

ОДНОТАКТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НА 300В МОДЕЛЬ WE91 ДЛЯ 90-Х ГОДОВ

Joe Roberts, Sound Practices, Summer 1992

- Я тебе как редактор редактору скажу - произнес бы при встрече Джо Робертс (Joe Roberts), когда бы мы встретились. Пока мы знакомы только заочно. Зато его audio интересы стали известны у нас, чем и рады поделиться.

В далекие 30-е годы американская публика в кинотеатрах впервые познакомилась с широкополосным звуковоспроизведением. Впоследствии, приемники и проигрыватели на 78 об/м стали общедоступными, и первоначальное изумление от "говорящих ящиков" сошло на нет. Вероятно, радиоприемники тех лет звучали вполне сносно, но именно кинотеатр стал приютом первых настоящих аудиосистем.

Тогда звукотехника была на переднем крае инженерии, и ведущие компании вкладывали значительные средства в исследование и развитие этой молодой и доходной отрасли. В результате кинотеатр стал ареной жесткой конкуренции среди ведущих представителей электронной промышленности, ведь оснащение Голливуда и десятков тысяч кинотеатров в стране и за ее пределами сулило большие прибыли.

Фундаментальные исследования, произведенные американскими корпорациями, подарили нам большинство базовых знаний о звуке и его восприятии. Результаты, достигнутые хорошо оплачиваемыми учеными, использовались не только в технике кино, но и при усовершенствовании систем связи и всей информационной индустрии вообще.

Двумя основными силами на рынке звукового кино в 30-е годы стали фирмы RCA (система Photophone) и Western Electric (система Mirrophonic). Обе корпорации разработали полные системы записи и воспроизведения звука - от микрофонов в студии до громкоговорителей на сцене. Логотипы этих фирм часто можно увидеть в титрах фильмов того периода.

В наше время поклонники старого аудио во всем мире высоко ценят оборудование кинотеатров "золотого века кино" и в "частности" Western Electric Mirrophonic. Полный комплект усилителей и громкоговорителей WE стоит примерно столько же, сколько и новый автомобиль - если, конечно, вы найдете этот комплект. Высокая цена аппаратуры Mirrophonic частично объясняется тем, что система считается редкой, коллекционной. Она, без сомнения, оказала огромное влияние на техническое развитие и общественный статус аудиотехники. Эта система пользуется популярностью как за способность обеспечивать ошеломляющее звучание, так и за свою репутацию музейной редкости.

Типовые системы для кинотеатров того периода оснащались весьма маломощными, по современным представлениям, усилителями и исключительно чувствительными акустическими системами. Зачастую в этих АС использовались электродинамические головки*, так как магнитная катушка была способна создать более сильное магнитное поле в зазоре, чем постоянные магниты тех лет.

Для приличной громкости в помещении крупного кинотеатра хватало десятка ватт выходной мощности усилителя.

В системе WE Mirrophonic применялись два типа усилителей: модель 86 и модель 91. Модель 86 - двухтактный полностью триодный усилитель; в нем использовались три лампы WE262 для усиления напряжения. Межкаскадный трансформатор связывал драйвер с выходным двухтактным каскадом на паре триодов 300В. Выходная мощность - 15Вт.

Модель 91 - одноктактный, с вдвое меньшей выходной мощностью. На выходе - один триод 300В; в каскадах усиления напряжения использовались пентоды WE310A (2 шт.). Обе модели усилителей обеспечивали значительное (>95 дБ) усиление, требуемое для работы со слабыми сигналами от фотоэлемента кинопроектора. Эти усилители являлись специализированными аппаратами, предназначенными для использования в системе звукового кино Mirrophonic и обладали исключительными производственными показателями.

91 - может рассматриваться, как экономичная модель усилителя системы Mirrophonic. В нем примерно минимальное количество моточных изделий (нет переходного трансформатора и дросселей), что существенно снижает себестоимость. Кстати, WE не продавал это оборудование, а сдавал в аренду кинотеатрам, как Ma Bell обычно сдавал в аренду телефон. К 1992 г. цены на модели 86 и 91 существенно сблизились. Поиск недорогого аудио следовало организовывать

вать, когда WE сходил с арены озвучивания кино. Говорят, что демонтированная система продавалась владельцу кинотеатра всего за 1\$ - только для того, чтобы закрыть договор аренды.

Заявленные технические данные на 91-й, по сегодняшним меркам, не особо впечатляют. В паспорте на модель диапазон частот составляет 50 Гц-8000Гц при выходной мощности 8 Вт и нелинейных искажениях в несколько процентов. Весьма скромные параметры, которые не сложно превзойти в усилителях на микросхеме LM383 за пару долларов. Но, как это часто бывает, параметры не скажут вам всей правды. При работе с соответствующими АС звучание 91-го просто дух захватывает. Плавный, детальный, естественный, гармонически правильный звук, богатый, но не вялый - величественное и привлекательное представление. Ну, а микросхема выдаст вам звучание, приткнемое лишь для автомобильного приемника АМ/ЧМ...

На самом деле далеко не все оборудование WE являлось столь желанным для аудиофилов. Некоторые аппараты проектировались под уровень для озвучивания залов "бинго" - и звучали соответственно. Другие же модели усилителей и громкоговорителей "общего назначения" пользовались повсеместным успехом - от радиостанций и студий до школьных радиовещательных систем. Одно время я в своей домашней системе использовал усилители 124-й модели (12 Вт, двухтактный на лампах 6L6) из обувного магазина в Мичигане и громкоговорители 755А из Кембриджа. Все это было достаточно сложно объяснить моим клиентам, приходившим в магазин Excalibur Audio, где продавались кабели за 1000\$. Забавно, но на мой взгляд, домашняя система звучала лучше, чем большинство аппаратов в магазине.

Об аппаратуре WE я впервые услышал от знакомых аудиофилов, увлеченных звуком с начала 50-х. В тот период WE был вынужден уйти из сферы торговли звуковой техникой из-за антимонопольных судебных решений. И выброшенные на рынок не реализованные громкоговорители с постоянными магнитами по сходной цене раскупили различные типы с "золотыми ушами". Эти громкоговорители можно встретить на Harvey radio с начала 50-х. Электродинамические громкоговорители WECO высоко ценились в кругах первых разработчиков Hi-Fi. Компрессионные драйверы WE были применены в первых Klipschhorn в 1948/49 г. г. Электродинамические громкоговорители WE у себя дома применял Avery Fisher, а он, бесспорно, мог позволить себе самое лучшее...

WE достойно занимает почетное место в среде аудиофилов. И одна из наиболее интригующих и хорошо звучащих разработок WE - это, несомненно, модель 91. Если вас привлекают одноконтурные триодные усилители - как историческая реликвия, либо как современная концепция хорошего звука, - приглядитесь к 91-му - ведь он определяет этот стиль.

УСИЛИТЕЛЬ НА 300В

Очарование одноконтурных триодных усилителей покоряет сердца аудиофилов во многих странах. Эти усилители, конечно, не представляют собой основного направления в мире аудио, но их многочисленные модели можно найти и в Японии, и в Европе как в виде наборов DIY*, так и вышедших из употребления аппаратов. Рекламу усилителей на 300В можно найти в любом японском или европейском аудиожурнале.

Уже многие годы триод 300В окружен неким ореолом загадочности. Он создан в 1935 г. в лабораториях Bell Labs Record в варианте 300А. Вариант 300В отличается от А только тем, что направляющий штырек на боку цоколя развернут на несколько градусов. 300А/В разрабатывались для замены больших модуляторных триодов в изделиях звуковой техники, позволяя получать большую выходную мощность при меньших напряжениях анода и накала.

Прямой замены этому триоду с катодом прямого накала нет. По характеристикам, за исключением напряжения накала, он сходен с ранними RCA50, но существенно лучше последних по механической прочности и надежности - настоящая "рабочая машина".

Первоначально, лампы 300В предназначались для звуковой аппаратуры, но зачастую их можно встретить регулируемых источниках питания (какое расточительство!). В усилителях WE эти лампы применяются только в моделях 86, 91, и части 46-х. Единственным коммерческим усилителем на 300В, по моим данным, была модель Brook 10С, накальный трансформатор которой кроме 5В (для ламп 300В), имел отводы на 2,5В (для ламп 2А3).

С тех пор, как повсеместно запасы WECO91 были исчерпаны, и их стало сложно достать, схемы усилителей на 300В превратились в любимый объект для самоделщиков. Трансформаторы для выходного каскада на 300В сегодня производятся Cary Audio, Partridge, Tango, Tamura, и другими компаниями. Этими изделиями заполнилась небольшая экономическая ниша

производства ламповой техники.

Кажется, что после шести десятков лет с момента появления на свет, усилители на 300В возвращаются в родные края, и различные варианты их производятся Cary Audio, а Mike La Fevre на Magne Quest/Peerless воспроизводит старые разработки и проектирует новые варианты применения этой легендарной лампы. Идея построения усилителя с выходной мощностью в пределах десятка ватт неожиданно стала захватывающим делом для некоторых решительных аудиофилов.

Возможно, что эта тенденция есть дальнейшее распространение идеи "возрождения триода" в нынешнем американском high end, наблюдаемой на примерах VTL, ARC и других фирм, производящих триодные усилители. Выпуск \approx 79 Absolute Sound отметил усилители Ongaku на 211-х триодах стоимостью 67000\$. Кто следующий?*

С начала 50-х годов и до недавнего времени ассортимент триодных усилителей был представлен в основном лишь моделями Brook 10C, Fisher 50A и Craftsmen 500. Даже в прежние времена выходные каскады на триодах считались диковинкой. Лишь усилители Brook использовали настоящие трехэлектродные лампы 2A3 или 300B, а такие модели как Bell 2145, Sun Radio CR-10 и Goodall ATB-3, разработанные под триоды 6B4 G (октальный вариант 2A3 с накалом 6,3 V) использовали и триоды и лучевые тетроды 6L6.

Большинство же "триодных" усилителей как раньше, так и сейчас, для того, чтобы получить несколько дополнительных ватт выходной мощности, использовали KT66, EL37 или подобные лучевые тетроды в триодном включении. Зачастую в пентодных усилителях есть функция создания "триодной" схемы выходного каскада путем присоединения экранной сетки к аноду через резистор в 100 Ом.

Увы, но триодные усилители, несмотря на все свои технические и звуковые достоинства, не обеспечивают высокого соотношения мощность/стоимость, а ведь легче всего продавать именно мощность. По сравнению с триодом, пентод при одинаковых затратах отдает двойную мощность. В тридцатые годы триоды были вытеснены с рынка пентодами, как впоследствии в шестидесятые лампы - транзисторами. Однотактные усилители пали первыми жертвами войн технологий и мощностей.

Лучшие технические характеристики (или большая мощность) за те же деньги стали смертным приговором старой технологии, а субъективные оценки, существенные лишь для "чудаков" не могли повлиять на общую картину.

Современное high-end аудио в некоторой степени раздвигает строгие экономические рамки, но все равно и эта отрасль должна действовать в контексте увеличения предложения и прибыли, который весьма чувствителен к изменениям на потребительском рынке. Например, в 60-е годы вы могли купить лампы 6550 едва ли не в ближайшей аптеке, а выходной трансформатор в нескольких магазинах города. А кто станет утверждать, что лампы и другие детали сегодня лучше, чем в те годы, когда в ламповую технологию вкладывали миллионы? В уходящей ламповой технологии был достигнут уровень искусства, и качество аппаратов может поставить рамки возможного в современной ламповой технике.

Сборка усилителей на 300В нигде в мире не бывает дешевой, хотя детали для них общедоступны у поставщиков электронных элементов. Сегодня цены на триоды 300В до 200\$ за штуку, а комплект посредственных трансформаторов современного производства обойдется еще в пару сотен долларов. Изготовление стереокомплекта усилителей высшего качества обойдется вам в сумму немногим более 1000\$. Правда, это не многие тысячи, за которые только и можно купить "родной" WE91. Хорошо еще, что в усилителе всего лишь по одной дорогой лампе на канал.

Забудьте про ценник, умеренный по современным понятиям high-end, если только вы не исходите при покупке из соотношения количества ватт на выходе к доллару. Цену за 300В сложно уместить в пределы среднего достатка, а выходная мощность вполне достаточна для одной лампы. Зато вы сможете стать обладателем лучшего 8-ваттного усилителя в городе по цене скромного набора аппаратуры hi-fi.

По нескольким причинам усилитель на 300В является прекрасной конструкцией для начинающих: во-первых, это простая схема с небольшим количеством элементов; во-вторых, нет необходимости в подборе ламп и деталей, настройке и балансировке. Стоит только измерить напряжения в контрольных точках - и все готово. Я знаю несколько любителей, прежде никогда ничего не делавших, но с успехом собравших описываемый усилитель. Увлечение 300В - вели-

кая сила, которая превращает слепых последователей "Списка рекомендуемых компонентов" в бесстрашных экспериментаторов.

На мой взгляд, главное заключается в том, что если вы хотите услышать усилитель на 300В, то вы просто обязаны собрать его своими руками - и именно поэтому я также собирал его сам. Фактор увлеченности отсутствует при сборке двухтактного пентодного варианта. Я убежден, что в течение трех недель напряженного труда по сборке Stereo 70* проявится значительно меньше энтузиазма.

WECO 91

Основными требованиями при разработке 91-й модели стали надежность и ремонтпригодность. Мало кому понравится, если где-нибудь в середине "Унесенных ветром" исчезнет звук. Конструкция смонтирована на прочном стальном шасси, а все провода уложены в жгут и перевязаны. Все электролитические конденсаторы имеют винтовое крепление за корпус для быстрой замены в "полевых условиях". Переходные конденсаторы - герметичные, маслonaполненные собственного производства WE. Резисторы в цепях сигнала - двухваттные, композитные Allen Bradley; мощные резисторы - керамические, проволочные. Имеются приборы для контроля анодных токов предварительного и окончного каскада. По конструкции видно, что на WE понимали толк в надежности и удобстве обслуживания. Использовать "родной" WE 91 в домашней аудиосистеме весьма непросто. В системе Mirrophonic входы и выходы усилителя оформлены в виде 5-ти и 6-ти контактных ламповых панелей. Катушка электромагнита контрольного громкоговорителя используется в качестве дросселя фильтра питания. То есть, если вы не используете соответствующий громкоговоритель, то необходим отдельный дроссель с высоким сопротивлением обмотки постоянному току (около 1 кОм), иначе питающие напряжение не будут соответствовать номиналу. Место для размещения этого дросселя на родном шасси отсутствует.

Не смотря на то, что в стандартном варианте усилитель оснащен 30-омным балансным входом, его можно использовать совместно с большинством типовых источников сигнала, подав напрямую входное напряжение на сетку лампы 310Ф второго каскада. При работе 91-го в домашней системе я, обычно, отсоединяю резисторы ООС, переводя усилитель в режим работы без обратной связи. Можно сделать и по-другому: заменить входной трансформатор потенциометром регулятора громкости и оставить один из резисторов ООС для уменьшения общего усиления. В этом случае будут работать оба каскада на 310А.

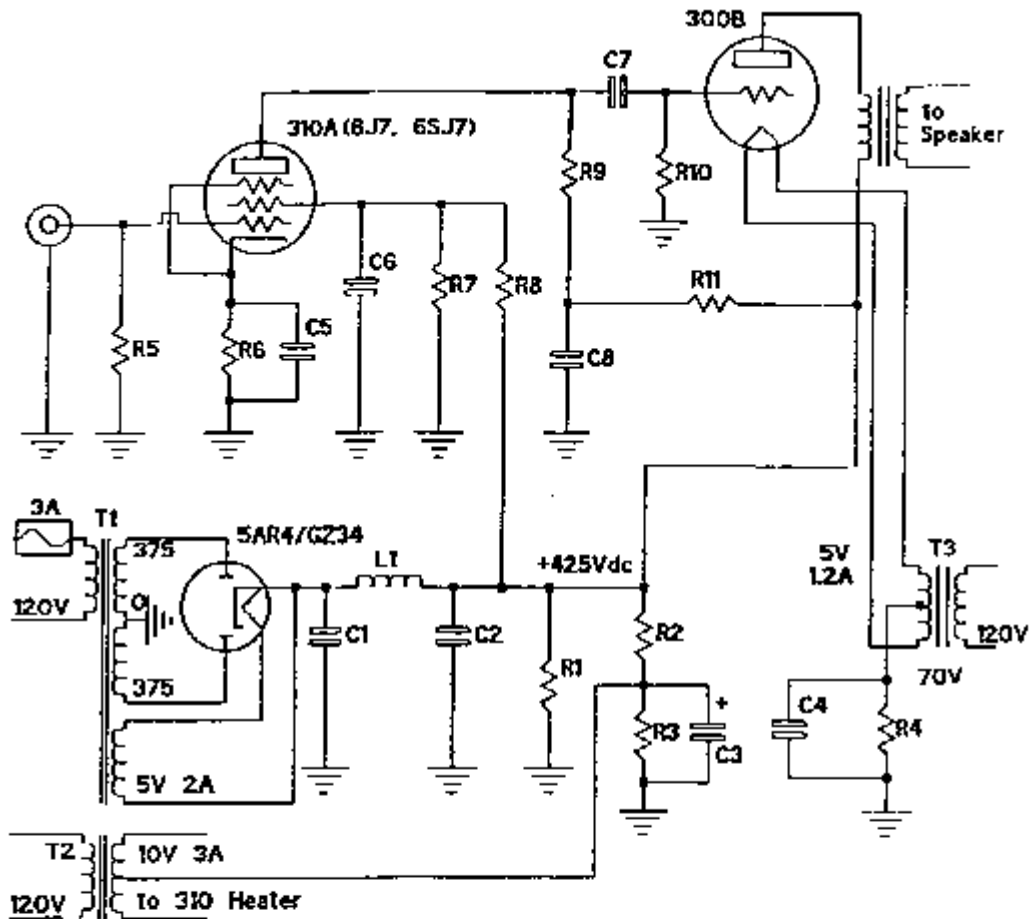
Как вы понимаете, перед вводом в эксплуатацию пятидесятилетнего усилителя, ему обычно требуется хотя бы частичный ремонт. Номиналы резисторов "плывут", тканевая изоляция проводников разрушается, электролитические конденсаторы "высыхают". Да и вообще "радикальная хирургия" на такой аппаратуре весьма болезненна.

Поэтому, отнесясь критически к сказанному выше, я предлагаю изготовить усилитель заново. Имеет смысл восстановить схему 91-го в более удобном виде с разъемами RCA на входе и клеммами для АС на выходе, используя современные детали и исключив первый каскад усиления напряжения. "Волшебный ореол" усилителя никуда не денется. Сравнивая два аппарата, я предпочел мой самодельный - ведь в процессе изготовления вы "конструируете" и звук и внешний вид на ваш вкус.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВАШЕГО 91-ГО

На рисунке приведена схема, собрав которую вы, создадите усилитель по "образу и подобию" WE91. Эта схема "упрощенного WE91", использующая классическую схемотехнику усилителя на 300В, очень популярна во Франции и Японии. Видимо в паре 310А+300В есть нечто, привлекающее поклонников триодных усилителей. Данная схема адаптирована для использования WE91 в домашней аудиосистеме. Исключены первый каскад и цепи обратной связи. В фильтре питания применен стандартный дроссель, а в качестве входных разъемов использованы стандартные RCA. Для своего экземпляра усилителя я подобрал классические компоненты, как с точки зрения звучания, так и философии. Резисторы - композитные, двухваттные Allen Bradley и керамические проволочные. Все конденсаторы - прежних лет, изготовленные до введения стандарта OSHA, улучшающего условия труда за счет упрощения технологии. Моточные изделия (силовые трансформаторы, дроссели фильтра) - военной приемки или высококачест-

венные общего назначения. И все это монтируется на прочном корабчатом шасси, создающем бессмертный облик "сделано в гараже".



R1 - 50K 25 Вт проволочный	R9 - 91K 2 Вт	C3 - 50 мкФ x 100 в, ал-лит	C8 - 15 мкФ x 1000 в только маслонаполненный
R2 - 270K 2 Вт	R10 - 350K 2 Вт	C4 - C5 - 15 мкФ	T1 - 375-0-375 в / 125 мА
R3 - 20K 2 Вт	R11 - 27K 10 Вт проволочн.	маслонаполненный или	5 в / 2 А
R4 - 0,88K 50 Вт проволочн.	Все 2 Вт резисторы Компа- зитные (угольные), 5% или по вашему усмотрению.	плёночный (>75 в)	T2 - 10 в / 500 мА
R5 - 220K 2 Вт	C1 - C2 - 15 мкФ x 1000 в, маслонаполненный	C6 - 8 мкФ x 200 в, маслонаполненный или плёночный	T3 - 5 в / 1,2 А
R6 - 1,2K 2 Вт		C7 - 0,1 мкФ x 600 в	L1 - 10 Гг / 125 мА
R7 - 30K 5 Вт проволочный			
R8 - 75K 5 Вт проволочный			

Настоятельно рекомендую прослушивать компоненты, которые вы собираетесь применить в своих конструкциях. Это дает надежду, что готовое изделие порадует вас звучанием. В ходе работы вы обнаружите, что данный усилитель очень чувствителен к замене элементов может служить хорошим "испытательным стендом" для отбраковки некачественных деталей. Кроме всего, самостоятельное изготовление хорошо еще тем, что дает возможность оптимизировать характеристики под ваш вкус в соответствии с общим характером схемы.

Возможно, вы захотите идти в ногу со временем, используя стандартные металлопленочные резисторы, но я бы посоветовал еще раз послушать те самые забытые "сверхмузыкальные" угольные Allen Bradley. Как большинство триодных конструкций, этот усилитель очень "тихий" и дополнительный шум композитных резисторов, в общем-то, весьма небольшой, большинству слушателей будет просто незаметен. Лично мне не нравится "холодное" и резкое звучание металлопленочных резисторов, но, если вас оно устраивает, используйте их. В конце концов можно выбрать компоненты, которые вам более всего по душе, просто послушав несколько различных типов.

Прослушивание различных типов пленочных и электролитических конденсаторов в этом усилителе позволило мне сделать вывод о предпочтительности маслонаполненных бумажных конденсаторов Vitamin Q169P в качестве переходных между каскадами и Sprague Clorinol, шун-

тированных полистирольными в 0,1 мкФ для катодных цепей. Если вы до сих пор не знали, как звучат хорошие маслonaполненные конденсаторы, то будете удивлены, услышав их - звук исключительно плавный без малейшей зернистости. Хорошая детальность, характер звука, на мой взгляд, более естественный, чем у пленочных. Да и исторически масляные конденсаторы более уместны в схеме 30-х годов разработки.

Другие конструкторы добиваются неплохих результатов с фторопластовыми конденсаторами, резисторами Vishay и иными современными "навороченными" элементами. Однако, лучший тип конденсаторов для вашего усилителя будет зависеть о типа выходных трансформаторов и громкоговорителей, а также определяться вашим вкусом. Имеет смысл перепробовать все, что доступно.

Номиналы переходных конденсаторов в моем усилителе близки к тем, что применялись а WE91. Беспокоиться о спаде характеристики на низких частотах не стоит, поскольку общий диапазон системы чаще всего ограничен громкоговорителем. В данном случае спад в -3 дБ на 12 Гц, определяемый емкостью конденсаторов в 15 мкФ в катодных цепях, значительно ниже той частоты 20 Гц, с которой обычно начинают работать выходные трансформаторы. Да и хорошие конденсаторы емкостью в 100 мкФ достаточно дефицитны.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Я использовал схему стандартного двухполупериодного выпрямителя со средней точкой и фильтр с емкостью на входе. Каких-либо особенностей схема не имеет. Ламповый выпрямитель позволяет реализовать плавный подъем напряжения анодного питания. Таким образом вы сэкономите бесценные лампы 300В от губительного воздействия анодного напряжения при непрогретом катодом. Основываясь на результатах прослушивания, могу заметить, что выпрямитель GZ34 вносит в звучание некоторую сонливость, правда очень мягкую и музыкальную. 274В обеспечивает несколько более ровный тональный баланс, но с другой стороны эти лампы (как производства WE, так и Sylvania) придают звуку некоторую "стеклянность". Убедительного теоретического объяснения звучания выпрямителей у меня нет и, если вы найдете таковое (за исключением различий в прямом падении напряжения на различных лампах), то будет весьма интересно его узнать.

Для того, чтобы определить лучшую лампу для выпрямителя, стоит прослушать несколько их типов.

Для фильтра питания я использовал маслonaполненные конденсаторы 15 мкФ х 1000 В, исходя из соображений надежности и характера звучания. Можно было бы установить и "электролиты", но мне нравится мягкое, ненавязчивое звучание "масла". Если все-таки вы решите применить "электролиты", то с целью уменьшения зернистости в звуке попробуйте параллельно С2 подключить маслonaполненный конденсатор в 4-10 мкФ.

Наш усилитель работает в "абсолютном" классе А, соответственно источнику питания не придется работать со значительными импульсами потребляемого тока. А это значит, что при выборе типа конденсаторов фильтра можно с чистой совестью пожертвовать емкостью ради качества. Если вы установите конденсаторы по 15 мкФ и дроссель в 10 Гн, то пульсации питания не превысят 0,03%, что с существенным запасом достаточно. В источнике питания обязательно используйте нагрузочный резистор R1, который предотвратит перенапряжения при включении, и обеспечит цепь разряда конденсаторов фильтра. Последнее требование связано с вашей безопасностью - ведь хороший масляный конденсатор сохраняет заряд в течение длительного времени. Вообще, масляные конденсаторы в аудио аппаратуре, особенно среднего уровня, применяются редко. Такая ситуация сложилась из-за их высокой стоимости. В 1952 г., например, трехсекционный электролит 3х40 мкФх450 В стоил 4,9\$, а масляный конденсатор емкостью 10 мкФх500 В - 15,85\$. А как вы понимаете, производители заинтересованы в снижении себестоимости аппаратуры. Из этого вытекает еще одно преимущество самостоятельного изготовления техники, - вы можете подобрать элементы, заведомо лучшие, чем те, что применяются в промышленных образцах.

КАСКАД УСИЛЕНИЯ НА 310А/В

Лампа 310А представляет собой пентод с 6-выводным цоколем. Напряжение накала - 10В. Управляющая сетка выведена на колпачок баллона. По характеристикам сходен с более поздними октальными пентодами 6J7 и 6SJ7. Существует оптимальный вариант: WE348А. Выпус-

кался также и пентод 310В для усилителей слабых сигналов с нормированными шумовыми параметрами и подавленным микрофонным эффектом.

Первоначально 310А разрабатывались для переносных телефонных усилителей. В этих условиях накал питался постоянным током, соответственно такой режим сделан для этой лампы. Однако, проблем с фоном не возникает и при питании накала переменным током.

Если вы не хотите связываться с 10-вольтovým напряжением накала, то вместо 310А можно применить WE328А или 6J7, имеющие 6-вольтový накал. Для установки и подключения всех этих ламп потребуется колпачок, надеваемый на верхний вывод сетки (точно такой же, как для тетрода 807). Собственно, для подключения сетки можно использовать как изолированный, так и неизолированный провод. Если вы захотите использовать экранированный кабель, то для этой цели подойдет кусочек межблочного кабеля. Его оплетку необходимо заземлить. Чтобы избежать появления фона, в цепь накала я подал напряжение +40В, снимаемое со специального делителя анодного напряжения.

В катодной цепи 310А я бы рекомендовал поставить полипропиленовый или масляный конденсатор. Электролит лучше не ставить, но если по каким-либо причинам вы все-таки его используете, то включите параллельно ему хороший пленочный или масляный конденсатор. Конденсатор в цепи экранирующей сетки может оказать существенное влияние на качество басов, поэтому рекомендую поэкспериментировать с ним. Не стоит применять электролит, - зачем такая экономия в классическом усилителе. В окончательном варианте своего усилителя я использовал бумажный конденсатор в металлическом корпусе Aegovox емкостью 10 мкФ. Возможно в вашей конструкции здесь будет работать полипропиленовый конденсатор фирмы Solen.

КАСКАД НА 300В

Для этой лампы вам нужен накальный трансформатор с обмоткой 5В. Попробуйте достать такой, чтобы вторичная обмотка имела вывод от центральной точки. В этом случае вы просто заземлите этот вывод через резистор 880 Ом. Такой способ подачи напряжения смещения используется в WE91, позволяя избежать применения мощного потенциометра в цепи накала. Проблем с фоном в моем усилителе не было и балансировочный переменник в цепи накала не понадобился.

В том случае, если вы не найдете трансформатора с отводом от средней точки накальной обмотки или обнаружите, что необходима балансировка для уменьшения фона, то можно поступить следующим образом: катодный резистор подключите к движку потенциометра в 25 Ом (проволочный, мощностью 50 Вт), а крайние выводы - к выводам накала 300В. Цепи накала рекомендуется проложить витой парой проводников, а лампу 310А разместить подальше от силовых трансформаторов. В этом случае фона переменного тока прослушиваться не должно. Я советую вам принять все возможные меры к снижению фона, поскольку в однокантных усилителях не происходит компенсации по цепи питания.

Катодное сопротивление в 880 Ом нестандартное, но я все-таки нашел резисторы в Ohmit Brown Devils (крутое старье). Можно использовать и керметные MCM Electronics 870 Ом 25 Вт. Чтобы рассеиваемая мощность не превосходила предельно допустимую для этого типа, следует использовать 4 подобных резистора, включив последовательно две группы, из двух параллельных резисторов каждая.

Конденсатор катодной цепи выбирается из соображений наивысшего качества. Убедитесь в соответствии напряжения накала номинальному значению и, если оно слишком высокое, поставьте в цепи накала добавочные резисторы. Следует помнить, что повышенное напряжение накала - одна из основных причин выхода из строя электронных ламп. При установленной лампе на выводах накала напряжение должно находиться в пределах 4,8 - 5 В (эфф.).

Несколько слов о самой лампе 300В. На сегодняшний день на рынке представлено несколько их вариантов. Самым удачным приобретением можно считать 300В производства Western Electric, Последняя лампа этого типа сошла с конвейера WE в 1988 г. и выпускалась на протяжении 53 лет! Контроль качества и, соответственно, надежность ламп WE исключительно высоки: 10000 часов работы или два цента на лампу за час музыкального наслаждения. К сожалению мне не удалось испробовать лампы Cetron и Golden Dragon, поэтому, если они вас интересуют, обратитесь за консультацией к тем, кто с ними работал. Но в любом случае, вы никогда не ошибетесь, применив "родную" лампу WE. Правда, они гораздо дороже своих собратьев от других изготовителей, но на то есть веские основания.

ВЫХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Еще один спорный момент при сборке 91-го заключается в выборе качественного выходного трансформатора. Это довольно дефицитный элемент. К счастью, в последнее время положение улучшается: Peerless возобновил выпуск трансформаторов Altec TFA-204, имеются и новые разработки трансформаторов для 300B.

Среди европейских и японских конструкторов широко известны трансформаторы Partridge, но они весьма дефицитны. В небольших количествах подобные трансформаторы производятся японской фирмой Tango.

Отличительной особенностью трансформаторов для одноконтурных каскадов является присутствие немагнитного зазора в сердечнике. Этот зазор необходим для того, чтобы сердечник не насыщался под воздействием постоянной составляющей анодного тока лампы, протекающего через первичную обмотку. По мнению разработчиков, проектирование хорошего широкополосного выходного трансформатора для одноконтурного усилителя значительно сложнее, чем для двухконтурного как раз из-за наличия постоянного подмагничивания.

Я считаю, что мне повезло, поскольку у меня была возможность послушать несколько типов трансформаторов в моем усилителе. Большую часть времени я использовал: громкоговорители WE755 (8 дюймов, 70 Гц - 13000 Гц); Thorens TD-124/SME3009/Grado MCZ и самодельный предварительный усилитель. Музыка: Dinah Washington, Patsy Cline, джаз 50-х и другие любимые мною произведения и исполнители.

На основании своих впечатлений я постараюсь субъективно и ненаучно описать некоторые трансформаторы, дабы пролить свет на этот вопрос. Решайте сами, кто чего стоит. Многие типы трансформаторов (Luh, Tamura) достать не удалось и, если вы их слышали, поделитесь с нами своими впечатлениями.

Итак:

"Родной" WE171A: великолепная среднечастотная текстура, чуть-чуть мягковатая сверху. Выступающая вперед сцена. Романтичный, сочный, завлекающий звук. Кажется, что этот трансформатор соединяет комнату и акустику в единое целое. К сожалению, его практически невозможно достать - лучше и не пытаться.

Peerless TFA 204. Данная модель трансформатора разработана Altec (бывшее подразделение WE по обслуживанию аппаратуры) для замены вышедших из строя трансформаторов в 91-м усилителе. Возможно, при разработке ставилась задача не допустить воспроизведения самых нижних частот, чтобы исключить вибрацию в зале кинотеатра. Этот трансформатор не подходит для систем с выразительным басом, но очень хорош для применения в СЧ/ВЧ звене многополосной усилительной системы. Выдает чистый, энергичный звук с хорошим разрешением, точный и музыкальный. Ограничения снизу не позволяют эффективно использовать в широкополосных системах.

Magne Quest FS 030 был еще только экспериментальным образцом, когда я впервые послушал его звучание, несет в себе значительный потенциал. Прекрасное разрешение в басовом диапазоне, сочная и без малейшей зернистости середина. Очень хорошо воспроизводит саксофон и трубу. Высокие - спокойные, но детальные. Обеспечивает несколько лучшую пространственную перспективу сцены по сравнению с другими трансформаторами. Звук более "душевный", чем у ТК4519 или ХЕ-60, однако, не совсем нейтральный. Иногда может быть хорош при озвучивании улицы.

Kenyon T-108 - универсальный трансформатор 40-х годов сравнительно низкого уровня. Однако, лучше, чем я ожидал. Хорошая проработка баса, красивые, наполненные полусладкие средние и отсутствие высоких. С этим трансформатором ВЧ-динамик вашей акустической системы может спать спокойно. Однако, со временем, я начал замечать некоторую блесткость в звуке. Может оно и к лучшему, что в это время кто-то спал...

Partridge ТК4519 - классика европейского и японского рынков. Очень дорог и дефицитен, особенно в США. А жаль, этот прибор обладает прекрасной репутацией. Звучание: нежное, детальные-высокие; мягкие, точные средние, энергичные, захватывающие дух низкие. В общем, звук несколько суховат и зернист по сравнению с FS 030. Возможно имеет наилучшее звучание из всех трансформаторов, которые я слышал с триодом 300B.

Tango U808 - наиболее простой из трансформаторов, выпускаемых Tango. Универсальный

прибор, разработанный для применения, как в одноктактных, так и в двухтактных схемах усилителей. Возможно в двухтактной схеме звучание будет несколько лучше. Но в нашей схеме усилителя высокого качества это изделие лучше не использовать. Выдает путаный, утомительный звук.

Tango XE60-3.5S: сильно лучше, чем U808. Тонкий и чистый "хорошо демпфированный" звук. Трансформатор создан для тех, кому нравится звучание, которое аудиопресса называет "нейтральным" и "аккуратным". Басы, более управляемые и точные, чем у FS030 или ТК 4519. Хорошо передает звуки камертона. Вообще-то у Tango есть еще несколько интересных трансформаторов, но я их не слышал. Возможно, они звучат еще лучше.

Я допускаю, что мои впечатления могли бы быть иными, если бы я оптимизировал усилитель под каждый из них путем замены конденсаторов, резисторов и т. п. Но в данном случае меня больше интересовало общее впечатление от музыки, воспроизводимой усилителем с каждым из трансформаторов, пока эти изделия были у меня на руках. И, если бы, когда я собрал усилитель у меня был FS030, то, наверняка, я бы применил в схеме иные типы деталей. На мой взгляд, большинство слушателей будут удовлетворены звучанием Tango XE60-3.5S или Peerless FS 030. А вообще-то прослушивание трансформаторов чем-то похоже на прослушивание кабелей - в какой-то момент лучше плюнуть на это и просто слушать музыку.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Итак, вы можете задать правомерный вопрос: почему же все-таки одноктактный усилитель лучше двухтактного? Как и во многих других случаях здесь имеются серьезные доводы в пользу обоих вариантов, и в конечном счете все сводится к вопросу: "что мне нравится?" Одноктактные усилители не поражают воображение техническими характеристиками, но у них есть свои существенные достоинства. Давайте на некоторое время отстранимся от внешних проблем и в тишине спокойно рассмотрим некоторые моменты этого давнего спора.

Доводы "за двухтактные усилители"

- большая выходная мощность
- меньшие общие искажения за счет подавления четных гармоник
- общее снижение фона и помех
- отсутствие постоянного подмагничивания в выходном трансформаторе
- общедоступность
- широкополосность
- широкое использование обычных технологий

Доводы "против двухтактных усилителей"

- сложность реализации хорошего фазоинвертора
- необходимость балансировки режимов работы. Со временем баланс нарушается даже, если первоначально лампы и другие элементы были подобраны по параметрам. Кроме того, номиналы элементов плывут от температуры.
- Естественное соотношение между четными и нечетными гармониками нарушено. Это обедняет звук.

Доводы "за одноктактные усилители"

- очень простой путь усиленного сигнала
- "абсолютный" класс А
- отсутствие фазоинверсного каскада и лишних, в связи с ним, элементов
- для стереокомплекта нужно только 2 лампы 300В
- не нужен подбор элементов
- значительная вторая гармоника дает певучий звук
- сохраняется естественное соотношение между четными и нечетными гармониками
- точен для музыкальных программ
- изумительное звучание

Доводы "против одноктактных усилителей"

- малая выходная мощность
- посредственные технические показатели
- устаревшая, давно забытая технология
- сложности с выходными трансформаторами
- ограниченный частотный диапазон

Вот вроде бы и все. Думаю, что я не разрешил старый спор своими аргументами. Но на любом уровне звучание триодных однотактных усилителей отличается от того, что можно получить от пентодов. Музыка чувствуется по иному. Типовыми пентодными аппаратами она преподносится как-то "механически", "напряженно", в то время, как триоды делают это легко, гибко, естественно. Как говорил один завернутый аудиофил: "это усилители, слушая которые, можно уснуть". Эту фразу следует воспринимать, как похвалу - усилители просто не мешают вам.

Как и многим любителям музыки, мне довелось слышать большое количество различных записей. Триоды преподносят вам поцарапанную, шумную, плоскую старую запись значительно ровнее, чем современные аудиофильские усилители. Отчасти это объясняется хорошим поведением в режиме перегрузки и малыми искажениями третьего порядка, вносимыми трехэлектродными лампами. В полной мере вы сможете оценить это, слушая что-то из Reggae 45, записанное на материале, похожем на пластик от расчесок, и в меньшей степени при прослушивании Thelma Houston на лаковом диске.

Однотактные усилители по-своему организуют музыкальную информацию. Музыкальные детали интегрируются в общую картину и не "выдавливаются" наружу, как это происходит в пентодных усилителях. Возможно, органичность деталей определяется наличием в спектре сигнала, усиливаемого однотактным каскадом на триоде, четных гармоник, которые отсутствуют в двухтактном пентодном усилителе. Я не слышал ничего, что могло бы воспроизвести микродинамику сигнала так, как это делает однотактный триодный каскад. Эта динамическая "свобода" способствует общему богатству музыкальных деталей.

Усилитель на 300В по-настоящему связан с музыкальной канвой произведения (если, конечно, таковая имеется). В сложной музыке больших коллективов сохраняются индивидуальные линии инструментов, ритмическая основа и драйв. Однако, учитывая его выходную мощность, этот усилитель в большей степени предназначен для воспроизведения камерной музыки, чем всей мощи оркестра. При прослушивании музыки динамические способности нашего усилителя станут для вас настоящим откровением. Исключительная наполненность нижнего регистра замаскирует ограничения по мощности и спад характеристики на самых нижних частотах.

Исключительная тембральная точность данного усилителя определяет особое его положение. Кажется, что тональная палитра однотактного на 300В более разнообразна, чем в двухтактных пентодных - возможно благодаря наличию четных гармоник в продуктах искажений первого и их отсутствию у вторых. Звуки цимбал и других металлических инструментов богаче гармониками, медь звучит как медь, а не как алюминий. Барабанные удары несут больше своего характера, музыкальности, четкости. Фортепиано и гитара звучат как инструменты, изготовленные из стали и дерева, а не как изготовленные из стали или дерева. Иногда представление текстуры музыки этим усилителем просто обезоруживает, а прослушивание любимых дисков заставляет просто трепетать.

С другой стороны, однотактный триодный усилитель отличается от пентодного характером звукового образа. При работе с достойными акустическими системами появляется эффект особой прозрачности, которого пентодные достичь не могут - так много воздуха без изменения характера музыки. Это похоже на то, что вы находитесь на сцене, а не смотрите на нее под углом.

Несмотря на все великолепие звука, который дарят нам триодные усилители, они не являются образцом хороших технических параметров. Глядя на безликие цифры характеристик, вы не сможете привести ни одного аргумента в их защиту. На бумаге эти усилители не так уж и хороши.

Я не могу себе представить, что бы сказали о 91-й модели обозреватели выставок или хич-хакеры, но определенно они бы не отметили его превосходство над полочной системой YORX. Посмотрим правде в глаза: в диапазоне 50 Гц - 15 кГц этот усилитель просто волшебен, может это и есть тот диапазон частот, которого действительно хватит в большинстве случаев?!

Небольшая выходная мощность усилителя на 300В не такой уж серьезный недостаток, как я считал совсем недавно, когда мне "промывали мозги" техническими характеристиками. Един-

ственное, к чему следует относиться серьезно - это определенные требования к громкоговорителям. Благодаря низкому выходному сопротивлению и высокому коэффициенту демпфирования, триодные усилители в классе А могут успешно работать с диффузорными громкоговорителями. 300В будет уверенно контролировать и управляться со многими чувствительными (>90 дБ) акустическими системами. Если вас привлекают системы типа старых JBL, Altec 604 или 755, или же вы обладаете хорошей рупорной системой, то беспокоиться о выходной мощности вообще не стоит. По большому счету, этот усилитель лучше всего работает в многополосной системе на средних и высоких. Но, если вы не признаете ничего, кроме SL600 (Celestion) или Арогее, то вам лучше забыть про существование "однотактников".

Если вы хотите дополнить какой-либо акустико-усилительный агрегат триодным "однотактником", то не следует забывать, что сочетания типа "маломощный усилитель - чувствительная АС" и "мощный усилитель - неэффективная АС" практически несовместимы. Если вы будете придерживаться только одного из этих принципов и проявите здравый смысл, то сможете создать систему с действительно хорошим звучанием...

Итак, наш усилитель проявит свои лучшие стороны в следующих сочетаниях:

- с мини-мониторными, эффективными АС
- в многополосной усилительной системе (в СЧ/ВЧ диапазоне)
- система с большими сверх-эффективными рупорами

И в любом случае старые громкоговорители более предпочтительны с точки зрения ваших требований, чем современная High-end продукция.

В вашем распоряжении всего 8 ватт, - но это целых 8 триодных ватт...

От редакции

Данная статья публикуется с незначительными сокращениями. Учитывая скудность информации о типах отечественных ламп, аналогичных примененным в данном усилителе, мы берем на себя смелость привести небольшую таблицу аналогов.

- 5AR4 (GZ34, WE274B 5Ц3С)
- или 2 шт. параллельно 5Ц4С
- 310А (6J7, 6Ж7, 6Ж8)
- 300В (Аналога нет)

При соответствующем снижении анодного напряжения (не более 360В) можно применить 2С4С или 6С4С. Выходная мощность в этом случае не превысит 4-5 Вт и потребуются подбор катодного сопротивления.

До недавнего времени лампы 300В в России (и в СССР) не выпускались вообще. Лампы, сделанные на Sovtek и Svetlana в последние годы, приобрести практически невозможно. Если вы обладаете определенными средствами, терпением и желанием стать обладателем подобного усилителя, то попробуйте достать китайские 300В фирмы Golden Dragon. Вопрос с выходными трансформаторами стоит еще более остро - фирменные у нас практически недоступны. Остается только один путь - изготовить их самим. О том, как это сделать, Вы сможете узнать в одном из ближайших выпусков "Вестника".

И, наконец, силовые трансформаторы и пассивные элементы. В качестве первых наиболее просто найти подходящие из номенклатуры ТА, ТАН, ТН. Таблицы их параметров приведены в "Радио" 1981 г. ± 2 с. 59, 60, ± 3 , с. 61, 62, ± 4 , с. 60, $\pm 7-8$, с. 73, 74, ± 9 , с. 76. Резисторы и конденсаторы можно применять различных типов, руководствуясь соображениями, изложенными в статье. Попробуйте применить МЛТ-2 и К78-2...А вообще - больше экспериментируйте и слушайте. Никто, кроме вашего вкуса не сможет быть советчиком. Счастливого Вам творчества и приятного прослушивания.