

Двухтактный УМЗЧ на лампах 6П13С

автор-разработчик - [Манаков А.И.](mailto:2:5079/41.53@FIDOnet) (2:5079/41.53@FIDOnet)

*Вы хотите курить, как я вижу? -
неожиданно обратился к Бездомному
неизвестный. - Вы какие предпочитаете?
- А у Вас разные, что ли, есть? - мрачно
спросил поэт, у которого папиросы кончились.
(М. Булгаков, "Мастер и Маргарита")*

Да, у нас есть разные усилители, а предпочитаем мы хорошо звучащие. В общем-то, из схемы должно быть все понятно, но раз полагается сопроводительная статья - пожалуйста.



Характеристики УМЗЧ:

Выходной каскад : двухтактный, класс А, с фиксированным смещением, на лампах 6П13С в триодном включении.

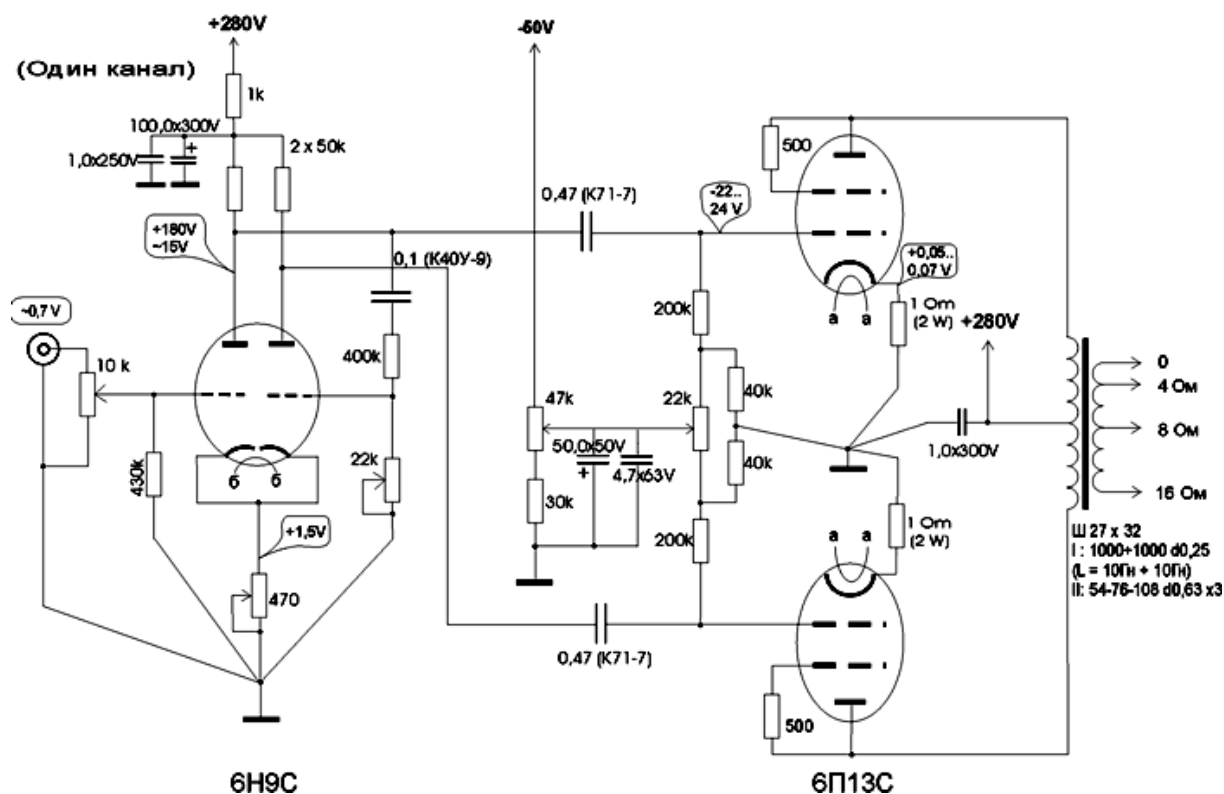
Выходная мощность - 10.5 Вт

Полоса воспроизводимых частот - 25Гц...30кГц

Чувствительность - 0.707В (1В амплитудного)

КНИ - 1.5% (до клиппинга), 0.8...0.9% (на половине мощности)

Уровень фона на выходе - 1.5 мВ



Входной каскад

Входной каскад - фазоинвертор выполнен на двойном триоде 6Н9С (6SL7GT, 6113, 6188, ECC35), по схеме несамобалансирующегося каскада, для дополнительной балансировки применен общий резистор смещения в катодах.

Входной разъем должен быть как можно ближе к регулятору громкости, а тот, в свою очередь, - к входной лампе.

Входное переменное сопротивление (регулятор громкости) может быть от 4,7 до 22 кОм гр. В, желательно найти как можно качественней (при финансовой возможности - поставьте ALPS, Noble). Сопротивление утечки сетки можно ставить от 300 до 500 кОм.

Подстроечным сопротивлением катода выставляется автосмещение 1,5...1,6 В сразу обоих плеч фазоинвертора (далее по тексту - ф-и). Напряжение на анодах входного каскада должно составлять примерно +180 В.

Подстроечным резистором на сетке второго триода (ведомого плеча ф-и) входного каскада регулируется баланс сигнала между ведущим и ведомым каскадами ф-и. Настройка происходит следующим образом: ручка громкости выводится на максимум, на вход усилителя (т.е., получается прямо на сетку первого триода) подается синусоидальный сигнал частотой около 3 кГц (резонансная частота нашего уха), -10дБ (амплитуда 1В, действующее значение 0,707 В) с генератора НЧ. Подстроечным резистором выставляется такое же напряжение на сетке второго (правого по схеме) триода лампы 6Н9С. Амплитуда переменного напряжения на обоих анодах при этом должна быть 20...22 В (или 15В среднеквадратичное).

Анодная нагрузка 51кОм выбрана для лучшей динамики входного каскада, слегка теряя при этом в усилении и искажениях, чем в данном случае можно пренебречь.

Разделительный конденсатор для ведомого каскада ф-и (по схеме 0,1 мкФ) должен быть как можно "качественнее по звуку", мною был выбран K40Y-9, за неимением более хороших, или подходящих по габаритам (ФТ-2). Можно попробовать K71-7, K71-4. То же касается и разделительных конденсаторов между входным и окончными каскадами усилителя (емкость - 0,47...1,0 мкФ).

Точка заземления выбирается опытным путем, исходя из минимального уровня фона. Обычно это корпус возле сетки ведущей половинки лампы входного каскада.

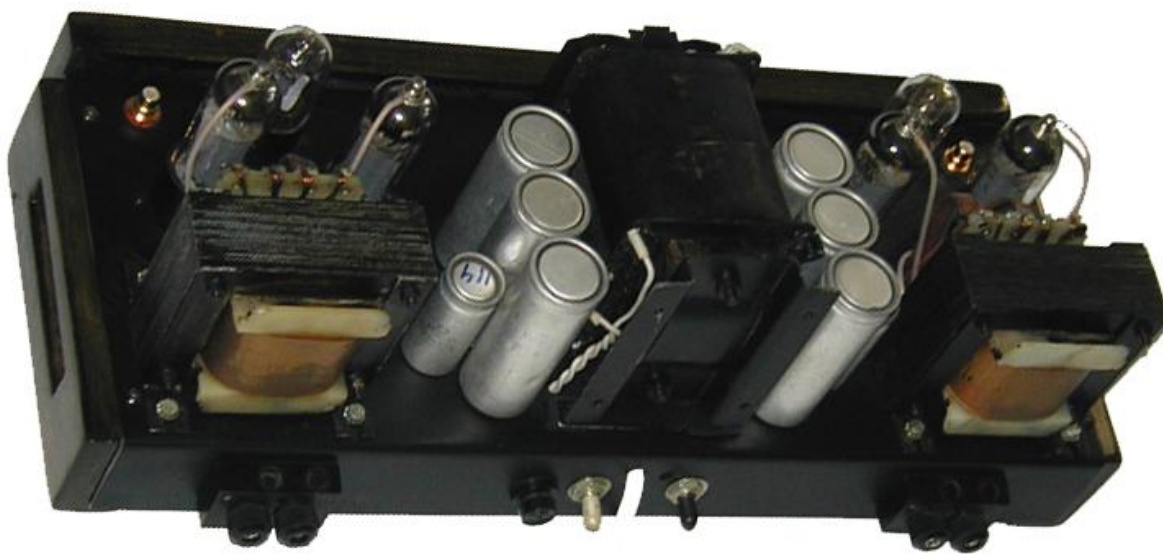
Выходной каскад

Выходной каскад сделан по двухтактной схеме, в классе А, с фиксированным смещением, на телевизионной строчной (и, как оказалось, довольно хорошо звучащей!) лампе 6П13С (лучевой тетрод) в триодном (!) включении. Возможные варианты: 6П13С с перепайкой панели под её цоколь и подстройкой тока анода, 6П36С - то же самое, EL-34 (с небольшим изменением режима, но по звуку она хуже).

Близкие зарубежные аналоги 6П13С (6П31С): EL81, PL81, 6AV5G, 12AV5G, 17AV5G, 25AV5G, 6DQ6, 12DQ6, 17DQ6, 25DQ6.

Резисторы 1 Ом в катодах - технологические и нужны только для измерения тока, протекающего через лампу, на звучание они не влияют. Ток для класса А должен составлять около 70...75 мА, что достигается регулировкой подстроечным резистором в схеме смещения (47кОм) напряжения на сетке (в пределах -22...-24 В) до падения напряжения на катодном резисторе в 70...75 мВ.

Выходной трансформатор мотается послойно, вторичная обмотка состоит из трех параллельных обмоток. О трансформаторах многое можно найти на [веб-сайте](#) Евгения Васильченко (он по ним большой спец). У меня стоят трансформаторы, изготовленные под двухтактный выход на EL-34 (КТ88, 6СА7, 6П27С).



Блок питания

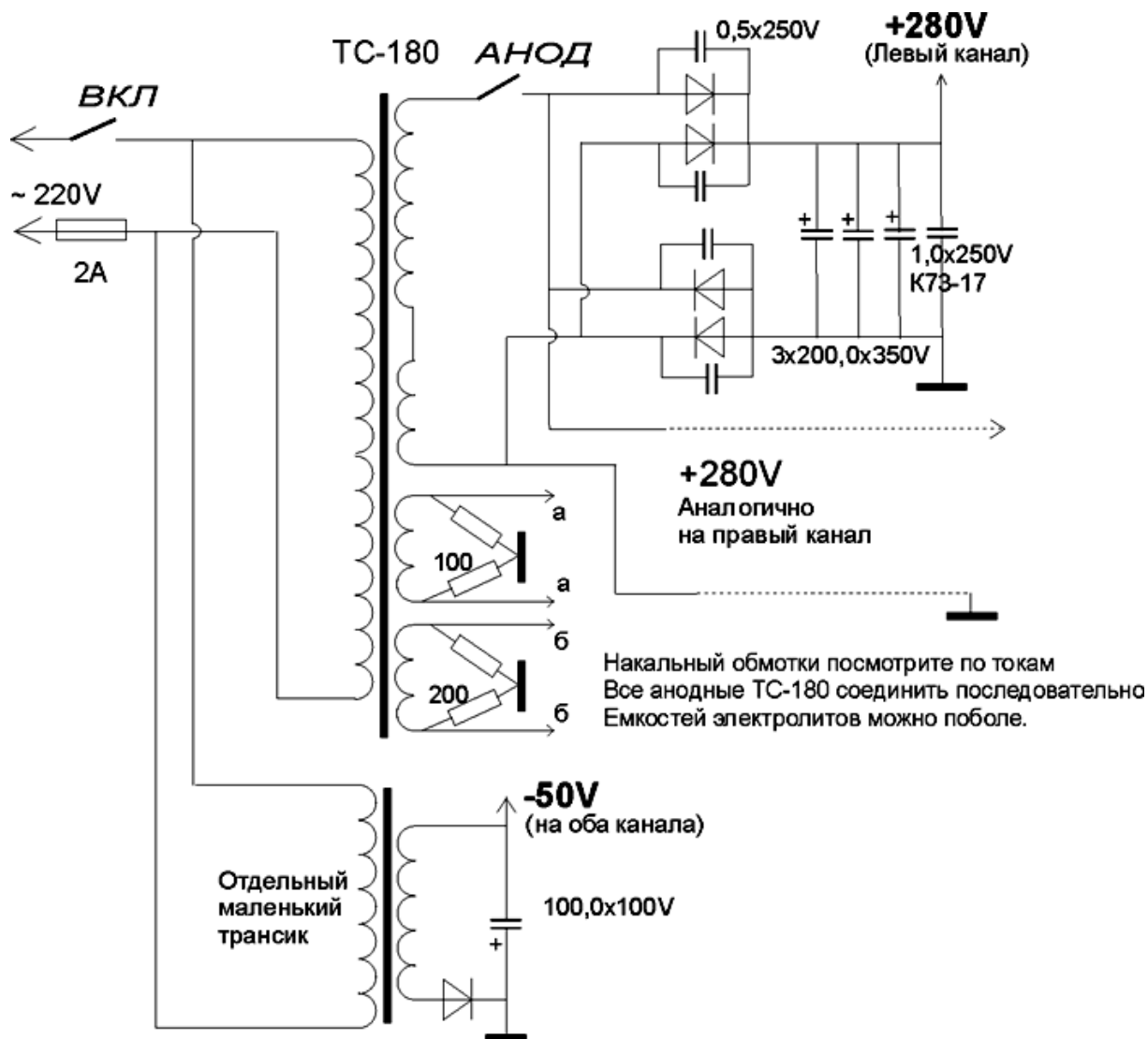
БП выполнен на основе силового трансформатора ТС-180(-2) от цветных ламповых телевизоров. Для уменьшения фона, на накальных обмотках, ближе к самим лампам, сделана "искусственная средняя точка", которая заземлена. Анодные обмотки соединены последовательно, и после выпрямления должно получиться 280...290 В. Желательно сделать выпрямитель на каждый канал отдельно. Электролиты, если есть возможность, проверьте на ток утечки (тангенс угла потерь) и выберите с минимальным.

Конечно, если есть возможность, можно собрать БП и на кенотронах. Заодно будет не нужен тумблер "анод", включать который нужно после 2-3-х минутного прогрева ламп.

Дроссель по анодному напряжению можно включить, но это не является острой необходимостью, т.к. биения 100 Гц "самоуничтожаются" в выходном каскаде, попадая на вы-

ходной трансформатор в противофазе.

Источник смещения сделан на отдельном небольшом трансформаторе размером с два спичечных коробка. Больших электролитов и, тем более, дросселей здесь ставить не нужно, т.к. ток потребления очень мал, и это будет только лишней тратой времени, деталей и места в вашем УМЗЧ. У меня даже выпрямитель смещения-Д223, их максимальная рабочая частота 20МГц, для уменьшения импульсной помехи в момент переключения диода(ов).



Дополнительные рекомендации и советы

Соединительные провода - медь обмоточная не менее 1 мм, на вход можно техническое серебро (золото, алмазы, бриллианты, изумруды - ими можно инкрустировать усилитель, сделав вокруг него подсветку).

Монтаж, конечно же, лучше сделать геометрически симметрично по каналам, землю - в одну точку (или две, как на схеме). Входной каскад подальше от выходных трансформаторов. Силовой и выходной трансформаторы разместить так, чтобы силовые поля были перпендикулярны. Да что говорить, об этом и так много написано!

Для уменьшения фона 100 Гц рекомендуется увеличить сопротивление фильтра развязки между источником +280 В и анодной нагрузкой входного каскада - до 3 кОм (по схеме стоит 1 кОм). Еще можно сделать подпитку положительным постоянным напряжением нити накала (вместо заземления искусственной средней точки), см. статью "[Уменьшение](#)

[фона переменного тока](#)". У меня сделана искусственная средняя точка, фон 100Гц составляет около 1.5 мВ.

Резисторы в ф-и, аноде и смещении входного каскада можно попробовать поставить более "звучные" - ВС (угольные), БЛП (бороуглерод), ПТМН (проволочные), кому какие "по ушам" и возможностям.

Неполярные конденсаторы, шунтирующие электролиты, желателно ставить ближе к нагрузке (по типу - можно пленочные: K73-17, K73-11).

Анодные зажимы для 6П13С можно изготовить из обыкновенных канцелярских блестящих скрепок, распрямив их и накрутив спиралью на стержень подходящего диаметра.

Схему смещения можно изготовить на отдельной небольшой плате. Весь остальной монтаж - навесной.

Незадействованные выводы панелек 6П13С можно использовать для монтажа. И еще одно "ноу-хау": многие детали конструкции (как то: трансформатор и плата смещения, разделительные конденсаторы) можно, дабы не ломать голову, просто приклеить к шасси снизу на клею "Момент", что я и сделал.




Что же в результате мы услышали

В результате мы услышали очень хороший звук! Сцена - очень глубокая (сравниваю у себя с "трехламповым усилителем Губина"). Прослушивали на тракте Анатолия Манакова (источник - С.Е.С. TL-51 + PS Audio Ultralink2, АС - доработанные TDL Studio 1M с фильтрами 1-го порядка): звук на уровне! Очень хорошая динамика, "басы" накатывают волной, а не бьют по груди, что также говорит о высоком классе усилителя.

Ну что еще сказать....Собирайте, экспериментируйте, слушайте, пишите!

Благодарности!

[Анатолию Манакову](#) за разработку схемы, предоставление многих деталей конструкции, пропитку силового и выходных трансформаторов, руководство при сборке и исправление моих ошибок, корректировку данной статьи, литературу, ценные советы, предоставление своего звукового тракта, прослушивание и вообще за то, что он есть 

[Валерию Дмитриеву](#) за замеченные опечатки в схеме.

[Александрю Черенкову](#) за помощь в изготовлении выходных трансформаторов в промыш-

ленно-заводских просторах г. Новосибирска.

[Виктору Косенко](#) за помощь и рекомендации по оформлению внешнего вида усилителя и предоставленные слесарные инструменты, а также за сделанные им снимки цифровой фотокамерой Olympus C990.

[Олегу Лыткину](#) за предоставленное когда-то очень давно дюралевое шасси для сборки усилителя.

Усилитель не такой уж и сложный, а сколько людей, оказывается, приняло участие!

[Ведухин Евгений](#)

2:5079/31.3@FIDOnet.org

апрель 2002г.

Опубликование статьи и схемы без согласия автора запрещается. При ссылках указывать источник.