

Двухтактный усилитель мощности Lync 300PP

Описываемый усилитель мощности был разработан мною специально для владельцев низкочувствительной компрессионной акустики, желающих наслаждаться замечательным звуком ламп 300 В.

Основные технические характеристики усилителя следующие:

1. Номинальная выходная мощность, Вт	27
2. Номинальный диапазон частот, Гц	5-50000
3. Коэффициент гармоник при номинальной выходной мощности, %, не более	0,3
4. Относительный уровень шумов и помех, дБ, не более	-88

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1. Первый каскад усилителя, выполняющий роль фазоинвертора – дифференциальный, выполнен на двойном триоде VL1 (VL7) типа ECC82, имеющем значительный раскрыт входной характеристики при малом коэффициенте усиления. Это позволяет использовать усилитель как без общей ООС, так и с нею, не опасаясь перегрузки входного каскада сигналом обратной связи. Нагрузка ламп входного каскада – резистивная, с балансировкой выходов по переменному току потенциометром R16 (R71), генератор стабильного тока катодной цепи – пентод VL5 (VL11) типа 6Ж4П, обладающий высоким внутренним сопротивлением и малым шумом. Величина напряжения смещения входного каскада, и, соответственно, начальный ток, устанавливается потенциометром R48 (R103) в цепи катода источника тока. Сигнал с выхода фазоинвертора через разделительные емкости C9 и C11 (C33, C35) подается на сетки ламп драйверного каскада VL2 (VL8) – двойного триода 6Н30П. Схемотехнически драйвер полностью аналогичен фазоинвертору за исключением отсутствия потенциометра балансировки в анодной цепи триодов VL2 (VL8) и иного типа пентода – источника тока VL6 (VL12) (6Ж52П).

Сигнал с выхода драйвера подается на сетки ламп выходного каскада VL3, VL4 (VL9, VL10) типа 300 В. Лампы работают с фиксированным смещением, устанавливаемым потенциометрами R45, R46 (R100, R101). Ток покоя выходного каскада выбран равным 85-90 мА. Накал катода осуществляется постоянным током от стабилизаторов напряжения накала на микросхемах DA1, DA2, DA4, DA5. Потенциометры R114, R115, R120 и R121 позволяют изменять величину напряжения накала, тем самым подстраивать в некоторых пределах значения крутизны и внутреннего сопротивления выходных ламп, особенно в случаях, если затруднен или невозможен их попарный подбор. Резисторы R6, R20, R23, R27 (R61, R75, R78, R82) обеспечивают протекание катодного тока выходных ламп на общий провод, а резисторы R35, R36 (R90, R91) являются датчиками этого тока для его измерения и установки без разрыва анодных цепей.

Питание нитей накала входных ламп и источников тока осуществляется постоянным напряжением от стабилизаторов на микросхемах DA3 и DA6.

Каждый канал усилителя питается от трех стабилизаторов: +360 В (выходной каскад), +360 В (драйвер и фазоинвертор), -120 В (источники тока, цепи смещения выходных ламп). Все стабилизаторы однотипные, с применением мощных полевых транзисторов с высокой крутизной характеристики, что позволяет получить выходное сопротивление стабилизатора менее 1 Ом без применения компенсаторной схемы с ООС. Такое решение обеспечивает очень высокое быстродействие стабилизатора при хорошей стабилизации и возможности введения цепей системы soft-start без дополнительных схемных ухищрений.

Выпрямители питания анодов и цепей смещения выполнены на быстрых диодах серии HFA фирмы IR. Эти диоды отличает очень малое время обратного восстановления (около 40 нс) и малый импульс тока восстановления (он даже меньше, чем предшествующий прямой ток). Выпрямители питания цепей накала выполнены на диодах Шоттки.

В конструкции используются три сетевых тороидальных трансформатора (по одному анодному на канал и общий каналный). Выходные трансформаторы намотаны на

магнитопроводах типоразмера ШЛ32х50 из стали 7360 (толщина ленты 0,07 мм). Возможно применение иных типов магнитопровода, важно лишь обеспечить величину сопротивления нагрузки между анодами выходных ламп в пределах 3,5 - 5 кОм при заданном значении сопротивления акустических систем. Возможно использование других трансформаторов, оптимизированных под указанное сопротивление анодной нагрузки, в частности Hashimoto HWC30-5.

Все электролитические конденсаторы, за исключением С1, С8 С15, С25, С32, С39 – фирмы Hitachi типа HU4, а вышеозначенные емкости – фирмы RIFA типа PEN200. Все резисторы – углеродные композитные Ohmite мощностью 1...2 Вт, либо отечественные, типов УЛИ (БЛП) мощностью 1 Вт. Стабилитроны в стабилизаторах напряжения могут быть любых типов на указанную величину напряжения стабилизации. Разделительные емкости С7, С9, С10, С11 и С31, С33, С34, С35 – Multicap RTX, а остальные пленочные – Solen или SCR типа МКР (полипропилен).

Настройка правильно собранного усилителя весьма проста. Первоначально проверяют значения выходных напряжений всех стабилизаторов на холостом ходу. Анодные напряжения и напряжения питания цепей смещения не должны отличаться от указанных более чем на $\pm 10\%$, а напряжения накала 300 В, ECC82 и 6Ж4П – соответственно должны быть $5 \text{ В} \pm 5\%$, $6,3 \text{ В} \pm 10\%$ и $6,3 \text{ В} \pm 10\%$. Далее устанавливают лампы фазоинвертора, драйвера и источников тока. Резистором R48 (R103) выставляют величину напряжения на катодах дифференциального каскада VL1 (VL7) равной +3,5 В, а резистором R50 (R105) – напряжение +7,5 В на катодах VL2 (VL8). После этого на входы усилителя подают синусоидальное напряжение амплитудой 0,1 – 0,2 В и резистором R16 (R71) добиваются одинаковых противофазных напряжений на анодах триодов ламп VL2 (VL8).

Перед установкой выходных ламп их желательно подобрать попарно по величине. Движки потенциометров R45, R46 (R100, R101) устанавливают в крайнее нижнее (по схеме) положение. Далее устанавливают выходные лампы и потенциометрами R45, R46 (R100, R101) добиваются значения тока покоя выходных ламп в пределах 85-95 мА, обязательно строго одинаково в обоих плечах. Если при этом величины напряжений смещения на сетках получились различными, о несколько снижают (потенциометрами R114, R115, R120, R121) напряжение накала той лампы, где смещение (по абсолютной величине) больше, после чего вновь регулируют ток покоя. Следует помнить, что напряжение накала 300 В не должно выходить за рамки 4,4 – 5,5 В. После выполнения указанных процедур настройку усилителя можно считать завершенной и приступать к его “звуковой” доводке на основе субъективного контроля звучания.

Конструкция усилителя может быть произвольной, она определяется, в основном, габаритами трансформаторов и условиями отвода тепла от выходных ламп и транзисторов стабилизаторов. Площадь охлаждения для микросхем DA1 – DA6 должна быть не менее 100 см^2 на каждый стабилизатор, для транзисторов VT1 и VT6 – по 400 см^2 , VT2, VT10, VT5, VT7 – по 150 см^2 на транзистор. Радиаторы могут быть как отдельными для каждого элемента, так и общими для групп элементов. Транзисторы VT3, VT8, VT4, VT9 монтируют на радиаторах площадью более 25 см^2 . Диоды выпрямителей на радиаторы устанавливать не нужно.

Подобный усилитель (с незначительными изменениями, вызванными лишь применением микропроцессорной системы управления, контроля и защиты) работает у автора около трех лет совместно с акустическими системами B&W CDM1, позволяя реализовать как достоинства компрессионной акустики, так и чистое, неустойчивое звучание ламп.

Дмитрий Андронников
Санкт-Петербург, 1999 - 2002

