



Главный редактор
Николай Сухов

Редакционная коллегия

Георгий Божко (UT5ULB)
Александр Егоров
Александр Ермаков
Евгений Лукин
Евгений Музыченко
Виктор Огиенко
Виктор Пестриков
Александр Провозин
Георгий Члиянц (UY5XE)
Владимир Широков

Адрес редакции

Украина, 252190, Киев-190, а/я 568
Тел./факс: (044) 4437153
E-mail: radiohobby@email.com
Fido: 2:463/197.34
BBS: (044) 2167456 с 19⁰⁰ до 9⁰⁰
http://www.radiolink.net/radiohobby
http://welcome.to/radiohobby
http://radiohobby.da.ru
http://www.radiohobby.ldc.net

Распространение

по подписке в любом отделении связи:

Украина - по «Каталогу периодических изданий Украины» УОПЗ Укрпошта, индекс 74221
подписная цена на II полугодие 1999 г. 14 грн. 25 коп.

Россия и другие страны СНГ, Литва, Латвия, Эстония - по каталогу «Газеты и журналы» агентства Роспечать, индекс 45955
подписная цена на II полугодие 1999 г. 90 руб. РФ

Дальнее зарубежье - по каталогу «Russian Newspapers & Magazines 99» агентства Роспечать

Перепечатка материалов без письменного разрешения редакции запрещена. При цитировании обязательна полная библиографическая ссылка с указанием названия и номера журнала, года выпуска, страниц, фамилии и инициалов автора

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

Подписано к печати 01.04.99 г.
Отпечатано на журнальном комплексе издательства «Пресса Украины» г.Киев, ул. Героев космоса, 6
Тираж 7500 экз.

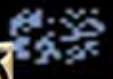
Заказ №0130934, цена договорная
Учредитель и издатель ООО «Эксперт»
Журнал выходит шесть раз в год

Зарегистрирован Госкомитетом Российской Федерации по печати 25.06.97 г., свид. №016258
Зарегистрирован Министерством информации Украины 11.06.97 г., свид.серия KB №2678

СОДЕРЖАНИЕ

- 2 Новая техника и технология**
MPMan, YEPP, Indigita RaV6, ArWAmp, MP3 Variable Bitrate, AAC, компактный ВебФон, что станет с компьютерной мышью, в ИНТЕРНЕТ - через телевизор, новый ИНТЕРНЕТ, сверхплотный графический формат DjVu, «Острый Зуб» против «Пня-III», винчестеры большие и маленькие, однокристальные ТВ-тюнер и чип-кордеры, ИМС ШИМ-усилителя с выходной мощностью 5 кВт, видеокамера с прибором ночного видения, ATRAC-R/6/ASRAC, акустическая система reVox SCALA 3.6 на новых концепциях, кассетные деки 1999 года Nakamichi DR-8/DR-10, ламповый 20-разрядный ЦАП VacuTronics VacDAC20
- 8 Апрельские тезисы юмористорной смехотехники**
- 10 DX-клуб «РадиоХобби» А.Егоров**
Дальний прием телевидения и УКВ-вещания
- 12 Дайджест зарубежной периодики**
Ламповый 20-ваттный SE УНЧ на ГМ70, 10-ваттный ламповый однотактник на 6П45С с непосредственными межкаскадными связями, ламповый винил-корректор без ООС, 40-ваттный двухтактный УНЧ на EL34, линейка английских биполярно-полевых УНЧ от 20 до 300 Вт в чистом классе «А», 100-ваттный преобразователь 12В в переменное 220 В, малагабаритное бестрансформаторное зарядное устройство для автомобильных аккумуляторов, сетевой фильтр с защитой от выбросов напряжения, защита от переплюсовки, ШИМ-управление ЭД с реверсом, корректор цветовой четкости для ТВ 3 и 4 поколений, радиоприемник в компакт-кассете, AM/CW/SSB регенеративный приемник для 1,8-22 МГц, КВ-конвертер DL7FVS, УМ 40-ваттной КВ радиостанции на полевых IRF510, 100-ваттный УМ на 144-146 МГц, QRP CW-передатчик на одной логической ИМС, трехтранзисторный QRP CW-передатчик на 7 МГц, антенное согласующее устройство на 136 кГц, Inv.V для полевых условий, эффективные магнитные антенны на диапазоны от 160 до 20 м, активная КВ антенна, синфазный фильтр на 300 кГц-150 МГц и другие наиболее интересные устройства из 25 свежайших зарубежных журналов
- 24 Happy99.exe: червь-троянец из ИНТЕРНЕТА**
- 25 Мир радио ниже 500 кГц. ДВ-диапазон 136 кГц в России Ю.Заруба**
Методика работы, подбор аппаратуры, особенности распространения ДВ
- 28 Взрыв популярности PSK31 Н.Федосеев**
Обзор самого революционного любительского цифрового вида связи
- 29 Устройство управления приёмником P-160 Н.Кононов**
- 31 МИНИСПРАВОЧНИК**
Закон Ома для реактивностей с номограммой, цоколевка транзисторов, мощный автомобильный УНЧ Philips TDA1560 класса H
- 35 Основная плата трансивера А.Тарасов**
- 38 Трансивер KENWOOD ТК-270/278 Б.Витко**
Некоторые аспекты схемотехники, инсталляции и настройки
- 40 QSL managers, DX-новости, QSL информация, адреса**
- 41 О перемещении сигнала Н.Деев**
Неординарный взгляд на кажущиеся очевидными понятия иногда приводит к открытиям
- 41 Реле для холодильника Н.Заец**
- 42 Dolby B, C, S, ... dbx? Н.Сухов**
9 вариантов схемотехнических решений самого распространенного компандера от квазиDolby C на микросхемах Dolby B до полного канала воспроизведения с автопоиском пауз, переключателем автореверса, UB и Dolby C на одной микросхеме
- 47 Секреты ламповой High-End технологии С.Симулкин**
Начало цикла по нюансам проектирования и изготовления УНЧ с «живым» звуком
- 52 Активные ТВ антенны и антенные усилители Е.Волков**
Обзор турецко-польских «рыночных» антенн с усилителями «100, 240 и 555 дБ» и действительно работающая широкополосная МВ-ДМВ активная ТВ антенна
- 54 Расширение частотного диапазона ТВ для приема передач по кабельным сетям Ю.Шевченко**
- 55 IDE2LPT - адаптер IDE-винчестера для подключения к параллельному порту PC Л.Слободчиков**
- 60 Компьютер - своими руками В.Степаненко**
Подробные инструкции по сборке и проверке IBM PC
- 62 CD-ROM - энциклопедия**
Обзор новинок на компакт-дисках радиолюбительского направления
- 64 Рекомендуем прочитать**
Книжное обозрение

**Внимание, подписка на второе полугодие не за горами!
Читайте «колонку редактора» на с.63**



Журнал для радиолюбителей и пользователей ПК

<http://radiohobby.da.ru>

Радио хобби

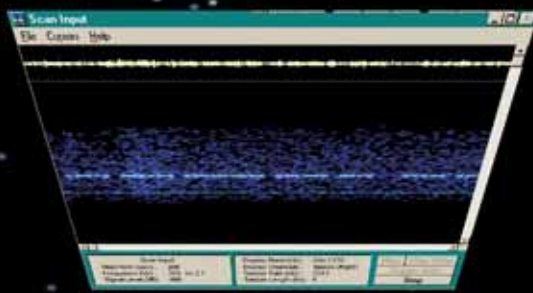
№2 апрель 1999

НАРУ99.EXE : Harry New Year 1999 II
салют-фон в честь червя-троянца

KENWOOD



Мир радио ниже 500 кгц



Долбим

Секреты
ламповой
High-End



psk31sbw
революция в цифровой
любительской связи



технологии



IDE2LPT !!!

в 5 раз
компактнее,
чем JPG/GIF



В «ЧИСТОМ»



300 ЗВУКОВЫХ ВАТТ

английском классе «А»

AgWamp: 2000 MP3 песен
на одной стандартной
видеокассете



СОБИРАЕМ IBM PC
СВОИМИ РУКАМИ

Секреты ламповой High-End ТЕХНОЛОГИИ

Станислав Симулкин, г.Алчевск Луганской обл.

Создание высококачественной звукоусилительной техники всегда являлось одним из наиболее широких увлечений радиолюбителей. Начав с изготовления простейших УНЧ для радиоприемников, энтузиасты электроники оставались на «передовых линиях» науки и техники, проявляя при этом чудеса находчивости и изобретательности. Все было подчинено одному: сохранить и передать живой звук. Развитие этого направления способствовало появлению фундаментальных трудов таких авторов, как Г.В.Войшвилло («Общий курс радиотехники» Москва, Связьиздат, 1950), В.К.Иоффе («Электроакустика» Москва, Связьиздат, 1954), Р.М.Малинин («Усилители низкой частоты» Москва-Ленинград, Госэнергоиздат, 1953) и других. В 60-х годах развитие звукоусилительных устройств шло по пути улучшения технических характеристик: повышения выходной мощности, уменьшения шумов и нелинейных искажений, расширения полосы воспроизводимых частот.

Примерно тогда же появились первые транзисторные усилители. Поначалу транзисторные схемы уступали ламповым по параметрам, но быстрое развитие полупроводниковой техники дало возможность еще в начале-середине 70-х годов собирать усилители со следующими характеристиками: полочастот 10-100000 Гц, коэффициент гармоник $K_g=1-0,01\%$; коэффициент демпфирования $K_d=100$ против 50 Гц-16000 (максимум 30000) Гц; $K_g=1-5\%$; $K_d=3-15$ у ламповых схем. Казалось, ура, вопрос высококачественного звуковоспроизведения закрыт, однако, надежды не оправдались. Подавляющее большинство как профессионалов, так и рядовых любителей отмечало неестественное «мертвое» звучание транзисторных усилителей. Началось многолетнее исследование этого парадокса, борьба за улучшение параметров, продолжающиеся по сей день. Наступила эпоха Hi-Fi - господства технических характеристик, изощренных инженерных решений, идей борьбы с динамическими искажениями, пропагандируемых такими специалистами, как М.Отала или М.Лич. Все громче звучали призывы: «Долой лампы, ведь у них хуже параметры, а проблемы полупроводниковой техники - «детские болезни», мы что-то «померяем», потом «привинтим или приклеим» и все будет «ОК». В результате ситуация запутывалась еще больше, объективные измерения частенько не срабатывали, усилители с «предельными» и даже «запредельными» характеристиками нередко проигрывали своим куда более скромным «собратям», а в звучании ламповых усилителей черно-белых телевизоров или радиол 1-го класса выпуска 60-х годов было что-то завораживающее - они давали *живой* звук.

Поскольку звуковоспроизводящая техника нужна для прослушивания музыки, а не как источник сигнала для измерительного комплекса, на смену Hi-Fi пришел High-End - эпоха *художественных* достоинств звучания. Радиолампы вернулись в область звукоусиления, но, к сожалению, вместе с ними пришли и новые крайности: «с лампой и жестянка «запоет», «измерения не срабатывают - вон их». На рынок мощным потоком хлынули низкопробные поделки и подделки, у которых общее с ламповыми усилителями - разве что светящиеся «стеклянные колбы». Между тем, создание действительно *звучащих* схем на лампах задача не столь простая. Конечно, «живучесть» радиоламп не идет ни в какое сравнение с полупроводниковыми приборами, к тому же более простые схемные реше-

ния, в первом случае, значительно облегчают работу. Я не хочу пугать читателей, особенно начинающих радиолюбителей, и преувеличивать трудности, просто следует подчеркнуть, что легких побед не бывает. Самостоятельное выполнение всех электрических расчетов - задача весьма сложная, а различная литература, особенно последних лет, при бездумном и не критичном использовании приведенных в ней формул и методов может принести больше вреда, чем пользы, и навсегда отбить всякое желание работать с ламповыми схемами. Это связано с публикацией в этих работах весьма разнообразной, а нередко и противоречивой информации. Строго говоря, электроакустика - это одна из тех областей электроники, в которой точные математические расчеты, четкие правила и объективные измерения тесно переплетаются с методом «разрежь, приклей (припаяй) и попробуй (послушай)», причем экспериментальная проверка и контрольные прослушивания даже важнее. Что касается выполнения расчетов электрических режимов, то теоретический материал и многолетние наработки по данному вопросу сейчас мною систематизируются и в будущем будут предложены читателям. В то же время за многие годы радиолюбителями создано немало хороших ламповых схем, которые можно с успехом повторить.

Именно для тех радиолюбителей, кто впервые решился собрать ламповую схему, предназначается данный цикл статей. В них последовательно шаг за шагом, от простого к сложному, рассматриваются правила монтажа и настройки, причем все приведенные схемы взяты из моего личного архива и потому ранее нигде не публиковались. В описаниях конструкций будут приводиться лишь некоторые технические характеристики, необходимые в качестве иллюстративного материала, а главный упор сделан на электрические режимы элементов схем. Малое количество параметров объясняется не тем, что объективные измерения бесполезны, а тем, что они являются всего лишь *одним* из инструментов, с помощью которого можно с большей или меньшей степенью вероятности предположить (предсказать), как будет работать данное устройство. Основной и к тому же самый совершенный «прибор» в области электроакустики человеку дан природой - ухо, поэтому, после каждой переделки в схеме необходимо «слушать, слушать и еще раз слушать». В качестве примера достаточно сказать, что всего-навсего один неудачно расположенный проводник, по которому проходит звуковой сигнал, может напрочь «убить» звук. Цель написания данных статей - дать начальную базу и возможность поверить в собственные силы радиолюбителям, ранее никогда не собиравшим ламповые устройства, и предостеречь от явных «ляпов». Необходимо сказать, что совершенно недопустимо рассматривать данные рекомендации как догму, поскольку получение «живого» звука - дело, все-таки, «живое и творческое». Поэтому экспериментировать в данном случае не только можно, но и нужно, а в некоторых случаях будет и прямо предложено «поиграться» с тем или иным элементом схемы и сделать соответствующие выводы.

Итак, что же нужно для первых шагов на этом поприще? Перво-наперво избавиться от страха перед радиолампами (не боги горшки обжигают), во-вторых, иметь следующий минимум измерительных приборов: а) ампервольтметр (тестер); б) генератор синусоидальных сигналов ЗЧ, хотя бы простейший с двумя фиксированными частотами 400 и 10000

Гц. Такие устройства, собранные на одном-двух транзисторах, неоднократно публиковались в радиолюбительской литературе; в) очень полезен и простейший осциллограф, хотя на первых порах можно обойтись и без него. Ну, а теперь делаем

ПЕРВЫЙ ШАГ. Многих радиолюбителей в схемах ламповых усилителей больше всего пугает необходимость самому мотать сложные по конструкции выходные и громоздкие сетевые (далее может встречаться устаревший термин «силовые») трансформаторы. В связи с этим для первых опытов воспользуемся готовыми изделиями: а) трансформатор выходной звука ТВЗ-1-6 (ТУ 0.473.000), они применялись в черно-белых ламповых телевизорах 1-го класса и выносной акустической системой - 2 шт, б) трансформатор питания ТС-180, трансформатор силовой от черно-белых ламповых телевизоров 2-го или 3-го классов. То, что предложенные выходные трансформаторы предназначены для двухтактного оконечного каскада и с данной схемой, в общем-то не подходят, сейчас не имеет принципиального значения. На первом этапе важно собрать устройство, заставить его работать и научиться производить измерения. Первоначальный успех, пусть даже очень скромный, навсегда излечит Вас от «лампобоязни», к тому же аппетит, как известно, приходит во время еды, и выходные трансформаторы можно будет намотать самому (об этом будет сказано далее) специально для этого усилителя. Трансформаторы ТВЗ-1-6 не пропадут и пригодятся в дальнейших экспериментах.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА приведена на рис.1. Как видно из схемы усилитель двухкаскадный, без общей ООС, с однотактным оконечным каскадом. Первый каскад собран на одной половинке лампы VL1 (VL2) типа 6Н23П, которая представляет собой двойной малощумящий ВЧ триод для каскодных схем. На первый взгляд может показаться довольно странным применение такой исходно не «звуковой» лампы. Однако, её низкий уровень шума, сравнительно малое внутреннее сопротивление и хорошая линейность говорят в пользу такого выбора. Интересно отметить, что этот триод с клеймом российской фирмы «Sovtek» очень часто встречается в изделиях «хай-эндовских» фирм всего мира и скорее всего именно поэтому в каталогах Hi-Fi-магазинов Европы на пару специально отобранных ламп этого типа указана цена до 180\$(!), в то время как отпускная цена завода изготовителя около 4\$ за штуку¹.

После такого отступления пора вернуться к схеме и рассмотреть более подробно работу одного из каналов усилителя. Входной сигнал с разьема ХА1 приходит на резистор R1 без гальванической развязки по постоянному току. Её отсутствие объясняется не стремлением сэкономить один конденсатор, а желанием уменьшить количество «заборов» на пути звукового сигнала. Такое схемное решение вполне безопасно, поскольку появление постоянного потенциала на управляющей сетке происходит только в случае пробоя либо замыкания промежутка сетка-анод, что в мало-

¹ Зарубежные фирмы предпочитают применять лампу 6Н23П-ЕВ. Дополнительные буквенные индексы обозначают: В - повышенную механическую прочность и надёжность; Е - долговечность; И - лампы, предназначенные для работы в импульсном режиме; К - высокую виброустойчивость. В «застойные» годы индексы ЕВ или ЕВК присваивались, как правило, элементам, изготовленным и отобраным для нужд военно-промышленного комплекса. Отсутствие индексов обычно обозначало «бытовуху».

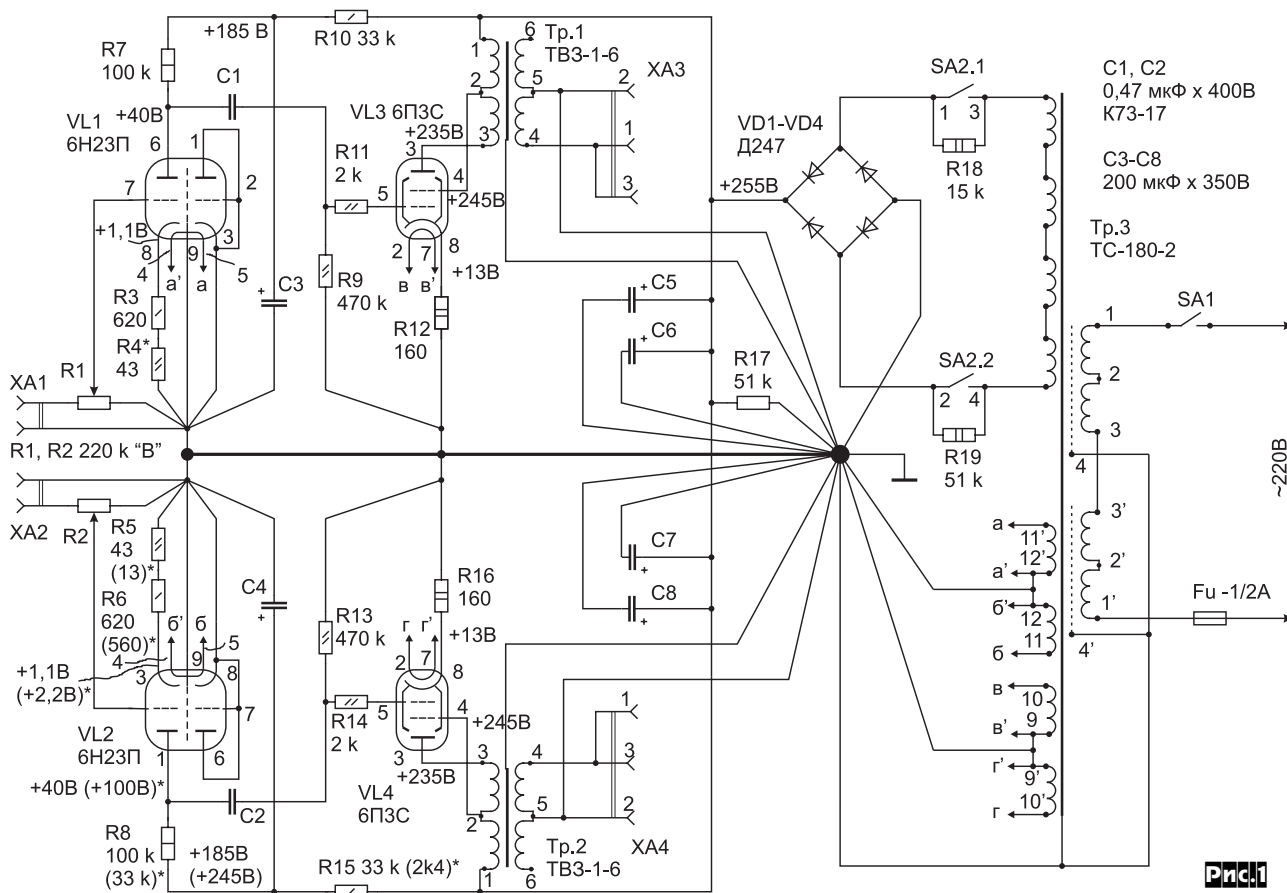


Рис.1

мощных лампах случается исключительно редко². Предыдущее устройство (предварительный усилитель и т.п.) либо уже имеет разделительный конденсатор, либо выполнено по симметричной схеме, например на ОУ, а наличие небольшого постоянного смещения в пределах 0,1-0,3 В на работе ламповой схемы сколько-нибудь заметно не сказывается.

Резистор R1 помимо функции регулятора громкости дополнительно является сопротивлением утечки первой сетки лампы VL1. Что же это за сопротивление? При работе лампы часть электронов, испускаемых катодом, попадает на сетку, к тому же возможно и появление положительных ионов, которые притягиваются к сетке. Именно это сопротивление должно обеспечивать надежное стекание таких зарядов. Вот почему в паспортных данных электронных ламп приводится максимально допустимое значение этого сопротивления, которое обычно обозначается $R_{c, max}$. Для 6H23P этот параметр не более 1 МОм. Поскольку эксплуатировать лампы в предельно допустимых режимах не рекомендуется, резистор R1 следует взять не более 680 кОм. С другой стороны чрезмерно уменьшать это сопротивление не следует, так как оно является нагрузкой предыдущего устройства по переменному току. Действовавший не столь давно ГОСТ 24838-81 (СТ СЭВ 1080-78) четко нормировал входное сопротивление усилителя величиной 220 кОм. Для импортной аппаратуры какого-либо единого стандарта не существует, но в большинстве случаев это значение находится в пределах 30-100 кОм. Учитывая все изложенное, выбираем резистор с номинальным сопротивлением 220

кОм. Этот резистор должен быть группы «В» с экспоненциальной зависимостью сопротивления от угла поворота оси, обязательно непроволочный³, лучше всего металлопленочный. В дальнейшем его можно будет заменить дискретным, но его контактные группы допустимы только позолоченные. Применять дискретные резисторы с посеребрёнными и даже чисто серебряными контактами в звукоусилительной аппаратуре высокого класса не следует. Это связано с тем, что под воздействием атмосферы, особенно в крупных промышленных городах, серебро покрывается пленкой окислов, которая для электрического сигнала является цепочкой «плохих диодов». Характерная особенность данной схемы заключается в отдельной регулировке громкости каждого канала, что позволило отказаться от специального регулятора стереобаланса.

Собственно предварительный усилитель напряжения⁴ собран по классической схеме. Анодной нагрузкой является резистор R7. Автоматическое смещение создается за счет падения напряжения на катодном сопротивлении, которое для более точного задания рабочего режима собрано из двух резисторов R3 и R4. Все выводы неиспользуемого триода VL1 соединены с общим проводом. Такое казалось бы «расточительное» включение лампы применено по следующим причинам: во-первых, упрощается монтаж схемы и соответственно уменьшается длина проводников; во-вторых, уменьшаются взаимные наводки между каналами; в третьих, «лишний» триод понадобится при изготовлении этого каскада по двухтактной схеме⁵.

Коэффициент усиления равняется 22,5 и обеспечивает номинальную чувствительность усилителя порядка 0,8 В, чего вполне достаточно для непосредственного подключения к проигрывателю компакт-дисков либо к выходу конвертера цифро-аналогового преобразователя. У подавляющего большинства таких устройств номинальное выходное напряжение около 2 В. Чтобы повысить чувствительность усилителя, например в случае подключения к кассетной деке, необходимо устранить влияние местной ООС, для чего достаточно зашунтировать цепочку R3 и R4 конденсатором емкостью 400-700 мкФ с номинальным напряжением не менее 6,3 В. Коэффициент усиления в этом случае возрастает до 27.

Следует отметить, что к использованию электролитических конденсаторов в цепях прохождения звукового сигнала и сигнальных ООС подходить нужно с очень большой осторожностью, поскольку эти элементы вносят значительные искажения. Данный вопрос более подробно освещен в [1]. Любопытные читатели могут поставить следующий эксперимент. В одном из каналов зашунтируйте катодные резисторы первого каскада алюминиевым оксидно-электролитическим конденсатором типа K50-20, 50-24, K50-29 или K50-31, второй канал оставьте без изменений. После этого включаем питание, даем постоять усилителю под напряжением в

² В мощных выходных и генераторных лампах это случается гораздо чаще, особенно у прямонакальных. В связи с этим «качать» ламповый оконечный каскад полупроводниковым устройством, а тем более дорогим «хай-эндоским» аппаратом без гальванической развязки не следует.

³ Для предотвращения влияния паразитной индуктивности.

⁴ Поскольку этот каскад является предвыходным, вполне корректно употребление жаргонного названия «драйвер».

⁵ Входные и промежуточные каскады нередко собирают по двухтактной схеме с последовательным управлением (возбуждением) однофазным напряжением (Shunt Regulated Push Pull), сокращенно SRPP, даже если оконечный каскад однотактный. Такое построение позволяет увеличить выходное напряжение и нагрузочную способность, уменьшить нелинейные искажения по сравнению с классической схемой. Широко применяется самыми крутыми «хай-эндоскими» фирмами «Audio Note», «Sonic Frontiers» и др.

течение 24 часов⁶ и проводим прослушивание. Далее во втором канале надо установить конденсатор иного типа, например, танталовый оксидный объемно-пористый серии K52. Завершив прослушивание, элемент, который показал худшие результаты, удаляют и проводят контрольное сравнение канала, в котором установлен конденсатор лучшего качества, с каналом без шунтирующего конденсатора. Таким образом Вы можете проверить пригодность для высококачественного звуковоспроизведения деталей различного типа и конструкций. Необходимо предупредить, что четко выраженное различие в звучании усилителя можно услышать только при наличии высококачественного источника сигнала, а также соответствующих акустических систем. О том какая аппаратура использовалась при тестировании данной схемы, будет сказано ниже. Тем читателям, кто пока не располагает трактом соответствующего качества, предлагаю готовый вывод: **в системах класса High-End использование электролитических конденсаторов допустимо только в цепях питания.** Именно так и поступает часть весьма уважаемых фирм. Другие, не менее уважаемые фирмы, стремясь создать усилитель без всяких ООС, все же применяют в катодах ламп RC-цепочки, но при этом используют «электролиты» очень высокого качества, чаще всего собственного изготовления. Радиолюбителям этот путь, к сожалению, закрыт⁷. Если поставить электролитический конденсатор по каким-либо причинам необходимо, отберите из имеющихся у Вас с наилучшим звучанием по описанной выше методике. Хочу обратить внимание на то, что взять следует побольше экземпляров одного типа, желательно несколько штук из разных партий.

Усиленный звуковой сигнал проходит через один-единственный в данной схеме разделительный конденсатор С1 и поступает на оконечный каскад. Главное требование к этому элементу: **он должен быть «прозрачным» для звукового сигнала.** Сообщаения, изложенные в [1] в полной мере относятся и к данному случаю. Какого же типа конденсатор допустимо использовать в качестве переходного? Фирма «Audio Note» в своих изделиях применяет конденсаторы своего собственного изготовления, специально разработанные для звуковых цепей, с диэлектриком из полимерных пленок и обкладками из серебра высокой степени очистки [2]. Другие менее крупные и известные аудио-производители используют, как правило, пленочные конденсаторы, например, фторопластовые, полипропиленовые и т.д., приобретаемые у различных изготовителей. Встречаются, конечно, исключения: в ламповых предварительных усилителях «VK-3» и «VK-5» фирмы «Balanced Audio Design» в сигнальных цепях стоят бумажно-масляные конденсаторы. Из деталей, которые широко распространены у наших радиолюбителей, можно применить полиэтиленрефталатные (лавсановые) серии K-73, например, K73-17, фторопластовые серии K-72 или ФТ, ФГТИ, полистирольные серии K71, поликарбонатные K77. Здесь имеется очень широкое поле для экспериментов. Довольно неплохим «голосом» обладают устаревшие слюдяные конденсаторы типов КСО, КСГ, СГМ, которые,

к сожалению, великоваты по размерам⁸. Совершенно **недопустимо** ставить конденсаторы на основе **керамики**, особенно Т-900, типа КМ, КД и т.п. в связи с тем, что у них очень большой коэффициент абсорбции⁹. Близким к идеальному следует признать вакуумный конденсатор, но только теоретически, поскольку низкая удельная ёмкость предопределяет колоссальные массогабаритные показатели, которые не позволяют применить элементы этого типа на практике¹⁰.

Оконечный каскад выполнен по однотактной схеме на широко распространённом лучевом тетраде 6П3С. Такое построение позволяет значительно упростить монтаж и настройку усилителя, так как отсутствует фазоинверсный каскад, а также отпадает необходимость выполнять балансировку плеч - факторы весьма немаловажные для начинающих радиолюбителей. Кроме того, однотактный выходной каскад даёт возможность лучше ощутить особенности звучания ламповых схем. Связано это как с отсутствием фазоинвертора, который в большей или меньшей степени разрушает (можно читать - искажает) звуковой сигнал, так и с тем, что выходной трансформатор работает с постоянным подмагничиванием, при котором перемагничивание «трансформаторного железа» происходит на **частной** петле гистерезиса и, как следствие, резко уменьшается влияние коэрцитивной силы материала. Просто и в тоже время достаточно подробно данный вопрос освещен в [3]. По однотактной схеме на 2-х включенных параллельно прямонакальных триодах типа 845 (аналоги MC-1/50 «Tesla», T-110-1 «Brown Boveri») собран оконечный каскад одного из самых дорогих усилителей мира категории «High-End». Пара моноблоков «Gaku-On» по 45 Вт выходной мощности фирмы «Audio Note» стоит 247000 \$. Применяет подобное построение в своих аппаратах и президент, он же и главный разработчик, американских звуковых компаний «Lamm Audio Laboratory», «Lamm Industries» В.Шушурин, хорошо известный старшему поколению читателей журнала «Радио» своими статьями по Hi-Fi тематике. Вместе с тем необходимо отметить и недостатки таких схем: во-первых, небольшой КПД, присущий классу А, во-вторых, довольно значительный коэффициент гармоник. На этом вопросе стоит остановиться более подробно.

Основной вклад в нелинейность правильно сконструированного однотактного оконечного каскада на **вакуумном триоде** вносит **вторая** гармоника. Уровень третьей гармоники обычно меньше в несколько раз, а более высокого порядка (4-я и 5-я) ничтожно мал. Из теории психоакустики известно, что заметность гармонических искажений равной мощности слухом человека описывается выражением $n^2/4$, где n - номер гармоники [4]¹¹. Подставив $n=2$, получаем парадоксальный, на первый взгляд, ответ-1!¹² Теперь несложно подсчитать максимально допустимый уровень 3-й гармоники. Он должен быть меньше уровня 2-й, по крайней мере, в 2,25 раза. Этому требованию хорошо удовлетворяют вакуумные

триоды даже без использования ООС¹². В нашем случае ситуация сложнее, так как применяется **лучевой тетрод**¹³. Во время усиления звукового сигнала таким каскадом появляется довольно значительная нелинейность 4-го и 5-го порядков¹⁴, плюс к этому суммарный коэффициент гармоник в несколько раз выше, чем у подобных схем на вакуумном триоде. Внутреннее сопротивление лучевого тетрода на порядок больше аналогичного параметра триода, а это в свою очередь требует наращивания индуктивности первичной обмотки выходного трансформатора и увеличивает выходное сопротивление усилителя. В результате этого уменьшается отдача на высших звуковых частотах и ухудшается демпфирование низкочастотных головок акустических систем. Именно по этим причинам выходные каскады наиболее дорогих и качественных усилителей, в которых НЕ применяют обратные связи, собирают на триодах. В более дешевых моделях «ламповиков» с оконечными каскадами на лучевых тетрадах общую ООС использовать всё же приходится с целью уменьшения влияния отрицательных свойств таких ламп¹⁵. Чтобы не возвращаться к этому вопросу, считаю необходимым отметить, что низкое выходное сопротивление, а также небольшой коэффициент гармоник триодного выходного каскада и равные, скажу точнее, более высокие характеристики, получаемые в случае применения лучевого тетрода в «комплекте» с общей ООС - совершенно разные вещи. Особенно заметное разрушение звукового сигнала имеет место при охвате петлей общей ООС двух и более каскадов. К тому же сама схема становится менее устойчивой в работе, более капризной при налаживании и может оказаться недоступной для повторения радиолюбителями с небольшими навыками. Резюмируя всё вышесказанное, приходим к выводу: **в высококачественных УЗЧ применять общую ООС не следует**, особенно на первых порах. А как же без неё обойтись? Наличие выходного трансформатора с отводом от первичной обмотки подсказывает простое и логичное решение: оконечный каскад собирать по **ультралинейной** схеме.

Как же работает ультралинейный оконечный каскад? Чтобы ответить на этот вопрос, не вдаваясь глубоко в теорию, посмотрим на принципиальную схему. Мысленно соедините экранирующую сетку лампы VL3 (вывод 4) с анодом (вывод 3). При таком включении в лампе происходит изменение токораспределения, в результате чего резко уменьшается крутизна характеристики и внутреннее сопротивление. Как следствие семейство вольт-амперных характеристик лампы приобретает типичный «триодный» вид. Таким образом лучевой тетрод превращается в вакуумный триод, анод которого имеет площадь и максимально допустимую мощность рассеяния, примерно равные сумме аналогичных характеристик анода и экранной сетки исходной лампы¹⁶. Такое построение схемы встречается довольно часто и носит название «триодное» включение. По этой причине в справочниках нередко приводятся вольт-амперные характеристики для обоих вариантов [5]. К сожа-

⁶ Электролитические конденсаторы любого типа должны сформироваться под напряжением, поэтому после установки нового элемента ему дают «потренироваться». Стоит отметить, что перед серьезным прослушиванием аппаратуры «греют» в течение 70-100 часов, подавая на ее вход сигнал типа «розовый шум».

⁷ Правильнее сказать, почти закрыт, поскольку в специализированных магазинах все же продаются комплектующие изделия и детали таких фирм, как Draloric, Holco, Audio Note, Solen и др., но цена... Приобретать же на рынке такие вещи «по дешевке», «почти даром» не советую, скорее всего подделка.

⁸ Некоторые мелкие зарубежные аудиофильские фирмы договорились с крупными производителями и поставщиками, не успевшими прекратить выпуск подобных «устаревших» деталей, о том, чтобы специально для них эти элементы изготавливались в ограниченном количестве. Конечно, такой подход приводит к значительному росту цен как на комплектующие, так и на конечную High-End аппаратуру, но как видно «овчинка стоит выделки».

⁹ Конденсаторы этого типа имеют жаргонное название «убийцы звука».

¹⁰ Не думаю, что кому-то может понравиться переходной конденсатор массой в 10-15 кг.

¹¹ Величина относительная, а не абсолютная. Поэтому делать вывод о том, что уровень второй гармоники может быть сколь угодно большим, нельзя.

¹² Следует добавить, что коэффициент гармоник усилительного каскада класса А на электронной лампе убывает пропорционально уменьшению амплитуды сигнала.

¹³ В полной мере относится и к пентоде.

¹⁴ У полупроводниковых устройств вплоть до 20-й гармоники

¹⁵ В усилителе Audio Note PISE (\$1300) оконечный каскад однотактный на двух запараллеленных EL-84/6BQ5/6П14П сигнал ООС со вторичной обмотки выходного трансформатора подается в цепь катода драйвера.

¹⁶ Максимально допустимые токи тоже суммируются, а вот напряжение не должно превышать предельно допустимое для второй сетки.

нию, вместе с достоинствами триода лампа в этом случае приобретает и его недостатки: низкие чувствительность и КПД. Если же экранную сетку соединить непосредственно с источником анодного напряжения, получается «классический» лучевой тетрод, со всеми его плюсами и минусами. Теперь несложно прийти к заключению, что подключив экранную сетку к части витков первичной (анодной) обмотки выходного трансформатора, получим лампу, которая по своим параметрам займет промежуточное положение между вакуумным триодом и лучевым тетродом. Именно такой каскад носит название *ультралинейного*. Сразу же сделаем ещё один вывод: **изменением точки подключения экранной сетки можно «регулировать» пропорции между тетродными и триодными свойствами лампы.** Очевидно, что возможно подобрать такой режим, при котором сохранятся высокие чувствительность и КПД, характерные для лучевого тетрода, а также малые искажения и внутреннее сопротивление, присущие вакуумным триодам¹⁷. Понятно, это достигается только при строго определенном соотношении количества витков частей первичной обмотки. В справочной литературе эта величина иногда приводится [6] и обычно обозначается литерой «р». Для одноконтурного каскада она численно равна отношению количества витков той части первичной обмотки, к которой подключается экранная сетка, в нашем случае это выводы 1-2 выходного трансформатора и обмотки в целом, выводы 1-3. Значит, будет справедлива формула: $p = w_2/w_1$, где w_1 - число витков всей первичной обмотки, w_2 - число витков секции, заключенной между источником анодного напряжения и выводом экранной сетки оконечной лампы. Ещё раз подчеркну, что данная величина зависит от типа лампы, режима её работы, конструкции выходного трансформатора и в каждом конкретном случае имеет строго определённое значение. Выполнение полного расчёта ультралинейного каскада - процесс достаточно сложный и трудоёмкий, обычно выполняемый методом последовательных приближений, выходящий за рамки данной статьи. В связи с этим на практике соотношение числа витков подбирают экспериментально, для чего у первичной обмотки делают несколько отводов¹⁸. В следующей части будет дано описание выходного трансформатора, доступного для повторения в любительских условиях.

Для первых опытов, как уже было сказано, используются выходные трансформаторы промышленного изготовления типа ТВЗ-1-6. Такая серия выбрана не случайно. Остановлюсь на этом более подробно. В качестве магнитопровода в данном изделии применён *витой* сердечник марки ШЛ, который выполняется из *холоднокатаной* трансформаторной стали. Такой материал обладает более высокими магнитными свойствами, а именно повышенной начальной магнитной проницаемостью, более высокой максимально допустимой амплитудой магнитной индукции, что улучшает воспроизведение низких частот, а меньшая коэрцитивная сила, в свою очередь, благоприятно сказывается на передаче высокочастотных звуков. Таким образом, наличие преимуществ перед Ш-образными пластинами, штампуемыми из *горячекатаной* полосы. Пер-

¹⁷ Если говорить точнее, такой режим является определённым компромиссом между тетродными и триодными свойствами, поскольку предельные параметры, характерные для того или другого варианта все же не достигаются

¹⁸ Оптимальным при проведении точных экспериментов с использованием профессиональной техники следует признать количество отводов, равное 19, т.е. с шагом 5% от общего числа витков. Изготовление таких трансформаторов сопряжено с большими трудностями, поэтому в любительских условиях обычно ограничиваются 3-8 отводами, которые называются «сами по себе» при секционировании обмоток.

вичная обмотка обладает большой индуктивностью, что положительно влияет на качество работы в области нижних частот. Поскольку такой трансформатор предназначен для *двухтактного* оконечного каскада, его первичная обмотка уже имеет отвод, необходимый при построении ультралинейной схемы. Двухтактный выходной каскад, как известно, требует наличия строго симметричных полуобмоток, отсюда несложно вычислить, что коэффициент $p=0,5$. Это неплохо согласуется с данными приведенными в [6]¹⁹. Остаётся добавить, что во время проведения первых опытов с «двухтактниками» отпадает потребность специально мотать «учебные» трансформаторы, которые по конструкции гораздо сложнее предназначенных для одноконтурных каскадов. Но все же, несмотря на такое казалось бы внушительное количество достоинств, применение ТВЗ-1-6 в данной схеме нельзя признать корректным с технической точки зрения. Понять причину этого будет намного легче, если вновь обратиться к принципиальной схеме усилителя. В двухтактном оконечном каскаде аноды выходных ламп подключаются к выводам: 1-первое плечо и 3-второе плечо, а напряжение питания на вывод 2. Следовательно ток²⁰ проходит по ветвям от 2→1 и 2→3 соответственно, т.е. в противоположных направлениях. В случае полной симметрии схемы, а это обязательное условие качественной работы такого устройства, постоянные магнитные поля взаимно уничтожаются и на сердечник постоянное подмагничивание влияния не оказывает. Такой режим позволяет собирать магнитопровод без воздушного зазора, тем самым увеличивая индуктивность первичной обмотки. В одноконтурной схеме ток²⁰ проходит по ветвям 1-2 и 1-3 от вывода 1 к выводу 2 и 3, т.е. в одном направлении, значит имеет место работа трансформатора с постоянным подмагничиванием, при котором происходит насыщение сердечника. Для предотвращения этого в зазор вводят прокладку из немагнитного диэлектрического материала строго определённой толщины²¹, что позволяет избежать резкого снижения действующей магнитной проницаемости сердечника из-за его насыщения и, как следствие, уменьшения индуктивности первичной обмотки. Малая индуктивность, в свою очередь, не позволяет получить высокую отдачу на низких частотах. Установить прокладку в зазор сердечника ТВЗ-1-6 в принципе возможно, однако делать этого не следует, поскольку особенности его конструкции оставляют немного шансов на успешную разборку и сборку таких трансформаторов.

Какие ещё недостатки у данного выбора? Ответить на данный вопрос можно, вспомнив, что при работе активного элемента (безразлично лампы или транзистора) в усилительном режиме существует оптимальное сопротивление нагрузки, при котором достигается наибольшая отдаваемая мощность и наименьшие нелинейные искажения. У электронных ламп этот параметр приводится в справочной литературе, например в [5], и называется оптимальное сопротивление нагрузки или сокращенно $R_{a\text{opt}}$ ²². Для 6П3С эта величина в нашем режиме составляет порядка 3,5 Ом, сопротивление же акустической системы намного меньше, всего несколько Ом²³. Выходной трансформатор и обеспечивает их согласова-

¹⁹ По результатам экспериментов величина «р» для лампы 6П3С лежит в пределах 0,32-0,6 в зависимости от схемы включения и режима усиления.

²⁰ Подразумевается постоянная составляющая анодного тока.

²¹ Вполне приемлем термин «воздушный зазор».

²² Обычно приводится для какого-либо одного «стандартного» или «рекомендуемого» режима работы. При самостоятельном выборе режима может значительно отличаться от справочных данных.

ние. Эти величины, число витков первичной и вторичной обмоток, а также качество исполнения трансформатора²⁴ связаны между собой следующим выражением:

$$\frac{w_2}{w_1} = \sqrt{\frac{R_H}{Ra_{\text{опт}} \eta_{\text{ТР}}}}, \text{ где } w_1 - \text{ число}$$

витков первичной обмотки, w_2 - число витков вторичной обмотки, $R_{a\text{opt}}$ - оптимальное сопротивление анодной нагрузки лампы в Ом, R_H - сопротивление акустической системы в Ом, $\eta_{\text{ТР}}$ - коэффициент полезного действия трансформатора. Несложно подсчитать, что соотношение w_2/w_1 для оптимального согласования должно составлять: 0,0356 при $R_H=4$ Ом; 0,0436 при $R_H=6$ Ом; 0,0504 при $R_H=8$ Ом. В то же время у ТВЗ-1-6 $w_2/w_1=0,025$, которое *не обеспечивает* наивыгоднейшего режима работы выходной лампы²⁵ с широко распространёнными акустическими системами, в результате чего снижается выходная мощность и возрастают нелинейные искажения. Подведя итог всему сказанному выше, делаем вывод: качество звучания ламповых усилителей очень сильно зависит от выходного трансформатора. В его справедливости вы сможете убедиться в следующей части статьи.

О других элементах схемы выходного каскада. Резистор R9 является сопротивлением утечки первой сетки лампы VL3. Постоянное напряжение смещения $13 \pm 0,5$ В задаётся резистором R12. При необходимости увеличить коэффициент усиления до 11, а сейчас он составляет примерно 9,5, это сопротивление можно зашунтировать электролитическим конденсатором ёмкостью 1500-2000 мкФ с номинальным рабочим напряжением не менее 25 В. Предостережения, относящиеся к подобному элементу драйвера, естественно, остаются в силе. Очень важную функцию выполняет резистор R11, включенный последовательно в цепь первой сетки. Он предотвращает самовозбуждение каскада на ультразвуковых частотах. Разумеется, что устанавливать это сопротивление необходимо и во всех других ламповых оконечных каскадах.

Блок питания выполнен на базе телевизионного сетевого трансформатора ТС-180-2, который использован без каких-либо переделок. В цепи накалов ламп подаётся переменное напряжение величиной 6,3 В от соответствующих обмоток, и вот сейчас следует напомнить важное правило, гласящее, что *один из выводов каждой накальной обмотки должен быть заземлен*²⁶. Невыполнение этого требования приводит к увеличению уровня фона переменного тока. Для получения необходимого анодного напряжения все высоковольтные секции трансформатора соединяются последовательно и подключаются к двухполюсному тумблеру SA2. Рассмотрим его назначение более подробно. В случае выполнения высоковольтного выпрямителя на полупроводниковых приборах после подключения усилителя к сети анодное и накальное напряжения подаются на лампу одновременно. Вместе с тем для разогрева катодов требуется от 30 с до нескольких минут. В таком режиме весьма высока опасность пробоя в лампе и разрушения катода. Поэтому *не рекомендуется*, а для мощных генераторных ламп кате-

²³ В 60-х годах выпускались динамические головки с сопротивлением звуковой катушки от сотен Ом до нескольких кОм специально для бестрансформаторных ламповых усилителей

²⁴ И особенности конструкции трансформаторов, точнее потери в нем.

²⁵ Оптимальное согласование получается при $R_H = 1,7$ Ом; $\eta_{\text{ТР}}$ с целью упрощения вычислений был принят равным 0,9.

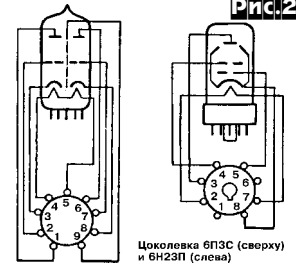
²⁶ В ряде случаев накальные обмотки не заземляются. Каждое из таких исключений в дальнейшем будет рассматриваться отдельно

горически *запрещается* одновременная подача напряжений анода, экранной сетки и накала. Следует заметить, что в справочных данных маломощных приёмно-усилительных ламп, к которым принадлежат используемые в данном устройстве 6П3С и 6Н23П, приводятся максимальные допустимые напряжения анода и, если конечно такая имеется, экранной сетки при включении на холодную лампу. В предлагаемой схеме эти величины не превышаются и, как показала практика, пробоев не происходит, но на будущее стоит запомнить ещё один совет: **при холодном катоде подавать высокое напряжение можно только в маломощных предварительных, но не в оконечных каскадах.** Это особенно важно, когда на электродах выходных ламп действуют максимально допустимые напряжения, а тем более превышающие их. Достоинством применения отдельного анодного тумблера является облегченный режим работы конденсаторов фильтра питания, поскольку в этом случае не возникает холостого хода выпрямителя в момент подключения усилителя к сети. В таком случае снижается вероятность пробоя «электролитов»²⁷. Параллельно контактам тумблера установлены резисторы R18 и R19, которые во время разогрева катодов, длящегося 1-2 мин, подзаряжают конденсаторы фильтра, тем самым смягчая начальный бросок тока. Столь большие значения их сопротивления и мощности выбраны из следующих соображений. Если при перерывах в работе продолжительностью до нескольких часов снимать высокие напряжения, заметно увеличивается ресурс ламп. Можно было бы просто отключать усилитель от сети, но тепловые деформации, возникающие во время цикла разогрев-охлаждение-разогрев, уменьшают долговечность катодов. Нельзя забывать и про большой, намного превышающий номинальный, ток накала сразу же после включения лампы, поскольку сопротивление любого холодного проводника меньше, чем разогретого. Это приводит к преждевременному перегоранию нити накала. В подтверждение сказанного достаточно вспомнить самую обычную лампу накаливания. В большинстве случаев её нить разрушается именно в момент включения. И последнее: остывшие катоды перед контрольным прослушиванием требуют длительного, в течение нескольких часов, прогрева²⁸. С другой стороны, режим работы катода без токоотбора является более тяжелым по сравнению с номинальным, что связано с опасностью так называемого «отравления» катода. Для устранения этого крайне нежелательного эффекта вполне достаточно подать на анод и экранную сетку пониженное, примерно (10-25)% от рабочего, напряжение²⁹. С учётом перечисленного выше сопротивление резисторов R18 и R19 выбрано достаточно большим. В связи с тем, что усилитель в таком режиме может находиться довольно долго, необходимо принять меры, предотвращающие перегрев этих элементов. Данное требование можно выполнить, если R18 и R19 имеют мощность по 2 Вт. Собственно выпрямитель собран по хорошо известной мостовой схеме на диодах VD1-VD4 типа Д247. Столь мощные диоды, которых с лихвой хватило бы на десяток таких усилителей,

обеспечивают очень высокую надёжность данной части схемы, избавляя Вас от лишней «головной боли». У знакомых радиолюбителей, установивших при повторении конструкции сборки типов КЦ402-КЦ405 или диоды вроде Д226, были случаи выхода из строя блока питания, так что на этом экономить не стоит. Пульсирующее напряжение сглаживается фильтром из 4-х конденсаторов С5-С8 ёмкостью по 200 мкФ с номинальным рабочим напряжением 350 В. Ещё лучше в качестве С5-С8 поставить «электролиты» К50-17-1000 мкФ x 400 В, тем самым полностью, а самое главное без особого труда, подавить фон переменного тока, благо место и размеры «банок» позволяют это сделать, правда, потребуется самому изготовить для них крепёжные хомуты. Резистор R17 способствует быстрой разрядке конденсаторов фильтра питания после отключения устройства от сети. Его данные рассчитываются таким способом: $I = P/U$, где U - напряжение на конденсаторах С5-С8³⁰ в рабочем режиме, в нашем случае 255 В; I - ток через разрядный резистор; P - мощность разрядного резистора. Понятно, что чем больше ток через R17, тем быстрее разрядятся С5-С8. С другой стороны, у радиолюбителей наиболее распространены резисторы мощностью до 2 Вт, которые лучше эксплуатировать при мощности рассеивания 1,2 - 1,7 Вт, т.е. с полурасходным запасом по мощности во избежание их перегрева при длительной работе усилителя. Значит, $2 \text{ Вт} / 1,5 = 1,3 \text{ Вт}$; $I = 1,3 \text{ Вт} / 255 \text{ В} = 0,005 \text{ А}$. По закону Ома определим сопротивление $R = 255 \text{ В} / 0,005 \text{ А} = 51 \text{ кОм}$. Конденсатор С3 и резистор R10 образуют фильтр анодной цепи первого каскада. На сопротивлении R10 высокое напряжение падает до 185 В, требуемых для нормальной работы драйвера. Конденсатор С3 отфильтровывает переменную составляющую анодного тока и предотвращает самовозбуждение усилителя на низких частотах. Его ёмкость полезно увеличить до 500-1000 мкФ с рабочим напряжением не менее 350 В. Лучше всего подойдёт «электролит» типа К50-17.

ДЕТАЛИ. Резисторы R1 и R2 - СП3-30 группы «В» номинальным сопротивлением 220 кОм, остальные - МЛТ, ОМЛТ, МОН. R4, R5, R9, R11, R13, R14 мощностью по 0,125 Вт; R3, R6, R10, R15 - 0,25 Вт; R7, R8 - 1 Вт; R16, R12, R17-R19 - 2 Вт. Тумблеры: SA1 - однополюсный ТБ2-1-2; SA2-двухполюсный ТП-1-2. Переходные конденсаторы С1, С2 для начала можно поставить типа К73-17 ёмкостью 0,47-0,68 мкФ с рабочим напряжением 400 В. В ходе дальнейших экспериментов вы сможете самостоятельно подобрать их по наилучшему звучанию по методике изложенной ранее. «Электролиты» С3-С8 типа К50-20 с максимально допустимым напряжением не менее 350 В. Их можно заменить более распространёнными блоками ёмкостью 150 мкФ+30 мкФ x 350 В устаревших серий К50-3Б, К50-7, которые широко применялись в ламповых телевизорах. Входные разъемы ХА1 и ХА2 - гнезда стандарта RCA³¹ с никелевым покрытием, а при более высоком требовании к качеству аппарата позолоченные. На выходе (ХА3, ХА4) установлены «мамы» СГ-3, как наиболее распространённые. Их, разумеется, можно заменить на RCA или самозаклинивающиеся «бананы», как это сделано в зарубежных усилителях. Ещё раз подчеркнут: контактные группы и поверхности могут иметь золотое, никелевое, хромовое, палладиевое покрытие либо должны быть сделаны из титана. Недопустимо использовать в высококачественной звуковой аппаратуре разъемы с серебряным покрытием или изготовленные из меди и ее сплавов без защитного покрытия, а также лужёные³². В анодном выпрямителе возможно применить полупровод-

никовые приборы следующих типов:



Цоколевка 6П3С (сверху) и 6Н23П (слева)

диодом; КД202Ж-КД202С, в крайнем случае КД204А; КД205А-КД205В, КД209А; Д229К, Д229Л. Лампы VЛ1 и VЛ2 - 6Н23П, а их цоколёвки и назначение выводов показаны на **рис.2**. Выходные трансформаторы Тр.1 и Тр.2 типа ТВЗ-1-6-ТУ0.473.000. Заменять их на какие-либо другие крайне нежелательно. Оконечные лампы VЛ3, VЛ4 типа 6П3С. Их цоколёвка приведена на **рис.2**. Трансформатор питания ТС-180-2-ТУ4.704.065. Вместо него можно использовать и другой серии ТС-180. Важно лишь, чтобы напряжения и токи его вторичных обмоток соответствовали характеристикам, приведенным в **табл.1**. При работе с таблицей надо учитывать, что в верхних рядах даны параметры рекомендованного трансформатора, а в скобках их допустимые пределы.

Таблица.1

Номера выводов обмоток	Номинальные	
	U, В	I, А
1-2-3 1'-2'-3'	127/220	1,51/0,87
4; 4'	экран	-
5-6 5'-6'	59,5 (60-65)	0,5 (>0,3)
7-8 7'-8'	43,5 (40-45)	0,38 (>0,3)
9-10 9'-10'	6,4 (6,2-6,8)	4,7 (>1,0)
11-12 11'-12'	6,4 (6,2-6,8)	1,5 (>0,5)

Литература

1. Сухов Н. К вопросу об оценке нелинейных искажений УМЗЧ. «Радио» 5/89, с.54-57
2. Пестриков В. Выходные каскады УЗЧ на электронных лампах. «Радиоаматор» 12/96, с.2
3. Интервью с П.Квортрупом. «Дорога в однотактный рай». «АМ» 4/95, с.40-45
4. Карлаш В. «Любительські стереоконструкції», Київ, «Техніка», 1981.
5. Голубев Ю., Жукова Т. «Электровакuumные приборы». Справочник. М., «Энергия», 1969.
6. Терещук Р. и др. «Справочник радиолюбителя». Київ, «Техніка», 1966.

(продолжение следует)

²⁷ Во время разогрева катодов анодный ток отсутствует, что равнозначно режиму холостого хода выпрямителя и на конденсаторах фильтра питания развивается напряжение $U_{\text{кх}} = \sqrt{2} U_{2\text{кх}}$, где $U_{2\text{кх}}$ - напряжение анодной обмотки силового трансформатора на холостом ходу.

²⁸ Некоторые «аудиофильские» фирмы рекомендуют полностью отключать от сети свои изделия только при более чем недельном перерыве в работе. Во всех остальных случаях снимается только высокое напряжение.

²⁹ Для схемы с автоматическим смещением. В случае фиксированного смещения следует также уменьшать и отрицательный потенциал на управляющей сетке. Полезно при этом снижать на 25-30% напряжение накала. Последнее наиболее актуально для мощных ламп с катодом прямого накала.

³⁰ Данный метод годится и для любого иного фильтра питания.

³¹ Жаргонное название «азия», «тюльпан».

³² Оловянные, цинковые или кадмиевые покрытия обладают низкой износостойкостью.



ПРЕДПРИЯТИЕ
«ТРИОД»

ЛАМПЫ: Г, ГИ, ГК, ГМ, ГМИ, ГС, ГУ, Б... и др.
Магнетроны, клистроны, тиратроны,
разрядники, ФЭУ, видиконы и др.
ВЧ, СВЧ-транзисторы.

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

можно упомянуть облегченные (evaluation/lite/student) версии Electronic Circuit Designer, PSpiceLT, SpiceAge V5.158, ISiSLite и, конечно же, Microcap 5 с библиотеками (в том числе звуковых ламп!) и апдейтом до MC5.2 (<http://www.spectrum-soft.com>), а также последнюю версию этой удачной программы под DOS - Microcap 4 (student version)

\COMPONEN Справочные данные по радиокомпонентам, как по зарубежным полупроводниковым (Semiconductors Cross-Reference Library - 243000 компонентов), так и по отечественным, в том числе пассивным. Особо хочется отметить программу расшивки цветовой маркировки getmark.exe, которую представил Александр Алексеев из Полтавы

\PCB Программы трассировки печатных плат. От маленькой, но удаленной и осваиваемой от силы за полчаса ДОСовской ArtWork до современных облегченных «тяжеловесов» ARESLite, EasyTrax, TANGO_EV, ORCAD

\HAMRADIO Самая объемная (176 мегабайт) директория содержит в поддиректориях \ANT_COAX - 15 программ расчета коаксиалов и антенных систем (в том числе программу расчета антенных П-контуров для УКВ передатчика Александра Алексеюка, NEC4WIN95, Yagi Optimizer 6.53, QuickYagi 4.0, Transmission Line 3.10, CoaxTrap ...); \DIGITAL - 1021 файлов в 80 поддиректориях по направлениям BAYCOM, CLUSTER, TCP/IP, TERMINAL, HISPEED, KISS, LANLINK, SCC..., включая последние версии программы PSK31SBW, описанной в этом номере «РХ» на с.28; \FAX_SSTV - 36 мегабайт в 51 поддиректориях программ для SSTV (в том числе описанные в статьях «РХ» 2/98 «SSTV программы для ПК IBM под DOS» (gshpc 2.2) и «РХ» 4/98 «SSTV программы для ПК IBM под ОС WINDOWS» (W95SSTV 1.10)) и приема карт погоды; \LOG - программы автоматизации аппаратных журналов (в том числе описанная в «РХ» 5,6/98 и 1/99 в цикле статей А.Ковалевского LOG-EQF 8.84); \MAP - планы частот и GMT временные зоны; \MORSE - тренажеры азбуки Морзе и автоматические декодеры/генераторы Морзе, наконец отдельная программа hamexam.exe позволит вам проверить свои знания для сдачи экзамена в каждой категории

\FIDO Полный комплект ПО для работы в сети ФИДО. Сконфигурирован для несуществующего гипотетического пункта Ivan Ivanov на несуществующем узле, но позволяет изучить ФИДОшное программное обеспечение. Содержит также мировой список узлов ФИДО (nodelist), по которому вы сможете найти ближайшего к вам «босса» узла ФИДО чтобы подключиться к этой мировой компьютерной сети. В поддиректории \DOC в текстовом формате находится Устав ФИДО, а также подробные описания программ и ответы на часто задаваемые вопросы

\INTERNET Имеются 2 альтернативных браузера - NeoPlanet 2.03 (гораздо красивее и компактнее, чем MS Internet Explorer и Netscape Navigator, но даже имеет встроенную почтовую программу; настоятельно рекомендуем, особенно для установок на 386/486/младшие Пентиумы и при ограниченном объеме ОЗУ/винчестера), а также Arachne 1.4b2 (это полноценный браузер под DOS! Незаменим для 286 и особенно IBM XT и XT-совместимых компьютеров. Работает даже с монохромными CGA дисплеями). Программа WebDownloader 2.2 очень полезна для корректного (со всеми картинками и гиперссылками) и быстрого сохранения на вашем винчестере любого ИНТЕРНЕТовского сайта и дальнейшего просмотра в отключенном (off-line) режиме. Автоматические декодеры кириллицы Shtirlitz и TotalRecode помогут избавиться от головной боли при получении сообщений с перепутанной кодировкой русских букв (WIN-KOI-DOS-ISO-MAC). Программа DjVue (<http://www.djvu.att.com>) - позволяет перекодировать графические файлы из/в новейший графический формат djvu, разработанный в конце 1998 года фирмой AT&T. Одно и то же цветное изображение в формате djvu занимает в 5-8 раз меньший объем, чем в форматах jpg или gif (типичный размер djvu файла RGB 300 dpi A4 от 30 до 100 килобайт), а черно-белое в 3-8 раз меньше, чем tif CCIT-Group 4 (типичный размер djvu файла b/w 300 dpi A4 от 12 до 40 килобайт). На диске также имеется инсталлятор djvu-плагин (дополнений) для браузеров IE и Netscape Navigator, позволяющих просматривать сайты с картинками в формате DjVu. Наконец, в поддиректории \INFO имеется самораскрывающийся архив с обучающей информацией в формате htm с большим количеством внутренних гиперссылок и картинок, которая раскрывает недокументированные секреты ИНТЕРНЕТ и позволяет научиться работать в ИНТЕРНЕТЕ, не подключаясь к нему, причем даже из DOS (для просмотра этой информации отлично подходят упомянутые выше браузеры NeoPlanet и Arachne)

\ARC Тут собрано 18 наиболее популярных архиваторов

\BASIC Два QuickBasic - для создания и выполнения программ на самом простом и распространенном языке и создания из ваших программ exe файлов

\PIC и \TOOLS51 - инструмент для занимающихся разработкой систем на микропроцессорах PIC и 51


Приобрести эти и сотни наименований других CD-ROM (кроме CD-R Радиообщи) можно в фирме АСТРОН (тел./факс в Киеве 2167456, 2167498, 2137909, E-mail: astron@astroncom.kiev.ua), а CD-R Радиообщи 99 вы можете заказать, вырезав и отправив в адрес редакции талон, который отпечатан в правом нижнем углу этой страницы .

Мы продолжаем обработку «Анкеты-98» («РХ» №6/98, с.47, а также на нашем WWW-сайте), в целом ваши и наши точки зрения совпадают, ведь все члены редколлегии сами тоже являются радиолюбителями. Более детальный анализ-отчет мы представим позже, а сегодня лишь отметим, что большинство пожеланий о новых рубриках и тематике будут реализованы уже в ближайших номерах благодаря дополнительным 16 страницам (в частности, мы увеличим объем Hi-Fi-тематики).

Внимание подписчиков России. В связи с 3-5 недельной задержкой доставки журналов в Россию следующий июньский номер «РХ» вы получите, скорее всего, уже после окончания подписной кампании на второе полугодие. По нашим данным окончание подписки приходится на середину мая, так что **не забудьте вовремя ее продлить, а также сообщить о «РХ» вашим друзьям - нашим потенциальным подписчикам** (при увеличении количества подписчиков снижается себестоимость и мы можем без повышения цены увеличивать объем; то есть, сагитировав еще одного-двух подписчиков, выигрываете и вы). К нам поступают сигналы, что в некоторых почтовых отделениях отказывают в приеме подписки, обосновывая это прошлогодним осенним кризисом, вызвавшим закрытие ряда периодических изданий. Мы к таким изданиям не относимся, радиолюбительский «запас прочности» и ваша поддержка позволили нам выстоять и избежать спаривания номеров или уменьшения объема, более того с этого номера мы увеличили объем до 64 страниц и намерены тенденцию продолжить (гффу-гффу, не повторилось бы только опять прошлогоднее 17 августа!).

Надеемся, что вас не удивит возросшая рублевая цена журнала, ведь бумага, полиграфические и почтовые услуги привязаны к доллару гораздо крепче, чем нам того хотелось бы. А рубль с момента установления цены в июне 98 года (таков был срок подачи данных в каталог «Роспечати» на первое полугодие 99-го) упал почти в 4 раза и продолжает катиться вниз. Поэтому прежняя цена (10 рублей за номер) сегодня не покрывает даже одну только пересылку (себестоимость журнала составляет примерно доллар, а пересылка простого письма ныне стоит 5-10 рублей). В то же время злоупотреблять рекламодателями мы не хотим.

С наилучшими пожеланиями,

 Николай Сухов,
главный редактор

Отрезной талон заказа аудиоCD-R «Аудиообщи-99» с измерительными сигналами для испытаний проигрывателей CD, магнитофонов и УНЧ. Стоимость CD-R 6 у.е. (экв. в нац.вал.) без учета почтовых расходов. Для получения диска по почте наложенным платежом укажите свой адрес (обязательно с почтовым индексом и Ф.И.О. без сокращений), вырежьте и отправьте в адрес редакции.
Прошу выслать CD-R «Аудиообщи-99» по адресу:

Оплату наложенного платежа гарантирую
_____ (подпись)

Отрезной талон заказа CD-R «Радиообщи-99» с электронными версиями всех номеров «Радиообщи» за 1998 год. Стоимость CD-R 5 у.е. (экв. в нац.вал.) без учета почтовых расходов. Для получения диска по почте наложенным платежом укажите свой адрес (обязательно с почтовым индексом и Ф.И.О. без сокращений), вырежьте и отправьте в адрес редакции.
Прошу выслать CD-R «Радиообщи-99» по адресу:

Оплату наложенного платежа гарантирую
_____ (подпись)

Внимание читателей «Радиообщи» в Болгарии

Если вы не успели подписаться на «Радиообщи» по экспортному каталогу «Russian Newspapers & Magazines 99» агентства Роспечать, то некоторые номера «РХ» можно приобрести у наших партнеров:

- София:
 - магазин фирмы "AMI-KORT" - ул. Поп Богомил, 42, тел. 835-973;
 - магазин фирмы "КСР Электроника" - ул Солунска, 52, тел. 540-062;
 - магазин фирмы "Танко-2" - ул. Екзарх Йосиф, 41 тел. 983-25-68;
 - магазин фирмы "РАТ" - ул. Лавеле, 8, тел. 808-636;
 - магазин фирмы "София электроник" - ул. Екзарх Йосиф, 7, тел. 83-28-95;
 - газетный киоск в 1-м корпусе Технического Университета
- Варна:
 - магазин фирмы "Пегас электроник" - бул. Владислав, 13, тел. (+359 52) 608-195;
 - в электрофакультете Технического Университета;
- Бургас:
 - магазин электроники "Панда электроник", ул. Д.Бракалов, 9 (напротив Свободного Университета), тел. (+359 56) 3-87-35;
 - книжный магазин "Белканто" - ул. Ал. Батенберг, 6 (центральный вокзал), тел. 4-85-21;
- Благоевград:
 - магазин электроники и запчастей - ул. Парангалица, 1, тел. (+359 489) 7-14-10;
- Русе:
 - магазин "Радиус" - ул. Коледница, 2, тел. (+359 82) 23-38-11
- Сливен:
 - магазин электроники фирмы "Паско Пасков" - бульв. Х. Димитър, 41, тел. (+359 44) 3-29-01;
- Стара Загора:
 - магазин "Мегават" - бульв. Руски, 3, тел. (+359 42) 3-51-46;
- Ямбол:
 - магазин "Майстор" - ул. Търговска, 62, тел. (+359 46) 5-29-24