

Гибридный аудиоусилитель мощности

Константин Матафонов, г. Нижний Тагил

С момента появления полупроводниковых приборов и по сей день идёт спор, что же всё-таки лучше «Лампы или транзисторы». Противники «лампового» направления считают, что выходной трансформатор вследствие сложности намотки, дорогостоящих, неидеальных АЧХ и ФЧХ содержит широкое повторение и использование ламповых УМЗЧ. Тем не менее лампа, как усилитель напряжения пока остаётся самым линейным элементом.

Главное преимущество транзистора - низкое сопротивление перехода эмиттер-коллектор/исток-сток в открытом состоянии, что позволяет ему непосредственно работать на низкоомную нагрузку без согласующего трансформатора. Предлагаемый усилитель сочетает в себе лучшие свойства этих приборов, а именно свойство ламп усиливать напряжение и транзисторов - усиливать ток.

Схема (рис. 1). Усилитель напряжения собран на двойном триоде 6Н23П, включенным по схеме с динамической нагрузкой (SRPP). Главное отличие его от классического каскодного в том, что выходной сигнал снимается не с анода, а с катода верхней лампы. Такое включение имеет меньшее по сравнению с каскодом выходное сопротивление, что позволяет уменьшить влияние паразитной входной ёмкости полевого транзистора на подаваемый на него сигнал. Лампа для входного каскада также выбрана не случайно: 6Н23П имеет очень низкое внутреннее сопротивление, что позволяет получить выходное сопротивление каскада в данном включении порядка 400 Ом.

На накал лампы подано положительное напряжение (R8, R9, C4, R6, R7) для исключения возможного протекания тока между катодом и подогревателем и уменьшения фона от источника питания.

Следующий за лампой каскад - истоковый повторитель, работающий на активную нагрузку с вольтодобавкой (R15, R16, C10), сигнал с которого подаётся на двухтактный эмиттерный повторитель на биполярных транзисторах VT3 и VT4. Применение мосфета средней мощности в сочетании с биполярными транзисторами вместо двух мощных мосфетов позволяет значительно уменьшить входную ёмкость каскада, что сильно сказывается на звуке в сторону улучшения.

Использование вольтодобавки в нагрузке VT1 может показаться давно устаревшим решением, но такое построение субъективно звучит лучше генератора тока на транзисторе, хоть и обладает несколько большими нелинейными искажениями.

Транзистор VT2 расположен непосредственно на радиаторе выходных транзисторов (рис. 2) и обеспечивает термостабилизацию режимов выходного каскада. Ток покоя 0,2 А

устанавливается подстроечным резистором R17. Выбор тока покоя данной величины необходим для линейной работы выходных транзисторов. У выбранных типов транзисторов зона линейной зависимости h_{21e} от тока коллектора начинается с 0,2 А и продолжается почти до максимального допустимого значения, что позволяет отказаться от применения общей обратной связи по переменному току.

Для поддержания нулевого потенциала на выходе транзисторный каскад охвачен глубокой обратной связью по постоянному току. Большая глубина обратной связи достигается за счёт применения ОУ DA1. Элементы R10, C6, C7, R13, C8, DA1 являются активным ФНЧ с частотой среза менее 1 Гц. Данный узел питается от напряжений ± 15 В, создаваемых параметрическими стабилизаторами на элементах R11, R12, VD1, VD2.

Конденсатор C9 «закрывает» базы выходных транзисторов по переменному току и исключает влияние цепи термостабилизации на звук. Элемент L1 устраняет возбуждение выходного каскада на сверхвысоких частотах.

Ниже указаны **рекомендуемые типы элементов**, которые в максимальной степени влияют на звук:

C2, C9, C10 типа K-52, K-53, ЭТО-2, BlackGate.

C5 - K-78-2, MultiCap, Mundorf Supreme, Vima, для интереса можно попробовать K40Y-9, K42Y-2.

Дроссель L1 намотан на двух сложенных кольцах типоразмера K7x3,5x4 из любого низкочастотного феррита. Обмотка составляет 6 витков провода 0,8 мм. Дроссель припаивается непосредственно на вывод стока транзистора. Лучше будет,

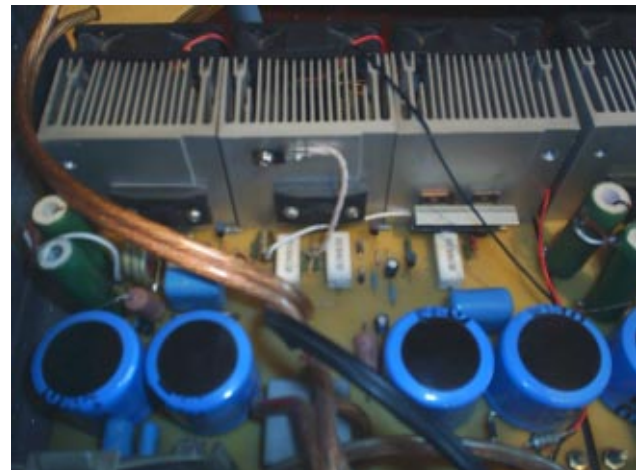
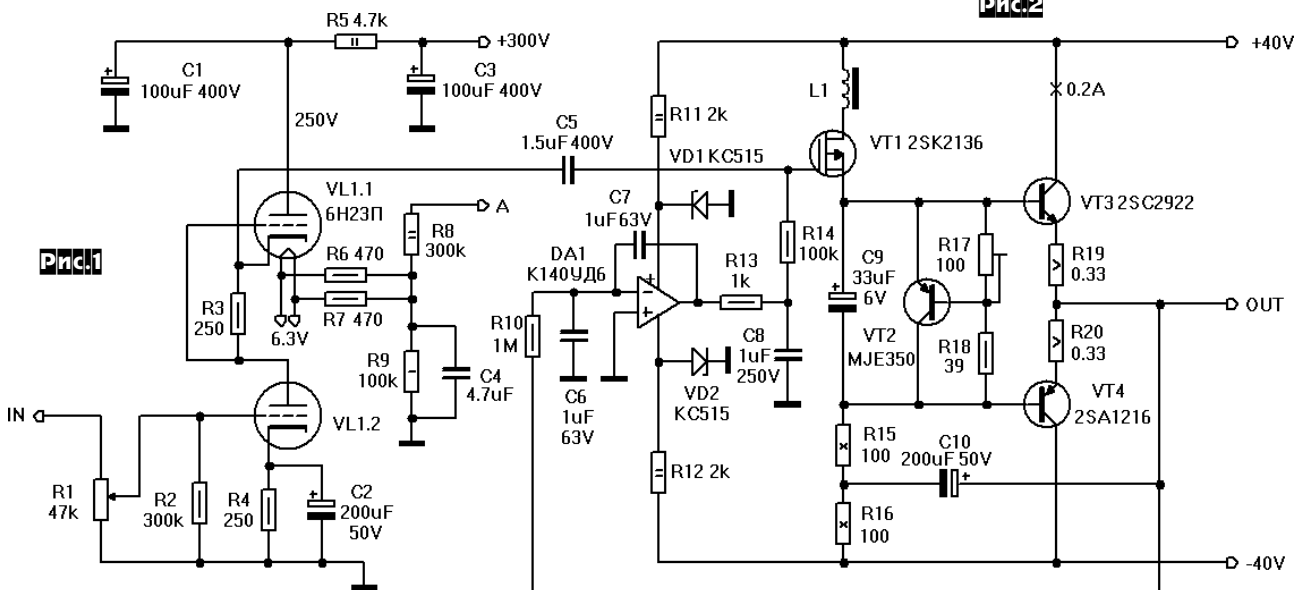


Рис.2



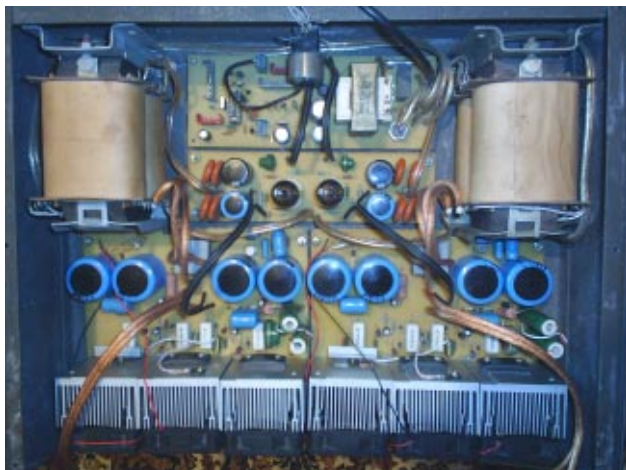


Рис.3

если этот вывод укоротить до 4 миллиметров.

Остальные неполярные конденсаторы K73-17.

Электролиты в цепях питания - Rubycon, Nichicon, Marconi, Samsung, TREC.

Усилитель построен по схеме «двойное моно». **Каждый канал питается** от отдельного трансформатора (рис. 3) на магнитопроводе от ТС-180. Общая ёмкость питания выходного каскада каждого канала 40000 мкФ. Каждое плечо источника питания дополнительно зашунтировано неполярными конденсаторами K-73-17 ёмкостью 22 мкФ х 63 В для уменьшения внутреннего сопротивления источника на ВЧ. Питание лампового каскада особенностей не имеет.

При монтаже следует стараться делать все цепи как можно короче. Силовые проводники должны иметь большое сечение. Все земляные провода должны соединяться в одной единственной точке (разводка звездой). Монтаж сигнальных цепей желательно сделать одножильным медным проводом. При использовании печатного монтажа также следует руководствоваться указанным выше принципам.

Налаживание усилителя сводится к установке нужной величины тока покоя подстроечным резистором R17. Также при первом включении следует убедиться в отсутствии возбуждения на ВЧ, как при подаче сигнала, так и при его отсутствии.

В некоторых случаях может потребоваться подбор ламп с одинаковыми коэффициентами усиления при применении двойного регулятора громкости.

Крайне нежелательно применение ламп Б/У от старых телевизоров.

Представленный усилитель предназначен для работы на нагрузку 8 Ом, выходная мощность при этом составляет около 50 Вт. Из особенностей усилителя можно отметить его «предрасположенность» к широкополосной акустике. Неплохо будет работать на двухполосную, где НЧ-головка подключена без фильтра НЧ, или с фильтром первого порядка. С другими колонками, имеющими сложные фильтры высоких порядков (большинство трёхполосных АС являются таковыми, в том числе и столь любимые «народом» S-90) усилитель может не оправдать возложенных на него надежд. Таким усилителям предпочтительна акустика, имеющая более ровное входное сопротивление во всём диапазоне воспроизводимых частот. Поэтому перед построением этого усилителя следует хорошо задуматься о том, на какие акустические системы (нагрузку) он будет работать.