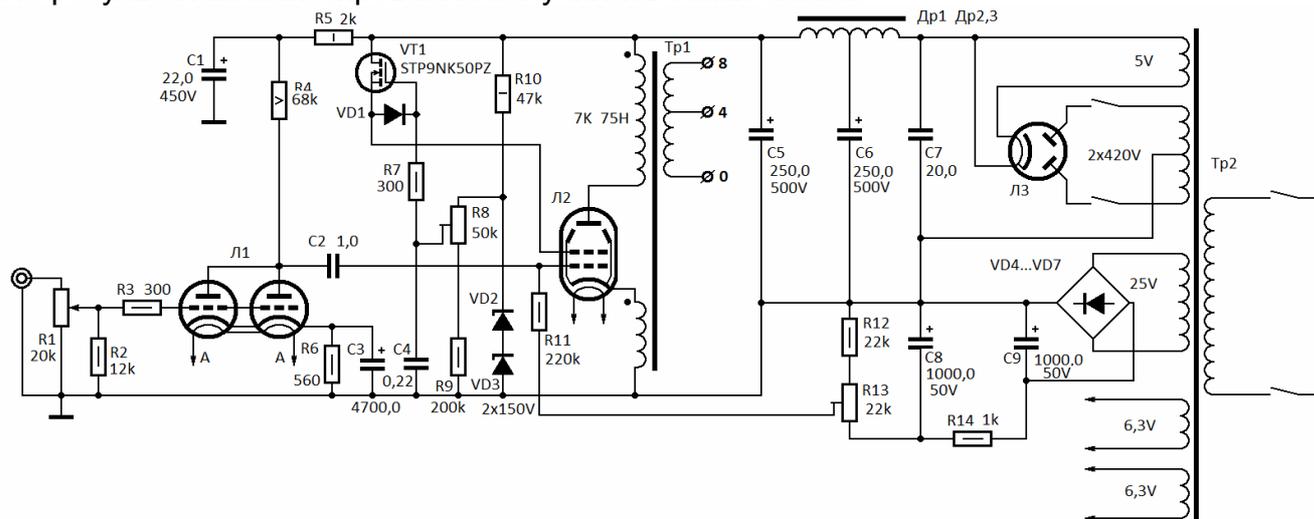


Низвергатель авторитетов

Однажды у меня возникла необходимость сделать дешевый усилитель на 6-8 Ватт, а главное, нужно было, чтобы он был однотактным. Сейчас при словах «ламповый усилитель» обычно срабатывает стереотип: триодный усилитель. Кандидатом в качестве выходной в этом случае могли бы стать лампы 300b, ЕС360, телевизионные 6П36С, 6П42С, 6П45С с аналогами и ряд менее распространенных ламп. Первые две не подошли по цене, телевизионные не устроили из-за анодного колпачка, который вместе с защитной сеткой сделали бы конструкцию усилителя чересчур высокой.

Отойдя от стереотипов, было решено попробовать выходной каскад в пентодном включении. Если мед – так ложками, кандидатом №1 стала обычная 6П3С.

По результатам макетирования получилась такая схема.



Показан один канал, второй подключается к точкам соединения катода кенотрона с C7 и R14 с C8.

В качестве драйверной лампы Л1 применена 6Н9С с включенными параллельно половинками. Она дает четкое акцентированное, как некоторые говорят, эмоциональное звучание. Каких-либо особенностей каскад не имеет. В качестве регулятора громкости применен спаренный проволочный резистор ППЗ, который имеет линейную зависимость сопротивления от угла поворота. Для того, чтобы приблизить эту зависимость к экспоненциальной, наиболее подходящей для регулятора громкости, служит R2, являющийся еще и сеточным резистором драйверной лампы. Стабилизатор напряжения второй сетки выполнен на транзисторе STP9NK60PZ, паре стабилитронов на 150 Вольт. Транзисторы вполне можно применить IRF840, IRF830.

Выходная лампа Л2 используется в пентодном включении. Традиционное включение 6П3С в однотактном режиме дало на осциллографе страшенькую картинку: верхняя и нижняя половинки синусоиды выглядели очень разными. Казалось, что лампу можно браковать для однотактного применения. Но очень кстати у меня оказалась пара трансформаторов для PP усилителя с $R_a = 7 \text{ кОм}$ и катодными обмотками. За полчаса в магнитопровод трансформатора был введен зазор и он превратился в однотактный. Пара минут на коммутацию обмоток и включение после которого я испытал то, что принято называть легким шоком. Идеальная синусоида на осциллографе, ничем не уступающая 6С4С, максимальная выходная мощность перед ограничением 8,5 Вт, АЧХ на максимальной мощности линейна от 20 Гц до 40 кГц, от 20 до 7 Гц идет плавный спад в 1,5 дБ (на 14-15 Гц, правда, на верхней полуволне появляется горб), от 40 до 60 кГц плавный спад в 3 дБ, чувствительность ок. 0,6 Вольта. Самое время было слушать.

Фона не было совсем, что меня очень обрадовало. Первые же звуки музыки сразу показали, что у усилителя есть серьезный потенциал. Дальнейшее прослушивание разных жанров музыки показало, что такие низкие частоты воспроизведет не каждый

двухтактный усилитель, высокие – очень ясные, чистые и детальные, середина очень выразительная и четкая.

Потом начались эксперименты с перетыкиванием и отслушиванием ламп. В первой позиции кроме 6Н9С пробовались еще 6Н8С. Чувствительность упала до 1,7 В, однако звучание мне понравилось больше. Для этих ламп лучше режим: $U_p = 380$ В, $U_a = 200$ В, $U_{c1} = -21-22$ В, $U_{c2} = 250$ В, $I_a = 8,2$ мА, $R_a = 22$ кОм, $R_k = 560$ Ом.

Выходной еще пробовалась КТ66. Режим выходных ламп выставлялся $U_p = 420$ В, $U_a = 413$ В, $I_a = 45$ мА. Звучание 6П3С мне понравилось больше, у КТ66 была какая-то «ватность» в звуке.

В питании слушались 5Ц3С и 5Ц4С. Мое предпочтение было за четверкой. С ней звук был немного четче, плюс небольшой бонус: на 10 Вольт большее анодное напряжение.

В итоге получилась конфигурация: 6Н8С, 6П3С, 5Ц4С, она мне напомнила звук усилителя на 6С4С с пентодом в драйвере. Но 8 с лишком Ватт – это не 3 - 4 Ватта у 6С4С. Для усилителя на 6С4С рок с «эффектом присутствия», например, недоступен – мощность мала. Для этого усилителя – не проблема, хоть для получения «эффекта присутствия» приходится громкость выкручивать до максимума. Звук этого усилителя я предпочту звуку всех ранее мною слышанных усилителей не 300б с триодами в предварительном усилении. Всеядный получился усилитель.

На фото пример оформления данного усилителя в корпусе, сделанном профессиональным столяром-мебельщиком.



В заключение несколько слов о трансформаторах из доступных материалов. Выходной трансформатор сделан на магнитопроводе и каркасах от ТС-160 и рассчитан на нагрузку 4 и 8 Ом. На каждой катушке размещено:
- 3 слоя по 215 витков провода ПЭТД-200 диаметром 0,315 мм (первичная);

- 2 слоя по 99 витков (отвод от 71 витка для 4 Ом) провода ПЭТД-200 диаметром 0,67 мм (вторичная);
- 3 слоя по 215 витков провода ПЭТД-200 диаметром 0,315 мм (первичная) ;
- 1 слой из 215 витков провода ПЭТД-200 диаметром 0,315 мм (катодная);
- 3 слоя по 215 витков провода ПЭТД-200 диаметром 0,315 мм (первичная);
- 3 слоя по 99 витков (отвод от 71 витка для 4 Ом) провода ПЭТД-200 диаметром 0,67 мм (вторичная);
- 3 слоя по 215 витков провода ПЭТД-200 диаметром 0,315 мм (первичная);

Секции первичной обмотки начинаются с той стороны катушки, где закончилась предыдущая.

На каждой катушке вторичные обмотки включаются параллельно, первичные - последовательно. Между собой обмотки на двух катушках соединены последовательно. Пробовалось перекрестное включение обмоток (крайние секции с одной катушки, средние – с другой), но какой-либо разницы замечено не было. Изоляция межслойная – 0,05 мм (газетная бумага из магазина канцтоваров), межобмоточная – 0,25 мм.

Зазор в магнитопроводе – по одной прокладке толщиной 0,12 мм с каждой стороны.

При сборке трансформатора тяги, которые проходят внутри каждой катушки изолировать от зазора прокладками из электротехнического картона или текстолита толщиной 0,5 мм, а от скобу, на которую они надеваются – прокладкой из электротехнического картона или сложенной в несколько слоев бумаги толщиной не менее 0,5 мм. От скобы на которой трансформатор стягивается гайками изоляция не обязательна. Таким образом мы сделали немагнитный зазор в крепежных деталях трансформатора.

Как показала практика, в ТС-160 применяли очень неплохие магнитопроводы и все вышеописанное относится к усилителю с выходным трансформатором на его базе. Индуктивность первичной обмотки с последовательно включенной катодной обмоткой составила ок. 75 Гн. Подойдут и ТС-180 или ТС-250, но с отбором. Размеры окна там такие же.

Силовой трансформатор выполнен на базе ТСШ-170.

Первичная обмотка – 8 слоев по 79 витков провода диаметром 0,56, затем идет экран из медной фольги и вторичные обмотки. Их напряжения и диаметр провода: анодная - 420 В, 0,315 мм; смещение - 25 В, 0,315 мм; накальная кенотрона - 5 В, 2x0,9 мм (в два провода); накальные - 2 обмотки по 6,3 В, 0,9 мм, каждая на свой канал. Посчитать число витков будут несложно.

Как-то само собой после некоторого прослушивания для этого усилителя у меня появилось название: «Низвергатель авторитетов». Это я к тому, что потратив в несколько раз меньше денег, чем на усилитель с 300b, например, можно сделать изделие по звучанию не хуже, если не лучше.

Сергей Савчук
25.12.2011г.
г. Винница