

Модуль ЦАП Lynx D29.

Дорога к спектральной чистоте.

Стремительно развивающиеся сетевые способы передачи данных, в том числе и звуковых, постоянный рост полезного объема систем памяти и вычислительной мощности компьютерных систем, упрощение доступа к интересующему контенту звуковых данных, существенно ослабили позиции оптических дисковых носителей и средств их считывания в области звуковоспроизведения. И, если наиболее высококачественные системы и по сей день представлены всё-таки именно специализированными устройствами считывания и воспроизведения звуковых данных с оптических носителей, то уже в следующей за ними качественной «нише» значительное место занимают системы компьютерного воспроизведения, позволяющие работать с контентом самых разнообразных форматов, в том числе и высокого разрешения с частотой дискретизации 96 кГц и более и разрядностью данных в 20 и более бит.

Для воспроизведения записей в таких форматах есть несколько способов. Первый и наиболее распространенный – это программный пересчет данных под пониженную частоту дискретизации и разрядность (программный ресемплинг) и выдача уже пересчитанного потока для преобразования в типовой ЦАП с частотой дискретизации 44.1/48 кГц и разрядностью данных 16 или 24 бита.

Второй – это аппаратный ресемплинг с помощью специализированных микросхем или DSP общего применения, работающих с соответствующей программой. Данный способ более универсален, не связан с конкретными ОС и ПО компьютеров и помимо пересчета параметров потока данных, обеспечивает дополнительную защиту от джиттера канала передачи. К сожалению, такой способ тоже не лишен недостатков, в списке которых как глобальные и неустраняемые (например, потеря количества информации по сравнению с исходным потоком вследствие уменьшения частоты дискретизации), так и технические ситуационные (ошибки при округлениях в процессе вычислений).

Самым правильным и точным, теоретически позволяющим сохранить всю информацию, содержащуюся в исходном контенте, является третий способ – прямое преобразование данных формата высокого разрешения в аналоговый сигнал. На сегодняшний день для выполнения такой задачи с той или иной степенью точности существует достаточно обширный выбор аппаратных средств, выпускаемых многими фирмами – производителями. Однако внимательное изучение справочных и информационных материалов приводит к весьма неутешительным выводам – подавляющее большинство микросхем, способных осуществлять преобразование данных в форматах высокого разрешения, к сожалению не могут делать это с требуемой точностью. Уровень искажений и ЭДД 90% микросхем ЦАП, работающих с форматами 24 или 32 разряда и частотами дискретизации до 200 кГц, соответствует в лучшем случае 13...15-разрядному разрешению. И только весьма немногочисленные микросхемы ЦАП способны обеспечить более чем 18...19 разрядное разрешение по искажениям. Наиболее известны приборы AD1852, AD1853, AD1955 (Analog Devices), PCM1738, PCM1792, PCM1794 (Texas Instruments), SM5865+SM5847, SM5866 (NPC), CS43122, CS4398 (Cirrus Logic), WM8740, WM8741 (Wolfson Microelectronics), AK4395, AK4399 (Asahi Kasei)

В течение последней пары лет мне удалось реализовать в том или ином виде ЦАП практически на всех перечисленных микросхемах (кроме WM8740, CS43122 и AK4399) и на основании сравнения полученных результатов, сделать ряд интересных выводов. Поскольку технические параметры всех приборов очень высоки и некоторые из них весьма сложно измерить с достаточной степенью достоверности, то основным критерием качества прибора было принято субъективное восприятие звучания ЦАП на его основе, выполненного по типовой схеме с оптимизацией применяемых типов элементов по отношению к параметрам выходного сигнала микросхем ЦАП.

Хуже всех с субъективной стороны проявили себя ЦАП со встроенными преобразователями ток-напряжение и ФНЧ на переключаемых конденсаторах – CS4398, AD1852 и AK4395. Несмотря на значительные различия в технологии производства и параметрах собственных ЦФ, устройства на основе этих микросхем имели характерный яркий, звонкий звук, однообразный и очень быстро надоедающий. При этом такой характер звучания сохранялся неизменным при различных вариантах построения буферных каскадов и аналоговых ФНЧ.

Все приборы с токовым выходом и внешними аналоговыми цепями оказались существенно лучше «полных ЦАП на кристалле», но и у них не наблюдается однородности. Линейка ЦАП PCM179x, на которую еще несколько лет назад я возлагал определенные надежды, оказалась весьма неудачной по звучанию. Практически все приборы этой серии, несмотря на великолепные (по техническим характеристикам) цифровые фильтры, обладают характерным «пластмассовым» звуком, причем по своему характеру одинаковым даже в различных аппаратах и при разной схемотехнике и топологии аналоговых каскадов. Разочарование в этих микросхемах ЦАП привело к тому, что устройство Lynx 25 на основе PCM1792 (PCM1794) после изготовления и испытаний опытного образца было демонтировано, а его описание осталось неопубликованным.

Из оставшихся микросхем наилучшие субъективные результаты показали SM5865+SM5847 и AD1853. На основе первых были разработаны и изготовлены опытный модуль ЦАП Lynx 23 и серийный Lynx 28, показавшие прекрасные объективные параметры и обладающие очень хорошим, приятным и естественным звучанием, а на основе второй – опытный ЦАП Lynx 15. К сожалению, ряд ошибок в исходных условиях при разработке этого ЦАП 8-летней давности не позволили полностью реализовать потенциал микросхем AD1853, и проект Lynx15 не был завершен.

Эта «незавершенка» вместе с великолепным звучанием аппаратов фирм Accuphase и НЭМ, созданных на основе AD1853 и стали побудительным мотивом для разработки нового ЦАП Lynx D29. При проектировании устройства основное внимание было уделено обеспечению максимальной помехозащищенности и снижению всех видов искажений преобразованного сигнала. Изучение свойств ЦАП AD1853 показывает, что в сравнении с другими ДС ЦАП верхнего качественного сегмента, эти приборы обладают очень низким значением выходного тока. Данное свойство AD1853 крайне благоприятно сказывается на работе ОУ преобразователей ток – напряжение, выходы которых не нагружены большим током питания модуляторов ЦАП, протекающим через низкоомные резисторы обратной связи. К сожалению, в большинстве более – менее качественных ДС ЦАП с токовым выходом, выходной ток очень велик, что зачастую является существенным фактором, определяющим посредственное качество звучания устройств на их основе, поскольку многие разработчики, особенно начинающие, не придают значения такой «мелочи». Микросхемы AD1853 позволяют использовать в преобразователях I/U ОУ с небольшим выходным током, в частности OP42, обладающие великолепным входным каскадом, весьма устойчивым к воздействию ВЧ – составляющих высокого уровня. Более того, использование подобных ОУ оказалось целесообразным даже при включении ЦАП в монорежиме, при котором выходной ток увеличивается в два раза. Ряд экспериментов, проведенных с различным построением преобразователей ток - напряжение (традиционный на ОУ по схеме приемника тока, схема Хоксфорда на основе ОТА, схема с интегрирующей ООС) показали, что при соблюдении ряда конструктивных и схемотехнических условий, наиболее универсальна, нейтральна и «жанронезависима» именно классическая схема приемника тока на ОУ. Более того, выяснился еще один интересный и неочевидный момент. Потенциал на выходе преобразователя I/U, обеспечивающий ток середины шкалы выходов ЦАП, который часто стараются свести к нулю путем питания выхода ЦАП через дополнительный резистор (как это рекомендовано, например, в справочных материалах на AD1955), обеспечивает работу выходного каскада ОУ преобразователя ток - напряжение в режиме класса А, исключая тем самым наиболее неприятные коммутационные искажения и снижая общий уровень гармоник. Небольшая постоянная синфазная составляющая на входе разностного каскада, присутствующая в таком режиме, практически не сказывается на качестве его работы, особенно при выборе напряжения питания ОУ выше $\pm 10 \dots 12$ В.

В довершение ко всему, непосредственное задание начального тока выходов через резисторы с шины питания способствует проникновению всех шумов и помех, присутствующих на этой шине в цепь полезного сигнала, что негативно отражается на общем качестве работы ЦАП. Поэтому, учитывая опыт работы с ЦАП Lynx D37 и Lynx15, при реализации нового устройства было решено отказаться от дополнительных питающих выходы ЦАП резисторов.

Для нового ЦАП было решено применить моновключение микросхем AD1853 – по одной на канал. Такое включение позволяет снизить искажения и шум самих ЦАП (примерно в 1.5 раза по сравнению с типовым включением) и, одновременно, за счёт использования отдельных цепей питания, повысить разделение каналов. Формирование необходимых для работы микросхем ЦАП в монорежиме сигналов осуществляется в ПЛИС. Кроме того, проект ПЛИС предусматривает:

а) формирование сигналов последовательного порта управления режимами ЦАП при включении устройства, отличные от установок по умолчанию и позволяющих работать с форматом CDDA и 16-разрядными входными данными,

б) преобразование 48-клокового формата синхронизации входных данных (свойственный многим сервопроцессорам CDDA) в 64-клоковый, воспринимаемый AD1853

в) коммутацию входных шин и возможность подключения внешнего микроконтроллера для конфигурации AD1853

г) сквозную синхронизацию всех процессов с частотой основного тактирования (мастерклока) - либо внешнего при работе устройства в ведомом режиме от внешнего источника данных и такта, либо внутреннего, при работе устройства в мастер – режиме и тактировании предшествующих средств считывания и обработки данных от ЦАП.

Коммутация тактового сигнала, поступающего на микросхемы ЦАП, с целью снижения джиттера осуществляется внешними логическими элементами, управляемыми сигналами с выхода ПЛИС, причем само переключение происходит не за счет логического мультиплексирования, а за счет разрешения работы выхода соответствующего элемента.

Преобразование выходного тока в напряжение, разностная обработка и дальнейшая фильтрация ВЧ – составляющих производится каскадами на основе хорошо известных ОУ OP42, отличающихся как

высокими объективными параметрами и рядом весьма важных для послеЦАПовой работы свойств, так и субъективной «музыкальностью» и «воздушностью».

Каждая функционально - целостная часть устройства питается от собственного стабилизатора напряжения, что позволило существенно снизить перекрестные помехи и обеспечить высокое разделение каналов в аналоговой части.

При проектировании печатной платы особое внимание было уделено обеспечению максимальной помехозащищенности и минимизации влияния сигналов цифровой части на аналоговую. Плата выполнена в четырех слоях, все токоведущие дорожки выполнены без резких изгибов, наиболее высокочастотные сигналы подводятся посредством квазиволноводных линий, используется многосекторный слой «земли», исключающий протекание токов сигналов с широким спектром в районе микросхем ЦАП и тактового генератора и в то же время обеспечивающий сплошной слой нулевого потенциала под всеми компонентами. Применение одно- и двухслойных печатных плат в устройствах, работающих с широкополосными сигналами, не позволяет реализовать подобные топологические приемы борьбы с помехами и является на сегодняшний день анахронизмом, позволяющим лишь несколько снизить себестоимость изделия, правда, в ущерб конечному результату – качеству звука.

Помимо конструктивных мер снижения помех, в устройстве реализованы и известные схемотехнические меры, применяемые в измерительной аппаратуре - развязка питания цифровых микросхем индивидуальными LC-фильтрами, отдельные источники питания для функционально законченных участков схемы, применение защитных резисторов во всех цепях передачи цифровых сигналов, ограничение быстродействия применяемой дискретной логики и работа ПЛИС с малой скоростью нарастания напряжения выходных буферов.

В аналоговых цепях особое внимание уделено устойчивости, как усилительных каскадов, так и источников питания в любых рабочих условиях, а также помехозащищенности цепей, в том числе и по отношению к помехам, проникающим через соединительный кабель на выход устройства. Для этого стабилизаторы питания рассчитаны из условий гарантированной устойчивости в любых условиях работы, а цепи выходного аналогового сигнала снабжены защитными Т-фильтрами и выполнены в виде квазиволноводных структур, направляющие плоскости которых выполняют функцию сплошного электростатического экрана.

При выборе элементной базы основополагающим является принцип разумной достаточности в широком смысле этого понятия. В цифровых цепях применены плоскостные SMD – резисторы, обладающие минимальной собственной емкостью и индуктивностью и многослойные SMD керамические конденсаторы. В наиболее ответственных точках (питание генератора и цифровое питание ЦАП) осуществляется комбинированное шунтирование питаний. Для аналоговых цепей выбраны более удачные резисторы типа MELF, обладающие минимальными собственными шумами и нелинейностью, но и большей собственной индуктивностью по сравнению с плоскостными резисторами.

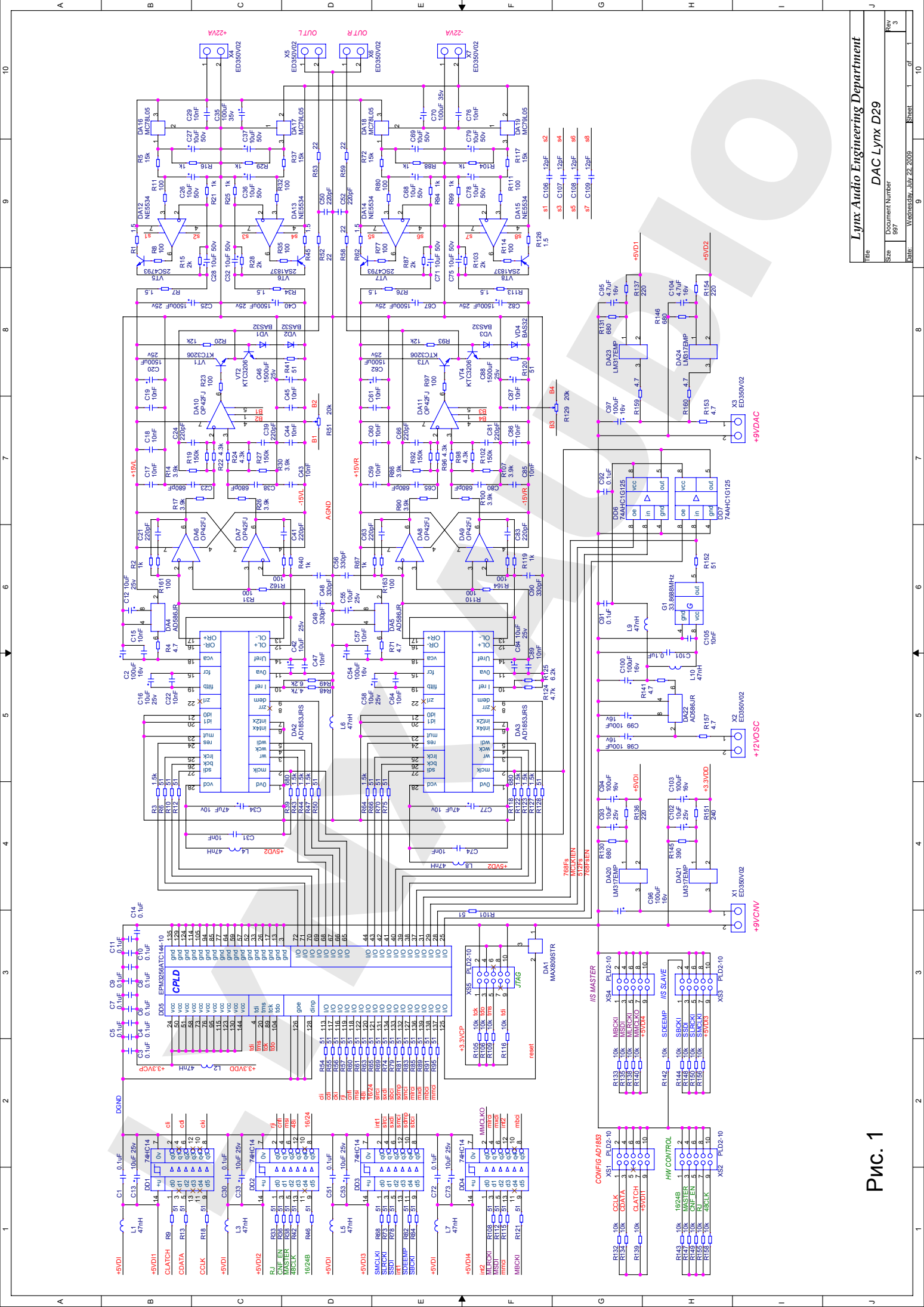
Во всех цепях питания применены низкоимпедансные электролитические конденсаторы Panasonic FK, кроме отличных частотных параметров обладающие к тому же и низким «емкостным» шумом.

Питание тактового генератора, коммутатора тактового сигнала и аналоговых частей микросхем ЦАП осуществляется от собственных маломощных стабилизаторов. Стабилизаторы аналогового питания отдельные для каждого канала и выполнены по схеме ИОН - ФШ - ОУ, что гарантирует крайне низкий шум, гладкую переходную характеристику (при правильном выборе коррекции ОУ) и высокую линейность выходного сопротивления стабилизаторов. Поскольку для повышения «энерговооруженности» аналоговых цепей, выходные конденсаторы стабилизаторов выбраны необычно большой величины – по 3000 мкФ на каждое плечо каждого из питаний, то для гарантированной устойчивости стабилизаторов в их силовых цепях установлены низкоомные защитные резисторы.

Принципиальная схема ЦАП Lynx D29 приведена на рис. 1.

При работе в мастер – режиме входные данные подаются на колодку XS4 «IIS MASTER», с неё же снимается сигнал частотой 16.9344 МГц (384FS) для тактирования источника данных. При работе в ведомом режиме входные данные и основная тактовая частота 22.5792 МГц (512FS) подаются на колодку XS3 «IIS SLAVE». Выбор входа осуществляется соответствующей перемычкой или подачей сигнала ТТЛ уровней на колодку XS2 «HW CONTROL». Аналогичным образом с помощью колодки XS2 выбирается разрядность входных данных (16 или 24), формат входных данных (I2S или RJ), количество кадров на периоде LRCK (64 или 48) и возможность внешнего управления конфигурацией AD1853. Сигналы SPI от внешнего контроллера управления режимами AD1853 подаются на колодку XS1 «CONFIG AD1853»

Предварительная обработка входных данных, преобразование их вида, формирование протокола работы микросхем ЦАП в монорежиме и сигналов SPI загрузки начальных установок производится в ПЛИС DD5. При написании проекта ПЛИС (как и во всех предыдущих проектах) были приняты меры по минимализации помех от её работы. В результате общий уровень помех по питанию от ПЛИС находится на одном уровне с таковым от 5...8 корпусов дискретной логики серии ALS. Данная информация может быть полезна в общеобразовательных целях для разработчиков, мало знакомых с программируемой логикой и пребывающих в заблуждении относительно реального уровня помех, ею создаваемых



(разумеется, при правильном написании проекта и задании его свойств). Кроме того, применение ПЛИС позволяет существенно упростить и оптимизировать трассировку относительно большого количества разнородных сигналов, подаваемых на микросхемы ЦАП.

Тактовый генератор мастер – режима выполнен на основе интегрального кварцевого генератора G1 с малым джиттером и низким потребляемым током. Последнее свойство позволяет использовать в качестве малошумящего стабилизатора его питания замечательные микросхемы ИОН AD586, позволяющие простыми средствами реализовать структуру ИОН – ФШ – ОУ, характеризующуюся исключительно низким уровнем шумов в выходном напряжении и высокой стабильностью. Коммутацию тактового сигнала микросхем ЦАП (либо от собственного генератора, либо от генератора источника данных в ведомом режиме) осуществляют одноэлементные буферы DD6 и DD7. Выход буфера, не используемой в текущей конфигурации устройства частоты переводится в высокоимпедансное состояние. Такое построение коммутатора обеспечивает несколько меньший собственный джиттер, чем цифровой мультиплексор.

Для обеспечения совместимости с 5-вольтовыми уровнями входных сигналов, входные буферные триггеры Шмитта питаются от собственного стабилизатора +5 В на DA20 типа LM317, а ПЛИС – от стабилизатора +3.3 В на DA21 такого же типа.

Цифровая часть AD1853 питается от собственных стабилизаторов на микросхемах DA23 и DA24 типа LM317, а аналоговая, с целью снижения помех и шумов питания модуляторов – от стабилизаторов на микросхемах DA4 и DA5 типа AD586. Собственно микросхемы ЦАП включены в одноканальной конфигурации, подробно рассмотренной в справочных материалах на AD1852. При этом выходные токи каналов каждой AD1853 суммируются непосредственно на входах преобразователей ток – напряжение. Последние, как было отмечено выше, выполнены на основе ОУ DA6 – DA9 типа OP42. С целью обеспечения благоприятных условий работы ОУ, в схемах преобразователей использована как фильтрация помех непосредственно на выходах ЦАП, так и в цепи ООС усилителей. В схеме не используются дополнительные резисторы питания модуляторов ЦАП, подключаемые к положительному источнику питания. Это позволило одновременно снизить уровень помех за счет отсутствия их прямого проникновения с шины питания и повысить линейность ОУ, поскольку их выходной каскад работает в классе А с начальным током, определяемым током середины шкалы ЦАП, при этом верхний транзистор выходного повторителя ОУ никогда не закрывается, что исключает возникновение коммутационных искажений и очень благоприятно сказывается на общем спектре искажений, вносимых ОУ. Противофазные сигналы с выходов преобразователей вычитаются в каскадах на ОУ DA10 и DA11. На этих же ОУ выполнен и восстанавливающий ФНЧ. Выход фильтра – вычитателя является выходом всего устройства в целом. Для реализации «комфортных» условий работы выходных каскадов DA10 и DA11, они укомплектованы внешним однотактным эмиттерным повторителем, работающим в классе А с током покоя 10...15 мА. В фильтре – вычитателе предусмотрена возможность точной балансировки ОУ по постоянному току, что позволяет устранить возможное постоянное смещение из-за разности выходных токов середины шкалы AD1853, неодинаковости величин сопротивлений цепей ООС и собственных напряжений смещения ОУ.

Питание аналоговых цепей осуществляется от компенсационных стабилизаторов, отдельных для каждого канала. Стабилизаторы выполнены по стандартной схеме ИОН – ФШ – ОУ, причем в качестве ИОН используются интегральные стабилизаторы типов 78L05 и 79L05, что, учитывая их относительно малый уровень шума и его дальнейшую фильтрацию, очень удобно. Как было отмечено выше, в цепях аналогового питания применены шунтирующие конденсаторы довольно большой емкости – по 3000 мкФ на каждое плечо каждого канала. Для того чтобы обеспечить гарантированную устойчивость стабилизаторов, их выходы отделены от этих конденсаторов защитными резисторами небольшого сопротивления (1...1.5 Ом). ОУ стабилизаторов DA12 – DA15 типа NE5534 дополнительно скорректированы внешними конденсаторами.

Схема источника питания и первичных стабилизаторов приведена на рис. 2.

Все выпрямители выполнены на диодах Шоттки, питания цифровой части и генератора формируются первичными стабилизаторами на микросхемах DA1 – DA3, питания аналоговой части – нестабилизированные. Между выпрямителями и конденсаторами фильтра включены защитные резисторы, которые ограничивают импульсы тока заряда конденсаторов по величине и снижают скорость нарастания этого тока. Подобное решение позволяет уменьшить уровень помех от заряда конденсаторов фильтра, но при этом несколько снижает величину выпрямленного напряжения на выходе. Емкость конденсаторов фильтра аналогового питания выбрана весьма значительной величины – около 30000 мкФ на каждое плечо, поэтому для исключения перегрузки питающих трансформаторов при включении желательно (но не обязательно) использовать какую-либо систему плавного запуска. Плата источников питания имеет и второй вариант – не с набором параллельных конденсаторов относительно невысокой емкости, а с единичными конденсаторами емкостью 10000...22000 мкФ диаметром до 35мм.

Конструктивно ЦАП выполнен на четырехслойной печатной плате размерами 100 x 200 мм с покрытием иммерсионным золотом, а источник питания – на двухсторонней печатной плате размерами 80 x 180 мм (с набором конденсаторов) или 80 x 140 мм с единичными конденсаторами.

Внешний вид собранных плат ЦАП и источника питания первого варианта приведен на рис. 3 и рис. 4 соответственно:

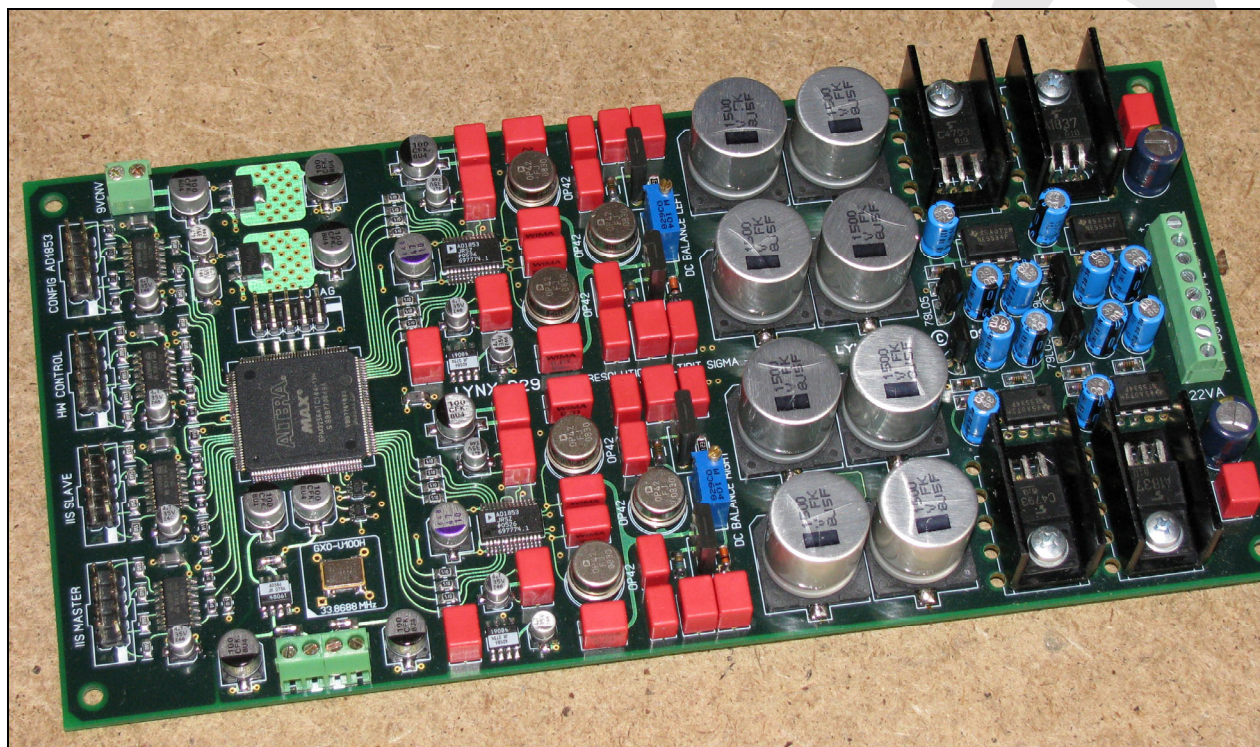


Рис. 3. Плата ЦАП Lynx D29



Рис. 4. Плата источника питания Lynx PWR29V1

В устройствах применены плоскостные SMD резисторы типоразмера 0805 Yageo, резисторы MELF типоразмеров 0204 и 0207 BC Components и Vishay Draloric, керамические SMD конденсаторы типоразмеров 0805 и 1206 Murata, электролитические SMD конденсаторы Panasonic FK, Sanyo OsCon SVP, электролитические выводные конденсаторы Panasonic FC и Vishay (серия 037), пленочные конденсаторы Vima FKP2 и Rifa PHE426. На плате ЦАП в аналоговом питании предусмотрена

возможность установки как SMD конденсаторов Panasonic FK, так и выводных диаметром 16 мм и расстоянием между выводами 7.5 мм.

В таблицах 1...4 приведено назначение выводов колодок XS1 – XS4:

Таблица 1. назначение выводов колодки XS1 «AD1853 CONFIG»

№ вывода	Назначение
1	Сигнал CCLK последовательного порта AD1853
2	общий
3	Сигнал CDATA последовательного порта AD1853
4	общий
5	свободный
6	общий
7	Сигнал CLATCH последовательного порта AD1853
8	общий
9	Выход питания +5В (нагрузка до 50мА)
10	общий

Таблица 2. назначение выводов колодки XS2 «HW CONTROL»

№ вывода	Назначение
1	Выбор разрядности входных данных (лог. 0 = 16бит, лог.1 = 24 бит)
2	общий
3	Выбор режима ЦАП (лог. 0 = мастер, лог.1 = ведомый)
4	общий
5	Разрешение внешней конфигурации AD1853 (лог.1 = разрешена)
6	общий
7	Выбор формата входных данных (лог. 0 = RJ, лог.1 = I2S)
8	общий
9	Выбор количества входных синхроимпульсов (лог. 0 = 48, лог.1 = 64)
10	общий

Состоянию "лог.1" соответствует отсутствие джампера между выводом с указанным в таблице номером и оппозитного ему вывода в соседнем ряду, состоянию "лог.0" - установленный джампер

Таблица 3. назначение выводов колодки XS3 «IIS SLAVE»

№ вывода	Назначение
1	BCKI
2	DEEMPHASIS (лог. 0 – отключен)
3	SDI
4	общий
5	LRCKI
6	общий
7	MCLKI (вход 512 FS)
8	общий
9	Выход питания +5В (нагрузка до 50мА)
10	общий

Таблица 4. назначение выводов колодки XS4 «IIS MASTER»

№ вывода	Назначение
1	BCKI
2	общий
3	SDI
4	общий
5	LRCKI
6	общий
7	MCLKO (выход 384 FS)
8	общий
9	Выход питания +5В (нагрузка до 50мА)
10	общий

Сигналы, подаваемые на входы устройства должны иметь ТТЛ совместимые уровни. Выходной сигнал MCLKO выдается в ТТЛ уровнях.

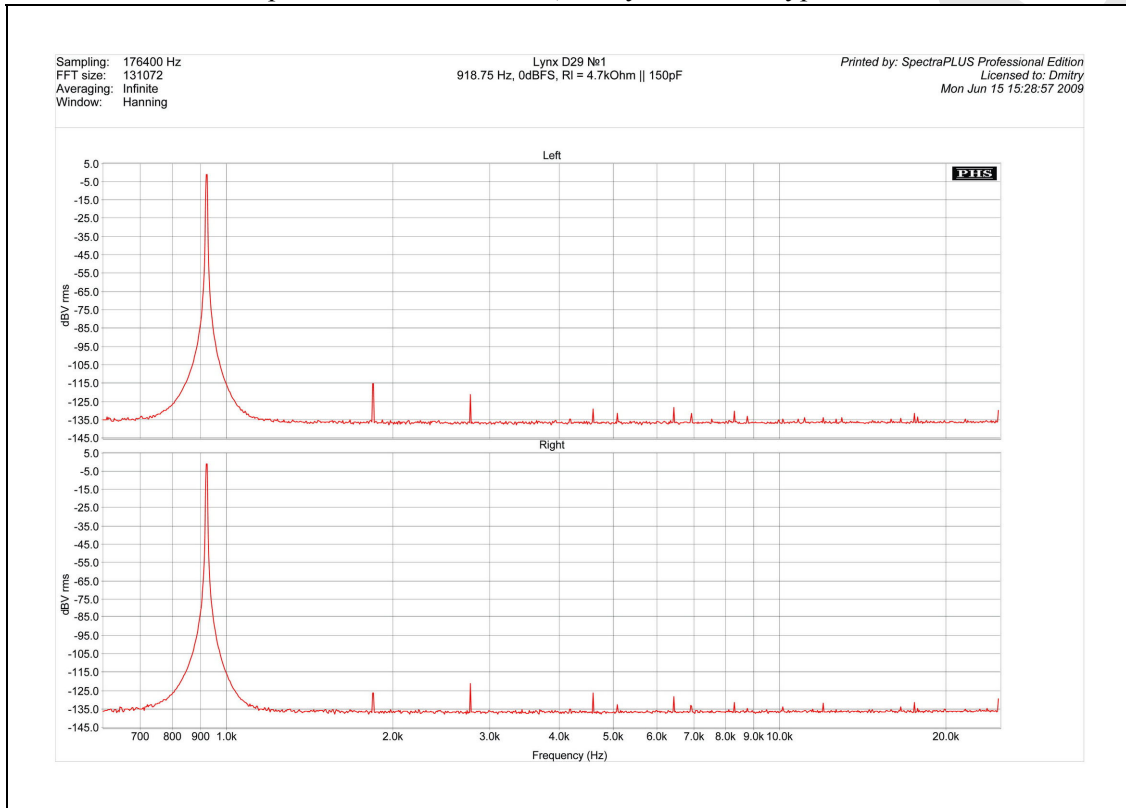
Ориентировочное максимальное потребление тока от источников питания следующее:

1. +9 VCNV 200...250 мА
2. +9 VDAC 25...30 мА
3. +12 VOSC 15...20 мА
4. +22VA 50...70 мА
5. -22VA 50...70 мА

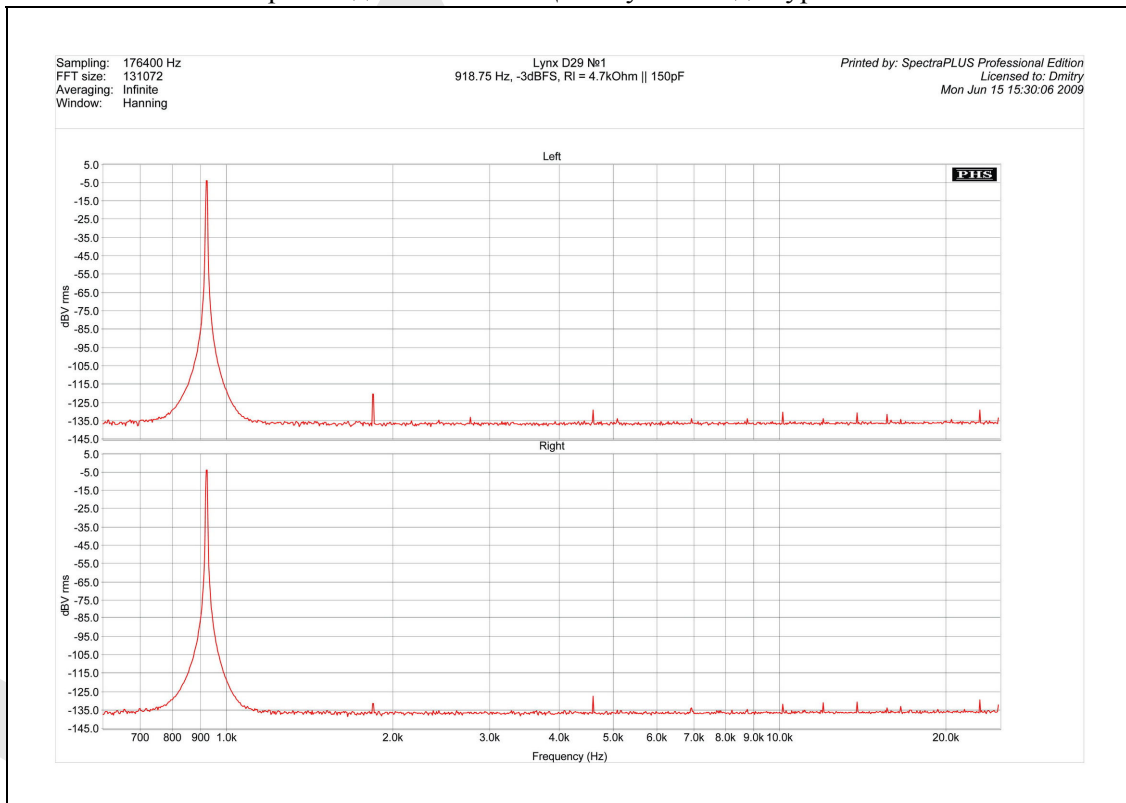
Последние 2 источника первичного питания соединяются вместе и образуют в точке соединения «аналоговую» землю на самой плате ЦАП на «земляном» слое.

Спектры выходного сигнала для уровней 0 дБ, -3 дБ, -6 дБ, -20 дБ, -40 дБ, -60 дБ и -80 дБ (при 24 – разрядных входных данных) снятые с помощью измерительного РСІ АЦП с дополнительной калибровкой и программной компенсацией искажений АЦП, а также спектр интермодуляционных (суммарных и разностных) составляющих при преобразовании двухчастотного сигнала с основными частотами 19/20 кГц и пиковым уровнем -1 дБ приведены ниже:

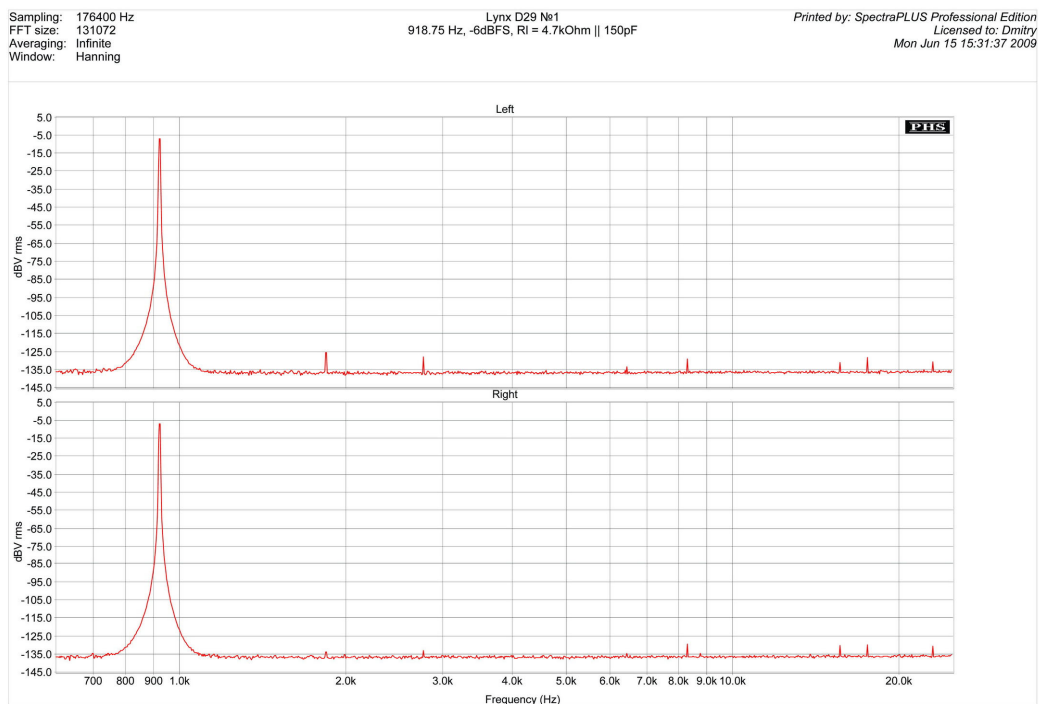
Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня 0дВ



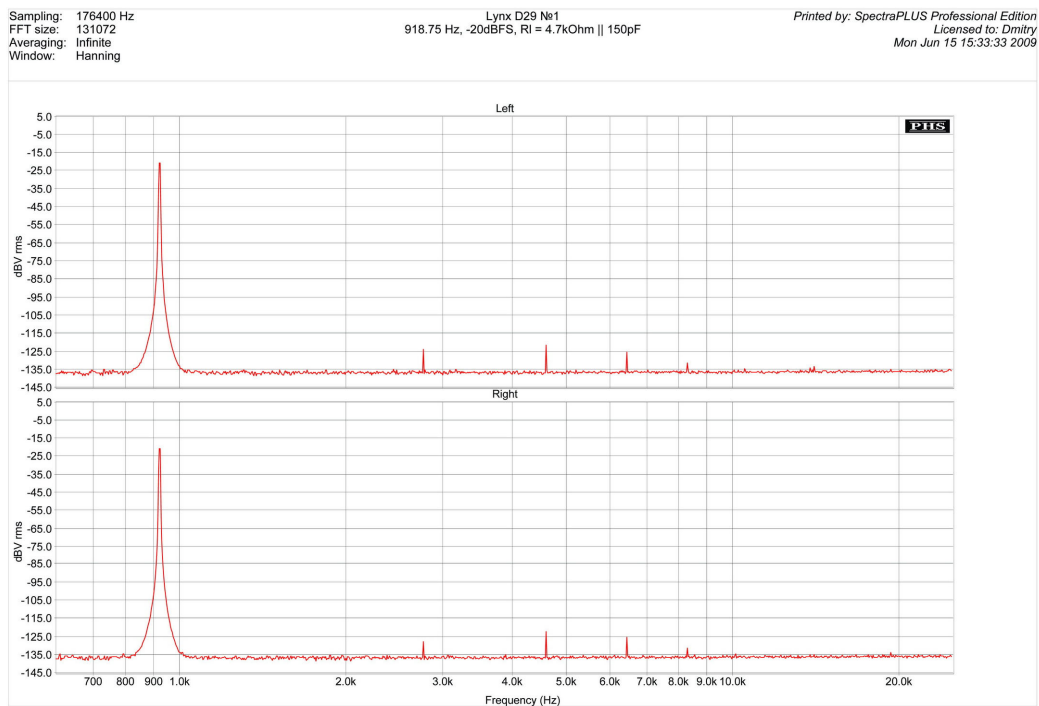
Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня -3дВ



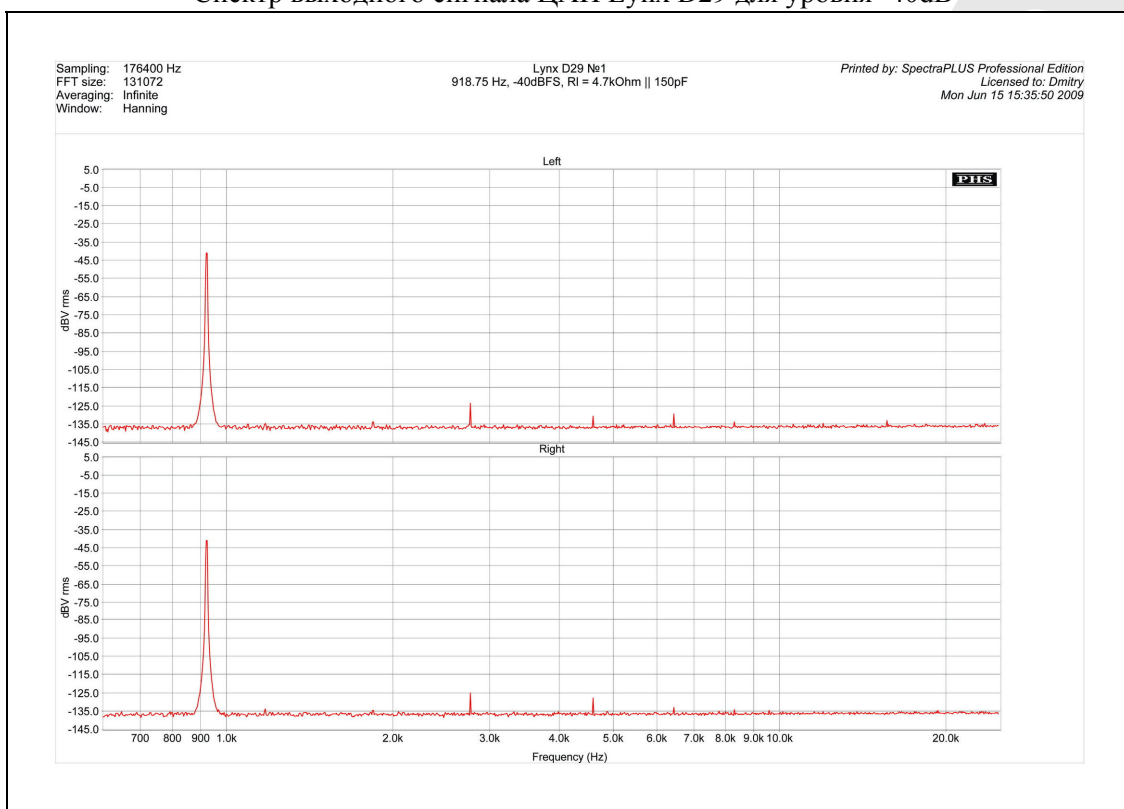
Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня -6dB



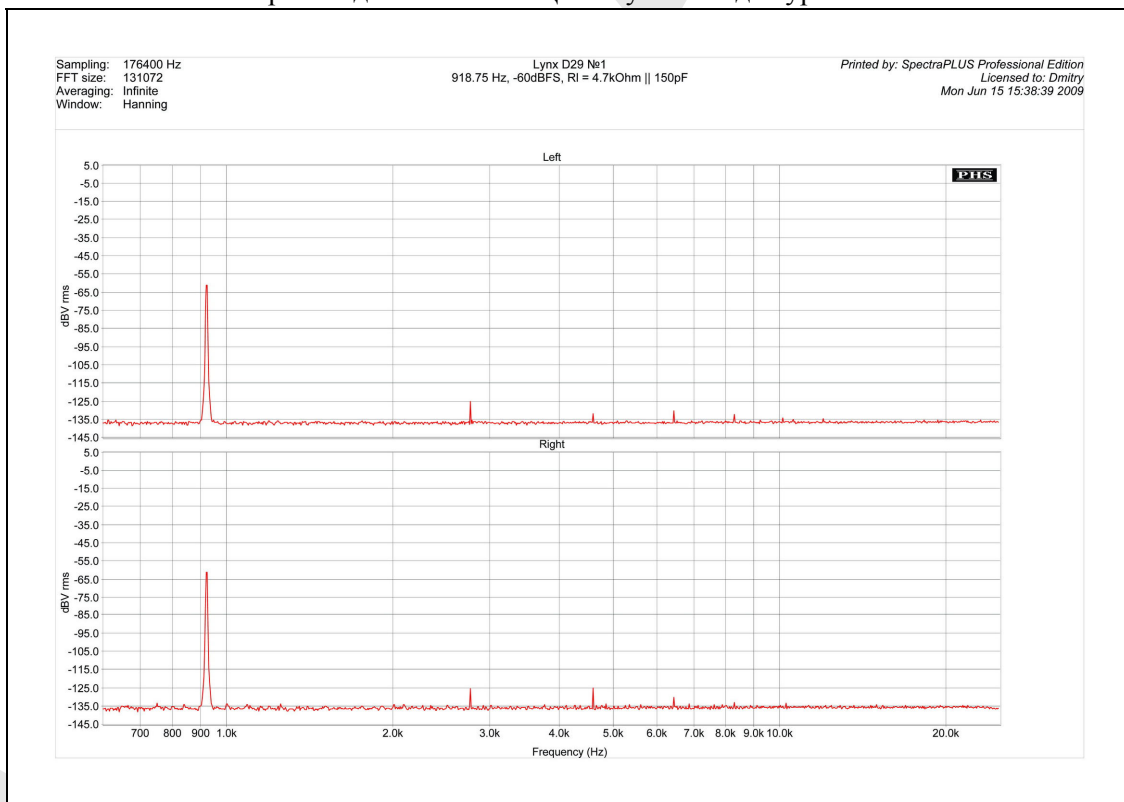
Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня -20dB



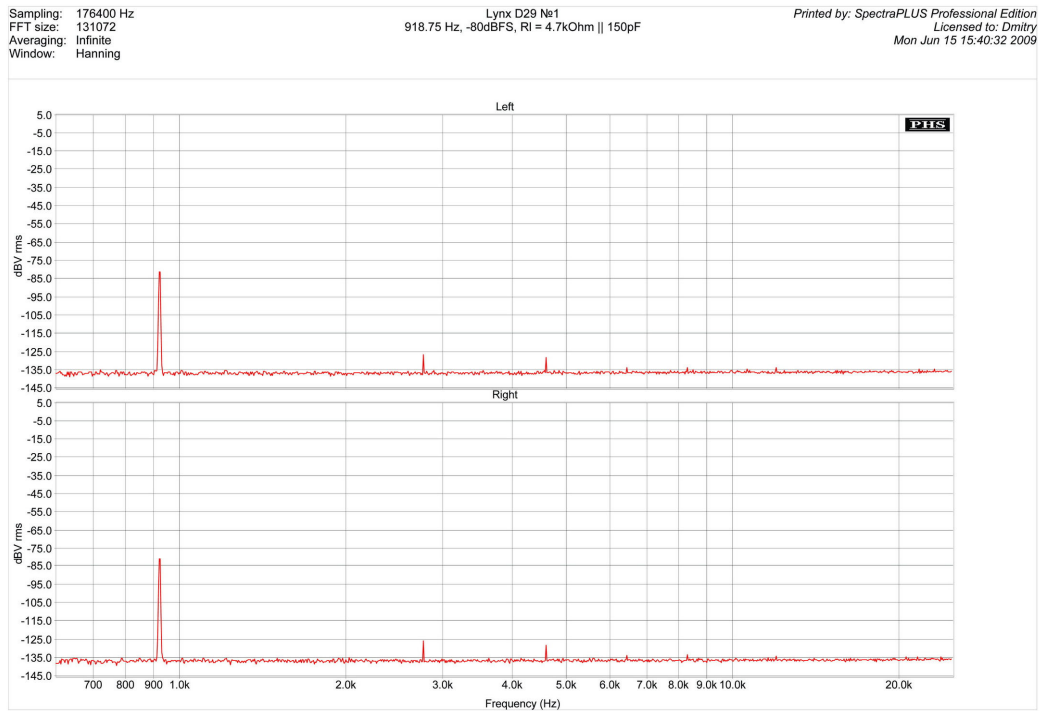
Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня -40dB



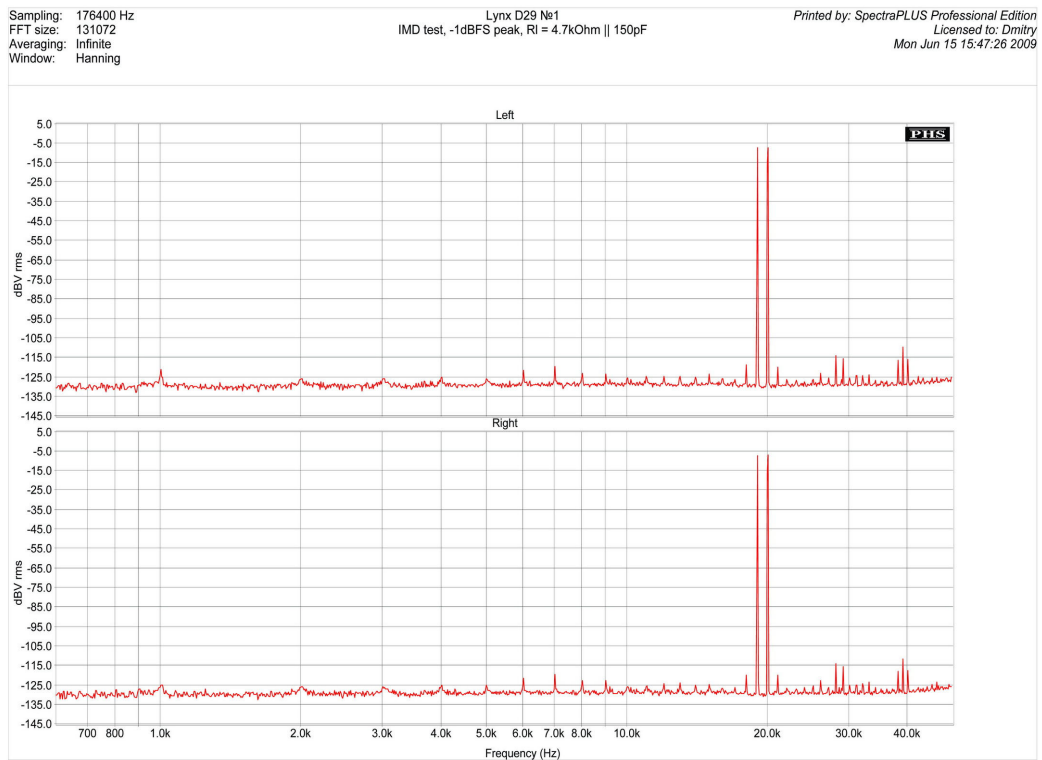
Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня -60dB



Спектр выходного сигнала ЦАП Lynx D29 для уровня -80dB



Спектр суммарно-разностных составляющих для двухчастотного сигнала.



Авторский экземпляр ЦАП Lynx D29 обладает следующими техническими характеристиками (уровни искажений измерялись с помощью селективного микровольтметра):

- | | |
|--|-----------|
| 1) номинальное выходное напряжение, соответствующее полной шкале преобразования, В (RMS) | 2,12 |
| 2) относительный уровень шумов на выходе (при нулевом входном сигнале), дБ | ниже -125 |
| 3) относительный уровень гармонических искажений и помех в полосе частот 48кГц для тестового отсечно – коррелированного 24 - разрядного сигнала частотой 918.75гц полной шкалы, дБ | ниже -116 |
| 4) относительный уровень интермодуляционных составляющих, дБ | ниже -114 |
| 5) Уровень помех в полосе 100МГц на аналоговых выходах, дБ | ниже -82 |
| 6) Динамический диапазон преобразования, дБ | более 125 |

Особо следует отметить, что данное изделие обладает самым низким измеренным уровнем искажений из всех ЦАП, для которых мне доводилось производить такие измерения.

Субъективно звучание ЦАП Lynx D29 можно охарактеризовать, как спокойное, плавное, без малейшего намёка на «визгливость» и «пластмассовость», свойственные большинству ДС ЦАП. Устройство отлично справляется как с воспроизведением камерной музыкой и малых составов, так и с масштабными произведениями, при этом не теряя способности точно воспроизводить послезвучия и паузы и сохраняя ритм и последовательность музыкальных событий. При прослушивании различных музыкальных произведений отмечена также исключительно хорошая передача статической и динамической глубины сцены. Кроме того, ЦАП отличается нейтральностью в отношении музыки различных жанров и направлений и великолепной передачей эмоциональной стороны музыкальных произведений.

В заключение мы хотим искренне поблагодарить за помощь и поддержку всех тех, кто прямо или косвенно, физически или морально имеет отношение к созданию данного устройства: Андрея Попцова (г. С.-Петербург) и Александра Медведева (г. Казань), компании «Платан», «Вест-Эл», «Мега-Электроника», «Элкомаг», «Электроконнект», «Элтех».

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

М. Вишера - С.-Петербург,
май - июль 2009 г.