

Триодный однотакт с пентодным управлением

Когда-то попалась мне на глаза статья А. И. Манакова об усилителе на 6Г2 и 2А3. Схема мне понравилась, начитался на форумах восторженных отзывов о ее звучании и, постепенно назрела мысль о создании своего усилителя с выходом на прямонакальных триодах.

Однако сразу отмечу, что чисто триодный тракт мне не нравится по звучанию. Его звук имеет какое-то минорное настроение, как мне кажется. Звучание становится намного лучше, если один каскад усиления будет пентодным (или ультралинейным, характерные особенности сохраняются). Это добавляет в звук «жизни», делает его более естественным, на мой вкус, конечно. Хотя может быть и другое мнение. О вкусах не спорят.

Кроме того, драйверный каскад на пентоде позволит сделать усилитель двухкаскадным и исключить из его катодной цепи конденсаторы. Еще одна очень приятная особенность заключается в том, что сильно упрощается настройка усилителя, но об этом дальше.

Крайне желательно создать усилитель без конденсаторов в сигнальных цепях. Отсутствие разделительных конденсаторов, конденсаторов в катоде драйвера и использование фиксированного смещения в выходном каскаде соответствует этому требованию, что очень благотворно сказывается на звуке. Остаются конденсаторы в цепях питания, но без них не обойтись в любом случае.

Входной каскад усилителя выполнен на пентоде EF860. Наиболее «звучащим» оказался режим с анодным напряжением 200-220 В и током анода 7-8 мА. Из особенностей следует отметить то, что напряжение второй сетки стабилизировано относительно катода. На выходе стабилизатора стоит конденсатор емкостью 22 мкФ, обычно, даже без стабилизатора, ставят намного меньше. Эти меры очень благотворно отразились на звучании усилителя, особенно значительно оно улучшилось в низкочастотной области. Кроме того, стабилизатор позволяет регулировать напряжение на второй сетке, в результате чего изменяется анодное напряжение драйвера, оно же – сеточное выходной лампы. Это позволяет изменять анодный ток выходной лампы, благодаря чему, появляется возможность настроить усилитель одной регулировкой, ничего не подбирая и не перепаявая.

Выходной лампой выбрана 6С4С. Ее накал питается переменным током с использованием метода, предложенного одесскими лаборантами. Накальная обмотка 6С4С состоит из двух одинаковых полуобмоток между которыми включен симметрирующий подстроечный резистор. Положение ползунка этого резистора выбирают по минимальному уровню фона. Таким образом удалось снизить фон до уровня не слышного на акустике чувствительностью 92 дБ/Вт·м на расстоянии в 1 метр. Практическая реализация этого подстроечного резистора приведена на рис.1: отрезок неизолированного константанового провода диаметром 0,5 мм сопротивлением 0,1 Ом с подвижным контактом, который жестко фиксируется винтом в нужном положении.

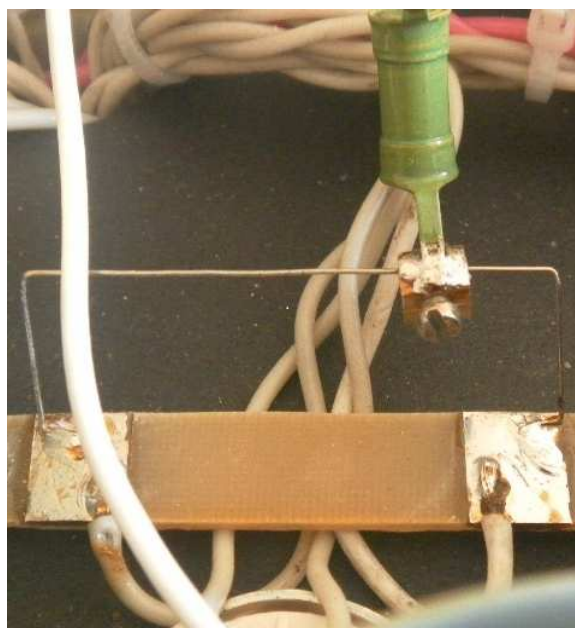


Рис.1.
Симметрирующий подстроечный резистор

Схема принципиальная электрическая усилителя приведена на рис. 2.

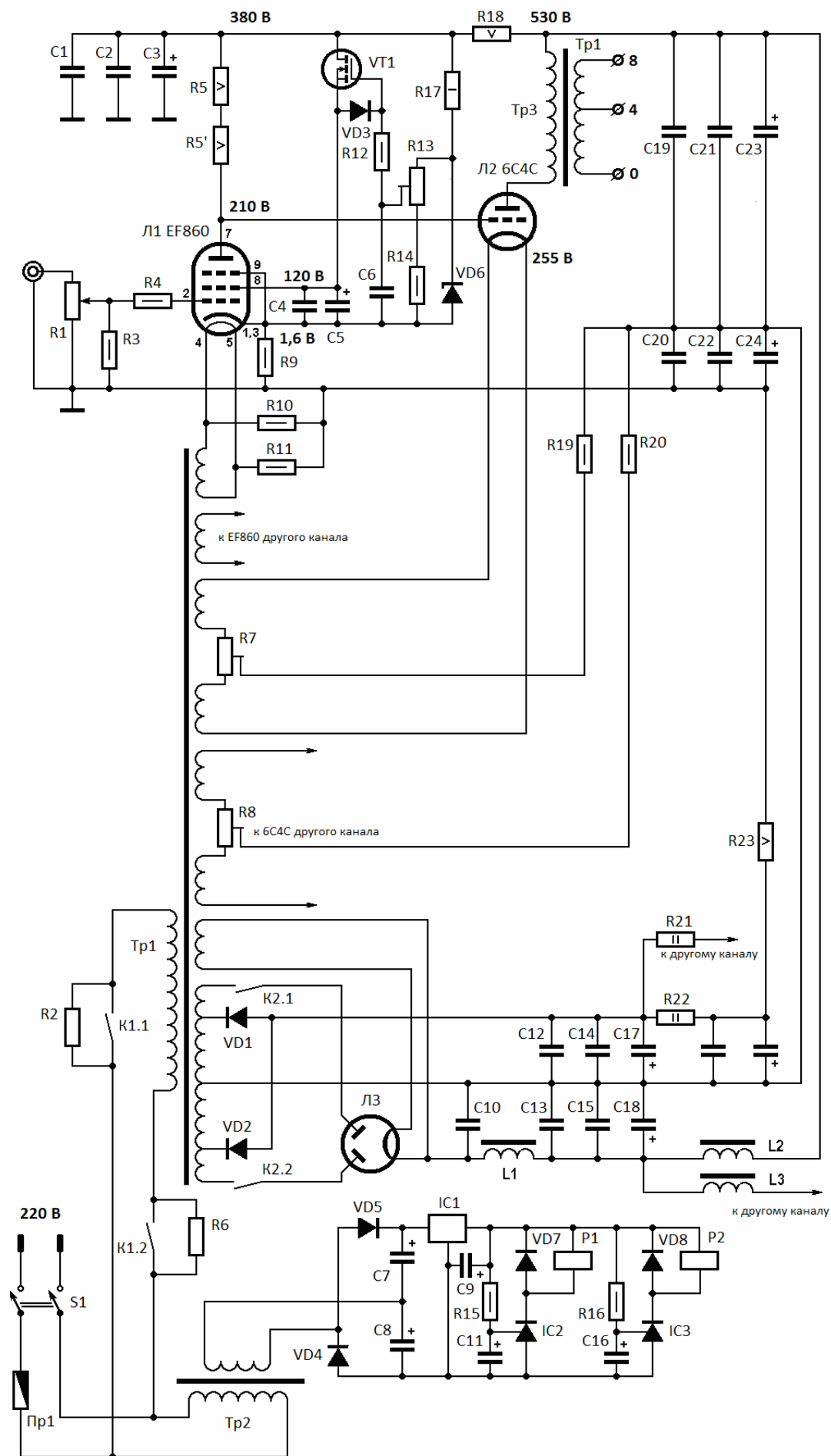


Рис.2. Схема принципиальная электрическая усилителя.

C1, C12, C13, C19, C20,	- 0,01 мкФ, КСО;	R14	- 82 кОм, МЛТ-0,5;
C2, C4, C6, C12, C13, C22,		R15	- 150 кОм, МЛТ-0,5;
C19, C25	- 0,1 мкФ, МКР;	R16	- 300 кОм, МЛТ-0,5;
C3	- 150 мкФх400 В;	R17	- 100 кОм, МЛТ-1;
C5,	- 22 мкФх250 В;	R18	- 12 кОм, (послед. 3 шт. МЛТ-2);
C7, C8	- 1000 мкФх16 В;	R19, R20	- 3,9 Ом, УЛИ-0,5;
C9	- 470 мкФх16 В;	R21, R22	- 820 Ом, МЛТ-2;
C10	- 9 мкФх275 В, полипропилен;	R23	- 470 Ом, МЛТ-2;
C11, C16	- 1000 мкФх10 В;	VD1, VD2	- ВУV26;
C17	- 2200 мкФх350 В;	VD3... VD5	- 1N4007;
C18	- 470 мкФх400 В;	VD6	- ВZХ150;
C23	- 150 мкФх400 В;	VD1, VD2	- 1N4149;
C24, C26	- 150мкФх350 В;		
R1	- 10 кОм, релейный;	VT1	- STP9NK50ZP;
R2, R6	- 300Ом, 10 Вт;	IC1	- 7812;
R3	- 100 кОм, ВС-0,5;	IC2-IC3	- TL431;
R4	- 180 Ом, ВС-0,5;	L1...L3	- Др-2,3;
R5, R5'	- 11 кОм, ERG 5 SJ Matsushita;	Л1	- EF860;
R7, R8	- 0,1 Ом, см. текст;	Л2	- 6С4С;
R9	- 180 Ом, ВС-0,5;	Л3	- 5Ц3С;
R10, R11	- 100 Ом, МЛТ-0,5;		
R12	- 180 Ом, МЛТ-0,5;		
R13	- 100 кОм, многооборотный;		

Из особенностей следует отметить трехступенчатое включение усилителя, активная часть которого выполнена на IC1-IC3.

Включение сетевого выключателя S1 приводит к подаче напряжения сети на сервисный трансформатор Tr2 и через ограничивающие резисторы R2 и R6 на анодно-накальный трансформатор Tr1. Поскольку накалы в холодном состоянии имеют малое сопротивление, потребляемый ими в начальный момент времени ток будет большим. Это приведет к большому падению напряжения на R2 и R6, т. е. к первичной обмотке Tr1 будет приложено пониженное напряжение (практически, 30% номинального). По мере прогрева катодов потребляемый ими ток падает, уменьшается падение напряжения на R2 и R6, а напряжение на первичной обмотке Tr1 растет.

В это время заряжаются конденсаторы C11 и C16. В момент достижения на них напряжением величины 2,5 В открываются выходные ключи м/с IC2 и IC3, что приводит к включению реле P1 и P2. Резисторы R15 и R16 выбраны так, что сначала включится P1, замкнув своими контактами R2 и R6 и подключит первичную обмотку Tr1 к сетевому напряжению (в это время на накалах напряжение равно примерно 5 В), а через 30 сек. включится P2 и подключит анодные обмотки Tr1 к кенотрону. В это время все накалы уже хорошо прогреты (в том числе и кенотрона) и особых проблем с выходом усилителя на режим не возникает. Он готов к работе.

В усилителе применен выходной трансформатор с R а 2,5 кОм. Дроссели питания стандартные от телевизоров - Др-2,3, C10 – корректирующий cosφ от светильников. Остальная комплектация также недефицитна.

Сергей Савчук
2.04.2011г.
г. Винница