

**ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ
R1AA КОМПЕКТОР**

Cristal

Часть 2

Евгений Карпов

Схема

Схема одного канала корректора и вспомогательных общих цепей показана на рисунке 6. Второй канал совершенно идентичен. Реле второго канала, управляющие характеристиками коррекции, подключены параллельно соответствующим реле первого, для управления низкочастотным фильтром используются разные контактные группы одного реле.

О первом каскаде, собственно, нечего особенно говорить. Классический резистивный каскад с фиксированным смещением и минимумом компонентов. Такой аскетизм позволяет в полной мере использовать хорошие шумовые характеристики лампы. Собственная входная емкость каскада около 90pF.

С выхода первого каскада сигнал поступает на частотно задающие цепи через емкости C4, C5 и резистор R8. Большая величина разделительной емкости способствует снижению уровня шумов корректора в области самых низких частот, для этих же целей сеточный резистор (R7) лампы VL2:1 установлен перед частотоподающей цепью. Резистор R8 приводит выходное сопротивление первого каскада к величине 3 кΩ (типичное значение колеблется в пределах 2.2÷2.5 кΩ). Параметры частотоподающей цепи рассчитаны, исходя из нормированного значения выходного сопротивления.

Из схемы ясно, что реле K1 коммутирует основную и дополнительную частотоподающие цепи, а реле K2 модифицирует характеристику основной частотоподающей цепи от eRIAA к RIAA. В следующих модификациях корректора число дополнительных частотоподающих цепей было увеличено до четырех. Следует иметь в виду, что для коммутации реле надо использовать переключатель с безразрывным переключением, чтобы избежать повисания сетки лампы VL2:1 в воздухе.

Как уже говорилось ранее, второй каскад – это усилитель с катодной связью (VL2). Его маленькая и стабильная входная емкость обеспечивает благоприятные условия работы частотоподающей цепи и значительно уменьшает динамические частотные и фазовые искажения корректора.

Для повышения линейности каскада и увеличения размаха выходного напряжения усилительная лампа (VL2:2) работает с динамическим питанием. Источник динамического питания организован на транзисторе VT1. Режим работы каскада задается источником тока (VT2, VD1, R20), делителем (R24, R25) в цепи затвора VT1 и резистором R18. Параметры всех компонентов согласованы, а режим каскада оптимизирован для лампы 6Н1П (также хорошо подходит для 6Н23П и ее аналогов). Транзистор VT1 возбуждается через емкость C14 непосредственно с выхода оконечного повторителя. Каскад обладает интересным свойством: при перегрузке выхода автоматически падает коэффициент усиления, и выходной ток повторителя плавно ограничивается.

Величина разделительной емкости между вторым каскадом и оконечным повторителем определяет характеристику корректора в области низких частот. Фактически, эта емкость совместно с резистором R28 образуют фильтр, частота среза которого определяется состоянием реле K3. Резистор R23 служит для выравнивания потенциалов и исключения щелчков при коммутации реле.

В выходном повторителе используется автоматическое смещение, которое задается резисторами R31 и R32 (соответственно, ток покоя повторителя устанавливается резистором R32). На сетку лампы оно поступает через фильтр R29, C22. Постоянная времени фильтра выбрана очень большой – порядка 50 секунд. Это позволяет практически полностью исключить паразитную модуляцию напряжения смещения выходным сигналом. Обратной медалью большой постоянной времени фильтра является большое время входа каскада в режим. Для снижения напряжения на аноде лампы повторителя до допустимого значения, используется стабилитрон VD8.

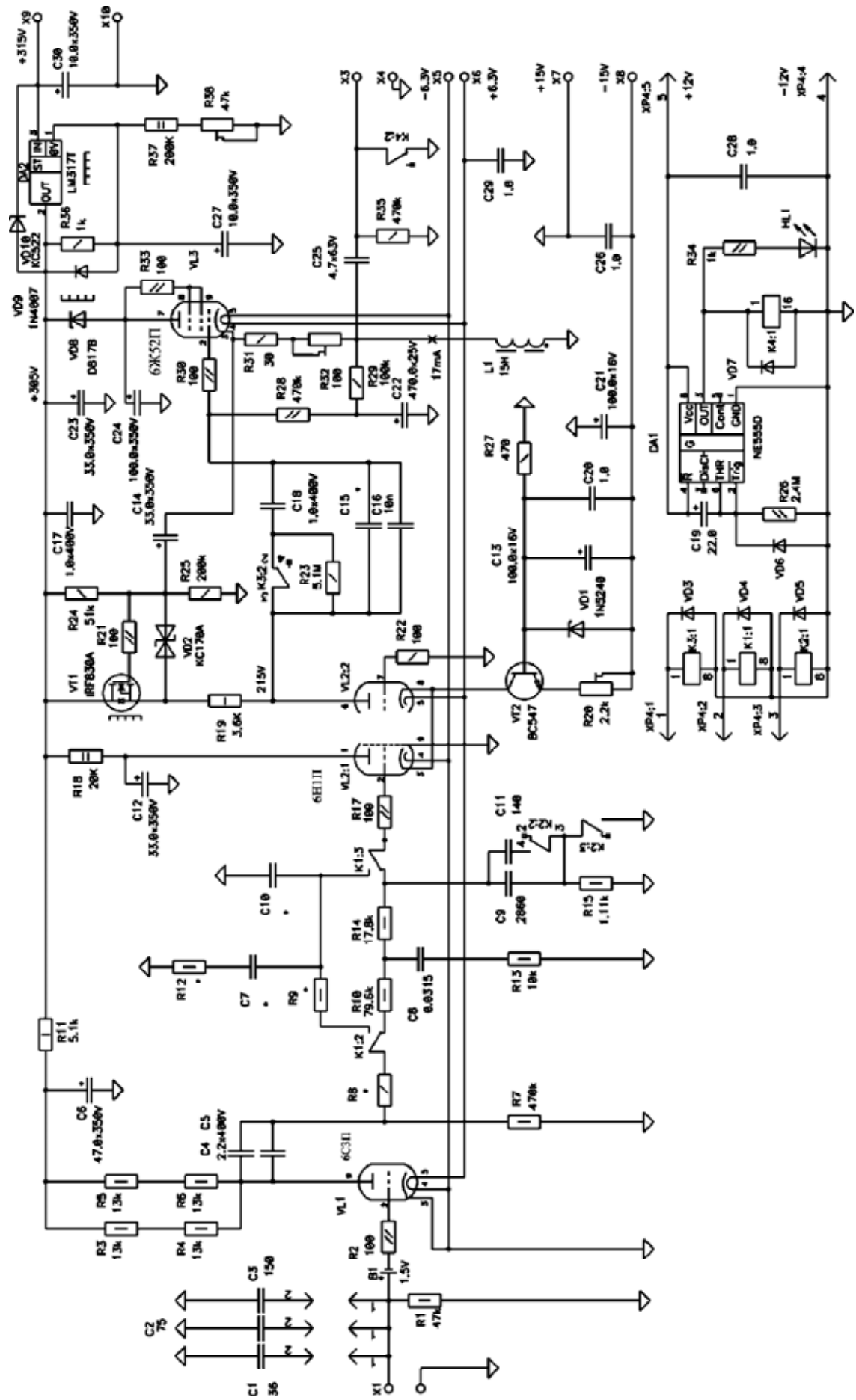


Рисунок 6

Использование стабилитрона вместо резистора позволяет исключить паразитную модуляцию анодного напряжения повторителя в области самых низких частот. Выходной сигнал снимается непосредственно с дросселя через емкость C25.

Канальный стабилизатор анодного напряжения выполнен в виде взвешенного источника на трехвыводном стабилизаторе DA2. Стабилитрон VD10 и диод VD9 защищают микросхему при пуске корректора и при перегрузках.

Реле, размыкающее выход корректора после окончания переходных процессов, управляется таймером DA1, включенным по стандартной схеме. Время задержки таймера около 120 секунд.

Схема источника питания приведена на рисунке 7. Собственно, сами стабилизаторы никаких особенностей не имеют. Основная особенность источника - это использование в основных каналах выпрямителей с фильтрами, начинающимися с индуктивности. Это позволяет значительно снизить уровень шума, генерируемого источником, но приводит к усложнению конструкции трансформатора. Сам силовой трансформатор выполнен симметричным, с двойным электростатическим экранированием и частичным магнитным экранированием (в соответствии с рекомендациями, приведенными в [1]). Следует иметь в виду, что каждый канал источника подключен к корректору двумя проводами, а общая точка образуется непосредственно на плате корректора. Корпуса блоков соединены отдельным проводом, а сам межблочный кабель должен быть экранирован и подключен к корпусам с обеих сторон.

Детали

Во входном каскаде используются прецизионные пленочные нихромовые резисторы типа MF25 (Royalohm). В частотоподающих цепях используются прецизионные (не хуже 0.5%) металлодиэлектрические резисторы типов C2-29, C2-36, группа А, с уровнем шумов не более $1\mu\text{V/V}$. Если точность резисторов хуже, то надо произвести попарный подбор для каналов. В остальной части схемы корректора использовались резисторы типа MOR, MGR (Royalohm) и C2-23. Тип резисторов в источнике питания не критичен, только следует обратить внимание на стабильность резисторов в цепях делителей, задающих выходное напряжение (R4, R8, R15, R16). Подстроечные резисторы R20, R38 типа RJ24 (Bourns) резистор R32 – СП5-2.

Непосредственно в цепи сигнала используются конденсаторы типа МКР10, FKP1 (WIMA). В частотоподающих цепях используются прецизионные емкости типа СГМ-1А, К31-11, К71-7. Если точность емкостей хуже 0.5%, то желательно сделать попарный подбор. Тип пленочных емкостей, находящихся в цепях питания, не столь принципиален. Конечно, желательно выбирать емкости с минимальным значением тангенса потерь. Типы электролитических емкостей в цепях питания, в общем, тоже не являются особо критичными. Хорошо работают емкости стандартных серий большинства производителей.

Хочу обратить внимание читателей, что используемые полупроводниковые компоненты должны быть высокого качества. Имеется в виду, что если на транзисторе написано IRF830, то он должен быть изготовлен компанией IRF, а не неизвестно, кем. Особое внимание надо обратить на качество стабилитрона VD1 (Рис. 6). От его кратковременной стабильности и уровня шумов существенно зависят шумовые характеристики всего корректора.

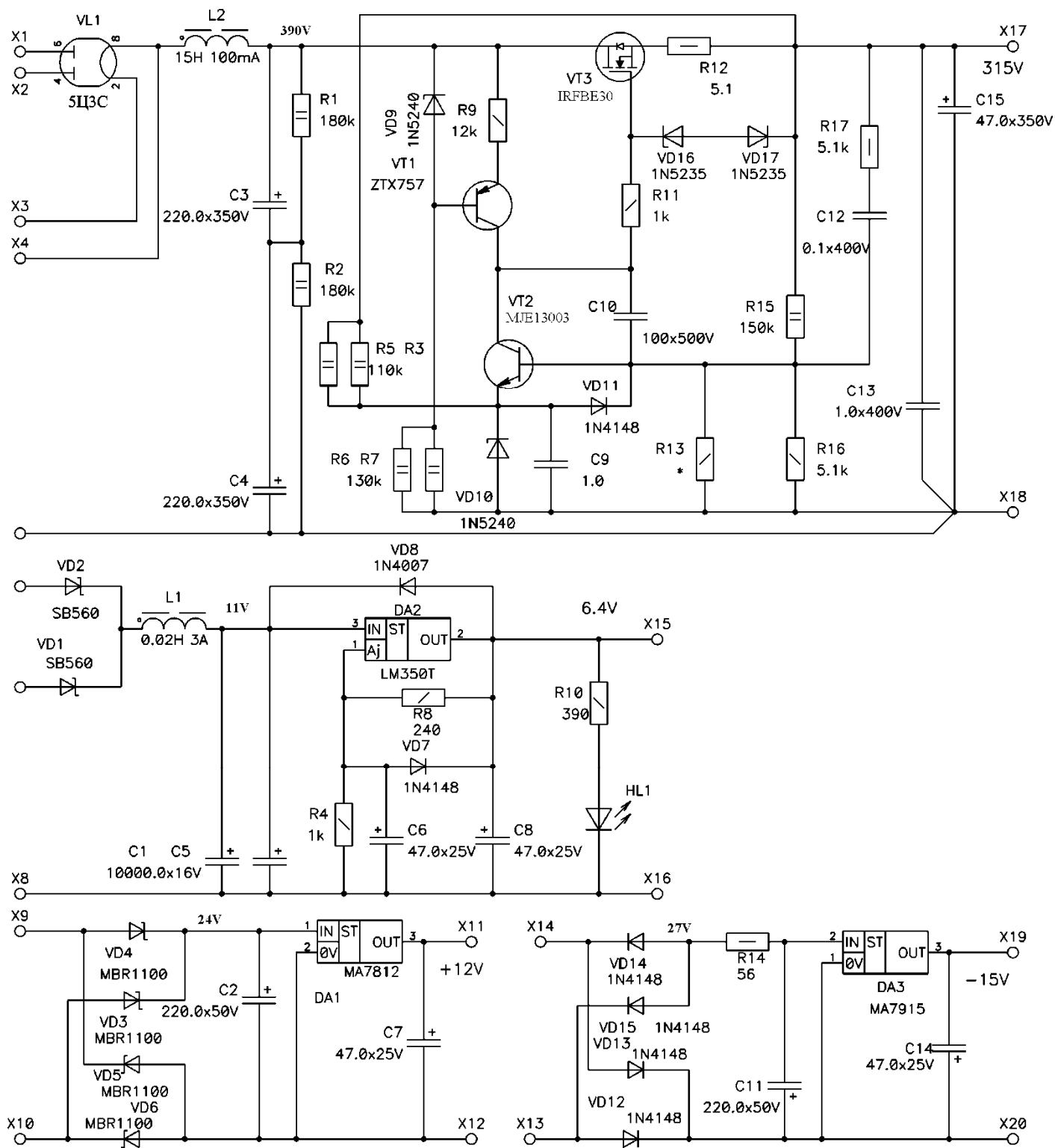


Рисунок 7

Если у вас имеются малейшие сомнения в «родословной» этого стабилизатора, то лучше использовать стабилизаторы типа KC191A.

Реле, которые непосредственно коммутируют низковольтные сигналы, типа IM06GR (Тусо), приблизительно равноценная замена – G5V2 (Omron). Особых требований к качеству реле К4 нет.

К выходному дросселю повторителя предъявляются очень жесткие требования. Индуктивность дросселя должна быть не менее 15H, собственная емкость обмотки - не более 15pF, эквивалентная емкость дросселя в экране - не более 100pF, ток подмагничивания - 25÷30mA.

Дроссель фильтра анодного источника тоже заказной. Но можно попробовать использовать стандартный дроссель типа Д51-20-0.14 или набрать необходимую индуктивность, включив несколько дросселей последовательно. Дроссель фильтра источника накала – Д61В -0.02-3.

Приводить точные данные и конструкцию выходного дросселя и силового трансформатора нет особого смысла. В обоих устройствах используются нестандартные сердечники. Для выходного дросселя используется сталь 3424 с толщиной листа 0.35мм, катушка имеет глубокое вертикальное секционирование.

Еще раз хочу напомнить, что лампы в каналы подбираются попарно, так как никаких средств подстройки усиления в каналах нет. При подборе ламп следует обратить особое внимание на лампу 6Ж52П. По неясным пока для меня причинам, некоторые экземпляры ламп категорически отказываются нормально работать в такой схеме, хотя в стандартном включении работают нормально.

Настройка

Если все собрано правильно и использованы рекомендованные компоненты, налаживание устройства не вызывает трудностей.

1. Подключить к источнику эквиваленты нагрузок и проверить выходные напряжения, подстроить выходные напряжения источника анодного (R13) и накального (R4) напряжения.
2. Закоротить резистор R8. Закоротить вход корректора. Установить в среднее положение движки подстроечных резисторов. Подать напряжение на корректор.
3. Установить выходное напряжение канального стабилизатора анодного напряжения (R38).
4. Установить режим работы второго каскада (R20) и ток покоя выходного каскада (R32).
5. Дать корректору поработать минут 20 и подкорректировать режимы.
6. Удалить перемычку с резистора R8. Измерить выходное сопротивление первого каскада. Впаять дополнительный резистор, приводящий его выходное сопротивление к $3\text{k}\Omega$.
7. Дать корректору поработать в течение часа, проверить режимы, подкорректировать при необходимости.
8. Измерить фактические характеристики корректора – коэффициент усиления, уровень шума, соответствие частотных характеристик заданным.
9. Установить перемычками необходимую входную емкость.
10. Подключить корректор к проигрывателю и с помощью измерительной пластинки проверить сквозную характеристику тракта. В случае необходимости, скорректировать значение входной емкости корректора.
11. Наслаждаться музыкой.

Литература

1. Карпов Е.В., Подавление шума сети, 2009.