

ATPLAY

Bit-Perfect, HDD/USB 24/96 Integrated Audio Player

©2011, Alex Torres, Netanya, Israel



Много раз, глядя на шкаф с дисками, у меня возникала мысль «а как бы все это уменьшить?» (WAF здесь также приходится учитывать!). Кроме того, постоянная погоня за качеством звука также не позволяет остановиться на месте – хоть я исповедую концепцию «нарастания влияния к концу» (т.е. что на качество звука больше всего влияют АС и комната, затем усилитель, а потом уже источник сигнала), но наконец, пришло время и источника.

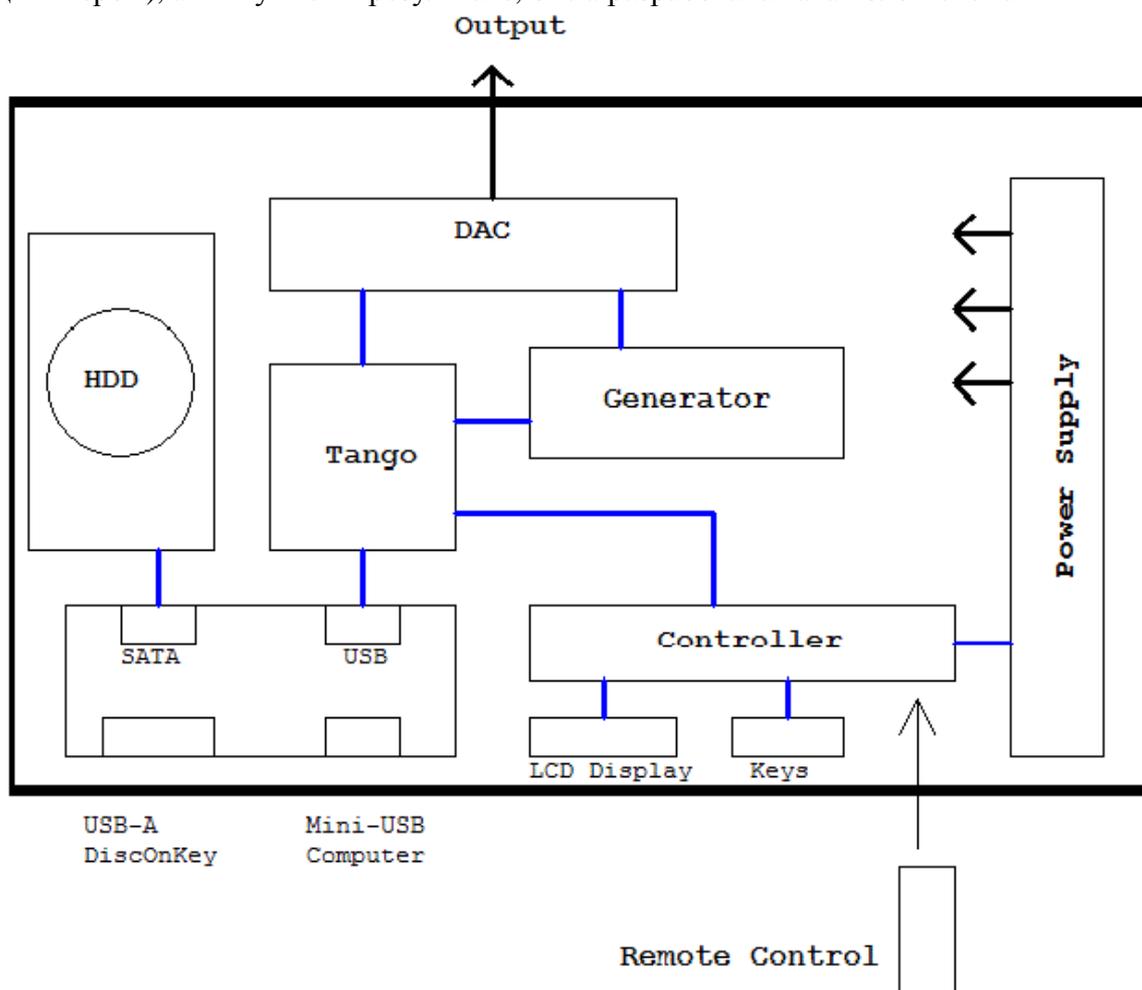
Не буду здесь об аналоговых источниках (да, я до сих пор использую и винил тоже), а в качестве цифровых я использую CD и DVD-Audio диски. Последние интересны форматами с высоким разрешением (24 бита, 96 и 192 кГц) а также многоканальностью. Исходя из всего этого, мысль о «твердотельном плеере» меня посещала еще много лет назад. К счастью, имелся благодаря основной работе некоторый опыт в микроконтроллерах, в частности общения их с флэш-памятью, CD-ROM, HDD и т.п. (более 10-ти лет назад проект с использованием HDD/CD-ROM на 8-битных MCU вылился в хобби-проект «Контроллера CD-ROM», т.е. по сути, был сделан аудиоплеер из компьютерного привода). Судя по форумам, подобными проектами занимается довольно много людей, и некоторые из них добрались до финиша, с той или иной степенью функциональности.

Потому я решил на время отложить собственные проекты в этом направлении, и воспользоваться тем, что уже есть готовое. Собственно, выбирать пришлось из двух похожих устройств – оба выступали в качестве USB-Host, к которому можно подключить USB Disc-On-Key или USB-HDD. Оба устройства имели кнопки управления и ИКДУ, к обоим можно было подключать LCD дисплей. Но – первое устройство хотя и понимало flac, но было ограничено только одним форматом – 16/44, тогда как второе – понимая только WAV, было способно воспроизводить любые форматы вплоть до 24/96.

Тут надо сделать маленькое отступление, хотя об этом надо было написать в самом начале. Все варианты «твердотельных плееров», которые я прорабатывал, а также те, которые рассматривал как альтернативу, должны не только способствовать удобству (т.е. избавлению от горы дисков), но в первую очередь – они должны давать более качественный звук, чем обычные CD плееры и подключаться (или иметь внутри) более качественный ЦАП (преобразователь цифрового сигнала в звук). Ибо если более качественного звука не будет, то экономия на дисках уже никого не интересует – MP3

занимает еще меньше места, а всевозможных плееров – на рынке имеется на любой вкус, цвет, запах и цену. Основная проблема в CD плеерах это опико-механическое считывание информации с диска, не гарантирующее 100% достоверности (таков уж стандарт Red Book) и точная передача потока данных в ЦАП. Как в информационной (точность битов) так и во временной плоскости - если биты и точные, но не находятся в нужном месте в нужное время, то толку от них мало (проблема джиттера).

Слава богу, USB-Flash и HDD работают не по Red Book, и первой проблемы в них просто не существует (иначе наши компьютеры вообще бы не работали), а вторая проблема – она должна решаться тактированием ЦАПа от высококачественного генератора, с низким джиттером. Причем именно этим же сигналом должна тактироваться и передача цифровой информации из считывающего устройства (транспорта) в ЦАП. И лучше всего использовать не стандартные SPDIF/TOSINK интерфейсы (без внешней синхронизации они вообще мало того что не спасают, а еще больше добавляют проблем с джиттером), а шину I2S. В результате, была разработана такая блок-схема:



Оба описанных выше транспорта это обеспечивают, но я выбрал второй (его название - Tango). Поскольку с самого начала я ориентировался на использование HDD в качестве накопителя (USB-Flash может и удобнее, но пока сильно дороже), то проблема с объемом файлов у меня не стояла, а значит, я могу обойтись и без флеш. А вот поддержка формата 24/94 представляет большую ценность. При этом тактовых генератором нужно два - для обслуживания как «обычной» сетки частот (44.1 и 88.2) так и «компьютерной» (48 и 96).

Итак, транспорт был выбран. Решено было делать не чистый транспорт, а полноценный плеер, с ЦАПом внутри. Но возникла проблема с управлением – в исходной конструкции вывод информации осуществлялся или на маленький LCD с управлением по

I2C, которого у меня нет и вид которого мне не нравится, или через RS232C на компьютер (через Hyper Terminal, Tera Term или любой другой терминал). ИКДУ, работающее по протоколу RC5 мне тоже не сильно нравилось (я давно разработал универсальную программу для работы с ДУ в нескольких стандартах, с обучением на пульт, которую использовал много раз на разных микроконтроллерах).

В результате, собственные возможности по управлению и индикации Tango я не использовал, а вместо этого сделал свой контроллер управления. Построенный на микропроцессоре Texas Instrument MSP430, он выдает информацию на большой LCD дисплей формата 4 строки по 40 символов. Может обучиться любому пульту ДУ, работающего по одному из 5 протоколов - RC5, NEC, Panasonic, Sony (SIRC), Samsung. Непосредственное управление с передней панели осуществляется 6-ю кнопками.

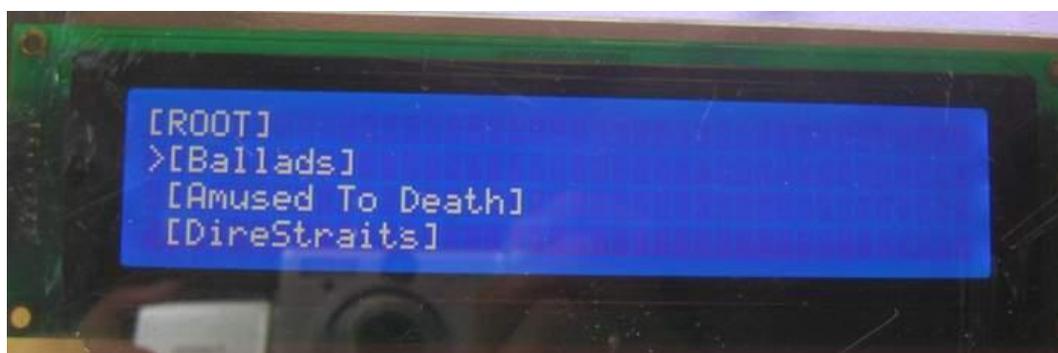
- STOP-Directory Out-On/Off
- Play-Directory In
- Rev-Previous Track
- FF-Next Track
- Previous Directory
- Next Directory

На дисплее в режиме воспроизведения отображается номер трека, время от начала трека, число треков в директории, название директории и название трека, информация о формате файла (число бит, частота дискретизации)

LCD в режиме PLAY:



LCD в режиме VIEW:



Накопитель (Disc-On-Key/HDD) должен быть отформатирован в FAT32, кроме WAV файлов, поддерживается также воспроизведение файлов CUE. Как показано на блок-схемы выше, плеер состоит из следующих частей:

- Tango - USB Transport, с управлением по RS232,
- DAC (конвертор, на базе микросхемы AD1853 фирмы Analog Devices),
- Двухчастотный тактовый генератор с низким джиттером,
- Контроллер управления, с LCD-дисплеем, дистанционным управлением, и кнопками непосредственного управления с передней панели,
- HDD,
- Переключатель направления передачи данных,
- Источник питания.



Обратите внимание на количество трансформаторов в блоке питания! Да, тотальная развязка источников питания - залог качественного звука (хотя в данной конструкции и наблюдается некоторый overkill). Большой тороидальный трансформатор – питает винчестер и плату Танго, отдельный маленький трансформатор – питает плату генераторов, другой трансформатор – питает цифровую часть ЦАПа. Еще один трансформатор питает аналоговую часть ЦАПа, и трансформатор чуть побольше – выходную часть ЦАПа.

На этом фото не показано, но есть еще один маленький «дежурный» трансформатор, который питает контроллер управления, и который включен постоянно. При нажатии кнопки «Вкл» на пульте ДУ или передней панели, контроллер управления включает (через реле) все остальные трансформаторы, и подает питание на все блоки плеера.

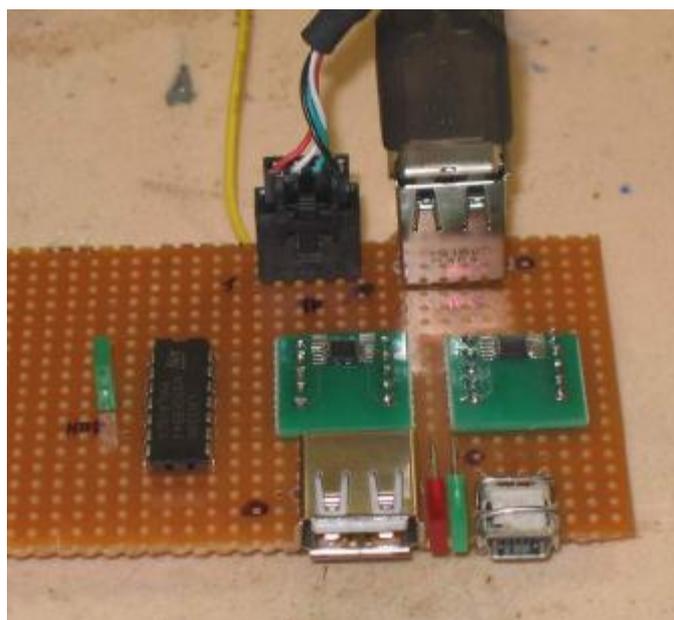
В качестве внутреннего накопителя, я использовал 3.5" винчестер Caviar Green 1TB IntelliPower WD10EARS. Он абсолютно бесшумный и холодный, потребляет немного электроэнергии. (К слову, блок питания винчестера можно было бы и уменьшить - при экспериментах я использовал винчестеры с большим потребляемым током).

В верхнем правом углу Вы видите небольшую платку, собранную на монтажке. Это переключатель направления потоков данных. Сделан был для удобства. Обратите внимание на два коннектора на передней панели под дисплеем:

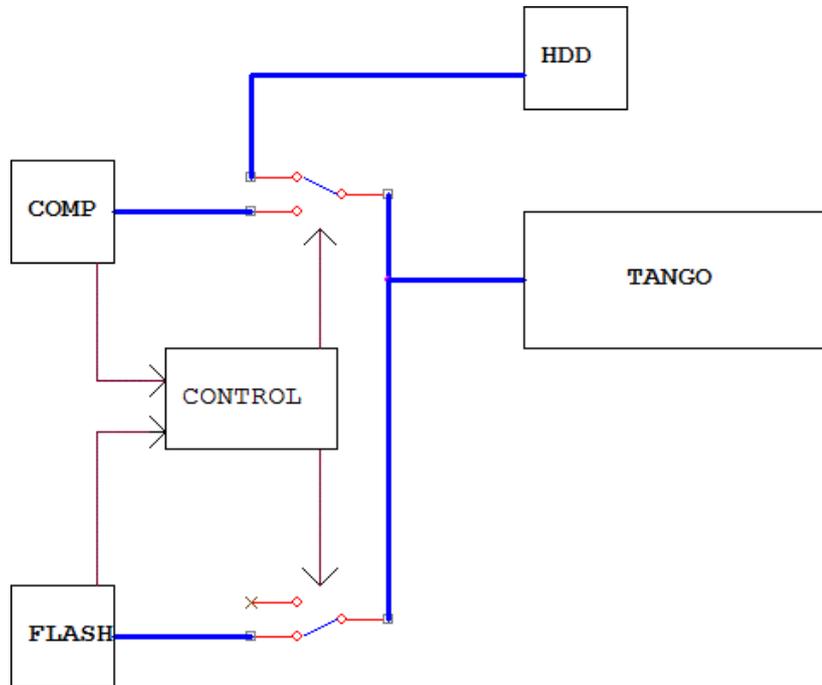


Source/Path switch (small yellow prototype board on the right top) is intended to switch storage device between the internal HDD and external USB Disc-On-Key. Notice 2 connectors under the display:

Слева стоит USB-A коннектор, куда можно подключить USB брелок (Disc-On-Key) для прослушивания музыки, справа – mini-USB для подключения компьютера. В последнем случае винчестер плеера становится внешним диском компьютера, для удобства манипулирования файлами, вместо того чтобы открывать плеер и вынимать сам винчестер.



Переключатель был сначала собран на перфорированной макетке, затем была сделана нормальная 2-х сторонняя плата. На ней, кроме переключателя, расположился также USB/SATA конвертор. На этой диаграмме показаны возможные пути сигналов:



Плеер был сделан полностью в домашних условиях. Был использован стандартный 19" 2U корпус, к которому была сделана новая передняя панель. Поскольку у меня нет дома тяжелого станочного парка для металлообработки, панель была сделана из дерева. Тут проще – благодаря колонкостроению, у меня есть некоторое количество инструментов для деревообработки, включая фрезер, фрезерный стол (самодельный), компрессор с краскопультами, шлифовальные машинки и т.п. Сама передняя панель была сделана из фанеры:

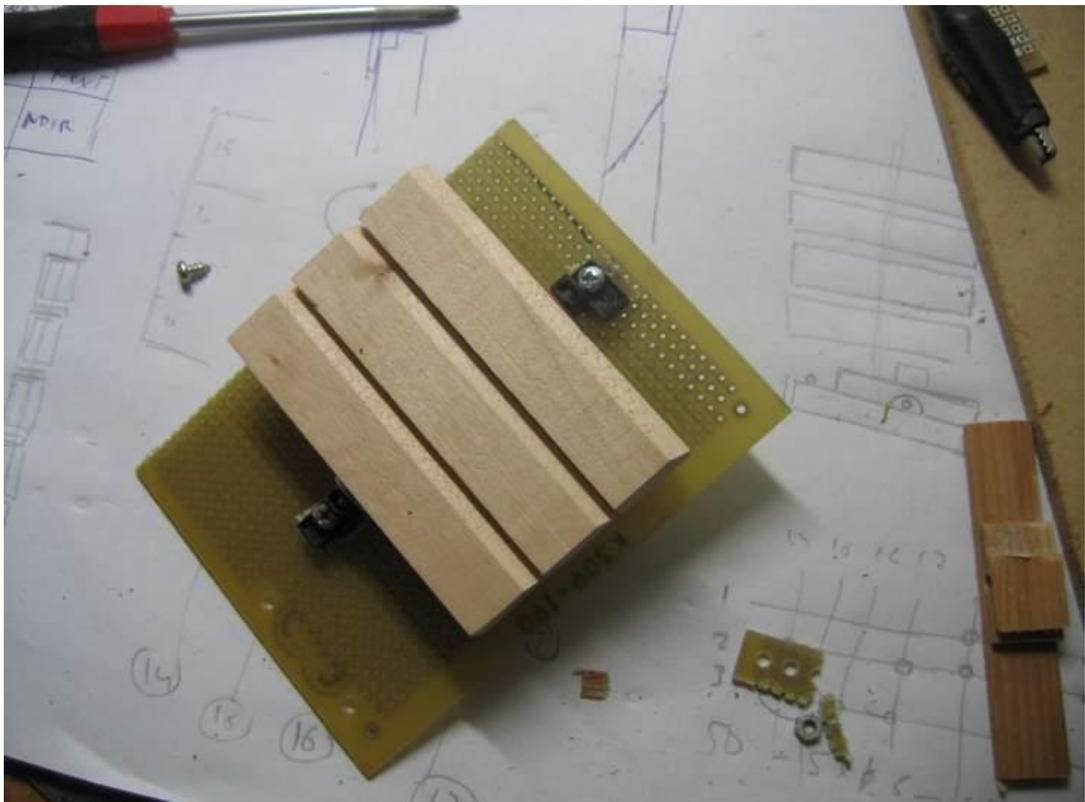


После фрезеровки, фанера была шпонирована, затонирована морилкой и покрыта лаком. (Тут я немного перестарался с темно-вишневой морилкой, и панель вышла практически черная)



Аналогично были сделаны и кнопки передней панели:





6 кнопок установлены на куске платы (макетки), на которой сверху смонтированы 3 клавиши-коромысла. Клавиши сделаны из дерева затем шпон-морилка-лак.

Конечно, внешний вид этого плеера оставляет желать лучшего – он явно отличается от серийного заводского экземпляра (но ведь и делался не на продажу, хотя возможно и будет продан, чтобы я мог сделать себе новый).

Разумеется, можно было бы заказать фрезерованную переднюю панель из алюминия, гальваническое покрытие, шелкографию или гравировку надписей. Но что бы при этом делал я? Чистой электроники мне и на работе хватает (как в старом анекдоте – «приходишь на пляж, а там станки, станки...») – и «железа» и программирования микроконтроллеров. В домашнем творчестве, я, по крайней мере, могу это «разбавить» изготовлением чего то непосредственно своими руками.

В любом случае – звук от него великолепный, и он позволяет уже обойтись без CD-проигрывателя (при этом, выбрасывать мой старый Филипс я пока не собираюсь). Но останавливаться на этом нельзя – этот плеер ограничен 2-х канальностью и форматом

24/192, а значит избавляться полностью от DVD-Audio пока еще рано. Ну и, есть некоторые идеи по другим способам управления/индикации и вообще топологии подобных плееров. Было бы на все время...



Хочу выразить благодарность автору платы «Танго» за саму плату, а также всем кто помогал своим участием в изготовлении этого плеера, своими советами, помощью с комплектующими, прослушиванием, и всем остальным.

Александр Торрес.