

## Наши заблуждения

Не секрет, что знания (в широком смысле) есть субъективный образ реальности. В более узком смысле знания трактуются как обладание некоей **объективной** (проверенной) информацией, позволяющей решить конкретную задачу.

Насколько объективен **ваш** образ реальности?

Попробуйте проанализировать, какая часть ваших знаний получена **истинным** путём, т.е. либо из вашего непосредственного опыта, либо как результат вашего мышления, опирающегося на основополагающие истины и научно обоснованные понятия.

Это и будет то непреложное, на что вы можете полагаться при выборе аппаратуры. Остальные примерно 80-99% всех чужих пара-квази-анти-лже-псевдо-как-бы знаний, полученных из сфабрикованных статей, обильно снабжённых потрясающей красоты картинками, шестизначными ценниками и крайне субъективными словоизвержениями экспертов – одиночек я предлагаю вам незамедлительно забыть.

Но навсегда запомнить, что Научные объяснения направлены на сознание. А реклама всяких дорогих аудиофильских штучек действует на подсознание. Гораздо более эффективно действует, человеку трудно идти против своей веры. В общем, берегите, люди, голову!

В сущности, почти все, что мы считаем **своим** знанием почерпнуто из того, что под руку или прямо в уши из эфира попало. Мы сызмала и самым примитивным образом становимся жертвами маркетинга, паствой профессиональных и хорошо оплачиваемых "гуру". Нам много рассказали о тонкостях звучания того или иного кабеля, о всевозможных влияниях помех из сети, об ошибках при чтении лазерных дисков, джиттере.....о великом множестве процессов, которые **должны** влиять на звук.

**Мы теперь точно знаем, что именно должно влиять!** Но каковы эти влияния **в численном выражении**, и самое главное, можем ли мы это услышать?! Об этом нам как-то не сообщили.

Напомню, что влияния, схожие по результату, складываются как корень из суммы квадратов. 5% и 1% дадут не 6%, а всего 5.099%. Говоря иначе, при анализе каких бы то ни было влияний нужно знать хотя бы **порядок** их малости. Иначе мы просто обречены быть Дон Кихотами! Страшилок и ветряных мельниц Адепты Тайного Знания понапридумывали очень много...

Я не против эзотерики и даже некоторых суеверий, поскольку (как и все мы в этом мире) не обладаю всеобъемлющей полнотой картины! Напротив, я стараюсь во всём найти рациональное зерно; однако некоторые вещи я знаю очень хорошо.

Итак, Страшилки, простите, наши типичные заблуждения

[000. О "мёртвости" и "скучности" неокрашенного звучания](#)

[00. О "огрехах" звукорежиссуры](#)

[0. Об "аудиофильских" компонентах](#)

[1. О том, что высокая степень интеграции отрицательно сказывается на звучании.](#)

[2. Качество питания, нужность супер-стабилизаторов с брендовыми конденсаторами](#)

[3. О вреде отрицательной обратной связи \(ООС\)](#)

[3.1 О "уникальности" качества усилителей без ООС](#)

[4. О необходимости длительного «прогрева» аппаратуры](#)

[5. О «неважности» гармонических искажений.](#)

[6. О категорической недостаточности 16 бит 44.1 кГц](#)

[7. О безусловной пользе Ур-сэмплинга](#)

[8. О джиттере](#)

[9. Об избыточности большого быстродействия.](#)

[10. О необязательности низкого выходного сопротивления УМ](#)

[11. О качестве цифровых усилителей.](#)

[12. О том, что покупателя не надо информировать о чиселках, или О Магии в звуке.](#)

[13. О том, что все аппараты разные](#)

[14. О том, что проще – значит лучше \(типа, всё гениальное просто\)](#)

[15. О том, что дороже – наверняка лучше.](#)

[16. О том, что что – то бывает сотворено из ничего](#)

[17. О «неизмеримости» искажений](#)

[18. О том, что со звуком вот-вот всё скоро станет совсем хорошо.](#)

[19. Снова о кабелях](#)

### **Заблуждение Заблуждений, №000**

#### **О "мёртвости" и "скучности" неокрашенного звучания**

Существует расхожее мнение, что точная аппаратура быстро надоедает своим однообразным и идеализированным звучанием.

Это безусловно было бы так, если бы со студий звукозаписи выходил всегда одинаково "стерильный", и "стандартный" звук. Конечно, **никакого стандартного звука не существует!** Все без исключения музыканты стремятся придать звучанию "свой", желательно легко узнаваемый почерк и окраску, многие из них используют только любимые, затёртые до дыр примочки, положение ручек на которых хранят в строжайшем секрете и не показывают даже жёнам! Звукорежиссёры от них не отстают, ибо никому не хочется быть незаметным роботом.

Но увы, всегда находятся желающие утверждать, что все потуги вышеперечисленных людей пустая трата времени без их чудесного "тёплого" звука! Неясно только, с чего это они решили, что звук изначально "холодный".

**Право же, не стоит обменивать великое разнообразие и индивидуальность возможных звучаний на единственный, пусть даже приятный для слуха звук!**

### **Заблуждение №00**

#### **О "огрехах" звукорежиссуры**

Часто пишут, что высокое разрешение аппаратуры позволяет услышать много того, чего слышать **не стоит**, например огрехи звукорежиссуры или скрип стульев в концертном зале; и что вместо музыки получается урок анатомии.

Как говорится, волков бояться - в лес не ходить... По своему опыту могу сказать, что слышать недостатки записи мне не очень приятно, однако не слышать её достоинств неприятно вдвойне!!!

**Достоинства** же случаются самые разные, мне например в некоторых моментах очень приятны сильнейшие искажения и другие фишечки от того же Alana Parsonsa, хотя кто-то назовёт их отвратительными. А его ремастированные 24-х битные записи - это вообще что-то, эти фишечки образуют замечательнейшее звуковое полотно и начинают жить своей жизнью. И особенно важно, чтобы фишки дошли до вашего слуха "как есть", потому что у окрашенных **ещё и в вашей** аппаратуре у них есть шанс стать просто мусором.

**То, что на аппаратуре не очень качественной слышится как мусор, на самом деле часто оказывается очень даже**

**живыми, стильными и необычными звуковыми событиями.** И бесполезно спорить, действительно ли это огрехи или специально так записано, для красоты.

Ну а если нам всё это надоест, всегда можно послушать MP3 битрейт 64 или net-радио, там-то уж точно никаких огрех звукорежиссёра не услышим, всё однозначно, ноль от единицы отличим!

### **Заблуждение №0**

#### **Об "аудиофильских" компонентах**

Воистину плодороднейшая почва для спекуляций.

Производители этих компонентов не останавливаются ни перед чем, лишь бы человек ПОВЕРИЛ. Ибо вера эта - золотое дно.

**Вера** — признание чего-либо истинным, часто — без предварительной **фактической** или **логической** проверки, единственно в силу внутреннего, **субъективного** непреложного **убеждения**, которое не нуждается для своего обоснования в **доказательствах**, хотя иногда и **подыскивает** их.

Массовая вера **должна** быть проста и понятна, поэтому строится на примитивных утверждениях типа "Всё гениальное просто"

или

"Дорогие детали облагораживают звук".

**Как происходит**, спросите вы, **что умные и образованные люди становятся вдруг верующими аудиофилами?!**

Ответов несколько, и все они на поверхности

1. Внушаемость человека, порождённая тягой к прекрасному и подстёгиваемая тысячей "чудесных примеров", придуманных дипломированными маркетологами.

2. Чем суровой наказанье, тем искуснее обман. /Александр Манухин/ ..... А если обман вообще не наказуем?!

3. Ложь, повторенная тысячу раз, становится правдой. (**Йозеф Геббельс**).

Так устроено наше подсознание, увы.

Вдобавок:

- Факт, согласно которому **качество работы интегрального УМ, например, на 70-80% определяется его принципиальной схемой, и только на оставшиеся 20-30% элементной базой --- благоразумно умалчивают.**

- Реалии этого мира подменяются подсознательно желанной красивой сказкой. А в сказках должны быть свои злодеи, например, Дешёвые Конденсаторы и свои герои, например, Аудиофильские Лампы.

Вера в эти сказки не даёт очнуться и вспомнить, что самые лучшие автомобили, например, очень и очень сложны, а их стоимость наполовину состоит из стоимости чертежей, над которыми годами трудились инженеры - разработчики.

То же самое можно сказать и о микросхемах, за квадратным миллиметром кристалла скрывающих труд поколений инженеров и космические технологии, и о высококлассных усилителях, самая дорогая "деталь" которых - это "бумажное" качество их принципиальной схемы.

Напоказ такие штуки не выставишь (слишком уж это непонятно для большинства), и ходовая часть всегда скромно скрывается "под капотом".

Курьёзных примеров много, но до **верующих** в чудесные компоненты эти примеры просто не доходят -- блокируются подсознанием.

**Другое дело**, например, красота и мощь паровоза! Огромный котёл (источник питания), невероятного размера раскалённые цилиндры (лампы или радиаторы с голову) и 100 тонн железа никого не оставят равнодушными! Тут уж всякому ясно -- вещь! Отсутствие поршневых колец -- никого не смущает, только добавляя пара антуража!

[Здесь развенчаны мифы о конденсаторах.](#) Необыкновенно, профессионально, красиво.

### **Заблуждение №1**

**О том, что высокая степень интеграции отрицательно сказывается на звучании.**

Производители аппаратуры навязывают мысль о том, что для достижения хорошего результата категорически необходимо иметь *отдельные* компоненты, соединённые мудрёными шнурами. Соглашусь, это хорошо для человека с толстым кошельком, и совершенно здорово для самого производителя.

Однако можно привести пример, когда даже в очень хорошей аппаратуре отлично уживаются и импульсный блок питания, и развесистая цифровая часть, и высококлассные ЦАП и АЦП, и даже микрофонные предусилители. Речь сейчас идёт о профессиональном микшерном пульте.

Просто инженер – разработчик хорошо знал, что и как можно делать, а чего и почему нельзя.

### **Заблуждение №2**

**Качество питания, нужность супер-стабилизаторов с брендовыми конденсаторами.**

Надувательство в этом вопросе достигло невероятного размера.

Любой грамотный электронщик вам скажет, что например, для операционного усилителя необходимо и вполне достаточно соблюдения требования референсного дизайна. А в нём можно увидеть только 10mkF тантал плюс 0.1mkF керамику плюс иногда 1 - 10nF NPO для особо трепетных. ВСЁ!

**Гораздо более важно грамотно и аккуратно трассировать землю и питание.**

Для примера, подавление помех по питанию современного операционного усилителя на частоте 20 кГц минимум раз 300, а у хороших 3000 и выше. На рисунке слева приведены графики для ОРА604, подавление пульсаций 1000раз, а справа – хороший ОУ, подавление пульсаций 20000 раз на частоте 20 кГц.

POWER SUPPLY AND COMMON-MODE REJECTION vs FREQUENCY

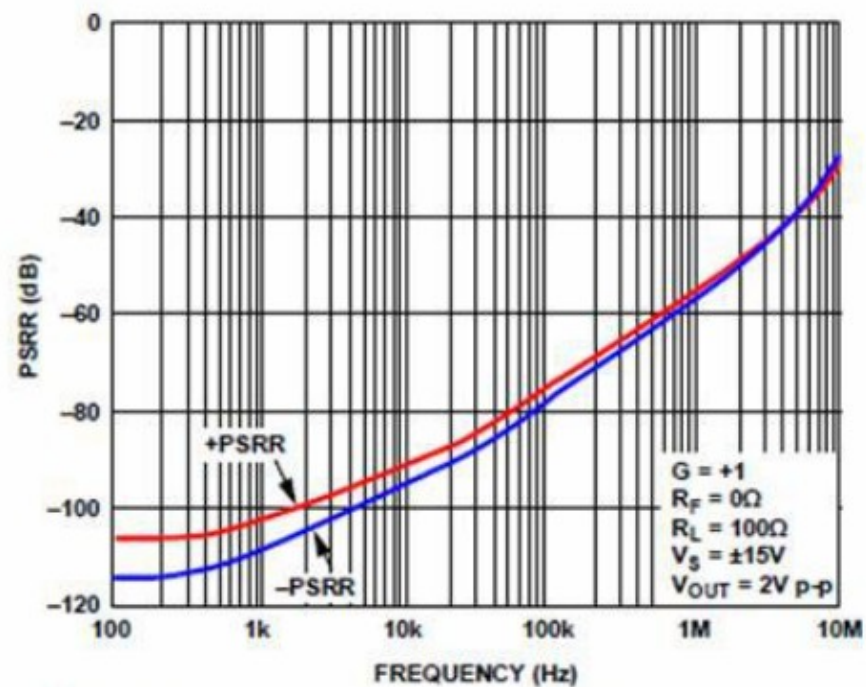
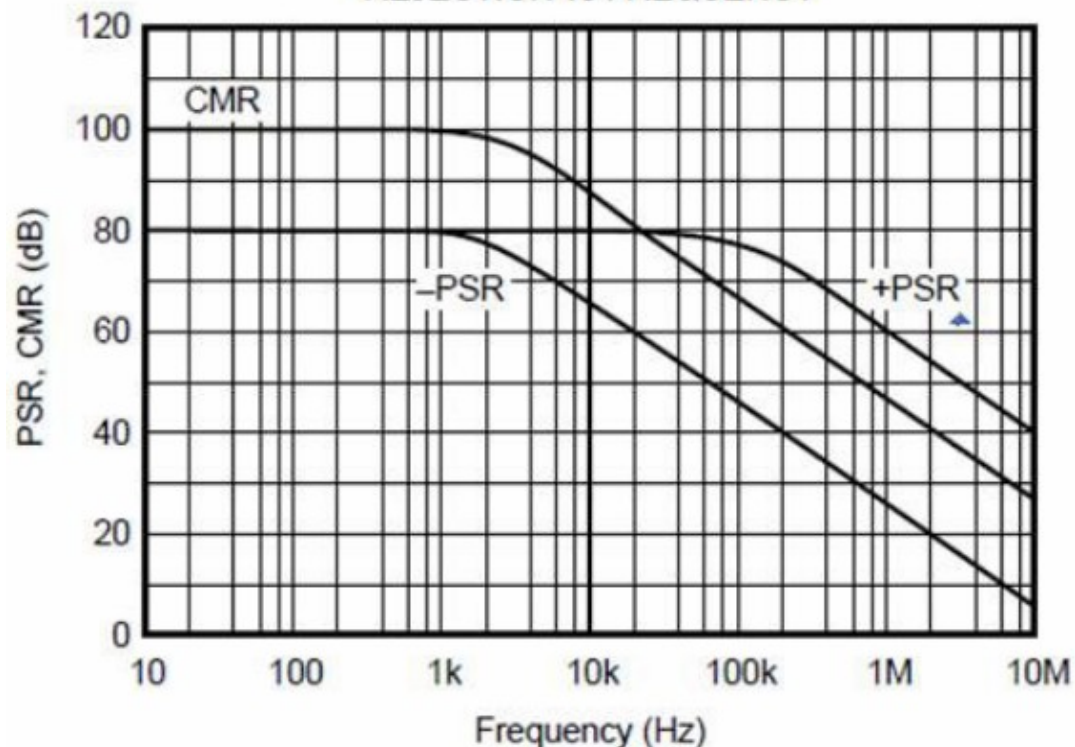


Figure 33. Power Supply Rejection Ratio (PSRR) vs. Frequency

Подавление пульсаций в обычном выходном каскаде усилителя мощности минимум раз 50.

**О питании усилителей мощности.**

Блок питания состоит из диодного выпрямителя и сглаживающих пульсации конденсаторов. Для усилителя с глубокой отрицательной обратной связью (ООС) необходима и достаточна ёмкость около 15000mkF на канал на 4 Ома. При этом пульсации составят около 10%. Шесть 8 – омных каналов потребуют 50000mkF. Все, что больше – это маркетинг.

Качество самых распрекрасных электролитических конденсаторов на высоких частотах всё равно абсолютно недостаточное и их необходимо шунтировать керамическими (до них маркетологи пока что не добрались). Чтобы улучшить подавление пульсаций в **2-5 раз**, можно конечно и поставить намного больше самых хороших конденсаторов.

А что делать, если нужно улучшить **в 1000 раз, как это, по-хорошему, и требуется?!** Таких больших конденсаторов ещё не придумали! Вот тут-то на помощь и приходит Схемотехника. Можно очень долго махать над большим дохлой курицей, извините, рекламным проспектом с конденсаторами, а можно просто дать ему нужную таблетку. А лучше две.

**Имя первой** – отдельный фильтр для питания входных каскадов (с конденсаторами **отнюдь** не гигантскими).

**Имя второй** – отрицательная обратная связь. Для неё, при выполнении потребных условий устойчивости, что 5 раз, что 50000... При глубине ООС на низких частотах порядка 5000 раз уже совершенно безразлично, какие конденсаторы у вас в фильтре питания.

**Гораздо более важно грамотно и аккуратно, повторюсь, трассировать землю и питание.**

**Об электромагнитной атмосфере.**

В *пространственно-разнесённых* системах с уймой межблочных соединительных кабелей проблема питания действительно встаёт довольно остро, и требуется хорошее качество первичного питания (помехи бытовой электросети, ВЧ помехи от СВЧ печек, мобильных телефонов, УКВ радиостанций).

**Чем развесистее ваша система, тем хуже с её питанием.** И с чувствительностью к «внутренним» электромагнитным помехам, кстати, тоже. Например, обычный (не свитый) межблочный кабель способен «наловить» до -80 дБ гармоник сети от поля рассеивания мощного тороидального трансформатора усилителя мощности. Причем этот фон может не зависеть от положения регулятора громкости! И уж точно не будет зависеть от наличия или отсутствия сетевого супер-стабилизатора.

Вообще, когда вам говорят про то, что что-то лучше, что-то хуже, неплохо бы поинтересоваться насколько в процентах это «хуже» хуже того, что «лучше». И заодно спросить красивогоговорящего, действительно ли только в цене заметно это «улучшение» Задайте как-нибудь такие вопросы, реакция бывает крайне любопытной.

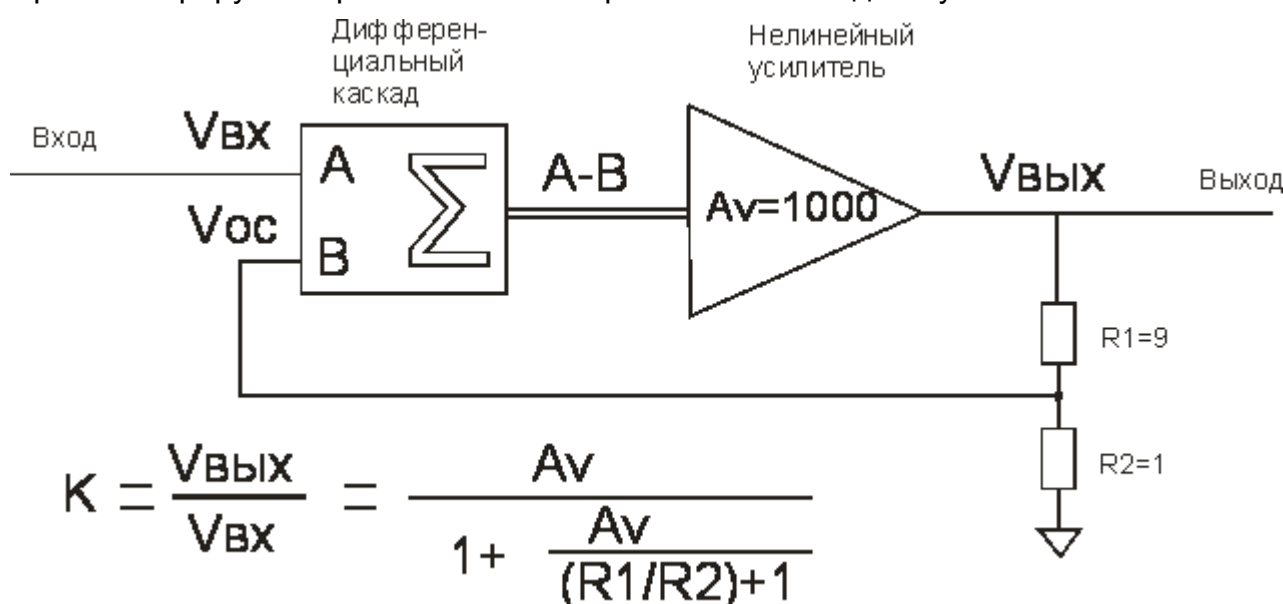
**Заблуждение №3**

**О вреде отрицательной обратной связи (ООС).**

Очень часто потребителя заочно считают чайником, а производитель пафосно сообщает: «наш усилитель без обратной связи». Любой инженер знает, что это ложь.

**Не бывает усилителей без обратной связи вообще!** Она есть всегда, в частности **внутри** отдельно взятого транзистора или лампы. Это научный факт. В этом случае она является местной.

**Принцип**, на котором базируется ООС в высшей степени универсален и существовал задолго до появления электроники и нас с вами; на нём основана работа всего сущего - от клеток до экосистем — для поддержания гомеостаза. Вы лично пользуетесь им каждую миллисекунду, чтобы, например, ходить, да что там, чтобы просто не пронести ложку мимо рта! Проиллюстрирую как работает ООС в простом 2-х каскадном усилителе.



**Основной параметр ООС** - её глубина. Под глубиной понимают "запас" усиления. Для схемы выше коэффициент усиления  $K=9,90099$ , а "запас" усиления (глубина ООС) около 100 раз. В эти 100 раз ООС и улучшает параметры "нелинейного усилителя".

**Применимость принципа ООС и максимальная её глубина ограничиваются только устойчивостью, не существует никакой "оптимальной" глубины ООС.**

Из теории устойчивости известно, что чем большей глубины ООС мы **хотим** достичь, тем большего быстрогодействия мы **обязаны** добиться. Разработка устойчивых широкополосных схем с большим усилением – это технически весьма и весьма сложная задача. Видимо поэтому разработчики, которые не в состоянии преодолеть такую техническую проблему коммерчески целесообразным способом, и объявляют общую ООС злом. И, в первую очередь отсюда желание «отделаться» местными ООС и ограничить глубину общей. (*вот здесь и кроется засада: чем больше глубина ООС — тем сложнее получить высокое быстроедействие*)

Вокруг **общей** ООС всегда очень много разговоров, обычно эзотерически наполненных и технически безграмотных. Но даже технически грамотные Спорящие обычно не могут признаться друг другу в том, что же является их **конечной целью**. На мой взгляд, если человеку надо максимально достоверно передать сигнал, то у него просто не остаётся другого выхода, как применить ОС, обычно общую и возможно большей глубины. Если же хочется чего-то додумать, исказить, приукрасить, то от ООС **придется** отказаться или сильно ограничить её глубину, применить уже дорожные супер-конденсаторы, слава Hi-End-у, простор для творчества широк.

Для слуха обычного человека, действительно, разговор грамотных людей о ООС может показаться ну полной профанацией. Применяются термины вроде «частота единичного усиления», «запас по фазе», «петлевое усиление», «корректирующее звено», «сигнал ошибки» и т.п. Попахивает какой-то наукой, от которой хай-эндщики (а большинство из них не обременены глубокими техническими знаниями, т.е. являются в техническом смысле обычными людьми) бегут как от чумы, и где-то в глубинах сознания рождаются смутные сомнения... Хорошо, если они выходят наружу в форме научного интереса и желания разобраться. И плохо, если заседают внутри, рождая уже панический страх или фобию. *Автор не упоминает (или не знает) о существовании такого важного параметра как ГВЗ отвечающего за искажения во временной области.*

Подробнее о ООС [здесь](#)

### **Заблуждение №3.1**

#### О "уникальности" качества усилителей без обратной связи

Повторюсь, не бывает усилителей вообще без обратной связи; например, в схеме эмиттерного (истокового, катодного) повторителя, по которой собрано 99,5% всех выходных каскадов присутствует 100%-я местная ООС по току. Проще говоря, местная ОС является неотъемлемым свойством любого усилительного каскада, и говорить о её вредности просто глупо.

Самое время разобраться, чем же общая ОС отличается от местной.

1. И в том, и в другом случае часть напряжения (тока) с выхода усилителя подаётся в противофазе на его вход.
2. И в том, и в другом случае используются схожие схемотехнические решения, обычно разница только в номиналах резисторов, которые и определяют глубину местных ОС.
3. Местная ОС лианирует каскад усиления, **но лишь до определённого предела, около 0.05 – 0.2%** общих гармонических искажений. Ограничения накладывают физические свойства активных элементов. **Общая ООС свободна от этого принципиального ограничения.** *Опять же речь идет о гармонических искажениях и ни слова об искажениях во временной области которые и отвечают за точность звукоусиления, особенно в микродинамике.*
4. Сдвиг фазы в схеме без ООС совершенно неопасен, поскольку не может превышать 90 градусов для каждого каскада, и условие устойчивости соблюдается автоматически. В схеме с ООС, состоящей из нескольких каскадов этот фазовый сдвиг "накапливается", и это является единственным ограничением на глубину ООС. [Подробнее здесь](#).

И, если верить эзотерикам, звук "убивает" только общая ОС, но никак не местная, что позволяет локализовать проблему именно в сдвиге фазы.

Интересно, что фазовый сдвиг в усилителе понятие в некотором смысле виртуальное и для звуковых частот никак не связано с задержкой распространения сигнала во времени, от которой **на самом деле** очень зависит качество работы ООС. Задержка, эквивалентная сдвигу фазы 90 градусов на частоте 20 кГц – примерно **12,5 мксек**, и никакой, даже самый медленный усилитель такой задержкой не обладает. Для сравнения, в ES6.2 задержка от входа до выхода составляет **60 нсек**, т.е. в 200 раз меньше. (*и это хороший показатель, так как при задержке более 100 нс начинают расти искажения во временной области*) Соответственно, общая ООС в нём работает совершенно так же, как и любая местная.

**Итак, общая ООС ничем принципиальным от местной не отличается, за исключением количества охватываемых каскадов, и фазового сдвига, который "накапливается". Различие и вовсе исчезает, если построить усилитель так, чтобы сдвиг фазы от входа до выхода в звуковой полосе частот был невелик.**

Но вернёмся к качеству усилителей без ООС.

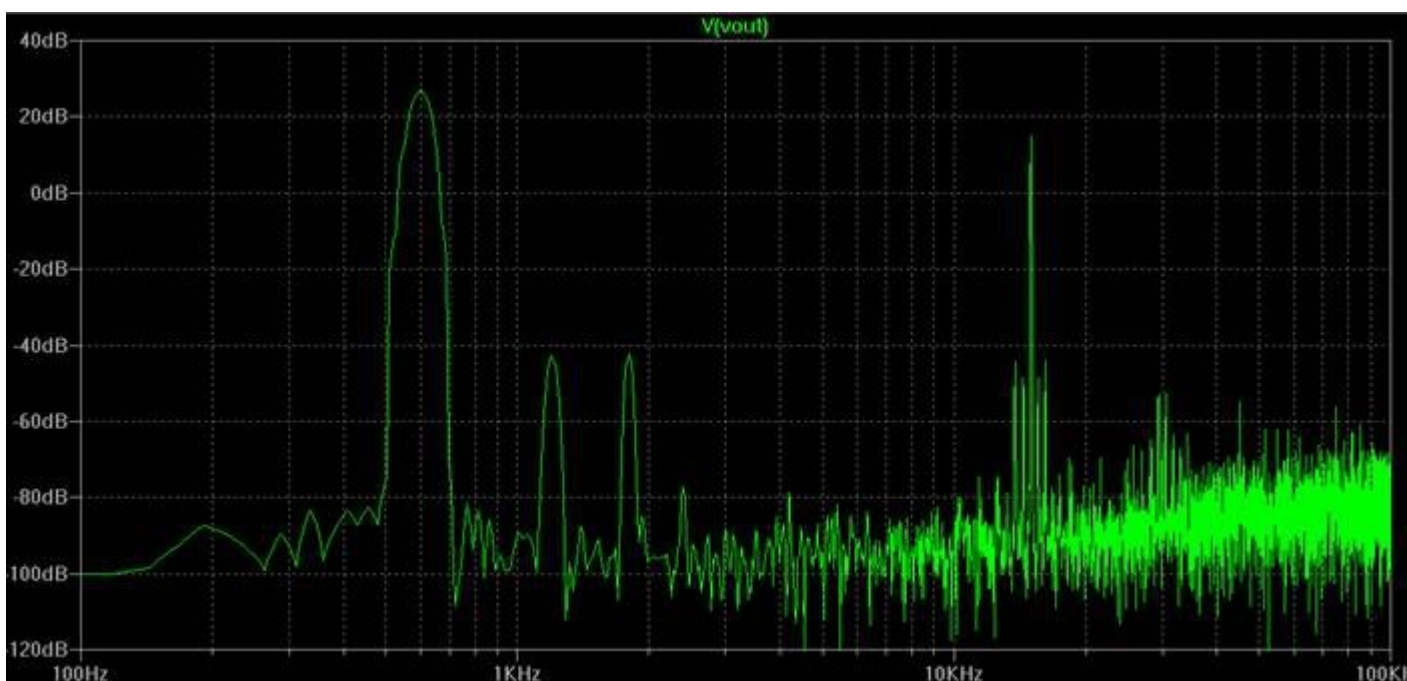
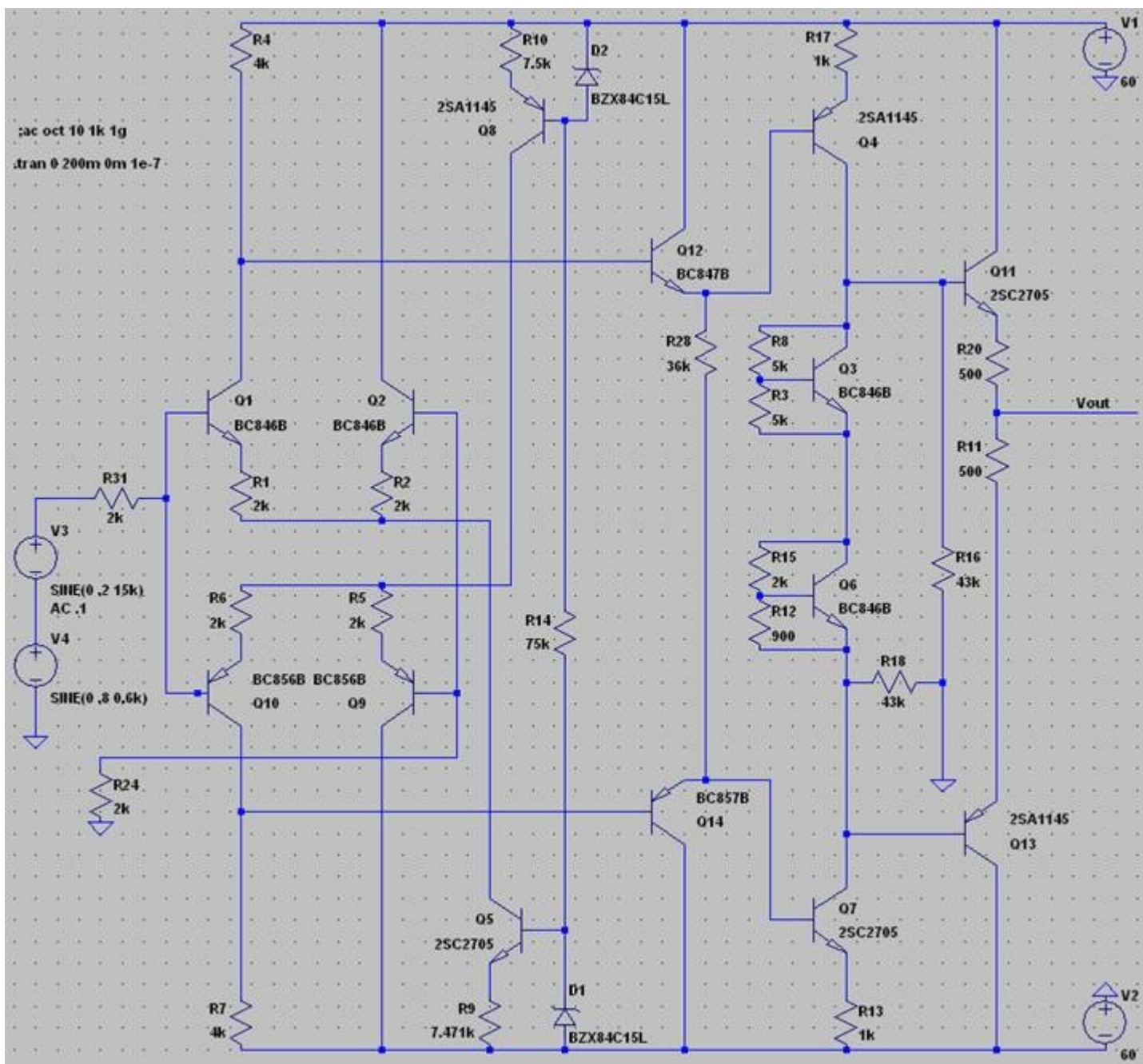
**С входным каскадом** всё хорошо, вносимые им нелинейности малы, поскольку мала амплитуда входного и выходного сигнала.

**С каскадом усиления напряжения** всё уже совсем не так здорово, его усиление обычно достаточно велико, а амплитуда на выходе сравнима с напряжением питания, и в полной мере сказываются нелинейные ёмкости и нелинейная зависимость усиления и выходного сопротивления от напряжения. Искажения, вносимые этим каскадом, составляют **0.05 – 0.5%**, и вопреки широкораспространённому мнению, не очень сильно зависят от архитектуры усилителя.

Полностью (якобы) симметричные усилители показывают почти такие же результаты, как и любые другие. **Происходит это по той причине, что основной вклад вносят всего два транзистора (на схеме ниже Q4 и Q7), но в хороших усилителях их всегда два, независимо от того, «симметричный» усилитель или нет.** К тому же полностью комплементарных транзисторов попросту не существует, ёмкости и кривизна транзисторов разной структуры в силу технологических причин существенно отличаются.

*На самом деле в усилителях напряжения (УН) без общей ООС существует проблема нагрузки — она должна быть «идеальной». В противном случае все подуги направленные на получение низких искажений могут разбиться о кривое входное сопротивление усилителя тока или выходного каскада (ВК).*

На рисунке ниже приведены результаты моделирования "симметричного" и нашумевшего когда-то усилителя без ООС «[The end Millennium](#)», схема взята [отсюда](#), простая и красивая.



Из результатов моделирования нетрудно видеть, что искажения усилителя the End Millenium без нагрузки (и даже без выходного каскада!!!) примерно 0.07% THD и 0.1% IMD. Выходкой каскад, даже тщательно отстроенный, добавит (как будет показано ниже) ещё примерно столько же, но фокус в том, что в результате перемножения спектров искажений итоговый спектр будет содержать массу гармоник и интермодуляций высококого порядка. Видимо, этот самый мусор и объявлен "неповторимым" качеством. [На самом деле этот усилитель не признан аудиофилами и говорить о неповторимом качестве не приходится.](#)

**О каких 0.0017% THD заявляли авторы, неясно.** Достаточно смелое утверждение даже для хорошего усилителя с ООС. Ошибочка почти в 50 раз, однако! Но, спасибо авторам, теперь нам известно, какие циферки они считают "референсными".

**Выходной каскад. Самый лучший и тщательно отстроенный** (в том числе в классе "А") обладает выходным сопротивлением 0.05 - 0.2 Ом и искажениями на большом сигнале порядка 0.05 - 0.2%, и до 0.4% на средне-малом сигнале ([подробнее здесь](#)). Результирующие искажения (в особенности на большом и сложном сигнале, где они будут хаотично меняться в зависимости от частоты, поскольку импеданс нагрузки непостоянен и на резистор не очень похож) могут быть **до 0.5%**. Такую «точность» можно проверять любым китайским тестером!

Итак, на что вы можете рассчитывать, становясь владельцем усилителя с гордой надписью "усилитель без ООС"

Проблема, параметры	Признаки	Как решается	Цена вопроса
Недостаточное подавление пульсаций источника питания, 0.1-1% гармоник сети на большом уровне НЧ	Небольшой фон, резко усиливающийся в присутствии сигнала, на слух проявляется как плотный, немного бубнящий и совершенно неразобранный низ <b>На некоторых композициях и, особенно, на АС невысокого качества может, тем не</b>	Огромное количество суперконденсаторов, встроенный стабилизатор или выносной источник питания	от 2000р до 10000\$

	немее, произвести очень хорошее впечатление.		
Значительные гармонические искажения  0.05-0.1% на большом сигнале; для выходных каскадов в классе "AB" 0.1-0.4% на небольшой громкости	Нижние частоты гадят на средние, средние в свою очередь на высокие. На слух проявляется как общая мутность, замазанная реверберационная картина и неразборчивость на насыщенных музыкальных фрагментах. Нет деликатности и воздуха.	Непомерное усложнение выходного каскада и увеличение тока покоя, вплоть до класса "А". Мега-трансформаторы, радиаторы, и транзисторы. Из пассивных средств - стараются маскировать искажения, дополнительно окрашивая звук. Применяются не технические (маркетинговые) способы, "настройки" слушателя, но по сути - никак.	от 2000р до 5000\$
Значительные интермодуляционные искажения  0.05-0.2% на большом сигнале; для выходных каскадов в классе "AB" на средней громкости 0.1-0.4%	В присутствии высоких частот средние теряют прозрачность, а высокие как-бы "отделяются". Высокие частоты с металлическим оттенком, "стоят стеной", не детальны и не воздушны. Мелкие детали и нюансы отсутствуют.	Те же.	
Большое выходное сопротивление.	сильная зависимость звучания от типа АС, поскольку искажения зависят от частоты в той же степени, что и импеданс.	Никак	пожизненный поиск "хорошей связки "

#### Заблуждение №4

##### О необходимости длительного «прогрева» аппаратуры

Я не вижу практического смысла в длительном (более получаса) прогреве устройств, не содержащих движущихся частей или частей с очень большой теплоёмкостью. Ну не верю я в возможность сверхтонких состояний вещества в обыкновенном транзисторе или конденсаторе!

**Другое дело слуховой аппарат человека!** Его можно и нужно прогревать годами, в особенности, когда он начинает слышать новые синтетические звуки. На то, чтобы убедить себя что что-либо есть хорошо, требуется время.

**К тому же, если изделие неделю «прогревается», то есть имеет место быстрый дрейф параметров, то за месяц оно может и «состариться», а за два месяца – умереть.**

#### Заблуждение №5

##### О «неважности» гармонических искажений.

Гармонические искажения всегда считались одной из основных характеристик звукоусилительного тракта. Но, как и всё в этом мире, их правильное понимание имеет свои тонкости. Одна тонкость – при численно равных Кг усилители могут звучать совершенно по – разному из – за разного спектрального состава гармоник. Вторая тонкость – неодинаковость Кг на разных частотах. Ниже показано, что **неверно рассуждать об искажениях, рассматривая только гармонические, безотносительно интермодуляционных.** *На самом деле наиболее важны не столько гармонические и интермодуляционные искажения которые снимаются на стационарных сигналах а искажения во временной области (в том числе и переходные).*

Дело в том, что те же нелинейности в усилительном тракте, которые порождают гармоники, с абсолютной неизбежностью порождают и интермодуляции. И это не предмет для обсуждения, это математически доказанный факт. **На самом деле гармонические искажения это всего лишь частный случай интермодуляционных, когда одна из тестовых частот отсутствует.** Интермодуляции высокочастотных составляющих попадают в том числе на средние частоты, в зону наибольшей чувствительности слуха, и **не** маскируются ВЧ составляющими. Порог слышимости на средних частотах составляет около 0 дБ, и важно, чтобы интермодуляции были ниже этого порога. Интермодуляции первого порядка в лучшем случае равны гармоникам по амплитуде, отсюда однозначное требование: уровень гармонических искажений на высоких частотах всего тракта (в особенности этого трудно добиться в УМ) не должен превышать порога слышимости на средних частотах. Таким образом, для звукового давления, например, 96 дБ уровень гармонических искажений на ВЧ **не должен быть более 0.0016%.** Усилитель с настолько малыми искажениями на ВЧ демонстрирует необыкновенно тонкое, воздушно - невесомое звучание.

Это, как говорится, довод **ЗА** малость искажений.

*Как ни странно но тест проведенный в ветке <https://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=73194>*

*Так ли страшен КНИ, как его малюют? опроверг это. Такое впечатление что участвовавшие в слепом тесте тыкали пальцем в небо. Только 50%, скорее всего случайно, указали на треки в которые были внесены искажения уровнем 1 %!*

Довод **Против** в том, что якобы искажения более тихие, чем шумовой фон помещения, не слышны. Предположение, что искажения менее уровня шума не будут замечены, являются, на мой взгляд, непростительным и некорректным упрощением. Для примера, мы можем прекрасно слышать тихое пение птиц за окном, но если мы возьмем микрофон, запишем, взвесим с помощью эквалайзера по кривой чувствительности слуха и на полученной, адекватной с точки зрения слуха шумовой картине помещения попытаемся найти пики сигнала, отвечающие пению, то ничего не увидим! Так произошло потому, что измеренный уровень шумовой дорожки несет в себе информацию об интегральном значении сигнала, грубо говоря это корень из суммы квадратов всех частот, каждая из которых значительно меньше по амплитуде. На спектрограмме мы бы увидели его с лёгкостью, потому что пение птиц это узкополосный сигнал, превышающий шум на наблюдаемом частотном интервале.

**Существуют ещё как минимум две особенности человеческого слуха**, которые не стоит игнорировать и «упрощать», и которые помогли нам услышать пение птиц на фоне урчания холодильника и храпа соседа по квартире. Это избирательность по направлению и способность «накапливать» информацию о повторяющемся сигнале, достаточно продолжительном во времени. Согласно мнению некоторых исследователей ( *Стереофония. - Ковалгин Ю.А.*), первая из них составляет 12-15дБ (!), информации по второй, к сожалению, найти не удалось. Переоценивать её не хочется, так же как игнорировать, поэтому возьмём какую-нибудь среднюю, например 6дБ.

В сумме получается примерно 20 дБ.

В итоге, если мы слушаем музыку в тихом помещении (20-30 дБА) мы приходим приблизительно к тем же цифрам: **интермодуляционные и гармонические искажения усилительного тракта во всей полосе частот должны быть менее порога слышимости, около 0.003% и 0.002% соответственно.** Естественно, предпочтительно иметь запас, просто для гарантии.

#### Заблуждение №6

О **категорической** недостаточности 16 бит 44.1 кГц

Первый и самый значимый довод состоит в том, что для 24-х битных записей динамический диапазон может быть увеличен многократно, благодаря гораздо большей разрядности.

Здесь сразу надо определиться, что же **на самом деле** представляет из себя динамический диапазон.

Когда говорится о динамическом диапазоне, скажем, симфонического оркестра (по мнению разных авторов **от 60 до 75 дБ**) имеют в виду отношение амплитуды самого громкого Форте-фортиссимо к самому тихому ПIANO-пианиссимо. Вроде бы всё верно, и к этой информации апеллирует буквально каждый, кто хочет рассчитать динамический диапазон. Но можем ли мы говорить, что ПIANO-пианиссимо это тот самый минимальный квант, тише которого уже не бывает? Конечно, **это никакой не минимальный квант**, а какая-нибудь окarina, со своим тембром и со своей динамикой, про которую все как-то «забыли». Сколько отвести ещё динамического диапазона на тихонько звучащий инструмент, я сказать не берусь, знаю только, что 8-битный звук на малой громкости звучит нормально. На сверхмалой может, видимо, хватить 4-5 бит, т.е. 18-24 дБ.

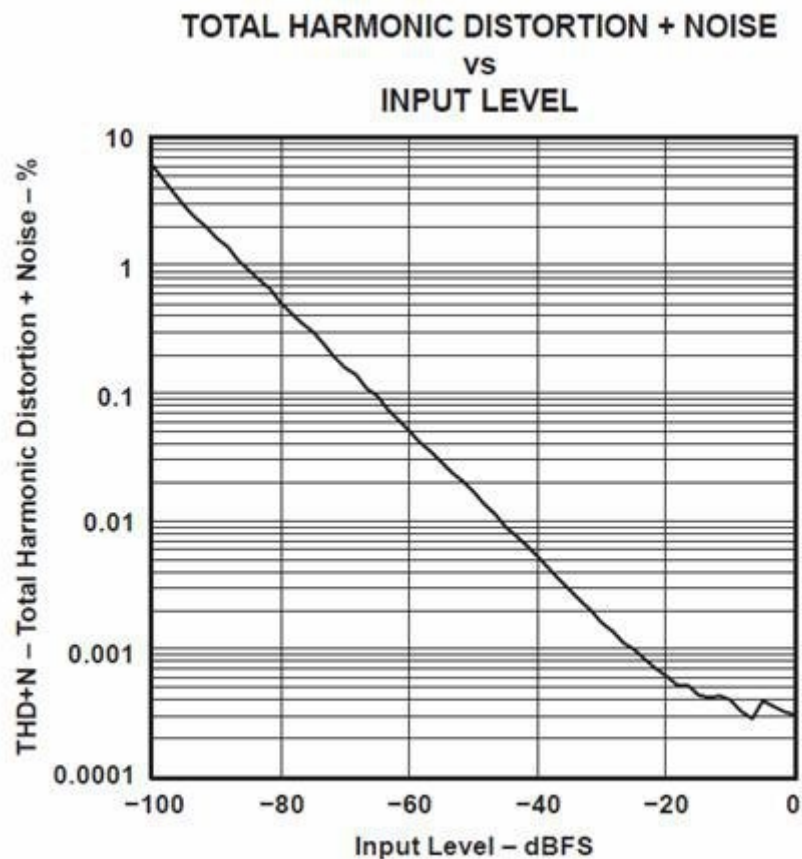
То есть д.д. симфонического оркестра на самом деле составляет  $75+24=99\text{дБ}$  (!!!) и **приблизительно равен динамическому диапазону CD**. Такого диапазона я, к сожалению, не встречал ни на одной из записей! Для удобства прослушивания всегда применяется компрессия минимум 1.2:1, что превратит исходных 99дБ в 83дБ, но это уже совсем другая история.

Теперь попробуем посчитать динамический диапазон исходя не из **потребностей**, а из **возможностей**. Зададимся максимально возможным уровнем, развиваемым нашими АС, 115 дБ, это приблизительно  $2 \times 150\text{Вт}$  при чувствительности АС 92 дБ и расстоянии от них 2 метра (ну очень громко). Уверен в том, что посидев несколько минут при звуковом давлении 115 дБ, вы на первое время утратите способность ясно слышать свой собственный голос. Мне лично такая возможность не очень нужна, я бы предпочёл сохранить свой слух и ограничиться **средним** звуковым давлением 96дБ. Для обычной записи со средним уровнем -15 дБ имеем максимальную громкость 111дБ. Если, как и в примере с птичками задаться чувствительностью слуха -20 дБ относительно шума помещения (около 30 дБ для обычной жилой комнаты) имеем динамический диапазон  $111-30+20=101\text{дБ}$ .

Получается, что **наши возможности** (101дБ, мощная звуковая аппаратура в обычной комнате) **совпадают и с нашими потребностями** (99дБ, симфонический оркестр **без** компрессии), **и с возможностями стандарта CD!!!**

Однако вернёмся к вопросу о том, какие преимущества имеют 24-х битные записи. В динамическом диапазоне преимущество очень хорошее, но выясняется, что воспользоваться им не очень получается. Может быть, есть шанс получить **преимущество по искажениям**? Попробуем разобраться в этом вопросе.

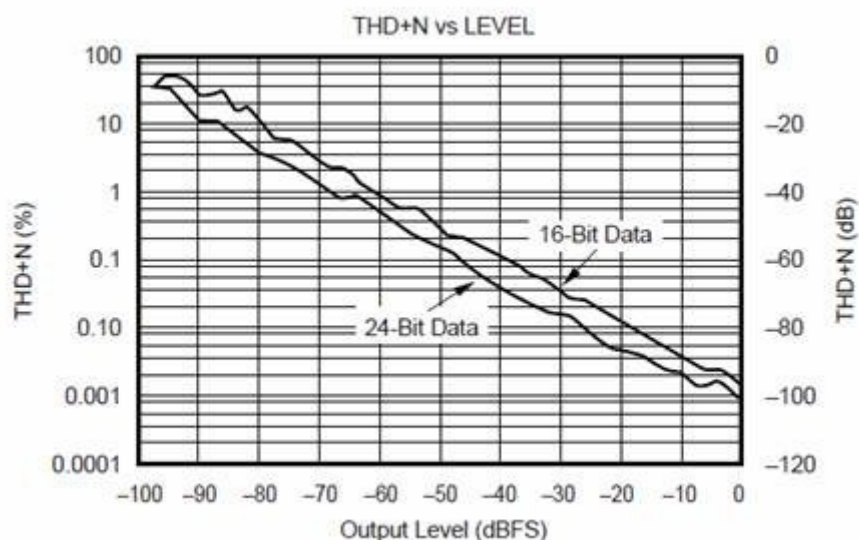
Для синусоидального сигнала 20 кГц максимальной амплитуды точность даже самых лучших ЦАПов (в том числе современных 32-х битных) не выходит за пределы 18-19 бит при частоте квантования 44.1 кГц. Это отвечает IMD порядка 0.0004%. С уменьшением сигнала уровень искажений хороших 24-х битных систем нарастает довольно медленно, что проиллюстрировано на графике ниже (24-битный PCM1794).



NOTE:  $f_s = 48\text{ kHz}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ ,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ .

Для реальных музыкальных произведений обычный уровень сигнала составляет -10...-15 дБ, однако и для этого уровня IMD находится в пределах 0.0005%, что надо признать очень хорошим результатом.

Для CD при максимальной амплитуде этот параметр составляет около 0.003%, совпадая с чувствительностью слуха (порядка 0.003%, для звукового давления 90 дБ, по широкораспространённому мнению).



Из графика видно, что для хорошего ЦАПа (PCM1704) в 16-ти битном режиме Кг при уровне -15 дБ составляет уже 0.007%, IMD тоже будет около 0.007%, что в три раза хуже «слуховых потребностей».

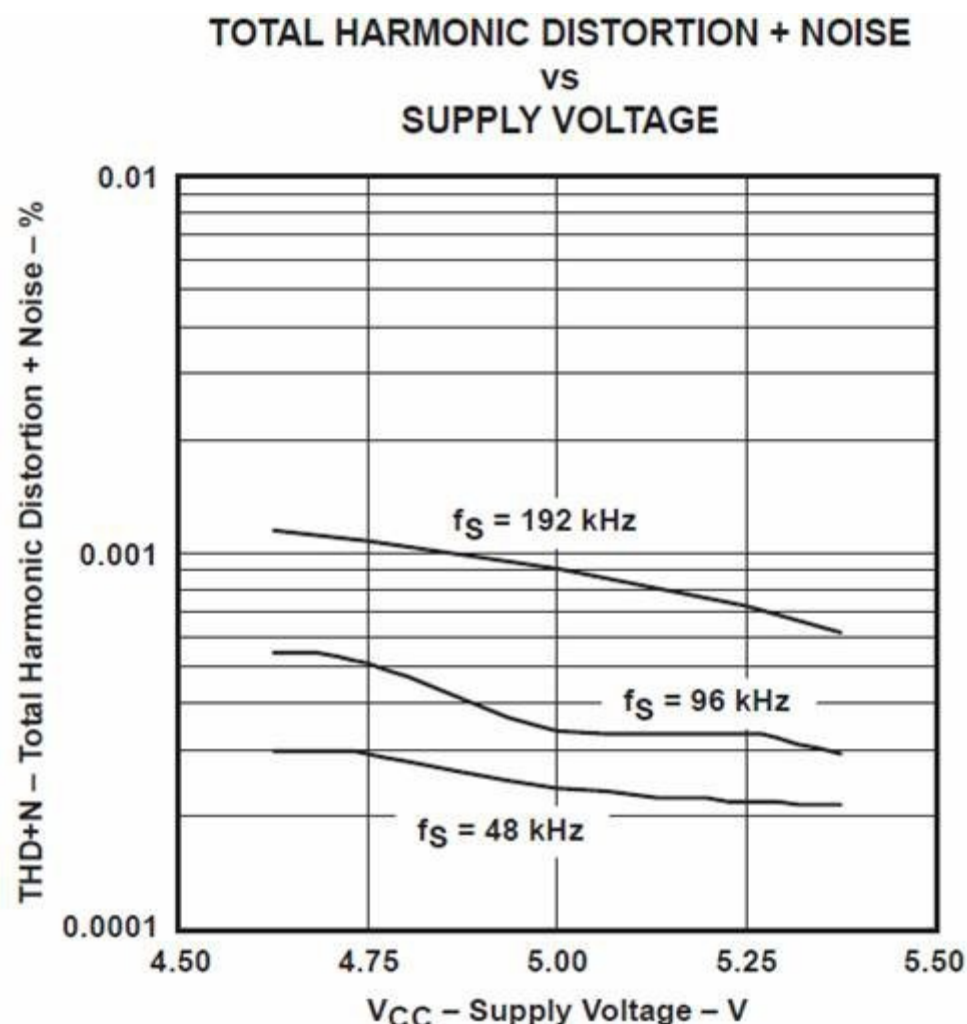
Таким образом, можно говорить о действительно серьёзном превосходстве (до 10 раз по искажениям) 24-х битных систем,

особенно для воспроизведения «неплотных» и «тихих» записей с большим динамическим диапазоном. **Теоретически.**

То же самое можно сказать и о 20-битном формате HDCD, необыкновенно красиво решившем проблему нехватки разрешающей способности CD.

**Практически** же, если взять запись **среднего** качества 24/96 и конвертировать в 16/44.1 то никаких изменений можно и не услышать, по причине низкого качества оригинала.

По поводу полосы воспроизводимых частот написано много, добавлю только что в техническом плане увеличение частоты квантования с 96 до 192 кГц обычно ведёт к увеличению искажений, но по мнению многих экспертов не ведёт к слышимому выигрышу в звучании. На графике ниже (PCM1794) видно как деградирует THD при увеличении частоты квантования до 192 кГц. [Вот это как не укладывается в голове, в чем причина?](#) В свете этого 96 кГц, видимо, вполне достаточно.



Кстати говоря, с помощью осциллографа я неоднократно «ловил» якобы 24-х битные записи на том, что в них всего 16 бит. Тем не менее, некоторые из «пойманных» звучат потрясающе динамично, детально и натуралистично!

Автор неоднократно убеждался так же в том, что подавляющее большинство записей, в том числе и некоторые тестовые, не используют в полной мере даже ресурсы 16/44.1. Вспомните, наверняка и в вашей практике были обычные CD, звучавшие намного живее, динамичнее и натуральнее чем такие же другие. В условиях современной гонки RMSов даже ремастерованные старые записи зачастую грешат зажатостью динамического диапазона.

Но записаны они почему-то 24/96 или 24/192! Мне не жалко, современные носители позволяют, но давайте всё-таки пальцы поуже, ибо 100% людей никогда не услышат этих 24-х бит, и не потому что туги на ухо... Просто кроме декларирования 24/192 на обложке **нужно ещё много чего**. Например, таланты звукорежиссёра, неединственной целью которого будет являться «чтобы играло на всём». Или акустика и усилитель, имеющие соответствующий динамический диапазон (что уж говорить о соседях...). Или lossless стандарт в кино (сейчас он есть только в DTS-HD Master Audio и Dolby TrueHD).

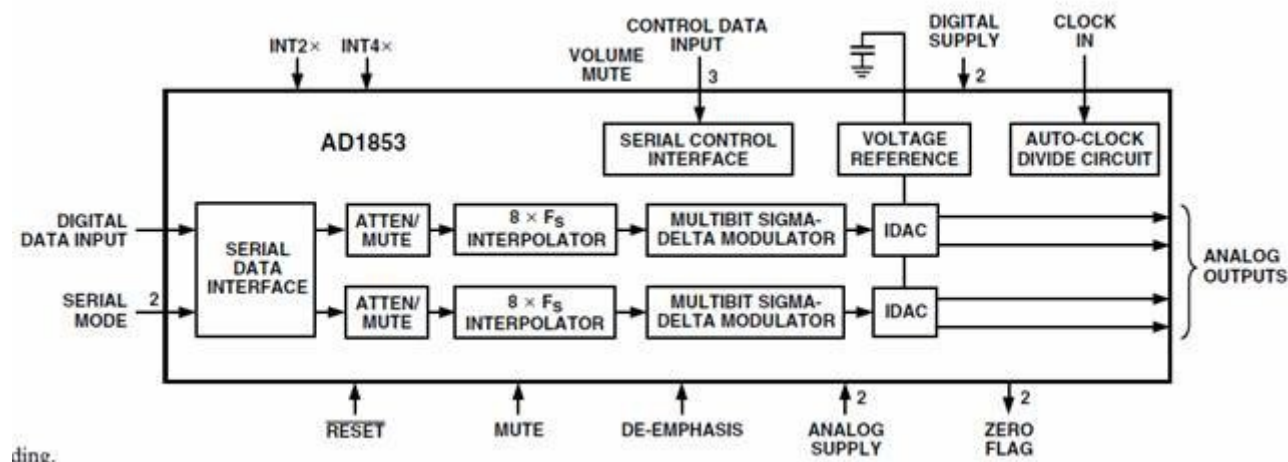
Сама по себе студийная и наша с вами аппаратура это всего-навсего железки. И понятно, что высочайшего качества записи требуют тщательнейшего и профессиональнейшего подхода при записи и сведении. Неудивительно, что их так немного.

Уже не будем говорить о том, что аппаратура, на которой DVD-audio хотя бы отличается от CD, есть пока (и, скорее всего, ситуация не изменится в ближайшие годы) у очень немногих.

### Заблуждение №7

#### О безусловной пользе U<sub>p</sub>-сэмплинга

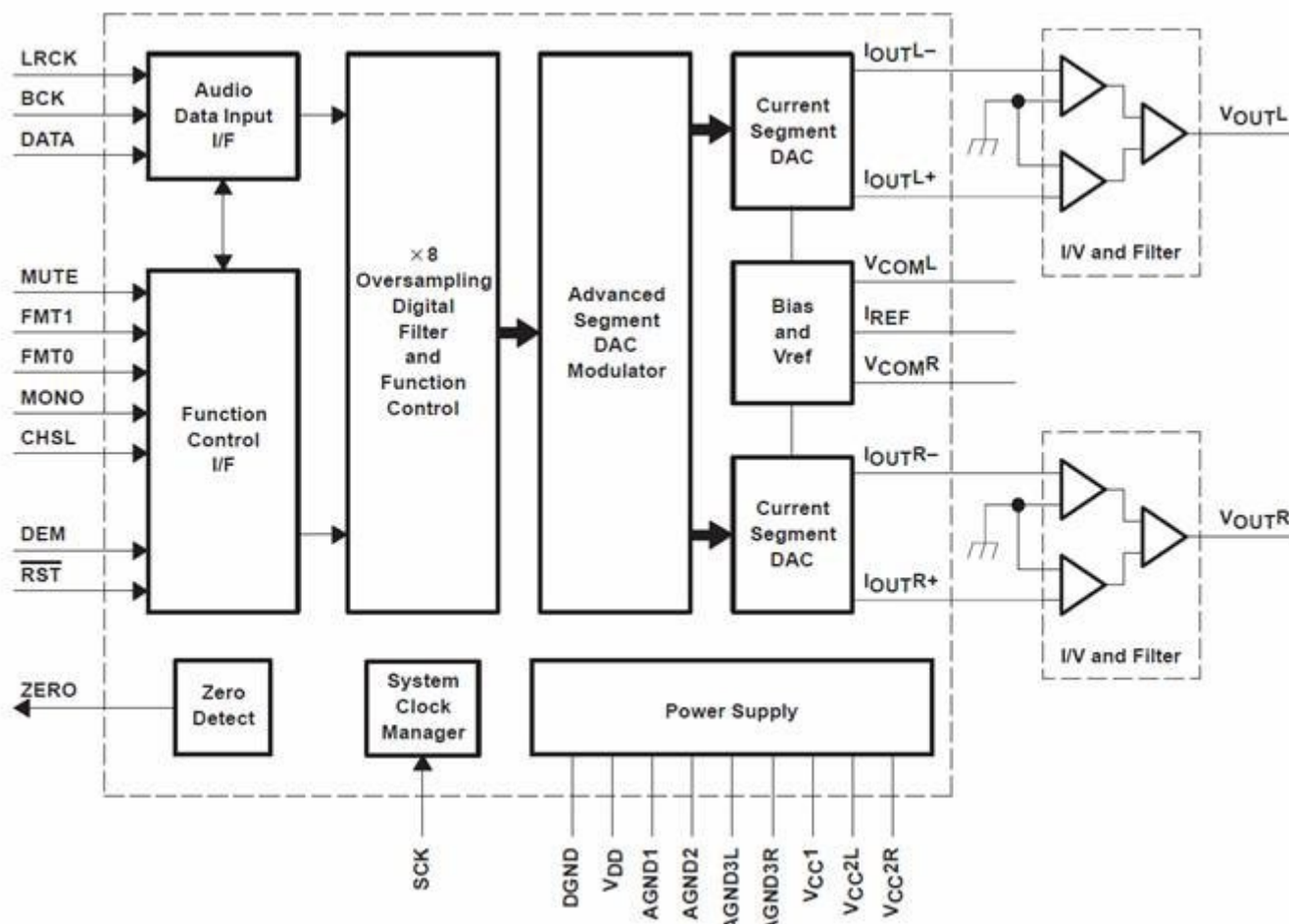
В некоторых аппаратах с фишкой U<sub>p</sub>-сэмплинга используются обычные сигма – дельта ЦАПы. Разберём, для примера, как устроен сигма-дельта ЦАП на примере сильно нашумевшего когда-то AD1853.



Состоит он из 2-х цифровых фильтров и непосредственно ЦАПа. Первым цифровым фильтром служит интерполятор, умножающий входную частоту дискретизации на 2 в случае 192 кГц, на 4 в случае 96 кГц и на 8 в случае 48 кГц. Таким образом, на вход второго цифрового фильтра (сигма-дельта модулятора) поступают данные с частотой 384 кГц. Вам эта цифра ничего не напоминает?! Оказывается, этот самый суперсовременный U<sub>p</sub>-сэмплинг **уже** находится внутри ЦАПа!

Во втором цифровом фильтре (в сигма – дельта модуляторе) происходит повторное повышение частоты дискретизации до 11 – 17 МГц с одновременным понижением разрядности. Непосредственно же выходной ЦАП (как и сигма – дельта модулятор) постоянно работает на одной и той же частоте независимо от входной частоты дискретизации и имеет разрядность всего 6-7 бит. Нравится это нашим стереотипам или нет.

Строение ЦАПов Burr-Brown немного иное,



но и в них используется интерполятор  $\times 8$  и цифровой фильтр, работающий на частоте около 12 МГц и **специально оптимизированный** именно под эту частоту. Поверьте, производитель микросхем **хочет** выпускать хорошие изделия, и трудится над ними годами, нам же с Вами не следует изобретать велосипед.

Добавлю, что из спецификаций всех без исключения ЦАПов видно, что с увеличением **входной** частоты дискретизации их точность и шум ухудшаются пропорционально корню квадратному из кратности увеличения частоты.

Так что если в рекламах гордо написано « $U_r$ -сэмплинг» применительно к сигма-дельте, то это явный разводняк! Другое дело «честные» ЦАПы (мультибитные). В них процедура  $U_r$ -сэмплинга **может** оказаться полезной (в том случае, если он **способен** работать без деградации точности на большой частоте). Ну и конечно,  $U_r$ -sampling весьма полезен для выходного аналогового фильтра, с целью его упрощения.

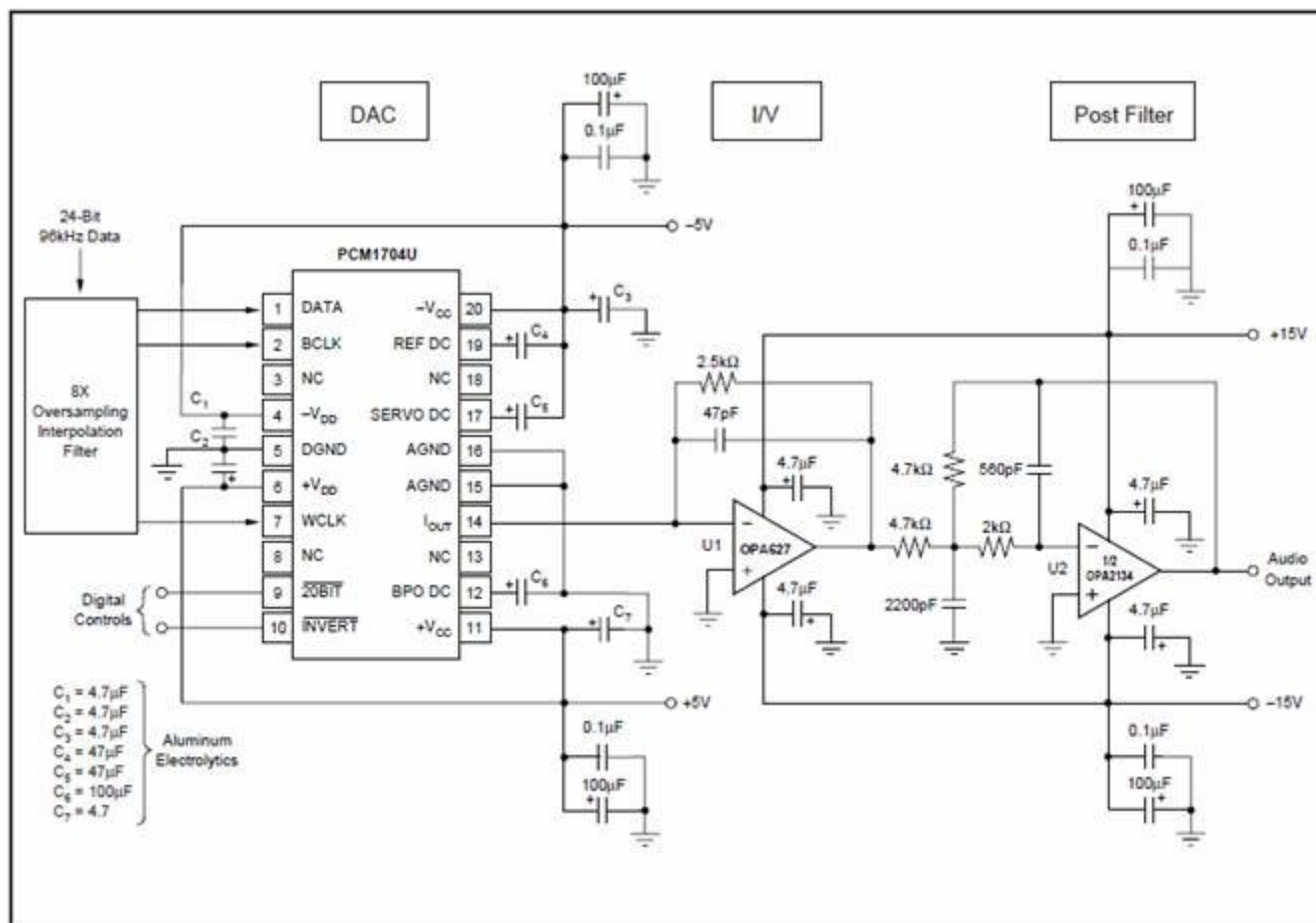


FIGURE 5. Typical Application Circuit (one channel shown).

Для последнего «честного», т.е. мультибитного PCM1702/1704 (выпущен в 1999г, но до сих пор производится) рекомендована частота  $8 \times$  для входных 96кГц. Для выходного ЦАПа это составит 768кГц (!!!) Данные по искажениям, шумам и помехам приведены **именно для этой частоты**. То есть всё корректно. По каким-то причинам (возможно для совместимости с зародившимся в то же время стандартом SACD) цифровой фильтр, умножающий входную частоту, не был размещён внутри PCM1702/1704, но в обязательном порядке рекомендован производителем для **стандартной** схемы включения.

Таким образом, в 1999г. имеем суперсовременный  $U_r$ -сэмплинг!

На примере  $U_r$ -сэмплинга можно поизучать, как старые как мир технические решения берутся на вооружение маркетологами. Ну нужны же им **хоть какие-нибудь** слова, пусть даже дублёры технических терминов! (а лучше совсем лишённые смысла, тогда можно вообще ни за что не отвечать).

### Заблуждение №8

#### О джиттере

Джиттер... Само слово будоражит и как-то немного джиттерит...

Ни в одной мурзилке, ни на одном форуме Вы не прочтаете, сколько же допустимо этого самого джиттера (и с каким спектром) для разрешения, например, 16 бит. Безграмотность рулит! В даташите на измерительный сигма-дельта АЦП марки AD7762 удалось-таки выяснить, что:

The MCLK jitter requirements depend on a number of factors and are given by

$$t_{j(rms)} = \frac{\sqrt{OSR}}{2 \times \pi \times f_{IN} \times 10^{\frac{SNR(dB)}{20}}}$$

where:

$$OSR = \text{Over-sampling ratio} = \frac{f_{CLK}}{ODR}$$

$f_{IN}$  = Maximum input frequency

$SNR(dB)$  = Target SNR

Нетрудно видеть, что в правой части уравнения в знаменателе получается время, за которое сигнал частоты  $F_n$  изменится на 1 МЗР

OSR – Oversampling ratio, или кратность передискретизации, для типового случая с сигма-дельта АЦП (ЦАП) принимаем 256

$F_n$  – максимальная звуковая частота, принимаем 20 кГц

SNR – отношение сигнал/шум, для 16 бит, как известно, 96 дБ

Подставив значения, получим

$$T_j(RMS) = \sqrt{256} / (6.28 * 20000 * 10^{(96/20)}) = 1940ps$$

Т.е. для точности в 16 бит на частоте 20 кГц на частоте квантования 44.1 кГц, оказывается, достаточно «малость» джиттера 1940ps RMS!!!

Для сравнения, гнобимый всеми и всюду интерфейс SPDIF с помощью приёмника WM8804 обеспечивает RMS джиттера менее 50 ps. Означает ли это, что интерфейс действительно хорош?

У этого вопроса два противоположных ОТВЕТА, которые и породили путаницу в данном вопросе )))

**Всё зависит от СПЕКТРА этого злосчастного джиттера, а так же от типа применённого ЦАПа.**

**Ответ №1** Если мы имеем дело с сигма-дельта ЦАПом, и значительным джиттером, спектр которого чист в звуковой полосе частот, мы можем рассчитывать на то, что он хорошо проинтегрируется сигма - дельта ЦАПом в строгом соответствии с законами математики.

**Ответ №2** Если мы имеем дело с сигма-дельта ЦАПом, и интерфейсом SPDIF, мы должны очень внимательно отнестись к проблеме джиттера, поскольку в приёмнике работает ФАПЧ, не всегда хорошего качества, и спектр джиттера гарантированно попадает в звуковую полосу частот.

**Ответ №3** мультибитный ЦАП, работающий на низкой частоте дискретизации, очень чувствителен к джиттеру любого спектра, который он "выхватывает" из мастерклока когда ему приспичило, и этот джиттер "в чистом виде" входит в аналоговый сигнал.

Если мы подставим в формулу выше джиттер амплитудой 50ps для случая с мультибитником, работающем на частоте 44.1 кГц, получим разрешение всего 17.3 бит !!! Причём это тоже "усреднённое" значение, мгновенные расхождения составят около 15бит, что и нужно признать практически значимым результатом.

**В итоге, БОЛЬШОЙ ДЖИТТЕР - НЕ ВСЕГДА ОПАСЕН для сигма-дельта ЦАПа, но для мультибитных ЦАПов мы обязаны обеспечить джиттер менее 20ps rms.**

**Заблуждение №9**

**Об избыточности большого быстродействия.**

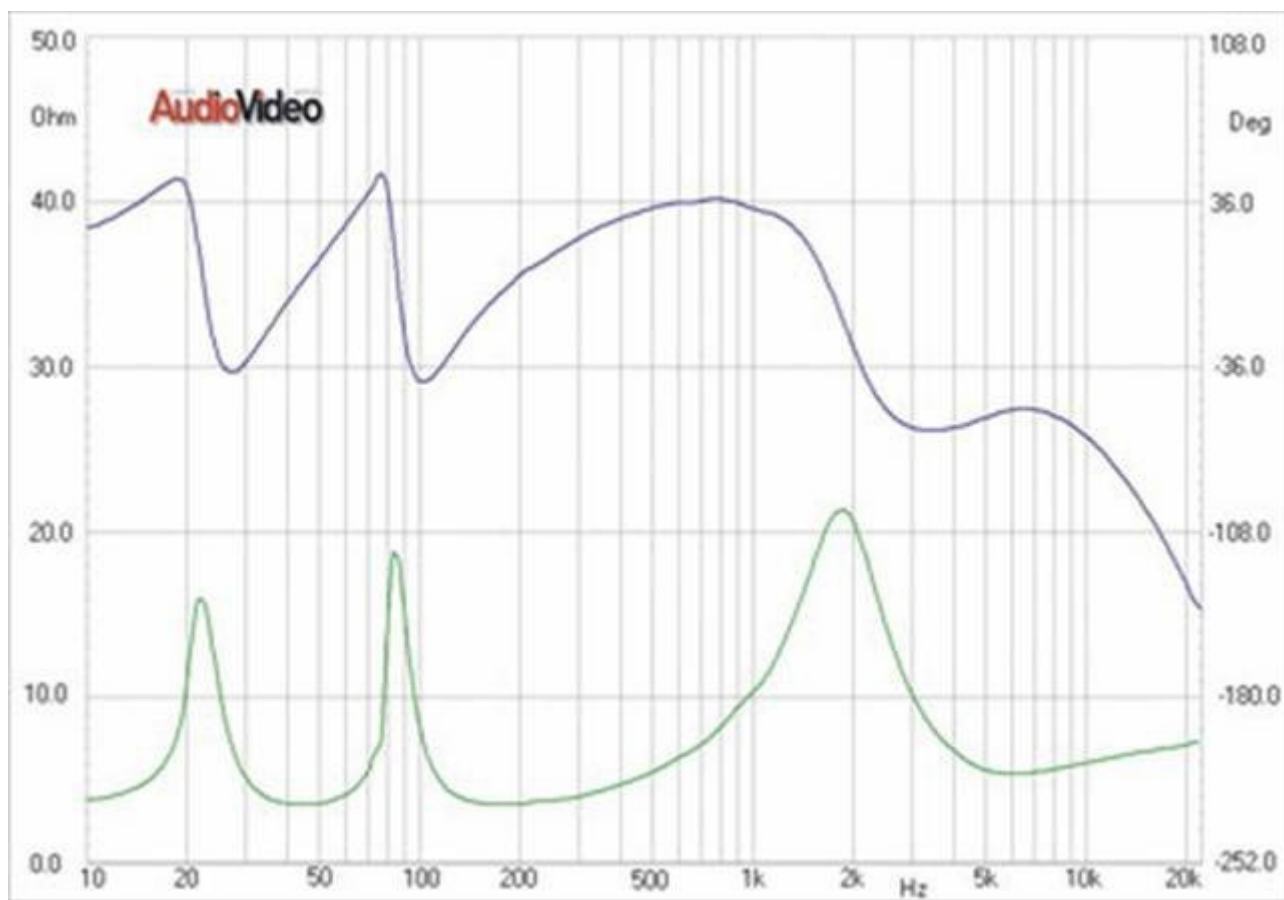
Потребная скорость нарастания усилителя =  $(V_p * 2\pi) / T$ . Для 100Вт, 8 Ом и 20кГц это примерно 5В/мкс. На первый взгляд всё верно. Кроме одного. Такая низкая скорость нарастания неминуемо сопровождается большой задержкой вход-выход; для устойчивости устройств с ООС придётся уменьшать коэффициент усиления, и ООС на высоких частотах просто перестанет работать! А вот чтобы она работала, да ещё все каскады работали в малосигнальном по своим меркам режиме, и нужен хороший запас по скорости. Раз пятьдесят – минимум! Это позволяет усилителю «дышать спокойно». Получающиеся при этом мегагерцы и сотни вольт/микросекунду это всего лишь следствия...

Подробнее здесь

**Заблуждение №10**

**О необязательности низкого выходного сопротивления УМ**

Если рассмотреть импеданс типовой многополосной АС, можно увидеть примерно следующее:



Совершенно очевидно, что разработчики АС стремятся получить максимально ровную АЧХ и ФЧХ в звуковом давлении, а не в электрическом импедансе, который на некоторых частотах возрастает в 4 раза от номинального, на других же в 1.5 раза уменьшается. Если, к примеру, подключить такую АС к ламповому усилителю с выходным сопротивлением 1 Ом (характерная величина для подобных устройств), получим очень хорошо заметные на слух выбросы на АЧХ порядка 2 дБ с неравномерностью ФЧХ около 15 градусов!!!

Причём на реальном звуковом сигнале разделительные фильтры АС высокого порядка (которые и порождают горбы импеданса) будут ещё и «подзванивать», отдавая энергию обратно в усилитель. Точно также поступает и находящаяся в тесном взаимодействии система разделительный-фильтр-НЧ-драйвер-воздух-внутри-корпуса-фазоинвертор.

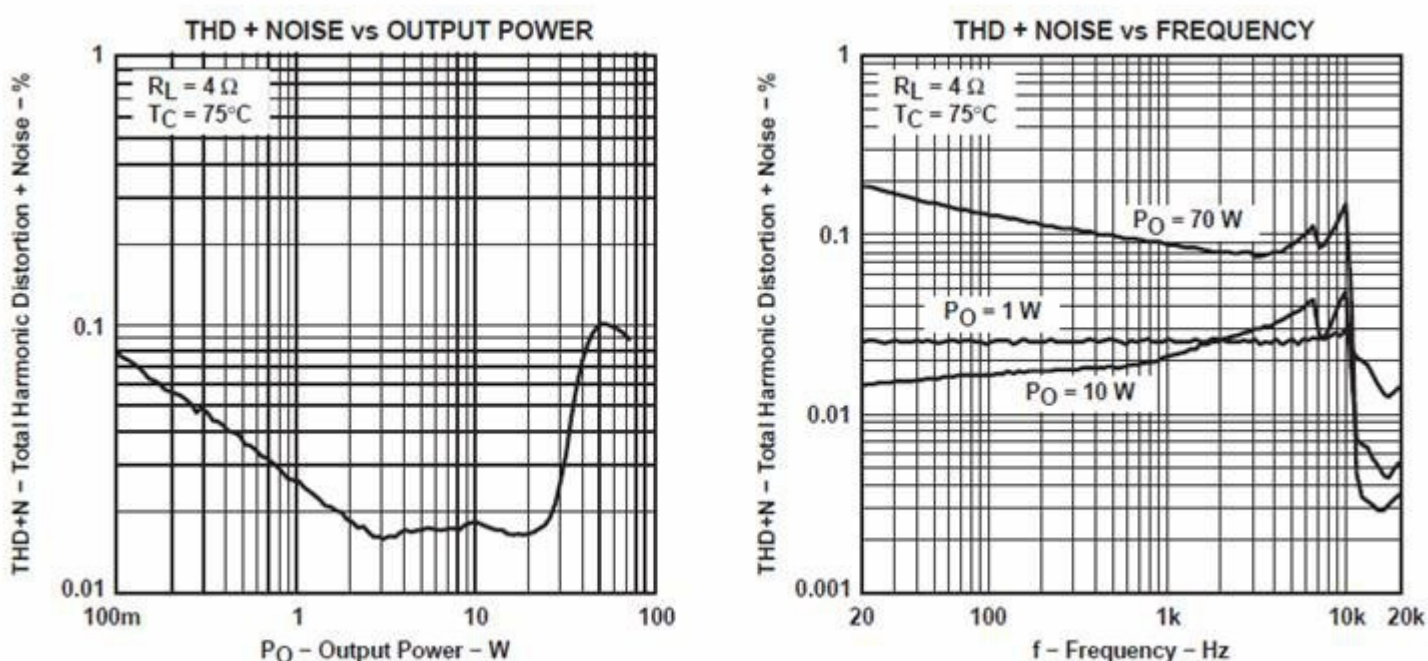
Какие явления это породит внутри усилителя с неглубокой ООС вообще не очень понятно. Ясно только, что для них хорошо подходит термин магические.

#### Заблуждение №11

##### О качестве цифровых усилителей.

Часто утверждается, цифровой усилитель позволяет избежать «лишнего» преобразования сигнала из цифры в аналог перед непосредственно усилением. По смыслу этого утверждения получается, что можно избежать цифро-аналогового преобразования как такового! О чудо! Как в кинофильме, из матрицы прямо в мозг! Конечно, это полный абсурд.

На самом деле любой цифровой (класса D) усилитель работает так же как сигма-дельта модулятор с однобитным выходом, по сути это однобитный ЦАП. Только в отличие от однобитного ЦАПа усилитель класса D имеет далеко неидеальные выходные ключи, параметры которых очень сильно зависят от температуры и нагрузки. Чтобы хоть как-то скомпенсировать неидеальность ключей, усилитель иногда охватывают неглубокой аналоговой ООС. Ограничения на глубину ООС накладывают небольшая частота работы ключевых схем и дискретность их временных интервалов. Частота работы большинства усилителей класса D не превышает 500 кГц (для сигма-дельта ЦАПов эта частота составляет обычно 2.8 МГц), а разрядность по определению составляет один бит (6-7 бит для хороших ЦАПов). Несмотря на все попытки, пока не удалось получить хоть сколько – нибудь приличного по современным меркам качества. На рисунке ниже можно посмотреть типовые циферки для самого распрекрасного усилителя TAS5111 от Texas Instruments 2005 г.в.



Зато сразу куча преимуществ. Очень высокий КПД, небольшие габариты, вес и простота реализации. Короче, горячо любимая халява.

#### Заблуждение №12

##### О том, что покупателя не надо информировать о чиселках, Или о Магии в звуке.

Я лично считаю, что не нужно всех принудительно строить в одно стойло. Если человек даёт себе труд во всём разобраться, так и хорошо. Добросовестному производителю - легче будет, а недобросовестный легко найдёт массу других людей, готовых к тому, чтобы их развели.

Современный развод основывается на позициях крайне субъективной оценки качества, безотносительно реальных технических показателей. Якобы, «технические параметры не имеют никакого отношения к качеству звучания», или, ещё интереснее, «хорошие технические характеристики гарантируют бесцветность, стерильность, и мёртвость звука». В жизни же всё обстоит с точностью до

наоборот—лучшие по результатам слепого тестирования аппараты имеют лучшие технические характеристики. *Далеко не факт.*

Целью этих безответственных заявлений является «призвать» покупателя в своё сообщество «золотоухих», где преимущественно действуют законы больших денег, золочёных ручек-ножек, Творцов с вековыми именами и прочих «глухих» тестов. Даже сама идея того, что мощный современный инструментарий в состоянии очень много чего измерить, формализовать и затем на основании статистики провести параллели с теми или иными субъективными ощущениями от прослушивания – отвергается в принципе! *До сих пор не производятся измерения искажений во временной области! Даже не указывается такой параметр как Group Delay. Нигде не указывается малосигнальная полоса которую желательно иметь около 1 МГц.*

Производителем ныне декларируются только совершенно очевидные вещи типа разрядности ЦАПа или мощности усилителя. Или лучшие из достигнутых параметров, измеренные в непонятных условиях, например коэффициент гармоник, измеренный на непонятно какой частоте (а ведь это уже явный обман, ненаказуемый к сожалению). Чего стоит только популярный ныне приёмчик с гордостью сообщать потребителю что, мол-де в нашем усилителе стоят выходные транзисторы, например, 60 МГц! Воздух сотрясает отменно, и ровным счетом ни к чему не обязывает! У высокочастотных транзисторов вовсе необязательно малые паразитные ёмкости (зато точно малое усиление), и включить такой транзистор в выходном каскаде так, чтобы поиметь от него хотя бы 5 МГц - это очень серьёзная задача.

Лучше написали бы полносигнальную полосу пропускания усилителя в целом. Вот это уже **Ходовой Параметр!** Я понимаю их как художник художников. Но всё время охота спросить «простите, а Вы рисовать умеете?!».

Соккрытие **ходовых параметров** сначала производителем, а потом ещё и продавцом части того, что показал производитель - стало нормой нашего бытия. Маркетологи быстро сообразили, что даже технически совершенно необразованный человек вполне себе в состоянии если не досконально понять чего эти чиселки означают, то уж точно их сравнить.

Получив первое приближение, становится ясно из чего выбирать. А ушами это сделать долго и трудно. А продавать НАДО. Часто и много.

### **Заблуждение №13**

#### **О том, что все аппараты разные**

Недолгий просмотр технической документации покажет Вам, насколько потрясающе схожи схемотехнические решения (*полная чепуха*) и элементная база даже «концептуально антагонистичных» брендов.

Тотальный девиз современного подхода—предельная простота и минимум деталей (т.е. экономия).

### **Заблуждение №14**

#### **О том, что проще – значит лучше (Типа всё гениальное просто)**

Но всё ли простое гениально?! Гениальность в том, чтобы сделать очень хорошее, но просто.

Попробуйте назвать автомобиль, соединяющий в себе простоту и «хорошесть». Не очень-то они просты изнутри, хорошие автомобили!

Если устройство сделано простотым исключительно для "понимабельности" его потребителем или из других маркетинговых соображений, это вовсе не означает что оно хорошо работает!

Простые инженерные решения обладают массой «побочных эффектов». Преодоление этих побочных эффектов неминуемо делает простое решение сложным.

### **Заблуждение №15**

#### **О том, что дороже – наверняка лучше.**

Только до определённого предела в рамках одного бренда.

Пожалуй, только в технике Hi-End наблюдается такое редкое несоответствие цены и субъективного качества.

О начинке (ходовой её части) как правило, умалчивают, и неудивительно, ибо производителю стыдно признаться, что за 5-ти долларовой ЦАП, 1-долларовой операционный усилитель и горстку транзисторов ему хочецца 1000\$. Или 10000\$.

### **Заблуждение №16**

#### **О том, что что – то бывает сотворено из ничего**

Производители пытаются нам всячески внушить, что горшки обжигают боги... Не верьте. Я знаю одного профессионального конструктора АС, незнакомого с понятием «импульсная характеристика»...Метод тыка рассматривается подобными конструкторами гораздо более продуктивным сравнительно даже с методом научного тыка.

Если в спецификации не написали тип использованного ЦАПа, не стоит свято верить, что аппарат сотворён из света, огня и ветра, а функционирует магическим образом! Внутри у него такие же микросхемы.

### **Заблуждение №17**

#### **О «неизмеримости» искажений**

Бытует всячески культивируемое мурзилками мнение, что в звуковом сигнале присутствуют некие неизмеримые составляющие, которые нельзя даже зафиксировать, но которые, тем не менее, сильнее всех страдают при прохождении через каскады усиления. Поскольку это утверждение не подтверждается ни практикой электрических измерений, ни передовыми исследованиями по психоакустике, предлагаю считать эти таинственные составляющие явлениями неэлектрической природы. Цитата из книги Ирины Алдошиной " Основы психоакустики":

....Как уже было рассмотрено в предыдущих статьях по психоакустике (и еще будет рассмотрено в следующих), **только два физических параметра** сигнала воспринимаются нашей слуховой системой: **интенсивность** (т.е. энергия или звуковое давление), **время** - начало и конец сигнала; и его повторяемость во времени (периодичность или частота). Человек "слышит" звук, воспринимая изменения величины звукового давления, воздействующие на его барабанную перепонку, во времени. Вся информация, которую мы получаем о звуке, содержится в звуковых волнах, являющихся сжатием-разрежением воздуха. **Все остальное**, что мы оцениваем в звуке: его громкость, высота, тембр, звуковое пространство, тонкие музыкальные нюансы и др. - это результат обработки его нашим слуховым аппаратом и мозгом.

конец цитаты.

#### **Оттуда же:**

«...Пороги слуховой чувствительности существенно зависят от характера нелинейности: при появлении низших (второй, третьей) гармоник пороги слуха для тональных сигналов составляют 0,1%, для фортепианной музыки 1...2%, для эстрадной музыки до 7%. ... исследования Блаурта показали, что **слух наиболее чувствителен к скорости изменения фазы, т.е. к групповому времени задержки (ГВЗ).**»

«По-видимому, **какие-то различия во временной структуре сигнала, которые до настоящего времени еще четко не определены, являются значимыми для слуховой системы, и именно по ним она определяет живое звучание или отличает одну акустическую систему от другой. Способность различать тонкую, быстро изменяющуюся временную структуру звукового сигнала подтверждается удивительно точным анализом и распознаванием речи, когда в непрерывном временном потоке распознается специфическая структура различных фонем.**»

«...экспериментальные материалы, полученные за последние десятилетия, показали, что не менее существенную, а, может быть, и гораздо более существенную роль в распознавании тембра играет не стационарное изменение структуры звука и, соответственно, процесс развертывания во времени его спектра, в первую очередь, на начальном этапе атаки звука. »

«...процесс атаки особенно важен для распознавания тембра также еще и потому, что он является устойчивой характеристикой звучания данного инструмента, менее всего подверженной "окрашиванию" со стороны помещения, в котором данное произведение исполняется, поскольку первые отражения поступают к слушателю с определенным запаздыванием, после того, как фаза атаки звука уже завершена и поступила к слушателю неокрашенной в виде прямого звука. Если бы этого не было, то распознать тембр инструмента при исполнении в различных помещениях было бы практически невозможно. »

**Именно в атаке сигналов проявляется вращение фронтов сигнала которое зависит от ГВЗ. Чем меньше ГВЗ — тем меньше искажений связанных с вращением фронтов. Поэтому гонка за количеством нулей после запятой в Kz бессмысленна, если ГВЗ велико (более 0,1...0,2 мкс) и имеет выбросы за полосой пропускания.**

<https://prosound.ixbt.com/education/aldoshina-answ.shtml>

**9. Почему звуковая аппаратура, например ЦАП, усилители, имеющие одинаковые и низкие значения КНИ, IMD, АЧХ, ФЧХ, и пр., звучит по-разному? Имеет ли смысл измерять все эти параметры, если они практически никак не связаны с субъективным качеством звука? Может, надо вводить какие другие параметры, проводить измерения на динамическом сигнале или измерять устройства в более широком спектре излучений, вплоть до гигагерц?**

«Это правильная постановка вопроса. Можно сказать так, что **все известные параметры являются необходимыми для хорошего звучания, но недостаточными, поскольку пока неизвестно, какие еще параметры важны для обработки звуковых сигналов мозгом.** Работы по этим направлениям интенсивно ведутся, каждый год приносит новую информацию и параметры. Но пока надо добиваться необходимого уровня по известным параметрам, это гарантирует определенный уровень звучания аппаратуры.»

Ясно, что как только мы научимся очень-очень точно передавать амплитуду (обеспечим линейность амплитудной хар-ки) и время (обеспечим линейность фазовой хар-ки и, [если говорить о цифровых системах](#), избавимся от джиттера и прочего цифрового мусора) так сразу и наступит счастье.

[Подробнее о видах искажений и методах их измерений здесь.](#)

#### **Заблуждение №18**

**О том, что со звуком вот-вот всё скоро станет совсем хорошо.**

Фрагментарные тенденции есть, не будем кривляться, как говорил Гоблин.

Однако в массах уже перевёлся слушатель, которого раздражал бы звукоподобный хрип из мобильного или из интернет-радио всякого... Такое повседневное звуковое окружение уже не вызывает у всех у нас аллергии, и дальше - больше. И нужно понимать, что качество, станущее скоро элитным (или уже ставшее, ведь будущее – уже наступило!) вам не продадут за дёшево.

Можно только втайне надеяться, что помощь как обычно подоспееет с востока, найдутся меценаты-волшебники с дармовыми чудо-устройствами, и массовый вкус внезапно снова воспрянет. Не стоит терять надежды, история знает такие примеры!

#### **Заблуждение (или нет) №19**

**О слабом влиянии межблочных кабелей.**

Жаркие споры вокруг этой темы не утихают ни на секунду, но в спорах истина не рождается, увы. За неимением лучшей статистики расскажу как это было со мной.

Когда-то я, как человек технического склада ума, не придавал этому вопросу значения, полагая, что если разница и есть, то наверняка крайне незначительная; и пользовался кабелями сделанными из РК-75 с полиэтиленовой изоляцией. Аппаратура моя тогда была мягко говоря не очень (cd NAD 521 и минимониторы NAD 801, и уши KOSS 100, кажется). Однако когда в руки попался некий **самолепный шнурок** из РК50-44 (фторопласт, серебро) мне он как-то не понравился, что означало, что разница-таки есть, и не малая, если я её на таких дровах услышал. Как человеку техническому, мне без труда удалось уговорить свои ощущения "отстать". Происходящее в звуковом мире меня тогда не очень интересовало, и многочисленную лапшу про кабели я отбрасывал в известное место. Затем произошло следующее событие.

Тракт **ЦАП** собственной конструкции РСМ1794 - опера ОРА2132 - **100ом** выходной резистор - **МЕЖБЛОЧНИК** - рег.гр. СПЗ-23 22к - усилитель **Ecosound 4**(0.002% THD и IMD 20-20000) - **Tannoy Precision 8p**.

Тест межблочников **не предполагался**, попробовали типа смеха ради пару "дорогих" межблочников. Хотите верьте, хотите как хотите, но в **слепом** тестировании не было ни малейшей необходимости, кабели не просто отличались, **один из них обладал настолько характерным и даже узнаваемым** звучанием, что мороз по коже...Звук из лёгкого и детально - прозрачного (с обычным 15р. за метр экранированным проводом) превращался в откровенно пластмассовый, и даже громкость уменьшалась!!! Кабели были клиента, исследовать их приборами не получалось, однако надеюсь что всё ещё впереди.

**Если вы разницу слышите, то она, безусловно, есть.**

Не возьмусь судить о природе подобных звуко-превращений (в куске провода 80 см длиной, блин!), но с тех пор у меня раздвоенное состояние, как говорится не верь мозгам своим. Посему и не против я эзотерики и даже некоторых суеверий. Рациональное зерно есть, однако есть - таки и ощущение, что, если говорить об **истинном** звучании, нам пытаются продать за гораздо большие деньги гораздо менее ценный мех... Иными словами, для **неискажённой** передачи звука необходимо и достаточно обладать недорогим, но предсказуемым кабелем; главное при этом, чтобы он не был от именитых брендов, так и норовящих "дать нам почувствовать разницу".

**Любому покупателю один такой кабель в подарок!**

Интересные ссылки по нашей тематике:

1. Николай Сухов. Hi-Fi ПРАВДА и High-End СКАЗКИ <http://www.audio-hi-fi.ru/workshop/suxov.htm>