



Усилитель на базе трансформатора Electro-Voice TM5 и лампы 6CW5.

[Евгений Карпов](#)

В статье представлено небольшое исследование возможности реализации простого качественного усилителя на основе не дорогих винтажных компонентов.

Как ставилась задача: использование только трансформатора ТМ5 и лампы 6CW5 без каких-либо ограничений по схемотехнике. Желательно было «выдавить» и максимальную мощность, хотя бы 1÷1.5 ватта. Основная интрига в этой работе, что используемый выходной трансформатор – совсем не является выходным, а предназначен для согласования высоковольтных линий с низкоомной нагрузкой. Немного утрируя, можно сказать, что это трансформатор для радиоточки.

Хоть у трансформатора и присутствует масса отводов с первичной стороны и возможность выбора приведенного сопротивления в широком диапазоне, основная проблема его использования - весьма малая индуктивность намагничивания. Определенные ограничения накладывает и тот факт, что трансформатор не может работать с подмагничиванием.

Естественно напрашивалось, что выходное сопротивление возбуждающего каскада должно быть минимальным, и наиболее подходящей схемой для этого является гибридный SRPP. Попутно я решил проверить все возможные варианты включения самой лампы в таком каскаде и особенности ее работы.

Первый вариант (рис.1)

Использование лампы в пентодном включении и использование всей первичной обмотки трансформатора (приведенное сопротивление 8 кОм). Использование всей обмотки виделось очень соблазнительным, так как давало максимальную индуктивность намагничивания.

Можно сказать сразу, вышеуказанная схема не жизнеспособна. Оказалось, что лампа плохо работает при больших размахам напряжение на аноде, генерирует очень большую вторую гармонику и вдобавок – имеет избыточную чувствительность.

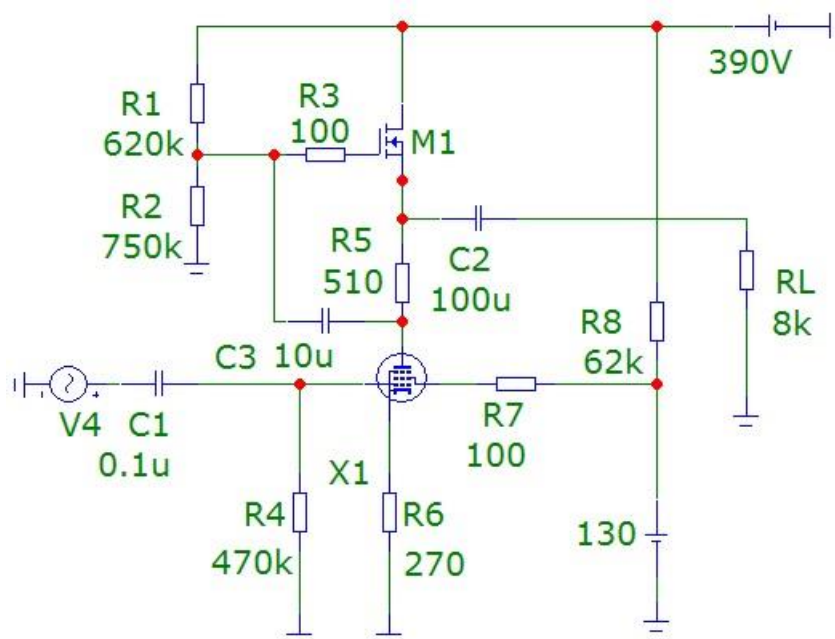


Рисунок 1

Спектр искажение такого каскада показан на рисунке 2. Общая картинка характерна для пентодного SE включения.

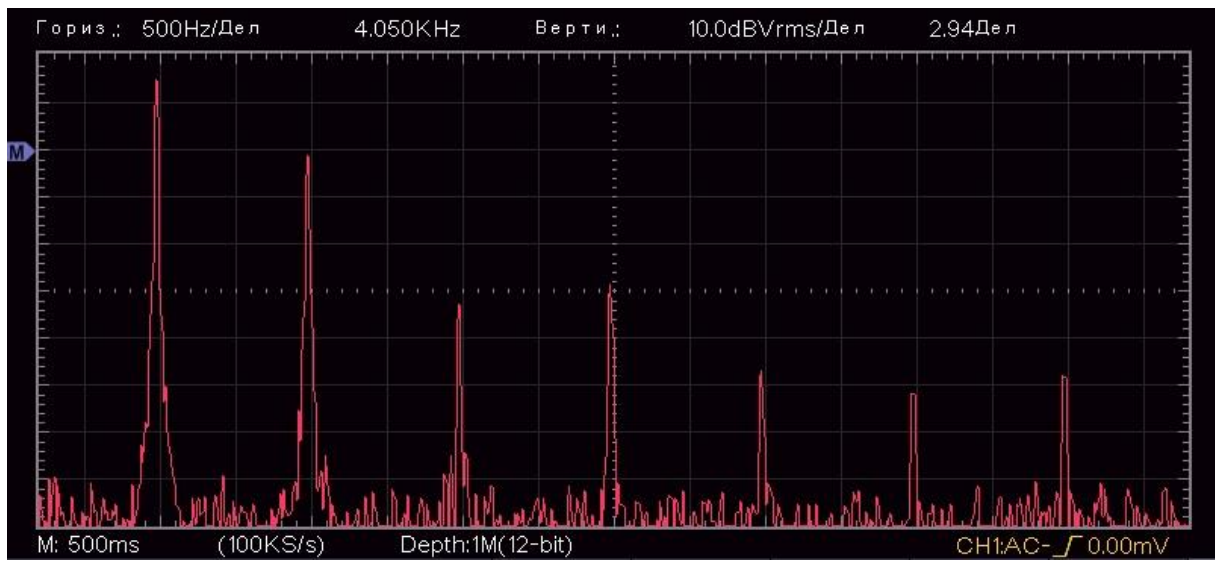


Рисунок 2

Второй вариант (рис.3)

Учтя предыдущий опыт и скрепя сердце, я решил перейти на приведенное сопротивление 4 кОм, чтобы, сохранив выходную мощность, снизить размах напряжения на аноде лампы. Уменьшение индуктивности намагничивания оказалось не так страшно за счет весьма низкого выходного сопротивления истокового повторителя. Ну и попутно, сделать немножко из пентода триод, введя местную ОС на вторую сетку. Критерием выбора глубины ОС было не получение максимальной линейности, а желаемая чувствительность входа – 0.7Vrms.

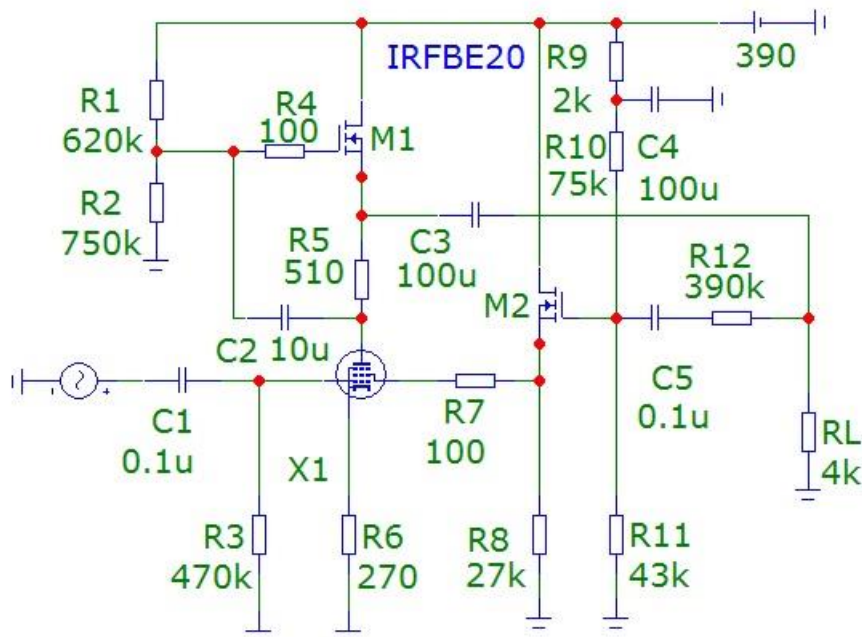


Рисунок 3

В общем, это вполне жизнеспособная схема, и может быть интересна любителям пентодного звука и максимально короткого тракта. Спектр искажение такого каскада показан на рисунке 4.

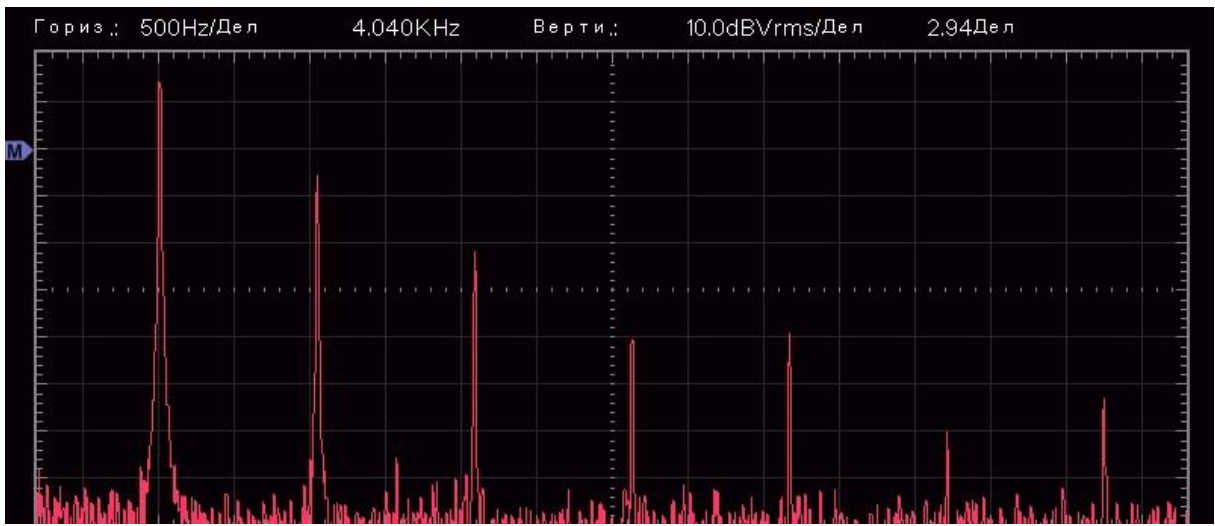


Рисунок 4

Третий вариант (рис.5)

Эксперименты с глубиной ОС показали, что максимальную линейность можно получить, переведя лампу в триодный режим. Естественно, ценой за повышение линейности будет снижение чувствительности, что автоматически предполагает появление еще одного каскада усиления. Это, конечно, определенный минус, но взаимная компенсация четных гармоник даст положительный результат.

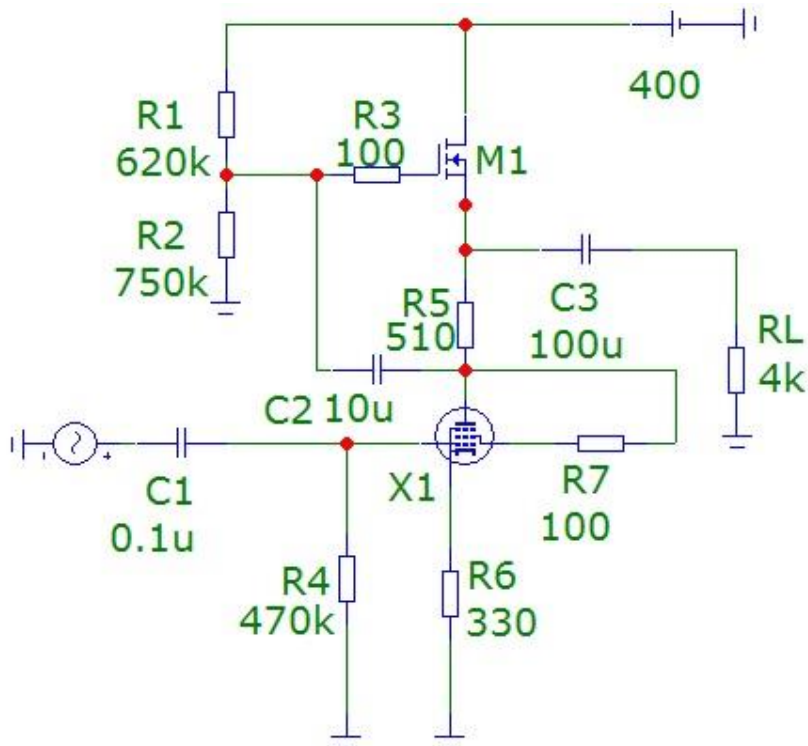


Рисунок 5

Спектр искажений такого каскада показан на рисунке 6. Этот вариант каскада и был признан наилучшим.

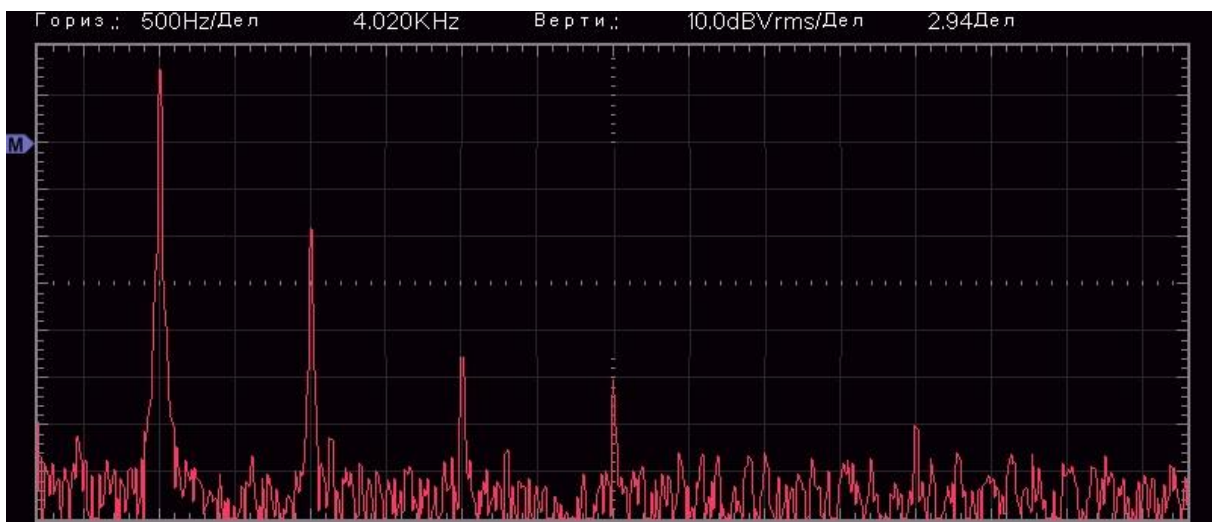


Рисунок 6

Полная схема усилителя (рис.7)

Для предварительного каскада усиления очень подходящей оказалась лампа 6GU7. Обычный резистивный каскад обеспечивал нужное усиление, и в спектре искажений доминировала вторая гармоника. Для первого каскада использовано фиксированное смещение, что позволяет исключить из катода электролитический конденсатор большой емкости и использовать высококачественный пленочный конденсатор в цепи сетки. Так как лампа слабо нагружена, это не приводит к ухудшению стабильности работы.

В выходном каскаде использовано автоматическое смещение, что стабилизирует режим по постоянному току нагруженной лампы. В этой схеме резистор автоматического смещения не оказывает существенного влияния на коэффициент усиления каскада.

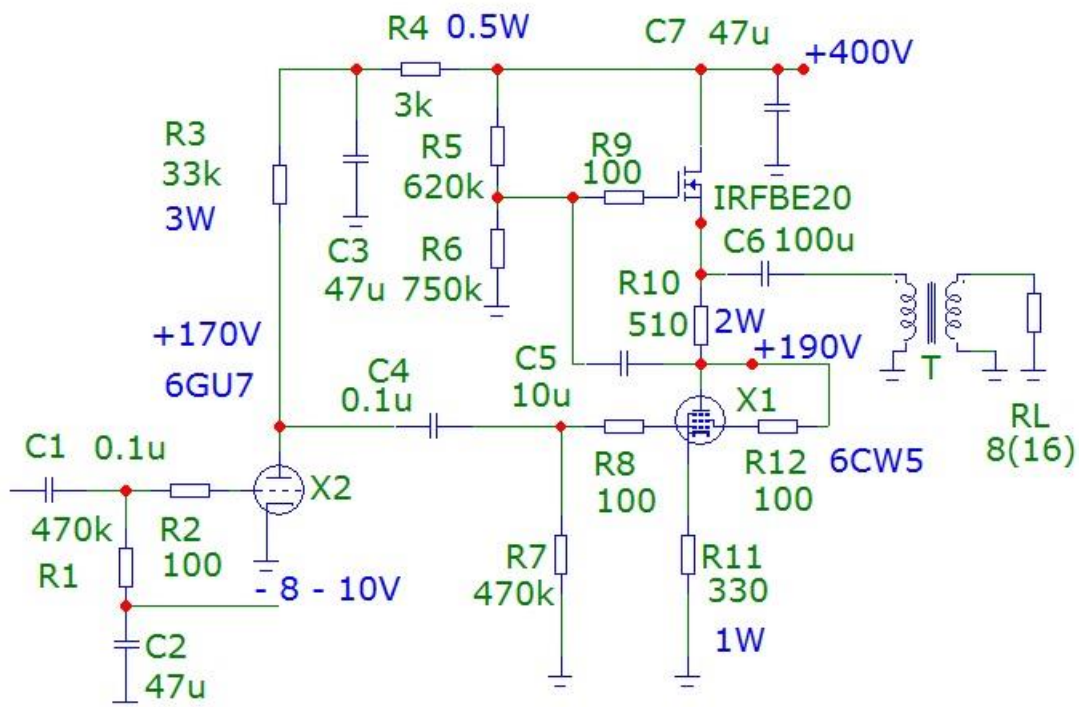


Рисунок 7

Усилитель не имеет общей ООС и имеет следующие параметры.

Чувствительность	~ 0.7Vrms
Выходная мощность	– 1.5W
Мощностная полоса	– 40Hz÷23kHz +0÷ -2Db
Коэффициент гармоник (1.5W)	– 1.9%

Спектр искажений усилителя показан на рисунке 8. В целом, характер вносимых искажений и их изменение при уменьшении выходной мощности, соответствует классическому SE

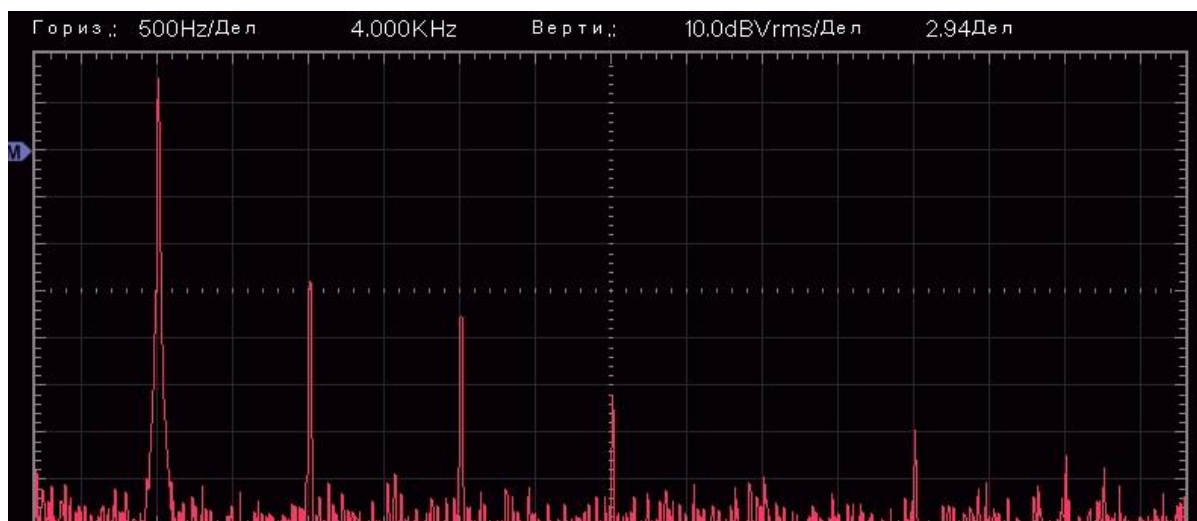


Рисунок 8

На схеме показано включение выходного трансформатора в классическом варианте. Нет никаких ограничений по включению в автотрансформаторном режиме и использования отводов первичной обмотки для лучшего согласования с высокоомными телефонами.