

Радио хобби

№5 октябрь 2012

Адаптер AIRcable
расширяет Bluetooth до 30 км

Имитатор автоаккумулятора

Украинские «лисятники»
в тройке лидеров

Виртуальные земли
Баксандаля

Сергей Бать:
«металлический» ли звук
у металлических диффузоров?

Темброблочный
калькулятор

Ламповый
винилкорректор-хедамп



4820105360016 35

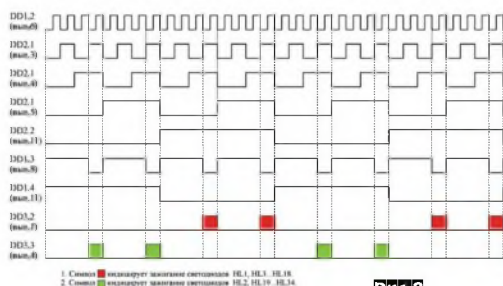


Рис.2

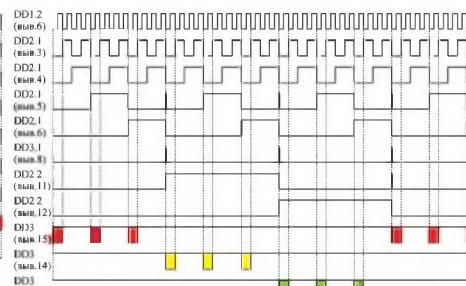


Рис.4

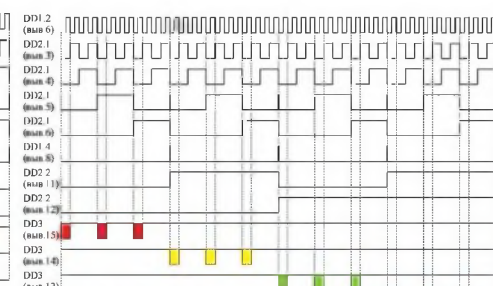


Рис.6

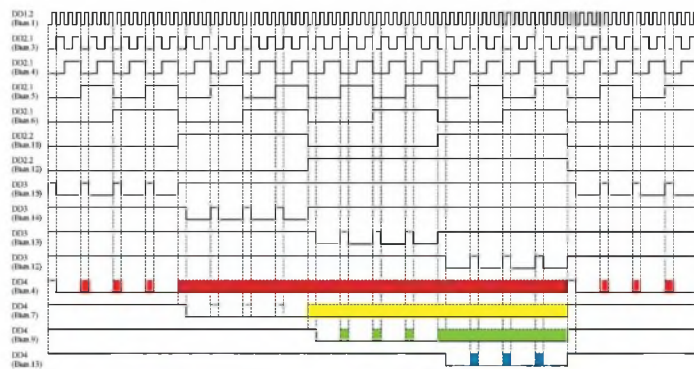


Рис.8

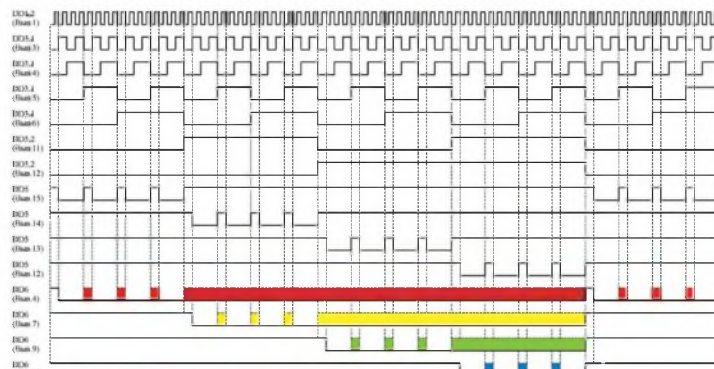


Рис.10

Цветные иллюстрации к статье на с. 32-36



Уважаемые читатели!

Государственное предприятие по распространению периодических изданий "Пресса" (ГП "Пресса") сообщает, что с 5 октября 2012 года началась подписка на 2013 год на украинские и зарубежные периодические издания!

Оформить подписку можно по "Каталогу изданий Украины" и "Каталогу изданий зарубежных стран", которые формируются и издаются ГП "Пресса" общим тиражом 250 тыс. экземпляров. На сегодняшний день предприятие включает в свои каталоги в общей сложности более 10 500 индексов украинских и зарубежных изданий – это огромный выбор самых разнообразных газет, журналов и книг по доступным ценам! Осуществить подписку по этим Каталогам можно в любом почтовом отделении Украины.

Кроме того, оформить подписку можно, воспользовавшись услугой "Подписка ON-LINE" на корпоративном сайте предприятия www.presa.ua. Теперь оформлять подписку "ON-LINE" стало проще. ГП "Пресса" внедрило новый способ расчета – оплата Webmoney, а также картами Visa и MasterCard. Этот удобный и современный способ электронных платежей позволяет оплачивать счет, не оставая дома или офиса.

ул. Петрозаводская, 2а, г. Киев, Украина, 03999
ГП "Пресса"
Отдел подписки
тел./факс: (044) 289 07 74
тел.: (044) 289 04 13, 249 50 45
www.presa.ua



Подписка на "Радиохобби" на 2013-й год - в любом почтовом отделении:
Украины - по каталогу ДП Пресса, индекс 74221
Беларуси - по каталогу Белпочты, индекс 74221

России - по каталогу Роспечати, индекс 22033, раздел Издания ближнего зарубежья, Украина.
Учтите, что подписка на издания ближнего зарубежья заканчивается почти на месяц раньше, чем на российские издания.

Подписку в других странах можно оформить онлайн на сайте <http://www.presa.ua/online>



Радио хобби

Журнал для радиолюбителей,
аудиофилов и пользователей ПК

№ 5(89)/ОКТАБРЬ 2012

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



Главный редактор
Николай Сухов

Редакционная коллегия
Георгий Божко (UT5ULB)
Евгений Васильченко
Сергей Кубушин
Анатолий Манаков
Юрий Садиков
Александр Торрес
Николай Федосеев (UT2UZ)
Георгий Члиянц (UY5XE)
Владимир Широков

Адрес редакции
Украина, 03190, Киев-190, а/я 56
Тел. (044)3609096 (моб., главред),
из России (1038044)3609096
E-mail: radiohobby@yandex.ru
<http://radiohobby.QRZ.ru>

Распространение
по подписке в любом отделении связи:

Украина
по «Каталогу видань України
2013» ДП «Преса», с. 165,
индекс 74221

Россия
по каталогу «Газеты Журналы 2013,
Первое полугодие» агентства
Роспечать, раздел «Издания ближнего
зарубежья», подраздел журналы
Украины, с. 438, индекс 22033

Все другие страны. включая
дальнее зарубежье - в онлайн
с сайта <http://www.presa.ua/online>

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

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

© «Радио хобби». Копирование материалов
журнала на любых носителях, размещение или
указание ссылок на скачивание в любых сетях
без письменного разрешения редакции
запрещено (Статьи 1229, 1270 ГК).

Подписано к печати 29.10.2012 г.
Отпечатано в типографии ООО «Ларс-принт»,
г. Киев, ул. Бастионная, 15
Тираж 8200 экз.
Цена договорная
Учредитель и издатель СПД Сухов Н.Е.
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
Перерегистрирован Министерством юстиции Украины
22.02.2008 г., свид. серия КВ №13668-2642ПР

СОДЕРЖАНИЕ

- 2** «Баксандалю - 60» Н. Сухов
- 4** Новая техника и технология: ИНТЕРНЕТ-обзор
Яндекс.Браузер v.1.0; SpeakerAngle - приложение компании Genelec для iPhone, позволяющее
правильно настроить углы расположения как акустических стереосистем, так и многоканальных
7.1 комплектов домашнего кинотеатра; программа Galva V1.85 для проектирования дуговых или
линейных шкал стрелочных приборов; программа Tone Stack Calculator для визуализации проек-
тирования гитарных темброблоков Fender modern, Vox, Marshall, James, Fender E series, Steve
Bench, Big Muf; немецкие ученые-материаловеды из Кильского университета и Гамбургского тех-
нологического университета создали легчайший в мире материал - аэрографит, который в 6 раз
легче воздуха; логические элементы на основе микроэлектромеханической (MEMS) технологии с
фольфрамовыми контактами не боятся радиации; аудиофильская звуковая карта Asus Xonar
Essence STX; акустическая система ECOXGEAR ECOXBT может служить ... спасательным кругом;
док-станции Samsung DA-E750/751 с предусилителями на ламповых триодах ECC82; тысяча евро
за «вкладыши» AKG K3003; экстрим-экшн HD видеокамера JVC Kenwood ADIXXION GC-XA1 уме-
щается на очках; 24-разрядный стереоЦАП Texas Instruments PCM5102 с частотой дискретизации
до 384 кГц; ИМС УМЗЧ NXP Semiconductors B.V. TFA9887 с революционной архитектурой
CoolFlux мониторит смещение диффузора и температуру катушки динамика; Analog Devices
AD8122 - интегрированный трехканальный RGB/YPbPr дифференциальный приемник с регулиру-
емым корректором завала частотной характеристики и общих потерь кабеля длиной до 300 м; ла-
зерный драйвер MAX948 и оптический микроконтроллер DS4830 - новый чипсет Maxim
Integrated для 40-гигабитного оптического трансивера/дуплексера/триплексера; ультракомпакт-
ный GPS-модуль Telit Wireless Solutions Jupiter SE880; Bluetooth адаптер AIRcable Host XR3 рас-
ширяет зону Bluetooth связи до рекордных 30 км; Linear Technology LTC5567 - активный двойной
балансный смеситель со сверхшироким диапазоном выходной ПЧ от 5 МГц вплоть до 2,5 ГГц;
SDR трансивер KV диапазона ZS-1 разработан в Санкт-Петербурге; Alpha Amplifiers анонсирова-
ла новый 4-киловаттный автоматический антенный тюнер Alpha4040; LTA Projects освоила выпуск
надувных 10-метровых мачт для радиолокационных антенн; легкая складная направленная 2-эле-
ментная антенна DL1ELU с изогнутыми элементами
- 19** Дайджест зарубежной периодики
Индиктор разбаланса или потери эмиссии катодов ламп двухтактных выходных каскадов УМЗЧ;
способ увеличения коэффициента усиления пентода 6AU6 до 450; гибридный телефонный усили-
тель с использованием цепи накала лампы в качестве балластного резистора генератора тока
«полевого» однотактного выходного каскада класса А; гибридный телефонный усилитель с вхо-
дом на прямонакальный пентоде 1Т4/1К1П; 70-ваттный УМЗЧ с оригинальной термостабилизаци-
ей выходных HEXFET IRFP140; система авторегулирования для вентилятора калорифера теплицы;
простой генератор-пробник от 250 Гц до 60 МГц с допрежимом ШИМ; плавная перестройка
частоты LC-генератора переменным резистором; ВЧ-пробник - приставка к мультиметру в режи-
ме омметра; приемник-пеленгатор для «Охоты на лис» конструкции PA0HRX; преселектор на ос-
нове умножителя добротности контура для повышения реальной избирательности приемников в
условиях сильных помех; КВ усилитель мощности на двух металлокерамических лампах ГИ-7Б
конструкции Якова Лаповка (UA1FA); антенны Имона Склелтона (EI9GQ) на основе прямоугольни-
ка Моксона для 10-метрового диапазона и другие наиболее интересные устройства из десятков
зарубежных журналов
- 29** QUA-UARL
- 32** Имитатор автомобильного аккумулятора для проверки
зарядных устройств В. Мельничук
- 32** Переключатели ёлочных гирлянд на основе мигающих
светодиодных сигнализаторов А. Одинец
- 37** Домашняя измерительная лаборатория на основе
трёх USB-модулей MP732, MP731 и MP730 А. Каменский
- 41** О пользе Микрокапа для аудиофила-схемотехника
и наших ушей А. Петров
- 46** Книги - почтой
- 47** Ламповый винилкорректор-хедамп Д. Андреев, М. Торопкин
- 51** Четырехполосный громкоговоритель на динамиках
с металлическими диффузорами С. Бать
- 31 61** Электронные компоненты, системы, оборудование и аксессуары
- 62** Мастер Кит - почтой

Внимание,
не опоздайте с оформлением подписки на будущий год!

«Баксандалю» - 60

Николай Сухов, г. Киев

В октябре исполнилось 60 лет самой широко распространенной в аудиотехнике схеме - темброблоку Питера Бэксендала, в англоязычной среде известному просто по фамилии изобретателя - **Baxandall {feedback tone control}**. В русском официозе, как было принято в журналах СССР, его называли обезличенно - «активный регулятор тембра с частотнозависимой ООС», зато на аудиофильском жаргоне попросту - «баксандаль» (с маленькой буквы, поскольку за железным занавесом мало кто знал, что это чья-то фамилия).

Питер Дж. Бэксендэл (1921-1996) после окончания школы в Уимблдоне поступил в Кардиффский технический колледж (Уэльс, Англия), завершив который в 1942 году с дипломом инженера (BSc - степень бакалавра) приступил к работе в Подразделении Схемных Исследований (Circuit Research Division под руководством профессора Фредерика Вильямса, известного, в частности, тем, что именно он впервые ввел понятие «*виртуальная земля*» при проектировании «анодных повторителей» - усилителей напряжения с общим катодом, охваченных цепочкой глубокой ООС из двух равных резисторов «вход-сетка» R_{in} и «анод-сетка» $R_{fb}=R_{in}$, т.е. по сути ОУ в инвертирующем включении) Королевского Института Сигналов и Радаров RSRE (впоследствии - Институт Телекоммуникационных Исследований TRE), в которое были приглашены ведущие английские радиоспециалисты того времени. Во время Второй мировой войны именно это подразделение разработало первый английский радиолокатор, способствовавший предупреждению налетов немецких бомбардировщиков и беспилотных самолетов-снарядов Фау-1 на английскую территорию. Коллеги Питера запомнили его как инициативного специалиста своего дела, обладавшего широким кругозором и особым интуитивным «чутьем» - способностью найти простейшее и элегантное решение возникшей технической проблемы. После ухода из TRE на пенсию в 1971 году Питер работал консультантом широчайшего круга проектов - преобразователей звукового спектра, радиомикрофонов, дипольных и электростатических громкоговорителей, акустических систем с электромеханической обратной связью, прецизионной калибровки микрофонов, систем скоростного копирования фонограмм на магнитной ленте и многих других.

Как истинный энтузиаст-меломан, Питер еще в начале своей профессиональной деятельности радиоинженером увлекся хобби по части аудиотехники. И его фамилия стала впоследствии именем нарицательным благодаря публикации в октябре 1952 года в английском журнале *Wireless World* статьи «**Negative Feedback Tone Control**»



Independent Variation of Bass and Treble Without Switches («Плавная независимая регулировка тембра НЧ и ВЧ на основе использования частотнозависимой ООС»). Оригинал статьи доступен по адресу [1]). Кстати, на то время Питер был уже довольно популярным автором *Wireless World* - еще в январе 1948 года он опубликовал в этом журнале статью «**High Quality Amplifier Design - Advantages of Tetrodes in the Output Stage**» с

описанием 10-ваттного УМЗЧ с коэффициентом гармоник 0,1% на тетродах 6L6G, составившего конкуренцию опубликованному меньше чем за год до этого (в апреле 1947-го) известному УМЗЧ Вильямсона [2], коэффициент гармоник которого был втрое выше. В дальнейшем Бэксендэл до конца 70-х годов прошлого века оставался активным автором *Wireless World*, в частности, среди аудиопрофессионалов довольно известен подробный анализ искажений транзисторных УМЗЧ, опубликованный в цикле его статей «**Audio Power Amplifier Design**» с января 1978 по февраль 1979 г.г., - именно тогда были подмечены («открыты») динамические интермодуляционные искажения, негативное влияние нелинейной емкости Миллера каскада усиления напряжения с общим эмиттером УМЗЧ и предложены методы их минимизации, а также убедительно доказана предпочтительность применения полевых *ijfet* вместо биполяров во входном каскаде УМЗЧ с общей ООС.

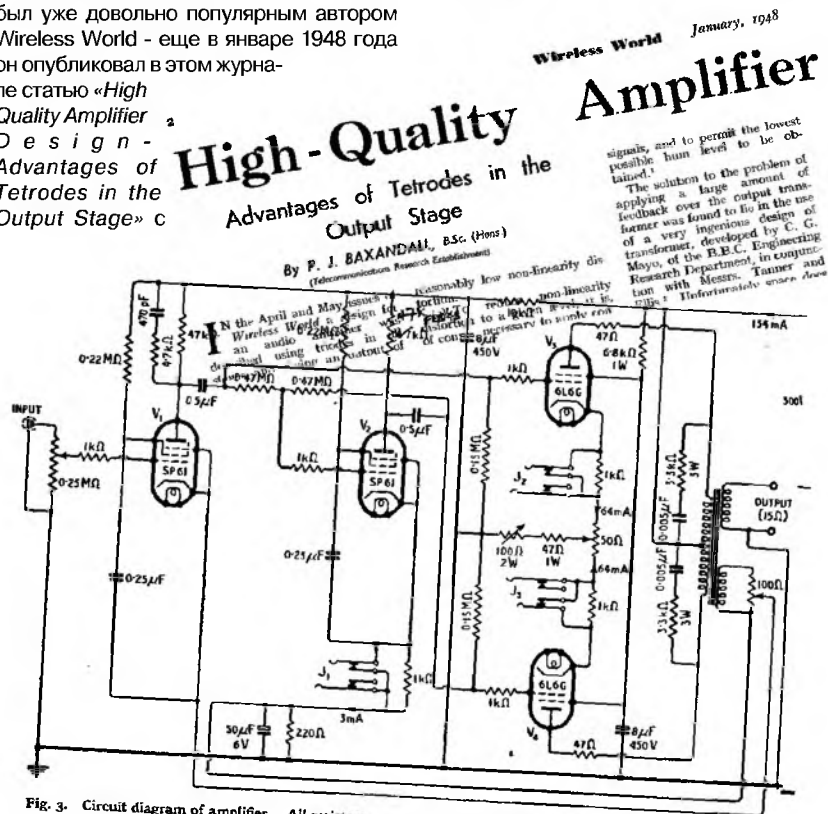


Fig. 3. Circuit diagram of amplifier. All resistors are 1-watt, ± 20 per cent unless otherwise marked.

Negative-Feedback Tone Control

Independent Variation of Bass
and Treble Without Switches

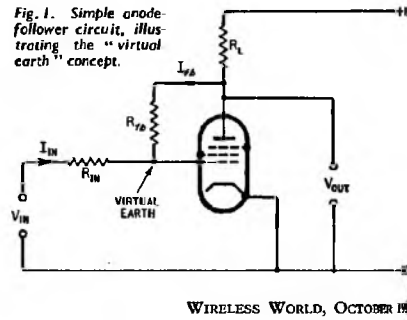
By P. J. BAXANDALL
B.Sc.(Eng.)

THE circuit to be described is the outcome of a prolonged investigation of tone-control circuits of the continuously-adjustable type, and provides

When the grid voltage is neglected in this way the grid is often called a "virtual-earth" point, and the use of this concept, though not necessary for dealing

Но вернемся в 1952-й. Задолго до появления операционных усилителей (перенесемся на секунду в то время: всего год назад в 1951-м Bell Laboratories изготовила первый германиевый транзистор, а кривая винил-коррекции RIAA и первая запись Элвиса Пресли появятся лишь через год - в 1953-м) Питер использовал в своем темброблоке концепцию «виртуальной земли по переменному напряжению» (см. схему справа), благодаря которой объединение ветвей регуляторов тембра ВЧ (СЗ, см. схему ниже) и НЧ (R3) на сетке триода обеспечило теоретическую независимость обеих регуляровок. А введение частотоподающих элементов в цепь ООС однокаскадного усилителя напряжения на триоде с общим катодом обеспечило:

а) возможность применения переменных резисторов с линейной (а не логарифмической) зависимостью сопротивления от угла поворота оси для главной симметричной (как на подъем, так и на завал) регуляции тембра НЧ (P1) и



тембра ВЧ (P2),

б) в среднем положении регуляровок АЧХ идеально линейна во всем звуковом диапазоне (в отличие от ВЧ завала примерно на 1,5 дБ на частотах 10...20 кГц в схеме пассивного регулятора тембра Джеймса - см. с.6), а коэффициент передачи равен единице или 0 дБ (в отличие от общего ослабления примерно на 22 дБ в схеме Джеймса),

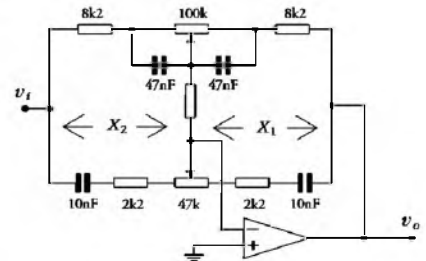
с.6 - для Джеймса),

г) расширенный примерно на порядок (по сравнению с пассивным темброблоком) динамический диапазон,

д) низкое выходное сопротивление, избавляющее от проблем с наводками и емкостью нагрузки.

Простота, отличная повторяемость, симметричность и плавность регулировки тембра (а также возможность простым изменением номиналов стандартных (из ряда Е6, Е12) постоянных резисторов задавать большие или меньшие диапазоны регулировки) были по достоинству оценены аудиофилами всех времен и народов, в результате чего схема Питера Бэксендэла и стала «баксандалем», - самой популярной за более чем полвека аудиоконструкцией.

В век полупроводниковых ОУ она была чуть модифицирована, а затем реализована и в ряде специализированных ИМС регуляторов тембра, например, в



Baxandall Tone Control Circuit

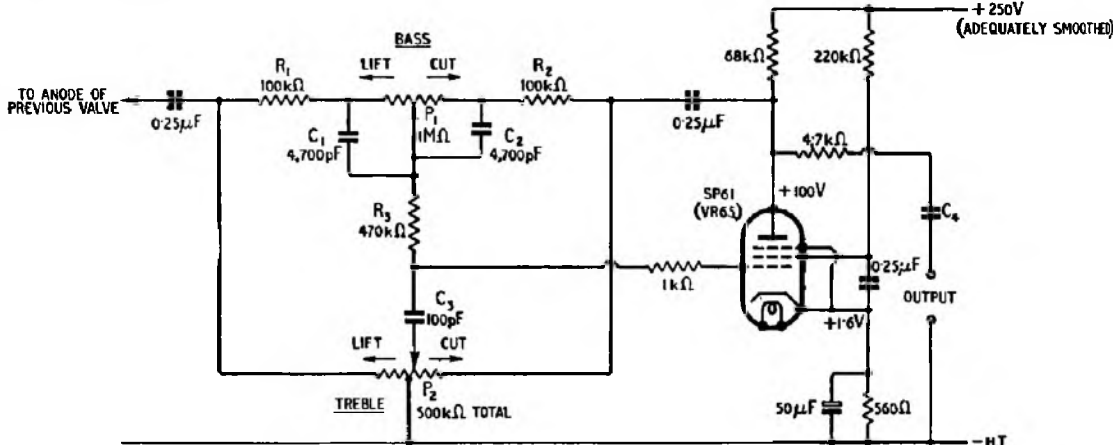
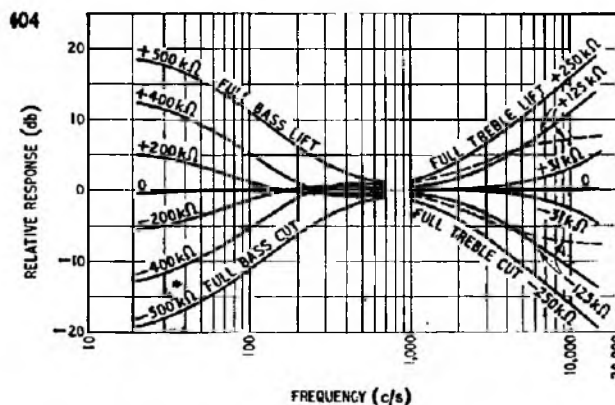


Fig. 6. The complete tone-control circuit. R_1 , R_2 , C_1 , C_2 , R_3 and C_3 should preferably be within 5 per cent of marked values. P_1 and P_2 is Dubilier Type 'C' control, 500k Ω , with fixed tapping at 50 per cent rotation. C_4 should normally be 0.05 μ F if following stage has 250-k Ω grid-leak.



в) в крайних положениях регуляровок максимальные завал и подъем АЧХ практически симметричны относительно оси частот (в отличие от явно выраженной асимметрии в пассивном темброблоке - сравните семейства АЧХ на для Бэксендэла (рисунок слева) и на

L M 1 0 3 6 (Texas Instruments / National Semiconductor). И даже в самом современном аудиофильском аналоговом High-End темброблоке [3] хорошо известный нашим читателям английский аудиоконструктор Дуглас Селф применил схемное решение легендарного Бэксендэла.

WIRELESS WORLD, OCTOBER 1951

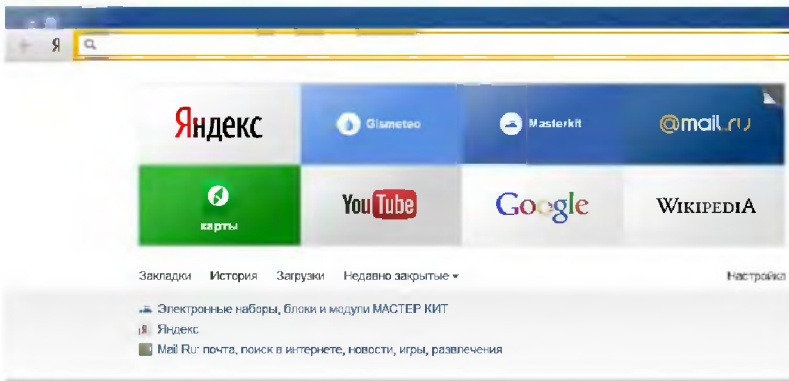
Ссылки и литература

1. <http://home.comcast.net/~stphkeri/NegativeFeedbackTone.pdf>
2. Лампы и звук: назад, в будущее или новое - это хорошо забытое старое? Н. Сухов, В. Широков. «Радиолюбитель» №4/1998, с.6-7, рис.6
3. Дайджест «Радиолюбитель» №3/2012, с.31-35, рис.13
4. Fincham Laurie. «In Memoriam: Peter Baxandall». Journal of the Audio Engineering Society, том 44 (1996), №9, с.796, http://www.aes.org/aeshc/docs/jaes.obit/JAES_V44_9_PG796.pdf

НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Яндекс, стремясь по крайней мере в русскоязычном сегменте Мировой Паутины не уступать по популярности Google, **обзавелся** и своим собственным браузером, названным про-



сто «**Яндекс.Браузер v.1.0**». Он основан на открытой технологии визуализации («движке») WebKit, а интерфейс базируется на открытом исходном коде Chromium. Браузер отличается быстрой загрузкой, минимумом кнопок и максимумом места для просмотра веб-страниц. Помимо поисковых продуктов (yandex, google, mail.ru, wikimapia и др.), компания интегрировала в «Я.Б» ряд своих облачных сервисов. Один из них - переводчик, благодаря которому можно «одним кликом» переводить на русский как отдельные слова, так и целые веб-страницы (пока с 9 языков, включая английский, немецкий французский). Если вы встретили незнакомое иностранное слово, просто наведите на него курсор и нажмите клавишу **Shift** - браузер тут же подскажет вам перевод. Кроме этого, в «Яндекс.Браузер» встроена антивирусная технология SafeBrowsing, предупреждающая об обнаружении на загружаемой странице вредоносного программного кода (способного заразить ваш компьютер вирусом или украсть ваши личные данные), а загружаемые к вам файлы проверяются на вирусы партнером Яндекса - «Лабораторией Касперского». Встроены также свежая версия Adobe Flash и расширение для просмотра PDF-файлов. При открытии новой вкладки открывается «табло» - страница, отображающая мини-эскизы (виджеты) наиболее посещаемых вами страниц, которые могут показывать самую актуальную информацию - погоду, пробки на автодорогах, уведомления социальных сетей. Быстрый переход на такие страницы возможен кликом на соответствующий виджет. Сочетание клавиш **Ctrl+Shift+N** быстро переключает «Я.Б» в режим Инкогнито, при котором посещаемые вами страницы и загруженные файлы не сохраняются в истории и кэше браузера, а при закрытии страницы новые куки (cookies) удаляются. Предусмотрена возможность импорта закладок и настроек вплоть до паролей входа на сайты из других браузеров (Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera). Адрес загрузки инсталлятора (Yandex.exe - 29 МБ) «Яндекс.Браузер v.1.0» - <http://browser.yandex.ru>

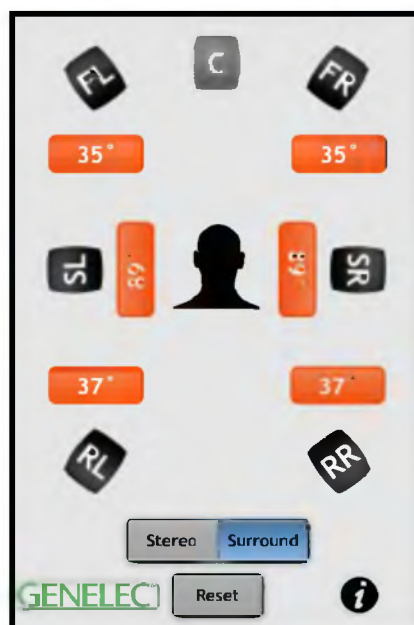


Начинающим аудиоинсталляторам теперь будет несложно блеснуть перед клиентами своей эрудированностью, если они используют **SpeakerAngle - приложение для устройств под управлением iOS** (iPhone 4, iPad 2, iPhone Touch 4-го поколения и выше), которое разработавшие



его акустическая компания Genelec и специализирующаяся на «яблочных» приложениях AudioApps называют «первым цифровым инструментом, позволяющим любому пра-

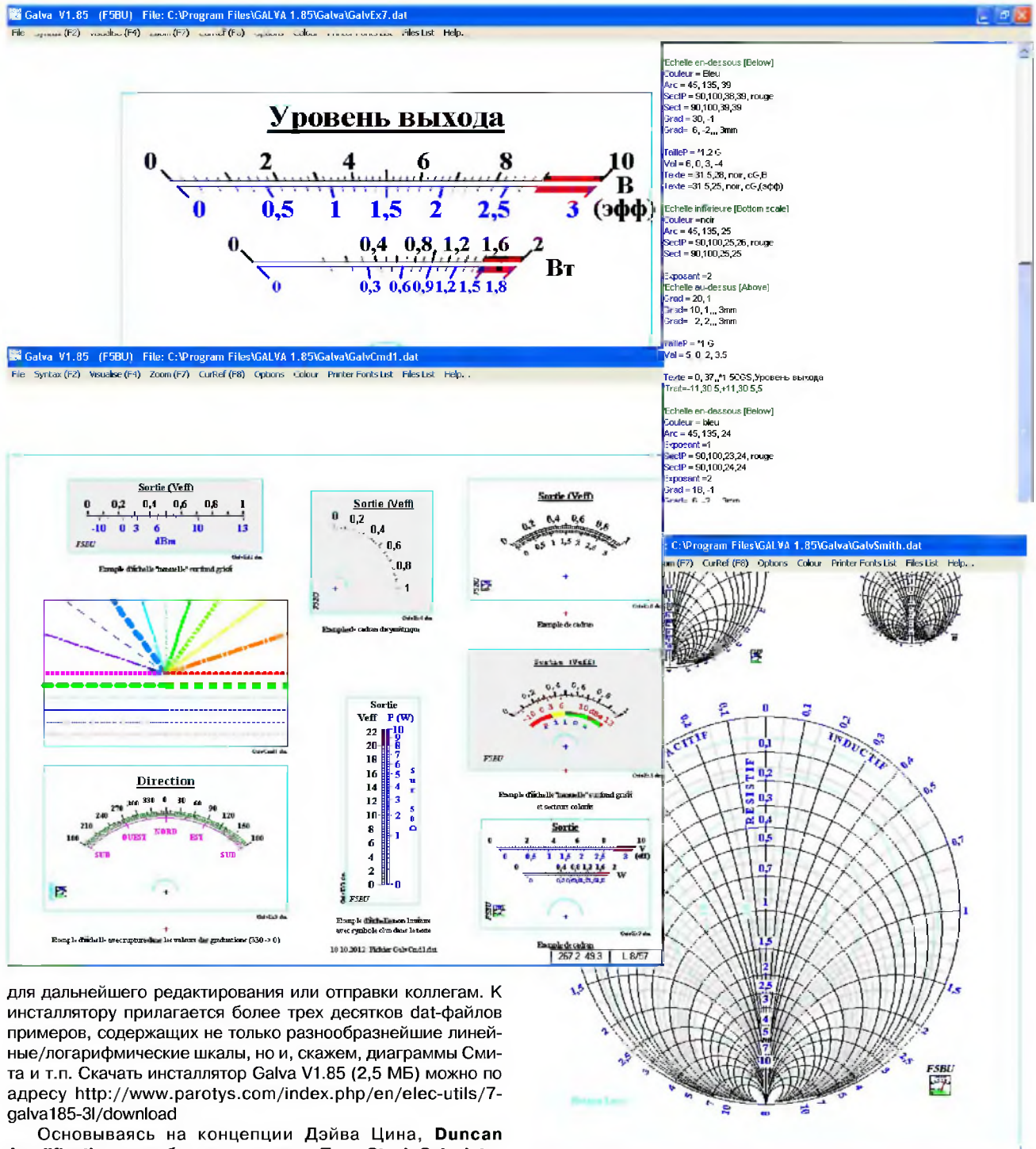
вильно настроить углы направления как стереосистем, так и многоканальных **7.1 комплектов домашнего кинотеатра**». Без каких-либо подключений к интернету, а используя лишь встроенный, например, в iPhone 4 компас, приложение позволяет правильно выставить углы расположения акустических систем. Для этого, купив SpeakerAngle v1.2 в интернет-магазине iTunes всего за \$0,99 (<http://itunes.apple.com/us/app/speakerangle/id549033688?ls=1&mt=8>), необходимо сначала выбрать режим - стерео или многоканальный, нажав соответствующую кнопку (Stereo или Surround) интуитивно понятного графического интерфейса. Расположив передние (излучающие) панели всех динамиков в одном (фронтальном) направлении, положите iPhone на левый динамик и нажмите соответствующую ему иконку - она подсветится, а снизу в красном прямоугольнике появится угол его разворота. Разворачивайте динамик к себе до тех пор, пока цвет прямоугольника с углом не изменится с красного на зеленый; при этом будет также из-



меняться отображаемое на дисплее цифровое значение угла поворота (для стереосистемы - от 20 до 45 градусов с оптимумом в районе 30) и положении иконки динамика. Нажмите на иконку другого динамика, при этом иконка левого сменит цвет на оранжевый и «зависнет». Перенесите iPhone на правый динамик, нажмите его иконку и повторите процедуру поворота на оптимальный угол (который будет симметричен левому); при

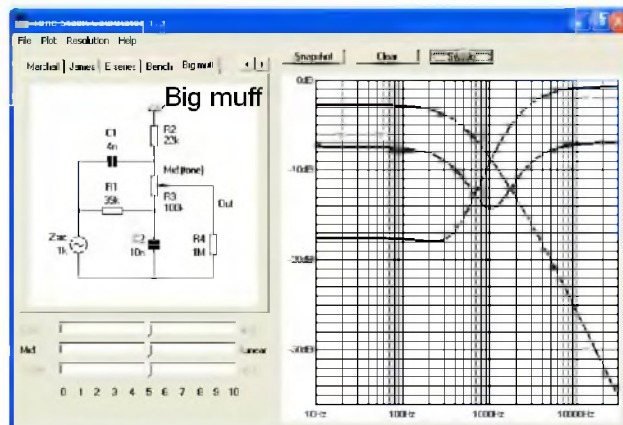
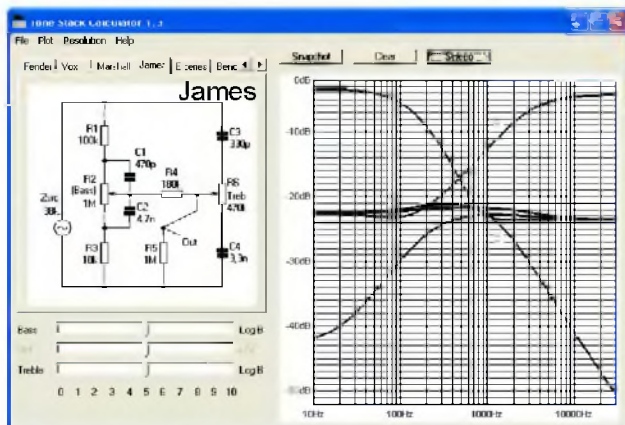
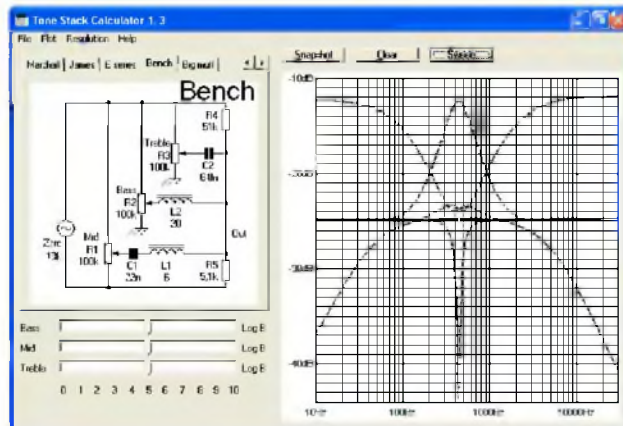
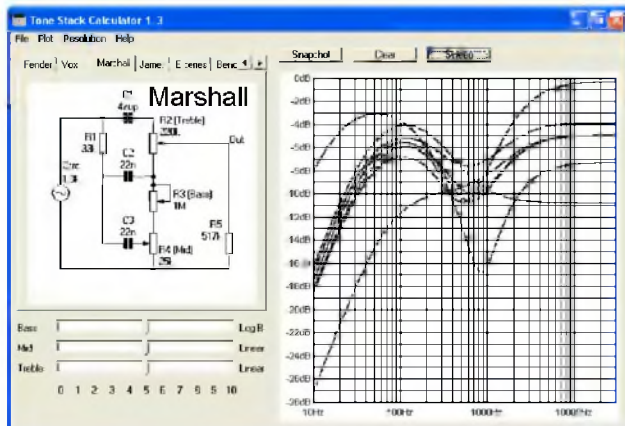
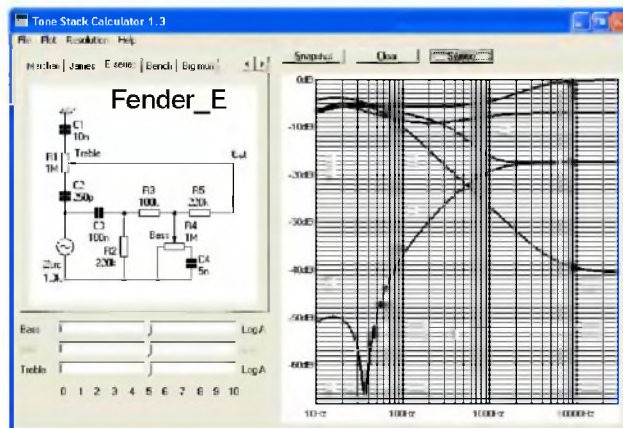
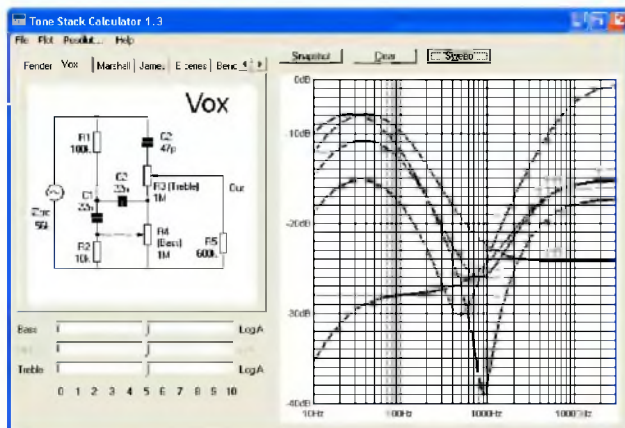
этом прямоугольник цифровой индикации правого динамика изменит цвет на желтый, это означает, что оба динамика расположены симметрично. Аналогично производится юстировка динамиков и многоканальной системы, отличие лишь в количестве шагов. Имеется встроенный учебник по настройке динамиков, а также пошаговые инструкции по использованию SpeakerAngle. Кстати, приложение может быть полезно и строителям при взаимной ориентации их конструкций.

Жан-Поль Женэ (F5BU) разработал программу **Galva** («Гальванометр») для проектирования дуговых или линейных шкал стрелочных приборов, регуляторов уровня, настройки частоты, фальшпанелей, номограмм, «миллиметровки», и т.п. По сути это командный интерпретатор, вырисовывающий в левой части рабочего поля линии, дуги, окружности, текст, логип из jpg-файла и другие необходимые для формирования шкалы элементы в соответствии с текстовыми командами, вводимыми в правом поле (оно вызывается кнопкой F5). Общий синтаксис команд имеет вид *command = parameter1, parameter2, ...*, а детально все команды описаны в Справке Help, вызываемой «палочкой-выручалочкой» F1. Например, команда *Cercle = 20, 30, 10* вырисовывает окружность с центром, отстоящим от реперной точки (левый нижний угол) на 20 мм правее и на 30 мм выше, и имеющую диаметр 10 мм; команда *Texte = 20, 40, bleu, GG, My Text* выведет надпись My Text голубыми буквами с полужирным начертанием, центрированную относительно точки с координатами 20 мм правее и 40 мм выше реперной точки. Созданную шкалу можно распечатать на принтере и сохранить в файл с расширением *.dat



для дальнейшего редактирования или отправки коллегам. К инсталлятору прилагается более трех десятков dat-файлов примеров, содержащих не только разнообразнейшие линейные/логарифмические шкалы, но и, скажем, диаграммы Смита и т.п. Скачать инсталлятор Galva V1.85 (2,5 МБ) можно по адресу <http://www.parotys.com/index.php/en/elec-utils/7-galva185-3/download>

Основываясь на концепции Дэйва Цина, **Duncan Amplification** разработала программу **Tone Stack Calculator** (работает под любой 32-разрядной Windows, включая даже 98ю, на любом Пентиуме и с дисплеем разрешением от 800 x 600), полезную при разработке или модификации темброблоков популярных гитарных усилителей. Просто кликните на соответствующий ярлык с названием типа темброблока - *Fender modern*, *Vox*, *Marshall*, *James* (пассивный предшественник *Baxandall*), *Fender E series*, *Steve Bench*, и даже *Big Muff tone stack*, используемый в FX плагинах, и слева в окошке отобразится принципиальная схема с номиналами элементов, чуть ниже - три ползунка, соответствующих ручкам переменных резисторов схемы, а справа - поле АЧХ. Двигая ползунок, вы сразу будете наблюдать, как он изменяет АЧХ темброблока. Характерные положения ползунков и соответствующие им АЧХ можно «заморозить» для сравнения с другими (общее количество до 12) положениями, нажав кнопку *Snapshot* (при этом график АЧХ остается на экране, дополняясь обновленным после смещения ползунка, а не стирается), а для автоматическо-

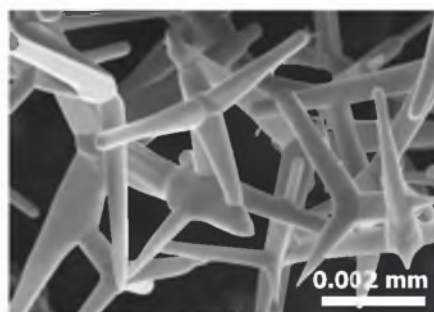


го вывода всего семейства АЧХ в крайних и промежуточных положениях регуляторов достаточно нажать кнопку *Sweep*. Меню *Plot* позволяет в последнем случае назначить как одноцветное для всех, так и разноцветное отображение каждого нового графика. Клик на каждом элементе схемы выводит окошко, в котором можно задать новую емкость конденсатора, внутреннее сопротивление источника сигнала *Zsrc*, сопротивление резистора, а для переменных - еще и закон его изменения от угла поворота оси (линейный, логарифмический типа А или типа В), индуктивность и резистивность катушки (для фильтров *Steve Bench*). Модифицированную схему через меню *File* можно сохранить в текстовый *.tsc файл с тем, чтобы при необходимости вызвать ее (вместо встроенных по умолчанию схем) или переслать коллегам. Результирующую АЧХ (или их семейство) можно также вывести на установленный в вашей системе реальный или виртуальный (например, в pdf-файл) принтер. Программа *Tone Stack Calculator v1.3* бесплатна и доступна по адресу <http://www.duncanamps.com/tsc/download.html> - инсталлятор имеет размер 768 КБ.



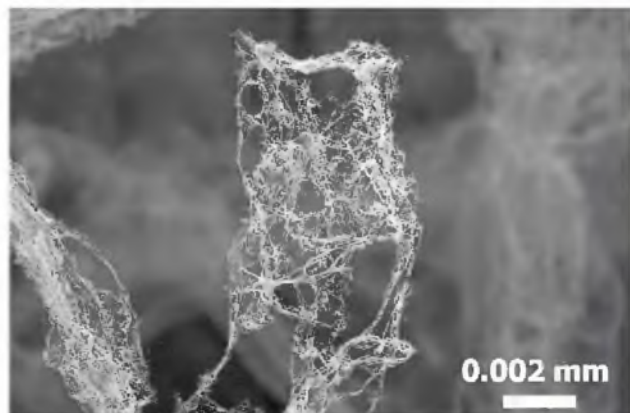
Немецкие ученые-материаловеды из Кильского университета и Гамбургского технологического университета создали легчайший в мире материал, названный аэрографитом, один куби-

ческий сантиметр которого весит всего 0,2 миллиграмма, это примерно в 6 раз легче воздуха. Он представляет собой объемную сетку из углеродных нанотрубок диаметром около 15 нм, переплетенных на микро- и наноразмерах. Этот непрозрачный токопроводящий материал черного цвета обладает чрезвычайной пластичностью, без разрушения может быть сжат в 30 раз и затем растянут до исходного состояния, а также потрясающей прочностью - может удерживать вес в 40000 раз больше собственного. Профессор Райнер Аделунг так упрощенно рассказывает о разработанном им способе формирования аэрографита: «Представьте себе вьюна, плотно охватившего все ветви дерева. Здесь «дерево» - это кристаллы окиси цинка, имеющие



профессор Райнер Аделунг так упрощенно рассказывает о разработанном им способе формирования аэрографита: «Представьте себе вьюна, плотно охватившего все ветви дерева. Здесь «дерево» - это кристаллы окиси цинка, имеющие

вид четырехпалого противотанкового «ежа». Так вот это «дерево» мы помещаем в печь и наносим на его ветки «выюна» - слой углерода с использованием химического осаждения из паровой фазы. После этого запускаем в печь водород, отбирающий кислород из оксида цинка, в результате чего восстановленный цинк падает на пол печи, оставляя только внешний скелет из углерода - это и есть аэрографит.» Из перспективных направ-



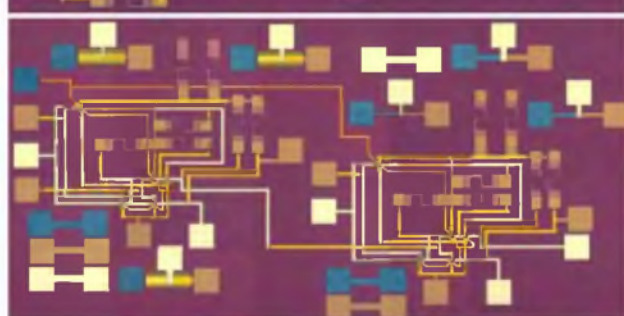
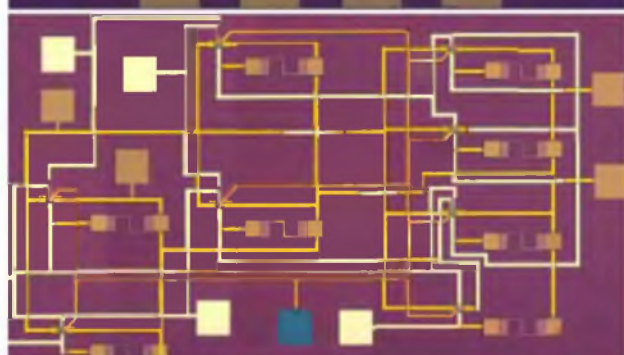
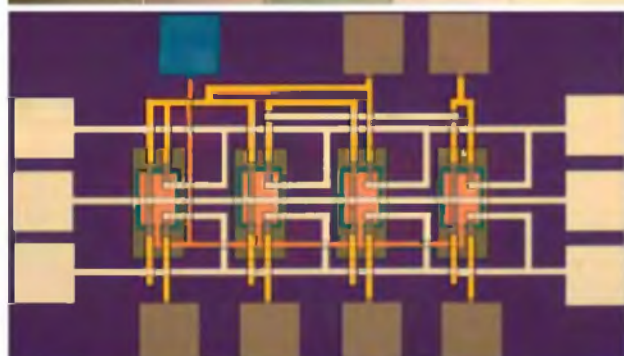
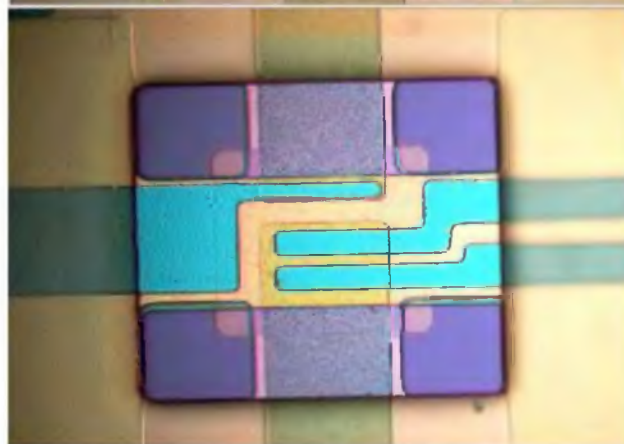
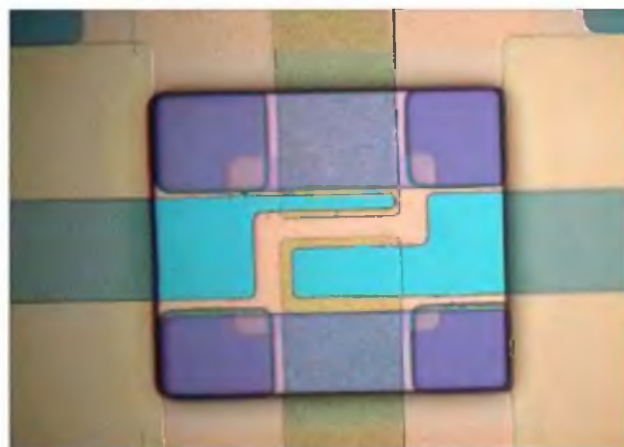
лений использования нового материала называются суперконденсаторы и литий-ионные аккумуляторы повышенной (ввиду большой площади и малой массы аэрографит может удерживать БОльшее количество электролита) емкости; проводящее покрытие диэлектриков (например, пластмассы), переводящее их в проводники без увеличения массы; а также, как и уголь сейчас, - рабочая среда в фильтрах очистки воды и даже (ввиду микрогабаритов «пор») воздуха (<http://www.extremetech.com/extreme/133056-aerographite-six-times-lighter-than-air-conductive-and-super-strong>).



Группа ученых и инженеров Университета штата Юта во главе с профессором Массудом Табиб-Азаром разработала логические элементы на основе микроэлектромеханической (MEMS) техно-



логии. Их главное преимущество перед давно существующей кремниевой «логикой» состоит в способности работать в условиях жесткой радиации и предельно высокой температуры, например, внутри реактора атомной АЭС или в длительных космических перелетах. Если кремниевые микросхемы роботов, используемых при ликвидации последствий аварии на АЭС Фукусима-1, даже заэкранированные толстыми свинцовыми оболочками переставали работать через несколько часов пребывания рядом с разрушенным реактором, то **элементы Табиб-Азара продолжали без какого-либо экранирования нормально функционировать даже будучи опущенными на два часа в действующий атомный реактор** исследовательского центра Университета штата Юта; размещенная рядом контрольная КМОП-логика вышла из строя менее чем через минуту. Эксперимент был повторен три раза с аналогичными результатами. Поскольку в MEMS-логике нет кремниевых то-



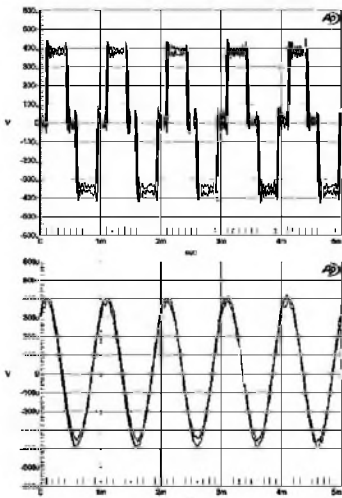
НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

копроводящих каналов, то ионизирующему облучению просто не в чем создавать токи утечки, нарушающие работу обычных микросхем. Вместо затворов КМОП в MEMS-логике ток прерывается микроэлектромеханическими реле с вольфрамовыми контактами, расположенными на площадке из нитрида кремния или поликристаллического кремния, размеры которой составляют $25 \times 25 \times 0,5$ мкм. Это, конечно, примерно в тысячу раз больше, чем размеры вентиля современных кремниевых микросхем, но во столько же раз меньше, чем обычные электромагнитные реле. Кстати, для управления MEMS-логикой достаточно напряжения всего 1,5 В, а не 10...20 В, как у электромагнитных реле, и даже не 3 В, как у КМОП. Первыми были разработаны логические элементы «Исключающее ИЛИ» и «2И», а затем более сложные 2-разрядный мультиплексор, 1- и 2-разрядные полные сумматоры (на фото сверху вниз - см. с. 7). Непрерывные испытания их в течение двух месяцев подтвердили надежность технологии вольфрамовых контактов, выдержавших по меньшей мере миллиард переключений (http://unews.utah.edu/news_releases/radiation-resistant-circuits-from-mechanical-parts/).

ASUS

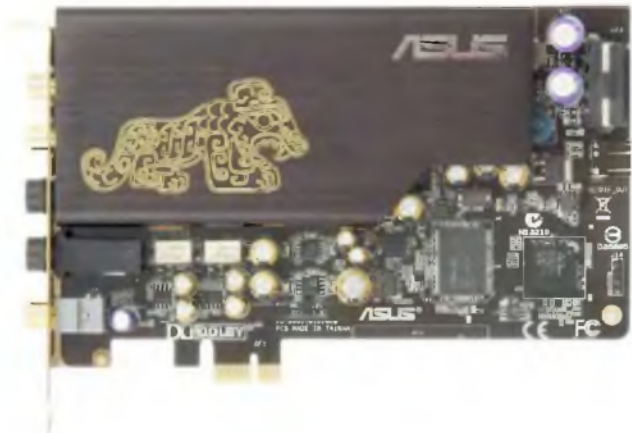


Хотя никто из аудиофилов всерьез не пытается оспаривать теорему Котельникова, согласно которой любой аналоговый сигнал математически точно можно восстановить, если его цифровое представление выполнено с частотой дискретизации, вдвое большей, чем верхняя граница значимых составляющих его спектра, тем не менее, в среде не только меломанов-«слушателей», но и аудиопрофессионалов широко распространено убеждение, что CD-аудио формат 16 бит / 44 кГц откровенно грубоват для адекватного цифрового представления высококачественного аналогового музыкального сигнала. И действительно, сменив «слепое прослушивание» меломана на «глухое просматривание» технократа ☺, легко убедиться в откровенной «прямоугольности» цифровой синусоиды при уровнях около -90 дБ (на верхнем рисунке - на выходе 16-разрядного, а на нижнем - 24-разрядного ЦАП), а также в том, что завал АЧХ цифрового канала начинается задолго до теоретического предела в 22 кГц, достигая нескольких дБ даже на 18...20 кГц из-за неидеальности реальных ФНЧ на выходах ЦАП. Добавим, что сильное «кручение» фазы этими же ФНЧ в окрестности частоты среза также не способствует точности звуковоспроизведения, вызывая межканальные фазовые сдвиги и выбросы на переходной характеристике, расходящиеся



кажущиеся источники звука в области высших частот. Давление создавшегося общественного мнения вкупе с расширившимися технологическими возможностями изготовителей электронной техники и изголодавшимися маркетологами подтолкнуло эволюционную революцию цифрового аудио, перешедшего за последнюю пятилетку от зажатого mp3 16/44 к беспотерным lossless кодам (FLAC, APE Monkey Audio и др.), разрешению 24 бит и частоте дискретизации 192 кГц. Но поскольку ЦАПы существенно проще и дешевле, чем АЦП, для большинства современных цифровых аудиодисков поддержка формата 24/192, красующаяся на проспектах или красочных коробочках, означает лишь возможность воспроизведения, в то время как запись в лучшем случае обеспечивается в урезанном по частоте дискретизации формате 24/96, а для оцифровки фонограмм 24/192 (и что даже более важно для аудиофила-исследователя - возможности использования звуковой карты в виртуальном спектроанализаторе с полосой почти до 100 кГц, а не 48) до недавнего времени приходилось приоб-

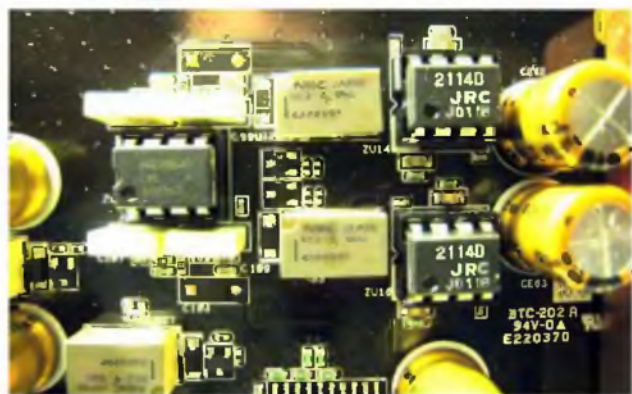
ретаать дорогостоящее (от \$700 и выше) профессиональное звукозаписывающее оборудование. Положение изменила тайваньская **ASUSTeK Computer Inc.**, ворвавшаяся из характерной для нее области компьютерных материнских плат в область звуковых карт выпуском серии **Asus Xonar Essence STX** (<http://www.xbitlabs.com/articles/multimedia/display/asus-xonar-essence-stx.html>). При вполне вменяемой цене 170\$ она по



характеристикам конкурирует с профессиональными киловаттными, оставляя позади старожила рынка звуковых карт для ПК с заслуженно высокой репутацией Creative, и тем более китайский ширпотреб. Подробное рассмотрение создает впечатление, что разработчики воплотили в *Xonar Essence STX* почти все аудиофильские и профессиональные ноу-хау современного звука. Кроме электростатического экрана, прикрывающего чувствительную аналоговую часть сверху, аналоговая и цифровая части разделены также поперечным экраном, а в четырехслойной (*Hyper-Grounding circuitry design*) печатной плате соединения высокочувствительных аналоговых элементов выполнены на отдельном слое, отделенном от «шумящего» слоя цифровых и мощных элементов двумя заземленными слоями. Питание платы осуществляется не через PCIe разъем материнской платы, а через отдельный Molex разъем (такой же, как у винчестеров) отдельным кабелем непосредственно от блока питания, причем непосредственно у разъема на пе-



чатной плате красуется пара электролитических конденсаторов (270 мкФ) SANYO серии OsCon, сглаживающих малейшие пульсации. Остальные электролиты на плате - еще более аудиофильские Nichicon серии Fine Gold. В качестве АЦП применена одна из лучших в отрасли ИМС Cirrus Logic CS5381, а функции ЦАП выполняет PCM1792A от Texas Instruments (Burr Brown) - также рекордсмен по отношению сигнал/шум = 127 дБ среди компонентов 24 бит /



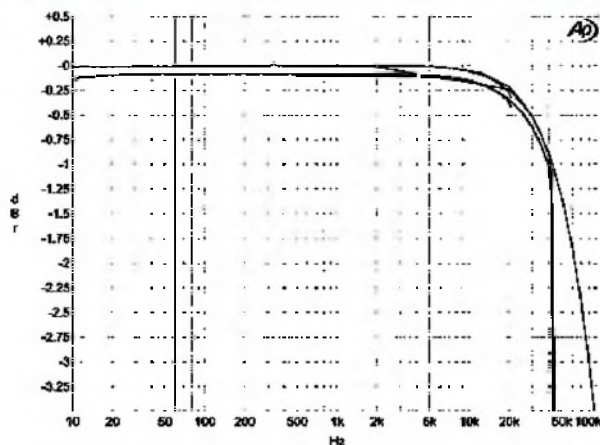
192 кГц. Чтобы привлечь внимание аудиофилов-экспериментаторов и просто «слушачей», конструкторы *Xonar Essence STX* два каскада на ОУ, следующих непосредственно за ЦАПом, - преобразователей ток-напряжение и алгебраического сумматора с активным ФНЧ, выполнили на 8-контактных DIP-разъемах, позволяющих без пайки попробовать в этих каскадах любые спаренные ОУ, совпадающие по цоколевке с предустановленными *JRC2114D* и *LM4562*. О том, что это отличный маркетинговый ход, свидетельствует тот факт, что аудиофильские форумы в интернете пестрят мнениями «слушачей», уже испытавших в *Xonar* разные ОУ (*OPA2134*, *OPA2107*, *LM6172*, *LME49720*, *LT1364* и др.), - большинство склоняется к мнению, что вместо *JRC2114D* лучше установить *LME49720NA*, а вместо *LM4562* - *LM6172IN*, не реже, чем мнения о звучании разных триодов в однотактных УМЗЧ. Кроме линейного и S/PDIF



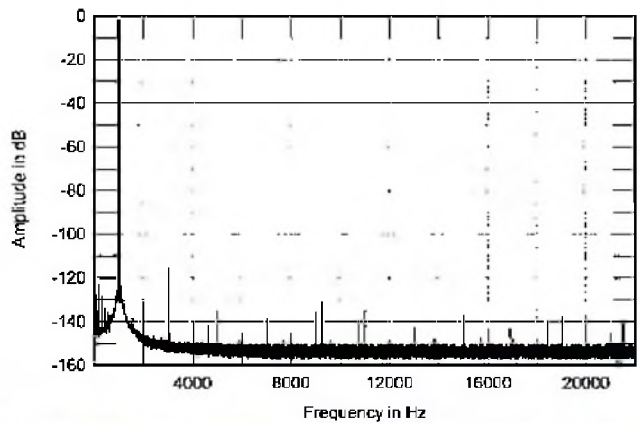
выходов, карта оснащена также телефонным, который обслуживается ИМС *Texas Instruments 6120A2* ($K_T < 0,001\%$ на 600 Ом). Ядро цифровой части выполнено на процессоре *ASUS AV100 High-Definition Sound Processor* и осуществляет в реальном времени большинство объемных преобразований и игровых эффектов, в том числе *Dolby® Digital Live*, *Dolby® Headphone*, *Dolby® Virtual Speaker*, *Dolby® Pro-Logic II*, *DirectSound3D Game Extensions 2.5*, *Xear 3D™ Virtual Speaker Shifter*, конфигурирование которых осуществляется



через хорошо продуманный интерфейс *Xonar Audio Center GUI*. Субъективные и



объективные тесты показали, что *Asus Xonar Essence STX* вполне заслуживает оценки как наиболее аудиофильской звуковой карты, ведь субъективно она звучит лучше таких признанных карт, как *Auzen X-Fi Prelude* и *Creative X-Fi Elite Pro*, а



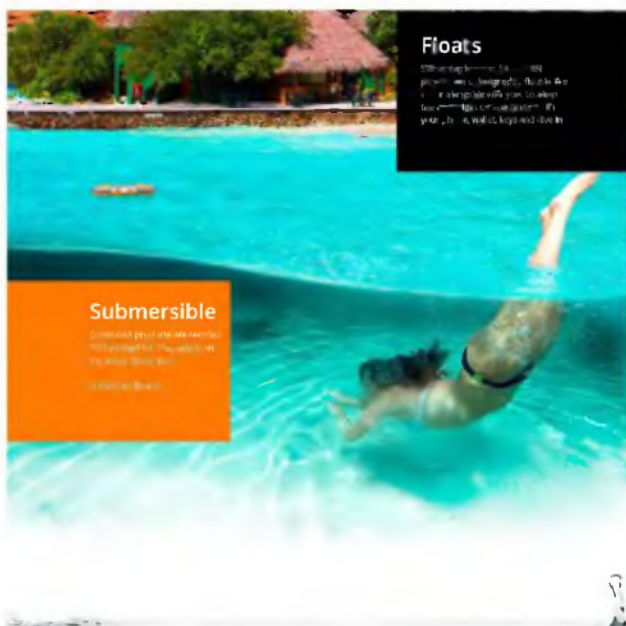
Test results	Asus Xonar RCA	Asus Xonar Headphone	Creative X-Fi Fatal1ty	Realtek HD ALC889A
Device:	Asus Xonar RCA	Asus Xonar Headphone	Creative X-Fi Fatal1ty	Realtek HD ALC889A
Sampling mode	24 bit, 96 kHz	24 bit, 96 kHz	24 bit, 96 kHz	24 bit, 96 kHz
Frequency response (multitone) dB	+0.01, -0.11	+0.01, -0.09	+0.07, -1.60	+0.01, -0.05
Noise level, dBA	-115.1	-111.2	-93.5	-97.2
Dynamic range, dBA	115.1	111.2	33.4	95.2
Total harmonic distortion (THD), %	0.0007	0.0005	0.0012	0.0035
Intermodulation distortion + noise, %	0.0015	0.0014	0.0076	0.0063
Stereo crosstalk, dB	-111.5	-105.4	-51.3	-64.0

по таким объективным характеристикам, как динамический диапазон по аналоговому линейному входу (118 дБА) и по линейному выходу (124 дБА) превосходит даже такие профессиональные аудиоинтерфейсы как *RME ADI-2* (113 и 119 дБА, http://www.rme-audio.de/en_products_adi_2.php) и сравнима разве что с *Metric Halo LOI-8*, цена которого начинается с \$3995 (http://mhsecure.com/metric_halo/products/hardware/lio-8.html). Что же касается сравнения с недорогими 24-разрядными решениями типа встраиваемого в материнку звукового кодака *Realtek HD ALC889A* или бюджетной звуковой карты *Creative X-Fi Fatal1ty*, то *Xonar Essence STX* обходит их по динамическому диапазону на 20 и более дБ.

Портативная акустическая система **ECOXGEAR** ECOXBT может служить ... спасательным кругом. Ее



водонепроницаемое исполнение (выдерживает до 30 минут погружения на глубину 1 м) и обеспеченная конструктивно плавучесть, а также беспроводной адаптер *Bluetooth Universal A2DP Core 5* позволяют ребенку слушать детскую сказку прямо в ванне, а маме - на надувном матрасе, плескаясь в волнах на берегу моря и не беспокоясь за размещенный в заведомо сухом месте смартфон или ноутбук (источник звуковых программ). Размеры этого стереодинамика-«корабля» 10,2 x 22,9 x 7,1 см, вес со встроенным литий-ионным аккумулятором (7,4 В, 1800 мА·ч, обеспечивает 10 часов «автономного плавания» на средней громкости) не превышает 700 г. На корпусе также имеются гнездо с водонепроницаемой затычкой для проводного подключения источника звука, кнопки выключения, Bluetooth спаривания, регулятора громкости и ответа спи-



керфона (да, в ECOXBT встроен даже водонепроницаемый микрофон!). Цена - около \$120 (<http://www.ecoxgear.com/ecoxbt/ecoxbt-tech-specs/>).

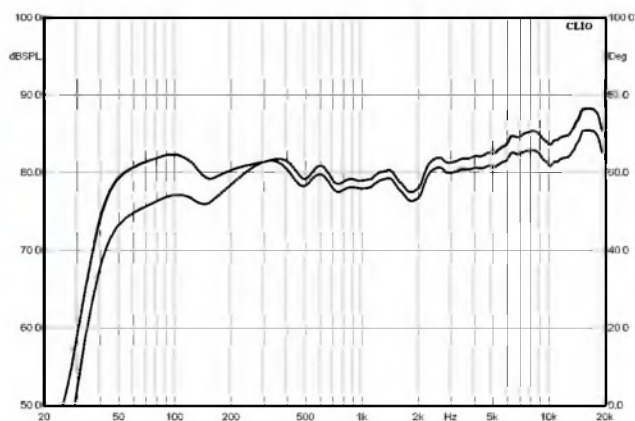
Док-станции Samsung DA-E750/751 - лидеры среди устройств-аналогов сразу по трем параметрам - цене, универсальности подключений источников фонограмм и качеству звучания. По бокам корпуса размерами 450x148x240 мм расположены по паре 12-сантиметровых СЧ динамиков с диффузорами из темного армированного стекловолокна и куполь-



ных ВЧ динамиков общей мощностью 2 x 20 Вт, а на днище - динамик 60-ваттного сабвуфера (для его нормальной работы корпус приподнят на четырех довольно высоких конусных ножках с обрезиненными наконечниками), туннель фазоинвертора которого выведен на заднюю панель. На верхней панели



кроме стильной ручки управления (точнее - металлической площадки) громкостью, стартом/стопом и выбора источника сигнала (в комплект также входит пульт ДУ с размерами кредитки) находится прозрачное окошечко, через которое видна пара триодов ECC82 (аналог 6Н1П), используемых в предусилителе, нагруженном на мощный УМЗЧ класса D с двойной фирменной фильтрацией *Samsung Crystal Amplifier Plus*. По мнению представителей фирмы {скорее всего, маркетологов ☺} ламповый предусилитель удачно смягчает жесткость УМЗЧ класса D, хотя некоторые категоричные аудиофилы в своих критических заметках называют такое решение «помесью бульдога с носорогом», а более умеренные справедливо отмечают, что лампы имеют ресурс, ограниченный 1000...5000 часами, а это от 42 до 208 суток, поэтому вряд ли уместно такое 600-долларовое устройство использовать в обычном для мультимедиек режиме *Stand-by*. Спектр возможных источников фонограмм поражает воображение. Во-первых, это, как и положено по названию устройства, док-станция, причем двойная: отдельные разъемы на откидном кронштейне задней стенки предусмотрены как для «яблочных» 30-контактных *iPod*, *iPhone*, *iPad*, так и *micro-USB* для *Samsung Galaxy S/Note* и подобных. Можно подсоединиться и бесконтактно - посредством Bluetooth и транслировать музыку по протоколу *A2DP*, причем поддерживается самый современный формат декодирования *aptX*. Следующий вариант — использование фирменных беспроводных протоколов *Samsung AllShare* или *Apple AirPlay*. Можно интегрировать *Samsung DA-E750* в домашнюю компьютерную сеть и передавать музыку в рамках стандарта *DLNA*, причем как посредством проводов (на его задней стенке присутствует разъем Ethernet *RJ-45*), так и по Wi-Fi. Наконец, пре-

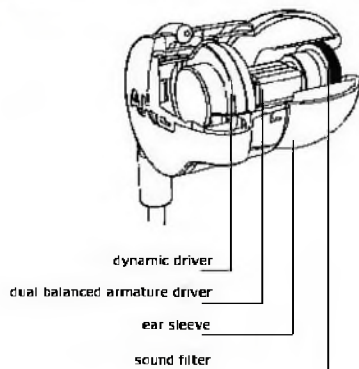


НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

дусмотрен и USB2.0 порт для подключения флэшек, внешних винчестеров и медиаплееров с фонограммами в форматах MP3, WMA, APTX. К сожалению, текущая версия прошивки не позволяет воспроизводить фонофайлы с разрешением выше 16 бит / 44 кГц, но будем надеяться, что Samsung быстро исправит оплошность и выложит апдейт. Экспертная оценка качества звучания подтвердила, что DA-E750/751 - одна и лучших среди док-станций, приближающаяся к уровню Hi-Fi (<http://www.samsung.com/ru/consumer/audio-video/wireless-audio-dockstations/wireless-audio-dockstations/DA-E750/RU-spec>, <http://alatest.com/redirect/pro-reviews/44898199/50320/1350358682/>).



Выложить тысячу евро за «вкладыши» (вставные закрытые или in-ear наушники) от-важится далеко не каждый приверженец качественного звука. Даже High-End-овского. Даже с учетом высокой репутации фирмы-изготовителя. Тем не менее, **AKG** (бренд



фирмы Harman Kardon, известной также популярным у аудиофилов и профессионалов брендом JBL) выпустила вкладыши **K3003**, номинируемые ею как референсные, демонстрирующие имидж компании и её инженерный потенциал. А за имидж платить не скупятся, вот и стоит новинка ровно 1000 евро (около 40000 рублей РФ). Сразу отметим, что звучание K3003 превосходит топовые модели «вкладышей» других фирм по всем меркам - детальности верхов, достоверному чистому вокалу и безукоризненно естественным низам, причем без малейшего перенапряжения телефонного усилителя - чувствительность наушников беспрецедентна - 125 дБ. В добротном мини-атюрном корпусе из

шлифованной нержавеющей стали (в этой конструкции отсутствует дешевая пластмасса) размещена пара т.н. арматурных (иначе - с уравновешенным якорем) драйверов, воспроизводящих высшие и средние звуковые частоты, и динамический низкочастотный драйвер с расширенным ходом мембраны. Трехполосность наряду с высокой чувствительностью обеспечивает широкий диапазон воспроизводимых частот - от 10 Гц до 30 кГц. Номинальное сопротивление наушников 8 Ом, максимальная мощность 15 мВт, вес 10 г. Комплектация подтверждает статус дивайса - здесь шесть пар мягких насадок разного диаметра, позволяющих идеально подобрать посадку наушников именно в ваше ухо. Кроме того, имеются еще три пары ввинчивающихся в наушник акустических фильтров - нейтрального (с серым кольцом), подчеркивающего бас (с черным) и подчеркивающего высшие звуковые частоты (с белым). Настоящая позолоченность контактов разъема и необычная гибкость кабеля - последние штрихи к портрету киловаттного устройства, которому вполне подходит характеристика «мал золотник, да дорог» (<http://eu.akg.com/akg-k3003-design-eu.html>).



JVC KENWOOD Corporation решила не упустить свой шанс на динамично развивающемся рынке экстремальной фото-видеосъемки, выпус-



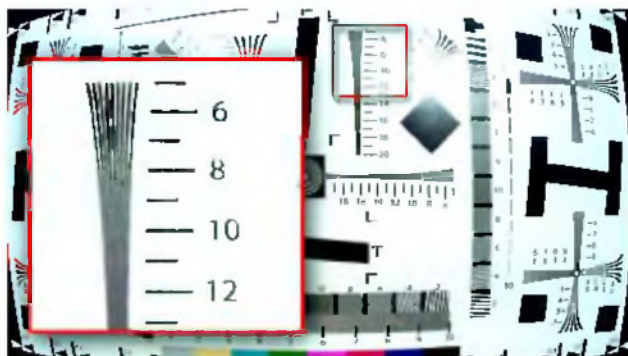
ком экстрим-эксн камеры **ADIHXION GC-XA1** присоединившись к пионеру этого направления - гиганту Olympus и дожив не менее именитых брендов. Её жесткий, но обрешиненный со всех сторон корпус, похожий на кирпичик со скругленными углами, гарантирует работоспособность при погружении в воду на глубину до 5 м (стандарт IEC 529 IPX8) и падении с высоты до 2 м (MIL-STD 810F метод 516.5 - удар), а также при сильном запылении (IEC 529 IP6X) и отрицательных температурах (до -10 °C). Небольшие размеры 74 x 53 x 35 мм и вес 126



грамм (с аккумулятором!), а также наличие стандартных крепежных резьбовых отверстий для штатива как снизу, так и сбоку позволяют крепить камеру не только на руле велосипеда или шлеме мотогонщика, но и на скейтборде и даже на очках или плавучем ремешке водолаза. Объектив с постоянным фокусным расстоянием передает изображение на пятимегапиксельную КМОП матрицу. Видеоряд формируется с разрешением до 1920 x 1080 x 30p и ужимается в AVC.H264 (.MP4) с переменным битрейтом до 15 Мб/с, монозвук AAC 44 кГц 36 Кб/с, фотографии выполняются в jpg с разрешением 2592 x 1944. Заряда аккумулятора хватает на 70 минут записи в режиме максимального разрешения, для сохранения этих же 70 минут видеозаписи достаточно SDXC/SDHC карты объемом 8 Гб (камера может работать с картами до 64 Гб). Для связи с внешними устройствами предусмотрены USB2.0, mini-HDMI и беспроводной Wi-Fi 802.11b/g. Для работы последнего на ноутбук, планшет, или смартфон с Wi-Fi модулем необходимо ус-



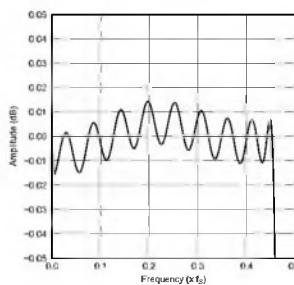
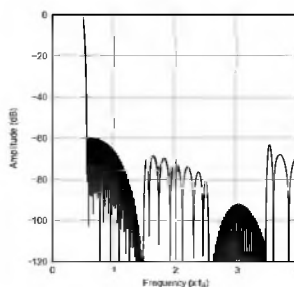
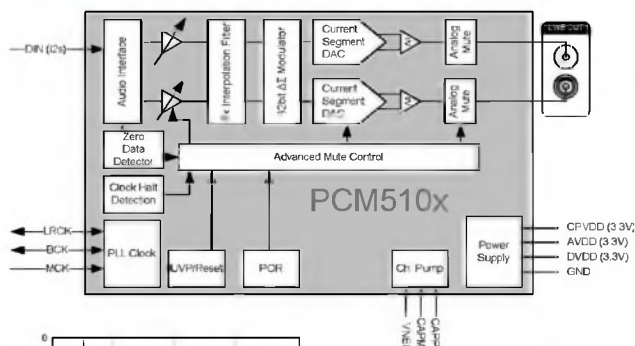
тановить приложение **WiVideo** (есть под Windows, iOS, Android), которое при запуске найдет камеру (конечно, если она находится в примерно 100-метровой зоне досягаемости Wi-Fi) и начнет принимать с нее видео и звук с небольшой (доли секунды) задержкой. С помощью **WiVideo** пользователь может управлять камерой (сделать фото или запустить/остановить видеозапись), а также контролировать степень заряда её аккумулятора. Камера может автоматически выполнять запись через установленные интервалы времени, а также «по кругу» - т.е. работать в режиме видеорежиссера (<http://cdn.jvc.eu/>



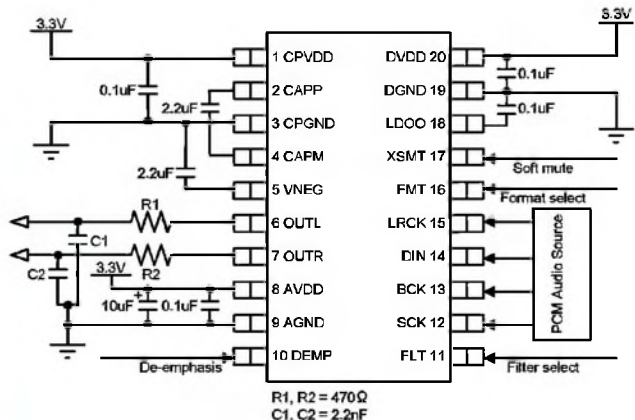
адихион/). Неожиданные тесты, выполненные энтузиастами-испытателями, выявили, что стойкость GC-XA1 к ударам на деле гораздо выше, чем заявлено в технических характеристиках. Оказалось, что камера не только не вышла из строя, но даже не выключилась при падении на асфальт с руля мотоцикла, двигавшегося со скоростью около 100 км/час, а также при падении с моделью вертолета с высоты около 20 метров на травяное футбольное поле (<http://www.ixbt.com/divideo/jvc-gc-xa1.shtm>). Цена «неубиваемой» камеры - около \$470.



Texas Instruments выпустила стереоЦАП **PCM5102-Q1** в корпусе TSSOP-20 (6,5 x 4,5 x 1,2 мм), который при однополярном напряжении питания 3,0...3,6 В (22 мА) обеспечивает не требующее выходного разделительного конденсатора **двухполярное выходное** напряжение 2,1 В (эфф.), причем с **минимальной** фильтрацией через простейший однозвен-



ный RC ФНЧ (R1C1, R2C2) с частотой среза 153 кГц, не требующий каких-либо перестроек для всего диапазона частот дискретизации от 8 до 384 кГц. В микросхеме встроен преобразователь напряжения, формирующий двухполярное стабилизированное питание выходных преобразователей ток-напряжение I/V. Встроенная ФАПЧ формирует внутреннюю тактовую частоту в зависимости от частоты дискретизации входного сигнала (от 1.024 до 24.576 МГц для частот дискретизации от 16 до 384 кГц), поэтому микросхема не требует подачи извне сигнала синхронизации (и не выдает его наружу), что существенно снижает ВЧ помехи

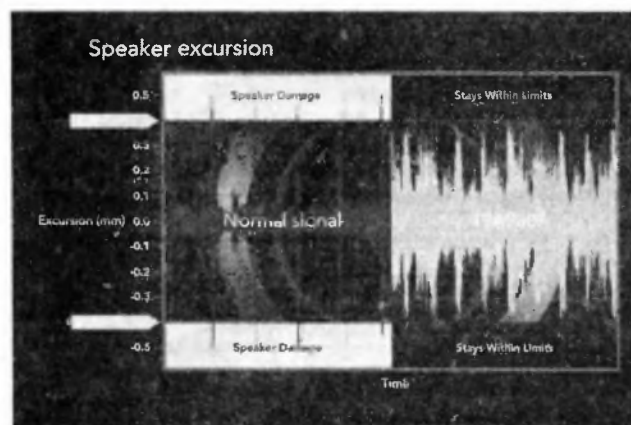


в современных устройствах со сверхплотным поверхностным монтажом. Собственно ЦАП выполнен по архитектуре с 8-крат-

ным интерполирующим передискретизирующим фильтром, 32-разрядным дельта-сигма модулятором, токовой сегментацией и выходным преобразователем ток-напряжение. Динамический диапазон 112 дБ, мелкооптовая цена \$2,1 (<http://www.ti.com/product/pcm5102>).

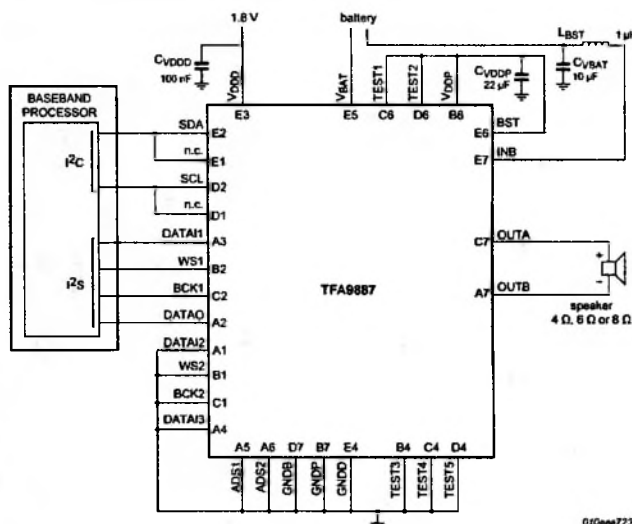


Чем миниатюрнее становятся смартфоны и планшеты, тем хуже становится их звучание, ведь микродинамики тоже приходится ужимать в габаритах, и простым увеличением подводимой мощности уже нельзя улучшить ни громкость, ни качество - они либо задребезжат диффузорами, либо даже сгорят от перегрева катушек. Для решения проблемы **NXP Semiconductors B.V.** специально для пе-



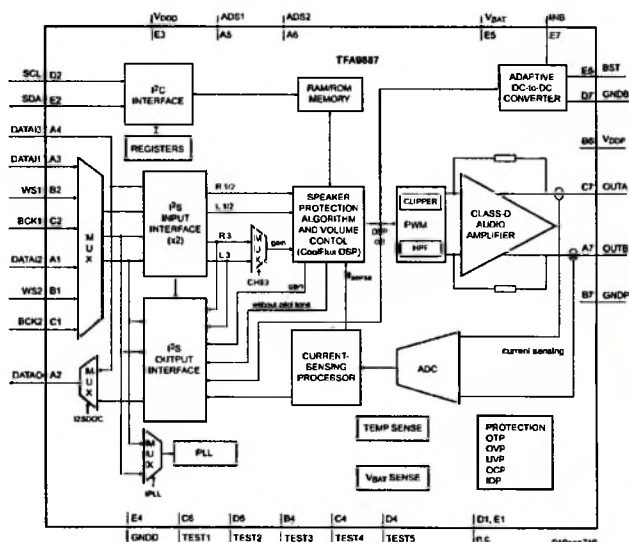
реносных устройств со сверхмалогабаритной акустикой разработала ИМС **УМЗЧ TFA9887 с революционной** (и запатентованной) архитектурой. Помимо УМЗЧ класса D с мостовым выходом OUTA, OUTB в блок-схеме имеются АЦП (ADC), процессор выходного тока (CURRENT SENSING PROCESSOR) и цифровой сигнальный процессор (**CoolFlux DSP**), осуществляющие мониторинг состояния динамика и динамически управляющие уровнем звукового сигнала так, чтобы **максимизировать громкость без риска появления дребезга или перегрева катушки динамика**. Принцип измерения текущей температуры катушки основан на законе малого, но линейного увеличения сопротивления медного провода с повышением температуры, а собственно измерения сопротивления - на законе Ома: АЦП передает мгновенные значения разности выходного напряжения OUTA-OUTB процессору выходного тока, тот вычисляет мгновенный ток Isense и отправляет в CoolFlux DSP. Последний по закону Ома делит мгновенное выходное напряжение на мгновенный ток в катушке динамика, т.е. опре-

деляет ее текущее сопротивление, сравнивает его с измеренными в предыдущие моменты времени и по приращению вычисляет температуру катушки с погрешностью не более $\pm 10^\circ\text{C}$, достаточной, чтобы предсказать приближение к терморазрушению. Кроме того, CoolFlux на основании анализа амплитудно-фазовых соотношений между током и напряжением на динамике определяет степень мгновенного смещения диффузора динамика (примерно так же, как это выполняли известные еще в конце прошлого века мостовые схемы выделения сигнала электроомеханической обратной связи - ЭМОС) с погрешностью не более 10%. Если смещение диффузора или температура катушки достигают границы зон заданных допус-

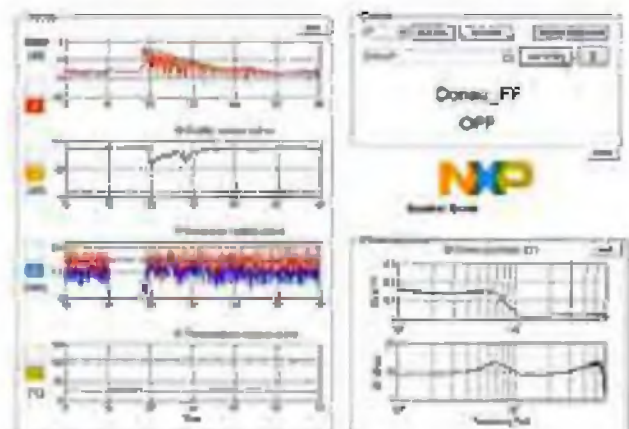


010000722

тимых значений, CoolFlux срабатывает как АРУ, плавно уменьшая уровень сигнала на динамике. Еще одной функцией CoolFlux является сжатие (степень сжатия можно регулировать - от сильной для микродинамиков до умеренной для минидинамиков) динамического диапазона - тихие звуки становятся несколько громче, а редкие пики сигнала динамически сглаживаются без повышения нелинейных искажений, как это осуществляется в лимитерах профессиональной звукозаписи. Было бы удивительно, если бы столь мощный сигнальный процессор не был научен частично компенсировать завал АЧХ на низких частотах, характерный для малогабаритных динамиков. Для этой цели в CoolFlux предусмотрено десять (!) программируемых фильтров второго порядка с архитектурой «биквад», обрабатываемых с 24 или 48-битной точностью. Наконец, CoolFlux также динамически управляет встроенным адаптивным преобразователем напряжения питания (Adaptive DC-to-DC Converter), переводя последний в режим повторителя, если текущий звуковой сигнал имеет низкий или средний уровень. Настройка TFA9887 под конкретный динамик и апробация настроек в режиме реального времени с индикацией текущих значений параметров микросхемы и динамика осуществляется через I2C посредством ПО SpeakerBoost Host. В большин-



010000718



НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

стве случаев описанные алгоритмы обеспечивают более чистое звучание при субъективно чётко ощущаемом увеличении громкости в 4...5 раз (см. демонстрацию на Ютубе - <http://www.youtube.com/watch?v=oLMXCTvCB70>), причем, например, на 0,5-ваттной динамик оказывается возможной подача мощности до 2,5 Вт без какой-либо нештатной перегрузки последнего. Диапазон напряжений питания TFA9887 - от 2,5 до 5,5 В, максимальная выходная мощность 3,75 Вт на нагрузке 4 Ом или 2 Вт на 8 Ом, $K_g=0,03\%$, уровень собственных шумов -97 дБА, максимальный выходной ток 1,45 А, ток потребления цифровой части при активном CoolFlux 20 мА, аналоговой части в паузе фонограммы - 1,5 мА. Конструктивное исполнение WLCSP29 3,2 x 2,1 x 0,6 мм, мелкооптовая цена \$2,37 (http://www.nxp.com/products/amplifiers/audio_amplifiers/amplifiers_for_portable_devices/TFA9887UK.html).

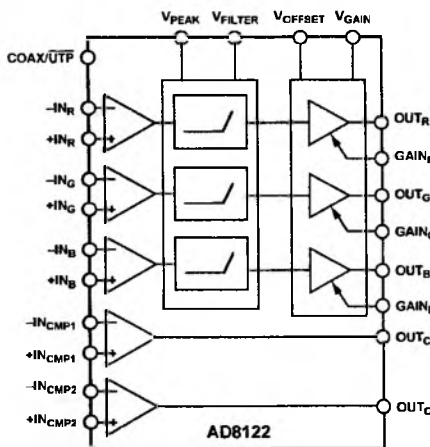
ANALOG DEVICES **Analog Devices** представила **AD8122** - интегрированный трехканальный (**RGB** или **HD YPbPr**) дифференциальный приемник с регулируемым коэффициентом частотной характеристики и общих потерь кабеля (на шутивом жаргоне отечественных прокладчиков кабельного ТВ - «компен»сатор кабеляжа»), обладающий наибольшей в отрасли шириной полосы коррекции и наименьшей потребляемой мощностью. Целевое назначение микросхемы - системы распределения аналоговых видеосигналов с высоким разрешением. **AD8122** обеспечивает полосу коррекции 60 МГц в комбинации с низким уровнем шума (16 мВ ср.кв. в полосе измерения 160 МГц) и коротким временем установления (всего 70 нс до уровня погрешности 1%) при длинах кабеля до 300 метров. Высокое быстродействие и короткое время установления позволяют передавать изображения в форматах **UXGA** и **1080p** на большие расстояния, поддерживая на долж-



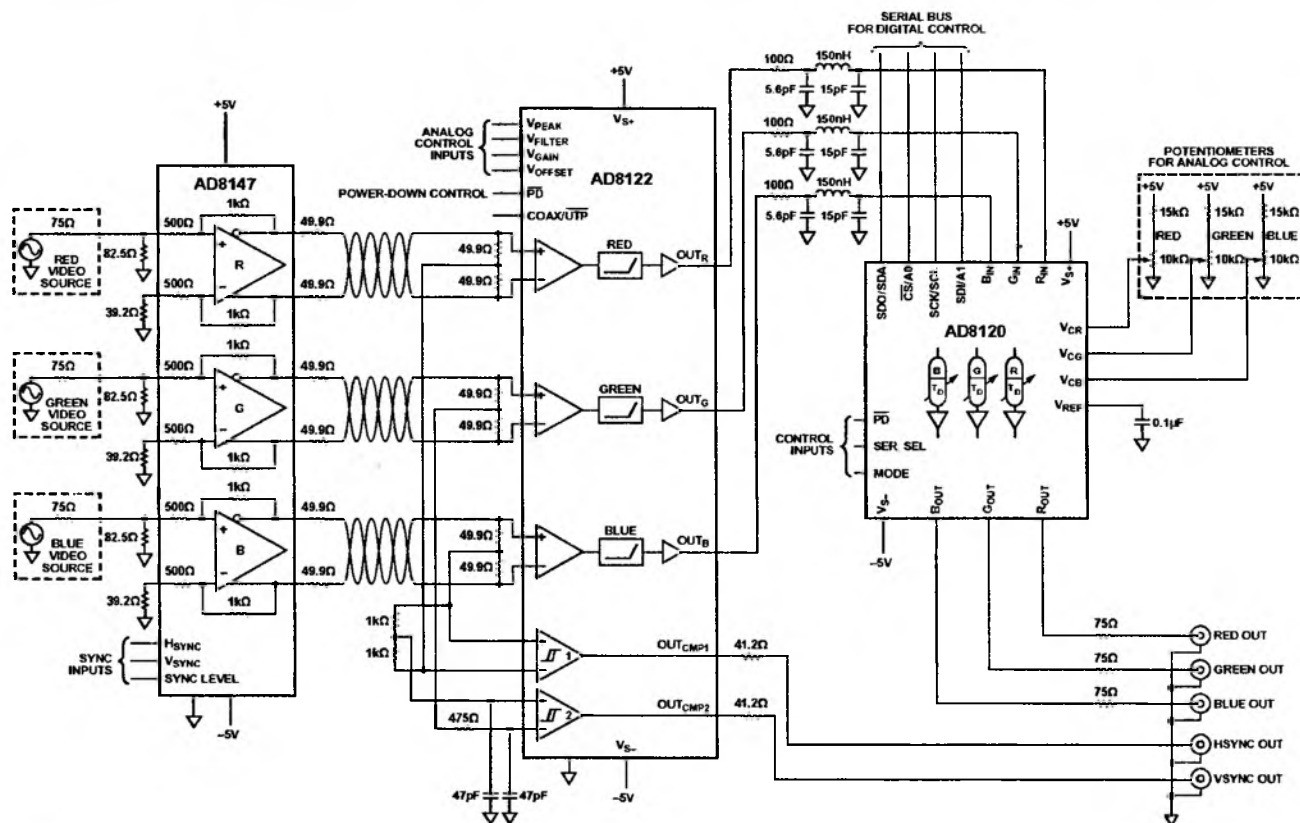
ном уровне резкость и четкость картинки (сравните на фото: слева изображение до компенсации, справа - после). Такое

высокое качество достигается в AD8122 при потребляемой мощности всего 930 мВт (питание $\pm 4,5 \dots 5,5$ В, 120 мА), что существенно меньше мощности, потребляемой ближайшим конкурентом. Каждый канал оснащен дифференциальным входом ($R_{вх}=3,7$ МОм, $S_{вх}=1$ пФ) для компенсации синфазных помех как минимум на 57 дБ. Размах выходного напряжения может достигать $\pm 4,9$ В при скорости изменения 1000 В/мкс. Логический управляющий вход COAX/UTP позволяет выбрать тип компенсируемого кабеля (коаксиальный или витая пара категории 5), подсоединение выводов $GAIN_R$, $GAIN_G$, $GAIN_B$ к выходам OUT_R , OUT_G , OUT_B задает единственный коэффициент передачи (при подключении к высокоомной нагрузке), а их

заземление задает $K_u=2$ для компенсации потерь уровни на включаемых последовательно согласующих 75-омных резисторов (при подключении 75-омной нагрузки). Постоянные управляющие напряжения на входах V_{PEAK} , V_{GAIN} , V_{OFFSET} , V_{FILTER} задают соответственно глубину ВЧ коррекции



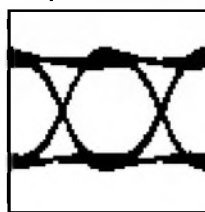
АЧХ кабеля, широкополосного ослабления, смещения нуля и частоту среза ФНЧ, ограничивающего внеполосные ВЧ помехи. Два встроенных компаратора можно использовать для выделения сигналов строчной (Н) и кадровой (V) синхронизации при их передаче сигнальными импульсами через RGB каналы в соответствии с принятой в системе RGBHV кодировкой $R_{\text{co}}=\text{const}(V-H)$, $G_{\text{co}}=\text{const}(-2V)$, $B_{\text{co}}=\text{const}(V+H)$. Для применения совместно с AD8122 идеально подходят трехканальный видеодрайвер AD8147 и трехканальный компенсатор времени задержки AD8120. Высококачественный корректор может



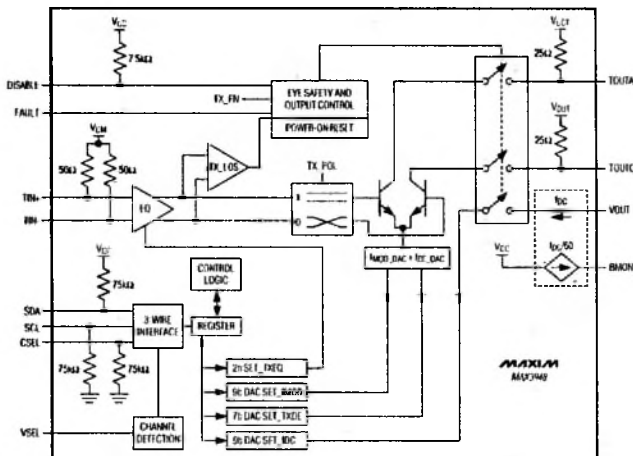
быть использован в таких областях как KVM-консоли, цифровые рекламно-информационные панели и профессиональные системы проецирования/распределения видеозображений. Конструктивное исполнение LFCSF-40 (6 x 6 x 0,75 мм), цена \$9.9 при мелкооптовом заказе (<http://www.analog.com/ru/audiovideo-products/video-amps/buffers/filters/ad8122/products/product.html>).



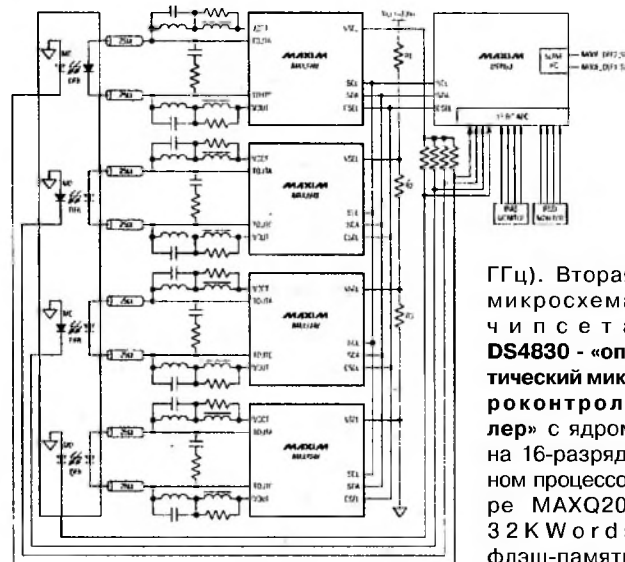
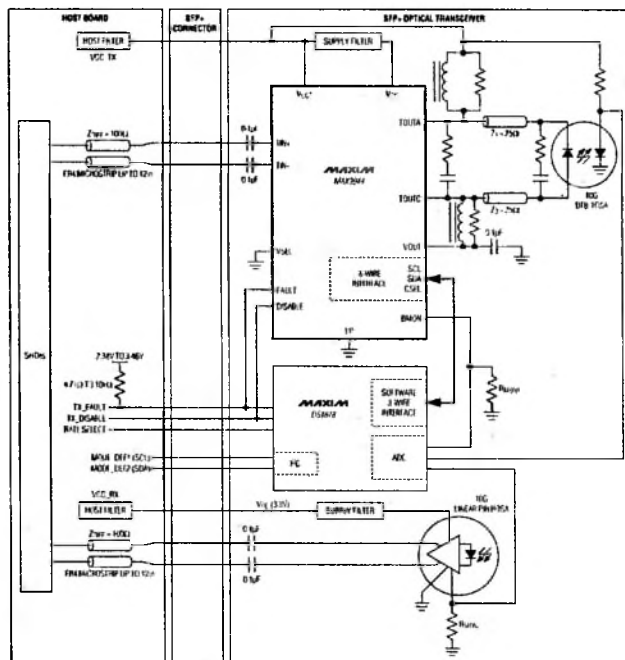
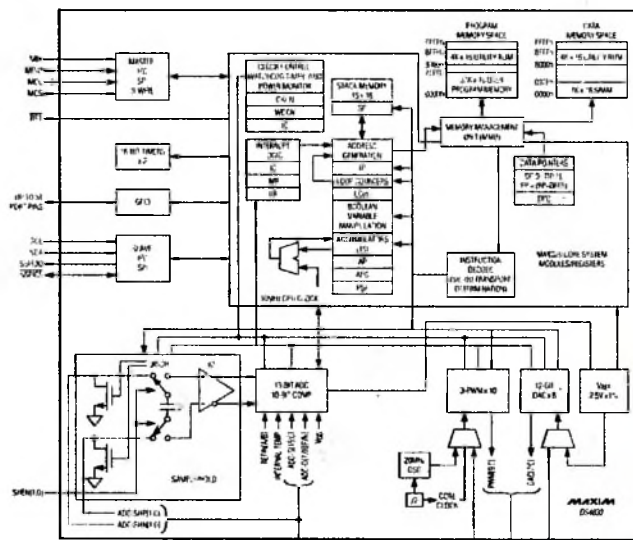
• **Mapa de Localização**



Выпуск нового **4-канального 40-гигабитного (40GBASE-LR4 QSFP+)** чипсета **Maxim Integrated** предложила корпоративным и прочим дата-центрам решение для оптических трансиверов (*XFP, SFP, SFP+, QSFP, 40G, 100G*) и дуплексеров/триплексеров (*GPON, 10GEPON, XPON OLT, ONU*), потребляющее всего 3,5 Вт мощности - это даже меньше, чем эксплуатируемые сегодня 10-гигабитные одноканальные (*SFP+*) решения предыдущего поколения. А на печатной плате новый чипсет с учетверенной производительностью занимает лишь в 1,5 раза больше площади. В основе чипсета лежит патентованный (номер **MAX3948 - лазерный драйвер** с запатентованным (номер **13/352.011**) прямооточным интерфейсом,



уменьшающим потери и вдвое сокращающим количество внешних согласующих элементов. Он способен на 5-омный лазерный модуль (*TOSA*) генерировать ток до 85 мА с шагом 210 мкА и временам нарастания (20% - 80%) 26 пс. Встроенный корректор позволяет компенсировать потери несогласованности с хост-контроллером на 0, 1, 3 или 5,5 дБ (на частоте 5,16



ГЦ). Вторая микросхема чипсета **DS4830** - «оптический микроконтроллер» с ядром на 16-разрядном процессоре MAXQ20, 32 K Words флэш-памяти и 4KWords

программным ОЗУ, 13-разрядным АЦП, 10 ЦАП и 10 ШИМ каналами, быстрым (1,6 мкс) 10-разрядным 16-канальным компаратором и аналоговым интерфейсом для внешних температурных сенсоров с разрешением 0,125 °С. Потребляя не более 16 мА, DS4830 обеспечивает калибровку, мониторинг и управление одновременно четырьмя драйверами MAX3948, каждый из которых способен работать с потоком данных 11,3 Гб/с, а весь чипсет, таким образом, удовлетворяет требованиям 4 x 10Gbps QSFP+. MAX3948 выпускается в корпусе TQFN-16 (3 x 3 x 0,75 мм), DS4830 - в TQFN-40 (5 x 5 x 0,75 мм), цена (>1000, FOB USA) соответственно \$5 и \$2,85 (http://www.maximintegrated.com/company/newsroom/pr_products/show.mvp/npk/1671).

Компания **Telit Wireless Solutions**, известный производитель модулей для рынка межмашинной связи (*M2M*) и *ГЛОНАСС/GPS* мониторинга, выпустила **ультра-компактный GPS-модуль Jupiter SE880** для применения в коммерческой деятельности, промышленности и при производстве мобильных устройств. Размеры модуля со-



НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ставляют всего 4,7 мм x 4,7 мм в форм-факторе LGA. SE880 основан на чипе *SiRFstarIV* и поддерживает *Satellite Based Augmentation System (SBAS)* – *WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN*. Система мульти-фильтров включает в себя не только ПАВ-фильтры, типичные для большинства GPS-приемников, но и 2,4 ГГц фильтры, которые способны устранить негативные последствия излучения таких источников радиопомех, как Wi-Fi хот-споты, Bluetooth системы и беспроводные телефоны, которые значительно ухудшают работу GPS приемника в условиях слабого сигнала. Модуль Jupiter SE880 содержит все необходимые компоненты для построения GPS-приемника. Для его работы требуется подключение только внешнего тактового генератора на 32 кГц, термокомпенсированного генератора (TCXO), антенны и подвода линий питания и NMEA. Для сложных систем имеется поддержка сохранения данных эфемерид во флеш-память вместо ранее применявшейся более дорогой и затратной памяти типа EEPROM. Потребляемый в Stand-by режиме ток колеблется от 50 до 500 мкА (http://www.telit.com/en/products/satellite.php?p_id=275&p_ac=show&p=129).



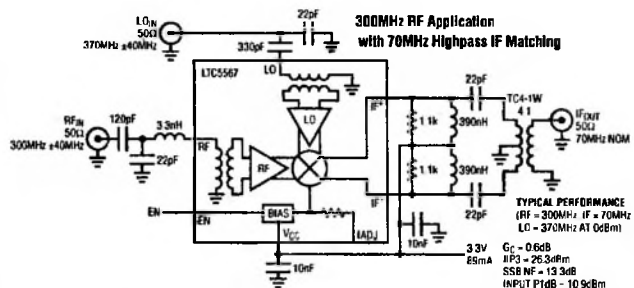
Wireless Cables Inc. выпустила Bluetooth адаптер **AIRCable Host XR3**, содержащий передатчик с увеличенной до 19,5 дБм мощностью и приемник чувствительностью -94 дБм, который со встроенной антенной расширяет зону Bluetooth связи с другими Bluetooth-устройствами примерно в 10 раз, при использовании для связи с аналогичным AIRCable адаптером внешней антенны с коэффициентом усиления 9 дБи - до 2 км, направленной внешней ан-



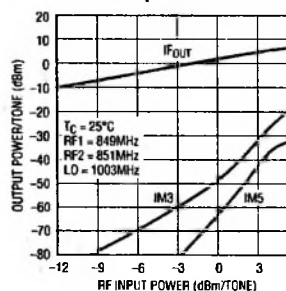
тенны с коэффициентом усиления 18 дБи - до 10 км, а специальной узконаправленной с коэффициентом усиления 24 дБи - до рекордных 30 км. Алюминиевый экранирующий корпус имеет размеры 70 x 57 x 15 мм, диапазон рабочих температур охватывает -40 ... +85 °С, питание через USB 5 В (300 мА), цена \$129 (<http://www.aircable.net/products/host-xr3-specs.php>).



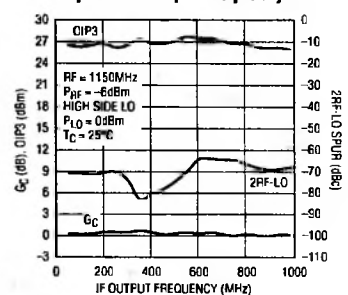
Linear Technology выпустила ИМС **LTC5567** - активный двойной балансный смеситель со сверхшироким диапазоном выходной ПЧ от 5 МГц вплоть до 2,5 ГГц. При коэффициенте преобразования 1,9 дБ он имеет низкий коэффициент шума 11,8 дБ на частоте 1950 МГц и высокую перегрузочную способность - до +29,6 дБм на этой же частоте. Диапазон частот сигнала на входе RF и гетеродина LO доходит до 4,5 ГГц, а выход ПЧ выполнен дифференциальным с



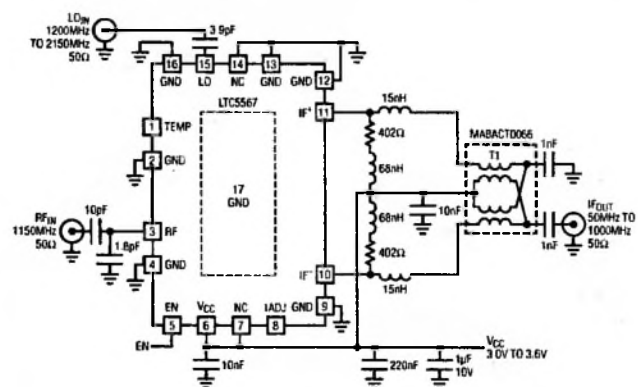
2-Tone IF Output Power, IM3 and IM5 vs RF Input Power



Conversion Gain, OIP3 and 2RF-LO Spur vs IF Output Frequency



CATV Downconverting Mixer with 1GHz IF Bandwidth



открытым коллектором (IF+, IF-) для улучшения подавления помех и упрощения широкополосного согласования. Питание 3...3,6 В (89 мА), конструктивное исполнение QFN16 (4 x 4 x 0,75 мм), цена в рознице \$9,29, мелком опте \$6,5 (<http://www.linear.com/product/LTC5567>).

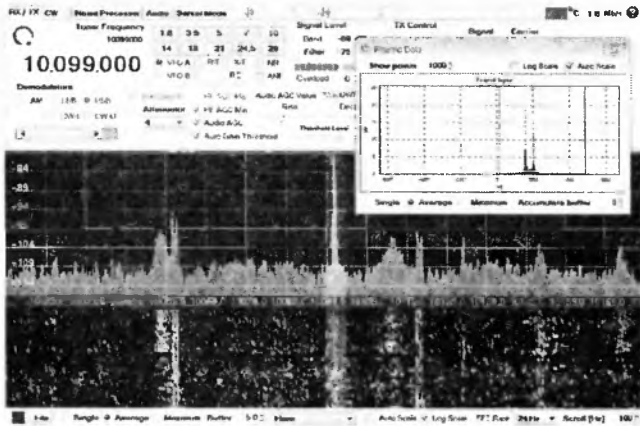
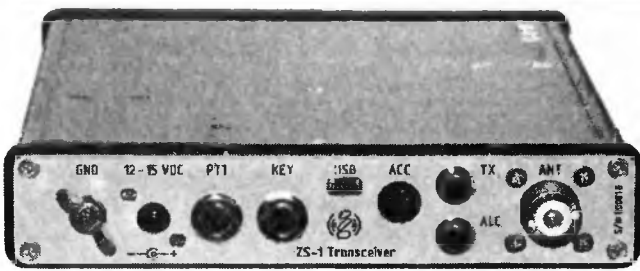


SDR трансивер КВ диапазона ZS-1 разработан в Санкт-Петербурге, использует современные технологии цифровой обработки сигнала и предназначен для радиолюбительских применений (<http://www.zs-1.ru/>). Прямое цифровое преобразование и прямой цифровой синтез (DDC/DUC), в сочетании со специально

разработанными аналоговыми цепями, позволили добиться высоких характеристик трансивера. Все возможности аппаратной части реализованы в постоянно развивающемся программном обеспечении ZeusSDR. На момент публикации вышел релиз **ZeusSDR v2.1**, в котором внесены следующие изменения. Полностью переработаны алгоритмы фильтрации сигнала - ширина фильтра регулируется в диапазоне от 50 Гц (режим CW) до 10 кГц (режим SSB). Коэффициент подавления в ближней зоне составляет не менее 100 дБ и более 130 дБ в дальней зоне. Также регулируется и крутизна скатов фильтра. До-



НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ



бавлен буфер сигнала длительностью 2,5 минуты - при помощи клавиатуры и мыши можно легко настроиться и прослушать любой сигнал, который присутствует на водопаде, и повторять его несколько раз. Добавлен режим «цифрового люминофора» с регулируемым послесвечением, благодаря чему повышается информативность спектра в условиях импульсных помех и при анализе коротких сигналов, есть возможность наблюдать слабый сигнал на фоне более мощного. Добавлена поддержка MIDI команд - функциями программного обеспечения и трансивера можно управлять при помощи любого MIDI устройства. Для связи с персональным компьютером используется интерфейс USB 2.0. В качестве элементов коммутации в приемном тракте использованы высоконадежные реле, которые не вносят искажений в принимаемый сигнал. Усилители высокой частоты выполнены на малошумящих транзисторах по двухтактной схеме и обладают низким коэффициентом шума и большим динамическим диапазоном по интермодуляции второго и третьего порядков (IP2, IP3). Семь высокодобротных фильтров, настроенных на любительские диапазоны частот, значительно уменьшают возможность перегрузки АЦП мощным внеполосным сигналом и повышают помехозащищенность приемного тракта в целом. Эти же фильтры используются для фильтрации выходного сигнала передатчика, обеспечивая высокое подавление гармонических и негармонических составляющих. Применение 16-разрядного АЦП LTC2217, работающего с частотой 100 МГц, позволило реализовать динамический диапазон приемного тракта 130 дБ. 14-разрядный ЦАП также работает с частотой 100 МГц и является окончательным звеном системы прямого цифрового синтеза. Выходной каскад усилителя мощности класса АВ построен по двухтактной схеме и обеспечивает в нагрузке мощность 15 Вт. Алгоритмы цифровой обработки сигнала (цифровые гетеродины, фильтрация и т.п.) реализованы в высокопроизводительной ПЛИС. В ней же реализовано управление элементами трансивера и интерфейс связи с персональным компьютером. При проектировании трансивера были учтены требования по электромагнитной совместимости - все важные узлы трансивера закрыты экранами, а сигнальные проводники проходят по внутренним слоям многослойной печатной платы. Все тепловыделяющие элементы имеют тепловой контакт с корпусом трансивера - отсутствуют локальные перегревы и повышается надежность и срок службы трансивера. Площади корпуса достаточно для отвода тепла при естественной конвекции воздуха. Общие характеристики ZS-1: интерфейс связи с ПК (переда-

ча данных и управление) USB 2.0; напряжение питания 12 - 15 В; потребляемый ток 0,5 А (прием); 4 А (передача); размеры 240x170x35 мм; масса 1,2 кг. Характеристики приемной части: диапазон рабочих частот 0,3 - 30 МГц; КСВН (вход не симметричный 50 Ом) не более 2,5; чувствительность -141 дБм (MDS, УРЧ включен), -135 дБм (MDS, УРЧ выключен); уровень блокирования внутри полосы пропускания при включенном УРЧ -22 дБм, то же при выключенном УРЧ -5 дБм; ИР2 (внутри полосы пропускания при выключенном УРЧ) 63 дБм; ИР3 (внутри полосы пропускания при выключенном УРЧ) 28 дБм; аттенюаторы: -14 (УРЧ), 0, 10, 20, 30 дБ; полоса приема 10, 20, 40, 100 кГц; полоса обзора: 160, 320, 800, 1600, 4000 кГц; динамический диапазон по побочным каналам приема 100 дБ; разрядность выходных отсчетов IQ (прием): 24, 32 бит. Характеристики передающей части: диапазон рабочих частот - все радиолюбительские диапазоны от 1,8 до 30 МГц; максимальная мощность выходного сигнала 15 Вт; уровень гармонических составляющих, не более -50 дБ; уровень не гармонических составляющих, не более, -78 дБ; полоса сигнала (передача), 10 кГц; разрядность отсчетов IQ (передача) 16 бит. Планируется производство трансиверов и в Германии с началом реализации в четвертом квартале (<http://ssb.de/pdfs/9370.pdf>). Ориентировочная стоимость около 1000 \$.



Фирма Alpha Amplifiers анонсировала новый 4-киловаттный автоматический антенный тюнер для любительских KB диапазонов (<http://www.rfconcepts.com/PRODUCTS/New-Products/>

Alpha4040). Его ориентировочная стоимость около 3000 \$. В настоящее время на сайте компании принимаются предварительные заявки на изготовление этих супер тюнеров. Структурно тюнер базируется на T-образном согласующем звене, состоящем из двух вакуумных конденсаторов и роликовой переменной индуктивности. В случае использования симметричного выхода на входе тюнера включается симметрирующий



балун, а общая шина согласующего звена отключается от заземления. Всей работой тюнера управляет встроенный микрокомпьютер под управлением ОС Linux. На передней панели установлен большой цветной графический ЖКИ с функцией сенсорной панели, который позволяет не только выводить информацию в графическом виде, например, диаграмму Смиты используемой нагрузки, но и управлять устройством посредством пользовательского меню. Автотюнер имеет следующие характеристики и функции. Диапазон рабочих частот от 1,8 до 30 МГц (все радиолюбительские диапазоны). Входная мощность 4000 Вт. Диапазон согласовываемых нагрузок: 30 - 2000 Ом (4 кВт), 20 - 2000 Ом (3 кВт), 10 - 2000 (2 кВт), 4 - 2000 Ом (1 кВт), 2 - 2000 Ом (600 Вт). Для управления тюнером предусмотрены порты: USB, Ethernet, CI-V и последовательный. Есть возможность подключения 4 антенн через коаксиальные разъемы SO-239, и одной - с симметричным питанием. Три линейных светодиодных индикатора на передней панели отображают значения прямой, обратной мощности и КСВ. Напряжение питания ~80...260 В, 50/60 Гц. Вес около 80 фунтов, размер 17.5"x7.5"x23.5".

Компания LTA Projects освоила выпуск надувных 10-метровых мачт для радиолюбителей (<http://ltaprojects.com/pressroom/HAMsk2full.jpg>). Вес такой мачты около 20 кг, а диаметр у

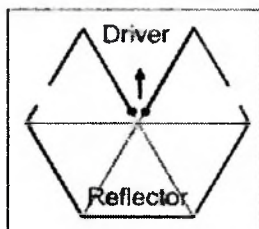


тиковых распорок, выполняет и функцию коаксиальной части фидера с пятью парами винтовых контактов, к которым присоединяются средние концы вибраторов. Антенна имеет следующие характеристики: входное сопротивление 50 Ом; максимальное усиление 5-6 дБи; отношение излучений фронт/тыл не менее 20 дБ; КСВ не более 2 на 20/17/15/12 метрах и в участке 28,0-29,3 МГц; подводимая мощность до 1500 Вт; радиус вращения 3,2 м; вес 6 кг; размер в упаковке 1,15х1,15х1,15 см. В связи с симметричной структурой, низким центром тяжести, малым весом и площадью ветровой нагрузки для вращения антенны могут использоваться дешевые поворотные устройства от телевизионных антенн.

основания 1,5 м. Она способна выдержать ветровую нагрузку до 30 миль/час и поднять антенну весом до 5 кг. Мачта комплектуется мощным воздуш-

ным насосом 110 В (9,5 А), которым она надувается всего за 40 секунд.

foldingantennas.com
ultra portable & lightweight antennas



Кристиан (DL1ELU) разработал и организовал производство легкой складной направленной 2-элементной антенны с изогнутыми элементами (<http://www.foldingantennas.com/gb/design.htm>), работающей на пяти радилюбительских диапазонах (20/17/15/12/10 м). За основу взята антенна Hexbeam конструкции G3TXQ (<http://www.karinya.net/g3txq/hexbeam/broadband/>), у которой вибратор

изогнут в виде М, а рефлектор - в виде U. Центральная вертикальная штанга кроме функции удерживания на растяжках проволочных элементов и их шести горизонтальных стеклоплас-



Учитывая, что, с одной стороны, самые бескомпромиссные двухтактные выходные каскады ламповых УМЗЧ выполняются с фиксированным смещением управляющей сетки (а не автоматическим смещением, спутником которого являются «толстые» шунтирующие электролиты в катодных цепях), а с другой, что именно такие схемы наиболее чувствительны к старению катодов, **Марк**

RS3, RS4 (по закону Ома они численно равны току, умноженному на 10, т.е., например, 600 мВ при токе 60 мА). Компаратор U4 сравнивает его с потенциалом, заданным резистором R15 на его втором входе (вывод 3) и в случае, если токи катодов V3, V4 в норме, формирует на входе умощняющего инвертора U6C логическую 1, что влечет за собой свечение зеленого светодиода D11 - «OK эмис-

сывает D8 «OK - нет разбаланса правого канала» или D7/D9, если разбаланс вышел за рамки допуска (причем, если больше «сдохла» V3, то светится D9, а если наоборот, V4, то - D7). Левая часть схемы **рис. 1**, ответственная за левый стереоканал, работает аналогично. Стабилизатор напряжения R13U8 формирует опорные 2,5 В, которыми питается делитель R14-R17. Настройка устрой-

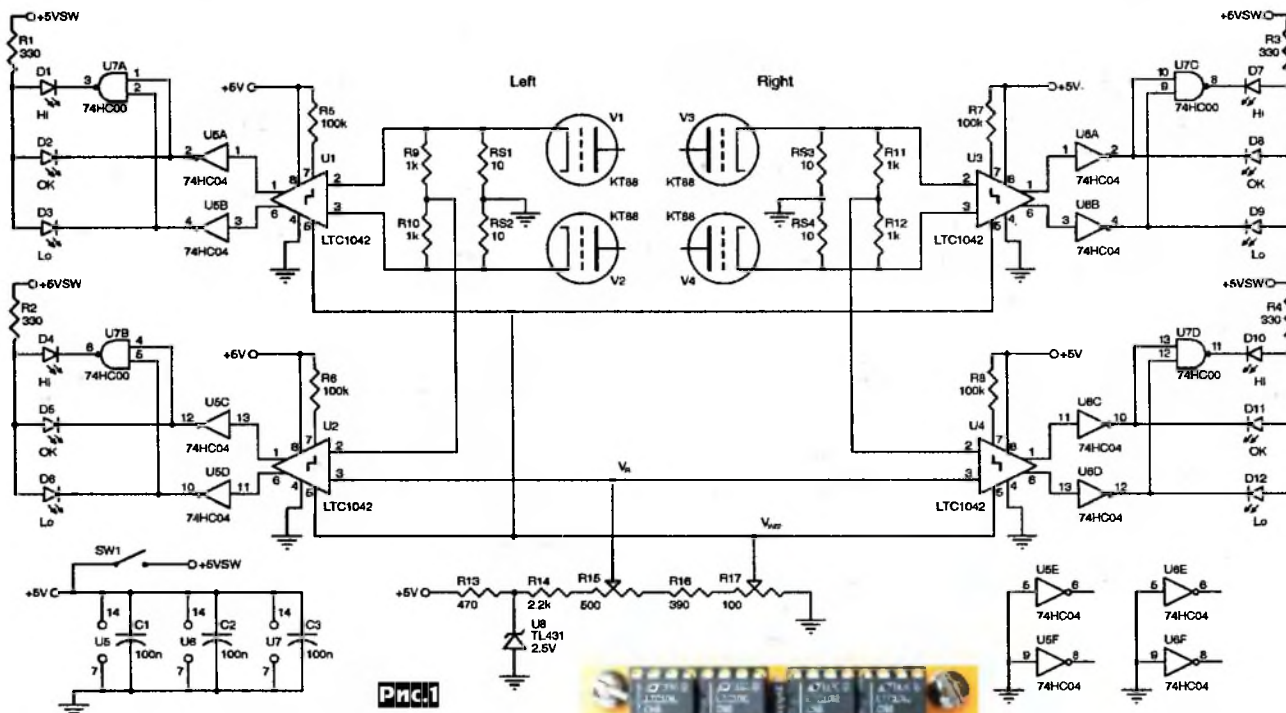


Рис.1

Дриджер считает совершенно необходимым оснащение усилителей **индикаторами**, сигнализирующими как о просто **недопустимой потере эмиссии катодов** (т.е. снижении начального тока катода), так и слишком большом разбалансе верхнего и нижнего плеча. Затратив несколько вечеров на изготовление такого устройства, вы навсегда избавитесь от маниакально-назойливой повинности периодического «тыканья» тестером в катодные резисторы-сенсоры тока. В предложенной Марком схеме (**рис. 1**) V1-V4 и RS1-RS4 - фрагменты катодных цепей выходных ламп (в данном случае KT88) типичного двухтактного стерео-УМЗЧ. Здесь U1-U4 - оконные (двухпороговые) компараторы (Linear Technology LTC1042), формирующие логическую 1 на выводе 1, если разность напряжений между входами 2 и 3 находится в заданных пределах («в окне»), и логическую 1 на выводе 6, если напряжение на входе 3 превышает верхнюю границу окна. Потенциал вывода 5 задает ширину окна. Резистивный сумматор R11R12 формирует на выводе 2 U4 потенциал, равный половине суммы падающих напряжений на катодных резисторах

сия правого канала». Если же токи катодов правого канала меньше или больше нормы, то будет светиться соответственно D12 или D10, оба красного цвета. Компаратор U3 просто сравнивает токи катодов V3, V4 и засве-



ства сводится к установке триммером R15 такого постоянного напряжения V_R (на его движке), которое численно в 10 раз больше начального тока катода выходных ламп (одной лампы); например, если $I_k=60$ мА, то $V_R=600$ мВ (измерить его можно обычным мультиметром). Аналогично тримм-

ером R17 устанавливают «окно» допустимых отклонений; например, если допускаяется разбаланс токов на ± 6 мА ($\pm 10\%$ номинального для нашего случая), то необходимо установить на движке R17 напряжение $V_{w/2}=60$ мВ (10% от $V_R=600$ мВ). Описанная схема удобна, если в схеме фиксированного смещения УМЗЧ предусмотрены общий для обоих плеч регулятор смещения *Bias* и регулятор баланса *Balance* - **рис. 2**. Если же фиксированное смещение регулируется раздельно для каждой лампы, как на **рис. 3**, то целесообразно изменить подключение оконных компараторов в соответствии с **рис. 4**. Даже не слишком опытным разработчикам не составит труда приспособить описанную схему и для мониторинга, например, анодных напряже-

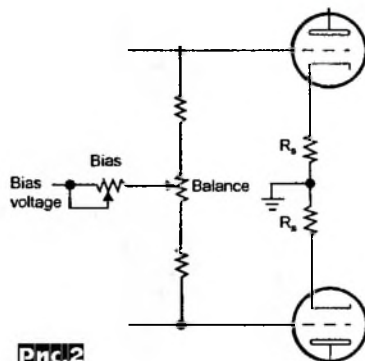


Рис.2

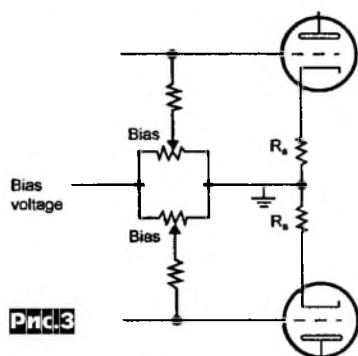


Рис.3

ний драйверов - достаточно сформировать адекватные высокоомные делители напряжения («AudioXpress» №7/2012, с. 12-17).

Как известно, пентоды обладают БОльшей крутизной (приращением тока анода на единицу приращения напряжения на управляющей сетке), чем триоды, но реализация их большого усиления зачастую упирается в невозможность создать достаточно большое сопротивление анодной нагрузки при реальных анодных напряжениях. Например, в типовой схеме рис.5 резистивного усилительного каскада с общим катодом на ВЧ пентоде 6AU6 (отечественный аналог 6Ж4П) для обеспечения рекомендуемого для работы посередине линейного участка ВАХ тока анода 5 мА с напряжением на аноде 60 В, равном половине

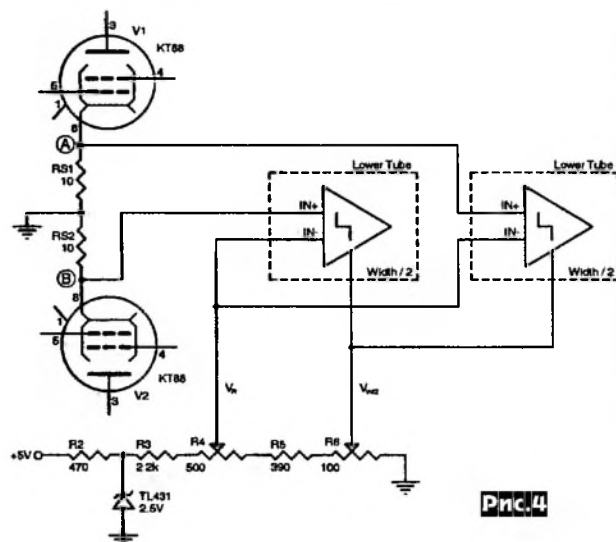


Рис.4

питающего 120 В (условие получения максимального размаха выходного напряжения), сопротивление резистора анодной нагрузки невозможно сделать существенно больше 12 кОм.

А это значит, то усилительные возможности пентода используются далеко не полностью, ведь его внутреннее анодное сопротивление в десятки раз больше - около 500 кОм, и 12-килоомный резистор шунтирует его в эти же десятки раз, обрезая коэффициент усиления. С крутизной пентода 6AU6 3,9 мА/В коэффициент усиления схемы рис.5 не дотягивает даже до 50, а рекомендованное изготовителем использование резонансных нагрузок в виде LC-контура (напомним,

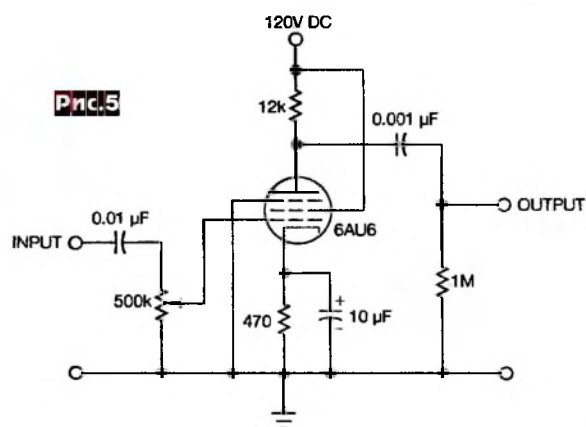


Рис.5

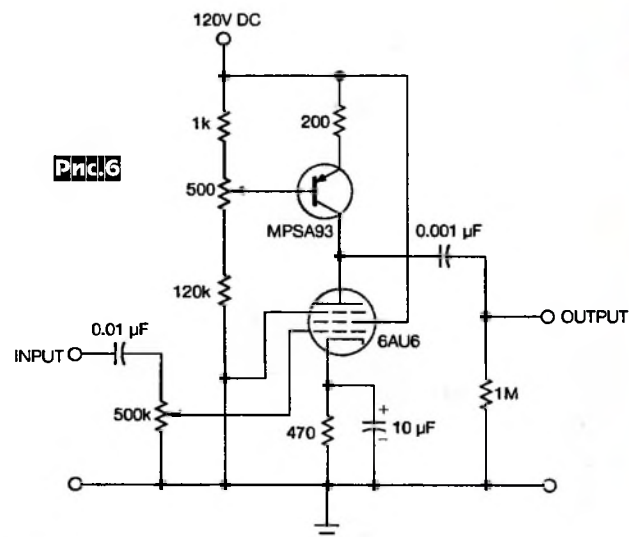


Рис.6

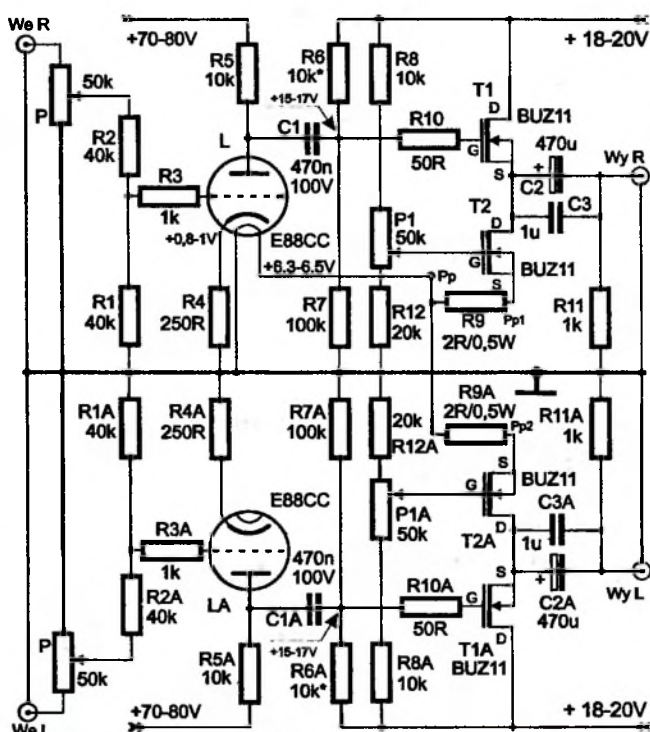


Рис.7



Что целевым назначением 6AU6 на момент его разработки был УВЧ радиоприемника для звуковых применений не годится. **Рассел Вильямс** не посчитал зазорным решить проблему усиления лампы с помощью активной нагрузки - генератора тока на транзисторе MPSA93 - **рис.6**. Поскольку транзистор в данном случае сам по себе не осуществляет никаких усилительных функций (база и эмиттер по переменному току фактически заземлены), то и никак не ухудшает линейности лампы. В то же время дифференциальное сопротивление со стороны коллектора достигает примерно 150 кОм, и пентод реализует коэффициент усиления около 450 - почти в 10 раз больше, чем у схемы **рис.5**. Для высокочувствительных ламповых каскадов Рассел считает схему **рис.6** более предпочтительной, чем двух-трехкаскадное соединение обычных каскадов, поскольку она создает существенно меньшие фазовые сдвиги как на нижней, так и на верхней границах рабочего диапазона. Триммером в цепи базы транзистора при налаживании устанавливаются на аноде пентода 60 В («EDN» №12/2012, с. 47).

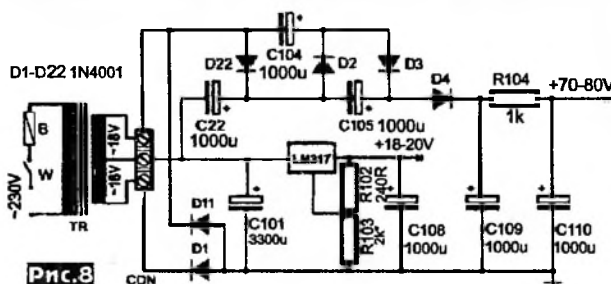
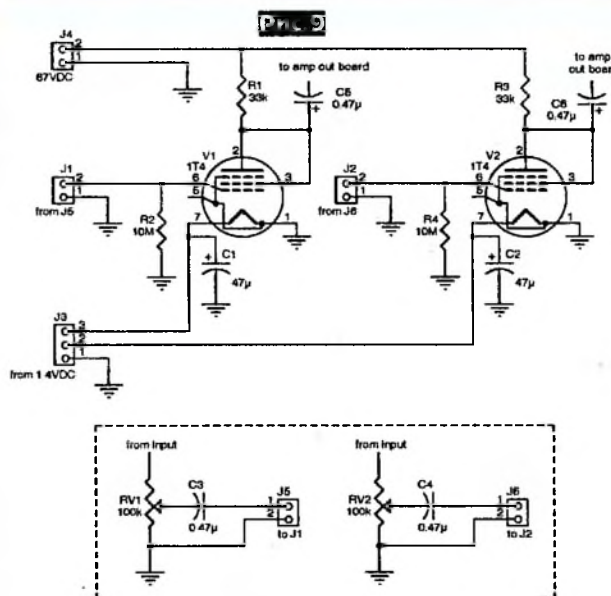
Станислав Жасч аудиофильский телефонный УМЗЧ (**рис.7**) собрал на двойном триоде L/LA E88CC (отечественный аналог 6Н23П), выполняющем функции усилителя напряжения, и истоковом повторителе на полевом транзисторе T1, работающем в режиме класса А благодаря генератору тока (150 мА) в цепи истока, собранному на аналогичном полевом транзисторе T2. Автор считает, что благодаря очень большому входному сопротивлению истоковый повторитель справляется с задачей согласования высокого выходного сопротивления лампового каскада с низким сопротивлением нагрузки (16...32-омные наушники) не хуже, чем трансформатор. Ввиду того, что ток накала триода (около 300 мА) приблизительно равен сумме токов истоков транзисторов T2 и T2A (150 + 150 мА), автор оригинально решил использовать цепь накала лампы в качестве балластного резистора генераторов тока. Разумеется, при этом собственно накал осуществляется постоянным током (бонус - не создается избыточного фона), причем вообще без дополнительных цепей накала в блоке пи-

тания. В связи с тем, что при использованной в данном случае однополярной схеме питания нагрузка подключается через разделительный электролитический конденсатор большой емкости C2, с целью предотвращения нежелательных артефактов он зашунтирован пленочным конденсатором C3. Сетевой блок питания (**рис.8**) выполнен на основе мало-мощного (ок. 15 Вт) понижающего трансформатора с вторичной обмоткой напряжением 2x18 В на ток 0,5...0,8 А. Интегральный стабилизатор LM317 формирует питание транзисторной части усилителя, а умножитель напряжения на диодах D22D2-D4 и П-образном сглаживающем фильтре C109R104C110 формирует анодное напряжение для триодов. Транзисторы и стабилизатор охлаждаются небольшими ребристыми радиаторами. Налаживание сводится к подбору сопротивления резисторов R6, R6A так, чтобы постоянные напряжения на затворах транзисторов T1, T1A составляли +15...17 В и затем установке триммерами P1, P1A равных постоянных напряжений 7...7,2 В в контрольных точках Pp1 и Pp2 (истоках T2, T2A) относительно земли после прогрева лампы в течение нескольких минут («Elektronika dla Wszystkich» №9/2012, с. 58-59).

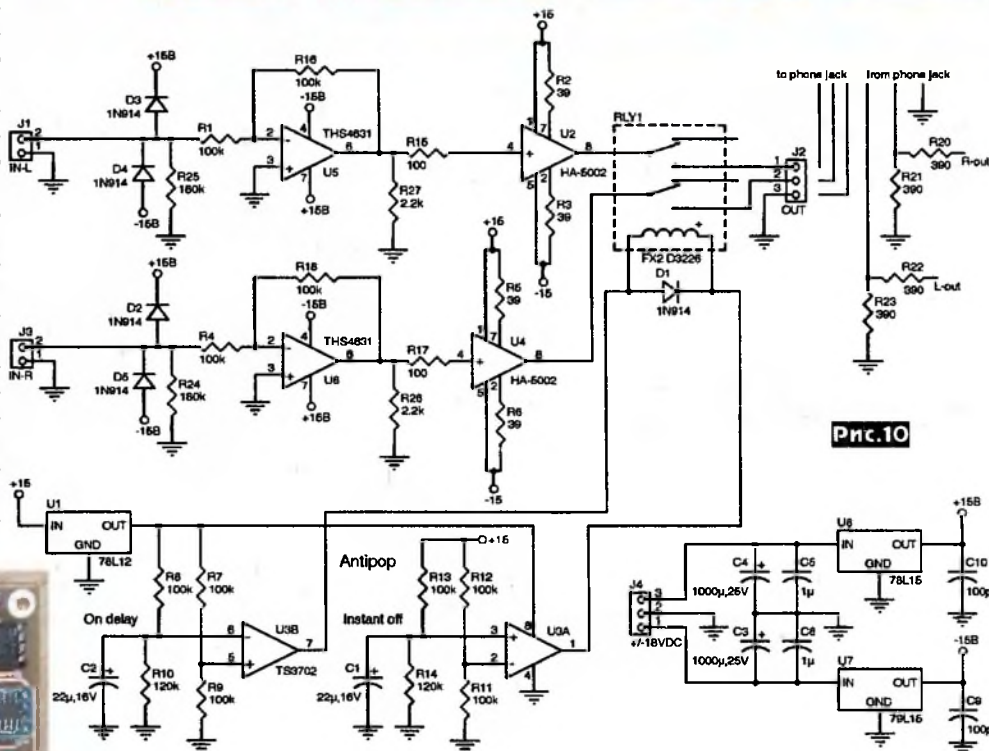
Выбор 1Т4 (отечественный аналог 1К1П) во входном каскаде (**рис.9**) своего аудиофильского телефонного усилителя Роберт Нэнс Ди обосновывает тем, что этот прямоточный пентод, разработанный для

разработанный для УВЧ батарейных переносных радиоприемников дотранзисторной эпохи, по его мнению обеспечивает более живое, «воздушное и непосредственное» звучание, чем двойные триоды косвенного накала ECC82/83/88 (6Н1/2/

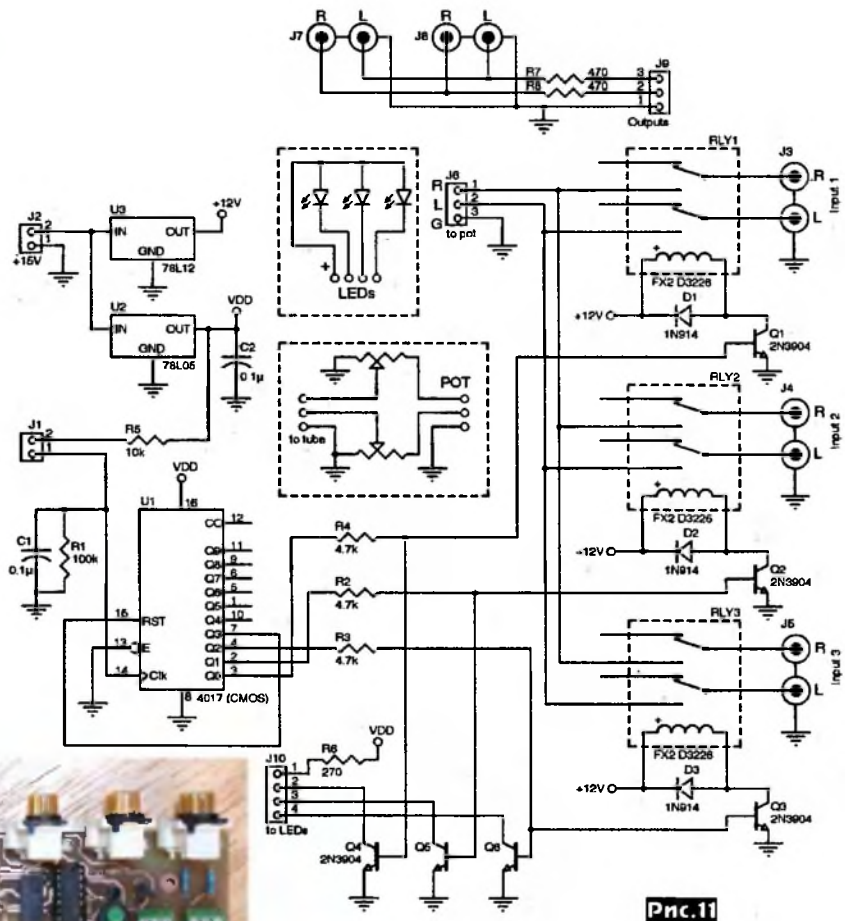
23П). Возможно, это связано с тем, что прямоточный катод не является эквипотенциальным (в отличие от поверхности катодов косвенного накала) и поэтому ВАХ лампы сглажены. Во всяком случае, 1Т4/1К1П даже официально называется «ВЧ пентод с удлинённой характеристикой». Интересно и то, что небольшое (-0,4 В) «эффективное» смещение на управляющей сетке создается без каких-либо дополнительных катодных резисторов именно из-за разности напряжений на правом по схеме (0 В) и левом (+1,4 В) выводах накала, осуществляемого, разумеется, постоянным током. Кстати, не перепутайте полярность напряжения накала - пентод перейдет в режим насыщения с положительным смещением управляющей сетки! Коэффициент усиления каскада - около 15 дБ. С анодов звуковой сигнал через разделительные конденсаторы C5, C6 поступает на плату выходных усилителей тока **рис.10**. Здесь инверторы на ОУ U5, U6



с входами на полевых транзисторах обеспечивают, во-первых, согласование высокого выходного сопротивления пентодных усилителей напряжения с низкоомной нагрузкой (выходы этих ОУ можно использовать как линейные выходы, если не подключать головные телефоны), а также компенсируют инвертирование фазы сигнала входным каскадом УН с общим катодом (т.е. все устройство не изменяет фазы звукового сигнала). U2 и U4 - мощные повторители напряжения - усилители тока (выходной ток до 200 мА, выходное сопротивление 3 Ома, входное 3 МОм), хорошо зарекомендо-



вавшие себя как телефонные драйверы в других конструкциях Роберта (см., например, линейный усилитель рис. 11 на с. 30, 31 «РХ» №3/2012). Благодаря исчезающе малому смещению нуля ОУ U5, U6 и двухполярному питанию в рассматриваемой схеме рис. 10 входы HA-5002 соединены с выходами ОУ гальванически, т.е. без разделительных конденсаторов и делителей смещения, в результате получены отличные АЧХ и ФЧХ на НЧ и снижен уровень помех. Компараторы U3B, U3A с интегрирующими цепочками R8R10C1, R13R14C1 обеспечивают бесщелчковое включение/выключение путем соответственно задержки замыкания контактов реле RLY1 (через которое к выходу подключаются головные телефоны) на время переходных процессов при подаче питания и наоборот, мгновенного размыкания до выхода из штатного режима при выключении. Схема платы входных/выходных разъемов приведена на рис. 11. Десятичный счетчик с дешифратором U1 при замыкании контактов разъема J1 внешней кнопкой последовательно (по кругу) замыкает пары ключей Q1Q4, Q2Q5, Q3Q6, обеспечивая последовательный перебор входов Input 1, Input 2, Input 3, подключаемых ко входу УН (регулятору громкости RV1, RV2 на рис.9) электромагнит-

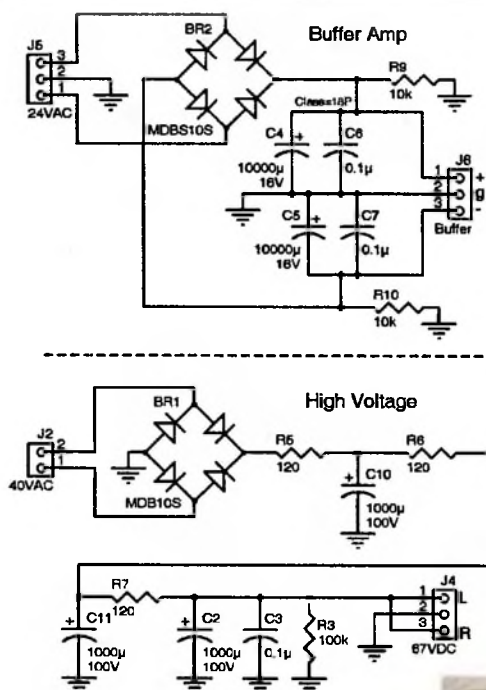


ДАЙДЖЕСТ

АЧХ 5 Гц ... 100 кГц, коэффициент гармоник 0,2% («AudioXpress Glass Audio» №5/2012, с. 17-22).

Иржи Алмазны на основе идей аудиоусилителей строителей 80-х годов прошлого столетия, отработавших конструкторские решения **УМЗЧ с выходными каскадами на мощных МОП-транзисторах** с т.н. вертикальной структурой (SiPMOS фирмы Siemens), на новом витке эволюции схемотехники решил применить современные n-канальные HEXFET транзисторы International Rectifier **IRFP140**,

обладающие существенно лучшими характеристиками (180 Вт, 100 В, 31 А, 0,055 Ом, 14 См, 1275 пФ) при более чем умеренной цене \$3 за пару. И если (см. **рис. 13**) входной дифференциальный каскад на транзисторах T1, T2 с генератором тока T3, пассивным радиочастотным ФНЧ R4C11 и цепью общей ООС R7C2R6C1 до боли знаком всем аудиофилам, то во втором каскаде есть на что положить глаз. T5, T6 с генератором тока T4 не просто дифкаскад усилителя напряжения с главным полюсом коррекции АЧХ (задан конденсаторами C7, C8), это еще и драйвер выходного двухтактного



ными реле RLY1-RLY3, с соответствующей индикацией светодиодами LEDs, расположенными на лицевой панели. Схема блока питания показана на **рис. 12**. Он формирует отдельные для правого и левого каналов накальные стабилизированные (U1, U2) напряжения 1,4 В Filaments, общие для обоих каналов нестабилизированное анодное +67 В High Voltage и двухполярное ±18 В для питания выходной платы Buffer Amp. Уже на самой выходной плате **рис. 10** предусмотрены интегральные стабилизаторы U1, U7, U8, кондиционирующие питание остальных микросхем. Вся конструкция



обошлась автору в \$75, а ее звучание по его мнению не уступает лучшим High-End устройствам с ценой на порядок больше. Объективно измеренные параметры:

Рис. 12

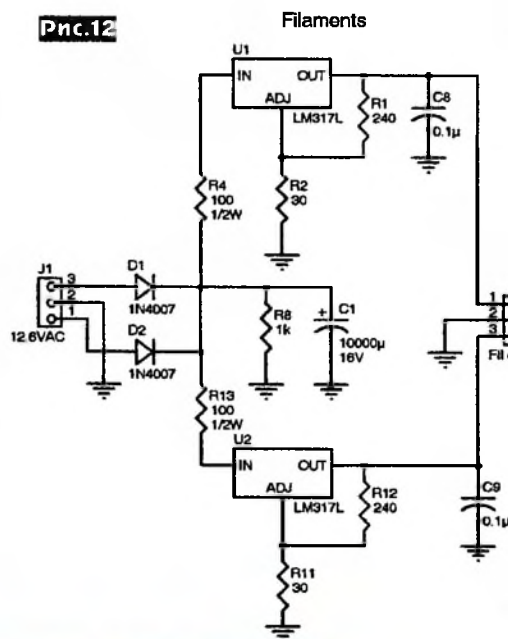
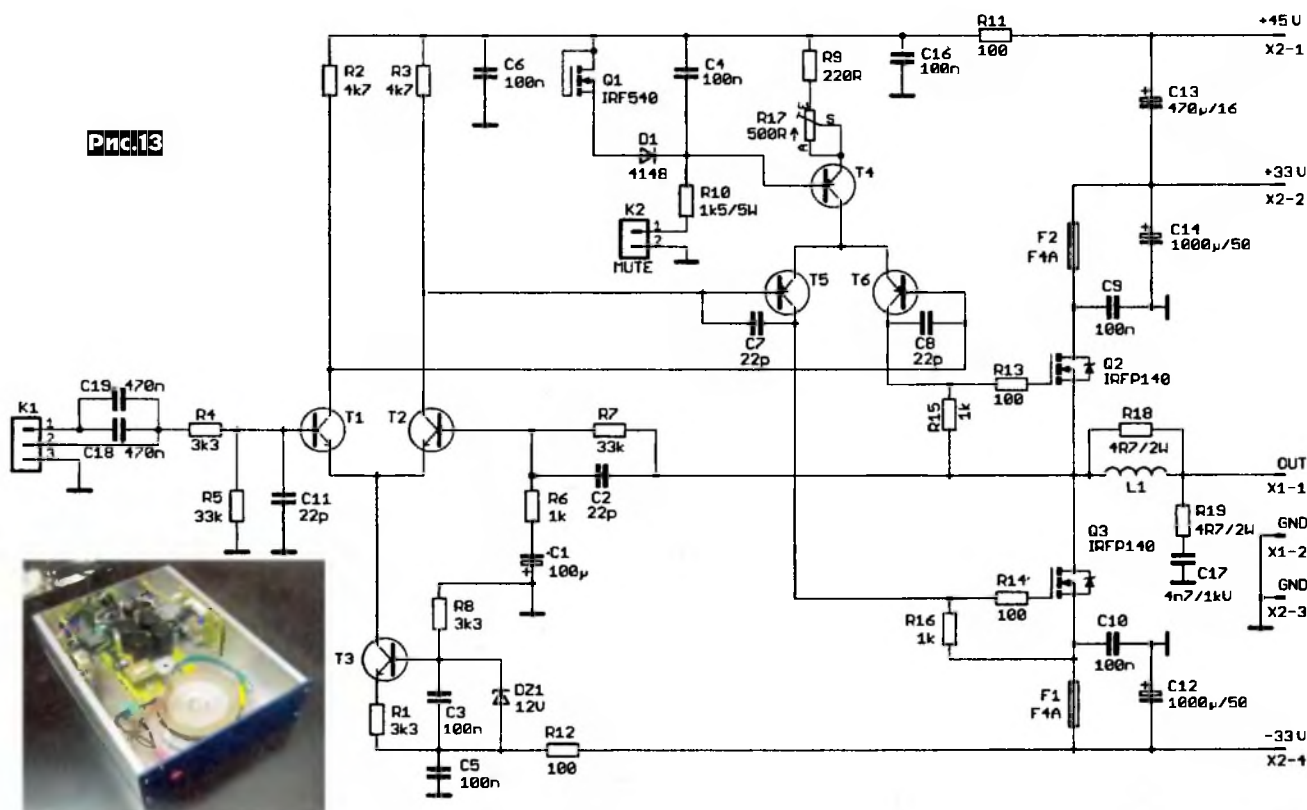


Рис. 13



каскада на однотипных полевых Q2, Q3, да к тому же еще и термостабилизатор режима выходных транзисторов с возможностью быстрого перехода в ждуще-приглушенный режим. Но давайте «есть этого вкусного слона по частям». Во-первых, в режиме покоя ток коллектора T4 поровну распределен между T5 и T6 и поэтому создает на резисторах R16, R15 равные напряжения смещения, приложенные между затворами и истоками соответственно Q3 и Q2. С другой стороны, ток эмиттера T4 (его можно считать равным току коллектора) равен сумме напряжений на резисторах R17 и R9, деленной на сумму сопротивлений этих резисторов (закон Ома в чистом виде). А в связи с тем, что диод D1 расположен в непосредственной близости с транзистором T4 (т.е. оба имеют одинаковую температуру), падение напряжения на открытом диоде и эмиттерном переходе T4 компенсируют друг друга. Значит, напряжение на резисторах R17 и R9 в точности равно напряжению на полевом транзисторе Q1, и поскольку он точно такой же, как и выходные Q2, Q3 (как по типу, так и по температуре, поскольку все три смонтированы рядом на одном радиаторе), то описанные элементы формируют теоретически идеальную петлю термостабилизации режима выходного каскада. Здесь самое время упомянуть, что нижний по схеме вывод резистора R10 можно считать заземленным - он через разъем K2 (и ключевые транзисторы T1/T2 блока питания - рис. 14, но о нем позднее) в штатном режиме соединен с общим проводом. По второму каскаду осталось дополнить, что начальный ток стока транзисторов выходного каскада триммером R17 при налаживании устанавливают равным 100 мА. Выходной двухтактный каскад выполнен на однотипных (в смысле не комплементарных) транзисторах и поэтому асимметричен: Q2 работает в режиме с общим стоком (т.е. истоковым повторителем - чисто усилителем тока), а Q3 в режиме с общим истоком (т.е. усилителем и тока, и напряжения). Впрочем, из-за линейзирующего действия довольно глубокой общей ООС (поступает через R7C2R6C1 на базу T2) проблем с нелинейностью при малых и средних уровнях сигнала не возникает. А для того, чтобы избежать недооткрытия Q2 на максимуме положительной полуволны выходного напряжения, второй каскад (драйвер) питается повышенным напряжением 45 В, с двукратным запасом ($45\text{ В} - 33\text{ В} = 12\text{ В}$) перекрывающим напряжение затвор-исток полностью открытого Q2 (для тока стока 20 А это, как следует из семейства выходных характеристик IRFP140, примерно 5,5...6 В). R18L1 и R19C17 - стандартные цепочки, предотвращающие потерю устойчивости при

работе на емкостную нагрузку. На рис. 14 изображена схема блока питания. Здесь собственно мощный двухполярный выпрямитель M1C1C2C9C11 и 12-вольтовый «насадок» на интегральном стабилизаторе IO1 формируют питание выходного каскада $\pm 33\text{ В}$ и входных каскадов $\pm 45\text{ В}$. Транзисторные ключи T1, T2 благодаря относительно медленному заряду конденсатора C4 через резистор R1 сразу после включения питания остаются закрытыми, поэтому резисторы R10 схемы усилителя (рис. 13) «висят в воздухе», а второй и выходной каскады УМЗЧ остаются некоторое время (около двух секунд) обесточенными. Затем C4 заражается до напряжения, достаточного для открывания ключей T1, T2 и усилитель плавно, без щелчков переходит в рабочее состояние - ведь к этому времени переходные процессы установления всех напряжений питания уже завершены. При выключении питания форсированный разряд C4 через диод D2

с выражением $K_u = 1 + R7/R6$, входное сопротивление 36 кОм, коэффициент демпфирования 200, АЧХ при полной выходной мощности 20 Гц ... 60 кГц, малосигнальная ($<12\text{ Вт}$) 7 Гц ... 200 кГц («Prakticka elektronika Amaterske Radio» №7/2012, с. 25 - 28 *).

Когда Дэвиду Абиньери для системы отопления потребовался **мощный вентилятор, начинающий нагнетать теплый воздух от радиатора в теплицу** при понижении температуры ниже заданного порога (от 60 до 75 градусов по Фаренгейту - от 15 до 24 °C), то он решил приспособить для этого 12-вольтовый 150-ваттный электродвигатель с вентилятором от автомобиля, а **Рассел Кинкэйд предложил схему системы авторегулирования**, изображенную на рис. 15. На одной половине спаренного интегрального таймера IC1A собран задающий генератор частотой около 3 кГц, а на второй IC1B - широтно-импульсный модулятор (ШИМ), выход которо-

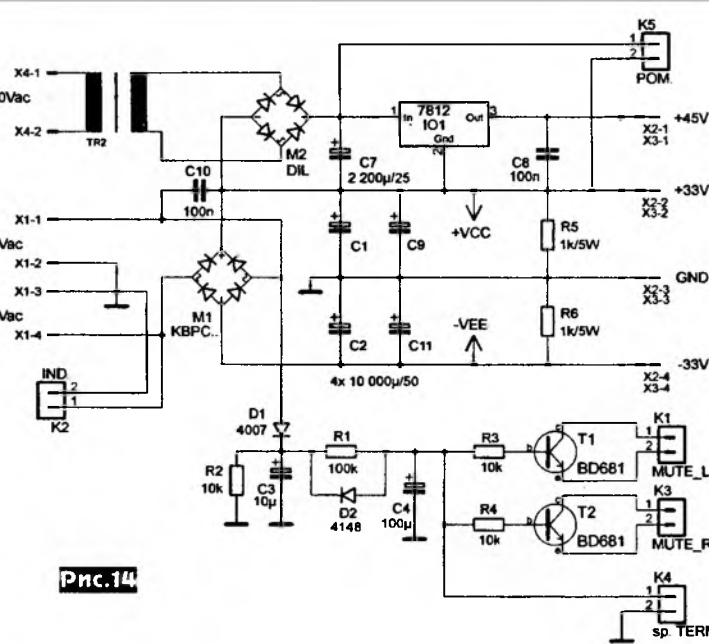


Рис.14

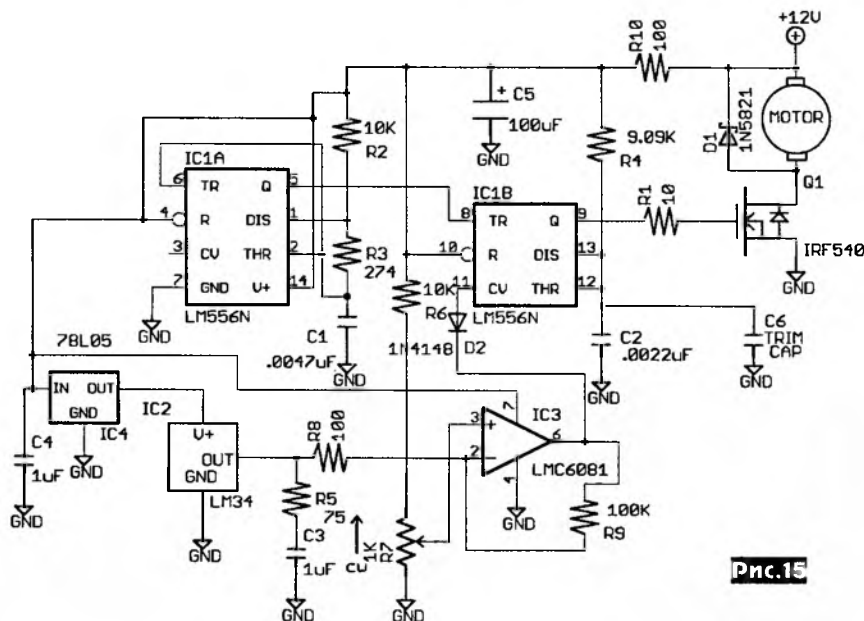
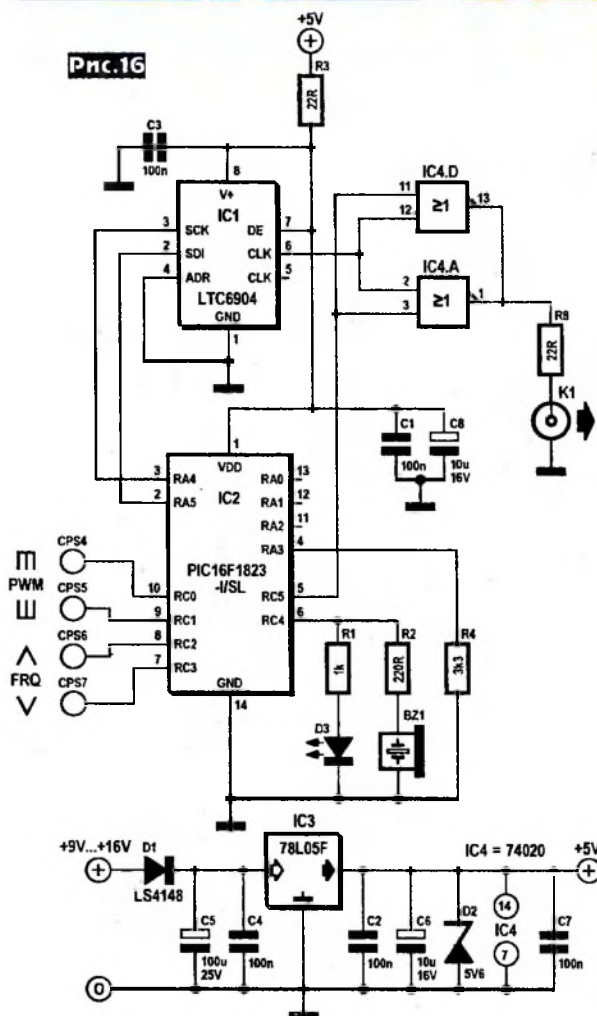
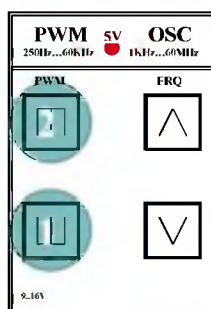


Рис.15



PWM mode



OSC mode

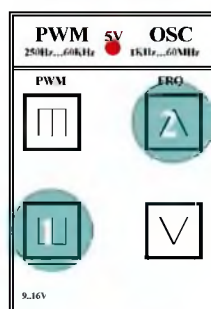


Fig. 17

го через мощный ключ на полевом транзисторе Q1 управляет частотой вращения электродвигателя MOTOR. Датчик температуры на ИМС IC2 формирует на своем выходе постоянное напряжение, пропорциональное температуре окружающего воздуха, выраженное в градусах Фаренгейта с коэффициентом 10, т.е., например, 600 мВ при температуре 60 °Ф. Фильтр R5C3 сглаживает возможные помехи при удаленном расположении датчика от остальной схемы и соединении незранированной парой проводов. Инвертирующий УПТ на ОУ IC3 одновре-

менно сравнивает напряжение датчика с пороговым, задаваемым триммером R7, и при чрезмерном понижении температуры так (через диод D2) изменяет напряжение на управляющем входе IC1B, чтобы увеличение ширины импульсов ШИМ привело к увеличению частоты вращения вентилятора и подогрело воздух в парнике. Диод D2 предотвращает нештатное превышение напряжения на выводе 11 IC2B уровня $\frac{2}{3}$ напряжения питания, при котором нарушается штатная логика работы интегрального таймера («Nuts & Volts» №9/2012, с. 21, 22).

Питер де Брюйн предложил схему простого генератора-пробника (рис. 16), охватывающего диапазон частот от 250 Гц до 60 МГц и удобного для тестирования разнообразных устройств. Он может работать в режиме меандра (OSC) с частотой от 1 кГц до 60 МГц или режиме ШИМ (PWM) с частотой от 250 Гц до 60 кГц (последний очень удобен для проверки диммеров, преобразователей напряжения и т.п.). Микроконтроллер IC2 производит опрос сенсорных кнопок CPS4-CPS7, посредством которых выбираются режимы, частоты и глубина ШИМ, и вырабатывает управляющие коды, передаваемые по I²C шине в ИМС IC1 (программируемый генератор Linear Technology

наводится в режим меандра частотой 10 кГц. При этом частоту можно увеличивать/уменьшать сенсорными кнопками CPS6/CPS7. Одновременное нажатие кнопок CPS4 и CPS5 (рис. 17) переводит устройство в режим ШИМ, в котором частоту можно изменять кнопками CPS6, CPS7, а ширину импульса - кнопками CPS4 и CPS5. Для возврата в режим меандра необходимо одновременно нажать кнопки CPS5 и CPS6 или выключить-включить питание. Прошивка микроконтроллера вместе с исходным программным кодом на ассемблере доступны по адресу <http://www.elektor.com/magazines/2012/September/low-cost-60-mhz-sig-gen.2235956.lynkx?tab=4> - архивный файл 120111.zip размером 12 КБ («Elektor» №9/2012, с. 47).

Плавную непрерывную перестройку частоты радиочастотных LC генераторов обычно осуществляют конденсатором переменной емкости (КПЕ). Но при снижении частоты ниже 100 кГц такой подход не годится, т.к. требует использования КПЕ емкостью в нанофарады, физически не реализуемых. Бурхард Каинка, попробовав заменить в схеме скачкообразного (56,9 кГц / 26,2 кГц) изменения частоты рис. 18 переключатель S1 на переменный резистор - рис. 19, убедился, что она остается работоспособной, но с некоторыми ограничениями - R1 позволяет плавно изменять частоту в диапазоне порядка 2:1, например, от 34 до 55 кГц. При слишком боль-

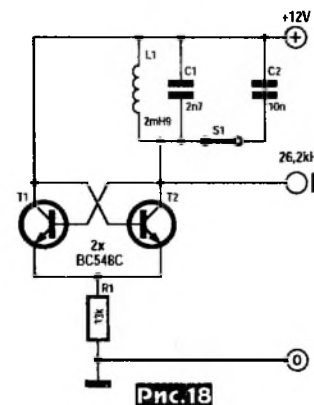


Fig. 18

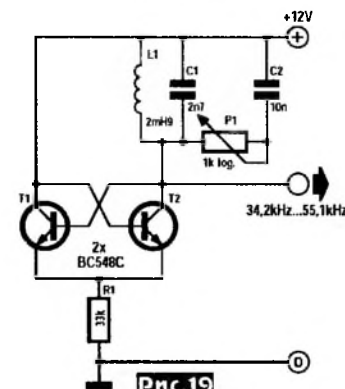


Fig. 19

шой разнице между емкостями С2 и С1 в среднем положении движка резистора Р1 резистивные потери нарастают настолько, что срывают генерацию. Еще нюанс: для более-менее плавной регулировки частоты переменный резистор должен быть с логарифмической зависимостью сопротивления от угла поворота оси («Elektor» №7-8/2012, с. 43, 44).

На **рис. 20** изображена схема предложенного **Вальтером Грэм** оригинального **ВЧ-пробника - приставки к мультиметру**. Если последний включить в режим омметра, то генерируемого постоянного тока оказывается достаточно, чтобы запитать усилитель на германиевом транзисторе AF139 (приблизительный отечественный аналог ГТ346Б/В), смещение на базу которого поступает через 10-килоомный резистор с катода германиевого диода ОА91. Переключателем омметра подбирают такой диапазон измерения, при котором он показывает почти полную шкалу. При появлении на базе транзистора даже небольшого радиочастотного сигнала частотой до 150 МГц индицируемое мультиметром «сопротивление» будет уменьшаться, чего вполне достаточно для обнаружения «возбуда» или избыточных помех от цифровых устройств и импульсных блоков питания. Автор, например, обнаружил своим прибором самовозбуждение УМЗЧ на ИМС LM386 в диапазоне коротких волн. Для повышения чувствительности к концу щупа - медного провода целесообразно припаять небольшой (1 x 2 см) флажок из медной или бронзовой фольги (**рис. 21**), а затем изолировать флажок, например, скотчем.

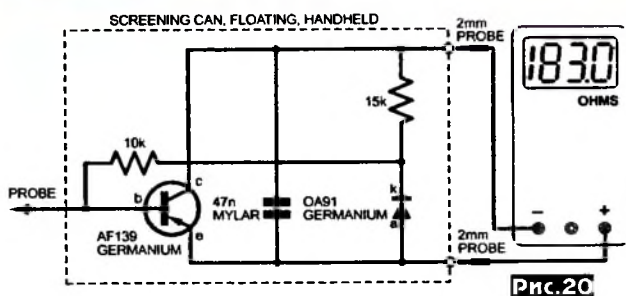
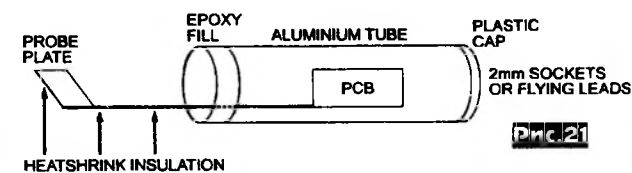


Рис.20



Pnc.21

Такой вариант щупа позволяет локализовать «звещающую» дорожку на печатной плате, «дырку» в экране и т.п. («Everyday Practical Electronics» № 10/2012, с. 59).

Приемник-пеленгатор для «Охоты на лис» конструкции РАОНРХ собран всего на трех микросхемах и двух транзисторах и работает в телеграфном участке 80-метрового диапазона от 3497 до 3607 кГц (**рис. 22**). На IC1 (TCA440) собраны УВЧ, гетеродин, смеситель, УПЧ и АРУ. Входной контур L2C6-C9 настроен на середину диапазона 3550 кГц. Частотозадающая цепь гетеродина состоит из D1, L3, C10-C12, C28. Перестройка гетеродина от 3042 до 3152 кГц обеспечивается потенциометром R6 путем изменения смещения на варикапе D1. Основную селекцию сигналов на ПЧ=455

2mm PROBE

2mm PROBE

PLASTIC CAP

2mm SOCKETS OR FLYING LEADS

Рис.20

Рис.21

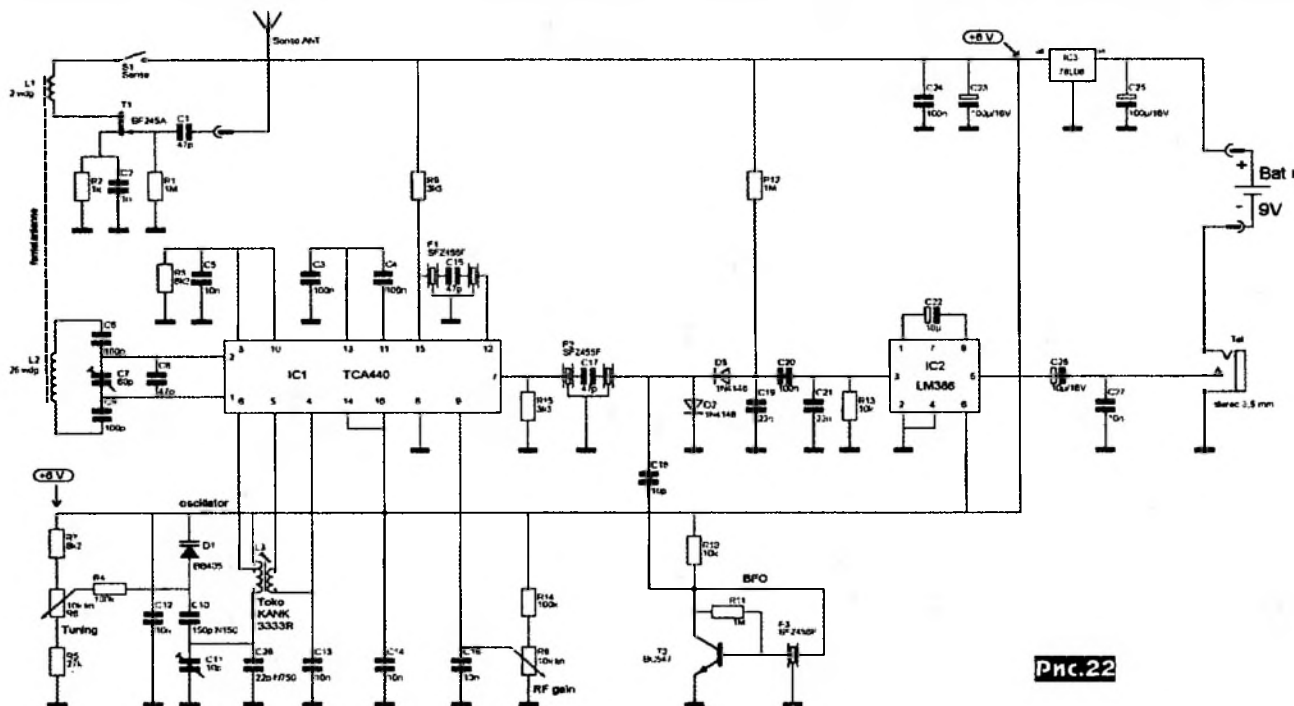


Рис.22

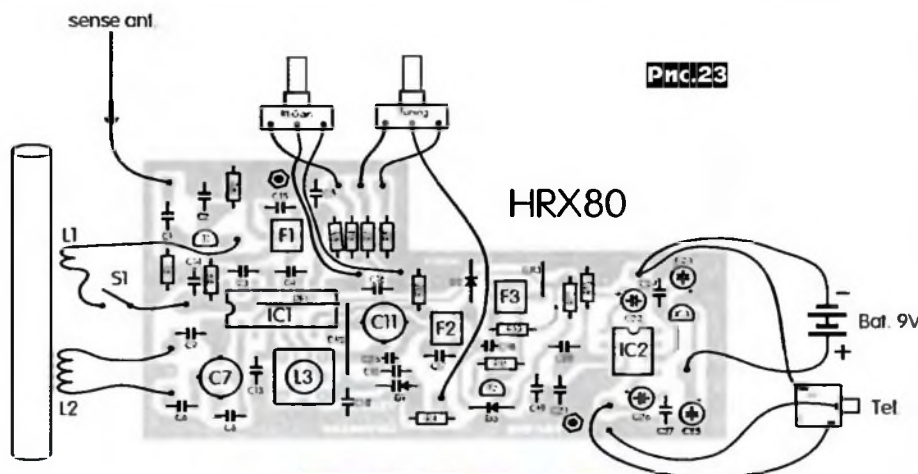


Рис.23



Рис.24



Рис.25

виях большого уровня помех. (Примечание редактора: такие устройства, включенные на входе SDR приемников, также помогут улучшить их динамические характеристики.). Основой его схемы (рис.26) является регенеративный каскад на двухзатворном полевике VT1, режим которого необходимо установить с помощью R1

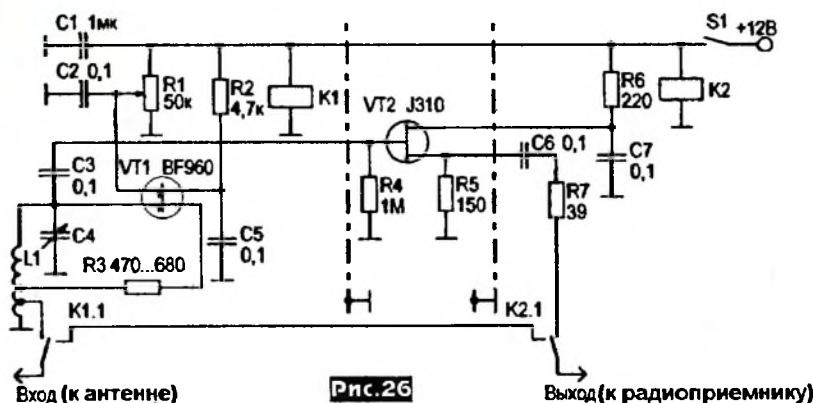


Рис.26

се диаметром около 6-7 мм с ферритовым сердечником и экраном 12х12 мм. Первичная обмотка состоит из 55 витков (отвод от 14 витка сверху по схеме), а вторичная - из 14 витков. Обе обмотки наматываются эмалированным проводом диаметром 0,3 мм. Вместо ТСА440 можно использовать А440, UL1203 или 174ХА2. Приемник питается от 9-вольтовой батареи через стабилизатор IC3 на 6 В. Он собран на печатной плате размером 100х50 мм (рис.23) которая размещена в металлическом корпусе 120х65х40 мм, а магнитная антенна вынесена за пределы корпуса в ПВХ трубке 123х16 мм, как показано на рис.24. Монтаж приемника показан на рис.25 («Сwiat Radio» №6/2012, с.52-53 *).

Опубликованный в сентябрьском номере журнала «Радиомир. КВ и УКВ» преселектор на основе умножителя добротности контура предлагается использовать для повышения реальной избирательности приемников в усло-

на пороге генерации. В этом случае происходит компенсация потерь в контуре L1C4 и его добротность повышается в сотни раз, и, соответственно, уменьшается полоса пропускания. Отвод у катушки L1 для организации положительной ОС делают от 1/4 ее витков, а отвод к антенне подбирают экспериментально по началу ухудшения чувствительности устройства в режиме большой добротности контура. На выходе умножителя добротности применен истоковый повторитель VT2, чтобы не допускать шунтирования контура L1C4 низким входным сопротивлением приемника («Радиомир. КВ и УКВ», №9/2012, с.36).

Простой КВ усилитель мощности на двух металлокерамических лампах ГИ-7Б конструкции Якова Лаповка (UA1FA) имеет выходную мощность около 1000 Вт на всех любительских диапазонах от 1,8 до 29,7 МГц. Для раскачки ему необходимо подать на вход 100 Вт, что обеспечивают большинство промышленных

ты К4.1 подключают выход трансивера на вход усилителя (к катодам ламп через T3), а К5.1 выход П-контура усилителя к антенне через разъем XW2. Напряжение смещения уменьшается до рабочего, формируемого VD11-VD16. Настройка П-контура возможна в положениях переключателя SA3 «10», «15» и «40» метров соответственно. Детали. Трансформаторы T1 и T2 могут быть выполнены самостоятельно или подобраны из нестандартных по следующим данным: у T1 одна вторичная обмотка на 12,6 В (4 А), вторая - на 18 В (1 А), у T2 восемь вторичных на 230 В (1 А). Широкополосный T3 изготовлен в соответствии с рис.28. Сетевой дроссель L1 выполнен из 15 склеенных в трубку ферритовых колец К16х8х6 M2000НМ внутри которых вставлены сетевые провода. L2

трансиверов. Лампы VL1 и VL2 усилителя включены параллельно по схеме с заземленными сетками (рис.27, см. с. 28). Анодное напряжение 2500 В формируется трансформатором T1, состоящим из сетевой обмотки и 8 анодных обмоток по 230 В, соединенных последовательно и обеспечивающих ток не менее 1 А, и выпрямителем на VD1-VD8 (RS407) и C1-C16. T2 питает цепи накала и управления. Включение усилителя необходимо производить в следующей последовательности: вначале включают SA1 и после прогрева ламп (10-15 сек.) включают SA2 - при этом подается анодное напряжение (в первый момент через демпфирующее сопротивление R9, а через время срабатывание K1, которого достаточно, чтобы прекратились переходные процессы в анодном выпрямителе, это сопротивление закорачивается контактами K1.1). В режиме приема или при работе без усилителя с помощью нормально замкнутых контактов K4.1 и K5.1 реле K4 и K5 реализуется режим «Обход», лампы усилителя в этом случае заперты большим напряжением смещения, формируемым VD11-VD17. Для перехода в режим передачи необходимо подать команду TX с трансивера на разъем X1 «РТТ» (закоротить его контакты). При этом контак-

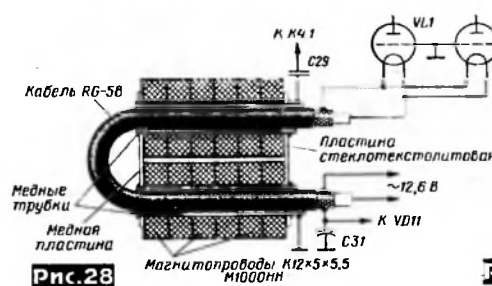
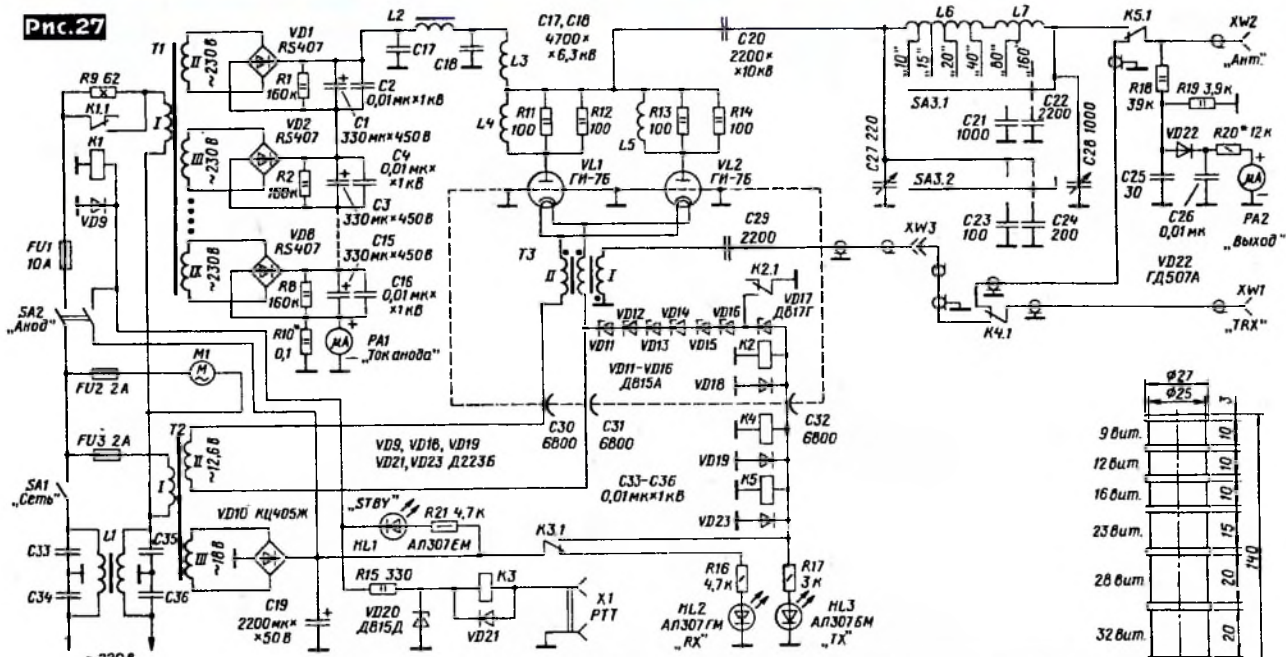


Рис.28

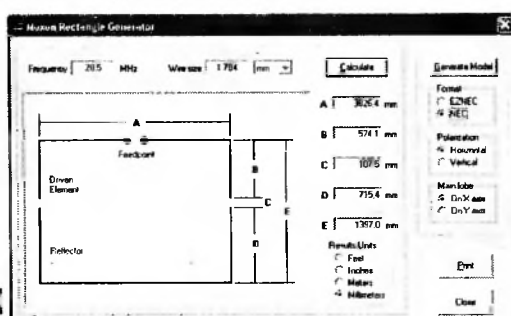


Рис.30

- стандартный дроссель Д-2,4 на 3 мкГн. Дроссель L3 намотан на фторопластовом каркасе проводом ПЭШК 0,44 согласно рис.29. Антипаразитные дроссели L4 и L5 - по одному витку диаметром 20 мм медной полосы 7х0,5 мм. Бескаркасная катушка L6 диаметром 50 мм содержит 16 витков с отводами от 4, 6, 10 и 15 витков считая от C20, намотанных медной трубкой диаметром 5 мм. L7 - на каркасе диаметром 50 мм 26 витков посеребренного провода диаметром 2 мм с шагом 1 мм, отвод от 12 витка, считая от L6. SA3 от радиостанции P-130. K1, K2, K4, K5 - G2R-1-E24VDC (OMRON), K3 - TRIL-12VDC SD-2CM-R (ITT). PA1 и PA2 - M42100 с током полного отклонения стрелки 100 мкА («Радио» №9/2012, с. 62-63).

При выборе конструкции направленной антенны на 10-метровый диапазон Имон Скелтон (EI9GQ) остановился на прямоугольнике Моксона как наиболее эффективной по усилению и отношению излучений фронт/тыл среди простых двухэлементных антенн. Для расчетов он использовал специализированную программу Moxygen с сайта www.moxonantennaproject.net (рис.30).

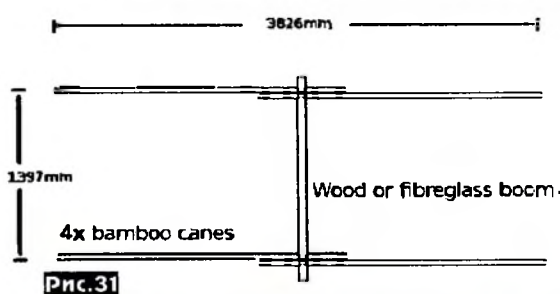


Рис.31

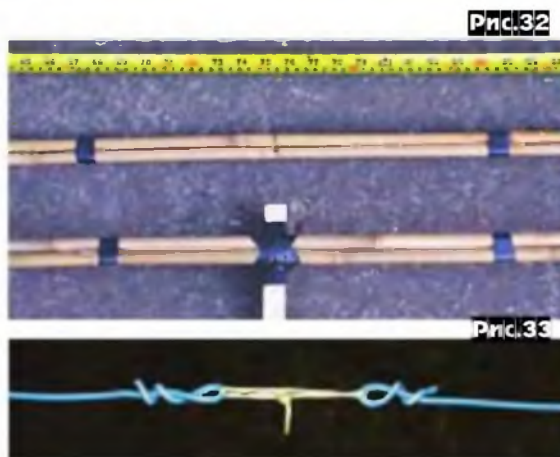


Рис.32

Рис.33

В окне программы он ввел среднюю частоту рабочего диапазона 28,5 МГц и диаметр используемого провода 1,784 мм и получил все расчетные значения размеров антенны: вибратор - 574+3826+574=4974 мм, а рефлектор - 715+3826+715=5256 мм. В связи с тем, что автор использовал провод в полиэтиленовой изоляции, при настройке пришлось элементы слегка укоротить до резонансной частоты 28,5 МГц. Для бумажной была использована деревянная бруска 1440х22х50 мм, а для распорок элементов - четыре бамбуковых палки длиной по 2,5 м, которые были привязаны к буму, как показано на рис.31 и 32. Способ соединения концов вибратора и рефлектора с помощью син-

тетической веревки показан на **рис.33**. Усиление этой антенны около 6 дБи, а максимальное отношение излучений фронт/тыл более 20 дБ (расчетное - 30 дБ). Диаграмма направленности антен-

ны показана на **рис.34**, а на **рис.35** - внешний вид собранной антенны («RadCom» №3/2012, с.20-21).

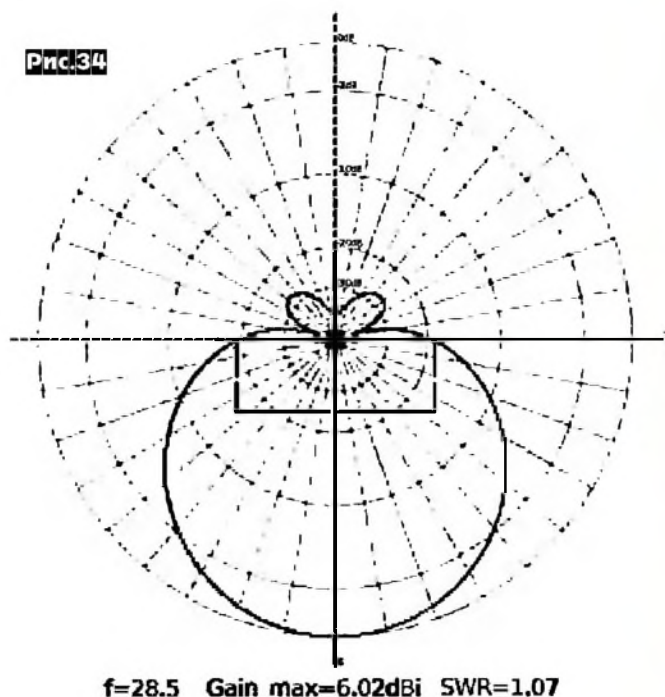


Рис.35

QUA-UARL

НОВОСТИ

* **Очередная отчетно-выборная конференция ЛРУ состоится 8-9 декабря 2012 года** в помещении конференц-зала базы отдыха «Лидер», Пуща-Водица, г.Київ. 7 декабря состоится заседание ревизионной комиссии и Исполкома ЛРУ [Info: UT0FT].

* **В период с 10 по 16 сентября в Сербии проходил очередной 16-й Чемпионат мира по спортивной радиопеленгации («охота на лис»).** Соревнования проводились в горном районе на территории национального парка Копаоник на высоте 1800 метров над уровнем моря в нескольких километрах от границы с Косово. В чемпионате принимали участие спортсмены из 31 страны мира. Наряду с командами Японии, США, Канады, Кореи, стран Европы успешно выступили и спортсмены Украины, которые были представлены в 10 возрастных категориях. В этом году к классическим дисциплинам на диапазонах 3,5 и 144 МГц впервые были добавлены новые дисциплины - спринт и радио-ориентирование. Так, особенностью соревнований по спринту является более короткая дистанция, разбитая на 2 круга, между которыми размещается промежуточный контрольный пункт (КП) в зоне пребывания зрителей. Время работы одной «лисы» всего лишь 12 секунд,



в течение которых спортсмен должен определить направление на передатчик (пеленг) и по возможности максимально сократить расстояние до него. В радио-ориентировании спортсмен должен в максимально короткое время добежать до точки, отмеченной на карте и определить месторасположение передатчика, находясь в зоне действия сигнала малой мощности. При средней дистанции 6-10 км в лесу необходимо было найти 10 передатчиков. На Чемпионате мира наши спортсмены выступили достойно как в личном, так и в командном первенстве. Традиционно находясь в тройке сильнейших спортсменов мира, спортсмены Украины завоевали 32 медали (14 золотых, 8 серебряных, 10 бронзовых), уступив по количеству наград лишь командам Чехии и России. При этом среди мужчин больше всех медалей завоевали украинские спортсмены - 26, россияне - 24, чехи - 18. Порадовали наши спортсмены в категории M50 (Михаил Пугач, Валерий Геращенко, Василий Романенко), принеся команде сразу 8 медалей. В индивидуальном зачете в «классике» на диапазоне 3,5 МГц в категории M21 победителем стал Алексей Иванько (г. Красный Лиман). Среди женщин в «классике» на диапазоне 144 МГц в категории Ж35 1



место завоевала Наталья Щербатюк (г. Кировоград). Все результаты - на сайте <http://www.ardf2012.org/championships/results.html>. Поздравляем наших спортсменов-листяников с их достойной победой и пожелаем высоких результатов в дальнейшем. Благодаря спортивным достижениям и победам наших спортсменов-листяников Лига радилюбителей Украины (UARL) широко известна и пользуется заслуженным авторитетом и уважением в радилюбительском сообществе не только в 1 районе IARU, но и во всем мире. [Info: И.Лазарев, US0VA]

* Вышел в свет украинский вариант признанного в радилюбительском мире сайта по изучению и усовершенствованию CW - LCWO.NET, на котором зарегистрировано свыше 30 тысяч любителей радиотелеграфии азбукой Морзе. Посещают сайт также бывшие и действующие чемпионы мира по скоростной радиотелеграфии, судьи, участники и т.п. Сайт есть многоязычным, бесплатным и некоммерческим - он свободен от любой платной рекламы. Перевод на украинский язык выполнил Николай Розвадовски (UT4UQN).

* 24 сентября 2012 - «Amateur Radio Supplies» (Haverhill, Mass. USA) объявили о новой, проводимой раз в два года акции, направленной на привлечение молодежи в любительское радио, соревнования и DXing (<http://www.amateurradiosupplies.com/youth-s/222.htm>). «Попасть на KB в современной экономике весьма сложно для многих, но особенно для молодых операторов», - сказал Jeff Demers, владелец «Amateur Radio Supplies». «Многие молодые операторы просто не в состоянии приобрести необходимое оборудование, чтобы попасть в эфир. Мы в «Amateur Radio Supplies» хотим дать им возможность испытать радость, которую мы испытываем в нашем хобби на протяжении многих десятилетий. Итак, с 1 января 2013, мы начинаем новую акцию по поддержке молодежи в DXing и соревнованиях.» «Amateur Radio Supplies» отдаёт комплектную KB радиостанцию, в том числе: 1. Трансивер Alinco DX-SR8T/E 160-6m + источник питания 30 Amp. 2. Настольный тюнер LDG AT-100 Pro II 3. На выбор антенну G5RV или вертикал HyGain DX-77A. 4. 100 футов коаксиального кабеля RG-2135. 5. Ямбический ключ Vibroplex Brass Racer. 6. Signalink USB Sound Card для работы цифровыми видами. 7. Гарнитура Heil Pro Set Plus. Заявители в возрасте до 21 года из любой страны должны онлайн <http://blog.amateurradiosupplies.com/hf-station-youth-giveaway/> дать краткие ответы на три вопроса, указать своё имя, позывной и класс лицензии. 1. Как часто вы можете работать на KB диапазонах? 2. Из какого QTH вы обычно работаете? 3. Как вы намерены использовать предоставленное оборудование? Будут рассматриваться и рекомендуемые кандидатуры. Если вы знаете о достойном представителе молодежи, пожалуйста, напишите Randy Rowe на [randy\(at\)amateurradiosupplies.com](mailto:randy(at)amateurradiosupplies.com). [Info: UT7QF]

Киевскому радиоклубу - 20 лет

В ноябре этого года исполняется 20 лет Киевскому городскому радиоклубу. Начинаясь все в далёком уже 1992 году. Распался Советский Союз, перестали существовать радилюбительские структуры, поддерживаемые государством. 9 ноября по решению инициативной группы в составе Форштатора Георгия Мироновича UT5ULF, Поночевного Петра Васильевича UY5UY, Боброва Виктора Леонидовича UT3UV и других было создано учредительное собрание радилюбителей г. Киева. Было решено объединить радилюбителей города, создать общественную организацию, которая будет существовать за счёт взносов членов организации. Первым председателем клуба был единогласно избран Форштатор Г.М. UT5ULF. Он стал настоящим опытным организатором. Был налажен учёт, регулярно проводились заседания совета клуба, собрания. Решались сложные организационные вопросы. Много времени Георгий Миронович уделял разработке Устава Лиги Радилюбителей Украины, усовершенствованию регламента организации.

В 1994 председателем Совета Клуба был избран Пашенко Виктор Иванович UT2UQ. Он, как военный, уделял внимание дисциплине, учёту членов Клуба, контролю дисциплины при работе в эфире.

Следующим председателем был избран ещё молодой, но опытный радилюбитель Головач Виталий Анатольевич UT5UPA. Хороший организатор, конструктор, спортсмен. Он организовал работу QSL почты, помогал в ремонте аппаратуры Алексееву Борису Николаевичу U5UF, ветерану в радио, ветерану Великой Отечественной войны, старейшему радилюбителю клуба 1910 г. рождения. Когда руководство Киевского Политехнического Института отказало клубу в помещении, организовал переезд клуба в помещение по адресу ул. Героев Сталинграда 18. Именно по этому адресу, благодаря доброй воле директора ЦНТТМ «Сфера» Тихопия Александра Яковлевича, до настоящего времени размещается клуб.

Четвёртым главой совета клуба с 1998 по 2000 год был Гойко Валерий Иванович UT4UO. Дроган Владимир Александрович UY0UY был следующим. Его руководство клубом пришлось на 2000-2004 г.г. Как опытный радиоспортсмен, он уделял внимание соревнованиям по радиоспорту, сам показывал хорошие результаты. Также опытный конструктор. Его труд по конструированию ламповых усилителей мощности известен далеко за пределами СНГ. Владимир Александрович является постоянным автором журнала «Радиолюбитель».

Следующим главой был избран программист, конструктор, прекрасный радиоспортсмен Федосеев Николай Петрович UT2UZ. Его приложение для цифровых видов связи MixW известно во всём мире и пользуется огромным спросом. Благодаря Николаю Петровичу клуб приобрёл современный трансивер и заработала клубная радиостанция.

В 2006 г. Совет клуба возглавил опытный и авторитетный радилюбитель Аняев Александр Вячеславович UT7UV. Большое внимание он уделял новинкам в радио, всегда демонстрировал современные образцы техники в клубе. Интересны его публикации по EME на 6-метровом диапазоне.

В 2008 г. Совет клуба возглавил молодой, но опытный, инициативный, технически грамотный радилюбитель Мошенский Андрей Александрович UT5UUV, который руководит до сего времени.

Бессменным председателем ревизионной комиссии был и остаётся авторитетный, принципиальный, грамотный Поночевный Пётр Васильевич UY5UY.

Казначеем секретарем все 20 лет избирался и бессменно выполнял работу Юрченко Виктор Викторович UT5UAO.

За эти 20 лет много членов клуба продемонстрировали себя: в KB радиоспорте - UT1UW, UT1US, UT1UL, UT2UN, UT2UU, UT2UY, UT3UA, UT3UV, UT3UX, UT3UY, UT3UZ, UT4UB, UT4UH, UT4UQ, UT4UP, UT4UW, UT4UKW, UT4UEP, UT5UA, UT5UN, UT5UT, UT5UX, UT5UDX, UT5UEO, UT5UIA, UT5UGR, UT5UKA, UT5UKY, UT5ULB, UT5UML, UT5UPN, UT5UQN, UT5URW, UT5UUV, UT7UE, UT7UJ, UT7UT, UT7UV, UT7UZ, UT8UD, UT8UL, UT9UD, UT0UM, UT0UO, UX1UF, UX1UX, UX7UN, UX0UN; в DX-ing - UX0UN, UT5UT, UT5US, UT5ULB, UT5UQN, UT5UN, UT2UB, UT3UV, UY5UY, UY2UQ, UY0UY, UX1UX, UT2UZ, UX7UN, UY5UY; в дипломных программах - UT3UV, UT5UGG, UT7UE, UX7UN, UY5UY, UY0UY; в UKB - UT1UL, UT2UL, UT2UU, UT4UEP, UT4UFL, UT4UKW, UT5UBD, UT5ULH, UT5URH, UT5UUV, UT8UL, UT9UD, UY0UP; в EME и MS - UR4UKZ, UT5UAS, UT5UBD, UT6UG, UY0UP; в конструировании - UT5UVE, UY0UY, UT5ULH, UT5UUV, US5UEK, UT4UDT; в антенно-строении - UY0UY, UX1UX, UY0UP, UT4UDT, UT4UBL, UT4UIE, UT8UL, UT7UV, UT1UW, UY2UQ, UT5UML, UT5UGR, UT5UIA, UT5URW, UX1UF, UT2UB, UT4UEP, UT5UT, UT5UQN; в репитеростроении - UT2UA, UT4UDT, UT4UEP, UT4UFL, UT4UEO, UT5UKA, UT7UE, UT7UK; в программировании - UT2UZ, UT4UKW, UT5ULH; в работе с детьми и молодёжью UT0UZ, UT2UL, UT5UN, UT5UO, UT5UUV, UT7UH, UX1UL, UY2UQ.

Например, Бабий Василий Петрович UT5UVE, член клуба с самого его основания, будучи профессионалом по ремонту P3A, разрабатывал и ремонтировал радиоспортивную аппаратуру. Его труды по достоинству оценили те, кто работал на его трансиверах. Он безотказно помогал членам клуба в изготовлении, ремонте, наладке аппаратуры. Василий Петрович сотрудничает с журналом «Радиолюбитель», публикуя свои разработки, новинки, находки.

В перспективе клуб будет развиваться в соответствии с текущими потребностями его членов. Набор сервисов только расширяется. Наряду с информационно-учредительными собраниями проводятся ежемесячные технические семинары и тренинги, QSL сервис доставки и отправки почты, работают обучающие группы, антенно-техническая команда взаимопомощи, строительство ретрансляторов, развитие и модификация ПО, поддержка нескольких WEB ресурсов и форумов.

Хочется поздравить Всех(!) радилюбителей с этим событием, пожелать здоровья, удачи, и получать максимум удовольствия от нашего многогранного хобби учитывая Ваши личные приоритеты в радио. Приходите в Киевский Городской Радиоклуб, всегда Вам рады.

73 es 55 de UT5UAO and UT5UUV

RADIO EXPERT.RU

MFJ

аксессуары для
радиолюбителей



ICOM, AMERITRON, RM

усилители мощности для трансиверов,
весь модельный ряд



AL-811H
800 Ватт

RM BLA 350
350 Ватт



HEIL

Гарнитуры, микрофоны, аксессуары



VECTRONICS, LDG Electronics

антенные тюнеры от 5 до 1500 ватт

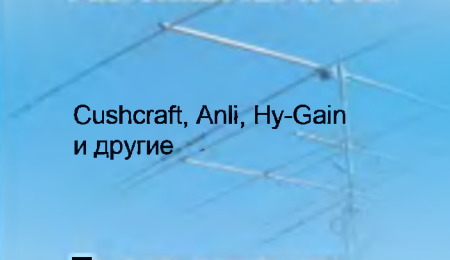


наборы для самостоятельного изготовления
трансиверов, приемников, передатчиков,
фильтров и т.д.

весь модельный ряд

Антенны КВ и УКВ

Cushcraft, Anli, Hy-Gain
и другие



Поворотные устройства YAESU



G-1000DXA
G-800DXA
G800SA
G-450A



Блоки питания



трансформаторные и импульсные
от 20А до 40А

КСВ метры



DIAMOND
SX-200, SX-400, SX-600



VECTRONICS
PM-30, PM-30UV

кв, укв ксв/ватт метры в наличии и на заказ

Компания "Радиоэксперт", Россия, Санкт-Петербург, ул. Калинина, д. 13, 2 этаж, офис 210.
тел/факс: +7(812) 786-03-00, 786-03-55, 786-32-61; www.radioexpert.ru, info@radioexpert.ru

Имитатор автомобильного аккумулятора для проверки зарядных устройств

Василий Мельничук (UR5YW), г. Черновцы

При переделке компьютерных импульсных блоков питания (далее - ИБП) под зарядные устройства (ЗУ) для автомобильных аккумуляторов [1] готовые изделия в процессе наладки необходимо чем-то нагружать, сначала это была старая аккумуляторная батарея с автомобильной лампой 12В 40/45Вт, подключенной параллельно аккумулятору. Переделанные ИБП держались под максимальной (6 - 15 А, в зависимости от конкретного экземпляра ИБП) нагрузкой в течении дня. Но после изготовления 10-го ЗУ аккумулятор умер, замкнули между собой пластины отдельных банок. Попытка нагружать ИБП мощными лампами или резисторами не радовала, так как при различных токах нагрузки на выходе получаем различное напряжение, не удобно настраивать ИБП, при малом токе нагрузки - малое напряжение на выходе, вентилятор вращается на малых оборотах, следовательно, слабое охлаждение деталей ИБП. Поэтому было принято решение изготовить аналог мощного стабилизатора с регулируемым напряжением стабилизации (рис. 1). Резистором R6 можно регулировать напряжение стабилизации от 6 до 16 В. Было изготовлено два таких устройства. В первом варианте в качестве транзисторов VT1 и VT2 применены КТ803, но внутреннее сопротивление такого стабилизатора было слишком велико, так при токе 2 А напряжение стабилизации составило 12 В, а при 8 А - 16 В. Во втором варианте использованы составные транзисторы КТ827, в этом случае при токе 2 А напряжение стабилизации составило 12 В, а при 10 А - 12,4 В. Коллекторы транзисторов VT1 и VT2 электрически можно соединить с корпусом.

Остановимся на **деталях**: транзисторы VT1 и VT2 установлены на радиаторе площадью не менее 250 см², для радиатора с меньшей площадью необходим вентилятор (на схеме не показан). Резисторы R1 и R2 мощностью 5 Вт. Дiode VD1 рассчитан на ток 10 - 20 А и служит для защиты схемы от переплюсовки. Стабилизатор VD2 на напряжение 3 - 6 В.

Настройка. После проверки правильности монтажа, аналог мощного стабилизатора подключают к источнику тока на 1 - 2 А и резистором R6 устанавливают выходное напряжение, для разряженного кислотного аккумулятора примерно 11 В. Увеличивают ток до 10 - 12 А, при этом напряжение не должно возрасти более чем на 0,5 В. Почти так же ведет себя автомобильная аккумуляторная батарея при зарядке.

Устройство собрано в корпусе от компьютерного ИБП. Внешний вид устройства показан на рис. 2 и первой странице обложки.

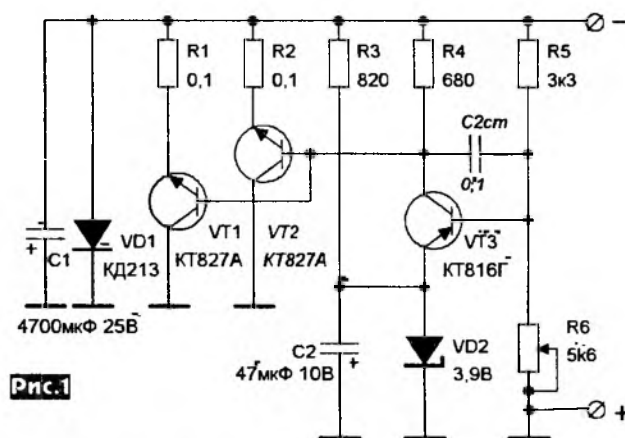


Рис.1

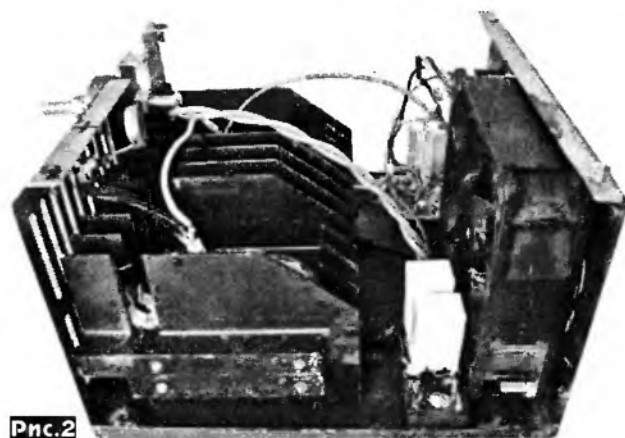


Рис.2

Литература

1. В. Мельничук. Переделка компьютерного блока питания для радиолюбительских целей. «Радиолюбби» №1/2012, с.47-48.

Переключатели ёлочных гирлянд на основе мигающих светодиодных сигнализаторов

Александр Одинец, г. Минск

Переключатели ёлочных гирлянд можно выполнить на основе мигающих светодиодных сигнализаторов [1], если дополнить конструкции всего одной ИМС и ключевыми транзисторами. В базовых версиях сигнализаторов светодиоды подключались непосредственно к выводам ИМС серии КР1554, обладающих высокой нагрузочной способностью (до 24 мА). Для управления гирляндами светодиодов устройства необходимо дополнить ключевыми транзисторами. В таком случае количество светодиодов в одной гирлянде ограничено только максимальным током коллектора ключевого транзистора и нагрузочной способностью источника питания.

Общие сведения. Алгоритм работы сигнализаторов существенно не изменился, поэтому коротко напомним принцип их работы. Первый вариант устройства (рис. 1) формирует по две последовательные вспышки каждой гирлянды со скважностью 4, т.е. сначала происходят две вспышки одной гирлянды, затем две вспышки второй и т.д. При такой скважности длительность вспышки составляет 25% периода, что соответствует

наиболее чёткому и выразительному вспыхиванию светодиодов. Второй вариант устройства (рис.3) формирует по три последовательные вспышки каждой гирлянды, также со скважностью 4. Третий вариант (рис.5) также формирует по три вспышки каждой гирлянды, но с последующими тремя вспышками всех гирлянд. Четвертый (рис.7) и пятый (рис.9) варианты устройств формируют эффекты «бегущего огня» с накоплением с последовательной фиксацией гирлянд во включенном состоянии после трех вспышек каждой гирлянды. Отличие пятого варианта устройства заключается в наличии простейшего таймера (на 2 ИМС), который значительно расширяет функциональные возможности устройства, что позволяет выбирать практически любую длительность цикла, начиная от однократной вспышки первой гирлянды и заканчивая некоторой временной задержкой свечения всех гирлянд после завершения рабочего цикла.

Принцип работы. В первом варианте устройства (рис. 1) на элементах DD1.1, DD1.2 выполнен генератор прямоуголь-

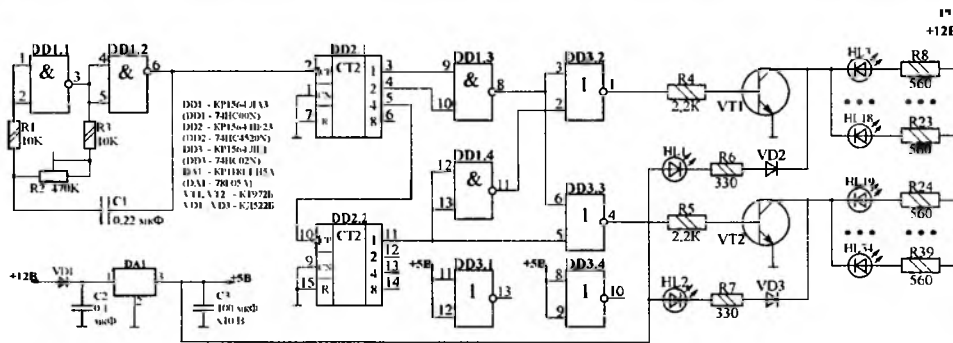


Рис.1

ных импульсов с частотой следования около 10 Гц. Импульсы поступают на вход счётчика DD2.1, который переключается по отрицательным перепадам, как показано на временной диаграмме (рис.2. Эту и

остальные временные диаграммы см. на 2-й странице обложки). Для формирования импульсов со скважностью 4 предназначен элемент DD1.3. Уровень логического «0» на его выходе формируется только при поступлении на входы двух логических «1». В начальный момент времени счётчики DD2.1 и DD2.2 находятся в нулевом состоянии, поэтому на всех выходах уровни «0», соответственно, на выходе элемента DD1.3 - уровень «1». Поступление такого уровня хотя бы на один вход элементов ИЛИ-НЕ (DD3.2 и DD3.3) вызывает появление «0» на их выходах. Ключевые транзисторы закрыты, гирлянды выключены. При переходе счётчика DD2.1 в третье состояние очередным счётным импульсом, на выходах его разрядов «1» и «2» (выводы 3 и 4) появляются логические «1», которые, поступая на входы элемента DD1.3, вызывают появление на его выходе уровня «0». Поскольку счётчик DD2.2 еще находится в нулевом состоянии, уровень «0» с выхода его первого разряда (вывод 11), воздействуя на нижний по схеме вход элемента DD3.3, в сочетании с таким же уровнем, приходящим на его верхний по схеме вход с выхода элемента DD1.3, приводит к появлению на его выходе логической «1», открыванию транзистора VT2 и включению нижней по схеме светодиодной гирлянды (HL19...HL34). Для индикации включения транзистора VT2 предназначен светодиод HL2.

При переходе счётчика DD2.1 в четвертое состояние по спаду очередного счетного импульса, на выходах его разрядов «1» и «2» (выводы 3 и 4) вновь появляются логические «0», которые, воздействуя на входы элемента DD1.3, вызывают появление на его выходе логической «1». Такой уровень, воздействуя на верхний по схеме вход элемента DD3.3, приводит к появлению на его выходе уровня «0», закрыванию транзистора VT2 и выключению гирлянды HL19...HL34. При установке счётчика DD2.1 в седьмое состояние, на выходе элемента DD1.3 вновь появляется уровень «0», который, воздействуя на верхний по схеме вход элемента DD3.3, вызывает появление на его выходе логической «1», открыванию транзистора VT2 и включение гирлянды HL19...HL34. При переходе DD2.1 в восьмое состояние на выходе его третьего разряда (вывод 5) формируется от-

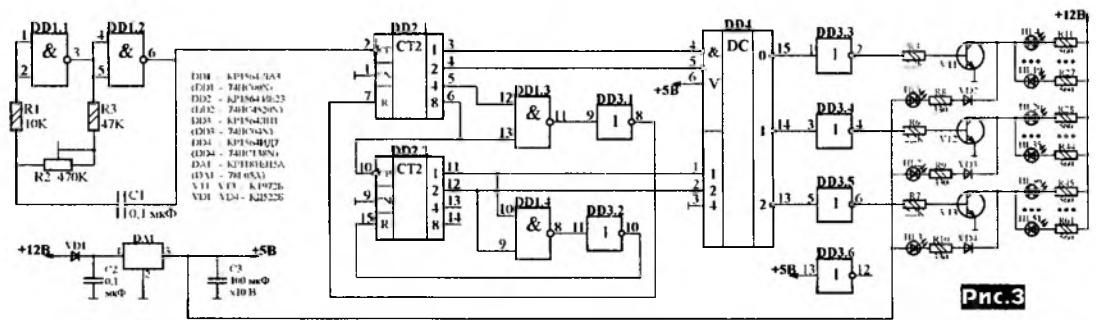


Рис.3

входа его первого разряда (вывод 11) запрещает прохождение импульсов через элемент DD3.3 с выхода элемента DD1.3. Но теперь уровень логического «0» появляется на выходе элемента DD1.4, который разрешает прохождение импульсов с выхода элемента DD1.3 через элемент DD3.2 и включение транзистора VT1 и гирлянды HL3...HL18. Включение транзистора VT1 индицирует светодиод HL1. Таким образом, происходит две вспышки одной гирлянды, затем - две вспышки второй, после чего цикл повторяется.

Во втором варианте устройства (рис.3) цикл работы первого счётчика DD2.1 ограничен двенадцатью состояниями, а второго DD2.2 - четырьмя. Это необходимо для получения трёх последовательных вспышек каждой гирлянды со скважностью 4, как показано на временной диаграмме (рис.4). Первый счётчик DD2.1 формирует управляющие сигналы для разрешения работы дешифратора DD4 по входам «&» (выводы 4 и 5), который формирует выходной сигнал уровня логического «0» только в случае появления на его входах «&» двух разрешающих уровней логического «0». Двоичная комбинация с выходов счётчика DD2.2 определяет, какая гирлянда будет включена в данный момент времени.

В начальный момент времени счётчики DD2.1 и DD2.2 находятся в нулевом состоянии. Уровни логических «0» с выходов DD2.1 (выводы 3 и 4) разрешают работу дешифратора DD4 и на выходе его первого разряда (вывод 15) появляется уровень «0», который, инвертируясь элементом DD3.3, открывает транзистор VT1 и включает гирлянду HL4...HL19. Включение транзистора VT1 индицирует светодиод HL1. При переходе счётчика DD2.1 в первое состояние уровень логической «1» с выхода его первого разряда (вывод 3) запрещает работу дешифратора DD4, что приводит к появлению уровня «1» на выходе его первого разряда (вывод 15), который, инвертируясь элементом DD3.3, закрывает транзистор VT1 и выключает гирлянду.

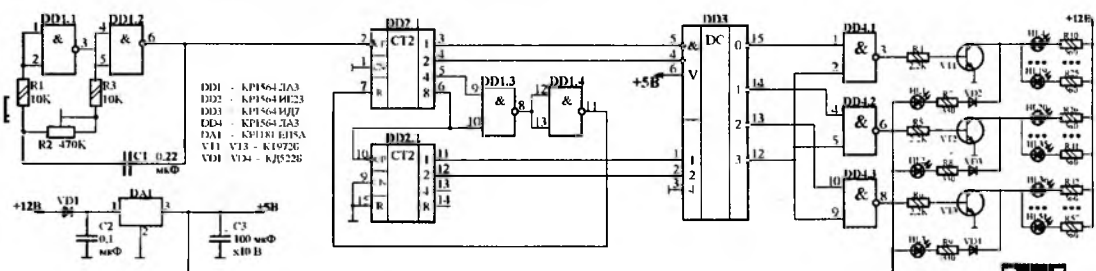


Рис.5

АВТОМАТИКА

В четвертом и восьмом состояниях счетчика DD2.2 произойдет еще две вспышки первой гирлянды, а при установке в двенадцатое, на выходе элемента DD3.1 (вывод 8) будет сформирован короткий положительный импульс, обнуляющий этот счетчик. Одновременно на выходе старшего разряда (вывод 6) счетчика DD2.1 будет также сформирован короткий положительный импульс, приводящий к увеличению состояния счетчика DD2.2 на единицу. Далее будет сформировано еще по три последовательные вспышки второй и третьей гирлянд, как показано на временной диаграмме (рис. 4), после чего цикл работы повторится.

В усовершенствованном варианте контроллера для трёх гирлянд (рис. 5)

обнуляется только счетчик DD2.1 в момент перехода в четвертое состояние, а второй счетчик DD2.2 работает с полным набором состояний, равным шестнадцати, но используются только два его первых разряда. Работа этого варианта устройства (диаграммы см. рис. 6) аналогична предыдущему с тем отличием, что при переходе счетчика DD2.2 в третье состояние, формируются три одновременные вспышки всех гирлянд. Это происходит благодаря подаче трех отрицательных импульсов на нижние по схеме входы элементов DD4.1...DD4.2 с выхода старшего разряда (вывод 12) дешифратора DD3. Входы элемента DD4.4 (на схеме не показан) подключаются к шине питания.

Светодинамические эффекты «бегущего огня» с накоплением (рис. 7) формируются благодаря применению элементов памяти на основе RS-триггеров. В исходном состоянии на входах «R» и «S» такого триггера (рис. 8) присутствуют уровни логических «1». Активным логическим уровнем является «0», поэтому одновременная подача двух таких уровней на оба входа RS-триггера является запретной комбинацией. Правильный режим работы RS-триггеров обеспечивается дешифратором DD3, который формирует активный уровень логического «0» только на одном из выходов, в зависимости от сочетания уп-

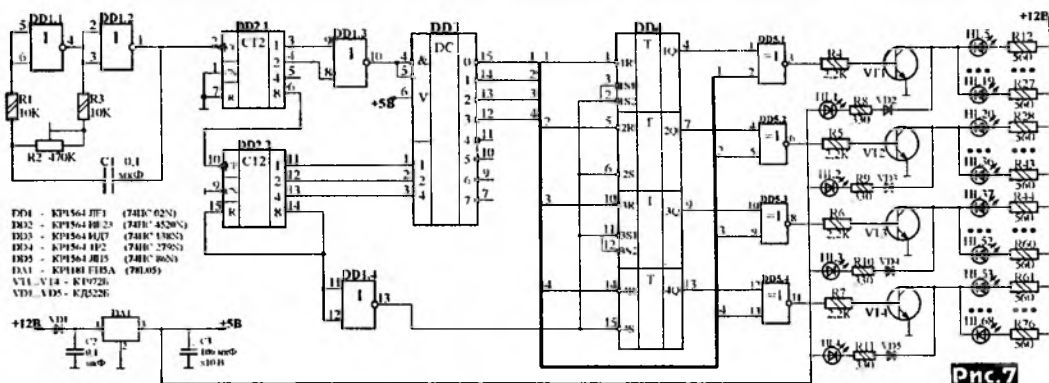


Рис. 7

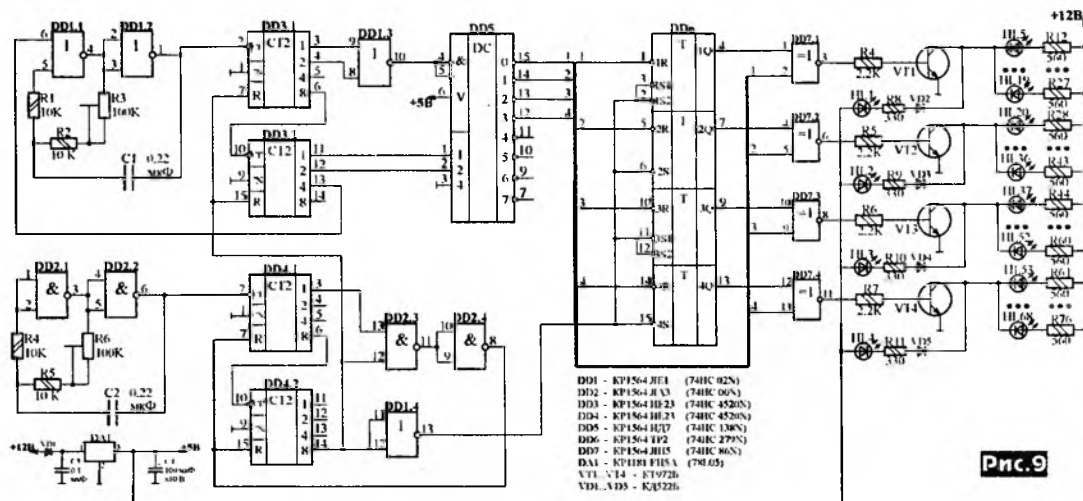


Рис. 9

равляющих входных сигналов.

Как и в предыдущих вариантах устройств, счетчики DD2.1 и DD2.2 изначально находятся в нулевом состоянии, поэтому на выходе элемента DD1.3 формируется уровень логической «1», который запрещает работу дешифратора DD3, и на всех его выходах также присутствуют логические «1». Поскольку в конце предыдущего цикла все RS-триггеры ИМС DD4 были установлены в исходное единичное состояние, уровни логических «1», приходящие на входы элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕ ИЛИ DD5.1...DD5.4, приводят к появлению на их выходах уровня логических «0». Все транзисторы VT1...VT4 закрыты, гирлянды выключены.

При переходе счетчика DD2.1 в первое состояние, уровень логического «0» с выхода элемента DD1.3 разрешает дешифрацию состояний DD3 и на выходе его первого разряда (вывод 15) появляется уровень логического «0». Этот уровень перебрасывает верхний по схеме RS-триггер ИМС DD4 в нулевое состояние, и, одновременно, воздействует на нижний по схеме вход элемента DD5.1. Но зажигания гирлянды в этот момент пока не происходит, поскольку на выходе элемента DD5.1 по-прежнему действует уровень логического «0». При достижении счетчиком DD2.1 четвертого состояния, дешиф-

СТОРОНА КОМПОНЕНТОВ

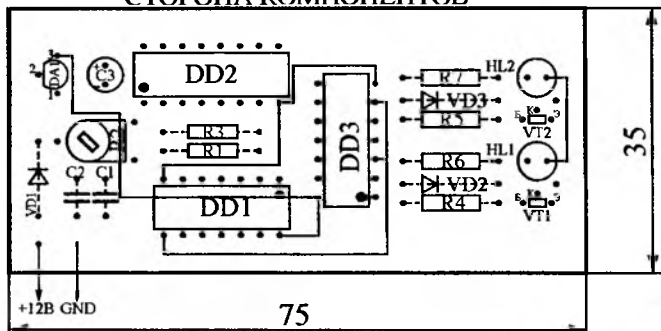
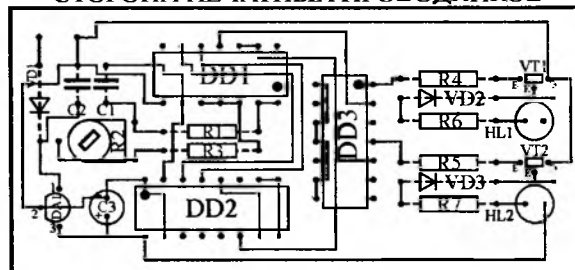


Рис. 1

СТОРОНА ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ



СТОРОНА ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ

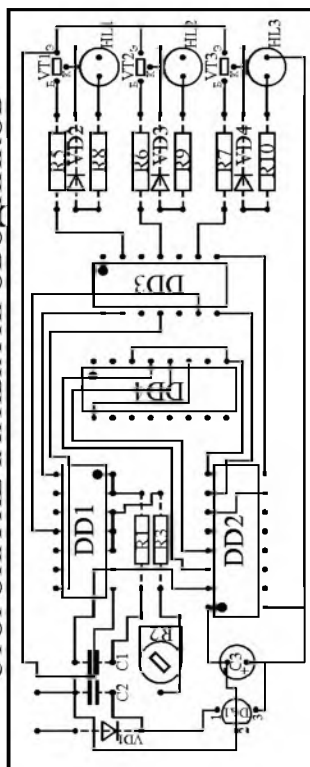


Рис.12

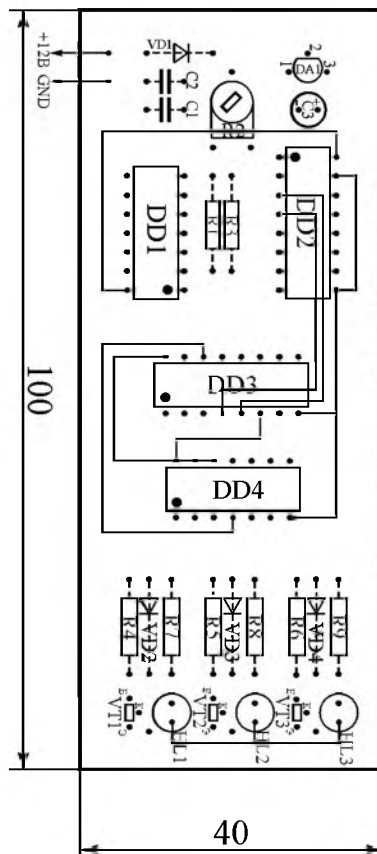
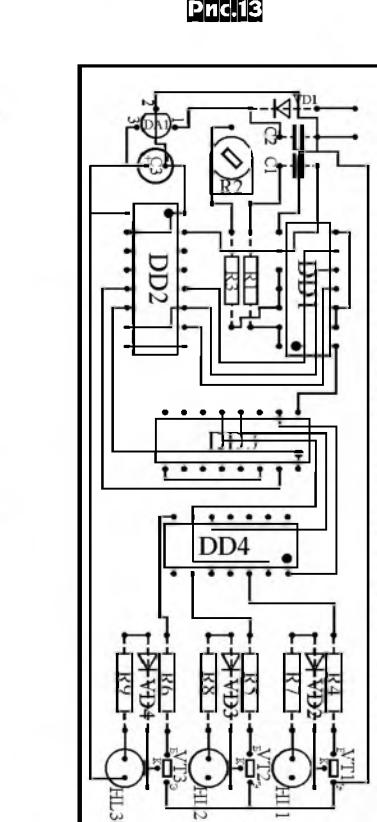
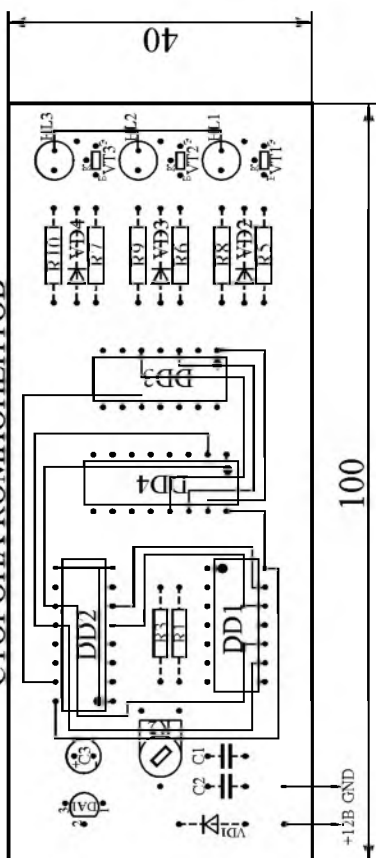


Рис.13

СТОРОНА КОМПОНЕНТОВ



СТОРОНА ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ

выходе первого разряда (вывод 15) дешифратора DD3 действует уровень «1», теперь два различных логических уровня, воздействуя на входы элемента DD5.1, приводят к появлению на его выходе уровня логической «1», что вызывает открытие транзистора VT1 и включение первой гирлянды HL5...HL19.

Каждый последующий счетный импульс с выхода генератора приводит к увеличению состояний счетчика DD2.1 а, вслед за ним, и DD2.2. При этом происходят трёхкратные последовательные вспышки гирлянды с последующей их фиксацией во включенном состоянии. При достижении счётчиком DD2.2 пятого состояния, на выходе пятого разряда (вывод 10) дешифратора DD3 формируется короткий отрицательный импульс, который устанавливает в исходное единичное состояние все RS-триггеры ИМС DD4, а после инвертирования элементом DD1.4, - обнуляет счётчик DD2.2. Задержка свечения всех гирлянд после включения четвертой обеспечивается благодаря увеличению длительности рабочего цикла счетчика DD2.2, по сравнению с базовой конструкцией сигнализатора. Теперь обнуление счетчика осуществляется при его переходе в пятое, а не четвертое состояние, поэтому задержка свечения всех гирлянд равна одной пятой длительности всего рабочего цикла.

В состав усовершенствованного варианта контроллера для четырёх гирлянд (рис.9) введён простейший таймер, состоящий из генератора прямоугольных импульсов, собранного на элементах DD2.1, DD2.2, и счетчиков DD4.1, DD4.2. Таймер значительно расширяет функциональные возможности устройства и позволяет выбирать практически любую длительность цикла работы, начиная от однократной вспышки первой гирлянды HL5...HL19, и заканчивая некоторой временной задержкой свечения всех гирлянд после прохождения всего рабочего цикла. В отличие от предыдущего, в усовершенствованном варианте устройства работают два независимых генератора прямоугольных импульсов, частота которых выставляется независимо. Это позволяет отдельно изменять, как частоту вспышек гирлянд (с помощью R3), так и длительность всего цикла работы (с помощью R6).

Цикл работы устройства начинается (диаграммы см. рис. 10) с момента формирования на выходе таймера (вывод 14 счетчика DD4.2) положительного импульса сброса счетчиков DD3.1 и DD3.2. Также этот импульс, инвертируясь элементом DD1.4, приводит к установке в исходное единичное состояние всех RS-триггеров ИМС DD6. При совпадении двух логических «1» на входах элемента DD2.3, на выходе элемента DD2.4 также формируется положительный импульс, сбрасывающий счетчики таймера DD4.1 и DD4.2, и, тем самым, инициирующий новый цикл отсчёта временного интервала. Этот временной интервал определяет длительность рабочего цикла, который показан на временной диаграмме (рис. 14).

Конструкция и детали. Все устройства выполнены на печатных платах из двухстороннего стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Размеры печатных плат: первый вариант (рис. 11): 35x75 мм; второй вариант: (рис. 12): 40x100 мм; третий вариант: (рис. 13): 40x100 мм; четвертый вариант: (рис. 14): 50x100 мм; и пятый вариант: (рис. 15): 50x100 мм. В устройствах применены по-

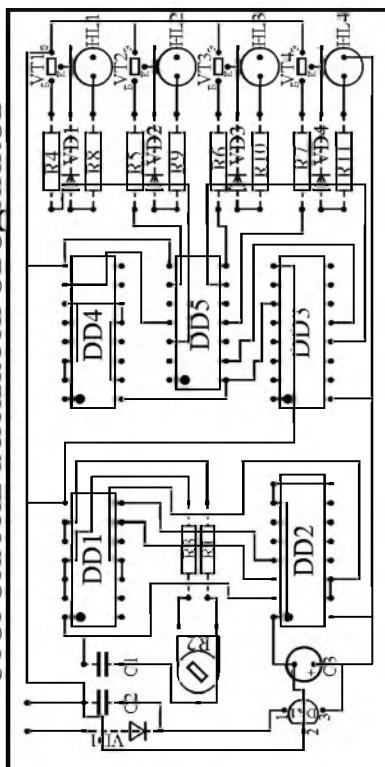
рация состояний DD3 будет вновь запрещена, и на выходе его первого разряда (вывод 15) будет сформирован уровень логической «1». Поскольку на выходе «1Q» (вывод 4) первого, по схеме, RS-триггера DD4 был сформирован уровень «0», а на

АВТОМАТИКА

стоянные резисторы типа МЛТ-0,125, подстроечные СПЗ-386, конденсаторы неполярные типа К10-17, электролитические - К50-35. Все ИМС серии КР1564 заменимы на полнофункциональные аналоги серии КР1554. Светодиодные гирлянды составлены из сверхъярких светодиодов четырех цветов диаметром 10 мм типа КИПМ-15, размещенных в чередующейся последовательности: красного, желтого, зеленого и синего. Возможны, конечно, и другие варианты сочетания световых элементов, а также применение других точечных источников света. Если сверхъярких светодиодов в распоряжении не окажется, можно использовать и светодиоды стандартной яркости. В таком случае может потребоваться подбор токоограничительных резисторов в сторону их уменьшения. Следует лишь помнить о максимальном допустимом токе светодиодов (20 мА) и нагрузочной способности транзисторных ключей. Все ключевые транзисторы необходимо установить на небольшие радиаторы для лучшего охлаждения.

Благодаря высокой нагрузочной способности КМОП ИМС серии КР1564, возможно сочетание в одном устройстве микросхем КМОП (КР1564, КР1554, КР1594) и ТТЛШ (КР1533, К555) и даже ТТЛ (К155) серий, которые содержат полнофункциональные аналоги. Возможно также применение ИМС серий К561 и К176, но только с учетом изменения цоколевки и рисунков печатных плат. Поскольку входные токи микросхем ТТЛШ-серий значительно больше соответствующих значений для КМОП-микросхем, в схемах генераторов необходимо использовать подстроечный резистор (R2) сопротивлением 1 кОм, а постоянные (R1 и R3) заменить перемычками. При этом неполярный конденсатор C1 заменяется электролитическим емкостью до 100 мкФ, чтобы сохранить постоянную времени генератора. Устройства, собранные из исправных деталей и без ошибок в налаживании не нуждаются и работают сразу при включении. Подстроечными резисторами в схемах генераторов можно изменять скорость переключения гирлянд, а в пятом варианте устройства - также продолжительность задержки свечения гирлянд после прохождения всего рабочего цикла.

СТОРОНА ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ



Домашняя измерительная лаборатория на основе трёх USB-модулей MP732, MP731 и MP730 МАСТЕР КИТ

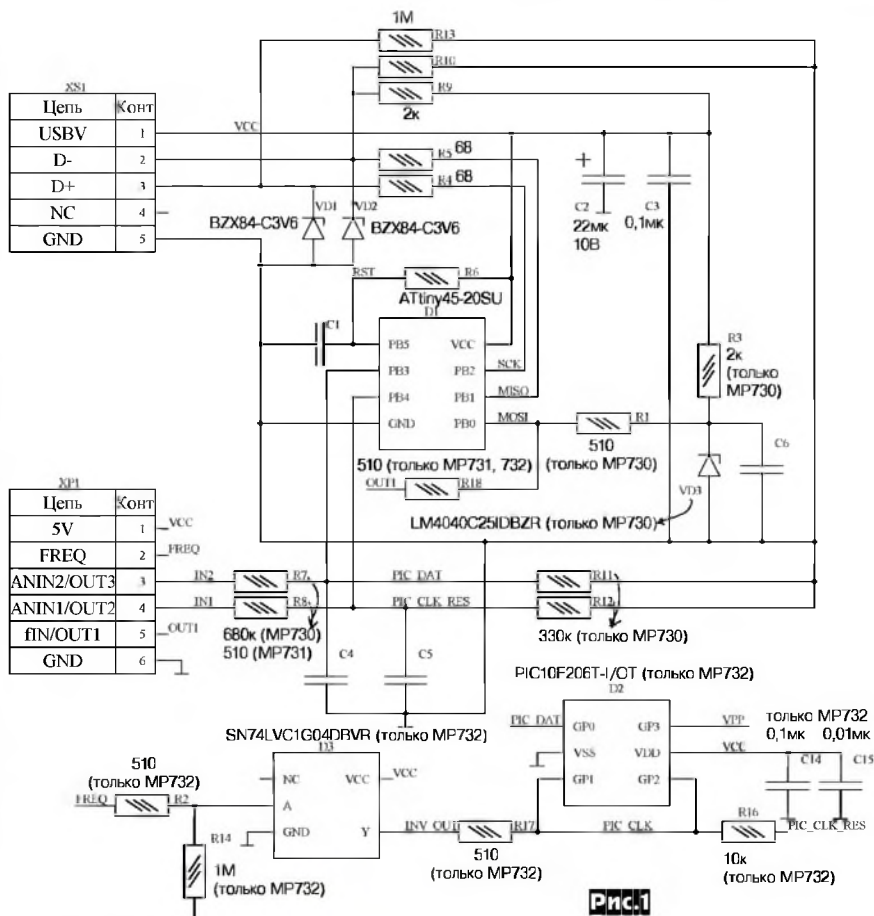
Александр Каменский, г. Зеленоград

Вместо предисловия

Недавно в свет вышли устройства из состава программно-аппаратного комплекса «Домашняя лаборатория» и сразу завоевали популярность у пользователей. Для получения максимальной отдачи от их использования предлагаем описание нескольких интересных функциональных приставок.

Довольно часто возможностей приборов недостаточно для некоторых специфических задач, которые могут появиться в самый неожиданный момент. Например, когда необходимо произвести измерение низковольтного сигнала или сформировать меандр определенной амплитуды.

Для решения подобных задач предлагаем Вашему вниманию несколько примеров функциональных приставок, подключающихся к устройствам из состава «Домашней лаборатории». Все приставки могут быть изготовлены как на макетной плате с шагом отверстий 2,54 мм, так и с помощью «лазерно-утюжной» технологии. Используемые конденсаторы и резисторы имеют корпуса 0805, что упрощает их монтаж. На модулях рекомендуем устанавливать разъемы PBS-6R и PLS-6R - тогда приставки будут конструктивно представлять собой гармоничное продолжение устройств. Не стоит забывать, что программная часть домашней лаборатории также может быть доработана или разработана с нуля лично Вами.



Устройства, входящие в состав «Домашнюю лабораторию»:

MP732 - это:

- USB частотомер;
- USB цифровая шкала;
- USB логический анализатор одноканальный.

MP731 - это:

- USB генератор импульсов прямоугольной формы;
- USB логический генератор трехканальный.

MP730 - это:

- USB самописец;
- USB вольтметр;
- USB осциллограф.

На **рис. 1** представлена обобщенная электрическая схема устройств MP730-MP732. Общими компонентами для них являются основной микроконтроллер D1, реализующий специфические функции (аналого-цифровое преобразование, генерация частот, измерение частот), а также обеспечивающий обмен информацией с ПК по USB-интерфейсу; ограничивающие напряжение по цепям интерфейса диоды VD1, VD2 и резисторы R4 и R5; фильтрующие напряжение питания конденсаторы C2 и C3; разъем miniUSB XS1.

MP732 USB частотомер, цифровая шкала и логический анализатор

Основные технические характеристики MP732

Кол-во входных каналов для измерения частоты: 1
 Кол-во входных каналов для логич. анализатора: 1
 Входное сопротивление канала для измерения частоты на постоянном токе, МОм: 1 ±10%
 Возможность калибровки: есть

Относительная погрешность измерений без калибровки, не более, %: 2*
 Диапазон измеряемых частот, МГц: 0...25
 Диапазон входных напряжений, В: 0...Vusb**
 Коэффициент заполнения сигнала, %: 50
 Размах входного сигнала, В:
 Напряжение лог. 1, не менее 0,7*Vusb
 Напряжение лог. 0, не более 0,2*Vusb
 Диапазон рабочих температур, °C ***: +10...+45



Диапазон напряжений питания, В: 4,75...5,25
 Потребляемый ток, не более, мА: 100
 Тип USB разъема miniUSB
 Габаритные размеры, Д x Ш x В, мм: 56 x 17 x 7
 * ±2 младших разряда при входной частоте менее 100 Гц;
 ** Vusb - напряжение USB шины, подключенной к устрой-

ству;
 *** драйвер V-USB от OBJECTIVE DEVELOPMENT Software GmbH, использованный в данных устройствах на основе микроконтроллеров без внешнего кварца, допускает изменение температуры устройства после подключения к шине USB не более чем на 10 °С.

Напряжение лог.1 частотомера MP732 должно быть не меньше 3,5 В при 5 В VUSB. Иногда это может служить пре-

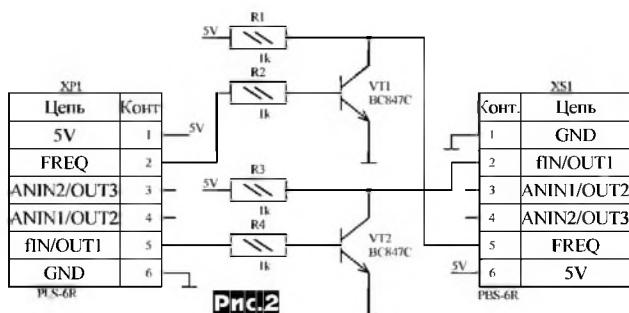


Рис.2

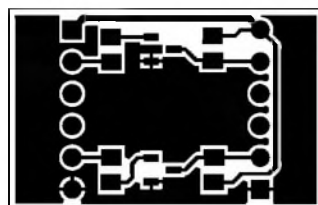


Рис.3

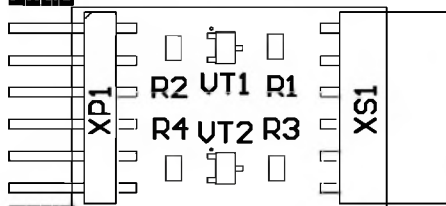


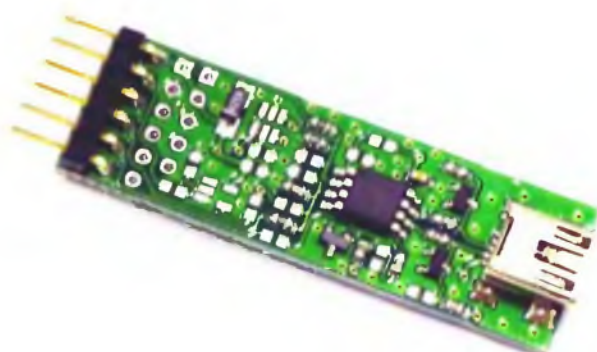
Рис.4

пятствием для исследования схем с низковольтными сигналами. В таком случае на помощь придет приставка, состоящая из нескольких недорогих компонентов. Схема варианта такой приставки приведена на рис.2.

Транзисторы VT1 и VT2 BC847C в корпусе SOT-23 инвертируют входные сигналы, напряжение логической единицы при этом уменьшается до уровня 0,7-1,0 В.

Топология односторонней печатной платы приведена на рис.3, монтажный чертеж приставки приведен на рис.4.

MP731 USB генератор импульсов и логический генератор



Основные технические характеристики MP731

Количество выходных каналов: 3
 Количество каналов с двойной функциональностью: 2
 Выходное сопротивление каналов, Ом: 510
 Диапазон генерир. частот (1-й канал), МГц: 0...8,25
 Количество генерируемых частот (1-й канал), в режиме ге-

нератора, более: 1000
 Погрешность частоты (1-й канал), не более, %: 1
 Диапазон генерир. частот (2-й канал), МГц: 0...8,25
 Количество генерируемых частот (2-й канал), в режиме генератора более: 750
 Погрешность частоты (2-й канал), не более, %: 1
 Диапазон вых. напряжений (без нагрузки), В: ... 0...Vusb *
 Диапазон рабочих температур, °С **: +10...+45
 Диапазон напряжений питания, В: 4,75...5,25
 Потребляемый ток, не более, мА: 100
 Тип USB разъема miniUSB
 Габаритные размеры, Д x Ш x В, мм: 56 x 17 x 7
 * Vusb - напряжение USB шины, подключенной к устрой-

ству;
 ** драйвер V-USB от OBJECTIVE DEVELOPMENT Software GmbH, использованный в данных устройствах на основе микроконтроллеров без внешнего кварца, допускает изменение температуры устройства после подключения к шине USB не более чем на 10 °С.

Иногда возникает необходимость подавать на исследуемые схемы прямоугольные сигналы определенной амплитуды. Для таких задач (т.е. согласования уровней выходного сигнала генератора) может быть полезна приставка к генератору

Рис.5

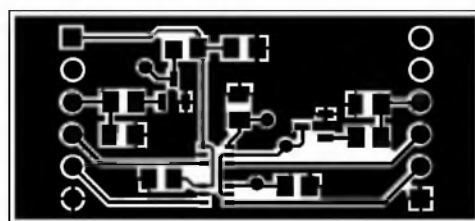
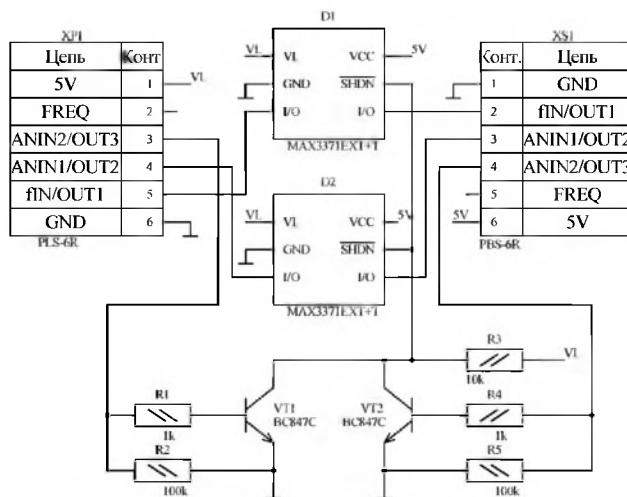
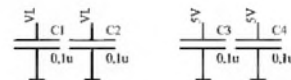


Рис.6

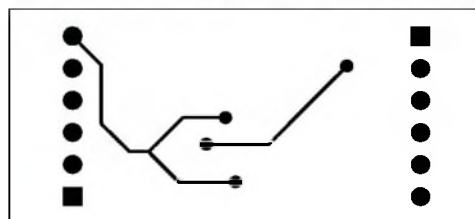
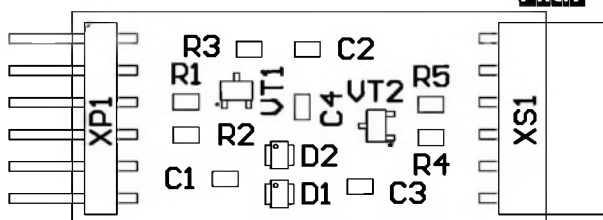


Рис.7



MP731, схема которой приведена на **рис. 5**.

В качестве преобразователя уровней D1 и D2 использована интегральная микросхема MAX3371EXT+T, позволяющая работать с напряжениями целевой схемы от 1,6 В до 5,5 В. Генератор может быть отключен от потребителя либо самим потребителем, либо посредством выхода OUT3. Для этого используются транзисторы VT1 и VT2, включенные по схеме «монтажное И».

Топология двухсторонней печатной платы приставки приведена на **рис. 6**.

Допускается изготавливать только верхний слой платы, в таком случае необходимо соединить перемычками соответствующие цепи.

Монтажный чертеж приставки приведен на **рис. 7**.

MP730 USB самописец, вольтметр



Технические характеристики

Количество аналоговых каналов: 2
Входное сопротивл. аналогового канала, МОм: $1 \pm 10\%$
Разрядность АЦП, бит: 10/8
Диапазон входных напряжений, В: 0...7,5
Полоса пропускания, кГц: 10
Частота дискретизации в одноканальном режиме, выборок в секунду: 1000
Частота дискретизации в двухканальном режиме, выборок в секунду: 500
Частота обновления информации, не менее, Гц: 5
Формат выходного файла самописца: CSV
Диапазон рабочих темп., град. Цельсия*: +10...+45
Диапазон напряжений питания, В: 4,75...5,25
Потребляемый ток, не более, мА: 100
Тип USB разъема: miniUSB
Габаритные размеры, Д x Ш x В, мм: 56 x 17 x 7
*драйвер V-USB от OBJECTIVE DEVELOPMENT Software GmbH, использованный в данных устройствах на основе контроллеров без внешнего кварца, допускает изменение температуры устройства после подключения к шине USB не более чем на 10 °С.

Низковольтные сигналы могут быть исследованы с помощью приставки-усилителя к вольтметру-самописцу MP730. Вариант схемы приставки приведен на **рис. 8**.

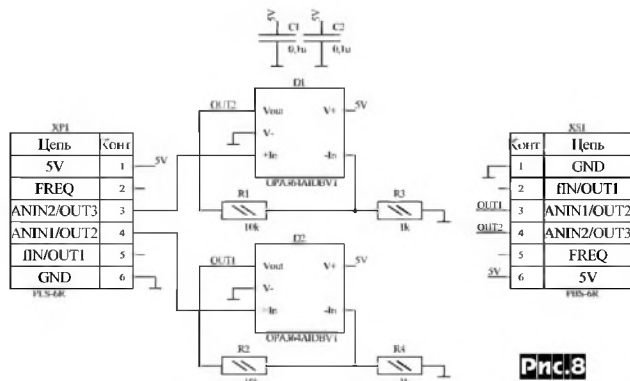
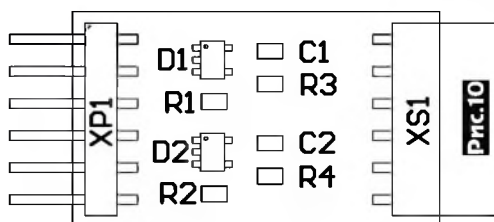
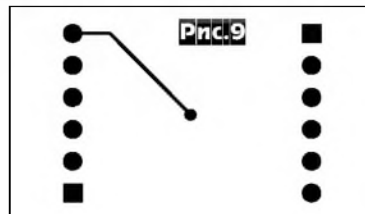
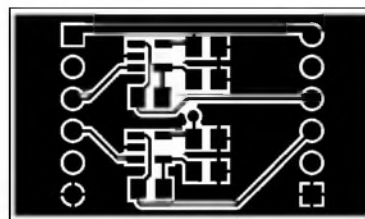


Рис. 8



приведен на **рис. 10**.

При желании, Вами может быть собрана схема смещения уровня для работы с отрицательными напряжениями - в таком случае потребуется инвертор напряжения.

Для работы с отрицательными напряжениями, Вами может быть собрана схема смещения уровня, в этом случае потребуется инвертор напряжения.

Надеемся, что наши советы помогут Вам!

Как работает домашняя лаборатория (версия программы v.1.2.2)

«Домашняя лаборатория» - это программно-аппаратный комплекс, состоящий из недорогих

USB устройств и единой интерактивной оболочки. С помощью «Домашняя лаборатория» Вы легко можете организовать многофункциональный измерительный центр на основе персонального компьютера.

С устройствами распространяется пакет «Домашняя лаборатория.zip» (архив доступен также на сайте журнала Радиохобби в разделе, посвященном октябрьскому номеру за 2012-й год), который включает в себя:

- подробное описание принципов работы с USB устройствами,
- входящими в «Домашнюю лабораторию»;
- исполняемый файл интерактивной оболочки;
- данную инструкцию по применению интерактивной оболочки;
- исходные коды варианта реализации интерактивной оболочки.

Объем предоставляемой информации достаточен, чтобы Вы могли разработать собственное программное обеспечение с необходимой функциональностью.

Работа в среде «Домашняя лаборатория»

«Домашняя лаборатория» является единой рабочей средой, предназначенной для управления устройствами MP730, MP731 и MP732 (**рис. 11**).

Для начала работы со средой необходимо запустить исполняемый файл «Домашняя лаборатория».exe. «Домашняя лаборатория» запускается в единственном окне и выглядит следующим образом. Окно разделено на рабочие области устройств: в левом верхнем углу - рабочая область MP730, в левом нижнем углу - рабочая область MP731, в правом нижнем углу - рабочая область MP732.

При подключении любого устройства его название, расположенное в верхней части рабочей области, изменит цвет с

Усилители каналов выполнены по неинвертирующей схеме на операционных усилителях D1 и D2, в качестве которых использованы микросхемы OPA364AIDBVT, имеющие rail-to-rail входы и выходы. При усилении в 11 раз становится возможно наблюдение сигналов амплитудами от 2 до 700 мВ. Коэффициент усиления может быть изменен в широких пределах подбором номиналов резисторов.

Топология двухсторонней печатной платы приставки приведена на **рис. 9**.

Монтажный чертеж приставки

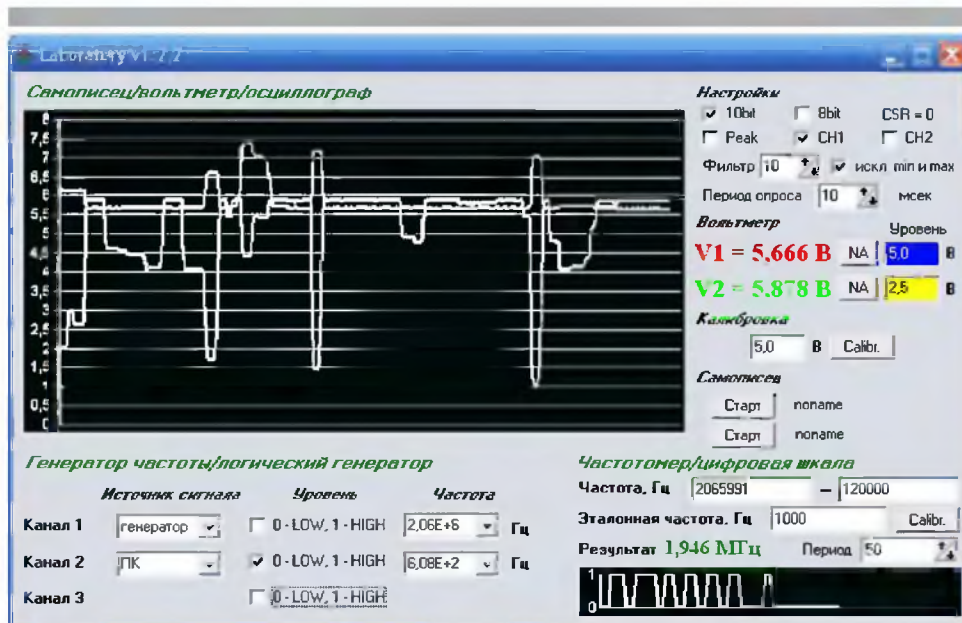


Рис.11

красного на зеленый; при отключении - с зеленого на красный.

Работа с самописцем

Рабочая область самописца разделена на подобласти:

- осциллограмм;
- настроек;
- вольтметра;
- калибровки;
- управления записью на жесткий диск.

Подобласть осциллограмм

В этой подобласти отображаются осциллограммы сигналов, полученных при оцифровке в соответствии с настройками самописца.

Подобласть настроек

В подобласти настроек содержатся чекбоксы, с помощью которых возможно задать параметры работы устройства:

- 8-bit/10-bit - разрядность выходных данных АЦП;
- peak - выбор режима пикового детектора;
- ch1/ch2 - выбор канала в режиме 10bit+peak.

Режим пикового детектора позволяет отслеживать наличие всплесков напряжений. В 10-битном режиме только один канал может быть активным.

Для фильтра вольтметра, который работает по принципу арифметического усреднения N-выборок, количество используемых выборок может быть задано в пределах от 3 до 100. Кроме того, возможно исключить использование минимального и максимального значений при расчетах.

Интервал опроса каналов задается в миллисекундах. Точность обработки интервала программой зависит от операционной системы.

Подобласть вольтметра

В подобласти вольтметра отображаются текущие значения напряжений на входах прибора до второго знака после запятой в 8-битном режиме и до третьего знака в 10-битном.

В 10-битном режиме при активированном пиковом детекторе значение неактивного канала отображается как «NA».

Дополнительно можно задать два опорных уровня, которые будут обозначены синей и желтой линиями в подобласти осциллограмм.

Кнопками, расположенными между значениями напряжений и уровнями, можно активизировать звуковые оповещения. Кнопки имеют следующие состояния: «NA» - оповещения неактивны, «>» - оповещение при превышении входного напряжения значения опорного уровня,

«<» - оповещение при входном напряжении ниже значения опорного уровня.

Подобласть калибровки

Для калибровки коэффициента усиления аналоговых каналов необходимо подключить к устройству источник опорно-

го напряжения и задать величину напряжения. При вводе значений в качестве дробного разделителя используется запятая. В случае неверного формата вводимых данных они будут подсвечены красным цветом.

Для запуска процесса необходимо нажать кнопку «Calibr». Калибровка будет успешной, если измеренное и эталонное значения отличаются не более, чем на 25%.

Подобласть управления записью на жесткий диск

Для начала записи информации на жесткий диск необходимо нажать на кнопку «Старт» (верхняя для MP730, нижняя для MP732), при этом вместо «попате» отобразится имя записываемого файла (зеленый цвет - идет запись) в формате CSV:

```
ddmmYYYYhhmmss.csv,
где ddmmYYYY - текущая дата (день, месяц, год) на момент
старта (для MP732 в начале файла идет буква «f»);
hhmmss- текущее время (часы, минуты, секунды).
Формат записываемых данных зависит от настроек устрой-
ства и выглядит следующим образом:
ddmmYYYY;hhmmss;ch1_val1;ch1_val2;ch1_k;ch2_val1;ch2_val2;
ch2_k // 8-ти битный режим;
ddmmYYYY;hhmmss;ch1_val;ch1_k;ch2_val;ch2_k // 10-ти
битный режим;
ddmmYYYY;hhmmss;chN_val1;chN_val2;chN_k // 10-ти бит-
ный режим с пиковым детектором (N- номер активного кана-
ла), где ddmmYYYY - текущая дата (день, месяц, год) на мо-
мент старта;
hhmmss- текущее время (часы, минуты, секунды, тысяче-
ные секунды);
ch1_val1, ch1_val2, ch2_val1, ch2_val2, ch1_val, ch2_val -
значения измеренных напряжений;
ch1_k и ch2_k - значения калибровочных коэффициентов.
В режиме пикового детектора одной выборке соответству-
ют две ячейки, которые содержат минимальное (chN_val1 и
chN_val) и максимальное (chN_val2) значения на интервале
измерения.
Для MP732 отсутствует режим пикового детектора.
Формат записываемых данных для MP732 выглядит сле-
дующим образом:
ddmmYYYY;hhmmss;freq;in
где ddmmYYYY - текущая дата (день, месяц, год) на момент
старта;
hhmmss- текущее время (часы, минуты, секунды, тысяче-
ные секунды);
freq - текущее значение частоты;
in - значение логического входа.
```

Работа с генератором

Рабочая область генератора поделена на подобласти:

- источника сигнала
- задания уровня
- задания частоты

Подобласть источника сигнала

Эта подобласть предназначена для выбора источника сигнала: встроенный генератор, либо персональный компьютер (ПК).

Подобласть задания уровня

В этой подобласти возможно задать логический уровень на выходе, если он настроен на источник сигнала - ПК.

Подобласть задания частоты

В подобласти задания частоты для первого и второго каналов в режиме генератора можно выбрать частоту.

Частота отображается в Гц в экспоненциальном формате: X,XXE+N = X,XX*10^N.

Работа с частотомером

Рабочая область частотомера поделена на подобласти:

- измеренной и промежуточной частоты
- калибровки
- результата
- цифрового анализатора

Подобласть измеренной и промежуточной частоты

В подобласти измеренной частоты отображается текущее значение частоты $F_{изм}$ в Гц, измеренное устройством без учета промежуточной частоты.

Поле задания промежуточной частоты располагается справа от знака «-». При вычислении результата значение промежуточной частоты будет вычитаться из измеренной.

Подобласть калибровки

В случае необходимости проведения калибровки следует подключить к устройству эталонный генератор, ввести значение его частоты (в Гц) и нажать кнопку «Calibr». В случае неверного формата вводимых данных они будут подсвечены красным цветом.

Калибровка будет успешной, если измеренное и введенное эталонное значения отличаются не более чем на 25%.

Подобласть результата

В подобласти результата отображается частота в Гц, кГц или МГц (выбирается автоматически), вычисленная по следующей формуле:

$$F_{рез} = k * F_{изм} - F_{пром}$$

где k - калибровочный коэффициент,
 $F_{изм}$ - измеренная частота,
 $F_{пром}$ - промежуточная частота.

Подобласть цифрового анализатора

Интервал опроса может быть задан в миллисекундах. Точность обработки интервала программой зависит от операционной системы. Значение цифрового входа выводится в виде осциллограммы.

Изменения в версии 1.2.2

1. Добавлены настройки фильтра для MP730;

2. Добавлена функция самописца для MP732.

Изменения в версии 1.1

1. Добавлены всплывающие подсказки на управляющие и управляемые элементы программы;
2. Добавлена возможность задания интервала опроса для MP730 и MP732;
3. Добавлены звуковые оповещения для MP730;
4. Изменено расположение подобластей MP732;
5. Изменен способ вывода информации о состоянии входа цифрового анализатора MP732.

Заключение

Предлагаем готовые модули MP730 USB-самописец, вольтметр; MP731 USB-генератор импульсов и логический генератор; MP732 USB-частотомер, цифровая шкала и логический анализатор.

Рис. 18 - QR-код «Домашней лаборатории»

Более подробно ознакомиться с ассортиментом нашей продукции можно на нашем сайте WWW.MASTERKIT.RU, где представлено много полезной информации по электронным наборам и модулям МАСТЕР КИТ, а также приведены адреса магазинов, где их можно купить.

Закажите в Москве по тел. (495) 741-65-70 или по бесплатному номеру: 8-800-200-09-34 (обслуживается вся территория России, с 9.00 до 18.00 мск., кроме выходных)

Продажа в Украине: посылторг «Кедр-плюс», тел.: +38 (067) 782-55-91, (094) 925-64-96, (044) 360-94-96.

Готовые устройства МАСТЕР КИТ приведены на сайте: GADGETS.MASTERKIT.RU. Детские электронные конструкторы: WWW.CHUDOKIT.RU.

Вопросы и консультации: +7 (495) 234-77-66, e-mail: infomk@masterkit.ru.

Спрашивайте электронные наборы и модули МАСТЕР КИТ, а также журналы «Радиолюбитель» в магазинах радиодеталей вашего города!

О пользе Микрокапа для аудиофила-схемотехника и наших ушей

(Продолжение. Начало см. «РХ» №3/2012, с. 54-59, №4, с.46-52)

Александр Петров, г. Могилёв

Измерение интермодуляционных искажений

Наряду с измерениями гармонических составляющих в практике проектирования и оценки электроакустической аппаратуры используются методы измерений интермодуляционных искажений. То, что интермодуляционные искажения - это не что иное, как *взаимная амплитудно-фазовая модуляция* звуковых сигналов, мы убедились во введении.

В практике магнитной звукозаписи также присутствует часто явно выраженная паразитная частотная модуляция в диапазоне частот 0,2...200 Гц, вызванная колебаниями скорости ленты. Вызываемые такой ПЧМ искажения звука называют детонацией. Иногда, когда лента начинает сыпаться и налипает на подушечку лентопротяжника, возникает более высокочастотная очень неприятная на слух паразитная частотная модуляция в виде свиста.

Когда на вход УМЗЧ подается сигнал, представляющий собой сумму двух синусоид с разными частотами f_1 и f_2 , то вследствие нелинейности переходной характеристики в выходном сигнале по закону *взаимной модуляции* возникают составляющие с суммарными и разностными частотами $mf_1 \pm nf_2$, где m и $n = 0, 1, 2, 3...$ и т.д. Интермодуляционными членами называются те, для которых ни m , ни n не равны нулю. Например, члены второго порядка это (f_1+f_2) и (f_2-f_1) , а члены третьего порядка - это $(2f_1+f_2)$, $(2f_1-f_2)$, (f_1+2f_2) и (f_1-2f_2) . Основным источником этого вида искажений в УМЗЧ - усилитель напряжения, работающий на динамически изменяющуюся нагрузку. Паразитной модуляции способствует емкость Миллера - основная коррекция большинства УМЗЧ.

Существует несколько методик измерения интермодуляционных искажений (ИМИ). При измерениях по методу CCIF (International Telephone Consultative Committee) пары частот сигналов разнесены на 1 кГц.

Если УМЗЧ тестируют с использованием этой методики, то на его вход подают две синусоиды с частотами отличающимися на 1 кГц (например, 3 и 4 кГц, ... 14 и 15 кГц и т.д.). Лучше использовать две частоты вблизи верхней граничной частоты, например 19 и 20 кГц. В этом случае один из членов второго порядка - сигнал частотой 1 кГц. Для его оценки нужен полусовой фильтр, выделяющий сигнал с частотой 1 кГц.

Примечание. Простейший практический способ оценки этой составляющей на слух заключается в следующем. В реальной акустической системе отключают ВЧ-головку и на время испытаний заменяют ее активным эквивалентом достаточной мощности, например проволочным сопротивлением мощностью 50 Вт. На вход усилителя подают сигналы частотой 19 и 20 кГц уровнем, равным половине чувствительности УМЗЧ. В этом случае НЧ-СЧ звено АС будет воспроизводить только разностный сигнал частотой 1 кГц, а опасность перегрузки или даже перегорания ВЧ-головки будет исключена.

Суммарный коэффициент ИМИ (IMD) вычисляется аналогично THD и равен выраженному в % (или в дБ) отношению среднеквадратичного напряжения суммы всех гармоник (корень квадратный из суммы квадратов среднеквадратичных значений отдельных составляющих интермодуляционных искажений) к среднеквадратичному напряжению тестовых сигналов. В соответствии с международными стандартами при оценке IMD учитываются только коэффициенты интермодуляционных искажений второго и третьего порядков.

Методика измерений ИМИ по SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers), ГОСТ 16122-88 и МЭК 268-5 основана на использовании двух синусоидальных сигналов с частотами f_1 и f_2 , где $f_1 < 1/8 \cdot f_2$ при соотношении амплитуд 4:1. На практике часто используют частоты 50 (60) Гц и 6 или 7 кГц. Уровень интермодуляционных искажений можно оценить с

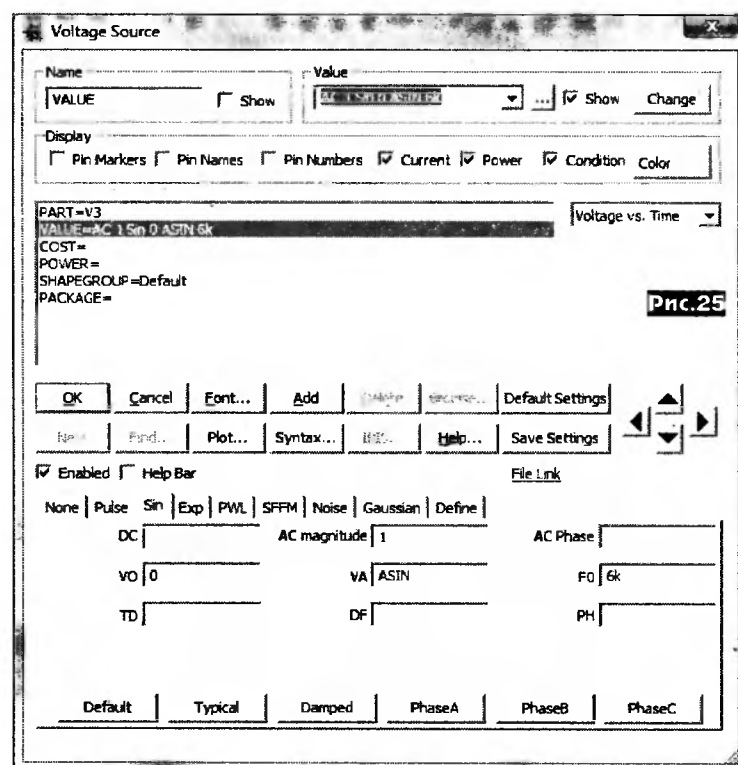
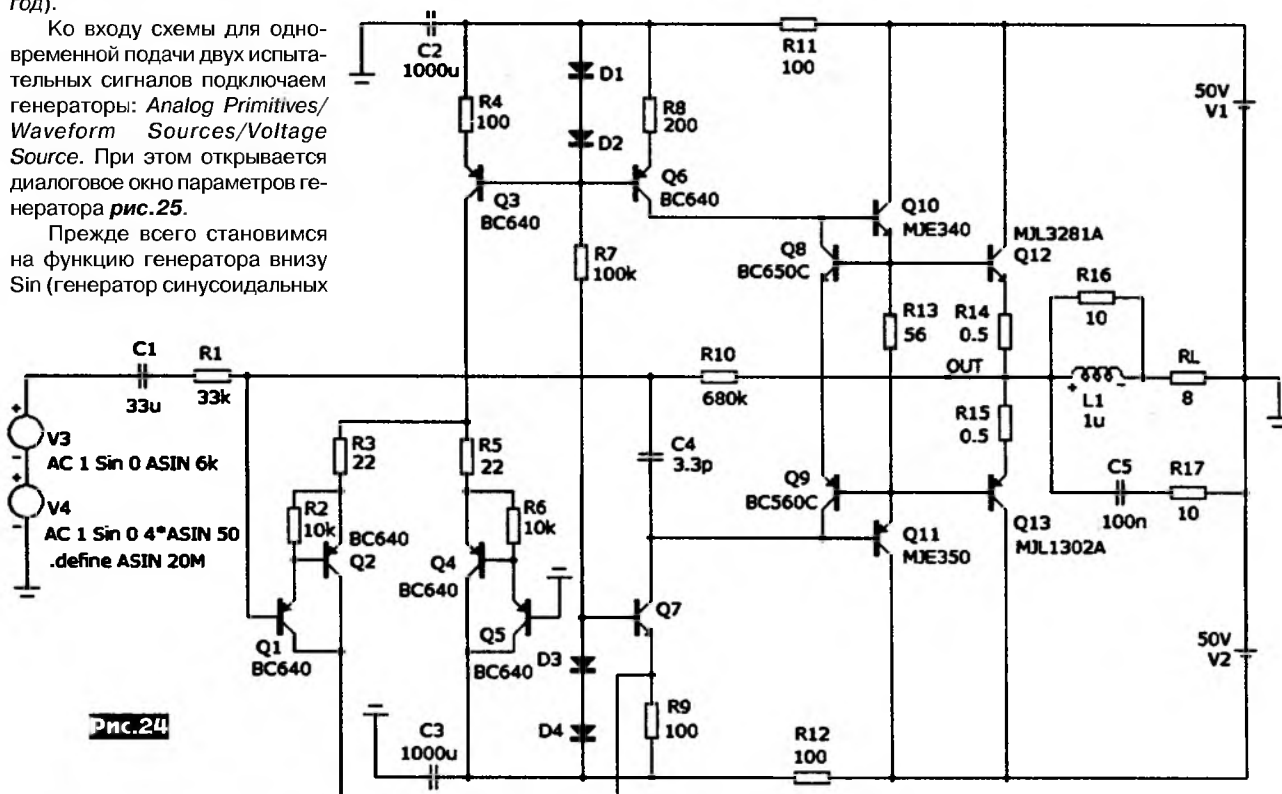
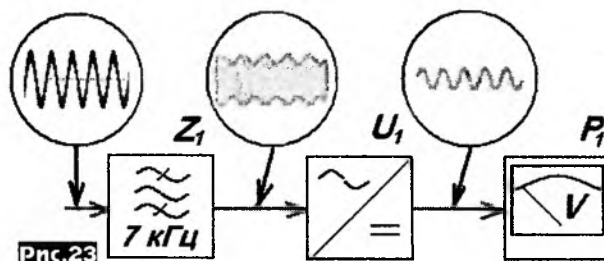
AUDIO HI-FI

помощью несложного измерителя по структурной схеме **рис. 23**. Полосовой фильтр Z1 выделяет высокочастотную составляющую 7 кГц, на выходе амплитудного детектора U1 мы увидим последствия интермодуляции, которые измеряет вольтметр P1.

В Micro-CAP расчет интермодуляционных искажений производится при помощи функций *Performance*. Порядок измерений следующий. Открываем ранее набранную в схемном редакторе схему, если нас интересуют параметры новой схемы, например усилителя **рис. 24** [12], то набираем ее (*Примечание редакции «РХ»*. Схемные *cap*-файлы к статьям этого цикла доступны на сайте нашего журнала в разделе, посвященном октябрьскому номеру за 2012-й год).

Ко входу схемы для одновременной подачи двух испытательных сигналов подключаем генераторы: *Analog Primitives/Waveform Sources/Voltage Source*. При этом открывается диалоговое окно параметров генератора **рис. 25**.

Прежде всего становимся на функцию генератора внизу Sin (генератор синусоидальных



колебаний), после чего заполняем поля в нижней части окна в соответствии с рисунком, лишние нули убираем. V0 - смещение напряжения по постоянке. Теперь, если в окошке напротив *Show* поставить флажок (птичку), то функция генератора будет отображаться на схеме. В графе *AC magnitude* ставим 1 (1 В). У источников синусоидального сигнала амплитуда задается через переменную ASIN. Это сделано для того, чтобы ее можно было изменять в режиме стейпинга (*Stepping*). В графе *F0* проставляем 6k, что означает частоту 6 кГц. Позиционный обозначение можно изменить, перепишав его в строке PART=V3. Аналогичным образом вытаскиваем второй генератор и, в отличие от первого генератора, в графе VA проставляем 4*ASIN, множитель 4 будет обозначать, что уровень выходного сигнала этого генератора будет в 4 раза больше первого.

Для работы генераторов в режиме стейпинга в поле схемы с помощью текстового редактора пишем директиву: *.define ASIN 20M*, без нее генераторы не работают. Число после ASIN встречается в примерах авторов [10] от 10 до 80.

Далее переходим к измерениям в следующем порядке:

1. Запустить анализ переходных процессов *Analysis/Transient Analysis Limits (Alt + 1)*
2. Установить параметры анализа, **рис. 26**.

Time Range - длительность интервала времени моделирования устанавливаем равным 5 периодам низкочастотного сигнала ($5 \times 20 \text{ мс} = 100 \text{ мс} = 0,1 \text{ с}$);

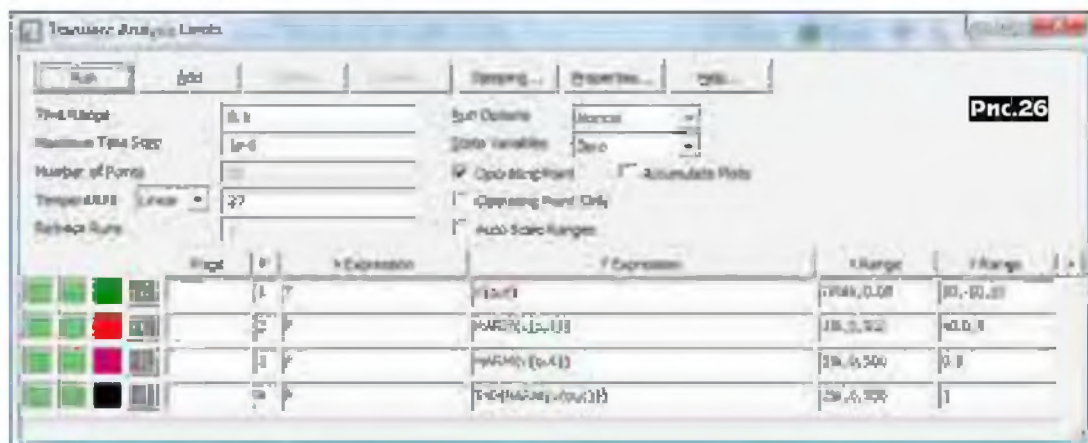


Рис.26

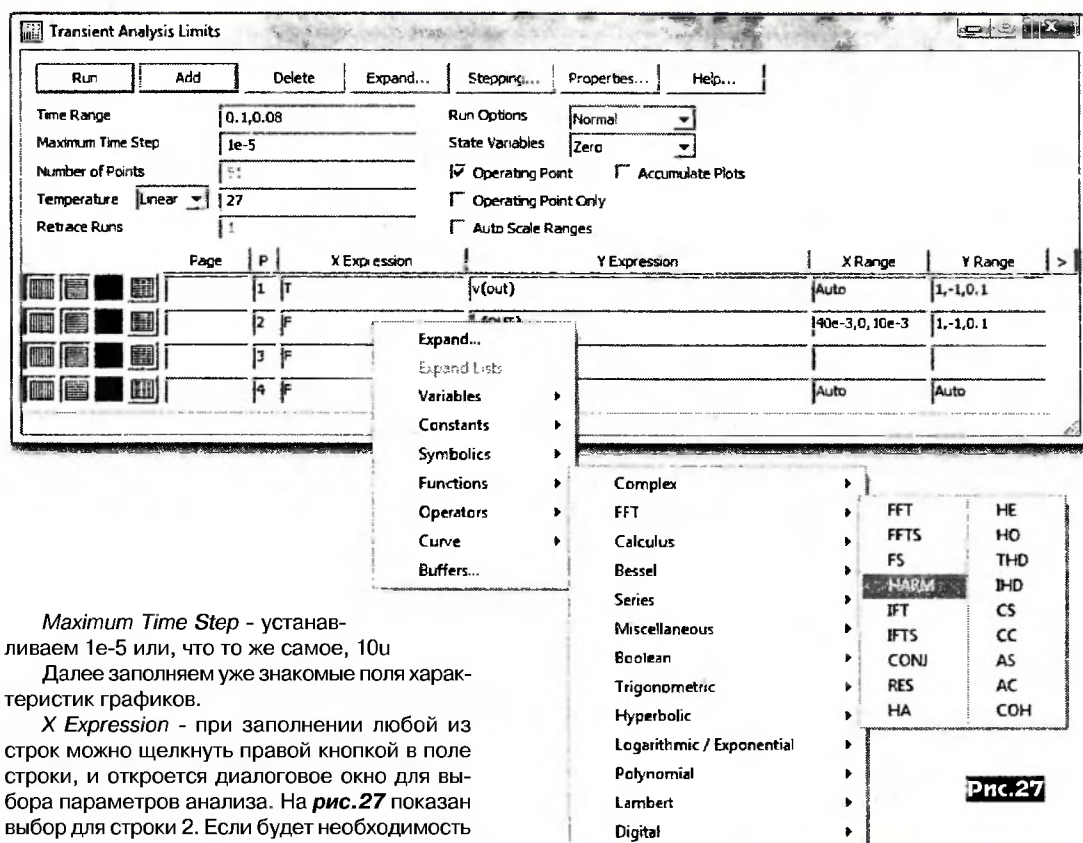


Рис.27

Maximum Time Step - устанавливаем $1e-5$ или, что то же самое, $10u$

Далее заполняем уже знакомые поля характеристик графиков.

X Expression - при заполнении любой из строк можно щелкнуть правой кнопкой в поле строки, и откроется диалоговое окно для выбора параметров анализа. На рис.27 показан выбор для строки 2. Если будет необходимость рассмотреть более детально спектр гармоник в какой-нибудь области, например в районе 6 кГц , то для этого необходимо в строке 3 задать другие пределы анализа, например 8к,4к , 100 .

Имена аналоговых и цифровых переменных, откладываемых по оси Y графиков, указываются в графе *Y Expression*, при этом допускается применение математических выражений и функций. Вот несколько примеров:

V(5) - потенциал узла 5;

V(7,4) - разность потенциалов между узлами 7 и 4;

VBE(Q1) - напряжение база-эмиттер транзистора Q1;

I(V1) - ток через источник сигнала V1;

I(V1)*V(V1) - мгновенная мощность источника сигнала V1

Масштабы графиков по осям X, Y указываются в явном виде в графах *X Range*, *Y Range* или выбираются автоматически, если установить флажок *Auto Scale Ranges*.

X Range - в первой строке устанавливаем время окончания графика и его начала

TMAX,0.08 или, что тоже самое, 0.1,0.08, т.е. время для пятого периода сигнала частотой 50 Гц.

Заполнение остальных строк знакомо по предыдущим анализам.

3. Установить параметры степпинга ASIN, рис.28. Для установки параметров степпинга необходимо предварительно знать чувствительность усилителя - входное напряжение, при котором напряжение на выходе усилителя на пороге ограничения (до стремительного роста THD). Выделить тип параметра *Symbolic* и так как в тесте используется два сигнала, то пиковое напряжение будет равно их сумме. С учетом соотношения тестовых сигналов 4:1 делим чувствительность УМЗЧ (2 В) на 5 ($2:5 = 0,4$), принимаем это значение за максимум в степпинге и проставляем в соответствующем окне (To). Если режим степпинга не нужен, то во всех трех окнах устанавливаем одно значение, например 0.4.



Рис.28

AUDIO HI-FI

4. Установить параметры FFT- анализа *Properties/FFT*, **рис.29**. Верхние две строчки определяют конец и начало анализа. Следующая строка *Number of Point* отвечает за разрешение, если нажать на треугольник, то будет предложен выбор чисел, кратных 1024. Для данного анализа достаточно 1024 точки, иногда устанавливают до 8192.

5. Запустить анализ кнопкой *Run (F2)*, после чего откроется окно с выполненным анализом во всех графиках.

Для каждого значения амплитуды входного сигнала (либо другого изменяемого стейпингом параметра) при помощи функций окна *Performance* вычисляется коэффициент интермодуляционных искажений.

Properties for Transient Analysis

Plot | Scales and Formats | Colors, Fonts, and Lines | Scope | **FFT** | Header | Numeric Output | Tool Bar

Upper Time Limit:

Lower Time Limit:

Number of Points:

Auto Scaling

☒ Include DC Harmonic AutoScale First: Harmonics

Default Set Default

Рис.29

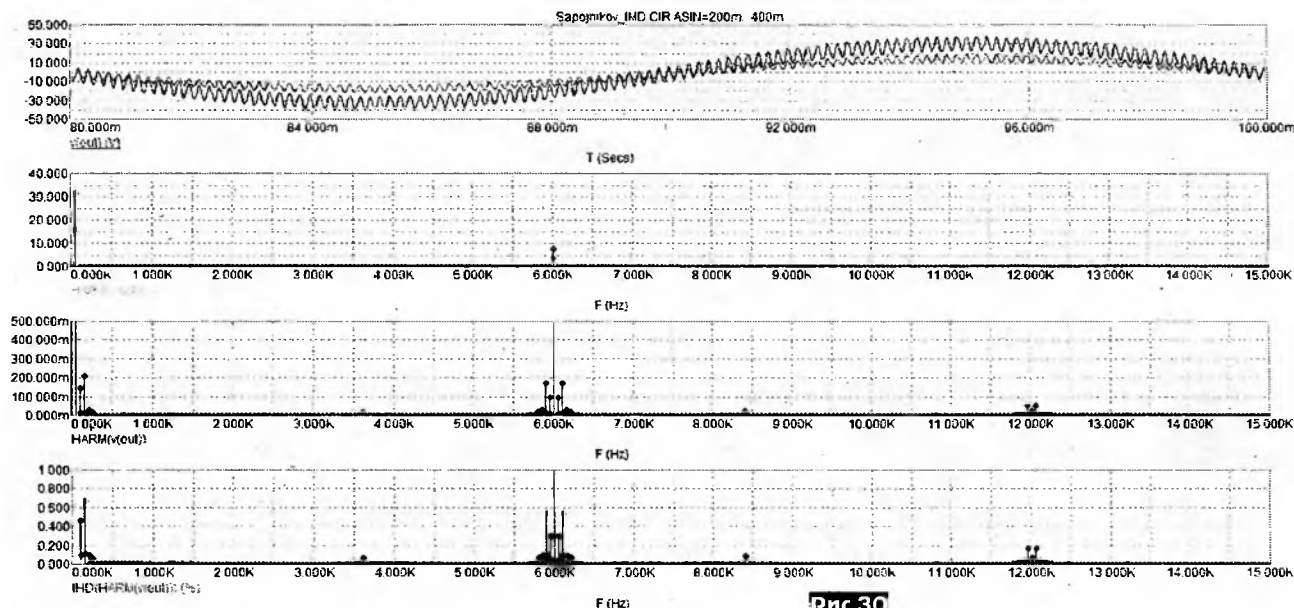


Рис.30

Properties for Transient Analysis

Plot | Scales and Formats | Colors, Fonts, and Lines | Scope | **FFT** | Header | Numeric Output | Save Curves | Tool Bar

Objects

- General Text
- Grid
- Graph Background
- Baseline Color
- Window Background
- Select
- Select Box
- Tracker
- Select Color Primary
- Select Color Secondary
- Data Point Labels
- Plot All
- HARM(v(out))
- HARM(v(out))
- IMD(HARM(v(out)))

Curve Line

Width:

Pattern:

Point:

Style:

☒ Rainbow

Curve Text

Font:

Size:

Font style:

Effects

☐ Shadow ☐ Underline

<Select Style>

Sample

100

0

-100 v(out)

OK Отмена Параметры Справка

Рис.31

Полученные значения коэффициента на каждом шаге стейпинга постепенно составляют график зависимости от заданного стейпингом параметра (в примере - от амплитуды входного сигнала). Четвертый график выводит все гармоники (в том числе и частоты 6 кГц) в процентах по отношению к ам-

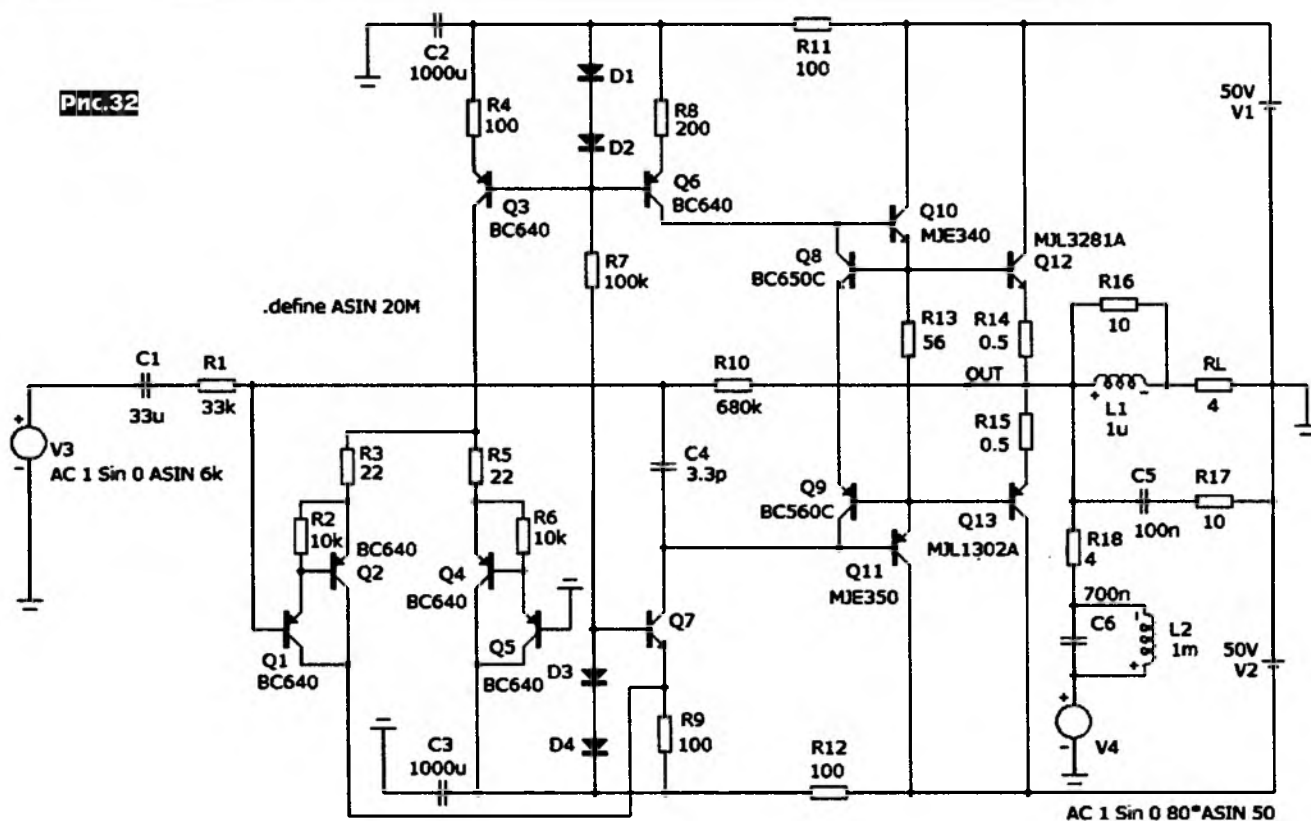
литуде модулирующей частоты 50 Гц (уровня ее гармоники на графике нет). В результате получим графики **рис.30**.

Для того, чтобы графики лучше смотрелись, не так «ляписто», входим в свойства *Properties (F9)* **рис.31** и изменяем режимы отображения (в частности, напротив *Point* выбираем *Filled Bubbles*) последовательно для каждого графика окна *Objects*. Чтобы выводимые графики в одном поле были разного цвета, устанавливаем птичку напротив *Rainbow*.

Из графика **рис.30** видно, что уровни гармоник в окрестности частоты 6 кГц достигают 200 мВ, что по отношению к уровню этой частоты (8 В) равно 2,5 %, т.е. довольно много. При нагрузке 4 Ома уровень интермодуляционных искажений значительно возрастает. Это и не удивительно, если вы проанализируете предложенным в начале статьи методом АЧХ и ФЧХ усилителя с замкнутой и разомкнутой ООС, то обнаружите значительную девиацию фазы во всем звуковом диапазоне.

Формула ИМИ в % для составляющих второго и третьего порядка в соответствии со стандартом, предложенная авторами [10], имеет следующий вид:

$$\sqrt{Y_Level(Harm(v(out)),1,1,5900)^2 + Y_Level(Harm(v(out)),1,1,5950)^2 + Y_Level(Harm(v(out)),1,1,6050)^2} +$$



$Y_Level(Harm(v(out)), 1, 1, 6100)^2 / Y_Level(Harm(v(out)), 1, 1, 6k) * 100$

Формулу можно упростить, если принять, что гармоники справа от основной частоты равны по амплитуде соответствующим гармоникам слева:

$\sqrt{2 * (Y_Level(Harm(v(out)), 1, 1, 5900)^2 + Y_Level(Harm(v(out)), 1, 1, 5950)^2)} / Y_Level(Harm(v(out)), 1, 1, 6k) * 100$

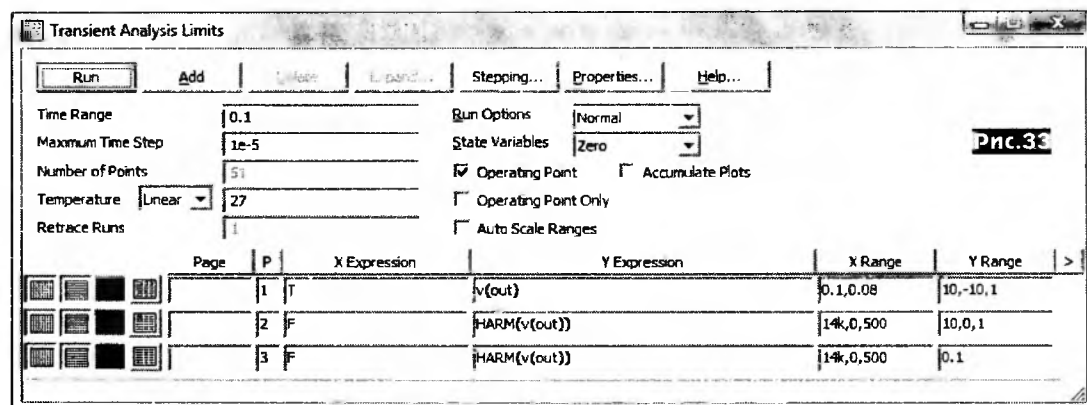
Чтобы сделать анализ в соответствии с формулой, необходимо вписать ее в строку формул окна Performance следующим образом. Запустить анализ Transient, после просчета пройти по Transient/Performance Windows/Add Performance Window, и в поле What To Plot вставить формулу, после чего нажать кнопку Get. При последующем запуске анализа расчет будет производиться уже по формуле.

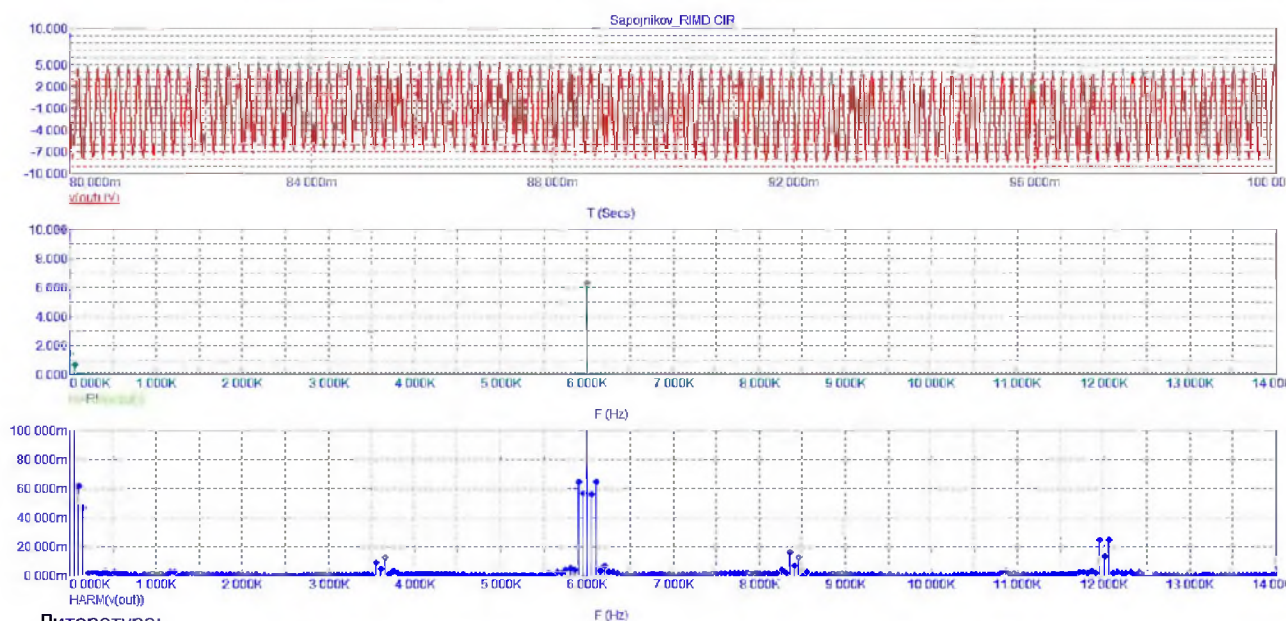
Проведем дополнительные исследования этого усилителя по методике [2]. Для этого модифицируем схему рис.24 до вида рис.32, для этого перенесем генератор V4 и добавим 3 элемента: R18, C6, L2. Фильтр-пробка C6, L2 настроена на частоту 6 кГц и не пропускает сигнал с выхода усилителя на выход генератора. Как видно из схемы, коэффициент умножения 4 в генераторе заменен на 80. Это сделано из следующих соображений. Коэффициент усиления усилителя равен 20 (26 дБ). Таким образом, входной сигнал будет усилен во столько же раз. Чтобы сохранить эквивалентное соотношение модулирующего сигнала 50 Гц и испытательного сигнала 6 кГц, необходимо иметь модулирующий сигнал в 80 раз ($4 \times 20 = 80$) больше испытательного сигнала.

Запускаем анализ переходных процес-

сов Analysis/Transient Analysis Limits (Alt + 1) и в диалоговом окне устанавливаем параметры анализа в соответствии с рис.33. Входим в Stepping и указываем в трех строках значение 0,33 (330 мВ).

После просчета получим характеристики рис.34. Как видно из верхнего графика, сигнал частотой 6 кГц имеет видимые искажения, появилась паразитная огибающая сигнала, причем несимметричной формы. По второму графику видно, что амплитуда выходного сигнала частотой 6 кГц равна 6,3 В, слева графика видно, что уровень сигнала частотой 50 Гц достигает почти 1 В. На третьем графике показан график 2, растянутый снизу так, чтобы лучше видеть спектр гармоник. Из этого графика видно, что спектральная составляющая 100 Гц превышает 60 мВ, 150 Гц равна около 50 мВ, аналогично частоты 5950 и 6050 Гц имеют уровни около 60 мВ, а частоты 5900 и 6100 превышают 60 мВ, кроме этого имеются спектральные составляющие в районе 3,6 и 8,8 кГц, а также более 20 мВ на частотах 11950 и 12050 Гц. Даже если не суммировать все гармоники, а взять только гармоники третьего порядка 5900 и 6100 Гц уровнем 63 мВ, то их суммарное напряжение будет в 1,4 раза больше, т.е. 88 мВ. По отношению к полезному сигналу частотой 6 кГц это составит $(0,088/6,3) \cdot 100 = 1,4\%$, что очень много. Можно представить, что будет твориться, если подключить на вход еще один генератор с частотой в несколько кГц.





Литература:

12. М. Сапожников, УМЗЧ с усилителем напряжения по схеме с общей базой, Радио 2010, №2, с. 17
(Окончание следует)

Рис.34



**Издательство «Наука и Техника» (Санкт-Петербург-Киев)
высылает почтой лучшие книги по радиоэлектронике**

Сухов Н. **РАДИОХОББИ. Лучшие конструкции аудиотехники и акустических систем своими руками. Книга + тестовый аудио CD.** Цена 350 руб. или 130 грн.
Приводятся практические описания десятков схем и конструкций аудиотехнических устройств разной степени сложности. Впервые в СНГ книга сопровождается тестовым аудиодиском «Аудиотестовые фонограммы», предназначенным для испытания различной аудиоаппаратуры.

Шмаков С. **Как создать источники питания своими руками** — 288 с.
Цена 285 руб. или 99 грн.

Этот популярный самоучитель поможет вам всего за шесть шагов пройти путь от «чайника», изучающего азы цифровой техники, до вполне готового специалиста, умеющего самостоятельно разрабатывать схемы любых устройств на микроконтроллерах и составлять для них программы.



Черномырдин А. **Видеокурс: семь шагов в электронику. Книга + диск** — 160 с.
Цена 240 руб. или 85 грн.

Впервые появилась радиоловительская книга с видеокурсом. Конструкции каждого Шага созданы автором в нескольких вариантах на различной элементной базе — или на транзисторах, или на микросхемах, или на микроконтроллерах, — чтобы можно было наглядно увидеть и сходство, и различия между схемными решениями.

Белов А. **Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. Книга + видеокурс** — 528 с. Цена 350 руб. или 130 грн.
Этот популярный самоучитель с ВИДЕОКУРСОМ поможет вам всего за шесть шагов пройти путь от «чайника», изучающего азы цифровой техники, до вполне готового специалиста, умеющего самостоятельно разрабатывать схемы любых устройств на микроконтроллерах и составлять для них программы.

По России. Звоните 8 (812) 412-70-26. Пишите для заказа admin@nit.com.ru или 192029 С-Петербург а/я 44
По Украине. Звоните (044) 516-38-66. Пишите для заказа nits@voliacable.com или 02166 Киев ул. Курчатова д. 9/21

Цены указаны для России (руб.) и Украины (грн.) без учета почтовых расходов.
Подробнее о книгах — на сайте издательства www.nit.com.ru

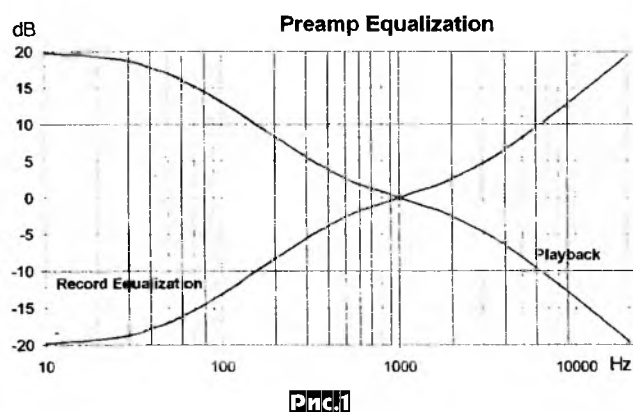
Ламповый винилкорректор-хедамп

Дмитрий Андреев, г. Москва, Михаил Торопкин, г. Дзержинск Нижегородской обл.

1. Введение

В 1888 году Эмилем Берлинером была изготовлена первая граммофонная пластинка (из целлулоида) и создан первый аппарат для воспроизведения звука с этой пластинки - прототип рупорного граммофона. Так началась эра грамзаписи. В 1896 г. тот же Берлинер выпустил шеллачную пластинку, а позднее была предложена виниловая долгоиграющая пластинка, которая и на сегодняшний день остается приоритетным носителем среди аудиофилов.

В качестве международного стандарта записи на виниловый диск был принят стандарт, разработанный ассоциацией звукозаписывающих компаний США (RIAA). Кривые записи и воспроизведения согласно этому стандарту представлены на **рис. 1**.



Этот стандарт и сегодня регламентирует коррекцию АЧХ записи и воспроизведения виниловой пластинки [1], [2] и [3]. Поэтому для воспроизведения записи с диска требуется усилитель-корректор. Практическую реализацию коррекции можно разделить на активную и пассивную. При активной коррекции включение элементов коррекции предполагается в цепях обратной связи. В пассивной - коррекция АЧХ осуществляется путем ведения между каскадами усилительного тракта частотного фильтра на пассивных радиоэлементах. Фильтр может быть реализован несколькими способами: на звеньях RC, RL или их комбинацией - RLC. В данной статье рассматривается коррекция на RC звеньях, как наиболее доступная.

2. Краткое описание работы узлов схемы.

В предлагаемой конструкции реализован не только сам усилитель-корректор, но и усилитель для наушников, который можно использовать и как обычный УМЗЧ с выходной мощностью около 2 Вт на нагрузку 8 Ом, что является вполне достаточным для небольших помещений при использовании высококачественной акустики. Предусмотрен коммутатор входов от внешних источников сигнала и выход на другой усилитель мощности. Помимо основной особенности данного усилителя-корректора - универсальности, он обладает отличными субъективными данными и объективными техническими характеристиками, отвечающими современным требованиям.

Принципиальная схема изображена на **рис. 2**. На схеме показан только один канал усиления - правый.

Усилитель-корректор реализован по двухкаскадной схеме усиления на лампах 6F5 и 6СЗП с корректирующей цепочкой, включенной между каскадами. Лампа 6F5 включена в реостатный, а 6СЗП - в трансформаторный каскад усиления. Выбор ламп осуществлен не случайно. В первом каскаде используется лампа 6F5 (чуть хуже отечественный аналог 6Ф5М, баллон которой изготовлен из стекла), имеющая большой коэффициент усиления и обладающая прекрасной звуковой сигнатурой, малыми собственными шумами. Лампа 6СЗП имеет низкое внутреннее сопротивление и также отличную звуковую сигнатуру. Крутизна этого триода высока, что позволяет получить низкое приведенное к входу напряжение шумов. При статическом усилении 50 без труда можно получить усиление каскада 30-35, при этом анодная нагрузка не превышает 5 кОм.

Кроме того, 6СЗП обладает малой чувствительностью к вибрациям. Сквозные динамические характеристики лампы 6СЗП и 6F5 подобны, благодаря чему происходит частичная взаимная компенсация их нелинейных искажений. Трансформаторный каскад на 6СЗП обладает сравнительно малым выходным сопротивлением ~ 1 кОм, что повышает его нагрузочную способность.

Частотная коррекция обеспечена элементами R4-R7, C3-C5. В данной статье не приводятся расчеты элементов фильтра пассивной цепочки и самих каскадов усиления, поскольку методика наглядно освещена в [3], [4]. Для снижения пульсаций напряжения питания первый каскад правого и левого каналов питается через собственный LC фильтр, на элементах L2 и C2. Второй каскад имеет собственный RC фильтр на R9 и C7. У каждого канала - свой фильтр, что сделано для уменьшения их взаимного влияния. В целях снижения уровня фона накал ламп корректора питается стабилизированным напряжением постоянного тока. Во втором каскаде реализована дополнительная возможность усиления малых сигналов от внешних источников (например, трансформаторного выхода CD проигрывателя). Для коммутации источников сигнала используется реле K1.

Каскад усиления мощности реализован на лампе 6С45П (его режимы и общий расчет подробно рассмотрен в [1], [8]). Питание каждого канала усилителя мощности осуществляется через развязывающий RC-фильтр. Питание накала ламп усилителя производится переменным напряжением. Нагрузкой каскада служит выходной трансформатор T2, вторичная обмотка которого рассчитана на нагрузку 8 Ом. Наушники подсоединяются через делитель, рассчитанный на максимальную отдаваемую мощность от 50 до 100 мВт, что вполне достаточно для высокочувствительных наушников. Авторы использовали высокоомные (120 Ом) наушники SENNHEISER HD590. Для использования наушников с более низким импедансом необходимо подобрать R21 (в пределах от 39 до 82 Ом). Трансформатор T2 имеет еще одну вторичную обмотку, напряжение с которой поступает на сетку индикатора V4. Резистором R25 (каждого канала) регулируют напряжение, при котором на максимальной громкости происходит наибольший раскрыв луча индикатора. Индикатор выполняет не только декоративную функцию: при соответствующей настройке по нему можно отслеживать максимальное положение регулятора громкости, соответствующее появлению искажений. Переключение наушников/акустические системы происходит с помощью реле, которым управляет встроенный контакт в разьеме выхода на наушники. Переключателем S2 производится выбор используемого усилителя мощности, внутреннего - на лампе V3, или внешнего.

Анодное питание усилителя осуществляется двухполупериодным кенотронным выпрямителем на лампе V8 с последующей фильтрацией элементами R28, R29, C11, C12, L3. Резистор R31 служит для быстрого разряда конденсаторов фильтра питания в случае выключения усилителя. Это сделано в целях обеспечения удобства и безопасности при наладке. Для уменьшения пульсаций анодного напряжения и, как следствие, шумов используется стабилизатор, реализованный на лампах V5-V7.

3. Используемые детали и конструкция.

Резисторы.

Для наилучшего результата в качестве R1 используется танталовый резистор, который обладает малыми собственными шумами и является нейтральным по звучанию, т.е. не окрашивает звук. Из отечественных резисторов наилучшей заменой будет C2-29В с нормированным уровнем шума 0,5 мкВ/В. Резистор R3 используется фирмы Allen Bradley, его можно заменить отечественным C2-29В, C2-33, C2-1, C2-13, МЛТ, ОМЛТ. В корректирующей цепочке R4-R7 и R11 применены резисторы C2-29В, в качестве замены можно предложить C2-33, C2-1, C2-13, МЛТ, ОМЛТ. Важно отметить, что подбор номиналов этих резисторов необходимо произвести с точностью не хуже 1%! В качестве R9, R12, R30 использованы проволоч-

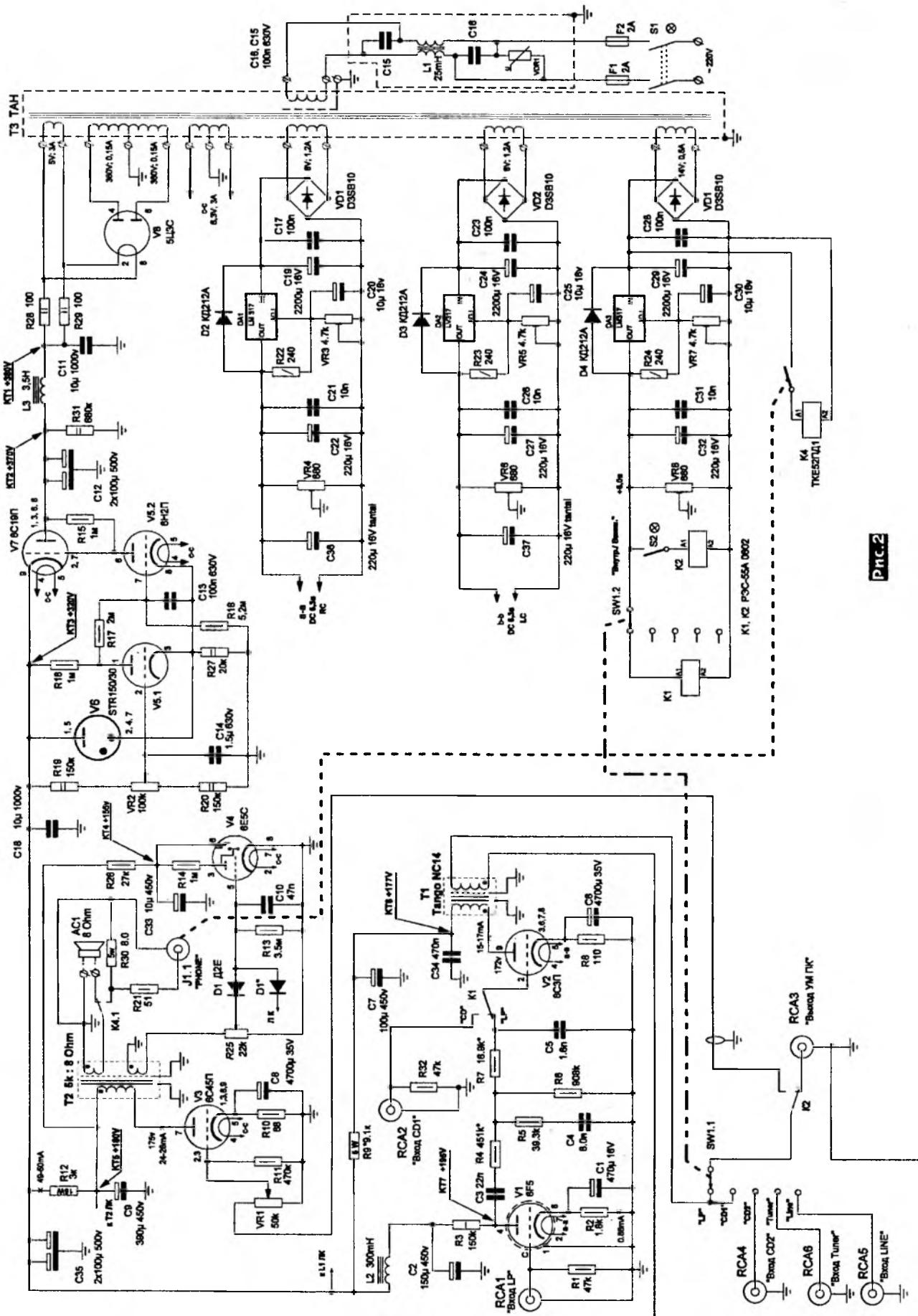


Рис.2

ные резисторы ПЭВ. Марка остальных постоянных резисторов не так важна: допустимо использовать С2-33, МЛТ, ОМЛТ, ВС и другие соответствующей мощности. В качестве регулятора громкости VR1 советуем применить дискретный потенциометр Dact CT2-50K-2 с логарифмической зависимостью. Не возбраняется в качестве замены применить переменные резисторы фирмы ALPS Electric типа ALPS RK27, а из отечественных - подойдут СП-III, все с логарифмической зависимостью. Резистор VR2 - СПО-1. Остальные резисторы (R25, VR3-VR8) - С5-2В или любые другие.

Конденсаторы.

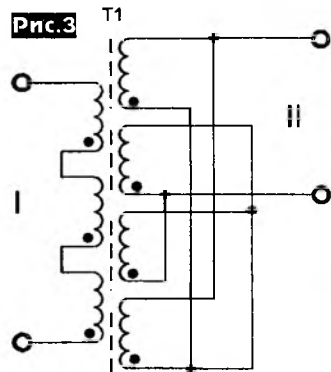
Конденсатор С3 - фирмы Multicap, заменить который можно аналогичным полипропиленовым, а также полистирольным или слюдяным (марки ССГ). Важно помнить, что напряжение на обкладках конденсатора в момент включения может достигать 370 В. В цепочке коррекции использованы отечественные конденсаторы СГМ, подобранные с точностью 1%. В качестве электролитических конденсаторов можно использовать Nichicon, Rubycon, Elna, Mundorf. Конденсаторы С11 и С18 - пленочные фирмы Mundorf (можно заменить любыми другими, например, ДПС или использовать бумагомасляные МБМ, МБГО). Остальные неэлектролитические конденсаторы - К73-17, К73-16, К78-2.

Лампы.

Как уже отмечалось, вместо 6F5 можно использовать отечественную 6Ф5М. Возможно, при такой замене придется лампу экранировать, поскольку в американской версии металлический баллон играет роль экрана. Лампу 6С3П можно заменить 6С4П. При такой замене необходимо учесть, что 6С4П имеет другую цоколевку. Отечественный аналог стабилизатора STR150/30 - СГ1П. Лампы в каждом канале корректора нужно подобрать в пары. Чем выше точность подбора в пары, тем лучше результат.

Моточные изделия.

Межкаскадный трансформатор Т1 - Tango NC-14. Для самостоятельного изготовления трансформатора потребуется сердечник Ш28х36 с окном 42х13 мм из трансформаторной стали Э330, Э413, Э3407, толщина пластин 0,35 мм. Первичная обмотка содержит 2466 витков провода ПЭЛШО, диаметром «по меди» 0,18 мм. Обмотка состоит из трех секций по 822 витка в секции, а каждая секция состоит из шести слоев по 137 витков в слое. Вторичная обмотка содержит 4944 витка,



намотана проводом ПЭТВ-2 диаметром «по меди» 0,15 мм. Обмотка содержит 4 секции по 1236 витков в секции. Каждая секция состоит из шести слоев по 206 витков в слое. Способ намотки - виток к витку. Секции первичной обмотки нужно расположить между секциями вторичной обмотки. Соединение секций первичной обмотки - последовательное. Вторичная обмотка соединена последовательно-параллельно. Параллельно необходимо соединить секции 1, 4 и 2, 3, а затем вновь полученные 2 секции - последовательно, как показано на **рис.3**.

Изоляция: межслойная - фторопластовая пленка марки Ф4 толщиной 0,01 мм в один слой; межсекционная - многослойная, фторопластовая пленка марки Ф4 толщиной 0,01 мм в один слой, конденсаторная бумага толщиной 0,05 мм в один слой и та же самая фторопластовая пленка еще в один слой. Взамен конденсаторной бумаги можно использовать чертежную кальку.

Толщина немагнитной прокладки в зазоре трансформатора - 0,05 мм. После сборки сердечника трансформатор необходимо проварить в натуральном воске или парафине в течение 40-60 минут.

Выходной трансформатор Т2 выполнен на пластинах от выходного трансформатора лампового телевизора ТВ3-Ш. Пластины Ш16, толщина набора 32 мм. Для изготовления пары выходных трансформаторов потребуется три ТВ3-Ш трансформатора-донора.

Для достижения наилучшего результата пластины и перемотки необходимо отобрать без заусенцев и без следов деформации. Строго говоря, это общее правило для отбора пластин любого аудиофильского трансформатора. Для намотки использовался обмоточный провод марки ПЭТВ-2. Способ намотки - «виток к витку». Число витков первичной обмотки - 2904, диаметр провода «по меди» - 0,18 мм. Число витков в одном слое первичной обмотки - 121. Первичная обмотка состоит из трех одинаковых секций: каждая секция содержит 968 витков, намотанных в восемь слоев. Секции первичной обмотки соединены последовательно. Вторичная обмотка для сопротивления нагрузки 8 Ом состоит из двух одинаковых секций, соединенных параллельно и расположенных между секциями первичной обмотки. Каждая секция вторичной обмотки содержит по 130 витков, намотанных в два слоя обмоточным проводом диаметром «по меди» 0,335 мм. Обмотка индикатора имеет 242 витка, намотанная в два слоя проводом 0,18 мм. Расположена обмотка на каркасе самой последней, поверх всех секций. Изоляция: межслойная - фторопластовая пленка марки Ф4 толщиной 0,0068 мм в один слой; межсекционная - конденсаторная бумага толщиной 0,05 мм в один слой и та же самая фторопластовая пленка в один слой. Взамен конденсаторной бумаги можно использовать чертежную кальку.

Толщина немагнитной прокладки в зазоре трансформатора - 0,05 мм. После сборки сердечника, трансформатор необходимо проварить в натуральном воске или парафине в течение 40-60 минут.

Дроссель L1 - стандартный помехоподавляющий на рабочий ток 2 А. Мы применили дроссель фирмы Panasonic ELF22V020A или ELF22V020B. Варистор VDR1 - TVR20471.

В качестве L2 можно использовать дроссель Д3-0,3-0,16 или любой другой на сердечнике из электротехнической стали Э310, Э330, Э413, Э3407. Индуктивность дросселя не менее 300 мГн и рабочий ток не менее 10 мА.

Дроссель L3 намотан на сердечнике ПЛ12,5х25х32 любой из указанных выше марки электротехнической стали. На каждой катушке намотано 20 слоев провода ПЭТВ-2 диаметром 0,3 мм. Каркас выполнен из 1,5 мм стеклотекстолита и имеет окно 7,2х27,5 мм. В каждом слое содержится 160 витков, способ намотки - «виток к витку». Межслойная изоляция - из фторопластовой пленки толщиной 0,01 мм. Величина немагнитного зазора 0,2 мм. Собранный дроссель пропитать воском или парафином. Изготовленный дроссель имеет индуктивность 3,5 Гн, рабочий ток 150 мА. Дроссель можно заменить промышленным Д48-2,5-0,4.

Силовой трансформатор намотан на сердечнике Ш35х40 с окном 15х23 мм из пластин толщиной 0,5 мм. Каркас трансформатора выполнен из стеклотекстолита толщиной 2 мм с перемычкой посередине. Каждая половинка каркаса имеет окно 15х22,75 мм. Первичная обмотка имеет 570 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 0,63 мм и разделена на две полуобмотки. Каждая полуобмотка намотана на своей половинке разделенного каркаса. Первичная обмотка экранирована лентой из меди толщиной 0,05 мм; необходимо учитывать, что виток экранирующей обмотки не должен быть замкнутым! Анодная обмотка состоит из двух полуобмоток по 932 витка провода ПЭТВ-2 диаметром 0,28 мм. Накальная обмотка также разделена на две полуобмотки, каждая содержит 9 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 1,25 мм. Накальная обмотка кенотрона содержит 14 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 1,25 мм. Каждая из обмоток на напряжение 8 В содержит 22 витка провода ПЭТВ-2 диаметром 0,75 мм. Обмотка на 14 В - 37 витков, провод ПЭТВ-2 диаметром 0,5 мм. Способ намотки - «виток к витку». Изоляция между слоями фторопластовая пленка толщиной 0,015 мм, а межобмоточная изоляция - та же пленка в 4 слоя. Готовый трансформатор следует пропитать парафином или воском.

Все моточные изделия, кроме L2, следует поместить в металлические электромагнитные экраны.

Конструкция.

Усилитель выполнен на металлическом шасси размером 430х360х60 мм. Узел корректора желательно разместить как можно дальше от силового трансформатора и дросселя для снижения их влияния на входные каскады. Узлы корректора, усилителя мощности, лампового стабилизатора и выпрямителя выполнены на отдельных платах навесным монтажом. Узлы

AUDIO HIGH-END

интегральных стабилизаторов выполнены на отдельной печатной плате. Микросхемы стабилизаторов и диодные мосты необходимо установить на радиаторы площадью не менее 50 см². Монтаж цепей можно выполнить проводом МГШВ или МГТФ сечением 0,35 мм². Монтаж цепи подогревателя кенотрона - проводом МГШВ 1,0 мм². Монтаж длинных выводов сигнальных цепей произведен проводом МГТФЭ, сечением 0,35 мм². Способ распайки общего провода («земли») рассмотрен в [6]. Фото «подвала» шасси можно увидеть на **рис.4**, а внешний вид усилителя - на **рис.5**.

4. Настройка усилителя.

Прежде чем приступить к наладке, необходимо проверить правильность соединения всех цепей согласно принципиальной схеме. Необходимо помнить, что в усилителе присутствует высокое напряжение, опасное для жизни, поэтому следует соблюдать необходимые правила электробезопасности! Перед первым включением нужно вынуть все лампы из панелек. Включить усилитель. Подстроечными резисторами выставить на выходе стабилизаторов DA1-DA3 постоянные напряжения 6,3 В. Проверить переменное напряжение анодного питания на выходе силового трансформатора. Если все в порядке, то первым в панельку можно вставить кенотрон V8. После прогрева лампы проверить постоянное напряжение на контрольной точке КТ1, оно должно быть в пределах 380-400 В. Выключить усилитель и вставить лампы стабилизатора V5-V7.

После включения и прогрева ламп подсоединить вольтметр к контрольной точке КТ3, установить подстроечным резистором VR2 напряжение в этой точке +320 В и выключить усилитель. Вставить все лампы в панельки. Замкнуть входные разъемы корректора. Включить усилитель. Снова проверить напряжения накала на выходах стабилизаторов DA1-DA3 и при необходимости заново их установить. Измерить напряжение в контрольной точке КТ3, при необходимости подстроить VR2. Проверить напряжения в остальных контрольных точках в соответствии с таблицей 1 с точностью ±5 В, для этого использовать вольтметр с входным сопротивлением не менее 10 МОм.

Таблица 1

№ точки	U, В
КТ1	375-380
КТ2	370
КТ3	320
КТ4	155
КТ5	180
КТ6	177
КТ7	195

Если все напряжения соответствуют табличным, можно считать основные настройки выполненными и приступать к измерениям характеристик. Методика измерения характеристик подробно рассмотрена в [4].

Несколько советов по разводке общего провода.

- Используйте метод заземления в одной точке (метод «Звезды»). Это значит, что только одна точка электрической схемы имеет контакт с шасси, назовем ее заземляющей точкой. Земляная точка каждого каскада соединяется с этой точкой отдельным проводом. Как правило, хорошее место для выбора заземляющей точки - рядом с силовым трансформатором. Например: заземление входного разъема, сеточный резистор, катодный резистор/конденсатор соединены в одной точке (не к шасси), следующие каскады также имеют свои точки для заземления и т.д., затем все эти точки отдельно соединяются с заземляющей точкой на шасси.

- Отрицательные клеммы С11 и С12 в фильтре блока питания непосредственно соединяются с заземляющей точкой. Каждый последующий конденсатор соединяется с земляной точкой своего каскада, а уже потом с заземляющей точкой.

- Не используйте слишком толстые заземляющие проводники, для самого большого тока, наблюдаемого для первого конденсатора питания, вполне достаточно проводника 0,8 мм.

- Если используются экранированные провода в сигнальных соединениях, соединять их с землей следует только в одной точке.

- Не соединяйте землю усилителя с сетевой земляной шиной. Эта земляная шина повсеместно используется другими бытовыми приборами.



Рис.4

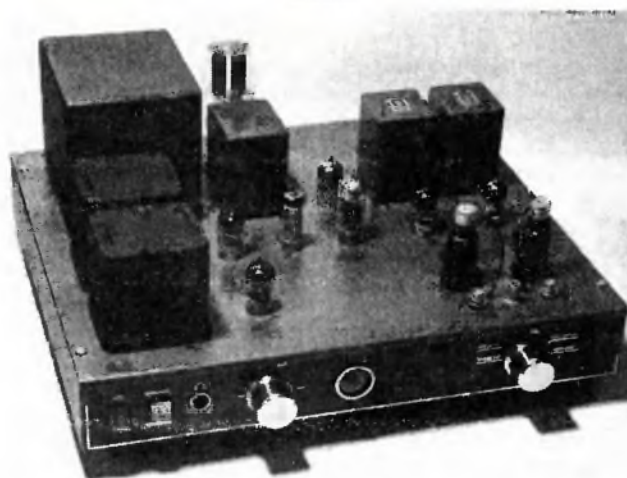


Рис.5

- Не забудьте соединить с земляной точкой вторичную обмотку выходного трансформатора. Это сохранит ваши колонки.

Если после соблюдения общих советов фон переменного тока остается не побежденным, то обратитесь для детального изучения вопроса к [5], [7].

5. Заключение.

Приведем параметры усилителя. В результате измерений получена RIAA характеристика, представленная на **рис.6**. На рисунке сплошной линией показана кривая стандарта RIAA, совпадающая с АЧХ нашего корректора в диапазоне 20 Гц - 20 кГц. На частоте 10 Гц описанный корректор дает завал меньше 1 дБ от стандарта (его даже трудно изобразить на рисунке с таким масштабом). Для сравнения штриховой линией изображен европейский стандарт МЭК.

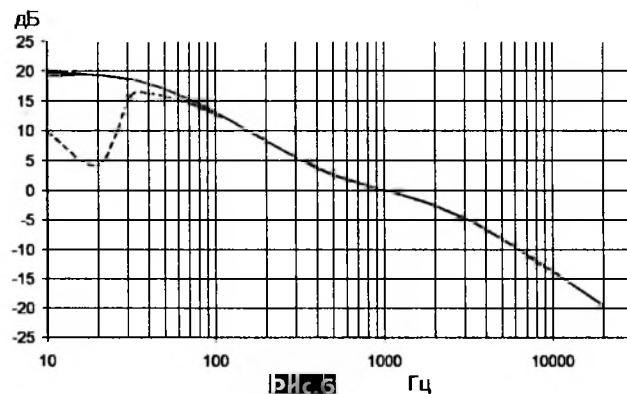


Рис.6

Основные характеристики:

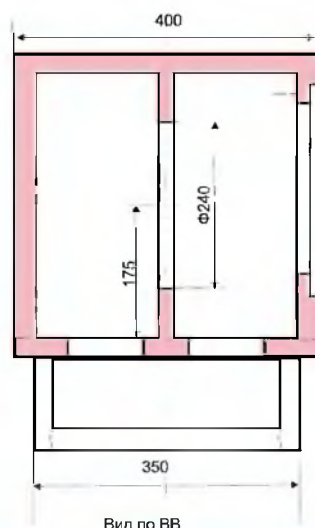
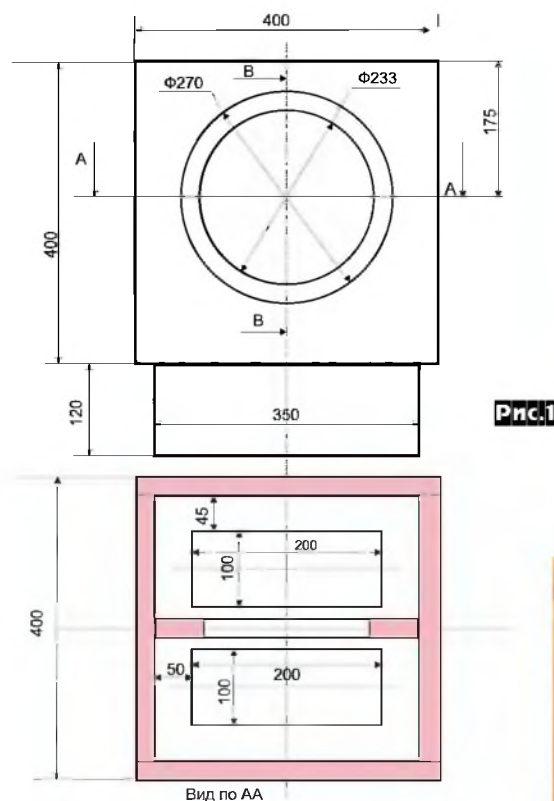
Отклонение АЧХ от стандарта RIAA	<0,25 дБ
Перегрузочная способность до линейного выхода на частоте 1 кГц ($K_g < 0,1\%$)	43 дБ
Измеренный уровень собственных шумов (невзвешенный в полосе 20 Гц - 20 кГц)	-68 дБ
АЧХ усилителя для наушников (-0,5 дБ)	18 Гц - 25 кГц
Макс. вых. мощность ($K_g < 1,7\%$) на нагрузке 8 Ом	2 Вт
Чувствительность по входам:	
..... RIAA - 5 мВ	
..... CD - 0,25 В	
..... прочие входы - 0,85 В	
Выходное сопротивление	1,4 кОм
Амплитуда выходного сигнала на нагрузке 47 кОм	1,0 В
Напряжение питания	220 В
Мощность, потребляемая от сети	120 Вт;
Габаритные размеры	430x360x180 мм
Вес	15,5 кг.

Литература

1. Д. А. Андреев, М. В. Торопкин Аудиосистема класса Hi-Fi своими руками: советы и секреты. - СПб.: Наука и Техника, 2005. - 144с.
2. Л. П. Апполлонова, Н. Д. Шумова Грамзапись и ее воспроизведение. МРБ, выпуск 0838, 1973.
3. Усилители RIAA - коррекции на вакуумных триодах для «скоростных» (электродинамических) звукоснимателей. Е. Бабиченко, И. Гапонов. <http://www.sky.od.ua/~eugeniy/doc.html>
4. Г. В. Войшвилло. Усилители низкой частоты на электронных лампах. - М.: Связьиздат, 1959.
5. Волин М. Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. - М.: Радио и связь, 1981. - 296с.
6. Г. С. Гендин. Высококачественные усилители низкой частоты. - М.: Радио и связь. - 1997.
7. В. Б. Григорьев. Снижение уровня шумов в усилителях низкой частоты. - М.: МРБ, выпуск 224, 1956.
8. М. В. Торопкин, Д. А. Андреев Как создать ламповый усилитель своими руками. - СПб.: Наука и Техника, 2011. - 288с.

Четырехполосный громкоговоритель на динамиках с металлическими диффузорами

Сергей Бать, г. Москва



ло опробования нескольких вариантов. Дальнейшая работа подтвердила целесообразность выбора двухкорпусной конструкции, вариантов оказалось довольно много. В этой статье будут рассмотрены два варианта трех полосных мониторов и вопрос их сопряжения с басовым звеном.

На **фото 1** показан внешний вид макета басового модуля, на **рис. 1** - чертеж корпуса. Внутренний объем корпуса примерно на 30 процентов заполнен синтепоном низкой плотности. На **рис. 2** показана АЧХ по звуковому давлению динамика SEAS H1209, измеренная вдоль оси по методике Ground plane.

Методика Ground plane предполагает проведение измерений вне помещения на открытом пространстве, в результате удается исключить влияние отражающих поверхностей и получить достаточно полное представление об АЧХ в низкочастотном участке звукового диапазона. Эта методика рекомендована в руководстве по применению LMS и LEAP 4.7.

Измерения показывают, что H1209 в закрытом корпусе объемом 50 литров имеет резонансную частоту 45 Гц при полной добротности 0,68. На частоте 45 Гц басовый модуль обеспечивает звуковое давление 83 дБ при напряжении 2,83 В на рас-

Громкоговоритель выполнен в виде двух конструктивных узлов: басового модуля и монитора. Басовый модуль и монитор питаются от отдельных усилителей мощности с разделением частотного диапазона активными фильтрами. Конструкция из двух корпусов продиктована отчасти ограниченными технологическими возможностями, поскольку предполагалось изготавливать макеты корпусов в домашних условиях, но основной причиной выбора двухкорпусной конструкции были соображения, связанные с модернизацией. На этапе начала работы была полная ясность с басовым звеном, для которого был выбран динамик SEAS H1209 в закрытом корпусе объемом 50 литров. По монитору предстояло определиться с выбором приемлемых компромиссов, а это требова-

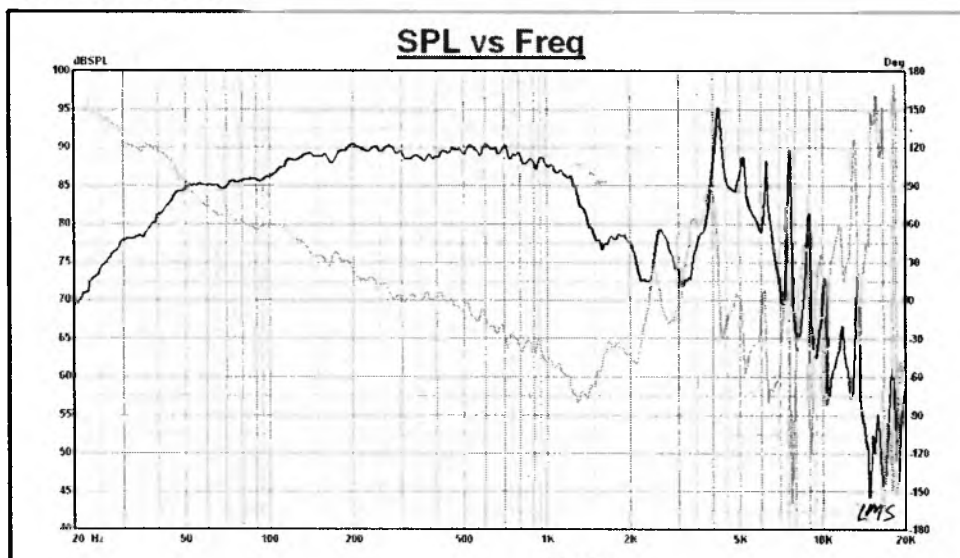


Рис.2

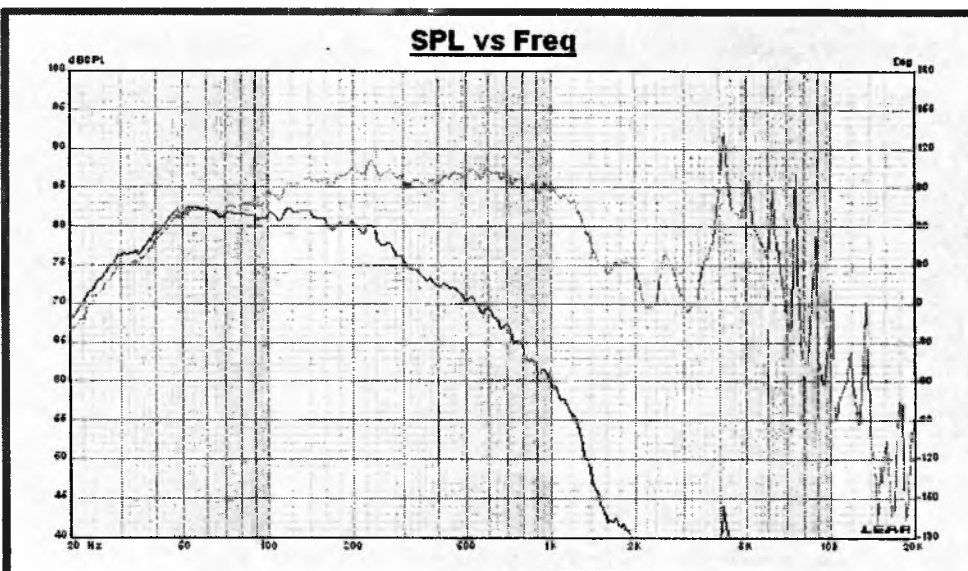


Рис.3

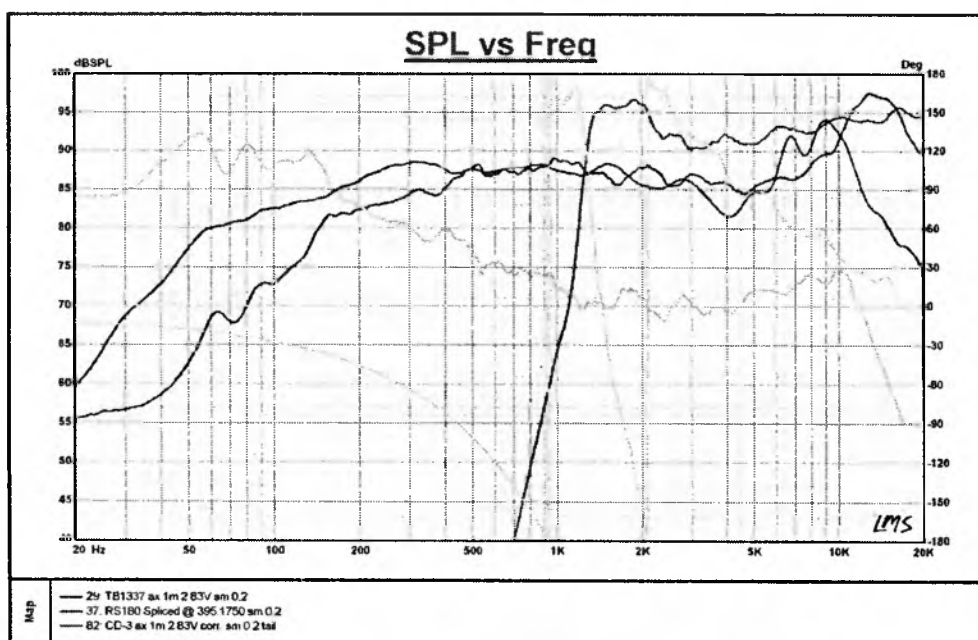
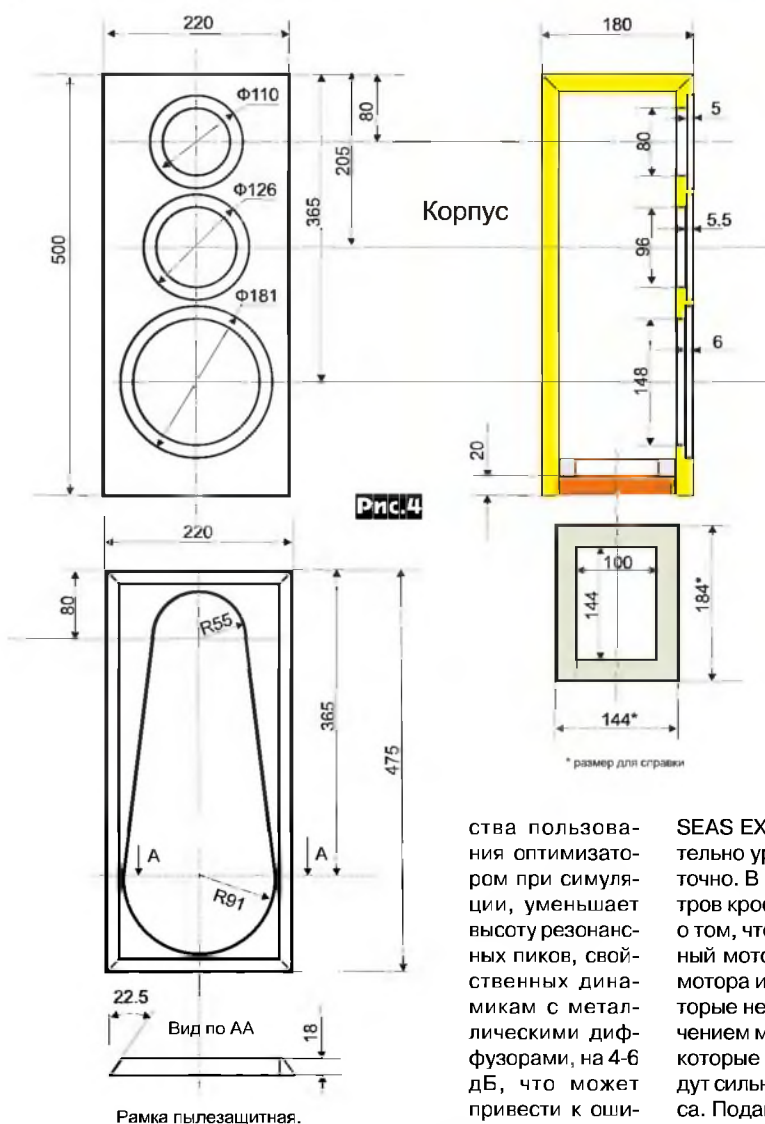


Рис.5

стоянии 1 м. Объемное смещение H1209 позволяет получить на частоте 50 Гц звуковое давление 98 дБ на расстоянии 1 м. На рис.3 показана симуляция АЧХ H1209 в корпусе басового модуля, работающего совместно с активным фильтром, в котором используются два звена первого порядка с частотами среза 70 и 700 Гц.

Внешний вид макета трехполосного монитора показан на фото 2. В мониторе используются динамики с металлическими диффузорами: DAYTON RS180S-8, Tang Bang W4-1337SD и Fountek CD3. Чертеж корпуса монитора показан на рис.4. Полезный объем корпуса равен 10 литрам. В качестве акустического оформления W4-1337SD используется полусферический колпак фирмы VISATON типа AK 18.13 с объемом 0.8 литра. Снаружи колпак оклеен в два слоя полосками герлена, внутренний объем колпака заполнен синтепоном.

На рис.5 и 6 показаны АЧХ по звуковому давлению и зависимости от частоты сопротивлений динамиков, установленных в корпус монитора. АЧХ измерены вдоль оси динамиков на расстоянии 1 м при напряжении 2.83 В и обработаны с помощью программного обеспечения LMS. Обработка включает усреднение АЧХ в интервале 0.2 октавы и вычисление минимально фазовых ФЧХ. Кроме того, АЧХ динамика CD-3 на частотах ниже 1.5 кГц аппроксимирована прямой линией. Это связано с тем, что мне не удалось нормально померить АЧХ CD-3 при входном напряжении 2.83 В. При измерении на скользющем тоне, начиная с 2 кГц и ниже, дребезжащие призвуки показались мне настолько сильными, что пришлось отключить сигнал из опасения повредить динамик. Стало ясно, что при проектировании фильтров кроссовера необходимо принять меры по защите ВЧ динамика от перегрузки низкими (для CD-3) частотами. При проектировании фильтров были приняты во внимание еще некоторые соображения, о которых стоит упомянуть. Усреднение АЧХ в интервале 0.2 октавы, которое делается для удоб-



ства пользования оптимизатором при симуляции, уменьшает высоту резонансных пиков, свойственных динамикам с металлическими диффузорами, на 4-6 дБ, что может привести к ошибочной оценке

SEAS EXCEL мне известно, что подавления на 20 дБ относительно уровня, на который сводится кроссовер, вполне достаточно. В качестве первого приближения при симуляции фильтров кроссовера можно принять указанную норму, не забывая о том, что динамики SEAS EXCEL имеют качественный линейный мотор. Не имея достоверной информации о линейности мотора используемых динамиков, можно только сделать некоторые не слишком оптимистические предположения. С увеличением мощности, подаваемой на динамик, резонансные пики, которые не видны на суммарной АЧХ громкоговорителя, будут сильно подчеркивать гармоники, кратные частоте резонанса. Подавление фильтром резонансного пика не поможет, поскольку сигнал, генерирующий гармоники на нелинейности мотора, может попадать в полосу прозрачности фильтра. На слух это воспринимается как кратковременное возрастание искажений на отдельных нотах, что особенно заметно при воспроизведении вокала. Мне показалось, что в динамике W4 1337SD описанный выше эффект начинает проявляться при подводимой мощности 6-8 Вт, что соответствует звуковому давлению 94-96 дБ. По совокупности параметров динамик W4 1337 производит приятное впечатление (особенно в сравнении с VISATON TI 100), несмотря на заметный разброс параметров, который потребовал отбора и разбраковки динамиков в пары. Приятно удивили результаты измерения параметров TS динамиков RS180S-8. Параметры шести экземпляров динамиков, которые мне удалось измерить, имели отклонения не более 5% от указанных изготовителем значений. В этой работе не ставится задача дать обоснованную оценку качества продукции изготовителей динамиков, это нельзя сделать,

подавления фильтрами нежелательных выбросов на АЧХ.

Встает вопрос о том, насколько необходимо подавить резонансные пики фильтрами для приемлемого качества звучания. Ответ на этот вопрос можно получить только по результатам прослушивания. Из опыта работы с «металлическими»

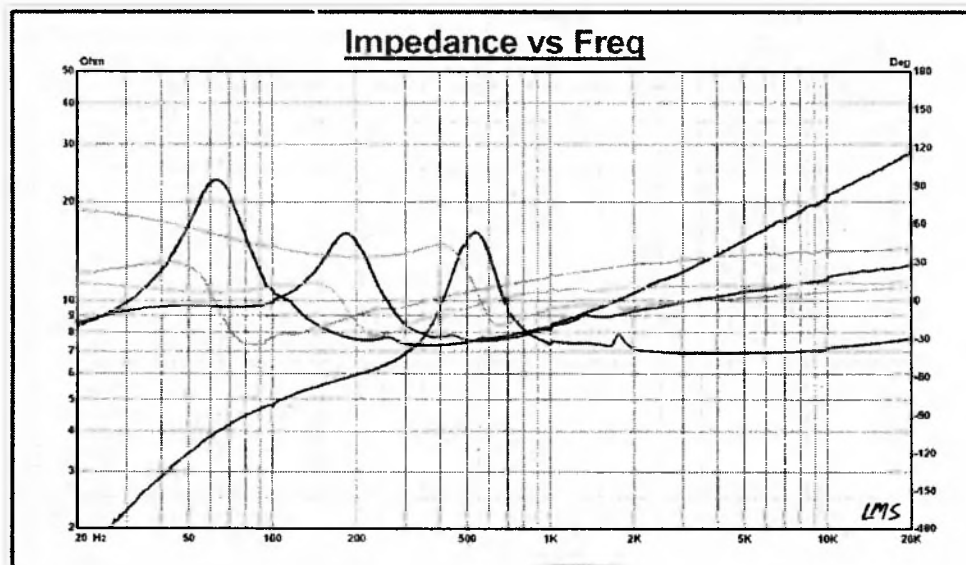


Рис. 6

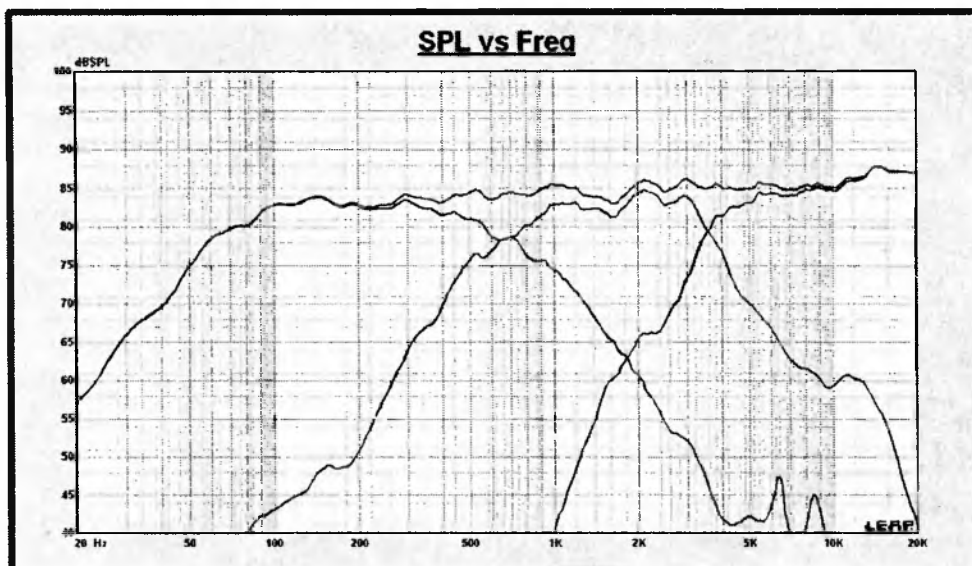


Рис.7

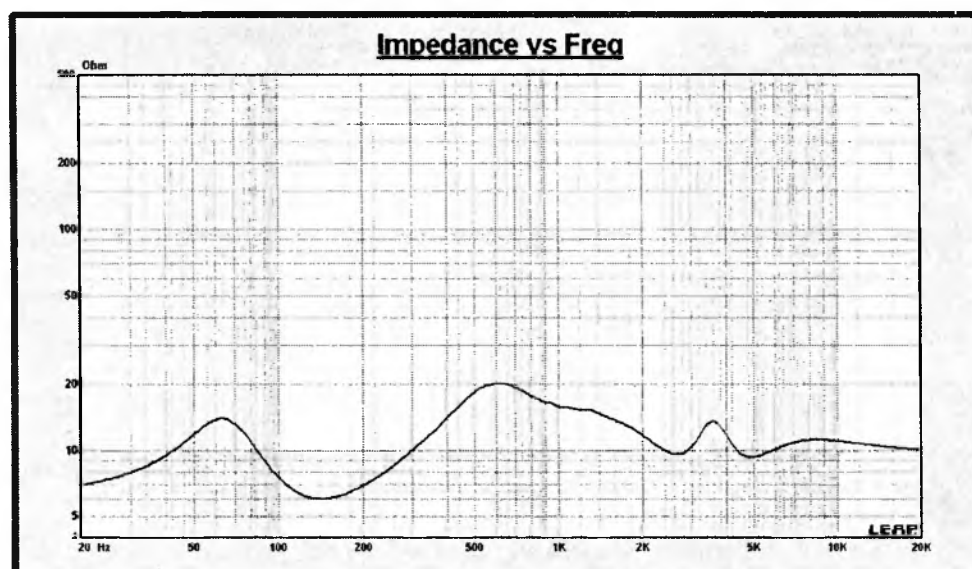


Рис.8

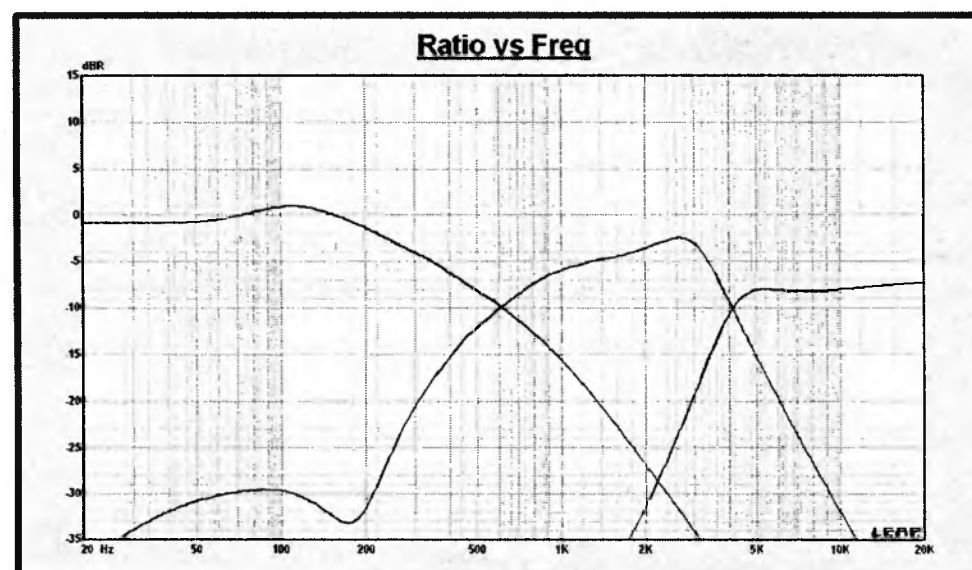


Рис.9

имея 4 - 6 образцов, кроме того, рассуждения, связанные с нелинейностью мотора динамиков не подкреплены измерениями.

На рис.7 показан результат симуляции АЧХ трех полосного монитора. Провал в 2 дБ на АЧХ среднечастотной головки связан с формой передней панели монитора. Подъем АЧХ на частотах выше 10 кГц умышленно не устранен в связи с относительно узкой диаграммой направленности ВЧ головки в вертикальной плоскости. При необходимости выровнять АЧХ можно путем подключения параллельно ВЧ головке емкости 0.5 - 1 мкФ.

На рис.8 показан результат симуляции зависимости от частоты входного сопротивления громкоговорителя. Минимальное значение входного сопротивления составляет 6 Ом на частоте 140 Гц.

На рис.9 показан результат симуляции передаточных характеристик фильтров кроссовера. Частоты раздела 600 и 4000 Гц. На частоте раздела 600 Гц сформированы спады АЧХ второго порядка Линквица-Рейли, требующие противофазного включения динамиков. На частоте раздела 4000 Гц - четвертый порядок по Линквицу-Рейли.

Средства измерений и проектирования, которыми я располагаю, дают вполне удовлетворительную достоверность результатов симуляции входного сопротивления и передаточных характеристик фильтров, а с результатами симуляции АЧХ дело обстоит несколько сложнее. Применительно к данному проекту имею в виду в первую очередь ошибки в определении положения акустических центров динамиков по глубине (по координате Z) и ошибки в вычислении ФЧХ методом Боде-Гильберта. В связи с этим схему кроссовера после симуляции приходится корректировать, как минимум два раза, - по результатам измерений и по результатам прослушивания.

На рис.10 показана схема кроссовера с корректировками по результатам измерений. В кроссовере используются конденсаторы и катушки фирмы MUNDORF начального уровня. На

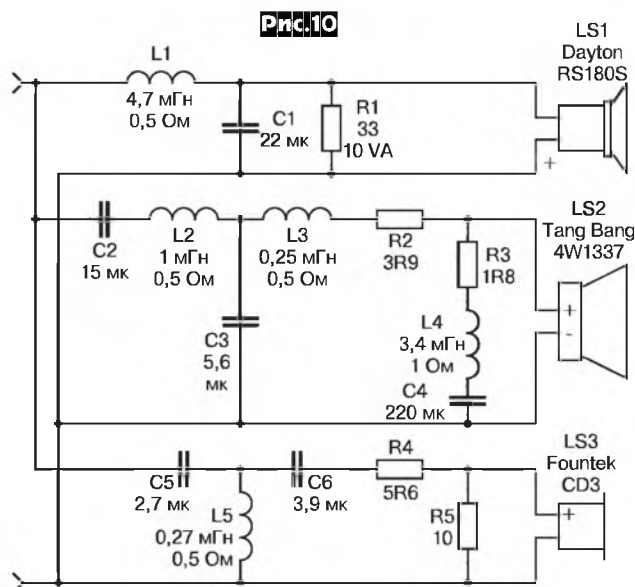
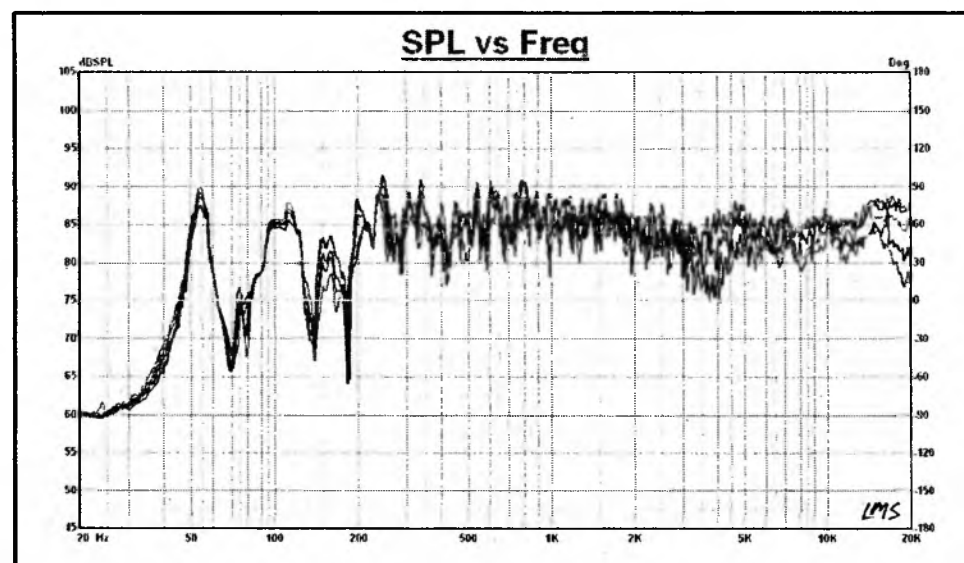
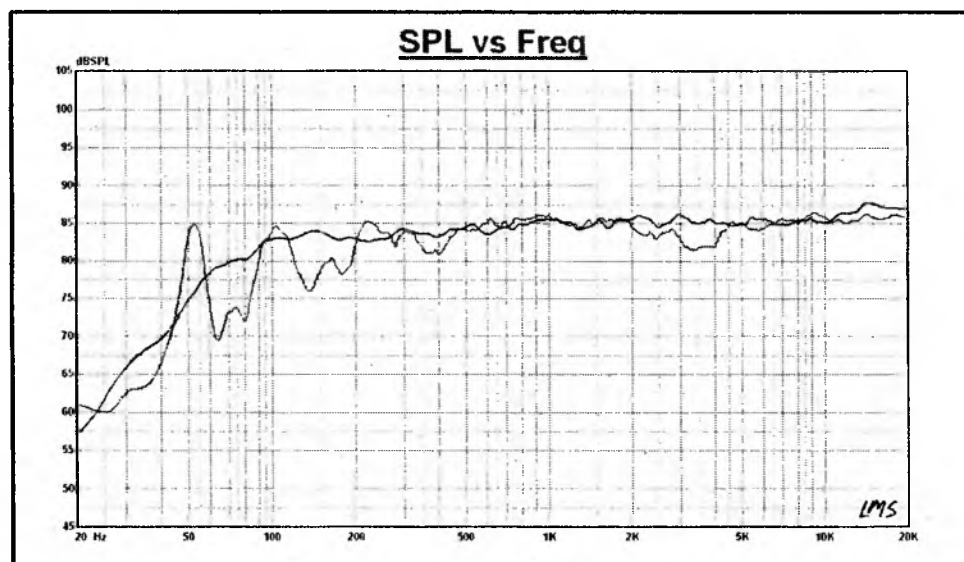
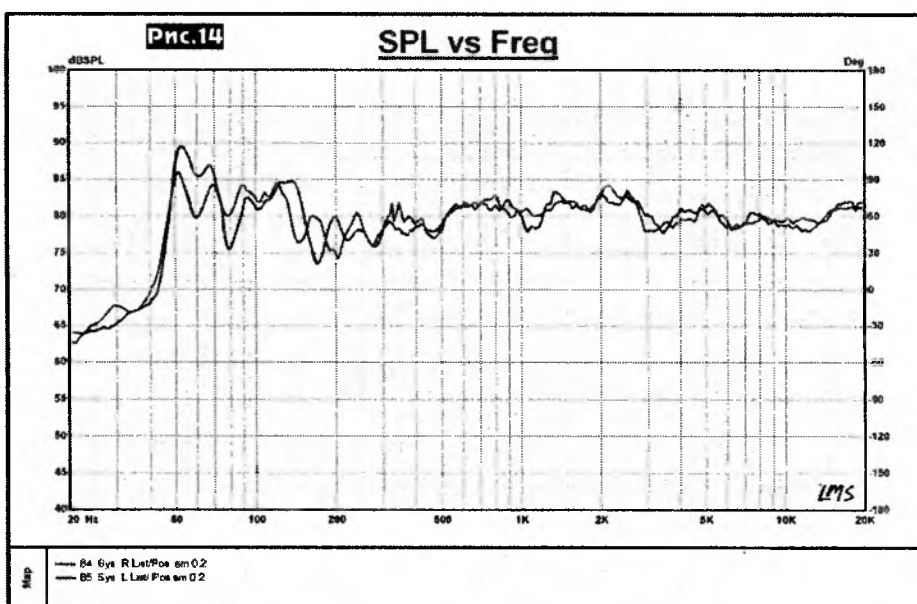
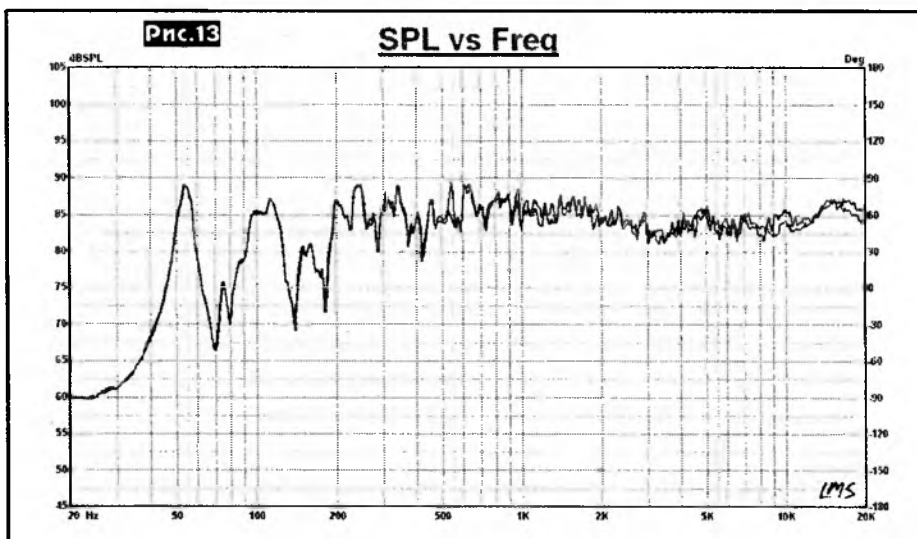


рис.11 показаны две АЧХ монитора - симулированная и измеренная микрофоном по оси ВЧ головки на расстоянии 1 м в комнате. Измеренная АЧХ усреднена в интервале 0.2 октавы. Измеренная и симулированная АЧХ имеют расхождения. Кроме причин расхождения, которые изложены выше, нужно еще принять во внимание влияние комнаты. При измерениях скользящим тоном на расстоянии 1 м микрофон фиксирует прямой и отраженный сигнал.

Измеренная в комнате АЧХ в сравнении с симулированной (**рис.11**) позволяет составить вполне адекватное представление о стоячих волнах и отражениях от пола. Например, стоячая волна между полом и потолком дает ярко выраженный пик на частоте 55 Гц, имеются также пики на частотах 110 и 220 Гц. Мне кажется, что пытаться устранять эти неравномерности АЧХ путем переделки кроссовера не имеет смысла. В области средних и высоких частот по результатам измерений не всегда удается получить представление о тональном балансе громкоговорителя, которое необходимо для корректировки кроссовера. В формировании восприятия тонального баланса участвует прямой и отраженный звук. Соотношение между прямым и отраженным звуком зависит от акустических свойств помещения и диаграммы направленности громкоговорителя. Некоторое представление об этом можно получить с помощью результатов измерений, показанных на **рис.12** и **13**.

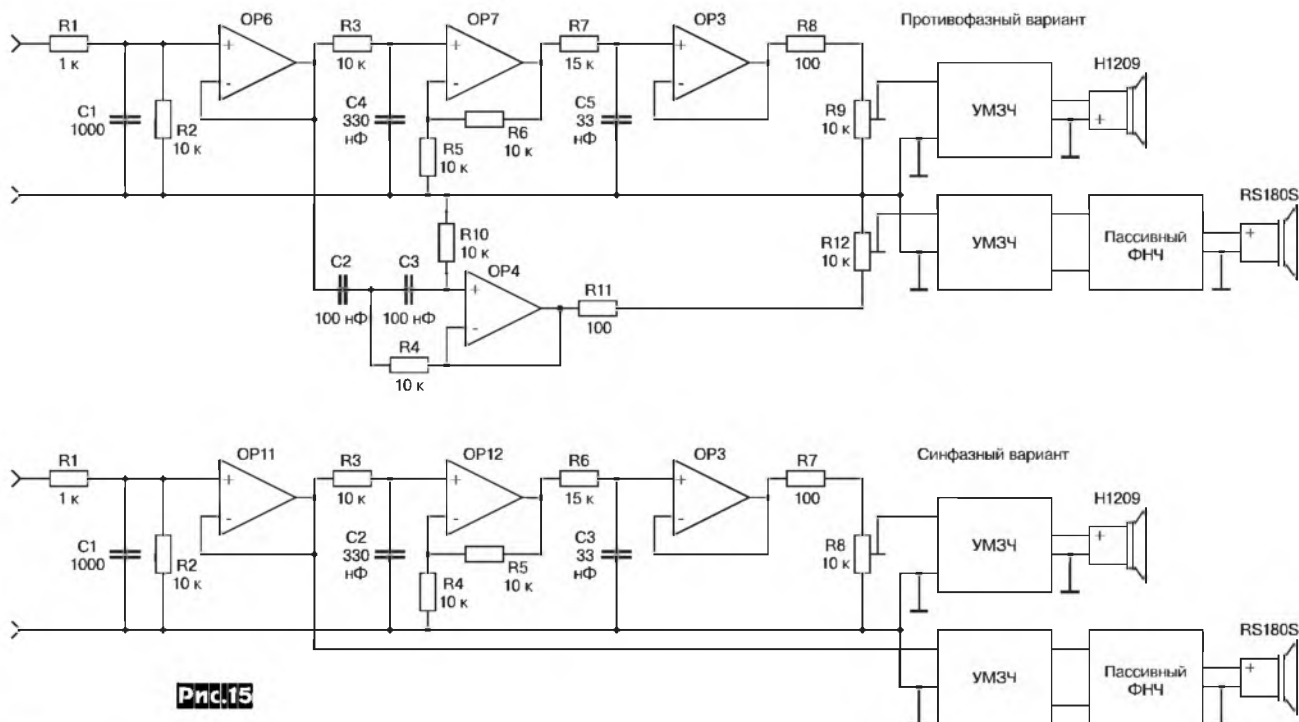


На **рис.12** показано семейство пяти АЧХ монитора, измеренных в комнате на расстоянии 1 м вдоль оси ВЧ динамика и под углами ± 5 градусов, ± 10 градусов в вертикальной плоскости. На **рис.13** показан результат усреднения по амплитуде (RMS) АЧХ, измеренных под разными углами для двух мониторов, что дает представление о разбросе АЧХ в паре. Соотношение прямого и отраженного излучения в точке прослушивания по сравнению с измерениями на расстоянии 1 м меняется в сторону увеличения отраженных сигналов, в дальнейших корректировках придется полагаться на прослушивание. Мои впечатления от прослушивания в части тонального баланса мониторов вполне положительные, устранять провал АЧХ в области средних частот, мне кажется, не нужно, пока не получены замечания от нескольких экспертов. Я привык с опасением относиться к своим впечатлениям от прослушивания, полагая, что крайне трудно объективно оценивать собственные подделки, а в настоящее время добавилась еще возрастная потеря слуха. Было принято решение провести измерения в точке прослушивания, поставив мониторы на басовые модули и укрепив микрофон на спинке дивана. На **рис.14** показаны АЧХ мониторов, измеренные в точке прослушивания на расстоянии 2.5 м. АЧХ, показанные на **рис.14**, свидетельствуют о том, что для прослушивания



в моей комнате заниматься провалом в районе 3500 Гц нецелесообразно, а желательно снизить уровень звукового давления в полосе 1500-2500 Гц. По моей просьбе мониторы прослушали не менее 10 любителей, были высказаны разные мнения, но никто не отметил необходимость корректировки АЧХ в области верхней середины. В заключение выскажу свое мнение о качестве звучания мониторов. Высокое разрешение, приемлемый тональный баланс с небольшим акцентом на средние частоты и хорошую локализацию КИЗ можно отнести к достоинствам, хотя относительно тонального баланса это спорно. Основным недостатком - заметность искажений на уровнях звукового давления более 87 дБ в точке прослушивания. Мне кажется, что повышенная заметность искажений связана с быстрым их ростом по мере повышения уровня входного сигнала. Ухо очень остро реагирует на переход от чистого звука с высоким разрешением, к загрязненному звуку, поскольку рост искажений сопровождается множеством неприятных для восприятия эффектов, в том числе потерей разрешения и ухудшением локализации КИЗ.

В процессе разработки четырехполосного громкоговорителя были рассмотрены два варианта сопряжения басового модуля и монитора с помощью активных фильтров, схемы которых показаны на



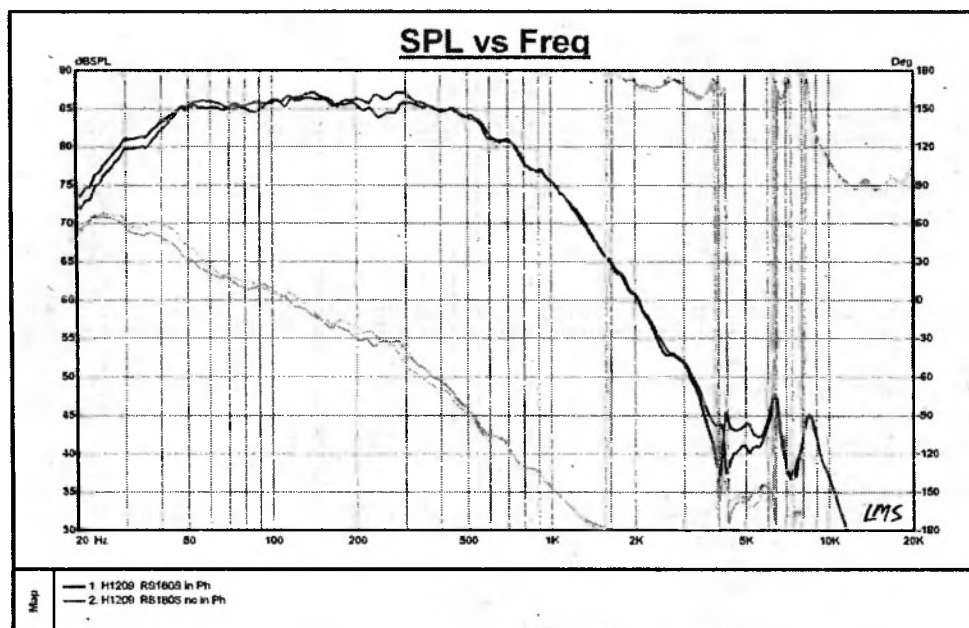


Рис. 16

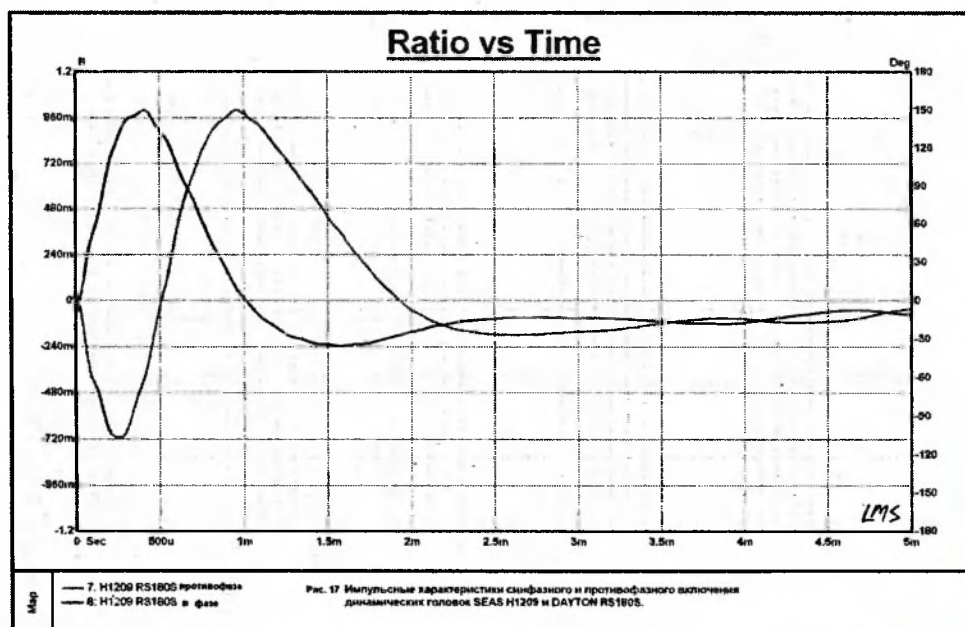


Рис. 17

рис. 15. Симуляция показывает, что оба варианта, условно названные «противофазный» и «синфазный», позволяют получить практически одинаковые АЧХ, которые показаны на **рис. 16**. Прослушивание обнаруживает заметную разницу в воспроизведении низких частот. Замечу, что первое сравнение на слух вариантов согласования проводилось на даче, в помещении, где практически отсутствуют стоячие волны и где на характер звучания низких частот оказывают влияние только отражения от пола. «Синфазный» вариант показался мне существенно лучшим по звучанию. Это было особенно заметно при воспроизведении ударных инструментов. Звук барабана в «синфазном» варианте казался более собранным и энергичным, общий характер звучания был слитным. В «противофазном» варианте слитность звучания была значительно хуже, звучание низкого баса как бы отрывалось от всего остального. Техническая интерпретация впечатлений от прослушивания связана с групповым временем задержки фильтров, которое при низких частотах раздела становится реально слышимым фактором. Более наглядная интерпретация получается с помощью импульсных характеристик. На **рис. 17** показаны импульсные характеристики «синфазного» и «противофазного» вариантов

вым модулем, поскольку искажения в области нижней середины не являются существенным ограничением при его использовании.

Следующий монитор оказался более пригодным для «противофазного» варианта согласования с басовым модулем. Внешний вид макета монитора, установленного на басовом модуле, показан на **фото 3**. Чертеж корпуса

согласования. Разница в импульсных характеристиках достаточно наглядна и в комментариях не нуждается. Остается принять решение о выборе варианта согласования для четырехполосного громкоговорителя.

«Синфазный» вариант имеет преимущество в части воспроизведения басов, но его существенный недостаток состоит в том, что на басовый динамик монитора попадает весь спектр низкочастотного сигнала, что приводит к росту искажений, связанных с увеличением амплитуды колебаний звуковой катушки. «Синфазный вариант» предъявляет более жесткие требования к басовому динамике монитора. «Противофазный» вариант эффективно разгружает басовый динамик монитора от самых низких частот, что приводит к заметному уменьшению искажений. При выборе варианта согласования стоит принять во внимание также влияние помещения, которое может сильно уменьшить заметность преимуществ воспроизведения басов, свойственных «синфазному» варианту. Мне показалось, что для монитора, который рассмотрен выше, можно принять «синфазный» вариант согласования с басо-



AUDIO HI-FI

монитора показан на **рис. 18**. Корпус монитора изготовлен из МДФ толщиной 24 мм, он выглядит несколько массивнее предыдущего. В качестве басового динамика в этой конструкции используется Tang Bang W6 - 1559S. Динамическая головка W6-1559S имеет звуковую катушку диаметром 75 мм, в данных изготовителя указана индуктивность звуковой катушки 0.32 мГн. К сожалению, при измерениях обнаружилось, что индуктивность звуковой катушки существенно больше - 0.9 мГн. Остальные параметры соответствовали данным изготовителя. С этим динамиком пришлось еще основательно повозиться при установке в корпус. Посадочное место под динамик было изготовлено тщательно и точно, но никак не удавалось поставить динамик. Оказалось, что соединение нейлоновой корзины и усиливающего металлического кольца выполнено со смещением. Пришлось на двух динамиках обрезать участки нейлоновой корзины, выступающие за пределы металлического кольца. В процессе выполнения этой операции сожаления об отсутствии в России дилера по продаже продукции Tang Bang плавно угасли.

Динамическая головка для средних частот D75MX-41-08 оказалась определяющей в звуковом почерке этого монитора. Мягкий купол динамика D75MX-41-08 дает легкую специфическую окраску звука, которая, как мне кажется, не мешает хорошо передавать звучание женского вокала. Здесь уместно привести высказывание одного из любителей, который прослушивал мониторы. «Играет грязно, но грязь сильно не раз-

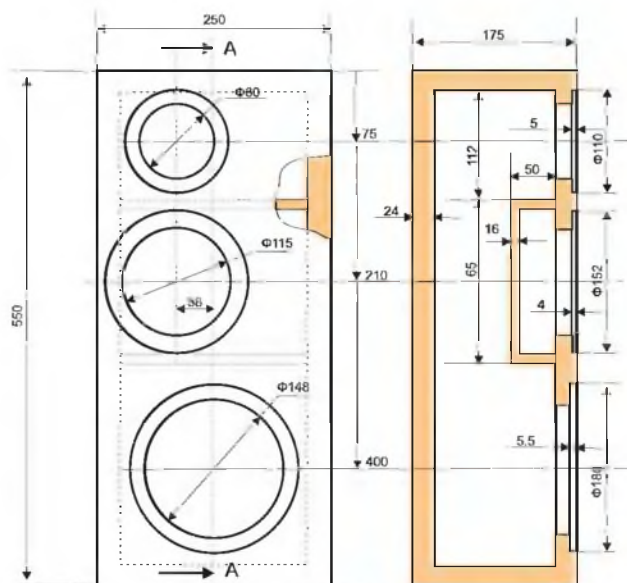


Рис.18

Вид по AA

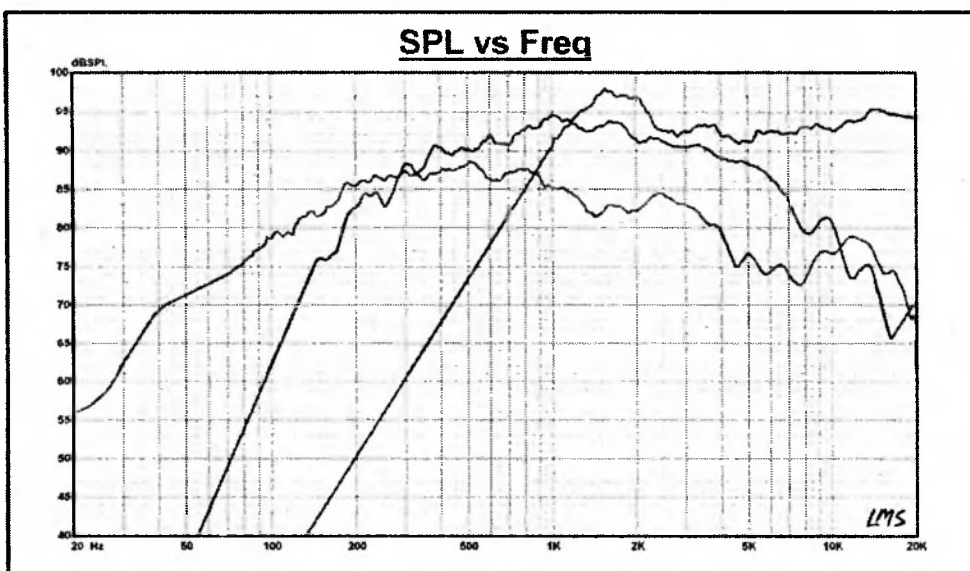


Рис.19

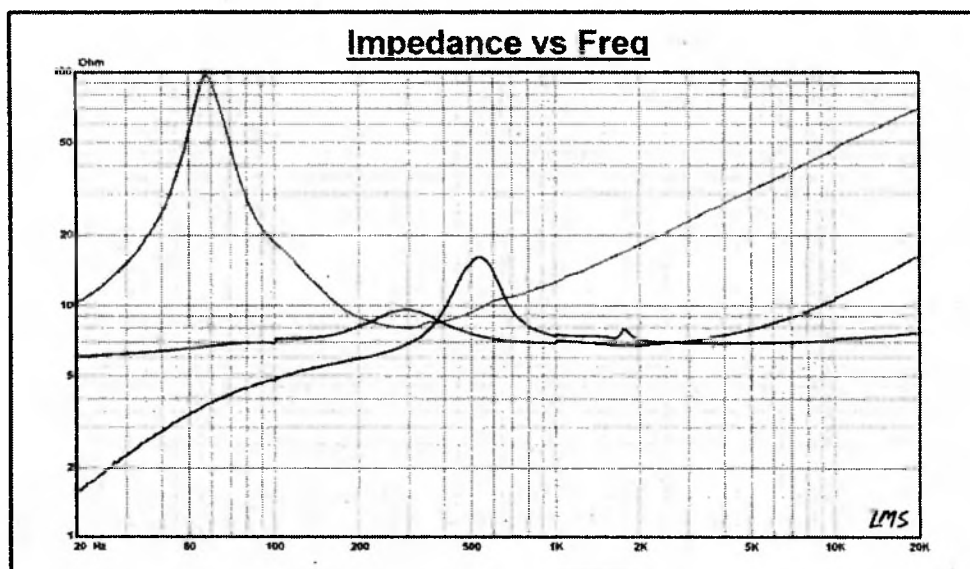
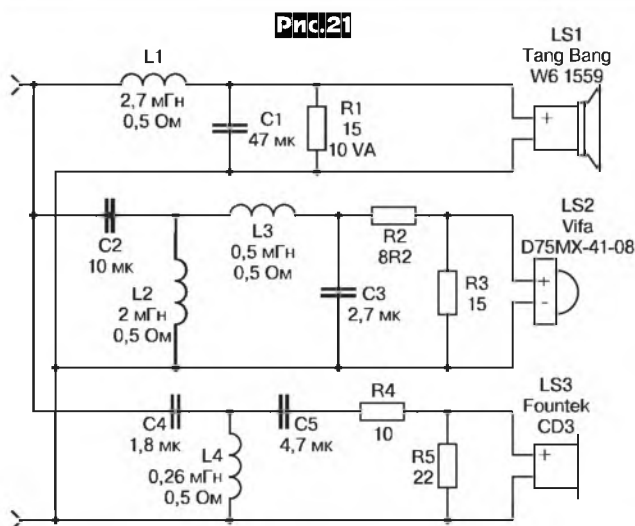


Рис.20

дражает, она почти музыкальная». Для высоких частот был выбран ленточный Neo CD3.

АЧХ динамиков, установленных в корпус, показаны на **рис. 19**. АЧХ измерены вдоль оси динамиков на расстоянии 1 м при напряжении 2.83 В. Результаты измерений усреднены в интервале 0,2 октавы. На **рис.20** показаны результаты измерения зависимостей от частоты входных сопротивлений TB1559, D75 и CD3. Данные измерений АЧХ и входных сопротивлений использовались для симуляции фильтров кроссовера с помощью программы Lsp CAD. При симуляции по координате Z были приняты следующие расстояния: TB1559 - 30 мм, D75 - 0, CD3 - 6 мм. Для удобства сравнения файлы из Lsp CAD транслировались в LMS, что позволило выводить на экран одновременно результаты измерений и симуляции в одном формате. При симуляции спады АЧХ динамиков по возможности подгонялись к форме спадов фильтров Линквица - Рейли четвертого порядка. Все динамики включены в фазе.

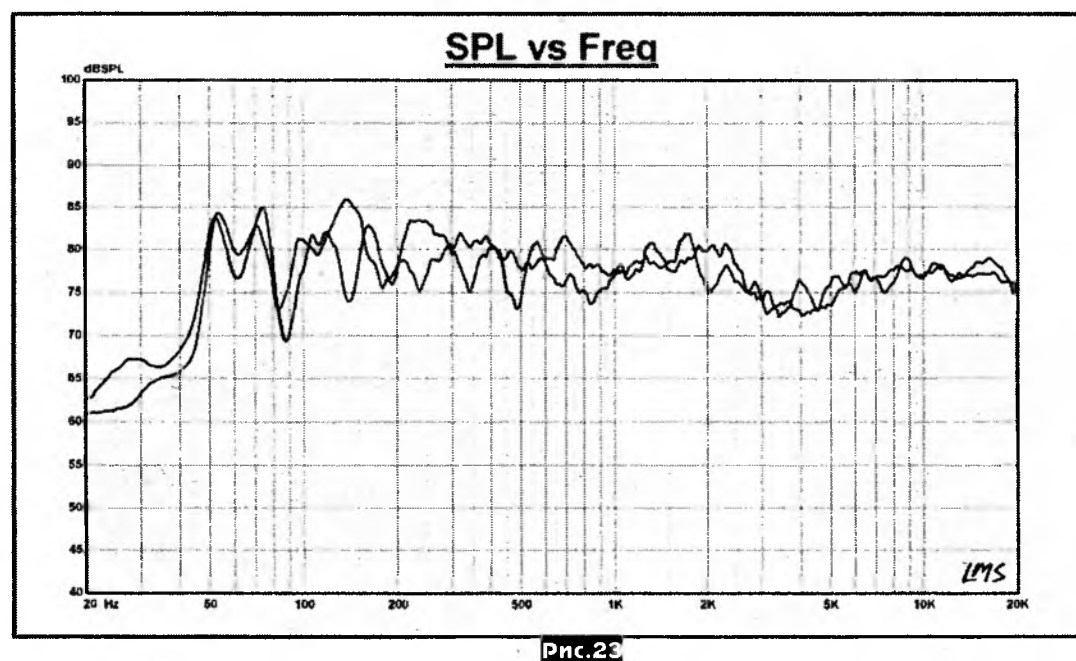
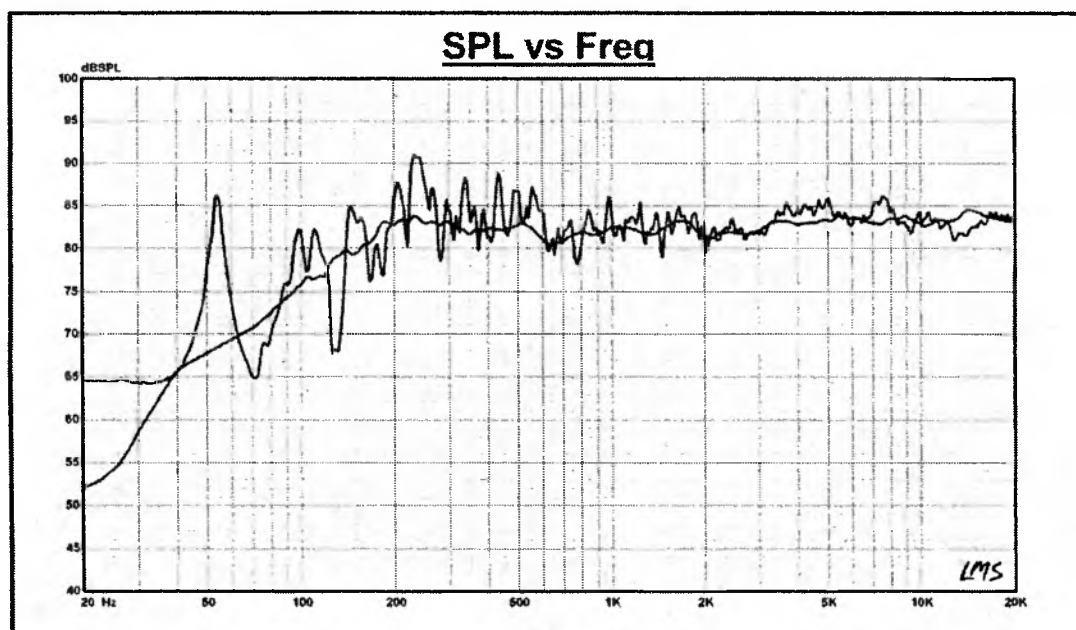
Электрическая схема кроссовера показана на **рис.21**. На **рис.22** показаны в сравнении симулированная АЧХ и АЧХ монитора, установленного на подставку в середине комнаты, измеренная на расстоянии 1 м при напряжении 2.83 В. Данные симуляции и измерений имеют наиболее существен-



ное расхождение в интервале частот 3500 - 6000 Гц, где сильнее всего сказываются ошибки в вычислении ФЧХ и определения задержек.

АЧХ мониторов, измеренные в точке прослушивания, показаны на **рис.23**. Мониторы при измерении были установлены на басовые модули. Кривые, показанные на **рис.23**, позволяют получить некоторое представление о влиянии акустических особенностей помещения на АЧХ громкоговорителей.

К достоинствам мониторов можно отнести тональный баланс без заметно выраженных акцентов и хорошую локализацию КИЗ. Звучание мониторов можно оценить как удовлетворительное, если характерные особенности подачи звука мягкой купольной головкой в сочетании с ленточной пищалкой не приходят в противоречие с индивидуальными предпочтениями. При увеличении уровня входного сигнала искажения нарастают плавно, что несколько снижает их заметность. В сравнении с «металлическими» мониторами присутствует некоторая окраска звучания, которая может раздражать особо взыскательных слушателей. При сравнительном прослушивании симпатии привлеченных мной экспертов разделились почти поровну с небольшим перевесом в пользу «металлических» мониторов.



В заключение мне хотелось бы поблагодарить всех, кто участвовал в создании громкоговорителей, а именно А. Сухова, В. Кабочкина за помощь в изготовлении электронных узлов, В. Вязникова, выступившего инициатором разработки «металлического» монитора и оказавшего помощь в доводке кроссоверов. Г. Крылова, О. Коржавина за помощь в приобретении комплектующих изделий, С. Агеева за ценные консультации по теоретическим вопросам. Отдельно хочу поблагодарить П. Арановского, Л. Губина, Д. Демьяненко, М. Козлова, О. Коржавина, Ф. Круля, В. Луханина, Mr-Marlen, В. Пронского, Ю. Хохрякова, А. Шубина, потративших время на прослушивание четырехполосного громкоговорителя и высказавших замечания, которые позволили мне реалистично оценить результаты работы.



Анонс новинок МАСТЕР КИТ

MP5630C4 - конфигуризатор для построения четырехканального усилителя НЧ качества Hi-Fi с аналоговыми входами.

Модуль работает совместно с драйверами MP5613D, MP5630D, MP5630DKD.

При установке на MP5630C4 любого из перечисленных драйверов он конфигурирует их для работы в режиме «четыре асимметричных канала (2 * SE)». При этом, с драйвером MP5613D и питанием 36 В, вы получите четыре канала по 70 Вт, а с драйверами MP5630D, MP5630DKD и питанием в 48 В, вы получаете четыре канала на 150 Вт.

MP5630C21 - конфигуризатор для построения усилителя НЧ с конфигурацией 2.1 качества Hi-Fi с аналоговыми входами.

Модуль работает совместно с драйверами MP5613D, MP5630D, MP5630DKD.

При установке на MP5630C21 любого из перечисленных драйверов он конфигурирует их для работы в режиме «два асимметричных канала + один мост (2 * SE + 1 * BTL)». При этом, с драйвером MP5613D и питанием 36 В, вы получите два канала по 70 Вт + один 150 Вт, а с драйверами MP5630D, MP5630DKD и питанием в 48 В, вы получаете два канала по 150 Вт и один на 300 Вт.

MP605 - импульсный преобразователь напряжения 8...18 В/24 В, 320 Вт, 13 А

Преобразует постоянное напряжение в диапазоне 8...18 В в постоянное напряжение 24 В. Основа преобразователя - четырехфазный контроллер ШИМ TPS40090 производства Texas Instruments. Преобразователь спроектирован для питания мощных усилителей НЧ (BM2071, BM2072, BM2073, MP5613, MP5630C1, MP5630C2, MP5630C21, MP5630C4) от аккумулятора 12...14 В при встраивании в автомобиль или уличном использовании. Встроенная защита от заниженного напряжения (8 В) не позволит полностью разрядить аккумулятор. Преобразователь отключится при достижении 8 В на входе.

MP350 - реле времени (4 канала)

Устройство предназначено для управления электромагнитными клапанами NT8048 DC12V или NT8078 DC12V при создании системы автоматического полива садового участка или загородного дома.

Технические характеристики:

Напряжение питания, В: +12
Ток потребления не более, мА: 100
Количество каналов: 4
Возможность обновления ПО: есть
Размеры печатной платы, мм: 67x75

Гибкая система расписания управлением нагрузкой позволит Вам производить полив в оптимальное время суток.

MP2897 - встраиваемая мультимедиа система с возможностью установки внешнего усилителя МАСТЕР КИТ

Позволяет проигрывать звуковые файлы, записанные в формате MP3, WMA на любом USB-носителе, или SD карточке. На борту модуля установлен цифровой стереофонический FM тюнер. Модуль имеет коммутируемый линейный вход. Функция эквалайзера позволяет регулировать тембр воспроизведения музыкальных файлов записанных на SD или USB флеш память с предустановками: рок, классика, норма, поп.

Технические характеристики:

Напряжение питания постоянное, В 9-15
Диапазон воспроизводимых частот, Гц 20 ... 20000
Максимальный потребляемый ток, мА 150
Входное сопротивление линейного входа, кОм 47
Максимальный уровень входного сигнала, В 2
Напряжение на линейном выходе, В 1,5
Поддерживаемые битрейты, kbit/s 32-320
Диапазон настройки тюнера, в диапазоне FM, МГц 87 - 108
Номинальная дальность действия пульта ДУ, м 8
Размеры пульта ДУ, мм 40 x 85
Размеры печатной платы, мм 55 x 110
Размеры модуля в сборе, мм 115 x 75 x 50



HIFIDELITY FORUM

hi-fi-forum.com.ua

Крупнейший интернет-ресурс Украины,
посвященный аудио-хобби.

У нас вы найдете новых друзей и единомышленников.

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ



ИЗГОТОВЛЕНИЕ **Etal** МОНТАЖ

НПО "ЭТАЛ" www.etal.ua
 тел.: +38(05235) 7-42-04, 7-41-95, 7-53-29
 e-mail: pcb@etal.ua, market@etal.ua

Частное предприятие СИММАКС

Стабильные комплексные поставки
 ГЕНЕРАТОРНЫЕ ЛАМПЫ, КЛИСТРОНЫ,
 МАГНЕТРОНЫ, ЛБВ,
 ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ТРУБКИ
 ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ
 ПРИБОРОВ
 разработка и изготовление
 проверочных приборов под заказ

г. Киев, пр. Лесной, 30А, 2й этаж
 т/ф (044) 502-69-17, 568-00-91
 моб.: (063) 568-09-91, (095) 777-77-63
 E-mail: simmaks.5680991@gmail.com,
www.simmaks.com.ua



г. САМАРА



ВОЛЬТМАСТЕР

приборы — инструменты — радиодетали

ул. Зои Космодемьянской, 21 (напротив рынка "Шапито")
 Тел. (846) 20-22-911
 e-mail: voltmastersale63@mail.ru
voltmastersamara@mail.ru
ТОВАРЫ ДЛЯ РАБОТЫ, ХОББИ И ДОМА

Радиоком

Сергей Иванович
 тел. (050) 523-62-62
 (068) 197-26-25 офис моб. (Билайн)

Сергей Анатольевич
 тел./факс (0432) 53-74-58

- г. Киев, радиорынок Кар. Дачи, места № 363, 364 пятница, суббота, воскресенье
- г. Винница, ул. 600-летия, 15, маг. "РАДИОсвіт" понедельник ... суббота тел. 50-58-80

ул. 600-летия, 15 8 (0432) 65-72-00, 65-72-01 офис - с 01.01.2008
 г. Винница, Украина e-mail: radiocom@svitonline.com
www.radiocom.vinnitsa.com

ТРИОД

Радиолампы от производителя:
 Г, ГИ, ГК, ГМ, ГМИ, ГС, ГУ
 6Н, 6П, радиолампы Hi-End

- Магнетроны, ЛБВ, клистроны, разрядники
- Тиратроны, кенотроны, видикконы, ЭЛТ, ФЭУ
- Контакты ДМР, ТКС, ТКД, ТКЕ, КНЕ и др.
- СВЧ модули 1ГИ.., 1УИ.., 1УСО.., М.. и др.
- Сельсины, двигатели СКТ, ДГМ, ДПР, ДИД и др.
- Высоковольтные конденсаторы К15.. разные.

→ Гарантия, доставка, скидки

Тел./факс: (+38 044) 405-22-22, 405-00-99 (с 9" до 17")
www.triod.kiev.ua E-mail: ur@triod.kiev.ua



Філур Електрик Filur Electric

Радіоелектронні комплектуючі

Україна, 03035, м. Київ, вул. Урицького, 1, 6-й поверх
 тел. (044) 495-75-75, факс (044) 495-75-72
www.filur.net www.payalnik.com.ua asin@filur.kiev.ua

ЭЛКОМ СИТИ

Компания

ЭЛКОМ сити

Комплектование для ремонта электронной техники
 Программаторы ORANGE-4. Мини-лаборатория OMEGA. MASTER KEY
 Кабели, шнуры, спец. инструмент, тех. литература
 Электронные наборы МАСТЕР КИТ
 Продукция группы компаний "ШТИЛЬ"
 Компьютеры и комплектующие
 Продажа и ремонт сварочного оборудования и
 оснастки компании Fusion Великобритания
 Осуществляем полный комплекс мероприятий по сертификации
 продукции и оборудования

Республика Казахстан
 г. Шымкент, проспект Тауке Хана, 11
 тел.: 8 (7252) 21-00-53,
 факс: 8 (7252) 21-04-03
 e-mail: eagles_zhanna@mail.ru



Магазин «Электронщик»
 Посылторг

Россия
 Новосибирск
 Микрорайон Горский, д. 61.
 Проезд до ст. метро "Студенческая".
 Тел.: 8 (383) 359-93-16, 351-56-99
 E-mail: info@elcotel.ru
 Сайт: www.elcotel.ru

Комплексные поставки импортных и отечественных электронных компонентов и комплектующих, продукции и каталогов МАСТЕР КИТ, измерительной аппаратуры и радиомонтажного инструмента, современных импульсных источников питания. Доставка продукции наложенным платежом по всей России.

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Поставка и производство под заказ по доступным ценам:

- блоки питания импульсные стабилизированные (для бытового применения);
- блоки питания импульсные стабилизированные на DIN-рейку (для пром. применения);
- блоки питания импульсные стабилизированные (встраиваемые)
- источники бесперебойного (резервного) питания, встраиваемые, в виде платы и на DIN-рейку

21021, СПД «ВОВК С. И.», Винница, ул. Келецкая 60, к. 1
 тел. (0432) 657-200, 657-201, 53-74-58,
 (068) 174-86-20, (050) 523-62-62
radiocom@svitonline.com
<http://www.radiocom.vinnitsa.com>



Уважаемые читатели, идя навстречу вашим пожеланиям, официальный представитель компании **Мастер Кит в Украине - посылторг «Кедр-плюс»** рассылает наборы для радиолюбителей «Мастер Кит». В обозначениях первые две буквы NM, NS, NK, NF соответствуют наборам для собственной сборки, включающим все детали, печатную плату и инструкцию, BM - блок с уже припаянными на плату элементами, МК - готовое устройство в корпусе. Более подробные данные по наборам «Мастер Кит» можно получить в публикациях нашего журнала (в рубрике «Мастер Кит»), а также на сайте www.masterkit.ru

Вы имеете возможность заказать наборы, выбрав их из приводимого ниже перечня (внимание, перечень сокращенный! Полный перечень наборов можно получить на сайте <http://www.masterkit.ru>) и указав в заявке код, название набора и ваш полный обратный адрес с почтовым индексом и **Ф.И.О. без сокращений (будьте внимательны, заявки с неполным адресом к исполнению не принимаются)**. Цена* указана в гривнах и не

включает в себя почтовые расходы, которые необходимо учитывать дополнительно по расценкам Укрпочты для заказных бандеролей соответствующей массы (<http://services.ukrposhta.com/CalcUtil/PostalMails.aspx>).

Для получения набора жители Украины направляют заявку по адресу 04073, Киев-73, а/я 84, на email: kedrplus@mail.ru, в он-лайн режиме по адресу <http://radiohobby.qrz.ru/kedrplus.html> или по телефону 094-925-64-96, 067-782-55-91, для Киева 360-94-96.

Жители России могут заказать наборы по email: infomk@masterkit.ru или на сайте www.masterkit.ru.

Заказ высылается ценной бандеролью наложенным платежом (оплата при получении на почте) в течение 1...3 недель со дня получения вашей заявки. Цены действительны до выхода в свет следующего номера журнала, для оперативного уточнения звоните по указанным телефонам.

Код	Название	Цена*, грн.
Ручка	металлоискатель пластиковая с комплектом крепежа	97,75
Пластик	корпус для крепления датчика металлоискателя	26,00
Корпус	датчика металлоискателя (комплект из двух половинок)	49,00
Блестящая	заливочная форма для датчика КОШЕЙ 20М	26,00
AK059	Высокочастотный пьезоизлучатель	49,28
BM005	Сумеречный переключатель	192,24
BM037	Регулируемый стабилизатор напряжения 1,2...30 В/4А	116,69
BM037M	Импульсный регулируемый стабилизатор напряжения	129,60
BM057	Усилитель НЧ 22Вт с радиатором (TDA2005, мост)	95,01
BM071	Регулятор мощности 220 В/3 кВт	153,90
BM083	Инфракрасный барьер 50 м	109,35
BM1043	Устройство плавного включения и выключения	72,34
BM1060	Источник бесперебойного питания 12В/0,8А	396,00
BM137	Микрофонный усилитель	64,80
BM146	Исполнительный элемент до 6 А	66,53
BM2032	Усилитель НЧ 4х40 Вт (TDA7386, авто)	156,64
BM2033	Усилитель НЧ 100 Вт (TDA7294)	111,12
BM2034	Усилитель НЧ 70 Вт (TDA1562 авто)	173,20
BM2036	Усилитель НЧ 32 Вт (TDA2050, Hi-Fi, блок)	84,48
BM2037	Усилитель Hi-Fi НЧ 18 Вт TDA2030A	73,60
BM2039	Усилитель 2х40 Вт (TDA8560Q/TDA8563Q)	109,35
BM2042	Усилитель НЧ 140 Вт (TDA7293, Hi-Fi)	155,52
BM2043	Мостовой автоусилитель Hi-Fi 4х77Вт TDA7560	213,84
BM2051	Микрофонный усилитель (двухканальный)	52,08
BM2061	Электронный ревербератор (HT8970)	152,00
BM2062	Цифровой диктофон (ISD1416)	160,00
BM2071	Цифр. ус-ль класса D мощн. 315 Вт (TAS5261)	339,92
BM2072	Цифровой усилитель класса D мощн. 315 Вт с 4-канальным цифровым сигнальным процессором и дисплеем (TAS5504 + TAS5261 + PCM1808 + PLL1705)	968,00
BM2073	2(6)-канальный усилитель звуковых частот	640,00
BM2073N	2-канальный цифровой усилитель D-класса 2х210 Вт	696,00
BM2080	USB-FM трансмиттер	202,91
BM2111	Стерефонический темброблок (LM1036)	152,80
BM2111/12V	Стерефонический темброблок	132,40
BM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	68,08
BM2118	Предварительный усилитель с балансными входами	98,82
BM245	Регулятор мощности 500 Вт/220 В	49,20
BM246	Регулятор мощности 1000 Вт/220 В	55,20
BM247	Регулятор мощности 2500 Вт/220 В	136,48
BM250F	Устройство управления насосом	121,68
BM251F	Циклический таймер 1. 180 минут (секунд) 220 В / 200 Вт.	200,00
BM4012	Датчик уровня воды	52,00
BM4022	Термореле 0...150 С	84,00
BM408F	Цифровой счетчик	257,84
BM4511	Регулятор яркости ламп накаливания 12 В/50 А	72,64
BM6020	Дополнительный светодиодный модуль для КИТ BM6120	152,00
BM6036	Лампа светодиодная 150 люмен	224,00
BM6120	Светильник 12 В на мощных светодиодных лампах	224,00
BM6123	Светильник 220В на мощной светодиодной матрице	163,68
BM6220	Светодиод. светильник 220 В с акустич. и световым датчиком движения	340,56
BM707F	Термореле цифровое	307,03
BM708F	Датчик движения с фотодиодом	216,39
BM709F	Цифровые часы с таймером (10 программ)	244,64
BM8009	GPS-ГPRS трекер автомобильный	1012,50
BM8009L	GPS-ГPRS трекер автомобильный без сим-карты	988,20
BM8010	Двухдиапазонный частотомер	475,20
BM8020	USB осциллограф (2-кан, 200 кГц)	552,00
BM8021	Широкополосный USB осциллограф (2-кан, 20 МГц)	1742,40
BM8036	8-ми каналный микропроцессорный таймер	680,00
BM8036/ATmega32-16AU	Микроконтроллер с прошивкой для модуля BM8036	129,84
BM8037	Цифровой термометр (до 16 датчиков)	240,00
BM8037 BLU	Цифровой термометр (до 16 датчиков, голубой)	230,36
BM8037/AT89C4051-24SU	Микроконтроллер с прошивкой для BM8037	96,00
BM8038	GSM-сигнализация	304,00
BM8039	GSM интеллект. управляющее охр. у-во «ГАРДИАН»	872,00
BM8039D	GSM интеллектуальное управляющее охр. у-во	1005,36
BM8039S	Датчики дыма и устройства согласования	360,00
BM8039D/ATmega32A-AU	Микроконтроллер с прошивкой для модуля BM8039D	128,00
BM8040	Дистанционное управление на ИК-лучах (RC5)	203,04
BM8042	Импульсный микропроцессорный металлоискатель	360,00
NM8041 42	42 датчик - Датчик для металлоискателей	173,23
BM8043	Микропроцессорный металлоискатель «Кошечка»	1920,00
NM8043 датчик	Поисковая катушка для BM8043	899,10
BM8044	Универс. импульсный металлоискатель КОШЕЙ 5ИМ	824,00
NM8044 датчик	Поисковая катушка для универс. имп. металлоискателя	390,58
OK020.1	Настраиваемая плата КОШЕЙ 20М + ЖКИ + клавиатура	1400,00
OK020.5	Металлоискатель КОШЕЙ 20М с рукояткой	2300,00
OK020.6	Металлоискатель КОШЕЙ-20М в сборе без датчика	3100,00
OK020.7	КОШЕЙ-20М с датчиком NEL 12х13" или 8х12"	4000,00
BM8049	Включатель освещения с дистанционным управлением	124,00
BM8049M	Включатель освещения с дистанционным управлением	132,00

BM8049/ATtiny13V-10SU	Микроконтроллер с прошивкой для модуля BM8049	61,60
BM8050	Переходник USB в COM	112,00
BM8060	Универсальная видеокамера	260,82
BM8069D	Устройство расширения входов/выходов	243,00
BM8070D	Блок силовое реле 16А 250В	113,40
BM8079D	Источник бесперебойного питания 12В/0,4А	368,80
BM9009	Внутрисхемный программатор AVR микроконтроллеров	81,93
BM9010	USB внутрисхемный программатор AVR	168,00
BM9010/ATmega8A-AU	Микроконтроллер с прошивкой для модуля BM9010	120,00
BM9213	Универсальный автомобильный адаптер K-L линии USB	224,00
BM9215	Универсальный программатор	172,40
BM9221	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров	257,84
BM9221/EPM3064ALC44	ПЛМ с прошивкой для модуля BM9221	120,00
BM9222	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров	459,20
BM9300	Микроконтроллерный модуль серии BASIC Pic (PIC, USB, RS485)	748,00
BM930L	Микроконтроллери. модуль серии BASIC Pic (PIC, USB)	376,97
BM9311	Активный модуль на 2 силовых выхода серии BASIC Pic	356,84
BM9312	Активный модуль на 2 силовых выхода (до 60В/1А DC) серии BASIC Pic	365,20
BM9316	Пассивный модуль для 2-х силовых выходов (до 60В/1А DC) с гальванической развязкой серии BASIC Pic	202,40
BM9317	Пассивный модуль для 2 силовых выходов (до 400В/1А AC) с гальванической развязкой серии BASIC Pic	161,76
BM9319	Модуль часов реального времени	147,84
BM9322	Панель оператора (PIC, RS485, RTC)	968,00
BM9323	Модуль для работы со светодиодными графическими матрицами и семисегментными индикаторами	266,46
BM9324	Интерфейсный Bluetooth модуль	896,63
BM9325	Активный модуль расширения на 16 линий I/O с подтяжкой к +5В	210,23
BM9326	Активный модуль расширения на 16 линий ввода на 24В	210,23
BM9327	Модуль сигма-дельта 4/8-канального 24-бит. АЦП с гальван. развязкой	871,20
BM9353	Модуль расширения на 16 линий ввода/выв. с подтяжкой к +5В	123,20
BM9354	Модуль расшир. на 16 линий I/O с соглас. резисторами	131,12
BM9357	Датчик температуры DS18B20 в промышленном исполнении	44,00
BM9398	Набор макетных плат в формате BM93xx	137,72
BM945F	Цифровой контроллер температуры	259,78
EK-001	FM радиопр-к. Конструктор - раскраска ЧУДО КИТ	127,04
EK-001D	Радиоконструктор - модули "Твое радио" №1	176,00
EK-001P	FM радиопр. Радиоконструктор - раскраска ЧУДО КИТ	123,12
EK-002P	Радиоконструктор - набор "Твое радио" №2 FM	174,15
EK-003	Стерефонич. УКВ, FM тюнер. Радиоконструктор - раскраска ЧУДО КИТ	296,00
EK-004	Радиоконструктор - набор "Твое радио" №4	276,48
EK-007	Радиоконструктор - модули "Твое радио" №7	194,40
EK-238	Электронный конструктор ЧУДО-КИТ1 (218 схем)	400,00
EK-35	Электронный конструктор ЧУДО-КИТ1 (35 схем)	102,40
EK-39	Электронный конструктор ЧУДО-КИТ1 (39 схем)	168,00
EK-501	Конструктор EK-501 ЧУДО КИТ	624,00
EK-502	Конструктор EK-502 ЧУДО КИТ	520,00
EK-503	Конструктор EK-503 ЧУДО КИТ	496,00
EK-9889	Электронный конструктор ЧУДО-КИТ1 (9889 схем)	469,60
GO-04 receiver	Опволоконный приемопередатчик	16,50
GO-04 transmitter	Опволоконный приемопередатчик	8,15
MA1238B	Электронный бейджик 12 х 38 голубого свечения	280,00
MA1238G	Электронный бейджик 12 х 38 зеленого свечения	283,50
MA1238R	Электронный бейджик 12 х 38 красного свечения	280,00
MA1238W	Электронный бейджик 12 х 38, белого свечения	283,50
MA1238Y	Электронный бейджик 12 х 38 оранжевого свечения	380,70
MA1248B	Электронный бейджик 12 х 48 голубого свечения	283,50
MA1248R	Электронный бейджик 12 х 48 красного свечения	283,50
MA1248Y	Электронный бейджик 12 х 48 оранжевого свечения	283,50
MA3102	ИК-датчик присутствия	135,12
MA3104	Светодиодная лампа 10 Вт/12 В	955,80
MA3401	Автономная SMS сигнализация	469,80
MA601A	Зарядное устройство для цифровых устройств	121,99
MA802	Пассивный инфракрасный детектор движения	105,30
MA8050	Переходник USB - COM (RS232) Prolific	97,61
MA8052	Переходник USB - LPT	85,21
MA896MVI	Наушники с сабвуфером, встроенным УНЧ	247,54
MA896MVA	Наушники с сабвуфером, встроенным 6-канальным УНЧ	396,50
MA896MVB	Шестиканальные 5.1 наушники с усилителем	360,45
MA896MVBG	Наушники с сабвуфером, встроенным 6-канальным УНЧ	413,10
MA901	USB - радио. С пультом ДУ	144,18
MA9213	Универсальный автомобильный OBD2 сканер	305,68
MK035	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	151,88
MK041	Сигнализатор осадков	308,00
MK067	Регулятор мощности 1200Вт/220В	145,73
MK071	Регулятор мощности 2600 Вт/ 220 В	137,70
MK075	Универсальный ультразвуковой отпугиватель насекомых и грызунов	184,80
MK080	Отпугиватель кротов «Антикрот»	104,65
MK113A	Таймер 2 сек...23 минуты	125,63
MK153	Индикатор микроволновых излучений	70,31
MK171	Регулятор мощности 9...28В, 10А	262,20
MK180	USB-EDGE модем	457,60

МК305	Стебель стационарный телефон стандарта GSM	866,70	MP502	Встраиваемый вольтметр-амперметр (мультиметр)	232,00
МК308	Программируемое устройство	202,50	MP503	Миниатюрный, встраиваемый вольтметр с анимированным светодиодным индикатором	88,00
МК317	Модуль 4-х канальный ДУ 433 МГц	220,00	MP503 BLUE	Миниатюрный, встраиваемый термометр с	96,00
МК319	Модуль защиты от наводки	107,36	MP507	Вольтметр -10...+15 В	167,52
МК324	Программируемый модуль 4-х канальный ДУ 433 МГц	237,60	MP508	Вольтметр	196,48
МК324/передатчик	Дополнительный приемник для МК324	105,30	MP5613	Цифровой усилитель D-класса мощностью 2 x 150 Вт	426,00
МК324/приемник	Дополнительный приемник для МК324	112,19	MP5613D	Драйвер для цифрового усилителя D-класса мощностью	192,00
МК330	Модуль исполнит. у-ва (2,5 А) для МК324 и МК317	163,06	MP5630C1	Конфигуратор для построения мощного одноканального	254,40
МК331	Модуль радиуправляемого реле 433 МГц (220 В/2,5 А)	324,00	MP5630C2	Конфигуратор для построения мощного двухканального	272,00
МК333	Программ. модуль радиореле 433 МГц (220 В/7 А)	372,60	MP5630D	Драйвер для цифрового усилителя D-класса мощностью	240,00
МК342	Электронный сторож	179,26	MP5630I1	Индикатор для мощного усилителя НЧ (МОНО)	123,20
МК344	2-кан. главный регулятор яркости 220В/300Вт	377,43	MP5630I2	Индикатор для мощного усилителя НЧ (стерео)	124,80
МК353	Отпугиватель грызунов ЦУНАМИ (ТОРНАДО-М-7)	334,40	MF601	DC-DC преобразователь 12 В в 24 В	105,44
МК355	Отпугиватель крыс и мышей (пл. защиты до 100 кв. м)	237,60	MF605	Импульсный преобразователь напряжения 8...18В/24В	360,00
MP1002F	Световой эффект «Светлячок»	47,52	MP701	Блок коммутации (4 канала)	109,35
MP1003F	Световой эффект «Разбегающиеся линии»	50,00	MP707	Цифровой USB-термометр (ex. BM1707)	128,00
MP1004F	Анимированная светодиодная вывеска 5x7	172,29	MP707R	Цифровой USB-термометр (ex. BM1707)	176,00
MP1005F	Светодиодный семи-сегментный индикатор 5" (127мм)	78,72	MP708	USB ИК приёмник	132,00
MP1006F	Светодиодный семи-сегментный индикатор 7" (180мм)	146,88	MP708N	USB ИК приёмник	142,82
MP101	Процессор управления светом в салоне автомобиля	209,60	MP709	USB реле, с управлением через Интернет	135,87
MP1025	MP3 / WMA модуль с ф-ми записи и управ. файлами через интерфейс	336,40	MP710	Устройство управления нагрузками (USB, 16 каналов)	184,80
MP1089	Цифровой FM радиоприемник. Встраиваемый модуль	82,48	MP724	Winamp - спектроанализатор, 15 - канальная цифровая цветомузыка, 5 - каналь- ный термометр	348,30
MP1115	Цифровой усилитель D-класса мощностью 15 Вт. Моно	123,60	MP724BLU	Информационный монитор для мультимедийных ПК	376,65
MP1181DI	Многофункциональный USB-MP3/WMA плеер	161,60	MP730	NEW! USB самописец, вольтметр	151,45
MP1181DIF	Многофункциональный USB-MP3/WMA плеер с FM-приёмником	179,20	MP731	NEW! USB генератор импульсов и логический генератор	123,20
MP1205	Цифровой анализатор спектра звукового сигнала (10 полос)	226,00	MP732	USB частотометр, цифровая шкала и логический анализатор	151,62
MP1215	Цифровой усилитель D-класса мощностью 2 * 15 Вт	142,56	MP800A	Блок управления УМЗЧ с обычными потенциометрами	228,00
MP1225	Цифровой усилитель D-класса мощностью 2x25 Вт	132,00	MP600D	Блок управления УМЗЧ с цифровыми потенциометрами. По	268,00
MP1230	Аудиорегулятор 1 канала	180,64	MP6037R	Цифровой термометр/термостат до 8 кВт	254,48
MP1231	Аудиорегулятор 2 канала. Стерео	192,00	MP8520Я	PurePath™ HD приёмник (2,4 ГГц) высококачественного стереофонического аудио сигнала	292,80
MP1232	Аудиорегулятор 4 канала	260,00	MP8520T	PurePath™ HD передатчик (2,4 ГГц) высококачественного стереофонического аудио сигнала	292,80
MP1233	Предварительный усилитель-темброблок с микроконтроллерным управлением, ЖКИ и пультом ДУ	196,00	MP903	Цифровой стереофонический УКВ / FM тонер	240,00
MP1234	Предварительный усилитель-темброблок с сабвуферным каналом, микроконтрол- лерным управлением, ЖКИ и пультом ДУ	203,20	MP9011	NEW! AVR программатор	283,20
MP1236	Моторизованный 2-кан. регул. громк. с тонкомпенсацией (2 x 100 кОм)	148,00	MP9012	NEW! Программатор-отладчик PIC-контроллеров	545,60
MP1251	Цифровой 5.1 Dolby Digital AC-3, Dolby Pro Logic, DTS декодер	600,00	MP910	Брелок для систем ДУ 433 МГц (MP911, MP912)	80,08
MP1252	Домашний кинотеатр. Аналоговые и цифровые входы. Аналоговые 5.1 и стерео выходы. Пульт ДУ. Темброблок. Dolby Digital, dts. PCM	864,00	MP911	Приемник для пульта ДУ 433 МГц (MP910)	87,48
MP1290	Цифровой усилитель T-класса (технология Tripath), 2 x 90 Вт. Проект «Китайский синдром» (восточная сторона)	315,76	MP912	Приемник для пульта ДУ 433 МГц MP910	88,29
MP1291	NEW! Цифровой усилитель T-класса (технология Tripath), 2 x 15 Вт Проект «Китай- ский синдром» (восточная сторона)	236,00	MP913	Приемник для пульта ДУ 433 МГц MP910 (кнопки, два реле)	127,58
MP1292	NEW! Цифровой усилитель T-класса (технология Tripath), 2 x 20 Вт Проект «Китай- ский синдром» (восточная сторона)	288,00	MP9213	Универсальный автомобильный OBDII сканер MP9213	267,30
MP1325	Усилитель НЧ (100 Вт). 2 x 25 Вт + 1 x 50 Вт (сабв.) + темброблок	280,00	MP9744	Цифровой усилитель D-класса мощностью 2 * 22 Вт	150,01
MP1505	Клавиатурная шутка	78,32	MT1010	Гибкая видекамера	421,20
MP1900	Цветная CCD камера	320,00	MT1011	Ручка-массажер	121,50
MP1901	Цветная CMOS камера	209,60	MT1011_blue	Ручка-массажер	121,50
MP2203	Мультимедийная микросистема: AM, FM, USB, SD, iPod	326,00	MT1020	Звуковой информатор с датчиком движения	325,60
MP2388	Простой встраиваемый USB-MP3/WMA плеер с пультом	109,60	MT1030	Сигнализация для банковских карт	202,40
MP2503RL	Встраиваемый USB-MP3/WMA плеер с пультом ДУ и ЖК дисплеем	153,96	MT1031	Сигнализация для банковской карты Back-card	114,40
MP2606	USB-MP3 плеер с ЖК-дисплеем	166,05	MT1035	Напоминатель с датчиком движения	160,00
MP2603DI	Миниатюрный USB-MP3/WMA плеер с пультом ДУ и ЖК	156,80	MT1060	Анализатор детского плача	822,80
MP2704	NEW! Внешний ЦАП	140,80	MT1070	Брелок-антистатик (прибор для снятия статического)	103,84
MP2803DI	Мног.офункциональный USB-MP3/WMA плеер	176,80	MT1082	Озонометр (для дезинфекции)	196,43
MP2866	Встраив. микросис-ма: FM, USB, SD, ДУ, часы / буд. ЖК дисплей	145,80	MT1086	Корешок адаптер USB в автомобиль	88,00
MP2896	Встраиваемая микросистема: FM, USB, SD, ДУ, часы / буд.	116,00	MT1087	ТВ-блик	332,10
MP2897	Встраиваемая микросистема с возможностью установки внешнего усилителя	144,00	MT1088	МИНИ-ЗАПАЙЩИК пакетов	81,00
MP2902	Мультимедийный видеоплеер: MP3 / WMA / MP4, USB,	389,44	MT3030	GPS-возвращатель	424,00
MP2902 monitor	Монитор для видеоплееров 2,5" YbPbR	280,00	MT3031	Возвращатель «5 целей», модель для путешествен	488,00
MP29035	Цветной 3,5" TFT-LCD модуль разрешением 320 x 240 с видеоконтрол.	296,00	MT3032	Возвращатель «Актив»	736,00
MP29035M	Цветной 3,5" TFT-LCD видеорегиистратор разрешением 800 x 480	510,30	MT3033	GPS-часы	912,00
MP2904	Цветной 4" TFT-LCD модуль разрешением 320 x 240 с видеоконтр.	304,00	MT3080	Скайп-мышка	396,90
MP2905	Цветной 5" TFT-LCD модуль разрешением 320 x 240 с	384,00	MT3090	Авто-маячок	494,10
MP2905VGA	Цветной 5" TFT-LCD модуль разрешением 640 x 480 с VGA входом	512,00	MT4012	USB-трюйник 220В +2 USB	158,40
MP2907	Цветной 7" TFT-LCD модуль разрешением 320 x 240 с	432,00	MT4013	Термометр для душа	88,00
MP2907M	Цветной 7" TFT-LCD видеорегиистратор разрешением 800 x 480	627,12	MT4020	Электронные весы - безмен	96,80
MP2907VGA	Цветной 7" TFT-LCD модуль разрешением 800 x 480 с VGA входом	562,00	MT4025	Весы для багажа в дорогу	176,00
MP2966	Мини плеер: видео/аудио; USB / SD; MP3 / WMA / JPG / MP4; пульт ДУ	224,00	MT4040	Многофункциональный ароматизатор	220,00
MP2966S	Встраив. видео/аудио плеер; USB / SD; MP3 / WMA / JPG / MP4; пульт ДУ	259,28	MT4060	Шагомер с анализатором жировой ткани	105,60
MP3001	NEW! Цифровой усилитель D-класса мощностью 2 x 20 Вт (двойное моно). Проект «Китайский синдром» (западная сторона)	200,00	MT4075	Кухонный таймер-магнит	85,10
MP301F	Регулятор мощности 30А, +8...30В	280,80	MT4090	Выборбуди-плышк	229,60
MP302F	Регулятор мощности 50А, +8...30В	566,64	MT5001	Набор из 4-х сверкающих рюмок «Сияющий квартет!»	83,23
MP303F	Регулятор мощности 15А, +12/24В	208,00	MT5001 BLUE	Сверкающий стакан (синий)	40,48
MP306F	Регулятор мощности 1,5А, 5...12В	105,60	MT5001 GREEN	Сверкающий стакан (зеленый)	40,48
MP309	Блок 4-канальный АЦП (является аналоговым интерфейсом для блока БМ8039D Гардиан)	208,00	MT5001 RED	Сверкающий стакан (красный)	40,48
MP3100	Датчик движения	172,80	MT5001 YELLOW	Сверкающий стакан (желтый)	40,48
MP3100D	Цифровой усилитель D-класса мощностью 20 Вт	152,00	MT5002	Сверкающий стакан	88,00
MP3106	Цифровой усилитель D-класса мощностью 40 Вт моно	144,00	MT5003	Светшторки	71,60
MP3106S	Цифровой усилитель D-класса мощностью 2 x 40 Вт. Проект «Китайский синдром» (западная сторона)	136,00	MT5005	Подсветка унитаза	360,00
MP3112	Цифровой усилитель D-класса 25 Вт моно. Проект	118,80	MT5010	Гибкая лампа MT5010 предназначена для подсветки	127,60
MP3122	Цифровой усилитель D-класса мощностью 15 Вт стерео	108,00	MT5015	Гибкая лампа на шею	92,75
MP3123	Цифровой усилитель D-класса мощностью 25 Вт	126,36	MT5060	Светодиодная лампа с датчиком освещенности	129,60
MP3123 21	Цифровой усилитель D-класса (100 Вт) 2 x 25 Вт + 1 x 50 Вт (сабвуфер). Проект «Китайский синдром» (западная сторона)	188,80	MT5090	Светильник «Рассвет-закат» или пусть утро будет добрым!	563,20
MP3125	Цифровой усилитель D-класса мощностью 10 Вт	106,40	MT6021	Влагорезазщитный динамик	178,90
MP319	Беспроводной ключ Button	260,00	MT6022	Оптическая мышь на указательный палец	88,00
MP31PC	Платформа для компьютерного усилителя НЧ	112,00	MT6024	Мини-динамик	240,00
MP324	Модуль 4-канальный дистанционного управления 433 МГц	148,00	MT6025	Разветвитель наушников	81,68
MP324	MP324 "Передачик" (EPE-LOCK)	74,32	MT6030	Вибродинамик	396,00
MP325	Модуль дистанционного управления 433 МГц	224,00	MT6070	Видео-записк	328,00
MP325	MP325 двухканальный передатчик-брелок для устройств	72,96	MT6080	Цифровая затворчка	1024,00
MP326	Модуль дистанционного управления 433 МГц (кнопки/триггер, 4 реле)	280,00	MT6091 BLACK	Сумка-динамик для велосипеда	290,40
KIT MP350	4-х канальный таймер	304,00	MT6091 BLUE	Сумка-динамик для велосипеда	290,40
MP3503DAI	Мини стерео-система USB MP3/WMA (плеер), AM/FM	204,80	MT6045	Мобильная защита от непрошенных гостей	339,50
MP3503DAIS	Мини стерео-система SD/USB MP3/WMA (плеер), AM/FM	232,00	MT6055	Сигнализация утечки газа	186,56
MP3503DFI	Мини стерео-система USB MP3/WMA (плеер), FM	184,00	MT9000	Беспроводная квартирная SMS сигнализация	1176,00
MP3503I	Мини стерео-система USB MP3/WMA (плеер), AUX	120,00	MT9000 BOX	Квартирная SMS сигнализация MT9000 BOX (8 датчиков)	1480,00
MP3606	Высокочаст. MP3-рекордер темброблок FM-радио/USB/SD/AUX	356,40	MT9002	Многофункциональный беспроводной датчик для MT9000	242,80
MP410	Сверхэкономичн. стерео цифровой ус-ль «D»-класса 2 x 2,2 Вт (TPA2012D)	116,80	MT9021	Автомомная дачная SMS сигнализация	1064,00
MP49152	Цифровой усилитель D-класса, 2 x 20Вт SANYO. Проект «Китайский синдром» (восточная сторона)	104,00	NF187	Двухрядные бегущие огни на 12-ти светодиодах	107,36
MP501F	Цифр. счетчик с возможностью подключ. индикаторов большого размера	264,00	NF189	Стербоскоп (12 В, авто)	115,28
			NF192	3-канальная цветомузыкальная приставка	178,99
			NF238	Таймер 2 сек... 3 час/300 Вт	115,28
			NF241	Акустическое реле	105,30
			NF245	Регулятор мощности 500 Вт/220 В	36,26
			NF246	Регулятор мощности 1000 Вт/220 В	42,24
			NF247	Регулятор мощности 2500 Вт/220 В	101,20
			NF250	Устройство управления насосом	102,56
			NF251	Циклический таймер 1...180 минут/секунд 220 В/200 Вт	176,00

NF263	Усилитель НЧ 15 Вт (TDA2005)	88,40
NF404	Цифровой вольтметр 0...1000В	206,39
NF406	Усилитель НЧ 100 Вт	355,43
NF408	Цифровой счетчик	217,01
NF409	Датчик движения	194,40
NF412	Световой эффект «Танцующий робот»	105,60
NF414	Светодиодная мигалка	51,92
NF417	Световой эффект «Забавный робот»	74,80
NF421	Голоса птиц «5 в 1» (попугай, соловей, петух, цыпленок, утка)	123,20
NF422	Голоса животных «5 в 1» (обезьяна, овца, волк, лягушка, лошадь)	123,20
NF441	Охранная система на ИК лучах	120,30
NF491	Отпугиватель крыс и тараканов	66,88
NK005	Сумеречный переключатель в корпусе	78,32
NK008	Регулятор мощности 800 Вт/220 В	69,87
NK024	Проблесковый маячок на светодиодах	41,18
NK027	Регулируемый источник питания 1,2...30В/2А	60,28
NK037	Регулируемый стабилизатор напряжения 1,2...30 В/4 А	94,86
NK037M	Импульсный регулируемый стабилизатор напряжения	135,59
NK040	Усилитель НЧ 2x2,5 Вт	72,07
NK046	Усилитель НЧ 1Вт	49,28
NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	36,96
NK057	Усилитель НЧ 22Вт	70,31
NK082	Термо- и фотореле (комбинированный набор)	77,44
NK083	Инфракрасный барьер 50 м	118,16
NK092	Инфракрасный проектор	101,90
NK102	Гаймер 0...10 минут	88,00
NK121	Инфракрасный барьер 18 м	116,07
NK127	Передатчик 27 МГц	96,71
NK134	Электронный стетоскоп	99,26
NK137	Микрофонный усилитель	48,09
NK143	Учеб. пособие для юных электротехников (лаборатория)	80,34
NK146	Исполнительный элемент 220 В 6 А	40,13
NK150	Программируемый 8-канальный исполнительный блок	214,02
NK155	Сирена ФБР 15 Вт	43,12
NK292	Ионизатор воздуха	110,00
NK294	6-канальная светомузыкальная приставка 220В/500 Вт	142,56
NK297	Стробоскоп для дискотек и витрин	140,80
NK314	Детектор лжи	48,31
NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	78,1
NM1025	Преобразователь напряжения 12 В/+45 В, 200 Вт	282,24
NM1034	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В/3А	83,16
NM1041	Регулятор мощности с малым уровнем помех 650 Вт/220 В	83,42
NM1042	Регулятор температуры с малым уровнем помех	79,11
NM1112 BLUE	Светодиодная лента (1 метр, 60 синих светодиодов)	162,00
NM1112 RED	Светодиодная лента (1 метр, 60 красных)	162,00
NM1112 WHITE	Светодиодная лента (1 метр, 60 белых светодиодов)	162,00
NM1112 YELLOW	Светодиодная лента (1 метр, 60 желтых)	162,00
NM2012	Усилитель НЧ 80 Вт	113,16
NM2021	Усилитель НЧ 4x11Вт/2x22Вт с радиатором	82,05
NM2032	Усилитель НЧ 4x40Вт/2x80Вт с радиаторами	140,70
NM2033	Усилитель НЧ 100 Вт	93,68
NM2034	Усилитель НЧ 70Вт. Размеры печатной платы 67x37	128,87
NM2036	Усилитель НЧ 32Вт. Размеры печатной платы 53x33	72,36
NM2037	Усилитель НЧ 18Вт. Размеры печатной платы 53x33	63,70
NM2038	Усилитель НЧ 44Вт. Размеры печатной платы 56x46	94,07
NM2039	Усилитель НЧ 2x40Вт. Размеры печатной платы 83x24	91,98
NM2040	Усилитель НЧ 4x40Вт. Размеры печатной платы 97x32	123,54
NM2042	Усилитель НЧ 140Вт. Размеры печатной платы 47x55	114,59
NM2043	Усилитель НЧ 4x77Вт. Размеры печатной платы 51x50	174,81
NM2044	Усилитель низкой частоты	104,25
NM2045	Усилитель низкой частоты	307,80
NM2051	Двухканальный микрофонный усилитель	40,50
NM2061	Электронный ревербератор	127,01
NM2111	Блок регулировки тембра и громкости	123,53
NM2112	Блок регулировки тембра и громкости (TDA1524)	121,50
NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	113,40
NM2116	Активный 3-х полосный фильтр	72,90
NM2117	Активный блок обработки сигнала для сабвуф. канала	87,72
NM2118	Предварительный стереофон. регул. усилитель	93,80
NM3101	Автомобильный антенный усилитель (20 дБ)	56,70
NM4011	Минитаймер ...30 с. Размеры печатной платы 30x45 мм	48,60
NM4012	Датчик уровня воды. Размеры печатной платы 30x45	49,41
NM4013	Сенсорный выключатель	40,52
NM4021	Таймер Т...99 минут на микроконтроллере	186,74
NM4022	Термореле 0...150 °С. Размеры печатной платы: 45x30	72,90
NM4411	4-х канальное исполнительное устройство	129,60
NM4511	Регулятор яркости ламп накаливания 12 В 50 А	69,43
NM5050	Звездочка для новогородней елки	115,72
NM5403	Стоп-сигнал для авто	79,20
NM6013	Автоматический выключатель освещения	149,60
NM8021	Индикатор уровня заряда аккумулятора	44,00
NM8031	Тестер для проверки строчных трансформаторов	123,20
NM8032	Прибор для проверки электролитических конденсаторов	162,71
NM8036	4-кан. микропроцессорный таймер, термостат, часы	124,34
NM9211	Программатор для контроллеров АТ 89S/90S	160,17
NM9212	Адаптер для сотовых телефонов	113,40
NM9213	Универсальный автомобильный адаптер К-Л-линии (для автомобилей с инжекторным двигателем)	158,56
NM9215	Универсальный программатор	138,64
NM9216/1	Плата адаптер АТМEL для NM9215	89,99
NM9216/2	Плата адаптер PIC для NM9215	75,97
NM9216/3	Плата адаптер Microwire EEPROM 93xx для NM9215	45,07
NM9216/4	Плата адаптер PC-Bus EEPROM для NM9215	54,77
NM9216/5	Плата адаптер EEPROM SDE, NVM, SPI 25xxx для NM9215	73,35
NM9217	Устройство защиты компьютерных сетей (BNC)	60,19
NM9221	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров	231,26
NR01	Набор начинающего радиоприемника	307,80
NS047	Генератор 250 Гц...16 кГц	101,73
NS073	Маленькое сердце на светодиодах	55,44
NS094	«Живое сердце». Размеры 72x74 мм	64,24
NT1001F	Мигающие светодиоды	43,12
NT1217	Цифр. блок обраб. сигнала для сабвуф. канала. Аудиопроектор 2.1.	121,99
NT1290	Набор для сборки цифрового усилителя Т-класса (Tripath), 2 x 90 Вт. Проект "Китайский синдром" (восточная сторона)	289,98
NT1291	Набор для сборки цифрового усилителя Т-класса (Tripath), 2 x 15 Вт.	218,70
NT1292	Набор для сборки цифрового усилителя Т-класса	251,10
NT1325	Набор для сборки усилителя НЧ (100 Вт). 2 x 25 Вт + 1 x 50 Вт (сабвуфер) + темброблок	199,26

NT1500	Игрушечный светифор с пультом ДУ	158,40
NT1500DOP	Игрушечный светифор (дополнительный модуль база-стойка)	112,64
NT200	Голосовая маска (Voice Changer)	128,00
NT324LED	Контроллер RGB световых лент (для совместной)	95,26
NT5002	Частотомер, таймер, драйвер ЖКИ (SC3610 на технологии CMOS)	84,80
NT711	16-кан. исполнительное у-во для работы совместно с модулем MP710	196,91
NT800	Аккумулятор свинцовый	109,35
NT801/1	iButton / Touch Memory	170,10
NT801/2	Считыватель с ключами iButton	218,70
NT801D	Темброблок, пульт ДУ (цифровое управление). Версия	267,30
NT801D/Alimex8	8-PU Микроконтроллер с прошивкой для модуля NT801D	60,75
NT8048 AC220V	Электромагнитный водопроводный клапан	74,12
NT8048 DC12V	Электромагнитный водопроводный клапан	74,12
NT8048 DC24V	Электромагнитный водопроводный клапан	74,12
NT8078 AC220V	Электромагнитный водопроводный клапан	149,45
NT8078 DC12V	Электромагнитный водопроводный клапан	149,45
NT8078 DC24V	Электромагнитный водопроводный клапан	149,45
PW0510	Импульсный источник питания 5В, 1А	99,00
PW0515K	Импульсный источник питания 5В, 1,5А в корпусе	123,20
PW0520K	Импульсный преобразователь напряжения 9-18В/5В, 2А	186,91
PW0530K	Сетевой адаптер 5В, 3А	116,16
PW0530K	Импульсный источник питания 5В, 3А в корпусе	105,60
PW0720B	Сетевой адаптер 7,5В, 2А	126,02
PW0920B	Сетевой адаптер 9В, 2А	126,28
PW12-12-60	Преобразователь (стабилизатор) напряжения 6,5...30 В / 12В, 60 Ватт, 5А	388,80
PW12-ATX-70	Импульсный преобразователь напряжения 12В/ATX для автомобильного ПК (car PC), 70 Вт	250,05
PW12-PC-85	Импульсный преобразователь напряжения 12В/12 В, 5 В для автомобильного ПК (car PC), 85 Вт	482,11
PW12045PS	Импульсный источник питания 12В, 0,45А	91,96
PW1210PPS	Импульсный источник питания 12В, 10,5А	421,52
PW12125PS	Импульсный источник питания 12В, 1,25А	77,44
PW1215B	Сетевой адаптер 12В, 1,5А	121,79
PW1220D	Импульсный источник питания 12В, 2А на DIN рейку	191,84
PW1221B	Импульсный источник питания 12 В, 2,1 А в корпусе	140,37
PW1240UPS	Источник бесперебойного питания 12В/4А	269,30
PW1265	Импульсный источник питания 12В, 0,85А	102,78
PW1512B	Сетевой адаптер 15В, 1,2А	110,88
PW1514	Импульсный источник питания 15В, 1,4А	168,58
PW1517B	Импульсный источник питания 15В, 1,7А в корпусе	162,01
PW1528D	Импульсный источник питания 15В, 2,8А на DIN рейку	229,68
PW2411B	Импульсный источник питания 24В, 1,1А в корпусе	145,99
PW2412K	Импульсный преобразователь напряжения 9,2-36В/12В	176,18
PW2420D	Импульсный источник питания 24В, 2А на DIN рейку	235,66
PW12-12-60	Преобразователь (стабилизатор) напряжения 6,5...30 В / 12В 60 Ватт, 5А	437,40
PW12-ATX-70	Импл. преобр. напряжения 12В/ATX для автомоб. ПК (car PC), 70 Вт	281,56
PW12-PC-85	Импл. преобр. напряжения 12В/12В, 5 В для автомоб. ПК (car PC), 85 Вт	506,41
PW24-12-120	Импульсный преобразователь напряжения 6...30В/12В, 120 Вт, 10А	532,66
PW24-12-50	Импульсный преобразователь напряжения 7...36В/12В, 50 Вт, 4,2А	245,75
PW24-12-60	Преобразователь напряжения 24В / 12В, 5А	324,00
PW4837B	Сетевой адаптер 48В, 0,37А	427,35
M261	Измеритель RLC MASTECH M261	188,1
M300	Мультиметр MASTECH M300	119,7
M320	Мультиметр MASTECH M320	171
M3900	Мультиметр MASTECH M3900	171
M7040	Мультиметр MASTECH M7040	285
M7050	Мультиметр MASTECH M7050	285
M830B	Мультиметр MASTECH M830B	112,86
M832	Мультиметр MASTECH M832	125,4
M838	Мультиметр MASTECH M838	117,42
M950B	Мультиметр MASTECH M950B	342
MS6100	Частотомер MASTECH MS6100	1399,26
MS8221A	Мультиметр MASTECH MS8221A	153
MS8221D	Мультиметр MASTECH MS8221D	145,8
MY61	Мультиметр MASTECH MY61	252,51
1PK-3003D11	Обжимной инструмент и принадлежности Proskit 1PK-3003D11	116,68
1PK-3172	Набор монтажных инструментов Proskit 1PK-3172	41,11
1PK-3178	Набор монтажных инструментов Proskit 1PK-3178	122,25
1PK-GS003M	Паяльник электрический Proskit 1PK-GS003M	176,77
1PK-SC109B	Паяльник электрический Proskit 1PK-SC109B	284,63
1PK-T406	Обжимной инструмент и принадлежности Proskit 1PK-T406	93,21
1PK-T416	Обжимной инструмент и принадлежности Proskit 1PK-T416	93,21
50B-366A-T	Оловосос, приспособление для удаления припоя Proskit 50B-366A-T	12,84
50B-366NA-T	Оловосос, приспособление для удаления припоя Proskit 50B-366NA-T	19,1
5PK-S110B-H	Запчасти и аксессуары для паяльных станций Proskit 5PK-S112B-H	27,82
5PK-S110-F1	Наконечник для паяльной станции Proskit 5PK-S110-F1	17,47
5PK-S110-F2	Наконечник для паяльной станции Proskit 5PK-S110-F2	17,47
5PK-S110-F3	Наконечник для паяльной станции Proskit 5PK-S110-F3	17,47
5PK-S112-B10	Наконечник для паяльной станции Proskit 5PK-S112-B10	24,75
5PK-S112-B20	Наконечник для паяльной станции Proskit 5PK-S112-B20	24,75
60B-351B	Монтажная паяльная станция Proskit 60B-351B	842,49
6PK-356NB	Паяльник электрический Proskit 6PK-356NB	102,2
8PK-101-2	Паяльник газовый Proskit 8PK-101-2	175,7
8PK-362S	Паяльник электрический Proskit 8PK-362S	49,29
8PK-S118B-30W	Паяльник электрический Proskit 8PK-S118B-30W	86,04
8PK-S120B-30W	Паяльник электрический Proskit 8PK-S120NB-30W	143,4
8PK-S120NB-40W	Паяльник электрический Proskit 8PK-S120NB-40W	245,13
8PK-S120NB-60W	Паяльник электрический Proskit 8PK-S120NB-60W	281,9
DP-366P	Оловосос, приспособление для удаления припоя Proskit 1PK-366P	118,95
SS-201	Монтажная паяльная станция Proskit SS-201	651,61
HY1502D	Лабораторный блок питания MASTECH HY1502D	718,2
HY1503	Лабораторный блок питания MASTECH HY1503	555,76
HY1503D	Лабораторный блок питания MASTECH HY1503D	798
HY1505D	Лабораторный блок питания MASTECH HY1505D	969
HY1803D	Лабораторный блок питания MASTECH HY1803D	867,83
HY3002	Лабораторный блок питания MASTECH HY3002	1111,5
HY3002C	Лабораторный блок питания MASTECH HY3002C	897,62
HY3003	Лабораторный блок питания MASTECH HY3003	1187,5
HY3005	Лабораторный блок питания MASTECH HY3005	1377,5
HY3005-3	Лабораторный блок питания MASTECH HY3005-3	1899,15
HY3005D	Лабораторный блок питания MASTECH HY3005D	1472,5
HY5003	Лабораторный блок питания MASTECH HY5003	1558

Внимание, перечень сокращенный. Полный перечень см. по адресу
<http://radiohobby.QRZ.ru/kedrplus.html>

RADIOEXPERT.RU

Первый российский
супермаркет
для радиолюбителей

KENWOOD



TS-2000/TS-2000X

0.5-30, 50-54, 144-148,
430-450 МГц/1200МГц
SSB/CW/FM/FSK: 100 Вт
AM: 25 Вт (HF, 6 м, 2 м)
SSB/CW/FM/FSK: 50 Вт,
AM: 12,5 Вт (70 см)



TS-590S

1.8-54 МГц
SSB/CW/AM/FM/FSK, антенный
тюнер, 32-битный DSP
100 Ватт;

YAESU



FT-2000

Tx: 30 кГц - 60 МГц, Rx: 160-6 м
A1A(CW), A3E(AM), J3E(SSB),
F3E(FM), F1B(RTTY),
F1D(PACKET), F2D(PACKET)
100 Вт



FT-950

0.3-56 МГц
SSB/CW/AM/FM/RTTY/PACKET
автоматический тюнер
100 Ватт



FT-897D

Tx: 160-6 м, 2 м, 0,7 м
Rx: 0.1-56, 76-108, 118-164 МГц,
SSB, CW, AM, FM и Packet
100 Вт
TCXO-9, DSP2



FT-857D

Мобильно-Базовая радиостанция
Tx: 160-6 м, 2 м, 0,7 м
Rx: 0.1-56, 76-108, 118-164 МГц,
SSB, CW, AM, FM и Packet
100 Вт
TCXO-9, DSP2

Flex-3000



Flex-5000



Flex-1500



Flex-6000 Series



Сервисный центр компании "Радиоэксперт" оснащен необходимым высокоточным измерительным оборудованием для проведения работ любой сложности.

Специальные предложения! Доставка по всей России!

ALINCO



DX-SR8E

Недорогой КВ трансивер, 0-30
МГц, SSB/CW/AM/FM,
100 Ватт, отделяемая
передняя панель

ICOM



IC-9100

0.03-60/136-174/420-480/
1240-1320 МГц;
SSB/CW/RTTY(FSK)/FM/AM/DV
автоматический тюнер, 100Ватт



IC-7600

Базовый КВ/УКВ трансивер
1.8-30, 50-54, 136-174 МГц,
USB/LSB/CW/RTTY/AM
100 Ватт



IC-7200

Базовый КВ трансивер
0.030-60 МГц,
USB/LSB/CW/RTTY(FSK)/AM,



IC-718

Базовый КВ трансивер ТУ,
0.03-30.0 МГц,
USB/LSB/CW/RTTY/AM,
100 Вт

WINRADIO

WR-G39DDCe
"EXCELSIOR"



WR-G31DDC
"EXCALIBUR"



Компания "Радиоэксперт", Россия, Санкт-Петербург, ул. Калинина, д. 13, 2 этаж, офис 210.
тел/факс: +7(812) 786-03-00, 786-03-55, 786-32-61; www.radioexpert.ru, info@radioexpert.ru

МАСТЕР КИТ

USB ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА



индекс 74221/22033

ДОМАШНЯЯ ЛАБОРАТОРИЯ



MP732

**USB ЧАСТОТОМЕР,
ЦИФРОВАЯ ШКАЛА
И ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР**



MP731

**USB ГЕНЕРАТОР
ИМПУЛЬСОВ
И ЛОГИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР**



MP730

**USB САМОПИСЕЦ,
ВОЛЬТМЕТР**



ЧИТАЙТЕ СТАТЬЮ НА СТР. 37

Сотни наборов и модулей. Детские электронные конструкторы. Необычные гаджеты и электронные подарки.
Смотрите на нашем сайте!

WWW.MASTERKIT.RU

Закажите по бесплатному номеру МАСТЕР КИТ: 8-800-200-09-34 с мобильного или городского телефона
в России (с 9.00 до 18.00, кроме выходных).
Вы также можете заказать любой набор на сайте МАСТЕР КИТ с доставкой курьером или Почтой России.
Продажа в Украине, тел.: (044) 360-94-96, (094) 925-64-96.
Вопросы и консультации по e-mail: infomk@masterkit.ru