

Предварительный усилитель Lynx P05

Около пяти лет назад был разработан предварительный усилитель Lynx 03. Наряду с несомненными достоинствами, такими, как крайне низкий уровень всех видов искажений, малый собственный шум, великолепное субъективное качество звучания, этот предварительный усилитель обладал и рядом недостатков – высокой стоимостью, сложной многоблочной конструкцией, наличием труднодоступных компонентов, недостаточно продуманной системой коммутации релейного аттенюатора. Конструктивные недостатки Lynx 03 впоследствии были устранены в более сложной модели Lynx P45, однако, этот предусилитель при всех его звуковых и эстетических достоинствах и отличном звучании, получился еще более сложным и дорогостоящим, нежели предшествующая модель.

Желание создать более доступное по цене устройство, без особого ущерба качеству звучания, вполне логично привело к разработке относительно простой модели «одноплатного» предварительного усилителя Lynx 05 идентичного по схемотехнике усилительной части «старшему брату» Lynx 03, но с упрощенной системой коммутации и регулирования уровня. В 05-й модели вместо дискретного релейного L-аттенюатора, лучшего из всех возможных устройств регулировки уровня звукового сигнала, использовался обычный потенциометр ALPS RK27 (либо RK18), не применялось разделение питания по каналам, и в композитном усилителе использовалась одна AD823 на оба канала. Эксплуатация нескольких экземпляров Lynx P05 в течение года с небольшим показала хорошие звуковые и потребительские качества этого устройства при относительно невысокой стоимости и малых габаритных размерах. Ряд сравнений с достаточно дорогими и известными предварительными усилителями продемонстрировал уверенное превосходство предусилителя Lynx P05 над аналогичными промышленными устройствами стоимостью в несколько тысяч у.е.

Однако, P05 также был не лишен некоторых конструктивных недостатков, связанных, в первую очередь, с тем, что это устройство разрабатывалось в первую очередь, как экспериментальный образец. После устранения этих недостатков, а также полной переработки печатной платы, была разработана и изготовлена вторая версия предварительного усилителя Lynx P05, сохранившая простоту и малые габариты своего предшественника, но при этом более универсальная в применении и эксплуатации и обладающая рядом дополнительных потребительских удобств. В Lynx P05V2 предусмотрена возможность использования различных типов регуляторов уровня – как обычных потенциометров ALPS RK18, RK27, так и дискретных регуляторов DACT. Вход и выход устройства имеют задержку подключения сигнала, что гарантирует отсутствие слышимых в АС щелчков при включении предварительного усилителя при работающем усилителе мощности. Как и предыдущие устройства, Lynx P05V2 выполнен на основе т.н. «композитного» усилителя, позволяющего объединить достоинства операционных усилителей разных типов. Для усилителей подобного типа характерен очень низкий уровень искажений, высокая нагрузочная способность, с одной стороны (определяется выходным буферным ОУ) и малые напряжения и токи смещения – с другой (определяются практически лишь свойствами входного ОУ). Выбрав соответствующий тип входного ОУ и цепь внутренней коррекции, можно получить устойчивые конфигурации с общим коэффициентом передачи от +1. Но режим повторителя является крайне неблагоприятным для входного каскада первого ОУ из-за большой величины синфазного сигнала на его входе, что приводит к появлению дополнительных искажений как непосредственно в самом ДК из-за изменения его режима, связанного с неидеальностью источника тока, питающего ДК, так и за счет вторичных эффектов, напр., модуляции емкости затвор-подложка ПТ дифференциального каскада. Поэтому для буферного усилителя выбран коэффициент усиления 10дБ, позволяющий снизить синфазное входное напряжение, обеспечить гарантированную устойчивость схемы и гладкую переходную характеристику. При этом сама величина усиления относительно невелика и не требует принятия мер по дополнительному ослаблению сигнала даже при работе от источников с высоким выходным напряжением.

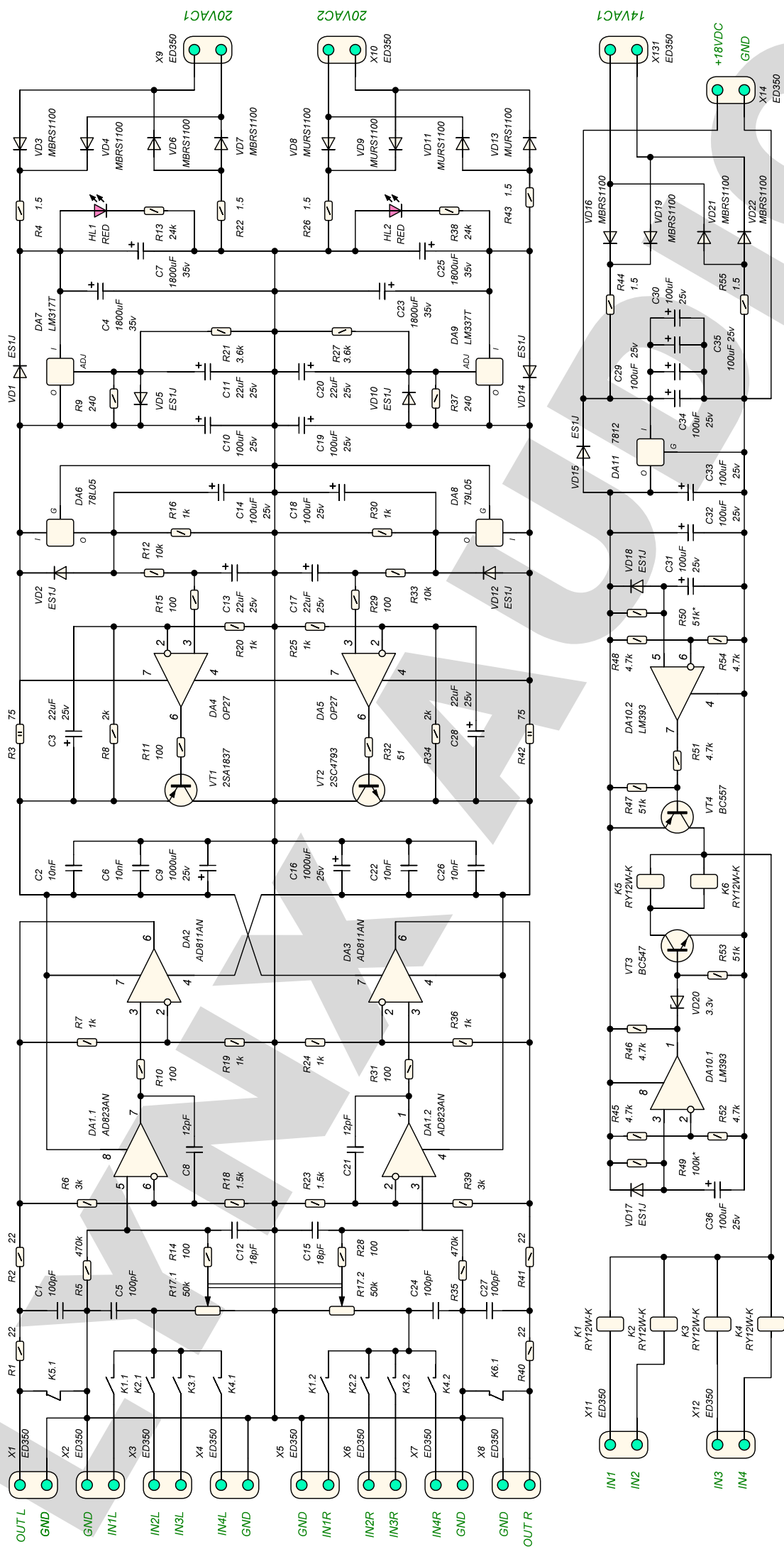


Рис.1

LYNX
AUDIO



Linear Preamplifier Lynx P05

02.02.2011

Принципиальная схема устройства приведена на рис.1. Сигнал с выбранного с помощью релейного коммутатора входа поступает на потенциометр (обычный или дискретный) регулировки уровня, а с его движка – на вход композитного усилителя. В качестве первого ОУ применен прибор типа AD823, характеризующийся очень низкой входной емкостью, большим запасом устойчивости и низкими искажениями. Буферный каскад с коэффициентом передачи 6дБ выполнен на ОУ с ТОС типа AD811, обладающим очень малыми собственными искажениями и достаточно мощным выходным каскадом, способным работать на нагрузку 150...200 Ом без существенного роста уровня гармоник. Эта пара в композитном усилителе представляется наиболее удачным вариантом, как с точки зрения технических свойств, так и по субъективному звучанию из более чем 20 опробованных в процессе разработки вариантов. Вход и выход усилительного каскада защищены от высокочастотных помех ФНЧ первого порядка. Питание усилительных каскадов осуществляется от параллельных малошумящих стабилизаторов структуры ИОН - ФШ – ОУ, хорошо зарекомендовавших себя при питании аналоговых каскадов высококачественных ЦАП и предварительных усилителей. В свою очередь, для обеспечения устойчивого теплового режима, параллельные стабилизаторы получают питание от типовых стабилизаторов на LM317/LM337. Выпрямители питания выполнены на диодах Шоттки и снабжены резисторами ограничения импульсов тока заряда конденсаторов фильтра.

Предусилитель оснащен простой, но эффективной системой автоматики – она обеспечивает задержку на несколько секунд подачи питания на реле коммутатора входов и несколько большую задержку отключения выхода устройства от общего провода. Для формирования требуемых временных интервалов применены несложные реле времени на компараторах и времязадающих RC-цепочках. Питание реле времени и входных реле осуществляется от собственного выпрямителя и стабилизатора.

Конструктивно предварительный усилитель выполнен на четырехслойной печатной плате, где размещены все элементы схемы, включая регулятор уровня, выпрямители, фильтры и стабилизаторы питания. Применение многослойной платы (по сравнению с двухслойной в первой версии) позволило в значительной степени уменьшить уровень наводок и помех на устройство и оптимизировать трассировку линий питания.

Внешний вид платы предусилителя Lynx P05V2 приведен на рис. 2:

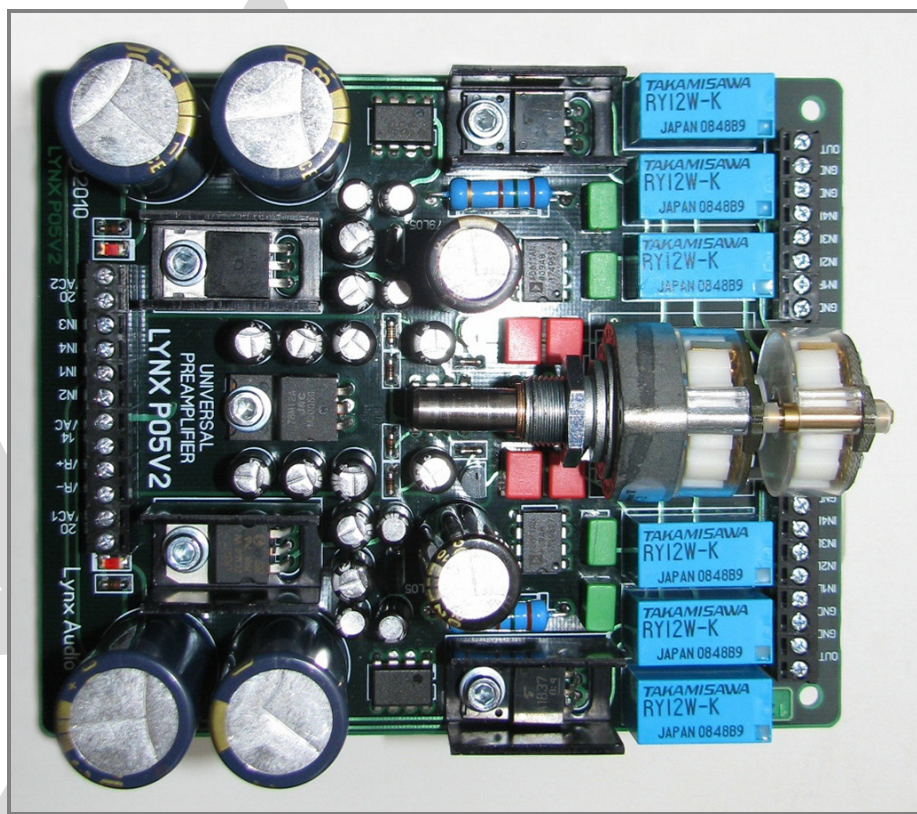


Рис. 2 Внешний вид платы предусилителя Lynx P05V2

Вид возможной реализации конструкции предварительного усилителя (автор – Андрей Попцов aka Denim) приведен на рис. 3:

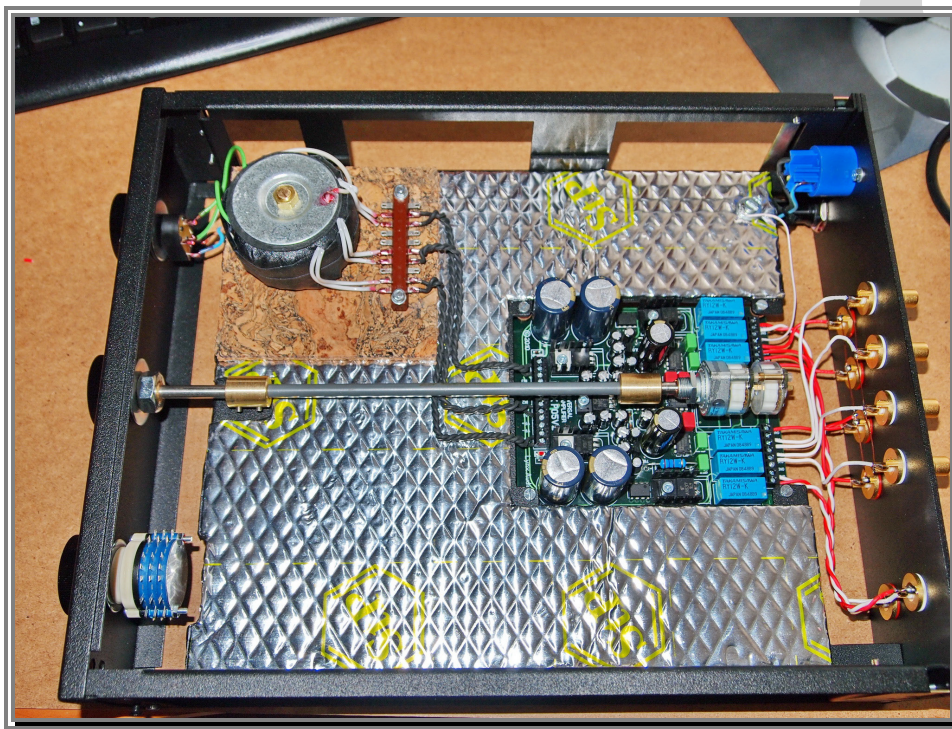


Рис. 3 Вид возможного варианта конструкции предусилителя Lynx P05V2

Габаритные размеры платы составляют 122.5 x 100 мм.

В устройстве применены электролитические конденсаторы Panasonic серий FC, FM и NHG, пленочные конденсаторы Wima FKP2, резисторы MELF типов 0204 и 0207 производства Vishay, керамические конденсаторы типоразмера 1206 группы NP0. Микросхемы первичных стабилизаторов напряжения и регулирующие транзисторы параллельных стабилизаторов размещены на небольших радиаторах, в частности, возможно применение радиаторов UK145 Fischer.

Исследованный экземпляр данного усилителя обладал следующими параметрами:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Диапазон воспроизводимых частот при неравномерности АЧХ не более +/-1дБ, Гц | 0.....300000 |
| 2. Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс | 60 |
| 3. Уровень гармонических искажений при выходном напряжении +/- 3В, на частотах 100Гц, 1000Гц и 10000Гц и нагрузке 1кОм дБ, менее | -116 |
| 5. Уровень шумов и помех на выходе, дБ, менее | -120 |
| 6. Выходное сопротивление (с выходным защитным фильтром), Ом | 45 |

Спектрограмма сигнала на выходе устройства приведена на рис. 2. Верхний график – спектр сигнала на выходе усилителя, нижний – спектр входного сигнала. Видно, что спектры отличаются, по сути, только тем, что выходной сдвинут вверх по амплитуде на 10дБ, что соответствует усилению буфера:

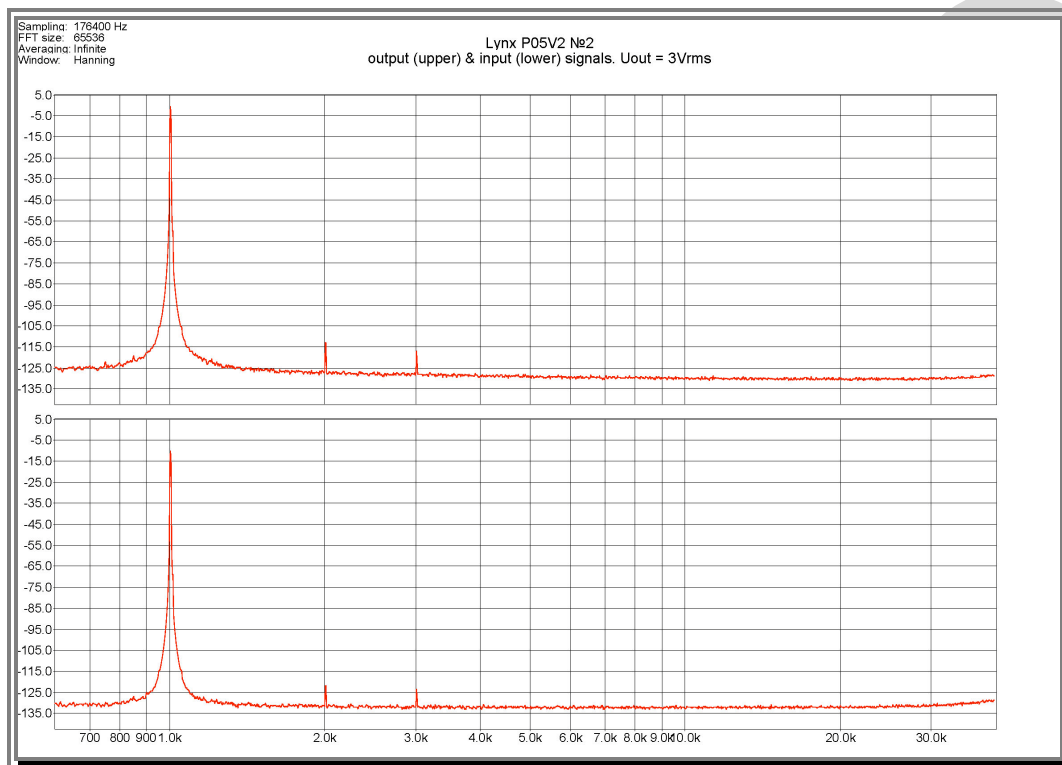


Рис. 3 Спектрограммы сигналов на выходе (верхняя) и входе (нижняя) Lynx P05V2

На рис. 4 представлена осциллограмма переходной характеристики усилителя при подаче на его вход прямоугольных импульсов со временем нарастания фронта порядка 0.8...1 нс. Процесс установления выходного напряжения имеет аperiodический характер, при этом скорость нарастания выходного напряжения ограничена действием входного защитного фильтра.

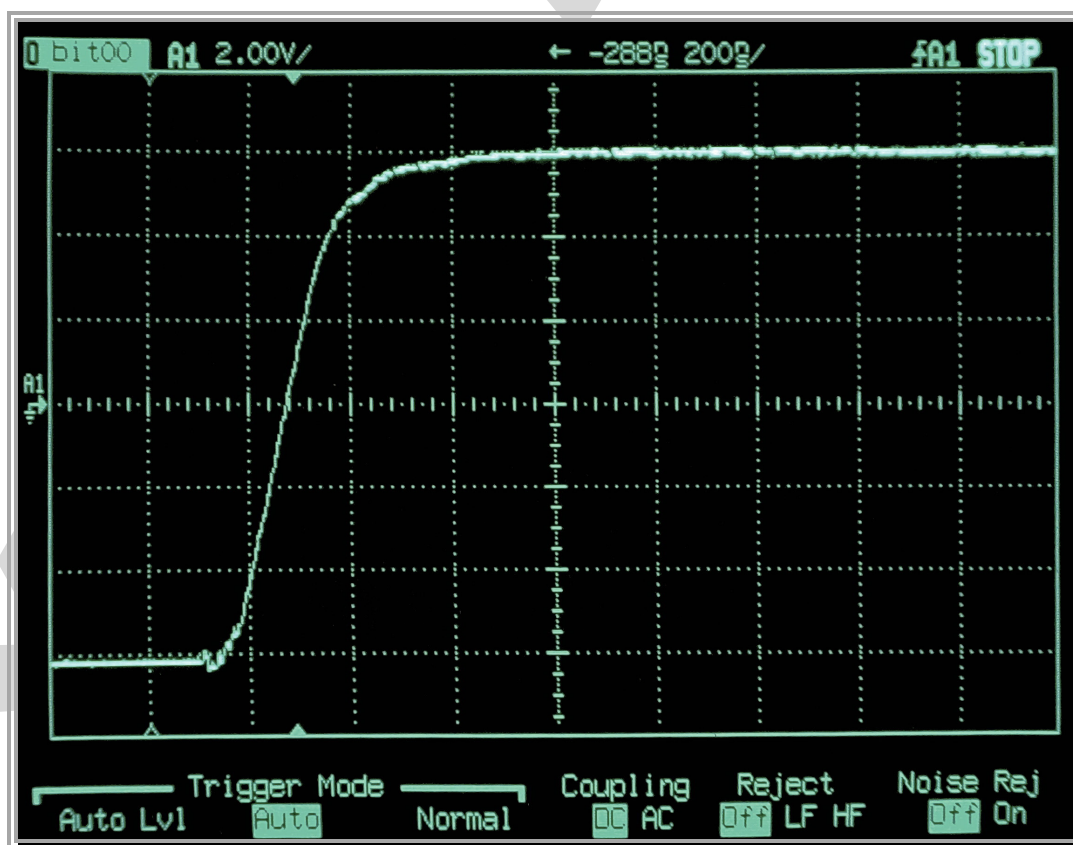


Рис. 4 Переходная характеристика Lynx P05V2

Звучание данного предварительного усилителя очень спокойное, ровное, без малейшего намека на собственную окраску, одинаково хорошо воспроизводятся музыкальные произведения самых различных жанров. Усилитель отлично стыкуется как с транзисторными, так и с ламповыми усилителями мощности благодаря «прозрачности» и отсутствию собственного звукового почерка.

В заключение мы хотим искренне поблагодарить за помощь и поддержку всех наших друзей и коллег, кто прямо или косвенно, физически или морально имеет отношение к созданию данного устройства, в частности, Андрея Попцова (г. С.-Петербург), а также уважаемых поставщиков электронных компонентов: компании «Элтроник», «Мега-Электроника», «Элкомаг», «Электроконнект», «Элтех», «АВ-Центр».

Дмитрий Андроников (Lynx Audio)
Сергей Жуков (Lynx Audio)

С.-Петербург,
октябрь 2010 г. – февраль 2011 г.