

Даёшь индустриализацию
с человеческим лицом
и без всякого глобализма!

ТАВРИЧЕСКИЙ ДЕМАРШ ЗЕЛЁНЫХ

Применение микросхем цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) индустриального стандарта в быту и некоторые соображения по алгоритмам восстановления аналоговой формы сигнала и коррекции ошибок при приёме данных, основанные на принципе Гиппократа

Преамбула

Как и предыдущая наша работа (см. [1]), эта статья посвящена лабораторному поиску важных и полезных Человеку, с нашей точки зрения, ископаемых в насыщенных теоретико-практических недрах и фундаментах разнообразных цифровых средств представления, преобразования, хранения и передачи Информации. Не секрет, что звук есть одна из многочисленных форм гардероба этой капризной Дивы. Приглашаем Читателя в её акустические будуары для интимного знакомства с некоторыми секретами её имиджа, осенёнными врачебной и прочими Тайнами. Опять приподыдем подол этого Вечного Карнавала. В два этапа.

В первой бравурно-конкретной части сего драматического действия мы намерены рассказать историю воплощения в железо одного из наших проектов – «внешнего» ЦАП (внутрилабораторное название - ЦАП д-ра Барменталья). Во второй части сообщим о результатах более глубоких бурений в сторону средств и способов правдивого (по нашему мнению) восстановления аналоговой формы звукового сигнала из цифровой и о путях реализации таких средств и способов на практике. Несмотря на то, что вторая часть носит меланхолично-абстрактный характер, надеемся, заинтересованные лица оценят перспективы усовершенствования своих звуковоспроизводящих трактов, открывающиеся пытливому взору с этих, в общем-то, скромных теоретико-технических позиций. Итак...

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ, ВЕЩЕСТВЕННАЯ

Поиск лекарств и способов их введения

Когда-то давно, ещё в пору изучения нами, лаборантами, анатомии и микробиологии различных чипов аудио-ЦАП, с различными топологиями и принципами работы, мы задумались над вопросом: а почему, собственно, все, без исключения, протестированные нами изделия из силиконских просторов зарубежья, формируют в конечном звуке нечто однотипно-неприятное, эдакий запах тлена на берегу бескрайнего Океана Звуков? (Заметим, что «бесфильтровый вопрос» уже был решён нами в пользу отсутствия аналоговых и цифровых фильтров как на выходе, так и входе ЦАП (см. [1])).

Анализ внутреннего устройства микросхем ЦАП привел нас к **ПЕРВОМУ выводу** (нынче для многих вполне очевидному), что основной виновницей этого неприятного призвука является «обвязка» самого узла ЦАП внутри чипов (т.е. различные буферы, восстанавливающие фильтры, электронные источники опорных уровней, офсетные компенсаторы и т.д.). И мы твёрдо решили пойти по минималистскому пути и найти основу лекарства для цифровых органов звукового тракта, волшебный ингредиент бальзама: голый ЦАП с так называемой открытой резистивной матрицей с «потенциальным» выходом (т.е. с выходом «по напряжению», а не «по току»). Последнее обстоятельство позволяет сократить тракт усиления на один каскад или «на один трансформатор», как минимум.

Первый такой ингредиент был обнаружен Евгением Ключниковым (ака д-р Барменталь) в 1998 году. Называется он MAX542 от корпорации MAXIM (см. [2]). Подчёркиваем, поиск был направленным и далеко не хаотичным!

Спустя непродолжительное время (всего лет пять ☺), на свет появился и первый флакон такого бальзама: прототип [3] с применением в буферном усилителе в качестве усилительного элемента мощного полевого транзистора с р-n переходом (J-FET) 2П902А, нагруженного на трансформатор со стороны стока. Питание буфера было организовано от батареи аккумуляторов. В качестве источника опорного напряжения для резистивной матрицы ЦАП выступала литиевая трёхвольтовая батарейка фирмы Duracell. Сигнал с выхода буфера прослушивался, правда на одном уровне громкости, через головные телефоны (наушники) или подавался на вход усилителя мощности (УМ) с регулятором входного уровня.

Внешне всё это историческое безобразие выглядело (см. [3]) вот так (о причинах построения фразы «в прошедшем времени» см. ниже в разделе Медосмотр):

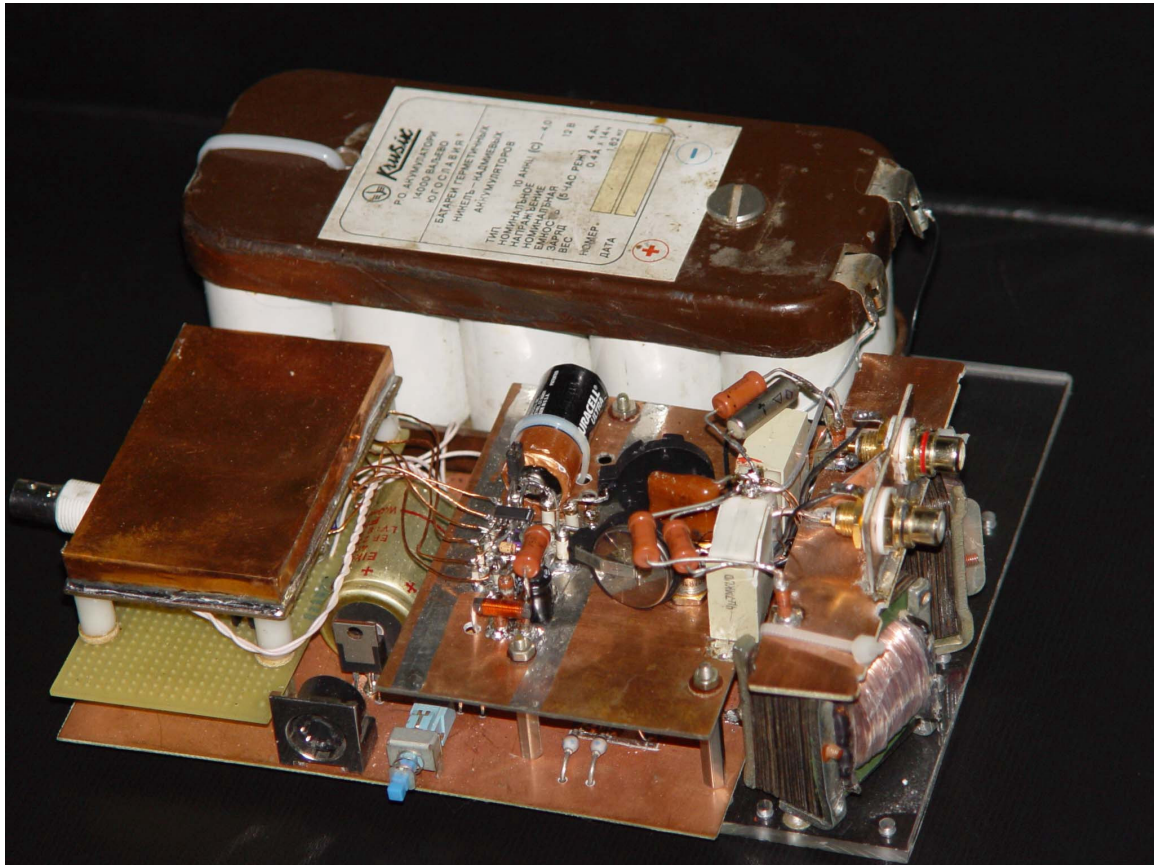


рис. 1. Первый образец (прототип) ЦАП с микросхемой MAX542 промышленного стандарта и с транзисторным трансформаторным буферным усилителем

Основная задача, возникающая при попытках заставить промышленный ЦАП трудиться не у станка, а на более тонкой и нежной почве музыкальной культуры, – это научить его понимать «two's complement» формат цифрового аудио, т.е. создать преобразователь формата. Человеку, хорошо знакомому с алгеброй г-на Дж. Буля, эта задача не покажется особо сложной. Реализация в железе такого преобразователя форматов и формирователя управляющих сигналов потребовала использования одиннадцати «...корпусов ИС малой и средней степени интеграции...» (цитата из учебника), типа, K555 серии. Источником потока данных служила шина выхода (I2S) приёмника S/PDIF-формата CS8412 от корпорации Cirrus Logic.

Существует несколько внутрилабораторных версий, почему первопроходец промышленно-бытовой цифровой целины выбрал 542-й чип, а не 541-й. По самой расхожей из них, у MAX542 почти в два раза больше лапок, и оно ему, первопроходецу, и приглянулось. Сторонники другого мнения (в числе них и сам первопроходец) обращают внимание на то, что 542-й чип имеет вход LDAC, который значительно упрощает схемотехнику преобразователя форматов и к тому же помогает

в борьбе со страшным (в основном потому, что не всегда понятным) бичом цифрового аудио – джиттером. Но об этом - позже, в Части Второй.

Полученная ажурная конструкция (скульптор д-р Барменталь ☺) была оснащена золочёными разъёмами Canare RJ-RU и в таком виде выслушана лаборантами и независимыми ценителями Прекрасного в Музыкае. Несмотря на красноречивый транзистор, звучало это устройство весьма необычно и по-философски глубоко, а прослушивание никого равнодушным не оставляло. Разнообразные отзывы носили в основном благожелательный оттенок в диапазоне интенсивностей от бесконечности до нуля ☺, что и подвигло Лабораторию на дальнейшие геологические исследования.

Лечение

Спустя ещё некоторое время (в 2005 году ☺) было принято решение довести устройство «до ума» (добровольцем-исполнителем решения ЦК Партии Лаборантов стал Евгений Бабиченко (ака Одессит), а кто же ещё?). А именно, поместить все элементы жизнеобеспечения ЦАП от MAXIM на одну печатную плату, изготовленную по современной и обычной сейчас технологии, с тем, чтобы окончательно убедиться в плодотворности идеи. Заодно было решено все среднерусские микросхемы первоначальной реализации конвертера формата (форматов) шины I2S (формат входных данных MAX541/542 – SPI) заменить заокеанской ПЛИС для уменьшения геометрических размеров устройства, расширения функциональных возможностей корректной цифровой обработки и для уменьшения уровня электромагнитных помех от цифровой части на аналоговую. В частности, применение ПЛИС одновременно с конвертацией формата даёт возможность реализовать «идеологический переключатель» (см. [1]) и «цифровой фазоинвертор». Последнее здесь следует понимать, как организацию в каждом канале двух параллельных потоков данных. Один из них соответствует неинвертированному аналоговому сигналу, другой - инвертированному. Такой цифровой фортель сократил число аналоговых каскадов, отвечающих за «фазоинверсию», до нуля и обеспечил предельную «симметричность» сигналов, да ещё без всяких обратных связей.

Точнее, беспредельное уменьшение погрешности «симметрирования» здесь ограничено только «протоколом кодека» (в данном случае – LPCM) в исходном потоке данных и несинхронностью при формировании электрических импульсов соответствующих параллельных выходных потоков. Очевидно, что влияние «не идентичность чипов ЦАП» в данном, «импульсно-арифметическом» аспекте здесь не рассматривается.

Наличие такого «балансного по цифре» выхода, по нашему мнению, расширяет возможности применений ЦАП как для «балансных», так и для «небалансных» топологий в аналоговой части тракта, а «места» такая опция занимает только в прошивке ПЛИС. Если же дальнейшая работа ЦАП предполагается только в «небалансных» трактах, то возможно применение сокращённого набора микросхем ЦАП и «гальваноразвязки».

На этой же стадии проектирования было принято ещё два решения. Первое: о необходимости организации двух разных интерфейсов связи (цифровых входов), одного- I2S в формате 48 bit clock – right justified, другого- S/PDIF. Второе: применяем четыре микросхемы ЦАП MAX541ACSA (волевое решение зама по снабжению). Правильно, они дешевле. (Барменталь ехидно хихикает...) В короткие сроки задуманное было воплощено в железо Евгением Бабиченко практически с первого захода.

Блок схема устройства выглядит так:

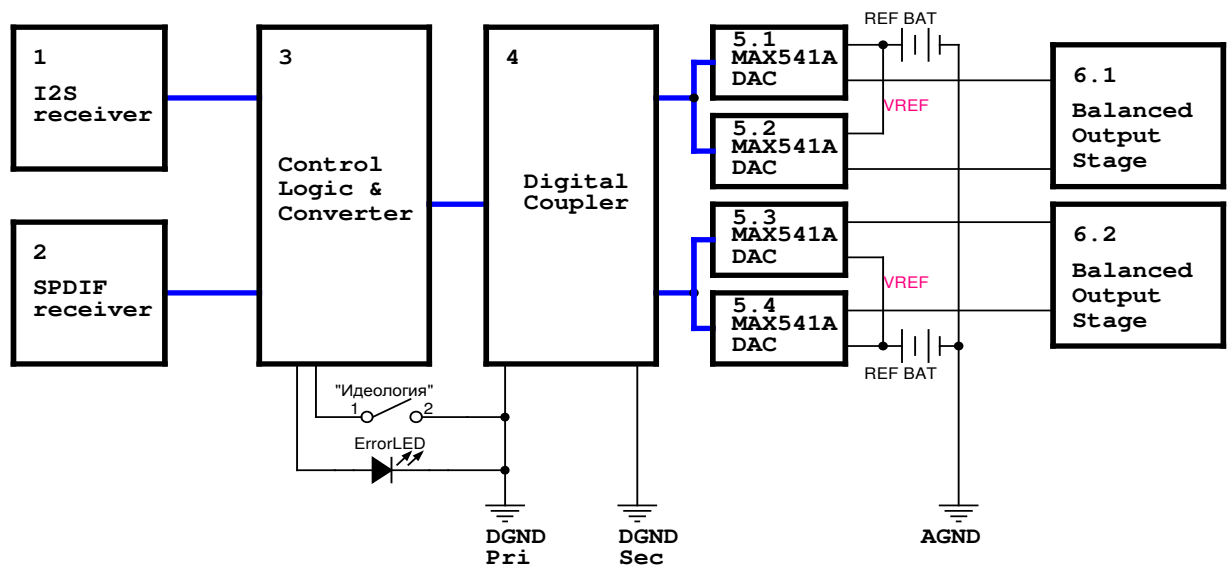


рис. 2. Блок схема ЦАП (источники «силового» (сетевое) питания не показаны)

На ней:

- 1 – приёмник I2S;
- 2 – приёмник S/PDIF;
- 3 – узел контроля и конвертера данных;
- 4 – узел гальванической развязки;
- 5 – ЦАП;
- 6 – нормирующие (буферные) усилители.

Вот что получилось в железе:

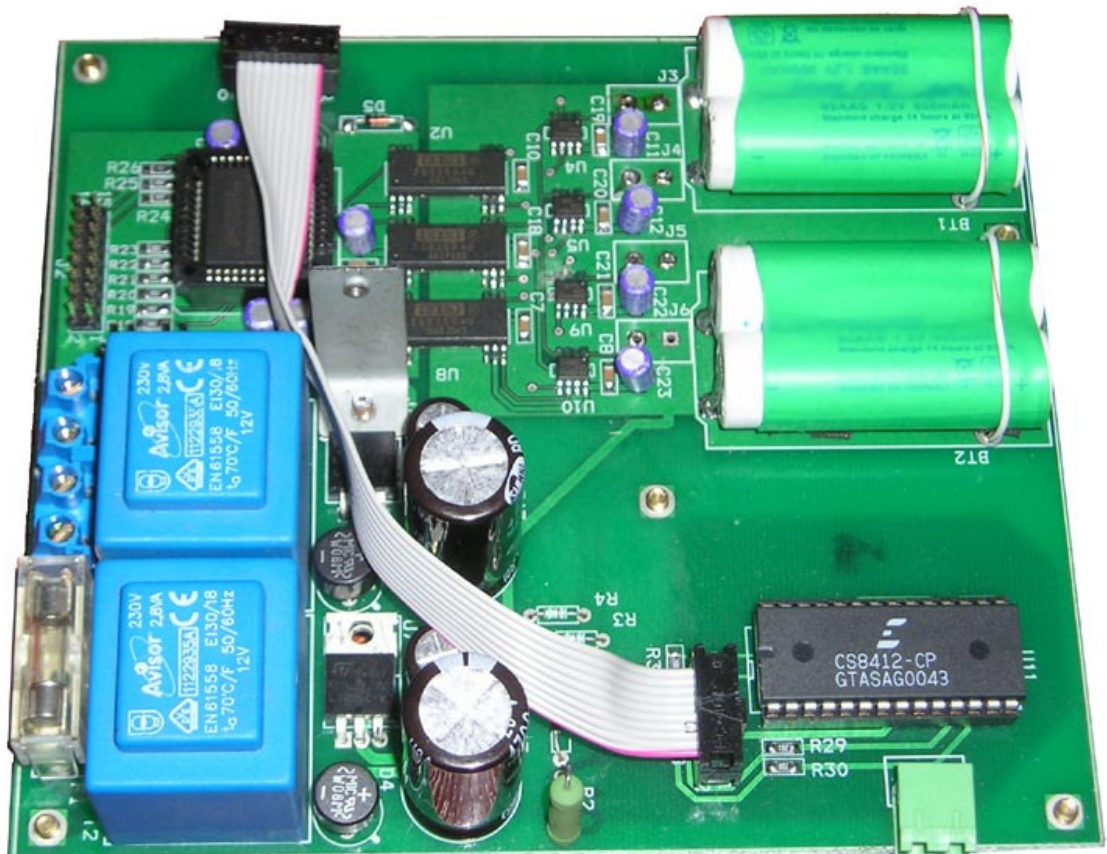


рис. 3. Внешний вид платы ЦАП без нормирующего (буферного) усилителя

Электрическая принципиальная схема платы ЦАП приведена на рис. 4.

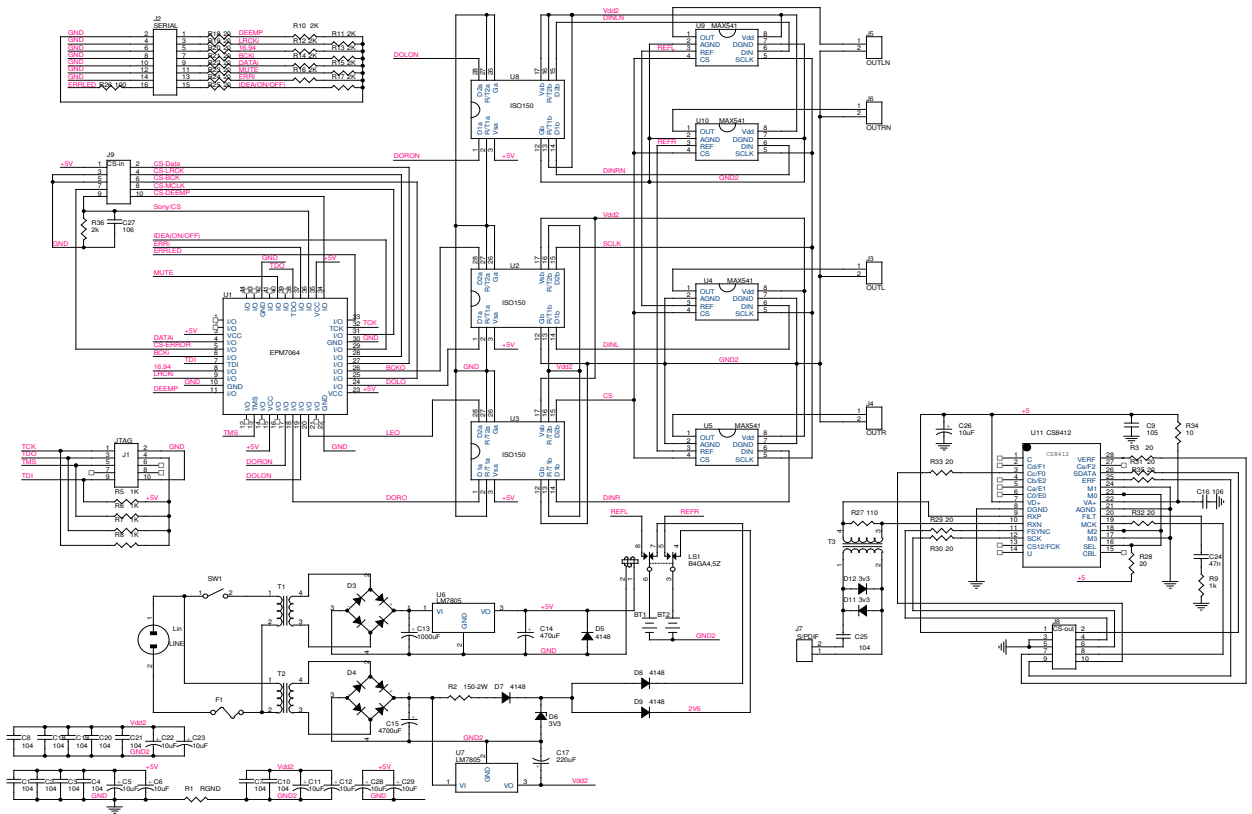


рис. 4. Электрическая принципиальная схема платы ЦАП без нормирующих (буферных) усилителей

Теперь расскажем о некоторых свойствах важных компонентов схемы и о некоторых подробностях её работы. Вдаваться же в подробности «нумерации ног» и «что, куда подключать» здесь не станем, чтобы не загромождать описание непринципиальными нюансами. Тем более, что плата рассчитана на повторение квалифицированным специалистом по SMD монтажу. Однако, Лаборатория свободно консультирует страждущих, но по делу.

Мы не позиционируем здесь S/PDIF-вход в качестве «главного», и поэтому особое внимание ему не уделялось. Т.е. это - опция. Для её реализации применён самый обычный чип CS8412.

Тем не менее, «идеологический тумблер» (см. [1]) реализован для обоих входов. Тумблер управления «идеологией» и светодиод, индицирующий наличие некорректируемой ошибки C2 в потоке данных, на плате не установлены и подключаются извне к соответствующему разъёму. Естественно, что флаг такой некорректируемой ошибки (цифровая метка о повреждении текущего семпла данных) в канале I2S должен формироваться и встраиваться в поток данных внешними устройствами (декодером CD-проигрывателя, например, или встраиваться в поток данных интерфейса S/PDIF на передающей стороне; стандартно (!) флаг встраивается в поток данных обоих интерфейсов, проверено Лабораторией).

Вход S/PDIF включается автоматически при наличии «несущей». В противном случае, «по умолчанию», включен вход I2S. Реализация автоматики - в «прошивке» ПЛИС (EPM7064 от корпорации Altera).

Т.к. спецификации и номенклатура цифровых интерфейсов связи время от времени обновляются и расширяются, причём, в сторону повышения пропускной способности, то ограничение по скорости приёма данных (битрейту) в предлагаемом ЦАП можно косвенно оценить по максимальной частоте принимаемого «мастер клона».

(Предполагаем, что объём данных в двух стерео каналах равный, и эти данные передаются последовательно во времени). В случае приёма через CS8412 по спецификациям такая частота равна 14,08 МГц. В случае приёма данных по шине I2S скорость ограничена быстродействием MAX541 (быстродействие применённых ПЛИС и «гальваноразвязок» (ISO150, чип «высоковольтной ёмкостной развязки» от корпорации ВВ (успешно поглощена TI) на порядок больше). Её также оценим по максимальной частоте «мастер клока». Из спецификаций [2] узнаём: она равна 10МГц. Учитывая, что в ЦАП работают две пары микросхем MAX541 одновременно по каждому каналу, получим эквивалентный максимальный «последовательный мастер-клок» в 20МГц. Т.е. описываемый ЦАП имеет определённый запас скорости преобразования на перспективу (два канала с частотой следования 16-ти битных семплов до 1МГц в каждом). Для любителей оверсемплингов и цифровой фильтрации - это сущая находка. Представленный на суд Читателя ЦАП может работать с двадцатикратным оверсемплингом исходных данных самого распространённого на компакт-дисках формата CDDA. Изменение спецификаций интерфейсов связи легко учитываются при перепрограммировании ПЛИС.

В последнее время становится актуальным применение ЦАП, подобных описываемому здесь, для точного и тонкого воспроизведения звуковой информации, записанной на «неподвижных носителях». Например, на широко распространённых сейчас флеш-картах памяти. Да ещё с повышенным битрейтом (F_s порядка 400 кГц). Поэтому мы считаем такой «мягкий», «софтовый» подход к адаптации по интерфейсам связи даже очень перспективным и своевременным: авангарду партизанского андерграунда надо видеть насквозь все манёвры глобалистов.

Перепрограммирование ПЛИС EPM7064 осуществляется непосредственно в устройстве посредством штатного интерфейса JTAG. Т.к. микросхема ПЛИС установлена на панельке (слоте), то, само собой, её можно «перешить» в любом внешнем подходящем для этого программаторе или заменить другим экземпляром ПЛИС EPM7064 с другой прошивкой.

В качестве источников опорного напряжения использованы никель-кадмиевые аккумуляторы. Аккумуляторы заряжаются автоматически при наличии сетевого напряжения на клеммах питания устройства и ВЫКЛЮЧЕННОМ сетевом тумблере SW1. При включении тумблера срабатывает реле LS1, и аккумуляторы переключаются с выхода цепи заряда на входы опорных напряжений микросхем ЦАП. В последнее время участились случаи использования обычных «пальчиковых» батареек формата AA, конечно, без всякой подзарядки. Применение литиевых батареек Лабораторией тоже приветствуется. Автоматика «по выключателю» остаётся практически той же.

По этому гальваническому поводу заметим следующее. Даже продолжительная интенсивная эксплуатация такого ЦАП с «честными батарейками» не приводит к заметной просадке опорного напряжения. Например, наша практика: снижение напряжения на батарейке (контрольный тест в проекте, содержащем по одному элементу AA формата от корпорации Energizer в канале) в течение почти двух лет настойчивой эксплуатации (в среднем 4 часа в сутки) составило 0,01V от начальных 1,59V (измерение на работающем ЦАП). Прогноз: батарея будет нормально обеспечивать работу ЦАП ещё года два, точно.

Теперь о нагрузке ЦАП MAX541 со стороны аналогового выхода и свойствах его аналоговой части (коммутируемой резистивной матрицы). Их есть у него как «положительных», так и «отрицательных».

Во-первых, в «точке покоя» на выходе присутствует постоянное напряжение, равное при отсутствии нагрузки на выходе матрицы половине опорного.

Во-вторых, не следует ни в коем случае превышать рекомендованные производителем «токовые» параметры выхода. Иначе, возможны вульгарные повреждения внутренних структур микросхемы. Аналоговый выход также чувствителен к

«статике» и к внешним «втекающим» токам как в выключенном, так и во включенном состоянии по питанию опорным и другими напряжениями.

Согласно данным производителя минимальное сопротивление нагрузки (безбуферный режим) составляет $9,6R_{\text{вых}}$ ($R_{\text{вых}}=6,25\text{кОм}$), т.е. 60кОм . С другой стороны, выходное сопротивление резистивной матрицы MAX541 не зависит от входного кода («при прочих равных», например, при достаточно малом внутреннем сопротивлении источника опорного напряжения, см. ниже). Поэтому величина сопротивления нагрузки влияет только на **общий коэффициент передачи** опорного напряжения на выход через резистивную матрицу и её элементы. На линейность шкалы величина сопротивления нагрузки практически не влияет. Это, в-третьих.

В-четвёртых, на самом деле MAX541- умножающий ЦАП, хотя **об этом ничего в спецификациях напрямую не сказано!** Поэтому изменения опорного напряжения влияют на выходное напряжение как в динамике, так и в статике изменений входного кода. Однако, очень медленные изменения опорного напряжения, типа, разряда батареек, совершенно не сказываются на линейности шкалы (если внутреннее сопротивление источника опорного напряжения достаточно мало, см. ниже) во время одного сеанса работы, даже многочасового. Это свойство умножения обуславливает также возможность применения опорных источников с напряжениями, существенно отличающимися от величин, рекомендованных в спецификациях. Например, любой величины из диапазона от $+5\text{V}$ до $+0,5\text{V}$ («в верхнем значении» возможна амплитуда сигнала до $2,5\text{V}$ без всякого усиления и буферизации!). Лишь бы собственные шумы элементов ЦАП не отразились на точности преобразования и не сгорело что-нибудь внутри от рвений и энтузиазма любителей электрического экстрима. Мы же хотим в Части Второй этой статьи показать, как такое свойство умножения используется в более изощрённых методах следования заветам древнего эскулапа с острова Кос в партизанской борьбе с буржуинскими замашками глобалистов с применением их собственных патронов и шмайссеров ☺.

Но, в-пятых, следует иметь в виду, что со стороны входа опорного напряжения резистивная матрица в комплексе со своими элементами и нагрузкой выхода не имеет свойства сохранять постоянным своё входное сопротивление при изменении входного кода. Оно меняется от $11,5\text{кОм}$ до 200кОм . Причём, монотонной зависимости не наблюдается (см. графики в [2]). Производитель рекомендует величину внутреннего сопротивления выбирать менее 20мОм (миллиом). Заметим, что эти миллиомы обеспечивают погрешность преобразования из-за ненулевого сопротивления источника опорного напряжения не выше одной десятой уровня младшего разряда. И думаем, что $0,2\text{Ом}$ вполне хватит.

С высокой степенью точности требование к максимальной величине R_i (по «не превышению») внутреннего сопротивления источника опорного напряжения, исходя из условий необходимой точности преобразования по абсолютной доле отклонения d от идеальной шкалы значений выходного напряжения и диапазона изменений величины входного сопротивления делителя (матрицы) от R_{min} до R_{max} , может быть вычислено по формуле $R_i=dR_{\text{max}}R_{\text{min}}/(R_{\text{max}}-R_{\text{min}})$. Подстановка значений для $R_{\text{min}}=11,5\text{кОм}$; $R_{\text{max}}=200\text{кОм}$; $d=10E(-5)$ даёт $R_i=0,12\text{Ом}$. Из этой формулы, как и из общих рассуждений, также следует, что при $R_{\text{min}}=R_{\text{max}}=\text{const}$ (т.е. при постоянном входном сопротивлении резистивной матрицы со стороны опорного напряжения) внутреннее сопротивление источника опорного напряжения может иметь любую постоянную под этой нагрузкой величину без вредных последствий для линейности шкалы.

Подробнее важные свойства гальванических элементов и резистивных матриц микросхем ЦАП в описываемом здесь применении будут рассмотрены в Части Второй. А сейчас просто сошлёмся на ресурс Интернета, не вызывающий у нас особых сомнений в надёжности приведённых спецификаций. См. [4].

Блок нормирующих (буферных) усилителей вынесен за пределы платы. И это понятно: опыты показали преимущество ламповых буферов, как достойного экскорта нашей Дивы (см. Преамбулу). В некоторых лабораторных случаях-проектах сигнал из такого ЦАП сразу поспупает на регулятор уровня, а от туда - на вход первого и, даже,

бывает последнего и единственного каскада усилителя мощности. Из-за великого разнообразия приемлемых схем, для которых такой ЦАП может служить источником сигнала, мы решили не отдавать здесь ни одной из них преимущества в очереди на публикацию. Ни «нашим», ни «вашим». Другие могут обидеться. Но пару слов о желательных свойствах их входов для такого ЦАП сказать надо.

Во-первых, существует опасность слишком низкой частоты среза «по верху» во входной цепи усилителя из-за довольно высокого выходного сопротивления «открытой матрицы». Подчёркиваем, что и в «бесфильтровых применениях ЦАП», как и в «усилении мощности (уровня)», мы **настаиваем** на снижении различных неравномерностей ЧХ и расширении диапазона равномерной передачи как в сторону высоких, так и в сторону низких частот. Наши требования превышают «общепринятые по звуку» на два порядка: равномерность ЧХ по уровню спада -3дБ по типу «ФНЧ-ФВЧ-1» – 2-200000 Гц (см. [1], [5], а также Часть Вторую этой статьи).

Например, задавая частотой среза в 200кГц (см. [1], [5]), найдём, что при $R_{вых}=6,25кОм$ ёмкость нагрузки должна быть меньше, чем

$$C_{вх} = \frac{1}{2\pi \times 6,25кОм \times 200кГц} \approx 127пФ.$$

Во-вторых, если изменять выходной уровень сигнала ЦАП регулятором, пропускающим постоянный ток (например, непосредственное включение потенциометра на выход МАХ541), то при отсутствии «разделительного входного» конденсатора может существенно плавать сеточное смещение следующей сразу за регулятором лампы.

Эти моменты обязательно надо учитывать при реализации буферов и/или каскадов усиления для такого ЦАП. Проще всего регулятор уровня ставить после буфера с усилением K_u , а выход ЦАП грузить на делитель, имеющий ослабление $K=K_u$ и как можно более низкое выходное сопротивление.

Покажем здесь такую возможность. Например, используем каскад на триоде 6С4П, имеющий $K_u=40$. Так как самое низкое сопротивление нагрузки МАХ541 равно 60кОм, то простейший резистивный «Г-делитель» с таким собственным входным сопротивлением и затуханием в 40 раз будет иметь выходное сопротивление порядка 1,5кОм, что позволит поднять предел ёмкости нагрузки (см. выше) до 530пФ. «Сквозной» коэффициент усиления такой системы ЦАП-буфер будет, очевидно, равен единице. А дополнительное сеточное смещение для 6С4П со стороны ЦАП тоже ослабится в 40 раз и станет незначительным.

Ещё одно общее замечание: наличие гальванической развязки- дело вкуса. Принципиально схема работает и без неё, ясное дело.

Аналогичные микросхемы ЦАП выпускают и другие производители. Texas Instruments, например, выпускает полностью идентичный чип DAC8830. Есть и более дешёвые чипы с аналогичной МАХ541 внутренней топологией, например, МАХ5541 того же производителя. Естественно, что его официально заявленные параметры хуже, чем у МАХ541. Мы пробовали его применять (необходимых для монтажа этого чипа изменений рисунка печатной платы нет). По нашему мнению, в сравнении с описываемым здесь устройством ЦАП с МАХ5541 звучит «стратегически» также, но отличия «адекватно-пропорциональны» отличию в цене. Эконом-класс.

Медкомиссия

Ну, конечно, мы с нетерпением ждали этого момента. И вот он наступил. Особых неожиданностей не предвиделось. Ведь, д-р Барменталь успешно эксплуатировал свой прототип уже не один год. Он почти сразу заменил буфер на красноразнозначных транзисторах буфером на не менее серпастых вакуумных триодах (одесский

трансформаторный суперкаскад, см. [6]). Поэтому фотография на рис.1- история, а подпись к ней - уже в прошедшем времени. Оно и к лучшему. Д-р Барменталь не скрывал своих успехов перед сподвижниками по лабораторному подполью. На слуху были его успехи именно на «тембральном фронте». А нетерпение объяснялось просто. Ко времени воплощения в железо описываемого здесь ЦАП с МАХ541 (2005 год) мы только что опубликовали статью [1], а Евгений Ключников вместе с любимой женой и бесценным модернизированным прототипом уехал жить и работать в Австралию. Те результаты усовершенствований проигрывателей (см. [1]) были настолько хороши, что мы даже не знали, с чем их сравнивать. Особенно потрясал Philips CD-160 с ЦАП на легендарной TDA1541 «с голым импульсным референсом» и ампутированным цифровым фильтром. «Разве что с ЦАП Барменталья сравнить?», - бормотал Евгений Бабиченко над платой по рис. 3, осенённый канифольными парами, пьянящими воображение. Поэтому в Австралию ехать с Филипсом не торопился. Да, и кто ж ему даст?

Сравнительные прослушивания.

Их было много разных, и много было слушателей, тоже разных. В разных помещениях и комнатах с разными акустическими свойствами. На разных трактах. Как на «полностью балансных» и, даже, на «первом бесконденсаторном» (система Игоря Майсяна), так и на «полностью небалансных». Как на «ламповых», так и на «транзисторных». С разными АС. От электростатических «Мартин Логан» до электродинамических «Одесской Гармони» (см. [1]) и не очень молодых «Альтеков» (однажды было через «телефункен 1939 года» в моно ☺). С разными транспортами. От Philips-ов с CDM-2, 4, 9, а также сравнительно молодого VAM-1205, до «кенвудов» (CDP-7090) и «тиков» (VRDS-10SE и VRDS-25). С разной музыкой. От Токарева и Шевчука до Канчели и Мингуса. С разными CD. От бармалейских и «болванок за 20 центов» до ECM и Harmonia Mundi.

При всех «разницах» и «нюансах» (напомним, например, что TDA1541 имеет «токовый» выход, а МАХ541- «потенциальный») мы, лаборанты, констатировали следующее. Генерация упомянутого в самом начале силиконового запаха на берегу Океана Звуков у обоих пациентов беспрецедентно слаба. При этом звук от ЦАП на МАХ541 и от усовершенствованного по [1] ЦАП на TDA1541 уверенно и заметно различается. Это заявило подавляющее большинство экспертов-слушателей. Какого-либо перевеса по числу голосов «нравится – не нравится» в пользу того или иного ЦАП не было. При практически одинаковой и высочайшей «разборчивости» как на «fortissimo tutti», так и на «piano solo» TDA1541 отличала, в общем-то, лучшая «передача пространства», особенно исходной трёхмерной реверберации, а МАХ541- лучшая «передача тембра», особенно вокала. Звук ЦАП TDA1541 воспроизводил чуть-чуть с «излишним флёром» (некоторые могут сказать - с мылом), а ЦАП МАХ541- чуть-чуть с «излишним серебром» (некоторые могут сказать - с пластмассой). Другими словами, ЦАП TDA1541- более «стохастичен», как Ренуар, а ЦАП МАХ541 – более «аналитичен», как Леонардо.

И мы крепко и шибко призадумались. Где же эта Золотая Середина? В чём же **основная объективная причина** таких различий? Где же Правда?

Вот и настала пора, Читатель, перейти ко второму отделению нашего Концерта-Карнавала. Настала пора сменить декорации сборочного цеха на кабинетную тишь, а комбинезон SMD-монтажника на академическую феску и уютный халат. Поэтому

Антракт

Евгений Ключников
Евгений Бабиченко
Игорь Гапонов
Одесса, Сидней. 19 августа 2008г.

(продолжение следует!)

Список источников информации к Части Первой

1. <http://www.sky.od.ua/~eugeny/16to20.pdf> ; 16 в 20, Семь-сорок, или осеннее танго в Одессе (работа посвящена усовершенствованиям в CD-проигрывателях)
2. http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/1419 (Спецификации на MAX 541/542 на официальном сайте корпорации Maxim)
3. http://www.klychnikoff.com/Main_f/Schemes/DAC/DAC_Steps.htm (Внешний вид прототипа)
4. <http://data.energizer.com/PDFs/l91.pdf> ; <http://data.energizer.com/PDFs/X91.pdf> (Спецификации гальванических элементов на официальном сайте корпорации Energizer)
5. <http://www.sky.od.ua/~eugeny/doc.html> (Усилители RIAA – коррекции на вакуумных триодах для «скоростных» (электродинамических) звукоснимателей, в шести частях)
6. <http://www.sky.od.ua/~eugeny/secret.pdf> ; Первый секрет подпольных лаборантов (Одесский Суперкаскад)