

# Радиолюбби

Журнал для радиолюбителей,  
аудиофилов и пользователей ПК  
№ 1 (25)/ФЕВРАЛЬ 2002

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



**Главный редактор**  
Николай Сухов

**Редакционная коллегия**  
Георгий Божко (UT5ULB)  
Евгений Васильченко  
Александр Егоров  
Сергей Кубушин  
Евгений Лукин  
Всеволод Марценюк  
Олег Никитенко  
Александр Торрес  
Николай Федосеев (UT2UZ)  
Георгий Члиянц (UY5XE)  
Владимир Широков

**Адрес редакции**  
Украина, 03190, Киев-190, а/я 568  
Тел./факс: (044) 4437153  
E-mail: radiohobby@mail.ru  
Fido: 2:463/197.34  
<http://radiohobby.go.to>  
<http://radiohobby.da.ru>

**Распространение**  
по подписке в любом отделении связи:

**Украина** - по «Каталогу видань  
України» ДП «Преса», **индекс 74221**

**Россия и другие страны СНГ, Литва,  
Латвия, Эстония** - по каталогу «Газеты  
и журналы» агентства Роспечать,  
**индекс 45955**

**Дальнее зарубежье** - по каталогу  
«Russian Newspapers & Magazines  
2002» агентства Роспечать  
<http://www.rosp.ru>

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

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

Подписано к печати 27.02.2002 г.  
Отпечатано на журнальном комплексе издательства  
«Преса України», м.Київ, вул. Героїв космосу, 6  
Тираж 11300 экз.

Заказ № 0130211, цена договорная  
Учредитель и издатель ООО «Эксперт»  
г. Киев, ул. Гончарова, 21

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 К вопросу об изобретении телефона** ..... Г. Члиянц  
125 лет изобретению телефона Александром Беллом
- 3 Новая техника и технология: ИНТЕРНЕТ-обзор**  
«Машина времени» в Интернете, ОС Lindows - гибрид Linux и Windows, шестая «Опера», специализированные радиокомпонентные «поисковики», Rail-To-Rail ОУ с напряжением питания 0,8 В, новая серия цифровой «логики» TI AUC с напряжением питания от 0,8 В, КМОП БИС Hitachi с напряжением питания 100 мВ, одночиповые передатчики MAX2900, полнодуплексные RS-485-трансиверы SP3490 с напряжением питания 3,3 В, цифровые программируемые потенциометры Catalyst с встроенной энергонезависимой памятью, конфигурируемая пользователем аналоговая матрица Anadigm™, дисплейный драйвер MAX6951, высокочастотные электронные балласты International Rectifier для лам дневного света, ИМС недорогого синтезатора речи Winbond WTS701, новый внешний USB-саундблaster Creative Extigy с 24-разрядными АЦП/ЦАП, конденсаторный микрофон AKG C3000B, стержневой динамик с непосредственным приводом фирмы JVC, mp3-плеер Samsung Photo YEPP с возможностью демонстрации фотографий и слайд-шоу, Ericsson T68 и Nokia 7650 - первые «мобильники» с MMS, микроминиатюрные антенны Phycomp, Vextractor - программа для преобразования принципиальных схем и других чертежей из точечного в векторный формат, софтовый DSP-эмулятор лампового звука Vintage Warmer, бесплатные плагины-«улучшайзер» Enhancer к WinAmp, MultiMeter - софтовый измеритель RLC на базе звуковой карты ПК, программа разработки радиочастотных и СВЧ устройств LINC2 Pro, бесплатные версии программ анализа радиочастотных схем Serenade SV 8.5 и микрополосковых планарных структур Ensemble SV
- 10 Дайджест зарубежной периодики**  
Две конструкции 150-ваттного «лабиринта», High-End винил-корректор на металлокерамическом планарном триоде 6С17К, однотактный УМЗЧ на прямокавальном триоде 2С4С, однотактный High-End УМЗЧ на прямокавальном триоде KR842 с включением вторичной обмотки выходного трансформатора в цепь катода, 12-ваттный ламповый УМЗЧ для начинающих аудиофилов, оптимизация вторичной обмотки выходного трансформатора под разные нагрузки, транзисторный УМЗЧ класса G = A + C Дугласа Селфа, транзисторный УМЗЧ с выходным каскадом вне петли общей ООС, УМЗЧ для электрогитар, УВ для кассетного плеера, двухканальный спаренный регулятор уровня на одиночном потенциометре, аудиотестер S/PDIF, измеритель нелинейных искажений, автотестер транзисторов и диодов, тестер тороидальных трансформаторов, измеритель емкости электролитических конденсаторов, IDE/LPT адаптер на одной микросхеме, 18-разрядный измерительный АЦП с подключением к ПК через параллельный порт, бесконтактный мониторинг сетевого напряжения, преобразователь DC 12 В - AC 220 В, электронный импульсный реостат, сенсорный выключатель-таймер, акустический выключатель, ИК датчик присутствия, блокиратор телефонного «пирата», устройство аварийного вызова на основе SMS, оптоинтерфейс 2xRS-232, 13-элементная Яги на 2-метровый диапазон, рамочная антенна на 6 м и другие наиболее интересные устройства из четырех десятков свежайших зарубежных журналов
- 31 Минисправочник** ..... С.Рюмик  
Всё о мигающих светодиодах. «Анатомия», типовые схемы включения и экзотические применения
- 35 QUA-UARL** Положение о Чемпионатах Украины по радиосвязи на КВ 2002 г., Радиомарафон-2001
- 36 Вторая версия MixW от UT2UZ и UU9JDR** ..... В.Ткаченко
- 40 LC-контур из стеклотекстолита** ..... В.Марков
- 41 Лампово-транзисторный линейный усилитель мощности для любительских диапазонов** ..... Э.Гуткин
- 42 КВ усилители мощности** ..... В.Дроган, Н.Куницкий
- 44 Многофункциональный частотомер на однокристалльном микроконтроллере AT89C2051** ..... Д.Нечитайлов
- 47 Электронный кодовый замок на PIC16F84** ..... В.Соломийчук, Б.Бацак
- 49 Автомобильный стробоскоп на лазерной указке** ..... Н.Зец
- 50 Металлоискатель** ..... А.Щедрин, Ю.Колоколов
- 54 Современные массовые телевизоры** ..... И.Безверхний
- 56 Ламповый калейдоскоп** ..... С.Симулкин  
35-ваттный CIRCLOTRON на доступной элементной базе
- 57 dbx, компьютер и MP3** ..... Е.Лукин  
Устранение недостатков цифрового канала звукозаписи ПК аналоговыми средствами
- 60 Динамический бас-корректор** ..... А.Пахомов
- 62 «Радиолюбби» в гостях у SU.HARDW.TECHNOLOGY** ..... А.Торрес
- 64 Сигнализатор повреждений телефонной линии** ..... А.Бутов

# РАДИОИСТОРИЯ К ВОПРОСУ ОБ ИЗОБРЕТЕНИИ ТЕЛЕФОНА

Георгий Члиянц (UJ5XE), г. Львов



Александр Белл

бочонка, вязальная спица, старая разбитая скрипка, моток изолированной проволоки и гальванический элемент) создал аппарат для демонстрации принципа действия уха. Свой аппарат он назвал *телефоном* и продемонстрировал его 26 октября 1861 г. перед членами Физического общества Франкфурта. Справедливости ради следует заметить, что прообраз его аппарата - т.н. «ворчащую проволоку» за 24 года до Рейса создал американский ученый из Салема Ч.Пейдж.

Электрический телефон Рейса особого успеха не имел. В печати появилось несколько полумирических и полусерьезных статей, а немецкий семейный журнал «Гартенлаубе» дал

1877



1913



1919



1928



125 лет назад, 14 февраля 1876 г. профессор физиологии органов речи Бостонского университета Александр Грэйам Белл [(1847, Эдинбург - 1922, Баддек, Канада). В 1877 г. получил патент на мембрану и арматуру, а в 1884-1886 г.г. - ряд патентов в области записи и воспроизведения звука] запатентовал в США свое изобретение - телефон.

Если говорить о конкретной цели изобретателя, то она появилась, как говорят, случайно. Но сама идея создания привычного для всех нас телефона родилась не на пустом месте.

В 1860 г. учитель школы для глухонемых г.Фридрихсдорфа Йоханн Филипп Рейс (1834-1874) (следует отметить, что и сам Рейс из-за многолетней болезни практически не мог говорить) в старом школьном сарае из подручных средств (пробка от

Ознакомившись с одним из телефонов Рейса, Белл решил создать аппарат, превращающий звуки в световые сигналы. Он надеялся с его помощью научить говорить глухих детей. Вскоре, будучи выходцем из Бостона, где царил дух наживы и предпринимательства, он понял, что у него под ногами богатство - превратив телефон из научного аппарата в аппарат для практических целей более широкого круга потребителей. Отказавшись от «принципа Рейса», Белл возвращается к основам науки об электричестве - трудам датского физика Ханса Эрстеда (1771-1851) и английского профессора Майкла Фарадея (1791-1867). Правда, будучи уже знаменитым и богатым, сильно преувеличивая, Белл как-то сказал: «Я изобрел телефон благодаря своему неизвестному электротехнику. Ни один человек, хотя бы элементарно знакомый с электротехникой, ни за что бы не изобрел телефона». Зерно истины в этом заявлении есть, т.к. его аппарат был настолько прост, что, следуя всем законам электротехники, он должен был быть намного сложнее...

При оформлении патента на телефон Беллу сопутствовала и т.н. «звезда удачи», т.к. его изобретение было зарегистрировано всего лишь на два часа раньше другого телефона, созданного на том же принципе Греем (позже, в 1898 г. изобрел систему звуковой

подводной сигнализации, предупреждающей корабли о приближении другого судна - т.н. «Колокол Грея»). Не повезло и итальянцу А.Меуччи, будто бы изобретшему телефон еще в 1849 г., и француз Ш.Бурселю, представлявшему в 1854 г. описание аналогичного изобретения в свою Академию, где оно ... затерялось в пыли.

В том же 1876 г. телефон Белла был продемонстрирован посетителям Всемирной выставки в Филадельфии, а в 1881 г. на международной выставке в Париже к его аппарату выстраивались огромные очереди.

Получение патента на телефон было уделом не только изобретателя. История сохранила и такой факт. 14 октября 1876 г. генеральный почтмейстер Германии и основатель Всемирного Почтового Союза (ВПС) Генрих Стефан проверял в своем кабинете действие приобретенного телефона Белла. На следующий день у него возникла идея подключить его к телеграфной сети с почтовыми отделениями на окраине Берлина и с Потсдамом. Для реализации своей идеи он обратился за дополнительным разъяснением и консультацией к своему другу, фабриканту Сименсу, который тут же запросил бюро патентов Германии, из которого получил ответ: «... господин Белл заявки на патент под названием *телефон* в Германии не делал...». Час спустя эту заявку сделал Сименс... Вскоре фабрики Сименса стали поставлять на рынок десятки тысяч запатентованных им телефонных аппаратов.

Первая телефонная линия в Европе соединила 5 ноября 1877 г. берлинский почтамт с телеграфом (длина линии была около двух км). 12 января 1881 г. в Берлине был издан первый телефонный справочник, на двух страницах которого были приведены имена 48 абонентов.

Первая в мире телефонная линия в 1877 г. связала квартиру и канцелярию американского бизнесмена Уильдиса в Бостоне, а первая телефонная станция была установлена в 1879 г. в г.Нью-Хевене.

Одним из наиболее важных изобретений для дальнейшего усовершенствования телефонов было создание в 1878 г. английским физиком-изобретателем и профессором музыки Дэвидом Юзом (1831-1900; ранее, в 1855 г. он получил патент на буквопечатающий телеграфный аппарат) угольного микрофона, который, в свою очередь, использовал идеи американского изобретателя Томаса Эдисона (1847-1931; получил, в свое время, за свой микрофон 100000 долларов) и российского ученого М.Михальского.

Номеронабиратель был разработан в 1889 г. американцем Струдджером, а первый телефон-автомат был продемонстрирован на следующий год на Всемирной выставке в Париже.

1937



1956



1964



1968



1992

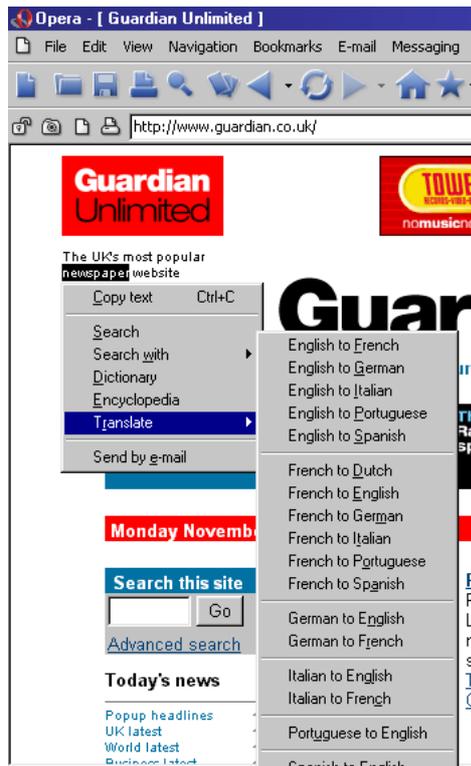
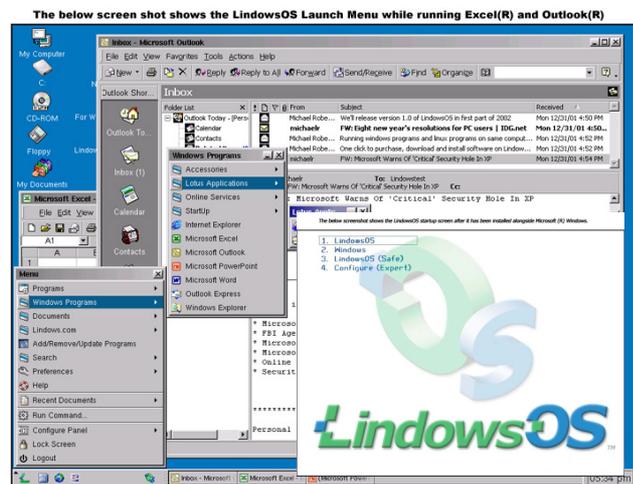


1997

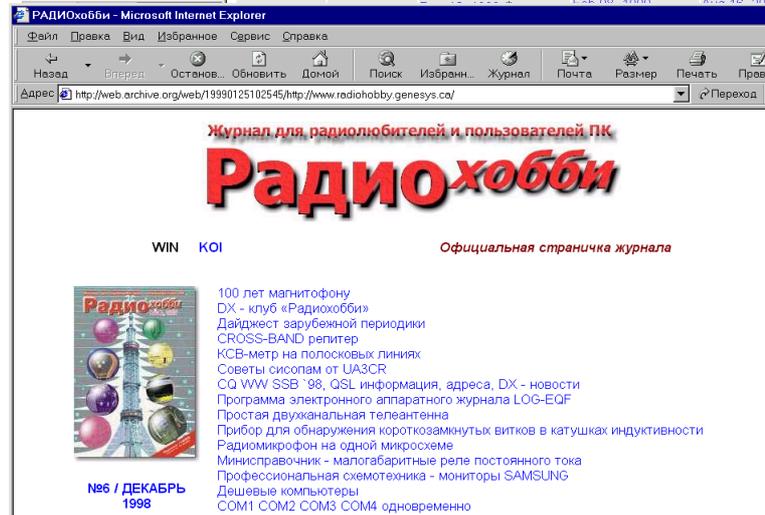
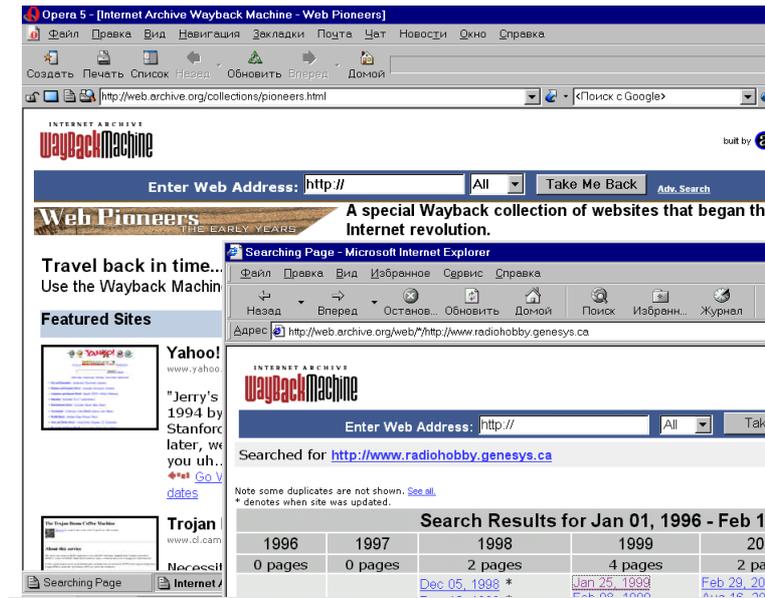


Бесплатная служба **Wayback Machine** (<http://web.archive.org>) - настоящая «Машина времени» в Интернете. На этом сайте можно перенестись назад в прошлое вплоть до начала 1996 года - на сервере хранится более 100 ТБ информации (или 11 миллиардов html-страниц) архивированных сайтов за последние 5 лет. В особой коллекции собраны слепки сайтов «WEB-пионеров» (<http://web.archive.org/collections/pioneers.html>) начиная с 1993 года, а также **документы прародителя Интернет - сети ARPANET** (<http://www.archive.org/arpnet/index.html>), начиная с 1969 года. Пользоваться «Машиной времени» предельно просто - достаточно набрать в специальном поле URL интересующего вас сайта, и через несколько секунд вы сможете выбрать дату архивации - «точку на оси времени», после чего простым кликом вы увидите архивированное содержание сайта с текстом и графикой. Мы быстро убедились, что таким вот образом элементарно доступен наш первый сайт «Радиохобби» с самыми первыми номерами журнала, созданный еще в 1998 году на давно уже недоступном в «живом» виде сервере <http://www.radiohobby.genesys.ca>

Доминирование Windows на рынке ОС для домашних ПК не нравится многим, но что поделаешь, ведь большинство необходимых и привычных программ и периферийных устройств не работают под бесплатной и стабильной Linux. Устранить такую вынужденную зависимость от монополии Microsoft может **новая операционная система Lindows** (<http://www.lindows.com>) - своеобразный **гибрид Linux и Windows**. Она позволит выполнять программы, созданные как для одной, так и для другой ОС. Майкл



Робертсон, основатель компании Lindows.com, Inc., известен многим как учредитель популярного портала MP3.com. Выход окончательного варианта первой версии немного затягивается, но уже сегодня Майкл сообщает, что ее установка будет занимать не более 10 минут и может быть выполнена поверх Windows с сохранением возможности запуска последней (мультизагрузчик входит



в Lindows). Системные требования по современным меркам скромные - достаточно ПК класса Pentium с ОЗУ 64 МБ и 1 Гб на винчестере.

Краткая новость поклонникам «Оперы»: вышла шестая бесплатная версия (<http://www.opera.com/press/guides/reviewer/#operasix>) этого самого скоростного и непритязательного к ресурсам ПК браузера. Кроме «косметических» изменений - нового еще более стильного дизайна и возможности выбора и даже создания собственных графических обложек (скинов - как в WinAmp), появился встроенный многоязычный переводчик (правда, на русский пока нет, но перевод с итальянского, французского, испанского, португальского, немецкого на английский - свойство все равно очень полезное для наших вебсерферов, знающих в большинстве своем только английский). Улучшены также скорость рендеринга изображений, удобство поиска, конфигурируемость. Новая версия работает под любой Windows от 95 до XP, доступна также **Opera 6 и под ОС Linux**.

Специалисты ЗАО «ДиалогНаука» (<http://www.DialogNauka.ru>) еще раз напоминают о том, как опасно запускать какие-либо файлы-вложения с непонятными именами, даже если письмо пришло от знакомого вам адресата. Беспокойство возникло не на пустом месте - появился новый интернет-червь **MYPARTY**, который приходит в виде письма с темой «New photos from my party» («Новые фотографии с моей вечеринки»). В аттаче находится файл, замаскированный под адрес Web-страницы с именем [www.myparty.yahoo.com](http://www.myparty.yahoo.com). Эта «ссылка» на самом деле - замаскированный файл. Последнее расширение имени этого файла «com», а значит, в приложении - обыкновенный исполняемый файл. Письмо рассчитано на то, что увидев набор букв - якобы адрес Web-сайта, пользователь обязательно захочет посмотреть на содержание и таким образом запустит вирус. Судя по тому, с какой скоростью происходит распространение вируса, расчет авторов это-

# НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

го червя оказался верен. Подробное описание его функционирования приведено ниже.

При запуске вирус первым делом проверяет текущую системную дату, и если она не соответствует диапазону 25-29 января 2002, или же в системе установлена русская клавиатурная раскладка, пытается перенести запущенный вирусный файл в корзину и немедленно завершает свою работу. Иначе вирус проверяет тип операционной системы и в случае WinNT/2k/XP устанавливает троянскую программу. Для этого он извлекает из собственного тела упакованный программный код и копирует под именем «msstask.exe» в каталог автозапуска текущего пользователя:

`%USERPROFILE%\Startup\Programs\Startup\msstask.exe`

При следующем входе пользователя в систему троянец создаст в системе еще один пользовательский рабочий стол с именем «SecondDesktop», считывает зашифрованные «управляющие данные» с адреса <http://209.151.250.170/wares-xchg.cgi?xxxxxxx> (где xxxxxxx - случайное число), расшифровывает их и производит последовательность действий с запуском на втором невидимом рабочем столе Microsoft Internet Explorer и передачей ему в качестве параметра адресов страниц, указанных в управляющих данных, после чего может «эмулировать» нажатия на клавиши пользователем. Таким образом, инфицированный компьютер может использоваться для «накрутки» счетчика на заданных автором вируса страницах и выполнения произвольных скриптов.

Для размножения вирус достает адрес зарегистрированного в системе SMTP сервера, используемого Outlook, Outlook Express или Internet Mail, получает имя файла Адресной Книги Windows, сканирует его и извлекает e-mail адреса. Далее получает имена DBX-файлов текущего пользователя (почтовые базы Outlook Express) и также извлекает из них e-mail адреса. После этого вирус производит рассылку собственных копий по первым найденным пятистам e-mail адресам с заголовком:

*Subject: new photos from my party!*

и телом письма

*Hello!*

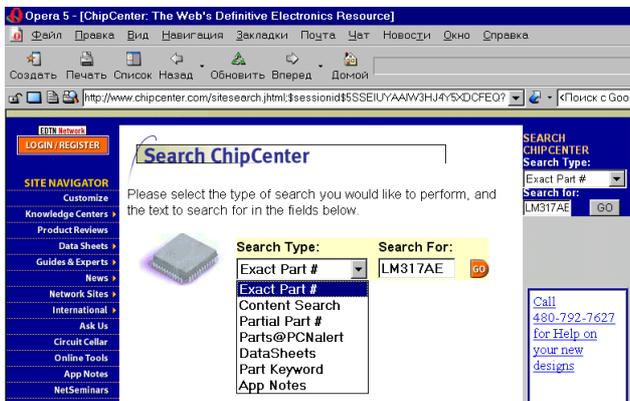
*My party... It was absolutely amazing!*

*I have attached my web page with new photos!*

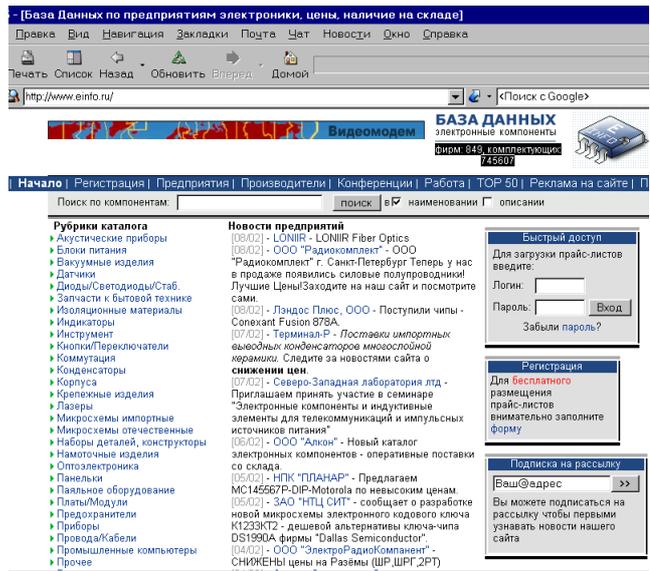
*If you can please make color prints of my photos. Thanks!*

Тело вируса пересылается в формате UUENCODE с именем вложения «www.myparty.yahoo.com».

Кроме того, вирус посылает статистику о собственном размножении (количество найденных e-mail адресов) на e-mail адрес [narster@gala.net](mailto:narster@gala.net).

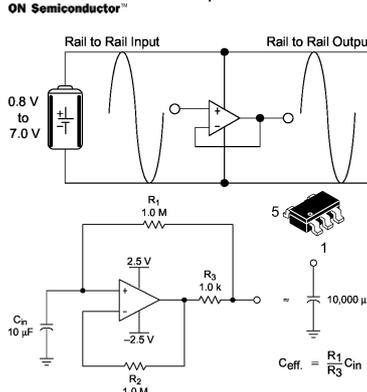


**Характеристики и описания разных электронных компонентов в Интернете** можно пробовать искать обычными глобальными поисковыми системами, наиболее популярной из которых (и к тому же понимающей русский язык) сегодня является <http://www.google.com>. Но количество найденных ими ссылок часто исчисляется сотнями сайтов, поэтому более конкретный поиск (в смысле меньше ссылок, но более точных), особенно при неполной информации о том или ином компоненте, лучше производить на специализированных «радиокомпонентных» поисковиках. Такими являются, например, <http://www.chipcenter.com> с зеркалом <http://www.questlink.com>. Здесь после чисто формальной регистрации становится доступным поиск как по полному, так и по частичному наименованию компонента, а также ключевому слову. Аналогичные функции выполняет <http://www.freetradezone.com> (PartMiner), но здесь бесплатная регистрация завершается уже логином и паролем, которые высылаются на ваш e-mail. Никакой регистрации, а главное все на русском, да еще и с координатами «где в СНГ все это можно купить» - это <http://www.einfo.ru> (быв-



ший [www.ICmicro.ru](http://www.ICmicro.ru)). К моменту выхода этого номера «РХ» тут собраны данные по 745607 комплектующим и 849 фирмам, но благодаря хорошо продуманной структуре (все компоненты рассортированы по 40 рубрикам) поиск занимает минимум времени.

**NCS2001** фирмы **ON Semiconductor** (<http://www.onsemi.com>) - первый недорогой (\$0,6) **Rail-to-Rail ОУ** с субвольтовым напряжением питания, имеющий гарантированные характеристики при однополярном питании напряжением 0,9 В (или ±0,45



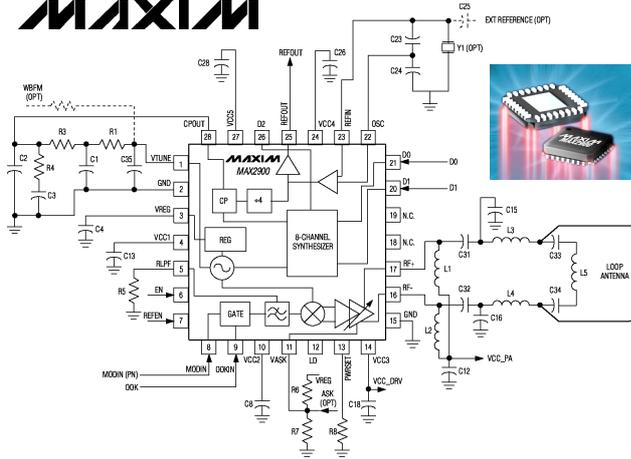
В) и сохраняющий работоспособность вплоть до 0,7 В. Он идеально подходит для устройств с питанием от одного никель-кадмиевого или никель-металлгидридного аккумулятора. Его типовые характеристики: напряжение смещения нуля 0,5 мВ, входной ток 10 пА, макс. выходной ток 40 мА, частота единичного усиления 1,1 МГц, скорость нарастания 1,6 В/мкс, спектральная плотность ЭДС шума 100 нВ/√Гц, коэффициент гармоник 0,008%, максимальное напряжение питания 7 В. Выпускается в миниатюрном корпусе SOT23-5/TSOP-5 для монтажа на поверхности.

**Texas Instruments** (<http://www.ti.com>) также представила микросхемы с субвольтовым напряжением питания **Advanced Ultra-Low Voltage CMOS (AUC)**, работающие при  $U_{пит}=0,8...2,7$  В. В новую серию **SN74AUC1G\*** входят как элементы простой логики (буферы, триггеры, ИЛИ, И, мультиплексоры, D-триггеры и др.), так и Widebus™. Типовое время задержки от 1,5 до 3,1 нс, потребляемый в статическом режиме ток 10 мкА, нагрузочная способность - до 9 мА. Конструктивное исполнение - SOT-23 и NanoStar™.

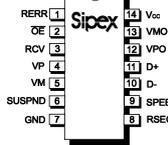
**A Hitachi Ltd.** объявила о завершении разработки совместно с лабораторией технологии микросистем Массачусетского технологического института первой **КМОП-БИС с напряжением питания 100 мВ** (<http://global.hitachi.com/New/cnews/E/2002/0205/index.html>). Этим впервые в мире достигнут теоретически минимальный предел напряжения питания для КМОП-ИМС при комнатной температуре и кардинально снижена потребляемая мощность. Технология найдет применение в БИС и СБИС для ПК класса ноутбук, нового поколения сотовых телефонов и других устройств, требующих высокой вычислительной производительности при минимуме энергопотребления.

**Серия одночиповых передатчиков MAX2900** (<http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/MAX2900-MAX2904.pdf>) мощностью

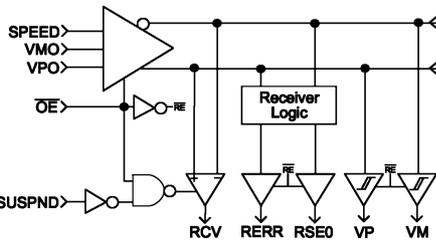
200 мВт работает в ISM-диапазоне (Industrial/Scientific/Medical - 902-928 МГц в США и 868-870 МГц в Европе) и выполнена в 28-



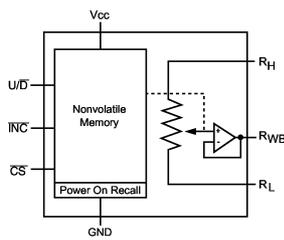
выводном 5x5 мм QFN. В таком небольшом корпусе сосредоточены BPSK, OOK, ASK и FM-модулятор, модуляционный фильтр, ГУН с tank circuit, 8-канальный синтезатор с ФАПЧ и 200-милливатный УМ. Максимальная выходная мощность при напряжении питания 4,5 В достигает +23,5 дБм (потребляемый ток 150 мА), а при 3,0 В 17 дБм (75 мА). Этого достаточно для связи на расстоянии до 1 мили в системах телеметрии, охраны, автоматического доступа и т.п.



Фирма Sipex (<http://www.sipex.com>) выпустила серию ИМС SP3490 полно- и полудуплексных трансиверов последовательного интерфейса RS-485 с напряжением питания +3,3 В и встроенной защитой от статического электричества (2 кВ ESD). В серии имеются как высокоскоростные полудуплексные SP3490, SP3491 со скоростью обмена 10 Мб/с, так и экономичные варианты SP3492 (2,5 Мб/с), SP3493 (250 кб/с), потребляющие всего 1 мкА в режимах ожидания. Микросхемы поддерживают последовательные протоколы RS-485, RS-422, имеют приемники с дифференциальным входом чувствительностью ±200 мВ и совместимы по уровням сигналов и расположению выводов с распространенными 5-вольтовыми ИМС аналогичного назначения. Выпускаемая этой же фирмой недорогая ИМС USB-интерфейса SP5301 обеспечивает полудуплексный обмен на скоростях 12 (ISDN, принтеры, звук) и 1,5 Мб/с (клавиатура, мышь, игровая периферия) при токе потребления не более 6 мА (или 20 нА в режиме suspend).

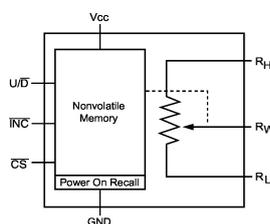


Цифровые программируемые потенциометры Digitally Programmable Potentiometer (DPP™) фирмы Catalyst Semiconductor (<http://www.catalyst-semiconductor.com>)



CAT5111

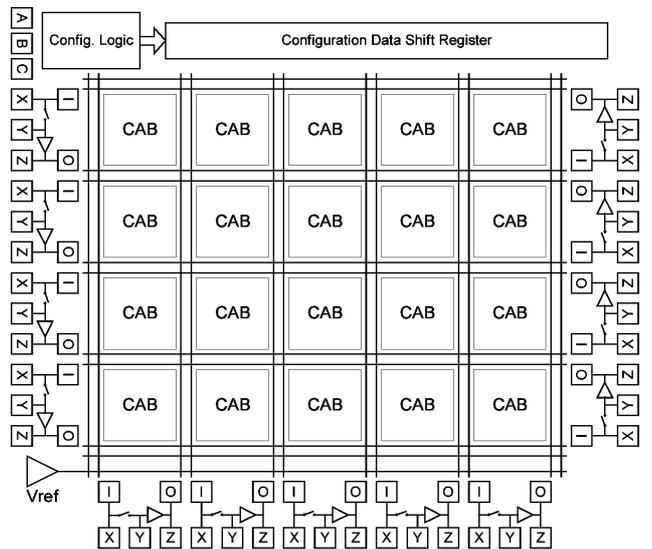
CAT5113



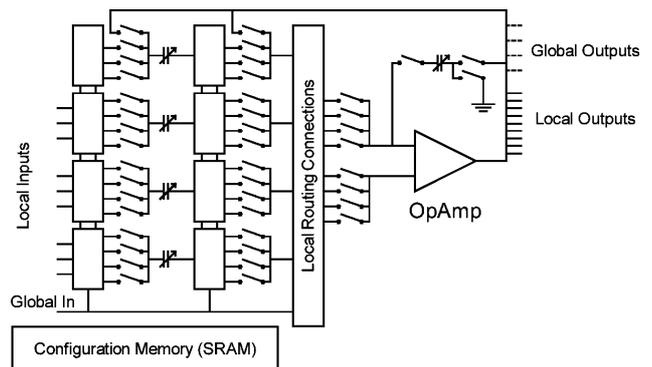
[www.catalyst-semiconductor.com/iko\\_bld\\_page.cfm](http://www.catalyst-semiconductor.com/iko_bld_page.cfm) CAT5111 и CAT5113 имеют по 100 дискретных «положений» или шагов изменения сопротивления и управляются через простой 3-проводной цифровой интерфейс Up/Down - Increment - CS. Отличие от аналогов заключается в том, что «положение движка» сохраняется во встроенной энергонезависимой памяти, т.е. не теряется при выключении питания и автоматически возобновляется при включении питания. CAT5111, кроме того, имеет встроенный буфер-повторитель напряжения, позволяющий применять эту микросхему как прецизионный трехвыводный делитель напряжения с высокой нагрузочной способностью. Эти микросхемы имеют невысокую цену (\$0,7 в оптовых поставках от 1000 шт.) и как нельзя лучше подходят для систем с автокалибровкой, дистанционным управлением и т.п. При напряжении питания 2,5...6 В потребляемый ток не превышает 100 мкА. Образцы микросхем можно бесплатно заказать прямо на сайте по адресу [http://www.catalyst-semiconductor.com/iko\\_bld\\_page.cfm?id=47](http://www.catalyst-semiconductor.com/iko_bld_page.cfm?id=47)



БИС AN10E40 Anadigm™ - первый продукт созданной всего 2 года назад английской фирмы Anadigm Ltd. Это конфигурируемая пользователем аналоговая матрица (field-



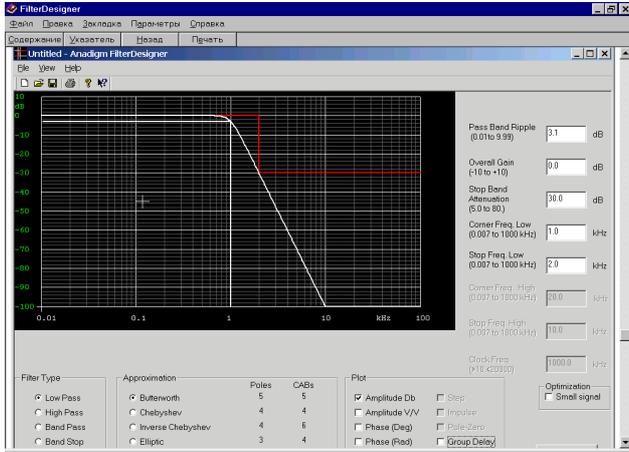
programmable analog array / FPAА), содержащая 20 «конфигурируемых аналоговых блоков» («configurable analog blocks» - CAB). Каждый CAB содержит ОУ, компаратор, матрицу из 5 коммутлируемых конденсаторов, а все вместе обрамлены программируемой



пользователем локальной и общей коммутацией. Дополнительно имеются 13 аналоговых ячеек ввода-вывода на основе неплохих ОУ (полоса единичного усиления 10 МГц, скорость изменения выходного напряжения 20 В/мкс, коэффициент гармоник 0,015%, уровень собственных шумов -94 дБА по отношению к 1 В), пара «запасных» ОУ, программируемый 8-разрядный источник опорного напряжения Vref и 4 тактовых генератора, конфигурационная память (SRAM) и контроллер. Для автоматизации проектирования, конфигурирования и отладки разработана распространяемая бесплатно (<http://www.anadigm.com/software.html>) программа AnadigmDesigner, благодаря которой буквально за минуты возможно создание разного рода устройств (усилителей, фильтров,

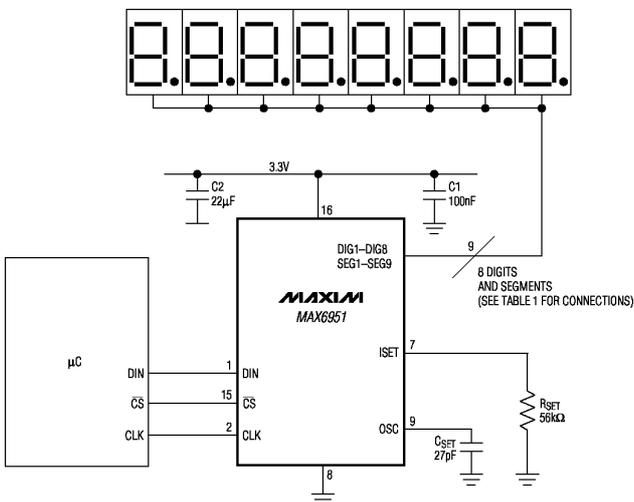
## НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

модуляторов, демодуляторов, эквалайзеров, генераторов сигналов, ограничителей, дифференциаторов и др.) стандартным для Windows-приложений методом перетаскивания «мышкой» (drag-and-drop) соответствующих функциональных «кубиков» (IP-модулей) из прилагаемой библиотеки. Полученная конфигурация может загружаться как в ПЗУ, так и оперативно (за 100 мкс) «на лету» изменяться внешним контроллером. Библиотека IP-модулей по-



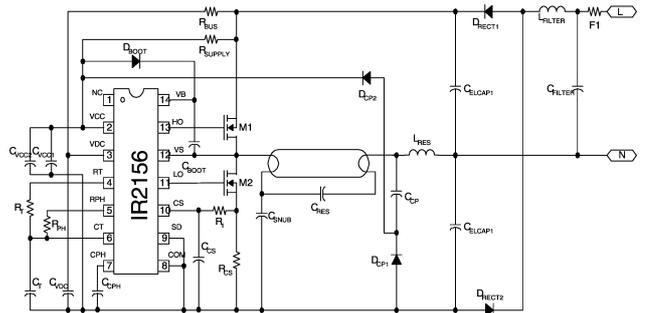
стоянно расширяется, а в конце прошлого года AnadigmDesigner дополнен модулем синтеза фильтров **Anadigm FilterDesigner v.1.5.0**, позволяющим оперативно проектировать и методом «перетаскивания» реализовывать ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ вплоть до 20 порядка. FilterDesigner можно использовать и отдельно - для определения относительных частот среза и добротности фильтров Чебышева, Баттерворта, Бесселя по задаваемой АЧХ. Загрузить FilterDesigner (1,38 МБ) можно бесплатно по адресу <http://www.anadigm.com/FD1.5.0.exe>. AN10E40 выполнена в 80-выводном корпусе 80 LQFP (17x17x2,45 мм), питание 5 В, 22 мА.

**MAXIM** [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com) представила **дисплейный драйвер MAX6951**, который позволяет управлять до 8 цифровыми 7-сегментными светодиодами индикаторами или линейкой до 64 дискретных светодиодов с общими катодами. ИМС содержит hex-декодер (0-9, A-F и точка), мультиплексор динамической индикации, светодиодные драйверы (ток до 40 мА) и статическое ОЗУ для хранения кода каждой цифры. Данные передаются по высокоскоростному (26 МГц) 3-проводному последовательному SPI™, QSPI™ или MICROWIRE™-совместимому интерфейсу 16-разрядными словами: старшие 8 разрядов определяют режимы, а младшие 4 - код соответствующей цифры (0-9, A-F). Пользователь имеет возможность дистанционно задать режим для каждого из 8 знаков - выполнять hex-декодирование или нет (т.е. возможно смешанное управление 7-сегментными цифрами и линейными шкалами), включить режим «мигания» с задаваемой частотой, выполнить 16-шаговое управление яркостью. Для снижения импульсных помех от динамической индикации (которую можно синхронизировать как внутренним, так и внешним тактовым генератором) ток драйверов имеет огра-



ниченную скорость изменения 35 мА/мкс. Это **первый драйвер, обеспечивающий нормальное свечение светодиодов при напряжении питания всего на 0,6 В больше, чем напряжение на светодиоде** (такой режим дает экономию потребляемой мощности до 65% по сравнению с обычными драйверами) - допустимый диапазон 2,7...5,5 В, потребляемый ток 10 мА в рабочем или 62 мкА в спящем режиме. Конструктивно драйвер выполнен в малогабаритном планарном 16-выводном корпусе QSOP. Цена в оптовых партиях \$4,6.

**International Rectifier** (<http://www.irf.com>) разработала новые **ИМС IR2156, IR2167 высокочастотного электронного балласта компактных ламп**



днего света, которые все больше заменяют обычные лампы накаливания и старые лампы дневного света ввиду высокой экономичности и отсутствия «мигания» светового потока. IR2156 содержит как схемы оптимального управления режимами (подогрев-поджиг-работа-выключение, параметры каждого из которых - токи, длительности, частоты - задаются внешними элементами) и защиты, так и высоковольтные драйверы полумостовых ключей M1, M2 (IRF730). Эта микросхема пригодна и для управления галогеновыми лампами высокой яркости. ИМС IR2167 дополнена еще и схемой активной коррекции коэффициента мощности (PFC - Power Factor Correction). Для упрощения и ускорения проектирования электронных балластов для ламп разной мощности и типа разработаны как детальные рекомендации **Reference Designs** (<http://www.irf.com/forms/eltdk.html>), так и ПО **САПР IRLBDA2** (International Rectifier Lighting Ballast Design Software v.2, <http://www.irf.com/whats-new/nr011108.html>), обеспечивающее на пяти шагах почти полную автоматизацию проектирования вплоть до перечня элементов схемы и рисунка печатной платы. САПР сегодня поддерживает 36 типов ламп и 7 различных конфигураций балласта, а также дает возможность добавлять новые. Более чем 20 параметров, включая частоту, напряжение, ток и номиналы компонентов выбираются пользователем. Программа также при необходимости проектирует катушку индуктивности электронного балласта. IRLBDA2 работает под Windows 95 и старше, а доступна бесплатно по адресу <http://ec.irf.com/ec/adirect/ir?cmd=eDownloadBallast>

**Winbond** [www.winbond-usa.com/products/tts/](http://www.winbond-usa.com/products/tts/) в конце прошлого года сделала прорыв в **синтезаторах речи** - ее новая мик-

## НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ



росхема **WTS701** стоит меньше \$10, но позволяет преобразовывать в реальное время текстовый файл в формате ASCII или Unicode, поступающий через последовательный SPI-порт, в произносимый электронным «диктором» аналоговый звук без дополнительных сигнальных процессоров, памяти, кодеков

или усилителей (требуется только 8-омный динамик). Микросхема выполнена в 56-выводном корпусе TSOP, питается от источника напряжением от 2,7 до 3,3 В, потребляет 35 мА в рабочем режиме или 5 мкА в режиме ожидания. Не только фонемы разных языков, но и звуковые эквиваленты специальных символов (используемых в электронной почте или чатах) пользователь может занести во встроенную память. Микросхема предназначена для автоматических информационных систем, игрушек и т.п.

### CREATIVE®

Sound Blaster® Extigy™  
The EXTERNAL Sound Blaster  
BLASTER for Stunning Digital Audio Fidelity  
on Your PC and Notebook

24bit  
96kHz/100dB SNR

EAX  
ADVANCED HD

**Sound Blaster® Extigy™** -

первая внешняя звуковая карта фирмы **Creative** (<http://www.creaf.com>), подключаемая к ПК через **USB-порт**.

Унаследовав лучшие черты внутренних PCI-карт семейства Audigy (см. «PX» №5/2001, с.5, 6), в частности, 24-разрядный ЦАП с частотой дискретизации 96 кГц, они



снабжены уже и такими же АЦП (24/96, в отличие от 16/48 у Audigy; причем микрофонный вход оборудован отдельным 24-разрядным АЦП), позволяющими оцифровывать фонограммы аналоговых источников с беспрецедентным для непрофессионального (цена Extigy™ в США \$150) устройством качеством - отношение С/Ш достигает 100 дБ, а коэффициент гармоник не превышает 0,006%. Кроме аналоговых входов и выходов имеются USB, цифровые коаксиальные и оптические S/PDIF (с поддержкой режима 24/96), а также MIDI In/Out. Устройство снабжено встроенным аппаратным цифровым сигнальным процессором (DSP), который выполняет без загрузки процессора ПК декодирование Dolby Digital®, конвертирование частот дискретизации, «виртуализацию» по технологии CMSS® (Creative Multi-Speaker Surround™) - преобразование моно и стереофонограмм в 5+1-канальные (псевдо Домашний театр), разные алгоритмы 3D-звука (в т.ч. EAX® ADVANCED HD™). Замечательно, что Extigy™ можно использовать и отдельно от компьютера (при этом многими функциями можно управлять с пульта ИК ДУ) - как автономный декодер Dolby Digital®, процессор пространственного звучания с преобразованием стерео в 5+1, S/PDIF конвертер и др. Размеры 19,5x20,5x3,9 см, масса 650 г.

**Конденсаторный микрофон С3000В** всемирно известной австрийской **AKG** (<http://www.akg-acoustics.com/english/microphones/index.html>) при «бюджетной» цене обеспечивает настоящее студийное качество, что делает его привлекательным не только для крупных, но и для домашних студий звукозаписи. Он отлично справляется как с вокалом, так и с большинством акустических музыкальных инструментов - гитарой, скрипкой, виолончелью, роялем, саксофоном, тромбонам, валторной, кларнетом, большим и малым барабанами, тарелками. Лавсановая позолоченная мембрана диаметром 1 дюйм обеспечивает кардиоидную диаграмму направленности, подавляющую тыловые акустические помехи в среднем на 30 дБ, широкий частотный диапазон (20 Гц - 20 кГц). Питание можно осуществлять от фантомного источника напряжением от 9 до 52 В, бестрансформаторный выход имеет внутреннее сопротивление



200 Ом (рекомендуемая нагрузка не менее 1 кОм), эквивалентный уровень собственных акустических шумов 14 дБА, максимальный уровень звукового давления 140 дБ (т.е. динамический диапазон 126 дБ), при этом коэффициент гармоник не превышает 0,5%. Относительный уровень электрических шумов -80 дБА, чувствительность 25 мВ/Па. Имеются аттенюатор, закругляющий чувствительность на 10 дБ и доводящий верхний предел звукового давления до 150 дБ, а также ФВЧ с частотой среза 500 Гц и крутизной спада АЧХ 6 дБ/октаву, устраняющий эффект «придыхания» при записи вокала. Размеры 160x57 мм, масса 320 г.

Новая **министересистема JVC FS-DS1000R** (<http://www.jvc-victor.co.jp/english/products/compo/FS-SD1000-S.html>) отличается не только стильным дизайном. Ее акустическая система состоит из 60-ваттного сабвуфера с 17-сантиметровым коническим динамиком (23x30x31 см, 7,7 кг) и двух 15-ваттных боковых колонок особой конструкции **DD Speaker (Direct Drive stick Speaker)** или стержневой динамик с непосредственным приводом, конструкция защищена двенадцатью патентами). Их диффузор выполнен в виде прямоугольника из полимерной пленки шириной 1 и длиной 9 см со слегка рифленой поверхностью (профиль - результат компью-

терного моделирования), по периметру которого в поле мощного неодимового магнита (3x1,5x13,5 см) расположена разделенная на две части катушка. Эта конструкция помещена в цилиндрический корпус диаметром 5 и высотой 30 см (вес 0,52 кг). Такая конструкция обеспечивает полосу воспроизводимых частот от 90 Гц (ниже работает сабвуфер) до 30 кГц при необычно широкой диаграмме направленности, в результате чего тональный баланс и детализация почти не зависят от того, как стоят колонки и где расположены слушатели. Остальные элементы системы типичны для современного «бюджетного» звука - CD-R/RW-совместимый CD-плеер и стандартный FM/AM тюнер (30x21x7,5 см, 3 кг).



Мультимедийный плеер **Samsung Photo YEPP YVP-P300** ([http://www.samsungelectronics.com/digital\\_audio\\_player/photo\\_yepp/YVP\\_P300.html](http://www.samsungelectronics.com/digital_audio_player/photo_yepp/YVP_P300.html)) отличается от других MP3-плееров тем, что кроме проигрывания звуковых файлов в форматах **mp3** и **wma** умеет воспроизводить на цветном 1,8-дюймовом ЖК-дисплее (560x220 пикселей) фотографии в формате **jpg**, слова песен или другие **тексты**, а также **файлы в формате SMIL** (Synchronized Multimedia Integration Language) - «слайдшоу», синхронизированные с музыкой и текстом. Их предварительно необходимо создать на ПК и через USB-интерфейс загрузить во встроенную 64-мегабайтную память или дополнительную внешнюю SmartMedia Card. Устрой-

во



## НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

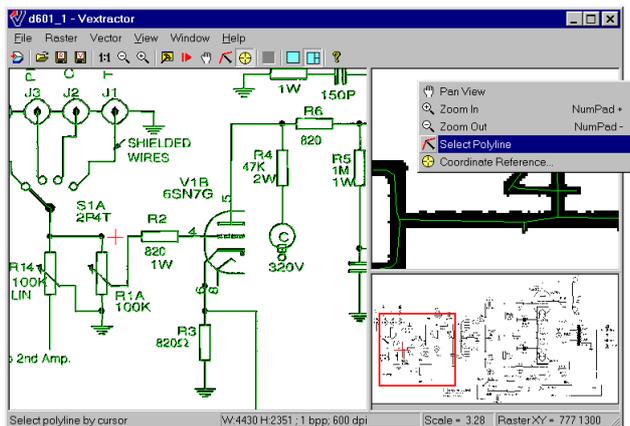
ство может выполнять и функции диктофона - запись речи производится в формате ADPCM. Размеры YVP-P300 66x104x24 мм, масса 115 г, время непрерывной работы от литий-ионного аккумулятора 3,7 В/1300 мА·Ч - 6 часов с включенным и 10 часов с выключенным дисплеем.

Новейшая разработка в мире мобильной сотовой связи называется **Multimedia Messaging Service (MMS)** - служба мультимедийных сообщений (<http://www.mobilemms.com>). MMS представляет собой сервис, подобный SMS (Short Message Service - служба коротких сообщений), но отличается примерно так же, как Windows от DOS. Она существенно расширяет сервис мобильной связи, предоставляя возможность отправки мультимедийного сообщения с мобильного MMS-телефона на такой же или на e-mail. MMS может содержать видеоклипы, изображение, фотографию, голос, музыку, форматированный текст. Новая разработка является логическим продолжением развития технологии SMS и не является расширением WAP. Размер передаваемых сообщений может достигать 100 КБ, в отличие от SMS с его чисто текстовым ограничени-



ем в 160 знаков. Сегодня MMS поддерживают две модели сотовых телефонов - **Ericsson T68** и **Nokia 7650** (оба появились в конце 2001, работают в GSM 900/1800 и конкурируют с MMS-первенством, как Маркони и Попов). Первый меньше и легче - 101x48x19 мм, 85 г, а второй массивнее - 154 г, но зато содержит встроенную цифровую фотокамеру, способную делать снимки с разрешением 640x480 пикселей и 24-разрядной глубиной цвета, а в довесок - диктофон. Его дисплей 176x208 пикселей (35x41 мм) способен воспроизвести 4096 цветов (у Ericsson T68 - 256 цветов). Соединение обоих с компьютером - беспроводное (Bluetooth).

**Миниатюрные антенны** фирмы **Phycomp** (<http://www.phycomp-components.com>) выполнены в корпусах из нетоксичной керамики для монтажа на поверхности и поэтому технологичнее и стабильнее проволочных или «печатных». Вариант для систем позиционирования GPS-CP (1,575 ГГц) имеет размеры 12x12x4 мм и при круговой поляризации обеспечивает максимальное усиление 3 dBi, VSWR 2,5 и полосу 6 МГц, а вариант для



Bluetooth®/WLAN 13x6x6 мм, 1,5 dBi, VSWR = 2 и полосу 100 МГц. Небольшая (786 КБ) программа **Vextractor v.1.4** (<http://www.vextrasoftware.com>) позволяет очистить и преобразовать изображения принципиальных схем, других чертежей и топографических карт из точечных форматов bmp, gif, tif, jpg, psx в векторный формат (dxf, dxb). Причем делает это лучше, чем более громоздкие «векторизаторы» Corel Trace и Adobe Streamline - имеется даже возможность «привязки» распознанных ортогональных линий к задаваемой координатной сетке. В преобразованных чертежах все линии ровные и одинаковой толщины, и остается только пожелать разработчикам дополнить vextractor модулем распознавания резисторов, конденсаторов и других радиокомпонентов для экспорта прямо в программы анализа электронных схем.

Любителям аналогового «лампового» звука и звукорежиссерам будет интересна программа **Vintage Warmer** фирмы **PSP Audioware** (<http://www.pspaudioware.com>), которая на ПК класса Pentium 300 с ОЗУ 128 МБ эмулирует эффекты одно- и многополосной компрессии, плавного ограничения и других, характерных как для ламповых усилителей, так и для студийных аналоговых магнитофонов. Она выполнена в виде VST или DX-плагина (PSP\_VintageWarmer.dll) к популярным программам обработки зву-

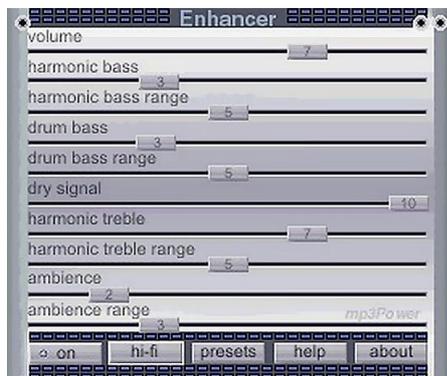


ка Cubase 3.6, 3.7, 5.x, Nuendo 1.5, Cubasis VST, WaveLab 3.x и др. Интерфейс как «передней», так и «задней» виртуальных панелей оформлен в ретроламповостудийном стиле со «стрелочными» VU-метрами, «тумблерами» и круглыми ручками регулировки эффектов и калибровки. В библиотеке предустановок можно выбрать любую из 29 типовых - как для финального мастеринга, так и для отдельных гитарных, барабанных, басовых и др. каналов. Демо версия Vintage Warmer доступна с адреса <http://www.pspaudioware.com/download/demos/PSPVwDemo.exe>. Если будете на этом сайте, не забудьте прихватить столь же стильную бесплатную программу **Vintage Meter** <http://www.pspaudioware.com/download/full/PSPvm.exe>, эмулирующую



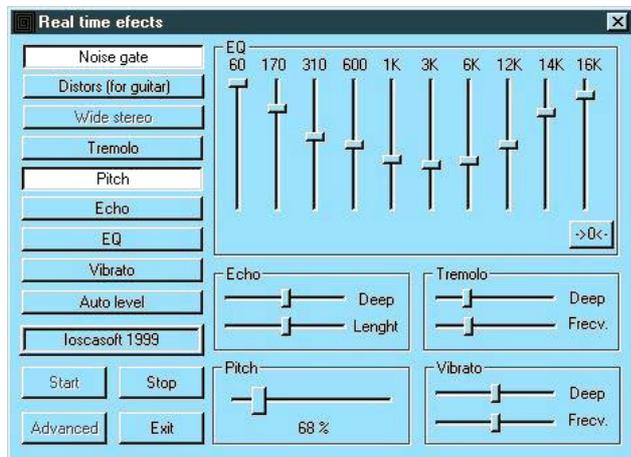
стереофонический стрелочный VU-метр или пиковый измеритель уровня с регулируемым временем интегрирования, возврата, уровнями и проч.

В противовес западным коммерческим улучшайзерам компьютерного mp3-звука от таких известных фирм как Steinberg, Sonic Foundry, Arboretum, FxSound (DFX), румынский студент и энтузиаст-радиолобитель Адриан разработал свой бесплатный

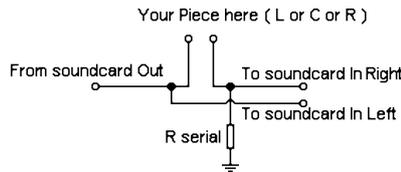
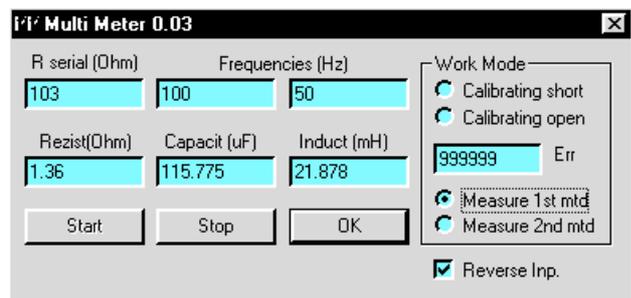


плагин-улучшайзер к Winamp, который он назвал **Enhancer**. Сегодня последняя версия 0.17, файл всего 82 килобайта доступен с [http://www.publi.ro/ady/file/dsp\\_enh.zip](http://www.publi.ro/ady/file/dsp_enh.zip). Он ничуть не хуже коммерческих аналогов, а по некоторым позициям даже лучше:

только в нем есть лимитер, плавно сглаживающий редкие, но режущие слух цифровые «пики», а также предусмотрена регуляторка тембра ВЧ/НЧ не только по уровню, но и по частотам раздела. Как и Winamp, Enhancer допускает изменение внешних оболочек - скинов, несколько десятков которых уже присланы многочисленными почитателями этого плагина и выложены Адрианом на своем сайте в разделе <http://www.publi.ro/ady/skins.htm>. Специально для музыкантов он же разработал программу **Real time guitar effects** (архив <http://www.publi.ro/ady/file/effects.zip> - 85 килобайт), выполняющую в реальном времени на ПК со звуковой картой такие гитарные эффекты, как Distortion, Tremolo, Vibrato, Pitch, EQ. Но особый интерес для читателей «Радиолюбьи», несомненно, вызовет еще одна программа, разработанная Адрианом - **Multi Meter 0.03** (<http://www.publi.ro/ady/file/mm.zip> - архив 105 килобайт).



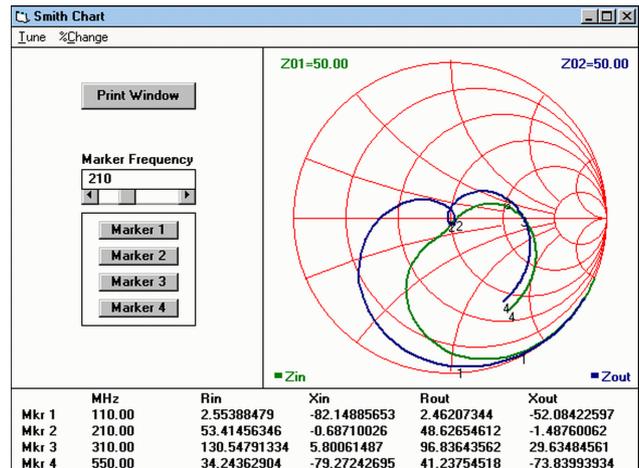
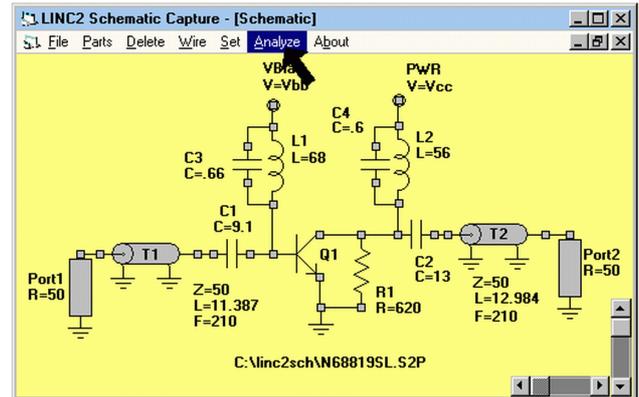
Она работает под windows 9X на ПК не ниже 486 с **полнодуплексной звуковой картой и позволяет измерять сопротивление резисторов от 1 Ом до 10 кОм, емкость конденсаторов от 0,01 до 1000 мкФ, а также индуктивность**. Для измерения между выходом и двумя (левый и правый каналы) входами звуковой карты подключается простейшая схема на одном резисторе (см. рис.), который вместе с измеряемым элементом (L, C или R) образует делитель напряжения. Программа формирует на выходе звуковой



карты одно- (при измерении R) или двухканальное (при измерении L или C) напряжение, анализирует его ослабление и сдвиг по фазе (между входами правого и левого каналов) и на основании

этих данных вычисляет сопротивление, емкость или индуктивность. Для повышения точности измерения предусмотрены два шага калибровки - K3 (short) и XX (open). Не правда ли, изящная реализация мультиметра?

В новой версии программы разработки радиочастотных и СВЧ устройств **LINC2 Pro v.2.55** фирмы **Applied Computational Sciences** (<http://www.appliedmicrowave.com>) модули анализа дополнены модулями синтеза согласующих цепей, микрополоско-

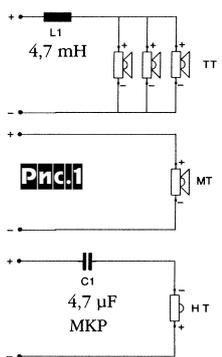


вых линий передачи и др. Для сгенерированной схемы сразу же можно посмотреть АЧХ, шумовые характеристики и устойчивость (на диаграммах Смита). Программа работоспособна на любых версиях Windows, начиная с 3.1, и при возможности, близких к аналогичной программе Advanced Design System (Hewlett Packard), в десятки раз дешевле.

Известная нашим постоянным читателям (см. «РХ» №1/2000, с.5) фирма **Ansoft** (<http://www.ansoft.com>) сделала доступными бесплатно «студенческие» версии программ анализа радиочастотных схем **Serenade SV 8.5** (<http://www.ansoft.com/about/academics/sersv/index.cfm>) и **микрополосковых/планарных структур - фильтров, делителей мощности, антенн Ensemble SV** ([http://www.ansoft.com/about/academics/ensemble\\_sv/index.cfm](http://www.ansoft.com/about/academics/ensemble_sv/index.cfm)). Разумеется, по сравнению с «полными» профи-версиями возможности несколько урезаны, но для радиолобительских расчетов более чем достаточны. Serenade SV позволяет анализировать модуляторы, кодеры/декодеры (включая Витерби), фильтры (включая цифровые), синтезаторы частот, каналы распространения и др. элементы аналоговых и цифровых передатчиков, приемников и трансиверов. Выполняются как линейный анализ (s, y, z-параметры, шумы), так и нелинейный (баланс гармоник, интемодуляционные искажения до 5-го порядка), а также оптимизация. Студенческие версии сопровождаются набором примеров, специально разработанных для тем, обычно изучаемых как на начальных, так и старших курсах радиотехнических ВУЗов.

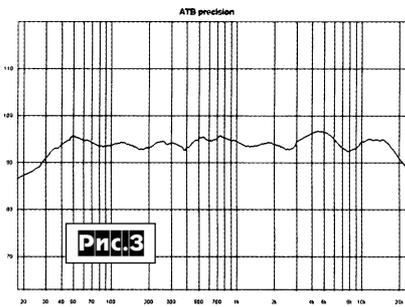


Руководитель группы разработчиков фирмы Newtronics **Херальд Хекен** спроектировал **линейку громкоговорителей**, пригодную для самостоятельного изготовления. В **трехполосном 150-Ваттном «лабиринте»** НЧ диапазон обеспечивается тремя 18-см динамиками Vifa TC-18WG, на СЧ работает 18-см Vifa PL-18W, отличающийся очень ровной АЧХ в области до 4 кГц, а на ВЧ - Scan Speak 2904. Особенностью этой АС являются минималистские разделительные фильтры: НЧ динамики включены через катушку индуктивности, а ВЧ - через конденсатор (рис. 1). СЧ динамик подключен к клеммам АС непосредственно. 38-литровую АС можно изготовить по чертежам в двух вариантах, отличающихся сложностью столлярных работ. В простейшем случае (рис. 2 справа) АС собирается из прямоугольных пластин МДФ 19-мм толщины. Немного сложнее вариант 2, требующий обработки торцов под углом (рис. 2 слева). Особый интерес представляет заполнение лабиринта. Задняя камера заполняется демпфирующим материалом на одну треть, а средняя камера - полностью. Для этого используется чистошерстяной мат, свернутый в виде буквы U. Демпфер крепится к стен-



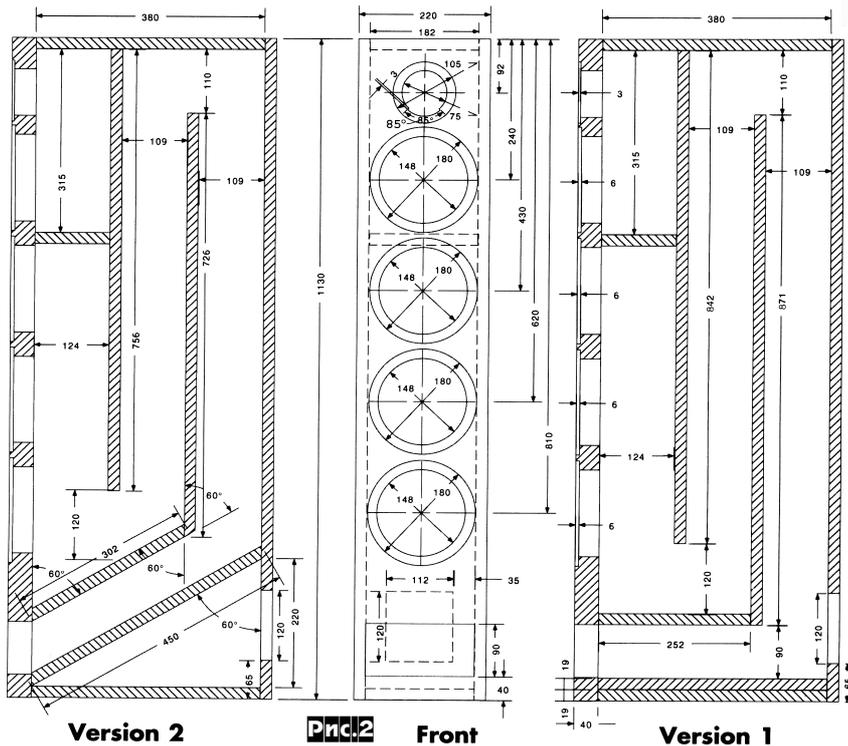
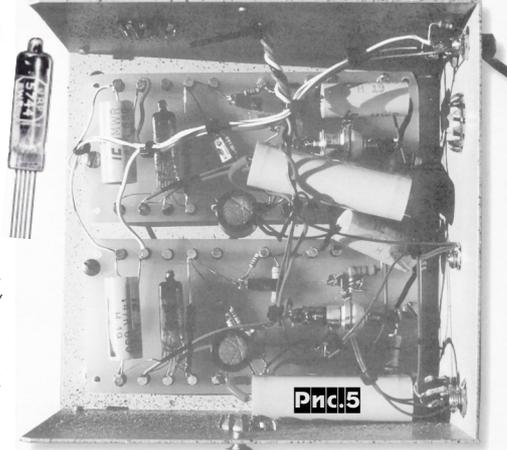
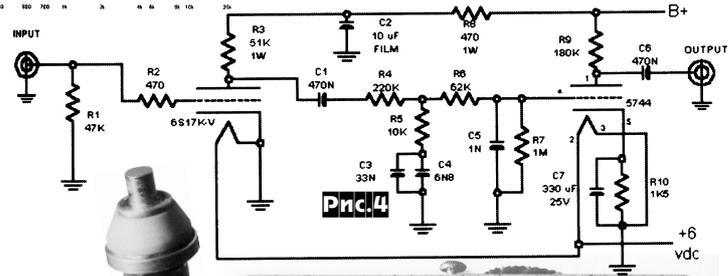
кам на стадии изготовления, т.е. до закрытия боковой стенки. Переднюю камеру можно заполнить в последнюю очередь. Наполнитель должен занимать верхнюю треть этого участка. Принятый комплекс мер дал прекрасные результаты как по объективным тестам (АЧХ равномерна от 30 Гц до 22 кГц - рис. 3, коэффициент гармоник во всем звуковом диапазоне не превышает 0,2%), так и по результатам субъективного прослушивания. Рекомендуемая мощность усилителя 150 Вт в режиме класса А/В или 20 Вт в режиме класса А («Klang+Ton» №2/2000, с.39-42).

В последнее время внимание аудиофилов-«лампадников» привлек отечественный **металлокерамический**



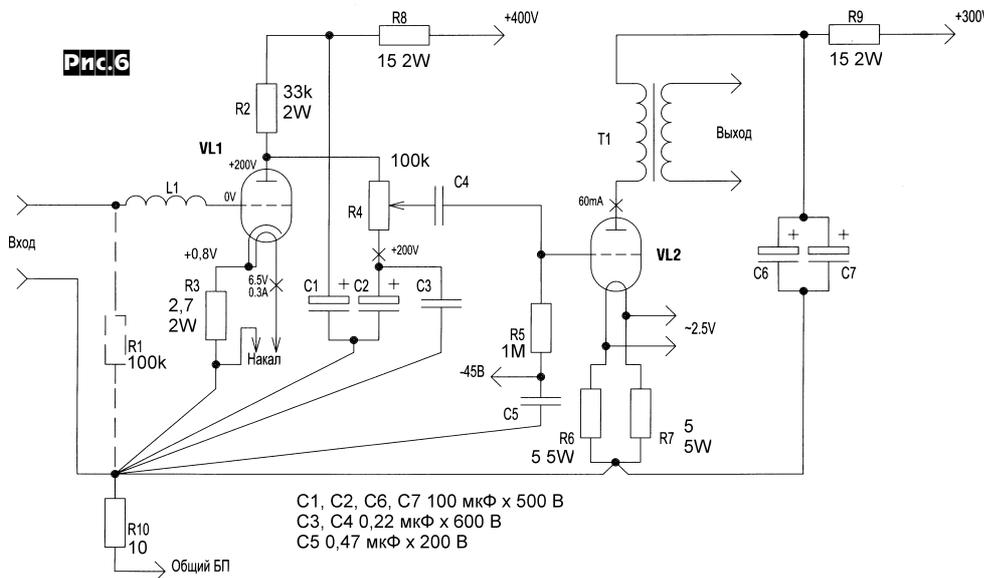
кам на стадии изготовления, т.е. до закрытия боковой стенки. Переднюю камеру можно заполнить в последнюю очередь. Наполнитель должен занимать верхнюю треть этого участка. Принятый комплекс мер дал прекрасные результаты как по объективным тестам (АЧХ равномерна от 30 Гц до 22 кГц - рис. 3, коэффициент гармоник во всем звуковом диапазоне не превышает 0,2%), так и по результатам субъективного прослушивания. Рекомендуемая мощность усилителя 150 Вт в режиме класса А/В или 20 Вт в режиме класса А («Klang+Ton» №2/2000, с.39-42).

В последнее время внимание аудиофилов-«лампадников» привлек отечественный **металлокерамический**



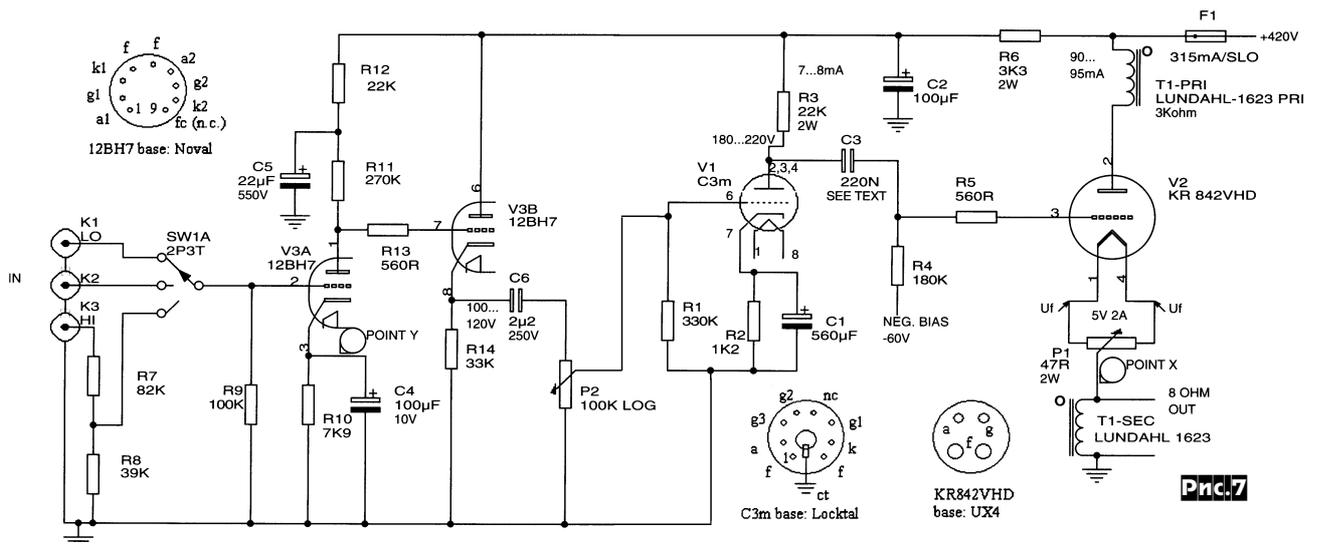
Поскольку для малосигнальных триодов сопротивление анодной нагрузки целесообразно выбирать в 3-5 раз больше, чем внутреннее анодное сопротивление лампы, то принято  $R3=51\text{ кОм}$ . Лампа отличается очень большим усилением и практически полным отсутствием «микрофонного» эффекта (в отличие от тоже малогабаритных и металлокерамических нувисторов), что позволяет обойтись всего двумя каскадами вместо обычных трех, но внутреннее соединение катода с одним из выводов подогревателя вынуждает для предотвращения фона питать накал постоянным хорошо сглаженным током - автор применил обычный трехвыводный стабилизатор на 6 В типа 7806. Еще одним положительным свойством 6С17К-В является тот факт, что ее характеристики позволяют работать без специального источника отрицательного смещения (а раз нет источника, то нет и проблем с фильтрацией его пульсаций при фиксированном смещении или избыточными шумами и другими нежелательными эффектами при автоматическом катодной RC-цепочкой) - в приведен-

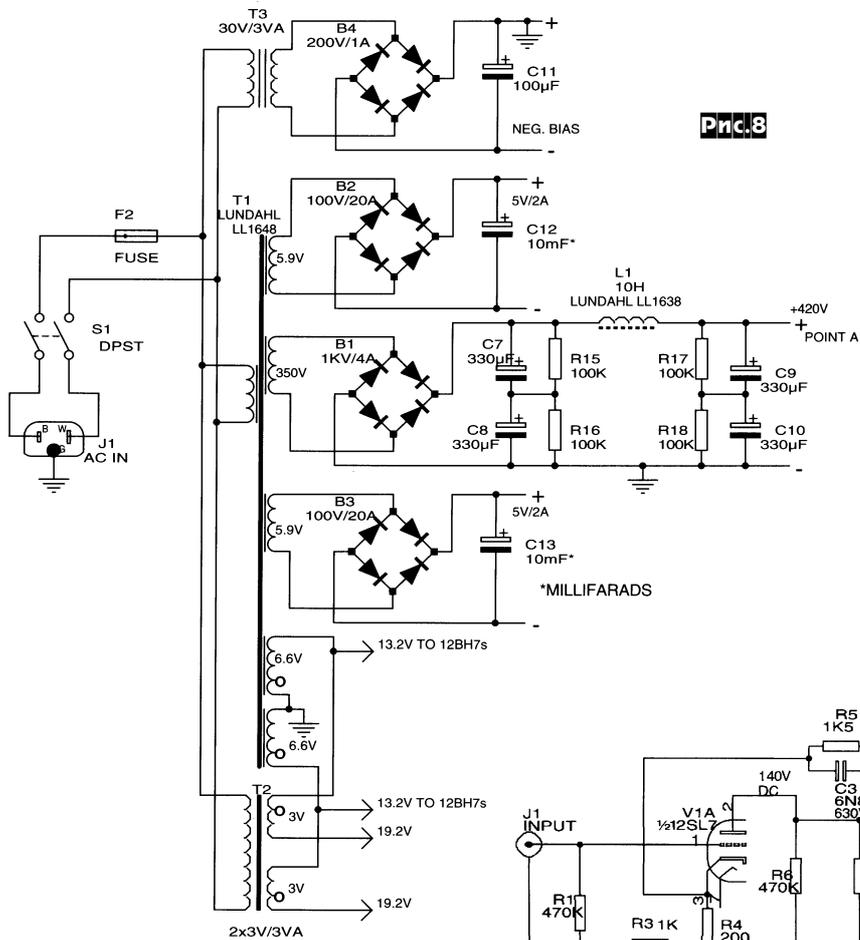
ной схеме сетка тривиально заземлена через R1=47 кОм, заодно задающий стандартное входное сопротивление для головки звукоснимателя с подвижным магнитом (ММ). При анодном напряжении питания  $V_+ = 100$  В потенциал на ано-



нии движка R4 всей цепочки R4C2C3 как бы и не существует). Выходной каскад выполнен на прямокальном триоде VL2 2C4С по обычной схеме с фиксированным смещением (-45 В через R5), но с хорошим выходным трансформатором T1: Tango X5-S. Остальные компоненты: C1, C2, C6, C7 - Black Gate WKZ, C3, C4 - ФТ-2, C5 - MultiCap RTX, R1, R5-R7 - C2-10, R4 - ALPS RK40112, остальные Riken Ohm. Блок питания - обычный на полупроводниковых элементах, кенотронный вариант никаких преимуществ не проявил («AudioXpress» №11/2001, с.18-23; «ПрактикаAV» №1/2002, с.10-13).

Маури Паньяри выполнил свой **однотактный High-End УМЗЧ (рис.7)** на новом пря-

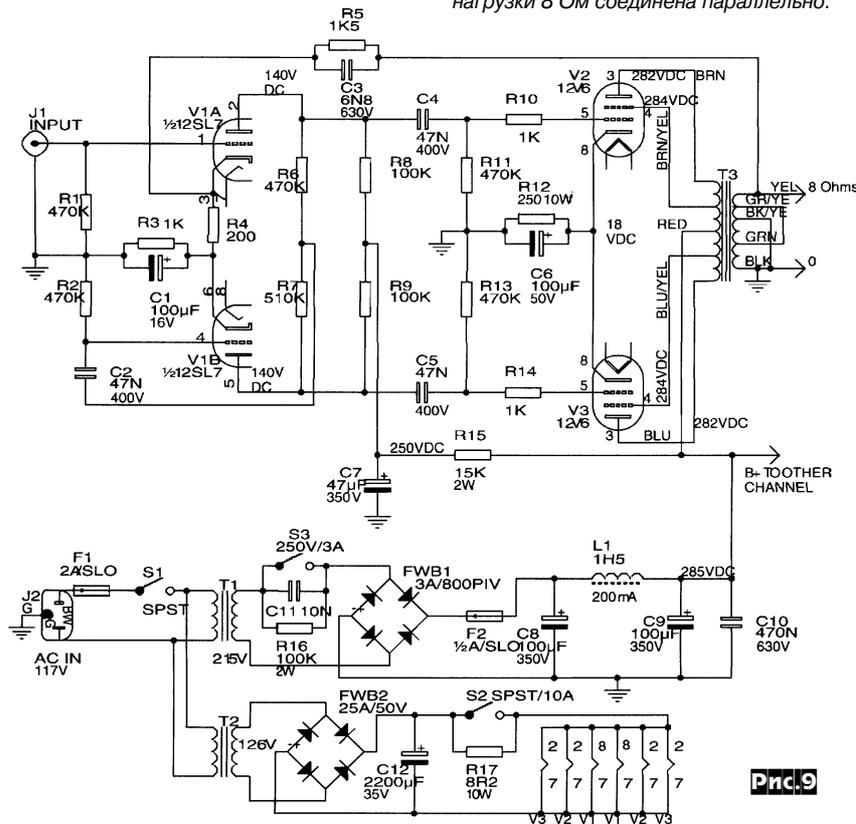




Prnc. 8

коэффициент усиления 15 и при чувствительности 3 В обеспечивает на сетке V2 требуемую раскачку 45 В. Входной каскад выполнен на двойном триоде V3 Philips. Левый по схеме триод работает с анодным током 1 мА и обеспечивает  $K_u=12$ , таким образом чувствительность усилителя составляет 300 мВ. Правый триод V3 - катодный повторитель с током катода 3 мА, достаточным для нормальной работы регулятора громкости P2, нагруженного на драйвер V1. Выходная мощность усилителя 12 Вт при полосе от 10 Гц до 30 кГц с неравномерностью 1 дБ («AudioXpress» № 12/2001, с.44-49).

**Рик Спенсер** разработал свой 12-ваттный УМЗЧ (рис.9) специально для начинающих «аудиофилов-ламповиков». Он выполнен на распространенных недорогих лампах, не критичен к отклонению номиналов элементов, но вполне позволяет «ощутить вкус» лампового звука. На двойном триоде V1 (аналог 6Н9С, но с накалом 12,6 В) выполнен усилитель напряжения, одновременно выполняющий функции фазоинвертора. Выходной двухтактный каскад на пентодах V2, V3 (аналог 6П6С, но с накалом 12,6 В) работает в ультралинейном режиме (часть переменного напряжения на аноде через



Prnc. 9

первичную обмотку выходного трансформатора T3 приложена к экранной сетке, что линеаризует характеристики лампы) с автоматическим смещением (его создают токи катодов, протекающие по R12; по переменному току этот резистор зашунтирован C6 во избежание воз-

никновения местной ООС, снижающей усиление и выходную мощность). Усилитель охвачен общей ООС через R5R4 с вторичной обмотки выходного трансформатора в катод V1A, которая частично компенсирует погрешности, связанные с разбалансом характеристик V2, V3 и неидеальностью T3. С целью исключения фона питание накальных цепей осуществляется постоянным током с выпрямителя FWB2/C12, причем для увеличения ресурса ламп использован плавный разогрев накала с «ручным» (S2, его замыкают через 10-15 секунд после включения сети выключателем S1) управлением и последующим ручным же (S3, замыкают через 20-30 секунд после S2) включением анодного напряжения. Выходной трансформатор T3 - Hammond #1608, для первых опытов его можно заменить практически любым от старой радиолы с двухтактным УМЗЧ на лампах 6V6, 6Y6, EL84, 6П6С, 6П14П. Если вместо ламп с 12-вольтовым накалом применить более распространенные с 6-вольтовым, то вторичная обмотка T2 должна быть рассчитана на напряжение 6,3 В, R17=4,7 Ома, а C12=4700 мкФ x 16 В («AudioXpress» № 12/2001, с.18-21). *Примечание.* «Короткие замыкания» частей вторичной обмотки T3 Hammond #1608 на самом деле отсутствуют ввиду того, что она многосекционная, с разным направлением намотки, и часть секций для нагрузки 8 Ом соединена параллельно.

**Малкольм Ваттс** обратил внимание на тот факт, что при стандартной схеме намотки и коммутации выходного трансформатора лампового УМЗЧ под разные нагрузки (рис. 10) в режиме 4 Ома половина витков вторичной обмотки «болтается без пользы», и по крайней

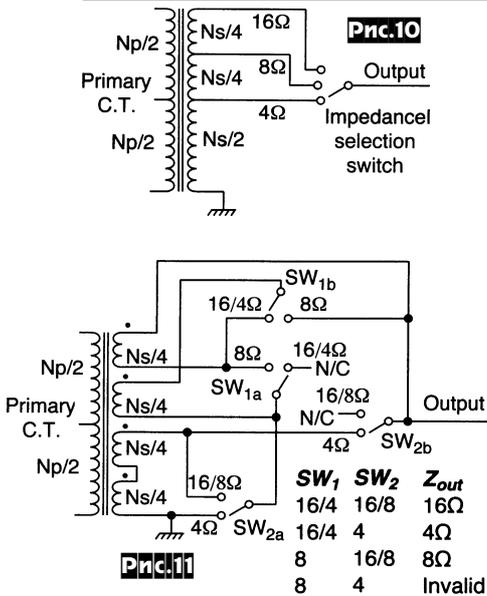


DECEMBER 2001 £2.80

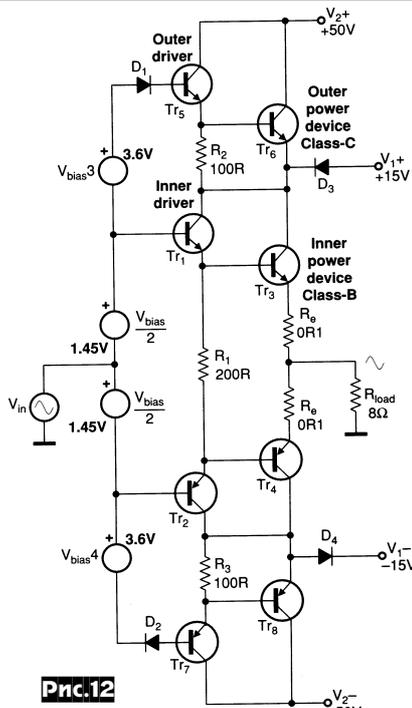
верхние четвертинки и нижняя половинка, а это эквивалентно короткому замыканию витков обмотки («Electronics World» №1/2002, с.38).

**УМЗЧ класса G** известны сравнительно давно (еще в 1976 году Toshiba применила его в своих усилителях), но пока что получили распространение только в комплексах сверхбольшой мощности - от киловатта и больше, где они действительно хорошо конкурируют с импульсными УМЗЧ класса D (КПД чуть хуже, но значительно меньше ВЧ помех), а у HiFi-конструкторов особого энтузиазма не вызывают. Действительно, изменяемое довольно резко питание «внутренних» драйверов Tr3, Tr4 в типовой схеме выходного каскада класса G (рис. 12, рис. 13) при достижении некоторого порога (обычно от 1/3 до половины максимальной) значительно повышает КПД усилителя (при мощности ниже пороговой - в несколько раз) и разгружает по рассеиваемой мощности Tr3, Tr4, но в моменты перехода с постоянного питания через диоды D3, D4 на динамическое через Tr6, Tr8 возникают кратковременные пики выходного напряжения (рис. 14), не улучшающие звучание.

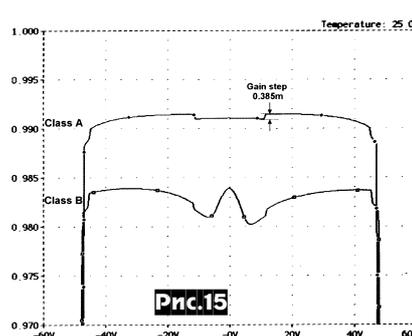
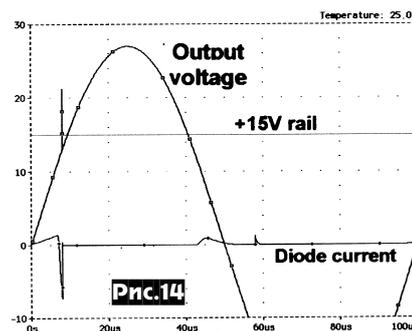
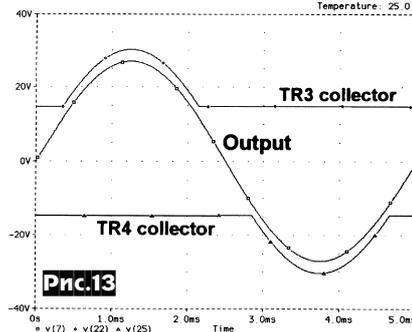
Известный английский HiFi-конструктор **Дуглас Селф** путем моделирования в SPICE определил, что «пики» возникают в моменты отключения диодов, которые должны пропускать большой ток и поэтому мощные и инерционные. Из-за огромного времени рассасывания основных носителей такие диоды закрываются сравнительно медленно, из-за чего и возникают пики напряжения - на рис. 14 хорошо видно, что пик на выходном напряжении появляется сразу за окончанием броска запирающего тока через диод. Этот ток «запускается» в диод с эмиттера Tr6, но после того, как диод закрылся, ток эмиттера продолжает некоторое время поступать (на этот раз из-за инерционности Tr6), но уже не в закрытый D3, а через емкость коллектор-эмиттер Tr3 - напрямик в нагрузку. Поиски решения проблемы привели Дугласа к современному мощным диодам Шоттки, имеющим быстродействие выше, чем у транзисторов: первый же эксперимент с Мотороловскими MBR5025L (предельный прямой ток до 50 А) как в симуляторе SPICE, так и на «живом» макете показал полное исчезновение паразитных всплесков. Следующий логический шаг, сделанный в направлении HiFi-применения схемотехники класса G - перевод внутренних транзисторов Tr3, Tr4 в режим класса А. Такое решение позволяет обеспечить линейность выше, чем в обычном классе В или АВ при существенной лучшей экономичности. На рис. 15 приведены результаты симуляции каскада в статическом режиме - зависимость коэффициента передачи по напряжению от постоянного входного на-



мере эта работающая часть (а на практике чаще всего вся вторичная обмотка) должна быть намотана толстым проводом, рассчитанным на максимальный ток 4-омной нагрузки. Это приводит к неоправданно большому расходу меди и габаритам. В предложенном Малкольмом варианте коммутации с двумя спаренными переключателями (рис. 11) все части вторичной обмотки могут быть намотаны более тонким проводом, рассчитанным на ток 8-омной нагрузки, что дает значительную (до 30%) экономию массы медного провода обмотки. В показанном на схеме (рис. 11) положении 4-омной нагрузки две верхних четвертьобмотки (каждая из которых имеет число витков, соответствующее Ns/4) включены друг с другом последовательно (т.е. вместе соответствуют Ns/2), а с нижней полуобмоткой (Ns/4 + Ns/4 = Ns/2) - параллельно, поэтому во всех частях протекают равные токи, эквивалентные току в 8-омной нагрузке. И две параллельно включенные Ns/2 части в сумме создают удвоенный ток на выходе Output, который нагружен на 4 Ома. В противоположном положении переключателя SW2 все части обмотки оказываются соединенными последовательно, это режим нагрузки 16 Ом, и опять через все части обмотки течет равный ток. Наконец, в 8-омном положении SW1 и 16/8-омном SW2 верхние четвертьобмотки соединены друг с другом параллельно (и соответствуют Ns/4, намотанной более толстым проводом), а с нижней Ns/2 последовательно, поэтому такой режим соответствует нагрузке 8 Ом. [Примечание редакции. Автор здесь несколько ошибся, обозначив такой режим 8-омным. На самом деле он теоретически соответствует нагрузке 9 Ом, поскольку число витков в 1,5 раза больше, чем Ns/2. Для действительно 8-омного режима число витков должно быть в  $\sqrt{2} = 1,41$  раз больше, чем у 4-омной части (Ns/2) или во столько же раз меньше, чем у всей 16-омной обмотки (Ns)]. К недостаткам способа следует отнести необходимость соблюдения точного равенства числа витков в соеди-



няемых параллельно обмотках, а также «защиты от дурака» - комбинация SW1 - 8 Ом и SW2 - 4 Ома недопустима, т.к. параллельно оказываются включенными



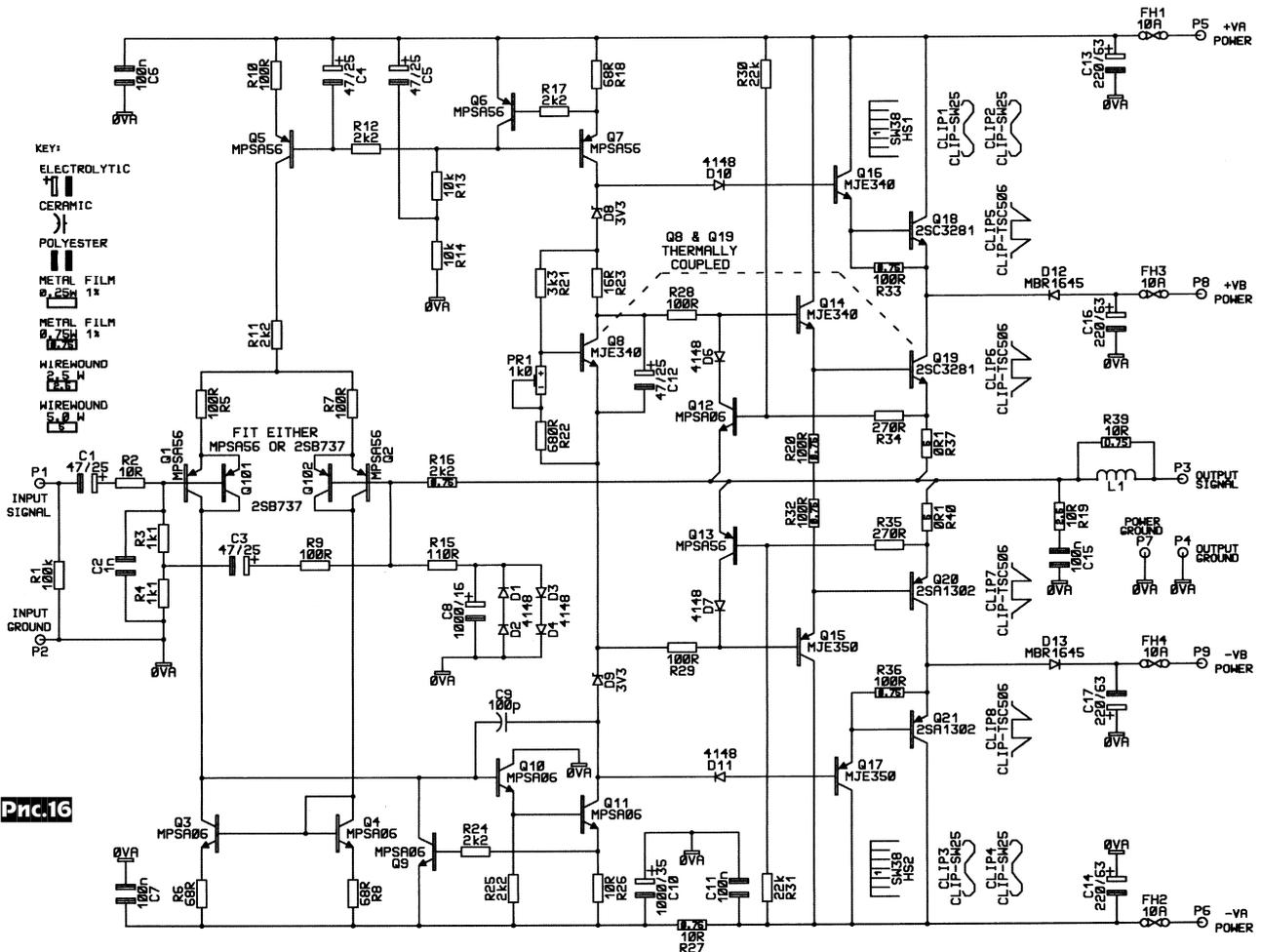


Рис.16

проявления: нижняя кривая соответствует режиму класса В с выраженной нелинейностью вблизи нулевого входного напряжения (что характерно для переходной области всех усилителей класса В), а верхняя - этому же каскаду, но с внутренними транзисторами в режиме класса А. Здесь видны только небольшие изменения коэффициента передачи в точках, соответствующих  $\pm 16$  В - на границе отключения D3, D4. Если приглядеться внимательно, то их же можно заметить и на нижней кривой, но там они замаскированы основной нелинейностью класса В; констатируем из рис.15, что верхняя кривая гораздо линейнее, хотя КПД обоих вариантов при рабочих уровнях мощности оказывается почти одинаковым. Полная схема **HiFi УМЗЧ класса G = A + C** приведена на **рис. 16**. Здесь входные каскады практически заимствованы из хорошо зарекомендовавшей себя разработки Дугласа 2000-го года [см. «РХ» №2/2001, с.19] - изменен только выходной каскад. При напряжении питания  $\pm VR = \pm 50$  В («внешнее») и  $\pm VB = \pm 15$  В («внутреннее») усилитель отдает в 8-омную нагрузку до 120 Вт, а переход к «внешнему» питанию происходит при мощности около 25 Вт (при меньшей мощности усилитель работает в чистом «настоящем» режиме класса А). На **рис. 17** показаны зависимости коэффициента гармоник от частоты при выходной мощности 20 и 30 Вт, т.е. ниже и

выше порога переключения. Из других схемных особенностей можно отметить применение во входном дифкаскаде спаренного включения транзисторов Q1Q101Q2Q102, а также низкоомного делителя в цепи ООС (обычно сопротивление резисторов R15, R16 на порядок больше). Такое решение снижает уровень собственных шумов, а также смещение нуля по постоянному току, вызванное протеканием разности токов баз Q1Q101, Q2Q102 через R3+R4 и R16. Для того, чтобы R3 и R4 не ограничивали входное сопротивление усилителя малопримемлемыми 2 килоомами, через C3 в их общую точку инжектируется напряжение с базы Q2, которое повышает  $R_{вх}$  до 15 кОм. Резисторы R5 и R7, а также относительное большое ток коллекторов транзисторов входного каскада (6 мА) уменьшают проявление нелинейности третьего порядка, а токовое зеркало Q3Q4 предотвращает дисбаланс токов коллектора пар Q1Q101, Q2Q102, а также появление на выходе этого каскада четных гармоник (они компенсируются). Каскад усиления напряжения Q11 с целью предотвращения вредного шунтирования

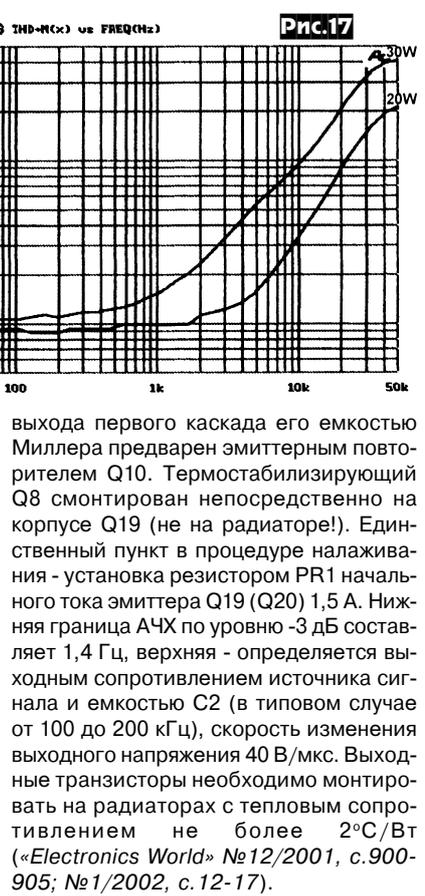
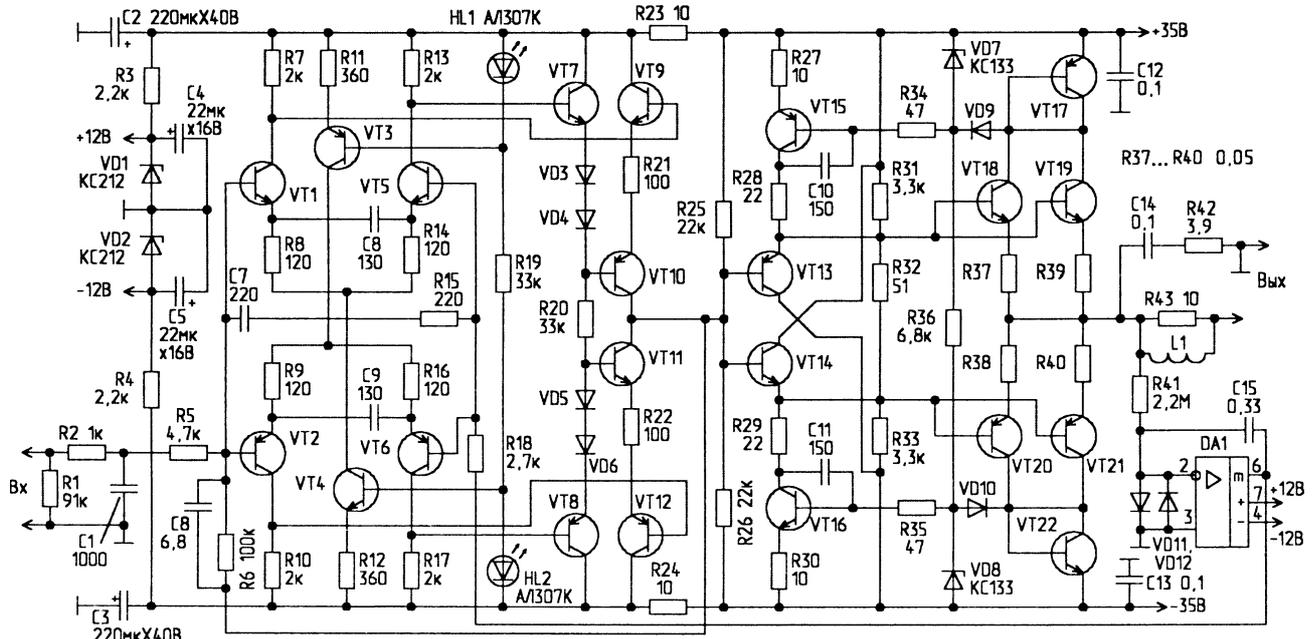


Рис.17

выхода первого каскада его емкостью Миллера предварен эмиттерным повторителем Q10. Термостабилизирующий Q8 смонтирован непосредственно на корпусе Q19 (не на радиаторе!). Единственный пункт в процедуре налаживания - установка резистором PR1 начального тока эмиттера Q19 (Q20) 1,5 А. Нижняя граница АЧХ по уровню -3 дБ составляет 1,4 Гц, верхняя - определяется выходным сопротивлением источника сигнала и емкостью C2 (в типовом случае от 100 до 200 кГц), скорость изменения выходного напряжения 40 В/мкс. Выходные транзисторы необходимо монтировать на радиаторах с тепловым сопротивлением не более 2°C/Вт («Electronics World» №12/2001, с.900-905; №1/2002, с.12-17).

**Транзисторный УМЗЧ Александра Петрова (рис. 18)** отличается тем, что общие ООС по постоянному и переменному току разделены: первая снимается с выхода усилителя и через интегратор R41DA1C15 и R18 поступает на один из



VT1, VT4, VT5 KT6117A; VT2, VT3, VT6 KT6116A; VT7, VT9, VT11 K3102B; VT8, VT10, VT12 KT3107B; VT13, VT15 KT814B; VT14, VT16 KT815B; VT17 KT818A; VT18, VT19 KT819; VT20, VT21 KT818; VT22 KT819A. VD3...VD6, VD9...VD12 KД522 DA1 K140УД7

входов диффузителя VT1VT2VT5VT6 (благодаря этому на выходе жестко поддерживается «нуль»), а вторая - со входа выходного каскада через R6 - на второй вход диффузителя. Выходной каскад оказывается вне петли общей ООС, поэтому нагрузка уже не может пагубно влиять на всю систему ООС, ухудшая устойчивость, а в некоторых случаях даже вызывая «подвозбуд» усилителя. Правда, при этом сам выходной каскад должен обладать повышенной линейностью - ведь компенсировать нелинейность оказывается нелегко. С целью повышения линейности в нем применен т.н. «параллельный» усилитель на комплементарных повторителях VT13-VT18VT19 и VT14-VT20VT21. Замечательным свойством таких схем является то, что они обладают хорошей термостабильностью без специальных мер - напряжение база-эмиттер кремниевых p-n-p транзисторов VT13 равно по модулю, но противоположно по знаку напряжению база-эмиттер кремниевых n-p-n транзисторов VT18VT19 (аналогично и VT14-VT20VT21), поэтому соединенные вместе базы VT13VT14 и выход усилителя всегда эквипотенциальны. Высокую линейность обеспечивает питание VT13 (VT14) активным генератором тока на

VT15 (VT16), смещение которому задают включенные последовательно VD9VT17 (VD10VT22). Начальный ток выходных транзисторов задается резисторами R27, R30 на уровне около 270 мА, при этом выходной каскад при хорошей идентичности характеристик транзисторов VT13VT18VT19 и VT14VT20VT21 (разброс h21э не более 20%) не превышает 0,3% в полосе до 100 кГц. VT17 (VT22) закреплен непосредственно на корпусе VT18 (VT20). Выходная мощность 60 Вт на нагрузке 4 Ома («Радиомир» № 11/2001, с.3, 4).

**100-ваттный** (на нагрузке 4 Ома) **УМЗЧ Б. Ступанова** спроектирован специально **для работы с электрогитарами**. Он выполнен на доступных недорогих компонентах, но обладает высокой надежностью и параметрами, достаточными для качественной «озвучки». Сигнал с гитары поступает через чувствительный «Hi» или ослабленный на 6 дБ «Lo» входы (ослабление достигается нормально замкнутым контактом XS1, заземляющим R1 при свободном XS1) на преусилитель-темброблок DA1.1

(рис. 19). Здесь R9-R11 - регуляторы тембра, а SA1 призадирает ВЧ, формируя «быструю атаку» и «яркость» звучания электрогитары. После регулятора громкости R12 следует линейный преусилитель DA1.2, на выходе которого имеется мягкий ограничитель R16R17VD1-VD4, эмулирующий ламповый характер звучания. Усилитель мощности (рис. 20) выполнен по обычной неплохо зарекомендовавшей себя схеме без каких-либо «чудес»: диффузитель VT1VT2, усилитель напряжения VT3 с вольтодобавкой (СЗ), выходной двухтактный каскад по схеме Шиклаи (составной транзистор на транзисторах разного типа проводимости) на VT6-VT11. VT4 и VT5 ограничивают выходной ток значением 8,5 А и предохраняют усилитель от выхода из строя при КЗ выхода. Блок питания (рис. 21) стандартный нестабилизированный, но снабжен цепью VD5-VD8R1C1, разделяющей общий провод («землю») усилителя и контур заземления сети; это предотвращает лишней фон и защищает гитариста от поражения током в случае пробоя первичной

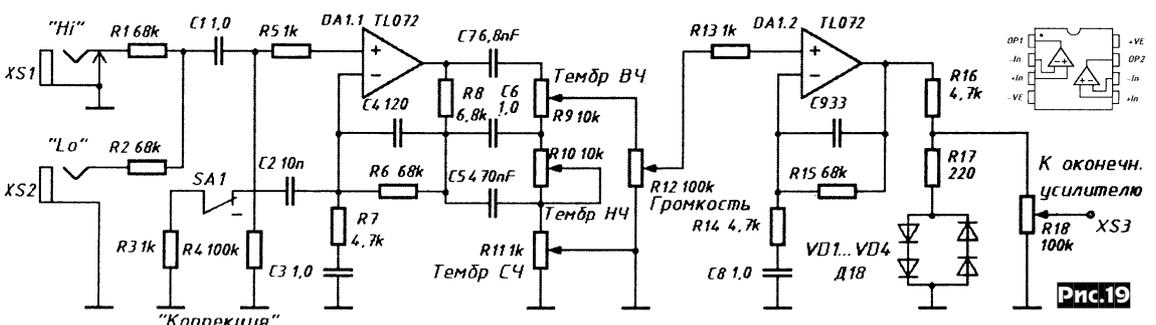


Рис.19



Рис.20

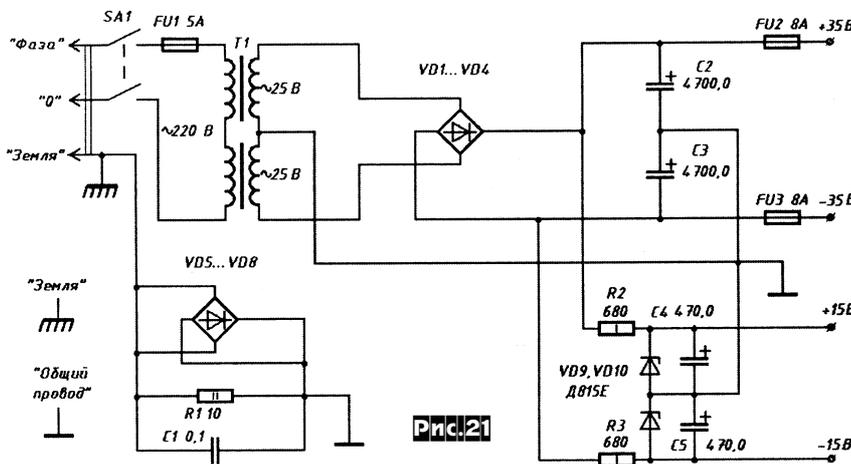
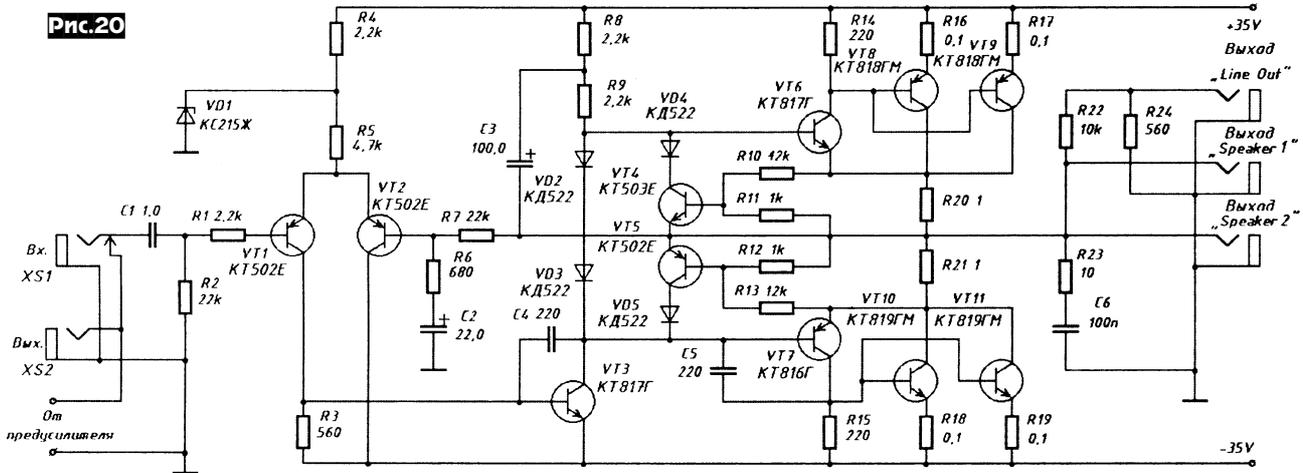


Рис.21

элементы скрепить мебельными болтами с Т-образной гайкой и проклеить («Радиолобитель» №11/2001, с.2, 3; №12/2001, с.3, 4).

**Усилитель воспроизведения Мартина Поспишила (рис.23)** предназначен для кассетного плеера. Входной каскад выполнен на малошумящем ОУ IC2A и обеспечивает усиление до 60 дБ ( $K_u = 1 + R_{11}/R_5$ ; можно применить также ОУ NJM 4580D). В нем формируется небольшая ВЧ коррекция цепочкой R7C7 и конденсатором C1, который с магнитной головкой образует параллельный колебательный контур. Стандартные постоянные времена корректирующей АЧХ обеспечиваются во втором каскаде на ОУ IC2B: НЧ коррекцию 3180 мкс выполняет R15C13, а ВЧ коррекцию - C21R29R17C15 (для лент Cr/Me, 70 мкс) или C23R31R17C15 (для Normal, 120 мкс). Соответствующую коммутацию обеспечивают электронные коммутаторы IC3A, IC3B (отеч. аналог 564KT3), управляемые противофазно командой «70 мкс» на входе PAD3. В процессе налаживания резисторами R25, R26 на выходе обоих каналов устанавливают напряжение 0,7 В при воспроизведении «уровневой» измерительной ленты (можно использовать сигналограмму записи уровня 0 дБ 400 Гц, выполненную на другом магнитофоне), а при воспроизведении «частотной» измерительной ленты подбором C1 (C2), C15 (C16) максимально широкой АЧХ в области высших (до 18 кГц) частот. Конечно, надо не забыть предварительно отрегулировать наклон магнитной головки, что можно сделать на слух по наилучшему воспроизведению высших частот качественной фонограммы. От источника +18 В устройство потребляет 60 мА, обеспечивая чувствительность 150 мкВ (на частоте 333 Гц), относительный уровень шумов -50 дБ, полосу воспроизводимых частот с магнитной головкой aiwa DX от 20 Гц до 18 кГц («Prakticka elektronika A Radio» №11/2001, с.30-32 \*).

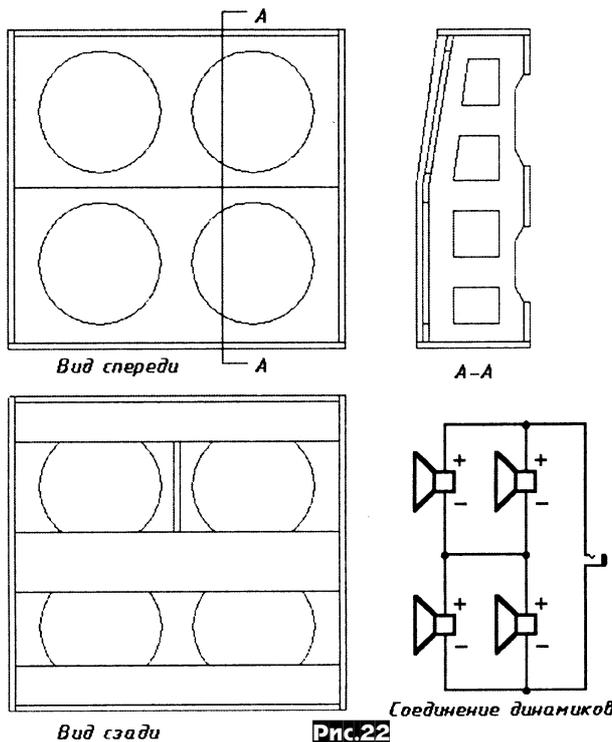


Рис.22

обмотки сетевого трансформатора. Чертеж рекомендуемой конструкции акустической системы приведен на рис.22. В ней применены 4 35...50-ваттных динамика сопротивлением по 8 Ом, последовательно-параллельное соединение которых дает эквивалентные 8 Ом. К усилителю параллельно подключается две АС, в результате нагрузка составляет 4 Ома, а выходная мощность 100 Вт. При подключении одной 8-омной АС максимальная выходная мощность составляет 60 Вт. Корпус АС рекомендуется выполнить из MDF-панелей толщиной 22-25 мм (ДСП менее долговечна в жестких условиях эксплуатации),

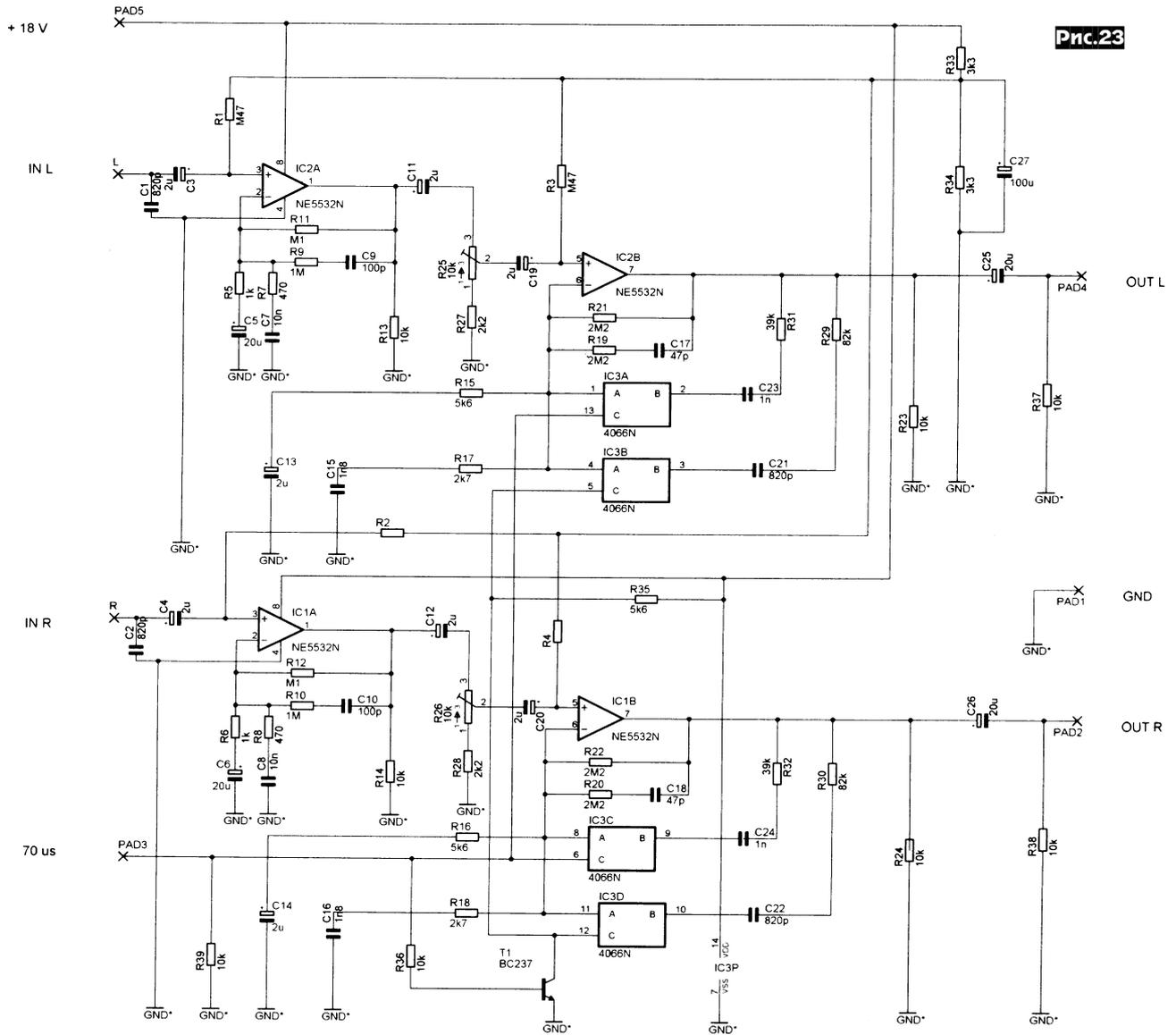


Рис.23

**Брайан Гаф** разработал схему **двух-канального регулятора уровня** (рис.24), в котором синхронное и идеально согласованное изменение усиления обеспечивается одним (не спаренным!) потенциометром P (gain set). Заземленный движок P разделяет устройство на две механически связанные, но электрически независимые части. Верхний по схеме канал состоит из ОУ А1, который для верхней части потенциометра, имеющей сопротивление  $K \cdot R$  ( $0 < K < 1$  - относительный угол поворота оси), сконфигурирован как неинвертирующий генератор тока, равного  $I = V1/R$ . То есть напряжение на неинвертирующем входе этого ОУ равно  $I \cdot K \cdot R = (V1/R) \cdot K \cdot R = K \cdot V1$ . Это напряжение усиливается ОУ А1 как неинвертирующим усилителем напряжения в  $G = 1 + R_G/R$  раз, т.е. напряжение на выходе первого ОУ равно  $K \cdot V1 \cdot G$ , следовательно, коэффициент усиления этой части схемы равен  $K \cdot G$ . Для нижней части схемы математика чуть сложнее. Здесь нижняя часть потенциометра совместно с ОУ А2 создают на выходе А2 напряжение  $V2(1-K)(1 + R/R_G)$ . Резистивный делитель R-R<sub>G</sub> цепи

ООС А3 (его коэффициент передачи на инвертирующий вход ОУ А3 равен  $R_G/(R_G + R)$ ) уменьшает это напряжение на инвертирующем входе А3 до  $V2(1-K)$ . А поскольку на неинвертирующем входе А3 напряжение равно просто  $V2$ , то дифференциальное напряжение между входами А3 равно  $V2 - V2(1-K) = V2 \cdot K$ . Умножим его на коэффициент усиления А3 как неинвертирующего усилителя  $G = 1 + R_G/R$ , и получим выходное напряжение  $V2 \cdot K \cdot G$ , т.е. коэффициент

усиления нижней части схемы равен  $K \cdot G$ , - абсолютно такой же, как и для верхней. Точную подстройку нулевого коэффициента передачи нижней части в верхнем по схеме положении движка P (т.е.

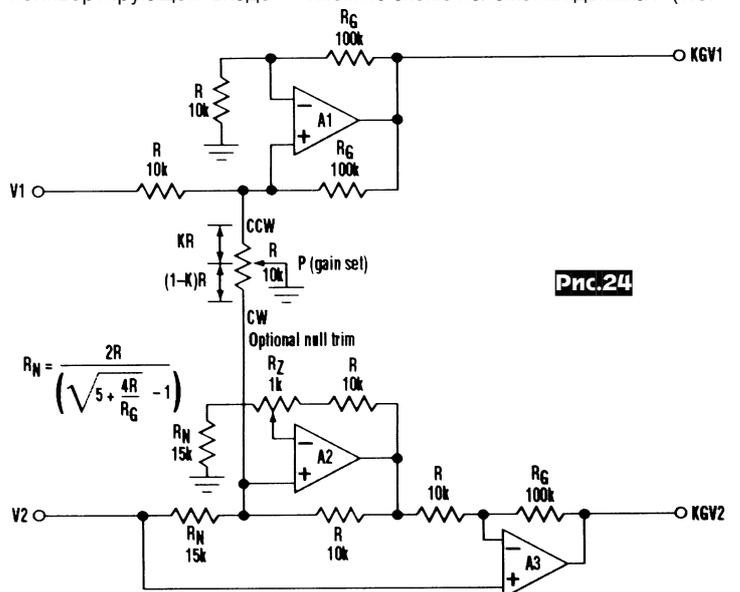


Рис.24

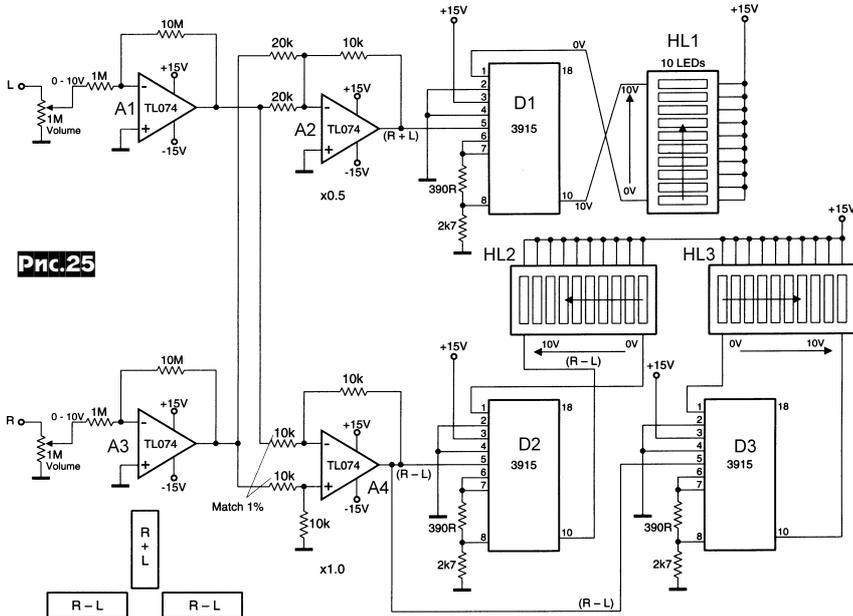


Рис.25

при  $K = 0$ ) выполняют при налаживании триммером  $R_z$  («Electronics World» №2/2002, с.61, 62).

**Светодиодный стереоиндикатор (рис.25) Джеймса Ватсона** выглядит как вертикальная и две горизонтальных линейки из 10 светодиодов. После усиления входными инвертирующими усилителями A1 и A3 сигналы левого L и правого R каналов суммируются ОУ A2 и вычитаются ОУ A4. Суммарный канал (R + L) представляет монофоническую информацию и подается на светодиодный драйвер D1 (National Semiconductor 3915, шаг 3 дБ; подробнее см. «PX» №3/2001, с.33, 34), а разностный (R - L) соответствует стереофоническим данным и подается одновременно на два драйвера D2 и D3. Налаживание сводится к калибровке чувствительности входными делителями напряжения («Electronics World» №12/2001, с.961).

**Составные транзисторы** (схема Дарлингтона) привлекательны высоким коэффициентом передачи тока, поэтому нередко применяются в выходных каскадах мощных УМЗЧ. Но бесплатный сыр бывает только в мышеловке, и за высокое усиление приходится расплачиваться гораздо **меньшим, чем у обычных транзисторов, быстродействием:** за-



Рис.26

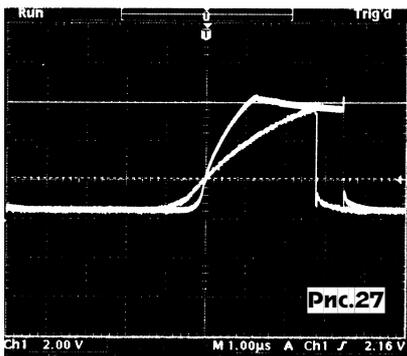


Рис.27

второй транзистор, избыточные заряды с базы которого вынуждены рассасываться в лучшем случае через сравнительно большое сопротивление резистора R2 (рис.26), а в худшем - «сами по себе». Д. ван Бокстель для ускорения процесса предложил дополнить схему диодом Шоттки D1, посредством которого избыточные носители с базы T2 быстро разряжаются, в то же время при прямом смещении транзистора T2 диод D1 закрыт и никак себя не проявляет. На осциллограмме рис.27 четко видно существенное (в 2-3 раза) ускорение реакции схемы на 100-килогерцовый входной меандр, поэтому такая доработка будет весьма полезна как для УМЗЧ, так и для других мощных импульсных устройств («Elektor Electronics» №12/2001, с.35).

**Цифровой аудиопробник Г.Кляйна (рис.28)** предназначен для оперативной проверки S/PDIF выходов CD-, MP3- и MD-плееров, R-DAT-магнитофонов и другой цифровой аудиотехники. Он потребляет около 30 мА в рабочем режиме или 10 мА без входного сигнала, питается от «Кроны» и выполнен в небольшом корпусе (от карманного радиоприемника), но может быть с успехом применен и в стационарном аудиоккомплексе как высококачественный ЦАП. Основу составляет новая ИМС Philips UDA1351, содержащая входной триггер-формирователь с диапазоном допустимых уровней от 0,2 до 3,3 В, IEC958-приемник-декодер (S/PDIF и AES/EBU) с ФАПЧ, способный принимать аудиоданные с разрядностью до 24 и частотами дискретизации от 28 до 100 кГц (поток до 6,144 Мбит/с), интерполятор x128fs с

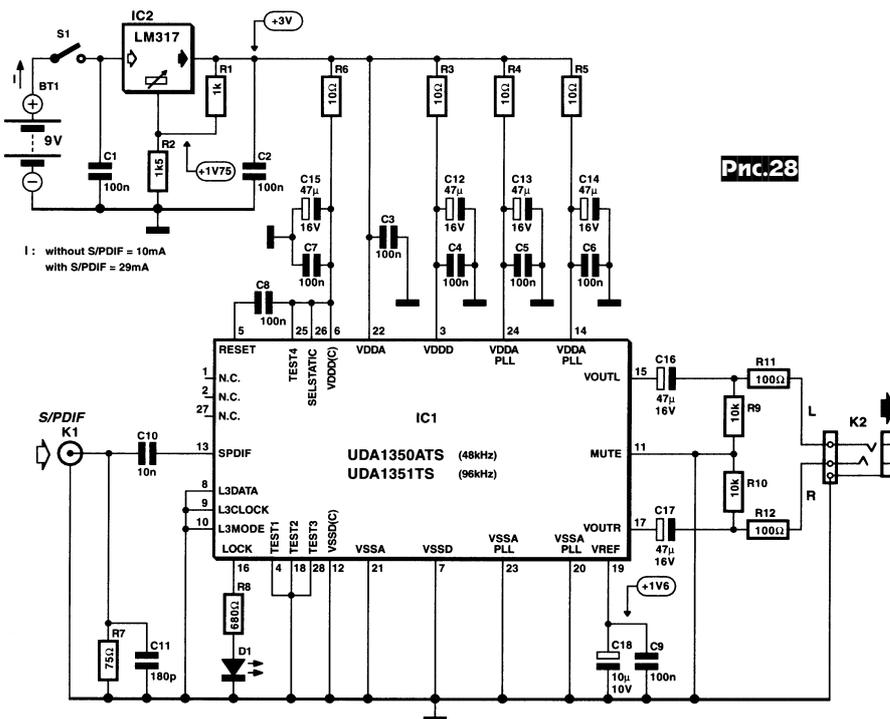


Рис.28

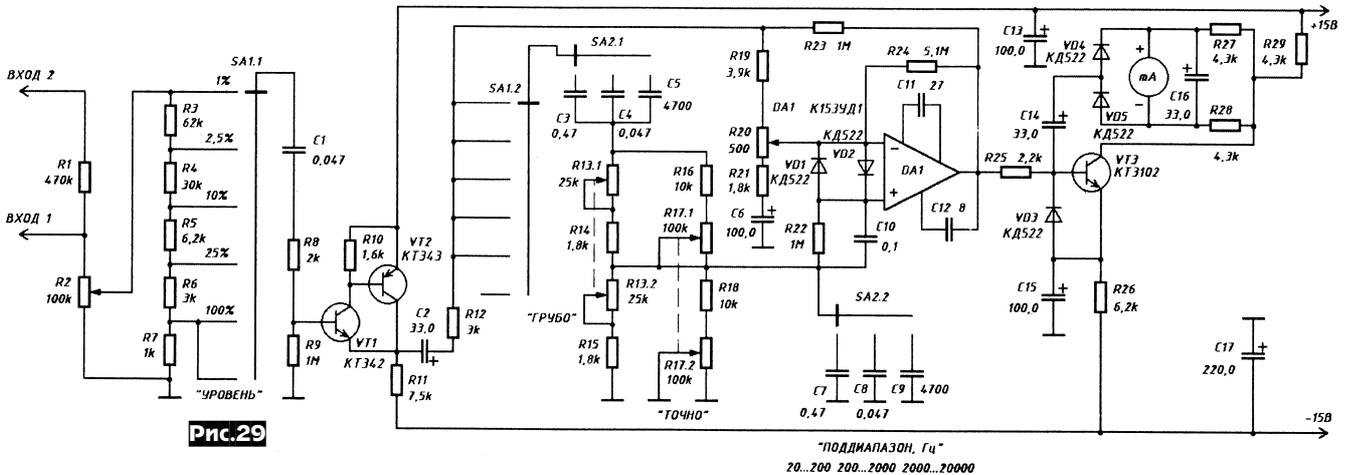


Рис.29

рекурсивным и FIR фильтрами, ЦАП типа Filter Stream DAC, не требующий внешних аналоговых фильтров, а также мало мощный усилитель, выдающий 900 мВ на аналоговые выходы, к которым можно подключить головные телефоны. Типовое отношение сигнал/шум на аналоговых выходах устройства 100 дБ. Светодиод D1 индицирует захват ФАПЧ и нормальное распознавание декодером характеристик входного цифрового потока. Настройка пробник не требует. Без изменения схемы вместо UDA1351 можно применить UDA1350, но в этом случае максимальная частота дискретизации будет ограничена 48 кГц (с помощью «Elektor Electronics» №2/2002, с.28-31).

**Измеритель нелинейных искажений А.Алексеева (рис.29)** позволяет измерять Кг от 0,1% до 100% на поддиапазонах 1% - 2,5% - 10% - 25% - 100% (SA1) в частотных поддиапазонах 20-200, 200-2000 и 2000-20000 Гц (SA2) при входном напряжении от 0,3 В до 30 В. Он состоит из входного делителя-буфера R2-R7, VT1VT2, активного режекторного фильтра на ОУ DA1 и линейризованного вольтметра VT3VD4VD5C16mA. Для измерения сначала калибруют чувствительность - SA1 в положение «Уровень» и R2 стрелку вольтметра на конечную отметку. Если входное напряжение превышает 3 В, то его подают на ВХОД2, а если меньше - на ВХОД1. Переключатель SA2 - в положение, соответствующее частоте основной гармоники входного сигнала. Затем SA1 последовательно переводят в положение 100% - 25% - 10% и т.д., одновременно резисторами R13, R17 и R20 добиваясь минимума показаний на поддиапазоне. При точной настройке режекторного фильтра он максимально подавляет первую гармонику измеряемого напряжения, а микроамперметр показывает сумму высших гармоник. Потребляет прибор около 8 мА, в качестве mA можно применить обычный тестер на соответствующем диапазоне измерения постоянного тока («Радиолучитель»

№11/2001, с. 17). *Примечание.* В связи с тем, что в измерителе применен вольтметр средневыпрямленных, а не среднеквадратических значений, то прибор на самом деле показывает не корень квадратный из суммы квадратов 2-й и высших гармоник, как это положено для метрологически корректного измерения, а средневыпрямленное значение суммы высших гармоник, которое может быть заметно меньше. Тем не менее, с его помощью вполне можно минимизировать искажения ламповых и простых транзисторных УМЗЧ.

**Генератор «розового» шума (рис.30)**, описанный Тибором Палинкаш, полезен при испытаниях звуковой аппаратуры. Шумящим элементом в нем является маломощный п-р-п транзистор в инверсном включении и с «оторванной» базой, напряжение с которого усиливается первым ОУ и корректируется взвешивающей АЧХ (формируется цепочками параллельной ООС с выхода на инвертирующий вход) второго ОУ таким образом, чтобы спек-

тральная плотность шума имела спад с крутизной 3 дБ/октава. Такой сигнал на выходе третьоктавного анализатора спектра обеспечивает горизонтальную «АЧХ» и близок по статистическим характеристикам к музыкальному («Hobby Elektronika» №1/2002, с. 17).

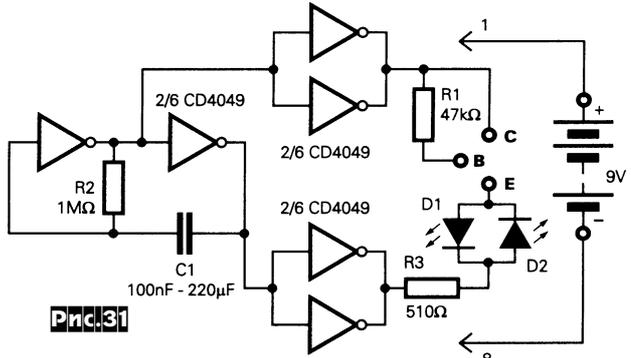


Рис.31

**Матеуш Щигель для автопроверки исправности и типа проводимости транзисторов и диодов** применяет тестер, схема которого показана на рис.31. Он питается от «Кроны» и состоит из автогенератора и двух усилителей повторителей, нагруженных на тестируемый радиоэлемент (диоды включаются к контактам С и Е) и пару встречно включенных светодиодов. Если при этом светятся оба светодиода (на самом деле они быстро «мигают») или ни один из них, то элемент неисправен. Если светится D1, то тестируемый исправный транзистор имеет структуру п-р-п, если же светится D2 - то р-р-п. С исправным диодом должен светиться один из светодиодов (в зависимости от полярности включения диода). Настройка устройства не

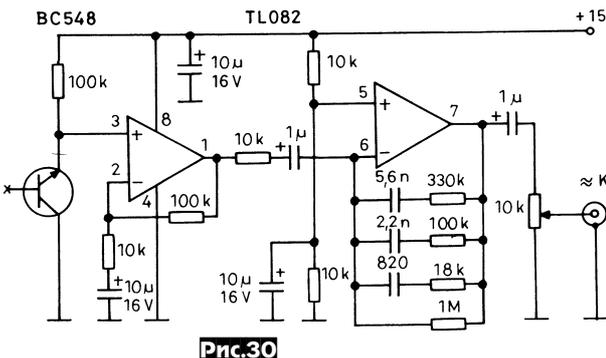
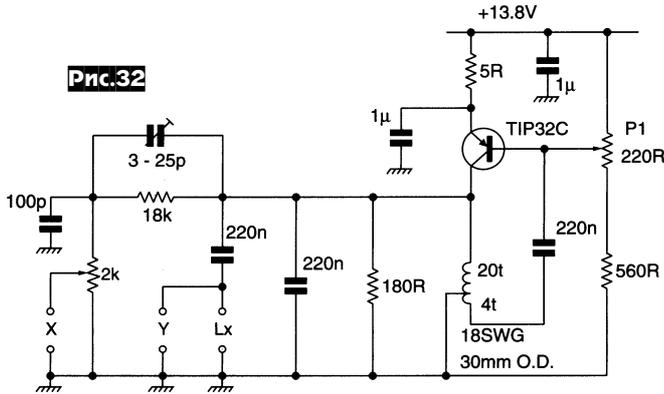


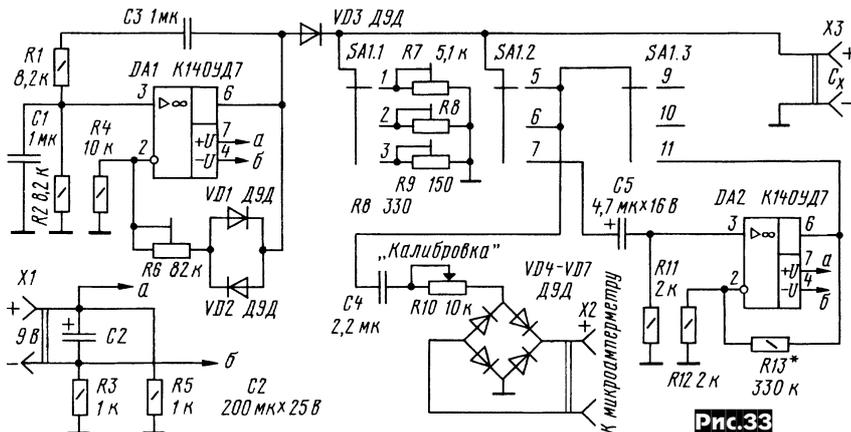
Рис.30

требует, как и отключения батарейки - без тестируемого элемента оно потребляет доли микроампера («Elektronika dla Wszystkich» №11/2001, с.62).

**Тестер тороидальных трансформаторов (рис.32) Уим де Рьютера** позволяет без включения в схему проверить отсутствие короткозамкнутых витков в обмотках и избыточных потерь в сердечнике. Он представляет собой транзисторный автогенератор, работающий на частоте примерно 85 кГц (катушка в цепи коллектора намотана миллиметровым проводом на каркасе 30 мм, 4 + 20 вит-



ков). К разъему Lx подключают один виток такого же провода, охватывающий тороид (в него инжектируется ток около ампера), а к разъемам X и Y - соответствующие входы осциллографа с чувствительностью 50 мВ/деление. По наблюдаемой на его экране фигуре Лиссажу можно судить о потерях в трансформаторе - если она выглядит диагональной линией из левого верхнего в нижний правый угол экрана, то потери минимальны, а если эллипсом, то площадь последнего пропорциональна потерям. Для калибровки к разъему Lx подключают пленочный конденсатор емкостью 2,2 мкФ, КПЕ 3-25р фазируют напряжение на разъеме X так, чтобы эллипс выродился в линию, а переменным резистором 2к располагают ее под углом 45 градусов. Резистором P1 устанавли-

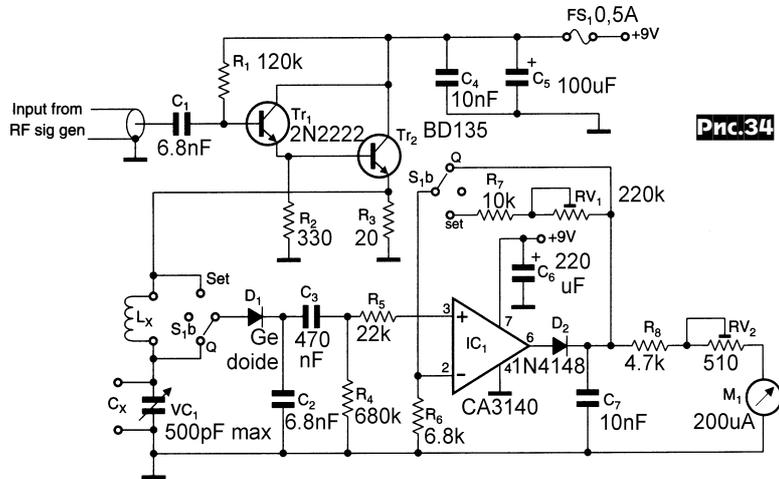


вают максимальную амплитуду неискаженного напряжения на коллекторе транзистора («Electronics World» №1/2001, с.34).

**Измеритель емкости электролитических конденсаторов А.Дерегуза (рис.33)** выполнен в виде приставки к стрелочному микроамперметру (подойдет любой на 100-200 мкА) и позволяет измерять от 0,5 мкФ до 30000 мкФ. Он состоит из генератора синусоиды частотой 20 Гц (DA1), выпрямителя D3R7-R9 с подключенным (через разъем X3) параллельно резисторам конденсатором Cx. Чем больше емкость последнего, тем меньше напряжение пульсаций, которые измеряются вольтметром переменного тока C4R10VD4-VD7 с микроамперметром. Переключателем SA1 выбираются пределы 0-50, 0-500 или 0-30000 мкФ, причем в последнем случае добавля-

ется масштабированный усилитель на ОУ DA2. Налаживание начинают с установки резистором R6 максимальной амплитуды неискаженной синусоиды на выходе ОУ DA1. Для калибровки SA1 переводят в показанное на схеме положение, резистором R10 устанавливают стрелку микроамперметра на конечную отметку шкалы (ей соответствует Cx=0), а затем, подключая на разных пределах образцовые конденсаторы известной емкости, градуируют шкалу. Резисторами R7-R9 совмещают градуировку (с точностью до множителя) на разных пределах. Потребляемый прибором ток не превышает 10 мА («Радио» №12/2001, с.27).

**Измеритель добротности ВЧ-катушек (рис.34) Дениса Брауна** подключается к выходу любого радиочастотного АМ-генератора и обеспечивает прямой отсчет Q. Tr1Tr2 - составной эмиттерный повторитель, согласующий 50 и 75-омное волновое сопротивление кабеля с очень низким эквивалентным сопротивлением последовательного резонансного контура из измеряемой катушки Lx и КПЕ VC1. D1C2 демодулирует АМ напряжение, а IC1 усиливает (в положении set переключателя S1b) или повторяет (в положении Q) это звуковое напряжение, которое пропорционально высокочастот-

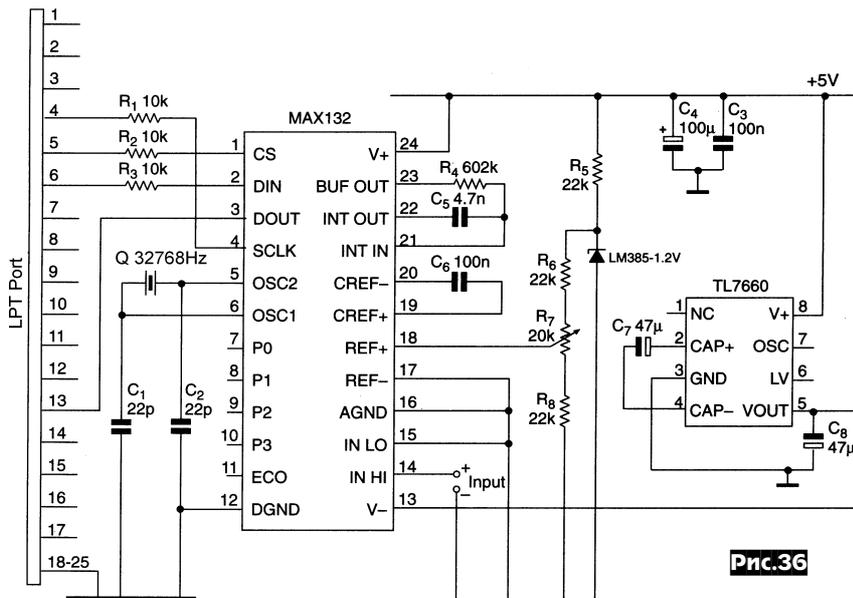
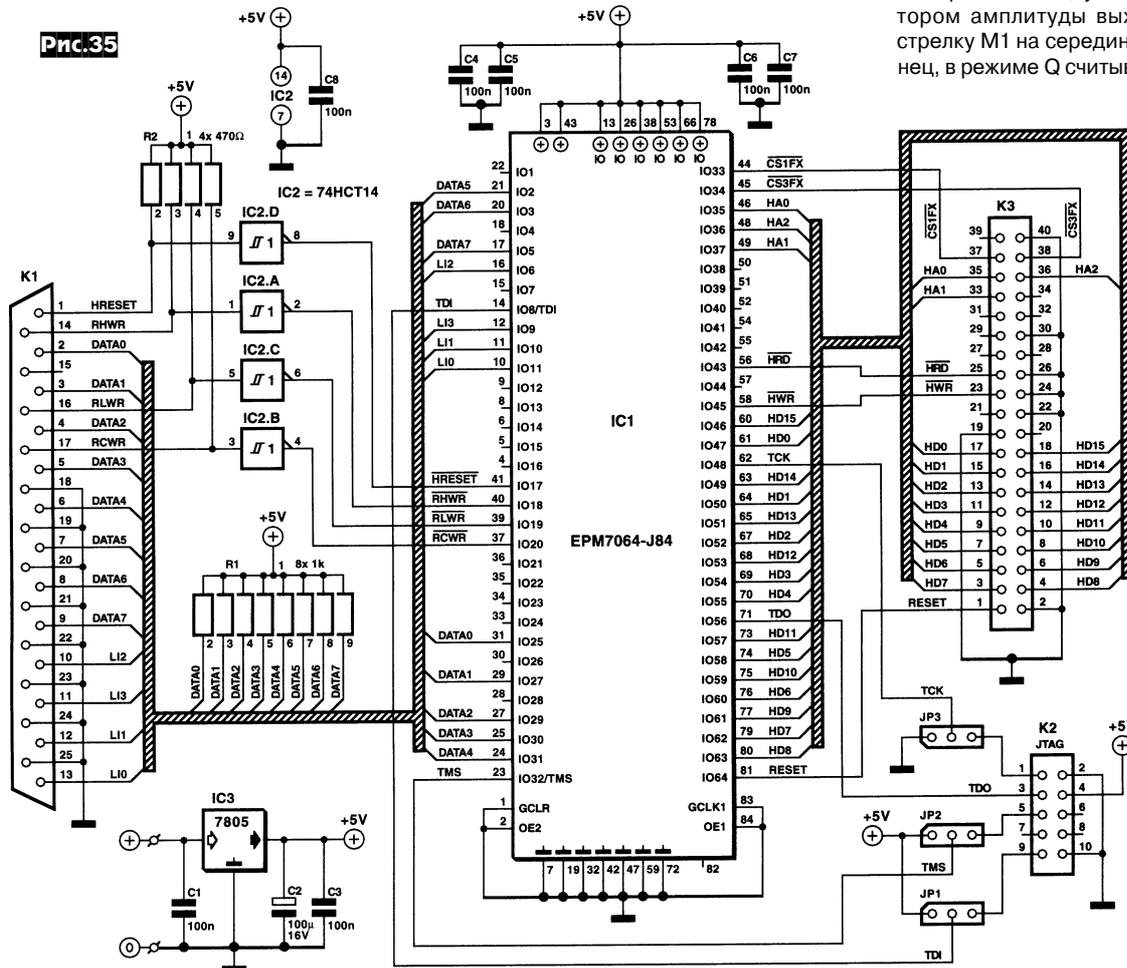


ному. Через пиковый детектор D2C7 уже постоянное напряжение прикладывается к микроамперметру M1 с током полного отклонения 200 мкА. Налаживают и калибруют прибор следующим образом. Установив любую исправную катушку Lx, а S1 в положение Set, параллельно VC1 (гнезда Cx) подключают радиочастотный высокоомный вольтметр и перестройкой частоты генератора или конденсатором VC1 «вгоняют» контур в резонанс - добиваются максимума напряжения на конденсаторе. Переносят вольтметр на анод D1 и регулируют уровень выхода генератора так, чтобы вольтметр показал U1 = 20 мВ. Возвращают вольтметр обратно на Cx и измеряют напряжение. Допустим, оно составляет U2 = 1000 мВ,

но, в дальнейшем внешний вольтметр уже не нужен. При последующих измерениях сначала «вгоняют» (регулируя частоту генератора или VC1) новый контур в резонанс по максимуму отклонения стрелки в режиме Q, затем калибруют в режиме Set, устанавливая регулятором амплитуды выхода генератора стрелку M1 на середину шкалы, и, наконец, в режиме Q считают добротность

непосредственно со шкалы микроамперметра («*Electronics World*» №12/2001, с.956).

**Андрей Букин**, основываясь на принципах, изложенных Леонидом Слободчиковым [см. статью «*IDE2LPT - адаптер IDE-винчестера для подключения к параллельному порту ПК*» №2/99, с.55-59], разработал новый вариант **IDE2LPT адаптера** на одной ИМС EPLD Altera EPM7064-J84 (рис. 35). Это устройство подключается между LPT-портом ПК (разъем K1) и IDE-винчестером



тогда добротность катушки  $Q = U2/U1 = 50$ . Переводят S1 в положение Q и триммером RV2 устанавливают стрелку M1 на отметку, численно равную вычисленной

Q, т.е. в нашем случае 50 мкА. Далее переводят S1 в положение Set и триммером RV1 устанавливают стрелку на середину шкалы. Налаживание законче-

ром или IDE-CDROM (разъем K3) и позволяет производить обмен информацией посредством драйверов i214.exe для DOS (поддерживаются FAT12, FAT16, BIG Extended Partition) или устанавливаемого (инсталлятор ide2lpt.inf с ide2lpt.mpd) под Windows (поддерживается FAT32), которые доступны вместе с прошивкой EPLD и исходными кодами с адреса <http://www.segment.nl/download/010047-11.zip>. Программирование и прошивка выполняется через разъем K2 стандартными средствами MAX2plus и BitBlaster, доступными с сайта <http://www.altera.com>. Устройство питается от БП ПК по шине +12 В через собственный стабилизатор IC3 и потребляет не более 10 мА («*Elektor Electronics*» №1/2002, с.12-17\*).

**18-разрядный АЦП** (рис. 36), разработанный **Йонгпинг Ксия**, подключается к ПК через параллельный порт. Он выполнен на ИМС MAX132, содержит минимум внешних компонентов и питается от БП ПК по шине +5 В. Поскольку АЦП требует двухполярное питание, то напряжение -5 В формируется преобразователем TL7660. Потребляемый ток невелик - всего 60 мкА, поэтому устройство



можно выполнить и с автономным питанием в виде маленького переносного блока. Входное напряжение в диапазоне от -512 до +512 мВ подается на вход Input (вывод 14 MAX132). Входной ток не превышает 2 пА, собственные шумы не более 15 мкВ, погрешность измерения не более ±0,006% от полного диапазона при частоте преобразования 16 измерений в секунду. Резистором R7 осуществляется калибровка при налаживании. Оцифрованные данные (DOUT) передаются в ПК по линии 13 параллельного порта, а ПК управляет АЦП по линиям 5 (CS), 6 (DIN) и 4 (SCLK). Исходный код с комментариями (на языке C) программы управления, приема данных, обработки и вывода на дисплей приведен в **листинге 1**. Измеренное напряжение выводится как в виде цифровых значений в мВ, так и в виде горизонтального аналогового столбика, длина которого пропорциональна напряжению. Временязадающий кварц - часовой на 32768 Гц («Electronics World» №12/2001, с.931-933).

Устройство **Берта Трипэка** (рис.37) осуществляет **бесконтактный непрерывный мониторинг напряжения сети** и при его «пропадании» выдает звуковой сигнал тревоги пьезозуммером WD1. На обмотанные вокруг изоляции сетевого шнура несколько витков медного провода сеть наводит переменное электрическое поле, достаточное для поддержания транзисторов TR1, TR2 в открытом состоянии. TR2 заземляет вывод 5 IC1a, переводя всю схему в «спящий» дежурный режим. При отсутствии напряжения сети наводка не возникает, транзисторы закрываются и IC1aIC1b формируют меандр с частотой 2 Гц, обеспечивающий прерывистый запуск второго автогенератора IC1cIC1d, генерирующего звуковую частоту (около 200 Гц) и питающего звуковой сигнал тревоги - пассивный пьезозуммер WD1. Если вместо него применить активный зуммер со встроенным генератором, то часть схемы на IC1cIC1d необходимо опустить. Налаживание сводится к установке резистором VR1 чувствительности - порога срабатывания. Питание можно выполнять от любых батарей напряжением 3...9 В: в дежурном режиме устройство потребляет всего 45 мкА и поэтому может работать автономно много месяцев («Everyday Practical Electronics» №12/2001, с.838-840 \*).

Если **диоды в обычном маломощном сетевом блоке питания заменить стабилитронами** с напряжением стабилизации Zст, как предложил **Рафал Степъен** (рис.38), то выходное напряжение будет стабилизировано на уровне Zст + 0,7 В. Произойдет это потому, что прямосмещенная в данный полупериод пара будет работать как обычные диоды, а вторая - как стабилитрон. То есть параллельно конденсатору (и нагрузке) оказы-

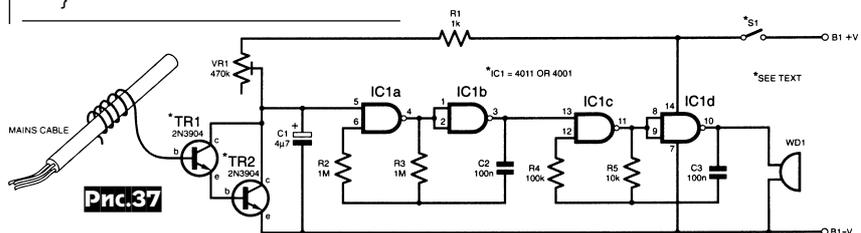
```
#include <graphics.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <dos.h>
#include <bios.h>
#define CLOCK_LOW 0xfb
#define CLOCK_HIGH 0x04
#define DIN_LOW 0xef
#define DIN_HIGH 0x10
#define CS_LOW 0xf7
#define CS_HIGH 0x08
#define POWER_ON 0x01
#define POWER_OFF 0xfe

typedef unsigned int WORD;

int out_port, in_port, out, power_boost_status=0;
char msg[80];

float read_data(int measure) /* read data from MAX132 */
{
    int i, j, test_bit, data[3], command[4];
    float data_dis;
    data[0]=0;
    data[1]=0;
    data[2]=0;
    if (measure==0)
        command[0]=0x92; /* set to read zero offset */
    else
        command[0]=0x82; /* set to read input voltage*/
    command[1]=0x04;
    command[2]=0x00;
    command[3]=0x00;
    out|=CS_HIGH;
    outportb(out_port, out);
    for (j=0; j<4; j++)
    {
        out&=CS_LOW; /* CS low */
        outportb(out_port, out);
        delay(1);
        test_bit=0x80;
        for (i=0; i<8; i++) /* start convert */
        {
            if ((command[j]&test_bit)==0)
                out&=DIN_LOW;
            else
                out|=DIN_HIGH;
            outportb(out_port, out);
            delay(1);
            out|=CLOCK_HIGH; /* clock high */
            outportb(out_port, out);
            delay(1);
            if (j!=0)
                data[j-1]=data[j-1]*2+(inportb(in_port)&0x10)/16;
            out&=CLOCK_LOW;
            outportb(out_port, out); /* clock low */
            delay(1);
            test_bit/=2;
        }
        out|=CS_HIGH; /* CS high */
        outportb(out_port, out);
        delay(1);
        if (j==0)
            delay(100); /* wait 100ms */
    }
    data_dis=((float)data[2])/64+((float)data[1])*4+((float)(data[0]&0x07))/512;
    if ((data[0]&0x08)==0)
        return (data_dis);
    else
        return (data_dis-1024+1/512);
}

void display_data(float data_dis)
{
    int current_x;
    current_x=(int)(data_dis/2);
    setviewport(10, 200, 630, 220, 1);
    clearviewport();
    setfillstyle(1, YELLOW);
    bar(310, 0, (current_x+310), 10); /* show a bar on screen */
    setviewport(280, 240, 630, 300, 1);
    clearviewport();
    if (data_dis>512 || data_dis<-512)
        sprintf(msg, «Overrange!»);
    else
        sprintf(msg, «%.2f mV», data_dis);
    outtext(msg); /* show data on screen */
}
}
```





большое сопротивление (в маломощных малогабаритных БП это обычно выполняется), а иначе целесообразно последовательно с первичной обмоткой включить балласт C1R1 («Elektronika dla Wszystkich» №1/2002, с.64).

**Для питания низковольтной (1,5...5 В) аппаратуры от автомобильной сети** можно применить обычный трехэлементный (резистор+стабилитрон в базе гасящего мощного транзистора) стабилизатор, однако даже при обычном для небольшой магнитолы токе 0,5 А транзистор придется «посадить» на радиатор - ведь на нем будет рассеиваться 10 В x 0,5 А = 5 Вт. Более рациональное решение предложено **Стивом Деллоу** (рис.39). Оно выполнено на **импульсном понижающем стабилизаторе TL497**, поэтому имеет высокий КПД и чуть теплее даже без радиаторов. Потенциометром VR1 можно регулировать выходное напряжение от 1,5 до 12 В. Устройство защищено от выхода из строя при к.з. выхода, ток к.з. можно изменить резистором R1 («Everyday Practical Electronics» №2/2002, с.140).

**Двухполярный импульсный преобразователь напряжения** (рис.40) предложил **Ф.Енсен**. В его основе - ИМС импульсного понижающего преобразовате-

```

void init_screen(void) /* initialize display screen */
{
    setbkcolor (BLUE);
    setcolor(WHITE);
    line(2,2,637,2);
    line(5,4,634,4);
    line(2,2,2,477);
    line(5,4,5,475);
    line(5,475,634,475);
    line(2,477,637,477);
    line(634,5,634,475);
    line(637,2,637,477);
    line(3,350,634,350);
    setviewport(450,440,630,460,1);
    sprintf(msg, «press any key to quit»);
    outtext(msg);
    setviewport(0,0,639,479,1);
}

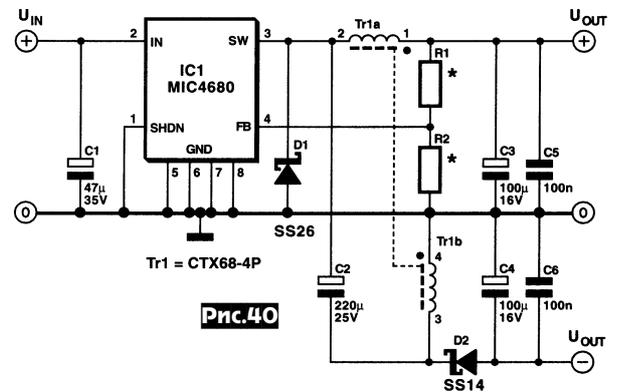
int init_graph(void) /* initialize graphic mode */
{
    int gdriver = DETECT, gmode, errorcode;
    initgraph(&gdriver, &gmode, «»);
    errorcode = graphresult();
    if (errorcode != grOk) /* an error occurred */
    {
        printf(«Graphics error: %s\n», grapherrormsg(errorcode));
        printf(«Press any key to halt:»);
        getch();
        exit(1); /* return with error code */
    }
}

void find_port(void) /* find printer port address */
{
    out=0;
    out_port=(WORD far *)MK_FP(0x0040, 8);
    in_port=out_port+1;
    out|=POWER_ON;
    outportb(out_port, out);
    delay(100);
}

void clean_up(void) /* close graphic mode */
{
    closegraph();
    out&=POWER_OFF;
    outportb(out_port, out); /* turn off power supply */
}

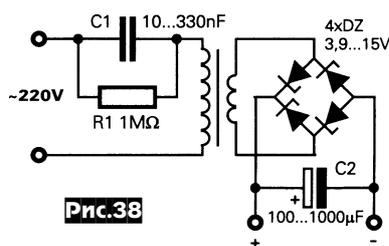
void main(void)
{
    int channel, measure=0, k;
    float tp, measured_data=0, zero_offset;
    find_port();
    init_graph();
    init_screen();
    delay(1000);
    read_data(measure);
    read_data(measure);
    read_data(measure);
    for (k=0; k<8; k++)
        measured_data+=read_data(measure);
    zero_offset=measured_data/8;
    measure=1;
    do{
        measured_data=0;
        for (k=0; k<8; k++)
        {
            tp=read_data(measure);
            measured_data+=(tp-zero_offset);
        }
        display_data(measured_data/8);
    } while(!kbhit());
    clean_up();
}
    
```

**Листинг 1**  
(ОКОНЧАНИЕ)



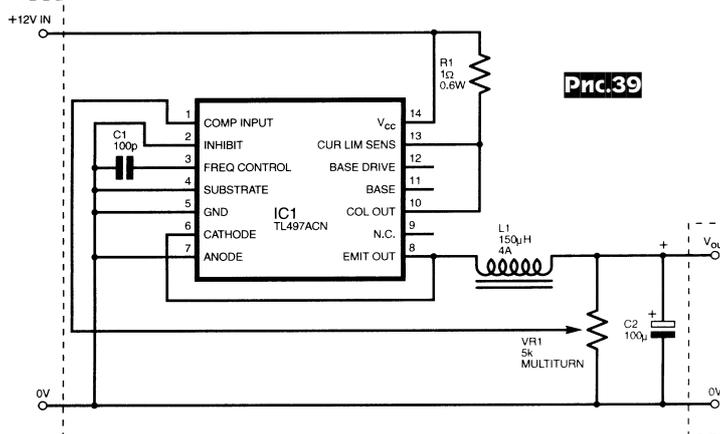
ля Micrel MIC4680. Собственно микросхема, диод D1, катушка Tr1a и делитель R1R2 - атрибуты стандартной схемы

ваются включенными два параллельных параметрических стабилизатора напряжения. Для нормальной работы такого



**Рис.38**

устройства требуется, чтобы обмотки понижающего трансформатора имели



**Рис.39**

включения. Вторая катушка Tr1b конструктивно представляет собой вторичную обмотку трансформатора Tr1 (первичная обмотка которого Tr1a, коэффициент трансформации 1:1,

индуктивность 268 мкГн; это стандартный импульсный трансформатор фирмы Coiltronics) и совместно с C2 и выпрямителем D2C4C6 формируют напряжение отрицательной полярности Uout-, равное по модулю Uout+. Для 5-вольтовых выходных напряжений R1 = 3 кОм, R2 = 1 кОм, для 12-вольтовых R1 = 26 кОм и R2 = 3 кОм. Диапазон входного напряжения в первом случае 7...34 В, во втором 16...34 В, максимальный выходной ток в обоих - 0,5 А («Elektor Electronics» №12/2001, с.47, 48).

Несложный преобразователь «автомобильных» 12 В в «домашние» 220 В 50/60 Гц разработал Ян Хорки. Задающий генератор выполнен (рис.41) на не-

луатация схемы и с трансформатором мощностью 200 Вт, при этом максимальная выходная мощность составляет 160 Вт. Транзисторы необходимо установить на радиаторы площадью 200 см<sup>2</sup> («Prakticka elektronika A Radio» №12/2001, с.14, 15\*).

Аналогичный преобразователь Славомира Щезесневича (рис.42) обеспечивает мощность до 100 Вт. Его задающий генератор выполнен на интегральном таймере US1 555 (KP1006В1), а мощные однотипные полевые ключи T4-T7 коммутируют вторичную обмотку с отводом от середины (2x12 В, первич-

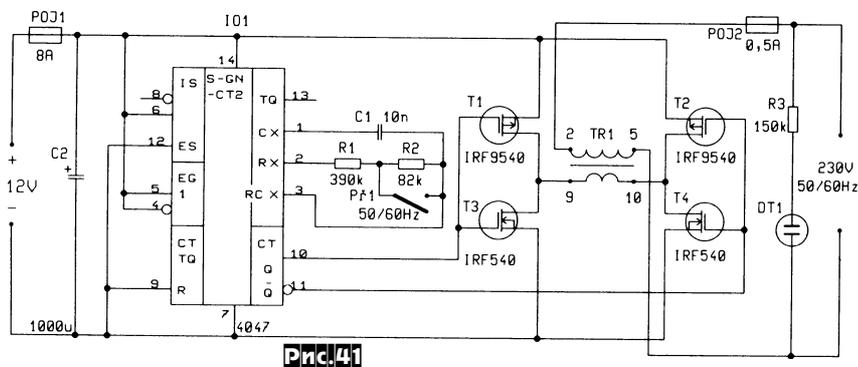


Рис.41

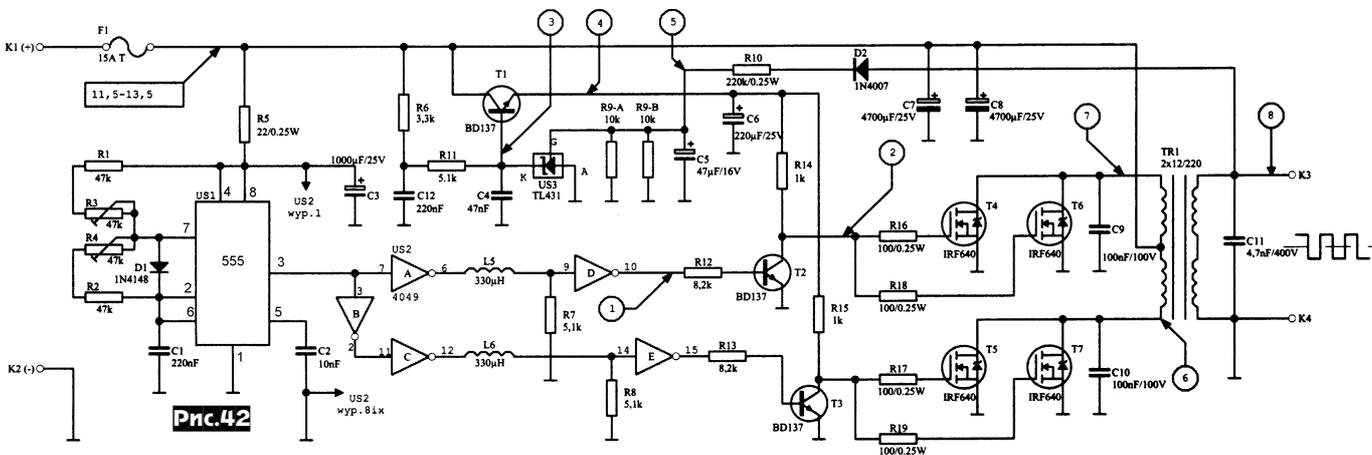
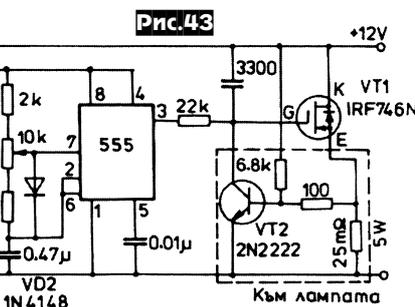


Рис.42

дорогой ИМС универсального мультивибратора IO1 типа 4047, имеющей встроенный триггер с противофазными выходами. Частотозадающую цепь R1R2C1 можно включить как в режим 50 Гц, так и 60 Гц. Мощные комплементарные полевые ключи T1-T4 управляются противофазно, коммутируя вторичную 10-вольтовую обмотку 100-ваттного сетевого трансформатора TR1 на 12-вольтовый аккумулятор то в одной, то в другой полярности. На первичной обмотке при этом создается напряжение 270, 225 и 210 В соответственно на холостом ходу, при нагрузке 40 Вт и при нагрузке 60 Вт, а потребляемый от аккумулятора ток составляет 0,4, 3,6 и 4,8 А. КПД преобразователя 80...85%. Возможна эксп-

ная 220 В, мощность 100 Вт). Для противофазного управления ключами выходное напряжение задающего генератора подается через инверторы-формирователи US2, причем на одну пару ключей - через «лишний» инвертор. Собственно управление полевыми ключами выполняют биполярные ключи T2, T3, коллекторное напряжение которых управляет схемой плавного запуска и защиты от перегрузки выхода на транзисторе T1. Налаживание заключается в регулировке частоты выход-



ного напряжения резистором R3 и его симметрии резистором R4 («Nowy Elektronik» №6/2001, с.24-30\*).

Устройство М.Цакова (рис.43) - электронный импульсный реостат, обеспечивающий плавное включение и регулирование (переменным резистором 10 кОм) яркости свечения мощных (до 100 Вт) автомобильных ламп или мощности аналогичной нагрузки. Оно включается в разрыв провода питания лампы и имеет ограничитель тока к.з. на транзисторе VT2. Частота автогенерации мультивибратора 555 составляет примерно 120 Гц, а скважность его напряжения регулируется переменным резистором. Простое «мягкое» включение мощных галогеновых автомобильных

ламп, увеличивающее их ресурс устранением стартового броска тока в холодной лампе, выполняет устройство предложенное Михалом Слански (рис.44). Это по сути электронный сглаживающий фильтр с постоянной времени R1C1.

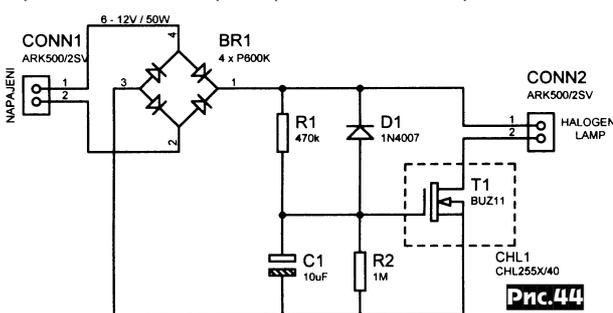
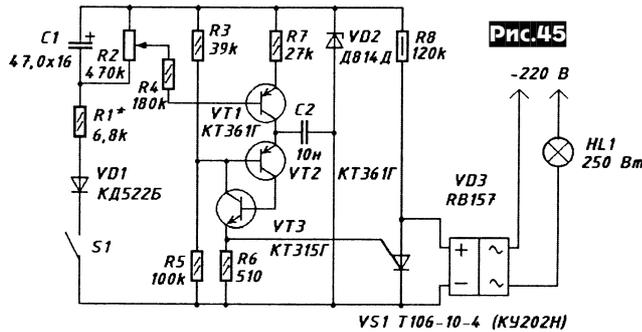


Рис.44

Диодный мостик BR1 обеспечивает нормальную работу устройства при любой полярности его включения в бортовую сеть автомобиля. Устройство аналогичного назначения, но для обычных ламп накаливания 220 В 50 Гц мощностью до 250 Вт, разработал А.Шарый (рис.45). Оно обеспечивает плавное включение (S1 замкнут) и плавное вы-



ключение (S1 разомкнут), а также регулировку яркости резистором R2, который задает ток источника на VT1, питающего генератор коротких импульсов на аналоге однопереходного транзистора (VT2, VT3). С эмиттера VT3 импульсы запуска поступают на тиристор VS1, включенный в диагональ диодного моста VD3. То есть яркость лампы HL1 регулируется благодаря изменению момента открывания тиристора. При эксплуатации этого устройства следует соблюдать осторожность, поскольку все его элементы находятся под сетевым напряжением! Ручки выключателя S1 и регулятора R2 должны быть на-

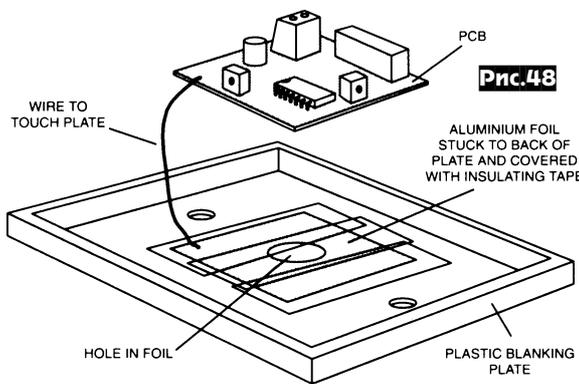
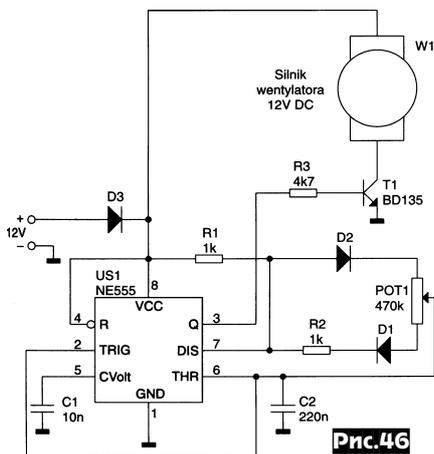
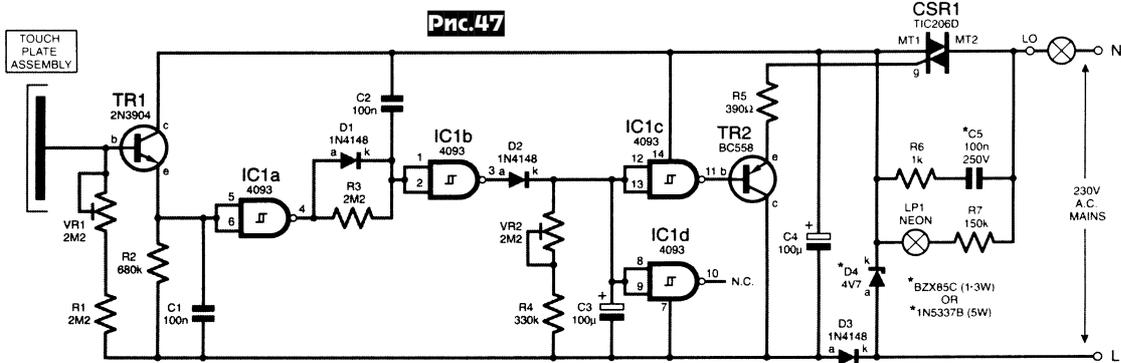
дежно изолированы! («Радио Телевизия Электроника» №10/2001, с.24; «Prakticka elektronika A Radio» №10/2001 \*, с.24; «Радиолучитель» N11/2001, с.7, 8 \*).

**ШИМ-регулятор Кжиштофа Горски (рис.46)** позволяет регулировать (POT1) частоту вращения вентилятора ПК, обеспечивая тишину в холодное время и нормальный обдув в жаркое. Он выполнен на интегральном таймере US1 в типовой схеме включения и усилителе тока T1 («Elektronika Praktyczna» №1/2002, с.89 \*).

**Сенсорный автоматический выключатель с таймером Берта Трипэка (рис.47)** позволяет сэкономить электроэнергию при использовании в эпизодически кратко посещаемых помещениях - на лестничных клетках, коридорах, кладовках и т.п. Собственно сенсорный датчик выполнен в виде квадрата 4x4 см из алюминиевой фольги, которая «скотчем» закреплена позади пластмассовой панели от обычного выключателя (рис.48). Под этот же скотч в удобном месте для обеспечения

контакта с фольгой заложен конец проводника, соединенного с базой TR1. Тело человека имеет емкость около 100

пФ, которой хватает, чтобы при касании сенсора (с другой, т.е. лицевой стороны пластмассовой панели рис.48; гальванического контакта человека со схемой нет, что исключает поражение током при неисправности) на базе TR1 навелось напряжение, достаточное для открывания триггера IC1a, низкий уровень на выходе которого через сглаживающую цепь R3C2 (которая защищает от ложных срабатываний при случайных импульсных помехах) обеспечивает высокий на выходе IC1b. Через D2 происходит быстрый заряд C3 и через IC1c, TR2, R5 триаку (симистору) CSR1 обеспечивается постоянный отпирающий ток (который поддерживает CSR1 в открытом состоянии непрерывно, т.е. без характерных для других устройств на тиристорах импульсных помех от переключения с частотой сети), лампа в нагрузке начинает светиться. При снятии пальца с сенсора TR1, IC1a, IC1b возвращаются в исходные состояния, но напряжение на C3 снижается медленно, т.к. D2 оказывается закрыт и разряд конденсатора происходит через большое сопротивление VR2 + R4. В зависимости от VR2 это длится от 20 секунд до 2,5 минут, по окончании интервала IC1c переходит в исходное состояние с высоким выходом, транзистор TR2 и триак CSR1 закрываются, лампа гаснет. Питание устройства



осуществляется от выпрямителя D3C4, стабилизированного мощным (1 - 3 Вт) стабилитроном D4. Ток на последнем создается в дежурном режиме (при закрытом CSR1) цепочкой R6C5, а при открытом - еще и током нагрузки. Подсветку расположения выключателя в темноте обеспечивает «неонка» LP1, регулировку чувствительности - триммер VR1, а времени выдержки включения освещения - VR2. Внимание! Устройство находится под потенциалом «горячего» сетевого провода L (см. рис.47; фазировка горя-

чего L и нейтрального N проводов сети важна для нормальной работы сенсорного датчика), поэтому монтаж и наладивание следует производить через изолирующие рукавицы электромонтажника или полностью отключив его от сети («Everyday Practical Electronics», №1/2002, с.24-27 \*).

**Акустический выключатель М.Чурусоева (рис.49)** дистанционно включает/выключает осветительную лампу или люстру HL1 мощностью до 250 Вт от громкого хлопка в ладоши. Речь и музы-

вторяющихся с частотой 5 Гц (DD1.1-DD1.5), усилитель тока VT1 для питания ИК светодиода BL1 (ток через него определяется резистором R5 и ввиду малой длительности и большой скважности может во много раз превышать средний допустимый по ТУ). Приемно-анализирующая часть содержит ИК фотодиод BL1, усилитель-ограничитель DA1, цифровой компаратор DD2.1 и сирену DD2.2-DD2.4DD1.6VT2HA1. BL1 и BL1 смонтированы рядом, но в светоизолированных корпусах и направлены в одну

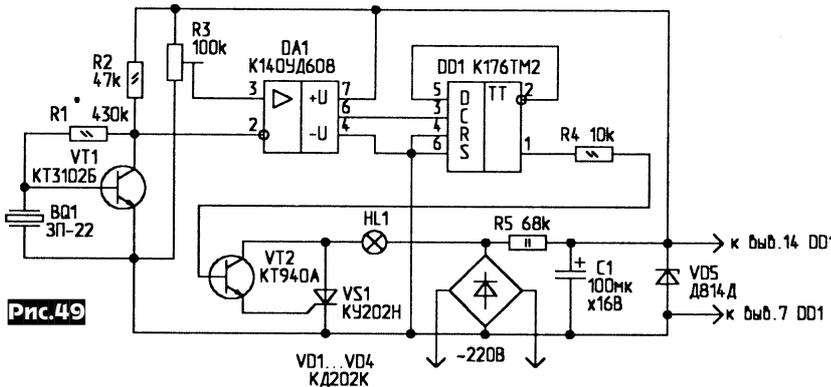
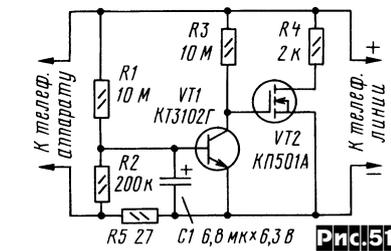
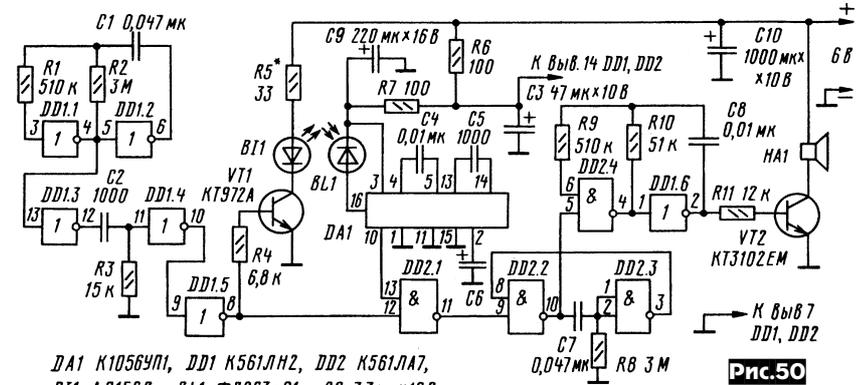


Рис.49

стором R4, поэтому амплитуда импульсов набора окажется недостаточной и попытка набора номера будет безуспешной. Набор же номера со «своего» телефона, расположенного по схеме слева от устройства, будет нормальным, поскольку при снятой трубке через R5 протекает ток, поддерживающий VT1 в открытом, а VT2 - в закрытом состоянии («Радио» №1/2001, с.37).

**А.Корякин** успешно использует **разветвитель номера 1x2** с питанием от телефонной линии, собранный по схеме на рис.52. При подключении к телефонной линии C15 заряжается до +60 В, а C16 до +8 В (на R24, VD27, C16 собран источник питания для микросхем устройства). В режиме ожидания оба телефона (TA1, TA2) отключены от линии, т.к. ключ DA1 (KP1014KT1A) заперт. При работе с этим разветвителем звонящий абонент должен использовать следующий алгоритм: чтобы дозвониться до TA1 - обычная процедура, но нужно дождаться не менее трех «гудков»; для дозвона на TA2 при первом наборе номера «положить» трубку сразу после первого «гудка» (посылки), выждать не менее 9...10 секунд и повторить набор номера. Сигнал вызова через входной формирователь DD1.3 подается на счетчик DD2, который подсчитывает количество вызывных посылок. После второй посылки высокий уровень появляется на выв.4 DD2, счет останавливается и включается TA1 через VD20...VD23, DA3. TA2 в это время блокируется, и третья посылка вызова поступает только на TA1. Если между первой и второй посылками пауза больше 10 секунд и повторяется вызов, то сигнал с выв.2 DD2 переключит DD1.4 и включится TA2, а TA1 заблокируется. При снятии трубки TA1 и наборе с него номера блокируется TA2, и C9R4C5VD14 не позволяют его разблокировать во время соединения с TA1 («Радиолюбитель» №12/2001, с.12).

Все большую популярность приобретают стационарные и мобильные **устройства аварийного вызова на основе SMS** (сервис коротких сообщений), с помощью которых на мобильник можно передать в одном сообщении до 160 буквенно-цифровых знаков. Эти устройства активно применяются в системах раннего оповещения о природных катастрофах, наблюдения за состоянием техни-



DA1 K1056YH1, DD1 K561JH2, DD2 K561JA7, BL1 АЛ156В, HL1 ФД263-01, C6 3,3мкх16В

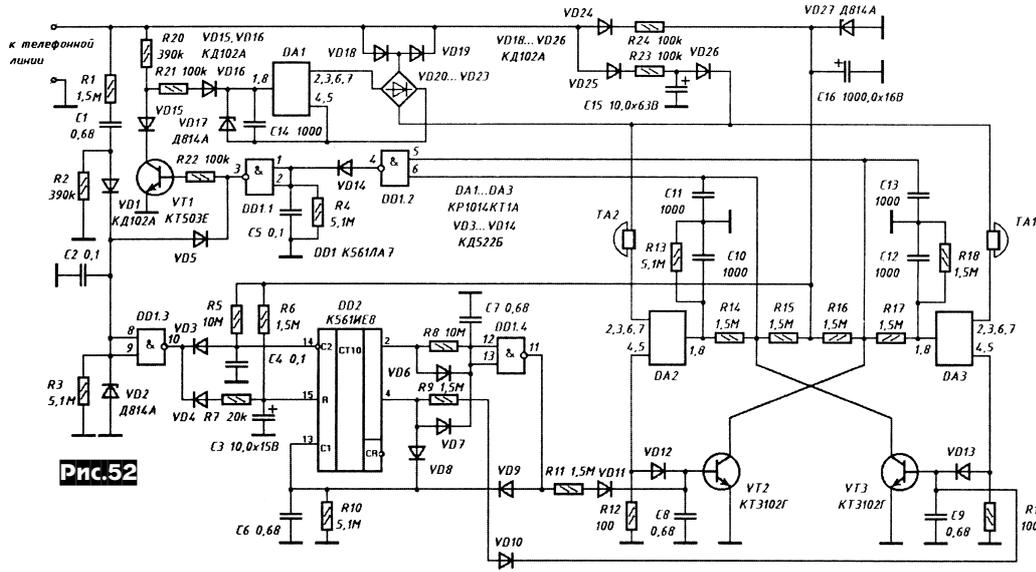
Рис.50

ка на него не влияют. Пьезоизлучатель BQ1 служит микрофоном с выраженной полосовой АЧХ, отсекая речь и музыку. Усилители на VT1 и DA1 сигнал датчика поднимают до уровня, достаточного для поочередного переброса D-триггера DD1 из одного состояния в другое. Выход триггера через усилитель тока VT2 управляет тиристором VS1, обеспечивающим коммутацию лампы HL1. Питание устройства осуществляется от стабилизированного выпрямителя VD1-VD4R5C1VD5, причем VD1-VD4 одновременно обеспечивают одноплавленность тока через тиристор VS1 («Радиомир» №1/2002, с.42).

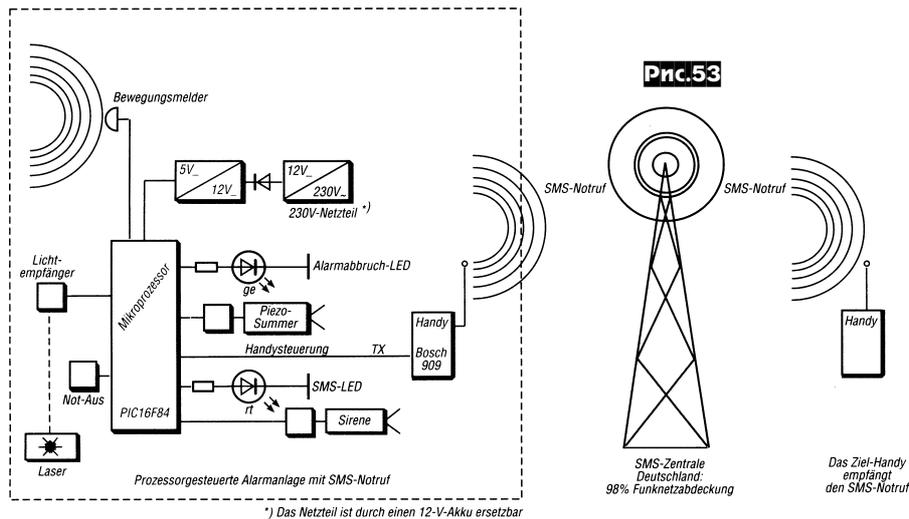
**Инфракрасный датчик присутствия Ю.Виноградова (рис.50)** для автоматических дверей, охранных систем и т.п. обладает дальностью обнаружения человека до 1-1,5 метров. Он содержит генератор коротких (10 мкс) импульсов, по-

и ту же сторону. Если отраженный от человека импульс совпадает с излученным (такая проверка обеспечивает хорошую помехозащищенность от солнечного света и др. внешних ИК излучений), то на выходе DD2.1 формируется импульс, запускающий одновибратор DD2.2DD2.3 (Ти = 100 мс) и звуковой (1400 Гц генератор DD2.4DD1.6). В дежурном режиме устройство потребляет не более 2 мА, в режиме тревоги до 14 мА («Радио» №1/2001, с.26, 27 \*).

Устройство, разработанное **В.Утиным (рис.51)**, включается в разрыв телефонной линии и позволяет **блокировать попытку набора номера «пиратским» телефоном**, подключаемым к телефонной линии (справа по схеме от устройства). Снятая трубка пирата снижает напряжение в линии до 5...15 В, а это приводит к запиранию VT1 и открыванию VT2. Последний шунтирует линию рези-

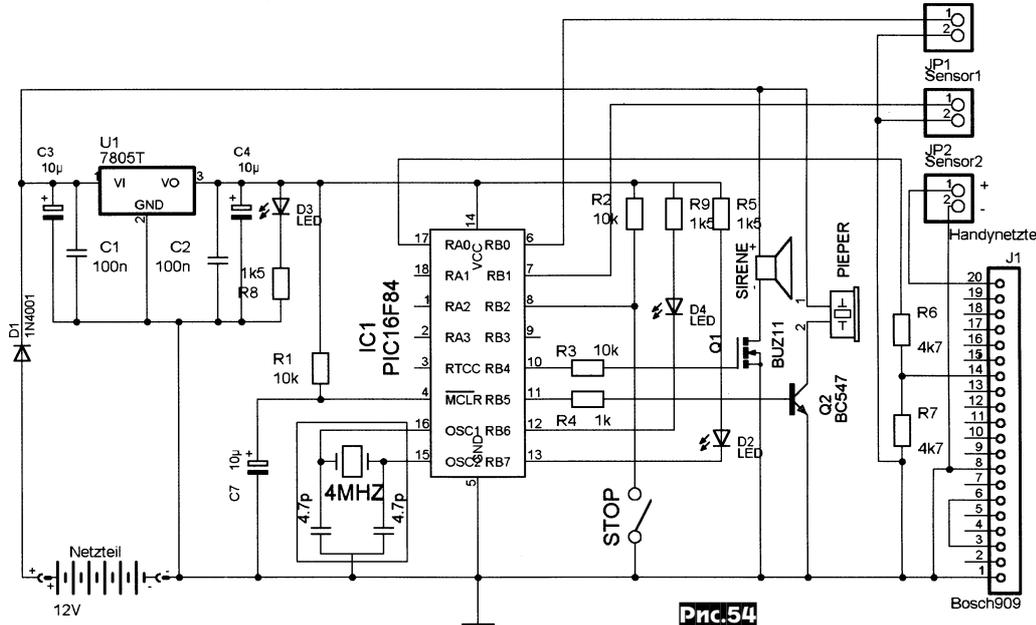


**Рис.52**



**Рис.53**

\*) Das Netzteil ist durch einen 12-V-Akku ersetzbar

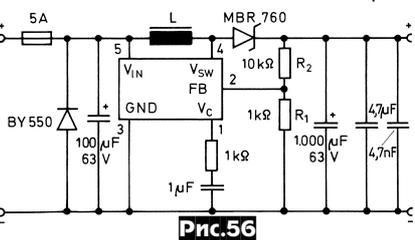
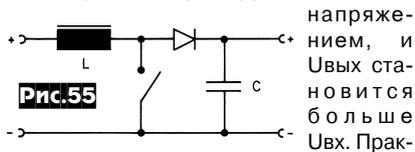


**Рис.54**

ческих и других объектов. В статье **Андреаса Вендта и Роберта Кастла** описывается устройство сигнализации тревоги при охране помещений, жилых вагонов, яхт, гаражей, офисов и т.д. В нем могут использоваться датчики движения (лазерные, радары), давления, загазованности, температурные и др. Управляемая процессором SMS-аварийного вызова работает с двумя датчиками, охраняющими объект. Когда датчик нарушен, процессор включает сирену. На **рис.53** приведена блок-схема системы тревожной сигнализации на мобильник, а на **рис.54** - электрическая схема устройства сигнализации. Микропроцессор связан сигнальным кабелем с передающим мобильником, который по заданному заранее номеру передает приемному мобильнику «аварийный» текст с указанием типа нарушенного датчика, даты и времени нарушения. С целью экономии средств посылается только два SMS-сообщения, в то же время сигнальное устройство при повторном нарушении датчика вновь включает сирену. Пьезозуммер информирует об ошибочно сработавшей тревоге, которая может быть прервана аварийным выключателем в определенный момент времени. Листинг программы процессора можно взять на <http://radiohobby.da.ru> (файл smsalarm.zip). В статье дан подробный разбор передаваемого кодового слова (56 знаков) в режиме PDU (Protocol Date Unit) - какие группы знаков что передают (например, номер сервис-центра и т.д.). Основной схемой на рис.54 является микропроцессор PIC16F84. Питается схема от 12 В. Дiode D1 защищает от неверной полярности питания. Сам процессор питается от стабилизатора U1 (7805T) на 5 В. К клеммам JP1, JP2 подключаются датчики. Включенный сигнал тревоги длится 40 с. Пьезозуммер активен 30 с, и если

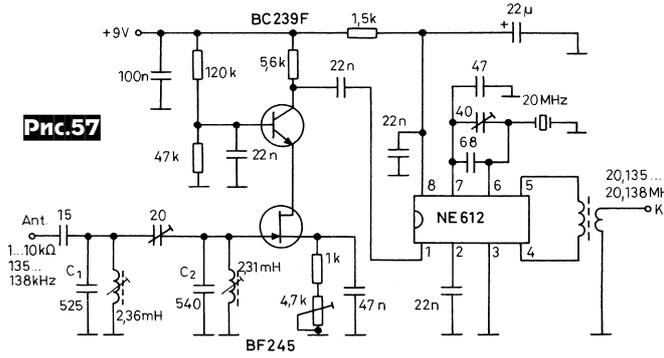
в течение этого времени нажать кнопку «STOP» минимум на 3 с, сигнал тревоги прервется, но вначале слышится короткий акустический сигнал и мигает светодиод D4. Продолжить сигнал тревоги можно повторным нажатием кнопки. Если кнопку «STOP» в процессе сигнала тревоги не нажимать, процессор включит на 1 мин сирену. Передача информации с контакта 17 процессора на передающий мобильник происходит через делитель R6/R7. В это время включается красный светодиод D2 и активируется сирена («Funkamateur» №9/2001, с.982-986 \*).

**Юрген Эрдан** (DL3OBK) предложил использовать для подзарядки аккумулятора УКВ радиостанции емкостью 10...20 А·ч бортовую сеть автомобиля, подключая его к ней через «повышающий» преобразователь напряжения. Суть работы преобразователя видна из рис.55. Пока ключ замкнут, энергия накапливается в дросселе L, а когда разомкнут - передается на выход. При этом возникающее на дросселе индуцированное напряжение суммируется с входным



напряжением, и U<sub>вых</sub> становится больше U<sub>вх</sub>. Практическая схема приведена на рис.56. При выключенном двигателе этот преобразователь повышает напряжение с 12 В до 13,8 В и за ночь восстанавливает питание УКВ радиостанции, разряжая стартерный аккумулятор примерно на 10 А·ч. Основной схемой является ИМС L T 1 1 7 0 C T (www.linear-tech.com), в состав которой входят тактовый генератор на 100 кГц, мощный ключевой транзистор (выв.3 и 4), стабилизатор выходного напряжения (выв.2 - вход

компаратора этой системы). Номиналы элементов RC цепочки, подключаемой к выв.1, не критичны. Выпрямитель собран на диоде Шоттки MBR760, рассчитанном на ток 5 А. Дроссель L также должен работать при 5 А и имеет индуктивность 100 мкГн. Его наматывают на ферритовом кольце. Выходное напряжение устанавливается делителем R1R2 (±1%) на уровне 13,8 В в холостом ходу. При нагрузке 2 А выходное напряжение падает



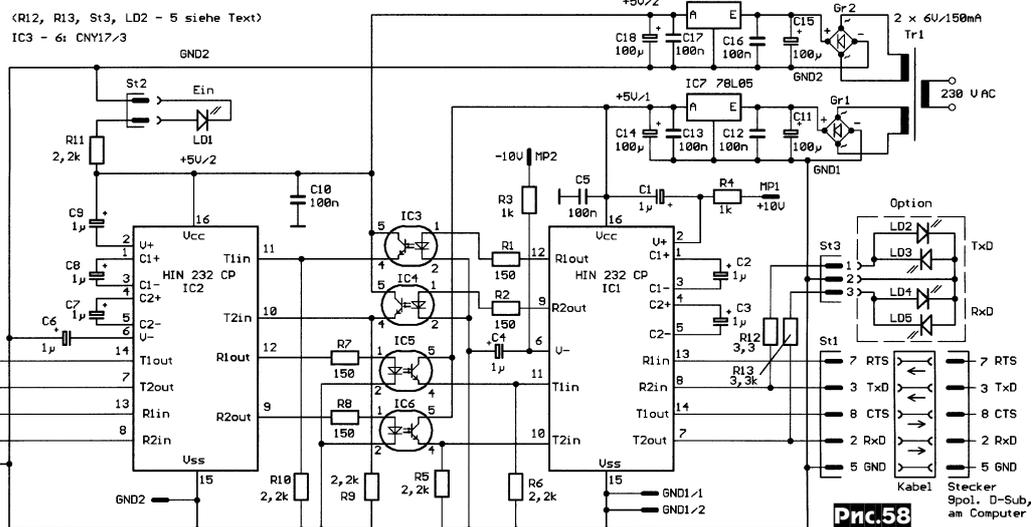
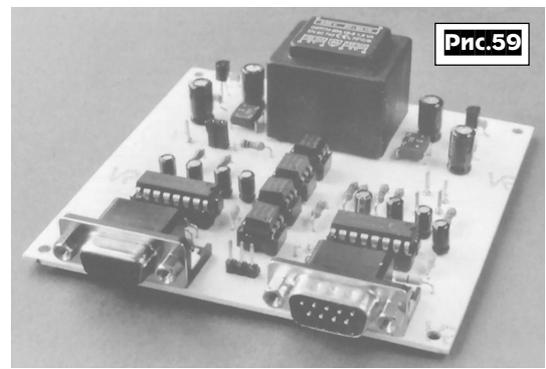
до 13,7 В с КПД=0,9. Если входное напряжение снижается до 11,6 В, выходное не меняется («Funk» №12/2001, с.26, 27).

**HA9RR** описал конвертор для приема сигналов любительских радиостанций на сверхдлинноволновом диапазоне 136 кГц, предложенный Рольфом Георги (DL3JSW). Его схема (рис.57) состоит из входного двухконтурного преселектора с полосой пропускания 4 кГц (-6 дБ), согласованного с антенной (Z<sub>A</sub>=1...10 кОм) с помощью конденсатора 15 пФ; каскодного малошумящего УВЧ на BF245 (BF244, 246; 2SK168D) и BC239 (BC184, BC549) и

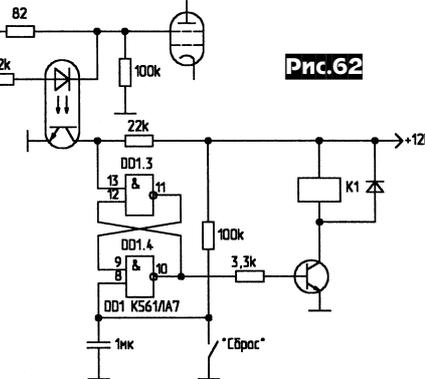
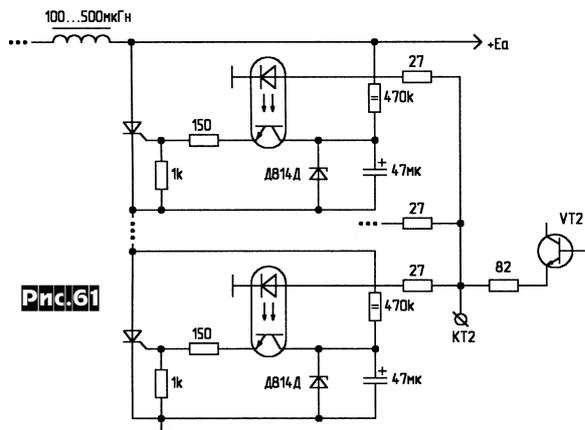
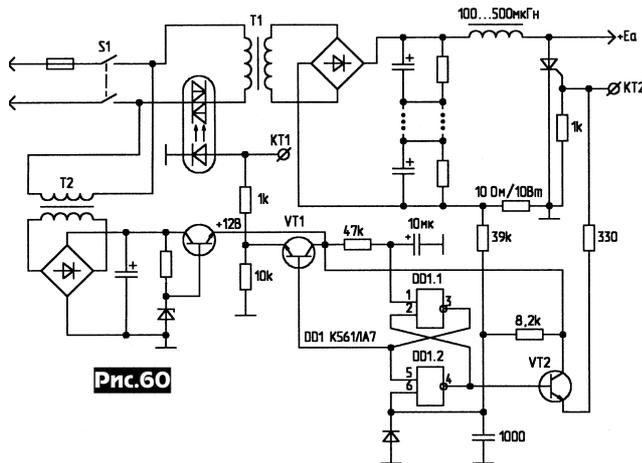
смесителя на NE612. Частота гетеродина 20 МГц стабилизирована кварцем. Выходной сигнал в диапазоне 20,135...20,138 МГц подается на вход связанного приемника через выходной трансформатор, у которого первичная обмотка содержит 25 витков, вторичная - 4 витка медного провода диаметром 0,4 мм на карбонильном тороидальном сердечнике Т50-6 размером 12,7x7,7x4,8 и μ<sub>i</sub>=8 («RADIOTECHNIKA» №1/2002, с.36).

Некоторые современные трансиверы (TS-2000, TS-870S, TS570) имеют последовательный порт RS-232 и соединяются с компьютером (ПК) гальванически, что может создавать взаимные помехи из-за паразитных контуров заземления. **Макс**

**Пернер** (DM2AUO) решил эту проблему с помощью устройства «развязки» COM-портов, назвав его «Оптоинтерфейс 2xRS-232». Идея схемы (рис.58) заклю-



чается в преобразовании сигналов с уровнями RS-232, поступающих с ПК (на ПК), посредством IC1 (HIN232CP или MAX232) в TTL уровни, их гальванической развязки с помощью оптопар IC3-IC6 (CNY17/3), и затем обратного преобразования уровней TTL → RS-232 (IC2), которые, через разъем Вu1 поступают на трансивер (с трансивера). Кроме сигнальных в схеме разделены и «земляные» цепи благодаря применению отдельных источников питания IC7, IC8. На **рис.59** показан внешний вид смонтиро-



ванной платы устройства («Funk» №12/2001, с.23-25 \*).

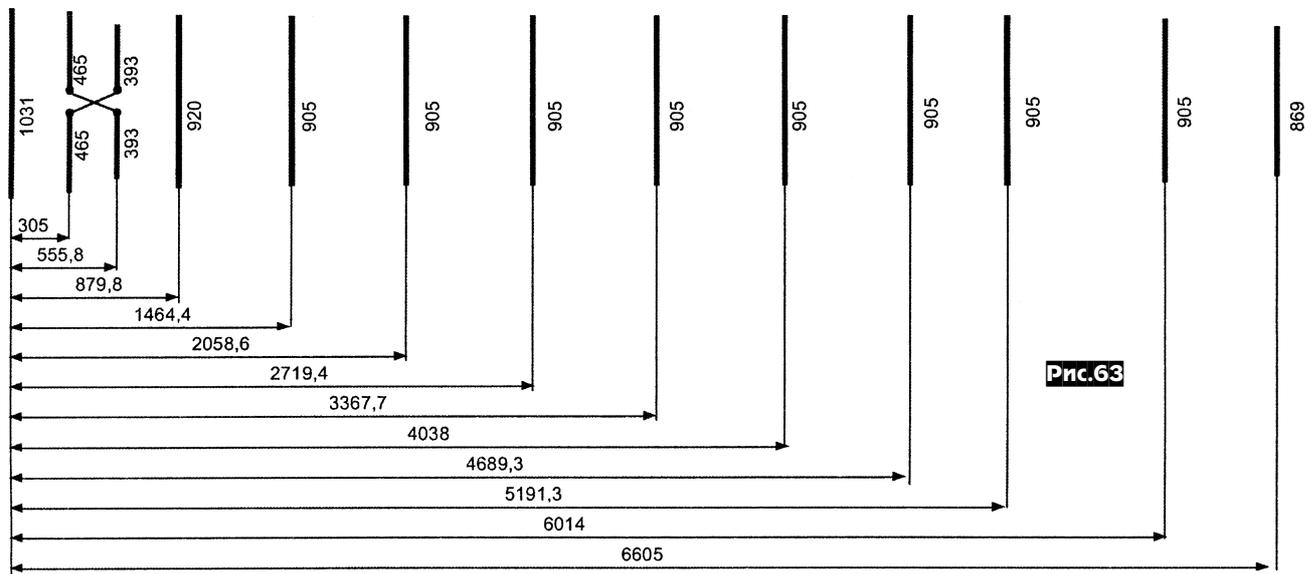
**Г. Печень** (EW1EA) описал схемные решения **быстродействующих устройств защиты от превышения токов анода и экранной сетки** мощных генераторных ламп, предложенных Hannes Fasching (OE5JFL). На **рис.60** представлена схема защиты анода, где при замыкании S1 подается питание на RS-триггер DD1. При этом он устанавливается в состояние, когда на выв.3 высокий потенциал, а на выв.4 - низкий, что приводит к открыванию ключа VT1, оптопары и подаче питания на анодный трансформатор T1. При превышении заданного анодного тока,

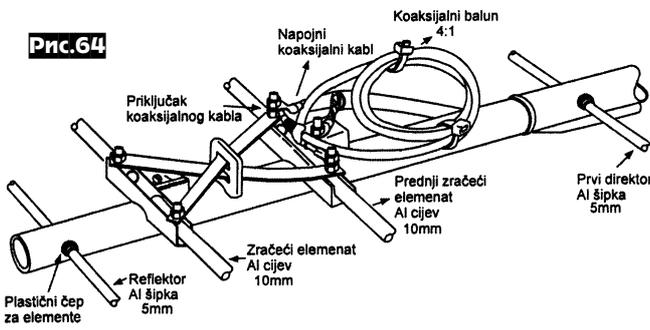
устанавливается подбором делителя 39 к/8,2 к. При анодном напряжении выше 1 кВ применяют последовательное соединение тиристоров (**рис.61**). Еще на двух элементах K561ЛА7 (DD1) можно собрать схему защиты от превышения максимально допустимого тока экранной сетки (**рис.62**), где при указанных значениях элементов и токе экранной сетки более 100 мА сигнал с оптопары приведет к срабатыванию RS-триггера и размыканию контактов K1.1 реле K1 («Радиомир. КВ и УКВ» №8/2001, с.24, 25).

датчиком которого является резистор 10 Ом (10 Вт), триггер DD1 «переключается», и на выв.3 будет низкий потенциал, а на выв.4 - высокий. Это приведет к «запиранию» оптопары, снятию напряжения с анодного трансформатора и разряду конденсаторов анодного БП через резистор 10 Ом. Анодный ток, при котором срабатывает защи-

танной платы устройства, устанавливается подбором делителя 39 к/8,2 к. При анодном напряжении выше 1 кВ применяют последовательное соединение тиристоров (**рис.61**). Еще на двух элементах K561ЛА7 (DD1) можно собрать схему защиты от превышения максимально допустимого тока экранной сетки (**рис.62**), где при указанных значениях элементов и токе экранной сетки более 100 мА сигнал с оптопары приведет к срабатыванию RS-триггера и размыканию контактов K1.1 реле K1 («Радиомир. КВ и УКВ» №8/2001, с.24, 25).

В редакционной статье журнала «Radio T9» описана **конструкция 13-элементной Яги 13LVA** фирмы KLM на 2-метровый диапазон. Она весит 5 кг и обладает усилением 18 дБд. Структура антенны и основные размеры показаны на **рис.63**. Рабочий диапазон 144-148 МГц реализован за счет применения двухэлементного вибратора с активным питанием. Траверса выполнена из трех отрезков дюралюминиевых труб диаметром 50 мм общей длиной 6,7 м, все пассивные элементы - из дюралюминиевых прутков диаметром 5 мм, а разрезные вибраторы - из 10 мм трубок. Все эле-



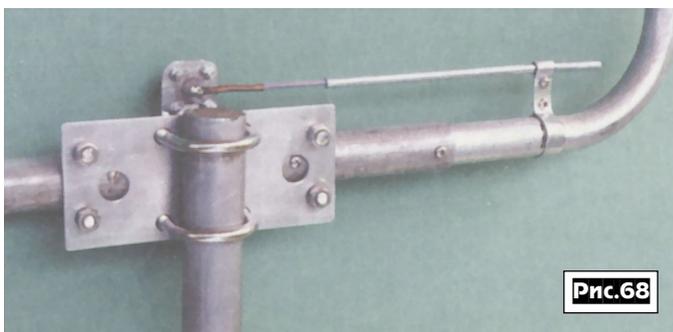
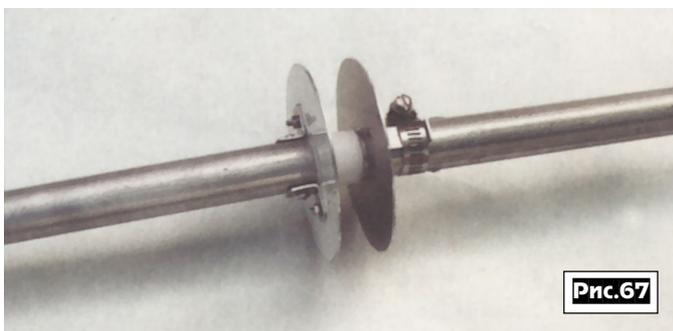


менты не имеют электрического контакта с траверсой. Директоры и рефлектор вставлены в отверстия в траверсе через изолирующие пластиковые трубки, а

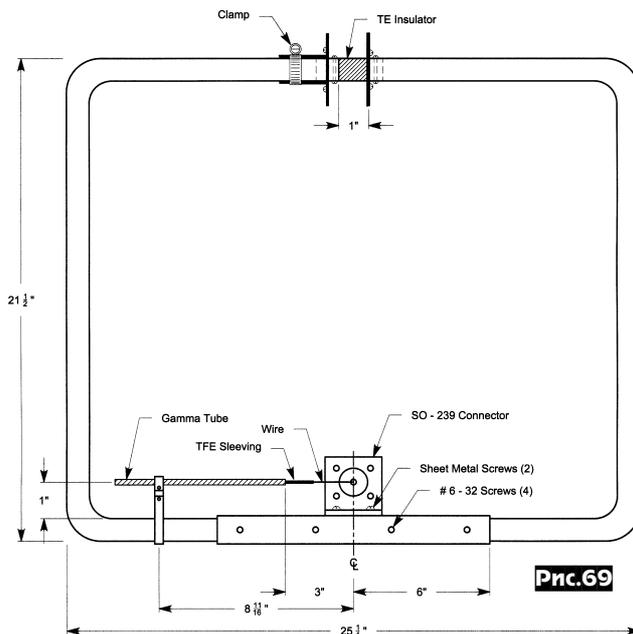
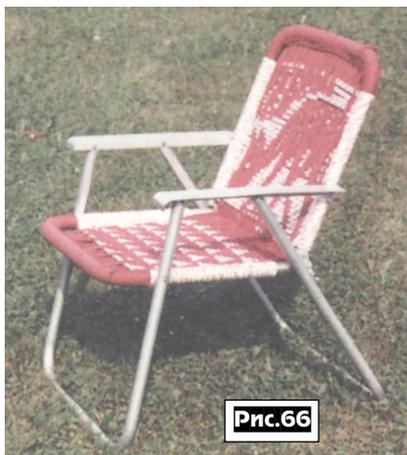
нужный участок диапазона с помощью конструктивной емкости (рис. 67)

**Дик Страуд** (W9SR) изготовил **рамочную антенну SQUALO для 6-метрового диапазона** (рис. 65) из дюралюминевых 0,975 дюймовых труб от каркаса старого складного кресла (рис. 66). Антенна представляет собой рамку, настраиваемую на

в разрыве верхней стороны квадрата, запитываемую 50-омным кабелем с помощью гамма-согласователя (рис. 68). На рис. 69 показан эскиз антенны с основными размерами. Обкладки конденсатора — два алюминиевых диска Ø3,75 дюйма (1 дюйм = 2,54 см) и толщиной 0,05 дюйма. Гамма-согласующее устройство изготовлено из алюминиевой трубки длиной 7,25 и Ø0,225 дюйма и центрального проводника из медной проволоки Ø0,125 и длиной 9<sup>3</sup>/<sub>8</sub> дюйма, на которую одета тефлоновая трубка. Один конец центрального проводника вставлен в алюминиевую трубку, а второй припаивают к централь-



вибраторы крепятся на изоляционных кронштейнах, как показано на рис. 64. Антенна питается 50-омным коаксиальным кабелем с помощью полувольного симметрирующего трансформатора 4:1 («RADIO T9» №12/2001, с. 21, 22).



ному контакту коаксиального разъема SO-239. Антенну настраивают в резонанс на нужном участке диапазона по минимуму КСВ, передвигая левый (по рис. 69) диск конденсатора, который крепится стандартным металлическим хомутом. Минимизируют КСВ подстройкой конструктивной емкости гамма-согласователя путем перемещения алюминиевой трубки. Рабочая полоса частот антенны по уровню КСВ 2:1 после настройки должна быть не менее 330 кГц («QST» №1/2002, с. 33, 34).

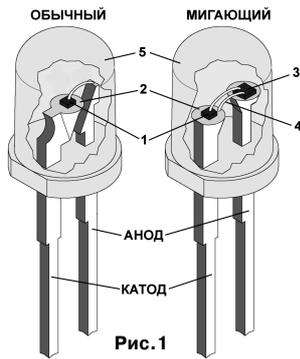


Рис. 1

**Мигающий светодиод (МСД)** представляет собой комбинированный электронный прибор, в котором в одном корпусе мирно «уживаются» интегральная микросхема и светодиод излучатель. При подаче на МСД постоянного напряжения определенной полярности он начинает «мигать» с частотой около 2 Гц. В зарубежной литературе встречаются три равноценные названия: Blinking LED Lamps, Flashing LED Lamps, Flicker LED Lamps. Переменная часть этих названий переводится как «мигание», «мерцание», «мелькание». Предпочтение следует отдать слову «мигание», поскольку МСД функционально подобен маяку, который по определению «мерцать» или «мелькать» не может.

Отличить МСД от обычного светодиода легко по внешнему виду, разглядывая его корпус на просвет (рис. 1). Внутри МСД находятся две подложки примерно одинакового размера. На первой из них располагается кристаллический кубик светоизлучателя (1), изготовленный из редкоземельного сплава: GaP (зеленый цвет), GaAsP/GaP (желтый цвет), GaAlAs/GaAsP/GaP/GaAlInP (красный цвет). Для увеличения светового потока, фокусировки и формирования диаграммы направленности применяется параболический алюминиевый отражатель (2). В МСД он немного меньше по диаметру, чем в обычном светодиоде, так как вторую часть корпуса занимает подложка с интегральной микросхемой (3).

Электрически обе подложки связаны друг с другом двумя золотыми проволочными перемычками (4). Корпус МСД (5) выполняется из матовой светорассеивающей пластмассы (diffused) или из прозрачного пластика (water clear). Излучатель в МСД расположен не на оси симметрии корпуса, поэтому для обеспечения равномерной засветки чаще всего применяют монолитный цветной диффузный световод. Прозрачный корпус встречается только у МСД больших диаметров, обладающих узкой диаграммой направленности.

Первые сообщения об МСД появились в конце 80-х годов. С тех пор многие фирмы освоили подобное производство. В табл. 1 приведены основные параметры серийно выпускаемых МСД, взятые из Интернет-файлов Datasheet. Для компактности перечислены целые серии светодиодов, а их конкретные наименования необходимо идентифицировать, пользуясь табл. 2. Иногда в прайсах фирм-посредников можно встретить устаревшие названия МСД. К примеру, CQX21 - это аналог TLBR5410, но в системе обозначений Pro Electron.

Общее замечание. В файлах Datasheet, на основании которых составлена табл. 1, приводятся далеко не все интересные потребителя данные. Более того, встречаются явные противоречия, неточнос-

Таблица 1

Серия МСД	Ø, мм	I <sub>v</sub> , сила света, мкд				F <sub>v</sub> , Гц	Θ, град	V <sub>F</sub> , В	I <sub>F</sub> , мА	V <sub>R</sub> , В	P <sub>v</sub> , мВт	Фирма изготовит.
		Red	Green	Yellow	Orange							
493019-x	5	200	100	300	250	2	-	-	-	-	-	Sloan
BB-Bx71-C	3	2-40	8-30	6-20	8-25	2-2,8	45	3-10	25	5	-	Bright
BB-Bx74	5	4-60	12-50	10-35	12-40	2-2,8	45	3-10	25	5	-	Bright
BMR01W	10	500-1000*	-	-	-	1,5-2,5	40	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
BMR81W	8	500-1000*	-	-	-	1,5-2,5	40	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
Bx01D	10	20-400	20-70	20-70	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
Bx34D	3	12,5-300	5-20	5-20	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
Bx53D	5	20-300	5-32	5-32	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
Bx54D	5	12,5-300	5-20	5-20	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
Bx81D	8	20-400	20-70	20-70	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	SUNLED
CMDF333xD	5	1,5-100	2-5	2,5-7	-	1,5-3	45	5-13	20-60	5	85	Chicago
CSL-36FxD	3	1,3-300	5-20	5-20	-	(1,5-2,5)	60	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-456FxD	5	0,8-300	5-20	5-20	-	(1,5-2,5)	60	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-56FxD	5	2-300	5-32	5-32	-	(1,5-2,5)	60	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-616FxD	3	1,3-300	5-20	5-20	-	(1,5-2,5)	60	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-796FSRC	8	500-1000*	-	-	-	(1,5-2,5)	40	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-796FxD	8	20-400	20-70	20-70	-	(1,5-2,5)	60	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-816FSRC	10	500-1000*	-	-	-	(1,5-2,5)	40	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
CSL-816FxD	10	20-400	20-70	20-70	-	(1,5-2,5)	60	9	(6-56)	(0,5)	(200)	Carrollton
L-297xD-F	3	0,8-300	2,5-12,5	2,5-12,5	2,5-20	2+-0,02	120	1,6-2,8	5-30	5	45-100	LEDopto
L-36BxD	3	1,3-300	5-20	5-20	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-456BxD	5	0,8-300	5-20	5-20	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-517xD-F	5	0,8-500	3-15	5-20	5-20	2+-0,02	120	1,5-2,8	5-40	5	45-110	LEDopto
L-56BxD	5	2-300	5-32	5-32	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-616BxD	3	1,3-300	5-20	5-20	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-796BSRC	8	500-1000*	-	-	-	1,5-2,5	40	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-796BxD	8	20-400	20-70	20-70	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-816BSRC	10	500-1000*	-	-	-	1,5-2,5	40	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
L-816BxD	10	20-400	20-70	20-70	-	1,5-2,5	60	3,5-12	6-56	0,5	200	Kingbright
LFx2060	3	1,9-10	8-13	6-10	-	2-3	-	3-10	-	-	-	Ligitek
LFx3330	5	7-26	-	-	-	2-3	-	3-12	-	-	-	Ligitek
LFx3360	5	1,7-10	10-17	6-10	-	2-3	-	3-12	-	-	-	Ligitek
LFx3360-2	5	1,7-10	10-17	6-10	-	1,6-2,6	-	3-12	-	-	-	Ligitek
MCDL-517VRC	5	2500-3000*	-	-	-	2+-0,02	30	1,8	10-20	5	60	MCD
MCDL-517Vx-C-F	5	800-1000*	-	800-1000*	-	2+-0,02	15	5-12	10-20	5	120	MCD
MCDL-517xD-F	5	0,8-500	3-15	5-20	5-20	2+-0,02	120	1,7-2,1	10-40	5	45-100	MCD
MGB557D	5	-	35-50	-	-	0,6-1,8	40	1,6-3,5	20	5	-	Micro
MOB557TA	5	-	-	-	150-200*	0,6-1,6	40	1,6-3,5	20	5	-	Micro
MSB557DA	5	50-80	-	-	-	0,6-1,8	40	1,6-3,4	20	5	-	Micro
MSB557TA	5	300-500*	-	-	-	0,9-1,8	40	1,6-3,5	20	5	-	Micro
MSB557TA-12V	5	300-500*	-	-	-	1,2-2,8	40	3-15	20	5	-	Micro
MSB559TA-5	10	4000-6000*	-	-	-	0,6-1,8	16	1,6-3,5	20	5	-	Micro
TLBR5410	5	0,5-1,6	-	-	-	1,3-5,2	80	4,75-7	10-30	0,4	200	Vishay

Примечания. 1) Знак "\*" означает прозрачный корпус светодиода, у остальных МСД корпуса диффузные. 2) В круглые скобки взяты предполагаемые значения параметров, не указанные в файлах Datasheet. 3) В реальных названиях МСД символ "x" заменяется одной или двумя буквами согласно табл. 2, например, LFG3360, L-297LRD-F, L-56BYD, BB-B5171-C, 493019-G. 4) Полные названия и реквизиты фирм-изготовителей приведены в табл. 3.

Таблица 2

Название цвета	Английское обозначение	Диапазон длин волн в МСД, нм	Замена символа "x" в названии МСД согласно табл. 1
Насыщенный красный	Bright Red	697-700	H; S; 51
Красный	Super Bright Red	660	R; S; HR; LR; MR; SR; UR; 61
Светло-красный	Hi-Efficiency Red	625-635	I; E; R; UR; 45
Оранжевый	Orange; Amber	611-630	A; E; O; 41
Желтый	Yellow	585-592	Y; UY; 31
Зеленый	Green	565-575	G; UG; 21; X11

ти, несоответствия. К сожалению, главная причина ошибок - человеческий фактор...

## Технические параметры МСД

1)  $V_F$  (Forward Voltage), В, постоянное прямое напряжение, подаваемое на МСД. Существует неофициальный ряд значений, которых придерживаются изготовители: 1,8; 3; 5; 9; 12 В. «Низковольтные» МСД ( $V_F < 3$  В) не содержат внутренних ограничительных резисторов, в отличие от своих «высоковольтных» собратьев. Различают узко- и широкодиапазонные МСД, причем последние имеют типовой допуск 3-12 В.

2)  $I_F$  (Forward Current), мА, ток через МСД в светящемся состоянии. Порядок значений  $I_F$  примерно такой же, как и у обычных светодиодов. Безопасным током для всех типов МСД можно считать 10 мА. Именно его рекомендуется устанавливать при проверках работоспособности. Допустимый миллисекундный импульсный ток составляет 100-200 мА.

3)  $I_V$  (Luminous Intensity), мкд, сила света - излучаемый световой поток на единицу телесного угла. Для низковольтных МСД  $I_V$  измеряется при среднем значении прямого тока  $I_F$  для «высоковольтных» - при типичном рабочем напряжении  $V_F$ . Различают обычные ( $I_F < 70$  мкд) и сверхяркие МСД (Super Bright LED Lamps).

4)  $F_V$  (Blinking Frequency), Гц, частота мигания в диапазоне напряжений  $V_F$ . Зависимость обратно пропорциональная - при увеличении напряжения частота «вспышек» понижается. Существует заметный разброс  $F_V$  от экземпляра к экземпляру даже у однотипных МСД.

5)  $P_V$  (Power Dissipation), мВт, средняя мощность рассеяния, при которой еще гарантируется надежное и долговременное функционирование МСД во всем диапазоне температур и напряжений. Учитывая импульсный характер работы МСД и скважность «вспышек», равную примерно 2, значение  $P_V$  для светящегося состояния можно увеличить вдвое. Однако и эта величина зачастую входит в противоречие с приводимыми в Datasheet параметрами. Например, если рассчитать мощность, которую рассеивает светодиод серии L-56 (фирма Kingbright) при напряжении  $V_F = 12$  В, то получится 670 мВт. Длительная работа в таком режиме недопустима, следовательно, светодиод необходимо подключать к источнику с напряжением не более 9 В.

6)  $V_R$  (Reverse Voltage), В, постоянное обратное напряжение, которое можно подавать на МСД без опасности его повреждения. Ток утечки при этом гарантируется, как правило, не более 10 мкА. Глядя на значение параметра  $V_R$ , можно однозначно определить, имеется ли внутри МСД защитный диод. Если  $V_R < 0,5$  В, то имеется, и наоборот. Величина  $V_R$ , приведенная в табл. 1, не является предельно допустимой, она определяет лишь качество изготовления МСД на предмет отсутствия утечек через полевые структуры интегральной микросхемы. При увеличении обратного напряжения до 7-10 В светодиод превращается в стабилитрон, максимальный ток стабилизации которого ограничен мощностью рассеяния  $P_V$ .

7)  $\varnothing$  (Diameter), мм, диаметр цилиндрической части корпуса МСД. Этот параметр является удобным при первичной классификации МСД. Существует стандартный ряд значений: 3, 5, 8, 10 мм, причем первые два из них имеют унифицированные «доймовые» названия соответственно «Т-1» и «Т-1 3/4».

8)  $\Theta$  (Viewing Angle  $2\Theta$  1/2), градусы, удвоенный угол, в пределах которого сила света уменьшается в 2 раза по сравнению с максимумом излучения. Различают МСД с рассеянным ( $\Theta > 60^\circ$ ) и узконаправленным ( $\Theta < 60^\circ$ ) излучением.

По внешним конструктивным признакам, технологии пайки и формовки, МСД не отличается от обычных светодиодов. Совпадают факты и рекомендации по очистке корпуса МСД от загрязнений. В частности, нельзя применять тетрахлорэтан, ацетон, трихлорэтилен и другие подобные растворители. Очистка должна производиться методом окунания в спирт на протяжении не более 1 минуты.

Часто задаваемый вопрос: «Как безопасно проверить работоспособность МСД при покупке?» Самый простой способ (на все случаи жизни) - от батарейки 4,5 В через последовательно включенный резистор 51 Ом мощностью не менее 0,25 Вт. Для справки, катод легко отличить от анода по скосу на корпусе МСД.

Фирмы-изготовители светодиодов находятся в США, Германии, Тайване, Сянгане (табл. 3). Судя по одинаковым параметрам светодиодов фирм Kingbright, SUNLED, Carrollton, - налицо их взаимное лицензирование продукции.

Как ни парадоксально, однако информация о внутреннем электрическом устройстве МСД является «закрытой» и отсутствует даже в Интернете. Попробуем восполнить этот пробел, применяя методы физического и логического анализа.

Таблица 3

Полное название фирмы	Головной офис	Адрес сайта фирмы	Datasheet
Bright LED Electronics Corp.	Тайвань	http://www.brightled.com.tw	l-blinking.pdf (74 КБ)
Carrollton Semiconductor	США, Техас	http://www.csitexas.com	FlashingLED.pdf (356 КБ)
Chicago Miniature Lamp, Inc.	США, Нью-Джерси	http://www.sli-lighting.com	1-98.pdf (48 КБ)
Kingbright Electronic Co., Ltd	Тайвань	http://www.kingbright.com	www.kingbright-led.com/search.asp
LEDopto	США, Калифорния	http://www.ledopto.com	L297XDF.pdf (108 КБ) L517XDF.pdf (186 КБ)
Ligitek Electronics Co., Ltd	Тайвань	http://www.ligitek.com	www.ligitek.com/list.htm
MCD Electronics Inc.	США, Нью-Мехико	http://www.mcdelectronics.com	MCDL-517VXDF Flasher.pdf (69 КБ)
Micro Electronics Corporation	Сянган (Гонконг)	http://www.microelect.com	www.microelect.com/datasht.htm
Sloan Company, Inc.	США, Калифорния	http://www.sloancorp.com	www.alliedelec.com, 567.pdf (48 КБ)
SUNLED Corporation	Сянган (ранее Гонконг)	http://www.sunled.com	www.sunled.com/products/flashing.htm
Vishay Telefunken	Германия	http://www.vishay.com	tibr5410.pdf (160 КБ)

## Физический уровень

МСД является двухполюсником. Исследование его вольтамперных характеристик (ВАХ) показывает [1], что в светящемся состоянии МСД эквивалентен последовательной цепочке «обычный светодиод - гасящий резистор». Номинал резистора составляет сотни ом и прямо пропорционален допустимому рабочему напряжению  $V_F$ . У «низковольтных» МСД резистор, как правило, отсутствует.

В несветящемся состоянии МСД подобен нелинейному резистору сопротивлением более 100 кОм. При смене полярности подаваемого напряжения светодиоды фирм Kingbright, SUNLED, Carrollton, Vishay превращаются в кремниевые диоды с включенным последовательно низкоомным резистором 5-10 Ом. Диод защищает встроенную интегральную микросхему от подачи напряжения обратной полярности. Резистор ограничивает ток через диод, позволяя без пробоя выдерживать напряжение  $V_F$  величиной до 3-4 В.

Если собрать электрическую схему согласно рис. 2 и подключить параллельно резистору R1 осциллограф, то можно наблюдать интересную картину. Оказывается, в несветящемся состоянии ток через светодиод HL1 (рис. 3) модулируется высокочастотными импульсами! Следовательно, внутри МСД находится постоянно работающий задающий генератор. Частота следования импульсов около 100 кГц (в разных экземплярах светодиодов от разных изготовителей это значение меняется вплоть до 40%).

Почему генератор высокочастотный? Очевидно, это связано с технологическими ограничениями на размеры (а значит, и емкость) конденсатора, который входит в частотообразующую цепь генератора. Низкое значение емкости определяет высокую тактовую частоту. Увеличение емкости конденсатора за счет расширения площади подложки экономически неоправданно. Дешевле расположить на ней несколько двоичных делителей в микроэлектронном исполнении.

## Логический уровень

Эксперименты, проведенные на физическом уровне, позволяют сделать вывод о наличии внутри МСД четырех узлов: светодиодного излучателя с токоограничивающим резистором, задающего ВЧ-генератора с делителем частоты, электронного ключа и защитного диода. Резистор и (или) диод в зависимости от типа МСД могут отсутствовать.

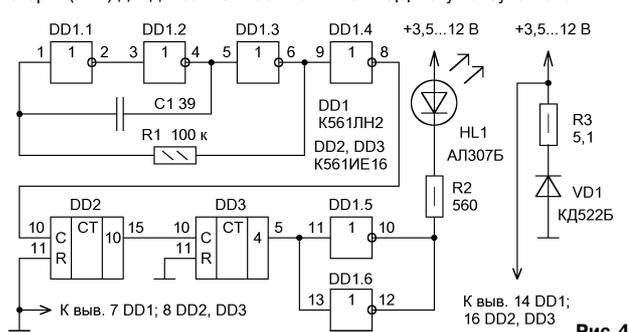


Рис. 4

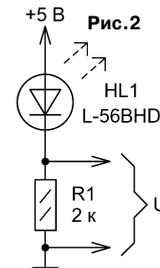


Рис. 2

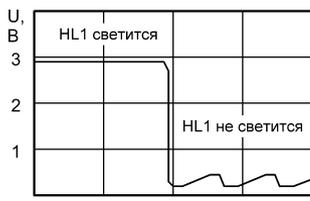
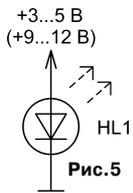


Рис. 3

Судя по низкому току потребления в несветящемся состоянии, электронная часть МСД выполнена на полевых структурах. Прямое подтверждение тому содержится в файле Datasheet светодиода TLBR5410 фирмы Vishay Telefunken, а именно: «Built-in blink-function P-MOS IC» - встроенная P-МОП микросхема с функцией мигания. Если учесть, что светодиод TLBR5410 имеет сравнительно узкий диапазон питающего напряжения (4,75...7 В), то логично предположить, что широкодиапазонные МСД (3...12 В) изготавливаются с применением КМОП-технологии.

На **рис. 4** изображена полная схема замещения МСД типа L-56BHD фирмы Kingbright, выполненная на дискретных элементах. Она может быть полезна для составления математической модели в формате SPICE. Для справки: упрощенная эквивалентная схема МСД без высокочастотного генератора приведена в [2]. Если реализовать ее на практике, то стоимость всех комплектующих будет в 1,5-2 раза ниже, чем у одного МСД.

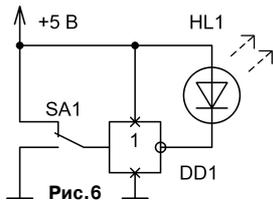
Основу схемы, приведенной на **рис. 4**, составляет RC-генератор на элементах DD1.1-DD1.3, C1, R1. Сигнал, снимаемый с выхода буферного инвертора DD1.4, имеет частоту около 100 кГц. Делитель собран на счетчиках DD2, DD3 (коэффициент деления 65536). На его выходе образуется меандр с частотой 1,5 Гц. Инверторы DD1.5, DD1.6 выполняют функцию электронного ключа и соединены параллельно для увеличения нагрузочной способности. Ток через светодиод HL1 ограничивается резистором R2, а ток через защитный диод VD1 - резистором R3. Цвет свечения определяется типом применяемого светодиода. Частоту «вспышек» МСД можно регулировать подбором номиналов резистора R1 и конденсатора C1. Другой путь - изменение коэффициента деления счетчиков DD2, DD3.



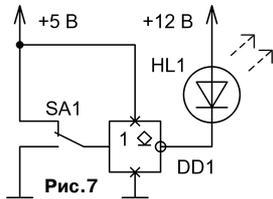
**Рис. 5**

### Типовые схемы включения МСД

Ни одна из фирм-разработчиков МСД не потрудились привести в файлах Datasheet рекомендуемые схемы включения. Расчет простой, зачем публиковать и так очевидную информацию. Как знать, может быть эта «очевидность» усыпила бдительность разработчиков и не дала повода исследовать нестандартные области их применения. Максимум приводимых сведений - это наличие встроенного ограничительного резистора (built-in resistor) и возможность подключения МСД напрямую к выходам ТТЛ- и КМОП-микросхем (easily be driven by TTL & CMOS circuit). Если перевести язык текста в язык графики, то получится три варианта типовых схем включения (**рис. 5-7**). Условное графическое обозначение МСД выполнено по аналогии с обычным светодиодом, но с заменой сплошных стрелок излучения пунктирными.



**Рис. 6**



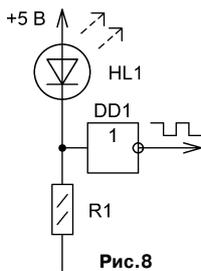
**Рис. 7**

Итак, при подаче на анод положительного, а на катод отрицательного напряжения (**рис. 5**), светодиод HL1 начинает постоянно мигать с частотой, определяемой техническими характеристиками согласно **табл. 1**. Длительности светящегося и несветящегося состояний примерно одинаковы.

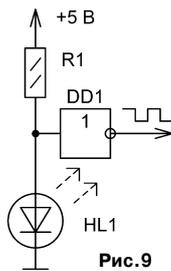
Инвертор DD1 на **рис. 6** может быть как стандартной ТТЛ-, так и буферизированной КМОП-микросхемой, например, К561ЛН2. Инвертор DD1 (**рис. 7**) должен иметь выход с открытым коллектором или открытым стоком, при этом напряжение, питающее светодиод HL1, может быть значительно больше, чем необходимо для микросхемы DD1.

### Автогенераторная схема

Кроме типовых, известен целый класс нестандартных схем включения МСД. К примеру, он может служить не только генератором световых «вспышек», но и автогенератором электрических импульсов [1, 3, 4]. На **рис. 8, 9** приведены две основные схемы, использующие при работе область микротоков на ВАХ светодиодов. Схема на **рис. 8** более практична, поскольку допускает широкое варьирование номинала резистора R1 (0,1...300 кОм) и применение в качестве DD1 ТТЛ- или КМОП-микросхемы. В схеме на **рис. 9** можно применять только КМОП-логику (резистор R1 от единиц до сотен килоом).



**Рис. 8**



**Рис. 9**

На выходе инвертора DD1 образуются импульсы, имеющие в пер-

вом приближении частоту следования «вспышек» МСД. Скажность импульсов отличается от меандра и в небольших пределах может регулироваться резистором R1. Вместе со скажностью меняется и частота «вспышек».

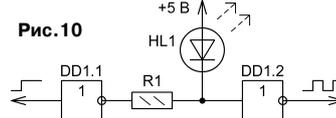
Небольшой нюанс. Внимательный читатель вправе задать вопрос: «Почему форма выходного сигнала не меандр, хотя согласно эквивалентной схеме на электронный ключ МСД подаются импульсы со скажностью 2?» Все дело в разном напряжении, которое прикладывается к МСД в светящемся и несветящемся состоянии. Виною тому нагрузочный резистор R1 (**рис. 8, 9**), на котором в первом случае падает напряжение значительно большее, чем во втором. Это, в свою очередь, приводит к частотной модуляции сигнала задающего ВЧ-генератора и, как следствие, к изменению отношения длительностей сигналов после счетчиков.

### МСД в качестве ждущего мультивибратора

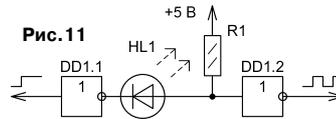
Если МСД устойчиво генерирует электрические импульсы, то логично предположить возможность его работы в схемах одновибратора-

**Таблица 4**

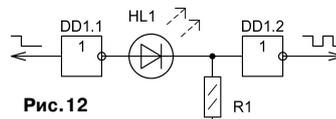
Серия м/сх DD1	Рисунок 10		Рисунок 11		Рисунок 12		Рисунок 13	
	R1, кОм	F, Гц	R1, кОм	F, Гц	R1, кОм	F, Гц	R1, кОм	F, Гц
K155	0,06-1,5	1,8-1,66	-	-	0,25-1,9	1,7-1,56	-	-
K555	0,05-3,7	1,8-1,52	-	-	0,26-3,5	1,7-1,5	-	-
KP1533	0,07-2,4	1,8-1,38	-	-	1,2-65	1,6-1,3	-	-
KP1531	0,08-3,6	1,8-1,56	-	-	0,7-5	1,66-1,47	-	-
KP1554	0,6-180	1,7-1,27	0,6-180	1,7-1,27	0,6-170	1,7-1,25	0,6-170	1,7-1,25
K561ЛН2	0,15-110	1,75-1,35	1,9-360	1,6-1,16	0,6-110	1,72-1,3	1,2-330	1,6-1,13
K561ЛA7	0,05-160	1,8-1,28	1,1-220	1,66-1,2	1,2-130	1,6-1,28	0,05-150	1,72-1,28



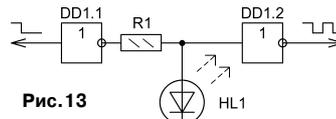
**Рис. 10**



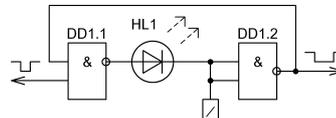
**Рис. 11**



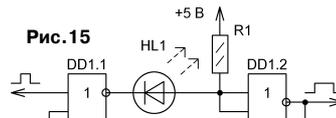
**Рис. 12**



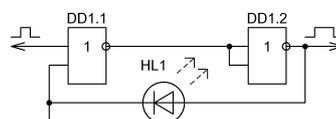
**Рис. 13**



**Рис. 14**



**Рис. 15**



**Рис. 16**

ров и управляемых мультивибраторов («заторможенных» генераторов) импульсов. Однако прежде чем приступить к синтезу подобных схем, необходимо детально исследовать четыре возможных варианта управления МСД от внешнего логического элемента.

В **табл. 4** приведены сводные результаты опытов по варьированию номинала резистора R1 в схемах **рис. 10-13** для разных серий ТТЛ- и КМОП-микросхем. В целях объективности во всех случаях применялись одни и те же экземпляры микросхем и МСД.

Если приглядеться повнимательнее, то конфигурация включения цепочек R1-HL1 очень напоминает известные схемы дифференцирования и интегрирования импульсов, следует только поставить вместо светодиода конденсатор. Дальнейшее направление экспериментов очевидно - попытаться заменить времязадающие конденсаторы в схемах одновибраторов и мультивибраторов «мигающими» светодиодами и посмотреть, что из этого получится.

На **рис. 14-18** приведены схемы ждущих мультивибраторов на логических элементах с МСД. По выполняемым функциям это расширители импульсов с дополнительной возможностью генерации одиночной серии импульсов. Сказанное поясняет временная диаграмма (**рис. 19**), относящаяся к схеме на **рис. 15**. При длительности входного импульса менее 250-300 мс на выходе формируется одиночный импульс длительностью 80 мс. Это стандартный режим работы одновибратора.

При длительности входного импульса более 300 мс начинается постоянная генерация им-

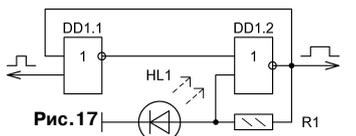


Рис. 17

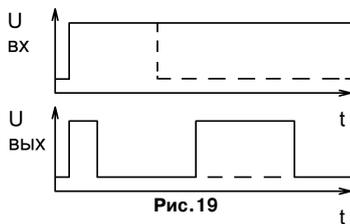


Рис. 19

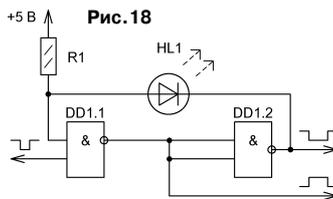


Рис. 18

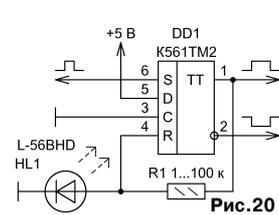


Рис. 20

пульсов с частотой, определяемой параметрами МСД и сопротивлением резистора R1. Итого, получается уникальное устройство, формирующее укороченный первый импульс длительностью 80 мс, а все последующие - расширенные до 200-300 мс. Аналогичные процессы происходят и в схемах **рис. 14-18**. Здесь и далее номиналы резисторов R1 выбираются в зависимости от серии микросхем и варианта включения согласно **табл. 1**.

Если заменить логические элементы D-триггером, то получится триггерный одновибратор (**рис. 20**). Номинал резистора R1 влияет на частоту генерации серии расширенных импульсов и может меняться в широких пределах.

**Преимущества схем с МСД.** Во-первых, при низких номиналах нагрузочных резисторов R1 50...600 Ом одновременно с генерацией импульсов будут наблюдаться достаточно яркие световые «вспышки». Во-вторых, малые габариты по сравнению с электролитическими конденсаторами. Для сравнения, чтобы получить импульсы с частотой 1,5-2,5 Гц в RC-генераторах на ИМС, требуются конденсаторы емкостью от 5-10 мкФ (серия микросхем K561) до 500-1000 мкФ (серия микросхем K155) или применение дополнительных транзисторов, микросхем. В-третьих, крутые фронты выходных сигналов, что недостижимо при замене МСД конденсаторами большой емкости.

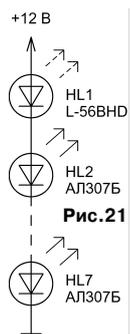


Рис. 21

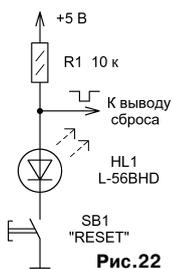


Рис. 22

SB1, можно будет проанализировать, как ведет себя система при периодическом обнулении ее параметров.

Схему на **рис. 14** допускается использовать не только в качестве одновибратора, но и делителя частоты следования входных импульсов. Коэффициент деления равен отношению частоты входных импульсов к частоте «мигания» МСД. В отличие от ее прототипа, в котором вместо HL1 применен электролитический конденсатор, значительно повышается стабильность коэффициента деления и увеличивается крутизна фронтов выходного сигнала.

На **рис. 23** МСД работает совместно с триггером Шмитта, выполненном на инверторе DD1. В результате такого «сотрудничества» на выходе схемы генерируются пакеты высокочастотных импульсов. Частота заполнения зависит от номинала резистора R1: 120 кГц при 100 кОм, 1 МГц при 15 кОм. Побочный эффект - небольшая широтно-импульсная модуляция.

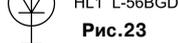


Рис. 23

Схема управляемого генератора пакетов импульсов изображена на **рис. 24**. Функционирование устройства начинается после подачи на вход ВЧ сигнала тактовой частоты, при этом выходной сигнал оказывается промодулированным с частотой «вспышек» HL1. Если на вход будет подан логический «0», то генерация импульсов прекращается, а если логическая «1», то генерация «вспышек» возобновляется, но без ВЧ тактового заполнения.

На **рис. 25** изображена схема, предназначенная для организации импульсного питания различных устройств. Ток нагрузки зависит от типа МСД и приложенного напряжения. Для светодиодов фирмы Kingbright этот ток составляет от 3-5 мА при напряжении 5-8 В до 40 мА при напряжении 15 В. МСД работает как электронный ключ. Частота включения определяется в первом приближении частотой его «вспышек». Если установить в схему электролитический конденсатор C1\*, то получится режим пилообразного питания устройства, который можно использовать для игрушек типа «сирена».

Еще один вариант на эту тему приведен на **рис. 26**. Амплитуда выходного пилообразного сигнала регулируется резистором R1 и составляет 2-3 В.

На **рис. 27** приведена схема, иллюстрирующая работу МСД в качестве частотного детектора. На элементах DD1.1-DD1.4 собран генератор с изменяемой частотой следования импульсов. Если их частота не превышает 5 Гц, то МСД «мигает» в своем родном ритме. При повышении частоты до 20 Гц происходит полная засветка МСД! В дальнейшем, начиная со значения 300-400 Гц, светодиод опять становится «мигающим».

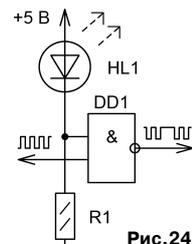


Рис. 24



Рис. 25

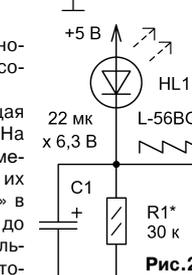


Рис. 26

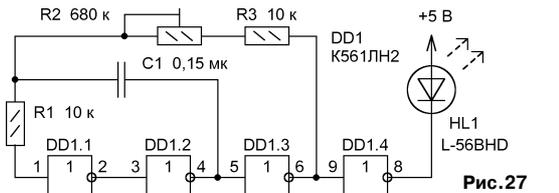


Рис. 27

**Интересное наблюдение.** При подаче на МСД импульсов частотой около 100 Гц он начинает реагировать на уровень внешней засветки от обычных ламп накаливания и ламп дневного света. В этом режиме МСД превращается в фотодиод. Достаточно заслонить рукой свет от лампы и МСД вместо полной засветки будет «мигать».

## Итоги

Появление МСД стало заметной вехой в преодолении очередного технологического барьера в электронной технике. Союз оптики и микроэлектроники доказал свою прочность на деле. Для фирм-изготовителей освоение производства МСД явилось хорошей рекламной потенциальной возможностью.

Пока что МСД не стали широко распространенными приборами, они до сих пор относятся к разряду экзотических. Причина кроется в их относительно высокой цене. По сравнению с обычными светодиодами МСД стоят в 5-10 раз дороже. Сфера их применения - миниатюрные устройства охранной сигнализации, индикаторы аварийных ситуаций. Нестандартные схемы включения могут быть рекомендованы в случае доработок аппаратуры, когда требуются малые габариты устройства и повышенная крутизна фронтов выходных сигналов.

## Литература

1. Рюмик С. Генераторы импульсов на «мигающем» светодиоде. - Радио, 2000, №2, с. 45.
2. Рюмик С. Мигающие светодиоды (справочный материал). - РА, 1999, №12, с. 26.
3. Рюмик С. «Бипер» без конденсаторов. - Радиолюбитель, 1999, №8, с. 24.
4. Рюмик С. Необычные применения мигающих светодиодов. - РА, 1998, №11-12, с. 23.
5. Рюмик С. Что мигает на елке? - Моделист-конструктор, 1999, №12, с. 20, 21.

**ПРЕДПРИЯТИЕ**  
**«ТРИОД»**

**ЛАМПЫ: Г, ГИ, ГК, ГМ, ГМИ, ГС, ГУ, 6Н... 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, 422-45-82 (с 10.00 до 17.00)  
E-mail: ur@triod.kiev.ua

25 марта 2002 года исполняется 70-лет Карелу Георгиевичу Фехтелу (UR5WN, ex UB5WN) - радиолюбителю с большой буквы и прекрасному человеку. Родился в пос. Свалыва Подкарпатской Руси Чехословакии в семье поварахи больницы и слесаря химзавода. Учился в чешской и венгерской школах, гимназии в Будапеште и Вене, ремесленном училище в Свалыве. Так стал «полюглотом» с детства. Затем были индустриальный техникум в Киеве, служба на флоте в Баку, досрочная демобилизация (мать стала инвалидом I-й группы, отец погиб еще в 1944 году и две сестренки остались без кормильца). Работал электромехаником в леспромхозе, после окончания техникума - мастером производственного обучения в техническом училище №1 г. Львова. Затем работа в институте машиноведения и автоматики АН УССР, на заво-

мейской радиотехнической мастерской, где изучил телеграфную азбуку, собрал свой первый супергертеродин на любительские диапазоны. В Киеве с 1949 года стал ходить на коллективную радиостанцию к Н.Тартаковскому и И.Полякову. В 1955 году стал членом Львовского радиоклуба и до сих пор с благодарностью вспоминает своих учителей - Марьям Григорьевну Бассину (U5BB) и Владимира Николаевича Гончарского (UB5WF). Вскоре был получен первый позывной UB5WN, а на УКВ RB5WN, в 1956 году проведена первая дальняя связь на 144 МГц с Варшавой.

Карел Георгиевич является одним из первых участников и организаторов соревнований по «Охоте на лис» - первый чемпион СССР (1956 г.), организатор и участник первого чемпионата Украины в 1957 году. В дальнейшем - тренер команд «Охот-

корд Украины по дальности связи. Опубликовал ряд статей в журнале «Радио» по тропосферному прохождению радиоволн и технике СВЧ. С 1960 по 1970 годы возглавлял Киевский радиоклуб и секции КВ и УКВ. Удостоен более 150 радиолюбительских дипломов, в т.ч. обладатель *единственного* в Украине диплома «Inter QSO» за активное сотрудничество с национальными радиоклубами (фото внизу).

Далеко не каждый радиолюбитель может сказать, что слышал сигналы SOS, а тем более оказал помощь терпящим бедствие. Карелу Георгиевичу это удалось, когда в 1966 году молодой воспитанник коллективной радиостанции UB5KCT Республиканского Дворца пионеров Виктор Горбунов, услышав сигналы SOS на 20-метровом диапазоне, позвал своего руководителя к радиостанции. Оказалось, как сообщила инструктор Миланского радиоклуба Елена Грасси, что для спасения мальчика от полиомиелита срочно нужно было лекарство Галантамин. В Киеве его не оказалось. Карел Георгиевич организовал в эфире «круглый стол». В результате, в течение суток жизненно необходимое лекарство было передано болгарскими радиолюбителями в Киев, затем - в Польшу. И уже польские радиолюбители отправили его самолетом в Италию, и жизнь мальчика была спасена благодаря взаимопомощи радиолюбителей.

Карел Георгиевич является одним из «первооткрывателей» 6-метрового диапазона в Украине. За последние 3 года проведено более 12 тысяч QSO с 42 странами на этом «магическом» диапазоне.

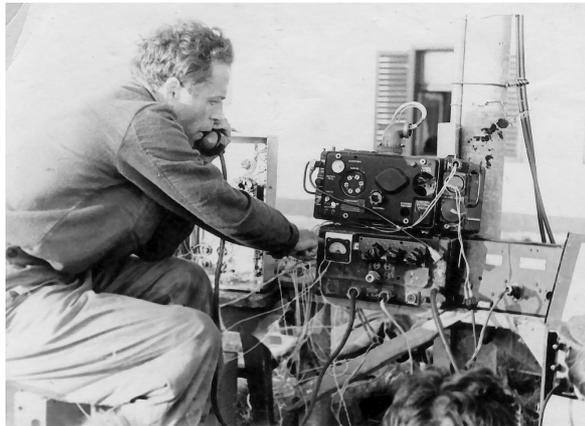
Редакция журнала, Исполком ЛРУ и Центральный радиоклуб Украины сердечно поздравляют Карела Георгиевича Фехтелу с 70-летним юбилеем и желают крепкого здоровья, счастья, удачи и творческих успехов!



UB5WN во время SP-контеста на 40-метровом диапазоне (2-е место), г.Львов, 1958 г.

дах «Теплоконтроль» и «Телефонно-телеграфной аппаратуры», в Институте кибернетики. В 1973 году окончил Киевский Госуниверситет им. Т.Г.Шевченко по специальности радиофизика. С 1962 по 1968 год работал по совместительству в Республиканском Дворце пионеров зав. лабораторией КВ и УКВ, зав. отд. техники, преподавателем физической электроники в техникуме. С 1966 по 1987 год - институт защиты растений, а после катастрофы на ЧАЭС до выхода на пенсию в 1993 году - НИИ сельхозрадиологии (г.Чернобыль).

Радиолюбительством Карел Георгиевич увлекся сразу после войны. Первый детекторный приемник, собранный своими руками, на выставке в Ужгороде (1946 г.) был отмечен поощрительным призом (библиотека радиотехнической литературы). Проживая рядом с воинской частью, подружился со специалистами из ар-

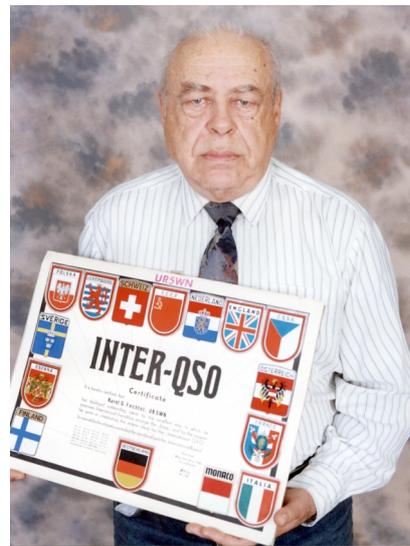


Чемпионат Европы по связи на УКВ (гора Стой, Закарпатье, 1965 г.)

ников» и сборной команды Украины по очным соревнованиям на УКВ, которая три года подряд завоевывала звание Чемпиона СССР. С 1958 года проводил эксперименты по организации связи на УКВ, в т.ч. с отражением от Луны и многоэлементными антеннами. Принимал участие в испытаниях первого в Украине репитера на 144 МГц. Внес весомый вклад в освоение и популяризацию СВЧ диапазонов. На аппаратуре собственной конструкции на 5600 МГц был установлен ре-



На коллективной радиостанции UB5KCT Республиканского Дворца пионеров



**ПОЛОЖЕНИЕ О ЧЕМПИОНАТАХ УКРАИНЫ ПО РАДИОСВЯЗИ НА КВ 2002 г.**

Телеграфный Чемпионат Украины будет проводиться с 22-00 UT 9 марта по 01-59 UT 10 марта, телефонный Чемпионат - с 22-00 UT 6 апреля по 01-59 UT 7 апреля 2002 г. на диапазонах 160 и 80 метров в два тура по два часа (1 тур - с 22-00 по 23-59 UT, 2 тур - с 00-00 по 01-59 UT) со сквозной нумерацией QSOs. Повторные QSOs разрешено проводить на разных диапазонах и в каждом туре, независимо от времени предыдущего QSO. Категории участников - SO MB, SO SB, MO MB (1 TX). Категория MO MB (1TX) предусматривает команду из 2-3 операторов. В телефонном Чемпионате проводится отдельный зачет среди операторов-женщин при условии наличия в группе не менее 4 коллективных ЛРС и 4 индивидуальных ЛРС.

Контрольные номера состоят из условного обозначения области и порядкового номера QSO (например, DO001, KV034...). За QSO начисляется 2 очка, за новую область - 10 очков (очки за область начис-

ляются на каждом из двух диапазонов, в каждом туре по-новому). Очки за корреспондентов не начисляются. Переход с диапазона на диапазон может быть осуществлен не раньше, чем через 10 минут после предыдущего. Расхождение во времени QSO допускается не более 2 минут. Будет подводиться зачет среди клубов (принадлежность к клубу указывается на титульном листе) и среди областей (судейская коллегия выбирает от области лучшие результаты 3 коллективных и 7 индивидуальных ЛРС). Спортсмены, занявшие 1-3 места в своих подгруппах, награждаются дипломами. Абсолютным победителям в категориях SO MB, MO MB (1TX) присваивается звание ЧЕМПИОН УКРАИНЫ 2002 г. Отчеты за участие в соревнованиях выполняются по типовой форме, их необходимо выслать в адрес судейской коллегии не позже 15 дней после окончания соревнований. Телеграфный тур Чемпионата Украины судит Луганская коллегия судей. Отчеты направлять - 91033, г.Луганск-

33, а/я 26. Электронные отчеты направлять по адресу: ux5mz@ccl.lg.ua ux3mrg@qsl.net (Info: Андрей Лякин <ut2ub@ham.kiev.ua>).

**РАДИОМАРАФОН - 2001**

В 2001 г. Украинским государственным центром научно-технического творчества учащейся молодежи (лабораторией приемно-передающих устройств, зав. лабораторией В.П.Гусев, UT4UWX) были организованы и проведены соревнования по радиосвязи среди радиостанций с операторами в возрасте до 18 лет. По сумме мест в десятку лучших вошли: UR6GWB, UR6GXA, UT0AZA, UU4JWR, UU2JWA, UR4AWL, UR4CXI, UR7TXQ, UR4JXT, UR4BWN. Редакция журнала «РадиоХобби» поздравляет победителей и награждает указанные коллективы годовой подпиской.

# Вторая версия MixW от UT2UZ и UU9JDR

Виктор Ткаченко (UT1UA), г. Киев

Неутомимые украинские программисты Николай Федосеев (UT2UZ) и Денис Нечитайлов (UU9JDR) продолжают радовать радиолюбителей, в особенности приверженцев цифровых видов связи, плодами своего труда. В ноябре 2001 г. вышла релизная, вторая версия известного многим радиолюбителям программного продукта MixW. Тот, кто имел и пользовался первой версией этой программы, не может не заметить новый экранный интерфейс, блок настроек, новую форму журнала, обилие макрокоманд и т.д.

## Остановимся подробно на новых функциональных возможностях программы MixW версии 2.xx:

- поддерживает работу в режимах: SSB, AM, FM, CW, BPSK31, QPSK31, FSK31, RTTY, Packet (HF/VHF), Pactor (RX only), AMTOR (FEC), MFSK, Hellschreiber, Throb, Fax (RX only), SSTV, MT63 с использованием звуковой карты ПК;
- принимает одновременно несколько станций, в том числе с разными видами модуляции;
- управляет основными функциями трансиверов многих моделей и типов (с использованием CAT-системы);
- управляет поворотными устройствами и переключателями антенн;
- имеет набор более 140 макрокоманд, которые доступно набираются и легко используются;
- работает совместно с другими радиолюбительскими программами;
- передает данные во внешние азимутальные карты (DXAtlas), логовские и др. программы;
- распечатывает QSL-карточки с использованием текстового редактора;
- импортирует и экспортирует данные журнала связей в другие форматы и программы;
- работает с данными различных типов колбуков;

## В MixW можно также:

- корректировать амплитуду выходного сигнала звуковой карты для отдельного вида связи;
- изменять алгоритм приема телеграфного сигнала и использовать фильтры;
- изменять размеры экрана интерфейса и его отдельных окон и размещать их в удобном месте экрана монитора;
- настраивать форму журнала связей на работу в соревнованиях и вести мгновенную статистику в ходе соревнований, используя фильтры;
- в автоматическом режиме делать общий вызов, сканирование сигналов в пределах полосы пропускания;
- с помощью корректировки пользователем mixw2.ini-файла можно устранить некоторые конфликты в работе программы на конкретном аппаратном оборудовании;
- осуществлять поиск в журнале связей по заданным критериям, в том числе по начальным буквам позывного;
- вести различного рода статистику и учет QSL-информации;
- производить выборку записей и осуществлять действия по их конвертированию в другие форматы;
- добавлять или редактировать базу данных по префиксам и территориям;

## Кроме того:

- добавлена функция использования вместо списка DXCC список WAE;
- в соответствии с установками планировщика - MixW напомнит о событии или запустит макрокоманду, программу;
- в режиме SSTV MixW может генерировать видеоидентификатор - Video ID;
- подключенный ротор по вашей команде или автоматически направит антенну на корреспондента.

## Новый экранный интерфейс MixW 2 позволяет:

- изменять размеры основного и дополнительных окон программы по желанию пользователя средствами Windows;
- размещать отдельные окна-блоки программы в желаемых местах экрана, изменять размеры или удалять их при желании;
- использовать личные настройки цветовой палитры (фона, текста, позывных и т.д.);
- включать несколько дополнительных приемных окон, размещая их в удобном месте и настраивая цветовую палитру, раз-

меры;

- определять более реальный рапорт RST принимаемого PSK-сигнала, а также процентное соотношение принятого к потеряному сигналу;

- более удобно управлять трансивером (частотой, диапазоном и др.).

И, как всегда, автором уделено особое внимание усовершенствованию алгоритма работы цифровых видов связи, качества приема и передачи сигнала. Для любителей автоматизации рабочего процесса усовершенствованы модули управления CAT-system (компьютер-трансивер), а также Rotor - управление поворотной антенной системой.

При значительном расширении функций и возможностей второй версии программы она остается работоспособной при соответствующих настройках и на компьютерах с процессором DX4-100, 12 МБ RAM. Однако, автор рекомендует устанавливать программу на ПК Pentium 166 с ОЗУ 32 МБ и выше с операционными системами Windows 9x/ME/XP/NT/2000.

**Что появилось нового:** новые виды работы (SSTV, Hell, MT63 и др.); новый журнал связей; DSP-фильтры по звуковой частоте; информационная строка состояния - Status bar; удобное меню для набора готовых макрокоманд; сохранение и последующая загрузка набора макрокоманд для отдельных видов работы, включая автоматическую загрузку при изменении вида работы; управление ротором поворота антенны и переключателем антенн; ручное и автосканирование частоты; Scheduler - планировщик, который может не только напомнить вам о необходимости что-либо сделать, но и выполнить заданные вами макрокоманды, включая запуск других программ. Нельзя не отметить широкий спектр настроек под «железо» конкретного пользователя (интерфейсы, порты и т.д.).

Экран программы сделан простым, подобно другим общепринятым приложениям Windows, верхняя строка меню с разворачивающимся вниз (Pull Down) подменю. Макрокоманды теперь стало проще использовать, их можно выбрать из предложенного списка и перенести кликом мышки в окно исполнения, что практически исключает ошибки синтаксиса.

Журнал учета проведенных связей можно настроить на контекстный вариант через ряд меню. По окончании работы в соревнованиях, MixW сделает выборку нужных связей, которые можно преобразовать в один из необходимых для отправки отчета форматов (ADIF, CSV, Cabrillo или текстовый). Такой вариант удобен тем, что все связи, как повседневные, так и контекстовые находятся в одном журнале, и никаких слияний и конвертации в дальнейшем не требуется. В журнале связей можно сделать поиск и выборку по многим критериям, заданным пользователем.

С помощью MixW2 можно распечатывать QSL-карточки (или наклейки), используя возможности редактора Word 2000, приводятся конкретные примеры.

## Инсталляция

Программа MixW в запакованном виде (самораспаковывающийся файл Mixw20.exe) имеет размер около 1,3 МБ. Распакованный пакет занимает объем на жестком диске около 2,6 МБ. Нажатием «Ввод» /Enter/ на указанном файле с помощью мастера инсталлятора происходит распаковка в директорию по умолчанию C:/Program Files/MixW. Но при желании ее можно изменить пользователем. При последующем обновлении версии не забудьте указать правильное имя папки, которую Вы изменили по умолчанию, или задать другую для использования и предыдущей версии. В Start/Programs будет создана папка MixW с вложением в нее ряда ярлычков к файлам. Запускается программа нажатием «ввода» на ярлыке MixW с бабочкой. Первая инсталляция создает группу файлов:

**MixW2.exe** - исполняемый файл;

**MixW2.ini** - файл инициализации установок;

**bands.ini** - частотный план диапазонов с установками для режимов работы;

**cty.dat** - база данных по странам;

**pfk.dat** - база данных по префиксам;

\*.dll - исполняемые вспомогательные файлы, модули;

\*.mc - файлы записи конфигурации макрокоманд;

\*.dom - файлы индексов регионов внутри стран;

\*.txt - ряд текстовых файлов.

The screenshot shows the MixW software interface. At the top, there is a menu bar with options: File, Edit, Mode, Options, View, Configure, Help. Below the menu is a table with columns: Mode, Freq, Date, UTC Time, Call, Name, QTH, RSTsnt, RSTrcv, Notes. The table contains several entries, with the most recent one highlighted in cyan: Mode: BPSK3, Freq: 14070.149, Date: 25.12.2001, UTC Time: 14:08:48, Call: , Name: , QTH: , RSTsnt: 599, RSTrcv: 599. Below the table are several icons for file operations. The main window is divided into several sections. On the left, there are three text boxes containing received messages in red and black text: "CQ CQ CQ DE UT1UA UT1UA UT1UA", "PSE KKK...", "eeet e eo=dt e-an", "n e a ei". Below these is a spectrum display showing frequency bands from 14069 to 14071 MHz. On the right side, there are controls for frequency (14.070.149), mode (PKT), a signal strength indicator (0 copy %), a signal-to-noise ratio indicator (0 | s/n | 60), and a world map showing the location of the station. At the bottom, there is a control panel with buttons for "CQ CQ", "Answer", "My Rig...", "73\_Bye..", "de UT1", "DXAtI", "TX...", "...RX", and a status bar showing "TX S9 AFC Lock Snap 1641.0 Hz IMD: BPSK31 25.12.2001 14:08:48 z".

После первого запуска программа создает новый пустой файл журнала связей **MixW2.log** и другие вспомогательные файлы. Если имеется регистрационный ключ (файл **MixWReg1.d11**; для подписчиков журнала «Радиолюбби» он предоставляется бесплатно), скопируйте его в директорию, в которой проинсталлирован пакет программы - она сама его подключит. При выполнении апгрейда (инсталляции очередной свежей версии поверх прежней), мастер инсталляции задаст вопросы о необходимости перезаписи или пропуска уже инсталлированных одноименных файлов. Если в предыдущей версии был модифицирован файл **bands.ini** для корректной работы CAT-системы, откажитесь от перезаписи данного файла, сделав Пропуск/Skip. Файл **MixW2.log**, содержащий базу данных журнала связей, при апгрейде не перезаписывается. Таким образом, сохраняются все данные, введенные в журнал связей предыдущей версией.

**Примечание.** Для предотвращения потери данных рекомендуется перед инсталляцией новой версии поверх предыдущей скопировать файл базы данных журнала связей **MixW2.log** в другую директорию и, если необходимо, файл инициализации установок пользователя **MixW2.ini** для сохранения прежних настроек пользователя.

#### Подключение ПК к трансиверу

Программа не требует установки терминала TNC, достаточно иметь в распоряжении компьютер и инсталлированную под Windows звуковую карту. Для работы в MixW необходимо сигнал звукового выхода трансивера (желательно линейный) подать на вход звуковой карты компьютера, а выход звуковой карты - на линейный аналоговый вход трансивера или на микрофонный вход через простой резистивный делитель, обеспечив уровень на микрофонном входе не более 10 мВ. Подключение необходимо выполнить экранированным проводом. Для получения максимальной развязки между компьютером и трансивером следует применять трансформаторы по сигнальным цепям или оптронные развязки по цепям управления и сигнальным цепям (ряд таких устройств был опубликован в радиолюбительских журналах «Радиолюбби», «Радиолюбитель», на Краснодарском радиолюбительском сайте и др.). Многие трансиверы зарубежного производства имеют, например, аналоговый вход для работы RTTY, SSTV, Packet и

др. Использование таких входов предпочтительнее, так как при включении этих режимов автоматически отключаются микрофон и речевой компрессор.

#### Настройка на прием

После выполнения всех соединений включите ПК и запустите MixW (предполагается, что все необходимые настройки интерфейса программы выполнены). Включите режим приема сигналов PSK31, для этого в меню **Mode** кликните мышкой на BPSK31. Включите трансивер, настройтесь на частоту 14.070 МГц. Результатом выполнения правильных соединений будет наличие на индикаторе настройки MixW (спектрографе) характерного сигнала, по форме напоминающего бегущую желтую дорожку на синем фоне и зависящего от входного на звуковую карту. Если такового нет, перейдите в Меню **Configure/Input volume...** На экране появится окно стандартных мультимедиа-настроек. Включите (отметьте галочкой) **Выбрать/Select** раздела **Линейный вход/Line-in** и выставьте регулятор уровня в среднее положение. Закройте данное окно и перейдите в MixW. При правильных соединениях появление входного сигнала гарантировано. Аналогичным путем выставьте необходимый **уровень** входного сигнала, который приблизительно характеризуется наличием на сине-голубом фоне яркого желтого (до появления красного) PSK-сигнала при показании S-метра от принимаемой станции, равного S9. Включите автоподстройку частоты AFC и «кликните» левой кнопкой мышки в середину сигнала PSK. В приемном окне должен приниматься текст передающей станции.

**Примечание:** реальная цветовая палитра сигналов и фона в спектрографе зависят от настроек цветопередачи монитора и настроек палитры в MixW - **View/Spectrum/Colors/Waterfall Palette..** (**Показать/Спектр/Цвет/Водопад**)

#### Настройка на передачу

Для выполнения настроек уровня выходного сигнала предпочтением следует отдать т. н. «холодной» настройке. К выходному гнезду звуковой карты подключите наушники или акустическую систему, убедитесь в ее работоспособности средствами Windows. В меню MixW **Options (Опции)** включаем функцию **Tune transmitter..**

(**Настройка передатчика**) и определяем на слух наличие и качество тонального сигнала. Открываем меню **Configure/Output volume...** (**Настройки/Регулятор выхода**) и в разделе **Wave** (остальные выходы лучше отключить) ползунковым регулятором уточняем уровень до необходимого.

Обратите внимание, что для регулировки входного сигнала на прием вызывается функция **Recording Control (Уровень сигнала записи)**, а для регулировки выходного уровня на передачу - функция **Volume Control Playback (Регулятор уровня громкости воспроизведения)**.

Добившись чистого тонального сигнала с выхода звуковой карты, выходной сигнал можно подавать на вход трансивера. Акустические системы можно держать подключенными, используя соответствующий штеккер-раздвоитель для периодического акустического контроля качества сигнала.

Помните, что микрофон и компрессор сигнала должны быть отключены, а для передачи цифровых видов связи обычно применяется нижняя боковая полоса LSB. Регулятор выходной мощности трансивера необходимо установить на минимум. Данную операцию лучше проводить на том диапазоне и в то время, когда диапазон «закрыт».

Наличие и качество выходного сигнала теперь контролируется по контрольному приемнику или выходным приборам трансивера. Окончательно эту операцию лучше произвести в эфире, попросив кого-либо из операторов, желательно соседей, посмотреть ваш PSK-сигнал на спектрографе MixW и измерить IMD, который должен быть не менее минус 22...25 дБ (очень хороший результат -30 дБ и ниже). Если у вас хорошее соединение с Интернет, можно также воспользоваться приемником-монитором, установленным на сайте авторов программы <http://nick.tav.kiev.ua/WEBPUB/PskReceiverApplet/PskReceiver.html>. Но злоупотреблять этим не следует.

Для нормальной работы большинства цифровых видов связи достаточно выходной мощности 30-50 Вт. Для перевода трансивера в режим прием/передача можно использовать VOX-систему или схему РТТ.

## ВНИМАНИЕ!

а) Не допускайте «перекачки» по входу трансивера сигналом с выхода звуковой карты - это ухудшает «читаемость» сигнала и многократно увеличивает полосу излучения.

б) Вся аппаратура должна быть заземлена, а соединения трансивера с персональным компьютером производите только в выключенном состоянии во избежание выхода из строя узлов компьютера. Применяйте разделительные трансформаторы или оптроны в сигнальных цепях и цепях управления между ПК и трансивером.

в) Аппаратура должна быть согласована с антенно-фидерной системой, чтобы исключить возможности наводки ВЧ напряжения на компьютер.

## Запуск программы MixW

Запускается программа нажатием **Enter (Ввод)** на ярлыке (**Shortcut**) **MixW** с иконкой «бабочка» в группе **Programs/(Программы)/MixW**. В любом случае вы можете запустить программу нажатием **Ввода/Enter** на исполняемом файле **mixw2.exe**.

Размеры экранного интерфейса программы (рис. 1) на мониторе можно изменять стандартными средствами Windows. Отдельные окна **Control bar (Панель заготовок)**, **Log bar (Аппаратный журнал)**, **CAT bar (Панель связи с трансивером (CAT))**, **Tuning indicator (Индикатор настройки)** и др. можно перетаскивать в удобное для вас место, в том числе и за пределы экрана программы. Для этого захватите мышкой на границе соответствующей области и с удержанием клавиши **Ctrl** перетащите в нужное место окно.

Все сведения по настройкам экрана и установкам сохраняются в файле **mixw2.ini**, который располагается в директории программы при инсталляции. Сохраните этот файл в другой папке, чтобы всегда можно было вернуться к прежним настройкам при всякого рода некорректных установках и переинсталляциях.

## Меню программы

Кликом мыши на соответствующем разделе строки меню (рис. 1 - вторая полоса сверху экранного интерфейса) открывается вниз спадающее подменю для выполнения установок и настроек программы.

### Меню «File» (рис. 2)

Здесь можно выполнить функции:  
- по распечатке **Print (Печать)**, **Print Preview (Просмотр перед печатью)**, **Print Setup (Настройки принтера)**;  
- выбора файла **Send file...** (**Послать файл**);

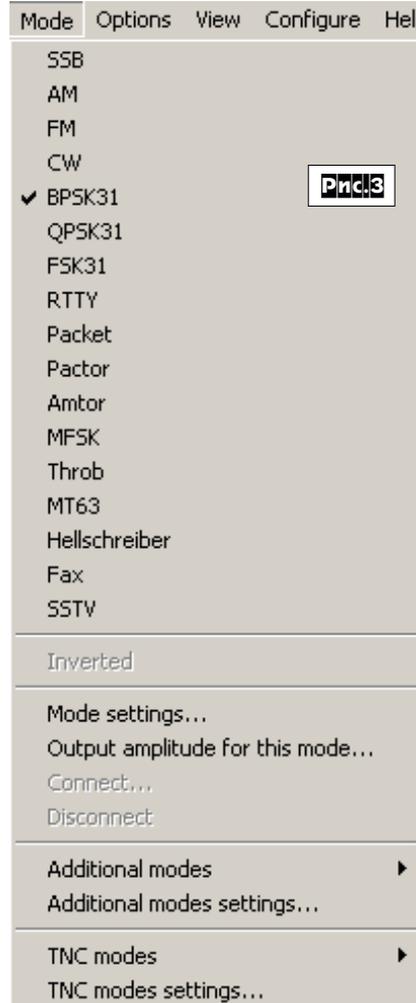


**ADIF (Импорт ADIF..., Экспорт ADIF)** в формате ADIF;

- слить (объединить) данные нескольких журналов **Merge...** (**Объединить**);

- включить/выключить запись в текстовый файл данных из приемного окна **RX Log** → **Open RX Log file/Close RX Log**, при этом именем файла может быть позывной, чью информацию необходимо сохранить;

- включить запись принимаемого сигнала в буфер **Sound (Звук)/Save last 20 seconds of audio...**, что даст возможность воспроизводить данные сигнала, когда в реальном времени станция уже не работает, или произвести запись сигнала средствами **MixW** в отдельный файл **Start recording (Начать запись)/Stop recording (Остановить)** с последующим воспроизведением;



- запуска заранее подготовленного сценария **Run script...** (**Запустить скрипт**);

- поиска в журнале связей по определенным критериям **Search in logfile.. (Поиск в аппаратном журнале)**;

- просмотра и редактирования записи в журнале связей **QSO details (QSO подробно)**;

- удаления и восстановления записи в журнале связей **Remove QSO and Restore removed QSO (Удалить QSO и Восстановить удаленное QSO)**;

- сохранить запись, введенную в строку ввода данных **Save QSO (Сохранить QSO)**;

- поиск в журнале по позывному **Lookup call (Поиск в журнале по позывному)**;

- произвести импорт и экспорт данных в журнал **Import ADIF..., Export**

## Меню редактирования «Edit»

Здесь применяются общепринятые команды, которые в появившихся не нуждаются. **Insert `@`** (Вставить `@`) - вставляет команду перевода программы из режима передачи в режим приема.

## Меню выбора режима работы «Mode» (Вид связи) (рис. 3)

В этом меню способом «подсветки» и «клика» кнопкой мыши, выбирается

желаемый вид работы и производятся настройки **Mode settings... (Настройки)**. Необходимо помнить, что настройки производятся на каждый вид отдельно.

При необходимости можно скорректировать амплитуду выходного сигнала звуковой карты для каждого вида работы **Output amplitude for this mode... (Амплитуда звука)**.

В некоторых режимах, требующих отдельного соединения, используется команда **Connect (Соединиться с...)** или **Disconnect (Разъединиться)**.

**Меню Additional modes (Дополнительные виды)** позволяет использовать дополнительные виды работы, которые предварительно были установлены в меню **Установки для дополнительных видов Additional modes settings... (Настройки)**.

**Меню TNC modes (Поддержка TNC)** позволяет использовать дополнительные виды работы контроллерами, которые предварительно были установлены в меню для внешних контроллеров - **TNC modes settings... (Настройки)**.

**Меню - «Options» (Опции) (рис.4)**

- Здесь можно:
  - включить и выключить **AFC (АПЧ)** - автоматическую подстройку частоты;
  - **Lock (Зафиксировать частоту передачи)** - заблокировать частоту передачи;
  - **Snap (Быстрая настройка)** - быстрый захват точки настройки;
  - **Squelch (Шумоподавитель)** - вкл./выкл. шумоподавитель;
  - **Squelch threshold... (Порог шумоподавителя)** - настроить шумоподавитель;
  - **RX (Прием)** - режим приема; **TX (Передача)** - режим передачи;
  - **Continuous Seek (Непрерывный поиск)** - непрерывный поиск, для удобства перемещения курсора в приемном окне. При включенной опции курсор перемещается более плавно от одного сигнала к другому;
  - **Arrows for Seek (Использовать стрелки для поиска)** - осуществление поиска и изменение его направления с помощью стрелок ←, → ;
  - **Scan (Сканирование)** - сканирование частоты приема, где в раскрывшемся подменю можно сделать необходимые установки для сканирования и начать сканирование - **Start scan (Начать), Stop scan (Остановить)** - остановить сканирование;
  - **Scheduler (Расписание)** - планировщик заданий, который в соответствии с предварительными установками может напомнить о чем-либо или запустить указанную макрокоманду;
  - **Auto CQ (Авто CQ)** - при соответствующих установках выполняет функцию автоматического перевода трансивера из режима приема

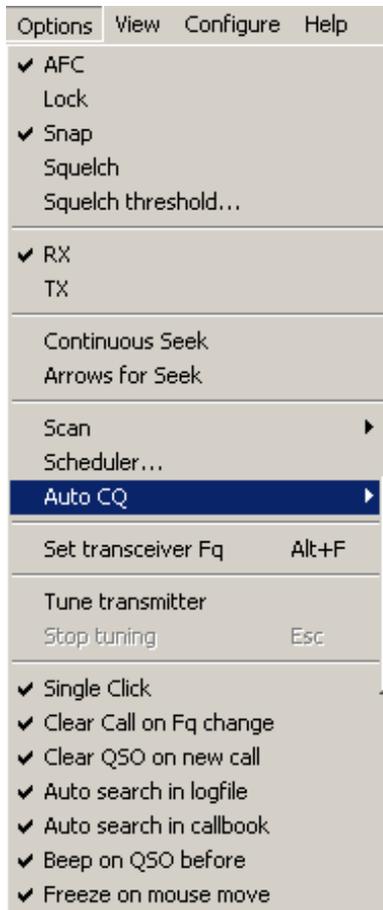


Рис.4

на передачу и направляет текст или макрокоманды, заготовленные заранее - **Text (Текст)**. **Start (Начать), Stop (Остановить), Delay (Пауза)** - время задержки между включениями на передачу в секундах;

- **Set transceiver Fq (Частота трансивера)** - установка частоты трансивера вручную, равнозначно Alt+F;
- **Tune transmitter (Настройка передатчика)** - переводит программу в режим передачи и посылает тональный сигнал настройки. Выключается - **Stop tuning (Остановить)** или кнопкой Esc;
- **Single Click (Один щелчок)** - данные из приемного окна вводятся в строку ввода одним нажатием кнопки мыши, если не включено - двойным щелчком;
- **Clear Call on Fq change (Очистка при изменении частоты)** - если включено, при изменении частоты настройки трансивера данные в строке ввода стираются автоматически;
- **Clear QSO on new call (Очистка при вводе нового позывного)** - если включено, то ранее введенный в строку ввода данных позывной автоматически стирается и заменяется новым, на котором сделан клик мышью;
- **Auto search in logfile (Автопоиск в журнале)** - если включено, то производится автоматический поиск и ввод данных из журнала записанных связей;
- **Auto search in callbook (Автопоиск в справочнике (Callbook))** - если включено и сделаны подключения в **Configure/Callbook (Настройки/Справочник)**, то производится автоматический поиск и ввод данных из соответствующего колбука;
- **Beep on QSO before (Звуковой сигнал при повторной связи)** - если включено, то выдается звуковой сигнал средствами ПК (через динамик компьютера);
- **Freeze on mouse move (Замораживать при движении мыши)** - если включено, то экран приемного канала «замораживается» на время движения указателем мыши по нему. Сделано для удобства выполнения выделений, захвата позывного и др.

**Меню Вид «View» (Показать) (рис.5)**

- Здесь можно включить и выключить, а также настроить:
  - **Control bar (Панель заготовок)** - панель функциональных клавиш с макрокомандами;
  - **Log bar (Аппаратный журнал)** - панель журнала последних связей, включается - **View log bar (Показать)**, которая может иметь вид: **Normal layout (Нормальный вид)** - вид по умолчанию, **Contest layout (Режим соревнований)** - сокращенный для соревнований, **Custom 1 и Custom 2 (Настраиваемый 1 и 2)** - пользовательские. **Manual entry mode (Режим ручного ввода)** - ручной ввод данных. Последний полезен тем, кто применяет перенос данных в другие логовские программы с иным наименованием видов работы или при вводе старых QSO;

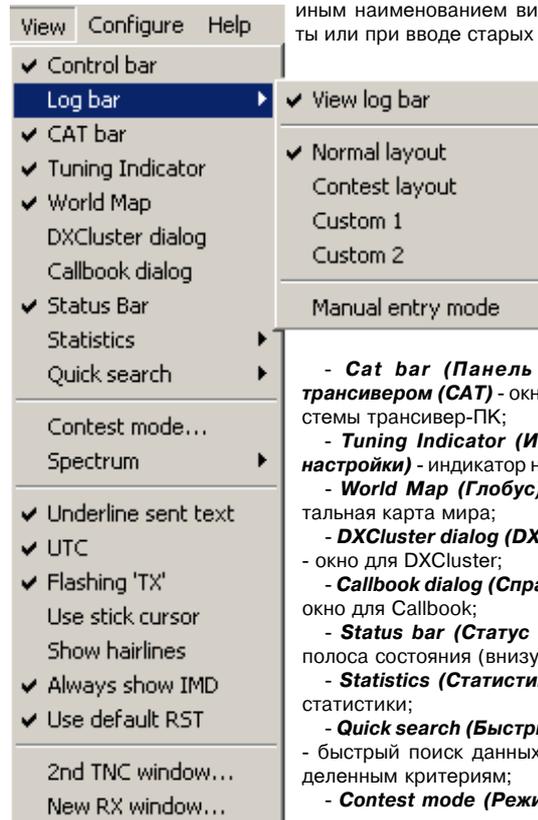


Рис.5

- **Cat bar (Панель связи с трансивером (CAT))** - окно CAT-системы трансивер-ПК;
- **Tuning Indicator (Индикатор настройки)** - индикатор настройки;
- **World Map (Глобус)** - азимутальная карта мира;
- **DXCluster dialog (DX кластер)** - окно для DXCluster;
- **Callbook dialog (Справочник)** - окно для Callbook;
- **Status bar (Статус панель)** - полоса состояния (внизу экрана);
- **Statistics (Статистика)** - окна статистики;
- **Quick search (Быстрый поиск)** - быстрый поиск данных по определенным критериям;
- **Contest mode (Режим сорев-**

**нований)** - вызывает окно выбора, добавления, редактирования режимов для соревнований;

- **Spectrum (Спектр)** - настройки спектрографа, где можно включить показание звуковой частоты Sound (Звук), радиочастоты с верхней полосой пропускания - **RF USB** (Радио, верхняя боковая (USB)), радиочастоты с нижней полосой пропускания - **RF LSB** (Радио, нижняя боковая (LSB)), автоматически - **Auto** (Автоматически), показывать или не показывать маркеры - **Bookmarks (Закладки)**. **Waterfall (Водопад)** - вид спектрографа в виде водопада. **Spectrum (Спектр)** - аналоговая форма. **Show 10 db grid (10 db разметка)** - можно включить на экране спектрографа измерительные линии через 10 дБ по шкале амплитуд. **Average curve (Усредненный спектр)** - усредненная линия (подвиды предыдущей опции), **None (Нет)** - выключено, **Normal (Нормальный)** - нормальный вид, **Inverted (Перевернутый)** - инвертированный.

В подменю **Colors (Цвет)** и **Zoom (Увеличение)** можно настроить цветовую палитру и масштаб.

- **Underline sent text (Подчеркивать переданный текст)** - в окне передачи текст выводится подчеркнутым, что дает возможность пользователю путем клика курсора мыши в нужном месте остановить передачу текста, добавить или отредактировать его. Для продолжения передачи текста необходимо курсор мыши поставить в конец текста;

- **UTC (Всемирное время)** - использовать или не использовать поправку на UTC время;

- **Flashing «TX» (Мигающий «TX»)** - мигающая индикация (в полосе состояния) режима передачи;
- **Use stick cursor (Курсор в виде линии)** - меняет форму курсора;

- **Show hairlines (Линии настройки)** - показать тонкую линию;
- **Always show IMD (IMD без остановок)** - всегда показывать IMD - индикатор интермодуляционных искажений;
- **Use default RST (RST по умолчанию)** - использовать для ввода в журнал связей рапорта по умолчанию (59 или 599);
- **2nd TNC window... (Второе окно TNC)** - выводит второе окно для TNC-контроллера;
- **New RX window... (Новое окно приема)** - выводит второе приемное окно. Повторное нажатие - выводит третье и т.д.

### Меню конфигурации «Configure» (Настройки) (рис.6)

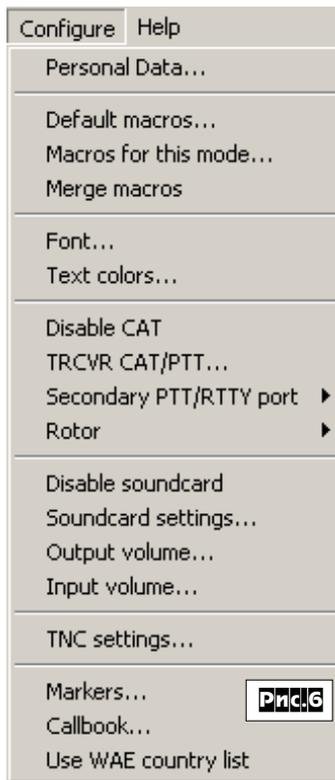
**Personal Data (Личные данные)** - выставляются персональные данные - позывной (основной и специальный), имя, QTH, координаты (от них зависит правильное отображение показаний азимута на карте), QTH-локатор, использовать или не использовать телеграфный идентификатор - CWID и какой.

**Default macros... (Общие заготовки)** - устанавливается имя файла с макрокомандами для использования по умолчанию.

**Macros for this mode... (Заготовки для этого вида)** - устанавливается имя файла с макрокомандами для конкретного вида модальности.

**Merge macros (Объединить заготовки)** - слияние макрокоманд.

**Font... (Шрифт)** - устанавливаются шрифты для отображения в приемном и передающем окнах. Необходимо помнить о кириллических шрифтах в случае необходимости передачи русского текста.



**Text colors... (Цвет)** - устанавливаются цвета экранного интерфейса.

**Disable CAT (Отключить интерфейс)** - отключается CAT-система.

**TRCVR CAT/PTT... (Интерфейс CW/PTT)** - установка для CAT-системы.

**Secondary PTT/RTTY port (Второй порт для PTT/RTTY)** - установки для дополнительных функций CAT-системы.

**Rotor** - установки для подключения и использования антенного поворотного устройства.

**Disable soundcard (Отключить звуковую карту)** - отключение звуковой карты.

**Soundcards settings... (Настройки звуковой карты)** - установки для звуковой карты.

**Output volume... (Регулятор выхода)** - выводятся стандартные средства Windows для регулировки уровня сигнала на выходе звуковой карты.

**Input volume... (Регулятор входа)** - выводятся стандартные средства Windows для регулировки уровня сигнала на входе звуковой карты.

**TNC settings (Настройки TNC)** - установки для TNC-контроллера.

**Markers... (Метки)** - на спектрографе выводятся маркерные линии в соответствии с установками, сделанными в диалоговом окне.

**Callbook... (Справочник)** - установки для подключения и использования данных колбуков, указывается тип и путь к базе данных.

**Use WAE (Использовать WAE список стран)** - использовать список WAE.

**Меню помощи «Help» (Справка)** в особых пояснениях не нуждается. Здесь в подменю «О программе MixW» (**About MixW... (О программе)**) можно получить сведения о версии и регистрации.

*Примечание. Демонстрационную версию MixW можно скачать с авторского сайта - <http://ham.kiev.ua/~nick/mixw2/MixW201.exe>, а такую же с русскоязычным экраным интерфейсом с [www.mixw2.narod.ru](http://www.mixw2.narod.ru) или [www.ut1ua.narod.ru](http://www.ut1ua.narod.ru). Для бесплатного получения файла регистрации достаточно выслать в адрес редакции «РХ» заявку с оригиналом вашей подписной квитанции на 2002-й год, ваши Ф. И. О. (полностью), адрес (e-mail или FidoNet), позывной, NAME, QTH и его географические координаты.*

(Продолжение следует)

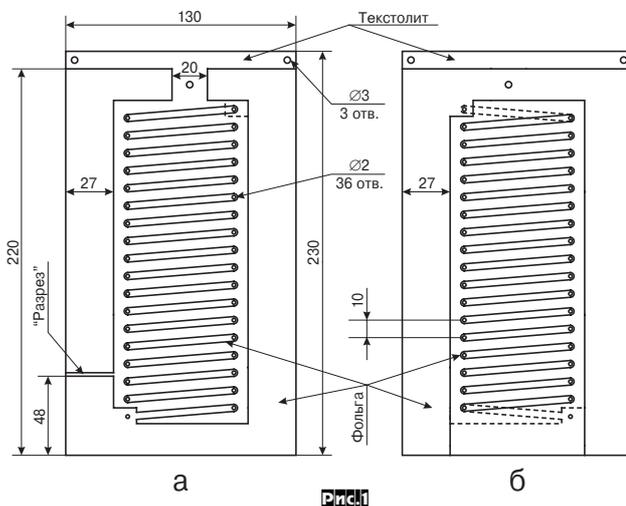
## LC-контур из стеклотекстолита

Вячеслав Марков (UY5AP), г. Киев

Автор предлагает изготавливать LC-контур из стеклотекстолита. Его можно применять там, где не требуется высокая добротность. Например, при согласовании высокоомных антенн с кабелем, в выходных каскадах передатчиков ( $P_{max} < 100$  Вт) и т.п., где полезно иметь контур с повышенной полосой пропускания.

В качестве обкладок конденсатора используются противоположные стороны фольги, а витков катушки - противоположные полоски фольги, спаянные последовательно сквозными перемычками. Одна обкладка конденсатора соединяется с началом катушки (рис.1а), другая - с ее концом (рис.1б).

Варьируя размерами платы, площадью фольги обкладок конденсатора, количеством «витков» катушки, можно в широких пределах настраивать данный LC-контур на различные частоты. 1 см<sup>2</sup> фольгированного двухстороннего текстолита толщиной 2 мм имеет емкость 2,5 пФ. Данные LC-контуря, изображенного на рис.1: С=192 пФ; L - 17,5 витков (ширина «витка» 3 мм);  $f_{рез.} = 14$  МГц. Подбирая



# Лампово-транзисторный линейный усилитель мощности для любительских диапазонов

Эрнст Гуткин (UT1MA), г. Луганск

В любительском конструировании широкое применение получила «гибридная» схема РА с транзистором в катодной цепи выходной лампы. Помимо несомненных достоинств, такому «гибриду» свойственны и недостатки, главный из которых - невысокая надежность. Питание транзистора от общего с лампой высоковольтного источника несет в себе опасность пробоя транзистора, в чем могли убедиться многие радиолюбители. Кроме того, сложно оптимизировать режим транзистора, т.к. его коллекторный ток жестко связан с током через лампу, сопротивление нагрузки задано и неоптимально, в схеме нельзя применить популярные тетроды с лучеобразующими пластинами.

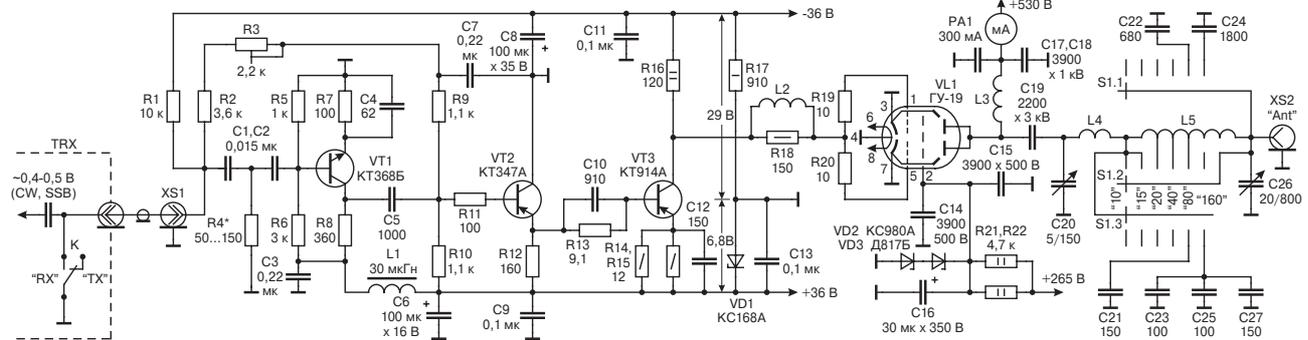
Эти недостатки отсутствуют в описываемом усилителе, **схема** которого приведена на рисунке. Он состоит из широкополосного предварительного усилителя на VT1, VT2, VT3 и оконечного каскада на лампе ГУ-19 с заземленным катодом и с П-контурной системой на выходе. При  $U_{вх} \sim 0,5$  В в диапазоне 1,5 ... 30 МГц анодный ток лампы (при расстроенном контуре) составля-

возможно повышение  $I_{a_0}$  до 170 мА без неприятных последствий. Примененный режим VT3 является экономичным и обеспечивает значительные запасы по отношению к предельно допустимым параметрам.

Описанная схема транзисторной части может быть применена и с другими лампами, например, ГУ-70Б, при соответствующем изменении напряжения источников питания и установке режимов лампы.

## Конструкция и детали

Размеры блока 95x80x300 мм, лампа расположена горизонтально. Транзисторный предусилитель смонтирован на радиаторе размерами 60x60x25 мм, расположенном в непосредственной близости от ламповой панели. Радиатор составляет часть задней стенки блока, непосредственно на нем укреплены разъем XS1 и резистор установки начального смещения R3. Транзисторы VT1 и VT2 плотно вставлены в отверстия в теле



ет 140...160 мА с плавным повышением на верхних частотах за счет частотно-зависимых цепей R7C4, R13C10, R14R15C12. При оптимальной настройке П-контра анодный ток лампы - около 120 мА, выходная мощность при анодном напряжении 530 В составила 40 Вт на н.ч. диапазонах и 25 Вт на 29 МГц. Измеренное значение интермодуляционных искажений третьего порядка при этом лучше -33 дБ.

**Транзисторная часть** усилителя питается от отдельного незаземленного выпрямителя с выходным напряжением 36 В и потребляет не более 130 мА. С помощью стабилитрона VD1 и резистора R17 создается искусственная «средняя» точка, и напряжения +6,8 В и -29 В по отношению к земле. Возможно питание от отдельных источников +(6...9) В и -30 В, в этом случае требования к величине пульсаций питающих напряжений более жесткие.

В авторском варианте усилитель был выполнен в виде отдельного блока, соединенного со схемой трансивера через разъем XS1 отрезком кабеля. Управление его состоянием (вкл./выкл.) осуществлялось с помощью контактов К реле «RX/TX» трансивера. При размыкании контактов реле (передача) транзисторы VT1, VT2 переходят в рабочий режим. При этом напряжение смещения  $E_c$  лампы можно изменять с помощью резистора R3; наиболее линейный режим по результатам измерения двухтоновым сигналом составил  $E_{c1} = -20$  В и ток покоя лампы  $I_{a_0} = 50$  мА. При замкнутых контактах реле (приём) транзистор VT3 и лампа практически заперты. Входное сопротивление усилителя определяется величиной R4 и может быть в пределах 50...150 Ом.

**Ламповый каскад** выполнен по типовой схеме. Экранное напряжение стабилизировано с помощью VD2, VD3. Индуктивность антипаразитной цепи L2R18 выбрана с расчетом несколько повысить коэффициент передачи от VT3 на сетки VL1 на верхних диапазонах.

VT3 и VL1 работают в классе АВ и рабочие участки их характеристик сопряжены: запирающие обоих приборов происходит при  $E_{c1} = E_{кол} = -29$  В, а VT3 переходит в режим насыщения при  $E_{кол} = E_{c1} = +5$  В. Появление сеточных токов, учитывая малую величину сопротивления в сеточной цепи R16 = 120 Ом, несильно ухудшит линейность, но доводить «раскачку» до перехода VT3 в насыщение при SSB ни в коем случае нельзя. При CW

радиатора, их выводы использованы как опорные точки для монтажа деталей.

В качестве переменных конденсаторов П-контра использованы подстроечный КПВ-150 (C=5...150 пФ) на входе, на выходе - сдвоенный малогабаритный с твердым диэлектриком от старого карманного приемника с общей емкостью около 800 пФ. В переключателе диапазонов применены керамические платы 11П1Н.

Данные индуктивностей: L1 - дроссель ДМ-0,1 30 мкГн, L2 - 18 витков ПЭЛШО 0,27 вплотную на резисторе МЛТ-0,5 (R18); L4 - 11 витков ПЭ 1,8, на оправке диаметром 20 мм, длина намотки 40 мм; L5 - 34 витка ПГМС 1,2 на каркасе диаметром 40 мм, длина намотки 53 мм, отводы от 4,5; 9,5 и 17 витков. Дроссель L3 - 165 витков ПЭЛШО 0,27, диаметр каркаса 13 мм, длина намотки 55 мм, первые 15 витков вразрядку, остальные вплотную. Добавочные конденсаторы в выходном контуре типа КТК-3 и КСО-2, C14 и C15 - КСО-2, C19 - типа К15-5 на 3 кВ. Группа конденсаторов C23, C25, C27 имеют суммарную емкость 350 пФ.

Диапазоны 10, 12, 15 и 17 м переключаются в положении переключателя S1 «10» или «15», 20 и 30 м - в положении «20», диапазоны 40, 80 и 160 м - каждый в своём положении.

Описываемый усилитель эксплуатируется с 1989 г. За этот период пришлось однажды заменить VD1 (KC168A), других отказов не было.

**Измерение** искажений 3-го порядка производилось по типовой методике. Использовались 2 ГСС, сигналы которых через устройство сложения подавались на вход XS1, эквивалент антенны Э9-1 с контрольным отводом, аттенюаторы на 10 и 20 дБ, вольтметр В7-37 и трансивер в качестве измерительного приемника. Частоты ГСС устанавливались в пределах диапазона 14 МГц с разницей 10 кГц. Уровень выхода каждого ГСС по очереди устанавливался так, чтобы получить на нагрузке напряжение  $U_n$ , соответствующее отдаваемой мощности 40 Вт (при этом  $I_{a_0} = 120$  мА). Затем уровень каждого из генераторов уменьшался примерно на 6 дБ с таким расчетом, чтобы при их совместном включении напряжение на нагрузке осталось равным  $U_n$  (при этом  $I_{a_0} \sim 90$  мА). Приемником контролировался уровень одной из комбинационных частот типа (2f1 - f2) и регулировкой R3 устанавливался режим, дающий осязательный минимум искажений. Чтобы исключить погрешность S-метра, отмеченные уровни основного сигнала и комбинационных частот затем проверялись с помощью ГСС.

# КВ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

(Окончание. Начало см. «РХ» №№4, 5, 6 / 2001)

Владимир Дроган (UY0UY), Николай Куницкий, г. Киев

## 5. ПОРЯДОК НАСТРОЙКИ УСИЛИТЕЛЕЙ

Прежде чем приступить к настройке усилителя, НЕОБХОДИМО УБЕДИТЬСЯ В ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕННОГО МОНТАЖА.

Последовательность настройки усилителей такова. Тренированные лампы вставляются в панельки. Первоначально усилитель настраивают без включения блока питания. Это делается при помощи ГСС и ВЧ вольтметра, либо с помощью ГИР, или просто на слух при помощи приемника. К разъему ХР7 (Ант) подключается ГСС, а ВЧ вольтметр - к аноду лампы. В каждом диапазоне уточнением положения отводов катушек проверяется возможность настройки П-контура, причем по мере уменьшения частоты от диапазона к диапазону, резонанс должен наблюдаться при все больших емкостях С20 и С21 (рис.2, «РХ» №4/01).

Включают питание и проверяют соответствие напряжения на электродах лампы (ламп). На аноде лампы должно быть около 1330 В, на экранной сетке - 300 В, на управляющей сетке - минус 100 В. Если нечем померить высокое напряжение, достаточно измерить его на конденсаторах С7, С8 (рис.1а-1в, «РХ» №4/01) и показание умножить на четыре. Переведя усилитель в режим передачи, резисторами R22 и R23 устанавливают необходимый ток покоя ламп в режиме SSB и CW соответственно (рис.1б, 1в, «РХ» №4/01).

Далее дайте лампам прогреться минимум 5 мин. После прогрева к выходу усилителя подключают эквивалент антенны и ВЧ вольтметр (например, типа ВК7-9), при отсутствии необходимого эквивалента можно для этой цели использовать лампу накаливания мощностью 500 Вт на напряжение 220 В. На вход усилителя подают напряжение возбуждения, при этом ток анода в расстроенном состоянии выходного контура должен быть 400 - 500 мА, а при настройке контура по максимуму выходного напряжения уменьшаться до 300 - 350 мА, а лампа, используемая в качестве нагрузки, должна гореть почти в полный накал. Если ток анода ни на одном из диапазонов не достигает этого значения, следовательно мощность возбуждения мала. Если же на одном из диапазонов ток анода нормальный, а выходная мощность мала, хотя аноды ламп при этом краснеют, и к тому же «возбуда» нет, значит, конструкция Вашего анодного дросселя получилась неудачной.

Далее, включив трансивер в режиме настройки и плавно увеличивая напряжение возбуждения, проверяют линейность работы усилителя, т.е. соответствие возрастания выходной мощности трансивера росту анодного тока и выходной мощности РА. Пре-

ращение роста выходной мощности РА при продолжающемся росте анодного тока говорит о «насыщении» т.е. появлении тока сетки. В этом случае нужно уменьшить мощность возбуждения.

№ п\п	Р <sub>вых.</sub> , Вт	Унагр., В		Рнагр., Ом		КСВ	Рнагр., Ом		КСВ
		Рн=75 Ом	Рн=50 Ом						
1	350	162,0	132,3	75	50	1,0	150	100	2,0
2	300	150,0	122,5	82,5	55	1,1	187,5	125	2,5
3	250	136,9	111,8	90	60	1,2	225	150	3,0
4	200	112,5	100,0	97,5	65	1,3	262,5	175	3,5
5	150	106,1	86,6	105	70	1,4	300	200	4,0
6	100	86,6	70,7	112,5	75	1,5	375	250	5,0
7	75	75,0	61,2	120	80	1,6	450	300	6,0
8	50	61,2	50,0	127,5	85	1,7	525	350	7,0
9	25	43,3	35,4	135	90	1,8	600	400	8,0
10	10	27,4	22,4	142,5	95	1,9	675	450	9,0

Не забывайте об этом при работе в эфире, тогда не будет жалоб на ваши «хвосты» от друзей и коллег по эфиру, а соседи любители TV не будут лазить по крыше с кусачками.

КСВ-метр настраивается при подключенном эквиваленте антенны к ХР7 (50 или 75 Ом, в зависимости от используемого коаксиального кабеля для Ваших антенн). Переключатель S5 (рис.2, «РХ» №4/01) устанавливают в положение «КСВ», подают раскачку с передатчика и подстройкой конденсатора С1 изменяют коэффициент деления емкостного делителя С1, С2 так, чтобы амплитуды напряжения на конденсаторе С2 и резисторе R1 уравнились. Поскольку эти напряжения по отношению к диоду VD1 включены встречно, ток через диод должен быть равен нулю. Если, подстраивая С1, не удается установить стрелку прибора P1 на нулевое деление шкалы, то следует поменять местами выводы обмотки II трансформатора Т1 КСВ-метра. Затем меняют местами точки подключения выхода УМ и эквивалента к КСВ-метру и, подстраивая С3, устанавливают на нулевое деление стрелку прибора P2. Далее восстанавливают соединения, подключают нагрузку, подают раскачку, резистором R19 устанавливают стрелку прибора P1 на последнее деление шкалы. При сопротивлении нагрузки 75 (50) Ом стрелка прибора P2 должна находиться на нулевом делении

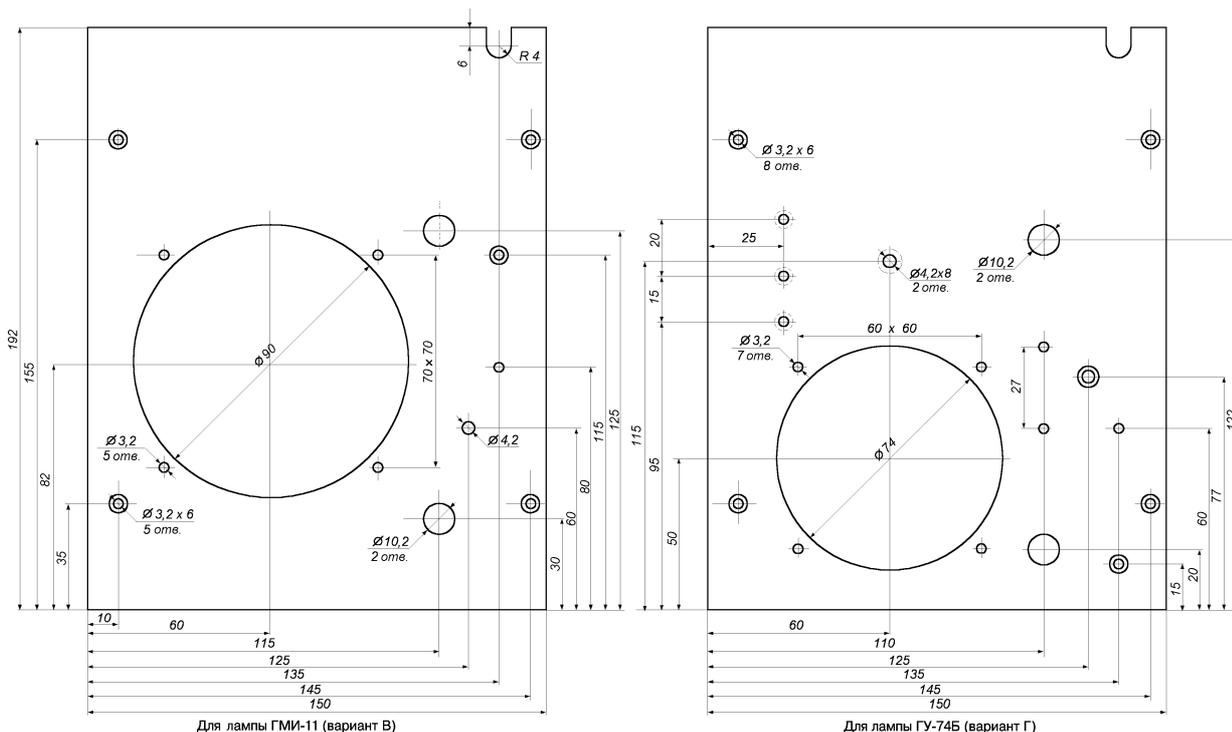


Рис.16. Чертеж шасси ВЧ блока усилителя мощности. Д16Т. S=2 мм.

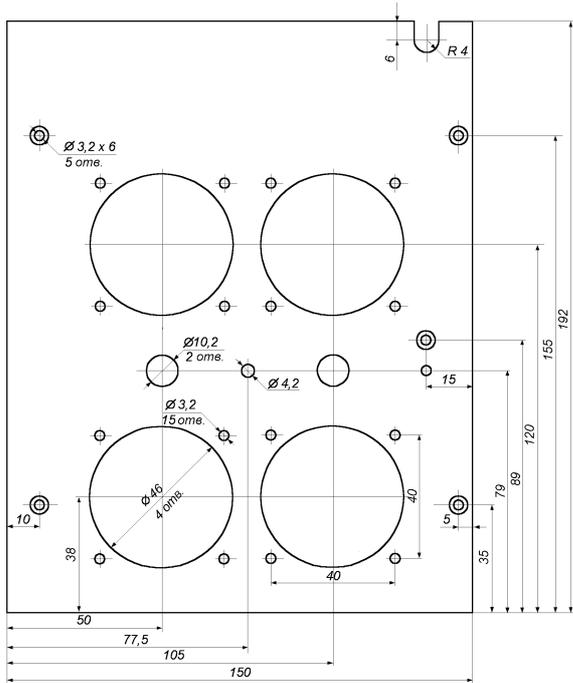


Рис.17. Чертеж шасси ВЧ блока усилителя мощности на 4х6П45С (вариант Д). Д16Т. S=2 мм.

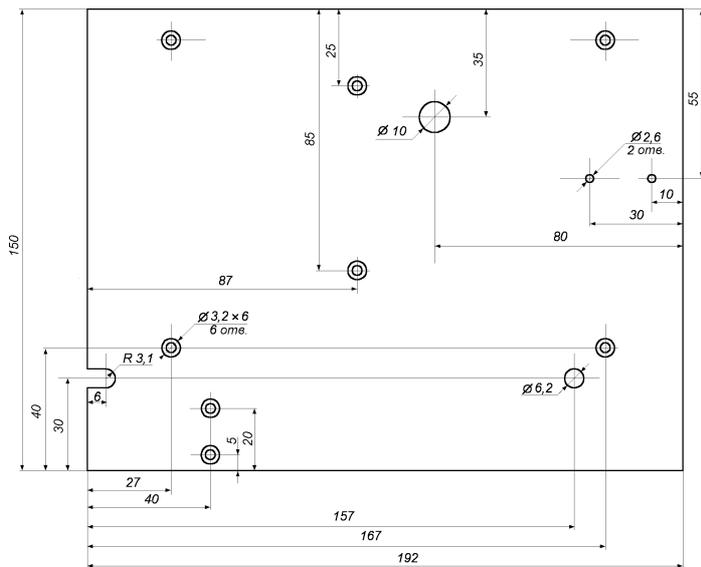


Рис.18. Чертеж перегородки ВЧ-блока усилителя мощности. Д16Т. S=2 мм.

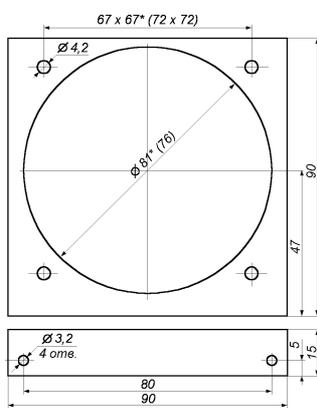


Рис.19. Скоба крепления вентилятора. Дет.76. S=2 мм. АМГ.  
\* - размеры даны для вентилятора ВВФ-71М. В скобках - для вентилятора от БП ПЭВМ.

шкалы, что соответствует КСВ=1,0. Изменяют сопротивление нагрузки и на шкале прибора Р2 отмечают соответствующее этому сопротивлению значение КСВ и т.д. Верхний предел измерения КСВ каждый устанавливает по собственному желанию. Не забывайте и в дальнейшем при каждом измерении резистором R19 устанавливать стрелку прибора

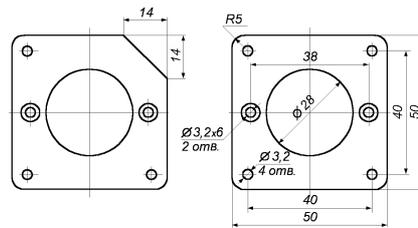


Рис.20. Пластина для крепления ламповой панели дет.58А, 58В. Д16Т. S=2 мм.

Р1 на последнее деление шкалы. Теперь можно приступить к градуировке прибора Р2 для измерения мощности. Для этого, включив трансивер в режиме настройки, «выжимаете» из усилителя максимум выходной мощности (в нашем случае это 200...350 Вт), измеряете напряжение на нагрузке и, пользуясь **таблицей**, находите соответствующую этому напряжению максимальную выходную мощность. Вращая движок резистора R3 КСВ-метра, устанавливаете стрелку прибора Р2 на последнее деление. Это деление будет соответствовать максимальной мощности усилителя, при этом возможно, что номинал R3 придется подобрать. Далее, уменьшая напряжение раскачки и контролируя напряжение на выходе усилителя, градуируете остальную шкалу прибора. В дальнейшем при измерении следует помнить, что точность показания прибора при измерении мощности в реальной антенне будет тем выше, чем лучше КСВ, т.е. чем ближе сопротивление используемой Вами антенны к 75 (50) Ом.

Усилитель, собранный по варианту А (рис.2, «РХ» №4/01), сначала настраивается без подключения предварительного каскада. Первоначально устанавливается ток покоя ламп в пределах 60-90 мА подбором количества стабилитронов (VD11-VD13). В том случае, когда 3 стабилитрона много (ток покоя меньше 40 мА), а 2 - мало (то больше 90 мА), можно подключить последовательно с ними 2-3 диода в прямом направлении (место для их установки предусмотрено на планке дет.23А). При использовании стабилитронов других типов необходимо иметь в виду то, что максимальный ток через них на пиках сигнала может достигать 1,0 А. Стабилитроны Д815А хороши тем, что в данном случае могут работать даже без радиаторов. К диодам предъявляются требования только по прямому току (он должен быть больше 1,0 А), так как приложенное к ним напряжение незначительно.

**ТОЛЬКО ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЭТОЙ ОПЕРАЦИИ МОЖНО** приступить к настройке предварительного каскада. Такой порядок позволяет произвести настройку быстро и без разочарований. Из схемы видно, что транзистор подключен параллельно цепочке L6, VD11-VD13, поэтому, приоткрывая транзистор VT1, можно регулировать ток покоя ламп. Первоначально движок переменного резистора R22 ставится в положение максимального сопротивления, а R23 - в среднее. Включите усилитель и дайте лампам прогреться минимум 5 мин. После прогрева резистором R22 можно установить номинальный ток покоя. Если это не удается, необходимо, плавно увеличивая сопротивление R23 (R22 = max), установить I<sub>а0</sub> больше номинального на 10...20%, а затем, уменьшая R22, добиться номинала I<sub>а0</sub>.

После настройки при желании можно заменить R22, R23 на постоянные соответствующего сопротивления. Далее, включив трансивер в режиме настройки и плавно увеличивая напряжение возбуждения, проверьте линейность работы усилителя. Следует помнить, что настройка производится по максимуму ВЧ напряжения на эквиваленте антенны, либо в отсутствие такового с помощью простейшего индикатора напряженности поля непосредственно в самой антенне. Не рекомендуется настраивать усилитель по максимуму анодного тока, при этом Вы просто переводите каскад в режим усилителя постоянного тока, что не будет соответствовать режиму максимальной выходной мощности.

В процессе настройки усилителя может оказаться, что полоса удовлетворительного согласования с нагрузкой недостаточна для перекрытия рабочего участка диапазона без подстройки элементов П-контура. Ширина полосы согласования зависит от коэффициента трансформации сопротивления в согласующей цепи и представляет собой соотношение:  $N = R_э / R_n$ , где R<sub>э</sub> - эквивалентное сопротивление лампы выходного каскада, а R<sub>n</sub> - соответственно, сопротивление нагрузки. Таким образом, при питании антенны коаксиальным кабелем со стандартным волновым сопротивлением 50 или 75 Ом коэффициент трансформации в нашем случае получается равным около 20. Его можно уменьшить (соответственно при этом увеличится полоса удовлетворительного согласования) увеличив сопротивление нагрузки, т.е. применив на выходе П-контура для согласования с нагрузкой ШП трансформатор с коэффициентом трансформации 4:1 (рис.2.12, «РХ» №5/01)

## ИЗМЕРЕНИЯ

Этот трансформатор выполняется аналогично дросселю L6 и устанавливается на передней панели БП. Крепление его также аналогично креплению L6.

Теперь **несколько советов**:

1. Усилитель желательно заземлить. В процессе эксплуатации бывали случаи, когда во время сильных грозовых разрядов «выбивало» сетевые предохранители. Это случалось в том случае, когда использовались антенны открытого типа (LW, Inv.V, V-Beam и т.д.), которые во время грозы не были отключены.

2. Не стремитесь получить от усилителя выходную мощность больше, чем позволяет габаритная мощность трансформаторов питания. Хотя примененные в данной конструкции трансформаторы естественно выполнены с запасом, но по существующим (и никем пока не отмененным) законам Мэрфи - как раз в самый ответственный момент (например при вызове P5 или на крайний случай F00) они и «прикажут долго жить» (а ведь он уже вот-вот должен был ответить, да еще кажется Вам!).

3. Не полнитесь получить все работы, и тогда Вам всегда будет что предъявить и чем гордиться перед радиолюбительским братством, ведь у них усилитель работает только без корпуса, да еще в придачу только стоящим на боку, а перед этим его еще надо и ударить кулаком.

4. Усилитель предназначен для проведения межконтинентальных связей, т.к. для проведения местных необходимо применять как минимум ГУ-5Б, ну, в крайнем случае, допускается ГУ-81 (но при 3 кВ на аноде). Сущность этого в следующем: все ручки усиления на приемнике сразу устанавливаются в нулевое положение, при этом, во-первых, даже любой самый примитивный детекторный приемник абсолютно перестает шуметь, во-вторых, сколько бы остальные «умники» ни «брэкали» на частоте, им не помешать Вашей приятной беседе о видах на урожай и т.д. А все прочие из-за «субпродуктов» сами разберутся в стороны килогерц на пятьдесят, им же надо услышать DX'ов.

5. И самое главное, чего нельзя забывать - усилитель лишь тогда будет Вам хорошим помощником, когда он является приложением к хорошей антенне.

Описанное выше *не догма*, а практическое руководство к работе, в процессе творчества вы можете увеличить габаритные размеры, изменить компоновку в зависимости от примененных Вами

деталей, Вашей фантазии и т.д., короче - творите как мы, творите лучше нас. Главное, прошу писать обо всех пожеланиях, критических замечаниях и обнаруженных Вами ошибках, как теоритического, технического, так и конструкторского характера.

В заключение хотелось бы выразить огромную благодарность А.С.Рожнову YU0UZ и В.В.Юрченко UT5UAO за большую техническую помощь, оказанную ими в изготовлении опытных образцов усилителей и проведении экспериментов по отработке их отдельных узлов.

По всем вопросам, связанным с получением полной документации для изготовления усилителей, а также по вопросам консультации по изготовлению либо приобретению отдельных узлов усилителей (например жгутов, анодного дросселя и т.д.), а также готовых усилителей прошу обращаться через E-mail: uy0uy@mail.gov.ua .

*До встречи в эфире. 73!*

### Литература

1. Электровакuumные приборы. (Справочник) Москва Госэнергоиздат. 1956 г.
2. С.Г. Бунимович, Л.П. Яяленко «Техника любительской однополосной радиосвязи». Москва. Издательство ДОСААФ. 1970 г.
3. Р. Гаухман «Использование лампы Г-807». РАДИО №6 1974 г.
4. Г. Иванов «Усилитель мощности на 6П14С». РАДИО №3 1985 г.
5. В. Жалнераускас «Гибридный усилитель мощности» (6П14С) РАДИО №4 1986 г.
6. А.С. Лавионов, А.М. Калугин, Б.В. Кацнельсон «Электровакuumные электронные и ионные приборы». (Справочник) Москва. Издательство «Энергия». 1976 г.
7. В.А. Скрыпник «Приборы для контроля и налаживания радиолюбительской аппаратуры». Москва. Издательство «Патриот». 1990 г.
8. В. Цаценкин «Клубный коротковолновый передатчик». РАДИО №1-2 1952 г.
9. В. Василиченко. «Передатчик первой категории». РАДИО №1 1957 г.
10. Л. Лабукин. «SSB передатчик». РАДИО №7 1958 г.
11. С. Бунимович, О. Киреев, В. Осоненко, Л. Яяленко «Клубный КВ передатчик». РАДИО №9 1958 г.
12. Р. Гаухман «О работе передатчика в часы телевидения». РАДИО №12 1958 г.
13. А. Шадский «КВ передатчик первой категории». (2 ГУ-50) РАДИО №2 1959 г.
14. Н. Абидина, И. Крынецкий «КВ передатчик I категории». (ГУ-13) РАДИО №11 1959 г.
15. Ю. Жомов «КВ передатчик первой категории». РАДИО №11 1961 г.
16. Редакция. «SSB передатчик». РАДИО №2 1962 г.
17. Я. Лаповок «КВ радиостанция». РАДИО №3 1964 г.
18. Я. Лаповок «Блок питания КВ радиостанции». РАДИО №4 1964 г.
19. Г. Джунковский, Я. Лаповок «КВ радиостанция I категории». РАДИО №5-7 1967 г.
20. А. Шадский «Оконечный каскад на ГУ-33Б». РАДИО №6 1968 г.
21. Ю. Золотов «Бестрансформаторный выпрямитель». (ГК-71) РАДИО №3 1969 г.
22. Р. Гаухман «Усилитель мощности для передатчика». (2 Г-8113) РАДИО №6 1971 г.
23. Г. Иванов «Бестрансформаторный выпрямитель». (2 ГИ-7Б) РАДИО №11 1979 г.
24. В. Кобзев, Г. Рошин, С. Севастьянов «Линейный усилитель». (2 ГИ-50) РАДИО №11. 1980 г.
25. Ю. Куриный «О помехах телевидению». РАДИО №10 1983 г.
26. Я. Лаповок «Линейный усилитель мощности». РАДИО №7 1991 г.
27. В. Шукин «Построение гибридного каскада». РАДИО №9 1992 г.
28. Е. Шелекасов «Усилитель мощности». РАДИОЛЮБИТЕЛЬ №4 1991 г.
29. В. Шукин «Методика настройки гибридного каскада». РАДИОЛЮБИТЕЛЬ №4 1992 г.
30. В. Гончар «ГУ-74Б с заземленной экранной сеткой». РАДИОЛЮБИТЕЛЬ №9 1992 г.
31. С. Воскобойников «Усилитель мощности». (2 ГИ-7Б). РАДИОЛЮБИТЕЛЬ №1 1993 г.
32. Л.М. Поплов «Усилитель мощности КВ радиостанции». (ГК-34Б) РадиоАматор №5-7 1993 г.
33. В. Башкатов «ГМИ-11 в усилителе мощности». КВ и УКВ № 3. 1999 г.

# Многофункциональный частотомер на однокристалльном микроконтроллере AT89C2051

*Денис Нечитайлов (UU9JDR), г. Севастополь*

Какой измерительный прибор наиболее важен в радиолюбительской практике? Один ответит: тестер. Другой скажет: осциллограф. Третий добавит: звуковой генератор. А как же измерять, например, частоту? Ведь рано или поздно, наверное, каждый радиолюбитель столкнется с такой проблемой. И все трое предложат несколько способов измерения при помощи тех нехитрых приборов: «тестерщик» соберет резонансный мост, «осциллографчик» будет рассматривать фигуры Лиссажу, приняв за эталон частоту осветительной сети, а «генераторщик» будет вращать ручку генератора, вслушиваясь в загадочный вой сигнала разностной частоты. Это, конечно же, шутка, но что делать, если в хозяйстве нет специального прибора? Можно собрать его своими руками. Конечно, большинству радиолюбителей частотомер нужен не так часто, как, например, осциллограф. Но если уж «приспичит», то «изошрению нет предела» (см. выше)...

В радиолюбительской литературе неоднократно публиковались схемы различных измерительных приборов, в том числе и частотомеров. Однако, это либо достаточно универсальные, но сложные и громоздкие устройства (см., например, [1]), либо более простые и современные (на основе микроконтроллеров), но весьма ограниченные по функциональным возможностям (обычно, они предназначены только для измерения частоты).

Автор разработал несложное малогабаритное устройство, предназначенное для решения большинства радиолюбительских задач по измерению времени и частоты, которое можно изготовить в домашних условиях.

Что же дает применение микроконтроллера в схеме измерительного прибора?

**Первое:** легкость, с которой можно сделать удобный интерфейс (то есть, способ общения человека с устройством: управление им

и индикация результата, а это важно для любого измерительного прибора). Подключаем жидкокристаллический индикатор (ЖКИ), кнопки (практически напрямую!), а дальше - все зависит от программы, а уж программу мы напишем, как нашей душе угодно. И никакие галетные переключатели и газосветных ламп! А если что-то и не понравилось, захотим сделать по-другому - пожалуйста, корректируем программу, и вот она уже работает, даже не пришлось включать паяльник. Ведь большинство современных «однокристалков» программируется с помощью простейших, самодельных программаторов.

**Второе.** Кроме способности общаться с пользователем (а это худо-бедно можно сделать и на «жесткой логике»), любой микроконтроллер может запросить сделать то, что на «жесткой логике» реализовать весьма сложно. К примеру, необходимо делить одно дробное число на другое. В библиотеке программ для любого контроллера уже есть эта функция. Просто используем ее. А сколько бы вместо этого понадобилось микросхем К155ЛА3?

**Третье.** Обычно микроконтроллер уже содержит некоторые дополнительные узлы, которые можно, так или иначе, использовать для решения нашей задачи. Например, если в микроконтроллере есть встроенный счетчик/таймер, почему бы не попытаться приспособить его для измерения частоты или времени? И по мере появления новых микроконтроллеров этот список можно продолжать: микроконтроллеры со сверхнизкой потребляемой мощностью могут быть использованы в портативных устройствах и устройствах для сбора данных с батарейным питанием, а RISC-микроконтроллеры с высокой производительностью позволяют создавать приборы, производящие невиданный ранее объем вычислений.

А сложно ли все это? Сами «однокристалки» сейчас можно без труда приобрести на рынках и в радиомагазинах (вместе с исчер-

пывающей документацией и примерами программирования), для изготовления программатора можно выбрать одну из многих десятков схем. Есть, правда, единственный недостаток: вам потребуется компьютер. Для кого-то это проблема, однако, посудите сами: компьютеров сейчас во много раз больше, чем желающих разрабатывать или собирать устройства на микроконтроллерах.

В описываемом в этой статье приборе используется микроконтроллер AT89C2051 фирмы ATMEL, являющийся представителем, пожалуй, самого популярного семейства контроллеров - MCS51. Несмотря на обилие документации на эти контроллеры, непревзойденным руководством (как для новичков, так и для специалистов) является книга [2]. Именно она помогла сделать первые шаги в освоении микроконтроллеров тысячам специалистов и радиолюбителей. Для программирования AT89C2051 с успехом можно применить простейший программатор BlowIT 2051 (Silicon Studio). Схему, описание и программу для программирования микроконтроллеров AT89C2051 можно найти, в частности, на сайте Александра Торпеса (<http://www.geocities.com/altor.geo.html>), а управляющую программу к описываемому частотомеру - на <http://radiohobby.da.ru> (файл fq3fw.zip).

Предлагаемое вашему вниманию устройство позволяет измерять частоту входного сигнала (режим F, до 50 МГц), период следования импульсов микроконтроллеров AT89C2051 можно найти, в частности, на сайте Александра Торпеса (<http://www.geocities.com/altor.geo.html>), а управляющую программу к описываемому частотомеру - на <http://radiohobby.da.ru> (файл fq3fw.zip).

Предлагаемое вашему вниманию устройство позволяет измерять частоту входного сигнала (режим F, до 50 МГц), период следования импульсов микроконтроллеров AT89C2051 можно найти, в частности, на сайте Александра Торпеса (<http://www.geocities.com/altor.geo.html>), а управляющую программу к описываемому частотомеру - на <http://radiohobby.da.ru> (файл fq3fw.zip).

Предлагаемое вашему вниманию устройство позволяет измерять частоту входного сигнала (режим F, до 50 МГц), период следования импульсов микроконтроллеров AT89C2051 можно найти, в частности, на сайте Александра Торпеса (<http://www.geocities.com/altor.geo.html>), а управляющую программу к описываемому частотомеру - на <http://radiohobby.da.ru> (файл fq3fw.zip).

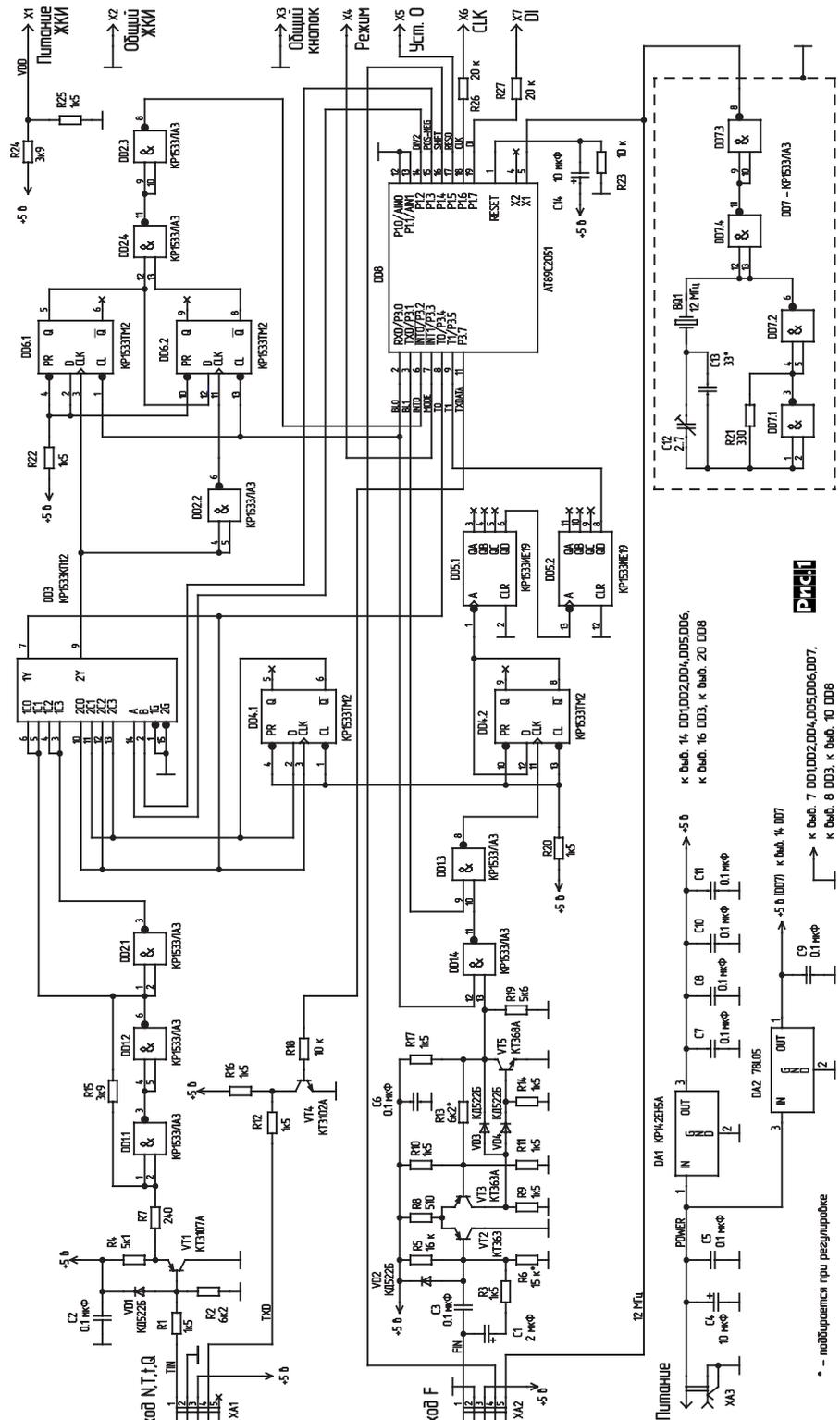
Предлагаемое вашему вниманию устройство позволяет измерять частоту входного сигнала (режим F, до 50 МГц), период следования импульсов микроконтроллеров AT89C2051 можно найти, в частности, на сайте Александра Торпеса (<http://www.geocities.com/altor.geo.html>), а управляющую программу к описываемому частотомеру - на <http://radiohobby.da.ru> (файл fq3fw.zip).

**Принципиальная схема частотомера (рис. 1)**

На элементах микросхемы DD7 собран кварцевый генератор, вырабатывающий сигнал с частотой 12 МГц, которая является образцовой частотой для всех режимов работы

прибора, а также служит для внутренней синхронизации микроконтроллера DD8. Подстроечный конденсатор C12 служит для точной установки этой частоты при настройке частотомера (конденсатор C13 подбирают для установки границ подстройки). Для увеличения стабильности частоты генератор питается от отдельного стабилизатора DA2. Кроме того, генератор конструктивно помещен в электропроводящий экран. Напряжение с выхода генератора дополнительно выведено на разъем ХА2 (вывод 5).

В режиме измерения частоты (F), сигнал поступает с вывода 1 разъема ХА2 на формирователь, собранный на транзисторах VT2, VT3, VT5 (схемы формирователей заимствованы из [1]), где усиливается и ограничивается до ТТЛ-уровня. Элементы DD1.4 и DD1.3 образуют управляемый ключ, необходимый для работы алгоритма подсчета частоты. На элементах DD4.2, DD5.1 и DD5.2



к выв. 14 DD1, DD2, DD4, DD5, DD6, к выв. 16 DD3, к выв. 20 DD8

к выв. 7 DD1, DD2, DD4, DD5, DD6, DD7, к выв. 8 DD3, к выв. 10 DD8

\* - подбирается при регулировке

# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

собирает делитель частоты на 512. Далее, сигнал поступает на вход таймера/счетчика T1, встроенного в микроконтроллер (16 разрядов плюс один дополнительный разряд - бит переноса).

Измерение частоты происходит следующим образом (предположим, что в начале работы T1 и внешний делитель сброшены в нулевое значение). Открывая ключи DD1.4 и DD1.3 на 1 секунду (временная база, для отсчета которой и нужен высокостабильный кварцевый генератор), микроконтроллер обеспечивает прохождение входного сигнала на делитель DD4.2, DD5.1 и DD5.2, а далее на внутренний счетчик T1 и дополнительный бит переноса (в сумме 26 разрядов, чему соответствует число 67108864, определяющее максимальную измеряемую частоту - около 67 МГц, которая, кроме того, ограничена применяемым входным формирователем и быстродействием триггера DD4). Таким образом, дискретность измерения частоты составляет 1 Гц.

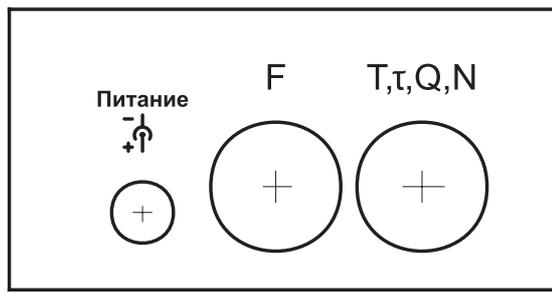
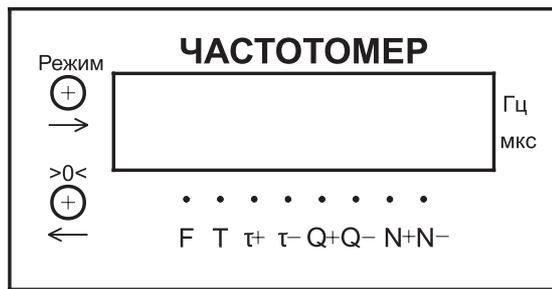
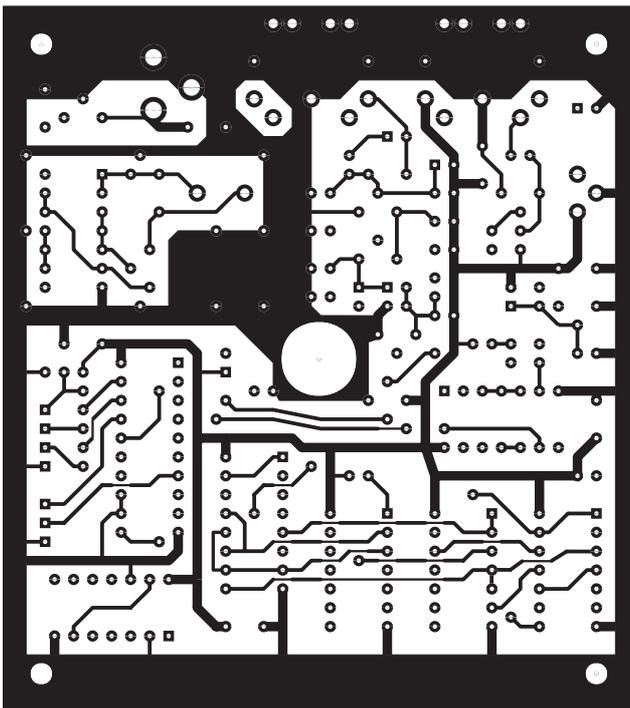
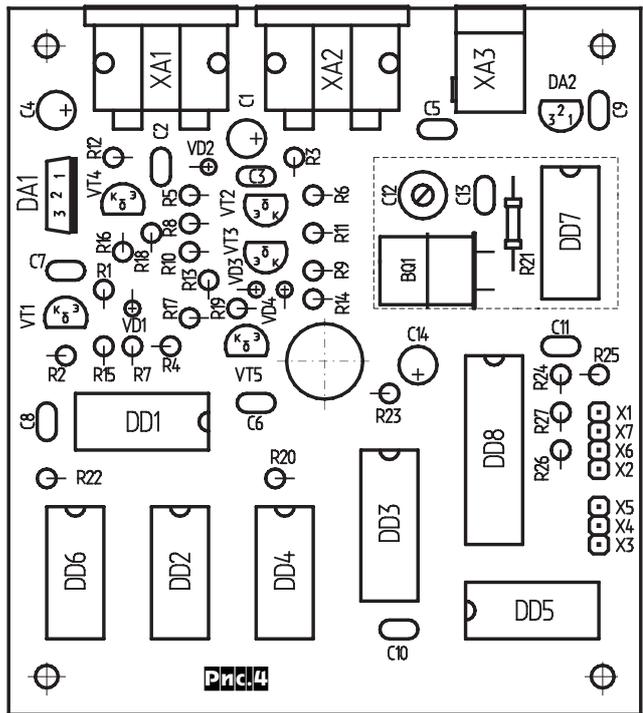
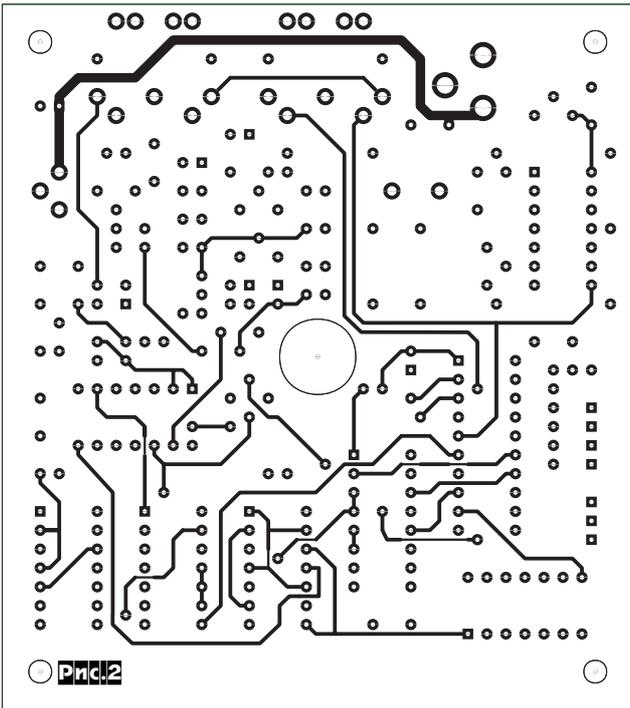
По окончании отсчета временной базы, контроллер закрывает ключ DD1.4, и, управляя ключом DD1.3, определяет содержимое внешнего делителя (содержимое счетчика T1 и бита переноса контроллер считывает непосредственно). После этого результат

отображается на индикаторе. Далее цикл измерения частоты повторяется.

При использовании внешнего делителя частоты на 10 вывод 4 разъема XA2 соединяется с выводом 2 (общий) перемычкой, при этом происходит сдвиг десятичной точки на экране индикатора.

**В режиме измерения периода, длительности и скважности импульсов**, а также подсчета числа импульсов используется формирователь на транзисторе VT1 и элементах DD1.1 и DD1.2. В режиме подсчета количества импульсов входной сигнал (или проинвертированный входной сигнал с выхода DD2.1, в зависимости от выбранной полярности - режимы N+ или N-) поступает на мультиплексор DD3, а с его выхода 1Y - на вход внутреннего счетчика T0 микроконтроллера, содержимое которого выводится на индикатор.

В режиме измерения периода (T) и длительности импульсов (τ+ и τ-) на выход 2Y мультиплексора DD3 поступает входной сигнал, прошедший через триггер DD4.1, входной сигнал с выхода формирователя и инвертированный входной сигнал соответственно. На элементах DD6.1, DD6.2, DD2.2, DD2.4 и DD2.3 собран фор-



мирователь одиночных импульсов, перезапускаемый микроконтроллером (сигнал BL0, вывод 2 DD8). Одиночный импульс с измеряемой длительностью поступает на вход INT0 контроллера, который в этом режиме запускает и далее останавливает внутренний счетчик T0. На вход T0 подается сигнал опорной частоты 1 МГц, полученный делением сигнала кварцевого генератора на 12 встроенными в микроконтроллер делителями. После остановки счетчика его содержимое выводится на индикатор.

Скважность определяется как отношение периода импульса к его длительности (расчет производится микроконтроллером).

На вывод 4 разъема ХА1 выводится значение измеряемой величины (используется последовательный код со скоростью 1200 бод, 8 бит данных) в текстовом формате, например «F: 12 345 678» при измерении частоты (режим F) 12,345678 МГц.

**Конструкция прибора**

Чертеж печатной платы приведен на **рис. 2 и 3** (М1:1, вид со стороны установки элементов и с обратной стороны соответственно). Плата (размер 83x93,5 мм) изготовлена из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,8...1,5 мм. Отверстия для крепления платы - Ø3 мм, отверстие в центре платы - Ø10 мм (для шурупа, скрепляющего корпус).

Чертеж расположения элементов приведен на **рис. 4**, а внешний вид собранной платы - на первой странице обложки. Кварцевый резонатор ВQ1 крепится к плате провололочной петлей, элементы кварцевого генератора помещаются в жестяной экран (с отверстием для подстройки конденсатора С12). Микроконтроллер DD8 устанавливается на контактную панельку.

Вместо отечественных микросхем можно применить аналогичные зарубежные (серий 74S, 74LS, 74ALS): КР1533ЛАЗ - 74S00, КР1533КП12 - 74S253, КР1533ТМ2 - 74S74, КР1533ИЕ19 - 74S373. Вопросы взаимозаменяемости цифровых микросхем, а также особенности их применения отлично рассмотрены в [3].

Чертеж передней и задней панелей прибора приведен на **рис. 5 и 6** соответственно. Индикатор и кнопки крепятся при помощи клея. Выводы индикатора (названия указаны на печатной плате индикатора) подключаются к соответствующим контактам Х1, Х2, Х6,

Х7 платы частотомера (при этом вывод НК индикатора нужно соединить с его выводом Vss). Кнопки подключаются к контактам Х3 (общий), Х4 и Х5.

Разъем ХА1 служит для подключения входного кабеля при измерении периода, длительности, скважности и подсчета количества импульсов, ХА2 - для измерения частоты. На разъем ХА3 подается напряжение источника питания.

После сборки (не устанавливая микроконтроллер DD8) необходимо проверить наличие питающего напряжения (+5 В) на выводах питания микросхем. Далее, изменением емкости конденсатора С12 (при необходимости подобрав С13) подстраивают частоту кварцевого генератора (к выводу 5 разъема ХА2 подключают образцовый частотомер). Эту частоту можно установить также, измеряя частоту какого-либо высокостабильного генератора.

Подбором сопротивления резисторов R6 и R13 добиваются наилучшей чувствительности входного формирователя в режиме измерения частоты.

Только после этого устанавливают предварительно запрограммированный микроконтроллер DD8.

**Работа с прибором**

После включения частотомер переходит в режим измерения частоты. При нажатии кнопки «>0<» будет индицироваться ее относительное изменение (по сравнению со значением в момент нажатия, аналогично при измерении периода, длительности и скважности).

При нажатии кнопки «Режим» частотомер указывает текущий режим измерения (знак «-» в разряде, соответствующем надписи на передней панели). Кнопками «←» и «→» переключают режимы (знак «-» сдвигается вправо или влево). Через две-три секунды после последнего нажатия прибор переходит в соответствующий режим.

*Литература*

1. Бирюков С. Цифровой частотомер. - Радио, 1981, № 10.
2. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. - М: «Энергоатомиздат», 1990. - 246с.
3. Камушкин П.К. Отечественные и зарубежные интегральные микросхемы. - К.: Техника, 1996 г., 515 с.

# Электронный кодовый замок на PIC16F84

Владимир Соломийчук (UT5UFS), Богдан Бацак, г. Киев

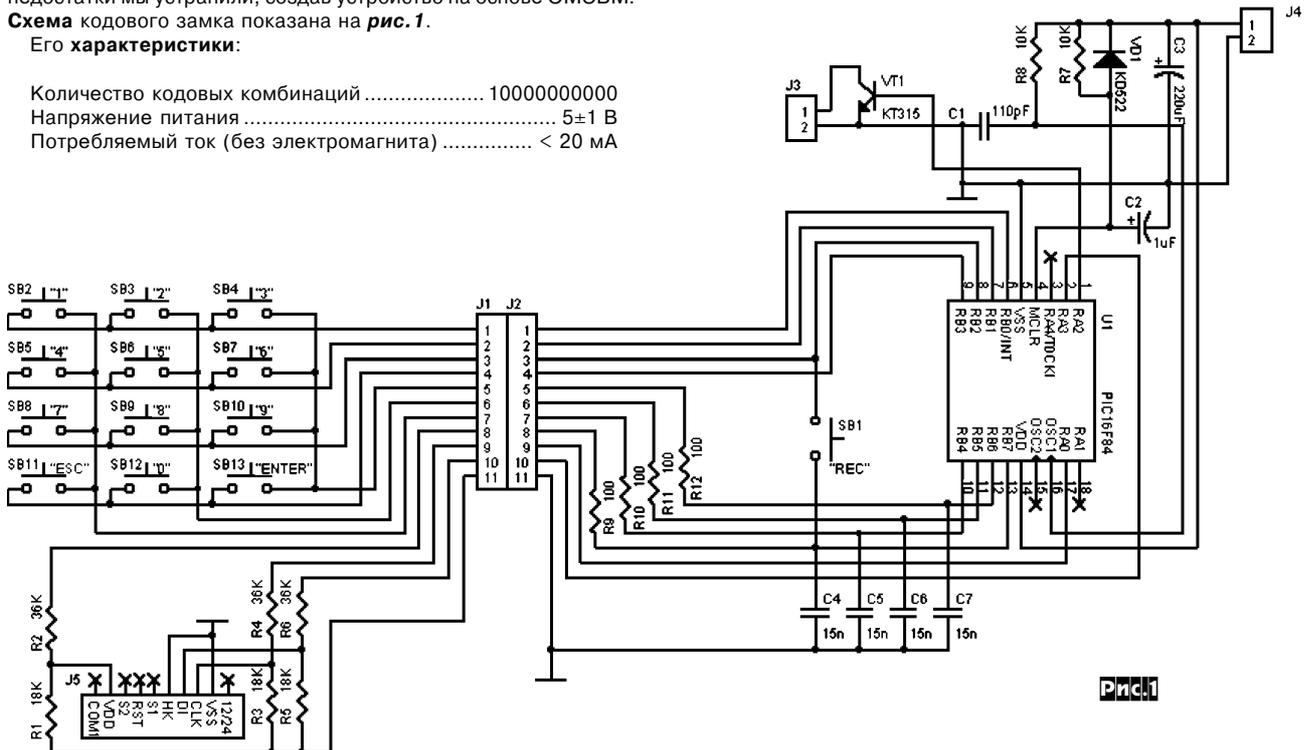
В литературе неоднократно публиковались описания кодовых замков, но в их основе лежала жесткая логика. Следовательно, таким конструкциям была присуща либо чрезмерная сложность, либо неудобный пользовательский интерфейс. Эти недостатки мы устранили, создав устройство на основе ОМЭВМ.

Схема кодового замка показана на **рис. 1**.

Его характеристики:

- Количество кодовых комбинаций ..... 1000000000
- Напряжение питания ..... 5±1 В
- Потребляемый ток (без электромагнита) ..... < 20 мА

Благодаря использованию процессора удалось обойтись одной микросхемой, а всю логику работы устройства возложить на программное обеспечение. Основу устройства составляет процессор PIC16F84А фирмы Microchip. Его выбор обусловлен



# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

следующими преимуществами:

- 1) общедоступность и недефицитность
- 2) низкое энергопотребление
- 3) наличие 64 байт встроенной FLASH-памяти
- 4) возможность тактирования от RC-генератора
- 5) простота составления программы
- 6) доступность и простота программаторов

Кроме PIC'a **аппаратная часть** замка представлена тактирующей RC-цепочкой (R8C1), системой сброса (R7C2VD1), ЖК-индикатором HT1611 (J5) с согласующими делителями напряжения (R1-R6) а также выходным ключом VT1 для управления электромагнитом замка. Цепочки C4R9-C7R12 служат для сглаживания дребезга контактов клавиш. При правильной сборке устройство начинает работать сразу и в наладке не нуждается.

## Программное обеспечение

(прошивку ОМЭВМ) можно представить в виде очень сокращенной блок-схемы, изображенной на **рис. 2**. Опрос клавиатуры выполнен в виде подпрограммы, представляющей собой бесконечный цикл. Выход из него осуществляется при условии, что была нажата хотя бы одна клавиша. Такой подход позволил свести к минимуму вероятность считывания случайного значения PORTB процессора, вызванного дребезгом контактов. По выходу из процедуры опроса нажатая клавиша кодируется, в результате чего возвращается специфический для каждой клавиши номер из диапазона от 01h до 0Fh. В зависимости от полученного числа вызывается необходимая процедура, зарезервированная для данной клавиши. Затем программа возвращается в начало и ожидает нажатия следующей клавиши.

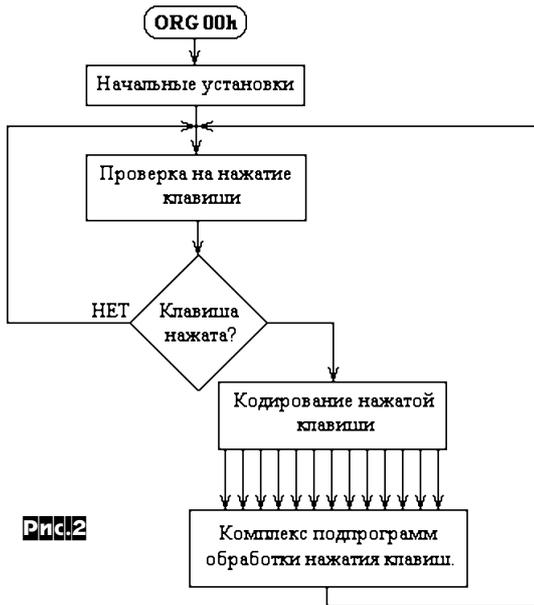


Рис. 2

Затем программа возвращается в начало и ожидает нажатия следующей клавиши. **hex-код прошивки** приведен в правой колонке на этой странице, его также можно получить на сайте «Радиолюбби». При программировании в слове конфигурации биты должны быть установлены следующим образом:

- WDT\_OFF
- OSC\_RC
- PWRT\_ON
- CP0 - не важно, это бит защиты от записи и считывания.

**Порядок работы с замком.** При включении устройства на индикаторе появится сообщение «FFFFFFFF», свидетельствующее о том, что замок закрыт (далее «начальный режим»). Для записи кода во внутреннюю FLASH-память микроконтроллера следует набрать его посредством цифровой клавиатуры (очистка ЖКИ при вводе первой цифры автоматическая, ошибки можно исправлять кнопкой «ESC»), а затем нажать кнопку «REC». Рекомендуется сразу после записи проверить функционирование нового кода. Для открывания замка следует набрать код и нажать кнопку «ENTER». При совпадении набранной комбинации с ранее сохраненной во FLASH-памяти откроется транзистор VT1, включающий электромагнит замка. При этом на индикаторе появится сообщение «000000000». По нажатию на кнопку «ENTER» устройство перейдет в начальный режим и замок закроется. В противном случае замок без выполнения каких-либо действий вернется в исходное состояние.

При повторении устройства следует предусмотреть для него возможность автономного питания (например, от аккумулятора), т.к. при пропадании сетевого напряжения будет невозможно попасть в контролируемое замком помещение.

## hex-код прошивки кодового замка

```

:100000009A281030A3000530A400A40B0528A30BE8
:1001000032806089800000060818060311F039A6
:1002000031D092806090311F039031D12281808B9
:1003000A000F030A0050F302105A004201C0130E5
:1004000A01C0430201D0730A01D0B30A200201E74
:10050000030A01E0130201F0230A01F0330A20775
:100600008008C008D008E008F009000910092009F
:100700093009400950008000D088C000E088D0078
:10080000F088E0010088F001108900012089100D0
:10090001308920014089300150894001A0895009C
:100A00000341408950013089400120893001108F6
:100B0009200100891000F0890000E088F000D08A4
:100C0008E000C088D008C01003404088900831612
:100D0000814831208089D00003488008B138316CF
:100E000081555308900AA3089008814081E762822
:100F000000081200000811831200340C30840044
:10100008403840A00089C00970117159C0D1C1A93
:101100085151C1E851100005140000510970BA5
:10120008628153003110406031D81281E08063990
:1013000850008008B13831681138501F03086003B
:101400083129E010B3031207E20FF30A10003106E
:1015000A10D21088600FF30A0006090311F03927
:1016000031D0120FF3003112006031DBA28211AA8
:1017000A828A528D2209A001E19A5280B30031103
:101800015060319C8280F3003111506031DCB28C7
:1019000030131207E20030103110C0603193C20CA
:101A0007E20A5282208820700000134023403348F
:101B00004340534063407340834093400000000E0
:101C0000000000000000000000000002219EB28E1
:101D0002218F0281629A218F5282218FB280A341C
:101E0001E19A52851207E20A5281E19A5280030FB
:101F00031207E20A5281E1D02291E110B30312022
:10200007E20A5280C3084006520000803111D06FF
:1021000031D9A2815300311040603191129840AB5
:102200004291E150A3031207E20A5281E19A52874
:10230000C3084006520000803111D06031D2729CA
:10240001530031104060319A528840A1A29040885
:1025000890000086D206520000803111D06031D9C
:040260002729202901
:02400E00F33F7E
:00000001FF
    
```

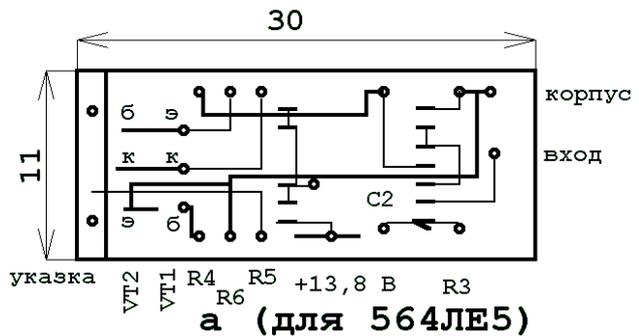
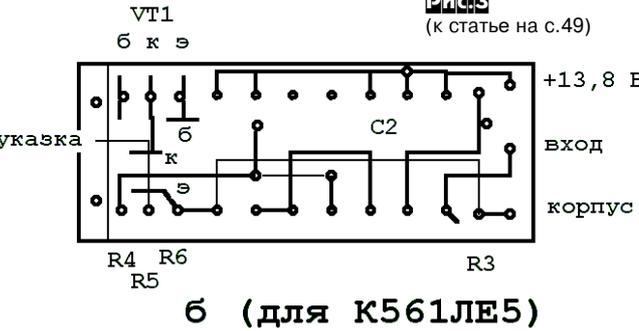


Рис. 3 (к статье на с. 49)

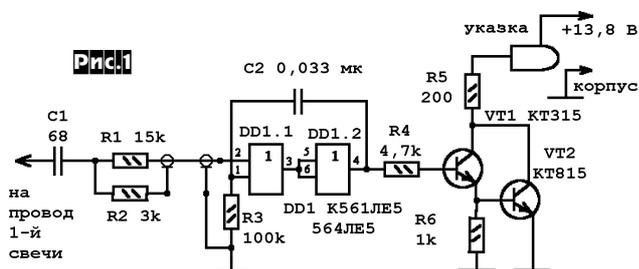


# Автомобильный стробоскоп на лазерной указке

Николай Заец, п. Вейделевка Белгородской обл.

Автолюбители знают, какое значение для хорошей езды имеет правильная установка начального момента зажигания топлива в карбюраторных двигателях. Предлагаемым прибором можно не только устанавливать начальный момент зажигания на оборотах холостого хода, но и найти неработающую свечу, проверить работу катушки зажигания, проконтролировать работу центробежного и вакуумного регулятора угла опережения момента зажигания до 3000 оборотов в минуту. Большая частота просто опасна для двигателя, работающего без нагрузки.

Схема стробоскопа приведена на **рис. 1**. Импульсы с высоковольтного провода через дифференцирующую цепочку C1, R2 и резистор R1 запускают ждущий одновибратор на элементах DD1.1, DD1.2. Импульсы одновибратора длительностью около 1,5 мс проходят через ключевой каскад на транзисторах VT1, VT2 и включают лазер указки. Лазерная указка используется с расширяющей в линию насадкой. Это может быть насадка с изображением человека, динозавра, рыбы или птицы - главное, чтобы изображение напоминало линию. При солнечной погоде, но в тени, можно ис-



пользовать указку и без насадки, направляя луч только на подвижную метку. Без насадки яркость лазерного луча увеличивается. Неподвижная метка на корпусе двигателя хорошо видна даже при ярком солнечном освещении.

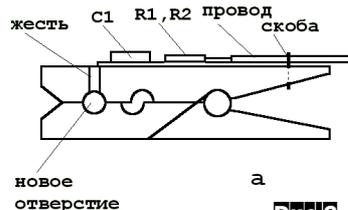
**Входная цепь** (C1, R1, R2) размещена на торце деревянной бальевой прищепки (**рис. 2б**), а остальные элементы - на печатной плате 11x30 мм (чтобы она поместилась в батарейный отсек лазерной указки). Работу платы сначала проверьте на двигателе с любым светодиодом, подключив его в соответствующей полярности вместо лазера. Указку можно разобрать двумя способами - выдавливанием со стороны батарейного отсека или вытаскиванием со стороны насадки. Выкручивается собственно насадка и под нее устанавливается подходящее кольцо толщиной 1-2 мм так, чтобы оно упиралось в корпус. Затем вкручивается насадка, постепенно выпрессовывая корпус с лазером. Если надо, операция повторяется с кольцом большей толщины. Можно обойтись без колец, подкладывая под насадку отвертку, но тогда повреждаются края алюминиевого корпуса указки. Вторым способом под крышку батарейного отсека подкладывается гайка М5, М4 или любой другой круглый плотный предмет. Постепенно, закручивая крышку, выдавливаем корпус с лазером. Здесь надо следить за тем, чтобы не повредить кнопку включения лазера. Когда освободится кнопка, ее надо вытащить из корпуса.

Печатная плата разработана так, чтобы она поместилась в батарейный отсек лазерной указки. На **рис. 3** (с. 48) изображен ее эскиз для вариантов на микросхеме с планарными выводами - **рис. 3а** и микросхемы с выводами в корпусе DIP-14 - **рис. 3б**. Тонкими линиями обозначены проводники со стороны установки микросхемы. С этой же стороны в отверстия (э-к-б) устанавливается транзистор VT1. Транзистор VT2 и конденсатор C2 устанавливаются со стороны печатных проводников.

В разобранной указке выпаивается кнопочный выключатель (**рис. 4**). Плата укорачивается бокорезами так, чтобы осталась одна полоска печатного проводника, которая использовалась выключателем. Под микросхему 564ЛЕ5 и транзистор КТ815 подложите изолирующие прокладки из бумаги или целлофана. Собранную плату проверьте, вставив ее в цилиндр корпуса указки. Внутри корпуса, где будет стоять плата, вставьте целлофан, если нет штатного. После проверки платы на свободное прохождение в корпус указки, можно спаять указку и плату в монолит медным проводом, пропущенным через отверстия установки кнопочного выключателя. Можно соединить плату и указку проводом МГТФ-0,07. Обязательно припаяйте провод плюса питания на печатный проводник возле лазера, идущий на корпус. Вставьте плату и запрессуй-

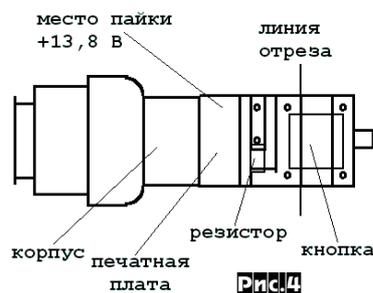
те указку в корпус.

Провода питания необходимой длины снабдите зажимами типа «крокодил» с маркировками или разъемом, входящим в разъем штатной переносной лампы-подсветки. Если подключение к разъему лампы-подсветки не однозначно, то в разрыв плюсового провода надо поставить любой диод плюсом к разъему для защиты от переплюсовки. Провод, идущий на зажим к высоковольтному проводу, должен быть экранированным. Для безопасности работы с включенным двигателем, зажим к высоковольтному проводу сделан из деревянной прищепки (**рис. 2**). Из пачки деревянных прищепок не нашлось ни одной с совпадающими отверстиями, поэтому лучше просверлить новое отверстие Ø6 мм ближе к краю губок. Отверстие легко просверлить, если прищепку зажать в тисках. Одна из губок прищепки оборачивается жестью, шириной не более 3 мм или несколькими витками луженого провода. С наружной стороны прищепки концы жести спаиваются вместе. Сюда же припаивается конденсатор C1. Экранированный провод крепится на прищепке медной скобой.



Проверьте стробоскоп на работоспособность и загерметизируйте корпус со стороны платы и проводов, а также делитель на прищепке силиконовым герметиком. Чтобы насадка лазера не забились грязью в «бардачке» автомобиля, подберите на нее крышку от медицинских пинцетов.

**Работать** со стробоскопом просто. Перед работой протрите белую краску на метках корпуса и шкива коленвала. Если метки не окрашены, то покрасьте их белой краской - это пригодится в будущем. Включите хорошо прогретый двигатель на холостых оборотах (600-800). Подключите зажимы на-пряжения питания. Заж-



жмите прищепкой высоковольтный провод первой свечи и направьте лазер на неподвижную метку, расположенную на корпусе. Затем найдите лучом лазера подвижную метку на шкиве маховика. Если установка момента зажигания на вашем автомобиле нарушена, то подвижная метка может находиться далеко от неподвижной метки. Вращением корпуса распределителя зажигания добейтесь совпадения подвижной (на шкиве коленвала) и неподвижной меток. Зафиксируйте распределитель в этом положении. Далее можно кратковременно увеличить обороты и наблюдать расхождение меток. При увеличении оборотов зажигание должно быть более раннее, для проверки которого существуют две другие неподвижные метки, расположенные через 5 градусов опережения зажигания. На 3000 оборотов в минуту угол опережения зажигания для автомобилей ВАЗ должен быть в пределах 15-17 градусов. Не увеличивайте обороты более 3000! Это опасно для двигателя и лазерной указки! Для проверки работы свечей зажигания поочередно зажимайте прищепкой высоковольтные провода. Если свеча пробивает на корпус или происходит пропуск зажигания, то вспышки лазера будут меньшей частоты.

**ВНИМАНИЕ!** Не направляйте луч лазера в глаза! Не забудьте, что корпус стробоскопа находится под напряжением плюс 13,8 вольт (или другое напряжение, выдаваемое регулятором), поэтому нельзя класть его на корпус автомобиля с включенным лазером, если корпус стробоскопа не изолирован.

Литература  
Беляцкий П. Светодиодный автомобильный стробоскоп. - «Радио» №9/2000, с. 43.

# Металлоискатель на принципе цифрового частотомера

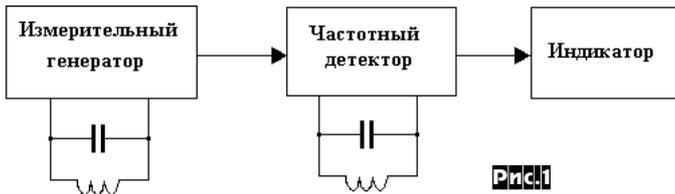
Андрей Щедрин, Москва, Юрий Колоколов, Донецк

Описанный в статье металлоискатель можно купить в виде набора **МАСТЕР КИТ NM8041**, в который входят все необходимые компоненты для сборки описанного металлоискателя, включая запрограммированный микроконтроллер, печатную плату и другие радиодетали.

## Введение

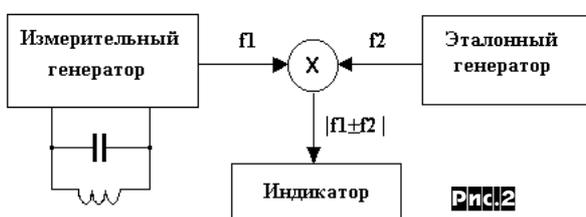
С давних пор людей привлекают приборы для поиска скрытых металлических предметов. Причины этого интереса различны. Строителей интересует расположение металлической арматуры в стенах, искатели кладов мечтают найти в развалинах старого здания кувшины с золотыми монетами, саперы разыскивают неразорвавшиеся «подарки» прошлых войн. Всех их объединяет желание иметь недорогой, компактный и экономичный прибор, который поможет им обнаружить через слой земли или бетона металлические предметы и, по возможности, определить, из какого металла они состоят. Если исключить экзотические методы вроде лозоискательства и магии, то абсолютное большинство таких устройств строится на базе электронных приборов, реагирующих на изменение металлическими предметами электромагнитного поля, возбуждаемого поисковым прибором. Часто в качестве катушки возбуждения и одновременно датчика прибора используется рамка, состоящая из нескольких сотен витков медного провода и включенная в контур автогенератора. В таких приборах используется тот факт, что при приближении металлического предмета к катушке изменяется ее индуктивность и, как следствие, частота работы автогенератора. При этом ферромагнитные предметы (железо, чугун) понижают частоту генерации, а неферромагнитные (медь, золото, алюминий) повышают. Регистрируя величину и знак отклонения частоты, можно сделать заключение о типе металлического предмета, попавшего в зону поиска рамки. Основные отличия между большинством типов таких металлоискателей заключаются в способах регистрации изменения частоты. Далее приводится краткое описание наиболее часто используемых способов.

**Частотный детектор.** Один из самых простых - это прибор, работающий по принципу «срыва резонанса» (**OR** - Off Resonance). Принцип действия этого прибора основан на использовании частотного детектора с колебательным контуром (**рис. 1**).



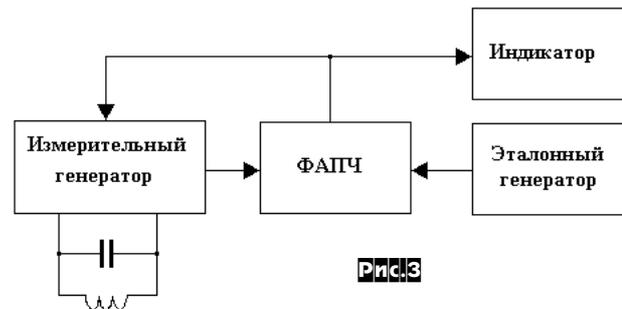
Колебательный контур частотного детектора имеет резонансную частоту, близкую к частоте поискового генератора. Изменение частоты генератора приводит к изменению амплитуды сигнала на контуре, что фиксируется индикатором, например, стрелочным прибором. Такие приборы не нашли широкого применения. Их недостатки - необходимость обеспечения стабильной амплитуды сигнала на выходе генератора, а также необходимость подстройки резонансной частоты контура из-за влияния дестабилизирующих факторов как на контур поискового генератора, так и на контур частотного детектора.

**Метод биений.** Другой прибор - это металлоискатель на биениях (**BFO** - Beat Frequency Oscillation). Принцип его действия основан на биениях частоты эталонного генератора и частоты поискового генератора (**рис. 2**).



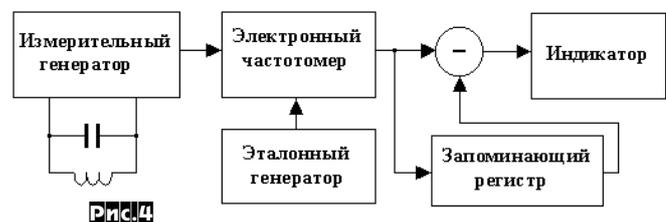
Измерительный и эталонный генераторы настраиваются на одинаковую частоту. При изменении частоты измерительного генератора на выходе смесителя появляется сигнал разностной частоты. Оператор воспринимает этот сигнал на слух или визуально - в зависимости от конструкции. Такие приборы производятся уже несколько десятилетий. Сейчас по такому принципу строятся, в основном, недорогие металлоискатели-игрушки и любительские металлоискатели. Такие приборы имеют ряд недостатков. Первый - это наличие паразитной взаимной синхронизации обоих генераторов. Это приводит к тому, что оказывается невозможным оценить очень малую разность частот и как следствие - существенно снижается чувствительность прибора. Второй недостаток - это отсутствие селекции по типам металлов. Ферромагнитные объекты вызывают понижение частоты, а металлические неферромагнитные - повышение частоты измерительного генератора. Однако после смесителя в **BFO** металлоискателе информация о знаке ухода частоты теряется.

**Частотный детектор на основе ФАПЧ.** Следующий на очереди металлоискатель PLL - Phase Locked Loop. Это прибор, в котором недостаток металлоискателя на биениях используется во благо. В таком приборе оба генератора, измерительный и эталонный, работают строго на одной частоте. Причем частота измерительного генератора подстраивается под частоту эталонного генератора с помощью системы ФАПЧ (**рис. 3**).



Сигнал напряжения подстройки используется для определения величины и знака изменения частоты. Такие металлоискатели обладают селекцией по типам металлов. Существует несколько радиолюбительских конструкций такого типа [2]. К их недостаткам можно отнести тот факт, что наличие «полезной» ФАПЧ не исключает наличия паразитной взаимной синхронизации обоих генераторов, как и в приборе на биениях. Это приводит к тому, что уменьшается крутизна регулировочной характеристики, и как результат уменьшается дальность обнаружения.

**Цифровой частотомер.** Идея использования цифрового частотомера для регистрации ухода частоты измерительного генератора не нова [3]. Такой металлоискатель (**FM** - Frequency Meter, **рис. 4**) свободен от большинства недостатков, присущих предыдущим схемам. Его принцип действия заключается в следующем. Сначала электронный частотомер оценивает частоту измерительного генератора, когда датчик находится вдали от объектов поиска. Это значение заносится в запоминающий регистр. Затем в процессе поиска частотомер непрерывно измеряет текущую частоту измерительного генератора. Из полученных значений вычитается значение эталонной частоты, и результат подается на устройство индикации. Очевидно, что в такой конструкции эффект паразитной взаимной синхронизации генераторов будет выражен значительно слабее - ведь теперь частота измерительного гене-



ратора (единицы-десятки килогерц) на несколько порядков ниже частоты опорного генератора (десятки мегагерц). С помощью частотомера можно измерить не только величину ухода частоты измерительного генератора, но и ее знак, следовательно, такой металлоискатель обладает селективностью по типам металлов.

Однако реализация этой идеи «в лоб», как это сделано в [3], не позволяет получить реальную чувствительность, большую чем в приборе на биениях. Это связано с тем, что невозможно напрямую в реальном масштабе времени (20...40 мс на один отсчет) регистрировать очень малые уходы частоты (единицы и доли герца). Нам удалось решить эту проблему [4] следующим образом. Из теории радиоизмерений известен метод «быстрого» измерения низких частот - т.н. метод обратного счета. В нём измеряется период сигнала, а частота вычисляется как его обратная величина. Оставалась только задача практической реализации.

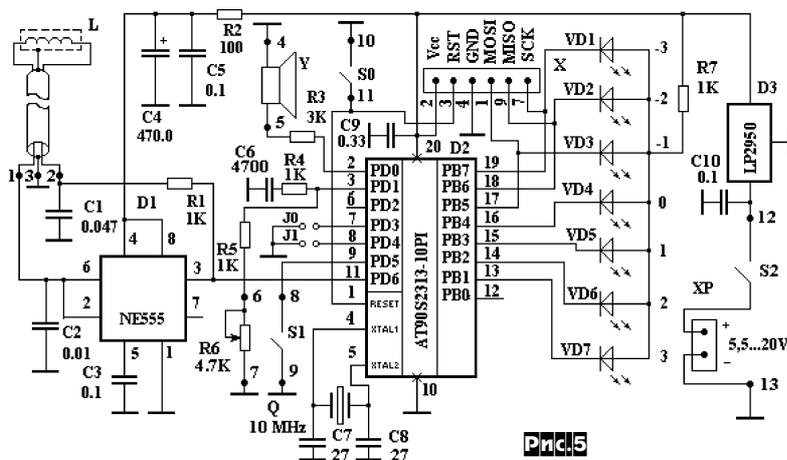
**Практическая конструкция металлоискателя.** Очевидно, что если реализовывать такое устройство на элементах средней степени интеграции, то получится сравнительно сложный и громоздкий прибор, что для мобильного исполнения нежелательно. Выходом из этой ситуации стало применение микроконтроллера. На микроконтроллер оказалось возможно возложить не только задачу по измерению периода, но и практически все функции по обработке результатов - вычисление разности частот, звуковую и световую индикацию результатов измерений. Наш металлоискатель реализован на микроконтроллере AT90S2313-10PI производства фирмы Atmel. Это восьмибитный экономичный RISC микроконтроллер. Имеет на частоте 10 МГц производительность 10 MIPS. Содержит: 2 кБ флэш памяти, 128 байт EEPROM, 15 линий ввода/вывода, 32 рабочих регистра, два таймера/счетчика, сторожевой таймер, аналоговый компаратор, универсальный последовательный порт. Более подробно с семейством AVR микроконтроллеров можно ознакомиться на WWW-сайте производителя [5].

**Основные технические характеристики металлоискателя.**

Напряжение питания .....	5,5-20 В;
Потребляемый ток .....	15 мА;
Индикация световая .....	7 светодиодов и звуковая;
Режимы поиска .....	статический и динамический;
Дискриминация .....	ферромагнетики/неферромагнетики;
Глубина обнаружения (на воздухе):	
Монета диаметром 25 мм .....	11 см;
«Пистолет» .....	17 см;
«Каска» .....	37 см.

**Принципиальная схема металлоискателя изображена на рис. 5.**

Измерительный генератор построен на таймере D1 NE555. Она используется в несколько необычном включении - в качестве LC генератора. Колебательный контур генератора состоит из конденсаторов C1, C2 и катушки индуктивности датчика. Резонансная частота контура определяется как  $F = 1/(2\pi\sqrt{LC})$ , где C - это последовательное соединение конденсаторов C1 и C2. Так как мик-



**Prnc.5**

кроконтроллер автоматически подстраивается под частоту измерительного генератора, в схеме не предусмотрена подстройка частоты генератора. При использовании датчика диаметром 190 мм (100 витков) и емкостях конденсаторов C1=0,047 мкФ и C2=0,01 мкФ частота составит около 20 кГц. При необходимости ее можно изменить, заменив конденсаторы C1, C2, но желательно чтобы их емкости находились в соотношении примерно (4...6) : 1.

На микроконтроллер D2 возложены все остальные функции по обработке сигнала измерительного генератора вплоть до индикации. В данной схеме применен микроконтроллер AT90S2313 исполнения Industrial (температурный диапазон -40°C...+85°C). Это сделано с той целью, чтобы прибор мог эксплуатироваться в полевых условиях при отрицательных температурах. Непосредственно к микросхеме микроконтроллера подключены как органы управления, так и органы индикации.

В металлоискателе реализованы **два режима работы**, которые задаются при помощи переключателя S1 - статический и динамический. В статическом режиме сигнал, который представляет собой цифровой код разности частот, логарифмируется и сразу подается на индикацию. Каждый уровень световой индикации сопровождается своим тоном звуковой индикации.

Динамический режим предназначен для поиска мишеней в сложных условиях, на фоне помех от грунта, минералов и т.д. В динамическом режиме сигнал подвергается цифровой фильтрации, которая выделяет полезный сигнал на фоне мешающих сигналов. В своем приборе мы применили оптимальную согласованную фильтрацию. Вкратце ее суть заключается в том, что для любого сигнала существует оптимальный фильтр, позволяющий получить максимальный отклик на выходе фильтра. Мы реализовали такой цифровой фильтр для сигнала расстройки частоты, который возникает при движении поисковой катушки над мелкими мишенями со скоростью 0,5-1 м/с. Фильтр реализован программно.

При помощи переменного резистора R6 регулируется чувствительность прибора. Светодиоды VD1...VD3 индицируют уровень отклонения частоты измерительного генератора в случае преобладания ферромагнитного эффекта, а светодиоды VD5...VD7 - в случае преобладания эффекта проводимости. Светодиод VD4 указывает на нулевой сдвиг частоты. Наушник Y предназначен для звуковой индикации отклонения частоты сигнала измерительного генератора.

Схема содержит рекордно малое количество **деталей**. При этом к ним не предъявляется особых требований. Микросхему AT90S2313-10PI можно заменить на AT90S2313-10PC, однако в этом случае не гарантируется работа при температуре меньше 0°C. Прошивка, в которой реализован только статический режим, приведена на с.52 (ее также можно получить бесплатно на сайте <http://radiohobby.go.to>); полная версия прошивки доступна в наборе Мастер Кит NM8041. Джемперы J0, J1 в данный момент не используются и предназначены для задания дополнительных режимов в будущих версиях прошивок [6]. С помощью разъема X производится внутрисхемное программирование контроллера. Распака разъема соответствует кабелю Atmel STK200/STK300. О внутрисхемном программировании AVR микроконтроллеров можно почитать в [7].

Микросхему D1 можно заменить на KP1006BI1. Светодиоды желательно выбирать с повышенной яркостью свечения. Стабилизатор D3 можно заменить на K1184EH1 или, что несколько хуже, на 78L05. В последнем случае минимально допустимое напряжение батареи составит 6,7 В. К резисторам особых требований не предъявляется. Они могут иметь рассеиваемую мощность 0,125-0,25 Вт. Конденсаторы C1 и C2 должны иметь минимальный ТКЕ, особенно C2. К остальным конденсаторам не предъявляется особых требований. Наушник Y (или наушники) можно взять от плеера. Возможно, потребуется подобрать номинал резистора R3 для получения приемлемой громкости. В крайнем случае наушник можно заменить на пьезоизлучатель. Конструкция корпуса прибора может быть достаточно произвольной.

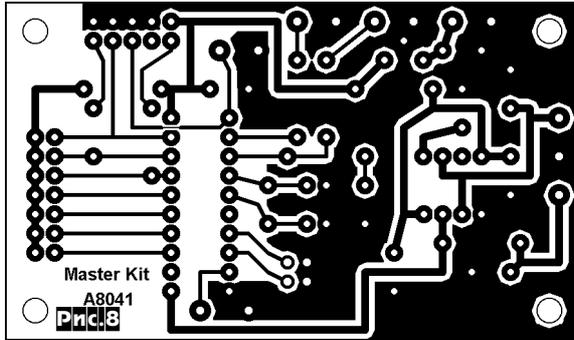
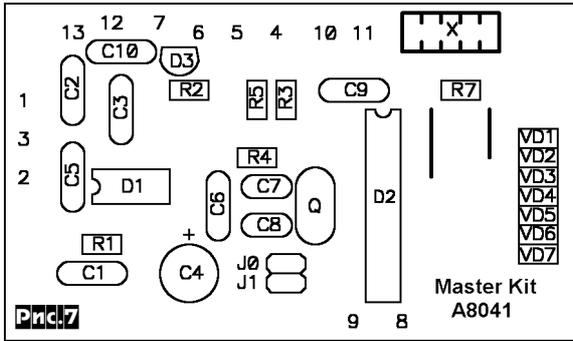
Особо следует остановиться на **конструкции поисковой катушки** - она может быть реализована различными способами [1]. Основные требования к ней - жесткость конструкции, герметичность и наличие электростатического экрана. Предлагаем следу-



**Prnc.6**

ющую технологию её изготовления. Берется доска подходящего размера и на ней рисуется окружность диаметром 190 мм. Равномерно по окружности в доску забиваются небольшие гвозди - 15...20 штук. На эти гвозди наматывается 100 витков эмалированного провода диаметром 0,3 - 0,56 мм. После намотки гвозди извлекаются или отгибаются и катушка снимается с оправки. Следующий этап - обмотка катушки изоляцией. Обмотка ведется внахлест (**рис. 6**).

Аналогичным образом поверх слоя из липкой ленты наносится слой из алюминиевой фольги, служащий экраном обмотки датчика. Фольга нарезается на полосы шириной около 10 мм. Для предотвращения образования короткозамкнутого витка, снижающего добротность контура, обмотка из фольги должна занимать не всю поверхность кольца обмотки датчика - от фольги оставляется свободным небольшой участок длиной 10-20 мм. Отвод от экрана выполняется луженым одножильным проводом, который закрепляют узлом поверх экрана. В завершение кольцо обмотки датчика обматывают еще одним слоем липкой ленты по всей поверхности, выпустив наружу выводы обмотки и экрана. К этим выводам подпаивается экранированный кабель, который соединяет катушку с металлоискателем. Жесткость катушке можно придать различными способами. Один из них - подобрать подходящий корпус,



например, взять крышку от набора пластиковой посуды, поместить в него катушку и залить эпоксидной смолой. Предварительно необходимо проделать в корпусе отверстие и продеть в него кабель. Также на корпусе катушки необходимо предусмотреть крепление для штанги.

**Расположение элементов** на печатной плате и рисунок **печатной платы** (M1:1) приведены на **рис. 7** и **рис. 8**.

В настоящее время МАСТЕР КИТ выпускает радиолюбительский набор NM8041, в который входят все необходимые компоненты для сборки описанного металлоискателя, включая запрограммированный микроконтроллер, печатную плату, и другие радиодетали. Внешний вид собранной платы изображен на первой странице обложки журнал. Набор можно купить в магазинах радиодеталей, адреса которых опубликованы на с.53 и на сайте [www.masterkit.ru](http://www.masterkit.ru).

**Порядок настройки** прибора следующий.

1. Проверить правильность монтажа схемы и подать питание.
2. Измерить потребляемый ток. Он не должен превышать 15 мА.
3. Убедиться, что на выводе 3 микросхемы D1 присутствует мандр расчетной частоты (около 20 кГц для указанных выше номиналов конденсаторов C1 и C2 и стандартного датчика)
4. Удалить рамку прибора подальше от металлических предметов и нажать кнопку S0 «Сброс».
5. Убедиться в работоспособности органов индикации, поднося к датчику различные металлические предметы.

#### Работа с прибором

Если переключатель S1 замкнут, то прибор переходит в статический режим. В этом режиме при приближении катушки к ферромагнитной мишени начинаются последовательно загораться светодиоды VD3, VD2, VD1. Если катушку приближать к неферромагнитному металлическому объекту, то будут последовательно загораться светодиоды VD5, VD6, VD7. К сожалению, таким же об-

hex-код прошивки контроллера металлоискателя

```

:1000660028D2C85003E001BB0FEF02BB07BB08BB99
:1000760004E003BF0EEF02BF02E009BF7894ECD0A4
:10008600002711271DDB0CBFD08E808BF00270FDBBE
:1000960001E00EBD0AE0E7E6008300270B830A8332
:1000A6000E0E60083118309830883E6E600830930CE
:1000B60048F422273327E02FEE0F7E5920833183B8
:1000C6000395F5CF839B03C005E0E7E6008308B7F9
:1000D6000870002349F0E0E6008111810F5F1F4F91
:1000E6000083118308E008BF08B70078002379F37E
:1000F600E0E600811181E7E6408155274CD1E0E634
:100106000083118364D0F894E2E600811181012B0B
:1001160011F07894F8CF44B455B466247724E4E615
:100126000081118122273327401A510A620A730A75
:1001360000E0401A500A0FEF600A700A48D0F8949F
:10014600E2E600811181012B19F078948895F7CFAA
:1001560004B515B522273327E4E640815181662789
:100166007727041B150B260B370B005010402F4F1B
:100176003F4FA02FB12F042D152DA01BB10B7ED004
:10018600802F0A2F1B2F212F220F220B322F47E3FE
:1001960050E060E070E01FD199270696482F592F4E
:1001A600652F660F660B762F58D1A02FB12FA0387A
:1001B60000E0B00714FOA0E7B0E0A1380FEFB007EA
:1001C60014F4A1E8BFF0A2F6CD001D0B8CF08E530
:1001D60008BF08B708700023E1F3002711271DDBDEB
:1001E6000CBD08E508BF08B708700023E1F304B5A5
:1001F60015B5E4E60083118308E808BF0E6008150
:100206001181E2E6008311830AE009BF00E205BF1F
:1002160078940895F894B59BFECF79BFECFC69A07
:10022600B799FECFC69821E030E06627603190F49A
:10023600402F512F42235323452B11F44FEFB01C07E
:100246004FEF220F331FB79BFECF48BBB799FECFA8
:100256006395ECCF7894089500271127222733273A
:10026600003241EA140747E02407140E0340728F447
:100276000F5F1F4F2F4F3F4F3F3F3CF0895F89400277E
:1002860011271DDB0CBD01E001BB199FECF7894FD
:1002960003E001BBOCB51DB5169507951695079598
:1002A6000895053634F00FE708BB03E0E6E6008361
:1002B60008950B3034F00FEB08BB02E0E6E600834E
:1002C6000895033034F00FED08BB01E0E6E6008345
:1002D60008950E3F34F00FEE08BB0027E6E60083D4
:1002E6000895063F34F007EF08BB0FFFE6E60083FC
:1002F60008950C3934F00BEF08BB0EEFE6E60083E9
:1003060008950DEF08BBE6E6008308950A931A9355
:10031600EA93FA93FFB7FA93E2E60081118101505E
:10032600104000831183012B19F409B7077F09BF19
:10033600F991FFBFF991E9911991099118950A93DD
:100346001A932A93EA93FA93FFB7FA93E8E6108191
:10035600E7E60081053019F40EEF02BF02C00DEF8B
:1003660002BF6E60081002341F0112331F4102F8D
:10037600135F02B321E0022702BB1A95E8E6108359
:10038600F991FFBFF991E9911299119910991189570
:0200060085C1B2
:02000C009BC196
:09005C00F0F1F7191E19F7F1F09B
:02000000CC032
:1000160000EC05BFCBEC0BE803500DBFBAD10023B3
:1000260009F417D0E0E6F0E00BE134D2ECE5F0E0BD
:1000360000E640E023D2E0E0F0E000E02BD2E0E092
:10004600F0E000E040E01AD2ECE5F0E00BE840E03A
:0600560015D206D09DC189
:02039600FFCF97
:0403980001E00895E3
:10039C00002411240030010741F01695079510F444
:1003AC00040E151E440F551FF5CF002D112D089569
:1003BC0030952095109501951F4F2F4F3F4F089565
:1003CC0070956095509541955F4F6F4F7F4F089595
:1003DC000024112422243324E02FE12BE22BE32BE5
:1003EC0071F0369527951795079520F4040E151E78
:1003FC00261E371E440F551F661F771FEDCF002D8D
:08040C00112D222D332D08955E
:100414000024112422243324E02EA9592F0001F00
:10042400111F221F331F001C11C221C331C041615
:1004340015062606370688F3041A150A260A370A0B
:10044400ECCF001F11F221F331F402D512D622D91
:0C045400732D009510952095309508955AB
:10046000FF27772312F4F160B1DF332312F4F09504
:10047000A5DFD0DF69508F4A1DFF69508F4A6CF46
:020480000895DD
:10048200BF93AF93A02F03C0C89531960D924150F0
:08049200D8F7AF91BF91089566
:0C049A00002401C00192015DE8F7089511
:0204A600000054
:1004A800FA92EA92DA92CA92BA92AA929A928A92A4
:1004B8007A926A925A924A923A922A921A920A9290
:0204C800089595
:00000001FF

```

разом прибор реагирует на железные предметы с большой площадью поверхности (например, консервная банка). Это связано с тем, что при воздействии на поисковую катушку в металлических ферромагнитных объектах возникает сразу два эффекта [1] - эффект проводимости и ферромагнитный эффект. При некотором соотношении площади поверхности объекта к объему начинает преобладать эффект проводимости.

При размыкании переключателя S1 прибор переходит в динамический режим. В этом режиме катушка должна перемещаться над грунтом со скоростью примерно 0,5-1 м/с. Местонахождение объекта в динамическом режиме находится методом «артиллерийской вилки» при проведении катушки над объектом дважды - слева направо и справа налево. В этом режиме важно почувствовать наименьшую скорость, с которой можно перемещать катушку. Этот навык легко осваивается при недолгой тренировке. Индикация в динамическом режиме выглядит немного иначе. При передвижении катушки над ферромагнитным объектом сначала загораются светодиоды из «шкалы» VD5, VD6, VD7, а затем из «шкалы» VD3, VD2, VD1. При передвижении катушки над неферромагнитным объектом индикация работает наоборот.

Как уже было указано выше, каждому светодиоду соответствует свой тон звуковой индикации. После непродолжительной работы с металлоискателем запоминаются «напевы», характерные для разных типов мишеней. Это позволяет при поисках пользоваться преимущественно звуковой индикацией, что довольно удобно.

Перед началом работы в обоих режимах необходимо выставить оптимальную чувствительность прибора с помощью переменного резистора R6. Он выставляется в такое положение, когда прибор начинает индицировать ложные отклики. Затем медленно вращая ротор этого резистора, необходимо добиться исчезновения этих ложных срабатываний.

При прочих равных условиях динамический режим за счет фильтрации позволяет достичь лучшей чувствительности по сравнению со статическим режимом. Однако статический режим также бывает иногда необходим. Например, необходимо проверить дно узкой ямы. В этом случае нет возможности осуществлять горизонтальные качания поисковой катушки, которые необходимы для динамического режима. Здесь выручит статический режим.

Во время **полевых испытаний** на Бердянской косе (см. фото на первой странице обложки) металлоискатель показал неплохие результаты. Из некоторых источников мы узнали о том, что микроконтроллеры AT90S2313-10PI вполне устойчиво работают при тактовой частоте 20 МГц! Во всяком случае за время испытаний никаких сбоев не было. А температура была до +37 в тени... Применение такого оверклокинга позволяет увеличить разрешающую способность при измерении частоты вдвое: на воздухе 5-ти копеечная советская монета обнаруживается с расстояния около 14 см. Обратная сторона медали - повышается почти вдвое потребляемый ток. Для того чтобы металлоискатель правильно работал с кварцем 20 МГц, необходимо установить джампер J0. Однако официально такой режим рекомендовать нельзя. Вы можете применить его «на свой страх и риск»: микроконтроллер из строя выйти не должен, но нельзя исключить возможность того, что некоторые микроконтроллеры будут сбоить на такой частоте. Напомним, что Atmel гарантирует работу до 10 МГц.

Поиски мы начали с проверки реакции металлоискателя на немагнитные предметы, которые теоретически могли бы дать отклик - это морская вода, мокрый песок, камни и т.д. Результаты превосходные - на воду и мокрый песок реакция отсутствовала! Некоторые камни, обычно осколки гранита, давали ферромагнитный отклик, но такие камни встречались не очень часто и легко распознавались. Хуже было то, что ферромагнитный отклик также давали и россыпи монацитового песка (это песок темного цвета, в котором присутствуют соединения редкоземельных металлов, в том числе и тория-232). Если слой такого песка был не очень толстым, металлоискатель за счет применения согласованной оптимальной фильтрации позволял нормально вести поиски в динамическом режиме.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

- Щедрин А.И., Осипов И.Н. Металлоискатели для поиска кладов и реликвий. - М.: «Радио и связь», «Горячая линия - Телеком», 2000.
- «Все, что вы хотите знать о металлодетекторах» <http://metaldetector.bratsk-sity.ru>
- V. Velchev. Using PIC12CXXX as a Sensor Interface for Metal Detection, Microchip Technology Inc. DS40160A/3\_007, 1997.
- A. Chitchev, Y. Kolokolov. Frequency Meter Metal Detector, Circuit Cellar Magazine №130, May 2001.
- Atmel corp. - <http://www.atmel.com>
- «Домашняя страница Юрия Колоколова» <http://home.skif.net/~yukol>
- Александр Редчук. Программатор для внутрисхемного программирования контроллеров AVR. Радиолюбитель №1/2001, с.61-63.

**Наборы МАСТЕР КИТ** (сегодня ассортимент включает почти 400 наименований. Их краткая характеристика имеется в поддиректории MASTERKIT CD «Радиолюбитель-2001») **для самостоятельной сборки можно приобрести в магазинах радиодеталей в вашем городе.** Адреса магазинов, специализирующихся на продукции МАСТЕР КИТ:

#### УКРАИНА

"НикС", e-mail: [chip@nics.kiev.ua](mailto:chip@nics.kiev.ua)

1. Киев, ул. Январского восстания, 24. Тел: (044) 290-46-51
2. рынок "Радиолобитель", торговое место №100

"Имрад", e-mail: [masterkit@tex.kiev.ua](mailto:masterkit@tex.kiev.ua)

1. Киев, ул. Дегтяревская, 62, 5-й этаж. Тел/факс: (044) 441-67-36
2. рынок "Радиолобитель" (ул.Ушинского, 4) торговые места №22, 43. Тел: (044) 446-82-47

"Инициатива" e-mail: [mgkic@gu.kiev.ua](mailto:mgkic@gu.kiev.ua)

1. Киев, ул.Ярослав Вал 28, помещение сер. центра "SAMSUNG". Тел: (044) 224-02-50, 235-21-58, факс: (044) 235-04-91
2. рынок "Радиолобитель", торговое место №35, 36.

#### РОССИЯ

"МиТраКон", e-mail: [mtk@mitracon.ru](mailto:mtk@mitracon.ru)

1. Москва, Украинский бульвар, д.15. Тел: (095) 937-41-03, тел/факс: (095) 243-55-46

"Чип и Дип", e-mail: [sales@chip-dip.ru](mailto:sales@chip-dip.ru), [www.chip-dip.ru](http://www.chip-dip.ru)

1. Москва, ул. Беговая, д.2. Тел. (095) 284-56-78, 284-36-69

"КиМ", e-mail: [kimkit@mail.ru](mailto:kimkit@mail.ru)

1. Москва, ул. Хромова, д.7/1. Тел: (095) 168-70-83

"Мега-Электроника", e-mail: [info@megachip.ru](mailto:info@megachip.ru),

1. [www.icshop.ru](http://www.icshop.ru) - магазин электронных компонентов on-line
1. Санкт-Петербург, ул. Большая Пушкарская, д.41. Тел: (812) 327-32-71, факс: (812) 325-44-09

"ЭЛЕКТРОМАРКЕТ", e-mail : [elektro@eastnet.febras.ru](mailto:elektro@eastnet.febras.ru), [www.elektro.febras.ru](http://www.elektro.febras.ru)

1. Владивосток, Партизанский проспект 20, к. 314. Тел: (8152) 40-69-03, факс: 26-17-27

"Радиомаркет", e-mail [radiom@tula.net](mailto:radiom@tula.net)

1. Тула, Красноармейский проспект 7 оф. 1.12 тел. (0872) 20-01-93

"Радиотовары", e-mail: [chaterina@pisem.net](mailto:chaterina@pisem.net)

1. Уссурийск, ул. Некрасова, д.1 магазин т/ф (42341) 2-00-56

"Саша", e-mail: [sasha@sibtel.ru](mailto:sasha@sibtel.ru)

1. Тюмень, ул.Тульская, 11. Тел/факс: (3452) 31-10-52, 32-20-04

"Радиотехника", e-mail: [wolna@online.sinor.ru](mailto:wolna@online.sinor.ru)

1. Новосибирск, ул.Ленина, д. 48. Справ. Тел/факс: (3832) 54-10-23
1. "Радиодетали", e-mail: [wolna@online.sinor.ru](mailto:wolna@online.sinor.ru)
1. Новосибирск, ул. Геодезическая, д. 17. Справ. тел/факс: (3832) 54-10-23

"Радиомагазин", e-mail: [alex.minus@norcom.ru](mailto:alex.minus@norcom.ru)

1. Норильск, ул. Мира,1. Тел/факс: 48-12-04

"Дельта", e-mail: [vic@nvkz.kuzbass.net](mailto:vic@nvkz.kuzbass.net), <http://delta-v.chat.ru/>

1. Новокузнецк, ул. Покрышкина, 16. Тел: (3843) 46-88-53

получить **наборы почтой** можно, заказав их по адресу:

111401, г.Москва, а/я 1 "Посылторг"

e-mail [post@solon.ru](mailto:post@solon.ru)

(Продолжение. Начало см. «РХ» №6/2001, с. 44, 45)

Рассмотрим основные принципы работы некоторых узлов, о которых шла речь в первой части этой статьи. Следует отметить, что приведенные в статье функциональные схемы являются обобщенными, адаптированными к обучению и несколько упрощены.

На **рис. 4** изображена упрощенная функциональная схема **синтезатора частоты** современного **тюнера**. В тюнерах с синтезатором

компаратора станут равными. То есть между коэффициентом деления  $K$  и напряжением настройки (предел изменения приблизительно 0,5 В...30 В) существует взаимнооднозначное соответствие. И, как следствие, каждому телевизионному каналу соответствует одно и только одно значение коэффициента деления программируемого делителя.

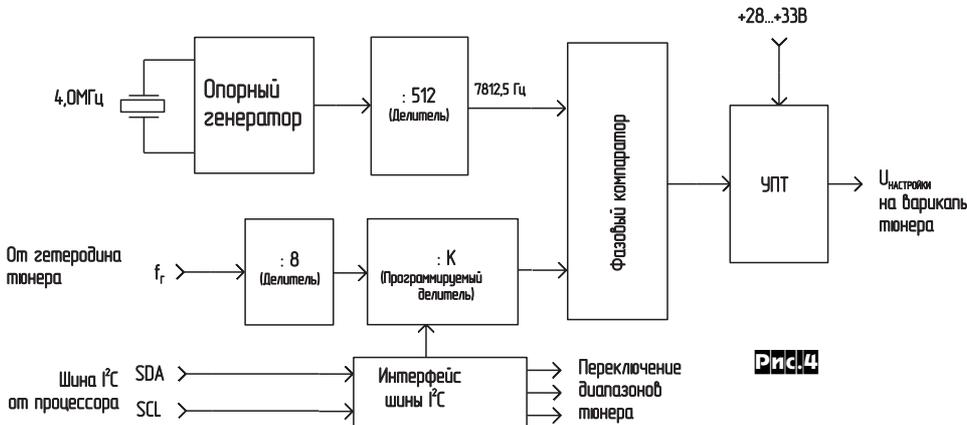


Рис. 4

По цифровой управляющей шине I<sup>2</sup>C от процессора управления на интерфейс синтезатора частоты кроме информации о значении коэффициента деления  $K$  поступает также кодированная информация о выбранном диапазоне, которая преобразуется в команды переключения диапазонов тюнера. Чем меньше шаг дискретизации, тем точнее можно настроиться на канал. В телевизорах с синтезатором частоты применение схемы АПЧГ не обязательно.

Описанный выше принцип регулировки, и главное, поддержания значения частоты генератора называют «**фазовой автоподстройкой частоты**» (**ФАПЧ**). ФАПЧ нашла широкое применение в схемотехнике современных телевизоров. В частности, в качестве видеодетекторов используются АМ-детекторы с ФАПЧ, а в качестве детекторов канала звука, схемы АПЧГ и в декодерах SECAM - ЧМ-детекторы с ФАПЧ.

Перед тем как рассмотреть основные принципы работы детекторов с ФАПЧ, вспомним, что собой представляют **амплитудный** и **частотный детекторы**, выполненные на основе синхронных детекторов (**рис. 5**). Они широко применялись в телевизорах на микросхемах малой и средней степени интеграции, а в декодерах PAL и NTSC синхронные детекторы используются для детектирования квадратурномодулированных сигналов цветности.

Простейший **синхронный детектор (СД)** представляет собой электронный (транзисторный)

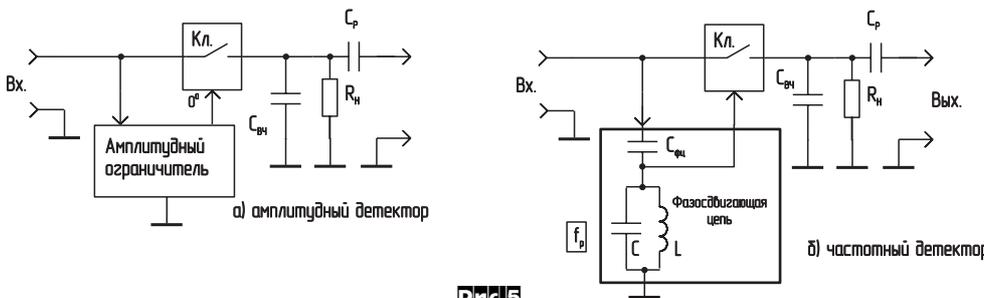
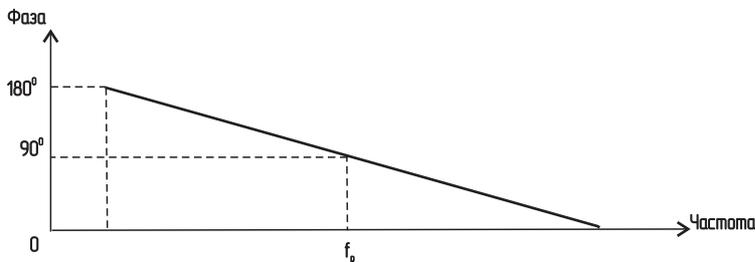


Рис. 5



б) идеальная характеристика фазосдвигающей цепи ЧД

ром частоты изменение частоты происходит дискретно с шагом 62,5 кГц, 50 кГц или 31,25 кГц. Основой синтезатора частоты является фазовый компаратор (в различных источниках его называют фазовым детектором, схемой сравнения и даже частотным детектором). В качестве опорного сигнала фазового компаратора (ФК), используется сигнал полустроичной частоты 7812,5 Гц, полученный из сигнала от опорного кварцевого генератора 4,0 МГц путём деления его частоты на 512 с помощью делителя. На второй (нижний по схеме) вход фазового компаратора подаётся сигнал, полученный из сигнала гетеродина путём деления его частоты сначала на 8, а затем на переменный коэффициент деления  $K$ . Коэффициент деления программируемого делителя  $K$  задается процессором по шине I<sup>2</sup>C. В установившемся режиме частота сигнала на нижнем входе ФК равна опорной 7812,5 Гц. При переключении каналов коэффициент деления программируемого делителя  $K$  изменяется. Так как гетеродин тюнера еще не перестроился, то частота сигнала на выходе этого делителя (т.е. на нижнем входе ФК) будет отличаться от опорной, и напряжение ошибки на выходе ФК будет изменяться. Будет изменяться и напряжение настройки на выходе усилителя постоянного тока (УПТ), которое, поступая на варикапы тюнера, будет изменять частоту гетеродина до тех пор, пока частоты сигналов на входах фазового

ключ, который открывается **устройством управления** в определенные промежутки времени каждого периода входного сигнала. Если в качестве устройства управления использовать амплитудный усилитель-ограничитель (**рис. 5а**), то сигнал управления будет совпадать по фазе со входным сигналом, а ключ синхронного детектора будет открыт в один полупериод входного сигнала и полностью закрыт в другой. Т.е. ключ СД в этом случае имеет одностороннюю проводимость почти как диод в обычном **амплитудном детекторе**. Правда, есть одно существенное отличие: диодные детекторы из-за почти одинаковой крутизны прямой и обратной ветви вольт-амперной характеристики диода вблизи начала координат не могут детектировать слабые сигналы. Так же, как в диодном детекторе, в токе СД присутствуют три составляющие: постоянная, высокочастотная и низкочастотная. Низкочастотная составляющая выделяется на нагрузке  $R_n$  и через разделительный конденсатор  $C_p$  поступает на выход схемы.  $C_p$  - не пропускает на выход схемы постоянную составляющую, а  $C_{вч}$  - шунтирует нагрузку по высокочастотной составляющей.

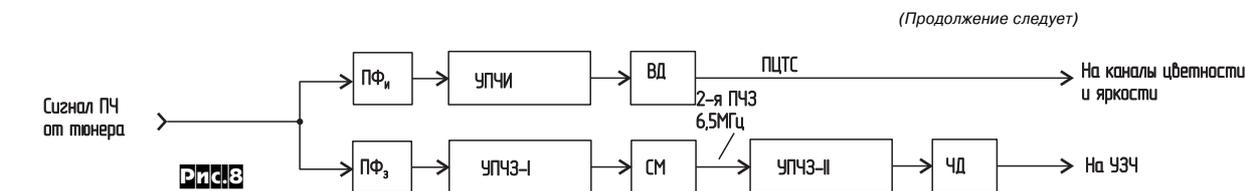
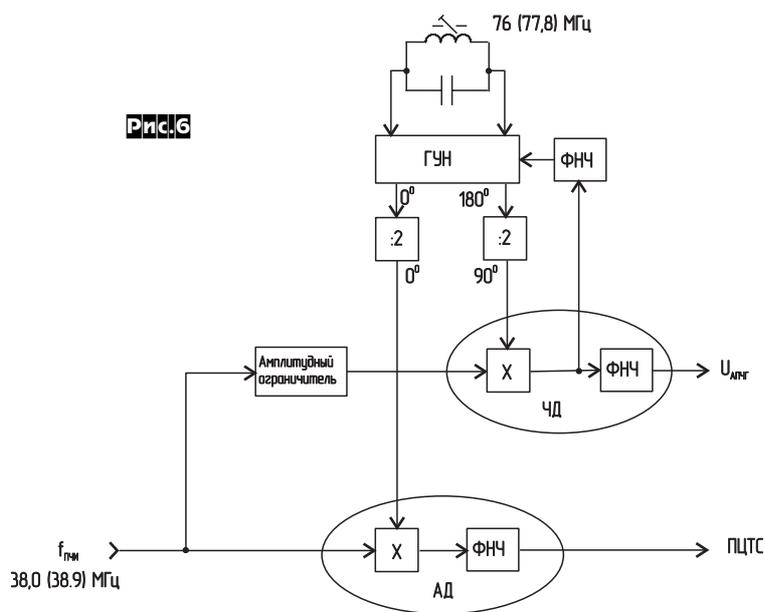
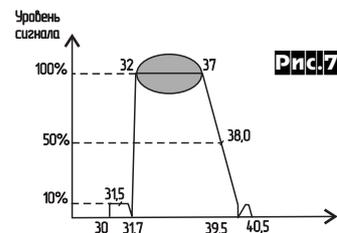
**Частотный детектор** можно получить, если в схему управления СД ввести фазосдвигающую цепь, состоящую из последовательно соединенных конденсатора малой емкости ( $C_{вч}$ ) и контура (LC), который настроен на несущую частоту ЧМ-сигнала (**рис. 5б**).

Если емкостное сопротивление конденсатора  $C_{\text{ФЦ}}$  будет значительно больше активного сопротивления контура на резонансной частоте ( $f_p$ ), то напряжение сигнала на выходе фазосдвигающей цепи будет сдвинуто относительно входного практически на  $90^\circ$ , т.к. влиянием контура можно пренебречь. На частотах, отличных от резонансной, сопротивление контура приобретает реактивный характер: ниже резонансной будет иметь индуктивный характер, а на частотах выше резонансной - емкостной. Это будет увеличивать или уменьшать фазовый сдвиг между сигналами на выходе и входе фазосдвигающей цепи, идеальная характеристика которой изображена на **рис. 5в**. Напряжение на выходе синхронного детектора (**рис. 5б**) будет максимальным при совпадении фаз входного и управляющего сигналов, а минимальным - тогда, когда эти сигналы противофазны, и будет меняться по тому же закону, что и несущая частота ЧМ-сигнала. Назначение остальных деталей частотного детектора такое же, как в предыдущей схеме.

Функциональная схема видеодетектора (АМ-детектор) и частотного детектора схемы АПЧГ с ФАПЧ в общем устройстве управления изображена на **рис. 6**. Детектирование происходит в аналоговых перемножителях (X). Причем в амплитудном детекторе (АД) сигнал промежуточной частоты изображения и опорный сигнал, поступающие на X, совпадают по фазе, а в частотном (ЧД) имеют сдвиг  $90^\circ$ . Чтобы получить опорные сигналы с точным сдвигом по фазе  $90^\circ$ , используется генератор, управляемый напряжением (ГУН), работающий на частоте, равной удвоенной промежуточной частоте изображения (76,0 МГц для телевизоров стандарта стран СНГ и 77,8 МГц для телевизоров европейского стандарта), охваченный ФАПЧ. ГУН (на схемах импортных телевизоров используется сокращение VCO) вырабатывает два противофазных сигнала частотой 76,0 (77,8) МГц, частота которых делится на 2 с помо-

составляющую напряжения на нагрузке ВД. В современных телевизорах можно встретить микросхемы, в схемах ФАПЧ которых установлены два параллельно работающих детектора: частотный и фазовый, что обеспечивает точную настройку ГУН при большой полосе захвата. ЧД с ФАПЧ можно встретить также в декодерах SECAM.

В первой части этой статьи (см. **рис. 1, 2 и 3**) рассматривались телевизоры с **совмещенным радиоканалом** (старое название - одноканальные телевизоры). Особенностью этих аппаратов является то, что в УПЧИ обрабатываются как промежуточная частота изображения, так и первая промежуточная звука (31,5 МГц - для отечественного стандарта). Для уменьшения влияния сигнала звукового сопровождения на качество изображения его усиливают в УПЧИ на уровне не более 10% от максимума. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) УПЧИ телевизора с совмещенным радиоканалом показана на **рис. 7**. Вторая промежуточная звука (6,5 МГц - для отечественного стандарта) получается за счет биений сигналов первой промежуточной звука и промежуточной изображения в видеодетекторе и выделяется в ВД или предварительном видеоусилителе и поступает на усилитель-ограничитель УПЧЗ, а далее на ЧД. Главным недостатком такого радиоканала является: наличие помех в канале звука от сигнала изображения и наоборот. Кстати, основная масса телевизоров, выпущенных в СССР, это телевизоры с совмещенным радиоканалом. Поэтому многим телезрителям знаком дефект, при котором с появлением титров на экране телевизора в динамиках слышны рокоты. Он возникает в телевизоре с совмещенным радиоканалом из-за расстройки контуров УПЧИ. Взаимовлияний между каналами звука и изображения практически нет в **телевизорах с параллельным радиоканалом (рис. 8)**. В этих аппаратах первая промежуточная звука (ПЧЗ-I) на входе УПЧИ максимально подавляется полосовым фильтром ПФИ. ПЧЗ-I и ПЧИ (только узкая полоса частот вблизи 38 МГц) выделяются полосовым фильтром ПФЗ, усиливаются в УПЧЗ-I и смешиваются в смесителе СМ, где образуется вторая промежуточная звука. Она усиливается и ограничивается по амплитуде в УПЧЗ-II, а затем детектируется в ЧД. В качестве ПФИ и ПФЗ используются специальные фильтры на ПАВ. Вместо двух фильтров ПАВ может стоять один разделительный, который имеет заметно худшие характеристики. Радиоканал с таким фильтром называют **квазипараллельным**.



щью делителей. Полученные таким образом сигналы будут иметь частоту 38,0 МГц (38,9 МГц - для европейского стандарта). Временной сдвиг между ними сохранится равным временному сдвигу между исходными сигналами до делителей, а т.к. период при делении частоты увеличивается, то фазовый сдвиг между этими сигналами станет вдвое меньше и будет составлять:  $180^\circ/2 = 90^\circ$ . Детектируемый сигнал на вход частотного детектора поступает через амплитудный ограничитель, а напряжение с выхода ЧД используется как управляющее напряжение для ГУН и может использоваться как напряжение ошибки АПЧГ. Фильтры низких частот (ФНЧ) на выходе ЧД задают необходимую инерционность ФАПЧ и схемы АПЧГ. ФНЧ на выходе амплитудного детектора, пропускающий ПЦТС и сигнал второй промежуточной звука, подавляет ВЧ-

Подписка на белорусские журналы «Радиолобитель» и «Радиолобитель. КВ и УКВ» за 84 грн. в год с пересылкой по Украине.

Предлагаю также универсальные электронные шкалы для трансиверов до 60 МГц и частотомеры от 1 Гц до 1 ГГц.

Телефон в Киеве: (044) 4751923, рынок «Радиолобитель» (ул. Ушинского, 4), торговое место №52.

Почтовый адрес: 03194, Киев-194, а/я 352/1, Фехтел Карел Георгиевич.

# Ламповый калейдоскоп

(Продолжение. Начало см. «РХ» №2, 3, 4, 6/2001)

Станислав Симулкин, г.Алчевск Луганской обл.

Перспективным направлением развития ламповых усилителей звуковой частоты является применение лампы 6П3С в двухтактно-параллельной схеме, более известной под английским названием Push-Pull Parallel или просто PPP Circlotron (не путайте цирклотрон с циклотроном - последний из области ядерной физики). Подробно принцип работы такого усилителя был изложен в [Сухов Н., Широков В. Лампы и звук: назад в будущее или «новое - это хорошо забытое старое». «Радиолюбби» №4/1998], так что становится более подробно на тех нюансах, которые необходимо учитывать при самостоятельном конструировании подобных схем.

Так как эта схема двухтактная, то выходные лампы могут работать в любом из классов А, АВ или В. Рабочие режимы ламп можно взять из таблиц режимов, рекомендуемых для классического построения двухтактного каскада. Поскольку в цирклотроне оконечные лампы включены между собой по постоянному току последовательно, а по переменному параллельно, то оптимальное сопротивление нагрузки снижается в 4 раза против рекомендуемого для обычной двухтактной схемы. По этой же причине эквивалентное внутреннее сопротивление лампы снижается также в 4 раза (для каждой отдельно взятой - в два раза), амплитуда напряжения, действующего на первичной обмотке трансформатора, уменьшается вдвое. Такие особенности каскада упрощают конструкцию выходного трансформатора и снижают требования к его качеству.

Структура двухтактно-параллельного каскада позволяет для его согласования с низкоомной нагрузкой применять автотрансформаторный выход. По сравнению с обычной трансформаторной схемой такое построение выходной цепи обеспечи-

вает получение значительно меньших фазовых и амплитудно-частотных искажений на верхней границе рабочего диапазона. Поэтому не рекомендуется заменять автотрансформаторное включение на эквивалентное трансформаторное. При выборе диаметра проводов для изготовления катушки выходного трансформатора надо помнить, что амплитуда тока, проходящего по обмотке, будет вдвое больше, чем при работе в «классической» двухтактной схеме. Остается добавить, что для питания усилителя, собранного по схеме Circlotron, требуется анодный трансформатор, имеющий две одинаковые изолированные друг от друга обмотки.

**Пример** практической реализации **двухтактно-параллельного** каскада на лампах **6П3С** в усилителе звуковой частоты показан на **рис.29**. Входной сигнал через разделительный конденсатор С1 поступает на предварительный усилитель напряжения, который собран на триоде VL1.1 типа 6Н8С. Он имеет коэффициент усиления 10. Усиленное напряжение снимается с анодной нагрузки R2 и подается через C2 на катодный повторитель, выполненный на второй половине лампы VL1. Режим работы этого каскада задается резисторами R7, R6 в его катодной цепи. Резистором автоматического смещения R7 определяется начальный ток через триод VL1.2, т.е. падение напряжения на резисторе R6, а также положительный потенциал на катоде данного триода. Это в свою очередь задает по постоянному току рабочий режим лампы фазоинверсного каскада. Такая возможность существует благодаря тому, что связь между этими каскадами непосредственная - гальваническая.

Собственно фазоинвертор собран на лампе VL2 типа 6Н8С и представляет собой одну из разновидностей парафазной

схемы. Характерной особенностью его построения является питание анодных цепей каждого из триодов лампы от разных выпрямителей. Противофазные напряжения через разделительные конденсаторы С6 и С7 поступают в цепи управляющих сеток выходных ламп. Эти цепи содержат сопротивления утечки R14, R15 (эти резисторы общие для обеих ламп каждого плеча) и антипаразитные элементы R16, R17, R20, R21 - они для каждой из оконечных ламп индивидуальные.

Выходной каскад построен по схеме с автоматическим смещением за счет падения напряжения на резисторах R18, R19, R22, R23, включенных в цепи катодов ламп VL3-VL6, и работает в режиме класса А. Каждый из этих резисторов зашунтирован электролитическим конденсатором емкостью 220 мкФ (С8-С11). Такое построение оконечного каскада совместно с использованием индивидуального для каждой лампы токоограничивающего резистора (R24-R27) позволяет в значительной мере компенсировать производственно-технологический разброс ламповых характеристик. И хотя рассматриваемый усилитель не охвачен петлей общей ООС, тем не менее, достигаются **высокие технические характеристики**, да и по звучанию он не уступает подавляющему большинству «килобайсовых» High-Endовцев:

макс. вых. мощность ..... 35 Вт,  
коэфф-т гармоник при выходной мощности 20 Вт не превышает ..... 1,3%,  
д-н рабочих частот при неравномерности АЧХ не более 2 дБ .... 20 Гц - 50 кГц .

Ток, потребляемый усилителем от каждого источника анодного питания при максимальной выходной мощности, составляет около 170 мА.

**Выходной автотрансформатор** изготовлен на базе магнитопровода типа

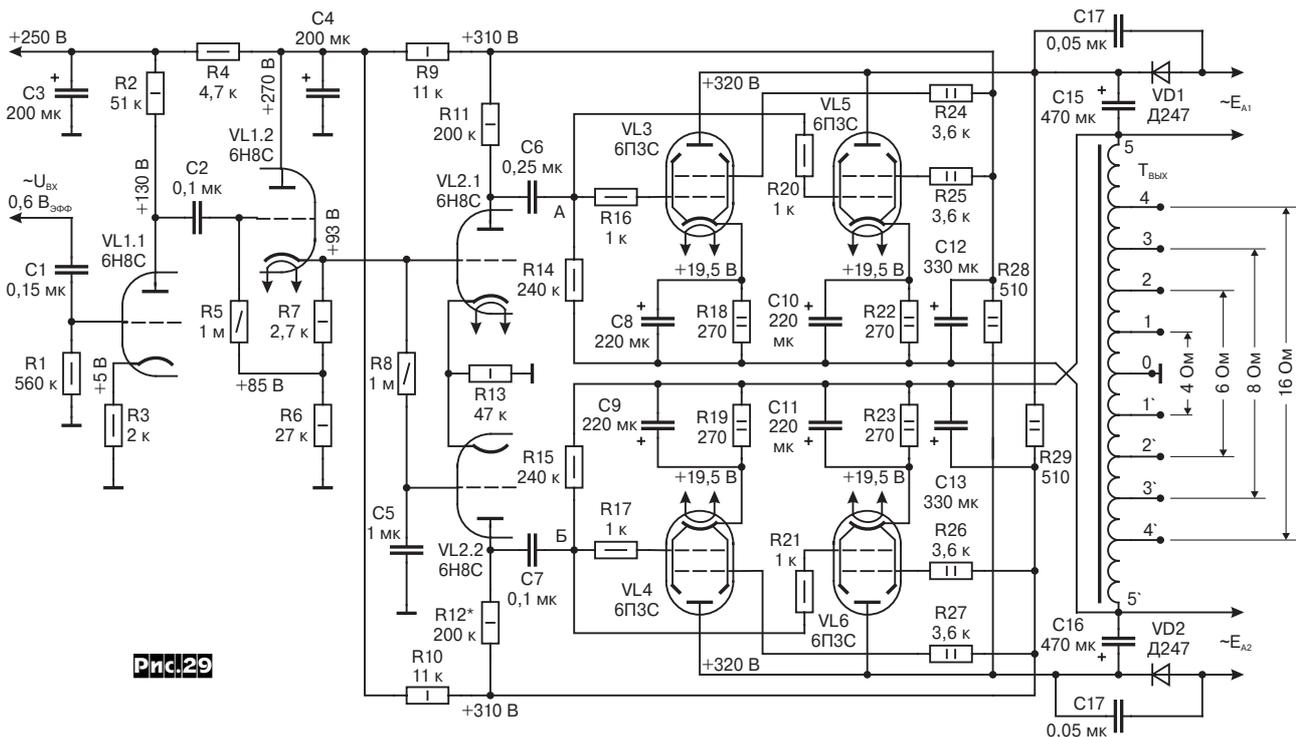


Рис.29

Пл25x50x120 из ленты толщиной 0,35 мм. Он имеет следующие геометрические характеристики: размеры окна 40x120 мм, площадь окна 48 см<sup>2</sup>, сечение стали 12,5 см<sup>2</sup>, средняя длина магнитной силовой линии 39,8 см. В крайнем случае, можно взять сердечник от телевизионного трансформатора питания типа ТС-270, который имеет такие же размеры. При этом несколько ухудшается качество усилителя, в частности сужается рабочая полоса в области высших звуковых частот вследствие повышенных потерь в стали. Однако считаю необходимым заметить, что цирклотрон (и только он) все же допускает такую замену. Вся обмотка выходного автотрансформатора размещена на двух катушках, которые наматываются совершенно одинаково. Обмотка, к которой подключается нагрузка, выполняется проводом ПЭВ-2 1,4 в 4 слоя по 56 витков. Общее количество витков 224. Отводы делаются от 112-го витка (0-1, 0'-1') - для 4 Ом; 138-го (2, 2') - для 6 Ом; 159-го (3, 3') - для 8 Ом; к 224-му витку подключается нагрузка сопротивлением 16 Ом. Обмотка 4-5 (4'-5') разбита на две секции по 520 витков. Каждая из секций намотана в 5 слоев проводом ПЭВ-2 0,75 мм, количество витков в слое - 104. Ширина слоя около 100 мм.

Порядок размещения обмоток в катушке трансформатора показан **рис.30**. При сборке трансформатора катушки ориентируют друг относительно друга таким образом, чтобы после соединения выводов 0 и 0' получилась единая обмотка, имитирующая укладку провода на торе. Правильность сборки трансформатора проверяется очень простым способом. Последовательно с обмоткой соединяют лампу нака-

ливания напряжением 220 В мощностью 200-300 Вт и включают в сеть. Лампа, вспыхнувшая на полный накал, говорит о том, что катушки работают в противофазе. В таком случае трансформатор разбирают и одну из катушек разворачивают на 180° относительно другой (если смотреть на трансформатор со стороны окна сердечника, то выводы, которые были справа, должны переместиться влево и наоборот).

При сборке выходного трансформатора на торцы половинок сердечника, которые прилегают друг к другу, необходимо, причем делать это ОБЯЗАТЕЛЬНО, нанести тонкий слой магнитного лака и только пос-

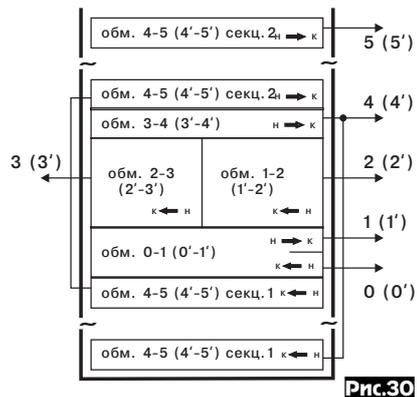


Рис.30

ле этого можно стянуть магнитопровод. Магнитный лак готовится на основе порошка карбонильного железа, который применяется в различных электромеханических устройствах, и нитролака марки НЦ. Во время приготовления порошок добавляется в лак небольшими порциями при непре-

рывном перемешивании до получения однородной массы консистенции жидкой сметаны. Полученную смесь необходимо сразу же в течение 2-3 минут использовать. Применять для приготовления магнитного лака клей типа БФ, КС, «Марс» или им подобные, а тем более эпоксидный, не рекомендую, так как может потребоваться разборка трансформатора, что в таком случае сделать будет весьма затруднительно. При отсутствии фабричного порошка карбонильного железа его не сложно приготовить самому. Для этого необходимо сердечник из карбонильного железа измельчить при помощи надфиля или просто раздавить в пассатижах. Применять для этой операции наждачную бумагу или абразивный камень будет весьма затруднительно. При отсутствии фабричного порошка карбонильного железа его не сложно приготовить самому. Для этого необходимо сердечник из карбонильного железа измельчить при помощи надфиля или просто раздавить в пассатижах. Применять для этой операции наждачную бумагу или абразивный камень будет весьма затруднительно. При отсутствии фабричного порошка карбонильного железа его не сложно приготовить самому. Для этого необходимо сердечник из карбонильного железа измельчить при помощи надфиля или просто раздавить в пассатижах. Применять для этой операции наждачную бумагу или абразивный камень будет весьма затруднительно.

**Налаживание усилителя** особенностей не имеет. Вначале, как и обычно, устанавливают режимы работы ламп по постоянному току, далее симметрируют фазоинверсный каскад на частотах 100 Гц и 18-25 кГц. Единственное специфичное именно для цирклотрона отличие заключается в том, что для проверки оконечной ступени усилитель вертикального отклонения осциллографа должен иметь дифференциальный вход, который подключается к выходной обмотке (допустим, выводы 1 и 1') автотрансформатора.

(Продолжение следует)

## dbx, компьютер и MP3

Повышение качества цифровых каналов звукозаписи можно решать «в лоб», как это делается в DVD-audio - повышением разрядности квантования по уровню до 24. Но это дорого. В статье предложено более дешевое решение повышения эквивалентной разрядности обычных звуковых карт до 26-28 бит и заодно «подчистки» характерных для ПК шумов и артефактов mp3-кодексов.

Думается, что название этой статьи заставит хотя бы прочитать её компьютерщики, работающих со звуком, так как у автора имеются сомнения, что ими была прочитана серия статей Н.Сухова, посвященная шумоподавителям: ведь речь шла, в общем-то, о применении компандеров в технике аналоговой магнитной записи. Но компьютер (PC), оснащенный звуковой картой, по сути дела является цифровым магнитофоном (с записью на жесткий магнитный диск) с присущими ему недостатками: шумы (в случае применения недорогих «китайских» звуковых карт), «жесткости» цифрового звучания и т.д. Впрочем, об этих явлениях неоднократно писалось, и с ними знаком практически каждый, кто имеет какое-либо отношение к цифровому звуку.

Перед тем, как описать применение dbx-совместимого компандера УНИКОМП [1,2] совместно с компьютером, остановимся на анализе его работы, основанном на длительной эксплуатации одного в составе каскадного магнитофона (схема УНИКОМПа была любезно предоставлена автору Н.Суховым ещё в 1993 году). Для начала была изготовлена приставка к кассетнику, схе-

ма которой повторяла практически 1:1 [2]. Результат оказался очень впечатляющий, но обнаружились и некоторые «узкие» места, касающиеся его эксплуатации. Сразу было отмечено, что при записи низкие частоты ощутимо заваливаются. Происходит это из-за недостаточной емкости С8 [2]. Положение усугубляется тем, что этот завал при воспроизведении комплементарно не обрабатывается. Другой недостаток - появление некоторой «зжатости» звучания на средних и больших уровнях записи, связанной с алгоритмом работы dbx II (совместно с кассетным магнитофоном), каковым, по сути дела, является УНИКОМП. Впоследствии этот недостаток был устранен путем введения каскада спектрально-го скоса, позаимствованного из схемотехники Dolby-C (а также «Компандера-20», если кто его помнит). Было также обнаружено, что в режиме записи на больших уровнях (выше 0 дБ) УНИКОМП склонен к самовозбуждению на ультразвуковых частотах. Это происходит из-за того, что коэффициент передачи по петле ООС изменяется, и ОУ DA2.1 оказывается не оптимально скорректирован емкостью С7. С другой стороны, она должна быть как мож-

Евгений Лукин, г.Донецк

но меньше, чтобы не сузить частотный диапазон. При коммутации режимов «запись - воспроизведение» щелчки все-таки возникают - из-за того, что емкость С8 в режиме воспроизведения одним концом практически «висит в воздухе», в результате чего происходит ее разряд через противоположную утечку. Как известно, незаряженная емкость в момент коммутации представляет собой переключку. Так как на выходе операционника практически всегда есть какой-то потенциал, то при подключении емкости к «земле» ООС усилителя разряжается на время заряда этой емкости, что и приводит к появлению щелчка на выходе. При настройке УНИКОМПа был обнаружен еще один нюанс: нелинейность зависимости коэффициента передачи DA5 от положения движка резистора R42 - в области его больших значений (более половины номинала) коэффициент усиления изменялся незначительно, а по мере перемещения (в сторону уменьшения) усиление резко возрастало, что приводило к необходимости очень тщательной его установки. Все эти недостатки были впоследствии устранены.

Теперь перейдем к **применению УНИКОМПа в РС**. Я опробовал несколько звуковых карт стоимостью \$10-20, т.к. позволить себе более «навороченную» не могу. В первую очередь внимание обращалось на АЧХ и уровень шумов. Прослушивание проводилось как на высококачественные

стереотелефоны, так и на 3-полосные активные АС (двойное «моно», в СЧ и ВЧ каналах УМЗЧ на полевиках, полоса 30 - 18000 Гц). Карта ALS-120 вообще не выдерживает никакой критики (равно как и ESS-1868), более-менее приемлемой оказалась ESS-1869, но у меня она нормально работала только в Windows-95, а в Windows-98 возникали всякие «хрюки» при перемещении мыши, открывании / закрытии окон и т.д. Кроме того, Windows-95 могла иногда «потерять» звуковую карту, и приходилось заново устанавливать ее драйверы с CD, что проходило не всегда гладко.

В Windows-98 хорошей оказалась карта «Crystal», но у попавшегося экземпляра был почему-то разбаланс 3 дБ между каналами. При попытке установить ее в Windows-95 при загрузке драйвера с CD PC просто наглуго зависал. Наконец мой выбор остановился на недорогой карте «Yamaha OPL-3» - неплохая АЧХ и низкий уровень шумов (-73 дБ, измерялось через фильтр МЭК-А). Необходимо отметить, что индикаторы уровня в звуковых редакторах (CoolEdit, Sound Forge) пиковые (даже чересчур пиковые) и дают заметно большие показания. Был обнаружен небольшой завал на ВЧ (порядка 3 дБ), но его можно скорректировать специальным фильтром (о котором речь пойдет позже).

**РС со звуковой картой**, как уже говорилось, представляет собой цифровой магнитофон с практически идеальной АЧХ и ФЧХ - идеальные условия [2] для применения всевозможных компрессоров, в т.ч. dbx и УНИКОМПа. **Линейность 16-разрядной звуковой карты** с такими компрессорами **реально повышается до эквивалента 26-28 бит**, что выше, чем в DVD-audio. Для того, чтобы второй раз не наступить

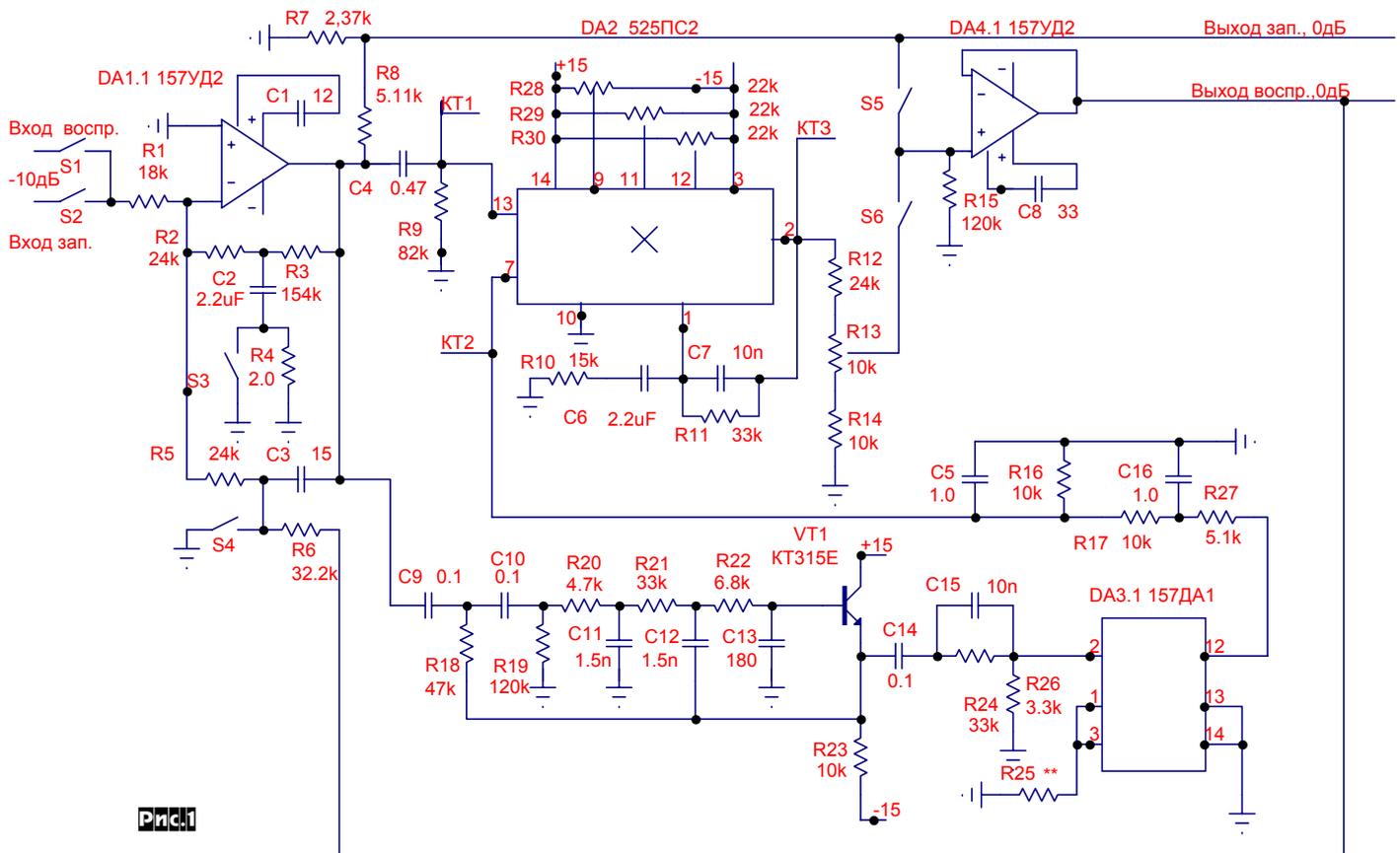
на грабли, связанные с эксплуатацией dbx II (УНИКОМПа) в аппаратуре магнитной записи, был разработан специальный вариант УНИКОМПа для работы совместно с РС. В частности, был выбран алгоритм работы dbx I (т.е. вариант для катушечного магнитофона). Были устранены также все перечисленные ранее недостатки.

**Принципиальная схема** УНИКОМП-РС приведена на **рис. 1**. Как видно из схемы, произошли некоторые изменения (по сравнению с [2]). Чувствительность по входам осталась прежней (-10 дБ, 245 мВ), но ее можно сделать очень просто и иной, вплоть до 2 В, путем изменения номинала всего одного резистора R1. Кроме того, ее можно сделать разной для входов записи и воспроизведения, для чего достаточно сигнал подавать через дополнительные резисторы. Например, если на вход записи подавать сигнал через резистор 36 кОм, то чувствительность снизится до 0 дБ (775 мВ). Это может быть полезным при записи с CD-плееров, у которых выходное напряжение достигает 2 В. Уровень на линейном выходе (и выходе записи) принят 0 дБ, так как большинство УМЗЧ имеет чувствительность 0,5...0,8 В. Избыток напряжения на выходе записи (в случае необходимости) можно погасить внешним делителем.

Теперь более подробно об изменениях. Коммутация выходных сигналов с DA1.1 и DA2 происходит после делителей R7R8 и R12-R14, в связи с чем отпала необходимость в применении транзисторных ключей VT4, VT5 [2], а на выходе канала воспроизведения для снижения выходного сопротивления и влияния кабеля поставлен буфер DA4.1. Завал НЧ при записи устранен увеличением C2 до 2,2 мкФ, а щелчки при коммутации режимов запись-воспроизведение убираются резистором R4, поддер-

живающим заряд конденсатора C2. Склонность к самовозбуждению в режиме записи устранена введением конденсатора C3. Номиналы цепи ООС DA1.1 (R5, R6) изменены, так как в режиме записи на R6 подается уже ослабленный (на 10 дБ) сигнал. Установка «0» точки (0 дБ) на выходе компрессора производится резистором R13. Ключи на схеме показаны упрощенно, их можно реализовать на 547КП1, 190КТ2П, транзисторах КП301. Цепи коммутации ключей на схеме не показаны. При записи работают ключи S2, S3, а при воспроизведении - S1, S4. S6 включает режим компрессора, а S5 - выключает. Изменились номиналы полосового фильтра, выполненного на VT1: его полоса стала 20 Гц...20 кГц, что собственно и привело к изменению алгоритма работы dbx II на dbx I.

**Для настройки** понадобится генератор, осциллограф и вольтметр. Настройка компрессора довольно проста. На вход подается сигнал с внешнего генератора (1 кГц), включается режим воспр., ШП - выкл. На выходе устанавливается уровень 0 дБ (775 мВ) путем регулировки напряжения на выходе генератора. Затем включают шумоподавление и резистором R13 добиваются такого же напряжения на выходе. При невозможности выставить такое же напряжение (это, как правило, зависит от разброса параметров 157 ДА1) подбирается резистор R26 (2...10 кОм). Затем приступают к балансировке перемножителя. Подключается осциллограф к КТ3, резистором R29 добиваемся «0» постоянно на выходе. Далее через конденсатор 1 мкФ подаем сигнал с генератора на КТ1, при этом на КТ3 будет наблюдаться некоторый сигнал этой же частоты. Вращением подстроечника R28 добиваемся его исчезновения, по мере необходимости увеличивая чувстви-



тельность осциллографа. Подаем затем сигнал на КТ2, проделываем аналогичные процедуры, но сигнал компенсируем уже резистором R30. На этом настройка компандера в режиме воспроизведения заканчивается.

Переходим к настройке в режиме записи. Подаем сигнал с генератора (переключатели еще в режиме воспр.), устанавливаем 0 дБ на выходе DA4.1. Затем переключаемся в режим запись, напряжение не должно измениться. Если это не так - скорректировать немного номинал R5 (или R6). Если резисторы R2-R3, R5-R8 были подобраны заранее (с точностью 1%), то этих проблем не будет. На этом настройка за-

лоса пропускания которого также увеличена. Для **коррекции АЧХ звуковых карт** полезно применить **фильтр**, схема которого показана на **рис.3**. Его схемотехника позаимствована из CD-плееров. В большинстве дешевых звуковых карт отсутствует какая-либо послеЦАПовая фильтрация - иногда может стоять ну очень простенький пассивный однозвенный RC-фильтр. Применение предлагаемого фильтра позволяет существенно улучшить качество звука. Резистором R3 производится регулировка усиления (сигнал можно поднять до 0,5...1 В), а резистором R7 - коррекция АЧХ в области ВЧ. Фильтр R8C7 дополнительно подавляет ультразвуковые (свыше 100 кГц)

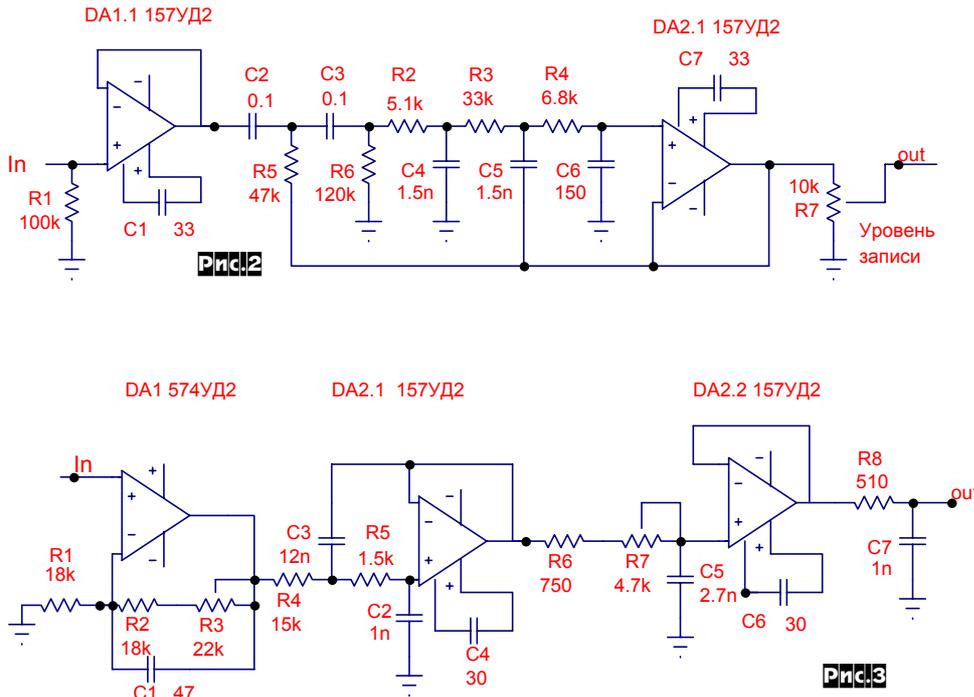
лов, не исключение и dbx, где выбросы могут достигать 12 дБ. Индикатор уровня звукового редактора показывает уже обработанный кодером сигнал, поэтому его динамический диапазон можно спокойно уменьшить до 40 дБ, что будет соответствовать реальному 80 дБ. Опасаться снижения на 10 дБ динамического диапазона не следует: даже запись, произведенная на уровне -50...-60 дБ (!) звучит очень неплохо.

**Применение** описанного компандера в компьютере произвело потрясающий эффект: уровень шума в паузе стал «честным» -90 дБ (МЭК-А), без какого-либо фона и помех, характерных для РС. Качество звучания также существенно улучшилось, особенно потрясает отсутствие цифровой «стеклянности» звуков с малой громкостью (о чем уже говорилось в [2]). Но одно дело - прочитать, а другое - услышать! В общем, рекомендую, и всё тут.

Были обнаружены ещё некоторые положительные моменты. При попытке «сgrabить» звуковые дорожки с некоторых аудио-CD в wav-файлы возникали щелчки, особенно если на поверхности CD были мелкие царапины. Одни грабберы делали это лучше, другие - хуже, но результат отличался только в количестве щелчков. Особенно много щелчков давали быстрые грабберы. Удаление этих щелчков звуковыми редакторами трудоемко и не всегда приводило к желаемому результату. Кроме того, приходилось прослушивать весь звуковой файл, так как визуально можно было и пропустить щелчки, т.е. достоинства быстрых грабберов сводились на нет. То есть головной боли было более чем достаточно. В то же время этот же CD на аудиоCD-плеере воспроизводился нормально. При перезаписи CD через УНИКОМП-PC с внешнего CD-драйва все проблемы были решены. Применять для этой цели компьютерные CD-драйвы с их зачастую убогими аналоговыми выходами не рекомендуется - у них хорошо заметны всякие помехи, особенно в паузе [3].

Перегнав сжатые УНИКОМПом-PC CD-треки в wav-файлы, их можно затем пропустить через кодер MP3, и слушать полученные таким образом «уникомпированные» MP3-файлы также через УНИКОМП-PC. Результат **тоже очень впечатляющий**. Дело в том, что **при применении аналогового компандера облегчается режим кодера MP3, так как он обрабатывает вдвое меньший (в дБ) динамический диапазон (т.е. 45 дБ вместо 90 дБ) и многочисленные артефакты просто исчезают**. Благодаря этому можно применять более низкие битрейты 128...160 кб/с (против рекомендуемых 320 кб/с при высоком требовании к качеству).

При прослушивании обычных MP3-файлов с записью non-stop (альбомы «Epicma», Pink Floyd «The Wall» и т.п.) и переходе с



кончена.

Несколько слов о подборе DA2 по уровню шумов. Для этой цели микросхему удобно устанавливать через панельку. На вход компандера ничего не подается, ШП вкл., воспроизведение. На выход подсоединяется милливольтметр (лучше всего среднеквадратический), но обязательно через фильтр МЭК-А и с усилением 40 дБ. По показанию вольтметра можно судить о шумовых свойствах DA2. Цепи балансировки на уровень шума не влияют. Это свойство можно использовать для экспресс-отбора 525ПС2 по шумам (на время замены микросхемы питание, естественно, снимается). Таким образом было проверено множество 525ПС2 (порядка 200) как в пластмассовых, так и керамических корпусах. Было замечено, что буква (А или Б) не играет практически никакой роли, и что в том числе среди самых дешевых пластмассовых можно найти подходящие для dbx экземпляры. Среди пластмассовых микросхем процент малошумящих, как ни странно, оказался примерно в 2-3 раза больше, чем металлокерамических. Правда, у пластмассовых уровень шума может со временем увеличиться.

**Для работы с внешними источниками** сигналов на входе dbx-кодера необходимо установить **полосовой фильтр (рис.2)**, по-

составляющие, присущие цифровым устройствам. Настройка фильтра проста: сгенерировав в звуковом редакторе свип-сигнал (1-20 кГц), резистором R7 добиваемся линейной АЧХ на выходе (контроль по осциллографу или вольтметру). Кроме того, в карте «Yamaha» для расширения НЧ участка диапазона полезно замкнуть переключателями конденсаторы C41 и C51. При желании этот фильтр можно встроить и в РС (если позволяет конструкция звуковой карты), однако питание +/- 12 В в этом случае надо подавать через транзисторные сглаживающие фильтры, так как помех по питанию в РС более чем достаточно.

Затем необходимо **откалибровать УНИКОМП-PC** совместно с РС. Производятся все необходимые подключения. На вход компандера (режим записи) подается сигнал такого уровня, чтобы на выходе DA4.1 было 0 дБ. В компьютере открываем какой-либо звуковой редактор (лучше всего подходят Sound Forge и CoolEdit), устанавливаем уровень -10 дБ, но уже средствами Windows, производим пробную запись, воспроизводим ее через УНИКОМП-PC. Средствами Windows устанавливаем уровень 0 дБ на выходе УНИКОМП-PC. Выбор компьютерного уровня -10 дБ объясняется следующим. Любой компандер имеет инерционность при обработке импульсных сигнала-

(окончание на с.63)

# ДИНАМИЧЕСКИЙ БАС-КОРРЕКТОР

Устройство, описанное в этой статье, позволяет улучшить качество звучания малогабаритных акустических систем на низких частотах. Оно обеспечивает недорогими средствами динамическую обработку АЧХ, аналогичную системам Dynamic Bass Boost, X-Bass и т.п.

Многим любителям высококачественного звуковоспроизведения знакомо ощущение нехватки низких частот (НЧ), возникающее при небольшой громкости звучания. Хочется «довернуть» ручку регулятора тембра, но она уже находится в крайнем правом положении. Причин этому несколько, назовем основные из них:

- отсутствие тонкомпенсации или недостаточная ее глубина в области НЧ;
- малый диапазон регулировки тембра НЧ;
- плохое качество акустических систем и др.

К указанным «техническим» недостаткам добавляется тот факт, что исходные фонограммы на компакт-кассетах и CD имеют значительный тембральный разброс по уровню сигналов НЧ. Это хорошо заметно, например, при прослушивании музыкальных передач FM-станций, где часто меняют диски. Если исходный уровень записи НЧ на носителе слишком мал (например, для записей прошлых лет), его не удастся компенсировать обычным регулятором тембра. Наиболее распространенные двухполосные мостовые темброблоки имеют пределы регулировки тембра на частоте 100 Гц 12...14 дБ. Электронный регулятор на микросхеме TDA1524, выпускаемый компанией «МАСТЕР КИТ» [1], и того меньше - около 10 дБ, что недостаточно, особенно для модуля NM 2112 без тонкомпенсации.

Другой проблемой, в известном смысле обратной вышеуказанной, является перегрузка УМЗЧ пиками НЧ сигналов. В современной популярной музыке практически всегда присутствуют сигналы бас-гитары, синтезатора и некоторых других инструментов, создающих спектр вплоть до инфранизких частот (< 20 Гц) при мощном импульсном характере звука. Соответствующие им электрические сигналы имеют максимальную амплитуду и мощность и способны вызвать перегрузку выходного каскада УМЗЧ уже при средней громкости звучания. При этом следует иметь в виду, что наиболее часто применяемые в выходных каскадах биполярные транзисторы, в отличие от ламп и полевых транзисторов, имеют резкий рост коэффициента гармоник даже при незначительном заходе в область ограничения. В результате на пиках сигналов возникают специфические искажения, которые на слух воспринимаются как неприятные хрипы в такт басовой партии и искаженный («картонный») бас.

Проблема мгновенной перегрузки особенно остра для бытовых УМЗЧ небольшой мощности, не обладающих достаточным динамическим диапазоном и работающих на громкоговорители закрытого типа с низким КПД. Стремление в таких условиях получить «глубокий» бас приводит к искаженному воспроизведению не только низких, но и остальных частот звукового спектра с пресловутым «транзисторным» оттенком. В

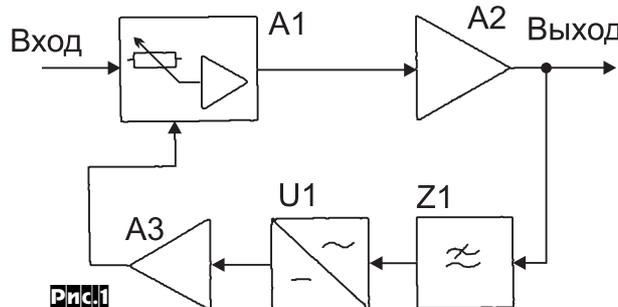
подобных случаях всегда лучше вспомнить, что «все хорошо в меру», и при увеличении громкости уменьшить подъем НЧ, что сразу улучшает звучание и высоких, и средних частот за счет снижения гармонических и интермодуляционных искажений. Казалось бы, такое действие должна производить тонкомпенсация, но ее глубины, как правило, недостаточно, ведь ТКРГ рассчитывается по кривым равной громкости, а не по перегрузочной способности УМЗЧ. В результате приходится выполнять ручные манипуляции регулятором тембра НЧ, добиваясь компромиссного звучания.

Предлагаемое устройство в определенной степени решает обе указанные проблемы. Динамический бас-корректор (ДБК) увеличивает подъем НЧ до +7 дБ при небольших уровнях выходного сигнала и автоматически снижает его до -3 дБ по мере приближения к порогу ограничения УМЗЧ.

## Основные технические характеристики:

Диапазон автокоррекции на частоте 100 Гц .....	+7... -3 дБ
Коэффициент передачи на частоте 1000 Гц .....	1
Соотношение сигнал/шум .....	66 дБ
Допускаемый уровень входных и выходных сигналов при (Кг < 0,7%) .....	1,6 В
Потребляемый ток .....	40 мА
Размеры печатной платы .....	50 x 65 мм

По принципу действия ДБК представляет собой САР прямого регулирования, отслеживающую и регулирующую уровень НЧ



в выходном сигнале. Структурная схема устройства показана на рис. 1. Входной сигнал подается на регулируемый усилитель низких частот (НЧ-корректор) A1 и далее на основной УМЗЧ A2. С его выхода часть напряжения поступает через ФНЧ Z1 на детектор уровня НЧ U1. Сигнал на выходе блока U1 содержит некоторую информацию о среднем уровне НЧ составляющих в данный момент времени, т.е. фактически является управляющим. Через дополнительный усилитель постоянного тока A3 он подается на управляющий вход регулируемого усилителя A1, замыкая тем самым обратную связь.

Принципиальная схема ДБК показана на рис. 2. При схемной реализации ставилась задача разработать простое устройство с хорошей повторяемостью характеристик, пригодное для массового произ-

Александр Пахомов, г. Зерноград

водства и совместимое с другими блоками набора «Усилитель низкой частоты», выпускаемого компанией «МАСТЕР КИТ». Этого удалось добиться применением в качестве усилителя A1 электронного регулятора тембра на микросхеме K174УН10А. В состав этой м/с входят четыре регулируемых усилителя [2], из которых в устройстве используются два, предназначенные для регулировки тембра НЧ. Удачным преимуществом является то, что именно эти усилители требуют минимум внешних корректирующих элементов, в отличие от двух других, с гораздо более сложной коррекцией.

Остальная часть структурной схемы (кроме, разумеется, УМЗЧ) реализована в виде общего канала управления, который включает: делитель R1 выходного сигнала УМЗЧ, ФНЧ R4C3, детектор на элементах VD1, VD2, C7 и усилитель постоянного тока на транзисторе VT1.

При работе устройства входной стереосигнал от темброблока подается на входы левого и правого каналов через цепи C1R2, C2R3, а снимается с выводов 5,3 микросхемы DA1. Поскольку на входе УМЗЧ, как правило, имеются свои переходные конденсаторы, на выходах корректора они не предусмотрены. Корректирующие цепи, подключенные к выводам 1-3 и 5-7 микросхемы DA1, соответствуют типовым [2]. Выходная АЧХ м/с в таком включении линейна на участке 1...20 кГц, а на частотах ниже 1 кГц ход ее зависит от управляющего напряжения на выводе 4. Делитель R14, R15 задает некоторое начальное напряжение (7,5 В) на этом выводе, обеспечивающее подъем + 7 дБ на частоте 100 Гц. В совокупности с действием регулятора тембра этого достаточно в большинстве рассмотренных случаев.

Автоматическая коррекция АЧХ происходит следующим образом. С движка подстроечного резистора R1 снимается часть широкополосного выходного напряжения УМЗЧ, из которого ФНЧ R4C3 выделяют сигналы с частотами ниже 200 Гц. Они выпрямляются детектором VD1, VD2 и сглаживаются конденсатором C7. Полученное постоянное напряжение управляет состоянием транзистора VT1. Его коллектор через цепь HL1, R12 соединен со средней точкой делителя R14, R15 и тем самым с выводом 4 DA1. Рабочая точка VT1 задана таким образом, что при малой амплитуде выходного сигнала УМЗЧ, его проводимость эмиттер-коллектор практически не влияет на управляющее напряжение на выводе 4, которое остается постоянным. Однако по мере приближения выходного сигнала к максимальному, увеличивается напряжение на базе транзистора VT1 и он, открываясь, шунтирует через резисторы R11, R12 и светодиод HL1 резистор R15 делителя R14, R15. При этом через цепь R11VT1HL1R12 начинает протекать ток и загорается светодиод HL1. Напряжение на выводе 4 уменьшается настолько, что в крайней точке регулирования обеспечивается уже спад АЧХ до -3 дБ.

Таким образом, при увеличении громкости (или тембра НЧ) система сама выби-

рает некий допустимый для конкретного УМЗЧ уровень низкочастотных составляющих, причем, в отличие от цепей тонкомпенсации, делает это «правильно», независимо от амплитуды и тембральной окраски входного сигнала. На практике это означает, что при увеличении громкости басы вначале нарастают до определенного предела, а затем стабилизируются, не допуская перегрузки УМЗЧ (разумеется, в пределах автокоррекции устройства). Однако возможность «ручной» регулировки сохраняется, поскольку ее пределы в упомянутых мостовых и электронном [1] регуляторах тембра значительно шире, чем полный диапазон коррекции ДБК.

Работу устройства хорошо иллюстрирует светодиод HL1: он практически погашен

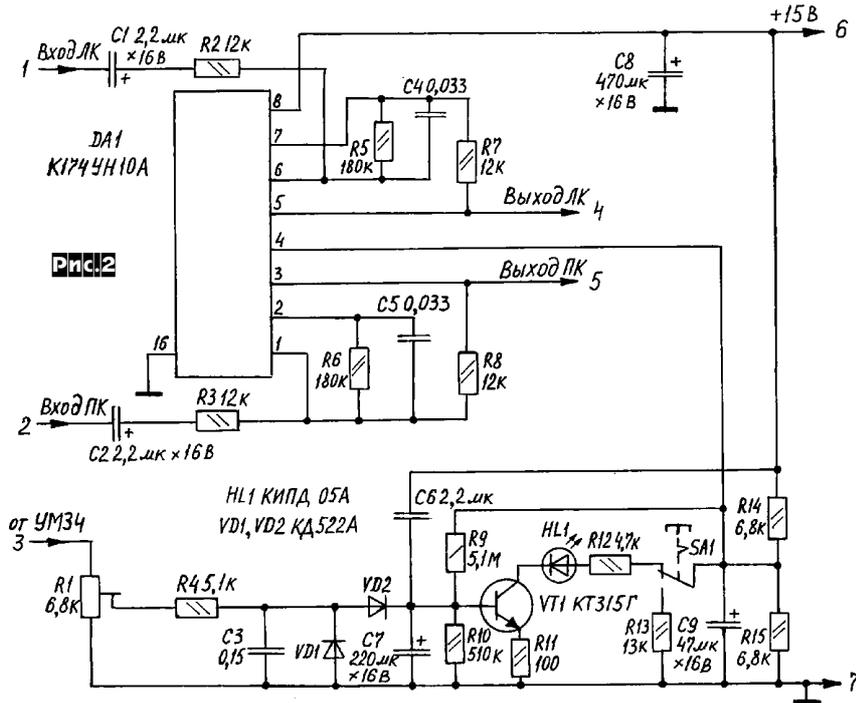
рядом. Этим достигается достаточно оперативное реагирование ДБК на всплески низкочастотных сигналов и в то же время отсутствие резких скачков восстановления, способных нарушить работу системы. Резистор R10 - разрядный для конденсатора C7, R9 - задает некоторое начальное смещение на базе транзистора VT1. Конденсатор C6 необходим для быстрой зарядки конденсатора C7 до начального уровня при включении питания, что повышает готовность устройства к работе.

Переключателем SA1 бас-коррекцию можно выключить. При установке переключателя SA1 в нижнее по схеме положение усилитель постоянного тока VT1 отключается, а к средней точке делителя R14, R15 подключается дополнительный резистор

[1], то конденсаторы C1, C2 можно не устанавливать, заменив их перемычками. Вход 3 корректора можно подключить к любому выходу УМЗЧ: сигналы с частотами ниже 500 Гц в левом и правом каналах достаточно сбалансированы.

**Налаживание.** Нормированный вид АЧХ микросхемы DA1 позволяет свести к минимуму наладочные операции. В ДБК необходима только настройка порога срабатывания системы резистором R1. Для этого на вход любого канала следует подать сигнал от звукового генератора с частотой 100 Гц, а к выходу УМЗЧ того же канала (работающего на эквивалент нагрузки) подключить осциллограф. Увеличивая входной сигнал от звукового генератора, наблюдают за поведением выходного: начиная с некоторого момента его амплитуда должна перестать расти. С помощью резистора R1 следует добиться того, чтобы этот момент наступал при максимальной, но без ограничения, амплитуде выходного сигнала УМЗЧ. При этом регулирующее напряжение на выводе 4 DA1 должно упасть с 7,5 до 5 В, а светодиод HL1 ярко засветиться. При отсутствии приборов настройку можно произвести и на слух - по звучанию без искажений при максимальных уровнях громкости. В процессе настройки следует учитывать инерционность системы, особенно времени восстановления (несколько секунд).

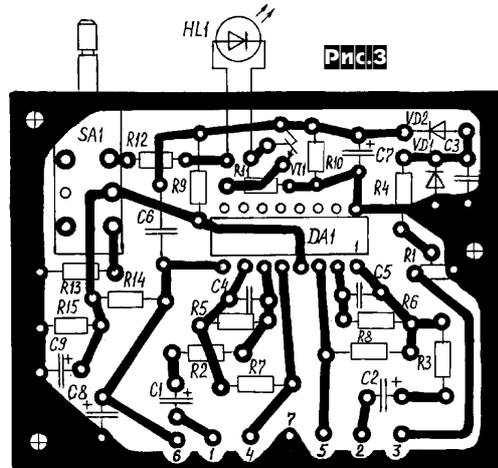
**В заключение** отметим, что выбранный диапазон и постоянные времени ДБК обеспечивают достаточно плавное регулирование АЧХ, без заметных скачков и провалов тембра. Эффективность работы устройства легко оценить, включая и выключая коррекцию переключателем SA1 при разных уровнях громкости. Звучание улучшается как при малой, так и при большой громкости соответственно, за счет дополнительного подъема НЧ и уменьшения пиковых и интермодуляционных искажений. В экспериментальных целях диапазон коррекции можно изменить в любую сторону подбором номиналов резисторов R14, R12, R13. При этом удобно ориентироваться на регулировочные кривые микросхемы K174УН10, приведенные в справочнике [2].



при максимальной коррекции на подъем в случае малой громкости или недостатка НЧ и горит все ярче по мере перехода к отри-

R13. В результате автокоррекция не действует, а напряжение на выводе 4 уменьшается и остается постоянным, чтобы обеспечить линейную АЧХ системы. Конденсатор C9 нужен для сглаживания переходных процессов и щелчков при переключениях SA1.

**Конструкция и детали.** Устройство собрано на печатной плате, показанной на рис. 3. Используются постоянные резисторы МЛТ, неполярные конденсаторы КМ, электролитические - любые импортные, переключатель SA1 - П2К с независимой фиксацией на одну группу контактов. Конденсатор C6 обязательно должен быть неполярным, иначе ток утечки через него нарушит режим работы транзистора VT1. Микросхему K174УН10А можно заменить импортным аналогом, например, TСА740А. Готовое устройство устанавливается непосредственно за лицевой панелью так, чтобы светодиод HL1 и шток переключателя SA1 попали в предусмотренные для них отверстия. Входы 1, 2 ДБК подключают к выходам темброблока, а выходы 4, 5 - ко входам УМЗЧ. Если на выходах темброблока имеются свои переходные конденсаторы



цательной коррекции на спад при увеличении громкости или тембра НЧ. Устойчивость системе придает значительная емкость интегрирующего конденсатора C7. Постоянная времени его заряда мала и на порядок меньше постоянной времени раз-

рядом. Этим достигается достаточно оперативное реагирование ДБК на всплески низкочастотных сигналов и в то же время отсутствие резких скачков восстановления, способных нарушить работу системы. Резистор R10 - разрядный для конденсатора C7, R9 - задает некоторое начальное смещение на базе транзистора VT1. Конденсатор C6 необходим для быстрой зарядки конденсатора C7 до начального уровня при включении питания, что повышает готовность устройства к работе.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. В. Чулков Блоки регулировки тембра и громкости. - «Радиохобби» №1/2001, с.43
2. Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник / И.В. Новаченко, В.М. Петухов и др. - М.: Радио и связь, 1989. - 384 с.

Лучшая КВ и УКВ аппаратура для профессионалов и любителей

Гарантийное обслуживание, сервисная поддержка

Отвечаем на любые вопросы по теле-фону 8

(044) 246-46-46

CONCERN ALEX КОНЦЕРН АЛЕКС



## «РАДИОХОББИ» в гостях у ЭХИ SU.HARDW.TECHNOLOGY сети ФидоНет

Мы продолжаем знакомить читателей с вопросами, ответами, рекомендациями и вообще стилем общения энтузиастов мировой любительской компьютерной Сети FidoNet (первый раз в гостях у Фидошников мы были в июне прошлого года - см. «РХ» №3/2001, с.44). Одна из наиболее соответствующих тематике нашего журнала виртуальных «эхо-конференций» FidoNet SU.HARDW.TECHNOLOGY модерируется членом нашей редколлегии Александром Торресом. Сегодня он предоставил в наше распоряжение очередную подборку «технологических советов». Чтобы не нарушить самобытность фидошного лексикона, мы публикуем материал с минимумом корректур. Напомним также, что знак > в начале строки обозначает цитирование предыдущего сообщения, два знака >> - предпредыдущего и т.д. Две или три буквы слева означают инициалы автора сообщения. Заголовок **Subj.** - тема сообщения. Еще из фидошных приколов: «**3Ы.**» - это «PS.», а «;-)» - это «улыбка», повернутая на 90 градусов.

### Subj. Зачистка.

AA> Лучше всего МГТФ зачищается обжигателем изоляции.  
AA> Кто сказал, что фторопласт не плавится? По крайней  
AA> мере на МГТФ'е хорошо раскаленной (до ярко-соломенного цвета )  
AA> обжигалкой очень легко делается «надрез», после чего снимается  
AA> ненужная часть изоляции. Получается очень красиво и надежно  
AA> не повреждается ни одна жилка и срез изоляции опосля не лохма  
AA> тится, т.к. оплавлен.

Еще вариант. Очень удобен когда нужно зачистить большое число заранее нарезанных проводов. Из ПЭВа на 7-10 Вт делается тигель, для чего отверстие с одного конца плотно забивается асбестом. В этом тигле плавится припой, в который и окунают концы зачищаемого МГТФ. При нагреве изоляция стягивается и освободившийся провод тут же залуживается. За один раз можно залудить до 10 концов. Температура подбирается опытным путем.

### Subj. Паяльник

ZM> Нужен маленький 12 В паяльник для бескорпусных компонентов.  
ZM> Мощность смогу рассчитать сам, но не совсем представляю, какой  
ZM> выбрать материал и параметры проволоки, чтобы достичь нужной  
ZM> температуры.

Материалов очень много, вплоть до карандашного грифеля. Лучше воспользоваться классикой - нихромовым проводом: намотать его на катушку, выточенную из алюминия (или чего-то вроде) и предварительно обмотанную стеклотканью или слюдой (если сможешь) с одной стороны сделать резьбу, в которую вкручиваешь жало. Все это надо поместить в какой-либо корпус. Но если микромощный ватт на 10-15, то тут можно придумать и чего попроще.

### Subj. Отсос.

EL> Имеется пластмассовый отсос (50 рэ стоит на Митьке).

Надо было брать дюралевый.

EL> Как улучшить его работу? 1. Уменьшить проскальзывание поршня  
EL> (иногда понемногу проскальзывает, когда конец пальцем затыкаешь)

Смазать жидкой смазкой поршень и поставить более мощную пружину/лучшие уплотнители поршня (если возможно).

EL> 2. Когда снимаешь большое количество припоя забивается припоём  
EL> фторопластовая трубочка и приходится ее прочищать.

Это не лечится. Купи десяток запасных носиков и меняй.

EL> 3. Может еще что-нибудь полезное можно  
EL> сделать? Чем его лучше смазывать?

веретенкой.

### Subj. Токопроводящий клей.

Основной всех токопроводящих клеев являются сверхтонкие порошки графита или металлов и связующее вещество. Условно клеи можно разделить на три категории:

- 1 С высоким удельным сопротивлением (чистый графит).
- 2 С средним удельным сопротивлением (графит + металл).

3 С низким удельным сопротивлением (только металл).

Для большинства случаев вполне достаточно изготовить клей 1-й категории. В качестве связующего вещества лучше всего брать нитроклеи, а в качестве токопроводящего материала использовать газовую сажу (чистый углерод). Я рекомендую использовать готовые нитроклеи, потому что там уже есть поверхностно-активные вещества, пластификаторы и стабилизаторы. Если возникли проблемы с газовой сажой - ее легко получить самому. При неполном сгорании органики (копящее пламя), можно собрать нужное количество сажи. Причем чем больше копоти, тем лучше.

Сажу лучше всего собирать на массивный металлический предмет. Вполне подойдет обычный утюг. Для приобретения навыков можно потренироваться с обычной свечкой. Примерно средняя часть пламени должна касаться металлической поверхности. Собирать сажу лучше всего с помощью чистого листа бумаги, как-бы срезая с поверхности утюга. Очень много копоти получается при горении полистирола, вот запах не очень... Идеальный случай - это горение ацетилен. Но, только БЕЗ ПОДАЧИ КИСЛОРОДА! Можно направить пламя в обычное металлическое ведро, а потом после остывания спокойно собрать сажу. Кстати, температура сгорания ацетилен довольно низкая.

Хороший клей должен состоять из 80% углерода и 20% нитроклея. Для удобства перемешивания можно сильно разжижить клей растворителем, а потом дать ему постоять на открытом воздухе для испарения излишков. Готовый клей должен иметь консистенцию жидкой сметаны. И еще одно: Он становится токопроводным после полного высыхания.

### Subj. Трабла с кнопками!

SK> Народ! У меня траблице с кнопками! Я должен нажимать с давлением около 2-х атмосфер ;-)) чтобы они нажались... в чём дело???

SI> «Контакты» резиновые? Для начала попробуй плату и контакты  
SI> протереть спиртом. Если не сильно поможет, аккуратно мелкой  
SI> наждачкой «разрыхли» (почисти) контактную резину.

Могу дать небольшие советы по поводу ремонта кнопок, применяемых в различных пультах, телефонах, и т.д. На плату с контактными дорожками накладывается какой-либо материал, имеющий толщину ок. 0,5 мм (картон, толстый полиэтилен от папки для бумаг - он более удобен). На местах расположения кнопок вырезаются отверстия чуть большего размера, чем токопроводящая резина. Поверх накладывается лавсановая металлизированная пленка, в нее цветы заворачивают, покрытием к плате. Все собирается и работает.

3Ы. Возможны глюки устройств, у которых надо нажимать более одной кнопки.

### Subj. Восстановление окисленного разъема

SP> Подскажите, плиз, кто как восстанавливает окислившиеся контакты  
SP> разъемов (на них когда-то попала вода). Пока приходится  
SP> выпаивать весь этот разъем (весьма трудоемкое занятие) и  
SP> впаивать выпаянный с другого неисправного устр-ва :-(

Моторное масло, механическое воздействие, кислота с ингибиторами, мыло.

Subj. Корпуса

В продаже появились пластиковые короба для укладки кабеля (вдоль стен и т.п.). Многие конторы, претендующие на солидность, их используют. Остаются обрезки... Сечение коробов бывает самым различным. Отрезаешь нужную длину, крышку отрезаешь с запасом, чтобы загнуть вниз верхнюю часть и получить недостающие стенки. Печатную плату своего изделия разработываешь таких размеров, чтобы не тряслась. И прижимаешь внутри кусочками поролона. Выходит дешево и вполне эстетично (даже наощупь приятно :-)

Subj. Паяльник

SB>>> Но дома этого не сделать  
SK>> Чего этого? Нагревателя внутри жала? Да легко! Берется кусок SK>> медного прутка диаметром ~7 мм длиной миллиметров 25-30, по оси [хряп!]  
SK>> жала и ручку. Я делал такой на 12 В - разогревается за ~полминуты, греет очень неплохо и маленький - немного крупнее шариковой ручки.

SK> Технология не моя. Исходный вариант был опубликован в «Юном технике» 12'89 или 01'90. Но там надо было точить железки на токарном станке.

Примерно на десяток лет раньше там же была и еще более интересная конструкция, основанная на разнице температурных коэффициентов расширения: в медном прутке сверлится глухое отверстие, в него вставляется графитовый стержень, поджимаемый на свободном конце изолированным винтом (конкретное исполнение не помню - давно читал). Питание (несколько вольт) подается на жало и свободный конец стержня, основной нагрев - в месте контакта. При нагреве трубка удлиняется (а графит - практически нет), контакт между стержнем и жалом ухудшается/пропадает - температура стабилизируется. Температура регулируется прижимом стержня.

Там было несколько проблем - конструкция должна обеспечивать стабильный жесткий и \*непружинящий\* прижим стержня с одновременной его изоляцией, кроме того, стержень должен быть достаточно прочным в нагретом состоянии.

AR> После того как длина жала становится недостаточной его приходится менять. И вот тут то и начинаются проблемы. Оно оттуда не вытаскивается. И очень часто паяльник просто приходится выкидывать... (Посему вопрос - как сделать так, чтобы жало не пригарало к нагревателю?

ну сколько ж можно повторять... примерно раз в два месяца один вопрос.

- 1) Берем \_новый\_ паяльник с \_новым\_ жалом. Можно и уже обгоревшее жало так уделить, но результат хуже - медь уже отожжена сильно.
- 2) Вытаскиваем жало, слегка зачищаем его по всей поверхности мелким напильником/шкуркой, и хорошенько натираем его также свежезачищенным алюминием или мягким дюралем - чтобы образовалось равномерное покрытие на всем стержне.
- 3) Слегка проковываем стержень, но так, чтобы не слишком изменилась форма (иначе в паяло его потом фиг вставишь нормально). При этом покрытие хорошенько прилипнет к жалу. Если где-нить покрытие отвалилось, или вылезла медь - в этом месте повторить с пункта 2).
- 4) После готовности покрытия сильной проковкой формируем жало (только чтоб трещин не было). После грубой формовки форма слегка ровняется напильником (заодно с жала сдирается алюминиевое покрытие, где ему совсем не место), и снова куется - так методом итераций получается прочное прокованное жало нужной формы, которое долго не растворяется в припое. Точнее, растворяется значительно медленнее обычного жала из мягкой меди. Я обычно куя на плоскую пирамидку, но это кому как нравится.
- 5) Вставляем в паяло и радуемся. При необходимости замены жало просто вытряхивается.

Продолжение следует...

В первой в этом году «микрোকолонка редактора» напомним, что наш журнал выходит с небольшой частотной модуляцией, поэтому февральский номер вы получите с некоторой задержкой. Нашим новым подписчикам сообщаем, что редакция дает гарантию получения всех номеров по подписке, даже если какой-то из номеров случайно «пропадет» по пути в ваше почтовое отделение. В таких случаях вам достаточно выслать в наш адрес оригинал вашей подписной квитанции и справку вашего почтового отделения в том, что «такой-то номер журнала «Радиолюбитель» в такое-то отделение связи по подписке не поступал». Мы немедленно и бесплатно вышлем вам недостающий номер индивидуальной заказной бандеролью.

Успокою и аудиофилов, не нашедших в этом номере продолжения цикла статей «УМЗЧ ВВ на современной элементной базе...»: из-за большого зимнего «Дайджеста» публикация перенесена на апрель, а в порядке компенсации опубликован усилитель Д.Селфа. Успехов в творчестве! Николай Сухов

 <b>ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ</b>	01033, Украина, г.Киев - 33, а/я 942 ул.Владимирская, 101 ул.Жилианская, 29
	<p align="center"><b>Д и с т р и б ъ ю т о р</b>  <b>AIM, AMP, ANALOG DEVICES, ASTEC, HARTING, MITEL, BC COMPONENTS, HEWLETT-PACKARD, MOTOROLA, PACE, ROHM, SCHROFF, SIEMENS, TEXAS INSTRUMENTS</b> и др.</p> <p align="center"><i>Электронные компоненты, оборудование и материалы технологии SMT, конструктивные элементы. Разработка и изготовление печатных плат</i></p>
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

(Окончание. Начало см. с. 58)

одного файла на другой возникает небольшая пауза, которая (у меня, по крайней мере) вызывает раздражение. При записи CD через УНИКОМП-РС такого эффекта нет. Но тогда сам MP3-файл получается слишком большой, поэтому ориентироваться в треках лучше всего по времени звучания, сведения о котором можно занести вручную в отдельный текстовый файл.

Было протестировано 2 популярных кодера MP3: AudioActive и Xing на разных битрейтах. В звуковом редакторе был сгенерирован свип-сигнал (30...20000 Гц, 1 минута), затем он кодировался в MP3, полученный файл воспроизводился затем как через Winamp, так и CoolEdit. Сигнал контролировался внешним вольтметром. Кодер от AudioActive показал очень хорошие результаты: АЧХ была линейна до 20 кГц (судя по изображению в окне редактора CoolEdit), а на выходе звуковой карты был небольшой завал АЧХ на 20 кГц (порядка 3 дБ, но его, как уже говорилось, можно скорректировать). С кодером от Xing'a дела обстояли похуже: в сигнале напрочь отсутствовали частоты свыше 16 кГц на любых битрейтах (128...320 кб/с). Однако не надо придавать этому слишком большое значение - стандартом аналоговой профессиональной аппаратуры предусмотрена полоса 31,5...16000 Гц. Так что не следует сильно ругать кодер от Xing'a.

CD имеют разное качество (мне попадались фирменные CD с, мягко говоря, не очень хорошим качеством). Поэтому к выбору конкретного кодера надо подходить, конечно, индивидуально. Звуковыми редакторами при подготовке wav-файлов к перегонке в mp3 надо пользоваться осторожно: допускается правка (вставка и удаление фрагментов). А вот с амплитудными преобразованиями следует обращаться осторожно, а если необходимо все-таки подправить амплитуду - то синхронно в обоих каналах (если, конечно при записи был правильно установлен баланс). Дело в том, что компандеры dbx/УНИКОМП удаивают (в децибелах) разбаланс: из разбаланса 1 дБ они сделают разбаланс 2 дБ (а из 3 дБ - 6 дБ и т.д.). О применении всяких эффектов, связанных с преобразованиями АЧХ, флэнжерами, ревербераторами и т.п. следует забыть. Однако, обычно это и не требуется: ведь нам нужна компактная копия CD. Чтобы не забыть включить УНИКОМП-РС при прослушивании таких mp3-файлов, поместите их в директорию DBX (созданную вами на винчестере), а уже в нее вносите все такие файлы. В имя файла желательно ввести dbx (например, track01dbx.mp3), и отредактируйте тэг ID3, чтобы эти файлы можно было отличить от обычных, если они по какой-то причине окажутся в другом месте.

Литература  
 1. Н.Сухов. Dolby B, Dolby C, Dolby S,...dbx? «Радиолюбитель» №4/1999, с.45  
 2. Н.Сухов. Dolby B, Dolby C, Dolby S,...dbx? «Радиолюбитель» №5/1999, с.46  
 3. Р.Иващенко. High-End 24-битовый аудиоЦАП для компьютерного CD-ROM. «Радиолюбитель» №5/1999, с.50

# СИГНАЛИЗАТОР ПОВРЕЖДЕНИЙ ТЕЛЕФОННОЙ ЛИНИИ

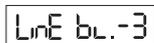
Андрей Бутов, с.Курба Ярославской обл.

В наше непростое время ещё не перевелись и, вероятно, не скоро переведутся любители поживиться за чужой счёт. Проводные телефонные линии, подключенные к нашим телефонам, являются наиболее уязвимыми для различного рода доморощенных пиратов. Сидит такой деятель в подвале или на чердаке, а то и вовсе на столбе (!) и звонит за ваш счет, куда ему вздумается. Для борьбы с телефонным пиратством радиолюбителями придумано немало устройств, например, описанных в [1 - 3]. В них заложены интересные идеи, но, к большому сожалению, предлагаемые в литературе блокираторы превращаются в фикцию, если телефонный пират оказывается чуть более продвинутым, чем хотелось бы авторам упомянутых статей. Реальность такова, что стоит злоумышленнику отсоединить один из проводов, идущих к вашему телефонному аппарату, как ни один блокиратор не спасёт ваш семейный бюджет от посягательств. Вы будете долго ждать звонка, находясь в полном неведении, что в это самое время кто-то пользуется вашим телефонным номером. Окажись же пират ещё более образованным, он будет отслеживать положение трубки на вашем телефонном аппарате и «вернёт» вам вашу же телефонную линию спустя всего пару секунд после того, как только вы снимете трубку. Вы услышите длинный гудок и даже не будете подозревать, что кто-то только что пользовался вашим номером. Такая игра в «кошки - мышки» может продолжаться не один месяц, особенно, если пират окажется с умеренными аппетитами.

Выполнить функции обычного телефонного блокиратора способен современный АОН. Например, для версии РУСЬ 25С+ надо последовательно нажать клавиши



выбрать и установить параметр



а затем выбрать и установить параметр



После этого будут заблокированы любые исходящие звонки. Но и АОН не спасёт, если ваша телефонная линия окажется разорванной.

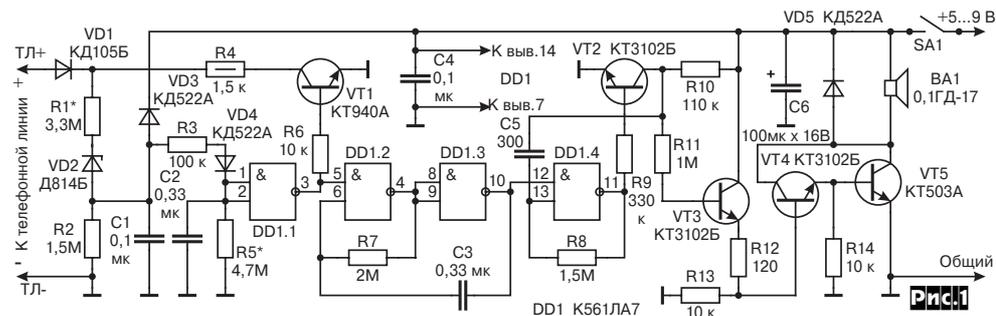
Для контроля за повреждениями телефонной линии предлагается собрать несложный сигнализатор, принципиальная схема которого приведена на рис. 1. Когда в телефонной линии присутствует напряжение более 20 В, на входах DD1.1 логическая единица, на выходе DD1.1 логический ноль, ключ на транзисторе VT1 закрыт, генераторы на DD1.2 - DD1.4, VT2 не работают, устройство находится в дежурном режиме. Если произойдёт обрыв телефонной линии или напряжение на ней упадёт ниже 20 В, на выходе

DD1.1 появится уровень логической единицы, заработает генератор на DD1.2, DD1.3 с частотой 1...2 Гц. Когда на выходе DD1.3 логическая единица, разрешается работа тонального генератора на DD1.4, VT2. Поступающий с коллектора транзистора VT2 сигнал усиливается транзисторами VT3 - VT5. Нагрузкой каскада служит динамическая головка BA1. Пока линия будет занята или разорвана, динамик будет издавать прерывистые гудки. Ключ на транзисторе VT1 в это время блокирует набор номера. Время переключения устройства из дежурного режима в рабочий и наоборот составляет 1...3 с. Конденсатор C1 предотвращает детектирование диодом VD4 различного рода помех и наводок, которые могут быть при обрыве линии. Диод VD3 защищает микросхему от выбросов напряжения. Конденсатор C2 создаёт необходимую задержку на срабатывание сигнализатора. Необычная конструкция тонального генератора на DD1.4, VT2 позволяет обойтись в устройстве всего одной микросхемой.

заменить транзистором КТ940Б, КТ969А. VT2 - VT4 - любые из серий КТ3102, КТ3130. VT5 - серий КТ503, КТ602, КТ608, КТ817. Динамическая головка BA1 - любая малогабаритная с сопротивлением катушки 8...50 Ом, можно использовать телефонный капсоль. Выключатель SA1 - любой конструкции, например, от микрокалькулятора.

Налаживание сводится к установке резистором R1 напряжения срабатывания устройства 20 В. Следует отметить, что подбор резистора R1 следует производить при том напряжении питания, при котором устройство будет эксплуатироваться. Если позволят параметры выбранного источника, то для индикации включенного состояния можно использовать светодиод.

В дежурном режиме сигнализатор потребляет от телефонной сети ток примерно на порядок меньше, чем «кнопочные» телефонные аппараты. В качестве блока питания допустимо использовать любой аппарат с максимальным током нагрузки более 50 мА. Можно применить батарею



Диод VD5 защищает транзисторы VT4, VT5 от выбросов напряжения самоиндукции динамической головки BA1.

Сигнализатор питается напряжением 5...9 В. Ток потребления от источника питания в дежурном режиме не превышает 100 мкА. Это позволяет подключить сигнализатор к штатному блоку питания АОНа, автоответчика, факса. При этом выводы ТЛ+, ТЛ- должны быть подключены к выходу диодного моста телефонного аппарата. При желании для блокировки работы сигнализатора при поднятии трубки, через кремниевый диод (на схеме не показан) на вход DD1.1 можно подавать уровень логической единицы с платы телефонного аппарата, в корпусе которого будет установлен сигнализатор. Если же сигнализатор будет использоваться как автономная конструкция, то для его отключения придётся пользоваться выключателем SA1, что не представляет больших неудобств. Такое упрощение оправдано тем, что основное назначение предлагаемого устройства - сигнализация аварийного состояния телефонной линии. Если блокировка набора номера не требуется, то каскад на транзисторе VT1 можно удалить.

В сигнализаторе можно использовать резисторы ОМЛТ, МЛТ, C2-23. Конденсатор C6 - К50-35, остальные - любые неполярные, например, К73-9, К73-17. Диоды VD3...VD5 - любые серий КД509, КД521, КД522. Транзисторы: VT1 КТ940А можно

гальванических элементов напряжением 4,5 ... 6 В ёмкостью 0,5 ... 3 А·ч.

Сигнализатор повреждения телефонной линии с отключенной блокировкой можно использовать как повторитель телефонного звонка при совместной работе параллельного телефонного аппарата на одной линии с АОНом.

К сожалению, специфика работы и назначение сигнализатора не позволяют запитать его от телефонной линии, так как при её обрыве устройство окажется полностью обесточенным.

Если возникнут трудности при подключении сигнализатора к стационарному телефонному аппарату (где взять логическую единицу для блокировки работы сигнализатора при поднятии трубки?), то можно порекомендовать такой выход: на рычаг приклеивается маленький магнит, а вблизи его располагается геркон таким образом, чтобы при поднятии трубки, произошло срабатывание геркона на замыкание. В АОНах логическую единицу можно взять со светодиода, при необходимости сформировав нужный уровень с помощью транзисторного каскада.

#### Литература

1. Давиденко В. Блокиратор «пиратского» телефона. Радио, 2000, № 11, с. 39.
2. Каравкин В. Замок на телефонную линию. Радиоконструктор, 2000, № 8, с. 31.
3. Кулаков А.М. Блокиратор телефонной линии. Радиоконструктор, 2001, № 1, с. 31.