвегии, которые к тому времени существовали уже почти три года. Что же касается СССР и территории Индокитая, то их радиолюбительские организации не представили в установленный Конгрессом срок (после его окончания) своих ратификационных документов.

Уже 18 апреля на Конгрессе был избран руководящий орган IARU - Административный Совет, в состав которого вошли: Hiram Percy Maxim (u1AW) - президент, Gerald Markuse (g2NM) - вице-президент, члены Совета - Jean G. Mezger (f8GO) и Frank D. Bell (z4AA) [был избран заочно], Kenneth B. Warner (u9JT) - секретарь-казначей.

Сразу после принятия решения о создании IARU и формирования его руководящих и рабочих органов данный Конгресс трансформировался в Первый (юридический) Конгресс IARU, на котором был принят Устав и было выработано важное решение для радиолюбителей мира: «О качестве и содержании информации при проведении QSO». Было сформировано понятие «радиолюбитель», которое гласило: «Членом IARU не может быть тот, кто, имея ЛРС, использует её не для любительской радиосвязи и не знает телеграфной азбуки» [!].

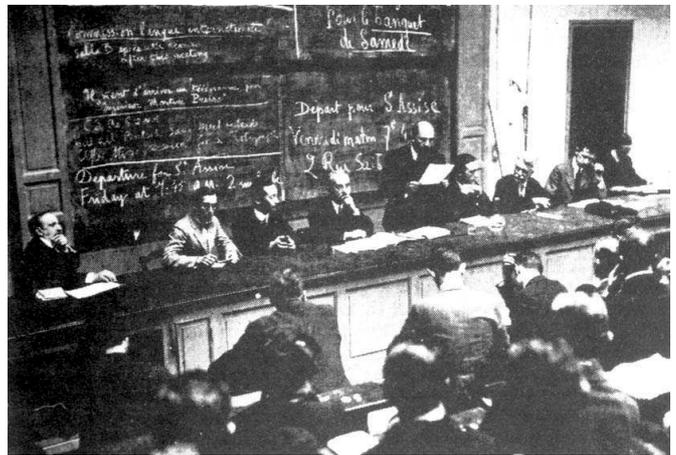
В соответствии с Уставом член-

ство в IARU (на первых порах) было индивидуальным и u1AW получил членский билет под #1. Если же от одной страны членами IARU становилось 25 человек, то данная радиолюбительская организация могла получить статус «секция IARU». Первыми такой статус получили радиолюбительские организации: США, Канады, Франции и Англии. Было принято решение о территориальном совмещении International Secretariat (IS) IARU с штаб-квартирой ARRL.

1925 г. Молодой украинский инженер Никитин на одноламповый регенератор принял на средних волнах передачи радиостанции Шенектеди (США).

Январский номер 1927 г. журнала «Радио Всем» опубликовал список первых владельцев индивидуальных ЛРС СССР (ЛРС 12RA и 13RA добавились в список в конце 1926 г. - начале 1927 г.). В соответствии с решением Народного комиссариата почт и телеграфов (НКПТ) СССР от 25.10.1926 г. первые позывные получили:

01RA - Лбов Федор А. (Нижний Новгород, Новая, 40/12); 02RA - OM Пекин (Москва, Александровский пер., 4/2); 03RA - OM Давыдов (Харьков, пос. Южный, угол Продольной, 5 - бывшей Любенко); 04RA - Куприянов Николай Иванович (Ленинград, Полтавская 8/28); 05RA - Востряков Вадим Борисович (Москва, М.Дмитровка, 10/2); 06RA - Гуськин Леонид Николаевич



В зале заседания Конгресса. Париж, Сорбонна. Президиум

5

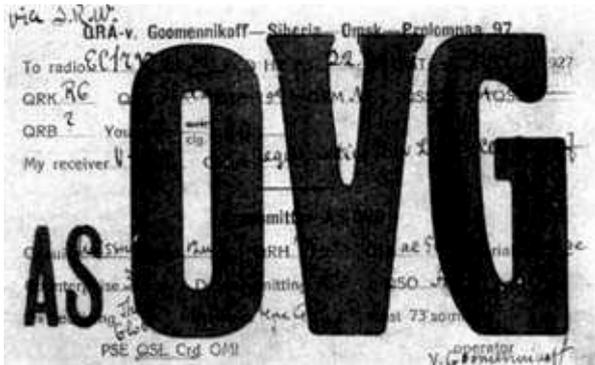
(слева направо): Mr. M. Tirman (председатель Первого Конгресса IARU), Lloyd Jackquet (u2OX), Leon Deloy (f8AB), Mr. M. Edoardo Belin (председатель Конгресса радиолюбителей, Франция), Jean G. Mezger (f8GO), Hiram Percy Maxim (u1AW), Kenneth B. Warner (u9JT) и Mr. Beauvais (секретарь конгресса, Франция)

(Москва, Барашков пер., 3/4); 07RA - Скотецкий Георгий Александрович (Киев, ул. Пятакова, 131, кв. 15); 08RA - Гиллар Павел Александрович (Ленинград, угол М.Монетной - Мира); 09RA - Юрков Вениамин Дмитриевич (Москва, Воздвиженка, 7/20); 10RA - Аболин Карл Петрович (Нижний Новгород, Звездинка, 23/1); 11RA - Купрович Николай Фёдорович (Омск, Воздвиженская, 51; с 1928 г. - AU1AA); 12RA - Ванев Владимир Иванович (Нижний Новгород, Тихоновск, 40); 13RA - Гржибовский Владислав Владимирович (Нижний Новгород, Острожная, 9/14).

Каждому из них были разрешены как разные мощности (в пределах от 4 до 100 Вт), так и разные длины рабочей волны передатчика (от 30 до 300 м.) - кроме 13RA, которому было разрешено работать на 2 м. Правда, в эфире все еще продолжают звучать и другие позывные ЛРС. Так например, из Омска (ул. Проломная, 97) активно работает ЛРС Гуменникова В.И. - asOVG (со второй половины 1927 г. - 35RA, с 1928 г. - AU1AC). QSL 1927 года ЛРС asOVG («Азия, Омск, инициалы оператора»), показана на фото 6. Первым коротковолновиком Урала в середине 1927 г. становится свердловчанин Красюков Савва Александрович (29RA, позднее - AU4AB). Длину рабочей волны передат-

чика и его выходную мощность заявитель указывал самостоятельно - исходя из своих возможностей. Кстати о мощности - в то время уже была создана лампа конструкции Бонч-Бруевича, установленная с марта 1925 г. в впечатляющем передатчике Нижнего Новгорода и который на длине волны 84 метра (частота 3,57 МГц) «выдавал» 20 кВт.

Начиная с 1929 г. в эфире массово стали появляться украинские ЛРС. Активно работали в эфире: киевляне - А.Н.Витковский (U5BD), А.В.Конюшенский (U5BE) и Н.К.Нестеренко (U5BO); харьковчане - Н.Ф.Федотов (U5BF) и Ф.П.Реузов (U5BK); одесситы - А.А.Цариганский (U5BR), А.В.Бардашевский (U5BP) и А.Г.Лесниковский (U5BG). Из Луганска работал В.Г.Савелин (U5BV), а из Алчевска (Луганской обл.) - О.П.Коледов (U5BT). Днепропетровск представлял Н.Л.Евгеньев (U5BX), а Сумы - А.Е.Лящев (U5BN) и Н.Н.Лашенко (впоследствии - UB5OE, ныне - S.K.).



О Николае Николаевиче Лашенко следует сказать особо. Дело в том, что в те годы в СССР диапазон 20 м коротковолновиками не использовался и на нем звучали позывные только зарубежных коротковолновиков. Николай (а ему тогда было всего 19 лет) решил заняться освоением этого DXового диапазона. И это ему удалось. Вскоре в его аппаратном журнале появились экзотические для тех времён позывные, включая и из Австралии. В конце 1929 г. в журнале «Радио Всем» была опубликована схема его передатчика. Хотя она и не отличалась особой оригинальностью от существующих в то время, но его передатчик был первой конструкцией в СССР на этот диапазон. В 1937 г. уже в журнале «Радиофронт» о нем была опубликована большая статья с фотографией, на которой Н.Н.Лашенко был запечатлен на фоне своей радиостанции.

Первые коротковолновики на Винничине появились в 1930 году. Это были Романько из Тульчина, который получил позывной U5AD (ранее им работал Долгополов из Луганска) и Епифан Гнатович Скороход (U5EG), который до войны работал телеграфистом на Винницком радиоузле.

До ВОВ в Харькове организатором радиолюбительского движения был В.С.Трофимец, а его помощниками - В.Я.Радоус и А.Коцырев. Своёобразным «огоньком» была клубная коллективка - UK5RA, начальником которой был Виктор Васильев (он погиб во время войны).

1932 г. Сначала в Харькове, а затем в Киеве начал издаваться на украинском языке двухнедельный научно-популярный журнал «Радио». Выходил до июня 1941 г.

1933 г. В апреле при ЦК ВЛКСМ был создан Комитет содействия радиофикации страны и развития радиолюбительства (Радиокомитет). ОДР СССР было ликвидировано. В октябре Радиокомитет учредил радиотехнический минимум и ввёл значки «Юный радиолюбитель» и «Активист-радиолюбитель» (1 и 2 ст.)

21 апреля 1940 г. Центральным советом оборонного общества был утвержден значок «Коротковолновик Осоавиахима СССР». Для его получения необходимо было сдать следующие нормативы: прием на слух и передача не-

смыслового текста со скоростью 50 зн./мин., определить неисправность приемо-передающей аппаратуры, знание правил СЭС радиста и радиолюбительских кодов, навыки в проведении радиообмена.

22 декабря 1959 г. была создана Федерация радиоспорта (ФРС) СССР. Ее первым председателем был избран Герой Советского Союза, известный полярик Эрнст Теодорович Кренкель (позывной - RAEM).

В июне 1962 г. ФРС СССР была принята членом IARU.

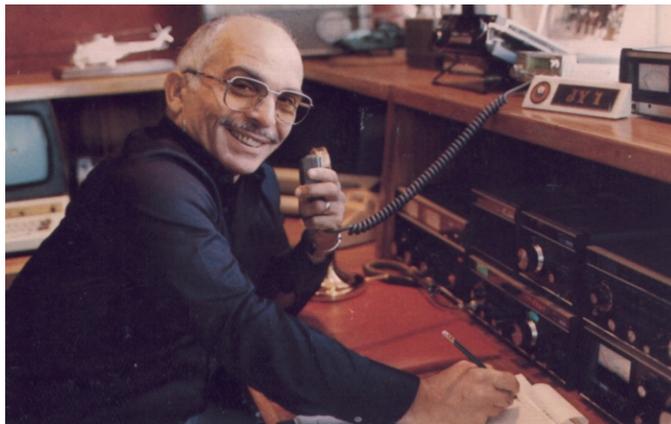
В настоящее время в Украине имеется свыше 10 тысяч радиолюбителей-связистов и ее национальная радиолюбительская организация - Лига радиолюбителей Украины (UARL), которая была создана 21 декабря 1991 г. и зарегистрирована Министерством юстиции Украины в сентябре 1992 г. Ее учредителями были

тан Бин Абдулазиз Аль Саид (7Z5OO) и Титипан (HS1Y); лауреат Нобелевской премии 1993 г. - физик Джозеф Тэйлор (K1JT); и уже ныне покойные: короли Марокко - Хасан II (CN8MH) и Иордании - Хусейн I (JY1) (фото 7); премьер-министр Индии Раджив Ганди (VU2RG); сенатор Барри Голдуотер (K7UGA); генералы: Куртис ЛеМэй (W6EZV) и Анастасио Сомоза Дебайле (YN1AS); канонизированный католической церковью в ранг СВЯТОГО польский священник - узник концлагеря Освенцим Максимилиан Колбе (SP3RN); известный полярик, Герой Советского Союза Эрнст Кренкель (RAEM).

В знаменитой «Книге рекордов Гиннесса» (в главе «Радио») находится позывной ныне покойного американца - жителя Виргинских островов Дика Спеснера (KV4AA), который на протяжении 1978 г. провел 48100 радиосвязей.

6

7



радиолюбительские группы из областей: Донецкой, Запорожской, Кировоградской, Луганской, Львовской, Одесской, Херсонской и Ассоциация радиолюбителей «Союз-Чернобыль». В том же году были зарегистрированы в местных органах власти первые ее структурные подразделения - Харьковское областное отделение («ХОТР») и региональное отделение г.Краматорска (клуб «Диапазон»). В апреле 1994 г. ЛРУ стала полноправным членом IARU. Руководит работой ЛРУ Совет, в состав которого входят свыше 40 членов (в основном, это руководители областных и региональных ее отделений), а повседневной работой - Исполком (президент, первый вице-президент, два вице-президента и секретарь). Имеется ряд комитетов и комиссий. В настоящее время ЛРУ структурно состоит из 39 областных и региональных (с правами областного) отделений во всех административных образованиях Украины. Также ее коллективными членами являются 6 неформальных объединений (клубов) радиолюбителей. Членов ЛРУ около 2500 чел.

Как, издавна говорят, «ничто королям не чуждо». Эта крылатая фраза в полной мере относится и к нашему хобби - любительской радиосвязи, которой свой досуг посвящают люди самых разных профессий и классов; исповедующие или нет всевозможные религии; принадлежащие или нет к различным политическим партиям и движениям. Как пример, коротковолновиками являются короли: Испании - Хуан Карлос де Бурбон (EA0JC) и Таиланда - Бхумипхол Аудлядей (HS1A); султан Омана - Бин Саид Ал Саид (A41AA); президенты: Аргентины - д-р Карлос Менем (LU1SM) и Ливана - Эмилие Лахуод (OD5LE); бывший президент Италии Франческо Коссига (I0FCG); американцы - конгрессмен Грег Валден (WB7OCE) и вице-адмирал Скот Рэдд (KODQ/A92Q); бывший вице-премьер Болгарии Румен Гечев (LZ1MS); колумбийка Луз Марина Зурага (HK6LT), которая в 1959 г. за свою красоту «носила» титул «Мисс Вселенная»; бывший Генеральный секретарь ООН У.Тан (XZ2TH); кронпринц Эл Хассан Бин Талал (JY2HT); принцы: Раад (JY3RZ), Талал Бин Абдель Азиз Аль Сауд (HZ1TA), Файсал Бин Мишаал Аль Сауд (HZ1SH), Халед Бин Сул-

Кстати, Сертификатом данной книги обладает и космонавт Муса Манаров (U2MIR).

В некоторых странах общественная радиолюбительская деятельность порой отмечается как и профессиональная. Так например, в 1994 г. президенту SARL Хансу ван де Гроенендаалу (ZS6AKV) «Университетом Стелленбоша» была присуждена почетная докторская степень за его многолетнюю и плодотворную деятельность по развитию радиолюбительского движения в ЮАР.

Вполне естественно, что принадлежность «королей» к нашей большой радиолюбительской «семье» помогает и простым смертным радиолюбителям в их странах. Так например, Раджив Ганди, будучи на государственном посту, «провел» решение о снятии пошлины при ввозе радиолюбительской аппаратуры, что сразу способствовало резкому росту числа коротковолновиков Индии.

Не зря академик С.Н.Вавилов, будучи президентом Академии наук СССР, охарактеризовал радиолюбительское движение такими словами: «Ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство - это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике...».

А академику А.И.Бергу принадлежат следующие слова: «Радиолюбители - это целая армия активных экспериментаторов и конструкторов, быстро растущих и ненасытно впитывающих все новое и полезное».

Литература и источники

1. W.F.Komer (DL1CU). «Geschichte des Amateurfunkens (1909-1963)» (FT-Verlag Rojahn+Kraft, Hamburg 1992).
2. Р.Н.Бикини и др. «Криминальный» итог начала радиолюбительства в России: («КВ журнал»; Москва; №2/98, с.55-60).
3. Георгий Члиянц (UY5XE). «История развития радиолюбительства и радиоспорта в Украине» (Львов; 1999, 48 с.).
4. ж-л «QST» (june 1925, p.10-16; january 2000, p.28-30).
5. ж-л «Радио Всем» (Москва; №1/1927).
6. «Хроника радиолюбительских дел». Вед.рубрики Г.Члиянц (ж-л «Радио»; Москва; №№2-4/84).
7. ж-л «РАДИОФРОНТ» №13/1935, с.7,8.

DX-КЛУБ «РАДИОХОББИ»

Александр Егоров, г. Киев



[Время в рубрике: по умолчанию всемирное координированное (UTC); меньшее киевского (KT) зимой на 2 ч, летом на 3 ч и меньшее московского (MSK) соответственно на 3 и 4 ч. Частоты указаны в кГц, а на УКВ в МГц. Для перевода частоты в килогерцах в длину волны в метрах следует разделить 300000 м на число килогерц. Расписания работы радиостанций могут изменяться в течение всего сезона вещания]

ЧТО ТАКОЕ UTC?

Большинство из вас, конечно, возмутятся такой постановке вопроса: мол, кто из дизксистов не знает, что это такое? И они по-своему правы, имея в виду саму аббревиатуру UTC, которая очень широко применяется в радиовещании и является необходимой составляющей рапорта о приеме, посылаемого дизксистом на радиостанцию. Я же хочу рассказать об истории происхождения этого термина и его физическом смысле.

Все, наверное, представляют себе, какое важное значение в наш век информатики имеет точное измерение времени. Можно без преувеличения сказать, что оно чрезвычайно необходимо для функционирования современного общества. Достаточно, например, указать на недостижимую когда-то точность судновождения, которая теперь возможна с помощью небольших приемников, которые применяются в так называемой Глобальной Спутниковой Системе Определения Местоположения (на английском языке Global Positioning System - GPS), которая базируется на системе синхронных молекулярных часов.

А сначала были солнечные и песочные часы, потом маятниковые. Специально для судновождения в начале 18 века был изобретен хронометр. Сейчас же мы пользуемся в своем быту значительно более точными, электронными часами. Что же касается эталона для измерения времени, то его точность тоже постоянно увеличивалась в зависимости от требования эпохи. Так например, после открытия в 15 веке Америки для морской навигации возникла необходимость более точных измерений времени, для чего начали использовать астрономическую обсерваторию, которая была учреждена в 1675 году в тогдашнем предместье Лондона Гринвиче (сейчас она находится на расстоянии всего-лишь нескольких минут от центра Лондона по железной дороге, в метро или короткого круиза по Темзе).

С изобретением в 1840 г железной дороги в Британии возникла необходимость в замене местного времени, принятого в его главных городах, национальной системой времяисчисления. С этой целью на всей территории Англии 2 августа 1880 г парламентом было принято Гринвичское Среднее Время (Greenwich Mean Time - GMT), позднее названное также Универсальное Время (Universal Time - UT), которое довольно точно измерялось астрономическими средствами на Гринвичской обсерватории. Соединенными Штатами Гринвичское время было одобрено 18 ноября 1883 г, когда телеграфом начали транслировать сигналы времени ко всем ее главным городам. До этого в США было свыше 300 местных времен.

Для упрощения этой ситуации вся земная поверхность была поделена на 24 смежных, равных между собой и перпендикулярных экватору участков, имеющих форму клинов, названных часовыми поясами, каждый из которых ограничен двумя меридианами, формируя около полюсов часовой угол (соответствует 15 угловым градусам). Среднее солнечное время центрального меридиана каждого часового пояса по соглашению было закреплено за каждым местом, которое входит в этот часовой пояс. Таким образом, в часовом поясе правее, на восток от Гринвича было установлено время большее Гринвичского на 1 час, а левее, на запад от Гринвича - время меньшее на 1 час, и так далее в обе стороны от Гринвича для всех зон время добавляется или отнимается аж до 12 часов, т.е. до 180-го меридиана, который находится на противоположной от Гринвича стороне Земли, где-то в Тихом океане. По другому можно еще представить земной шар, разделенный на 24 часовых пояса, причем справа от нулевого пояса в полночь по Гринвичу мы имеем 1-й час ночи наступающего дня, а слева от него - 23-й час предыдущего. Гринвичское время и деление на часовые пояса были одобрены всемирно 1 ноября 1884 г на Международной конференции по меридианам, которая состоялась в Вашингтоне. Часто по политическим и административным причинам часовые пояса ограничиваются не меридианами, а государственными границами.

В 1955 г после 20 лет исследований в нескольких научных лабораториях были изобретены первые цезиевые атомные часы. Сегодня уже существует несколько типов атомных часов, которые имеют различные принципы работы, основанные на использовании разных природных элементов таких как цезий и водород. Но все они используют общее свойство атомов, которые в соответствующих условиях или поглощают, или излучают электромагнитную энергию на одной очень стабильной во времени частоте. Для упрощения можно сказать, что атомные часы - это электронный прибор, который измеряет время путем подсчета числа колебаний атома.

Чрезвычайная точность атомных часов (1 секунда за 10 млн. лет) делает их пригодными для использования в качестве официальных эталонов времени вместо менее точного Гринвичского среднего времени. Но такая большая точность атомных часов делает атомное время непригодным для повседневной жизни, синхронизированной с солнечным временем. В самом деле, атомные часы сделали более явным то, что было известно и раньше при меньшей точности астрономических наблюдений: непрерывное замедление вращения Земли вокруг своей оси. Этот феномен в основном из-за тормозящего действия морских приливов увеличивает длительность среднего солнечного года приблизительно на 0,8 секунды за столетие, т.е. на 1 час за 450 тыс. лет.

С 1900 г средний солнечный день увеличился на 0,002 атомные секунды, и, стало быть, Гринвичское среднее время расходится с международным атомным временем приблизительно на 1 сек за каждые 500 суток. Беря во внимание этот прогрессирующий фазовый сдвиг между двумя шкалами времени и не отказываясь от высокой точности, предлагаемой атомными часами, в 1972 г был найден компромисс, который привел к определению понятия Универсального Координированного Времени (UTC), которое сейчас используется как официальная мера времени в мире. По сути время UTC течет как международное атомное время, а когда разница с Гринвичским временем достигает 1 секунды, к шкале UTC добавляется 1 секунда, которая называется прыгающей (leap second). Таким образом, разница все время поддерживается меньшей, чем 0,9 сек. Про добавление прыгающей секунды сообщается Международной Службой Вращения Земли (IERS), которая непрерывно контролирует скорость вращения. Наилучшими датами для добавления прыгающей секунды являются 30 июня и 31 декабря. Кстати, термин UTC тоже является компромиссом между английским CUT (Coordinated Universal Time) и французским TUC (Temps Universel Coordonnaire).

Еще и сейчас Гринвичское среднее время (GMT) используется как стандартной часовой пояс для Главного меридиана (нулевого) или как гражданское время в Великобритании. В международном радиовещании для объявления времени трансляций в глобальном масштабе (для всемирных служб) обычно используется время UTC. Таким образом, нет необходимости радиостанции, которая вещает на весь мир, объявлять местное время каждой страны, где ее могут слушать, или свое местное время, которое могут и не знать в других странах. Также UTC применяется в международной радиосвязи, например в авиационной диспетчерской радиосвязи.

Обратите внимание на то, что местное время во многих странах Северного полушария (но не во всех) летом увеличивается на 1 час (в Южном полушарии одновременно уменьшается на 1 час), а зимой возвращается к нормальному, поясному времени, которое нередко также изменяется: так, например, случилось в этом году, когда Литва и Латвия решили не вводить у себя летнее время, а перейти во 2 часовой пояс, т.е. в Среднеевропейское время. В связи с этими сезонными и несезонными изменениями местного времени в радиовещании, как и на международном транспорте, радиосвязи, электронной почте и других международных средствах общения как раз и происходит огромная путаница по стыковке во времени между разными странами. Вот тут-то и выручает Всемирное координированное время UTC, которое всегда остается независимым ориентиром для всего мира и из которого, зная разницу между своим поясным временем (ПВ) (карты поясного времени обычно имеются в «Атласах мира» - там часовые пояса указаны от 0-го до 24-го), вы всегда сможете вычислить ваше местное время (МВ) приема радиопередач по простым формулам: 1) зимнее $МВ = UTC + / - ПВ$; 2) летнее $МВ = UTC + / - ПВ + 1$ час (+ПВ для Восточного полушария; -ПВ для Западного полушария). Из этих равенств по имеющемуся местному времени можно легко найти и UTC, только надо алгебраически правильно учитывать знаки при ПВ. Готовые таблицы разницы в разных странах мира между местным временем и UTC для зимы и лета приводятся в различных радиолюбительских справочниках, в том числе WRTH, Passport to World Band Radio, Карманный справочник радиолюбителя-коротковолновика и т.п., где такая разность указана в пределах +/-12...13 ч, при этом бывают и дробные значения. Чтобы радиолюбителям не путаться в разных временных шкалах, лучше всего пользоваться двумя часами: для местного времени и для UTC.

ВСЕМИРНАЯ ТАБЛИЦА ВРЕМЕНИ

Для дизксистов привожу (см. с.6) из WRTH-99 таблицу разницы между местным временем и UTC для большинства стран и территорий мира (учитывая всеобщую среди дизксистов грамотность в английском языке и во избежание разночтений при переводе, оставляю английские наименования стран).

Примечания:

1) знак (+) означает, что страна находится на восток от Гринвича (поясное время добавляется к UTC);

2) знак (-) - на запад от Гринвича (поясное время вычитается из UTC);

3) в таблицу не вошли изменения, произошедшие в некоторых странах за последнее после издания справочника время.

Afghanistan	+4.30	+4.30	Egypt	+2	+2	Pohnpei	+11	+11	Solomon Isl.	+11	+11
Alaska	-9	-8	El Salvador	-6	-6	Midway Isl.	-11	-11	Somalia	+3	+3
	-10	-9	Equator. Guinea	+1	+1	Moldova	+2	+3	S.Africa	+1	+2
Albania	+1	+2	Estonia	+2	+3	Monaco	+1	+2	Spain	+1	+2
Algeria	+1	+1	Ethiopia	+3	+3	Mongolia	+8	+9	Sri Lanka	+6	+6
Andorra	+1	+2	Falkland Isl.	-4	-4	Montserrat	-4	-4	St.Helena	UTC	UTC
Angola	+1	+1	(Port Stanely)	-4	-3	Morocco	UTC	UTC	St.Kitts-Nevis	-4	-4
Anguilla	-4	-4	Faroe Isl.	UTC	+1	Mozambique	+2	+2	St.Lucia	-4	-4
Antigua	-4	-4	Fiji	+12	+12	Myanmar	+6.30	+6.30	St.Pierre	-3	-2
Argentina (East)	-3	-2	Finland	+2	+3	Namibia	+1	+2	St.Vincent	-4	-4
Argentina (rest)	-3	-3	France	+1	+2	Nauru	+11	+11	Sudan	+2	+2
Armenia	+4	+4	Gabon	+1	+1	Nepal	+5.45	+5.45	Suriname	-3	-3
Aruba	-4	-4	Galapagos Isl.	-6	-6	Netherlands	+1	+2	Swaziland	+2	+2
Ascension Isl.	UTC	UTC	Gambia	UTC	UTC	Neth.Antilles	-4	-4	Sweden	+1	+2
Australia:			Georgia	+4	+5	New Caledonia	+11	+11	Switzerland	+1	+2
Victoria & NSW	+10	+11	(exc.Abkhasia)	+3	+4	New Zealand	+12	+13	Syria	+2	+3
Queensland	+10	+10	Germany	+1	+2	Nicaragua	-6	-6	Tajikistan	+5	+5
Tasmania	+10	+11	Ghana	UTC	UTC	Niger	+1	+1	Taiwan	+8	+8
N.Territory	+9.30	+9.30	Gibraltar	+1	+2	Nigeria	+1	+1	Tanzania	+3	+3
S.Australia	+9.30	+10.30	Greece	+2	+3	Niue	-11	-11	Thailand	+7	+7
(we.part)	+9	+10	Greenland:			Norfolk Isl.	+11.30	+11.30	Togo	UTC	UTC
W.Australia	+8	+8	Scoresbysund	-1	UTC	N.Marianas	+10	+10	Tonga	+13	+13
Austria	+1	+2	Thule area	-3	-3	Norway	+1	+2	Transkei	+2	+2
Azerbaijan	+3	+4	Other areas	-3	-2	Oman	+4	+4	Trinidad	-4	-4
Azores	-1	UTC	Grenada	-4	-4	Pakistan	+5	+5	Tristan da Cunha	UTC	UTC
Bahamas	-5	-4	Guadeloupe	-4	-4	Palau	+9	+9	Tunisia	+1	+2
Bahrain	+3	+3	Guam	+10	+10	Panama	-5	-5	Turks & Caicos	-4	-4
Bangladesh	+6	+6	Guatemala	-6	-5	Papua N.Guinea	+10	+10	Turkey	+2	+3
Barbados	-4	-4	Guiana (French)	-3	-3	Paraguay	-4	-3	Turkmenistan	+5	+5
Belarus	+2	+3	Guinea (Rep.)	UTC	UTC	Peru	-5	-4	Tuvalu	+12	+12
Belgium	+1	+2	Guinea Bissau	UTC	UTC	Philippines	+8	+8	Uganda	+3	+3
Belize	-6	-6	Guyana (Rep.)	-3	-3	Poland	+1	+2	Ukraine	+2	+3
Benin	+1	+1	Haiti	-5	-4	Polynesia (Fr.)	-10	-10	United Arab Em.	+4	+4
Bermuda	-4	-3	Hawaii	-10	-10	Portugal	UTC	+1	United Kingdom	UTC	+1
Bhutan	+6	+6	Honduras (Rep.)	-6	-6	Puerto Rico	-4	-4	Uruguay	-3	-2
Bolivia	+6	+6	Hong Kong	+8	+8	Qatar	+3	+3	USA:		
Bosnia/Hercegov.	+1	+2	Hungary	+1	+2	Reunion	+4	+4	a) Eastern	-5	-4
Botswana	+2	+2	Iceland	UTC	UTC	Romania	+2	+3	Indiana	-5	-5
Brazil:			India	+5.30	+5.30	Russia:			b) Central	-6	-5
a) Oceanic Isl.	-2	-2	Indonesia:			Moscow	+3	+4	c) Mountain	-7	-6
b) Ea & Coastal	-3	-2	a) Java, Bali,			Novosibirsk	+7	+8	Arizona	-7	-7
c) Manaos	-4	-3	Sumatra	+7	+7	Khabarovsk	+10	+11	d) Pacific	-8	-7
d) Acre	-5	-4	b) Kalimantan,			Petropavlovsk	+12	+13	Uzbekistan	+5	+5
Brunei	+8	+8	Sulawesi,			Rwanda	+2	+2	Vanuatu	+11	+12
Bulgaria	+2	+3	Timor	+8	+8	Samoa Isl.	-11	-11	Venezuela	-4	-4
Burkina Faso	UTC	UTC	c) Moluccas,			S.Tome	UTC	UTC	Vietnam	+7	+7
Burundi	+2	+2	We.Irian	+9	+9	Saudi Arabia	+3	+3	Virgin Isl.	-4	-4
Cameroon	+1	+1	Iran	+3.30	+4.30	Senegal	UTC	UTC	Wake Isl.	+12	+12
Canada:			Iraq	+3	+4	Seychelles	+4	+4	Wallis & Futuna	+12	+12
a) NF,Labrador	-3.30	-2.30	Ireland	UTC	+1	Sierra Leone	UTC	UTC	Yemen	+3	+3
(So.Ea)			Israel	+2	+3	Singapore	+8	+8	Yugoslavia	+1	+2
b) Labrador(rest)	-4	-3	Italy	+1	+2	Slovakia	+1	+2	Zambia	+2	+2
NS, NB, PEI			Jamaica	-5	-4	Slovenia	+1	+2	Zimbabwe	+2	+2
c) ON, PQ	-5	-4	Japan	+9	+9						
d) MB	-6	-5	Jordan	+2	+3						
e) AB, NWT	-7	-6	Kenya	+3	+3						
f) BC, YT	-8	-7	Kazakhstan	+6	+7						
Cambodia	+7	+7	Kiribati	+12	+12						
Canary Isl.	UTC	+1	Korea (Rep.)	+9	+10						
Cape Verde Isl.	-1	-1	Korea (D.P.R.)	+9	+9						
Cambodia Isl.	-5	-4	Kuwait	+3	+3						
Ce.African Rep.	+1	+1	Kyrgyzstan	+5	+6						
Chad	+1	+1	Laos	+7	+7						
Chile	-4	-3	Latvia	+2	+3						
China (P.R.):			Lebanon	+2	+3						
Beijing	+8	+9	Lesotho	+2	+2						
Urumqi	+6	+7	Liberia	UTC	UTC						
Christmas Isl.	+7	+7	Libya	+1	+2						
Cocos Isl.	+6.30	+6.30	Lithuania	+2	+3						
Comoro Rep.	+3	+3	Lord Howe Isl.	+10.30	+11						
Congo	+1	+1	Luxembourg	+1	+2						
Congo (Dem.Rep):			Macau	+8	+8						
Kinshasa	+1	+1	Macedonia	+1	+2						
Lubumbashi	+2	+2	Madagascar	+3	+3						
Cook Isl.	-10	-9.30	Madeira	UTC	UTC						
Costa Rica	-6	-5	Malawi	+2	+2						
Cote d'Ivoire	UTC	UTC	Malaysia	+8	+8						
Croatia	+1	+2	Maldives Isl.	+5	+5						
Cuba	-5	-4	Mali	UTC	UTC						
Cyprus	+2	+3	Malta	+1	+2						
Czech Rep.	+1	+2	Marshal Isl.	+12	+12						
Denmark	+1	+2	Martinique	-4	-4						
Diego Garcia	+5	+5	Mauritania	UTC	UTC						
Djibouti	+3	+3	Mauritius	+4	+4						
Dominica	-4	-4	Mayotte	+3	+3						
Dom. Rep.	-4	-4	Mexico	-6	-6						
Easter Isl.	-6	-5	Micronesia:								
Ecuador	-5	-5	Truk, Yap	+10	+10						

РАСПИСАНИЯ

EQA\HCJB, Кито, Эквадор\англ.: на Европу 0700-0900 15160, 1900-2200 17660, 0000-1530 21455; на С.Америку 0000-0700 9745 15115, 1100-1630 15115; на Карибский регион 1100-1630 12005; на Юж.Америку 1100-1630 15115; на юг Тихого океана 0700-1100 11755.

HOL\Р.Netherlands, «Media Network»: на Африку 1000 9795 12065 13750; на Европу 1130 6045 9860; на Азию 1500 9890 12075 15590; на Африку 1800 6020 7120 11655, 1930 6020 7120 9895 13700 17605 21590; на Европу 2100 1512; на В. и Ц.США, Канаду 0000 6165 9845; на Ц. и З.США, Канаду 0500 6165 9590.

POL\Р.Полония, Варшава\ пол.: 0205-0255 225; 0500-0559 SAT; 0700-0759 7285 5995 SAT; 1100-1125 7285 7270; 1530-1629 7285 6035 SAT; 2100-2159 7270 6095 6035 SAT; 2200-2259 SAT; INTERNET AUDIO: <http://www.wrn.org/audio/html>; рус.: 1100-1129 9540 7250; 1300-1329 9540 7285; 1430-1455 7230 6000; 1800-1829 7180 6000; 1900-1925 7215 7270 6095 6035; 2300-2359 SAT; укр.: 0300-0329 SAT; 0800-0829 SAT; 1430-1459 7285 6035 SAT; 1500-1525 6015 7145; 1530-1555 7180 6015; 1630-1655 7180 6035; 1830-1859 7145 7285 6035 6000 SAT; 2030-2055 7270 6015; белорус.: 0430-0459 SAT; 1130-1155 7285 5995; 1330-1329 6035 5995 SAT; 1630-1659 6000 7285 SAT; 1700-1755 7180 6035; 2030-2055 6035 7340. (SAT: спутник EUTELSAT II F-6 Hot Bird, 13° в.д., 11,474 ГГц, поляр.гориз., звук.поднес. 7,38 МГц).

USA\VOA, «Communications World»: 0133 5995 6130 7115 9455 9635 11705 11725 11820 13650 15250; 0533 792 909 1197 5970 6035 6080 7195 9530 11965 12080 13670 15205; 0933 1197 11930 13610 15150; 1333 1197 6160 9645 9760 15160 15425; 1733 1197 6160 7125 9645 9700 9760 15255 15410 15445 17895; 2133 1197 1260 6040 6095 9535 9705 9760 11870 15185 17740 17820. Приведенные частоты применяются для разных регионов мира, поэтому необходимо выбирать наиболее слышимые в вашем регионе. В режиме DSB из Гринвилла, Сев.Каролина трансляции «CW» ведутся в суб. 0700 10869 кГц, в вос. 1400 18275 кГц.

Сообщайте мне о ваших наблюдениях письмом в адрес редакции или на мой E-mail: egorov@radiolink.net, FidoNet 2:463/197.38 .

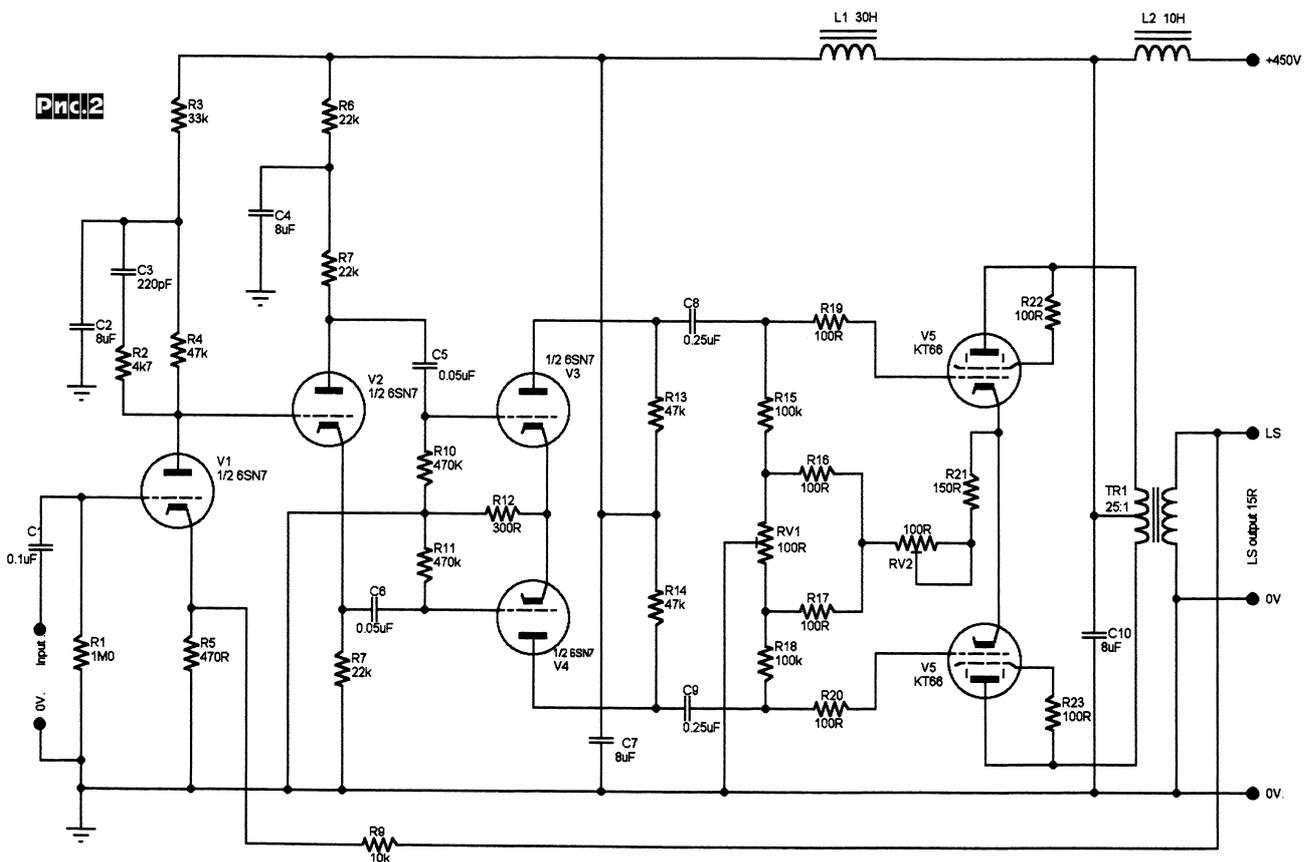
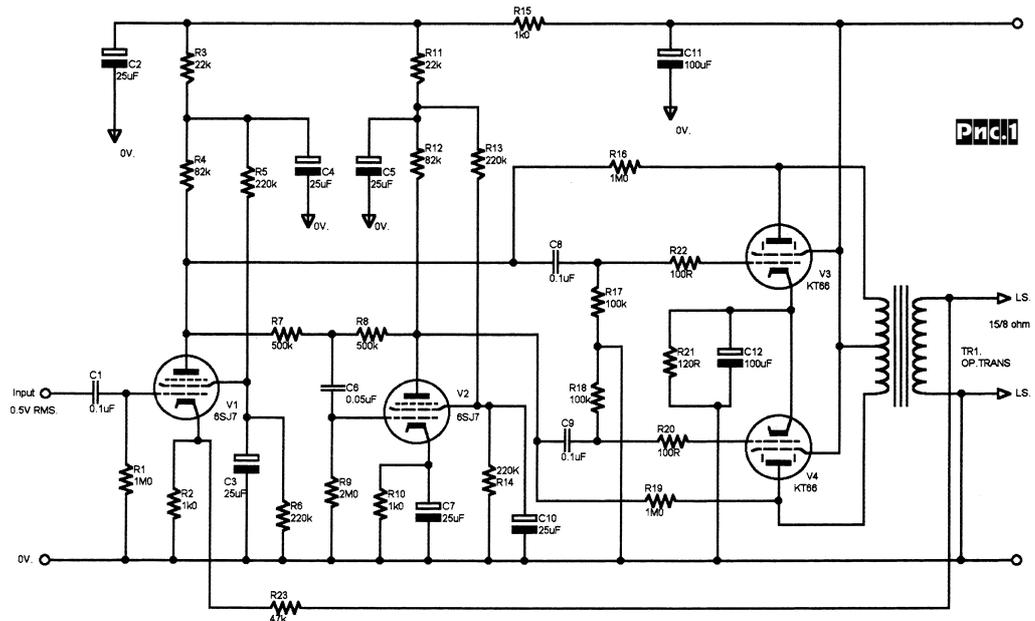
Желаю вам успешного приема и 73!

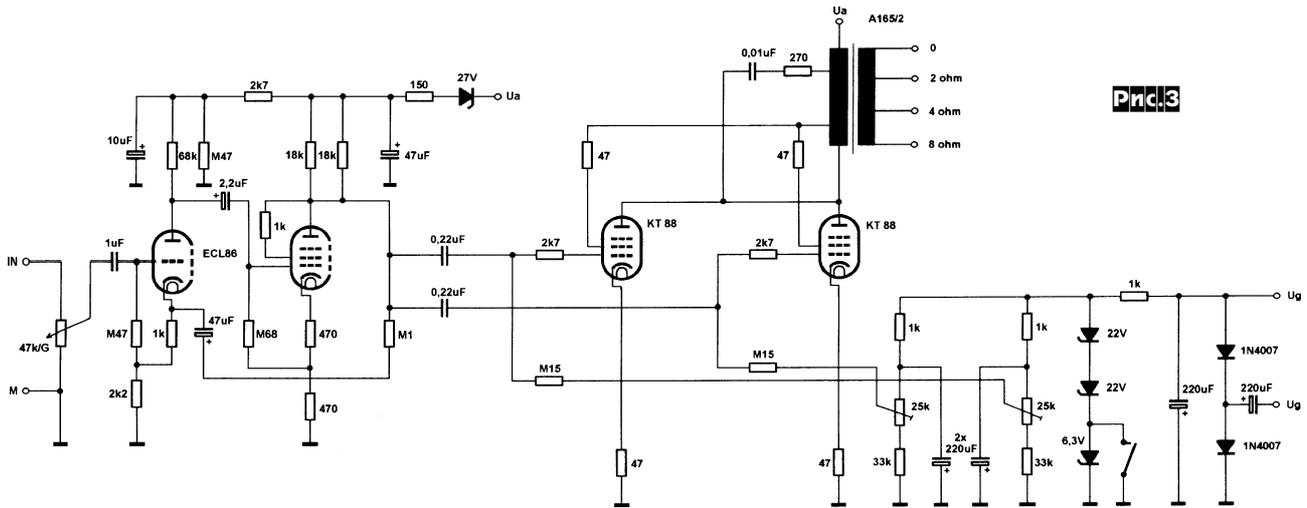
Известнейший английский аудиоконструктор **Джон Линсли-Худ** (John Linsley-Hood), отвечая на запросы современных любителей лампового звука, приводит две раритетных схемы - собственную довоенную образца 1940 года (одну из первых на только появившихся тогда **лучевых тетрадах Marconi-Osram KT66**) - **рис.1** и самую популярную ламповую схему всех времен и народов - знаменитый **усилитель Вильямсона** (опубликован весной 1947 года в журнале Wireless World) - **рис.2**. Новинка тех лет - секционированный выходной трансформатор TR1 с коэффициентом трансформации 25:1 и относительно глубокая для ламповых схем ООС (R9R5) глубиной 26 дБ обеспечили «бессмертность» усилителя Вильямсона: его объективные характеристики (полоса частот от 10 Гц до 100 кГц при неравномерности ± 1 дБ, коэффициент гармоник не более 0,1% при выходной мощности 15 Вт) и субъективная оценка качества звука до сих пор дают фору многим

современным ламповым конструкциям («*Electronics World incorporating Wireless World*» №4/2000, с.325-329).

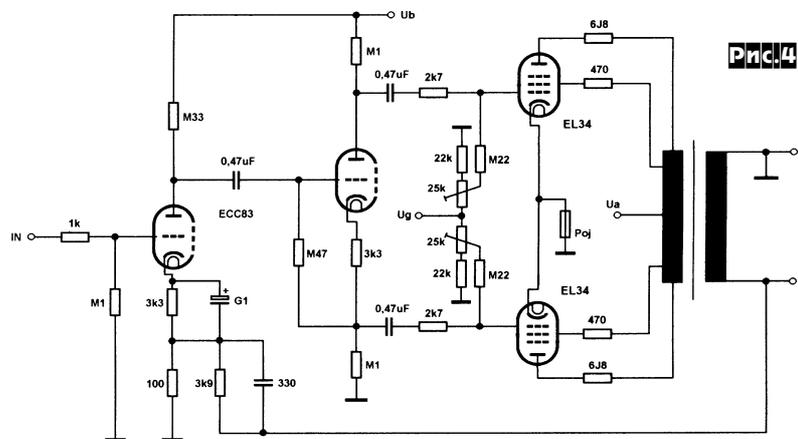
В обзорной статье по ламповым УМЗЧ **Карела Рочельта** рассмотрены все их современные разновидности. На **рис.3** (см. с.8) изображена схема относительно мощного (**30 Вт**) **однотактного**

(**Single-Ended, SE**) усилителя, способного «раскачать» даже акустические системы с невысокой (85 дБ/Вт/м и ниже) чувствительностью. Два входных каскада на триоде-пентоде охвачены как местными (не зашунтированными конденсаторами резисторы в цепях катодов), так и общей ООС с анода пентода через



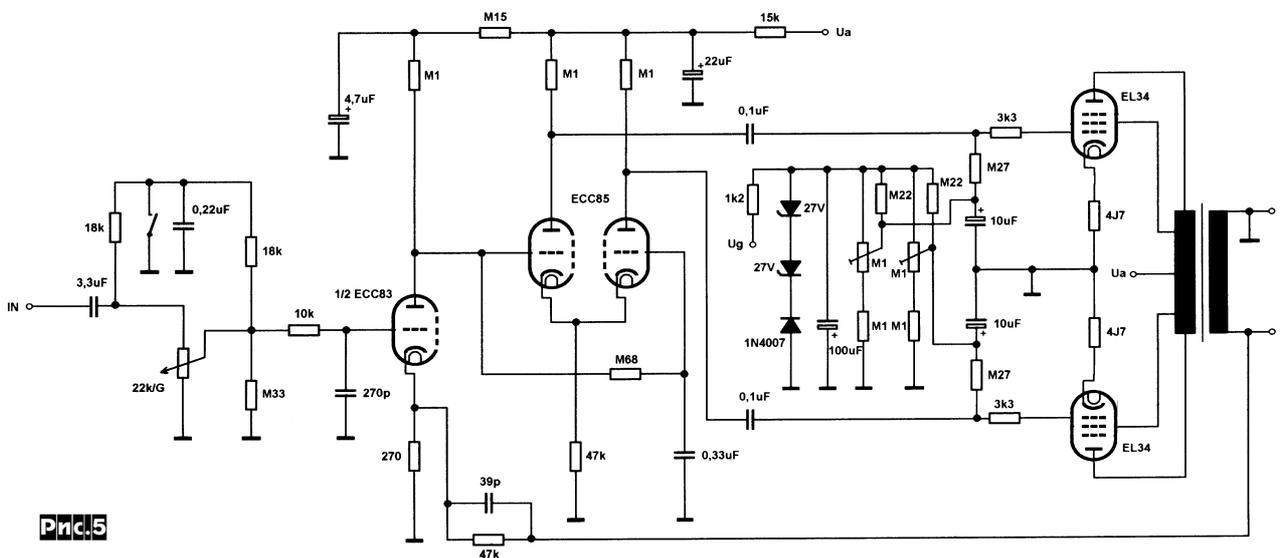


резистор M1 и конденсатор 47uF. Смещение на сетки двух параллельно включенных ламп выходного каскада - фиксированное, подается с параметрического стабилизатора напряжения через подстроечные резисторы, посредством которых при налаживании выравнивают токи анода обеих ламп. В качестве типовых двухтактных (**Push-Pull, PP**) решений приведены схемы усилителей **JADIS** (рис.4) и **EDGAR** (рис.5), в регуляторе громкости применена отключаемая цепь тонкомпенсации). В обоих применена общая ООС, фиксированное смещение выходных ламп и ультралинейное питание экранирующих сеток. Выходная мощность этих усилителей 30 Вт. В предложенном автором усилителе (рис.6) выходной каскад выполнен по схеме **Circlotron** (двухтактный параллельный, **Parallel Push-Pull, PPP**), в которой нагрузка - выходной трансформатор - включена между катодами выходных ламп (а не между анодами, как в обычном двухтактном - эквивалентные схемы **PP** и **PPP** изображены соответственно слева и справа на рис.7). Такое включение требует двух отдельных незаземленных источников анодного напряжения (схема



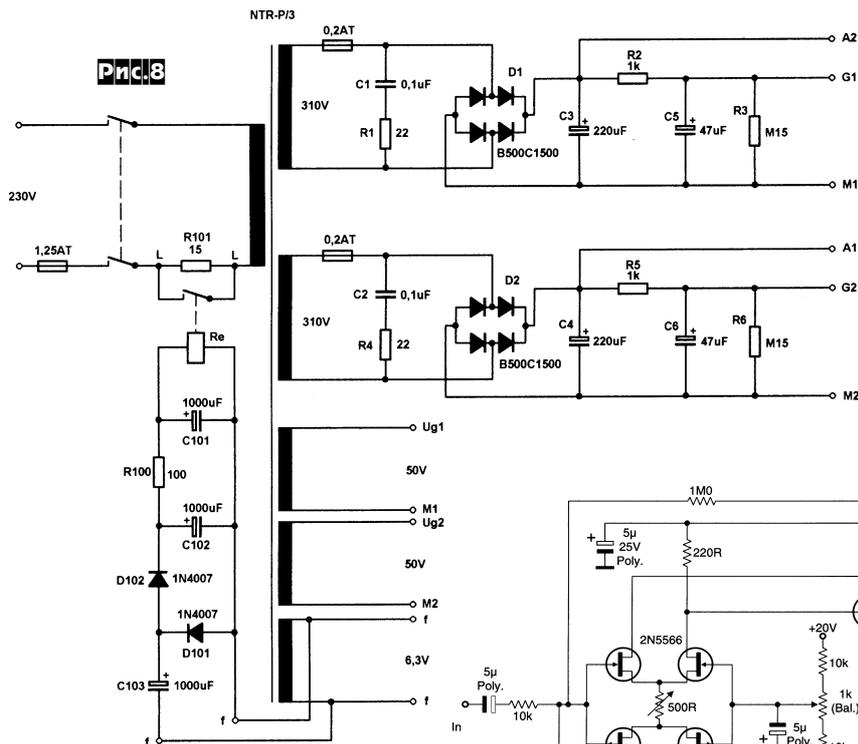
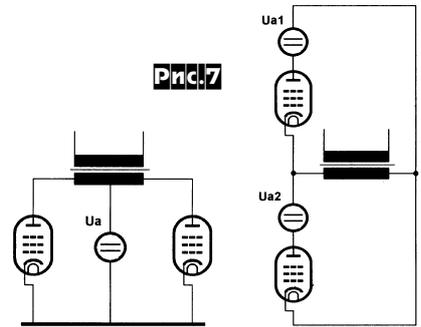
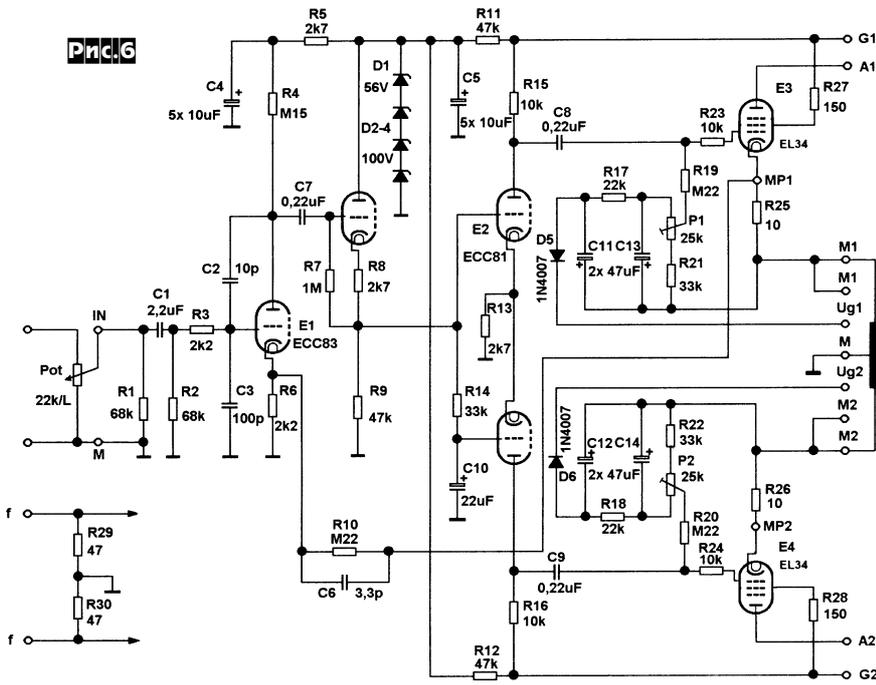
блока питания изображена на рис.8), но обеспечивает существенно меньшее выходное сопротивление, а значит облегчает требования к выходному трансформатору AP234. Основные характеристики усилителя: максимальная выходная мощность 35 Вт ($K_g = 2,8\%$), коэффициент гармоник при малой мощности $K_g = 0,13\%$ (1 Вт), относительный уровень собственных шумов -86 дБ, входное

сопротивление 11 кОм, номинальное входное напряжение 1,25 В («Prakticka elektronika A Radio» №3/2000, с.9-13, №4/2000, с.26-28). Примечание редакции. Подобрать отечественный аналог зарубежным радиолампам вы можете по минисправочнику на с.34 этого номера, а рассчитать выходные трансформаторы - по методикам, изложенным в статье Е.Васильченко (см.с.58).



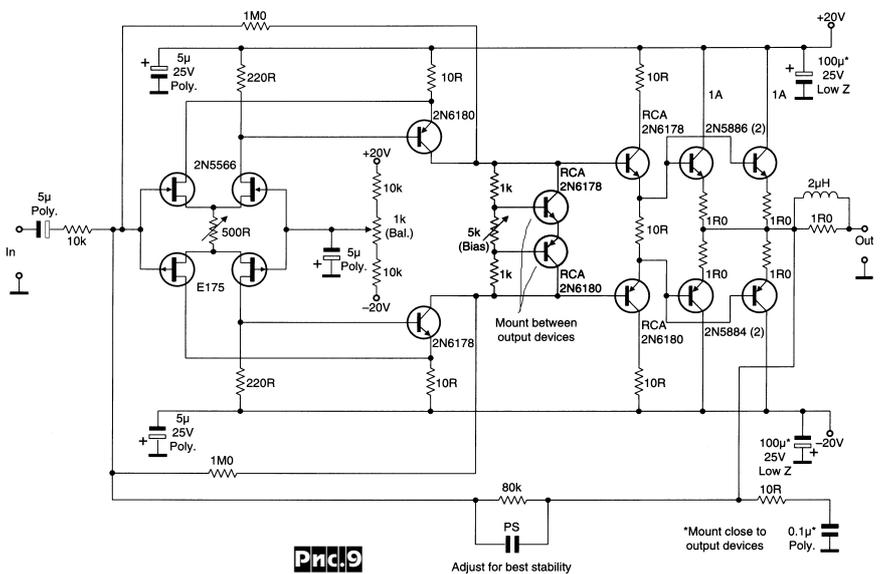
стигается линейаризация двух первых каскадов (как вследствие собственно местной ОС, так и устранения синфазного входного напряжения, возникающего в «обычных» входных дифкаскадах с подачей входного сигнала и ООС на разные входы) и одновременно существенное ограничение глубины общей ООС с выхода усилителя через цепочку 80к/PS в эту же суммирующую точку («*Electronics World incorporating Wireless World*» №4/2000, с.342).

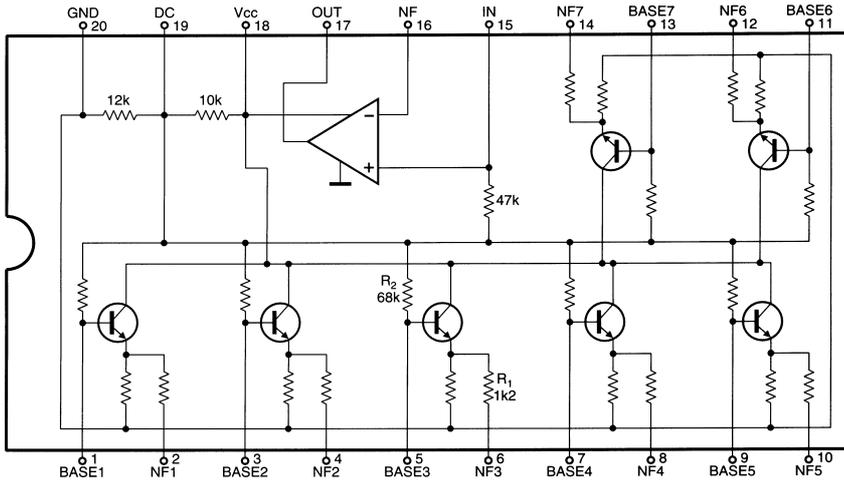
Поль Фарнез на основе специализированной ИМС LA3607 фирмы Sanyo разработал **7-полосный графический эквалайзер**. Внутренняя структура этой ИМС по-



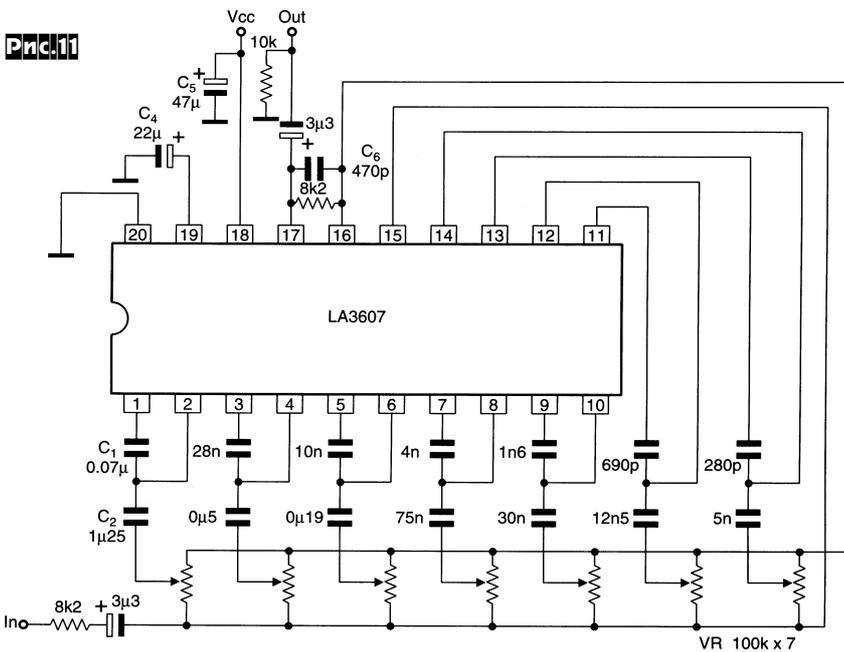
Для снижения эффекта Миллера и связанных с ним т.н. «автоинтермодуляционных» искажений входного каскада Клас Уэннинг предлагает как частные (местные), так и общую петлю ООС УНЧ, а также входной сигнал сводить в одну точку. В предложенном им симметричном инвертирующем усилителе (рис. 9) две местные цепочки ООС с выходов второго каскада (коллекторов 2N6180 и 2N6178) подаются в общую точку затворов входного каскада. Этим до-

казана на рис. 10, а схема эквалайзера - на рис. 11. Как видно, все устройство представляет собой 7 идентичных активных фильтров с небольшой добротностью ($Q = \sqrt{C1R2/R1C2} = 1,5...2$) на основе транзисторных гираторов, отличающихся только частотами настройки $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{C1C2R1R2}) = 60 \text{ Гц}; 150 \text{ Гц}; 400 \text{ Гц}; 1 \text{ кГц}; 2,5 \text{ кГц}; 6 \text{ кГц}; 15 \text{ кГц}$, где C1, C2 - емкость внешних частотозадающих конденсаторов (рис. 11), R1, R2 - сопротивление внутренних резисторов (рис. 10, соответственно 1,2 кОм и 68 кОм). Введение того или иного гиратора регуляторами VR (все переменные

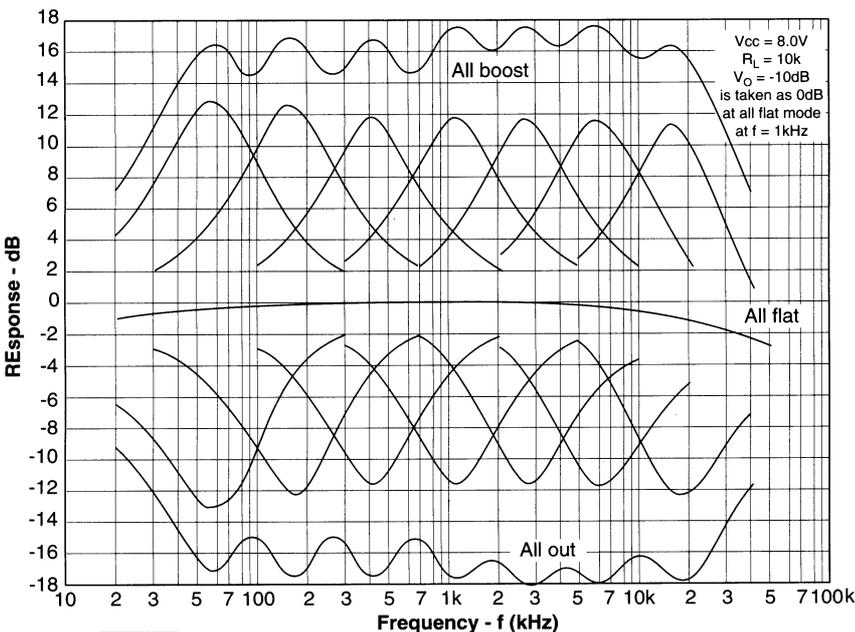




Prnc.10



Prnc.11



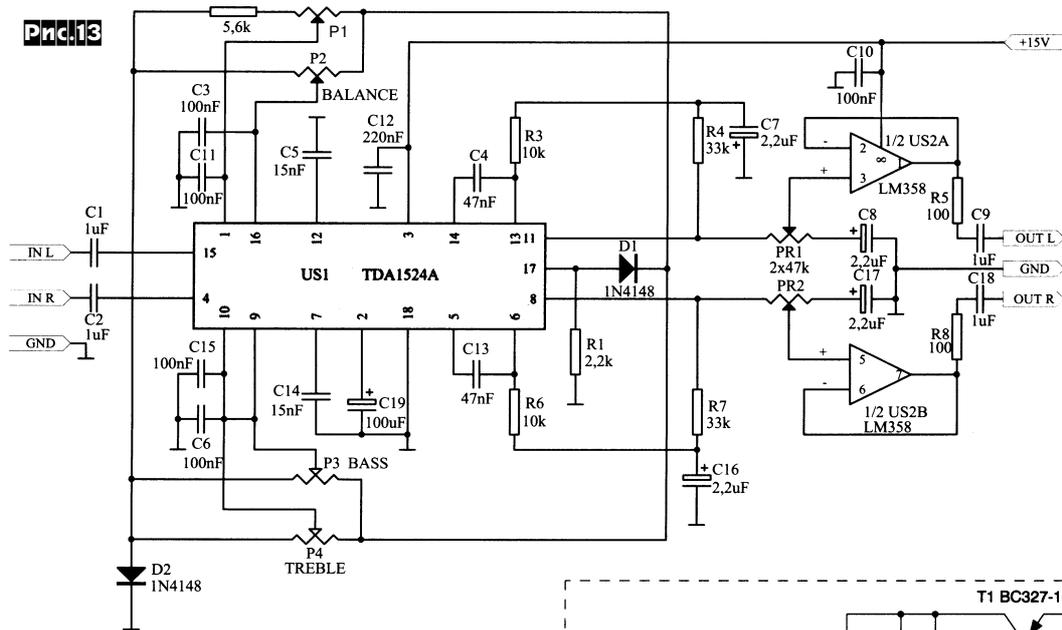
Prnc.12

резисторы VR - с линейной зависимостью) в цепь неинвертирующего входа внутреннего ОУ (т.е. движок VR ближе к выводу 15 ИМС) приводит к появлению частотнозависимого делителя напряжения (входной резистор 8к2-входное сопротивление гиратора) и «ямы» на АЧХ, а в цепь инвертирующего (ближе к выводу 16 ИМС) - к такому же частотнозависимому ослаблению ООС и «горбу» на АЧХ. Семейство формируемых АЧХ показано на **рис. 12**. Типовой коэффициент гармоник 0,02%, напряжение собственных шумов на выходе 7 мкВ, напряжение питания V_{cc} 8...12 В, потребляемый ток 7 мА («*Electronics World incorporating Wireless World*» №4/2000, с.347-349 *).

Анджей Космински предложил блок регулирования громкости и тембра для стереонаушников (**рис. 13**). Собственно регуляторы выполнены на ИМС US1 TDA1524 в типовой схеме включения, а на US2A/US2B собран умпощняющий усилитель, способный работать на низкоомные наушники. Глубина регулировки громкости (P1) от -80 до +21 дБ, тембра НЧ (P3) ± 12 дБ на частоте 100 Гц, тембра ВЧ (P4) ± 10 дБ на частоте 10 кГц, максимальное входное напряжение 2,5 В, коэффициент гармоник не более 0,3%, напряжение питания 12 В, потребляемый ток 40 мА. Резисторы P1-P4 - на 47 кОм с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота движка. В качестве US2 можно также применить MC1458 («*Hobby Elektronik*» №2/2000, с.48, 49 *).

Валентий Святы разработал **умощнитель-раздвоитель для прослушивания фонограмм с аудиоплееров** на две пары наушников (**рис. 14**). Собственно стереоусилитель выполнен на US1 TDA2822A, которая при напряжении питания 9 В может развивать на нагрузке 8 Ом мощность до 1 Вт. Микросхема нормально работает на нагрузку до 4 Ом и при выходной мощности 150 мВт обеспечивает коэффициент гармоник не более 0,2%. Изюминкой схемы является устройство автоматического включения-выключения питания. При наличии звукового сигнала напряжение на выходе детектора D1D2 становится достаточным для открывания транзистора T2 и далее T1, обеспечивающего питание микросхемы от 9-вольтовой батареи (6F22 или «Крона»). В отсутствие звукового сигнала напряжение на выходе детектора снижается до нулевого, транзисторы закрываются и обесточивают ИМС US1, обеспечивая экономию электропитания. Устройство работоспособно при напряжениях питания от 1,8 до 15 В («*Praktyczny Elektronik*» №2/2000, с.4-6 *).

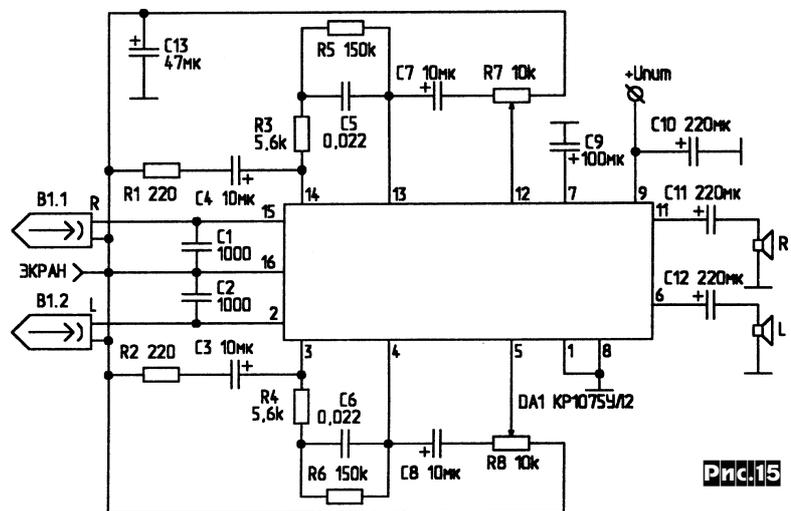
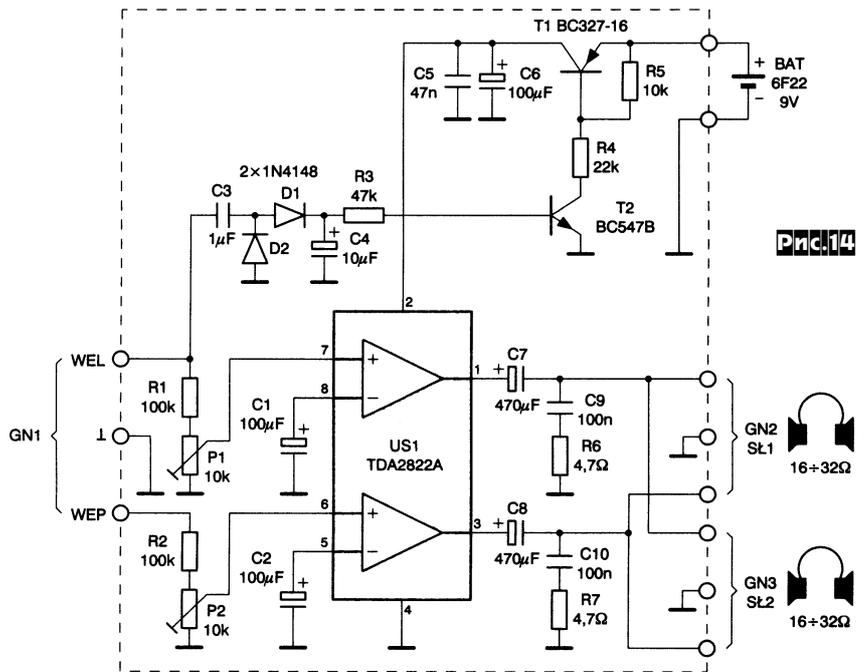
А.Зуев разработал полный канал воспроизведения аудиоплеера на одной ИМС K1075УЛ2 (**рис. 15**). Он содержит как корректирующий усилитель воспроизведения (R1-R6, C1-C6), так и усилитель мощности для наушников (C11C12). R7 и R8 - регуляторы громкости. Устройство нормально работает при напряжениях питания 2...6 В, потребляя в режиме покоя не более 3 мА. Выходная мощ-



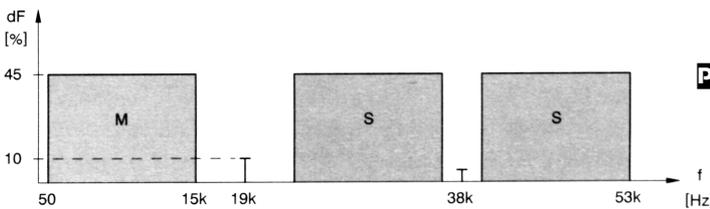
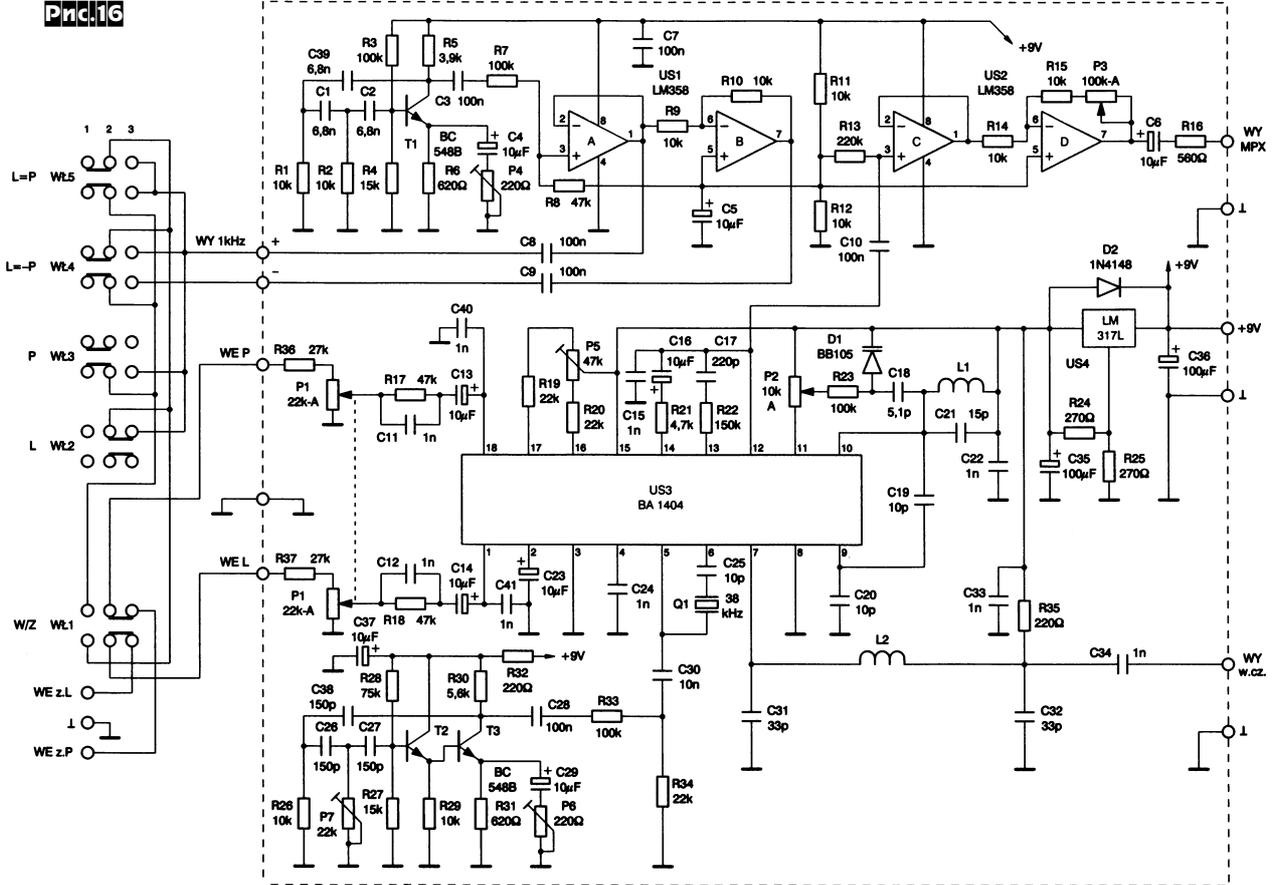
ром C21L1 и в пределах диапазона может быть перестроена резистором P2, изменяющим смещение варикапа D1, частично включенного в контур C21L1. Выход ВЧ усилителя мощности (вывод 7 ИМС US3) через П-образный фильтр C31L2C32 и C34 подается на радиопередатчик или через аттенуатор - на радиовход тестируемого приемника. Штатно в схеме используется внутренний генератор поднесущей 38 кГц, стаби-

ность 2x70 мВт при коэффициенте гармоник не более 0,1%. Магнитная головка В1 может быть любого типа с индуктивностью от 100 до 200 мГн, ее следует соединять с входом устройства экранированным проводом. При необходимости АЧХ в области ВЧ корректируют подбором емкости C1, C2 («Радиолобитель» №4/2000, с. 13 *).

Стереокодер (рис. 16) Томаша Квятковски преобразует два входных звуковых канала WE P (правый) и WE L (левый) в комплексный стереосигнал (КСС) по «западному» стандарту с половинной поднесущей (пилот-тоном) 19 кГц на выходе WY MPX (спектр КСС показан на рис. 17: от 50 до 15000 Гц расположен спектр суммарного звукового канала Л+П, на 19 кГц пилот-тон - ослабленная составляющая с частотой, равной половине поднесущей 38 кГц, а по обе стороны от собственно поднесущей 38 кГц расположены боковые полосы поднесущей, промодулированной разностным каналом Л-П) и FM-сигнал в диапазоне от 66 до 108 МГц на выходе WY w.c.z. Основу устройства составляет ИМС BA1404 фирмы Rohm (US3), которая выполняет следующие функции: стандартную ВЧ-предкоррекцию с постоянной времени 50 мкс (R17C11, R18C12), суммарно-разностную обработку сигналов левого и правого каналов, генерацию поднесущей 38 кГц и формирование на выводе 13 полуподнесущей 19 кГц (напряжением 600 мВ), АМ-модуляцию поднесущей разностным Л-П сигналом с подавлением самой поднесущей на выводе 14 (максимального подавления поднесущей 38 кГц на этом выводе добиваются подстроечным резистором P5). Вход модулятора УКВ ЧМ-генератора - вывод 12, несущая задается конту-

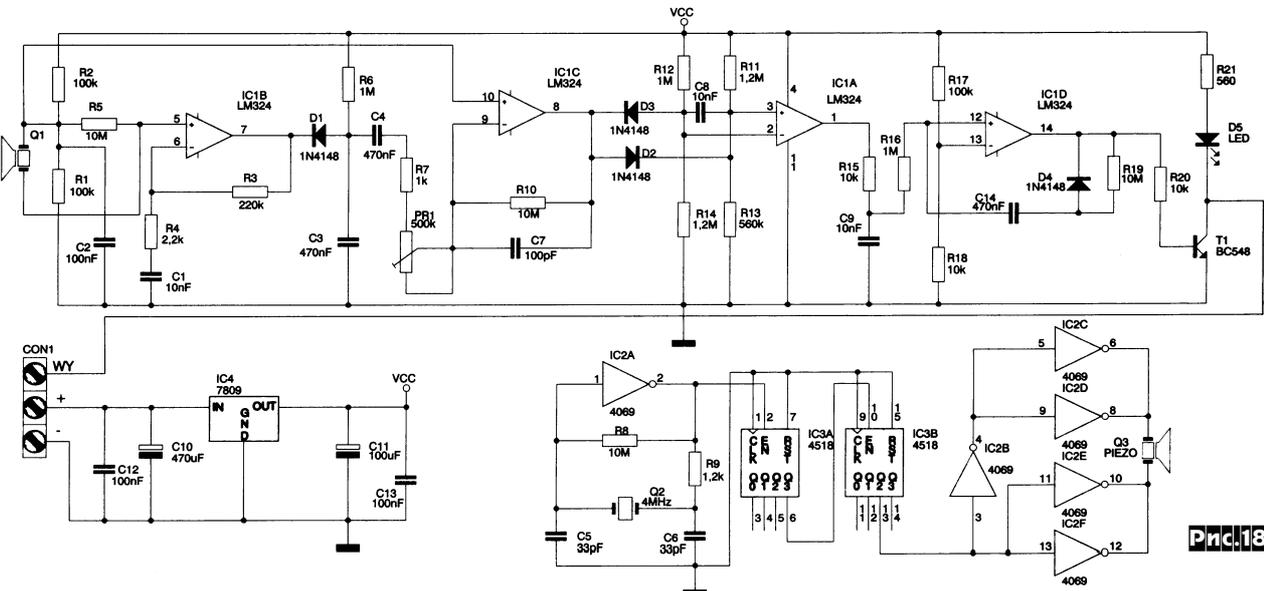


Prac.16



Prac.17

лизированный кварцем Q1; при этом транзисторы T2, T3 с окружающими их элементами (включая C30, R34) из схемы исключаются. Ввиду дефицитности кварцев с такой частотой вместо него можно применять внешний генератор поднесущей на T2, T3 (Q1C25 при этом,



Prac.18

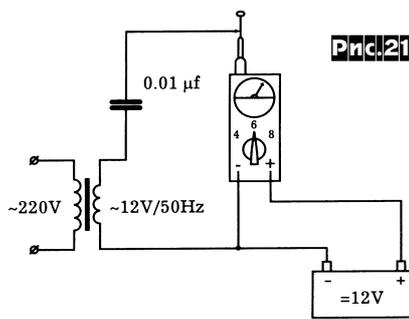
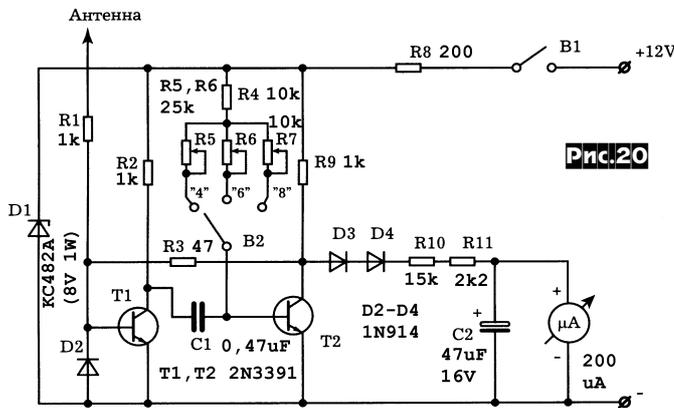
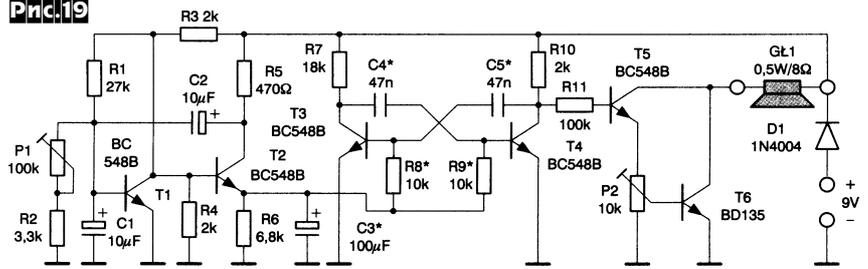
естественно, отсутствуют), точную подгонку частоты которого (38 кГц) выполняют триммером P7, а амплитуду напряжения на коллекторе T3 (3 В) - резистором R6. В схему также входят тестовый генератор синусоиды 1 кГц (T1, US1) с противофазными выходами, усилитель КСС (US2), интегральный стабилизатор US4 (2,5 В) и коммутатор входных сигналов WL1-WL5. Катушки L1 и L2 конструктивно выполнены одинаково - 3,5 витка ПЭЛ 0,6...0,7 на оправке диаметром 4 мм. Коэффициент гармоник (в полном ЧМ-сигнале) не более 3% при девиации 75 кГц, типовое разделение стереоканалов 45 дБ, потребляемый ток не превышает 20 мА («Praktyczny Elektronik» №2/2000, с.7-12 *).

Принцип работы **ультразвукового датчика движения (рис. 18) Збигнева Раабе** основан на доплеровском смещении частоты звуковой волны, отраженной от движущегося объекта. Излучатель состоит из кварцованного задающего генератора (IC2A, Q2) 4 МГц, делителя частоты на 100 (IC3A, IC3B) и мощного парафазного буфера-усилителя (IC2B-F), нагруженного на ВЧ пьезоизлучатель Q3 (рабочая частота 40 кГц). Приемник-анализатор состоит из микрофона Q1, усилителя IC1B (Ku=100), АМ-детектора D1C3, УНЧ IC1C, двухполярного пикового детектора D2D3C8, IC1A и ждущего мультивибратора IC1D, нагруженного на ключ T1. В «дежурном» состоянии отраженные от стен и неподвижных предметов акустические волны частотой 40 кГц принимаются микрофоном и после усиления создают на выходе АМ-детектора - конденсаторе C3 постоянное напряжение, которое блокируется конденсатором C4 и дальше не проходит. При появлении движущегося объекта частота отраженной им акустической волны вследствие эффекта Доплера становится выше (при приближении) или ниже (при удалении) опорной 40 кГц, и их наложение на опорную приводит к появлению на конденсаторе C3 переменного напряжения с небольшой разностной частотой, которое усиливается IC1C и приводит к запуску мультивибратора и замыканию электронного ключа T1. Через контакты WY CON1 может быть включена сирена или другое исполнительное устройство, свечение светодиода D5 также индицирует наличие движущегося объекта. Резистором RP1 регулируют чувствительность устройства («Elektronika Praktyczna» №1/2000, с.61-63 *).

Схему «милицейской» сирены (рис. 19) предложил **Ярослав Конечны**. Генератор пилообразного напряжения (T1T2) с периодом около секунды (регулируется P1) управляет частотой основного мультивибратора (T3T4) и после дальнейшего усиления (T5T6) подается на полуваттный динамик GL1. Громкость завывания «уууува-уууува» регулируется P2 («Praktyczny Elektronik» №2/2000, с.18 *).

Живко Василев разработал простейший бесконтактный электронный тахометр для автомобиля (рис. 20). Датчи-

Рис.19

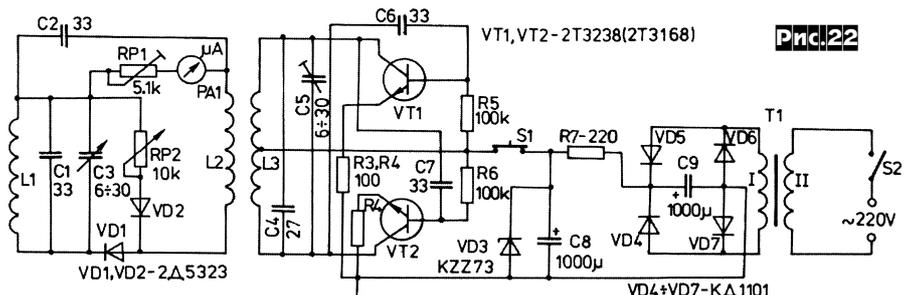


ком в нем служит небольшой кусок провода или телескопическая антенна, располагаемые рядом с обмоткой или свечами двигателя. Частота наведенных на нее импульсов равна числу оборотов вала двигателя, умноженному на количество цилиндров, а амплитуда достаточна для запуска преобразователя частота-ток, выполненного на ждущем мультивибраторе T1T2 и детекторе D3D4C2.

Для калибровки прибора можно применить схему рис.21 или просто подать на его вход напряжение частотой 50 Гц амплитудой около 10 В. При этом резистором R5 устанавливают стрелку микроамперметра на отметку 180 мкА (1800 об/мин для 4-цилиндрового мотора; переключатель B2 - в положении «4»), резистором R6 - на отметку 120 мкА (1200 об/

этом случае необходимо 8-вольтовый стабилитрон D1 заменить на 5-6 вольтовый и снова выполнить калибровку («Млад Конструктор» №2/2000, с.2, 3 *).

Электронный бесконтактный микрометр (рис. 22) Георгия Кузева измеряет диаметр медного провода в диапазоне от 0,12 до 1,8 мм. Генератор VT1VT2C4C5L3 работает на частоте около 15 МГц и через катушку связи L2 питает измерительную часть, состоящую из микроамперметра PA1, диодов VD1, VD2 и контура L1C1C3. Положительная полуволна напряжения на L2 создает ток по цепи PA1-RP1-RP2-VD2, а отрицательная - PA1-RP1-L1C1C3-VD1. Триммером RP2 при налаживании стрелку микроамперметра устанавливают на нуль. Катушка L1 индуктивного датчика совместно с C1C3 образует параллельный контур, настроенный на работу на правом скате резонансной кривой, то есть выполняет функции частотного дискриминатора. При введении в катушку L1 отрезка медного провода (диамагнетика) резонансная частота L1C1C3 повышается (приближаясь к частоте генератора VT1VT2), увеличивается и сопротивление контура; через микроамперметр начинает протекать ток, практически пропорциональный диаметру измеряемого отрезка провода. Конструктивное исполнение: L1 мотают





на керамической трубочке длиной 20 мм, внутренним диаметром 2 мм и внешним 4 мм - 42 витка (виток к витку) проводом ПЭЛ-0,21. Трансформатор L2L3 мотают проводом ПЭЛ-0,33 на полистироловом каркасе диаметром 6 и длиной 15 мм - сначала L3 в один ряд 22 витка с отводом от середины, поверх нее L2 - 11 витков. Трансформатор сетевого блока питания (устройство можно питать и от батареи «Крона») выполнен на Ш-образном магнитопроводе сечением 4,2 см², первичная обмотка 2160 витков ПЭЛ-0,15, вторичная 120 витков ПЭЛ-0,38 мм. Микроамперметр РА1 - на ток 100 мкА. При налаживании триммером С5 устанавливают частоту генерации 15 МГц, С3 - уводят «влево» от 15 МГц резонанс контура L1C1C3, при всунутом в L1 медном проводе диаметром 1,8 мм триммером RP1 устанавливают стрелку РА1 на конечную отметку шкалы, а RP2 - устанавливают на нуль при «пустой» L1. Градуируют прибор отрезками медного провода с известным диаметром, при этом учитывают только диаметр медной жилы со снятой изоляцией («Радио Телевизия Электроника» №2/2000, с.21, 22).

Цифровой регистратор (рис.23) Томаша Гумны - это по сути миниатюрный цифровой осциллограф с видеовыходом на телевизор. Входной аналоговый сигнал со входа Z1 через аттенуатор R20-R24 подается на вход компаратора (вывод 12) процессора U1 Atmel AT90S2313-10. Второй вход компаратора (вывод 13 U1) соединен с ЦАП-матрицей R-2R (R13-R19), таким образом формируется 6-разрядный АЦП (по методу последовательных приближений, организованному программно). Процессор U1, кроме формирования сигналов управления аттенуатором (выводы 7 и 8, управляющие транзисторными ключами T2, T3 и реле P1, P2) и матрицей R-2R (выводы 14-19) также выполняет преобразование оцифрованных отсчетов входного напряжения в ТВ-растр (рис.24) 64x120 точек со

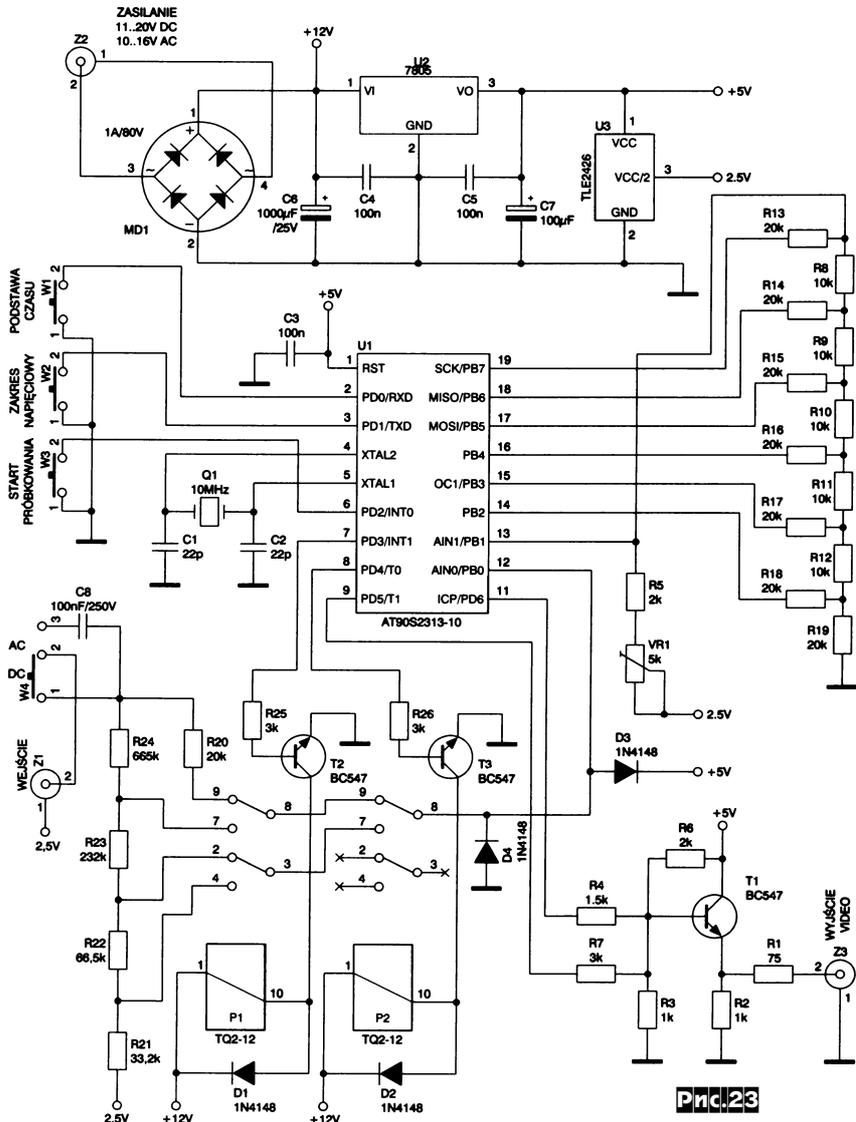
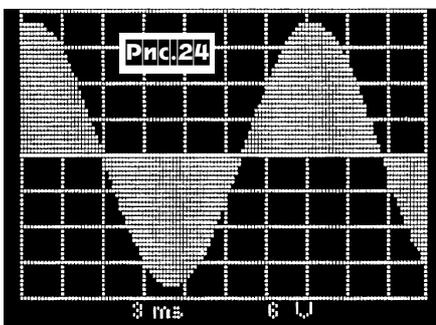


Рис.23



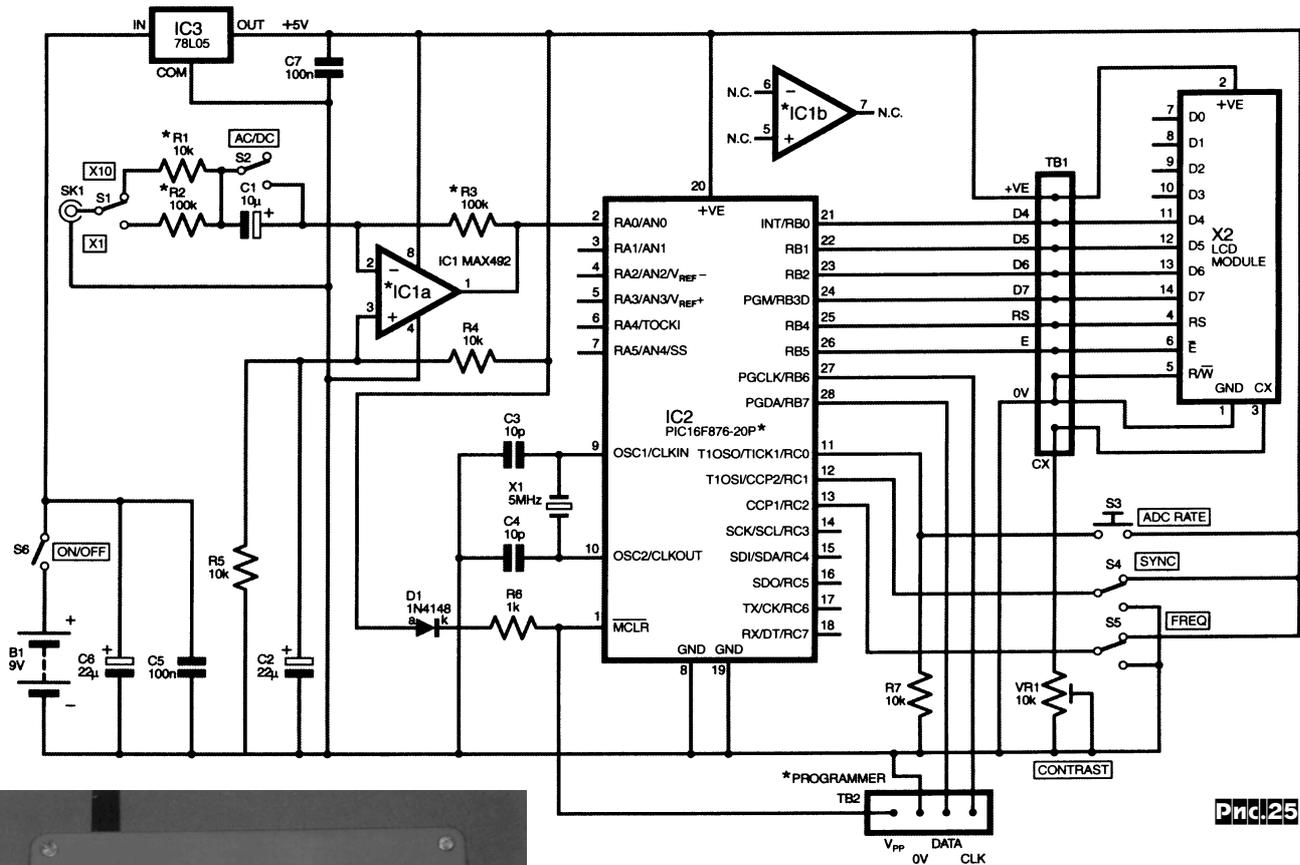
стандартной ТВ-синхросмесью, которые через буфер T1 подаются на видеовыход телевизора. Кнопка W1 позволяет выбирать масштаб по оси времени 0,1-0,3-1-3-10-30-100-300 мс/дел., а W2 - масштаб по оси амплитуд - 0,2-0,6-2-6 В/дел. W3

запускает процесс регистрации. Прошивка ПЗУ и рисунок печатной платы доступны с <http://www.ep.com.pl>. Входное сопротивление регистратора 1 МОм, питание можно осуществлять как от источника переменного (10-16 В), так и постоянного (11-20 В) напряжения, потребляемый ток 55 мА («Elektronika Praktyczna» №3/2000, с.57-62).

Микро-PIC-скоп (рис.25) Джона Бекера выполняет примерно аналогичные функции, только построен на процессоре PIC16F876-20P с встроенным АЦП (IC2, PORTA), а вывод данных осуществляется (через PORTB IC2) на стандартный текстовый ЖКИ-модуль X2 «2 строки по 16 знаков» с 4-разрядной передачей данных - рис.26. Кроме грубой оценки формы напряжения, устройство измеряет его амплитуду и частоту повторения. Максимальное входное напряжение 0,5 В (Rvx=10 кОм) или 5 В (Rvx=100 кОм) выбирается переключателем S1. Кноп-

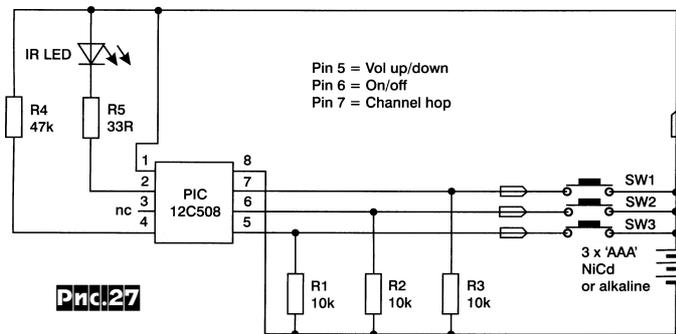
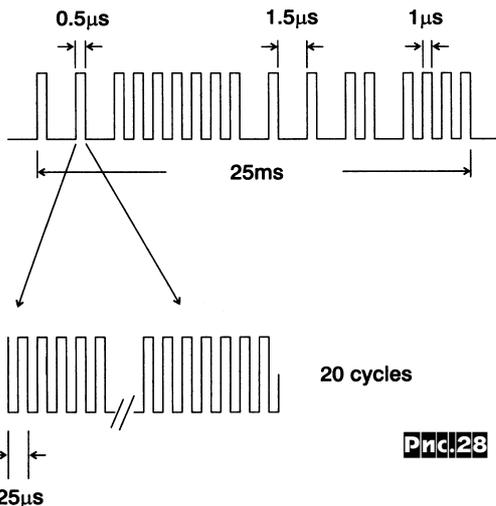
ка S3 переключает время/точность измерения частоты (3 диапазона), переключатель S4 включает режим синхронизации, а S5 - отключает индикацию частоты. Опрос состояния S3-S5 осуществляется через PORTC IC2. Программирование IC2 выполняют через разъем TB2, исходный код на ассемблере (1002 строки, файл mscor142.asm) и скомпилированный код для прошивки ПЗУ mscor142.obj доступны с сайта <http://www.epemag.wimborne.co.uk> в архиве picoscope.zip («Everyday Practical Electronics» №4/2000, с.274-279 *).

Ричард Гродзик на основе процессора PIC12C508 создал **сверхпростой пульт ИК-ДУ (рис.27) для телевизора**. Он содержит три кнопки, в авторском варианте выполняющие следующие функции: SW1 - включение режима перебора (интервал 5 с) любых пяти ТВ каналов; повторное нажатие SW1 прекращает процесс перебора, фиксируя выбранный



ный код авторского варианта для телевизоров с системой команд JVC доступен с <http://members.netscapeonline.co.uk/dgrodzik>, но он может быть адаптирован под другие системы команд ДУ или под другие функции. Для этого необходимо

положение которых в «кадрах» задает выполняемую функцию. В качестве примера на **рис. 28** показана временная диаграмма команды включения/выключения

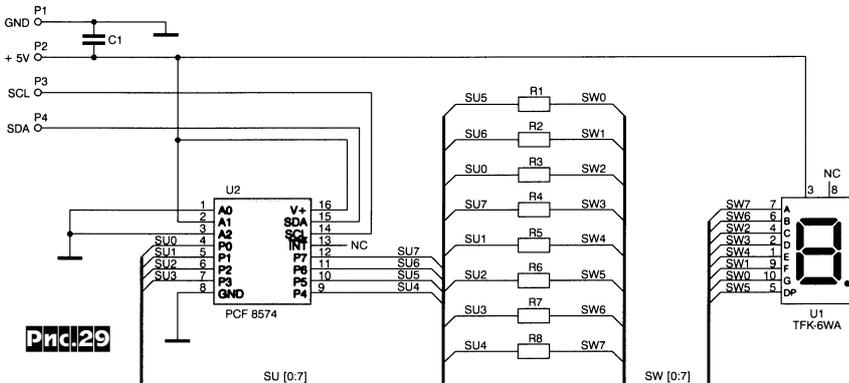


в данный момент канал; SW2 - включение/выключение ТВ; SW3 - кратковременное нажатие приводит к плавному нарастанию громкости, а постоянное удержание нажатым - к затуханию. Если ни одна из кнопок не нажата в течение 5 с, то процессор переходит в режим «sleep mode» с практически нулевым потреблением тока. Программ-

«снять» импульсную последовательность, генерируемую «родным» пультом ДУ вашего ТВ при нажатии соответствующей клавиши - удобнее всего это делать запоминающим осциллографом, на вход которого (анодом к земле) включен ИК-фотодиод. В большинстве ТВ ИК-ДУ команды передаются радиоимпульсами частотой 40 кГц (период 25 мкс),

ния ТВ JVC. Определив требуемые временные диаграммы, изменяют соответствующие строчки программного кода и заносят код в ПЗУ («*Electronics and Beyond*» №4/2000, с. 13-15 *).

Ежи Щецил для экономии линий передачи данных при **управлении модулями 7-сегментных светодиодных индикаторов** предлагает использовать



шину I²C с 8-разрядным расширителем PCF8574, нагрузочная способность которого позволяет подключать светодиоды непосредственно (рис.29). Данные (SDA) для управления индикатором должны содержать два байта, первый из которых - адрес SLAVE (в данном случае 01000100), а второй - биты в котором со-

дены с +5 В). Всего на одну I²C шину можно подключить до 8 модулей с разными адресами SLAVE, которые аппаратно задаются потенциалом выводов A2, A1, A0 и соответствуют четвертому, третьему и второму разрядам первого байта SDA (то есть 0100[A2|A1|A0]0). Резисторы R1-R8 - 680...820 Ом, конденсатор C1 - 0,1 мкФ («Elektronika Praktyczna» №3/2000, с.81-82 *).

Устройство управления частотой и направлением вращения ЭД постоянного тока (рис.30), разработанное М.Икбалом, подключается к параллельному порту (LPT1, адрес 378₁₆) ПК. ЭД включен в диагональ моста из четырех мощных транзисторов Tr1-Tr4 с защитными диодами, которые через ключи Tr5, Tr6 соединены с выводами 2 и 3 разъема параллельного порта (разряды D0 и D1). В случае D0=0 и D1=1 открытыми оказываются транзисторы Tr1 и Tr3, ЭД вращается в одном направлении, а в случае D0=1 и D1=0 - открыты Tr2 и Tr4, ЭД вращается в противоположном. При D0=D1 напряжение на ЭД равно нулю и он не вращается. Для управления

Listing 1

REM Motor Speed Controller
 REM BASIC Program

ON KEY(1) GOSUB Speed
 KEY(1) ON
 ON KEY(2) GOSUB Direction
 KEY(2) ON

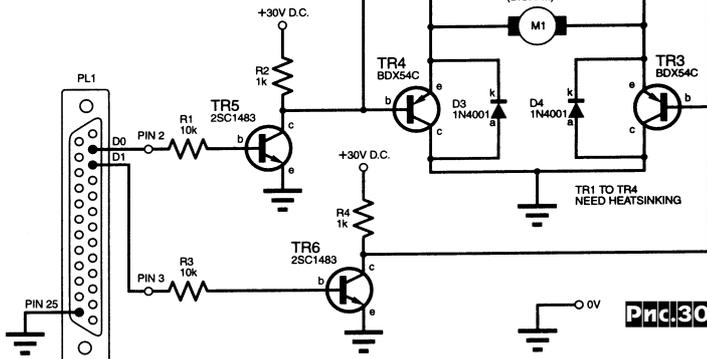
d=1
 h=500
 m=0

INPUT "Speed 0-500 = "; s
 20 FOR i% = 0 TO h - s: NEXT i%
 OUT &H378, d
 FOR j% = 0 TO m + s: NEXT j%
 OUT &H378, 0
 GOTO 20

Speed:
 INPUT "Speed 0-500 = "; s
 RETURN

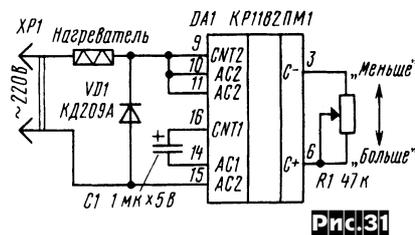
Direction:
 INPUT "Direction 1=>CW; 2=>CCW "; d
 RETURN

ответствуют зажигаемым сегментам индикатора (abcdefg + точка, в инверсии, поскольку активным уровнем является низкий - все аноды светодиодов соеди-



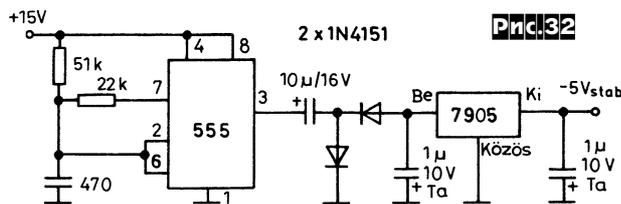
частотой вращения применяется широтно-импульсный метод, реализуемый программой на языке QuickBASIC (листинг 1). При запуске программы по умолчанию переменные s=0, d=1 и первый цикл FOR TO NEXT постоянно задает D0=1, D1=0 (второй цикл, обнуляющий D0=D1=0, имеет нулевую длительность ввиду того, что его верхняя граница M+s=0), ЭД вращается на полную мощность в условно «прямом» направлении. Если в это время нажать функциональную клавишу F2, то программа перейдет на метку Speed и будет ожидать ввода переменной s, допустимые значения которой от 0 (максимальная частота вращения) до 500 (нулевая частота вращения). Если, допустим, введено s=250, то длительность первого и второго циклов FOR TO NEXT становится одинаковой (h-s=250 и M+s=250) и на ЭД вместо постоянного напряжения подается меандр, что эквивалентно снижению питающего напряжения вдвое, при s=375 длительность первого цикла уже составляет 25% суммарной длительности обоих циклов (эквивалентно снижению напряжения в 4 раза) и т.д. Частота формируемого таким образом ШИМ-напряжения не зависит от s, но определяется только скоростью действия ПК (для применяемого автором Pentium 166 составляет 7 кГц). При нажатии функциональной клавиши F1 программа переходит на метку Direction и ожидает ввода переменной d, допустимые значения которой 1 или 2, которые соответствуют вращению ЭД по или против часовой стрелки («Everyday Practical Electronics» №4/2000, с.280).

Микросхему KP1182ПМ1 фазового регулятора мощности удобно использовать для регулировки температуры жала паяльника. И.Нечаев предложил схему (рис.31), пригодную как для мощ-



ных (до 150 Вт / 220 В), так и мини-паяльников с низким напряжением питания (до 50 Вт / 36 В). Мощность, подводимая к паяльнику, регулируется в пределах от 50% до 100% («Радио» №3/2000, с.53).

Бестрансформаторный преобразователь полярности постоянного напряжения (рис.32) предложил Кекеши Иштван. Входное напряжение положительной полярности подается на ИМС интегрального таймера 555, включенного автогенератором, выход которого нагружен на выпрямитель с удвоением напря-

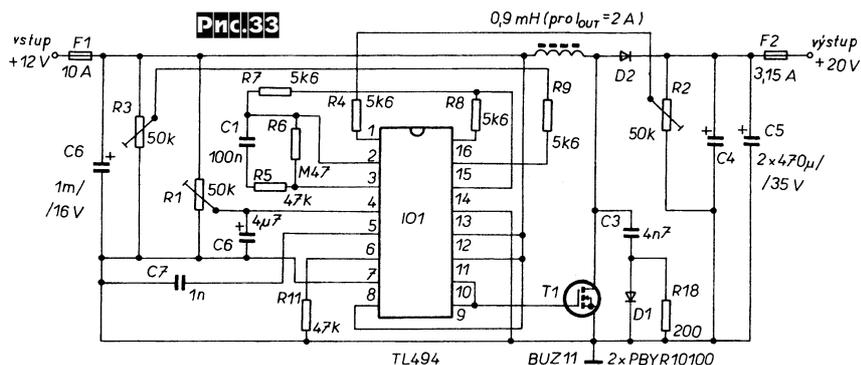


Устройство щадящего включения кинескопа (рис. 34), разработанное **А. Власовым** для ТВ ЗУСЦТ с модулями цветности МЦ-3, МЦ-31, МЦ-33, на время выдержки таймера DA1 (около 20 с)

жения. Благодаря относительно высокой частоте генерации емкость конденсаторов выпрямителя значительно снижена. Окончательную фильтрацию и стабилизацию выходного напряжения отрицательной полярности выполняет интегральный стабилизатор 7905. Максимальный ток нагрузки равен 100 мА («Hobby Elektronika» №3/2000, с.93).

Повышающий преобразователь постоянного напряжения **Иржи Рейча** выполнен на ИМС ШИМ-регулятора TL494 (рис. 33). Он бывает полезен в тех слу-

включает в цепь питания строчной развертки +130 В балластные резисторы R6, R7, благодаря чему снижается как анодное напряжение, так и напряжение на подогревателе (до 4 В). Кроме того, кинескоп дополнительно гасится по цепи кадрового импульса гашения (VD3VD2R3). После продлевающего ресурс кинескопа облегченного разогрева выводы 3 и 7 таймера DA1 соединяются с «землей», динострон оптрона открывается, шунтируя балластные резисторы и обеспечивая полное напряжение питания строч-

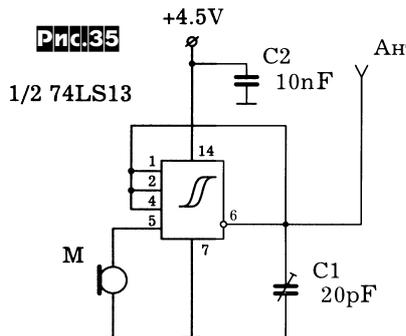
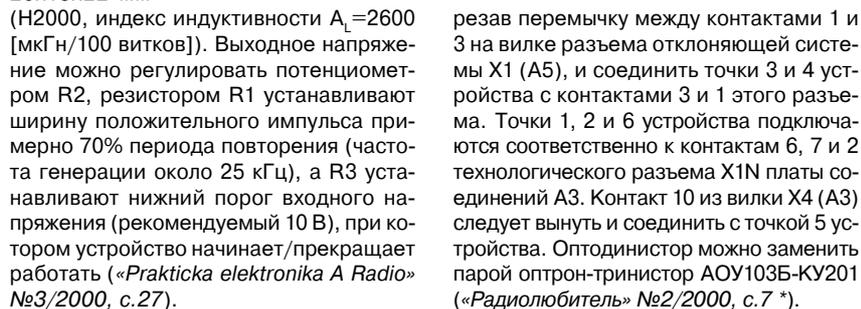


чаях, когда от автомобильной электросети необходимо подзарядить 12-вольтовые аккумуляторы радиостанций или переносных ПК («ноутбук»).

При максимальном выходном токе 2,2 А устройство обладает высоким КПД - до 75%. Катушку L1 мотают проводом ПЭЛ 0,8 в один ряд на ферритовом кольце 20x16x22 мм (H2000, индекс индуктивности $A_L = 2600$ [мкГн/100 витков]). Выходное напряжение можно регулировать потенциометром R2, резистор R1 устанавливают ширину положительного импульса примерно 70% периода повторения (частота генерации около 25 кГц), а R3 устанавливают нижний порог входного напряжения (рекомендуемый 10 В), при котором устройство начинает/прекращает работать («Prakticka elektronika A Radio» №3/2000, с.27).

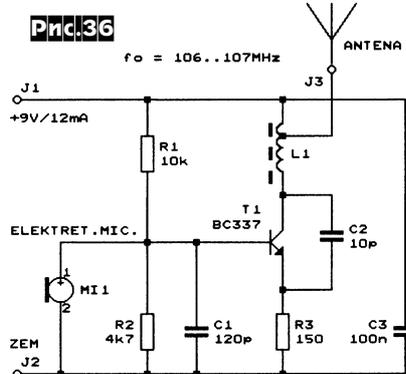
ной развертки, а гашение по цепи кадрового импульса гашения прекращается. В телевизоре необходимо разорвать цепь питания строчной развертки, пере-

резав перемычку между контактами 1 и 3 на вилке разъема отклоняющей системы X1 (A5), и соединить точки 3 и 4 устройства с контактами 3 и 1 этого разъема. Точки 1, 2 и 6 устройства подключаются соответственно к контактам 6, 7 и 2 технологического разъема X1N платы соединенный A3. Контакт 10 из вилки X4 (A3) следует вынуть и соединить с точкой 5 устройства. Оптодинистор можно заменить парой оптрон-тринистор АОУ103Б-КУ201 («Радиолобитель» №2/2000, с.7 *).



На рис. 35 показана схема **ЧМ-микрорепердателя Живко Василева**, который выполнен на одном четырехходовом элементе ТТЛ И-НЕ, три логических входа которого заведены на нагруженный емкостью выход и обеспечивают самовозбуждение, а четвертый питает и одновременно снимает звуковое напряжение с электретного микрофона, обеспечивая частотную модуляцию несущей. Устройство работает в диапазоне 80-100 МГц, частота настройки регулируется триммером C1. Антенной служит отрезок медного провода длиной 15 см («Млад Конструктор» №1/2000, с.19).

ЧМ-радиомикрофон (рис. 36) **Зденека Хайека** работает на частоте 106...107 МГц. При напряжении питания 9 В он потребляет 12 мА и слышен на обычных ЧМ-приемниках на расстоянии нескольких десятков метров. Катушка L1



намотана на оправке диаметром 5 мм проводом ПЭЛ-0,8, содержит 5 витков, длина катушки 8 мм. Антенна в виде 30-см отрезка этого же провода подключена к второму (по схеме сверху) витку L1. При необходимости (при наличии близкой по частоте мощной вещательной радиостанции) частоту несущей можно изменить сжатием/растягиванием витков L1. Устройство рассчитано на применение электретного микрофона («Prakticka elektronika A Radio» №4/2000, с.8).

Простейший **ЧМ-приемник (рис. 37)** **Раджика Горланда** представляет собой сверхмаломощный генератор, частота которого задана параметрами контура LC1. При настройке на радиостанцию он демодулирует полезный сигнал (сверх-

регенеративное детектирование), который через разделительный конденсатор C2 подается на УНЧ. L1 представляет собой 4 витка провода 18SWG (ПЭЛ-1,2) на оправке диаметром 4 мм, C1 - КПЕ 2...14 пФ («*Electronics World incorporating Wireless World*» №4/2000, с.300).

при напряжениях питания 1,8...6 В, потребляемый ею ток 6 мА («*Hobby Elektronik*» №2/2000, с.44, 45 *).

Испытательный КВ и УКВ приемник прямого преобразования (рис.40)
С.Ползуна предназначен для настройки

измерять уровни сигналов и их гармоник). В качестве гетеродина применяется ГСС (Г4-107 и т.п.; частота ГСС должна быть вдвое ниже частоты исследуемого сигнала), напряжение с которого подается на смеситель на встречно-па-

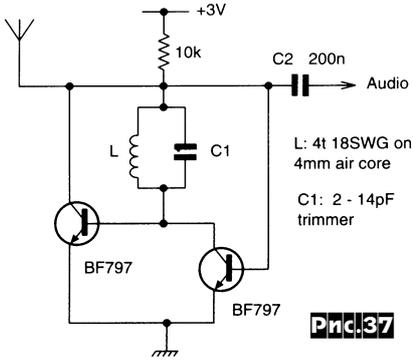


Рис.37

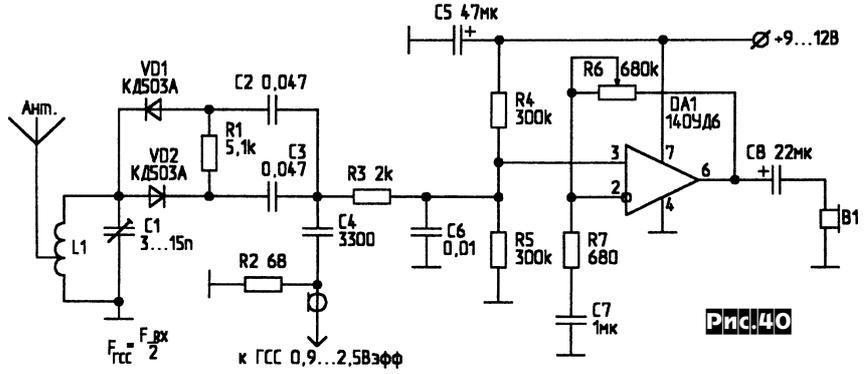


Рис.40

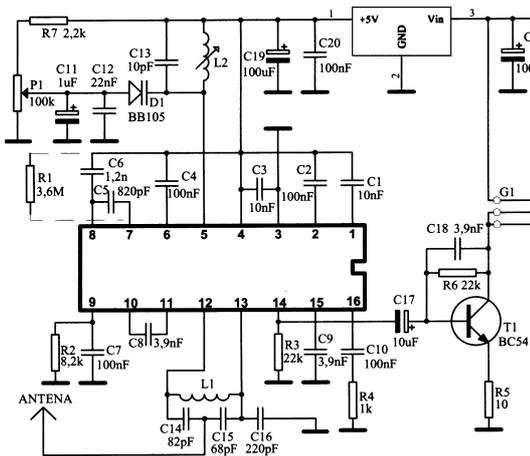


Рис.38

связной аппаратуры, а также оперативного контроля качества излучаемого сигнала трансвертеров и трансиверов (отсутствие АРУ и побочных каналов приема позволяет точно

ральных диодах с автоматическим смещением. В УНЧ можно использовать практически любой современный ОУ, усиление регулируют резистором R6. Для диапазона 144 МГц L1 мотают на оправке диаметром 7 мм - 4 витка; для 430 МГц L1 выполняют в виде латунной полочки 20x5 мм толщиной 0,3 мм, припаянной параллельно C1. В обоих случаях положение отвода подбирают экспериментально по максимуму сигнала на выходе ОУ DA1. На КВ приемник работает

Рышард Святковски выполнил ЧМ-радиоприемник для диапазона 88-108 МГц на ИМС TDA7020/7021 (рис.38), которая содержит УВЧ, гетеродин, смеситель, УПЧ, демодулятор, предУНЧ, систему бесшумной настройки. Дополнительный УНЧ на транзисторе T1 позволяет подключать к разъему G1 стандартные 16-32-омные наушники от аудиоплееров. Индуктивность L1 конструктивно выполнена на печатной плате (рис.39, M1:1), а L2 - на микрокартасе диаметром 3 мм, 6 витков (ее индуктивность - около 56 нГн). Чувствительность приемника при отношении С/Ш 26 дБ равна 7 мкВ, коэффициент гармоник при девиации ±75 кГц не превышает 2,3%. Настройку на станцию выполняют резистором P1, изменяющим смещение на варикапе D1. Резистор R1 между выводами 4 и 7 ИМС необходим только в случае применения TDA7020. Интегральный стабилизатор напряжения 78L05 (5 В) необходим, если планируется питание приемника от 9-вольтовой «Кроны» или автомобильного аккумулятора; собственно ИМС TDA7020/7021 работоспособна

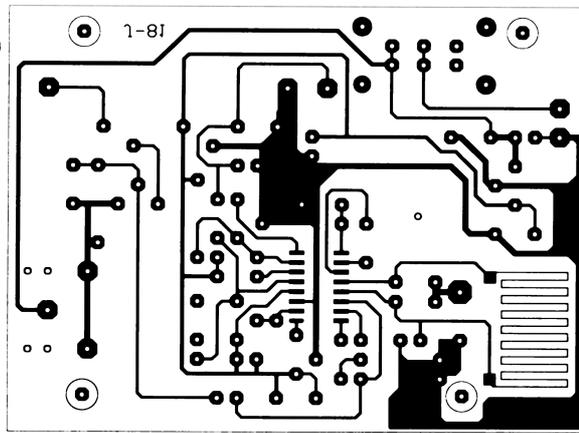
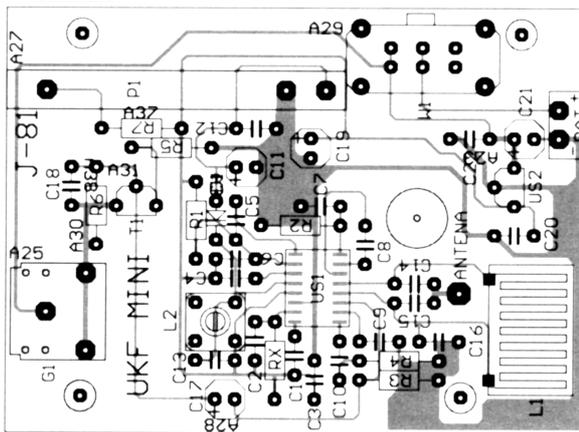
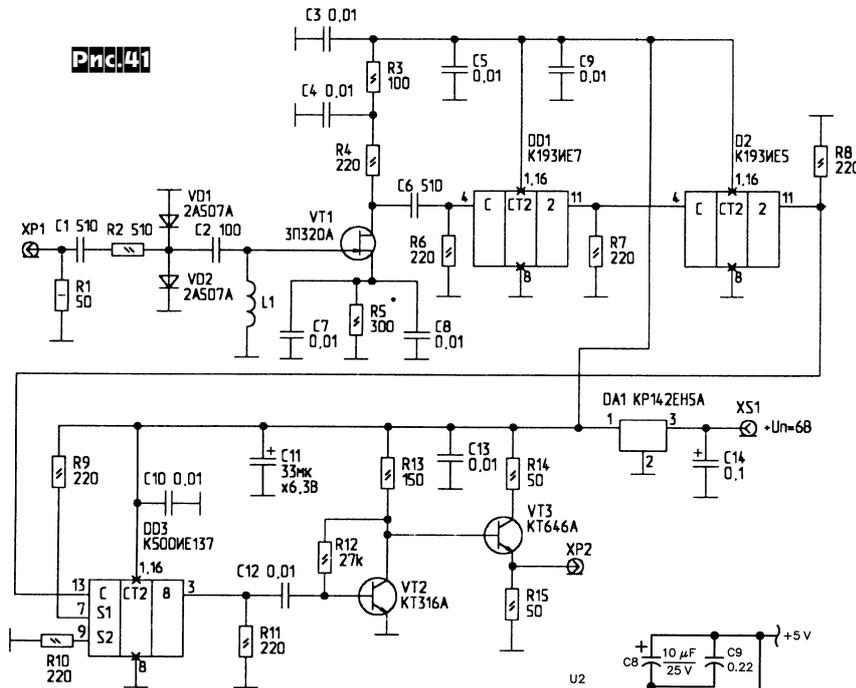


Рис.39



при подключении входных контуров соответствующих диапазонов («*Радиолобитель*» КВ и УКВ» №4/2000, с.21).

СВЧ-делитель для частотомера (рис.41), разработанный **В. Федоровым**, имеет чувствительность 100 мВ, коэффициент деления 160 и позволяет обычными частотомерами измерять частоты в диапазоне 60...2300 МГц. На входе СВЧ усилителя (VT1) установлен ФВс с частотой среза 55 МГц (C2L1), далее сигнал поступает на ИМС ЭСЛ



DD1, D2 (счетчики-делители на 4), DD3 (делитель на 10) и преобразователь уровня ЭСЛ-ТТЛ (VT2, VT3). L1 - бескаркасная, 8 витков ПЭВ-2-0,5 на оправке диаметром 5 мм. Для измерения сигналов высокоомных источников R1, R2, C1, VD1, VD2 из схемы исключают (но надо при этом тщательно следить за входным напряжением, чтобы не пробить VT1), а емкость C2 уменьшают до 1 пФ («Радиолюбитель» №3/2000, с.33).

Если у вас есть проблемы с приемом телеграфной азбуки на больших скоростях (200...250 знаков в мин.) можно использовать устройство записи с последующим замедленным воспроизведением, которое предложил Чарли Ченей, KILDZ (рис.42). Особенно актуально использование такого цифрового магнитофона в условиях соревнований и сильных помех. Его основой является микросхема U2 - ISD1110 (<http://www.isd.com>), позволяющая записать аудиосигнал в течение 10 с и затем воспроизвести его почти в два раза медленнее путем уменьшения частоты тактового генератора. Размах аудиосигнала на входе U2/ANA_IN не должен превышать 50 мВ (устанавливается R2) и для его контроля собраны два компаратора: перегрузки - на U4C, U4D (при перегрузке индикатор DS1 светится) и нормального уровня - на U4A, U4B (при размахе 30 мВ DS2 светится). Режим записи включается кнопкой S2, при этом тактовый генератор на U3F работает на более высокой частоте, определяемой R1C13, т.к. кон-

такты реле K1 закорачивают R3. Для воспроизведения замыкают S3 и вращением движка R3 подбирают приемлемую скорость воспроизведения («QST», №3/2000, с.33-36).

Фрэнк Сичла, DL7VFS предложил конструкцию приемника прямого преобразования для 80-метрового диапазона на базе ИМС NE612 (рис.43). В качестве антенны используется катушка в виде круга из 4-х витков провода со средним диаметром 30 см (рис.44). Витки антенны держатся на вертикальной деревянной стойке и расположены в одной плоскости на расстоянии 1 см друг от друга. Индуктивность антенны используется во входном контуре и имеет добротность 200 на частоте 3,6 МГц. Входной контур имеет фактически такую же добротность, поскольку используемые в нем конденсаторы (с воздушным диэлектриком и стирофлексный) имеют намного большую добротность. Рабочая добротность практически равна добротности контура при холостом ходе, т.к. входной контур связан с NE612 через преобразователь

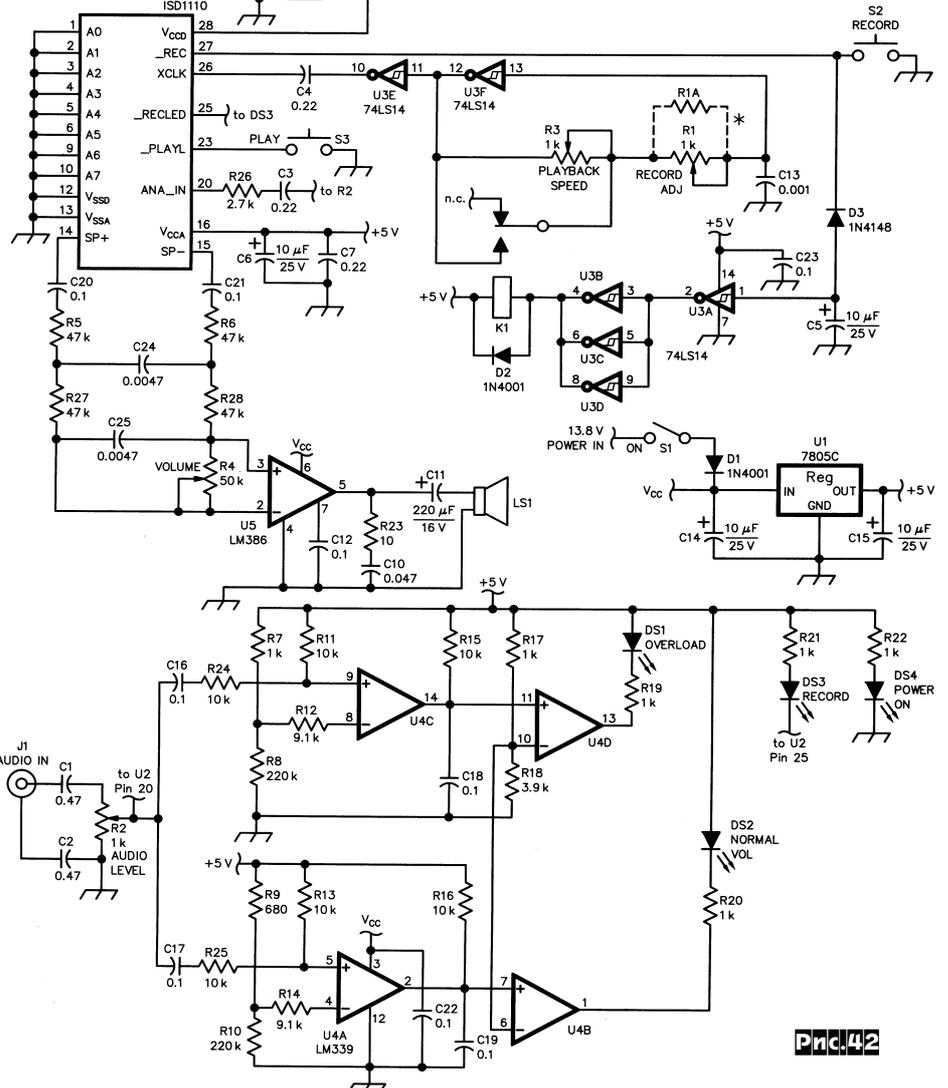
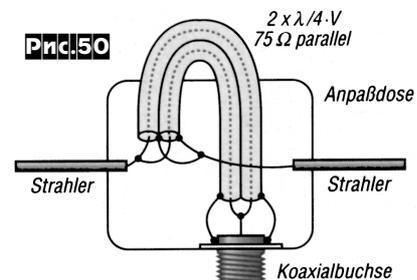
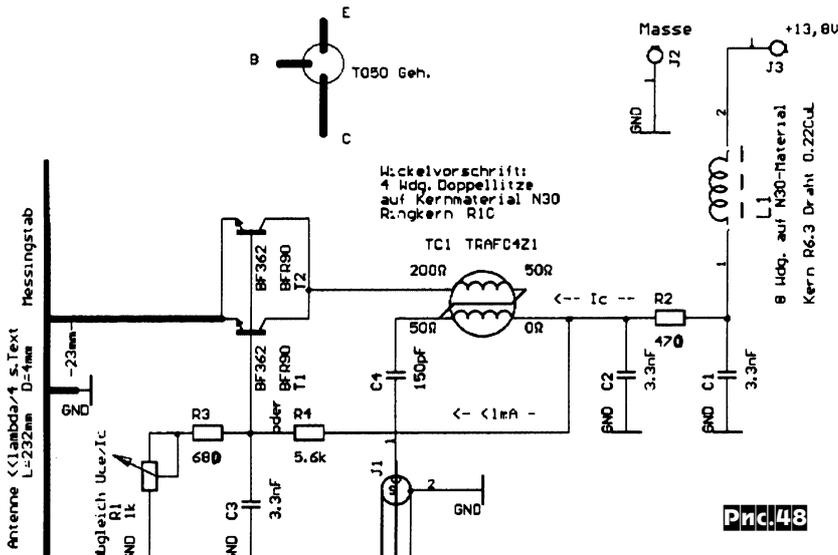
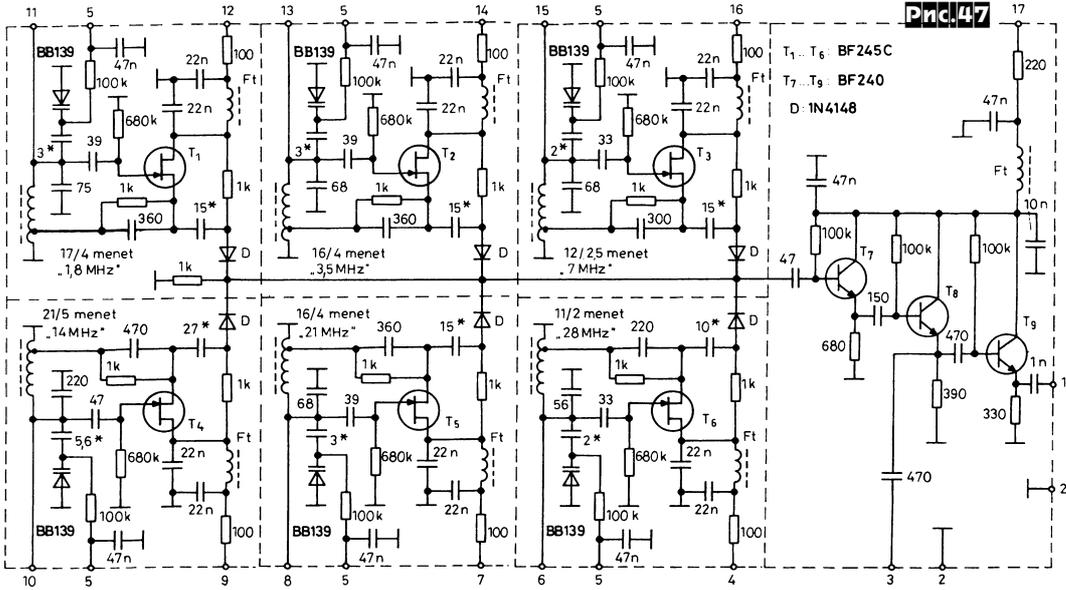


Рис.42

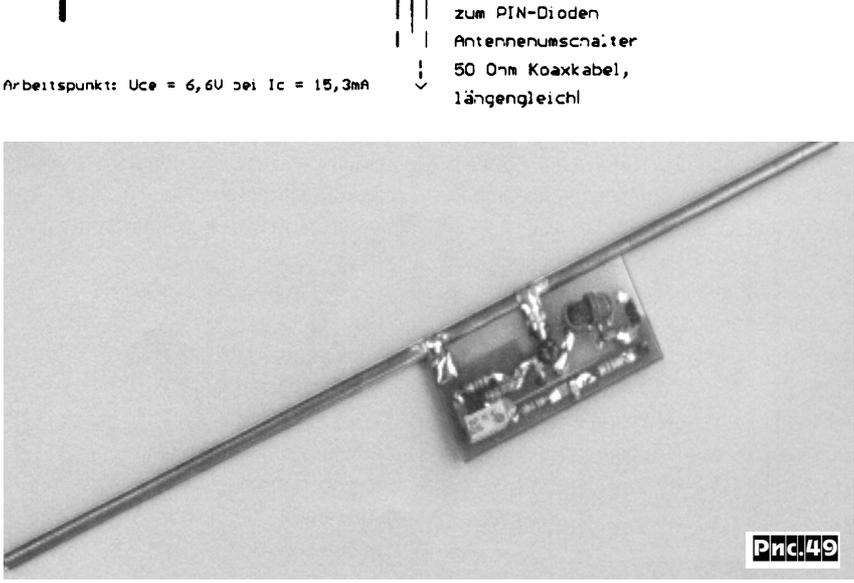
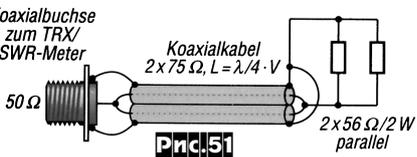
6 подключается КПЕ в зависимости от диапазона, а на 5 вывод подается напряжение переключки варикапов в режиме расстройки частоты RX от TX («*RADIOTECHNIKA*», №4/2000, с. 189-192 *).

Арно Таруттис, DK3SS предложил конструкцию **активной миниантенны для 2-метрового диапазона (рис. 48)**. В качестве полотна антенны используется медный прут (трубка) диаметром 4 мм и длиной 232 мм. Середина прутка соединяется с общей шиной, а эмиттеры T1, T2 (BF362 или BFR90) соединяются с прутком в 23 мм от средней точки. Резистором R1 устанавливается коллекторный ток T1+T2 15,3 мА. Трансформатор TC1 содержит две обмотки по 4 витка сложного вдвое провода диаметром 0,25 мм на ферритовом кольце проницаемостью 100...200НН. Внешний вид активной миниантенны показан на **рис. 49** («*CQ DL*», №12/1999, с. 982).

Мартин Стеер, DK7ZB предложил конструкции нескольких **антенн Яги** (4, 5, 6, 7-элементные) для 2-метрового диапазона, рассчитанных по 28-омной технологии. Выбор 28-омного входного сопротивления антенн объясняется большим коэффициентом усиления низкоомных антенн и простой схемой согласования - два четвертьволновых отрезка 75-омного кабеля, соединенных параллельно (**рис. 50**), где V - коэффициент укорочения,



чения, равный 0,67 для коаксиальных кабелей с полиэтиленовой изоляцией. На **рис. 51** показана схема настройки (под-



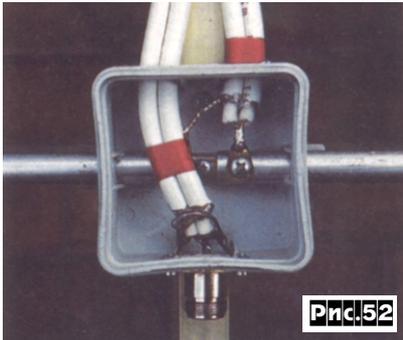


Рис.52

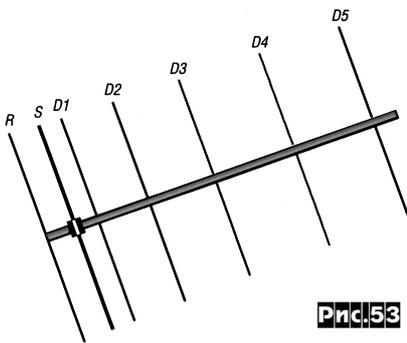
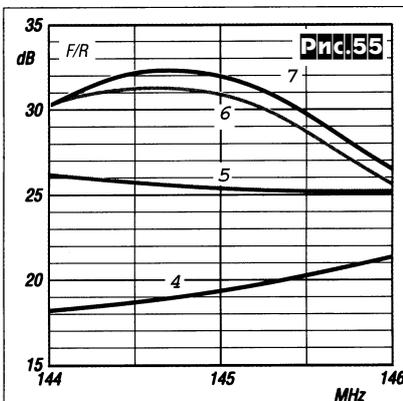
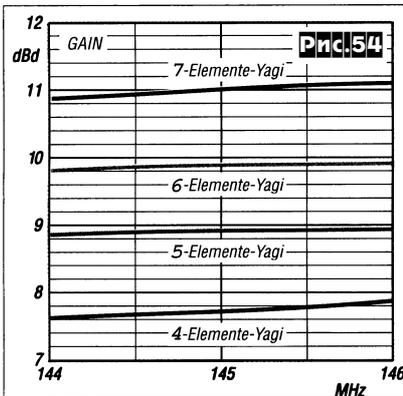


Рис.53



бора длины) согласующей линии. На рис. 52 - внешний вид согласующего устройства. Эскиз антенны показан на рис. 53. В табл.2 представлены усиление и длина траверсы для 4, 5, 6 и 7 -

Таблица 2

Тип	4-эл.	5-эл.	6-эл.	7-эл.
Длина траверсы, м	1,18	1,80	2,40	3,30
Усиление, дБд	7,7	8,9	9,9	11,0

Таблица 3

Элемент / Ø	4 мм	6 мм	8 мм	10 мм
R	1034	1032	1031	1039
S	962	962	962	962
D1	940	931	924	918
D2	924	915	907	900

Таблица 4

Элемент / Ø	4 мм	6 мм	8 мм	10 мм
R	1026	1024	1022	1020
S	962	962	962	962
D1	938	930	922	916
D2	938	930	922	916
D3	912	902	893	886

Таблица 5

Элемент / Ø	4 мм	6 мм	8 мм	10 мм
R	1023	1021	1019	1017
S	971	971	971	971
D1	955	948	942	935
D2	930	921	914	907
D3	929	920	912	905
D4	903	892	884	876

Таблица 6

Элемент / Ø	4 мм	6 мм	8 мм	10 мм
R	1019	1016	1014	1011
S	978	978	978	978
D1	959	951	945	940
D2	933	924	916	909
D3	916	906	898	891
D4	915	905	897	890
D5	904	894	885	877

Таблица 7

Элемент/тип	4-эл.	5-эл.	6-эл.	7-эл.
R	0	0	0	0
S	265	350	390	360
D1	410	360	250	240
D2	485	585	510	545
D3	-	485	635	675
D4	-	-	595	805
D5	-	-	-	620

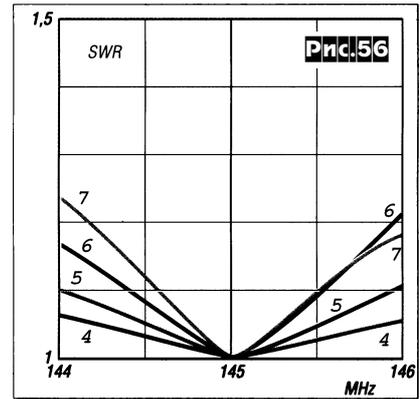


Рис.56

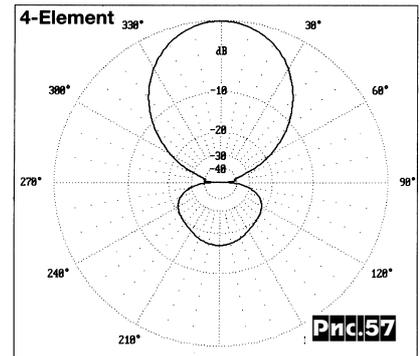


Рис.57

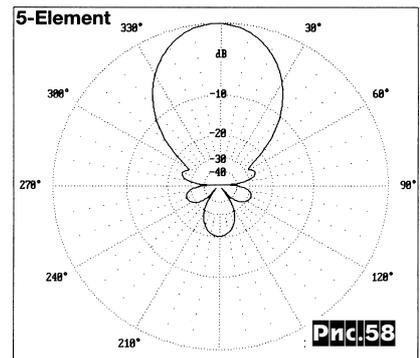


Рис.58

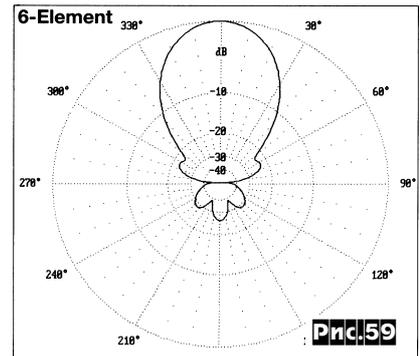


Рис.59

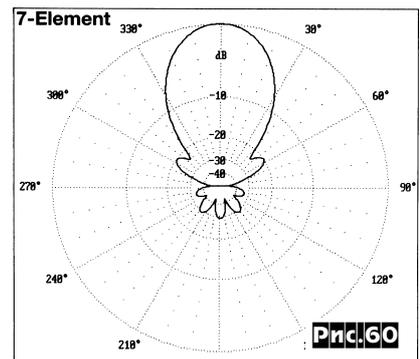


Рис.60

элементных Яги, а в **табл. 3...6** - геометрические размеры элементов в зависимости от различного их диаметра, в **табл. 7** - расстояние между элементами для случая изготовления их из 10-миллиметровых дюралевых трубок. Для траверсы антенны можно использовать квадратный профиль 15x15 мм или 20x20 мм. Частотные зависимости усиления, отношения излучения вперед/назад и

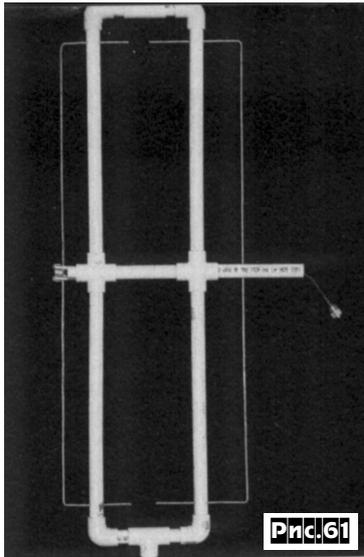


Рис. 61

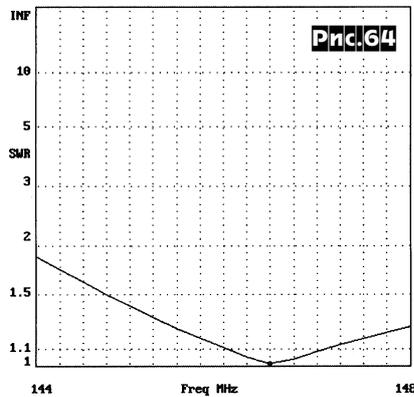


Рис. 64

КСВ показаны на **рис. 54-56** соответственно, а диаграммы направленности в плоскости Е-поля на **рис. 57 - рис. 60** («*Funkamateur*», №2/2000, с.218-221).

Ли Ламкин, KB8WEV и Боб Церрето, WA1FXT предложили конструкцию компактной двухэлементной антенны для 2-метрового диапазона, построенной по принципу

Moxon 2N FM Vertical

Freq = 145.5 MHz
146.5 MHz
147.5 MHz

Outer Ring = 7.00 dBi

147.5
145.5
146.5

Outer Ring = 7.00 dBi

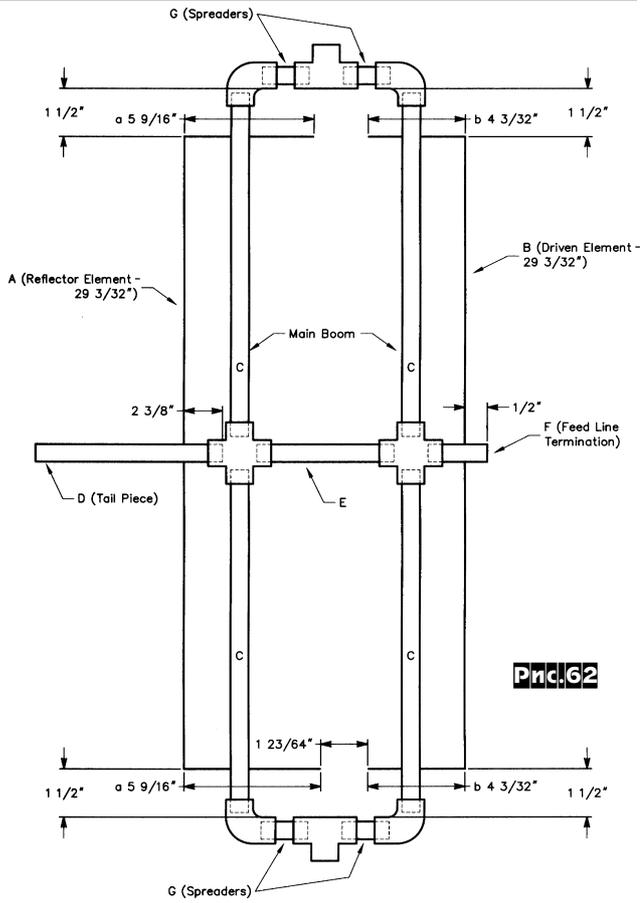


Рис. 62

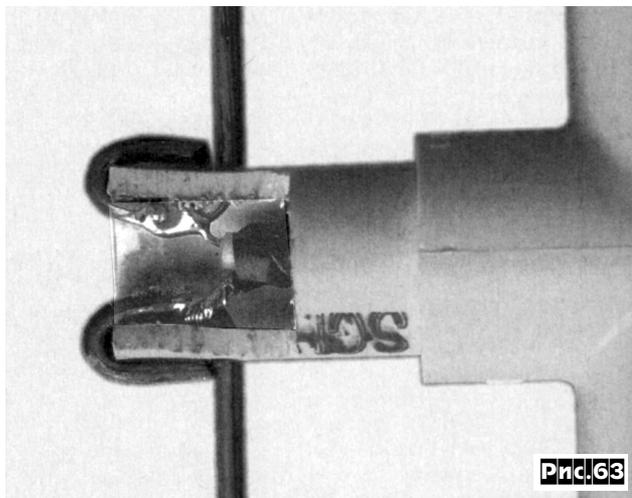


Рис. 63

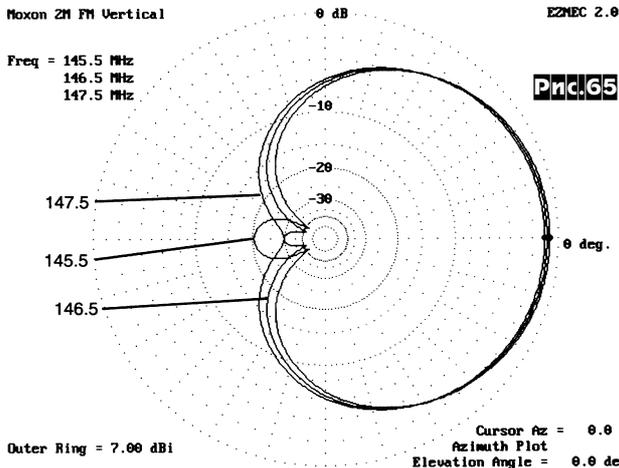


Рис. 65

ближайшие годы прогнозируется дальнейшее ее увеличение, что благоприятно сказывается на возможностях радиосвязи. При изменении солнечной активности меняются параметры «заземления», угол излучения, пути распространения волн и т.д. Отсюда

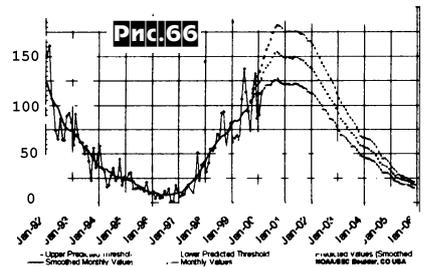


Рис. 66

ДАЙДЖЕСТ

антенн Моксона с изогнутыми под прямым углом концами элементов (**рис. 61**). С различными конструкциями таких антенн можно ознакомиться на <http://www.cebik.com>. Эскиз антенны показан на **рис. 62**. Элементы выполнены из медного провода диаметром 2,6 мм. Каркас для крепления элементов изготовлен из сантехнических полихлорвиниловых трубок и переходных втулок. 50-омный коаксиальный кабель питания подключается к активному элементу непосредственно (**рис. 63**) и выводится внутри средней трубки каркаса в сторону рефлектора. На **рис. 64** и **рис. 65** представлены частотная зависимость КСВ и диаграмма направленности («*QST*», №1/2000, с.60-63).

В статье Вернера Кнорла, DK8CK рассмотрены несколько мер, позволяющих улучшить основные характеристики антенн «двойной квадрат» (не путать с 2-элементным квадратом) по методу Кайзена (улучшение нескольких параметров небольшими шажками). На **рис. 66** приведена кривая изменения солнечной активности, начиная с 1992 г. и прогноз до 2006 г.

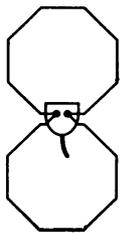


делается вывод, что даже небольшие улучшения параметров антенн в ближайšie 4 года могут дать результаты, которых нельзя было получить раньше (при спаде солнечной активности) даже при значительно больших затратах на улучшение антенн и повышение мощности передатчиков. Двойной квадрат - очень эффективная многодиапазонная антенна, которая имеет теоретическое усиление 4 дБ и преимущественно используется на ВЧ и УВЧ диапазонах. Ниже описаны 4 шага модификации такого квадрата:

1-й: изменение формы поверхности - «усиление» +0,2 дБ. Исходная форма «квадрат» теперь образована восьмиугольником, таким образом увеличивается поверхность излучения при тех же размерах (рис. 67, 68). Это дает приращение усиления 0,2 дБ.

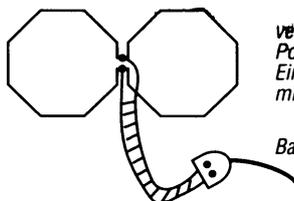


Рис.67



горизонтальная
Polarisation
Einspeisung
mit Balun
und Koaxkabel

Рис.68

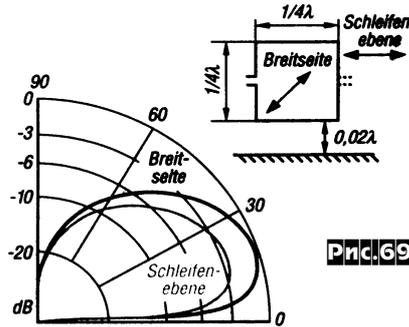


вертикальная
Polarisation
Einspeisung
mit Hühnerleiter

Balun 6:1

2-й: изменение размера восьмиугольника - «усиление» +1,5 дБ. Японцы Adachi и Mushiaki в своих экспериментах с петлевой антенной получили увеличение усиления на 1,5 дБ при размере петли 1,2 длины волны. При этом для оптимального излучения резонанс петли не требуется.

3-й: вертикальная поляризация. ON4UN и G4LQI сообщают, что наиболее приемлемый угол излучения 30 градусов для петлевой антенны будет при



вертикальной поляризации (рис. 69). Вид поляризации для ионосферного распространения на KW не имеет значения, т.к. из-за отражения от F-слоя и без того имеется многократное вращение поляризации.

4-й: положительный опыт с многодиапазонными петлевыми антеннами подвинул автора на использование двойного квадрата на нескольких диапазонах. Выбор пал на двойной квадрат для 15-метрового диапазона (рис. 70), который был модифицирован по шагам 1-3 (рис. 71). Для обеспечения многодиапазонной работы антенна запитывается от

Umfang 1 Loop = 16,920 m

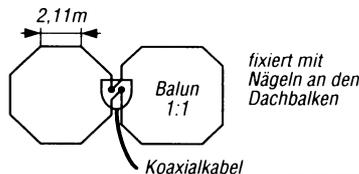
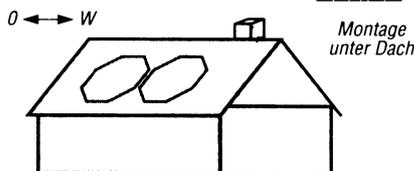


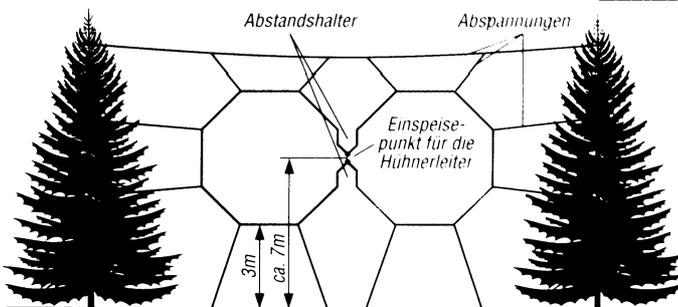
Рис.70



Montage
unter Dach

Doppelquad zwischen 2 Abspannpunkten (Bäumen)

Рис.71



крытой симметричной линией (типа «куриный насест»), длина которой может быть любой (в авторском варианте 8 м). На конце «насеста» устанавливается симметрирующий трансформатор 6:1. Антенна (работает от 20 м до 10 м) была смонтирована в направлении Север-Юг

на капроновых растяжках между двумя деревьями при высоте точек питания около 7-8 м. В качестве эталонной антенны служил однодиапазонный двойной квадрат на 15 м без модификации, установленный на крыше дома. При мощности передатчика 100 Вт в режиме SSB наблюдалась устойчивая связь со всеми континентами на 20, 15 и 10-метровых диапазонах. Параметры двойного квадрата до модификации: диапазон - 15 м; размер петли - 14,1 м; усиление - 4 дБд; входное сопротивление - 300 Ом; питание - симметрирующий трансформатор 6:1. Параметры двойного квадрата после модификации: диапазоны 10 м...20 м; размер петли - 16,92 м; усиление - 6,3 дБд; входное сопротивление - 300 Ом (21 МГц); питание - «насест» + симметрирующий трансформатор 6:1 («Funkamateurl», №4/2000, с.420-421).

Р.Таршиш, RU3UJ предложил конструкцию 6-элементной логопериодической антенны, работающей от 14 МГц до 29 МГц. Ее эскиз показан на рис. 72, а размеры - в табл. 8, где L1,...L6 - длина элементов, S1,...S5 - расстояние между ними, LS - длина согласующей короткозамкнутой линии (подбирается по максимальному подавлению назад), LC - длина согласующей линии питания (подбирается по минимуму КСВ), В - длина бума, К - расчетный коэффициент, τ - коэффициент прогрессии. Балун - симметрирующий трансформатор 1:4 намотан двумя проводами во фторопластовой изоляции (6 витков) на ферритовом кольце отклоняющей системы телевизионного кинескопа. Две половинки кольца склеиваются клеем с наполнителем из ферритового порошка. Расстояние между половинками элементов антенны в точках питания 120...150 мм, которые соединены перекрещивающейся симметричной линией из медного провода Ø1,5-2 мм во фторопластовой изоляции. Способ крепления элементов к буму показан на рис. 73. Антенна установлена на телескопической мачте на высоте 12 метров от земли около загородного деревянного дома (при высоте 7,5 метров на 18 МГц наблюдалось значительное искажение диаграммы направленности). Для проверки антенны использовались КСВ-метр и S-метр трансивера IC-746. При проведении QSO с радиолюбителем на расстоянии 15 км в прямой видимости показания S-метра были: назад - S4...S6, вбок - S2, вперед - S9+25 дБ (S-метр трансивера не калибровался). КСВ - не менее 1,3 в диапазоне от 14 до 29 МГц. Антенна рассчитывалась, исходя из следующих соотношений:

$L1 = \lambda_n / 2$, где λ_n соответствует нижней рабочей частоте;

$L_n = 403$ см (для верхней рабочей частоты 29 МГц), где n - количество элементов;

$L2 = L1 \cdot \tau$; $L3 = L2 \cdot \tau$; и т.д., где

$$\tau = n \sqrt{\frac{L_{\min}}{L_{\max}}}$$

$K = 1 + \tau + \tau^2 + \tau^3 + \dots + \tau^{n-2}$

$S1 = B/K$; $S2 = S1 \cdot \tau$; $S3 = S2 \cdot \tau$; и т.д.;

$LS = 0,12 \cdot \lambda_{\min}$; $LC = 0,03 \cdot \lambda_{\max}$.

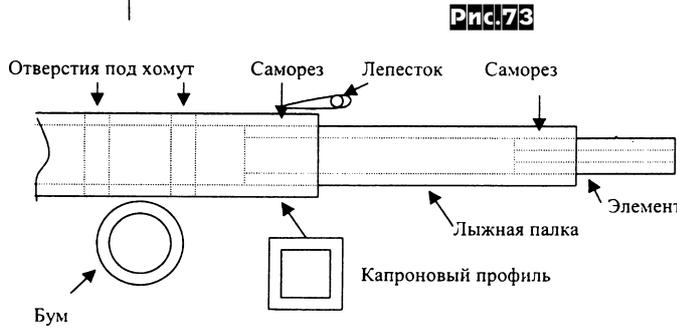
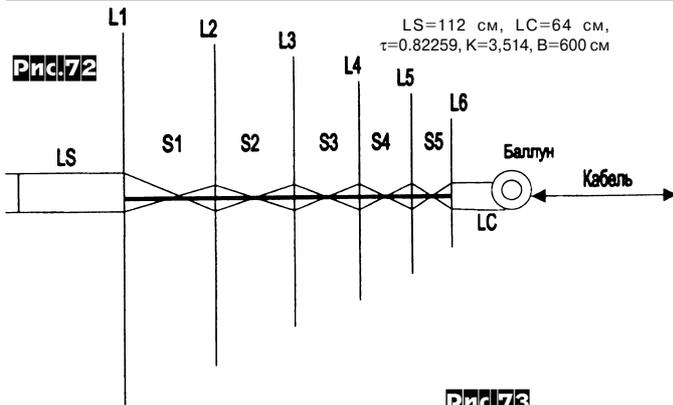
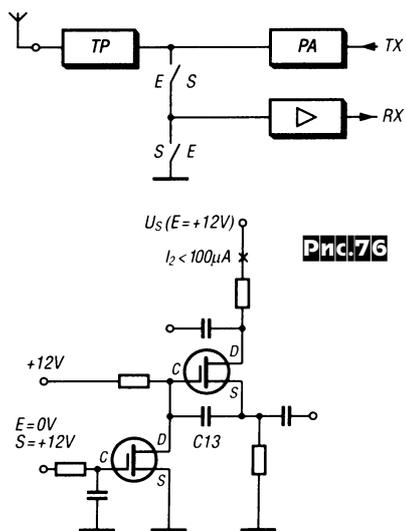
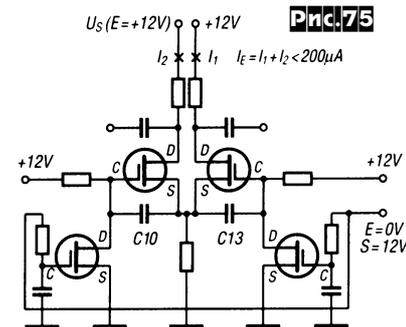
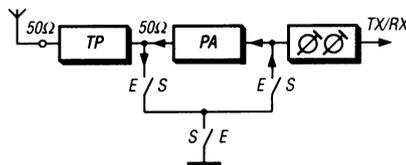
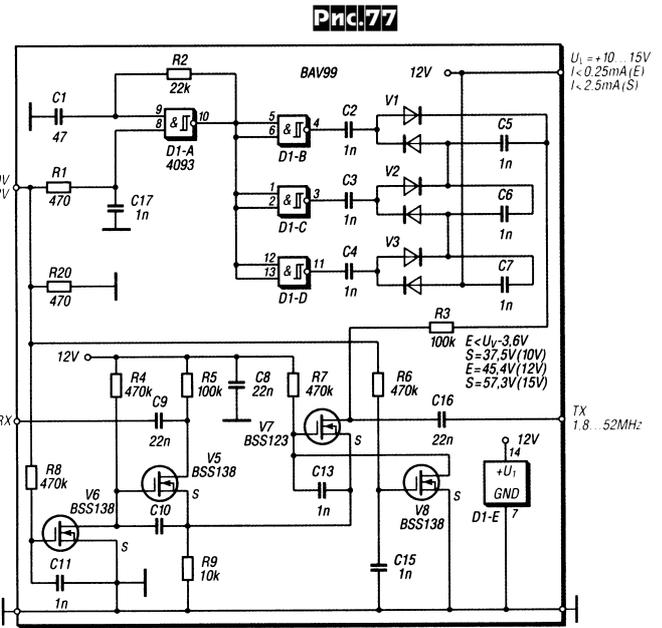
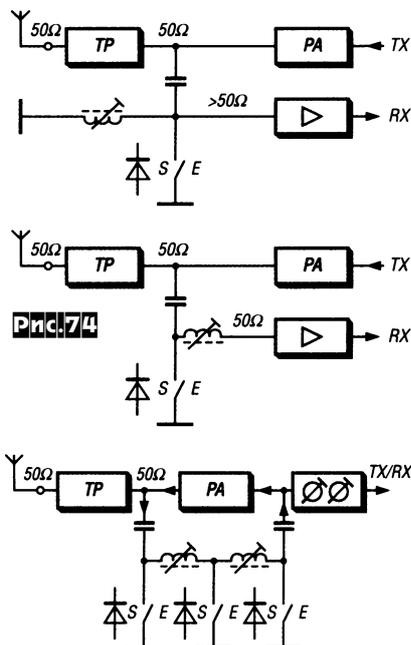


Таблица 3

Длина элемента L, см	Расстояние между элементами S, см
L1 = 1070	S1 = 171
L2 = 880	S2 = 141
L3 = 724	S3 = 115
L4 = 595	S4 = 95
L5 = 490	S5 = 72
L6 = 403	-

Эффективность антенны для работы в диапазоне 14-28 МГц с количеством элементов менее 5 резко падает («Радиолюбитель. КВ и УКВ», №2/2000, с.30, 31).

Различные варианты бесконтактных антенных реле рассмотрены в статье Хельмута Сейферта, DL2AVH. Ранее



широко применялись для этих целей коммутаторы на рип-диодах, как показано на рис. 74, где в режиме приема рип-диод закрыт. На нижней схеме рис. 74 для большей развязки TX от RX автор при-

менил три рип-диода. Общим недостатком таких схем является наличие на каждом диапазоне 1-2 последовательных контуров. Чтобы устранить этот недостаток, автор в своем всеволновом трансивере применил антенный переключатель с IP3 > +20 дБм и малым потреблением тока (< 0,25 мА) в режиме приема, а в режиме TX < 2,5 мА. В качестве ключевых элементов в этом переключателе применены SIP-MOS транзисторы BSS138 и BSS123. Эти n-канальные с обогащением транзисторы запираются при Uзи = 0 В и открываются при Uзи > 0,8...2 В. На рис. 75 показаны функциональная и электрическая схемы так называемого двухканального, а на рис. 76 - одноканального переключателей. На функциональных схемах положение S переключателей соответствует режиму TX, а E - RX. В режиме RX затворы нижних транзисторов (рис. 75) соединены с общим проводом (0 В) и они закрыты, а на затворы верхних подано +12 В и они открыты. В4 напряжение с левого верхнего конденсатора через открытые переходы исток-сток и правый верхний конденсатор поступает на вход приемника. В режиме TX на затворы нижних транзисторов подается +12 В, что приводит к соединению с общим проводом затворов верхних транзисторов и их закрытию. Для устранения паразитного проникновения В4 напряжения через закрытый переход исток-сток и соответственного увеличения развязки передатчика от приемника истоки транзисторов соединяются по В4 с «землей» через С10, С13. Аналогично работает и одноканальная схема на рис. 76.

Принципиальные схемы двухканального и одноканального переключателей показаны на рис. 77 и рис. 78 соответственно. На D1(4093) и V1-V3(BAV99) собран умножитель напряжения питания для V7(BSS123), что дает возможность коммутировать большую мощность передатчика в соответствии с табл. 9. При

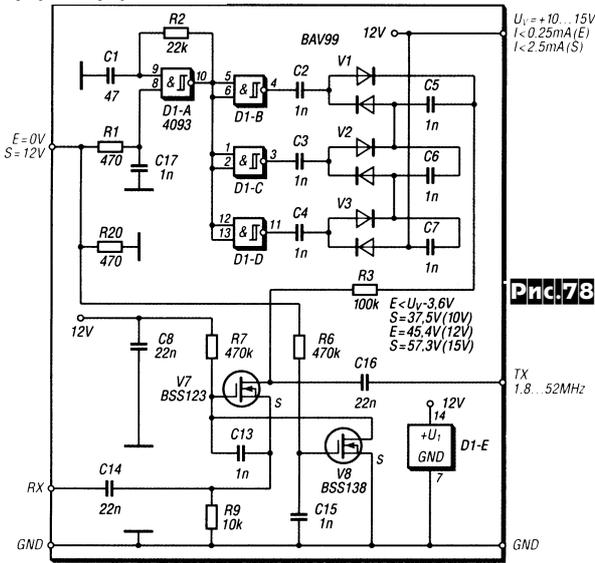


Рис.78

$R3=R5=100\text{ кОм}$ и $C9=C16=0,022\text{ мкФ}$ времени переключения RX/TX < 10 мс, а TX/RX < 5 мс. Увеличение $R3=R5=1\text{ МОм}$ и $R9=100\text{ кОм}$ снижает ток потребления < 25 мкА, однако это происходит за счет увеличения времени переключения 100 мс/50 мс. На рис. 79, 80 представлены частотные зависимости затухания в прямом направлении, а на рис. 81, 82 - ослабление сигнала передатчика на входе приемника для двух- и одноканальной схем соответственно («Funkamateur», №2/2000, с. 183-185 *).

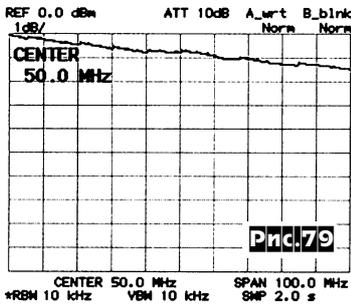


Рис.79

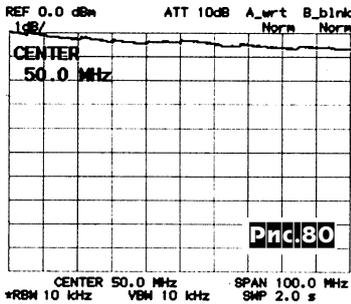


Рис.80

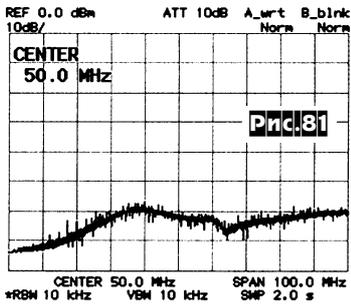


Рис.81

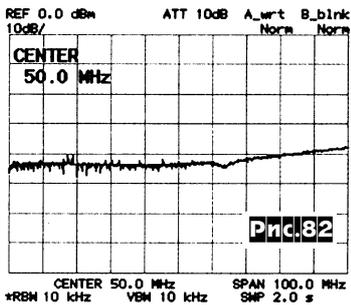


Рис.82

Таблица 9

Uv, В	Ups, В	Pout, Вт
10	37,5	8
12	45,4	13
15	57,3	17

А.Волынец, UA3YFR предложил схему шумового моста для настройки антенн (рис. 83), которая состоит из генератора шума на VT1 и VD2 (источник шума), широкополосного усилителя на VT2, VT3 и собственно ВЧ-моста - вторичная обмотка T1, R14C12 (регулируемое плечо), C10C11 и подключаемая антенна с неизвестным сопротивлением. Резистором R2 устанавливают необходимый уровень шума на всех диапазонах. Для калибровки моста к гнездам «Антенна», «Общий» подключают безындукционные резисторы с известным сопротивлением (от единиц Ом до 330 Ом), вход приемника - к гнезду «Приемник», ротор C12 - в среднее положение (на его шкале в этом месте ставят отметку «0»),

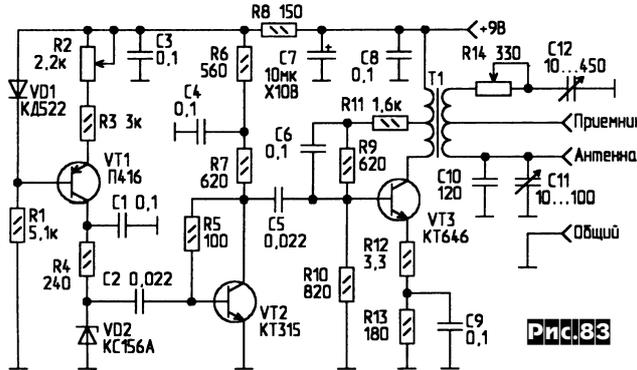


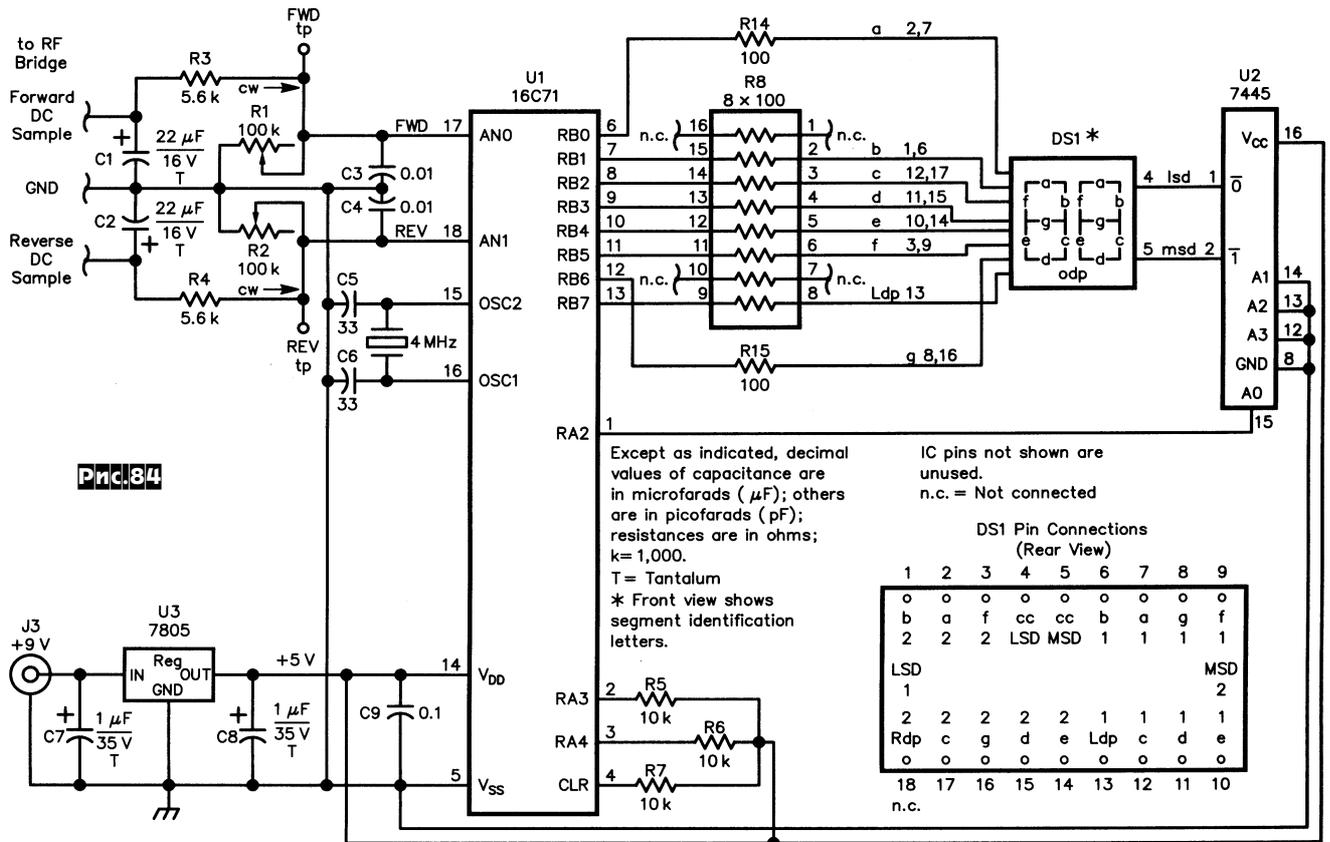
Рис.83

и вращением движка R14 добиваются минимального шума на выходе приемника (например, на 14 МГц). Ротором C11 компенсируют реактивность в плече R14C12+Смонт. по дальнейшему уменьшению шума. На шкале R14 наносят сопротивление резистора, подключенного к гнезду «Антенна». В дальнейшем проградуированная шкала R14 бу-

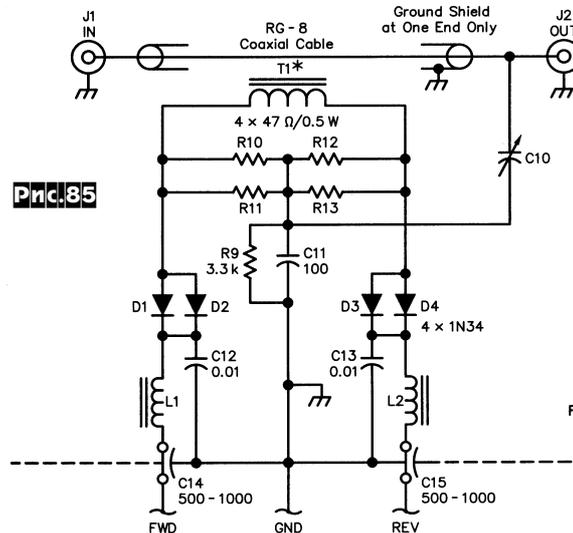
дет использоваться для измерения активной составляющей импеданса антенны. С помощью C12 после соответствующей калибровки можно определить знак реактивной составляющей. Для этого между гнездами «Антенна», «Общий» подключают безындукционный резистор 100 Ом и параллельно ему конденсатор 20...68 пФ, а затем индуктивность 0,2...1,2 мкГн. При этом движок R14 устанавливают на значение 100 Ом и, вращая ротор C12 влево или вправо от «0», по шкале минимизируют шум и ставят «-» в случае подключенного конденсатора. При подключении индуктивности уменьшение шума наступит в противоположной стороне шкалы C12, где ставят «+». При измерении импеданса антенны ее входные клеммы подключают непосредственно к мосту и, вращая движок R14, по минимуму шума определяют по его шкале значение активной составляющей, а ротором C12 минимизируют шум и по знаку на его шкале определяют, какую реактивность (емкостную или индуктивную) имеет импеданс антенны. В настроенной антенне на средней рабочей частоте не должно быть реактивностей, а активная составляющая должна соответствовать волновому сопротивлению фидера, как правило 50 или 75 Ом («Радиолюбитель. КВ и УКВ» №3/2000, с. 34, 35 *).

Берт Келли, AA4FB предложил конструкцию цифрового КСВ-метра на PIC-процессоре. Схема вычислительного блока показана на рис. 84, датчика КСВ - на рис. 85. Программу для PIC16C71 этого устройства можно свободно взять на <http://www.arrl.org/files/> (файл PICSWR.ZIP). Индикатор DS1 (LN526GK фирмы Panasonic) в правильно собранном вычислительном устройстве должен отображать LP, а на выводе 1(U1) должны присутствовать импульсы с частотой следования 368 Гц. После проверки работоспособности вычислительного блока убеждаются в правильности его вычислений, для чего собирают цепь на рис. 86 и подсоединяют ее к +5В (U3/OUT на рис. 84)

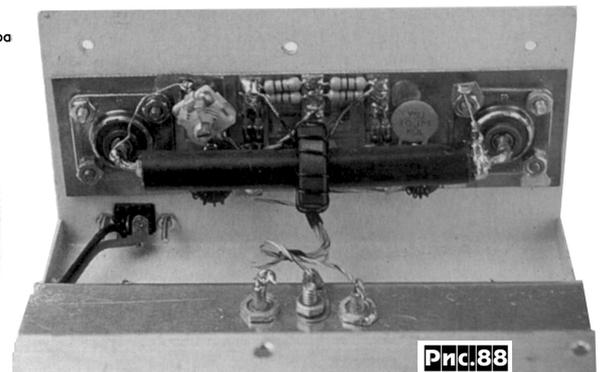
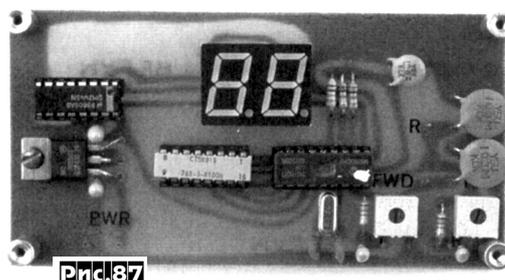
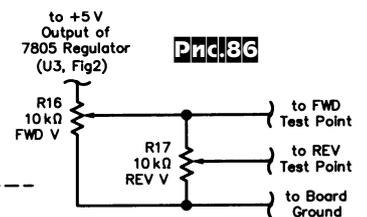
и к точкам FWDtr и REVtr (рис. 84). Резистором R16 выставляют в точке FWDtr, например, +4,5 В, а резистором R17 в точке REVtr +1,27 В и вычисляют значение КСВ, которое должен отображать индикатор DS1: $(4,5+1,27)/(4,5-1,27)=1,786$. В этом случае на DS1 должно быть КСВ=1,7. Таким образом проверяют несколько значений КСВ. Трансформатор T1 датчика КСВ (рис. 85) представляет собой ферритовое кольцо проницаемостью 400...600НН, на котором равномерно по окружности намотана вторичная обмотка - 11 витков медного провода диаметром 0,64 мм. Первичная обмотка - отрезок коаксиального кабеля между J1(IN) и J2(OUT), на который



одето ферритовое кольцо с вторичной обмоткой и оплетка которого соединена только с корпусом J2(OUT). Настройка датчика КСВ выполняется в следующем порядке: соединяют вычислительный блок и датчик КСВ тремя свитчами проводами (FWD, REV и GND); к J2 подключают нагрузку 50 Ом, а к J1 - выход передатчика; движки R1 и R2 (рис. 84) устанавливают в среднее положение; включают передатчик на небольшой мощности. Индикатор DS1 должен показать КСВ, близкий к 1; если на индикаторе отображается $\gg 2$, необходимо поменять местами выводы вторичной обмотки T1 (рис. 85). Затем с помощью C10 добиваются показаний на DS1=1. После этого, плавно увеличивая мощность передатчика до максимальной, одновременно регулируют R1, чтобы в точке FWDтр напряжение не превышало +4,5 В. Меняют местами подключение передатчика и нагрузки к J1 и J2 и аналогичной регулировкой R2 добиваются +4,5 В в точке REVтр при Rмакс (на PIC нельзя подавать более 5 В). Внешний вид платы вычислительного блока показан на рис. 87, а датчика КСВ - на рис. 88 («QST», №12/1999, с.40-43).



Знак * в конце библиографических ссылок означает, что в первоисточнике приведен рисунок печатной платы. Вы можете заказать в редакции ксерокопии статей, упомянутых в «Дайджесте», из журналов, с которыми у «РХ» имеется договоренность о взаимном обмене информацией, а также ПО из упомянутых в «Дайджесте» интернетовских источников (на дискете).



Антенны с круговой поляризацией

Игорь Григоров, RK3ZK, г.Белгород

Для работы на диапазонах 6-20 метров радиолюбители используют антенны как с вертикальной, так и с горизонтальной поляризацией. При отражении от ионосферы волна тоже может поменять свою поляризацию. Отражающие радиоволны слои ионосферы меняют свое месторасположение и наклон в пространстве со временем, в результате чего может происходить флюктуация поляризации отраженной волны. В итоге при использовании антенн, работающих только с одним видом поляризации, принимаемый сигнал будет приходить на приемник с замираниями. Решить эту проблему поможет антенна с круговой поляризацией.

Одной из наиболее простых антенн, обеспечивающих круговую поляризацию, является так называемая «Halo»-антенна, широко используемая в FM-вещании на коммерческих радиостанциях США. Поскольку положение антенны приемника радиослушателя может быть любое, да и прием FM радиостанций часто ведется на ходу или в автомобиле, то и используют круговую поляризацию для уменьшения замираний сигнала. Эта антенна показана на **рис. 1**. Она представляет собой два полуволновых вибратора, свернутых в круг и расположенных внутри друг друга. Точно посередине вибраторов они электрически соединяются с металлической распоркой, к середине которой подсоединяется оплетка кабеля. Подключение кабеля к антенне выполняется с помощью дельта-согласования. Первоначально расстояние **a** (**рис. 1**) между металлической распоркой и точками подключения согласователя равно $0,13\lambda$ (зависит от материала, из которого выполнена антенна, от высоты установки антенны и нуждается в подборе по минимуму КСВ). Полотно антенны заземлено на мачту, которая крепится к перемычке в точке соединения с оплеткой кабеля, следовательно, она грозобезопасна и не подвержена наводкам статического электричества. С Halo-антенной много экспериментировал W2EEY/1. В своей статье, посвященной этой антенне [1], он утверждает, что она эффективно работает уже при высоте установки $0,1\lambda$ над металлической крышей.

Антенна очень эффективна для дальних связей, не требует «земли», как для установок «вертикалов», не требует высоких точек подвеса, как для диполей и дельт. Легко настраивается. Для работы на УКВ и верхних КВ диапазонах она может быть выполнена из медных трубок, что еще более упрощает ее конструкцию и повышает устойчивость к ветровым нагрузкам. Антенна обладает широкополосностью не менее 10%. А

если запитать два вибратора посредством длинной линии, то антенна с размерами для 10-метрового диапазона может эффективно работать на любительских диапазонах от 6 до 20 метров. Размеры Halo-антенны и способ питания, приведенные на **рис. 1**, являются классическими, проверенными радиолюбителями в своей практической работе. При горизонтальном размещении она обеспечивает волну с круговой поляризацией, прижатую к горизонту. В горизонтальной плоскости диаграмма направленности имеет форму круга, в вертикальной плоскости - форму восьмерки.

Можно использовать упрощенный вариант круговой антенны, предложенный KA9LYR в [2]. Его антенна показана на **рис. 2**. Для ее питания желательно использовать симметрирующее устройство. Для питания антенны KA9LYR рекомендуют использовать коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. Антенна должна быть размещена вертикально в пространстве. В этом случае она обеспечивает работу как вер-

тикальной, так и горизонтальной поляризацией. Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости восьмерка, минимумы лежат в плоскости перпендикулярной антенне. Несмотря на свои небольшие размеры, антенна обеспечивает направленность примерно на 30% больше, чем диполь. Эта антенна может быть установлена на высоте $0,1\lambda$ от проводящей поверхности и выполнена как из трубок, так и из провода диаметром 1-4 мм. По широкополосности она аналогична антенне из [1].

Размеры антенн показаны в **табл. 1**. Вследствие своих малых габаритов при недостатке места на крыше дома эти антенны могут быть установлены на балконе и даже на крыше автомобиля.

Литература

1. John Schultz (W2EEY/1). A New Type of Polarized Antenna//CQ.-1 969.-April.-P.56-60,90.
2. KA9LYR//QST.-1987.-July.-P.38.

$A=0,13$

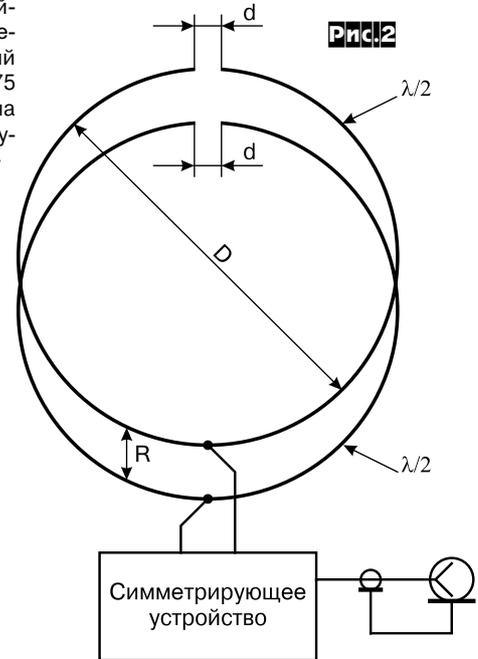
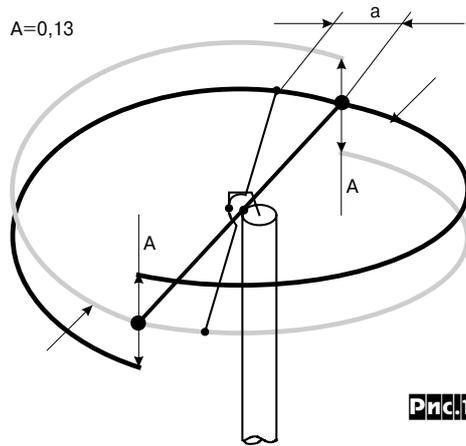


Таблица 1

Диапазон, м	fcp., МГц	$K\lambda/2$, м	$0,13\lambda$, м	R, м	d, см	D, м
160	1,9	79	20,5	4	84,1	25,5
80	3,6	38,1	9,9	2	40,6	12,4
40	7,05	20	5,2	1	21,13	6,36
30	10,12	14,1	3,6	0,76	15,14	4,5
20	14,2	10,06	2,6	0,5	10,5	3,2
17	18,1	8,1	2,1	0,4	8,4	2,57
15	21,2	6,72	1,74	0,38	7,19	2,14
12	24,9	6	1,56	0,3	6,3	1,9
11	27	5,3	1,38	0,26	5,46	1,68
10	28,8	5	1,3	0,25	5,28	1,57
6	52	2,74	0,71	0,15	2,92	0,871
2	145	0,97	0,25	0,05	1	0,31

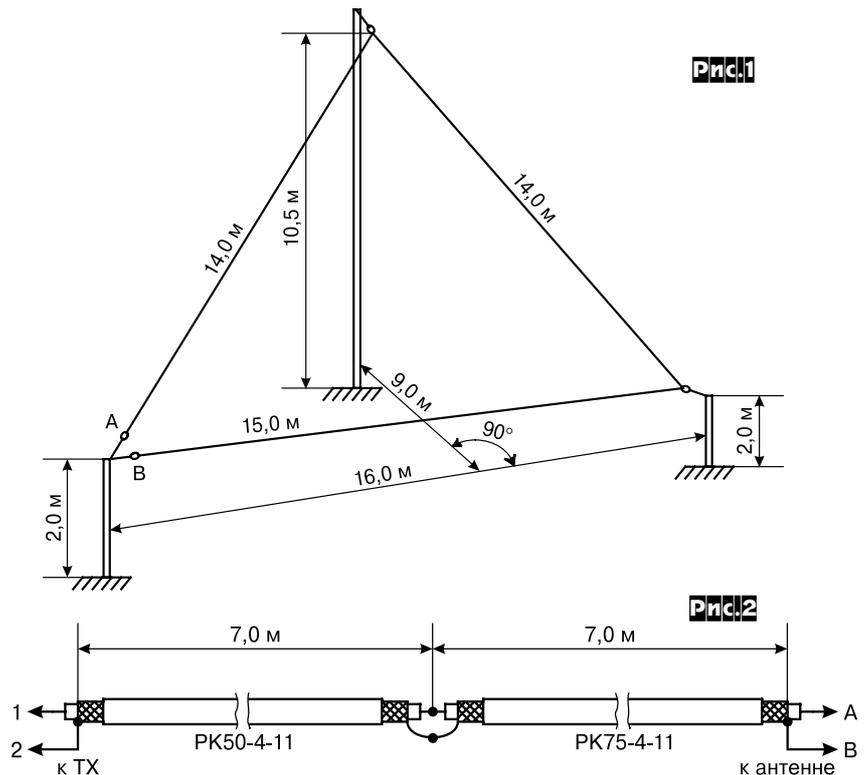
Антенна на 7 МГц с малой высотой подвеса

Игорь Захаров, UR5EFX, г.Днепропетровск

Петлевая антенна «DELTA LOOP», расположенная таким образом, что ее верхний угол находится на высоте четверти волны над поверхностью земли, а питание подается в разрыв петли в одном из нижних углов, имеет большой уровень излучения вертикально поляризованной волны под малым, порядка 25-35° углом относительно горизонта, что позволяет использовать ее для проведения дальних радиосвязей [1].

Подобный излучатель был построен автором, и его оптимальные размеры для диапазона 7 МГц показаны на **рис. 1**. Входное сопротивление антенны, измеренное на 7,02 МГц, равно 160 Ом, поэтому для оптимального согласования с передатчиком (ТХ), имеющим выходное сопротивление 75 Ом, применено согласующее устройство из двух последовательно соединенных четвертьволновых трансформаторов из коаксиальных кабелей 75 и 50 Ом (**рис. 2**). Сопротивление антенны трансформируется сначала в 35 Ом, затем в 70 Ом. КСВ при этом не превышает 1,2. Если антенна удалена от ТХ более чем на 10...14 метров, к точкам 1 и 2 (**рис. 2**) можно подключить коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом необходимой длины. Приведенные на **рис. 2** размеры четвертьволновых трансформаторов корректны для кабелей с полиэтиленовой изоляцией (коэффициент укорочения 0,66).

Испытание антенны производилось с QRP передатчиком мощностью 8 Вт. Телеграфные QSO с радиолюбителями



из Австралии, Новой Зеландии и США подтвердили эффективность антенны при работе на дальних трассах. Дополнительную информацию по настройке и измерению параметров антенн можно найти в [2].

Литература

1. З.Беньковский, Э.Липинский. Любительские антенны коротких и ультракоротких волн. Москва «Радио и связь» 1983 г. пер. с польского.
2. К.Ротхаммель. Антенны. Москва «Энергия» 1969 г. пер. с немецкого.

РЕВЕРС ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПО ДВУМ ПРОВОДАМ ДЛЯ ВРАЩЕНИЯ НАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН

Виктор Башкатов, US0IZ, г.Горловка Донецкой обл

Многим, если не всем, радиолюбителям известно преимущество в работе направленных антенн, которые позволяют сконцентрировать большую часть излучаемой энергии в определенном направлении, увеличивая тем самым напряженность поля в месте приема и уменьшая помехи в других направлениях, а также получать большой уровень сигнала при приеме с этого направления. Так например, трехэлементная антенна «волновой канал» дает усиление в направлении максимального излучения примерно 8 дБи (в 6 раз по мощности относительно изотропного излучателя) и ослабляет сигналы станций, направления на которые отличаются от «главного» более чем на 45°, не менее чем на 20...25 дБ (3..4 балла громкости). Конечно, в полной мере преимущество направленных антенн сказывается, если имеется возможность их вращать.

Радиолюбители для вращения направленных антенн часто используют редукторы с электродвигателями постоянного тока. Изменение направления враще-

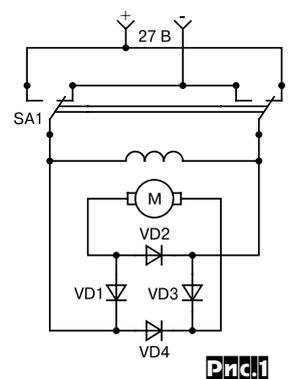
ния направленных антенн в этом случае осуществляется простым реверсированием электродвигателей, для чего достаточно изменить направление протекания тока в роторе или в статоре. Это в свою очередь вызывает необходимость применения для питания электродвигателя четырехпроводного силового кабеля (две жилы для питания ротора и два провода для питания статора). Приобрести же силовой кабель достаточно большой длины, которая может достигать нескольких десятков метров до радиорубки, и большого сечения (низкое напряжение, а следовательно большие пусковые и рабочие токи) с учетом их «астрономической» стоимости многим радиолюбителям обычно не по карману.

Поэтому возникла идея запитать электродвигатель по двухжильному кабелю вместо четырехжильного, который по стоимости будет значительно дешевле. У радиолюбителей широкое распространение для управления направленных антенн нашли редукторы с электродвигателями от радиолокационных станций П8

и П10 (двигатель ГСК-1500, последовательная схема возбуждения), напряжение питания 27 В). Схемы управления по двум проводам направлением вращения электродвигателя постоянного тока как с параллельным, так и с последовательным возбуждением приведены на **рис. 1** и **рис. 2** соответственно.

При переключении полярности питающего напряжения с помощью SA1 на-

(окончание на с.30)

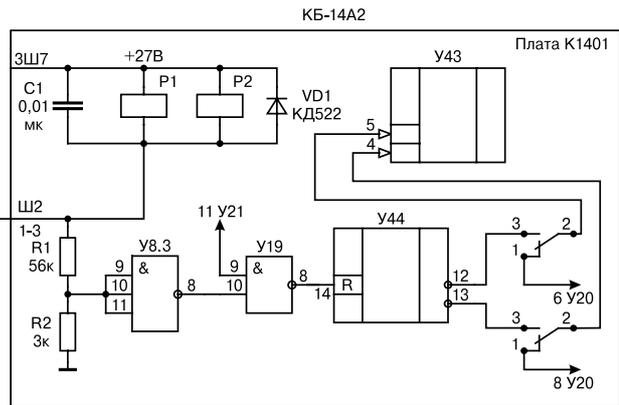
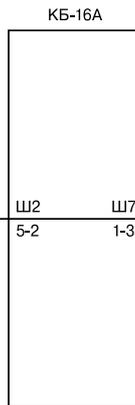
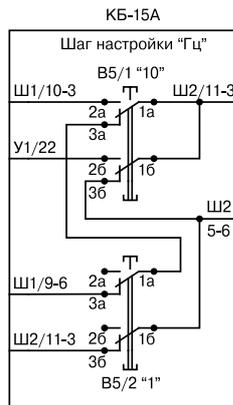


Дополнительный шаг перестройки «100 Гц» в РПУ Р-399А

Р.Кагарманов, UA0SH, г.Иркутск

Для расширения сервисных возможностей Р-399А и трансиверов на базе этого приемника предлагается схема, реализующая дополнительный шаг перестройки «100 Гц», для монтажа которой необходимо:

1. В блоке КБ-15А: освободить контакты 16 и 36 В5/2 «Шаг перестройки «Гц» «1», убрав перемычки 16-1а, 36-3а, и соединить их по схеме.



2. В блоке КБ-16А: установить перемычку между контактами Ш2/5-2 и Ш7/1-3.

3. В блоке КБ-14А, плата К1401: установить два реле РЭС-49 и резисторы R1, R2.

В авторском варианте это выполнено следующим образом: полоски плотной бумаги размерами чуть больше корпусов реле приклеены к печатной плате клеем БФ-2 между ИМС У44-У35 и У43-У33, затем к этим полоскам приклеены сами реле. К корпусам ИМС У44, У43 полосками бумаги приклеены тонкие провода

МГТФ для подключения выводов реле и ИМС.

Основным шагом перестройки принят «шаг 100 Гц» - обе кнопки (10 Гц, 1 Гц) зафиксированы в нажатом состоянии, реле Р1, Р2 «обесточены». Уровень логической 1, образующийся за счет тока по цепи: +27 В, контакт 3Ш7, обмотки Р1, Р2, R1, R2, общий минус, через свободные элементы У8.3, У19 блокирует счетчик У44, а импульсы, минуя У45, У44, поступают на У43; индикация пересчета «1 Гц» и «10 Гц» блокирована.

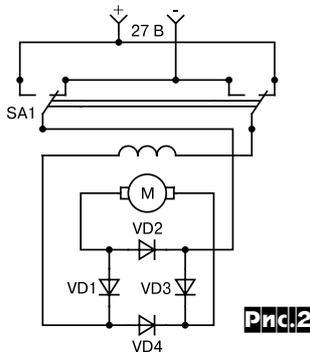
При шаге «10 Гц» и «1 Гц» РПУ рабо-

тает в штатном режиме.

Механическая коммутация выбрана из-за простоты и доступности. Радиолюбители, владеющие схемотехникой цифровой логики, пользуясь описанной схемой, могут применить коммутаторы тока, мультиплексоры и т.д. Возможно применение любых реле при ином их расположении как на 27 В, так и 12 В, но в последнем случае необходимо подобрать соотношение R1, R2.

Все позиционные обозначения указаны согласно «Схемы электрические 1г.290.011.T01».

(Окончание. Начало см. на с.29)



правление тока в статоре электродвигателя изменяется, а в якоре - остается неизменным. Это обеспечивается мостовой диодной схемой, в которой при одной полярности питающего напряжения проводят диоды VD1 и VD3, а при другой VD2 и VD4. Эти диоды и переключатель SA1 должны быть рассчитаны на максимальный пусковой ток электродвигателя. Так для электродвигателя ГСК-1500 подойдут Д242, Д245, Д246, Д247, Д248, Д223 и им подобные.

Для защиты от влаги диодный мост помещают в корпус из диэлектрического материала и заливают эпоксидкой или битумом.

Литература

1. С.Г. Бунин и Л.П. Яйленко. *Справочник радиолюбителя коротковолновика*. Киев, «Техніка», 1978 г.

Изготовление кабеля с низким волновым сопротивлением

Игорь Григоров, РК3ЗК, г.Белгород

При изготовлении широкополосных трансформаторов часто необходим кабель с низким волновым сопротивлением. Обычно требуются не очень длинные куски такого кабеля. Его можно изготовить самостоятельно, например, на электротехнический провод толщиной 1-3 мм в пластиковой изоляции надевается экран от тонкого коаксиального кабеля. Для этого пластиковая изоляция с коаксиала снимается, оплетка понемногу сжимается гармошкой, и постепенно перетягивается с кабеля на провод. При определенном навыке можно сделать куски коаксиала с низким волновым сопротивлением любой необходимой для намотки трансформатора длины.

В некоторых случаях бывает удобнее использовать вместо толстого электротехнического провода, служащего внутренней жилой, тонкий коаксиальный кабель или звуковой шнур, оплетка которых будет выполнять роль центрального проводника, а внешняя изоляция - роль изолирующего запол-

нителя между центральным проводником и новой экранирующей оплеткой. После изготовления кабеля новый экран необходимо заизолировать с помощью изолянты или кембрика подходящего диаметра.

Определить волновое сопротивление полученного коаксиального кабеля можно, используя известные формулы. Самый простой из методов: с помощью RLC-метра измеряют емкость между оплеткой и жилой изготовленного кабеля. Затем кабель замыкают на конце и определяют полученную индуктивность. После этого по формуле определяют волновое сопротивление кабеля: $Z = \sqrt{L/C}$, где Z - волновое сопротивление, Ом (кОм); L - индуктивность, Гн (мкГн); C - емкость, Ф (пФ). Этот метод определения волнового сопротивления кабеля имеет погрешность в пределах 20%, но для радиолобительских целей вполне подходит. Наибольшая точность получается при определении волнового сопротивления кабеля длиной 1-2 м.



Быстро, качественно и по доступным ценам

ОАО «НПО Этал» выпускает однослойные, двухслойные, многослойные **печатные платы** на современном технологическом оборудовании из материалов европейских поставщиков при их консультационной поддержке.

Наши возможности:

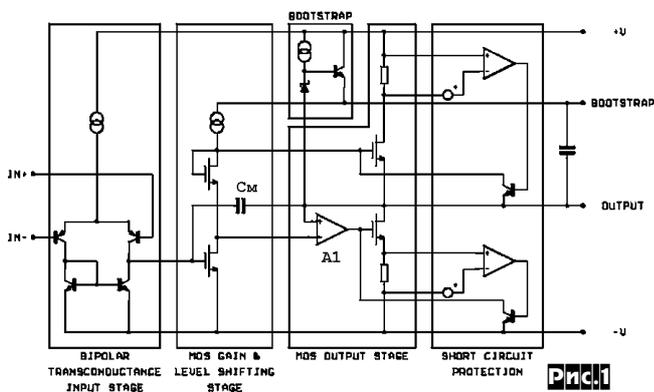
- ✓ максимальный размер печатной платы 457 x 590 мм
- ✓ минимальная ширина проводника / зазора: 0,2 мм
- ✓ минимальный диаметр металлизированного отверстия 0,4 мм
- ✓ минимальная толщина внутренних слоев 0,2 мм
- ✓ максимальное число слоев 20

Стратегическая цель ОАО «НПО Этал» – длительное и успешное сотрудничество с потребителями
 Контактный тел./факс: (05235) 2-53-29, отдел маркетинга
 E-mail: Sales@etal.kr.ua http://www.etal.kr.ua

ИМС мощного высококачественного УМЗЧ TDA7294

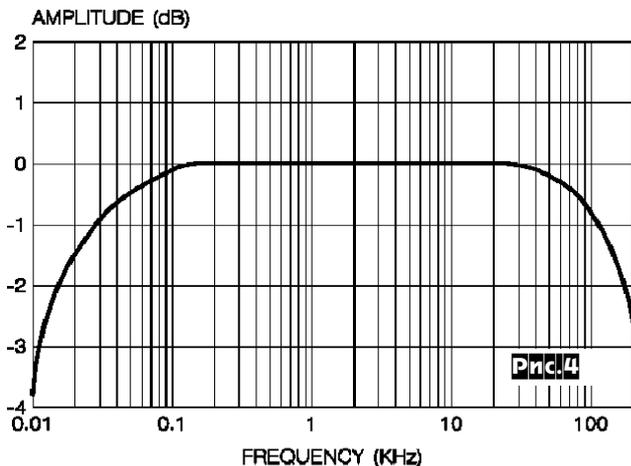


ИМС TDA7294 разработана и изготавливается группой компаний SGS-THOMSON Microelectronics. Это одна из наиболее удачных микросхем УМЗЧ, обладающая не только большой отдаваемой мощностью (100 Вт) и высокой надежностью, но и обеспечивающая наиболее качественное (среди ИМС) звучание. При создании мощных УМЗЧ на биполярных транзисторах (и ИМС) возникает опасность вторичного пробоя, приводящего к выходу их из строя. Существующие системы защиты (SOA) при работе на реактивную нагрузку (реальную АС) теряют свою эффективность. Для обхода этих проблем на выходе TDA7294 применены мощные полевые транзисторы, у которых вторичный пробой отсутствует, а усиление напряжения выполняют как биполярные, так и полевые транзисторы (рис.1, упрощенная схема). Совмещенная биполярно-полевая технология с высоковольтными мощными МОП-транзисторами получила фирменное название BCD 100.

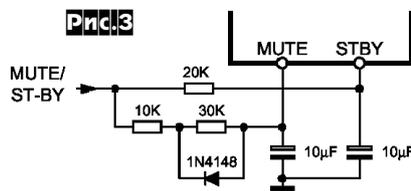
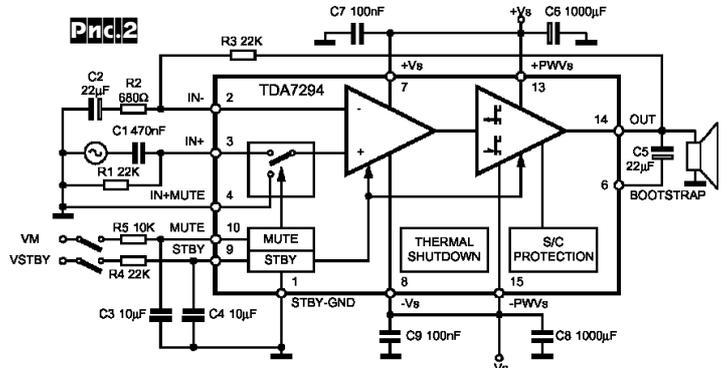


Высокая линейность и стабильность выходного каскада (MOS output stage) достигнута благодаря дифференциальному усилителю A1 (он стремится уравнять напряжение на выходе усилителя в целом с выходным напряжением второго каскада), а также емкости Миллера C_{ml}, которую в данном случае заставили играть положительную роль - увеличивать глубину местной ООС второго и выходного каскадов на ВЧ и тем самым снижать обычно возрастающий на ВЧ коэффициент гармоник. Для того, чтобы полностью использовать напряжение питания и максимизировать выходную мощность, второй каскад получает дополнительное напряжение по цепи вольтодобавки (bootstrap).

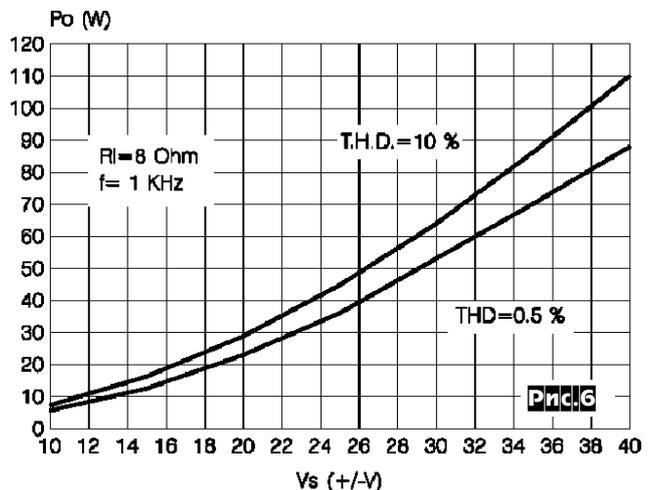
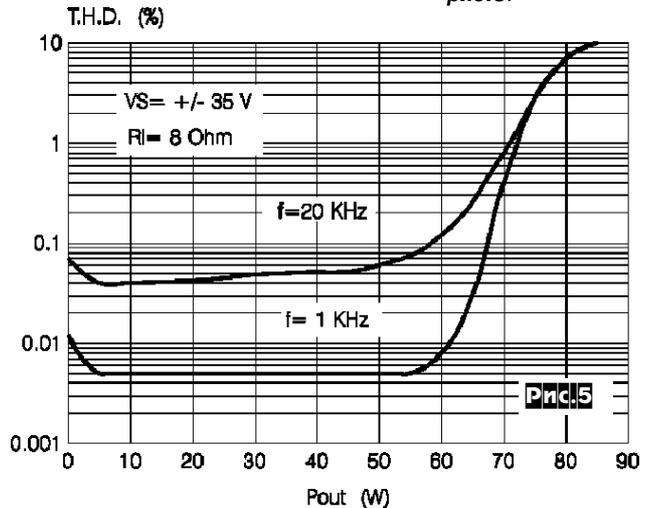
На двух других диффузилителях выполнены схемы защиты от КЗ и перегрузки по току (максимальный выходной ток 10 А). Все выводы ИМС защищены от электростатических разрядов. Кроме того, ИМС содержит температурные датчики (на схеме не показаны), динамически контролируемые температуру в критических областях кристалла и при превышении



145°C автоматически переводящие ИМС в режим приглушения (MUTE), а при превышении 150°C - в дежурный режим (STBY) с практически нулевым (1 мА) энергопотреблением. В типовой схеме включения (рис.2) режимы MUTE и STBY можно включать принудительно внешними напряжениями VM и



VSTBY в стандартных КМОП-уровнях (порог 2,5 В), рекомендуемая модификация схемы для включения/выключения MUTE+STBY одним напряжением показана на рис.3.



Внутренний стабилизатор обеспечивает подавление пульсаций напряжений питания в среднем на 75 дБ.

В **типовой схеме включения (рис.2)** ИМС развивает 70 Вт синусоидальной мощности на нагрузке $8 \setminus 6 \setminus 4$ Ом при напряжениях питания соответственно $\pm 35 \setminus 31 \setminus 27$ В. Музыкальная мощность (по стандарту МЭК268.3) при этом составляет 100 Вт. Типовые **АЧХ** и зависимость **коэффициента гармоник** от выходной мощности показаны на **рис.4** и **рис.5**, а **выходной мощности** в зависимости от напряжения питания - на **рис.6**.

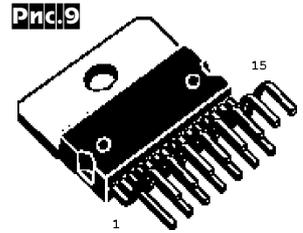
Технические характеристики:

допустимый диапазон питающих напряжений	от ± 10 до ± 40 В,
типовый ток потребления в паузе	30 мА,
входной ток	не более 0,5 мА,
напряжение смещение нуля	не более ± 10 мВ,
скорость изменения выходного напряжения ..	10 В/мкс,
приведенное ко входу напряжение собственных шумов (взвеш. по МЭК-А)	1 мкВ,
(в диапазоне 20 Гц - 20 кГц, невзвеш.)	2 мкВ,
входное сопротивление (без учета R1)	100 кОм,
коэффициент усиления без ООС	80 дБ,
рекомендуемый с ООС (задается R3/R2, рекомендуется выполнять условие R3=R1)	от 24 до 40 дБ.

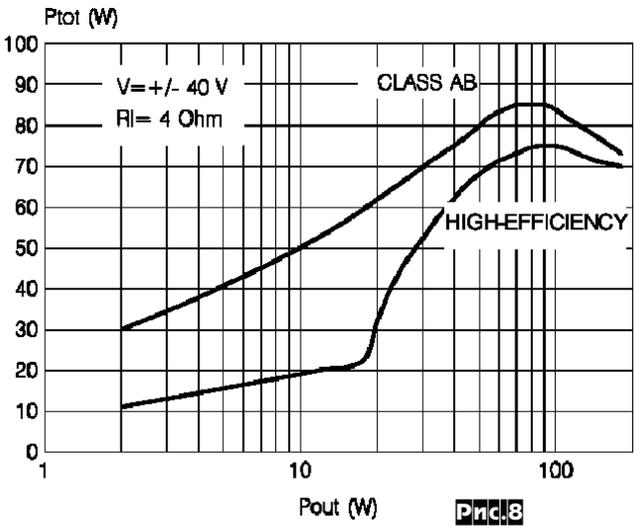
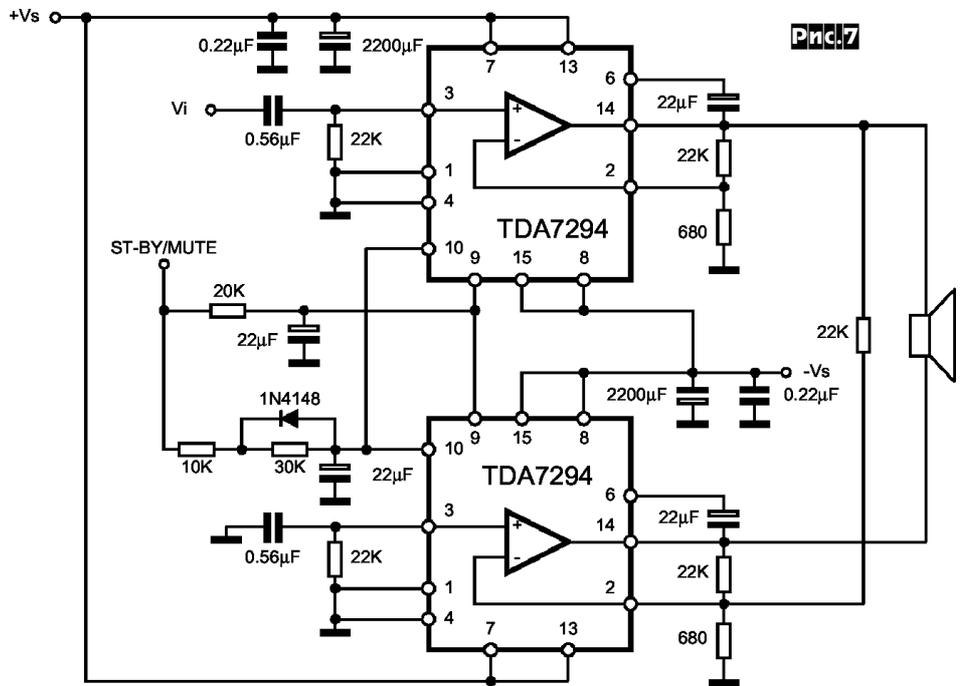
При ограниченных напряжениях питания и повышенных требованиях к выходной мощности рекомендуется применять **мостовую схему включения - рис.7**. В этом случае на 8-омной нагрузке достигается мощность 150 Вт при напряжениях питания всего ± 25 В, а на 16-омной - 170 Вт при напряжениях питания ± 35 В.

Выходной каскад TDA7294 работает в режиме класса АВ, поэтому при большой выходной мощности на ее корпусе также рассеивается значительная мощность. На **рис.8** верхняя кривая характеризует зависимость **мощности рассеяния от выходной** ($R_n = 4$ Ома, напряжения питания ± 40 В). Экстремум этой кривой соответствует 85 Вт. При тепловом сопротивлении кристалл-корпус 1,5 Вт/°С превышение температуры кристалла над температурой корпуса составит $85 \times 1,5 = 128$ °С, что даже при идеальном радиаторе

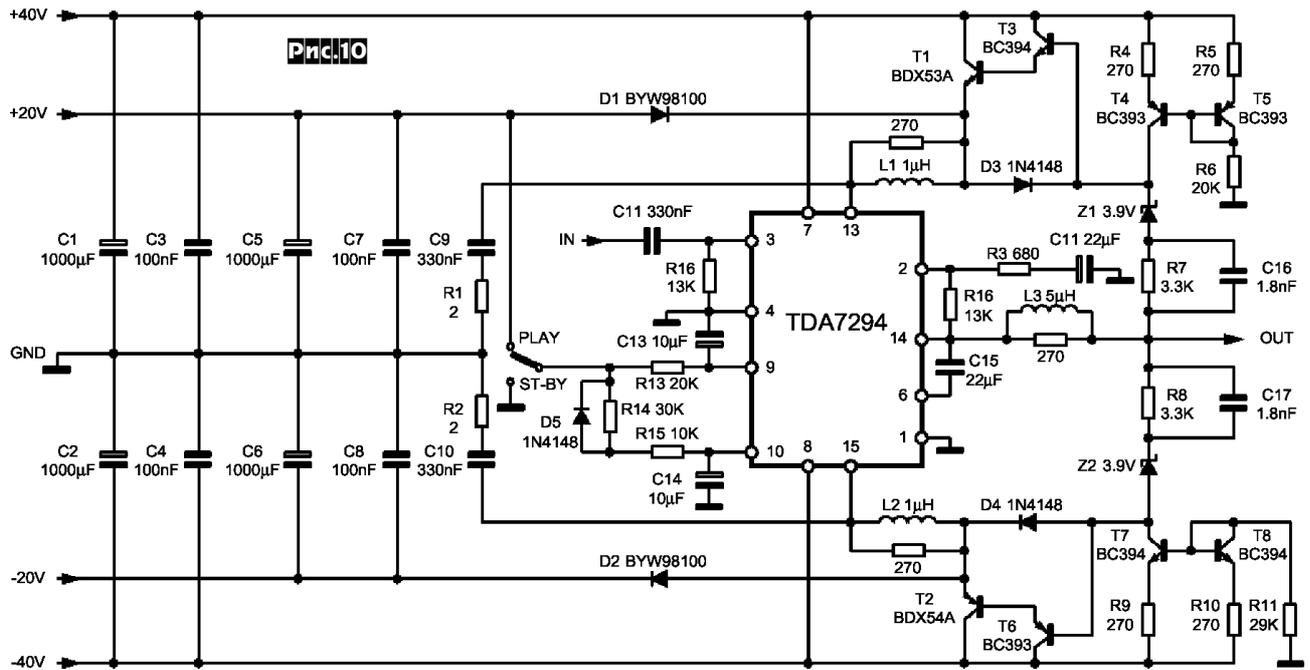
и температуре окружающей среды 25 °С может привести к недопустимому перегреву до 153 °С. То есть при наличии запаса по току и напряжению дальнейшему росту выходной мощности начинает препятствовать ограниченное конструктивным исполнением тепловое сопротивление корпуса типа MULTIWATT15 (**рис.9**, пластина под радиатор соединена электрически с шиной питания -Vs), прямо как «тепловой» барьер в гиперзвуковых самолетах.



Если постоянная (синусоидальная) мощность в нагрузке превышает 60 Вт, разработчики ИМС рекомендуют для полного использования ее потенциальных возможностей применять **схему с коммутируемым питанием** («HIGH EFFICIENCY») - **рис.10**. С целью реализации такого режима питания предусмотрены отдельные выводы напряжений питания маломощной (7 и 8) и мощной (13 и 15) частей микросхемы. Если выходная мощность меньше установленного порога (около 20 Вт), то питание выходных каскадов ИМС осуществляется от источников ± 20 В через D1L1, L2D2, а дополнительные элементы бездействуют. При повышении мощности сверх 20 Вт выходное напряжение усилителя че-



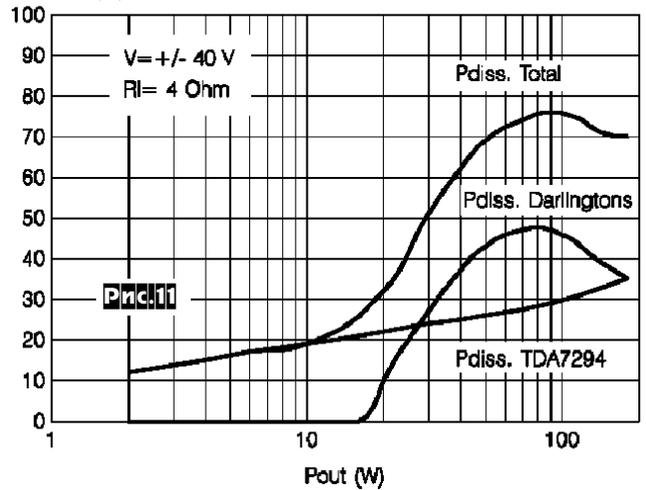
рез цепочки R7C16Z1, R8C17Z2 начинает синхронно приоткрывать мощные пары T3T1, T6T2, которые обеспечивают динамическое повышение напряжения питания выходной ступени до требуемого уровня (вплоть до почти ± 40 В). В результате транзисторы T1 и T2 в значительной степени разгружают тепловой режим микросхемы, принимая «тепловой удар» на себя: на **рис.11** показаны зависимости мощности, рассеиваемой на ИМС ($P_{dissTDA7294}$), на транзисторах ($P_{dissDarlingtons}$), и их суммы ($P_{dissTotal}$) от выходной мощности. Можно убедиться, что при выходной мощности 100 Вт (нагрузка 4 Ома) на микросхеме рассеивается всего 30 Вт вместо 85 Вт в стандартном включении. Правда, коммутация питания приводит к некоторому увеличению нелинейности усилителя, однако оно возникает только при мощности, близкой к пороговой, и реально не так уж велико, примерно в 1,5-2 раза - обратите внимание на «горбик» зависимости коэффициента гармоник от выходной мощности **рис.12**. Сравнив нижнюю кривую на **рис.8** с верхней, можно также отметить почти **троекратное снижение рассеиваемой мощности** в реальном диапазоне выходных мощностей от нескольких Вт до пороговой 15-20 Вт. Макси-



мальная выходная мощность в «высокоэффективном» включении достигает 150 Вт на нагрузке 4 Ома и 100 Вт на 8 Ом.

Рекомендуемая разводка печатных плат приведена в масштабе 1:1 на рис. 13 (для стандартного варианта по схеме рис. 2; перемычка J1 позволяет «привязать» сигналы управления приглушением MUTE-STBY как к «земле», так и к шине питания -Vs: в первом случае общая точка C3, C4 и вывод 1 ИМС соединяются с «землей», во втором - с шиной -Vs) и рис. 14 (см. стр. 34; для «высокоэффективного» варианта по схеме рис. 10).

Plot (W)



T.H.D. (%)

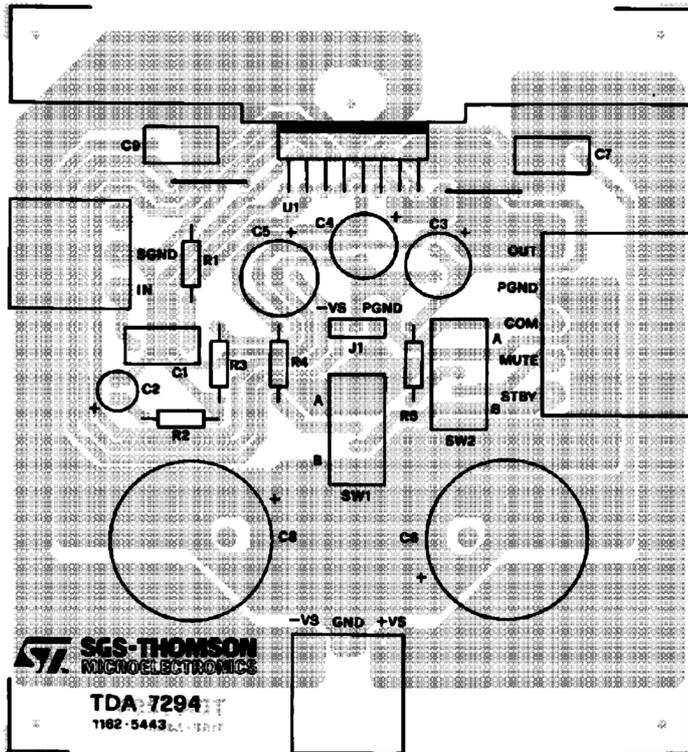
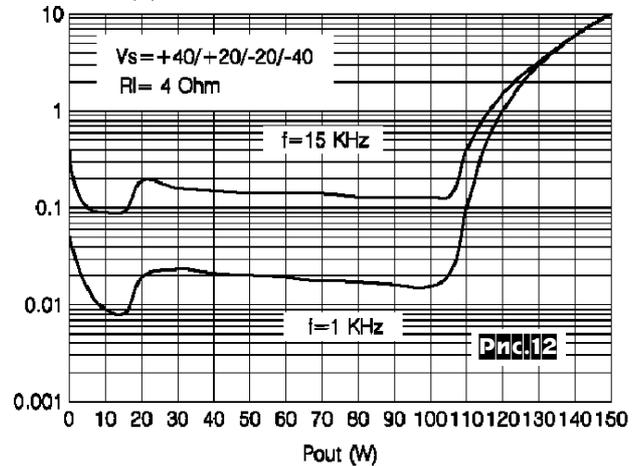
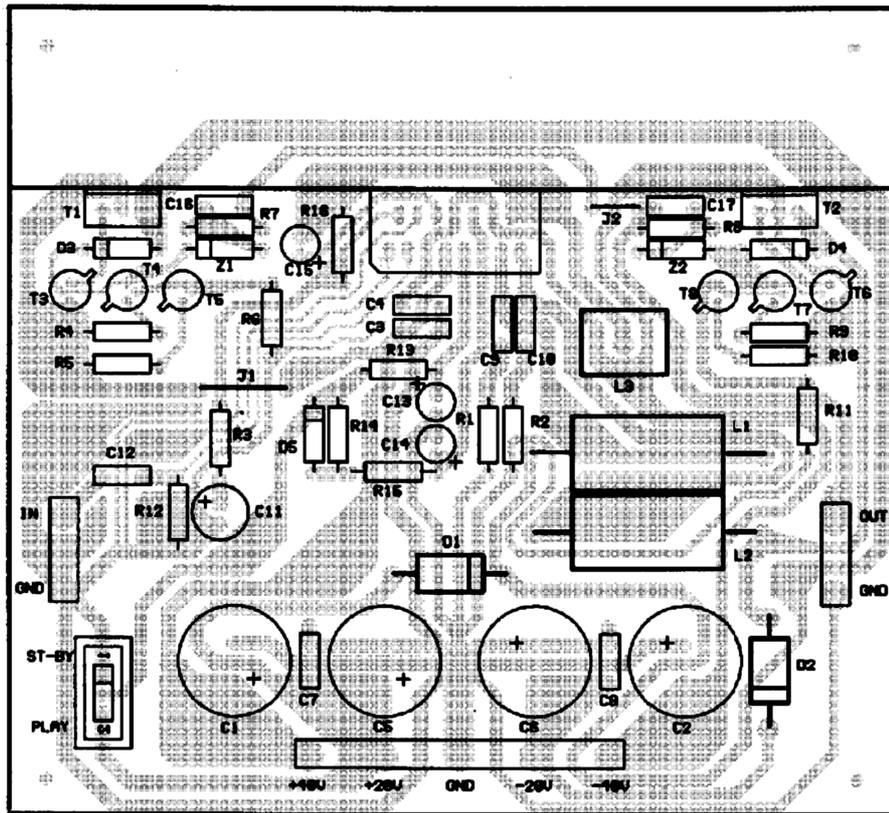


Рис.13



P1C114

Зарубежные аналоги отечественных радиоламп звукового применения

Отечественная лампа Иностранные аналоги

2C3	2A3
5Ц3С	5U4G, 5AS4, 5Z10, U52, ~5AQ4
5Ц4М	5Z4, 5Y3GT, U50, ~GZ30
5Ц4С	5Z4G, 5W4G (I _h =1.5A)
6ЕЗП	EM84
6Ж1П	EF95, 6AK5, 6F32
6Ж2П	6AS6, 6F33
6Ж3	6SH7
6Ж3П	EF96, 6AG5, 6BC5
6Ж4	6AC7, 6AJ7, 6F10
6Ж4П	EF94, 6AU6
6Ж5П	6AH6, 6F36
6Ж6С	Z-62D
6Ж7	6J7, Z63, ~6W7 (I _h =0.1A)
6Ж8	6SJ7
6Ж9П	E180F, EF861, E186F
6Ж11П	E280F
6Ж32П	EF86, EF866, Z729, 6BK8, 6CF8
6Ж40П	EF98, 6ET6
6Н1П	ECC87
6Н2П	6CC41, ECC41
6Н3П	2C51, 6CC42
6Н5С	ECC230, 6AS7-G
6Н7С	6N7GT
6Н8С	B65, ECC32, 6CC10, 6SN7GT
6Н9С	6SL7, 6SU7, ~ECC35(I _h =0,4A)
6Н10С	6SC7
6Н13С	ECC230, 6AS7-G
6Н14П	ECC84, 6CW7
6Н15П	ECC31, ECC91, 6J6
6Н23П	E88CC, ~ECC88, 6DJ8 (I _h =0.365A)

Отечественная лампа Иностранные аналоги

6Н24П	ECC89, 6FC7
6Н27П	ECC86, 6GM8
6П3С	6L6G, 6CN5
6П6С	6V6GT, 6AY5
6П7С	6BG6G
6П9	6AG7, 6AK7, 6L10
6П14П	EL84, N709, 6BQ5, 6L40
6П18П	EL82, N329, 6DY5
6П20С	6CB5A
6П27С	EL34
6П31С	EL36, 6CM5
6П33П	~EL86, 6CW5 (I _h =0.86A)
6П36С	EL500, 6GB5
6С1П	9002
6С2П	EC98, 6C31, 6J4
6С2С	L63, 6J5GT
6С4С	6B4G, AD1
6С5С	6C5GT
6С6	6B4G
6С20С	6BK4
6С51Н	7586
6С52Н	7595
6Ф1П	ECF80, 6BL8, ~ECF82, 6AX8, 6U8
6Ф3П	ECL82, 6BM8
6Ф4П	ECL84, 6DQ8, 6DX8
6Ф5П	ECL85, 6GV8
6Ф5С	H63, 6F5GT
6Ф6С	N63, 6F6GT

Материал подготовил Михаил Косарев (Fido 2:5020/110.39)

Портативный КВ трансивер

Александр Тарасов, UT2FW, г.Рени Одесской обл.

(Окончание. Начало см. «РХ» №6/99, №1/2000)

Синтезатор частоты

Прообразом применяемого синтезатора послужила статья А.Кухарука в РЛ №1/94г. За ней последовали несколько видоизменённых версий, описанных в РЛ №3,4,5/96г. и книжке по сетевому TRX. Точный подсчёт изготовленным вариациям не производился, но только автором этих строк «спаяно» и настроено не менее полсотни с различными платами ГУНов, индикации и контроллеров. По своим шумовым характеристикам эта версия синтезатора имеет достаточно высокие параметры. Встраивался синтезатор в уже работающие TRX RA3AO, UA1FA, KPC81, Урал 84М и нигде не было замечено ухудшение динамических характеристик приёмника. Основная возникавшая проблема - избавление от наводок платы контроллера и динамической индикации, т. к. в уже работающих трансиверах не всегда можно было найти подходящее место расположения плат синтезатора. При неудачно выбранной ПЧ могли появиться 1-2 поражённые точки, которых не было при использовании обычного ГПД. US1QW, опасаясь ухудшения параметров своего KPC81, не рискнул встраивать синтезатор в TRX, а выполнил его внешним VFO, ввёл дополнительное реле, подключившее внутренний ГПД или внешний VFO. Затем несколько месяцев на разных диапазонах щёлкал тумблером, переключая ГПД и синтезатор, пытаясь определить разницу. В конце-концов пришёл к выводу, что в следующем трансивере синтезатор будет встраивать внутрь TRX, т.к. при варианте внешнего VFO не используется весь сервис, и отличия (если не вращать ручку настройки) между обычным ГПД и этим синтезатором на слух обнаружить не удалось. Конечно, не исключаю и вариантов, когда от попытки применения синтезатора конструктор получал только отрицательные эмоции - здесь основная проблема в отсутствии или наличии требуемого «масла» в голове изобретателя. Хотя отмечены отдельные уникальные случаи, когда синтезаторы были изготовлены и установлены в трансиверы радиолюбителями, слабо разбирающимися в отличиях между Z80 и 580BB55. С их слов можно сделать вывод о том, что они полностью довольны работой этого устройства. По-видимому это связано с аккуратным изготовлением и внимательным отношением к тем рекомендациям, которые можно получить о настройке синтезатора у более подготовленных HAMов. Дело в том, что при наличии отработанного и проверенного комплекта печатных плат такого синтезатора, настройка заключается в подгонке генераторов, а она аналогична настройке обычного ГПД. Вся цифровая часть при аккуратной пайке, отработанных и проверенных платах и исправных микросхемах работает сразу, настраивается (подгоняется) только опорный кварцевый генератор. Для подготовленного и опытного радиолюбителя вся работа может занять максимум неделю, яркий тому пример - UR6EJ, в качестве работы этой станции можно убедиться, послушав его работу в эфире. Или UR5ZD, хотя он частенько накручивает «ограничение сигнала на 2-х ГУ-13», дабы «близко не пристраивались» и не мешали спокойно вести длительные беседы на технические темы, hi. Нужно учесть, что они используют более ранние модификации синтезатора, с которым нужно было повозиться, прежде чем закрутить «последний болт». Недостатки, присутствующие этим версиям синтезатора - помехи, причины которых являются контроллер на Z80, динамическая индикация, и постоянный

опрос клавиатуры. Низкое быстродействие, не позволяющее работать полудуплексом телеграфом с большими расстройками, когда TRX переводится на передачу при каждом нажатии ключа. Малое быстродействие связано с низкой частотой сравнения, которая выбрана по соображениям высоких шумовых параметров синтезатора [5, стр.48,81]. Шаг перестройки, равный 61 Гц, достаточный для работы SSB, CW, RTTY и SSTV, может вызвать проблемы при работе PSK31, PACKET, AMTOR, PACTOR и т.д. Для более точной настройки на корреспондента потребуются ввести расстройку в опорный генератор трансивера, которая может не превышать 30 Гц.

В рассматриваемом варианте синтезатора осуществлена попытка избавиться от недостатков, присущих ранним моделям. Процессор Z80 заменён на более современную версию - 89C52, который имеет в своём составе ОЗУ, ПЗУ, порты ввода-вывода, таймеры, один из которых используется для формирования сигнала FD1. При использовании 555 серии и 580BB55 плата контроллера (рис.8) потребляет 200 мА по 5 В. Можно ещё снизить энергопотребление, применив 1533 серию и 82C55. При подключении к контакту P1 батареи напряжением 3,8-4,5 В обеспечивается режим хранения информации при отключенном питании. Если батарейка отсутствует, время хранения информации будет зависеть от ёмкости C1. Можно обойтись без батарейки если вместо конденсатора применить ионистор. Потребляемый при этом ток - 40 мкА. Процессор в основном «стоит» - находится в режиме пониженного энергопотребления, когда работает только генератор и внутренний таймер, который выдаёт частоту FD1 для фазового компаратора и выходит из этого состояния только: при вращении ручки валкодера - на время, необходимое для пересчёта Кдел.; при переходе на передачу - на время, требуемое для определения включения расстройки, и если она включена, то до отпущения тангенты; при нажатии на кнопку - на время до отпущения или до конца команды (сканирование, ввод частоты, работа с памятью).

Индикация, в отличие от всех ранее рассмотренных синтезаторов, здесь применена статическая, которая не «шумит», сколько бы не потребляла. Информация о текущей частоте выдвигается в индикаторы в последовательном коде при нажатии на клавиши управления, что позволило сократить число проводников между платами. Для хранения информации применены восьмиразрядные сдвиговые регистры. Такое построение схемы имеет ряд преимуществ: 1) отсутствуют помехи от платы индикации; 2) сокращено количество сигнальных линий; 3) можно выводить, кроме цифр, некоторые символы. Отсутствует также постоянный опрос клавиатуры, хотя и увеличилось количество микросхем на плате индикации и клавиатуры (рис.9).

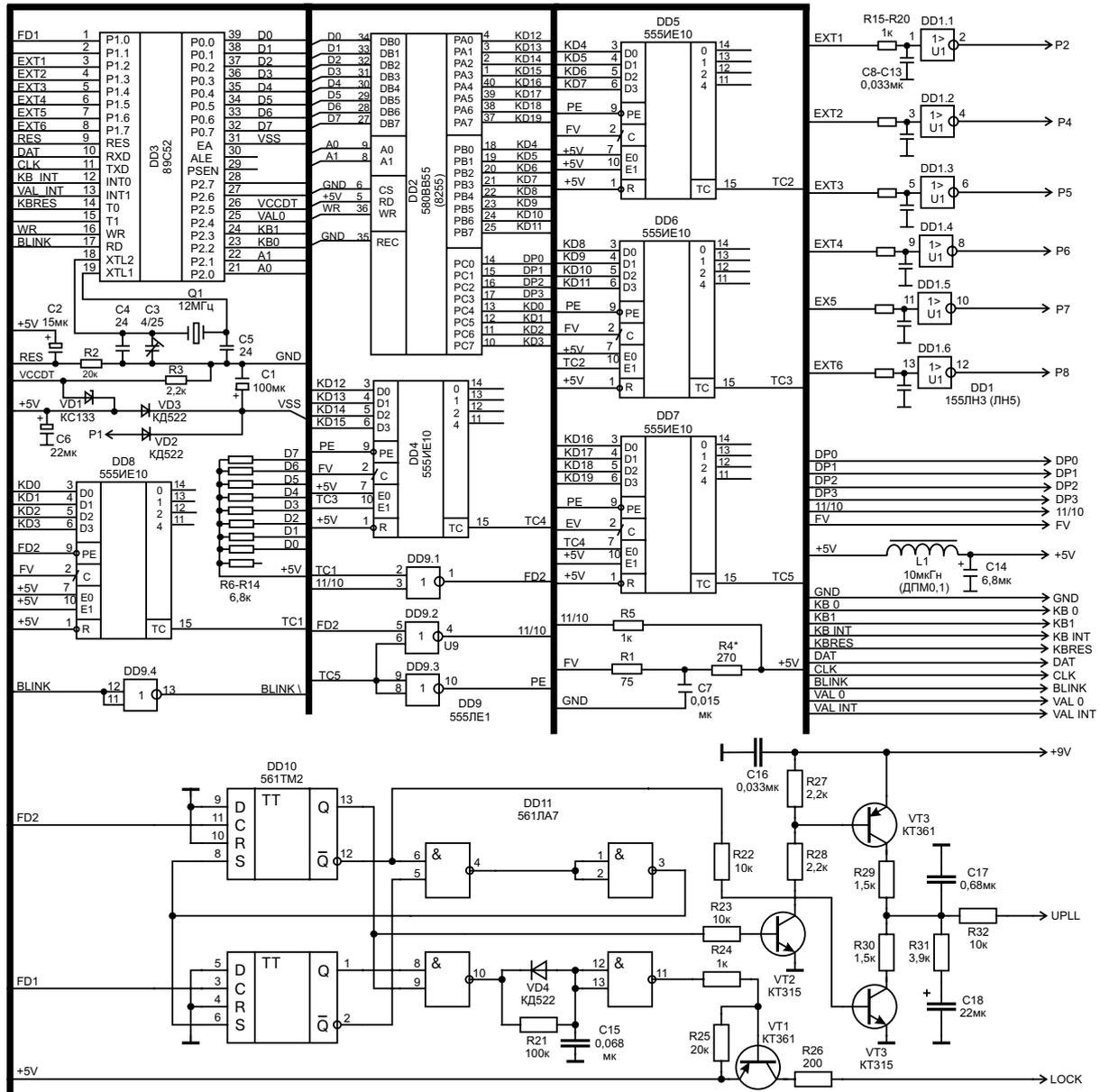
Логика работы всей цифровой части устройства осталась прежней. Во внутреннее ПЗУ 89C52 записывается программа, управляющая работой синтезатора. На сегодня уже существует несколько ее версий с различными возможностями и сервисом. Основной вариант программы во многом совпадает с предыдущими версиями, но есть и отличия. Следует отметить одну новую микросхему, введённую на плату контроллера - DD1. Ее элементы служат для улучшения выходов порта 580BB55 (DD2), который совместно с кнопками «A1» - «A6» (рис.9) используется для переключения родов работ и сервиса в трансивере. Выходы DD1 (155ЛН5) имеют открытый

коллектор, и один элемент способен коммутировать цепи с питающим напряжением до 15 В и током до 20 мА. Вместо 155ЛН5 можно применить 155ЛН1,2,3. Управление кнопками «A1»-«A6» квазисенсорное, т.е. при первом нажатии включаем режим, вторым нажатием выключаем. Для инициализации включения режима введены светодиоды VD1-VД6, расположенные рядом с кнопками «A1» - «A6» на плате индикации. Этот сервис позволил приблизить внешний вид и управление трансивером к импортным TRX, отказавшись от привычных тумблеров, галетников и П2К. При пайке исправных ИМС вся настройка платы контроллера заключается в подстройке кварцевого генератора (о которой подробно будет сказано ниже) и, в случае надобности, подборе R4 и R5 (рис.8) по надёжному захвату частоты колемом ФАПЧ. Микросхемы 193IE3, 555IE10 выпускаются в различных корпусах и иногда немного отличаются по параметрам, для компенсации этих разбросов и приходится подбирать резисторы.

В качестве регистров DD1...DD6 на плате индикации (рис.9) возможно применение 561IP2 или 555IP8. Разведены обе версии платы. С регистрами IP2 не все отечественные светодиодные матрицы достаточно ярко светятся. Импортные, особенно красные, светятся настолько ярко и «ядовито», что приходится применять затемняющий светофильтр. На радиорынке очень большой выбор этих элементов, которые можно подобрать по вкусу пользователя. Отечественные матрицы типов АЛС324А, АЛС333А и им подобные для достаточно яркого свечения требуют большой ток, и плата под эти индикаторы разведена с регистрами 555IP8. Для того, чтобы обеспечить равномерное свечение всех сегментов матрицы, пришлось последовательно с каждым выводом регистров ввести токоограничивающие резисторы, подбирая сопротивление которых, можно выбрать требуемую яркость свечения. В зависимости от вкусов и наличия в распоряжении радиолюбителя тех или иных светодиодных индикаторов, можно использовать одну из двух версий. R13-18 (100-470 Ом) подбирают по желаемой яркости соответствующих светодиодов. Для устранения «дребезга» кнопку можно установить резисторы 6,8 - 47 кОм с шин KB0, KB1, KB INT на шину +5 В. DD8 служит для формирования импульсов от валкодера. В качестве оптопар использованы совмещённые в одном корпусе излучатель и приёмник АОТ137, которые работают на отражение, поэтому достаточно перед двумя такими оптопарами вращать диск с чёрными и белыми секторами или прорезями - валкодер готов. Излучатель в АОТ137 «звонится» тестером как обычный диод, фотоприёмник при поднесении к лампе накаливания изменяет внутреннее сопротивление. Токоограничивающие резисторы, включённые последовательно с излучателями, не следует применять менее 510-470 Ом, в противном случае диоды могут выйти из строя.

В одном из вариантов валкодера применялись диски диаметром 60 мм с нанесёнными чёрной тушью 16-20 секторами, расстояние между центрами оптопар 14-15 мм, они расположены в 3 мм от края диска, ближе к центру. Зазор между диском и оптопарами в пределах 2-3 мм. В последних вариантах применяются диски из 0,5 мм дюраля с нарезанными по краю 30-ю зубьями.

В общей сложности изготовлено и опробовано около десятка разновидностей валкодеров, от использования исполнительных механизмов валкодеров от станков ЧПУ до примитивнейших самодельных «изобретений» из



Prnc.8

консервной банки и старого переменного резистора. Кстати, трудность изготовления, дефицитность и высокая стоимость исполнительных механизмов от валкодеров промышленного изготовления с большим числом переключений оптопар на оборот ручки, не предполагают уменьшения шага перестройки синтезатора. Желательно иметь перестройку 3-10 кГц на оборот ручки настройки. В самодельном валкодере достаточно просто можно сделать 30-40, максимум 50 рисок (зубьев, отверстий и т.д.) и при малом шаге перестройки синтезатора ручку настройки (особенно в соревнованиях) придётся вращать для оперативности электродельно.

Основная программа, управляющая работой синтезатора, во многом совпадает с вариантом А.Кухарука, некоторые мнемонические символы заимствованы у «донецкой» версии.

«W» (кнопка K10 на схеме **прнс.9**) - извлечение частоты из стека. Имеется 8 ячеек стека, просматривать которые можно, последовательно нажимая кнопку. Ввод в стек осуществляется автоматически при смене диапазона, при вводе частоты с клавиатуры и при извлечении из ячейки памяти.

«R» (кнопка K11; 1,8 МГц при включении диапазона) - включение расстройки. Частота, в данный момент находящаяся на индикаторе, будет использоваться на передачу. Изменяя

частоту валкодером или любыми другими средствами, вы введёте величину расстройки. Независимо от того, останетесь ли на том диапазоне, где была включена расстройка, или перейдёте на другой диапазон, при переходе на передачу синтезатор вернётся на частоту, которая была на индикаторе в момент включения расстройки. Тем самым обеспечиваются режимы SPLIT и CROSSBAND. Также эта кнопка используется для первой инициализации ячейки при работе с дополнительной частотой приёма. При включённой расстройке загорается точка на первом разряде индикатора. Выключается расстройка повторным нажатием на кнопку K11.

«F» (кнопка K12, включение 3,5 МГц) - ввод частоты с клавиатуры. В отличие от ранее используемых вариантов программ, здесь введён контроль за выходом из радилюбительских диапазонов (с небольшим запасом по краям) и при попытке ввести некорректную частоту на индикатор будет выведено «Егго!» и приглашение для повторного ввода частоты. В этом режиме каждой кнопке присвоена определённая цифра от «0» до «9», они на схеме и пронумерованы в такой последовательности.

«D» (K13; включение 7 МГц) - переключение диапазонов. При нажатии на кнопку на индикатор выводится «Ванд-» и после нажатия на соответствующую кнопку устанавливается середина выбранного диапазона, соответственно пе-

реключающие диапазоны кнопки выбраны от «1» до «9» по схеме.

«N» (K14; включение 10 МГц) - при нажатии, на дисплей выводится «PUSH-» и после нажатия на соответствующую кнопку запоминается в ячейке (всего 10 ячеек, кнопки «0»-«9») частота и значение порта P1.2-P1.7.

«A-B» (K15; включение 14 МГц) - обмен с дополнительной частотой приёма. В предыдущих программах эта функция была доступна только при включённой расстройке, здесь она работает и без включения RIT, что очень удобно - можно оперативно прослушивать две частоты, нажимая одну кнопку. Но, для первоначального запоминания частоты, куда потом нужно будет вернуться, необходимо дважды нажать кнопку K11 («R»).

«S» (K16; включение 18 МГц) - сканирование. Эта функция расширена: при нажатии на индикатор выводится «SCAN-». Имеется три подфункции сканирования - при нажатии K18 («OUT») производится сканирование по ячейкам памяти 0-9 с остановками на ячейке по 5 сек. При нажатии K12 («F») выполняется сканирование от частоты, записанной в ячейке 0, до частоты, записанной в ячейке 9. Причём в ячейку 0 записывается меньшая частота, а в 9-ю большая. Сканирование возможно как последовательно по всем диапазонам, так и через диапазоны. Например, если в ячейке 0 записано 19000, а в

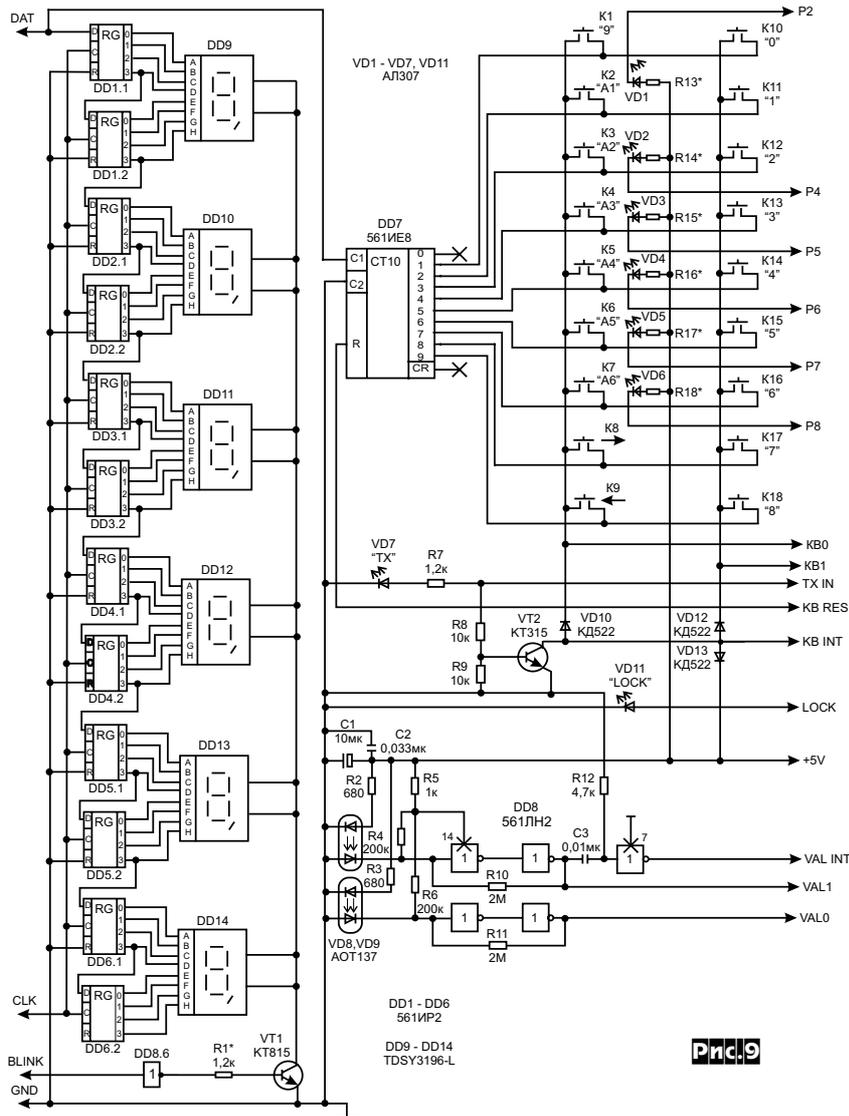


рис. 9

9-й - 290000, то сканирование будет проходить так: 1.900,0-2.000,0 кГц, затем переход на 3.500,0-3.800,0 кГц и т.д. до 29.000,0 кГц, потом переход на 1.900,0 кГц и снова до 29.000,0 кГц. Если в ячейку 0 записать, например 275000, а в 9-ю 285000, то сканирование будет происходить внутри этого диапазона. Границы диапазонов записаны в программе с некоторым запасом, в зависимости от «ширины» радиолокационных участков и прилегающих к ним частот, которые могут представлять интерес. Например, диапазон 10 м расширен вниз до 27.200,0 кГц. Прерывание сканирования происходит при нажатии на любую кнопку, поворотом валкодера или нажатием тангенты перехода на передачу. При нажатии на кнопку K16 («S») происходит продолжение прерванного сканирования. Для того, чтобы отменить эту функцию, нужно повторно нажать K16, иначе продолжение будет выполнено с предыдущего прерывания.

«R-T» (K17; включение 21 МГц) - при включенной расстройке частота передачи обменивается с частотой приёма, а при выключенной вводится промежуточная частота трансивера с точностью до сотен герц, например 8.800,2 кГц - нужно ввести 088002.

«OUT» (K18; включение 24 МГц) - при нажатии на индикаторе отображается «POP» и при нажатии на соответствующую кнопку извлекается частота и значение P1 из ячейки памяти. Т.е. если в трансивере будут задействованы кнопки A1-A6, то появляется возможность запоминания помимо частот еще и режимов рабо-

ты трансивера на этих частотах. Это очень удобно для оперативности работы, например при включении диапазона 80 м будет одновременно включаться аттенуатор, а при включении 10 м - УВЧ.

«T=R» (K1; включение 28 МГц) - при включенной расстройке частота передачи становится равной частоте приёма, а при выключенной - на индикаторе выводится «St-?0» и кнопками <- или -> выбирается нужный шаг синтезатора, который может принимать 4 значения: 30, 40, 50, 60 Гц.

Величина вводимой промежуточной частоты и шаг перестройки - значения «глобальные» и устанавливаются один раз при настройке синтезатора, при изменении требуют подстройки частоты опорного кварцевого генератора, расположенного на плате контроллера. Это связано с тем, что внутренний таймер делит частоту с определённым шагом, которого недостаточно для получения точного значения частоты FD1 при любых промежуточных частотах и шаге перестройки.

Окончательную настройку платы контроллера производят следующим образом: вводят частоту ПЧ трансивера, шаг перестройки, устанавливают частоту равной 1.830.0. Необходимо обратить особое внимание на этот пункт потому, что именно на этой частоте при различных шагах частота будет в «нолях», контрольный частотометр устанавливают в точку F/4 на плате ГУНов (или на основной плате после делителя на 2) и если светодиод «LOCK» погашен, подстройкой кварцевого генератора уста-

навливают частоту 1.830.0 + Fпч. Затем нужно перейти на самый высокочастотный диапазон (29.700.0) и в случае надобности снова немного подстроить генератор. Погрешность установки частоты на всех диапазонах при правильной настройке не превышает 1-3 Гц. Вот и вся регулировка, плюс подгонка ГУНов по диапазонам.

Стабильность частоты синтезатора зависит от стабильности опорного кварцевого генератора, расположенного на плате контроллера, мер по дополнительной термостабилизации которого не принято. Поэтому нужно хорошо продумать расположение платы контроллера в трансивере, чтобы при работе этот отсек не нагревался от других узлов TRX, в противном случае будет замечен дрейф частоты синтезатора. Уход частоты кварцевого генератора в основном зависит от качества самого кварца. Например, при применении самого дешёвого импортного малогабаритного кварца (наверное правильнее его назвать не кварцем, а пьезокристаллом) нагрев его до 60°-70°С вызывал уход частоты на 30-120 Гц в зависимости от диапазона. «Физика» тут простая - чем качественнее кварц в опорном генераторе, чем стабильнее его температурный режим - тем стабильнее частота генератора и соответственно всего синтезатора. В подобных промышленных устройствах как правило применяются высококачественные кварцы в стеклянных тонкостенных корпусах, иногда с двойными стенками (эффект термоса) и в дополнительном термостате. Окончательную подстройку генератора следует провести в «прогретом» трансивере с установившимся температурным режимом. Температурный выбег можно компенсировать подбором соответствующего ТКЕ конденсаторов C4, C5. Долговременная стабильность синтезатора достаточно высока, суточный дрейф не превышает 2-3 Гц даже при использовании кварцев в малогабаритных металлических корпусах.

При начальном старте программа устанавливает ПЧ=5.500,0 кГц, шаг 60 Гц и инициализирует все ячейки памяти значением 7.000,0 кГц (6.999.9). В предыдущих версиях программ синтезатор этого не делал, из-за чего при извлечении из «пустой» ячейки устанавливалась некорректная частота.

Выводы 2, 15, 27, 28 DD3 (рис. 8) в описываемой версии «прошивки» не использованы. Они задействованы в новой версии, где появилась возможность управлять трансивером с компьютера. Подробную информацию об этом можно почерпнуть на сайте автора <http://www.qsl.net/ut2fw> в разделе «Новости». Там же есть схема модема трансивер-компьютер, управляющая программа для ПК и «разводка» печатных плат.

В синтезаторе возможно применение различных версий плат ГУНов. Испытано 8 вариантов, из которых только 3 показали качественную работу. Это плата, включающая 7 ГУНов на биполярных р-п-р транзисторах (КТ363), и две платы с ГУНами на «полевиках». Попытки применения в качестве колебательной системы полускоковой линии, выполненной на стеклотекстолите, положительного результата не дали. Это связано с получаемой низкой добротностью на распространённом отечественном стеклотекстолите. От работоспособных образцов, изготовленных на отечественном фольгированном фторопласте и импортном стеклотекстолите высокого качества, пришлось отказаться из-за дороговизны и дефицитности материала. Сокращение количества ГУНов до менее трёх резко ухудшало шумовые параметры синтезатора. Даже в самых дешёвых фирменных трансиверах изготовители не позволяют себе менее трёх ГУНов. Хотя в книжке Э.Рэда очень мало сказано о синтезаторах, но на этот важнейший момент он всё же обратил внимание читателя: «При регулировке частоты варикапами ёмкость диодов должна составлять только небольшую часть (<20%) от общей ёмкости контура, иначе при относительно небольшой добротности диодов сильно увеличивается фа-

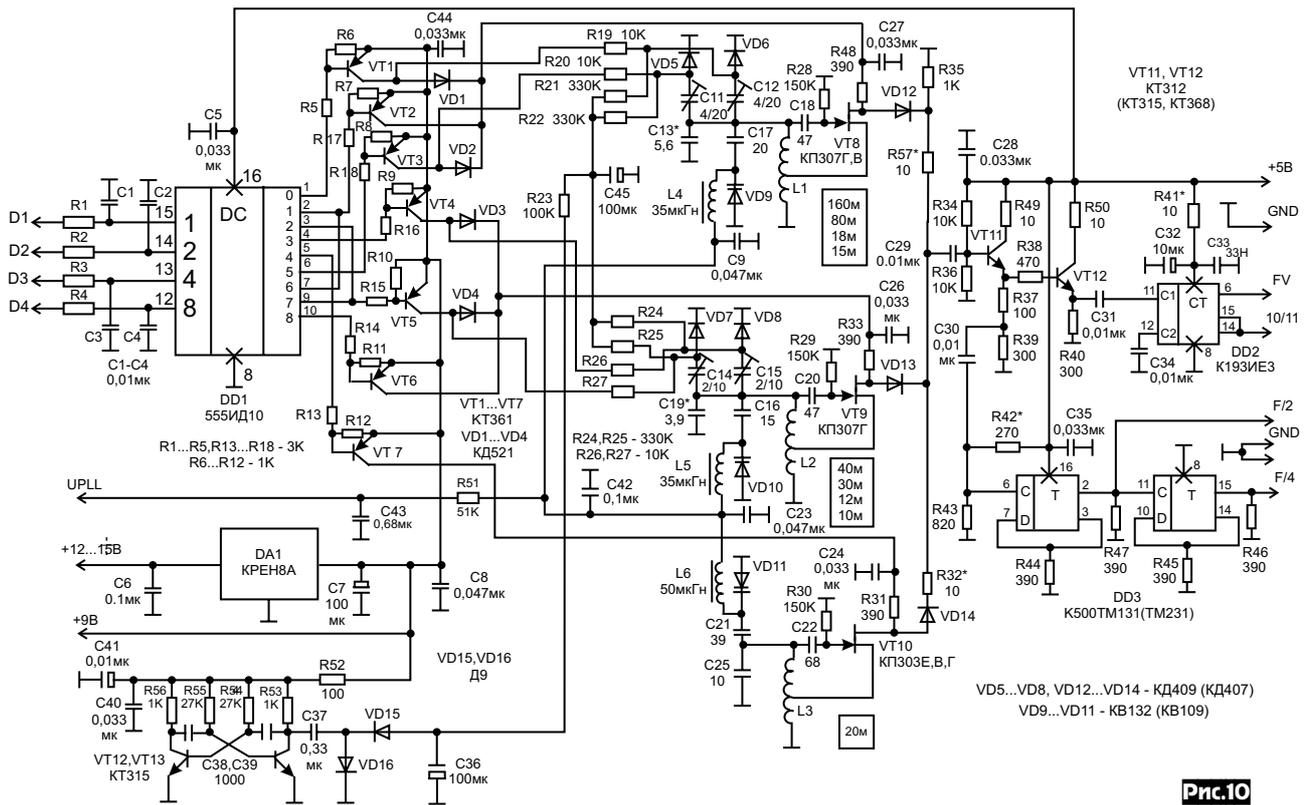


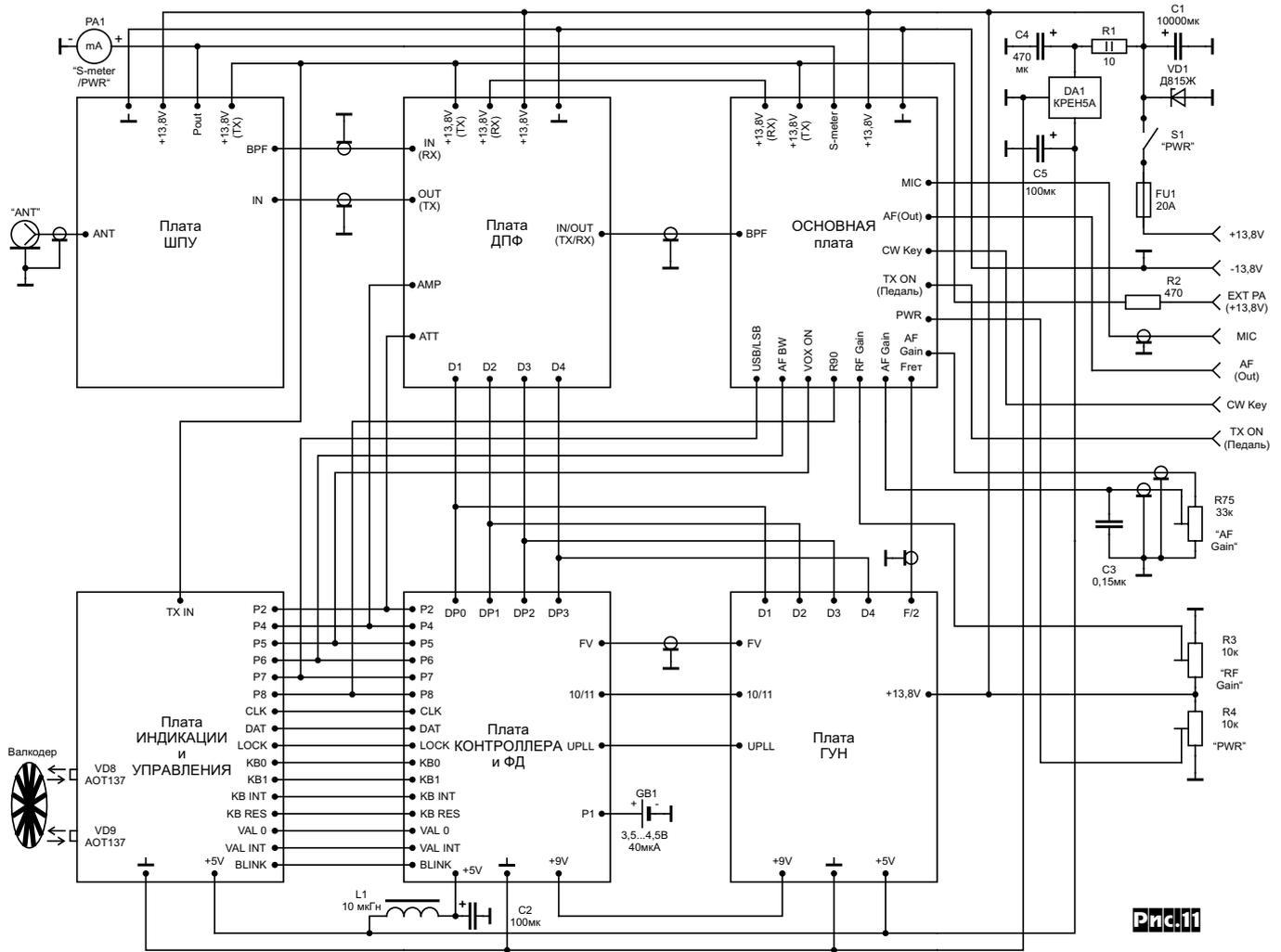
Рис.10

зовый шум». Возможно, это один из основных факторов, который ухудшил шумовые параметры «донецкого» синтезатора. При чём тут количество ГУНов? А при том, что для получения частоты для всех диапазонов от одного генератора, приходится увеличивать пределы его перестройки, а это можно сделать только увеличением доли ёмкости варикапов в общей ёмкости контура. Т.е. для того, чтобы добиться максимально качественного сигнала от генератора перестраиваемого варикапом, требуется так слабо его связать с контуром, чтобы предел изменения ёмкости варикапа хватало только для перестройки генератора в пределах одного диапазона. Конечно, делать на каждый диапазон свой ГУН - довольно дорогое удовольствие. Поэтому пришлось остановиться на компромиссных вариантах - 7 ГУНов или 3 ГУНа + дополнительное «пристёгивание» конденсаторов, при помощи которых генератор перетягивается на другие диапазоны. Количество ГУНов зависит от применяемой ПЧ в трансивере - при удачном выборе, когда частоты от синтезатора для некоторых диапазонов совпадают, число ГУНов можно сократить. То же самое можно сказать о случае, когда не требуются TRX с высокими динамическими характеристиками. Привлекает вариант одного ГУНа с дополнительным подключением или только катушек, или настроенных LC систем на каждый диапазон. Такое решение принято в версии синтезатора UT5TC, катушки подключаются при помощи реле РЭС49, но ГУН работает непосредственно на требуемой частоте без деления. Для рассматриваемого синтезатора такое построение не совсем удобно из-за того, что к ГУНам, работающим на частотах в 4 раза выше нежели в варианте UT5TC, предъявляются другие требования. Особенно это касается самых высокочастотных ГУНов. При применении одного генератора амплитуда выходного сигнала на разных диапазонах будет значительно отличаться. Для компенсации этого недостатка UT5TC применил дополнительный стабилизатор амплитуды выходного сигнала. Под большим вопросом остаются и сами коммутирующие катушки элементы. В одном из трансиверов была применена плата

ГУНов, описанная в РЛ №3,4,5/96г. с применением РЭС49 для подключения дополнительных конденсаторов к катушкам. Никаких проблем с работой синтезатора не было, пока не попытались этим трансивером «закачать» УМ на 2-х ГУ-43Б. От наводки такого передатчика РЭС49 «запели» в такт с голосом оператора. Пришлось изрядно «попотеть», пока была найдена «проблема», а затем устранена. Этот случай отбил желание применять реле в частотоподающих цепях ГУНов.

В последних моделях трансиверов чаще всего применялась плата ГУНов на полевых транзисторах (рис. 10) с подключением дополнительных конденсаторов диодами, разработанными специально для этих целей. Наиболее доступные и качественные диоды - КД409, КД407. У них минимальное сопротивление открытого перехода и ёмкость. Диоды VD5-VД8 включены с «холодного» конца подключаемых конденсаторов, поэтому их влияние на качество работы генераторов минимально. На работающие диоды подаётся дополнительное запирающее напряжение отрицательной полярности. Это связано с тем, что в случае, когда попадает «крутой» полевик и амплитуда ВЧ сигнала на контуре достигает нескольких вольт, диоды открываются и модулируют сигнал - все голоса и сигналы в эфире получаются хриплыми, протуженными. Для того, чтобы устранить эту проблему, потребуется подбор транзистора с меньшей крутизной, для уменьшения амплитуды на контуре. Не всегда есть возможность подбора, да и утомительное это занятие. Поэтому пришлось «изобретать» источник отрицательного напряжения в однополярном трансивере. В версии контроллера на Z80 брался сигнал с какой-нибудь ножки МС 5611Е10 частотой от 30 до 100 кГц, затем выпрямлялся удвоителем на германиевых диодах (с германиевых можно получить большую амплитуду). С применением процессора 89С52 делитель на 5611Е10 исчез, поэтому осталось только задействовать сигнал FD1. Нагрузочная способность таймера этой МС - один элемент ТТЛ, напрямую «вешать» какие-либо умощители - удвоители нельзя. Применяются два вида «формирователей минуса»: 1)

из сигнала FD1, задействован в качестве усиливающего элемент 555ЛЕ1 + удвоитель на диодах; 2) отдельный мультивибратор на транзисторах VT13, VT14 (рис. 10), работающий на частоте 25-30 кГц + удвоитель на диодах. Второй формирователь разведён на плате ГУНов. По качеству работы они идентичны, следует только отметить, что чем больше в трансивере работает всяких генераторов, тем больше шансов заполучить какую-нибудь дополнительную «поражёнку». На рис. 10 показана схема платы ГУНов - это вариант под ПЧ трансивера 8,3-9,3 МГц. Существует «универсальная» плата ГУНов - на которой к катушке L1 «подстёгивается» три дополнительных подстроечных конденсатора, к катушке L2 подсоединяется три дополнительных «подстроечника», а к L3 - один конденсатор. В итоге за счёт подключения подстроечных конденсаторов и без них можно подобрать оптимальный вариант с минимальным перекрытием (соответственно с минимальным ухудшением шумовых характеристик) генераторов по частоте для 10-ти диапазонов при любой промежуточной частоте в трансивере, которая не должна быть выше 12 МГц. Микросхема DD1 управляет кодом, который поступает с платы контроллера по шине D (D1-D4). При включении какого-либо диапазона открывается соответствующий ему ключ в дешифраторе DD1 (выводы 1-7,9,10) и подключается один из транзисторов VT1-VT7, через которые подаётся питающее напряжение на генераторы и диоды VD5-VД8. Например при включении диапазона 160 м открывается VT1, с коллектора напряжение через R19 открывает диод VD6 и подключается подстроечный конденсатор C12, а с диода VD1 поступает питающее напряжение на транзистор генератора VT8. При ПЧ в районе 9 МГц частоты для некоторых диапазонов совпадают - это 80 м и 15 м, 40 м и 12 м, соответствующие им выводы дешифратора соединены. На диапазоне 80м, 15м, 20м, 10м укладка ГУНов происходит при помощи конденсаторов C13, C19, C25, а на остальных соответствующими подстроечными конденсаторами. Для самого высокочастотного ГУНа следует применять полевик с наивысшей крутизной - это КП307Г, для низ-



кочастотного подойдут транзисторы КП303Г,Д; КП302Б,Г, а для средних значений - КП307В,Д,Е; КП303Е. При этом с трёх генераторов можно получить одинаковую амплитуду ВЧ сигнала. Напряжение питания дополнительно стабилизировано DA1 (КРЕН8А, 78L09 или любой другой) на 9В, которое используется и для питания фазового детектора. На схеме показана «Кренка» как более доступная и дешёвая.

Для дополнительной развязки применены два отдельных эмиттерных повторителя VT11, VT12, с которых ВЧ сигнал поступает на делители частоты DD2, DD3. DD2 используется в ДПКД, вместо неё можно применить К193ИЕ2 с дополнительным транзистором (схема в брошюре по сетевому TRX), DD3 формирует сигнал для первого смесителя. В описываемом трансивере используется только первая половинка MC - делитель на 2, т.к. дополнительный делитель на 2 установлен непосредственно перед смесителем, для чего это сделано указано в описании основных плат TRX. Если синтезатор встраивается в уже работающий трансивер или необходимо получить рабочие частоты как от обычного ГПД, сигнал снимается с второго элемента DD3, делённый на 4.

Для катушек L1-L3 применены каркасы диаметром 9 мм от р/ст. «Гранит», L1 - 8 витков с отводом от 2-3-го (считая от холодного) витка, L2 - 5 витков с отводом от 2-го витка, L3 - 22 витка с отводом от 2-3-го витка. Провод для L1,L2 применён тот же, что был намотан и на катушках - посеребренный 0,4-0,6 мм, для L3 используется ПЭЛ 0,3-0,4 мм. Шаг намотки L1 равен диаметру провода, L2 - удвоенному диаметру провода (использованы каркасы с соответствующей нарезанной канавкой), L3 - виток

к витку. Если в TRX будет использоваться мощный выходной каскад (>50 Вт), дроссели L4-L6 лучше намотать на ферритовых кольцах диаметром 5-10 мм, проницаемость 600-2000, достаточно 7-11 витков провода диаметром 0,15-0,22 мм или вместо дросселей применить резисторы по 100-300 кОм, т.к. дроссели типов ДМ, ДПМ подвержены электромагнитной наводке. Для того, чтобы платы ГУНов и контроллера были одинакового размера (в трансивере они располагаются одна над другой), фазовый детектор перенесён на плату контроллера.

Отдельно следует сказать о выборе варикапов для перестройки ГУНов, т.к. это те элементы, от качества которых зависят шумовые параметры синтезатора. Опробованы практически все отечественные варикапы, которые следует использовать в таких цепях. Наилучшими оказались KB132, затем следуют KB109, KB122. При выборе других типов варикапов предпочтение нужно отдавать экземплярам с максимальной добротностью на частоте 50 МГц и большим приростом ёмкости при изменении напряжения на варикапе от 1 до 8 В. Настройка ГУНов заключается в установке требуемых границ перестройки каждого диапазона при подаче на варикапы напряжения 0,8-8 В с отдельного переменного резистора, предварительно разорвав цепь UPLL. Если амплитуды ВЧ сигнала на выходе ГУНов будут сильно отличаться, для VT8, VT9 нужно применить транзисторы с меньшей крутизной.

Внешний вид плат синтезатора частоты изображен на первой странице обложки.

Схема межблочных соединений трансивера (рис. 11) достаточно проста. Стабилизатор напряжения питания цифровой части DA1 (КРЕН8А) прикручивается в любом удобном месте,

например, как это показано на рис. 12, на задней панели-радиаторе. Греться она несильно (ток потребления с импортными АЛС не более 400 мА), поэтому можно прикрутить к любой перегородке в трансивере. Гасящий резистор R1 мощностью не менее 2 Вт. Ёмкость C1 зависит от выходной мощности ШПУ (соответственно бросков потребляемого тока). Конечно, TRX будет неплохо работать и без этого конденсатора, но при понижении сетевого напряжения, разряде аккумулятора, длинных соединяющих проводов между трансивером и блоком питания возможна просадка питающего напряжения, для компенсации которой и служит этот конденсатор. Чем больше ёмкость, тем выше его буферные свойства, но при этом возникает проблема с запуском стабилизатора - очень большой зарядный ток конденсатора вызывает срабатывание защиты от КЗ. Поэтому приходится «загружать» защиту от КЗ (см. описание Б.П. - PХ№1/2000) или использовать переключатель PWR с дополнительным положением, в котором C1 подзарядается через токоограничивающий резистор. Стабилитрон VD1 защищает трансивер от переполосовки и превышения питающего напряжения выше его напряжения стабилизации (18 В). Если применить D815E - эта простейшая, но надёжная защита отработает уже при превышении питающего напряжения выше 15 В - сгорит предохранитель FU1. Предохранитель должен быть рассчитан на потребляемый ток. «По старой памяти» эксплуатация контроллера на Z80 оставлен фильтр по питанию L1,C2. Его можно и не устанавливать, т.к. контроллер на 89C52 в режиме «останов» вообще «не работает», а при работе для фильтрации достаточно тех блокировочных конденсаторов, которые установлены на плате. Перемен-

ные резисторы R75 («AF Gain» - усиление по НЧ), R3 («RF Gain» - усиление по ПЧ), R4 («PWR» - регулировка выходной мощности) располагаются на передней панели. Конденсатор C3 иногда нужен для устранения подвздожа на максимальных уровнях громкости. Платы в корпусе трансивера устанавливаются на металлических стойках, но это не исключает дополнительной шины «земли», которая соединяет все платы между собой. Плата ШПУ прикручивается непосредственно к радиатору без стоек. В случае применения контроллера на Z80, между платами ГУНов и контроллера следует ввести экран. Соединение R90 (основная плата) с P8 (платы контроллера и индикации) показано на рис. 11. Для основной платы с усилителем-ограничителем необходимо отсоединить «земляной» вывод R90 и соединить его с P8 согласно рис. 11.

В таблице 1 представлены точные данные катушек индуктивности и значения конденсаторов для диапазонных полосовых фильтров (плата ДПФ, см. РХ №1/2000).

Рекомендации пользователю

Этот раздел пришлось ввести из-за того, что, как показывает опыт общения с радиолюбителями, большая часть этой почётной публики привыкла к работе с ламповой техникой и смутно себе представляет особенности работы с транзисторной. Самое главное отличие транзисторной приёмопередающей техники - это широкополосные каскады в приёмнике и передатчике. Эту особенность можно рассматривать как преимущество, так и недостаток в сравнении с резонансными ламповыми каскадами. Обращаю внимание читателя, что речь идёт именно о конструкциях, по схемотехнике подобных описываемому трансиверу. Понятно, что при желании можно и транзисторную технику изготовить аналогично ламповой резонансной, с кучей ручек настроек. Преимущество широкополосных цепей - не нужно ничего перестраивать в TRX как при перемещении по диапазону, так и при переходе с диапазона на диапазон. Но не нужно забывать, что на всех рабочих частотах должна быть обеспечена оптимальная нагрузка широкополосным каскадом - это 50 или 75 Ом. Только (обратите на это внимание!) в этом случае качество работы TRX не меняется от перестройки по частоте. В импортных TRX для решения этой задачи вводят автоматический антенный тюнер - простейшее согласующее устройство, обычно Т-образного типа, с переключением отводов от катушки при помощи реле и двумя КПЕ, перестраиваемыми моторчиками. Этот тюнер компенсирует реактивность антенн в небольших пределах, но этого уже достаточно, дабы не «городить» дополнительных согласующих устройств - антенны коротковолновиками применяют всё же диапазонные, и пределов перестройки автоматического тюнера обычно хватает для того, чтобы приблизить входное сопротивление к 50-75 Ом. Задача усложняется, если применяются «верёвки» или какие-то сооружения, которые пытаются использовать в качестве антенн. Входное сопротивление этих мнимых «антенн» невозможно предположить, поэтому для согласования потребуется серьёзное согласующее устройство. Многие думают, что согласование необходимо только для транзисторного мощного ШПУ - и это неверно. Оптимальная нагрузка нужна как 100 Вт-ному, так и 5 Вт-ному усилителю - различия лишь последствия, которые возникают при неправильной эксплуатации таких усилителей. Материальные издержки и стресс, возникающий при выходе из строя элементов 100 Вт-ного УМа, намного значительнее, нежели в мало-мощном ШПУ. Но все те проблемы - снижение КПД, увеличение гармоник в выходном сигнале, появление TVI, подвздожа, перегрев, искажение сигнала, появление девиации даже при использовании синтезатора и т.д. и т.п. возникают как в мощном, так и мало-мощном усилителях, разве что в 5 Вт-ном УМе они менее за-

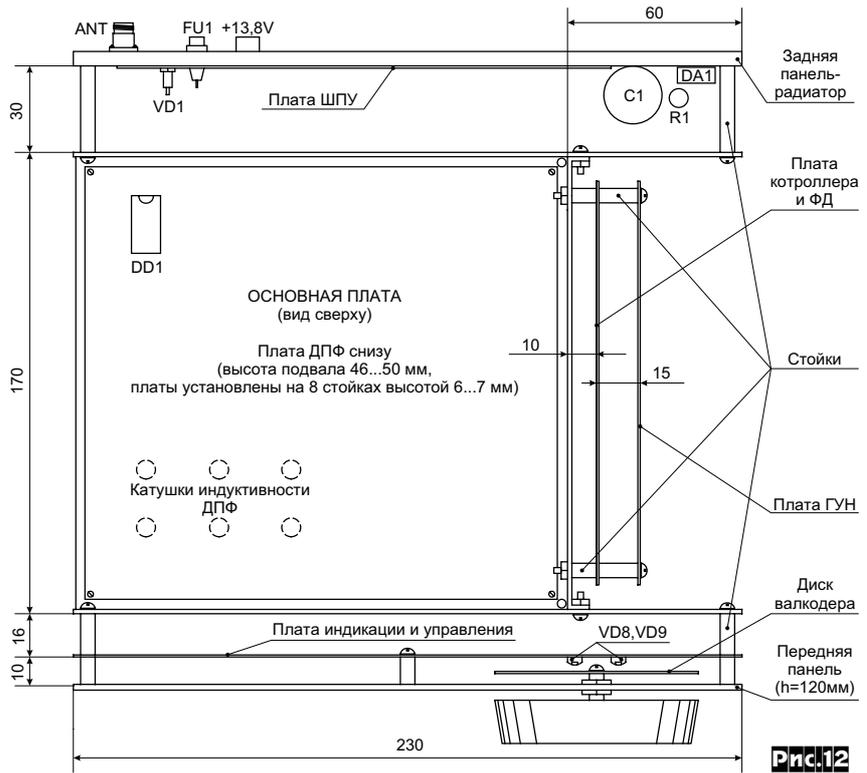


Таблица 1

Диапазон, МГц	L2, L4 К-во витков (диаметр провода, мм)	L3 К-во витков (диаметр провода, мм)	L1 К-во витков (диаметр провода, мм)	L5 К-во витков (диаметр провода, мм)	C9, C11, пФ	C10, пФ	C12, C13, пФ
1,9	50 (0,18)	37 (0,18)	13 (0,27)	11 (0,27)	510	1000	68
3,5	30 (0,18)	20 (0,27)	7 (0,27)	6 (0,27)	330	750	47
7	20 (0,27)	12 (0,35)	5 (0,27)	4 (0,27)	220	390	20
10	15 (0,35)	-	5 (0,27)	3 (0,27)	200	-	8,2
14	15 (0,56)	10 (0,56)	4 (0,27)	2,5 (0,27)	100	200	5,6
18	11 (0,56)	-	3 (0,35)	2 (0,35)	91	-	3,3
21	11 (0,74)	7 (0,74)	3 (0,35)	2 (0,35)	82	180	5,1
24	10 (0,8)	-	3 (0,35)	2 (0,35)	68	-	4,7
28	10 (0,8)	6 (0,8)	3 (0,35)	2 (0,35)	56	100	5,6

метны из-за меньших уровней. Актуальна оптимальная нагрузка и для приёмника, т.к. полосовые фильтры настраиваются на какое-то конкретное сопротивление нагрузки (50 или 75 Ом). АЧХ ДПФ-ов имеет «правильную» форму только на этом сопротивлении, и чем более сопротивление реальной антенны отличается от требуемого, тем сильнее искажается АЧХ полосовиков, что приводит к снижению чувствительности RX. Расстройка фильтров может привести к изменению нагрузки смесителя, а это уже чревато ухудшением всех параметров приёмника, вплоть до возникновения побочных паразитных каналов приёма, которых при номинальной нагрузке «и в помине не было». Если используется широкополосный УВЧ, характеристики его обычно резко ухудшаются из-за изменения нагрузки. Очень часто, когда антенна имеет высокое сопротивление, УВЧ начинает воз-

буждаться (т.к. он не нагружен) и не всегда на рабочей частоте - это выражается в повышенном шуме от УВЧ, появлении дополнительных «поражёнок» и т.д. При пониженном сопротивлении антенны падает Кус УВЧ и от него нельзя добиться того усиления, которое было выставлено при настройке трансивера. Заверения некоторых пользователей в том, что антенна у них имеет КСВ, близкий к единице, поэтому согласующее устройство не требуется, если и «имеет место быть», то только на какой-то определённой частоте. Очень мало «настоящих» антенн имеют действительно постоянное сопротивление в широком спектре частот. Сюда можно отнести широкополосный диполь Надененко и другие подобные антенны, только установленные вертикально. Но эти типы ANT среди коротковолновиков встречаются крайне редко не только из-за своей громоздкости, но и из-за

не очень простого типа питания. Поэтому, если решено использовать трансивер с широкополосными узлами, для эффективной работы даже при наличии «настроенных антенн» обязательно применение согласующего устройства между TRX и ANT. Сложность и качество СУ обратное пропорциональны настроенности и качеству используемых антенн. При применении дополнительного усилителя мощности нужно ещё обратить внимание на согласование между TRX и УМ. Практически качество согласования TRX-УМ можно пояснить на конкретном примере. УМ на ГУ-74Б (см. «КВ и УКВ» №2/98г.) использовался с описываемым трансивером (Рвых. до 80 Вт), при «закачке» напряжением в катод только на некоторых диапазонах удавалось получить выходную мощность до 700 Вт, в основном получалось 380-450 Вт. Когда между усилителем и трансивером было установлено примитивнейшее СУ (перестраиваемый П-контур), минимальная выходная мощность составила 600 Вт, плюс к этому меньше стал греться ШПУ TRX и практически исчезли TVI. Т.к. из-за низкого нагрузочного сопротивления добротность элементов СУ невысокая, перестройка внутри диапазонов обычно не требуется, и, соответственно, при работе на одном диапазоне крутим только ручку настройки частоты в TRX. При изготовлении соединительных коаксиальных кабелей между трансивером, СУ, УМ-ом, КСВ-метром и т.д. нужно обратить внимание на качество кабеля и его заделку в разъёмах, желательнее применять марки коаксиалов, изготовленных для военной промышленности. Поверьте, пишу об этих, казалось бы, само собой разумеющихся примитивных вопросах не по своей прихоти, а основываясь на опыте общения с потребителями коротковолновой техники. Думаю, если бы категории нашим коротковолновикам повышали на основании сданного экзамена, как это делается в США, «Рекомендации пользователю» можно было бы сократить наполовину. В качестве лирического отступления могу доложить, что попадались пользователи, которые после «обмычки» покупки проводили QSO на 40 м, используя вместо антенны железную кровать и это после моей часовой лекции - что нужно, а точнее что не нужно делать с трансивером. Очень тяжёлая ситуация при общении со «всёзнающими скептиками» - пожизненными конструкторами супердинамичной аппаратуры, как правило они «временно» (в течение десятков лет) используют в лучшем случае UW3DI, а чаще какой-нибудь из UA1FA, в положении «на боку» и включенным «дежурным» пальничком рядом. Например, напоминать пользователям о качестве соединительных коаксиалов меня вынудил случай с UA6AVB, который в течение нескольких месяцев жаловался на «неисправность» в TRX, пока случайно не коснулся кабеля, соединяющего трансивер с импортным СУ - кабель оказался горячим. Он просто не мог поверить, что то согласующее устройство, за которое он «отстегнул» приличную сумму - красивая «фирменная» коробочка, укомплектованная КСВ-метром, измерителем мощности и изготовленная известной фирмой, не являлась настоящим «согласователем» для полусамодельного трансивера. На все мои рекомендации проверить работу ШПУ непосредственно на нагрузку 50 Ом без всяких СУ и соединительных кабелей, ответ был один - «американский КСВ-метр показывает КСВ=1, измеритель мощности Рвых=90 Вт, что ещё нужно этому трансиверу?». Но забываясь, что КСВ-метр находится в СУ, между которым и TRX находился ещё кусок злополучного (кстати, тоже импортного) коаксиала и два разъёма.

Для того, чтобы в режиме SSB качественно выглядеть на диапазонах, потребуется подбор микрофона под голос оператора. Что именно для этого нужно делать и какой MIC использовать, однозначно ответить на этот вопрос нельзя. Всё зависит от того, какой сигнал хотелось бы получить, тембра голоса и манеры разговора. Динамические микрофоны с большой мембраной (МД66) лучше передают низкие ча-

стоты и работают «мягче», нежели микрофоны с маленькой мембраной и электретные, хотя деление это весьма условное. После выбора конкретного микрофона требуется подобрать кусок микрофонного усилителя, чтобы не было перегрузки последнего или она возникала только на пиках самых громких звуков. Электретные MIC дают большую ЭДС в сравнении с динамическими. Если предполагается работа при повышенном шуме, например рядом будет располагаться УМ на одбуваемой лампе, следует обратить внимание на направленные свойства микрофона. Всякие насадки в виде дополнительных трубок на MIC, как правило, дают «консервно-баночное» звучание. Очень неплохие результаты с описанным микрофонным усилителем дают МД64А, МД80 и его модификации. Снова обращаю внимание читателя теперь на качество экранированного провода, соединяющего микрофон с трансивером. Ни в коем случае экран не должен быть позеленевший и с разорванными «жилками». «Чулок» экрана желателен плотный, блестящий и гибкий; лучше, если от катушки микрофона идёт два отдельных провода в одном или отдельных экранах. Ни в коем случае нельзя экран заземлять на корпус вилок. С ответной части разъёма, прикрученной к корпусу трансивера, сигнал таким же экранированным проводом подаётся на вход микрофонного усилителя, где и заземляется экран. Электретные микрофоны требуют наличия блокировочных конденсаторов, развязывающих по ВЧ провод подачи питающего напряжения. В случае возникновения «подвозбуда» в режиме SSB, нужно проверить остаётся ли он в режиме CW при отсоединённом микрофоне. При пропадании «подвозбуда» одновременно с отключением MIC - проблема в шнурке, соединяющем катушку микрофона с разъёмом, или в самом разъёме. Если даже закорачивание входных «ножек» на микрофонном входе трансивера перемычкой не избавляет от возбуждения в режиме SSB, придётся снять крышки с TRX и проверить, нет ли замыканий на корпус оплётки кабеля, идущего от микрофонного гнезда до микрофонного усилителя, расположенного на основной плате. Следует усвоить основное правило - оплётка микрофонного кабеля заземляется только непосредственно у микрофонного усилителя.

Наличие динамика в блоке питания трансивера приучило автора этих строк практически не прибегать к помощи телефонов для прослушивания BANDS. Ранее как-то и не предполагалось отсутствие у TRX «наушников». Но после 25 лет активного использования телефонов, особенно для работы на НЧ диапазонах, когда появились первые печальные последствия варварского отношения к своему слуховому аппарату, пришлось сделать правильные выводы и перейти в основном на «динамики». Были попытки подобрать какие-нибудь подходящие телефоны, но, как ни странно, из всего обширного перечня «ТДСов и Амфитонов» остановился на самых банальных «лопухах» ТА56. Задача у изготовителей стереотелефонов для любителей HI-FI противоположная задаче прослушивания любительские диапазонов. Производители стремятся обеспечить как можно более широкий частотный диапазон передачи телефонами, который нам абсолютно не нужен. Звуковое давление в таких стереотелефонах тоже достаточно высокое и после 2-3 часов работы в TEST появляется нарастающее желание их снять и «закинуть на ближайшее дерево». ТА56, конечно, тоже не «шедевр», но частотный диапазон у них явно уже, звуковое давление ниже, все те «фоны и свисты», которые проходят на стереотелефоны, здесь менее заметны. Усилитель низкой частоты TRX лучше работает на высокоомную нагрузку, нежели на 100-200 Ом стереотелефонов, ещё и поэтому ТА56 более подходит (сопротивление ТА56 1600 Ом). Основным недостатком «лопухов» - это давление на ушные раковины, поэтому конструкция амбюшур требует переделки. Импортные телефоны, которые

специально выпускаются фирмами для коротковолновиков, по понятным причинам проверены не были. Стоимости таких высококачественных телефонов приближается к стоимости описываемого трансивера, а дешёвые варианты нет смысла и проверять, т.к. «бесплатный сыр - только в мышеловке». При выборе динамика также возникают некоторые трудности. Как уже было отмечено, этот вариант УНЧ не лучшим образом работает на низкоомную нагрузку и качество воспроизведения ещё более ухудшается, если и сам динамик подобран неудачно. Замечено, что отечественная акустика резко теряет качество воспроизведения на малых уровнях громкости. Из-за ограниченности габаритных размеров для установки динамика приходится ориентироваться на маленькие динамические головки. Например, в описываемый Б.П. не удаётся «впихнуть» головку с диаметром диффузора более 65 мм. Наиболее доступны - 0,5ГДШ, которые бывают двух типов - с диаметром магнита 25 и 45 мм. Маленький магнит экранирован защитным колпачком, поэтому этот динамик более предпочтителен для расположения в Б.П., т.к. неэкранированный подвержен магнитной наводке от силового трансформатора. Почему динамик расположен в блоке питания? В сетевых версиях трансиверов с встроенным Б.П. динамик располагался изнутри на верхней крышке. Как показал опыт эксплуатации, качество передачи звука от этого не улучшается, динамик «стреляет» вверх, и слушателю нужно располагаться или над TRX, периодически отклоняться, чтобы заглянуть на шкалу, или накручивать громкость, озвучивая всё помещение. В блоке питания динамик располагается на передней панели, звук излучается непосредственно на слушателя. Но всё же лучший вариант - или использовать внешний громкоговоритель с качественным динамиком больших габаритов, или подобрать хороший маленький динамик импортного (не китайского, турецкого) производства. Неплохо работают выносные громкоговорители от промышленных радиостанций, например «Маяк», «Лен» болгарского производства.

При включении TRX желательнее выдерживать последовательность: вначале включаете Б.П., а затем трансивер. Если включение производить в обратной последовательности, увеличивается бросок зарядного тока через диоды выпрямителя, тем самым потребуются или применять диоды с большим запасом по току, или увеличивается вероятность, что в конце-концов какой-нибудь из диодов не выдержит такой экзекуции. По законам Мерфи - «если такое совпадение может случиться, то оно случится обязательно и в самый неподходящий момент». В связи с тем, что применяемый стабилизатор напряжения питания достаточно прост и в трансивере используется УНЧ с высокой чувствительностью, нельзя экономить на ёмкости «электролитов» в Б.П. При понижении сетевого напряжения может появиться фон переменного тока, который будет слышен при максимальной громкости УНЧ. При стандартном или повышенном сетевом напряжении фон может исчезать. В остальном эксплуатация транзисторной широкополосной техники ничем не отличается от ламповой.

Литература

1. Радиолобитель №1/94; №7,11,12/95г; №3,4,5/96г; «КВ и УКВ» №10,11/97г; №4,5/98г; №2,3,4/99г.
2. Дроздов В.В. «Любительские КВ трансиверы». М. Радио и связь 1988г.
3. Першин. Трансивер Урал 84М. «30 и 31 вставки радиолобителей».
4. Богданович Б.М. «РПУ с большим динамическим диапазоном». М. Радио и связь 1984г.
5. Рэд Э. «Справочное пособие по высококачественной схематехнике». М. Мир 1990г.
6. Бунин С.Г., Яйленко Л.П. «Справочник радиолобителя - коротковолновика». К. Техника 1984г.
7. Завражнов Ю.В. «Мощные высокочастотные транзисторы». М. Радио и связь 1985г.

Новое поколение радиостанций фирмы KENWOOD ТК-2107/3107

Технические характеристики

Борис Витко (UT5UE), руководитель сервис-центра Концерна «Алекс»

Модель	TK-2107	TK-3107
Общие		
Диапазон частот	150-174 МГц	450-470 МГц
Число каналов	16	
Ширина полосы канала	25 кГц / 12,5 кГц	
Шаг сетки частот	5 кГц / 6,25 кГц	
Напряжение аккумулятора	7,5 В + 20%	
Длительность работы с КNB-15А (1100 мАчас)	Более 8 часов в цикле 5-5-90	
Диапазон рабочих температур	-30°C...+60°C	
Стабильность частоты	+0,0005%	+0,00025%
Размер (Ш x В x Д)	58 x 125,5 x 35 мм с КNB-15А	
Вес	380 г	
Приемник		
Чувствительность (12 dB SINAD)	0,25 / 0,28 мкВ	
Избирательность (широкая/узкая ЧМ)	70 дБ / 60 дБ	
Интермодуляционные искажения (широкая/узкая ЧМ)	65 дБ / 60 дБ	
Выходная НЧ мощность	500 мВт при 10% искажений	
Передатчик		
Выходная мощность	5 Вт	4 Вт
Побочные излучения	-65 дБ	
Модуляция (широкая/узкая ЧМ)	16K0F3E / 11K0F3E	
ЧМ шумы	45 дБ / 40 дБ	
НЧ искажения	<5%	

● Станция представляет собой портативный носимый 16-канальный приемопередатчик, отличающийся сравнительно небольшими размерами и простотой использования.

● Станция поддерживает основной набор стандартных сервисных функций, присущих портативным радиостанциям Kenwood базового ряда:

- возможность установки CTCSS или DCS тонов для каждого канала в отдельности;
- прочная конструкция корпуса, удовлетворяющая стандарту MIL-STD 810 C/D/E;
- таймер ограничения непрерывной работы на передачу (TimeOutTimer);
- режим сохранения энергии аккумулятора (BatterySaver);
- индикация разряда аккумуляторной батареи;
- возможность регулировки основных параметров станции программным путем (мощность, девиация QT/DQT, срабатывание датчика разряда батареи, точность установки частоты, уровень срабатывания шумоподавителя).

● Кроме того, радиостанция имеет ряд особенностей:

- 16 рабочих каналов, переключаемых с помощью ручки-переключателя;
- возможность установки узкополосной или широкополосной модуляции (FM или NFM, устанавливается во время программирования станции с компьютера).

Обращает на себя внимание значительное упрощение конструкции радиостанции. Сделано все для того, чтобы максимально удешевить радиостанцию, сохранив в то же время такие основные технические параметры, как мощность и чувствительность, а также соответствие MIL-STD 810.

В радиостанции используется новый тип антенного ВЧ-разъема - SMA-типа. Это значительно уменьшит количество случаев поломки гибкой антенны.

Возможно программирование радиостанций на частоты вне рабочего диапазона (программно это поддерживается), при этом ухудшаются технические характеристики радиостанции. Например, при программировании станции диапазона 150-174 МГц на 136-150 МГц получены следующие параметры:

Частота, МГц	Мощность, Вт	Чувствительность, мкВ
136	4,1	1,6
140	4,5	1,0
145	4,7	0,5
148	4,9	0,25
149	5,0	0,25

Выпускается также двухканальный вариант радиостанций типа ТК-2102/3102. В этой станции переключение каналов осуществляется обычным тумблером, что максимально упрощает пользование станцией. Она хорошо подходит для коммунальных и специальных городских служб.

Данная станция может с успехом использоваться вместо ТК-260 в случаях, когда требуется количество каналов более 4, а также возможность переключать одну и ту же станцию из узкополосного режима в широкополосный (для ТК-260 - это разные модели). Следует отметить, что по некоторым техническим характеристикам (вследствие упрощения схемы) радиостанция ТК-2107 несколько уступает ряду ТК-260/270.

Принципиальная схема радиостанции приведена на с.43, 44.

В режиме ПРИЕМА сигнал с антенны, пройдя ФНЧ (LPF) на С138, С140, С142, С146, С147, L114, L117, через антенный коммутатор (ANT SW) D101-D103 предварительно селектируется перестраиваемым полосовым диапазонным фильтром (BPF) L208-L210, D203-D205 и поступает на УВЧ Q203 (3SK228), нагрузкой которого является двухконтурный полосовой перестраиваемый фильтр L203, L214, D201, D202. После усиления и предварительной селекции сигнал поступает на первый смеситель Q202 (3SK228). 1-я ПЧ выделяется фильтром XF200 (L71-0522-05) со средней частотой 38,85 МГц и полосой пропускания 10 кГц (-3 дБ) и 40 кГц (-40 дБ). После усиления каскадом на Q201 (2SC4649) сигнал первой ПЧ поступает на микросхему IC200 (TA31136FN), где происходит его преобразование во 2-ю ПЧ, основная селекция

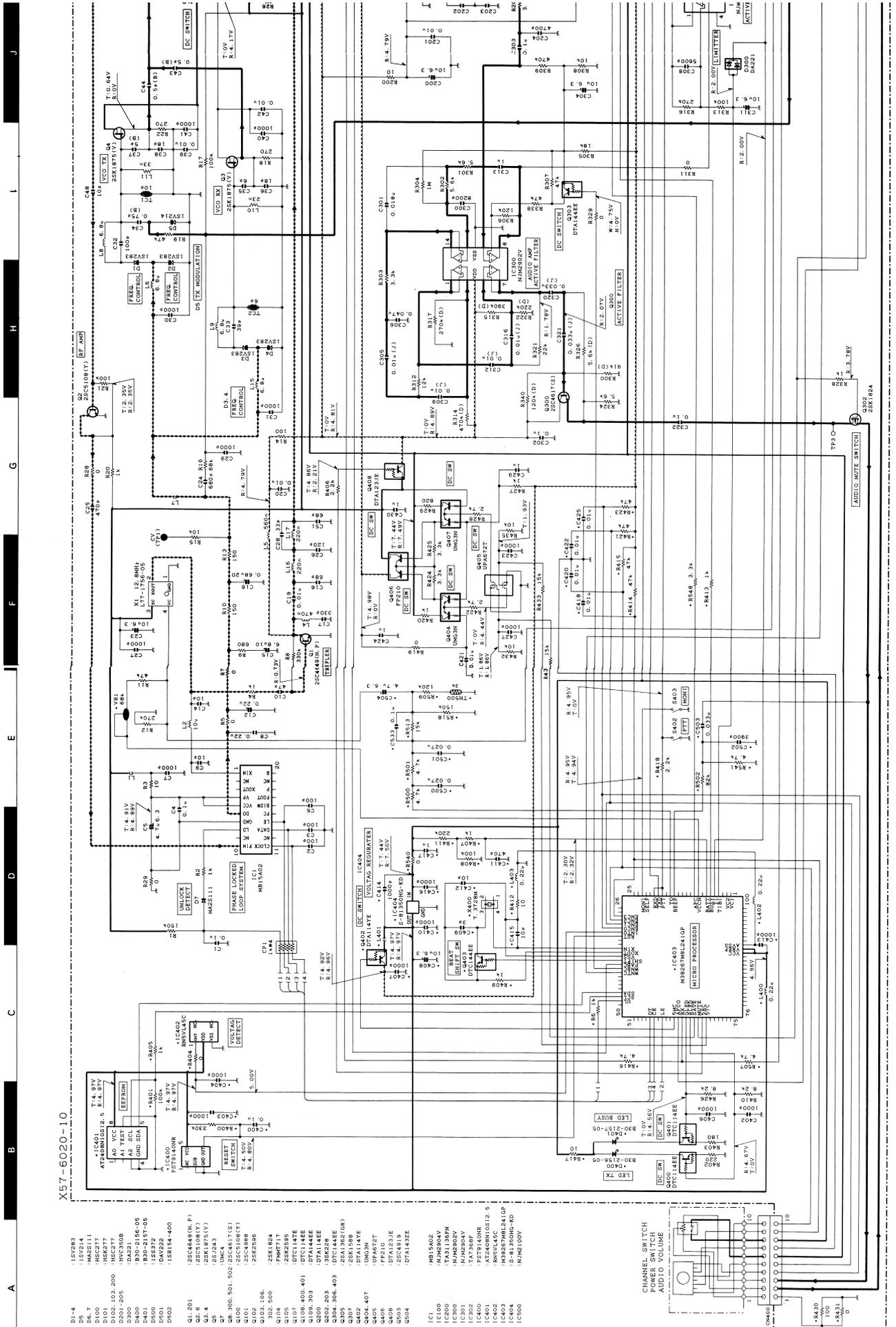
(фильтр CF200 (L72-0958-05) со средней частотой 450 кГц и полосой пропускания 12 кГц (-6 дБ) и 25 кГц (-50 дБ) и демодуляция. НЧ сигнал, пройдя через активные фильтры IC300, IC301, подается на оконечный УНЧ IC302 (TA7368F).

В режиме ПЕРЕДАЧИ сигнал с микрофона поступает на первую половину IC500 (NJM2100V) и затем через цепь предискажений C518, R525 подается на ее второй усилитель. Затем усиленный сигнал проходит два каскада активных фильтров Q502, Q501 (2SC4617), где окончательно формируется его АЧХ, и через регулятор девиации VR501 подается на варикап D5 (1SV214) ГУНа передатчика (VCO TX), собранного на Q4 (2SK1875). Выбор узкополосной или широкополосной ЧМ определяется с помощью ключа Q500 (2SK1824) - WIDE/NARROW SW, который по соответствующим командам коммутирует резистивный аттенюатор, изменяющий уровень НЧ сигнала, подаваемого на варикап D5 частотного модулятора. Модулированный сигнал с ГУН передатчика (Q4), соответствующий рабочей частоте, проходит несколько каскадов предварительного усиления (Q6, Q100, Q101, Q102), а затем подается на оконечный усилитель передатчика (TX FINAL) на Q105 (2SK2595).

СИНТЕЗАТОР частоты радиостанции собран по схеме с одним кольцом ФАПЧ. Опорный генератор X1 (L77-1756-05) работает на частоте 12,8 МГц. Сигнал с него подается на утритель (Q1), после которого сигнал частотой 38,4 МГц поступает на второй смеситель приемника в IC200, и на микросхему системы ФАПЧ IC1 (MB15A02). В этой микросхеме 12,8 МГц с X1 делится до 5 кГц/6,25 кГц. Сигнал с ГУНов TX (Q4) или RX (Q3), пройдя через буферный усилитель на Q6 и усилитель на Q2, поступает в IC1 на делитель с переменным коэффициентом деления (ДПКД), где делится также до 5 кГц/6,25 кГц. Сигнал ошибки после фазового компаратора в составе IC1 через ФНЧ (LOOP FILTER) подается на варикапы перестройки частоты ГУНов (VCO) передатчика - D1, D2 и приемника - D3, D4 (1SV283).

Работой радиостанции (переключение режимов, установка коэффициентов деления ДПКД и т.д.) управляет **ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР** IC403 (M38267M8L241GP).





X57-6020-10

A

B

C

D

E

F

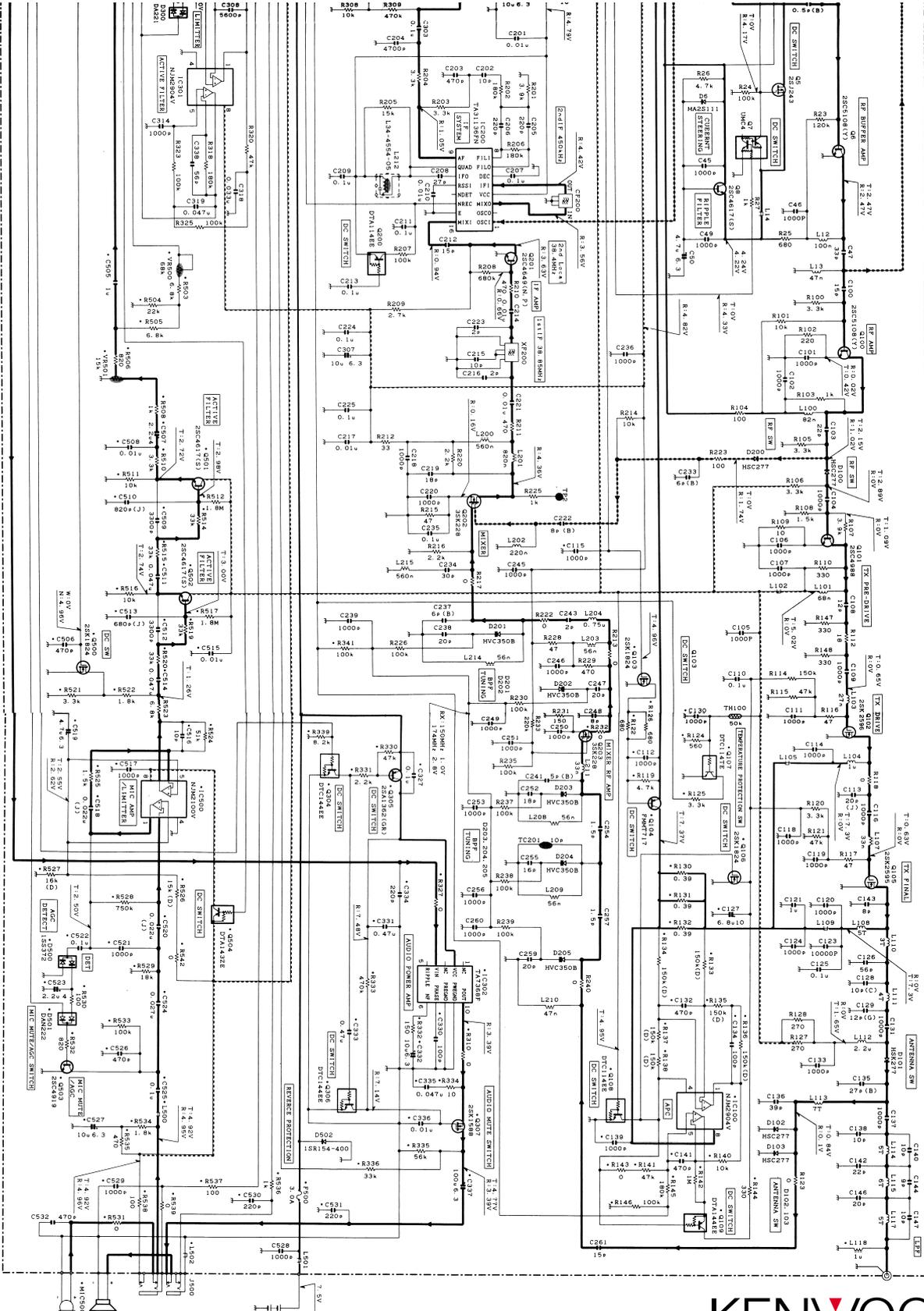
G

H

I

J

- D1-4 1E9283
- D5 1E9214
- D100 1H82377
- D101 1H82377
- D102 1H82377
- D103 1H82377
- D104 1H82377
- D105 1H82377
- D106 1H82377
- D107 1H82377
- D108 1H82377
- D109 1H82377
- D110 1H82377
- D111 1H82377
- D112 1H82377
- D113 1H82377
- D114 1H82377
- D115 1H82377
- D116 1H82377
- D117 1H82377
- D118 1H82377
- D119 1H82377
- D120 1H82377
- D121 1H82377
- D122 1H82377
- D123 1H82377
- D124 1H82377
- D125 1H82377
- D126 1H82377
- D127 1H82377
- D128 1H82377
- D129 1H82377
- D130 1H82377
- D131 1H82377
- D132 1H82377
- D133 1H82377
- D134 1H82377
- D135 1H82377
- D136 1H82377
- D137 1H82377
- D138 1H82377
- D139 1H82377
- D140 1H82377
- D141 1H82377
- D142 1H82377
- D143 1H82377
- D144 1H82377
- D145 1H82377
- D146 1H82377
- D147 1H82377
- D148 1H82377
- D149 1H82377
- D150 1H82377
- D151 1H82377
- D152 1H82377
- D153 1H82377
- D154 1H82377
- D155 1H82377
- D156 1H82377
- D157 1H82377
- D158 1H82377
- D159 1H82377
- D160 1H82377
- D161 1H82377
- D162 1H82377
- D163 1H82377
- D164 1H82377
- D165 1H82377
- D166 1H82377
- D167 1H82377
- D168 1H82377
- D169 1H82377
- D170 1H82377
- D171 1H82377
- D172 1H82377
- D173 1H82377
- D174 1H82377
- D175 1H82377
- D176 1H82377
- D177 1H82377
- D178 1H82377
- D179 1H82377
- D180 1H82377
- D181 1H82377
- D182 1H82377
- D183 1H82377
- D184 1H82377
- D185 1H82377
- D186 1H82377
- D187 1H82377
- D188 1H82377
- D189 1H82377
- D190 1H82377
- D191 1H82377
- D192 1H82377
- D193 1H82377
- D194 1H82377
- D195 1H82377
- D196 1H82377
- D197 1H82377
- D198 1H82377
- D199 1H82377
- D200 1H82377



SCHEMATIC DIAGRAM / 原理图

KENWOOD



АМ-ЧМ ПРИЁМНИК на двух ИМС серии K174XA

Константин Герасименко, п.г.т. Краснополье, Сумская обл.

В настоящее время во многих городах Украины в эфире имеются УКВ радиостанции, работающие в диапазоне 87,5...108 МГц (система ССIR). Но, к сожалению, большинство украинских слушателей не имеют возможности принимать эти радиостанции: ведь отечественные УКВ радиоприёмники рассчитаны на работу лишь в полосе частот 64...73 МГц (система OIRT). А приобрести хорошую импортную аппаратуру с системой ССIR может себе позволить далеко не каждый. Предлагаемый простой аппарат выполнен на двух интегральных микросхемах K174XA10 и K174XA34. Он обладает высокой чувствительностью и может уверенно принимать сигналы радиостанций УКВ, СВ и ДВ диапазонов. А эффективная автоматическая регулировка усиления (APУ) позволяет прослушивать примерно с одинаковой громкостью радиостанции различной мощности. Приёмник работоспособен в широком диапазоне питающих напряжений и достаточно экономичен. Его можно слушать как в комнате, так и на улице, в походных условиях.

Основные технические характеристики:

Диапазоны принимаемых частот:

длинные волны (ДВ)	148-285 кГц
средние волны (СВ)	525-1607 кГц
ультракороткие волны:	
система OIRT (нижний диапазон)	64-73 МГц
система ССIR (верхний диапазон)	90-108 МГц
Напряжение питания	не более 7,5 В
Диапазон воспроизводимых частот	30 Гц - 20 кГц
Коэффициент нелинейных искажений	не более 3 %
Выходная мощность	0,5 Вт

Принципиальная электрическая схема приведена на рис. 1. Микросхема K174XA34, разработанная специально для миниатюрной радиоаппаратуры, представляет собой однокристалльный УКВ приёмник, который имеет в своем составе аperiodический усилитель высокой частоты, смеситель, гетеродин, усилитель промежуточной частоты (УПЧ), усилитель-ограничитель, фазоинвертор, ЧМ-демодулятор, предварительный УНЧ, систему шумоподавления и систему сжатия девиации. Микросхема K174XA10 имеет в своем составе усилитель высокой частоты (УВЧ), преобразователь частоты, схему АРУ, УПЧ, АМ-детектор, УНЧ. В нашем случае используются УПЧ, детектор, УВЧ и схема АРУ. Несмотря на то, что основные узлы выполнены на двух интегральных микросхемах, практически любой из них можно регулировать.

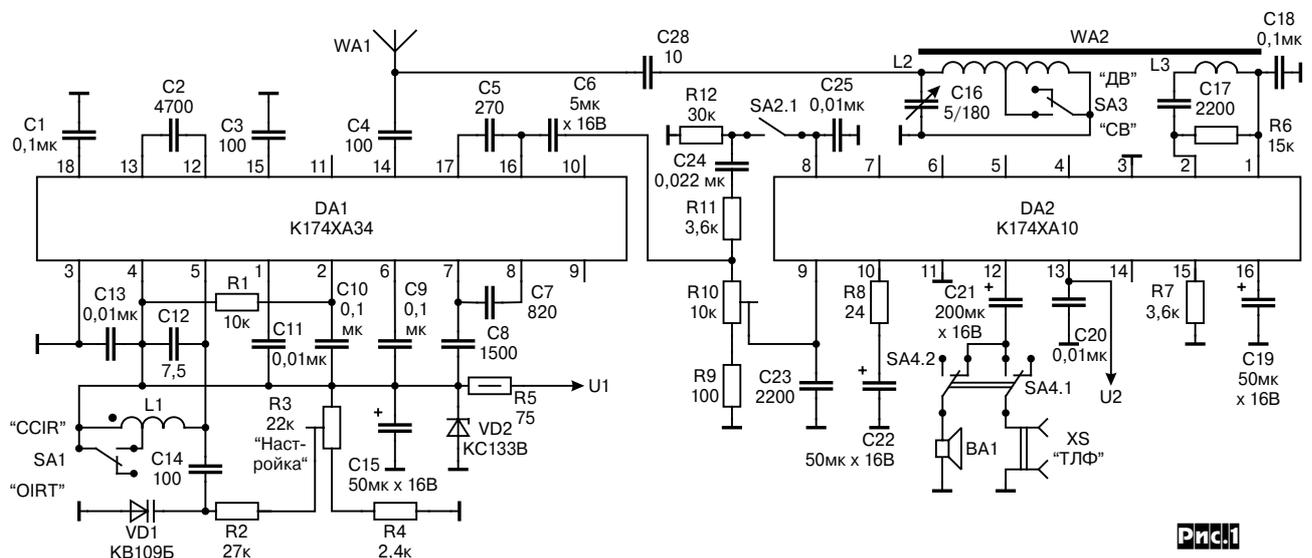
Рассмотрим работу приёмника в СВ или ДВ диапазоне. Настройка на радиостанции СВ или ДВ диапазона производится конденсатором переменной ёмкости С16. Сигнал радиостанции, принимаемый магнитной антенной WA2 и выделяет-

мый входным резонансным контуром L2C16, с помощью катушки связи L3 поступает на вход УПЧ. Режим работы УПЧ по постоянному току задается R6, а с помощью R7 можно регулировать чувствительность приёмника. R12 позволяет задать оптимальный режим работы детектора, при котором обеспечиваются минимальные искажения и максимальный коэффициент передачи. Потенциометром R10 регулируют громкость звука, а резистором R8, являющимся элементом цепи отрицательной обратной связи усилителя низкой частоты, устанавливается чувствительность и уровень нелинейных искажений УНЧ. Подбором C23 задается желаемый тембр звучания. C20 (рис. 1) и C27 (рис. 2) осуществляют развязку по питанию соответственно для высоких и низких частот.

В приёмнике предусмотрена возможность подключения головных телефонов «Электроника ТДС 13-2» или аналогичного типа при одновременном отключении динамика. При этом качество прослушивания радиопередач улучшается.

Рассмотрим работу приёмника в УКВ диапазоне. Сигнал, принятый антенной WA1, поступает на вход микросхемы через конденсатор С4. Элементы С12, L1, VD1 определяют частоту гетеродина, который работает на первой гармонике. Переключением секции катушки L1 при помощи переключателя SA1 производится смена диапазона. Настройка на ту или иную радиостанцию осуществляется изменением частоты гетеродина при помощи варикапа VD1 и переменного резистора R3. R2 служит для корректировки нижней границы диапазона. Преобразованный сигнал поступает на вход УПЧ, fпч которого близка 70 кГц. Столь низкая промежуточная частота позволяет отказаться от контуров за счет использования активных фильтров, которые имеют достаточно высокую добротность. Фазоинвертор и ЧМ-демодулятор также собраны с помощью операционных усилителей и RC-цепей. При этом внешними элементами являются только конденсаторы С2, С7, С8, С10, С11, а резисторы и операционные усилители имеются в составе микросхемы.

Благодаря интегральной технологии и отсутствию катушек индуктивности уменьшены размеры приёмника и существенно облегчена его наладка, а выбор относительно низкой промежуточной частоты позволил к тому же выигрывать использовать микросхему K174XA34 с током потребления, не превышающим 7 мА, в то время как, скажем, у микросхемы K174XA5 этот параметр менее экономичен. Закономерен вопрос: как же при fпч=70 кГц и девиации частоты ±50 кГц удается получить коэффициент нелинейных искажений (КНИ) меньше 3%? А дело в том, что в микросхеме K174XA34 имеется специальная система сжатия девиации примерно в 10 раз. Это и позволяет снизить КНИ при столь низкой промежуточной частоте.



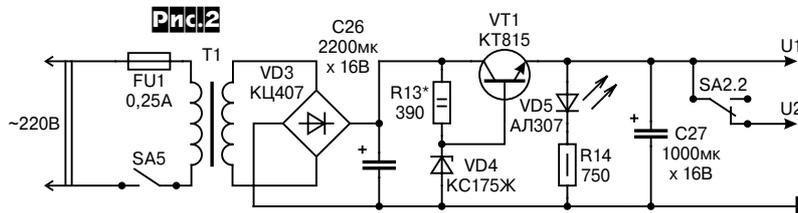
РАДИОПРИЕМ

Напряжение на варикапе поддерживается на требуемом уровне с помощью параметрического стабилизатора, собранного на элементах R5, VD2, C15. Это необходимо для того, чтобы при разряде батареи не смещалась частота настройки приёмника. Хотя внутри микросхемы имеется свой стабилизатор, тем не менее её приходится питать от параметрического. И все это потому, что сетевой блок питания при токе 50 мА обеспечивает напряжение более 7 В. А это больше, чем максимально допустимое напряжение питания микросхемы K174XA34.

Но вернемся к описанию работы приёмника. Протектированный и усиленный сигнал НЧ поступает через разделительный конденсатор C6 на регулятор громкости, а затем - на выходной УНЧ, в качестве которого используется микросхема K174XA10. Ее схема включения типовая и пояснений не требует. Что касается «нерационального» на первый взгляд использования K174XA10, то здесь - иной расклад. Главное - получить достаточно хорошие параметры при минимальных размерах и низком напряжении питания. И цель нами достигнута.

SA4 служит для отключения динамика при прослушивании приёмника на головные телефоны или внешнюю акустическую систему с сопротивлением не менее 4 Ом.

Схема блока питания приведена на **рис. 2** и пояснений не требует.



Практически весь приёмник собран на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 3 мм, а блок питания - на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита такой же толщины. Корпус приёмника изготовлен из того же материала, что и печатные платы, и покрашен в яркий цвет нитрокраской. На левую боковую стенку выведен сетевой шнур. Гнездо XS для подключения головных телефонов, переключатели SA1-SA4 и телескопическая антенна WA1 расположены на верхней стенке корпуса. В передней стенке сделаны щелевые пропилы под ручки регулятора громкости и настройки.

Необходимо учесть, что все элементы, определяющие частоту гетеродина, должны располагаться как можно ближе к выводу 5 микросхемы K174XA34, а печатные проводники, соединяющие их, должны иметь минимальную длину. В противном случае приёмник будет работать неустойчиво.

В предлагаемой конструкции использованы следующие радиокомпоненты. Постоянные резисторы - МЛТ-0,25, переменные - СПЗ-3. Конденсаторы КТ, КД-1, К50-16 или К50-35, КМ5, КМ6, КП-180. Динамик типа 0,1ГД-70, переключатели типа ПД9-5. Вместо стабилитрона КС133В более предпочтительным является 2С130Д-1. При этом можно добиться значительного снижения потребляемого тока. Несколько худшие результаты получаются при установке стабилитрона КС133Г - ток потребления в этом случае возрастает.

Телескопическая антенна самодельная - из шариковой ручки-указки, у которой удаляют самое толстое звено. Конечно, вполне приемлемо использование и готовой телескопической антенны подходящего размера.

Катушка L1 - бескаркасная. Её наматывают на винте М3 x 20 проводом ПЭВ2-0,35. Всего здесь 5+7 витков (считая от точки). После намотки катушки винт из неё аккуратно вынимается.

Внимание! Катушку изготавливайте строго по приведенному описанию. Любые отклонения здесь могут привести к тому, что принимаемый диапазон сместится в нерабочую область. Настроить в таком случае приёмник можно будет только с помощью ЧМ-генератора (например, Г4-116 или аналогичного ему типа).

Катушка L2 наматывается непосредственно на ферритовом стержне диаметром 8 мм и длиной 150 мм марки 400НН или

600НН и содержит 85+85 витков провода ПЭЛШО-0,2. Катушка L3 наматывается на бумажной гильзе длиной 10 мм, свободно перемещающейся по ферритовому стержню. Она содержит 10 витков провода ПЭЛШО-0,2. Принцип намотки в обоих случаях - виток к витку.

НАЛАДКА. Перед началом наладки убедитесь, что в вашей местности возможен уверенный приём во всех диапазонах. Правильно собранный из заведомо исправных деталей приёмник начнет работать сразу же после включения в сеть.

Желательно тут же проконтролировать ток покоя (он должен быть не больше 16 мА). Отклонения значений этого параметра более чем в 1,5 раза указывает на ошибку в монтаже или на неисправность элементов схемы.

После включения приёмника на УКВ в динамике должен прослушиваться слабый шум, связанный с работой частотного детектора. Затем, подключив вольтметр к варикапу и плавно вращая ручку настройки, убедитесь, что напряжение на варикапе изменяется от 0,2 до 3...3,5 В.

Отключите вольтметр и попробуйте осуществить настройку на радиостанции. Если приёмник принимает не все радиостанции, работающие в вашей местности, то, сжимая или растягивая витки катушки L1, сместите границы диапазона в нужную область. Указанную операцию необходимо проводить с двумя УКВ приёмниками, один из которых работает в верхнем диапазоне, а другой в нижнем. Причём наладку нужно начать с верхнего УКВ диапазона. А затем, переключив приёмник в нижний диапазон, повторить настройку, растягивая или сжимая при этом другую секцию катушки L1.

Поскольку обычно мощность у передатчиков, работающих в верхнем диапазоне, ниже, чем у работающих в нижнем диапазоне, то для повышения дальности приёма может возникнуть необходимость в увеличении длины антенны, а также применения наружной антенны, например телевизионной.

Налаживание в диапазоне ДВ или СВ сводится к подбору, при необходимости, количества витков катушки L3, значения элементов R6, R7, R12, а также к экспериментальному определению оптимального расстояния между катушками L2 и L3. Сближение катушек повышает чувствительность, но снижает избирательность приемника, сильно нагружая входной контур. Ухудшает параметры входного контура и чрезмерное уменьшение сопротивления резистора R6, фактически определяющего входное сопротивление усилительного тракта. Намотка катушки L3 поверх L2 недопустима. В случае самовозбуждения необходимо перевернуть L3 или перепаять её выводы. Чтобы избежать ухудшения чувствительности радиоприёмника, печатную плату следует разместить в корпусе таким образом, чтобы магнитная антенна WA2 и магнитная система громкоговорителя были расположены как можно дальше друг от друга. Желательно использовать громкоговоритель с закрытой магнитной системой.

Какие ещё доработки целесообразно здесь выполнить? В первую очередь, вышеописанный приёмник можно превратить во вседиапазонный, добавив к нему коротковолновый конвертер. Вторых, указанные выше самодельки легко устанавливаются практически в любой магнитофон, превращая последний в магнитоу.

VD MAIS

ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ

01033, Украина, г.Киев - 33, а/я 942
ул.Владимирская, 101
ул.Жилинская, 29

Д и с т р и б ю т о р

**AIM, AMP, ANALOG DEVICES, ASTEC, HARTING, MITEL,
BC COMPONENTS, HEWLETT-PACKARD, MOTOROLA, PACE,
ROHM, SCHROFF, SIEMENS, TEXAS INSTRUMENTS** и др.

Электронные компоненты,
оборудование и материалы технологии SMT,
конструктивные элементы.
Разработка и изготовление печатных плат

тел. (044) 227-1389, 227-5281,
227-2262, 227-1356,
227-5297, 227-4249

факс (044) 227-3668
e-mail: vdmais@carrier.kiev.ua
http://www.vdmais.kiev.ua

Секреты ламповой High-End ТЕХНОЛОГИИ

Станислав Симулкин, г.Алчевск Луганской обл.

(Продолжение.)

Экранирование

Под термином «помеха» подразумеваются любые посторонние сигналы, «нелегально» проникающие как в аппарат в целом, так и его отдельные узлы, цепи, каскады и нарушающие нормальную работу устройства. Это могут быть наводки переменного тока промышленной частоты, высокочастотные излучения от других электронных приборов или даже какого-либо узла одного аппарата, скажем от генератора стирания-подмагничивания в магнитофоне, а также различные виды импульсных помех. Под «помехой» также подразумеваются и сигналы, «незаконно разгуливающие» от одного узла или каскада аппарата к другому. В звукоусилительной технике эти нарушения приводят к уменьшению динамического диапазона и росту нелинейных искажений за счет эффекта интермодуляции, искажению АЧХ. Взаимные помехи между отдельными узлами и каскадами в особо серьезных случаях могут привести к самовозбуждению всего усилителя.

Собственно сигнал помехи может попасть в усилитель как чисто электрическим путем по его входным цепям и/или линиям питания, так и через паразитные связи посредством полей, например, через паразитные емкости между проводниками, узлами и элементами устройства. Этот вид связи, получивший название электростатической или **емкостной**, наиболее сильно проявляется в цепях, имеющих большое сопротивление. В ламповой аппаратуре подавляющее большинство цепей как раз и относится к **высокоомным**, и именно **емкостная** связь между отдельными частями лампового усилителя является наиболее распространенной причиной его самовозбуждения на ультразвуковых частотах.

Помехи способны проникать в аппарат также за счет **магнитной** связи с замкнутыми контурами внутри схемы. В этом случае наведенное напряжение помехи **не зависит от полного сопротивления** цепи. В ламповых усилителях этот вид связи проявляется, в первую очередь, в виде взаимных наводок между его трансформаторами, скажем, питания и любым из сигнальных. На практике такие помехи обычно проявляются как повышенный уровень фона переменного тока. В более сложных ситуациях, когда выходной трансформатор дает наводку на входной, такая связь может привести к самовозбуждению усилителя на звуковых и инфранизких частотах. Остается добавить, что этот весьма неприятный эффект значительно усиливается, если шасси аппарата выполнено из ферромагнитного материала.

Еще один путь проникновения помех в устройство возникает из-за существования **электромагнитной** связи. Любые проводники и элементы схемы, к которым приложено переменное напряжение, являются своего рода антеннами, излучающими и принимающими электромагнитные волны. И последнее, полезный сигнал в одной части какого-либо аппарата, может оказывать влияние на другой узел или каскад за счет падения напряжения на проводниках питания или общем проводе. Разумеется, что такой «полезный» для одного каскада сигнал для другой части устройства превращается в помеху. Многочисленные способы борьбы с помехами нацелены на их уменьшение до приемлемого уровня.

Для уменьшения паразитной связи можно отнести сам аппарат **подальше от источника помех** или, наоборот, **удалить источник помех** от аппаратуры. Однако, это, во-первых, не всегда возможно, а, во-вторых, может потребоваться существенное увеличение длины соединительных проводов, которые сами будут действовать как своего рода приёмные антенны всё тех же помех. Внутри усилителя паразитные связи также возможно ослабить, если удалить друг от друга проводники, элементы и узлы схемы. Но в этом случае резко увеличиваются габариты и масса аппаратуры. Кроме того, удлиняется путь прохождения звукового сигнала, что для электроакустической техники крайне нежелательно. Поэтому гораздо чаще как для защиты всего электронного аппарата от воздействия внешних полей, так и для исключения паразитных связей внутри устройства применяется **экранирование**. Экранированием

называется локализация энергии электромагнитного поля в пределах определенного объема пространства.

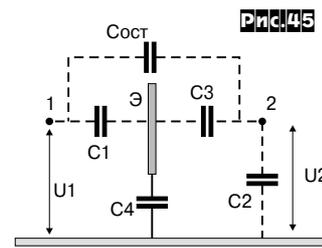
Так как помехи проникают в схему за счет существования трех видов связи, а именно: емкостной, магнитной и электромагнитной, то совершенно логично и существование **трёх видов экранирования: электростатического, магнитостатического, электромагнитного**. Посмотрим на **рис.44**. На нём в точке 1 расположен некий источник ЭДС, который в нашем случае является источником помех. Его потенциал относительно земли имеет величину U_1 . На определенном расстоянии от него находится точка 2, играющая в рассматриваемой ситуации роль приёмника помех. Эта точка имеет относительно земли ёмкость C_2 , а ёмкость между точками обозначим как C_1 . Наведенное напряжение в точке 2 относительно земли будет пропорционально C_1 . Так как емкости C_1 и C_2 образуют делитель, то

$$U_2 = U_1 C_1 / (C_1 + C_2) \quad (1)$$

Предположим, что у нас есть стереофонический усилитель, у которого входные каскады обоих каналов имеют коэффициенты усиления 100. В точке **рис.44** расположена анодная цепь этого каскада одного из каналов, допустим левого. Соответственно в точке 2 будут находиться сеточные цепи тоже входного каскада, но уже правого канала. Их собственная ёмкость относительно земли, корпуса или общего провода составляет 50 пФ, т.е. $C_2 = 50$ пФ.

Паразитную ёмкость между входной цепью входного каскада левого канала и сеточной цепью входного каскада правого канала примем равной 1 пФ, т.е. $C_1 = 1$ пФ, чувствительность обоих каналов 1 В. Значит, подан на вход левого канала импульсный сигнал с такой амплитудой, получаем в анодной цепи, а она в рассматриваемом примере соответствует точке **рис.44**, входного каскада усиленный сигнал с амплитудой 100 В, т.е. $U_1 = 100$ В. Подставив в равенство (1) значения C_1 , C_2 , U_1 , получаем напряжение, наведенное в точке 2, т.е. на входе правого канала, амплитудой около 2 В*⁸¹. После усиления в анодной цепи входного каскада выделится импульс 200 В! Говорить о каком-либо стереозэффекте и разделении каналов в такой ситуации смешно. Лучшее, что можно сделать для устранения описанного явления, это разнести на максимально возможное расстояние рассматриваемые цепи, тем самым уменьшив паразитную ёмкость, поскольку она обратно пропорциональна квадрату расстояния между проводниками. Конечно, можно было бы вплотную приблизить к поверхности металлического шасси проводники и элементы сеточной цепи, увеличив тем самым её емкость. Но такая мера одновременно содействует завалу АЧХ на ВЧ. Снижение входного сопротивления сеточных цепей также имеет свои границы и далеко не всегда оказывается эффективным. Поэтому для устранения переходных помех между каналами наиболее дорогие и качественные усилители категории High-End выполняют в виде двух отдельных независимых друг от друга моноблоков*⁸². Однако межкаскадные помехи таким способом не устранить, требуется электростатическое экранирование.

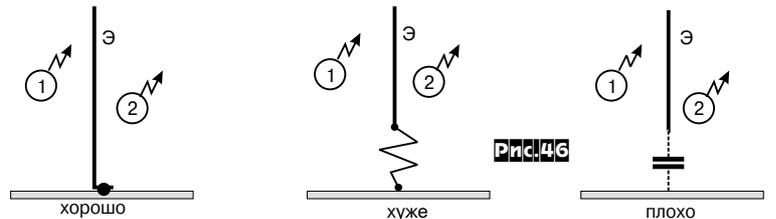
Явление **электростатического экранирования** заключается в замыкании электрического поля на поверхности металлической массы экрана и стекании с неё электрических зарядов на корпус аппарата. Принцип действия электростатического эк-



рана показан на **рис.45**. Эта схема отличается от **рис.44** тем, что между точками 1 и 2, т.е. источником и приемником помех, помещен металлический лист Э, выполняющий роль экрана. В этом случае ёмкость между точками 1 и 2, которая на **рис.44** обозначена как C_1 , распадается на две самостоятельные включенные последовательно емкости, показанные на **рис.45** как C_1 и C_3 . Параллельно им «висит» небольшая остаточная ёмкость $C_{ост}$. Последняя при достаточно больших геометрических размерах экрана Э может быть сведена до пренебрежительно малой величины. Учитывая влияние ёмкости между экраном Э и землей - C_4 , а также пренебрегая величиной $C_{ост}$, запишем равенство, определяющее значение напряжения, наведенного в точке 2:

$$U_2 = U_1 C_1 C_3 / ((C_1 + C_4)(C_2 + C_3)) \quad (2)$$

Когда экран установлен так, что его ёмкость относительно земли велика, напряжение, наведенное в точке 2, при наличии экрана будет меньше, чем без него. В случае, если экран непосредственно соединен с землей, в знаменателе выражения (2) появляется бесконечно большая величина C_4 , а U_2 будет стремиться к нулю. Эффек-



тивность электростатического экрана очень сильно зависит от качества его подключения к корпусу аппарата: важно, чтобы не было длинных соединительных проводов между экраном и металлическим корпусом, общим проводом*⁸³. На **рис.46** показано соединение экранов с шасси или корпусом аппарата. Цифрой 1 обозначается источник, а цифрой 2 - приемник помех. Эффективность экранирования электрического поля не зависит от толщины экрана, поэтому электростатические экраны изготавливают из листовой меди, латуни, алюминия или его сплавов толщиной 0,3 - 1,5 мм. Последняя зависит только от геометрических размеров детали, и большую толщину материала иногда выбирают только для того, чтобы обеспечить необходимую механическую прочность. Для повышения поверхностной проводимости, а значит и улучшения условий стекания зарядов на корпус аппарата, экран целесообразно посеребрить, после чего покрытие подвергнуть пассивации и покрыть бесцветным лаком. Такая дополнительная обработка значительно улучшает и внешний вид изделия. Узкие щели и вентиляци-

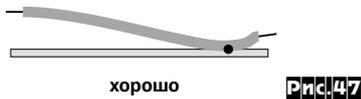
*⁸¹Рассмотрен «идеальный» механизм проникания помех в «идеальных» условиях, т.е. без учета параметров импульса, его спектра. Также не учитывается влияние активных сопротивлений цепей, потерь на электромагнитное излучение и т.п. В реальном устройстве наводки будут иметь заметно меньшую величину.

*⁸²Не следует путать компоновку в виде двух независимых моноблоков с двухлучной компоновкой. В последнем случае в первом корпусе находятся усилительные каскады обоих каналов, а во втором - блок питания.

*⁸³На частотах диапазона УКВ и выше экранирование резко ухудшается даже при длине проводников всего в 2-3 см.

онные отверстия в экране не ухудшают экранирование электрического поля.

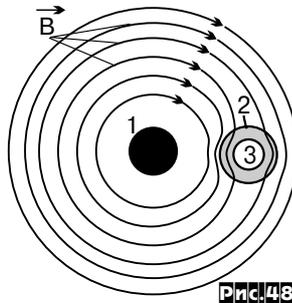
Разновидностью электростатического экрана является металлическая оплетка кабеля. Считаю необходимым сразу же отметить, что применять экранированные провода следует с очень большой осторожностью и минимально возможной длины. Объяснение этому очень простое: экранированные кабели и провода имеют большую паразитную индуктивность и ёмкость. Экранировать необходимо только цепи с низким уровнем полезного сигнала, а именно: входные проводники микрофонных усилителей и усилителей-корректоров для магнитных звукоснимателей, проводники, соединяющие воспроизводящие и записывающие



сильных магнитных полей используются мягкие трансформаторные стали, реже низкоуглеродистые конструкционные, допускающие БОЛЬШУЮ максимальную магнитную индукцию (в сильных полях пермаллои насыщаются и эффективность экранировки резко падает). При необходимости изготовления экранов сложной формы иногда применяется метод гальванопластики, позволяющий получить изделие как из электролитического, т.е. довольно чистого железа, так и из его сплавов, скажем железо-марганцевого, железо-хромового, железо-кобальтового или того же железо-никелевого. Принцип действия магнитостатического экрана схематически показан на рис. 48. На этой схеме цифрами обозначаются: 1 - проводник с электрическим током, 2 - собственно магнитостатический экран; 3 - экранируемое пространство.

На рисунке хорошо видно, что магнитный поток (линии индукции поля, создающего этот поток, показаны в виде кривых В) замыкается в толще экрана из ферромагнитного материала, магнитная индукция в металле экрана при этом возрастает, и поток не проникает в экранируемое пространство 3. Эффективность работы магнитостатического экрана тем выше, чем больше магнитная проницаемость материала и его толщина, поскольку с увеличением сечения ферромагнитной детали уменьшается сопротивление магнитному потоку. Кроме того, экранирующие свойства конструкции очень сильно зависят от геометрических размеров собственно экрана.

С увеличением размера вследствие возрастания магнитного сопротивления и влечения эффективность экрана и наоборот снижается. Особенно тщательно экранированию следует подвергать индуктивности, включенные в цепи с низким уровнем сигнала: магнитные головки электропроигрывателей и магнитофонов, микрофоны и микрофонные трансформаторы. Так как уровень магнитной помехи пропорционален геометрическим размерам приёмника этой помехи, а эффективность действия экрана наоборот, обратно пропорциональна размерам экрана, необходимо предельно уменьшать габариты магнитопроводов сигнальных и в первую очередь в выходных трансформаторов. Магнитная индукция в их сердечниках велика, поэтому лучший материал для их изготовления - пермаллой. Наименьший уровень магнитных наводок обеспечивает тороидальный сердечник, чуть больше, а следовательно и немного хуже - стержневой. Что же касается магнитостатического экранирования собственно цепей прохождения сигнала и сигнальных ООС, то к нему необходимо подходить крайне осторожно: ферромагнитные, особенно стальные, экраны способны вносить в полезный сигнал большие потери, возникающие как вследствие вихревых токов, так и гистерезиса. Поэтому в высококачественной звуковой аппаратуре такой вид экранирования можно применять для выходных цепей усилителей, в первую очередь выходных трансформаторов.



Еще вполне допустима магнитная экранировка промежуточных каскадов. Во входных цепях применять такую экранировку уже нельзя вследствие разрушения звукового сигнала. Исключение, как уже было сказано, составляют входные трансформаторы. Единственным местом, где не только можно, но и нужно применять магнитостатическое экранирование, как говорится, «без всяких ограничений» - это цепи, блоки, трансформаторы питания: потери, вносимые ферромагнитным экраном, существенного влияния на работу этих частей аппарата не оказывают. Однако, не следует забывать, что эти узлы относятся, как правило, к сильноточным, а значит и создающим сильные магнитные поля. Поэтому материал экрана может входить в насыщение, вследствие чего падает эффективность экранировки. Для предотвращения этого экран можно сделать многослойным, скажем из двух или трех слоев разнородных ферромагнитных материалов. Один из слоев должен быть выполнен из материала с большой магнитной проницаемостью, допустим пермаллоя, а материал второго иметь намного большую индукцию насыщения, хотя его магнитная проницаемость может быть и меньше. Обычно в качестве вспомогательного экрана применяются различные стали. Для магнитной экранировки таких сильных источников магнитных полей, как сетевые, а иногда и выходные трансформаторы, требуется трёхслойный экран.

Нередко гораздо удобнее оказывается не собирать деталь из нескольких заготовок, а нанести на имеющийся пермаллоевый экран **гальваническим способом** толстые слои железа. Технологию и технологию такой обработки, кстати довольно простой и хорошо зарекомендовавшей себя на практике, мы сейчас и рассмотрим.

Обработка заготовки начинается с механико-химической очистки с помощью различных органических растворителей типа ацетона, толуола, бензина и т.п. - удаляются остатки старой краски, большие жировые загрязнения маслами, снимается консервирующая смазка. Окалина и продукты коррозии, если они занимают значительную поверхность, удаляются абразивным инструментом, например, наждачной бумагой. После этого деталь промывают и переходят к следующей операции, именуемой **химическим обезжириванием**. Состав рабочих растворов и рекомендуемые режимы обработки приведены в табл. 4. В тяжелых случаях приходится прибегать к **химической очистке**. Эта операция может производиться в любом из растворов, рецептура которых дана в табл. 5, после чего следует повторить химическое обезжиривание. Далее заготовка подвергается **химическому травлению**, в ходе которого удаляются прочно сцепленные с основным металлом плёнки различного состава (окислы, ржавчина, окалина и т.п.). Составы растворов травления

головки магнитофонов со схемой. Соединять экранирующие оплетки кабелей с общим проводом, шасси либо корпусом аппарата следует так, как показано на рис. 47. Экранированные провода и кабели почти всегда применяются для межблочного соединения электронной аппаратуры. Поскольку хорошие межблочные кабели, специально предназначенные для звуковых сигналов, стоят довольно дорого, от нескольких сотен до нескольких тысяч \$\$ и уж во всяком случае никак не меньше 300\$, а использование более дешевых, а значит и менее качественных, приводит к заметному ухудшению качества звучания всего тракта, была разработана и опробована технология, позволяющая в домашних условиях изготавливать межблочные кабели высокого качества. Ее мы рассмотрим позже.

Паразитная **магнитная связь** может создавать в ламповой аппаратуре проблемы не меньшие, чем ёмкостная. Например, ламповый усилитель, у которого входные цепи, а особенно входной трансформатор располагаются вблизи мощного трансформатора питания, будет обладать большим уровнем фона. **Лучший метод** борьбы с этим явлением, как впрочем и с паразитными связями вообще, заключается в **рациональной компоновке** аппарата (уже упомянутое разнесение источников и приемников помех, правильная ориентировка сигнальных трансформаторов относительно трансформаторов и дросселей питания под прямым углом друг относительно друга). Трансформаторы на тороидальных магнитопроводах создают вокруг себя намного меньшее паразитное магнитное поле, чем «классические» прямоугольные трансформаторы. Самым простым, а **часто и наиболее эффективным решением является удаление мешающего источника магнитного поля в другой блок** либо корпус. Многие «хай-эндовские» ламповые усилители сконструированы в виде двух- и даже трёхблочных конструкций: в одном корпусе находятся выпрямители, стабилизаторы, фильтры питания и силовые трансформаторы, а в другом или других - собственно усилительные каскады. При трёхблочной компоновке (левый и правый каналы - каждый в своем корпусе) сводятся на нет переходные помехи между каналами стереоусилителя. При конструировании необходимо следить, чтобы каждый замкнутый контур внутри схемы имел минимальную площадь, и не допускать наличия в устройстве проводников в виде петли, «кольцевых» шин общего провода, земли и питания. Весьма эффективной мерой борьбы с магнитными помехами является **применение витых пар** проводников, см. рис. 7 («РХ» 3/99): наводки в витках разных проводов пары взаимно компенсируются. Точно так же пара проводов, имеющих бифилярную свивку, будет создавать мешающие поля наименьшей интенсивности. Разумеется, шасси высококачественных звуковых усилителей должно изготавливаться только из немагнитных материалов.

В тех случаях, когда применение описанных мер по какой-либо причине невозможно или они не обеспечивают требуемого эффекта, применяется **магнитостатическое экранирование**. Оно основано на замыкании магнитного поля в толще металла, из которого изготовлен экран, вследствие его повышенной магнитной проводимости. Для изготовления магнитостатических экранов применяются ферромагнитные железо-никелевые сплавы типа пермаллоев вследствие их высокой магнитной проницаемости. При экранировании

Таблица 4 / обезжиривание

Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Тринатрий фосфат $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	25-30	-	3-10	-	20-30	100	-
Каустическая сода NaOH	20-30	100-150	-	-	30-50	-	75-80
Канцелярский силикатный клей $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{xSiO}_2 \cdot \text{mH}_2\text{O}$	3-10	5-10	35	-	2-3	10-20	20
Кальцинированная сода Na_2CO_3	-	30-60	-	20	20-30	-	-
Калиевый хромпик $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	-	-	-	1	-	-	-
Температура, °C	70-90	70-80	70-90	70-80	70-90	70-80	80-90
Время, мин.	10-30	5-10	10-20	5-10	10-30	10-60	40-60

Таблица 5 / хим. очистка

Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4
Канцелярский силикатный клей $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{xSiO}_2 \cdot \text{mH}_2\text{O}$	1,5	-	10	10
Кальцинированная сода Na_2CO_3	33	-	30	-
Каустическая сода NaOH	25	100	25	25
Хозяйственное мыло	8,5	-	8	10
Натриевый хромпик $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	-	5	5	-
Поташ K_2CO_3	-	-	-	30
Температура, °C	80-90	80-95	80-95	100
Время, час	до 3	до 3	до 3	до 6

Таблица 6 / травление

Вещество	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Соляная кислота (пл.1,19), мл/л	70-100	-	170	420-460	130	130	150
Серная кислота (пл.1,84), мл/л	50-70	80-110	-	-	30	-	-
Азотная кислота (пл.1,4), мл/л	-	-	-	50-60	70	-	65
Ортофосф. к-та (пл.1,7), мл/л	-	-	-	-	-	60	-
Уротропин (CH ₂) ₆ N ₄ , г/л	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Тринатрийфосфат Na ₃ PO ₄ ·x12H ₂ O, г/л	-	-	-	-	-	-	50
Температура, °С	30-40	25-60	30-35	50	85	50	50-60
Время, мин.	30-60	30-60	15-20	3-5	3-10	10-20	30-40

Таблица 7 / хим.полирование

Вещество, мл/л	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Азотная кислота (пл.1,4)	20-40	-	175	400	30-50	30-90	180
Соляная кислота (пл.1,19)	20-50	-	25	-	25-30	45-110	725
Ортофосфорная к-та (пл.1,7)	15-25	-	400	-	12-18	45-280	-
Серная кислота (пл.1,84)	-	1	400	-	-	-	90
Уксусная кислота (пл.1,06)	-	22-25	-	600	-	-	5
Желтая кровяная соль K ₂ Fe(CN) ₆ ·x3H ₂ O, г/л	-	-	-	-	-	2-15	-
Метилоранжевый	-	-	-	-	1-1,5	-	-
Поверхностно-акт. в-во ОП-7	-	-	-	-	-	3-25	-
Перекись водорода 30%, мл/л	-	13,3	-	-	-	-	-
Температура, °С	70-80	18-25	80-120	125	18-25	30-40	40-70
Время, мин.	1-10	30-60	0,5-1	0,15	5-10	15-30	5-30

помещены в **табл.6**. В этих же растворах и при тех же режимах производится снятие небольших по глубине дефектных поверхностных слоев металла, которые отличаются от основного материала по химическому составу либо механической структуре. После травления детали её ополаскивают в проточной воде и промывают в течение нескольких минут в 15%-ном растворе кальцинированной (Na₂CO₃) либо пищевой (NaHCO₃) соды для нейтрализации остатков раствора травления, а затем заготовку хорошо промывают в проточной воде. Если требования к чистоте поверхности высокие, скажем из соображений дизайна, необходимо осуществить **химическое полирование**. Эта операция представляет собой процесс получения высококачественной поверхности металла путем растворения микронеровностей в растворах, подобранных в соответствии с материалом обрабатываемых деталей. Составы для химического полирования сплавов железа приведены в **табл.7**. Растворы №1 - №4 предназначены для обработки электролитического железа, углеродистых и низколегированных сталей, рецепт № 5 - для химического полирования сталей и сплавов железа повышенной коррозионной стойкости и коррозионностойких нержавеющих, легированных никелем, хромом. В растворе № 7 обрабатываются аустенитные стали⁸⁴. Состав № 6 пригоден для железа, любых его сплавов и сталей, а также чугунов. **ВНИМАНИЕ! ВО ВРЕМЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА №6 НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ НЕЛЬЗЯ ВЛИВАТЬ КОНЦЕНТРИРОВАННУЮ КИСЛОТУ В РАСТВОР ЖЕЛТОЙ КРОВЯНОЙ СОЛИ. А ТЕМ БОЛЕЕ ВЫСЫПАТЬ СУХУЮ СОЛЬ В КИСЛОТУ. ЭТО СВЯЗАНО С ТЕМ, ЧТО В ТАКОМ СЛУЧАЕ ВЫДЕЛЯЮТСЯ ТОКСИЧНЫЕ ГАЗЫ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВЫЗВАТЬ ОТРАВЛЕНИЕ. ПОЭТОМУ ЖЕЛТУЮ КРОВЯНУЮ СОЛЬ РАСТВОРЯЮТ ОТДЕЛЬНО В ВОДЕ. А КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ КИСЛОТЫ РАЗБАВЛЯЮТ. ПОТОМ КИСЛОТЫ СЛИВАЮТ В ТОМ ПОРЯДКЕ, КАК УКАЗАНО В РЕЦЕПТЕ И ПОСЛЕ ОХЛАЖДЕНИЯ СМЕСИ ДО КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В НЕЁ ОБЯЗАТЕЛЬНО ПОД ТЯГОЙ ЛИБО НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ ТОНКОЙ СТРУЙКОЙ ВЛИВАЮТ РАСТВОР ЖЕЛЕЗИСТОСИНЕРОДИСТОГО КАЛИЯ И ДОБАВЛЯЮТ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО ОП-7.** Вследствие разложения желтой кровяной соли данный раствор нестойок при хранении, поэтому готовить его необходимо перед работой, а после использования выливать. Преимущество техноло-

⁸⁴Аустенит является исходной структурой при закалке сталей и представляет собой твердый раствор внедрения углерода в γ -железо. Он отличается большой пластичностью, а магнитными свойствами не обладает.

⁸⁵На этом явлении основан химический способ получения матового стекла.

⁸⁶Подвергаются только изделия из черных металлов.

Таблица 8 / декапирование

Вещество, мл/л	№1	№2	№3	№4	№5
Соляная кислота (пл.1,19)	-	20-45	20-30	-	-
Серная кислота (пл.1,84)	30-50	-	50-80	200	-
Азотная кислота (пл.1,4)	-	-	-	400	-
Ортофосф. к-та (пл.1,7)	-	-	-	400	-
Плавиновая кислота (пл.0,99)	-	-	-	-	10
Температура, °С	20				
Время, сек	20-45	15-40	8-10	30-120	60

Таблица 9 / железнение

Вещество	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Соляная кислота (пл.1,19), мл/л	-	-	-	1-3	-	2	-
Хлорид железа, FeCl ₂ ·x6H ₂ O, г/л	-	-	300	200-400	-	500	-
Поваренная соль, NaCl, г/л	100	-	-	-	-	-	-
Магния сульфат, MgSO ₄ ·x7H ₂ O, г/л	-	100	-	-	-	-	-
Натриевая селитра, NaNO ₃ , г/л	-	до 0,003	-	-	-	-	-
Железный купорос, FeSO ₄ ·x7H ₂ O, г/л	150	150	-	-	400	-	200
Нашатырь, NH ₄ Cl, г/л	-	-	250	-	-	-	-
Аммония сульфат, (NH ₄) ₂ SO ₄ , г/л	-	-	-	-	-	-	100
Алюминия сульфат, Al ₂ (SO ₄) ₃ ·x18H ₂ O, г/л	-	-	-	-	100	-	-
Железо-аммиачные квасцы NH ₄ Fe(SO ₄) ₂ ·x12H ₂ O, г/л	-	-	-	-	-	-	300
Температура, °С	20-25	20-25	18-25	45-50	55-60	70-80	30-45
pH	5	6	3,5-5	-	2-3	-	3,2-5
Катодная плотность тока, А/дм ²	0,1-0,2	0,1-0,2	1	до 50	12	до 50	2,2-4,3

ству поверхности невысокие, то химическое полирование не выполняют, а деталь после травления и, разумеется, промывки сразу же декапируют. Этот процесс осуществляют в любом из растворов, состав которых приведен в **табл.8**. Растворы №1 - №3 предназначены для декапирования электролитического железа, углеродистых и низколегированных сталей. В растворе № 4 производится обработка сталей и сплавов железа повышенной коррозионной стойкости и нержавеющих коррозионностойких, которые легированы никелем, хромом, титаном, кобальтом. Состав № 5 наиболее эффективен при декапировании вы-

сокремнистых сталей и сплавов (практически все электротехнические стали). Следует заметить, что плавиковая кислота способна растворять стекло⁸⁵, поэтому хранить эту кислоту и готовить рабочие растворы на ее основе можно только в посуде из полиэтилена высокого давления либо винилпласта. Стеклоянную посуду применять допустимо, лишь предварительно покрыв ее внутренние поверхности слоем парафина толщиной 3 - 6 мм. Очень ответственным моментом является промывка детали после декапирования перед ее загрузкой в ванну железнения. Эту операцию следует выполнять очень быстро, причем использовать необходимо только дистиллированную либо, в крайнем случае, хорошо отстоявшуюся и прокипяченную воду. Применять сырую воду нельзя, поскольку растворенный в ней кислород, а в водопроводной еще и хлор, могут вызвать появление на поверхности металла тончайшей оксидной пленки. Наличие этой пленки очень часто приводит к недостаточно прочному сцеплению осажденного металла с основным металлом заготовки. Теперь деталь можно перенести в любой из электролитов **железнения**. Их составы даны в **табл.9**. Эти растворы при правильно подобранных режимах электролиза позволяют получать осадки железа толщиной до 1,5 мм (примерно за час) без промежуточной механической обработки. Осажденное таким образом железо обладает следующими свойствами: магнитная проницаемость начальная - 500, максимальная - 15000; максимальная амплитуда магнитной индукции - 2,2 Тл; коэрцитивная сила - 29 А/м [31]. В качестве анодов используются пластины из углеродистых конструкционных сталей марок Ст.О - Ст.6. Так как такие аноды относятся к разряду растворимых, во избежание выпадения шлама в электролит их рекомендуется помещать в чехлы из стеклоткани. Сплавы железа с другими металлами, в том числе и с ферромагнетиками, можно получить из растворов, рецептура которых приводится в **табл.10**. Обращаю внимание на следующую тонкость: материал анода

зависит от требуемого состава гальванического покрытия. В начале процесса железнения осуществляют так называемую **активацию поверхности** заготовки⁸⁶. Для этого деталь загружают в рабочую ванну с электролитом и выдерживают ее там без подключения электрического тока от 15 до 2 мин. После активирования плотность тока постепенно, от 10%...15% расчетной до требуемой величины, повышают в течение 5...10 мин. Для получения качественных покрытий большое значение имеет правильная завеска детали в ванну железнения и расположение анодов. Пример правильной расположения заготовки для осаждения слоя железа на наружную поверхность приведен на **рис.49**. На **рис.49а** - вид сверху, на **рис.49б** - раз-

Таблица 10 / композитное железнение

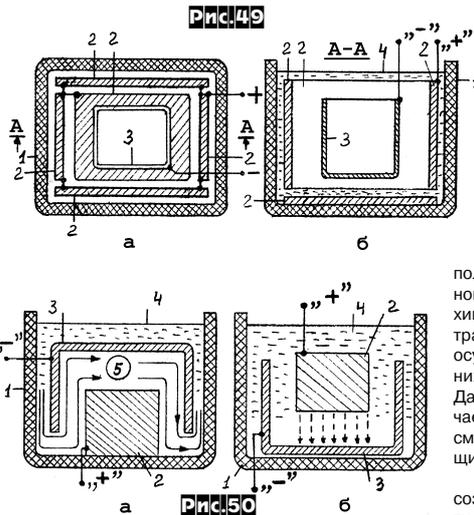
Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4
Хлорид железа, FeCl ₂ ·x6H ₂ O	200	-	30	-
Хлорид никеля, NiCl ₂ ·x6H ₂ O	20	-	50	-
Хрома сульфат, Cr ₂ (SO ₄) ₃ ·x6H ₂ O	-	160	-	-
Железа сульфат, FeSO ₄ ·x7H ₂ O	-	40	-	200
Хлорид хрома, CrCl ₃ ·x10H ₂ O	-	-	170	-
Нашатырь, NH ₄ Cl	-	-	200	-
Сульфат цинка, ZnSO ₄ ·x7H ₂ O	-	-	-	100
Сульфат марганца, MnSO ₄ ·x5H ₂ O	-	-	-	150
Кислота хромовая, H ₂ CrO ₄	-	0,5	-	-
Кислота соляная (пл.1,19), мл/л	1	-	-	-
Кислота аминоуксусная	-	150	-	-
pH	-	2,3	2	3
Температура, °С	80	25	20-30	20-35
Катодная плотность тока, А/дм	до 40	до 10	до 20	до 40
Материал анодов	Ст0-Ст6	12Х17	12Х2Н4	65Г
Состав в %, остальное Fe	2,5%-Ni	30%-Cr	15%-Cr 20%-Ni	2%-Mn 2%-Zn

ного расположения заготовки для осаждения слоя железа на наружную поверхность приведен на **рис.49**. На **рис.49а** - вид сверху, на **рис.49б** - раз-

AUDIO HIGH-END / ТЕХНОЛОГИЯ

рез рабочей ванны, где цифрами обозначены: 1 - диэлектрический химически стойкий сосуд; 2 - аноды; 3 - заготовка, 4 - поверхность электролита. На **рис. 50а** показано рекомендуемое взаимное расположение обрабатываемой детали 3 и анода 2 в ванне железнения при нанесении покрытия на внутреннюю поверхность заготовки. В ходе рабочего процесса электролит, находящийся в застойных зонах (обозначены цифрой 5), быстро истощается, что приводит к получению неравномерных осадков низкого качества. Кроме того, при электролизе как на аноде, так и на катоде выделяются газы. Их пузырьки могут вообще преградить доступ раствора к электродам, а это тоже приводит к браку. Поэтому требуется интенсивное перемешивание электролита. Рекомендуемое направление его потока показано сплошными стрелками. Этим же потоком с анода смывается шлам. Последний оседает на дне ванны и не мешает нормальному протеканию рабочего процесса, что повышает качество получаемого покрытия.

На разрезе **рис. 50а** цифрами 1 и 4 обозначаются диэлектрический кислотостойкий сосуд и поверхность электролита соответственно. На **рис. 50б** показана неправильная загрузка детали 3. В этом случае же, как и на предыдущих разрезах, цифрой 1 обозначается диэлектрический химически стойкий сосуд, а 4 - поверхность электролита. При необходимости одновременного нанесения покрытия на обе поверхности детали 3 можно воспользоваться схемой, приведенной на **рис. 51**. В этом случае также обязательно требуется интенсивное перемешивание рабочего раствора. Это необходимо как для разрушения застойных зон, так и для смыва с поверхности детали 3 шлама, выпадающего с горизонтального анода 2. Траектория перемещения частиц шлама условно показана штриховыми линиями со стрелками, а рекомендуемое направление движения потока электролита - сплошными линиями со стрелками. Если же не удается обеспечить показанное взаимное расположение детали и анодов и/или достаточно интенсивного перемешивания



ная смесь, изначально уже имеющая темный цвет. В ее рецепте, который приводится ниже, количество веществ указано в процентах по массе: парафин - 70, пчелиный воск - 10, канифоль - 10, левковый лак - 10. Все компоненты этого состава предварительно смешивают, после чего их осторожно расплавляют на малом огне и тщательно перемешивают расплав. Воскообразные защитные покрытия наносят на поверхность детали в горячем виде кистью или тампоном. Все они рассчитаны на рабочую температуру не выше 60°C. Несколько лучшей термостойкостью (рабочая температура до 85°C) обладают защитные слои, выполненные на основе асфальтовых, битумных и левковых лаков. Обычно их разжижают скипидаром в соотношении 1:1 по массе. Холодная смесь наносится на поверхность заготовки кистью тампоном. Время ее высыхания при комнатной температуре составляет примерно 12 - 16 часов. Перхлорвиниловые эмали, лаки, краски позволяют поднять рабочую температуру химической ванны до 95°C, а масляно-битумные лаки и эмали, асфальто-масляные и бакелитовые лаки выдерживают нагрев до 120°C. Наиболее кислотоупорным и термостойким защитным составом является смесь клея 88Н или «Момент» с наполнителем. В качестве последнего допустимо применить фарфоровую муку, каолин, тальк, зеленую окись хром (III) - Cr_2O_3 . Компоненты смеси следует взять в соотношении 1:1 по массе. Необходимую вязкость защитного слоя получают добавлением к смеси разбавителя, который состоит из двух объемных частей бензина Б-70 и одной части этилацетата либо бутилацетата. Рабочая температура такого защитного покрытия до 150°C. Поскольку во время нанесения защитного слоя и его последующей сушки вторая сторона заготовки соприкасается с кислородом воздуха, на ее поверхности образуется оксидная пленка. Поэтому для ее удаления деталь следует слегка протравить в разбавленном водой любом из растворов, рецептура которых дана в **табл. 6**. Разбавление может лежать в пределах от 1:1 до 1:5 в зависимости от рецепта и свойств основного металла. Дальнейшая обработка осуществляется стандартным способом, описанным выше.

После осаждения слоя железа необходимой толщины деталь промывают в 15%-ном растворе любой соды или поташа. Это необходимо для **нейтрализации** остатков электролита железнения, который имеет кислую реакцию. Данная промежуточная операция значительно снижает последующую коррозию нанесенного металла и тем самым повышает качество покрытия. После промывки детали в проточной воде осажденный слой железа можно подвергнуть **химическому полированию** согласно режимов и рецептуре, приве-

денных выше, если требуется высокое качество поверхности, либо переходят к завершающим операциям химической обработки, когда требования к внешнему виду изделия невысокие. К последним относятся: фосфатирование, оксидирование и пассивация, о которых чуть-чуть ниже. Завершив полный цикл обработки одной стороны заготовки, со второй следует удалить защитный слой вначале с помощью органических растворителей, а затем абразивной шкуркой. После этого на другую поверхность можно нанести защитное покрытие. Далее следует выполнить химическое обезжиривание необработанной стороны детали и, если это необходимо, ее химическую очистку. Затем заготовку слегка протравливают в разбавленном растворе, а иногда и осуществляют чистое полирование в ванне с пониженной концентрацией химических веществ. Дальнейшая обработка изделия ничем не отличается от описанной выше. Осталось лишь рассмотреть технологию осуществления завершающих операций химической обработки.

Пассивирование представляет собой процесс создания химическими способами на поверхности металла инертного слоя, который предохраняет основной материал от дальнейшего окисления. Рецептура рабочих растворов и режимы обработки черных металлов сведены в **табл. 11**. Нейтральный состав №1 рекомендуется для защиты деталей от коррозии в период межоперационного хранения. Раствор №5 следует применять для пассивирования сплавов железа, легированных хромом и никелем. Характерная особенность этого состава заключается в том, что при концентрации азотной кислоты 285 ± 80 мг/л обрабатываются железохромоникелевые сплавы, а при 200 ± 10 мг/л - железохромовые. Следует заметить, что растворы, приготовленные согласно рецептов №5 и 6, нельзя использовать для пассивации заготовок, имеющих сварные и паяные швы. После обработки детали ее промывают в проточной воде, а затем ополаскивают в дистиллированной либо обессоленной воде. Выполнение последнего требования необходимо для предотвращения образования на поверхности металла белесых соле-

Таблица 11 / пассивирование

Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Натрия нитрит, $NaNO_2$	40-100	10-15	2-3	-	-	-	-
Кальциниров. сода б/в, Na_2CO_3	-	3-7	10	-	-	-	-
Хромовый ангидрид, CrO_3	-	-	-	50	-	-	140-150
Калиевый хромпик, $K_2Cr_2O_7$	-	-	-	-	-	20-25	-
Кислота азотная (пл.1,4), мл/л	-	-	-	-	200-360	190-360	-
Кислота серная (пл.1,84), мл/л	-	-	-	-	-	-	1-2
Поверхностно-активное в-во ОП7	-	-	1-2	-	-	-	-
Температура, °С	30-40	70-80	40-60	65-75	40-45	45-50	80-90
Время, мин.	15-20	2-3	10-20	10-20	0,25-0,3	0,25-0,3	0,25-0,3

вых пятен. Сушку рекомендуется производить при повышенной, порядка 50 - 70 °С, температуре воздуха. После полного высыхания деталь слегка покрывают любым нейтральным машинным маслом. Те же заготовки, которые промашиванию не подлежат, необходимо после промывки **нейтрализовать** в любом из растворов, их рецепты приведены в **табл. 12**, далее еще раз промыть и высушить. Сам процесс пассивации во всех указанных растворах происходит без выделения газов. Начало газовой выделению свидетельствует о травлении собственно металла, которое препятствует образованию на его поверхности инертной пленки.

В связи с тем, что получаемые при пассивации защитные пленки бесцветны, необходима очень качественная подготовка поверхностей деталей. Гораздо чаще используется **фосфатирование** - образование фосфатной пленки на поверхности металла. Она представляет собой достаточно надежное антикоррозионное покрытие и отличный грунт под лакокрасочные покрытия. В **табл. 13** и **табл. 14** даны рецептура и режимы фосфатиро-

Таблица 12 / нейтрализация

Вещество	№1	№2
Нашатырный спирт (25%), NH_4OH , мл/л	80-120	-
Каустическая сода, $NaOH$, г/л	-	2-3
Кислота олеиновая (пл.0,9), г/л	-	25-28
Температура, °С	80-90	
Время, мин.	1-3	

вания, причем в первой таблице помещена информация о так называемых «холодных» ваннах, а в следующей - для обработки в горячих растворах. Какой именно рабочий состав выбрать, зависит от Ваших возможностей и требований, предъявляемых к каждому конкретному изделию, но следует помнить, что согласно требованиям ОСТов, применяемых в машиностроении, холодное фосфатирование применяется главным образом перед нанесением лакокрасочных покрытий. При приготовлении растворов для холодного фосфатирования в воде сначала растворяют препарат *Мажеф*, доводят раствор до кипения и затем, после отстаивания и охлаждения, добавляют нитрат цинка и нитрат натрия. Фторид натрия растворя-

яющийся хорошую термостойкость. Благодаря этому и пленки, получаемые при данном процессе, более термостойкие, чем фосфатные слои, которые образуются при обработке в других растворах.

Повышение защитных свойств фосфатных покрытий осуществляется дополнительной обработкой в растворах соединений хрома, промасливанием и т.п. Из соединений хрома чаще всего применяется двуххромовокислый калий или натрий в виде водного раствора с концентрацией активного вещества 50 - 80 г/л. Заготовку обрабатывают при температуре 50 - 80°C в течение 5 - 10 мин. **Промасливание** фосфатированных деталей обычно производят веретенным либо авиационным маслом, нагретым до 100 - 110°C. Также используют и раствор масла в органическом растворителе или масляную эмульсию, но уже при комнатной температуре.

Наиболее старый, но вместе с тем самый распространенный вид обработки черных металлов - **окисидирование**, разновидностью которого является **воронение**. Химическое окисидирование с одновременным окрашиванием поверхности деталей, выполненных из черных металлов, предназначается для создания антикоррозийных пленок и усиления декоративности покрытия. В **табл. 15** приведена рецептура составов и рабочие режимы окисидирования железа и его сплавов. Растворы №1 - №8 готовят следующим образом. В термостойкий кислотостойкий сосуд, в который предварительно наливается 1 л

холодной дистиллированной воды, вводится расчетное количество едкого натра. Поскольку во время растворения едких щелочей выделяется большое количество теплоты, каустик вводят в воду, причем воду следует менять несколько раз, «вываривая» деталь в каждой смене примерно по 10 мин. Завершив промывку, заготовку еще горячей вновь помещают в «ржавый лак». Описанные выше операции повторяют в зависимости от марки стали 4-5 раз. Завершающая промывка продолжается до тех пор, пока промывная вода не будет оставаться бесцветной после 25 - 30 мин. кипячения детали, а ее поверхность станет сохранять черный цвет. Допустим легкий налет белесого либо пепельного цвета, обусловленный чрезмерной жесткостью промывной воды. Последний устраняется кипячением заготовки в нескольких сменах дистиллированной воды. После полного высыхания изделия его помещают на 1 час в нейтральное машинное масло, подогретое до 100 - 110 °С. Кратко рассмотрим особенности использования других растворов окисидирования. Состав №1 предназначен для обработки электролитического железа и низкоуглеродистых сталей, которые не содержат легирующих добавок. В растворах №2 и 3 производится окисидирование сплавов железа, легированных хромом, никелем, кобальтом и кремнием. Состав №4 универсальный, при-

Таблица 13/ холодное фосфатирование

Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4	№5
Препарат "Мажеф" (компл. фосфорнокислые соли марганца и железа)	30	-	-	30-35	-
Цинка нитрат, Zn(NO ₃) ₂ ·xH ₂ O	40	400-600	75-100	35	-
Натрия фторид, NaF	10	-	-	-	-
Цинка монофосфат, Zn(H ₂ PO ₄) ₂	-	75	60-75	-	-
Натрия нитрит, NaNO ₂	-	-	0,3-1	3-4	-
Ортофосфорная кислота (пл.1,7), мл/л	-	-	-	-	235-330
Бутиловый спирт (пл.0,81), CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH, мл/л	-	-	-	-	36-39
Температура, °C	20	20	15-30	15-30	40-50
Время, мин.	40	0,5	15-25	20-40	20-30

Таблица 14/ горячее фосфатирование

Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Препарат "Мажеф"	30-33	30-40	-	-	-	-	-	-
Аммония монофосфат, NH ₄ H ₂ PO ₄	-	-	-	-	-	10-15	300	-
Цинка оксалат (цинк щавелевокислый), Zn(C ₂ O ₄) ₂ ·xH ₂ O	-	-	-	избыток	-	избыток	-	-
Хромовый ангидрид, CrO ₃	-	-	-	-	-	-	-	100-150
Цинка нитрат, Zn(NO ₃) ₂ ·xH ₂ O	-	50-60	50-55	50-55	10-20	-	-	-
Бария нитрат, Ba(NO ₃) ₂ ·xH ₂ O	-	-	-	-	30-40	-	-	-
Ортофосфорная к-та (пл.1,7), мл/л	-	-	7,5-10	8-10	-	-	-	35-50
Моющее ср-во "Прогресс", мл/л	-	-	-	-	-	4	-	-
Цинка монофосфат, Zn(H ₂ PO ₄) ₂	-	-	33-35	33-35	8-12	10-15	-	-
Магния нитрат, Mg(NO ₃) ₂	-	-	-	-	-	50-70	-	-
Температура, °C	96-98	96-98	92-98	92-98	80-85	75-85	60-80	50-70
Время, мин.	80-90	10-15	10-15	15-30	5-10	5-15	20-30	0,3-0,5

ют в отдельной емкости в кипящей воде и после охлаждения вводят в рабочую ванну.

Отметим характерные особенности применения высокотемпературных растворов, рецептура которых помещена в **табл. 14**. Состав № 4 обеспечивает фосфатирование и одновременное снятие свежееобразованных продуктов коррозии железа. В данной цинкофосфатной ванне после введения в нее оксалата цинка удаляется с поверхности металла свежееобразованная ржавчина, которая замещается мелкокристаллической пленкой, обладающей удовлетворительными защитными свойствами. Похожее свойство имеет и универсальная ванна фосфатирования. Ее состав в **табл. 14** помещен под №6. Кроме удаления с железа и его сплавов свежееобразованных продуктов коррозии, этот состав позволяет получать мелкокристаллические защитно-декоративные фосфатные пленки на шлифованных, полированных, подвергнутых пескоструйной обработке заготовках, а также на деталях, покрытых слоем цинка и кадмия. Защитные свойства фосфатных пленок, получаемых из этого раствора, более высокие, чем из состава №4. В растворе №5 выполняется так называемое **оксидное фосфатирование**. Этот вид обработки рекомендуется для шлифованных и полированных деталей. При этом образуются гладкие блестящие покрытия, цвет которых в зависимости от химического состава основного металла может лежать от темно-серого до глубокого черного. Их защитные свойства аналогичны тем, которыми обладают слои, получаемые из раствора №6. При оксидном фосфатировании на поверхности железа и его сплавов образуется труднорастворимый двухзамещенный фосфат бария ВаНРО₄,

разбрызгивания, вносить следует малыми порциями. После полного растворения этого компонента и охлаждения раствора в ванну вводят необходимое количество нитрата натрия, а затем триагидрофосфат. Раствор интенсивно перемешивают до полного растворения реагентов. Состав №10 готовят так. В 700 мл горячей, имеющей температуру 60 - 70°C, дистиллированной, в крайнем случае прокипяченной в течение 20 - 30 мин, отстоявшейся в течение суток и отфильтрованной водопроводной воды растворяют тиосульфат натрия. После полного растворения названного компонента вносят хлорид аммония. Отдельно в 200 мл воды растворяют кислоты и после охлаждения обоих растворов раствор кислот тонкой струйкой аккуратно вливают в раствор солей при

Таблица 15/ окисидирование

Вещество, г/л	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
Каустическая сода, NaOH	560	660	670	650	750	500	1500	750	-	-	-
Натриевая селитра, NaNO ₃	50-100	50-100	75-125	-	175	500	30	225	-	-	-
Натрия нитрит, NaNO ₂	225	225	100	140	-	-	-	60	-	-	-
Тринарийфосфат, Na ₃ PO ₄ ·x12H ₂ O	-	-	-	20-60	-	-	-	-	-	-	-
Кальция нитрат, Ca(NO ₃) ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-
Перекись марганца, Mn ₂ O ₇	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Натрия тиосульфат, Na ₂ S ₂ O ₃ ·x5H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-
Нашатырь, NH ₄ Cl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-
Сталь 45 (опилки)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	280
Ортофосфорн. к-та (пл.1,7), мл/л	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-
Азотная к-та (пл.1,4), мл/л	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	465
Соляная к-та (пл.1,19), мл/л	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535
Температура, °C	150	150	140	140	135	140	150	140	100	20	15-30
Время, мин.	40-60	60-90	30-60	15-30	90	10	10	90	45	60	-

годен для любых сплавов железа. Цвет оксидной пленки на деталях из электролитического железа и низколегированных сталей - черный с синеватым оттенком. Цвет покрытия, которое образуется на заготовках из высоколегированных сплавов железа может быть разным. Он очень сильно зависит от химического состава сплава и лежит в пределах от темно-серого до темно-коричневого с темно-вишневым оттенком. На сталях, легированных кремнием, в т.ч. трансформаторных, цвет в зависимости от содержания кремния и времени обработки - от золотистого до темно-коричневого. Составы, приготовленные согласно рецептам №5 и 9, обеспечивают получение плотных блестящих защитных слоев. Пленки, образующиеся в растворе № 6, отличаются значительной интенсивностью и прочностью. Черные матовые защитные покрытия можно получить при обработке изделий в составах №7, 9, 10 и 11. В последнем растворе образуется черная пленка с четко выраженным коричневым оттенком. Защитные свойства оксидных покрытий хуже, чем у фосфатных. Для повышения коррозионной стойкости оксидных пленок детали следует обработать в течение 15 мин. в растворе калиевого хромпика с концентрацией 120 г/л при температуре 60°C. Затем детали промывают, сушат и покрывают любым нейтральным машинным маслом.

Теперь рассмотрим и классический способ **воронения** сплавов железа. Необходимо сразу же учитывать, что применять такой вид обработки магнитоэлектрических экранов следует осторожно, поскольку под воздействием высоких температур материал заготовки может очень сильно изменить свои магнитные свойства. Собственное воронение осуществляется таким способом. Деталь, предварительно подготовленную к обработке, нагревают в электропечи, а при небольших размерах можно и просто на электроплитке, до тех пор пока поверхность заготовки не начнет изменять свой цвет. Он может быть от светло-голубого до темно-синего, а при длительном нагреве - до глубокого черного. Цвет по желанию оставляют любой, для чего прекращают нагрев, а саму деталь сразу же погружают в емкость с любым нейтральным машинным маслом, лучше всего в «веретенку». При отсутствии минерального масла его можно заменить растительным - конопляным или льняным. Заготовки больших габаритов допустимо просто протереть тряпкой, обильно смоченной маслом. С воронением деталей значительных размеров связана еще одна тонкость: необходимо обеспечить их равномерный и довольно медленный нагрев. Невыполнение этого требования может привести к деформации изделия.

В завершение этой части материала изучим еще один способ обработки железа и его сплавов. **«Синение»**, а это ничто иное как химическое окрашивание, придает изделиям не только красивый цвет и внешний вид, но и обеспечивает получение пленки, неплохо защищающей металл от коррозии. Для этого готовят растворы, рецептура которых приведена в **табл. 16**. Порозные растворы сохраняются хорошо, но, будучи смешанными, довольно быстро разлагаются, поэтому их смешивают непосредственно перед работой в соотношении 1:1. Полученную рабочую смесь нагревают до кипения, после чего в нее помещают заготовку. После достижения желаемой интенсивности окраски деталь вынимают, тщательно промывают в нескольких сменах горячей дистиллированной воды, сушат и слегка протирают любым нейтральным маслом.

Рассмотрим **особенности конструктивного исполнения магнитоэлектрических экранов**. Как уже было сказано, для надежного магнитного экранирования стенки экрана приходится делать сравнительно толстыми. Это, конечно же, заметно ухудшает охлаждение катушки, несмотря на вы-

тирывать их вдоль ожидаемого направления линии магнитной индукции. В противном случае магнитная проницаемость экрана уменьшается, а, следовательно, его эффективность значительно ухудшается. Направление магнитного потока катушки можно определить с помощью правила «буравчика». Экраны катушек индуктивности, малогабаритных дросселей и трансформаторов при плотной компоновке устройства целесообразнее всего делать квадратного сечения. Размеры экранов следует выбирать в два раза больше соответствующих размеров наматочного узла так, как показано на **рис. 52**. Уменьшать размеры экранов нежелательно, поскольку это может привести к значительному изменению индуктивности, а при больших - уменьшится плотность компоновки. Трансформаторы, дроссели и катушки, выполненные на тороидальных магнитопроводах, как правило, защищают экраном цилиндрической формы. Остается сказать, что магнитоэлектрический экран, соединенный с корпусом аппарата или его общим проводом, одновременно является и электростатическим экраном.

Электромагнитное экранирование основано на размагничивающем действии **токов Фуко**. Когда в однородном магнитном поле переменной напряженности, а его силовые линии на **рис. 53а** показаны прямыми штриховыми линиями, помещенный из электропроводного материала, то в его толще возбуждаются переменные ЭДС. Последние в свою очередь вызывают появление переменных вихревых токов, которым, как и любому другому электрическому току, сопутствуют магнитные поля. Силовые линии таких полей на **рис. 53а** представлены в виде сплошных эллипсов. Векторы напряженности магнитных полей в вихревых токах со-

гласно правилу Ленца направлены **навстречу** силовым линиям внешнего возбуждающего магнитного поля **внутри** цилиндра, а за пределами экрана эти направления совпадают. В результате суммарная интенсивность рассматриваемых полей существенно ослаблена в пределах экранируемого пространства и, наоборот, усилена вне его (**рис. 53б**). Очевидно, экранирующий эффект такого цилиндра будет тем больше, чем сильнее возбуждающееся в нем встречное магнитное поле. Интенсивность последнего прямо зависит от силы протекающих в толще экрана вихревых токов. Следовательно, если такой экран изготовлен из диамагнитного материала, его эффективность возрастает пропорционально увеличению электропроводности металла. Применение ферромагнитного металла либо сплава для изготовления электромагнитного экрана позволяет еще больше усилить его экранирующее действие. Данный факт объясняется более высокой магнитной проницаемостью таких материалов, которая приводит к увеличению магнитного потока в его толще.

Ввиду воздействия **скин-эффекта** эффективность работы электромагнитных экранов сильно зависит от частоты внешнего возбуждающего поля. В диапазоне частот до 0,1 - 0,5 МГц, т.е. и в пределах интересующего нас звукового спектра,

более эффективно работают экраны, изготовленные из металлов с высокой электропроводностью. Лучшие из них - серебро, медь, алюминий. В области более высоких частот лучшими оказываются экраны, выполненные из материалов ферромагнитной группы. Однако, нельзя забывать, что они могут вносить значительные потери в сигналы, которые проходят по экранируемым цепям. Это объясняется, в первую очередь, приличными потерями на гистерезис, а во-вторых, их повышенным удельным электрическим сопротивлением. Поэтому экраны из таких металлов и их сплавов можно применять только в тех случаях, когда вносимыми ими потерями можно пренебречь. Экраны из диамагнитных, а на практике и парамагнитных материалов во всем частотном диапазоне работают как электромагнитные, т.е. на принципе возникновения в них вихревых токов.

С повышением частоты, конечно до определенной границы, благодаря увеличению силы токов Фуко экранирующее действие усиливается. Экраны, которые изготовлены из ферромагнитных материалов, при постоянном токе и в области низких, до 5 - 10 кГц, частот действуют как магнитоэлектрические, т.е. за счет замыкания магнитного потока в толще металла вследствие его повышенной магнитной проницаемости. Индукционные токи на этих частотах существенной роли не играют, поскольку они пренебрежимо малы. По мере возрастания частоты повышается сила вихревых токов, отчего внешне возбуждающее магнитное поле вытесняется из толщ металла. Экран в таком случае переходит в электромагнитный режим и действует точно так же, как диамагнитный, т.е. за счет возникновения токов Фуко.

При необходимости достигнуть высокой степени экранирования применяются многослойные комбинированные экраны из чередующихся диамагнитных и ферромагнитных слоев. При их конструировании следует руководствоваться следующими основными правилами. Для наружных слоев необходимо применять диамагнитные материалы с большой электропроводностью, лучше всего серебро либо, что чуть хуже, медь и алюминий. На поверхность двух последних металлов полезно нанести методом гальванопластики толстый слой серебра. Внутренние слои изготавливаются из материалов ферромагнитной группы. В области звуковых частот, т.е. до 20 - 40 кГц, толщины диамагнитных и ферромагнитных слоев, как правило, выбирают равными, но для экранирования цепей особо критичных к потерям полезного сигнала приходится применять ферромагнитный металл потоньше, а диамагнитный - потолще. В области высоких, свыше 50 - 60 кГц, частот толщины диамагнитные слои, вследствие влияния скин-эффекта, имеют пониженную эффективность. Поэтому на таких частотах комбинированные экраны выполняют из тонких диамагнитных

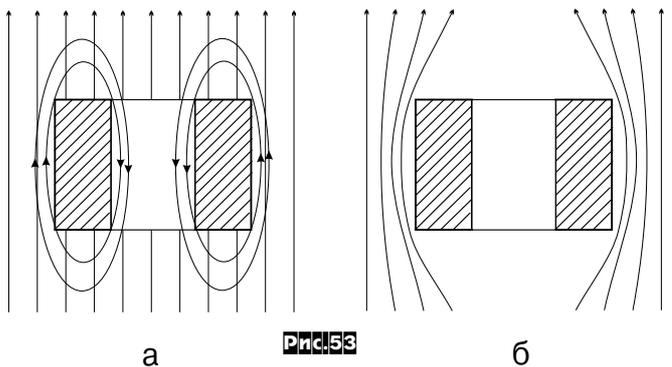
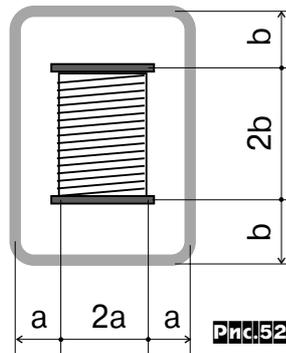


Таблица 16/ синение

Вещество	№1	№2
Натрия тиосульфат, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, г	140	-
Свинец уксуснокислый, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, г	-	35
Вода дистиллированная, мл	1000	

сокую теплопроводность металлов. Последнее обстоятельство может иметь решающее значение, особенно для дросселей и трансформаторов большой мощности. В этом случае наличие вентиляционных отверстий в экране совершенно необходимо, но их лучше всего выполнять в виде тонких и узких щелей или прорезей. Очень важно ориен-

тировать материалы и более толстых ферромагнитных. Если же на комбинированные многослойные экраны оказывают воздействие сильные постоянные и/или низкочастотные магнитные поля, то часто возникает необходимость изготавливать внутренние ферромагнитные слои из материалов с разными магнитными свойствами, подобно тому как это уже было описано применительно к магнитоэлектрическому экранам. Разумеется, все слои комбинированных экранов должны быть электрически герметичными. Экраны описанного типа возможно как собирать из отдельных деталей, которые выполняются из разных металлов, так и изготавливать их методом гальванопластики.

(продолжение следует)

МОЙ «БЮДЖЕТНЫЙ» ЛОФТИН-УАЙТ

Виталий Брусникин, г.Петрозаводск

Предлагаю вниманию читателей конструкцию однотактного лампового усилителя на триодах. Несмотря на простоту конструкции (а во многом - *благодаря* ей), его звучание отличается хорошей музыкальностью. Усилитель может быть рекомендован для первого опыта интересующихся «ламповым» звуком, имеющим скромный бюджет. Собрав эту схему, вы будете потрясены звучанием любимых записей!

Конструкция аппарата восходит к так называемой схеме *Loftin-White* [1] - двухкаскадного усилителя с *непосредственной* связью. Отсутствие межкаскадного конденсатора (или трансформатора) положительно сказывается на линейности, широкополосности и фазовой характеристике усилителя [2]. Его чувствительность - около 1 В, чего вполне достаточно для большинства CD-проигрывателей - наиболее массового ныне источника музыкального сигнала. Заметное на слух ограничение появляется на уровне выходной мощности около 8 Вт. Но оно настолько «ласковое», что, чуть снизив громкость, можно продолжать прослушивание. При мощности 4 Вт коэффициент гармоник не превышает 0,4 %, при 1 Вт - не более 0,1 %. Основной продукт искажений - 2-я гармоника сигнала.

В первом каскаде (*рис. 1*) работает один из триодов лампы 6Н8С. Лампа выбрана после прослушивания в данной схеме нескольких типов в различных режимах и имеет на взгляд (ухо?) автора несколько преимуществ. Ее звуковая сигнатура отличается естественностью, а построение стереопанорамы - точностью и глубиной. Если усилитель изготавливается в виде моноблоков, разумно применить одиночные триоды 6С2С - даже с несколько лучшим результатом. Могут подойти также и 6С5 (6С5С). Возможно, кому-то понравится звук лампы 6Н1П, которая также неплохо работает в данной схеме, но автор считает ее звучание здесь резковатым. Небольшой по величине резистор автоматического смещения не шунтируется конденсатором, что создает большую местную ООС с линеаризирующим действием. Кроме того, отсутствие конденсатора снимает проблему его влияния на звук, которое почти никогда не бывает положительным.

Для выходного каскада также после проб выбрана лампа EL34 в триодном включении. Постарайтесь ее найти, она порадует вас упругим басом, гармоничным тональным балансом - прекрасный прибор! Существовал и ее отечественный аналог, правда, малораспространенный - 6П27С. Несколько хуже будут 6П3С (в этом случае предпочтительнее 6П3С-Е), ГУ-50. При соответствующем перерасчете выходного каскада можно попробовать 6Н5С (6Н13С), по паре включенных в параллель EL84 (6П14П), 6П1П, 6П6С (все - в триодном включении) или 6С19П. И наконец, кто распо-

лагает лампами 6С33С или 6С41С, может и с ними поэкспериментировать, усилив источник питания и понизив анодное напряжение. Хотя, строго говоря, мощность первого каскада в данной схеме для их «раскачки» недостаточна.

На схеме показана цепь общей отрицательной обратной связи (резистор R7), введенная с целью снижения интермодуляционных искажений. Однако в авторском варианте ОС не включена. Автор настороженно относится к применению общей ООС в подобных схемах, тем более, что в данном усилителе с выключенной ОС искажений не слышит. Послушайте и определите, как вам больше нравится.

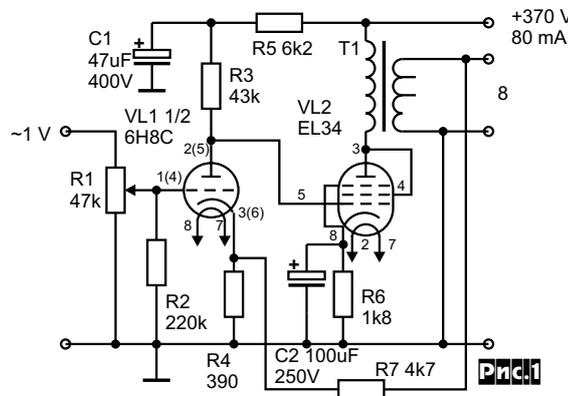


Схема содержит совсем небольшое количество элементов, но *качество* каждого *очень важно*. Здесь мы изложим некоторые желательные «излишества», хотя и в минимальном варианте звучание усилителя вас не огорчит. Начнем с регулятора громкости. Если вам доступен дискретный переключатель высокого качества - лучше применить его, собрав схему L-аттенюатора [3]. На практике бывает достаточно всего 5-6 положений. Резисторы R2 - R5 типа МЛТ-2. R2 выполняет защитную функцию при возможном нарушении контакта в движке потенциометра R1. R6 можно набрать из четырех МЛТ-2 в смешанном соединении или применить проволочный остеклованный мощностью 10 Вт. Допуск номиналов всех резисторов - 5 %. Конденсатор для цепи катода выходной лампы лучше приобрести импортный - из наших подойдет разве что К50-35. Но наилучшим решением будет применение здесь полипропиленовых или бумажных (МБГЧ или МБГП) конденсаторов емкостью хотя бы 50-60 мкФ.

Выходной трансформатор заслуживает отдельного разговора. Если ориентироваться на его самостоятельное изготовление, сечение железа следует выбрать около 10 см² (можно немного больше). Намотка секционированная - чередование 5 слоев «первички» (2500 витков, диаметр провода 0,25 мм) и 4 слоев «вторички» (300 витков, 0,6 мм). Сделайте отводы от 240-го и 270-го витка для настройки под конкретную акустику.

Автору больше нравится звучание трансформаторов на Ш-железе, но можно применять и ленточный сердечник. Многое зависит от качества стали - лучше всего использовать сердечник от какого-либо звукового трансформатора (кинотеатральная аппаратура, ламповые радиоулы и т.д.). Толщина немагнитной прокладки при сборке - около 0,15 мм. Если применяете межобмоточную изоляцию из конденсаторной бумаги, то лучше пропитать собранный трансформатор парафином для повышения электрической прочности и фиксации витков. Автор использует для изоляции тонкую сантехническую ленту «ФУМ» (белого цвета). Она хорошо фиксирует витки, обладает свой-

ствами отличного диэлектрика. И если трансформатор при этом намотан аккуратно (витки по краям не проваливаются и т.п.), его можно и не пропитывать.

Несколько слов об особенностях монтажа. Лучше, если все соединения будут наиболее короткими - крепление компонентов «от точки к точке». Если длина соединительных проводов будет менее 10 см, их влияние на звук не будет столь ощутимым. Наиболее компактно смон-

тируйте катодные цепи, точка заземления всех компонентов должна находиться вблизи входного разъема. Сюда же подключите общий провод анодного питания. Автор придерживается мнения, что только питание каналов стереоусилителя от отдельных силовых трансформаторов (*рис. 2*) полностью реализует преимущества однотактного лампового усилителя в «деликатности» передатчика стереопанорамы. Не жалейте на источник питания средств и усилий! В крайнем случае - используйте один трансформатор с достаточным запасом мощности и отдельные выпрямители. Представляется также разумным применение отдельного трансформатора накала (например, серийных ТН) - *рис. 3*. Это упростит намотку анодных трансформаторов и решит проблему предварительного прогрева нитей ламп перед включением высокого напряжения.

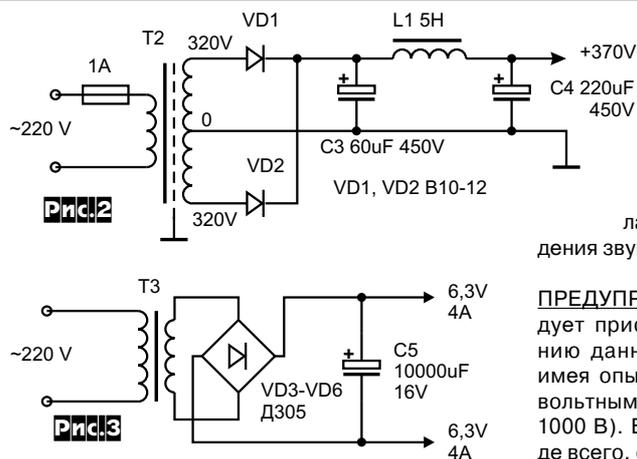
Питание нитей накала выпрямленным напряжением предпочтительно в отношении уровня фона и качества звучания. Оптимальный анодный выпрямитель - двухполупериодный (не мостовой!). Такая схема (*рис. 2*) гасит синфазные помехи из сети, и усилитель получается очень «тихим», без неприятного фона и рокота. Для выпрямления лучше применять силовые вентили на токи свыше 5 А с большой площадью кристалла. Обычные диоды при переключении создают помехи с широким спектром, которые портят звук. Можете убедиться в этом сами!

AUDIO HIGH-END

Дроссели - от ламповых цветных телевизоров, типа Др-5-0,08. Если пожелаете, примените в источнике кенотроны (5Ц3С хорошо подойдут), бумажные конденсаторы МБГЧ или КБГ-МН в сочетании с большими дросселями на 10-15 Гн. Если не смутят габариты, это будет по-настоящему «безальтернативный» источник, который, возможно, пригодится вам в будущем, когда захочется попробовать элитные выходные лампы (6С4С, 300В и другие). В качестве компромисса предлагается шунтирование конденсаторов С1, С2 и С4 (хорошо, если они будут импортными) бумагомасляными (МБГЧ, КБГ) и емкостью не менее 10 мкФ.

С целью повышения выходной мощности до 10-12 Вт можно рекомендовать введение в первом каскаде усилителя фиксированного смещения величиной 2,5-3 В.

Небольшая мощность усилителя требует чувствительной акустики. Из отечественных громкоговорителей прошлых лет акустика мощностью 15-30 Вт небольшого размера предпочтительнее, чем клоны S-90. Сейчас еще можно найти старые кинотеатральные громкогово-



рители с головками 4А-32, они хорошо подойдут. Вариант с 2А-12 и рупорным ВЧ-звеном на базе головки 1А-20 или подобной - это уже серьезная акустика! После небольшой доработки получают громкоговорители с хорошей динамикой, красивым басом и высокой чувствительностью. Если ваши возможности совсем ограничены - наберите несколько старых 4-ваттных головок с бумажным

подвесом диффузора и разместите их в открытых ящиках большого размера, добавив, если есть, «бумажные» «пищалки». Для баса хороши 6ГД-2. Желаю успехов и наслаждения звуком!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!!! Не следует приступать к изготовлению данной конструкции, не имея опыта работы с высоковольтными электроцепями (до 1000 В). Безопасность - прежде всего, соблюдайте осторожность, не подвержайте себя

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Однотактный триодный усилитель с непосредственной связью. «Вестник А.Р.А», 2/1997. Перевод из: С. Marzio, С. Jelasi. «Sound Practices», Sp. 1994.
2. Трехламповый усилитель Губина. High End Review, июль/август 1996
3. А. Белканов. Сиди себе, регулируй... «Вестник А.Р.А», 1/1996.

рису!

Эстрадный/Hi-Fi усилитель мощности

Сергей Сакевич, г. Луганск

Усилитель мощности «SK-2,4/2» предназначен для построения звуковых малогабаритных комплексов повышенной мощности.

Технические характеристики

Количество каналов	2
Диапазон частот (-1 dB)	20...20000 Гц
Выходная мощность одного канала, ограниченная коэффициентом гармоник 1%, при сопротивлении нагрузки:	
2 Ома	1550 Вт
4 Ома	1000 Вт
8 Ом	600 Вт
Коэффициент гармоник в рабочем диапазоне частот 0,1%, (1 кГц 8 Ом 400Вт - 0,008%)	
Скорость нарастания	25 В/мкс
Уровень входного напряжения	+4,5 dBm (1,3 В)
Коэффициент демпфирования	регулируемый
Минимальное сопротивление нагрузки	1,8 Ома
Отношение сигнал/взвешенный шум	-100 dB
Питание	220 В (±20%) 50...60 Гц
Размеры	450x450x132 мм
Вес	33 кг

Усилитель содержит стандартный набор защит, обеспечивающий высокую надежность для применения в составе звукоусилительных комплексов (система «мягкого» включения, отключения акустических систем при аварии, при превышении питающего напряжения допустимых пределов, защита от короткого замыкания и т.д.). **Особенность** данной разработки - наличие **системы «мягкого» демпфирования** (<http://www.members.tripod.com/~sakevich/dempfer.htm>) динамических головок, позволяющей снизить механические потери в динамических головках и примерно на 50% поднять предел безопасной мощности, подаваемой на динамики. Эта система позволяет также несколько расширить частотный диапазон акустических систем и улучшает их фазовую характеристику, уменьшая сдвиг фазы тока, что позволяет в некоторых случаях обойтись без среднечастотной головки (в случае построения недорогих широкополосных акустических систем) и также позволяет плавно изменять характер звучания акустических си-

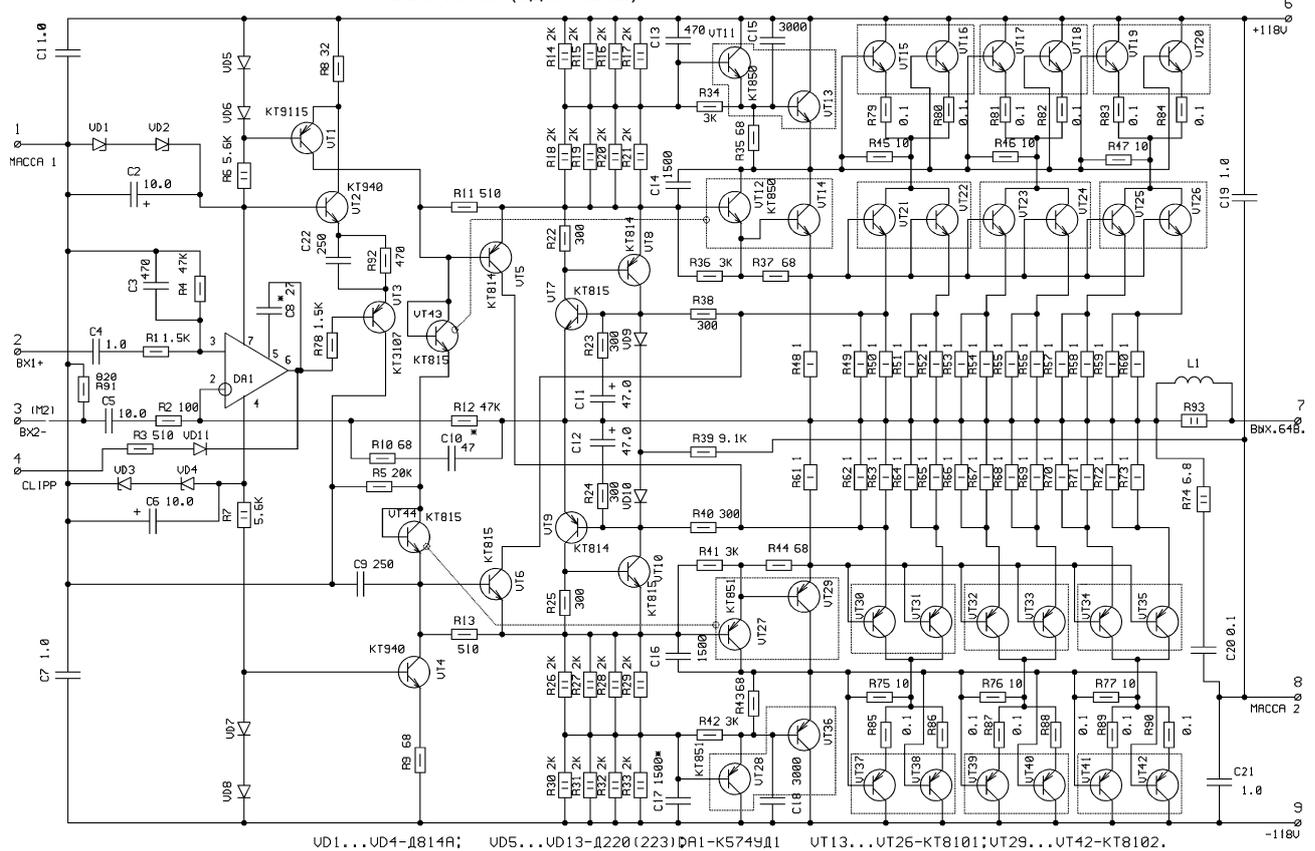


стем. Применение двух вентиляторов обеспечивает достаточное охлаждение при температуре окружающей среды до +60°C. Вход 1/4" jack или «canon XLR», выход - клеммы. Наиболее полно возможности аппарата реализуются при работе на качественные широкополосные акустические системы номинальной мощностью не менее 800 Вт/4 Ома и имеющие чувствительность не менее 94 дБ/Вт/м.

Схемные решения

Главное внимание вначале было уделено построению **выходного каскада**, ведь стояла задача разработать конструкцию, основанную целиком на отечественной элементной базе. Традиционный вариант параллельного включения выходных транзисторов здесь не подходил - при мощности 1000 Вт на 4 Ома размах выходного напряжения составляет 90 В, т.е. изменение напряжения на транзисторах составит 180 В, а если учесть все падения напряжений, работу без нагрузки, колебания питающего напряжения, индуктивные выбросы - очевидно, что транзисторы выходного каскада должны иметь максимально допустимое напряжение К-Э 220-240 В минимум. Наилучшие отечественные КТ8101 и 8102 имеют предел допустимое $U_{кэ} = 160$ В. В результате выходной каскад спроектирован по смешанной последовательно-параллельной схеме

ПЛАТА УМ (один канал)



(см. схему усилителя. Она состоит из трех частей - схемы плат усилителей мощности, схемы платы Б.П. и реле задержки включения/отключения акустики, общей схемы коммутации).

Это решение имеет следующие преимущества:

- можно увеличивать размах выходного напряжения до любого необходимого значения;
- использование транзисторов в наиболее оптимальном режиме путем снижения действующего напряжения (как известно, область безопасных режимов максимальна при небольших напряжениях и при повышении рабочего напряжения свыше определенной величины предельно допустимая мощность линейно снижается, например у транзисторов КТ864(865) при температуре 25°C сужение области безопасных режимов выглядит следующим образом:

Uкэ	Iк. макс	P макс
10 В	10 А	100 Вт
25 В	4 А	100 Вт
100 В	0.2 А	20 Вт
140 В	0.025 А	3.5 Вт

(при температуре корпуса 90°C мощность дополнительно снижается в 2 раза);

- возможность продолжения работы при выходе из строя одного или нескольких выходных транзисторов;

- уменьшение вероятности возникновения сквозных токов при работе на высоких частотах, что весьма благоприятно сказывается на надежности работы при возникновении штатных ситуаций.

Смещение. Транзисторы выходного каскада (VT15-26 и VT30-42) работают без смещения, чистый режим В. Однако на нагрузку работает раскачивающий каскад (VT13,14,29,36) через резисторы R48, R61 (1 Ом), они же являются рассасывающими для базовых емкостей выходных транзисторов. Малая величина этих резисторов уменьшает время выключения выходных транзисторов, и соответственно снижаются коммутационные искажения. Смещение транзисторов раскачивающего каскада основано на разности величин падения напряжений на переходах б-э транзисторов разных типов, например для КТ8101(02) эта величина (Ткорп.=20°C, Iк=100 мА) составляет 520-530 мВ, для КТ814(815) при Iк=200 мА - 670 мВ. Таким образом, распределение напряжений смещения вы-

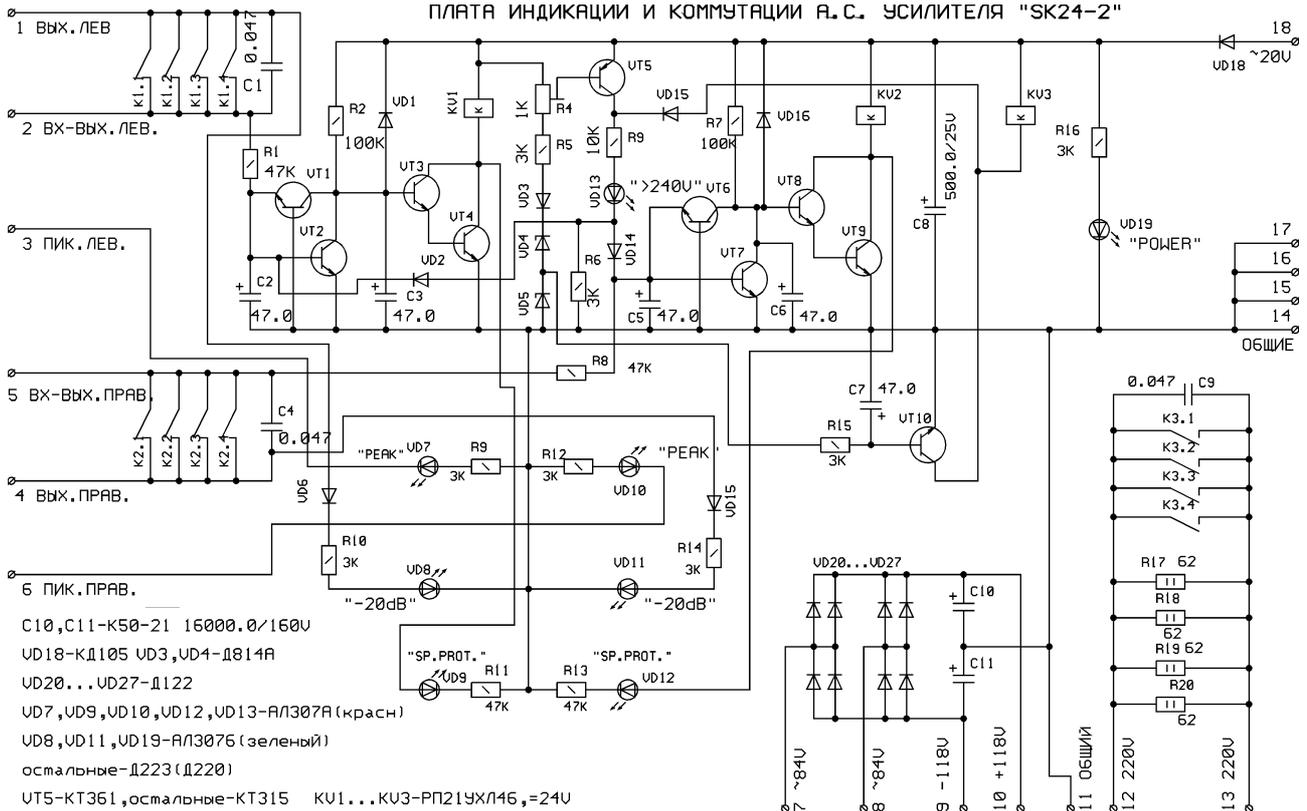
ходного каскада выглядит следующим образом (относительно «0» в режиме покоя): эмиттер VT43 - 0 В, база VT5 - 650 мВ, база VT12 - 1320 мВ, база VT14 - 785 мВ, эмиттер VT14 - 220 мВ. Падение напряжения на R48 220 мВ и определяет ток покоя раскачивающего каскада 220 мА, и эта величина мало зависит от температуры (при T=65°C транзисторов раскачивающего каскада, что обычно является пределом в наиболее тяжелых условиях работы ток покоя повышается всего до 260 мА). Такое решение позволяет избавиться от термокомпенсирующих цепей и необходимости применения подстроечных резисторов, что только положительно сказывается на повышении надежности работы усилителя.

Дополнительно хотелось бы заметить, что было опробовано много других решений смещения выходного каскада, однако этот вариант показал себя лучше других за много лет производства и эксплуатации этих усилителей. Например, схемы динамического смещения («экономичный» режим А) также динамически изменяют входное сопротивление выходного каскада, а т.к. каскад усилителя напряжения имеет как правило большое выходное сопротивление, то эта особенность приводит к искажению формы сигнала, заметная даже невооруженным глазом при отключении цепи общей ООС: в этом случае спектр гармоник переносится в более низкочастотную область, где они более эффективно подавляются цепью общей ООС, хотя в целом результат практически одинаков при прочих равных условиях.

Защита от коротких замыканий выхода. Очень важная часть усилителя, тем более что к надежности профессиональных усилителей предъявляются особо высокие требования, а к.з. выхода в концертных условиях случается достаточно часто, что при недостаточной хорошей проработке защиты от к.з. приводит к выходу усилителя из строя. Вначале за основу была принята схема, аналогичная «Dynaсord-1200», однако у нее был выявлен ряд недостатков (например, повышение КНИ усилителя на высоких частотах), и выбор был остановлен на симметричной триггерной схеме защиты (VT7,8 и VT9,10 соответственно). Это решение имеет следующие преимущества:

- невнесение искажений вследствие полностью закрытых транзисторов защиты в рабочем режиме;
- полное выключение выходных транзисторов до окончания

ПЛАТА ИНДИКАЦИИ И КОММУТАЦИИ А.С. УСИЛИТЕЛЯ "SK24-2"

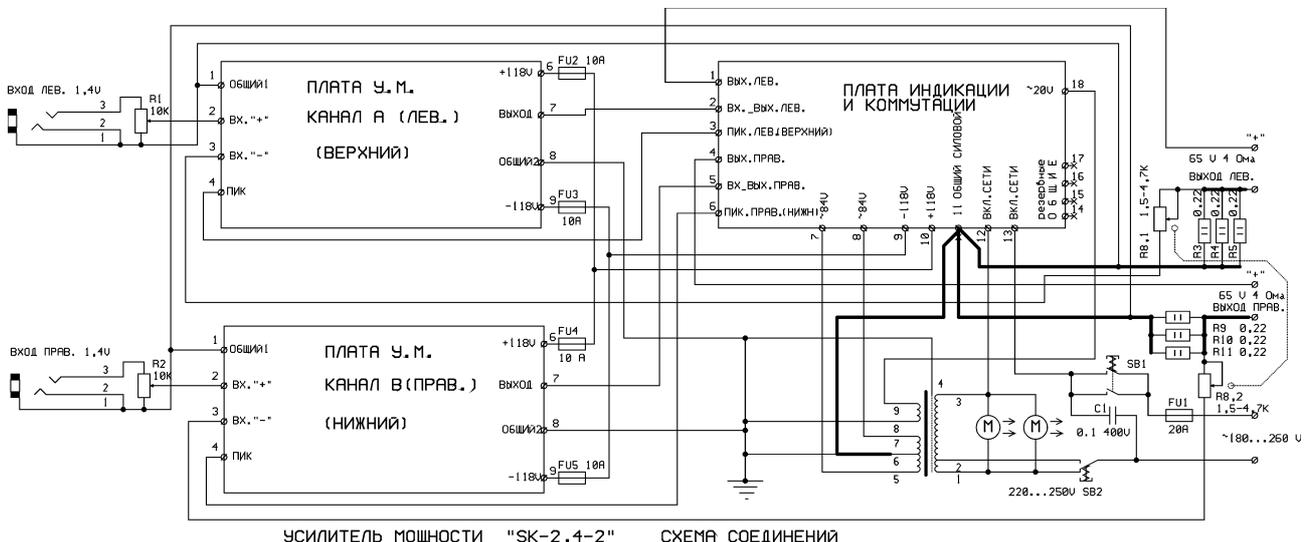


- C10, C11 - K50-21 16000.0/160V
- VD18 - KД105 VD3, VD4 - Д814А
- VD20...VD27 - Д122
- VD7, VD9, VD10, VD12, VD13 - АЛ307А (красн)
- VD8, VD11, VD19 - АЛ307Б (зеленый)
- остальные - Д223 (Д220)
- UT5 - КТ361, остальные - КТ315 KU1...KU3 - РП21УХ/Л46, =24V

действия соответствующей полуволны сигнала, при котором включилась защита (например, общий ток потребления выходного каскада в режиме покоя составляет 340 мА, а в режиме к.з. при любом уровне входного напряжения - 240 мА.).

Раскачка. Вначале использовалась симметричная, аналогичная «Дупасорд-880», с той разницей, что входные дифф. пары питались от генераторов тока и каскад усиления напряжения был выполнен по каскадной схеме ОЭ-ОБ. Однако симметричная раскачка при общеизвестных достоинствах имеет и недостатки, главный из которых - два пути усиления сигнала, вследствие чего на АХЧ каскада усиления напряжения (без ООС) появляется два первых полюса (два каскада усиления напряжения, работающих параллельно, полюс ОУ условно не учитываем), и ввести оптимальную коррекцию на опережение и запаздывание сложно. Используемая сейчас схема раскачки заимствована из очень удачного УМЗЧ высокой верности [1] - она проста, имеет предельно высокие объективные характеристики, хорошую повторяемость и субъективно обеспечивает безукоризненное звучание. Применение высокоскоростного ОУ на входе обеспечивает достаточно высокую глубину ООС на высоких частотах и быстродействие, что сводит к минимуму возможность возникновения перегрузки по скорости и связанных с этим динамических искажений, а работа выходного каскада ОУ со смещением рабочей точки относительно 0 приводит к работе выходного каскада ОУ в режиме А, что способствует дополнительному снижению КНИ. Такая схемотехника обеспечивает высокое качество звука, поэтому усилитель отлично вписывается не только в рамки эстрадного, но и Hi-Fi - в последнем случае его можно упростить, уменьшив напряжения питания и количество параллельно включенных транзисторов выходного каскада (для «дома» более чем достаточно будет мощность 200 Вт).

Блок питания. Традиционный двуполярный, в фильтре питания применены конденсаторы К50-21, 16000x160 В. Трансформатор имеет ленточный магнитопровод общим сечением 40 см² и выходное сопротивление около 0,18 Ома. Вышеперечисленное привело к необходимости введения схемы «мягкого» включения питания, т.к. пусковой ток очень велик и опре-



УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ "SK-2, 4-2" СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ

деляется в основном выходным сопротивлением питающей сети, и при небольшой этой величине может достигнуть многих десятков ампер, что может привести к срабатыванию сетевых защитных устройств. Система «мягкого» включения выполнена традиционно, путем включения в момент подачи питания токоограничивающих резисторов в цепь первичной обмотки силового трансформатора.

Комплектующие

Аппарат задумывался как максимально простой и доступный для обслуживания и ремонта, поэтому применена полностью отечественная комплектация. Однако в последние годы упало ее качество - например, у КТ8101(02) выпуска 91-92 гг. напряжение пробоя К-Э как правило превышает 300 В, и выход h21э за пределы 30-40 не превышал 20%, а выпуска 97 г. менее 100 В - 10%, 100...140 В - 40%, 140...200 В - 40%, более 200 В - 10%, а о коэффициентах усиления и говорить не приходится - менее 10 и более 100 - обычное явление. Это плюс постоянное расширение ассортимента доступной импортной комплектации заставляет задумываться о переходе на импортные комплектующие (в первую очередь выходные транзисторы, реле, конденсаторы фильтра, вентиляторы).

Конструкция

При создании конструкции использовалось максимальное число унифицированных элементов (радиаторы, магнитопровод), что дало возможность дополнительно снизить себестоимость. Конструктивно усилитель состоит из двух плат усилителей, на которых полностью смонтированы усилители правого (А) и левого (В) каналов, и платы БП, на которой также смонтированы блоки защит от постоянного напряжения на выходе, блок «мягкого» включения, индикация. Также в схему платы БП введена система отключения выхода усилителей при повышении питающего напряжения до 250 В (если переключатель установлен на 220 В) или 280 В (если переключатель установлен на 250 В). Вентиляторы типа ВВФ-112 (или 1,0 ЭВ-1,3) расположены сзади, для уменьшения акустического шума и максимального охлаждения радиаторов. Конструкция в целом достаточно простая и легко разбирается для проведения профилактики или ремонта (см. фото).

Применение

Применение этого усилителя имеет свои особенности, связанные в основном с регулированием выходного сопротивления и высокой мощностью. Так как при высоком выходном сопротивлении электрическое демпфирование минимально, демпфирование АС для достижения высоких качественных пока-



зателей приходится выполнять акустическими способами. Разумеется, выбор АС для этого усилителя должен быть достаточно тщательным хотя бы в плане номинальной мощности динамиков. Диапазон изменения выходного сопротивления лежит в пределах 0,5...25 Ом. Повышение этой величины выше 25 Ом на палитре звука уже не отражается, однако имеет технологические сложности. Применение лабиринтных АС требует установки сопротивления в пределах 3...6 Ом, у фронтальных эту величину можно повысить до 6...20 Ом. Низкокачественные динамики, имеющие многочисленные резонансы, требуют также некоторого снижения Rвых. Впрочем, любой пользователь этого усилителя сможет установить оптимальное звучание АС, сообразуясь со своими требованиями и вкусами. Также необходимо особо тщательно следить за качеством соединительных кабелей, т.к. при недостаточно хорошем экранировании входных цепей возможно возникновение высокочастотной генерации и соответственно быстрый выход из строя высокочастотных излучателей. Других особенностей его применение не имеет, и для длительной нормальной работы достаточно выполнять общепринятые требования - не ронять с 5-го этажа, не заливать пивом ☺ и т.д.

Библиография

1. Сухов Н. УМЗЧ высокой верности. - «Радио» №6, 7 / 89 г., а также <http://www.radiohobby ldc.net/diglibr.html> <http://guru.come.ru>

Хлорное железо и его заменители

Напоминаем соотношение компонентов в растворе хлорного железа, используемом при травлении печатных плат. **Раствор хлорного железа:** на 150 гр FeCl₃ берется 200 мл воды H₂O. Время травления 5 - 10 минут.

Хотя хлорное железо и не ядовито (в чистом виде оно применяется в медицине для остановки кровотечения путём наложения на рану ватки с его раствором), но оставляет очень трудноустраняемые пятна. В качестве **пятновыводителя** рекомендуется концентрированный раствор щавелевой кислоты, которым следует обильно смочить тряпку и положить её на пятно на десятки минут. Затем это место промывают водой.

Восстановление хлорного железа. При многократном использовании одного и того же раствора он покрывается темными пятнами, теряет травильные качества. Для восстановления в него необходимо опустить кусочки железа (гвозди, шурупы, опилки). Через несколько дней они покроются антикоррозионным слоем меди и их можно использовать по прямому назначению, а регенерированный раствор следует профильтровать и он готов к дальнейшему использованию.

При отсутствии хлорного железа раствор для травления можно **получить в домашних условиях** несколькими способами.

1. В пластмассовую или стеклянную посуду

на 1 часть обыкновенной ржавчины по весу следует взять 3 части соляной кислоты. Через несколько дней большая часть ржавчины растворится и раствор приобретает характерный желто-коричневый цвет. Его аккуратно сливают с лежащего на дне шлама и, при необходимости, фильтруют через ткань, положенную на горло стеклянной банки.

2. В стеклянную посуду на одну треть заливают раствор HCl и туда же малыми порциями добавляют железный сурик в общем количестве около 1,5 части по объему, весь раствор тщательно перемешивают. Химический процесс идет с выделением газов, поэтому помещение должно иметь вытяжную вентиляцию или хорошо проветриваться. Раствор оставляют на несколько дней на открытом воздухе, по завершению реакции хлорное железо выпадает в осадок, верхний слой сливают, а хлорное железо используют по назначению.

3. Раствор для травления печатных плат на основе соляной кислоты и перекиси водорода. Для приготовления берется 30% раствор перекиси водорода, соляная кислота плотностью 1,2 и вода, все это перемешивается в стеклянной посуде в соотношении соответственно 2:2:6 частей. Если перекись водорода аптечная 16-18 %, то соотношение смешиваемых частей соответственно 2:4:4. Время травления таким ра-

створом составляет до 10 минут.

В том случае, когда вместо раствора перекиси водорода имеется перекись водорода в таблетках, рецепт приготовления травящего раствора следующий: в стакане воды H₂O (250 мл) растворяется 5 таблеток перекиси водорода, затем полученный раствор выливают в стеклянную посуду и добавляют 15 мл раствора концентрированной соляной кислоты HCl, все это перемешивают и раствор готов к использованию. Время травления печатных плат таким раствором составляет до 1 часа.

4. Щелочные травильные растворы (растворяют нелуженую медь, практически не затрагивая луженые дорожки)

1-й состав

- Медный купорос CuSO₄ 170..190 г/л
 - Хлорид аммония NH₄Cl 150..170 г/л
 - Аммиак водный 25% раствор NH₄OH..500 мл/л
- 2-й состав*
- Хлорид меди II CuCl₂ 100..110 г/л
 - Хлорид аммония NH₄Cl 150..170 г/л
 - Аммиак водный 25%-й NH₄OH 400..500 мл/л
 - Бикарбонат аммония (NH₄)₂CO₃ 20..30 г/л

5. Ну и традиционный самый недефицитный раствор медного купороса и поваренной соли, в расчете на 500 мл: NaCl - 4 столовых ложки, CuSO₄ - 2 столовых ложки. Время травления - около 8 часов.

Трансформаторы силовые и звуковые

Расчет и изготовление в домашней лаборатории

Евгений Васильченко, г.Казань

Приношу благодарность за помощь в подготовке этой публикации Александру Забайрацкому и Владимиру Ульянову, чьи письма в FIDO шных эхо-конференциях *su.hardw.audio* и *to.hi-fi*, присутствуют здесь в виде цитат или невяно:

Alexander Zabairatsky (2:5084/11.4)

Vladimir Uliyanov (2:5020/1021.11)

Владелец американской фирмы *Electra-print audio Co.* Jack Elliano любезно предоставил некоторые фактические материалы, использованные при подготовке этой статьи.

Оговорки и ссылки

Рекомендации, приводимые в статье, отражают личную точку зрения автора. Материал ни в коей мере не претендует на полноту описания предмета и носит обзорный характер. Автор не несет ответственности за возможный ущерб, причиненный применением нижеизложенных сведений.

Качество выходных и переходных трансформаторов в ламповых усилителях - это залог хорошего звука. Поэтому конструкция трансформаторов традиционно является предметом *know-how* фирм - изготовителей и разработчиков. Рискую открыть секрет Полишинеля, скажу, что 99% успеха обусловлены грамотным расчетом, подбором материалов и комплекующих экстракласса и высочайшей технологией изготовления. И только один процент приходится на применение эмпирических методов достижения результатов.

Расчет выходного трансформатора всегда производится в составе лампового каскада. Вместо этого предлагается рассматривать трансформатор как «черный ящик» с параметрами, которые скорректированы под конкретное применение. Практически всегда самодельщику известны параметры каскада, рекомендуемые изготовителем ламп. Точность такого подхода более чем достаточна. В великолепной *базе данных Дункана Манро* есть рекомендуемые режимы усилителей для практически всех ламп. Она называется *TDSL Personal Edition* и свободно доступна на его сайте в Интернете <http://duncanamps.simplenet.com/>

Расчет трансформатора для источника вторичного электропитания должен учитывать особенности схемы выпрямления, параметры элементов выпрямителя и фильтров. Все это умеет делать бесплатная программа *D.Munro PSUD* http://duncanamps.simplenet.com/psud2/psud2_beta024.exe. Здесь будет рассмотрен упрощенный расчет силового трансформатора с заданными параметрами нагрузки.

Неплохие сведения по расчету усилителей и звуковых трансформаторов есть на сайте известного английского аудиофила по имени *Russ Sadd* <http://www.aston.ac.uk/~saddrj/library.htm>

В его библиотеке можно взять архивированные файлы статей по схемотехнике ламповых усилителей, весьма полезные обзоры и материалы, принадлежачие, в частности, перу знаменитого *Нормана Кроухерста*. В разделе о звуковых трансформаторах большое внимание уделено расчету индуктивности рассеяния и собственной емкости обмоток. Есть и пример изготовления выходного трансформатора для ультралинейного выходного каскада <http://www.aston.ac.uk/~saddrj/download/HMOT.zip> A Home-Made Output Transformer by W. Groome.

Оговорюсь, что так любимый Кроухерстом ультралинейный режим, несмотря на прекрасные характеристики, не является самым лучшим способом получения хорошего звука. Эта оговорка относится к вышеупомянутому одному проценту составляющей успеха.

Несложные алгоритмы расчета трансформаторов и дросселей в текстовом формате можно найти на странице

<http://www.mc-h.demon.co.uk/vtheory/vtheory.htm>

Большинство производителей трансформаторов для аудио применений представлены в Internet'e, приведу лишь самые известные названия:

Hammond manufacturing <http://www.hammondmfg.com>

Electra-print audio Co <http://www.execpc.com/~n9zes/electra.html>

MagneQuest <http://www.magnequest.com>

Торондальные трансформаторы выпускает фирма *Plitron*: <http://www.plitron.com>

С продукцией *Audio Note UK* можно ознакомиться на <http://www.audionote.co.uk>

Страницы культовых фирм *Tamura* - <http://www10.big.or.jp/~dh/tamura> и *Tango Transformers* <http://www.netspace.or.jp/~eifl/eifl/export/tango.htm>

На *Web-странице автора* <http://class-a.da.ru> можно найти практически все данные по магнитопроводам отечественных трансформаторов, выпускающихся по межотраслевым нормам, начиная от веса и габаритных размеров, до практических рекомендаций по выбору коэффициента заполнения окна и плотности тока. Там же находится программа для расчета выходных трансформаторов по алгоритму, изложенному в этой статье.

О магнитопроводах

В производстве трансформаторов применяются специальные сорта сталей. Их характерной особенностью является содержание довольно большого количества кремния (до 4,5% в стали типа Э41 или ее современном аналоге 3512). Вот примеры обозначения по старым ГОСТам:

Э41-Э43 (изотропная горячекатаная с максимальной индукцией 13000 Гаусс = 1,3 Тесла на частоте 50 Гц);

Э310-Э330 (текстурированная холоднокатаная с нормированной индукцией 17000 Гс вдоль кристаллов на частоте 50 Гц);

Э340-Э360 (то же самое с индукцией 15000 Гс для частоты 400Гц).

По действующему ГОСТу принято четырехзначное обозначение: первая цифра 3 - класс трансформаторных сталей, вторая - округленное содержание кремния в процентах, третья - округленная максимальная индукция в сердечнике в Тесла, четвертая - номер разработки.

Зарубежная классификация сталей базируется на величине потерь. Для силовых трансформаторов используются стали от М6 до М55. Индекс пропорционален величине потерь, выраженных в ваттах на фунт веса (к сожалению, мне неизвестно, на какой частоте и при какой индукции, для того, чтобы можно было классифицировать отечественные марки стали). Наша ширпотребовская сталь толщиной 0,5 мм 3512 имеет потери 3,5 Вт/кг @ 50 Гц / 1,5 Тл и 25 Вт/кг @ 400 Гц / 1,0 Тл и примерно соответствует М24. Лучшие партии серийной холоднокатаной стали имеют в тех же условиях 1 и 8 Вт/кг соответственно. AudioNote UK использует в своих выходных трансформаторах стали группы М4.

Потери в сердечнике и нелинейные искажения в трансформаторе усилителя имеют общую природу - нелинейность процесса намагничивания стали. Потери пропорциональны площади петли гистерезиса. Уменьшение максимальной индукции, разумеется, уменьшает высоту петли и, следовательно, искажения. Кроме этого, при малых индукциях зависимость магнитной индукции от напряженности поля, создаваемого обмоткой, более линейна. Но даже при малых индукциях и при наличии подмагничивания ширина петли частного цикла у низкосортных сталей остается значительной. Другими словами, уменьшение индукции в магнитопроводе с целью уменьшения уровня искажений имеет ограниченный смысл. Выходной трансформатор с низкогокачественным сердечником имеет большие габариты, но это не единственный его недостаток. Увеличение размеров обмотки приводит к росту рассеяния, собственной емкости, сопротивления и разбаланса плеч трансформатора.

Есть еще один фактор, связывающий свойства сердечника с искажениями звукового сигнала, это зависимость магнитной проницаемости стали от индукции в сердечнике. Благодаря наличию максимума на графике этой зависимости, коэффициент нелинейных искажений на НЧ имеет минимум при некотором значении индукции. Для того чтобы найти наилучший режим работы трансформатора, необходимо знать свойства применяемой стали.

Магнитопровод для силовых трансформаторов может быть изготовлен из любой стали и любой формы. Разница будет только в габаритах. Лучшие массогабаритные параметры имеют торондальные трансформаторы. Они же имеют наименьшее поле рассеяния. Сказываются ли особенности конструкции силового

трансформатора на звучании усилителя? Несомненно. Особенно заметно это влияние на звучание транзисторных усилителей. Трансформатор при необходимости должен уметь пропускать мощные импульсы тока низкой частоты. Эта особенность редко учитывается в методиках расчета «обычных» трансформаторов вторичных источников электропитания.

Вопрос выбора магнитопровода для выходного трансформатора еще более неоднозначен. Три ответа на простой вопрос саodelьщика «Какую сталь применить для своего проекта»:

Mike LaFevre из MagneQuest: «Наиболее употребляемая в выходных трансформаторах недорогая сталь М6. М4 уже вдвое дороже. Выбор стали по звуку достаточно субъективен. Производители гитарных усилителей часто (но не всегда) предпочитают М19 из-за способности давать «богатый, жирный звук с кучей красивых гармоник». Что касается hi-fi, то материал сердечника — это только один кусочек головоломки, хоть и самый крупный. По опыту моей работы хороший дизайн никогда не определяется единственным параметром».

Jack Elliano из Electra-Print Audio Co: «Мы используем как М6, так и М19. Оба типа находят свое применение, несмотря на сильные различия. Важно использовать линейный участок кривой намагничивания. Даже с М19 искажения, вносимые трансформатором, не превышают 0,05%».

Примечание. Коэффициент гармонических искажений принято рассчитывать по формуле и методике Патриджа:

$$\frac{U_n}{U_o} = S_H \frac{10^9}{8\pi^2} \frac{l_c \cdot Ra}{N^2 \cdot Sc \cdot f} \left(1 - \frac{Ra}{4Z_f} \right)$$

где

U_n, U_o - напряжения гармоники и основной частоты,
 S_H - коэффициент искажений, характеристика материала сердечника,

l_c - средняя длина магнитной силовой линии в сердечнике,
 Ra - сопротивление измерительного резистора, включенного последовательно с первичной обмоткой,

N - количество витков в первичной обмотке,

Sc - площадь сечения сердечника,

f - основная частота,

$Z_f = 2\pi f \cdot L$ - индуктивное сопротивление первичной обмотки,

L - индуктивность первичной обмотки.

В эту формулу входит коэффициент искажений S_H , характерный для каждого материала. S_H зависит, в частности, от магнитной индукции, качества и толщины материала и имеет порядок величины 50-100.

Владимир Ульянов:

«Если есть возможность узнать марку железа, из которого изготовлен сердечник, то лучшее Ш железо для звуковых целей 3414...3416. Железо для ПЛ сердечников обычно применялось 3406...3407, а 3408...3409 - это вообще лучшее, что есть на сегодня для звука, не считая эксклюзивов типа аморфного железа или экспериментальных марок сталей.»

Для ленточных сердечников практически всегда используется холоднокатаная анизотропная сталь, у которой в направлении навивки сердечника более высокие магнитные свойства, чем у горячекатаной изотропной, которая используется для шихтованных сердечников. В Ш сердечниках иногда применяется холоднокатаная сталь, но магнитные свойства стали в этом случае не могут быть полностью использованы. Поэтому в расчетах трансформаторов на Ш железе не учитывается разница индукции насыщения разных видов стали. Тем не менее, качество трансформаторов будет, естественно, различаться. Вот что пишут о магнитопроводах для изготовления выходных трансформаторов А. Забайрацкий (АЗ>) и В. Ульянов (VU>):

АЗ>: «Если сердечник Ш-образный, то он должен быть из холоднокатаной стали (Э-330, Э-340...). Внешний признак - пластины покрыты каким-то красновато-коричневатом налетом, похожим на ржавчину, но не ржавчиной. Лучшие пластины УШ (у пластин Ш боковые части по ширине точно равны половине среднего языка, у УШ боковуха шире половины среднего). Не стоит брать сердечник от горелого трансформатора - резуль-

тат будет заметно хуже».

VU> «Качественно сделанные ПЛ сердечники сейчас можно найти в ОСМ трансах, в трансах от тепловозов и тепловых и прочих изделиях для промышленных целей. Практически старые ПЛ сердечники до ~86 года достаточно приличные, кроме телевизионных, для которых применялось самое дешевое железо. Оптимальная толщина пластин 0.27...0.35 мм. Поэтому стали нормированные на 400 Гц - марки 3420 и выше, для звука не идут, так как у них толщина 0.15 мм, а как еще заметил Цыкин в одной из последних своих работ, сердечники из тонких пластин вносят дополнительные гармоники высоких порядков, что к примеру в случае выходных трансов обозначает жесткость звука и его «металлическую» окраску. Из тонких сталей ПЛ сердечники сейчас делают кому не лень, т.к. их мотать можно хоть на токарном станке, естественно без нормальной технологии и самое главное без соблюдения режимов отжига. При нормальном отжиге начальная магнитная проницаемость получается в районе 2000, у сердечника современного халатного изготовления обычно в среднем 600, причем еще есть короткозамкнутые пластины и не протравленные места стыков, чуть ли не болгаркой разрезанные».

Нормальная технология отжига - это отжиг в очень чистом водороде с соблюдением температурного режима, который включает в себя несколько стадий. Допустим отжиг в вакууме (<0.001 мм рт.ст.), начальная магнитная проницаемость при этом получается 350-400 для горячекатаных сталей и 500-700 для холоднокатаных сталей (1500 - для лучших партий). Тем не менее, на практике часто применяют безвакуумный отжиг навитых сердечников, в том числе и кратковременный (до 1 часа). Полного восстановления свойств стали такие режимы не обеспечивают. Такие сердечники для применения в звуке непригодны из-за больших потерь.

Вредно влияет на магнитные свойства сердечников повторный отжиг и механические воздействия: После отжига ленточные сердечники пропитываются. Для большей монолитности разрезных сердечников применяется компанд КП-10 вместо обычного БФ-4. При чрезмерно длительном тепловом старении таких сердечников наблюдается значительное повышение магнитных потерь и намагничивающих токов (до 80%). Это происходит из-за механических напряжений.

Особенно не любят механических воздействий сердечники из пермаллоя. После отжига их помещают в контейнеры с ЦИА-ТИМом. Намотка ведется уже поверх контейнера.

Этот краткий экскурс в технологию был предпринят для того, чтобы у читателей не возникало иллюзий относительно кажущейся простоты ламповых усилителей. Новый виток развития ламповой техники - это не только дань моде и схемотехнические решения 50-х годов, но и высокие технологии, и понимание того факта, что в звуке нет мелочей.

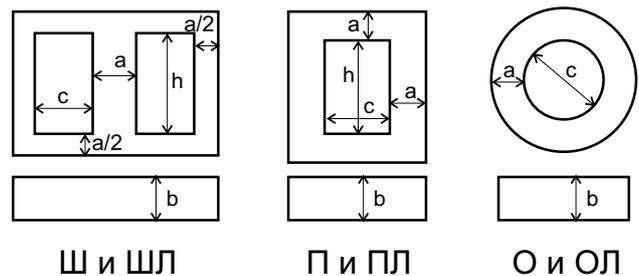
Теперь самое время обратиться к хорошо известным формулам.

Расчет силовых трансформаторов

Обозначения и система единиц

Для Ш, ШЛ и ПЛ железа принимаются обозначения (рис. 1):

- a - ширина среднего стержня;
- b - набор (для Ш) или ширина ленты (для ШЛ, ПЛ) или «толщина блина» ОЛ;
- c - ширина окна магнитопровода (диаметр окна для ОЛ);
- h - высота окна.



Все приведенные расчеты сделаны в системе СГС с некоторыми исключениями. Линейные размеры приводятся в сантиметрах.

AUDIO HIGH-END

рах, индукция в Гауссах (если не указано явно Тесла), токи в Амперах, плотность тока - в Амперах на квадратный миллиметр, частоты - в Герцах.

Трансформатор для вторичного источника питания должен иметь сердечник с габаритной мощностью большей или равной электрической мощности. Габаритная мощность однофазного трансформатора вычисляется по формуле

$$P_{габ}[Вт] = 2.22 \cdot 10^{-8} \cdot F \cdot S_c \cdot K_c \cdot S_{ок} \cdot K_{ок} \cdot B_m \cdot J,$$

где

F - частота, Гц,

S_c - площадь сечения сердечника, см²,

K_c - коэффициент заполнения сердечника сталью,

$S_{ок}$ - площадь сечения окна, см²,

$K_{ок}$ - Коэффициент заполнения окна медью,

B_m - Максимальная индукция в сердечнике, Гс,

J - плотность тока в проводах, А/мм²

Для ориентировочных прикидок можно применить

$$P = 0,9 \cdot S_c \cdot S_{ок} \text{ для шихтованных сердечников,}$$

$$P = 1,2 \cdot S_c \cdot S_{ок} \text{ для ленточных сердечников.}$$

Замечания о K_c и S_c

Площадь сердечника следует *измерять*, не полагаясь на маркировку сердечников. Расхождения могут достигать 10%.

Коэффициент заполнения сердечника сталью зависит от толщины стальных пластин или ленты, вида изоляции, качества изготовления и может принимать значения от 0,86 до 0,97. Для ориентировочных расчетов принимается 0,9.

Типичные значения для шихтованных сердечников:

Толщина пластин / вид изоляции	Лаковая	Фосфатная	Оксидная
0,5	0,94	0,96	0,97
0,35	0,91	0,94	0,95

Для ленточных сердечников:

Толщина ленты/ вид изоляции	Катафорез	Оксидная для ОЛ	Оксидная для ПЛ
0,35	СС	0,93	0,92
0,15-0,2	0,88	0,93	0,88-0,92

Изоляция стальной ленты катафорезом с помощью суспензии сейчас практически не применяется. Эта технология применяется для изоляции пермаллоевой ленты.

Выбор Кок

Нетрудно заметить, что величина $K_{ок} \cdot S_{ок} \cdot J$ представляет собой приведенный вторичный ток, т.е. суммарную величину тока, циркулирующего в трансформаторе. Максимально достижимый коэффициент заполнения окна медью зависит от конструкции трансформатора, количества межслойной и межобмоточной изоляции, толщины и вида провода (круглый или прямоугольный). В свою очередь, каждый из этих факторов определяется целым рядом условий. Строго говоря, точный расчет может быть сделан только с помощью последовательных приближений. Однако накопленный опыт позволяет задать исходные величины сразу. Поскольку чаще всего самоделщикам попадает в руки уже готовый трансформатор, можно рассчитать его коэффициент заполнения по формулам

$$S = N_1 \cdot S_1 + N_2 \cdot S_2 + \dots + N_i \cdot S_i,$$

где

$$S_i = 3.14 \cdot D_i^2 / 4, \quad D_i - \text{толщина соответствующего провода,}$$

$$K_{ок} = S / S_{ок}$$

Полученный коэффициент может служить оценкой максимальной достижимой $K_{ок}$. При самостоятельной намотке $K_{ок}$ получится примерно на 10-15% меньше за счет несовершенства технологии намотки и изоляции

$K_{ок}$ обязательно нужно рассчитывать *перед* намоткой уже рассчитанного трансформатора для того, чтобы оценить, поместится ли заложенный в расчет провод в окно. Для прикидок обычно принимается $K_{ок} = 0,3$. После намотки трансформатора нужно уточнить $K_{ок}$ для того, чтобы скорректировать габаритную мощность (а с ней и плотность тока в проводах).

Наибольший $K_{ок}$ (до 0,45) имеют дроссели, которые наматываются без дополнительной изоляции. У низковольтных трансформаторов $K_{ок}$ имеет порядок 0,3 - 0,35. Анодно-накальные трансформаторы за счет большего количества изоляции имеют $K_{ок}$ 0,22-0,27. Еще меньший коэффициент заполнения имеют высоковольтные трансформаторы (все цифры приведены для медных проводов круглого сечения и броневых магнитопроводов). Чем меньше мощность трансформатора, тем меньше $K_{ок}$. Наибольший коэффициент заполнения окна имеют трансформаторы в броневом исполнении, наименьший - в тороидальном.

Выбор индукции

Промышленные трансформаторы малой мощности с сердечником из горячекатаной стали рассчитываются на индукцию 1,25 Тл, из холоднокатаной ленточной - на 1,7 Тл. Речь идет о частоте 50 Гц. При расчете трансформаторов очень малой мощности, до 10-15 ватт, индукция должна быть снижена до 1,0-1,1 и 1,4-1,6 Тл соответственно. Это теория, хорошо подкрепленная практикой серийного производства трансформаторов минимальной стоимости. В действительности к самоделщику редко попадает кондиционный сердечник с гарантированными свойствами. Наиболее вероятно использование магнитопровода, уже бывшего в употреблении. Как уже было упомянуто выше, на магнитные свойства сердечника сильно влияют механические воздействия, в том числе и те, что сердечник испытывает в процессе сборки, пропитки, и обратной разборки, не говоря уже о процессе эксплуатации. В процессе разборки разрезные сердечники могут расклеваться. Кроме этого, качество реза не всегда бывает изначально высоким. Поэтому разрезные сердечники, собираемые в домашних условиях, наверняка имеют неконтролируемый зазор. В производстве это обычно учитывается, типичный технологический зазор составляет 10-15 микрон для разрезного и до 50 микрон для шихтованного сердечника. Наличие зазора в магнитной цепи ведет к увеличению тока намагничивания (и тока холостого хода). Величина тока намагничивания в промышленных трансформаторах выбирается довольно высокой. В любительской практике обычно не предъявляются требования обеспечить минимальную стоимость трансформатора. Гораздо важнее получить малое поле рассеяния и нечувствительность к импульсам тока, которые отбирает у блока питания усилитель класса АВ на пиках потребления. Наиболее опасны для трансформатора несимметричные пики с частотами ниже расчетных 50 Гц. Ток потребления с очень низкой частотой легко намагничивает сердечник трансформатора до насыщения. Все это хорошо известно разработчикам трансформаторов для аудио применения. В проспекте фирмы *Electra-print audio Co*, изготавливающей трансформаторы и дроссели по индивидуальному заказу, содержится оговорка, что изделия рассчитываются с учетом применения в классе А, если иное не указано явно.

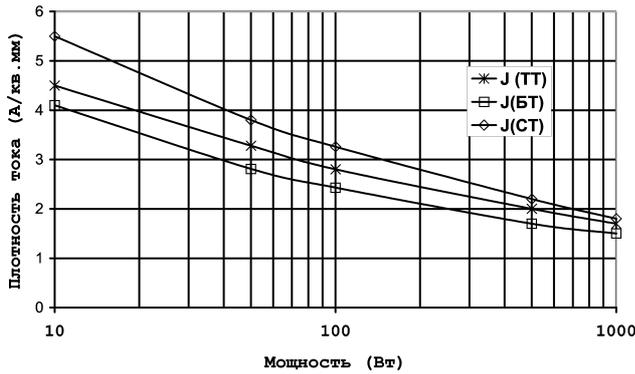
Именно по этим причинам трансформаторы, применяемые в звуковой аппаратуре, следует рассчитывать на пониженную индукцию, ориентировочно 1,0 и 1,4 Тл соответственно примененным стальям. Очень сильно уменьшать ток намагничивания не стоит, поскольку при этом падает габаритная мощность и увеличивается активное сопротивление обмоток.

Лучшим способом проверки качества магнитопровода и точности расчета является измерение тока холостого хода. В любительской практике нет смысла точно рассчитывать ток холостого хода и сравнивать его с полученным. Косвенным показателем выполнения вышеприведенных рекомендаций является величина тока покоя, не превышающего 3-5% от рабочего тока потребления. Для самых маленьких трансформаторов допустима 10 и даже 50% -ная величина.

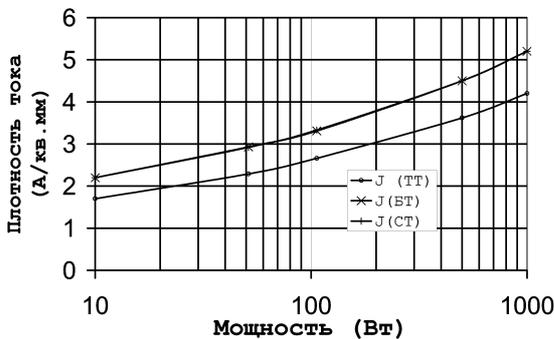
Выбор плотности тока

От выбора плотности тока зависит величина падения напряжения на выводах трансформатора и степень его разогрева под нагрузкой. Инженерный расчет трансформаторов «на заданное падение напряжения» и «на заданный перегрев» сильно отличается. Здесь следует пояснить, что заданное падение напряжения должно точно выдерживаться при работе нескольких трансформаторов на общую нагрузку. Для наших целей имеет смысл огривать верхний предел падения напряжения dU исходя из эксплуатационных требований электровакуумных и электронных приборов. Точная формула расчета J приведена ниже, однако удобнее пользоваться графиками, заимствованными из литературы.

Зависимость плотности тока от мощности.
Расчет на заданный перегрев 50 град.



Зависимость плотности тока от мощности.
Расчет на заданное падение напряжения 10%



$$J = \sqrt{\frac{p'}{\rho \cdot K_{ок} \cdot V_k}}$$

где $\rho = 1,22 \cdot 10^{-8}$ («горячее» удельное сопротивление меди, Ом·мм²),
 V_k – объем катушки, см³,
 p' – величина потерь в катушке, Вт, пояснения ниже.

После того, как плотность тока выбрана, необходимо определить сечение и диаметр провода для первичной и вторичных обмоток. Силу тока в первичной обмотке I_p можно оценить, исходя из суммарной мощности вторичных обмоток P_{II} :

$$I_p = \sqrt{\left(\frac{I' p}{\eta}\right)^2 + I_x x^2},$$

где $I' p = P_{II} / 220$ – величина «отраженного» тока, I_p – векторная сумма тока холостого хода и отраженного тока, скорректированного с учетом КПД η . Ток намагничивания можно не рассчитывать, а задать в виде некоторой части от активной составляющей тока первичной обмотки трансформатора. Наиболее актуален учет тока холостого хода для маленьких силовиков, мощностью менее 10 Вт. В малых трансформаторах величина тока намагничивания может достигать 100% активной составляющей тока. К слову сказать, сила тока во вторичных обмотках тоже не всегда равна току потребления и зависит от схемы выпрямителя.

При расчете трансформатора, предназначенного для работы в усилителе класса АВ или В, есть смысл несколько увеличить сечение провода обмотки, питающей выходные каскады, а также первичной обмотки.

Количество витков на вольт

Расчет количества витков на вольт начинается с промежуточной величины W/E .

$$W/E = 10000 / (4,44 \cdot F \cdot S_c \cdot K_c \cdot B)$$

Прямо использовать эту величину для расчета количества витков вторичной обмотки нельзя. Необходимо рассчитать коэффициенты падения напряжения: для первичной обмотки - K_1 , вторичных - K_2 , для накальных - K_3 .

$$K_1 = 1 - dU/2$$

$$K_2 = 1 + dU/2$$

$$K_3 = 1,03 \cdot K_2,$$

где

dU – падение напряжения, задается непосредственно, скажем 10%, либо рассчитывается (если задан перегрев). Здесь придется сделать отступление. Ниже будут приведены формулы инженерного расчета падения напряжения. Они достаточно громоздки и требуют знания дополнительных параметров. Для облегчения расчетов можно воспользоваться таблицами параметров унифицированных рядов сердечников. Эти таблицы можно найти в [1] и на Web-странице <http://class-a.da.ru>, они обеспечивают высокую точность. Расчеты можно дополнительно упростить, если выполнены рекомендации по выбору индукции на 15-25% ниже максимально допустимого уровня. В этом случае потери в сердечнике можно пренебречь и не рассчитывать максимальное падение напряжения, а задавать его. Тем не менее вот формулы расчета:

$$dU = p' / (P_{II} + p'),$$

P_{II} – суммарная мощность вторичных обмоток,

$$p' = \alpha \cdot dT \cdot \text{Плкат} \cdot \left(1 + \beta \frac{\sqrt{v}}{1+v}\right) - \text{потери в катушках},$$

dT – заданный перегрев, обычно 50 градусов,
 α – коэффициент теплоотдачи,
 β – величина, равная отношению площади сердечника P_s к площади катушек Плкат ,

v – соотношение потерь, равное отношению потерь в сердечнике к потерям в катушках. Это ключевая величина, определяющая режим работы трансформатора. Ее рассмотрение выходит за рамки статьи. Оптимальные значения можно определить как
 $v = 1$ для тороидальных трансформаторов
 $v = (1 + \beta)^2$ для стержневых трансформаторов
 $v = 1 + \beta$ для броневых трансформаторов.

Количество витков в первичной обмотке $N_1 = 220 \cdot K_1 \cdot W/E$
 Количество витков во вторичных обмотках $N_i = U_i \cdot K_2 \cdot W/E$, для накальных (сильноточковых) обмоток следует применять коэффициент K_3 .

Диаметр провода d рассчитывается исходя из токов обмоток I и плотности тока J .

$$d = \sqrt{\frac{4I}{\pi J}}$$

(продолжение следует)

ПРЕДПРИЯТИЕ
«ТРИОД»

ЛАМПЫ: Г, ГИ, ГК, ГМ,
 ГМИ, ГС, ГУ, 6... и др.
 Магнетроны, клистроны, тиратроны,
 разрядники, ФЭУ, видиконы и др.
 ВЧ, СВЧ-транзисторы.
 Со склада и под заказ.
 Гарантия, доставка, скидки

(044) 478-09-86, 477-38-06 (с 10.00 до 17.00)
 E-mail: ur@triod.kiev.ua

Универсальный контроллер CD-ROM-магнитофон с дистанционным управлением

(Окончание. Начало см. «РХ» 2/2000, с.55-57)

Александр Торрес, г. Харьков

При использовании базового блока без ДУ можно использовать набор кнопок с диодно-транзисторным (или любым другим) шифратором. Вместо ДУ на базе серии 1506 с кодом RC4 можно использовать еще один микроконтроллер, принимающий коды ДУ в коде RC5, и использовать импортные пульты ДУ. Для этого достаточно дешевых контроллеров младших серий PIC, AVR или MCS-51.

При подаче питания с установленным джампером «setup» контроллер входит в режим установки параметров. Для отображения используются оба ЖКИ-индикатора, поэтому если подключен только один, то неважно, какой именно. Управляющие коды кнопок 0-7 также тождественны кодам 8-15 и используются следующим образом:

Кнопка	Код	Альтерн. код	Функция
1 или 9	0	8	Следующий параметр
5 или 13	4	12	Предыдущий параметр
2 или 10	1	9	Запись
3 или 11	2	10	+10
7 или 15	6	14	-10
4 или 12	3	11	+1
8 или 16	7	15	-1

При входе в режим установок слева на индикаторе высвечивается номер параметра, справа - его величина в десятичном виде. Кнопками 1 и 5 можно выбирать устанавливаемый параметр, а 2,4,7,8 - установить величину параметра. При изменении величины какого-либо параметра это индицируется знаком «-», который означает, что параметр изменен. Этот знак убирается при нажатии кнопки «Запись» (2 или 10). Если после изменения величины параметра перейти к другому параметру (без нажатия «Запись»), то изменения не производятся.

Вид индикатора в режиме «SETUP»:

P		N1	N0		S		Q2	Q1	Q0
---	--	----	----	--	---	--	----	----	----

где P - признак режима setup, N1N0 - номер параметра, Q2Q1Q0 - величина параметра, S - признак изменения величины параметра.

Первые 16 параметров - таблица соответствия кодов команд и их функций. Функции 0-7 относятся к CD-проигрывателю, 8-15 - к магнитофону.

Параметр = код	Функция	Параметр = код	Функция
0	Play/Pause	8	Рабочий ход, снятие паузы
1	Stop/Track1/Eject	9	Стоп
2	Next - переход на следующий трек	10	Перемотка вперед/поиск вперед
3	Prev - переход на предыдущий трек	11	Перемотка назад/поиск назад
4	Step+ переход на 10 сек. вперед	12	Пауза
5	Step- переход на 10 сек. назад	13	Режим поиска
6	Режим проигрывания	14	Сброс счетчика
7	Синхронизация в СТОП, изменение режима индикации - в режимах Play или Pause	15	Запись (включается на паузу, которая снимается кодом 8)

Параметр 16 - режим работы: 0 - CD Only, 1 - Tape Only, 2 - CD & Tape. Остальные параметры (17-31) относятся к магнитофону. Коды функций и коды клавиш зависят следующим образом: получив код клавиши, микропроцессор просматривает последовательно таблицу кодов. Как только в таблице найден код нажатой клавиши, выполняется функция, соответствующая данной ячейке таблицы. Если две ячейки таблицы содержат одинаковые значения кода клавиши (по ошибке), то выполнена будет первая от начала таблицы функция. Пример - таблица содержит следующие значения: 1,2,3,0,5,7,6,4,15,14,13,10,11,12,8,9 - в данном случае нажатие кнопки с кодом 0 («1-й» канал) приведет к выполнению команды перехода на предыдущий трек, а кнопки с кодом 14 - команды «Рабочий ход» магнитофона.

«Телефонный» ЖКИ содержит всего 10 знаков и может отображать цифры 0-9, пустое знакоместо, минус, букву P, букву F и два «уголка» - «_|» и «|_».

Вид индикатора CD:

N	m	T1	T0	d	M1	M0	a	S1	S0
---	---	----	----	---	----	----	---	----	----

где N,m - режим проигрывания, d - режим индикации, a - «-» (мигает в режиме автостарта), T1T0 - текущий трек, M1M0, S1S0 - минуты и секунды текущего времени. При отсутствии привода на индикаторе все прочерки «- - -», при отсутствии диска прочерки высвечиваются вместо текущего времени. В режиме «СТОП» минуты не высвечиваются, а вместо секунд - общее число треков диска.

Режимы проигрывания и индикации времени CD:

Режим проигрывания CD	Индикация режима (nm)	Режим индикации времени CD	Индикация режима (d)
Обычное воспроизведение		Время с начала трека	
Непрерывное воспроизведение (зацикливание диска)	_ _	Время до конца трека	—
Останов в конце трека	_ _	Время с начала диска	_
Обзор диска (по 10 секунд каждого трека)	F	Время до конца диска	_
Случайный порядок треков	P		

Вид индикатора магнитофона:

P		N1	N0		S	Q3	Q2	Q1	Q0
---	--	----	----	--	---	----	----	----	----

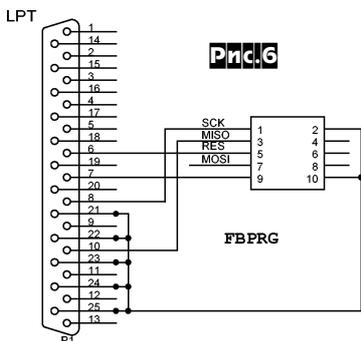
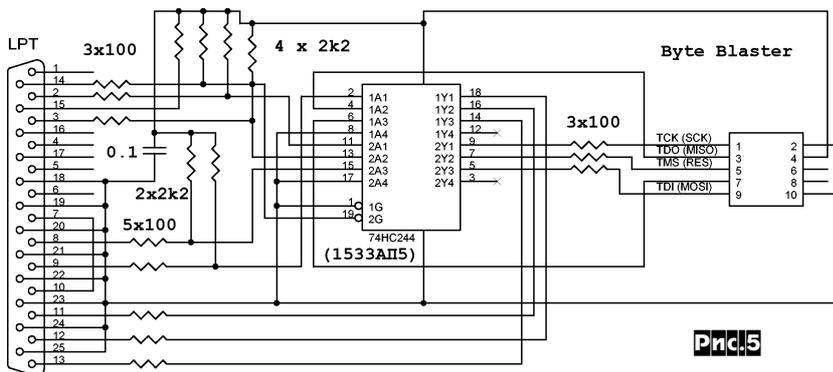
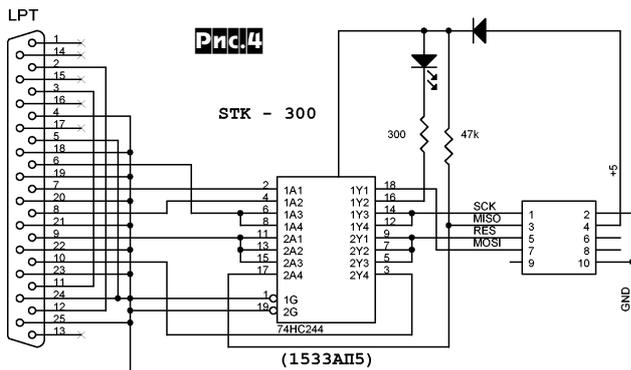
где P - режим поиска, N1N0 - режим работы, S-Q3-Q0 - счетчик ленты.

Управление магнитофоном рассчитано на 3-моторный лентопротяжный механизм с электронным управлением от «ВЕГИ-120». Данный ЛПМ требует 3 сигнала управления двигателями - РХ (включение подмотки), ПВ (перемотка вперед) и ПМ (перемотка назад) и 3 сигнала для электромагнитов. Данный ЛПМ содержит два электромагнита, управляющих кареткой с головками и прижимным роликом. ЭМ2 устанавливает каретку в рабочее положение в режиме рабочего хода (воспроизведение или запись), ЭМ1 - промежуточное положение, в котором прижимной ролик отведен от ведущего вала, а головки имеют небольшой контакт с лентой - используется в режимах поиска. Из-за большого полного хода каретки включение ЭМ1 производится одновременно с ЭМ2, после чего ЭМ2 отключается. Для увеличения усилия срабатывания электромагнитов при включении любого из них подается повышенное напряжение сигналом «форсаж». Кроме этих шести сигналов непосредственно

редственно управления ЛМП контроллер устанавливает сигнал «запись» и «разрешение выхода». Все эти сигналы представлены в инверсном виде (т.е. включенному состоянию соответствует напряжение логического нуля) на выходе дополнительного регистра (рис.2) или (в режиме Tare Only) - на выходе порта А микроконтроллера.

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Функция	форсаж	ПН	ПВ	Раб. ход	Разр. выхода	Запись	ЭМ2	ЭМ1

В моменты смены режимов работы управляющие сигналы должны выдаваться в определенной логической последовательности и с определенными временными соотношениями. Программным обеспечением контроллера предусмотрена установка пользователем всех временных задержек при настройке и их запоминание в EEPROM микропроцессора. Такая струк-



тура позволяет управлять не только ЛПМ «ВЕГА», но и многими другими. При необходимости можно использовать не все имеющиеся сигналы управления или их комбинации. Электрическое подключение ЛПМ к регистру управления зависит от требуемых сигналов. Например, ЛПМ «Веги» требует для управления моторами (ХОД, ПВ, ПН) сигнала -12 В и 0 В, переход к которым от ТТЛ сигналов можно осуществить транзисторными или оптоэлектронными преобразователями уровней.

Теперь несколько слов о изготовлении контроллера. Как уже было сказано, в минимальном варианте достаточно собрать базовый блок, содержащий две микросхемы и несколько разъемов (ну и немного резисторов/конденсаторов, конечно). Все это можно достаточно быстро спаять на макетке. Шифратор клавиатуры можно также собрать на этой же макетке или разместить вместе с кнопками на отдельной плате. Все, теперь, «прошив» микропроцессор, вы можете уже управлять CD-

ROMом или магнитофоном. При желании можно на этой же макетке установить микросхему дешифратора ДУ (1506ХЛ2 и т.п.). Если используется полная схема (CD&Tare), то регистр удобнее разместить на плате контроллера, а цепи согласования с ЛПМ отдельно. Идеальным конечно было бы использование оптронных согласователей уровня и питание ЛПМ от отдельного источника питания (обмотки трансформатора) - это уменьшит помехи от электромоторов и при срабатывании электромагнитов. Кварцевый резонатор микропроцессора можно использовать в диапазоне от 1 до 8 МГц, при этом могут понадобится небольшие изменения параметров в EEPROM.

Поскольку дать в объеме статьи дамп прошивки контроллера невозможно (да и набивать ее вручную несколько затруднительно и чревато ошибками), за ним придется обратиться в Интернет. Полную информацию можно бесплатно получить на веб-сайте «Радиолюбби» [6] или домашней страничке автора [4]. Для программирования микропроцессора AT90S8515 непосредственно в плате контроллера служит разъем J4. При этом можно воспользоваться фирменной программой Atmel AVR ISP [3] или программой AVReal Александра Редчука [5]. Первая предусматривает использование интерфейса STK-300, показанного на рис.4, вторая может работать или с Altera Byte-Blaster (рис.5), или же вообще при помощи нескольких проводов (рис.6). Все эти интерфейсы рассчитаны на подключение к принтерному порту персонального компьютера. Более подробно о записи прошивки можно прочитать в описании соответствующего ПО.

Кроме записи программы в контроллер также необходимо записать начальное содержимое EEPROM, содержащее настройки и параметры. После этого, как обычно пишут в описании схем, если схема собрана без ошибок, она должна сразу заработать.

После проверки правильности монтажа можно подключать интерфейс программирования и подавать питание (подача питания необходима при программировании), при этом должен быть установлен джампер «setup». Первым признаком правильности будет нормальная запись прошивки. Затем следует отключить программатор (для некоторых интерфейсов можно этого и не делать). Если все нормально, контроллер должен войти в режим установок параметров, после чего можно выставить коды кнопок и временные задержки для ЛПМ. Если предполагается работа в режиме CD Only с кодами кнопок 0-7, то параметры можно не устанавливать, а перейти сразу в рабочий режим (сняв джампер), но проверить режим установки не мешает хотя бы для того,

чтобы убедиться в правильной работе кнопок и индикатора.

В любом режиме работы желательно проконтролировать осциллографом выдачу строба STR на регистры ЛПМ и индикации (даже при отсутствии самих регистров). Там должны быть короткие импульсы с периодом 20 мс. В случае отсутствия индикации необходимо проконтролировать сигналы Clk, DI, DI' - они должны представлять собой пакеты импульсов с периодом повторения 200 мс (если частота кварца отличается от 4 МГц, эти периоды можно подкорректировать). В режиме CD при отсутствии самого привода на индикаторе должны быть прочерки. Далее можно подключать привод и проверять все режимы работы. В режиме Tare можно подключить на выход регистра вместо ЛПМ восемь светодиодов и при отсутствии сигнала закрытия подкассетника проверить полностью все режимы. Рекомендуется при такой проверке для наглядности установить в параметрах временные задержки большей длительности.

Ссылки

1. «Радиолюбби» 3/99 с. 53
2. «Радио» 6/86 с.48, 7/86 с. 23
3. <http://www.atmel.com>
4. <http://www.geocities.com/altor.geo>
5. <http://www.chat.ru/~avreal>
6. <http://radiohobby.da.ru>

Наша сила - в плавках

Перед летними каникулами как-то сам по себе вспомнился шуточный лозунг металлургов, заменив одну букву в котором, получаем заголовок этого выпуска «колонки редактора». Итак, замеченные «очепятки» предыдущего номера:

1. В схеме САДП с модулятором на оптроне («РХ» 2/2000, с.12, рис.12) «стрелки» в оптроне необходимо перевернуть: светодиод должен быть включен в цепь ОУ, а фотодиод - в цепь транзистора.

2. В статье «Многодиапазонная вертикальная антенна» («РХ» 2/2000, с.27, п.5.2, первая строка) напечатано A=250 мм, должно быть A=1250 мм.

3. В примечании редакции к статье «Высокоинейный УМЗЧ с внутренним истоковым повторителем» («РХ» 2/2000, с.49) неточно указана цепочка Бушера. На самом деле она представляет собой последовательно соединенные резистор 10 Ом и конденсатор 0,1 мкФ, которые следует подключить параллельно выходу усилителя.

4. В схеме «УМЗЧ с раскачкой по шинам питания ОУ» («РХ» 2/2000, с.51) полярность включения цепочки диодов VD3-VD6 следует поменять на обратную.

5. В статье «DTMF-система дистанционного управления на основе радиотелефона» («РХ» 2/2000, с.63) в третьем абзаце от конца (который начинается словами «Цепочка R29C12...») написано «...на тактовый вход выбираемого принтера», должно быть «... на тактовый вход выбираемого триггера».

Напоминаем, что подписка на второе полугодие заканчивается буквально на днях, не забудьте ее продлить (а также сообщить о журнале вашим знакомым - увеличение тиража позволит нам увеличить количество страниц при неизменной цене). Только подписчики смогут во втором полугодии заказать обновленные варианты наших фирменных CD «Радиолюбби-2000» с электронными версиями (Adobe Acrobat) всех номеров «Радиолюбби» за 98, 99 год, а также всеми «прошивками» и программами, которые упоминались в этих журналах, и аудиоCD «Аудиолюбби-2000» с десятками высокоинформативных тестовых сигналов и музыкальных фрагментов для объективных и субъективных испытаний CD-плееров, аудиоканалов CD-ROM, акустических систем, магнитофонов, усилителей, детонаторов и другой аудио и измерительной техники.

Редакция гарантирует получение всех номеров журнала, на которые оформлена подписка, даже в том случае, если по не зависящим от редакции причинам какой-то из номеров до вас не «дошел». Отправьте в наш адрес вашу подписную квитанцию и заверенную печатью и подписью начальника вашего почтового отделения справку о том, что журнал по подписке не поступил в почтовое отделение, и мы вышлем вам бесплатно и немедленно недостающий номер индивидуально заказной бандеролью из редакционных неприкосновенных запасов.

Наилучшие пожелания,

Николай Сухов, главный редактор

Как подключиться к FidoNet?

В первом номере «РХ» за этот год был напечатан список всех узлов сети FidoNet Украины. Эта публикация подверглась критике со стороны некоторых сисопов (СИСТемных Операторов), поскольку не было указано время, когда можно было бы звонить по указанным телефонным номерам к сисопам с просьбами о подключении к сети. К тому же на многих указанных номерах телефонов вообще не существует телефонных аппаратов, к ним подключены только модемы. В этом номере мы решили исправить эти ошибки и, дополнив список узлами из стран СНГ и Израиля (только некоторых сисопов, которые согласны принять новых поинтов), печатаем его в отредактированном виде.

Для получения информации по подключению к сети FidoNet звоните по указанным телефонам в указанное время ближайшему к вам сисопу или пишите по указанным электронным адресам. Из сети InterNet можно писать и на FidoNet-адрес. Для этого в поле «to:» вашего почтового клиента нужно указать преобразованный по специальной схеме адрес сети фидонет. Схема такая:

Имя_сисопа@номер_узла.номер_сети.номер_зоны.fidonet.org T.e. для того, чтобы написать по фидошному адресу 2:4627/2 из сети InterNet в поле «to:» вашего почтового клиента пишем:

yura_talimonchik@n2.f4627.z2.fidonet.org

Юра Талимончик

2:4627/2

Местонахождение сисопа	Имя сисопа	Фидошный (и e-mail) адрес сисопа	Номер телефона для голосовой связи с сисопом	Время (местное) приема звонков сисопом
г.Кузнецовск, Украина	Юра Талимончик	2:4627/2 talimon@mail.od.ua	(03636) 37836	Дневное и вечернее
г.Харьков, Украина	Вячеслав Петров	2:461/84 teenager@ru.ru	(0572) 727339	Дневное
г.Петах-Тиква, Израиль	Семен Шапоткин	2:403/189	(972)-53-499874	Дневное
г.Санкт-Петербург, РФ	Никита Сычевский	2:5030/468	(812) 4643488	Дневное
г.Екатеринбург, РФ	Стас Власов	2:5080/172	(3432) 420114	20:00-23:00
г.Красноярск-26, РФ	Дмитрий Невин	2:6090/2 nevin@mcc.krasnoyarsk.su	(39197) 34087	Дневное
г.Чистополь, Татарстан	Василий Суворков	2:5049/97	(84342) 20121	08:00-16:00
г.Донецк, Украина	Олег Иванюков	2:465/225 oleg@iv.donetsk.ua	(0622) 615009	Дневное
г.Винница, Украина	Владимир Борисевич	2:4625/53 vovaadid@mail.ru	(0432) 435534	Дневное
г.Инта, РФ	Макс Филенко	2:5003/64 themax@online.ru	(82145) 30119	Дневное
г.Ильичевск, Украина	Алексей Волошин	2:467/104.4 maniac@mail.od.ua	(04868) 63895	Дневное
г.Москва, РФ	Виет Бо	2:5020/388	(901) 7588636	Дневное
г.Уфа, РФ	Руслан Вильданов	2:5011/92 vrf@chat.ru	(3472) 526072	Вечером
г.Бендеры, Молдова	Дмитрий Гребенюк	2:469/105	(232) 22528	18:00-23:00
г.Уфа, Башкортостан	Сергей Поздняков	2:5011/109 pozner@mail.ru	(3472) 214680	18:00-22:00
г.Екатеринбург, РФ	Юрий Никитин	2:5080/112 lotsman@dialup.utk.ru	(3432) 659463	Дневное
г.Рогачев, Беларусь	Сергей Галась	2:452/51 roman220@softthome.net	(02339) 12293	Дневное
г.Харьков, Украина	Роман Роменский	2:461/220	(0572) 320576	Дневное
г.Севастополь, Крым	Владимир Салимин	2:4600/110	(0692) 420779	Дневное
г.Севастополь, Крым	Сергей Агарков	2:4600/96.11	(0692) 411846	Дневное
г.Рубцовск, Алтай	Владимир Черников	2:6002/3 walt@ok.ru	(38557) 31222	Дневное
пос.Кача, Крым	Вячеслав Яблонский	2:4600/174 dga@scorpio.cmi.crimea.edu	(0692) 734150	Дневное
г.Йошкар-Ола, РФ	Андрей Кулалаев	2:5052/4.71	(8362) 121307	Дневное
г.Симферополь, Крым	Дмитрий Ахицкий	2:460/50	(0652) 294929	Дневное
г.Мга, Лен. обл. РФ	Алексей Субоч	2:5098/11	(81262) 55135	Дневное
г.Киев	Дмитрий Задворнов	2:463/2222	(044) 4512427	20:00-21:00
г.Южноукраинск, Украина	Радислав Чрешня	2:466/109.4 root@club.yu.wildpark.net	(05136) 21841 (05136) 27706	Дневное
г.Хайфа, Израиль	Станислав Шварцман	2:404/0 stas@mikud.org	972-4-8597724	Дневное
г.Томск, РФ	Джекоб Нефедев	2:5005/96	(3822) 912181	Дневное
г.Горлока, Украина	Алексей Журавель	2:4653/24	(06242) 49521	Дневное
г.Казань, РФ	Тимур Акмалов	2:5049/122 acidwave@mail.ru	(8432) 158538	18:00-21:00 мск. вр.
г.Ривне, Украина	Мишель Ильчук	2:4621/3 sf@rivne.com	(0362) 225014	В рабочее
г.Нижний Новгород, РФ	Дмитрий Завьялов	2:5015/164	(8312) 429032	Вечером и в выходн.
г.Полтава, Украина	Александр Семенко	2:4613/204.213	592275	Дневное
г.Лубны, Украина	Евгений Семченко	2:4613/77	(261) 51779	Дневное
г.Зеньков, Украина	Александр Колесник	2:4613/61	(253) 32390	Дневное
пгт.Оржица, Украина	Александр Алексюк	2:4613/26	(257) 91285	В раб. дни после 17
пгт.В.Багачка, Украина	Игорь Бескровный	2:4613/4	(245) 92611	В раб. дни
г.Кишинев, Молдова	Влад Хруска	2:406/558	(0422) 731855	Дневное
г.Полтава, Украина	Юра Карапузов	2:4613/5	29901	Дневное
г.Сарны, Украина	Юра Бортник	2:4621/79	(03655) 32348	08:00-18:00
г.Синельниково, Украина	Виктор Вишневецкий	2:464/68	(05615) 43508	Дневное
г.Ростов-на-Дону, РФ	Владимир Леонов	2:5061/119.7	252141	10:00-23:00
г.Навои, Узбекистан	Хамза Исмаилов	2:50/528 dj@navoi.po.ru	(436) 2248715	Дневное и вечернее
г.Ангарск, РФ	Олег Чечулин	2:5070/705	(39518) 66921	В вых. с 9 до 11
г.Санкт-Петербург, РФ	Александр Десперадо	2:5030/1226	5674711	Дневное
г.Санкт-Петербург, РФ	Максим Бульчев	2:5030/363	(812) 3109918	18:00-21:00
г.Туркменбаши, Туркменистан	Андрей Спирков	2:5086/15	8243	до 23:00