

В последнее время нас часто спрашивали, почему мы остановились в своем выборе для проектирования своей техники на таком странном, с точки зрения современного потребителя, чипе - AD1866. Вроде бы с точки зрения современного потребителя избалованного рекламными пустозвонствами о небывалом уровне 24 а то и 32 битных систем какой-то 16-битный чип вообще «не в тему». Тем не менее, с помощью ВАМ уже давно известных фактов, которые вы можете проверить подняв любую доступную НАУЧНУЮ или хотя бы учебную литературу (не путать с мнением «профи с форумов» и «авторитетных производителей»!!!).

Разделим наше объяснение на 3 простых части.

- 1) Немного о звуках, которые мы слышим
- 2) Немного о аппаратуре, которую мы слушаем
- 3) О измерениях.
- 4) Вывод.

По порядку

1). Согласно ЛЮБОЙ учебной, научной, исследовательской литературе, в распознавательных процессах нашего слуха чрезвычайно важным является несколько вещей. Кратко – частотный и тональный баланс, огибающая частотных формант и форма атаки и спада сигнала. Подробно об этом лучше почитать тут <http://www.forum.mycroft.su/index.php?act=attach&type=post&id=1572>, а я просто скопирую буквально одну часть, которая для нашей темы будет, пожалуй, самая важная.

«Эксперименты показали, что, если удалить часть временной структуры, соответствующей атаке звука, или поменять местами атаку и спад (проиграть в обратном направлении), или атаку от одного инструмента заменить атакой от другого, то опознать тембр данного инструмента становится практически невозможным. Следовательно, для распознавания тембра, важна не только стационарная часть (усредненный спектр которой служит основой классической теории тембра), но и период формирования временной структуры, как и период затухания (спада) являются жизненно важными элементами.»

Как видите все просто, и рассусоливать тут нечего – нет правильного отработывания атак/спадов – нет и распознавания звуков. Для воспроизведения аудио это означает: исковеркал атаку → получил искажения и неправильное воспроизведение тембров, ненатуральный звук.

2). Эту часть можно и не писать и не читать, но для последовательности повествования напомним. Что для нас есть “воспроизведения музыки”? Ну, если речь не идет о концертах, где её играют в живую. Верно: Исходная Цифра → Преобразование цифры в аналог (как правило в напряжение) → Преобразование напряжения в давление воздуха (то есть в звук) посредством динамика
И получается что у нас прямая зависимость между напряжением и получаемым звуком. Вроде все просто и разжевывания не требует.

3). Проблема измерений и характеристик.

В последнее время обязательный атрибут преобразователей в рекламных проспектах - наличие цифр 24бит/192кГц (хотя в последнее время уже и 32 бита не редкость в рекламных обещаниях), а так же объяснения о том, как все это прекрасно при проигрывании синусоидального сигнала. Но, ни в одном из этих описаний нет ни слова о том, что синусоидальный сигнал - это всем известная функция, заранее определенная и чтоб ее отобразить, в общем, большого ума не надо. Как и подогнать под неё аппаратуру. Всегда проще делать то, что заранее известно как должно выглядеть. Но к сожалению...

... Музыкальный сигнал, в отличии от синусоидального, не является предсказуемым. Иными словами, зная какой он (сигнал) был ранее и каков он есть сейчас, мы не можем предсказать каким он будет в

следующий момент. А это в корне меняет то, какие параметры являются важными аппаратуры с ним работающей.

Для начала опишем, что такое «меандр». Вообще это примитивная и простая вещь. В общем и целом меандр - это график изменения напряжения в зависимости от времени. Смотрим рисунок. По оси X – время, по оси Y- напряжение. Все вроде бы примитивно и понятно. Кстати говоря, подобные сигналы применяются и для оценки качества акустики, оптических схем и даже влияния помещения на звук (о чем можно прочесть, например в книгах Филипа Ньюэла <http://www.forum.mycroft.su/index.php?showtopic=1250>), так что не надо думать, что меандр изобрели исключительно аудиофилы.

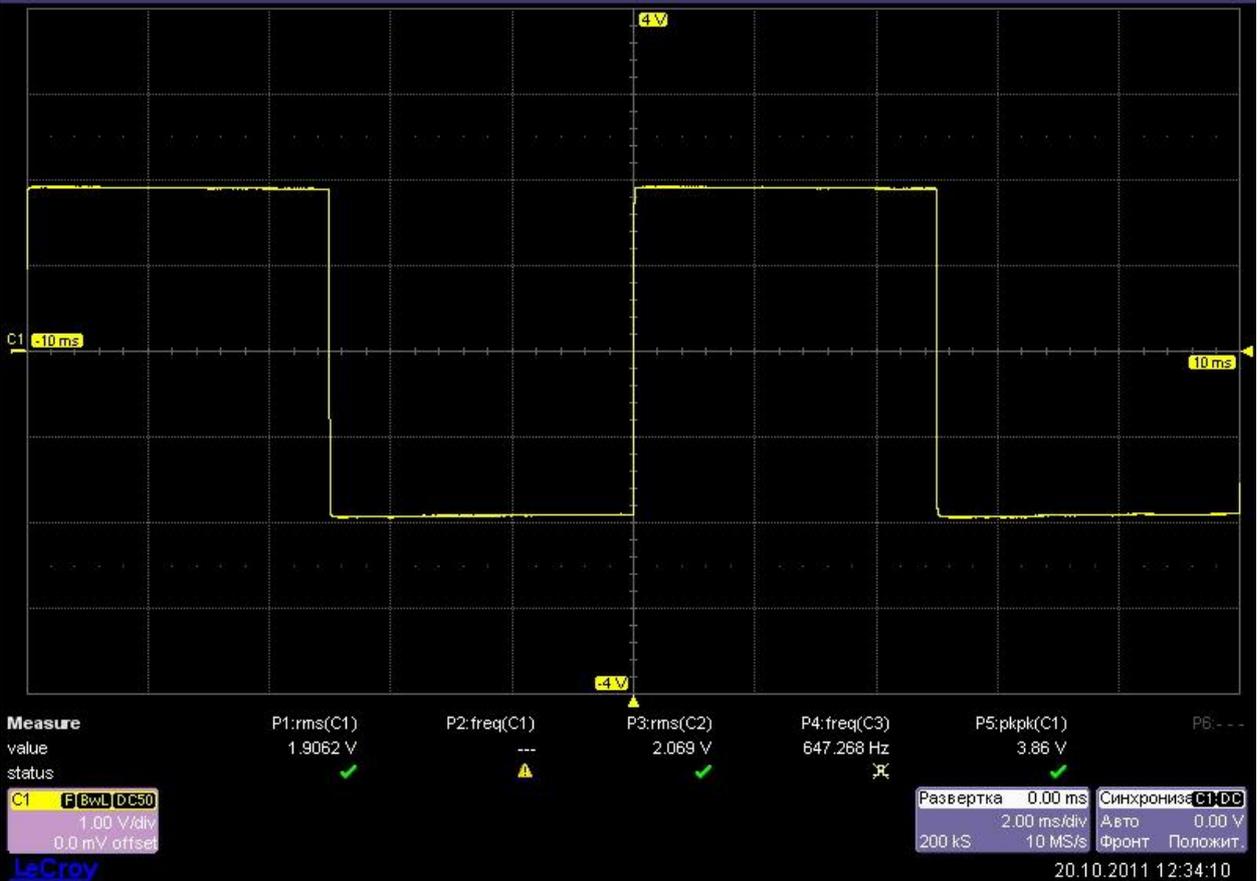
Чуть подробнее. Горизонтальная прямая на уровне нуля – это отсутствие сигнала. Вертикальная составляющая – это поведение на высоких частотах, атака, моментальное изменение уровня сигнала. Далее идет еще одна горизонтальная прямая показывающая как система ведет себя на постоянном, устоявшемся сигнале и то, как быстро система приходит к стационарному виду. Ну и вертикальный спад аналогичен подъему – показывает, насколько быстро техника способна «обнулить» выходной сигнал.

Всё еще непонятно? Давайте проще. По сути, перед вами, в упрощенном виде показан вариант звука ударника, щипка струны, резкого удара по колокольчику или тарелке. Конечно – их структура куда богаче и сложнее, но суть та же. Есть важнейшие составляющие – атаки и спады и есть огибающая всего сигнала в целом. И как следует из аналогии (прямо и прозрачной) – поведение системы при передаче меандра достаточно сильно отображает то, как система будет обрабатывать звуки инструментов с быстрой и резкой атакой (трубы, скрипки, ударники и т.п.). Конечно на на все 100%, но тем не менее.

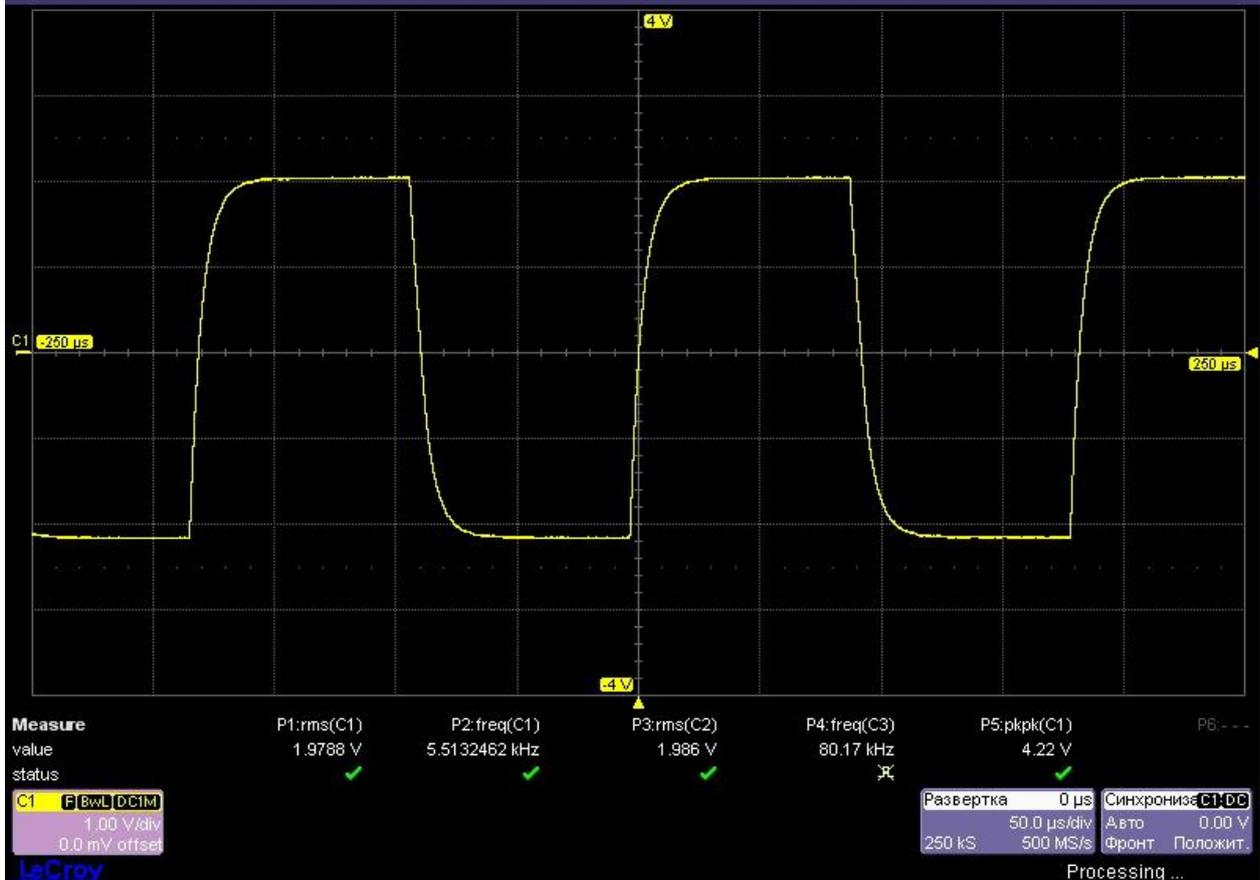
Следовательно: то, как аппаратура пропускает сквозь себя (воспроизводит) оные атаки/спады, и определяет качественно аппаратуры и в конце концов – получаемого в конечном итоге звука.

Не отношение сигнал/шум, ни динамический диапазон, ни что-то еще не дают такого представления об уровне аудио техники, как способность минимально исказить переходной сигнал, повторить его исходную форму. Разве что характер и количество гармонических искажений так же дает характерный окрас звуку, но это отдельный разговор. С оговоркой – само собой при условии, что эти параметры не находятся в плачевном состоянии. По умолчанию примем, что в нашей беседе рассматриваются технически грамотные аппараты, работающие хотя бы на полном 15-16-битом уровне и имеющие отношение сигнал/шума и ДД на уровне около 90-95 децибел. Практически человек не способен отличить при воспроизведении музыки два совершенно идентичных преобразователя отличающихся только по уровню шума, если эти шумы лежат ниже 90дб. Поэтому эта гонка за битами не более чем рекламная возня.

Теперь вернемся к типам преобразователей и к их меандрам.



a)



(b)



(в)

Рис.1. Измерительный сигнал частотой 5кГц и реакция на него различными типами устройств. (а) - исходный сигнал, (б) - сигнал преобразованный R-2R преобразователем, (в) - сигнал преобразованный 1-битным преобразователем. Добавим, что картинки приведены как качественный показатель, масштаб специально не подгонялся.

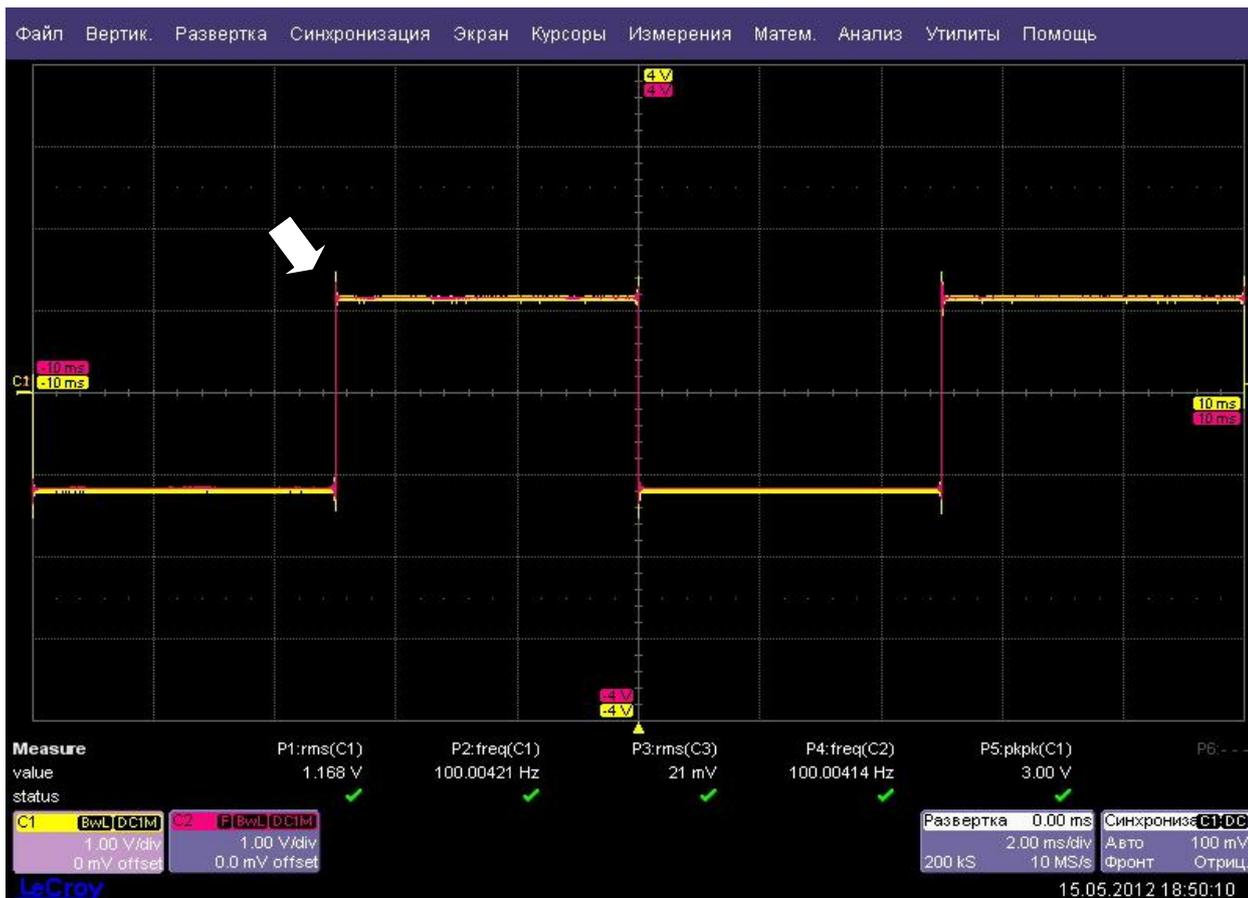
Как мы сказали –рисунок 1(а) представляет собой некий гипотетический идеальный график, который хотелось бы иметь в реальной жизни. Но, к сожалению, это не достижимо теоретически, так как он может быть идеальным только в одном случае – когда на выходе у вас бесконечный диапазон частот (и как следствие - потребность в бесконечной энергии и т.д). Слава богу, нам это не надо. Само собой тестовый сигнал не содержит бесконечного диапазона, просто он имеет диапазон, сильно превышающий требования аудио.

Смотрим на рисунок 1(б). Как видите, **этот сигнал почти идентичен исходному**, за исключением того, что переходы из вертикали в горизонталь немного скруглены ближе к горизонталям. Но - это неотъемлемая часть которая, образуется в следствии ограниченности частотного диапазона реальной техники. Но зато у него действительно моментальный старт –касательная к вертикальной прямой стартует четко под 90 градусов вверх. Причем стартует за один такт, как и должно быть. И на горизонтальных участках – никаких искажений.

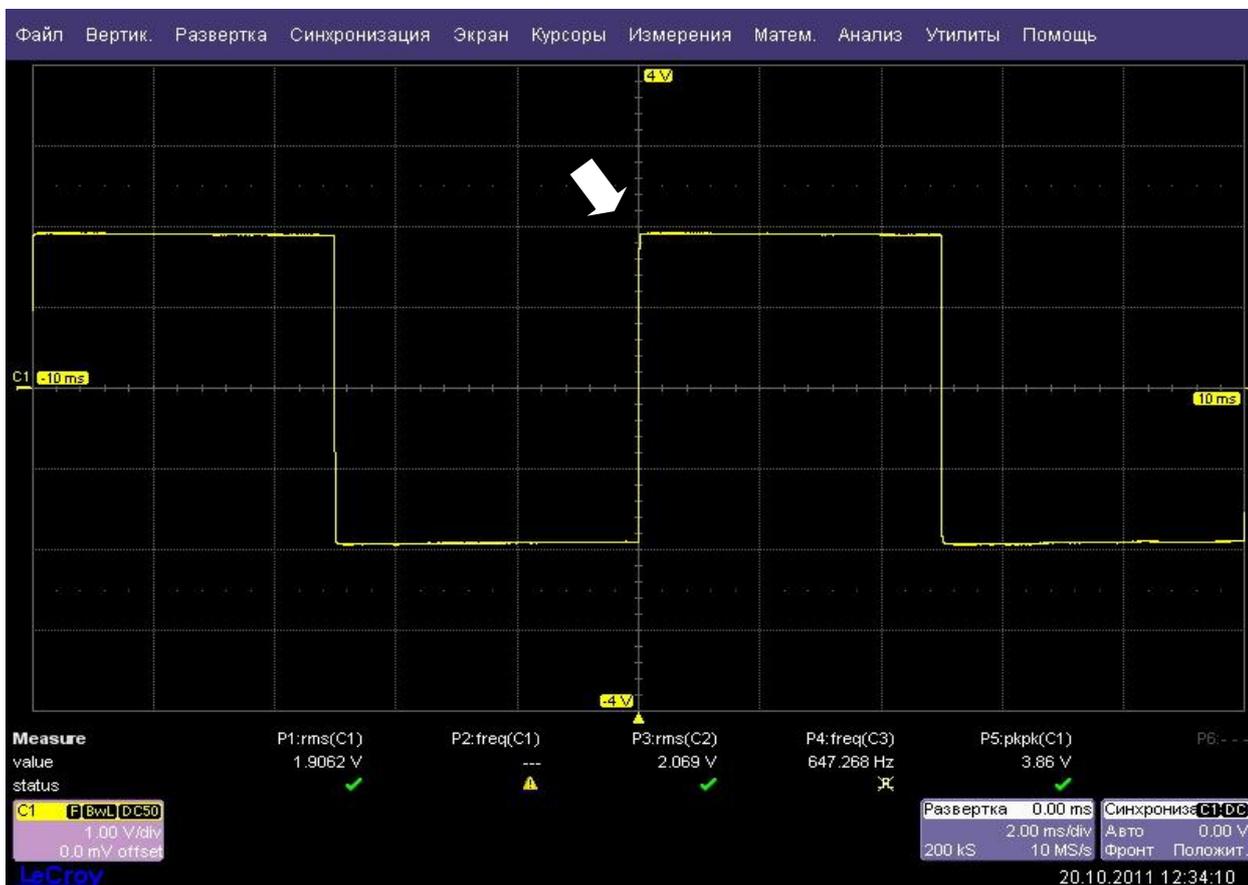
Теперь смотрим на Рис.1(в). Дельта-сигма в свою очередь, имеют целую гребенку искажений на горизонтальных участках. Имеют ощутимый всплеск сразу после атаки (да и до неё - отмечено кружком). Отметим, что гребенка имеет место быть как после начала, так и до начала сигнала. А так же нет идеально чистой атаки – всегда присутствует наклон вертикали. Иными словами атака в отличии от мультибита происходит не за один такт, а с постепенным нарастанием уровня. Как вы читали выше – атаки и затухания в звуках, определяют, насколько точно мы способны их распознать. Однобитные преобразователи, неспособны даже в теории выдать моментальную атаку и имеют искажения на горизонтальных участках (и не только после атаки но даже и до неё!!!). **

Для того, чтоб было проще понять просто имейте в виду, что данный график по сути – изменение напряжения от времени. По горизонтали время, по вертикали – напряжение. А напряжение в конечном итоге преобразуется динамиками в звук. Или грубо говоря – на графике вы видите именно то, как у вас скачет звук! Более-менее

И то – обратите внимание, участок атаки все равно имеет всплеск напряжения выше уровня устоявшегося напряжения (отмечено стрелочкой) и обратите внимание на отсутствие его в мультитбитном преобразователе.



Сравните теперь с графиком меандра 100Гц выдаваемого мультитбитным преобразователем:



4). И вот принимая во внимание вышесказанное, теперь мы можем дать объяснения почему, при наличии массы «волшебных» продуктов гуляющих по рынку, мы используем в нашей деятельности AD1866.

Первое – это реальный R-2R мультибитник, полностью соответствующий его заявленным 16 битам.

Второе – переходная характеристика у него ощутимо лучше, чем у любого рекламно-восторженного новодела и как следствие – он выдает детализацию на уровне этими новоделами принципиально недостижимом.

Особенно это касается высоких частот и тихих звуков, которые особенно сильно страдают от манеры дельта-сигма преобразователей коверкать фронт атаки.

Третье – к сожалению это один из немногих параллельных чипов которые до сих пор производятся официально и которые можно свободно купить. Кстати говоря – это не значит, что мы не будем искать чипы более высокого класса. Как только у нас появится возможность, мы начнем осваивать и более качественные R-2R чипы. Если их не поведут к тому времени.

Но, если вам интересно, почему мы так-же выпускаем однобитные устройства на базе PCM1794 – ответим:

Да – по нашему мнению 16битный параллельный преобразователь лучше, чем «24битный» однобитный. Но – рынок требует рекламных цифр, и мы хотим им предложить продукт этим требованиям удовлетворяющий. И PCM1794 - все еще один из лучших преобразователей от серьезного производителя, чтоб там не утверждали кухонные эксперты с форумов во всю восхваляющие новые 32-битные технологии (которые по реальным измерениям не лучше старых 18-20 битных ни на децибел!). К тому же, мы понимаем – техническое превосходство не всегда дает больше удовлетворения конечному слушателю. Многим людям нравится звучание однобитных систем и мы даем выбор.

Вот, пожалуй, и всё!

*Хотим внести уточнение. На самом деле искажения переходной характеристики появляется по причине использования цифровых фильтров (ЦФ). Если в аппарат использующий R-2R преобразователь внести дополнительно ЦФ (ресэмплер, оверклокер ...) то его параметры будут в точности повторять особенности однобитных систем. В контексте нашей статьи мы имеем в виду разницу между мультибитными преобразователями выполненными БЕЗ ЦФ (кратко NOS – Non Over Sampling) и однобитниками в которых наличие ЦФ является неотъемлемой частью в современной технике.

** Дополним. Что касается распространённого и усиленного насаждаемого мнения о том, что однобитники в принципе детальнее мультибитов. Это не так. Еще раз посмотрим на график однобитного преобразователя – видите всплеск напряжения после атаки, выходящий за уровень устоявшегося горизонтального уровня (выделен кружком)? Вот этот выход за пределы уровня, эта дополнительная составляющая, создающая некий, назовем его «подзвон» и заставляет всех думать, что это детальность. Это не детальность – это всего лишь искусственно внесенная дополнительная составляющая окрашивающая определенную часть звуков. И добавим. Описываемая особенность является врожденной для однобитников, следствием их технологии и логики работы. Встречаемое в сети «мнение», что подобная болезнь встречается только у дешевой техники, а дорогие и «правильные» однобитники её лишены – или обман, или безграмотность.

P.S. Точно таже меандр используют для измерений акустических систем, наушников и т.п. И люди часто думают, что и их внешний вид должен быть таким же как указано выше для случая электрических систем. Часто даже указывают на измерения некоторых наушников звучащих явно “криво”, но имеющих почти идеальный меандр на измерениях. Например: <http://www.innerfidelity.com/images/BrainwavzR3.pdf> Возникает вопрос, вполне закономерный, как при откровенных косяках на слух и такой паршивенькой АЧХ меандр может быть таким хорошим. Спешу разочаровать. Для акустики меандр НЕ ДОЛЖЕН быть таким. По одной простой причине - подумайте сами - горизонтальная полка в меандре для акустики по сути равна.... ПОСТОЯННОМУ ДАВЛЕНИЮ! Что возможно только если вы “дуете постоянно” как из вентилятора :)