

**RIAA KOPPEKTOP**

*Crystal Light*

*Евгений Карнов*

После завершения работы над базовой версией корректора, прослушиваний, сбора и анализа отзывов интерес к этому вопросу у меня поутих – возможности такой структуры были понятны. Вернуться к этому вопросу меня подтолкнуло общение с посетителями сайта. Погоня за звуком и некоторая склонность к перфекционизму, с одной стороны, – таки позволило получить отличные параметры, но с другой стороны – сделало корректор очень трудоемким в изготовлении и весьма дорогостоящим.

Теоретически, устройство можно повторить и в любительских условиях, но практически – это мало-реально. Возник спортивный интерес: по возможности не потеряв в качестве звука, сделать корректор, не скажу проще, но более простым в изготовлении и менее дорогостоящим.

## Схема корректора

Собственно схема самого корректора претерпела минимальные изменения (рисунок 1). Были исключены все дополнительные цепи формирования частотных характеристик с коммутирующими реле, немного изменена схема входного и выходного каскада.

Во входном каскаде батарейное смещение было заменено на автоматическое (R3, C1, C3). Это удобнее с эксплуатационной точки зрения и упрощает подбор ламп в пары. Теперь есть возможность немного подстроить режим работы лампы по факту. Приобретение качественной шунтирующей емкости не представляет особой сложности.

Второй каскад остался без изменений. В выходном повторителе катодный дроссель был заменен на каскадный источник тока (VT3, VT4). Это практически не сказалось на звуковых качествах каскада, но привело к незначительному уменьшению максимального выходного напряжения, которое теперь определяется напряжением отрицательного источника питания. Теоретически, можно было еще немного упростить схему и попутно избавиться от разделительной емкости C14. Но хотелось все же сохранить и возможность реализации инфразвукового фильтра (за счет уменьшения C14), и возможность (при незначительном изменении схемы) использовать выходной каскад независимо. Это позволяет реализовать на базе корректора полноценный предварительный усилитель.

Объективные параметры корректора приведены ниже.

<b>Коэффициент усиления (1kHz)</b>	<b>≈ 100</b>
<b>Рекомендуемый уровень входного сигнала</b>	<b>2÷5mV</b>
<b>Входное сопротивление</b>	<b>47kΩ±0.1%</b>
<b>Входная емкость (регулируемая)</b>	<b>90÷370pF</b>
<b>Коэффициент нелинейных искажений (1kHz, U<sub>out</sub>=0.5V<sub>rms</sub>)</b>	<b>0.02%</b>
<b>Уровень шума (не взвешенный)</b>	<b>-65dB</b>
<b>Уровень фона</b>	<b>-63dB</b>
<b>Уровень перекрестной помехи (20Hz - 20 kHz)</b>	<b>-80dB</b>
<b>Перегрузочная способность</b>	<b>+38dB</b>
<b>Максимальное выходное напряжение</b>	<b>33V<sub>rms</sub></b>
<b>Коэффициент нелинейных искажений (1kHz, U<sub>out</sub>=33V<sub>rms</sub>)</b>	<b>1%</b>
<b>Выходное сопротивление</b>	<b>≈ 50Ω</b>
<b>Минимальное сопротивление нагрузки</b>	<b>10kΩ</b>
<b>Встроенные характеристики коррекции</b>	<b>eRIAA</b>
<b>Отклонение характеристики от стандартной (20Hz - 50 kHz)</b>	<b>±0.07dB</b>
<b>Напряжение питания</b>	<b>220VAC±10%</b>
<b>Потребляемая мощность</b>	<b>100VA</b>
<b>Время до готовности к работе</b>	<b>100s</b>
<b>Температура эксплуатации</b>	<b>+10÷+30C°</b>
<b>Размер блока</b>	<b>320x250x120мм</b>
<b>Вес</b>	<b>7.2кг</b>

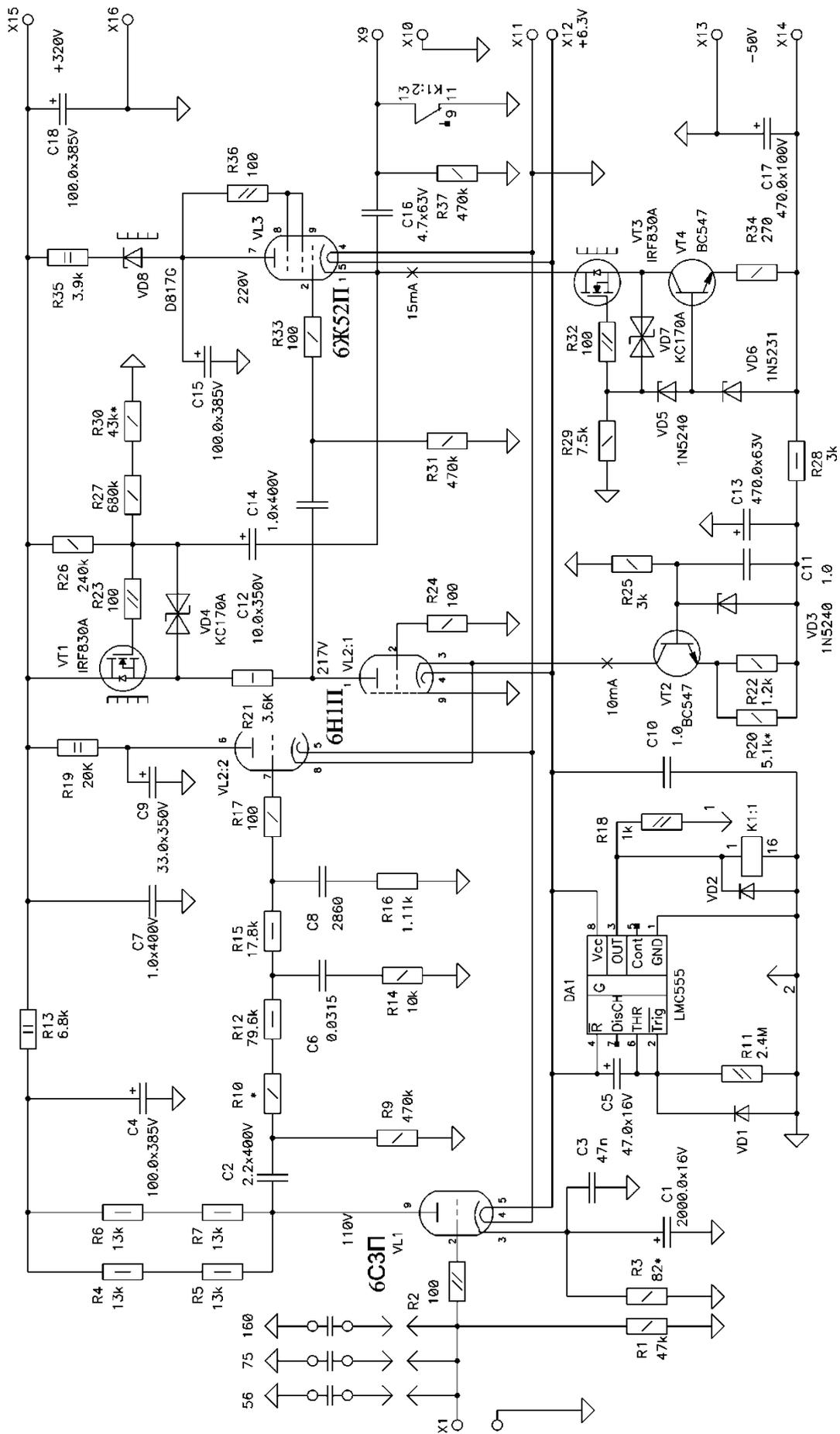


Рисунок 1

## Источник питания

Основные изменения коснулись источника питания. В корректоре использован групповой стабилизатор. Так как средний потребляемый корректором ток по всем каналам постоянен, то стабилизируется напряжение непосредственно на первичной обмотке силового трансформатора. Это, конечно, значительно упрощает схему источника, но делает устройство более чувствительным к нестабильности сети. По своим свойствам система питания занимает промежуточное положение между классическим и полностью стабилизированным источником. Медленные изменения сети компенсируются полностью, кратковременная нестабильность подавляется частично. Экран между первичной и вторичной обмоткой силового трансформатора достаточно эффективно подавляет высокочастотные шумы и уменьшает паразитные емкостные связи через сеть. В большинстве случаев (конечно, если у вас за стеной не работает мощный тиристорный привод) этого вполне достаточно для минимизации влияния параметров сетевого напряжения на звук.

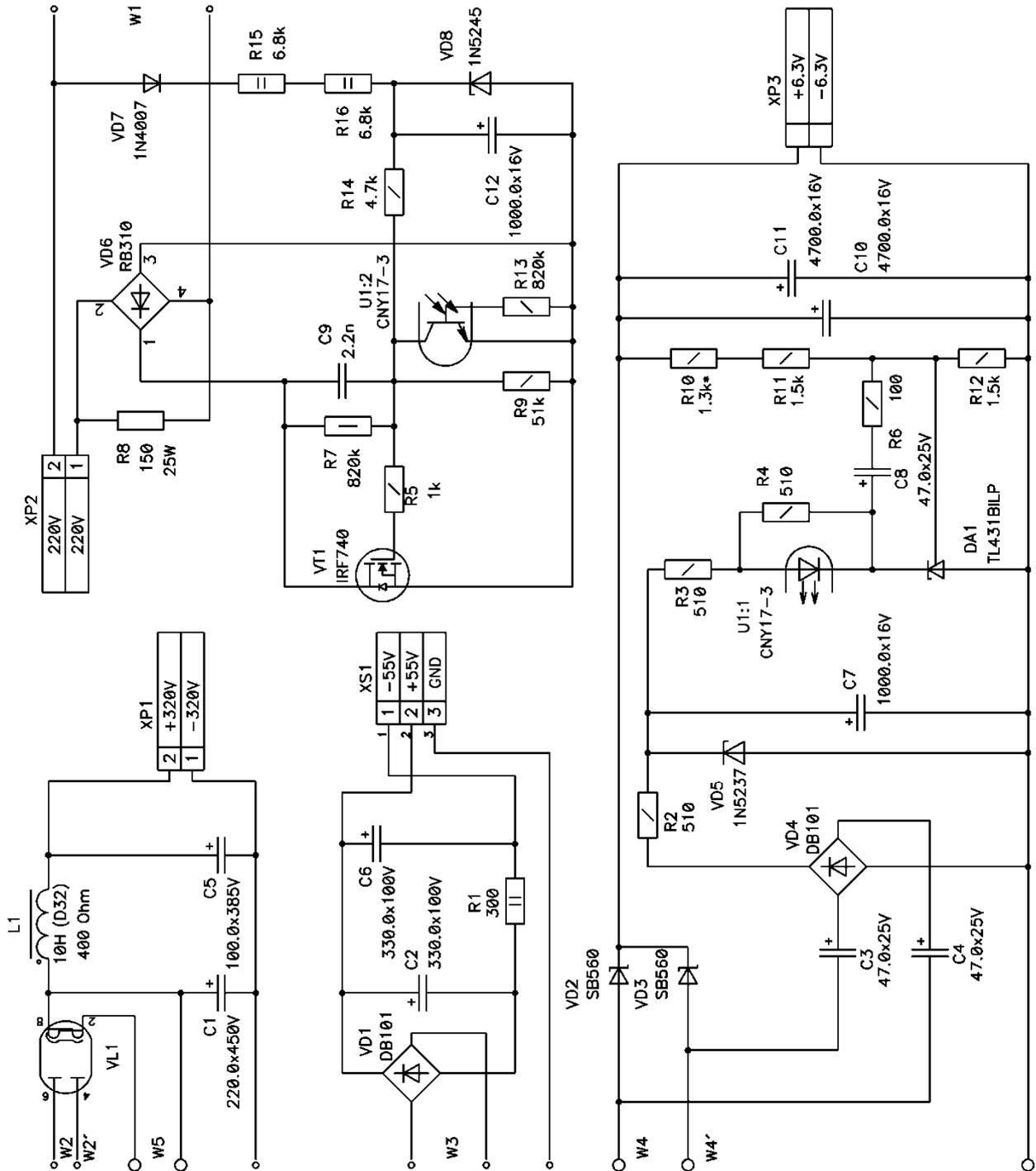


Рисунок 2

Основные каналы выпрямителей выполнены со средней точкой и особенностей не имеют. Сам стабилизатор состоит из двух частей. Регулирующий элемент (VT1) расположен с первичной стороны трансформатора и управляется через оптическую развязку (U1). Система управления расположена с вторичной стороны и реализована на микросхеме DA1, ведущий канал – напряжение накала. Для повышения стабильности работы системы регулирования при значительных колебаниях сетевого напряжения микросхема питается повышенным напряжением от выпрямителя с удвоением напряжения (VD4, C3, C4).

Силовой трансформатор намотан на сердечнике Ш36х30 из стали 3410. Обмоточные данные приведены в таблице, обмотки намотаны в том же порядке, как и перечислены. Намотка рядовая, экран изготовлен из медной ленты толщиной 0.3мм, после сборки и проверки трансформатор пропитывается лаком МЛ-92 и запекается при высокой температуре.

Обмотка	Число витков	Провод
W1	700	ПЭТ-150, Ø 0.47мм
Экран		
W2	1260	ПЭТЛВ-2, Ø 0.22мм
W2'	1260	ПЭТЛВ-2, Ø 0.22мм
W3	260	ПЭТЛВ-2, Ø 0.22мм
W4	25	ПЭТ-150, Ø 0.83мм
W4'	25	ПЭТ-150, Ø 0.83мм
W5	21	ПЭТ-150, Ø 0.9мм

Следует иметь в виду, что параметры источника питания и токи потребления корректора (по всем каналам), строго согласованы.

### Конструкция и детали

Устройство собрано в одном корпусе, который разделен на две части экранирующей перегородкой из толстой стали (рис. 3).

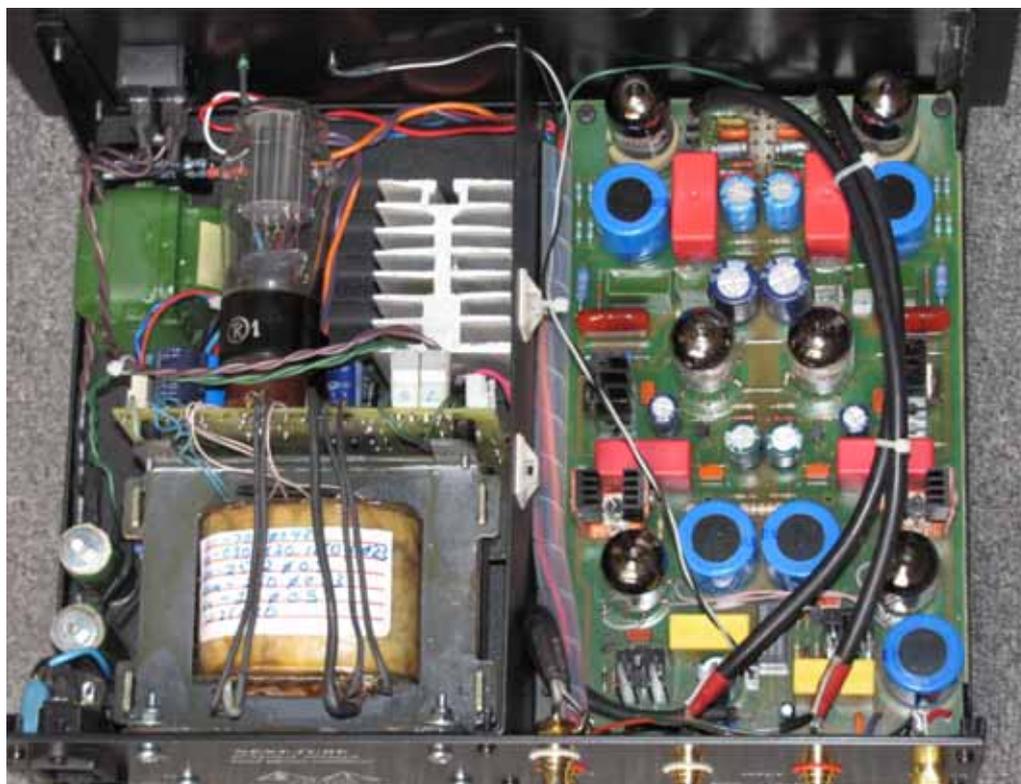


Рисунок 3

В одном отсеке размещена плата корректора, а во втором – источник питания. В корпусе должно быть предусмотрено достаточное количество жалюзи для охлаждения. Единственно, желательно не делать жалюзи ни сверху, ни снизу непосредственно над первым каскадом и цепями коррекции.

Вся электроника источника собрана на одной печатной плате, которая закреплена на трансформаторе. Крупногабаритные компоненты закреплены непосредственно на несущем поддоне корпуса. Трансформатор устанавливается на корпус через виброизолирующие резиновые втулки и жесткого контакта с корпусом не имеет. Транзистор регулятора устанавливается на охладитель с площадью  $400 \div 500 \text{ см}^2$  (при наличии жалюзи над и под ним). Так как транзистор находится под потенциалом сети, то используется двойная изоляция – транзистор изолирован от радиатора, а сам радиатор изолирован от корпуса проходными втулками. Каких-либо особых требований к деталям источника не предъявляется.

Схема корректора также полностью собрана на одной печатной плате. Использование печатной платы не обязательно, но желательно, так как схема чувствительна к компоновке и разводке. Сама плата установлена на виброизолирующих стойках и не имеет жесткой связи с корпусом. Транзисторы VT1, VT3 устанавливаются на радиаторах с площадью  $20 \div 30 \text{ см}^2$ , для стабилитрона VD11 необходим охладитель с площадью не менее  $50 \text{ см}^2$ . Требования к компонентам, по которым непосредственно протекают сигнальные токи, достаточно жесткие. Во входном каскаде используются резисторы типа CFR, MF (Royal Ohm) с малым уровнем собственных шумов, в остальных каскадах MGR, MOR, C2-23 (группы А). В частотоподающей цепи - MF, C2-36, C2-29, C2-14 (группы А) с точностью не хуже 0.5%. Конденсаторы, задающие входную емкость корректора, слюдяные с точностью не хуже 5% и отобранные в пары, разделительные емкости – МКР10, МКР4, МРВ (Vima). В частотоподающей цепи можно использовать емкости К71-7, К31-10, СГМ-А с погрешностью не хуже 1%, в принципе, можно использовать и емкости меньшей точности. В таком случае придется подбирать конденсаторы по номиналу. Конденсаторы в цепи катода первой лампы и фильтрах питания – Philips (серия LL).

Такой подбор компонентов близок к оптимальному по соотношению цена–качество. Здесь можно двигаться в обе стороны – как к использованию более дорогостоящих элементов, что ничего принципиального, кроме морального удовлетворения, не даст. Так и в сторону удешевления, но здесь важно не перегнуть палку. Если типы резисторов не столь принципиальны, то разделительные емкости должны быть пленочными и подбираться, исходя из минимальной величины тангенса потерь. Вообще, 99% ответов на вопросы: «А насколько этот компонент подходит?», - лежит в справочниках, и я вам настоятельно рекомендую туда заглядывать. На рисунке 4 показано, как выглядит корректор и предварительный усилитель на его базе.



Рисунок 4

## Наладка

Наладка начинается с источника питания. Обязательным требованием является наличие подключенных ко всем каналам эквивалентов нагрузок. Изъяв кенотрон и отключив обмотку канала отрицательного напряжения, настраивают стабилизатор напряжения накала. Подбором резисторов R10 на выходе канала устанавливают напряжение 6.3 вольта. Восстановив соединение и установив кенотрон, включают источник и проверяют напряжение на выходах остальных каналов. Выходные напряжения могут отличаться от указанных на  $5 \div 7\%$ .

При монтаже резистор R10 не устанавливают, а свободный вывод R12 заземляют. На плату подают отрицательное напряжение питания ( $40 \div 50$  вольт) от лабораторного источника и устанавли-

вают ток источника тока на транзисторе VT2 (подбором R20) и источника тока на транзисторах VT3, VT4 (подбором R34). Для контроля тока выход источника тока просто замыкается через миллиамперметр на общий провод.

После установки токов на корректор подается питание от штатного источника и, в случае необходимости, подстраиваются напряжения на аноде VL1 (R3) и аноде VL2:1 (R20). После этого измеряют выходное сопротивление первого каскада и впаивают резистор R10 с номиналом, дополняющим выходное сопротивление лампы до 3кОм (перемычку на общий провод удаляют).

Заключительным этапом является снятие его объективных характеристик по полной программе.

## Заключение

В общем, я доволен полученным результатом. Определить на слух, какой корректор работает, довольно проблематично. Скорее, это напоминает процесс угадывания, а не уверенного определения устройств. Корректор практически не вносит искажений и не окрашивает звук, малочувствителен к качеству межблочного кабеля. Это дает интересный результат: в хороших системах со сбалансированным трактом достоинства системы только подчеркиваются, если существуют в тракте какие-то проблемы, они становятся более явными.

В заключение хочу сказать, что описанный корректор является прототипом серийно выпускаемого устройства с улучшенными параметрами. Корректор выпускается фирмой [Ankor](#) под торговым названием – «Crystal Prima».

## Литература

1. Евгений Карпов, [Высококачественный RIAA корректор Crystal](#), интернет издание – 2010.
2. Евгений Карпов, [Стабилизированный источник питания лампового усилителя](#), интернет издание - 2006.