

## Внешний USB ЦАП Letshuoer DT03



Все измерения буду проводить для небалансного выхода на наушники 3,5 мм. Как источник использовался телефон **POCO M3** (Андроид 12), плеер **Eddict Player** в режиме побитового вывода данных, чтобы данные попадали на ЦАП без передискретизации.

Сначала проведу измерение осциллографом сигналов на выходе. Осциллограф использовался **Hantek DSO5102P** с полосой пропускания до 100 МГц. Сразу посмотрю максимальное напряжение на выходе (без нагрузки). Запись использовал синус 1 кГц с уровнем записи 0 дБ, т.е. под максимум записанный. Громкость в телефоне стояла тоже на максимум, режим усиления в ЦАП-максимальный.

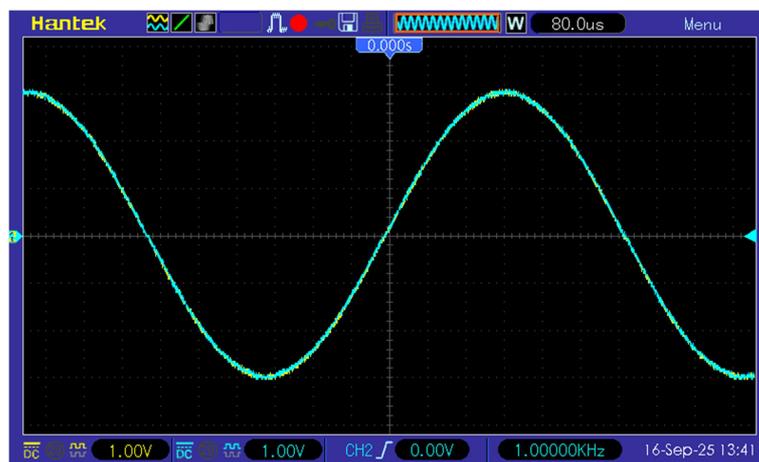


Рис.1.

Как видно из графика напряжение достигает в пике целых 3 В, но это без нагрузки. Если включить пониженный уровень усиления в ЦАП (переключатель на корпусе), то получим ровно в два раза ниже напряжение на выходе.

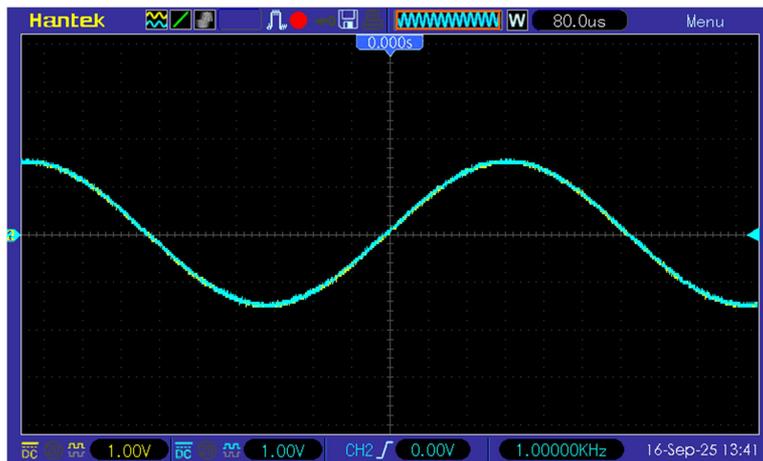


Рис.2.

Если при максимальном уровне усиления и громкости в телефоне воспроизвести запись меандра 1 кГц с уровнем записи 0 дБ, т.е. записанный под максимум, то увидим сверху цифровые ограничения сигнала на ВЧ выбросах. Что связано с цифровым достижением максимального значения на выходе.



Рис.3.

Если же включить пониженный уровень усиления (переключателем на корпусе), то ограничение колебаний сверху исчезает, получаем чистый и классический меандр.



Рис.4.

Что означает, что **снижение громкости, а так же режим усиления (кнопка на корпусе) происходит цифровым способом**, т.е. математически данные пересчитываются. В данном ЦАП используется чип **ES9219C**, где в даташите написано, что это мобильный ЦАП, он имеет усилитель на наушники встроенный и аналоговый регулятор громкости! В данном случае, как я понимаю, работает цифровая громкость.

Ниже показано как выглядит импульс на выходе ЦАП с уровнем записи 0 дБ, т.е. под максимум записанным и при максимальном выходе на ЦАП.



Рис.5.

Как видим, импульс имеет классический вид, других фильтров в данном ЦАП не предусмотрено, что считаю минус. Было бы не плохо, если бы выбор был, особенно если есть фильтр, где импульс без колебаний до и после импульса. Как по мне, на наушниках такой фильтр дает более чистый (аналоговый), более плотный характер звука. По высоте импульс достигает 3 В, что означает, что на ВЧ ЦАП не имеет большого завала АЧХ, впрочем, для классического фильтра это характерно.

Разницы при воспроизведении записей 44,1 кГц и 48 кГц на осциллографе не заметил (зрительно), что говорит о том, что внутренняя передискретизация в ЦАП делается качественно. Потому, как думаю, используется один кварц, на 44,1 кГц или 48 кГц.

Далее посмотрю уровень ВЧ пульсации на низкой громкости сигнала, чтобы в пике на синусе 1 кГц было 150 мВ, где ВЧ шумы на выходе усилителя хорошо просматриваются, на фоне сигнала.

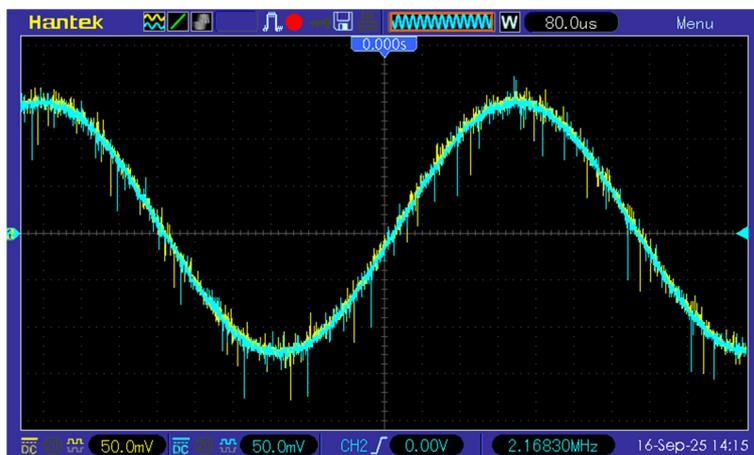


Рис.6.

А ниже показан уровень шумов при включенном понижении усиления (кнопка на корпусе ЦАП), где громкостью сигнал добавил, чтобы примерно до того же уровня получить синусоиду.



Рис.7.

Как видим, никакого смысла понижение громкости не имеет (ВЧ шумы не снижаются), это цифровая регулировка, просто математическое деление уровня сигнала в цифре на два. При этом видим **значительные шумы** на выходе, но это без нагрузки, поэтому подключу нагрузку 28 Ом на канал и проведу сравнение рис.7, чтобы оценить, как изменятся шумы.



Рис.8.

Как видим, **шумы снизились** и стали на стандартном уровне для хороших аппаратов, хотя пиков и иголочек могло быть и поменьше. При этом видим не большое снижение амплитуды синуса под нагрузкой, если сравнивать внимательно рис.8 и рис.7. Это означает, что напряжение садится на внутреннем сопротивлении выхода и оно не значительное, единицы ом и это хорошо. Это означает, что интермодуляционные искажения будут низкими, т.е. одни частоты не будут на другие влиять за счет падения на внутреннем сопротивлении усилителя.

В заключение опытов с осциллографом сделаю измерение максимальной мощности на нагрузке 28 Ом. Ниже показан сигнал, где видно, что идет ограничение тока в пиках на синусоиде при максимальной громкости.

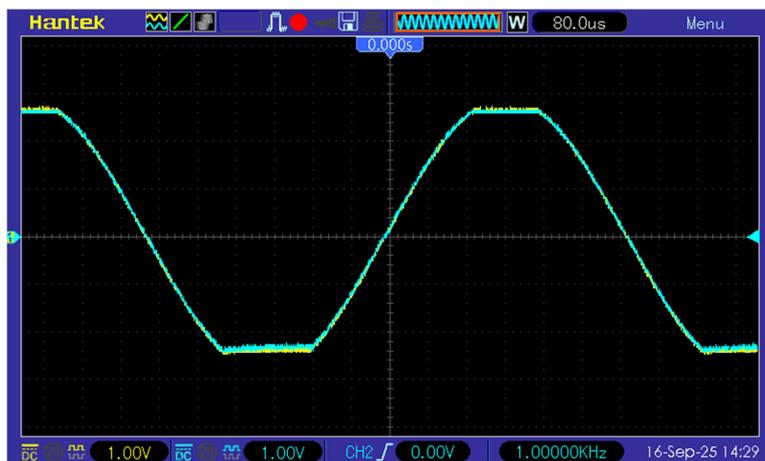


Рис.9.

Если снизить уровень громкости, чтобы не было ограничений, то получим в пике около 2,25 В.



Рис.10.

Чтобы получить действующее значение нужно пиковое значение разделить на корень из двух, т.е. делим пиковое значение на 1,41, получаем в итоге 1,6 В максимальное действующее значение на выходе (без искажений). Считаем мощность:

$$P = U^2/R = 91,4 \text{ мВт.}$$

Это даже больше, чем заявлено (78 мВт на небалансном выходе указано в характеристиках), правда не понял на каком сопротивлении нагрузки. **Этой мощности достаточно для всех динамических наушников**, накладных и тем более пробковых. В накладных наушниках обычно требуется в пике на синусе 450...500 мВ, т.е. ЦАП играет на 1/6 от максимальной громкости. Поэтому не лишним будет использовать в системе 32 бит, чтобы цифровой сигнал при регулировке громкости не деградировал.

Дальше проведу измерение параметров с помощью программы **RMAA**, как АЦП буду использовать **ESI UGM192** в максимальном режиме записи 24 бит 192 кГц. Измерения сведены в таблицу, где есть измерения с нагрузкой 28 Ом и на холостую, а так же разная частота записи 44,1 кГц и 48 кГц исследовалась.

При этом громкость при измерении параметров была в телефоне 83 делений (для нагрузки 28 Ом), это ровно такая же громкость, какая используется при прослушивании музыки мной на накладные наушники **Shure SRH840**. Поэтому измеренные искажения отображают реальную картину при прослушивании.

Device:	Без нагрузки 44,1 кГц	Без нагрузки 48 кГц	28 Ом 44,1 кГц	28 Ом 48 кГц
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 48 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 48 kHz
Frequency response, dB	+0.02, -0.15	+0.02, -0.13	+0.02, -0.15	+0.02, -0.13
Noise level, dBA	-94.0	-94.3	-94.4	-94.7
Dynamic range, dBA	93.9	94.2	94.2	94.6
THD, %	0.0008	0.0008	0.0013	0.0013
IMD + Noise, %	0.0060	0.0060	0.0059	0.0060
Stereo crosstalk, dB	-94.0	-94.4	-45.6	-45.6
IMD+N [swept freq.], %	0.0061	0.0063	0.0066	0.0067

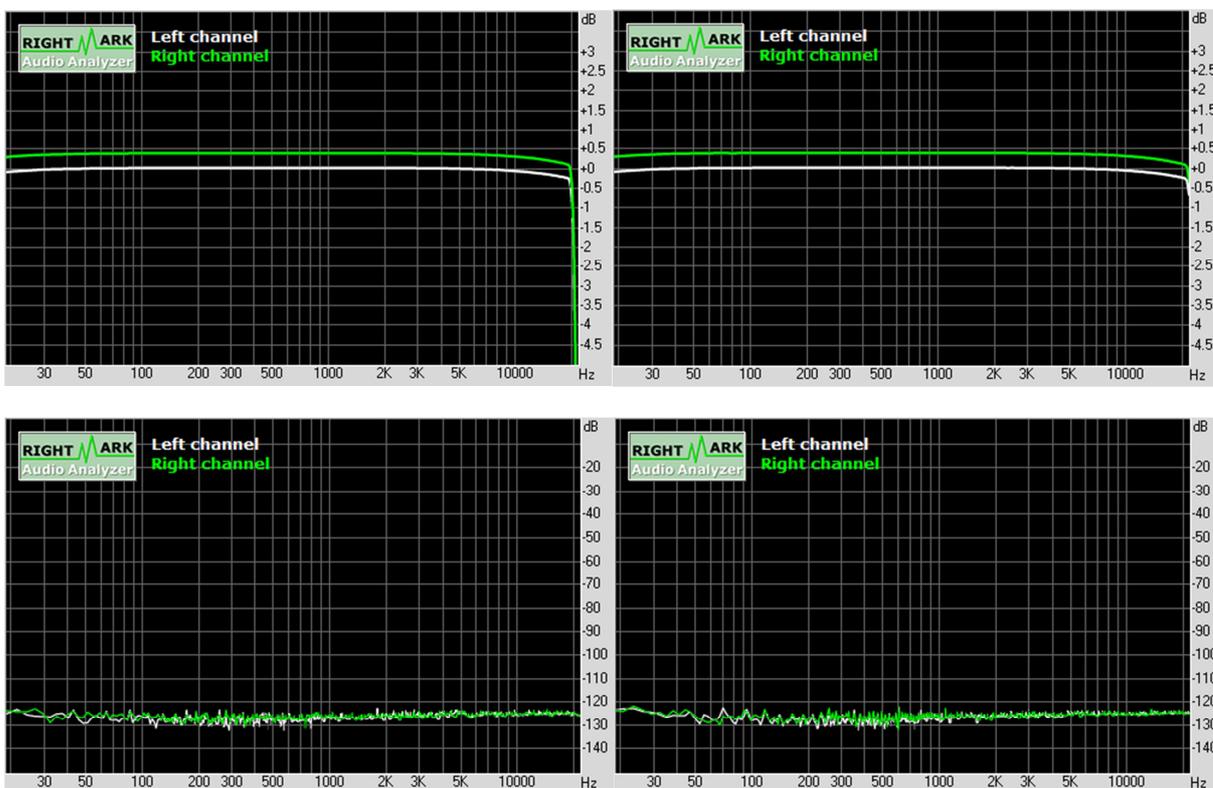
Select     Select     Select     Select

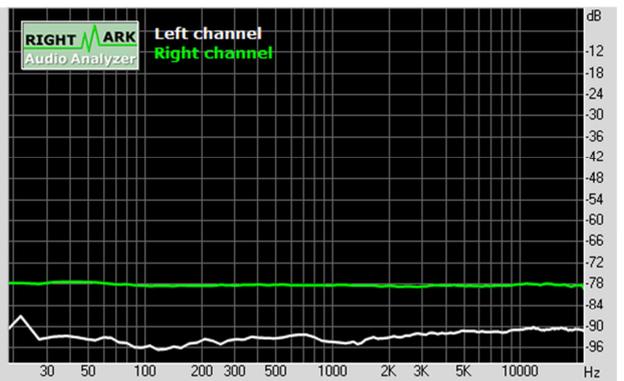
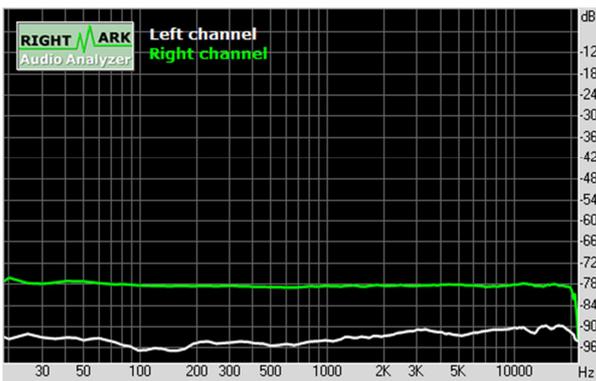
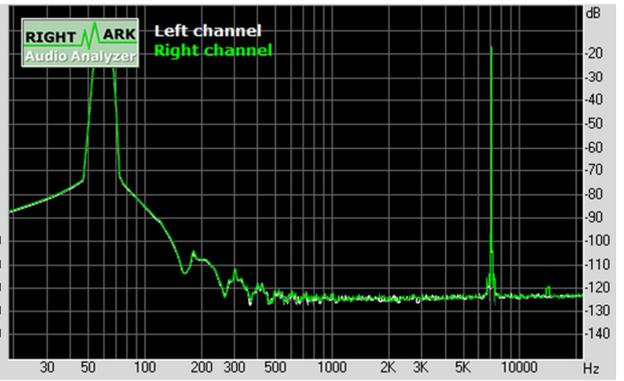
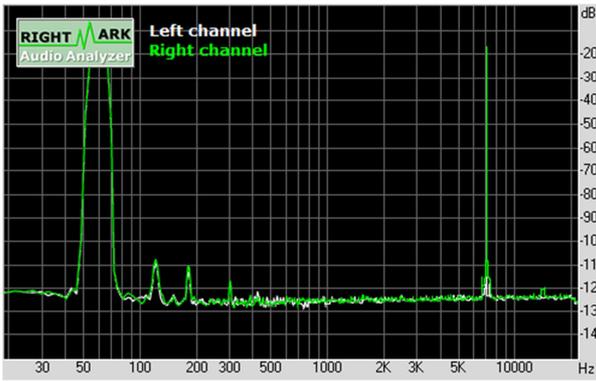
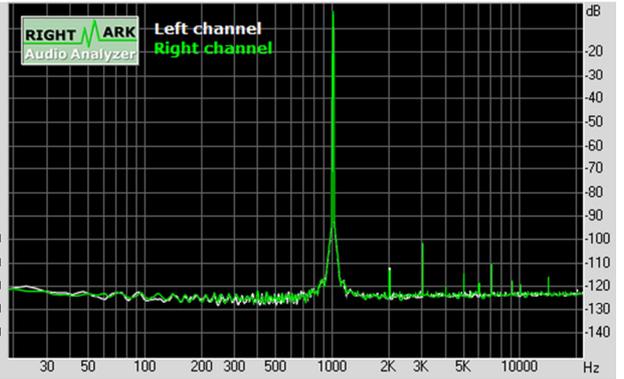
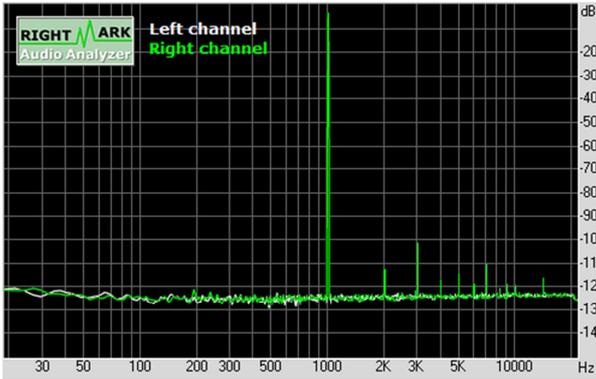
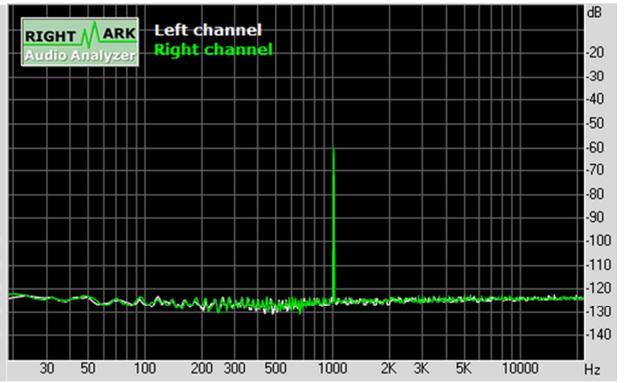
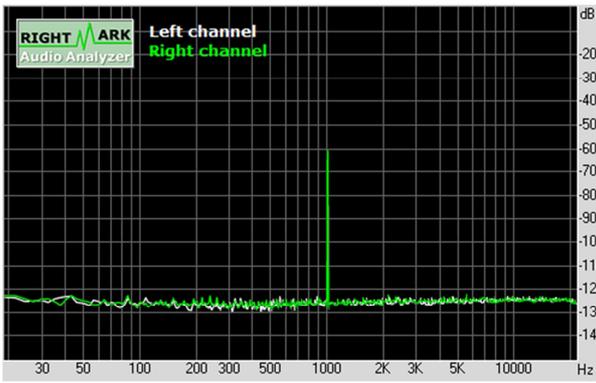
HINT: Right-click on result boxes to view the detailed reports...

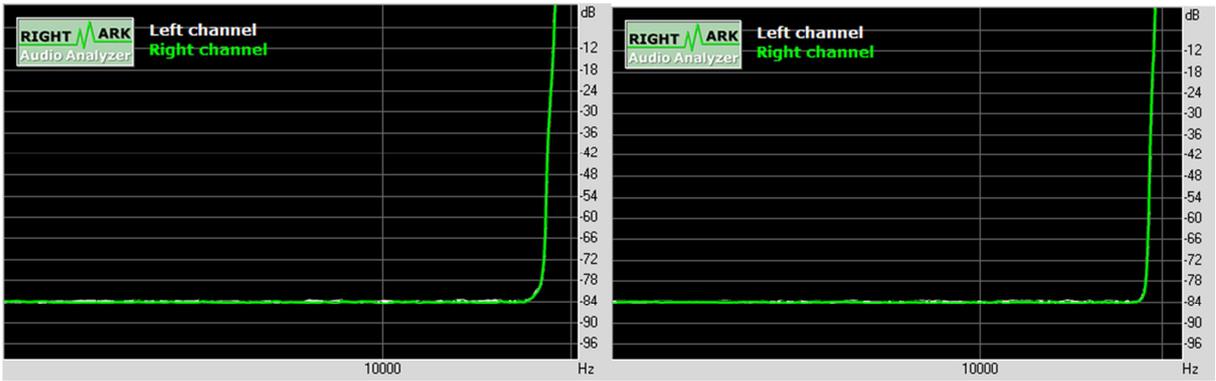
Рис.11.

В таблице видим ухудшение разделения стереоканалов под нагрузкой до 45 дБ, это звуковая карта (АЦП) так делает, это глюк ESI UGM192. Под нагрузкой растут искажения с КНИ с 0,0008% до 0,0013%, но не значительно.

Ниже приведу графики отдельно, сначала для режима холостого хода (первый и второй столбец в таблице), слева показаны графики для частоты 44,1 кГц, справа- 48 кГц, в том порядке, как они идут в таблице сверху вниз.

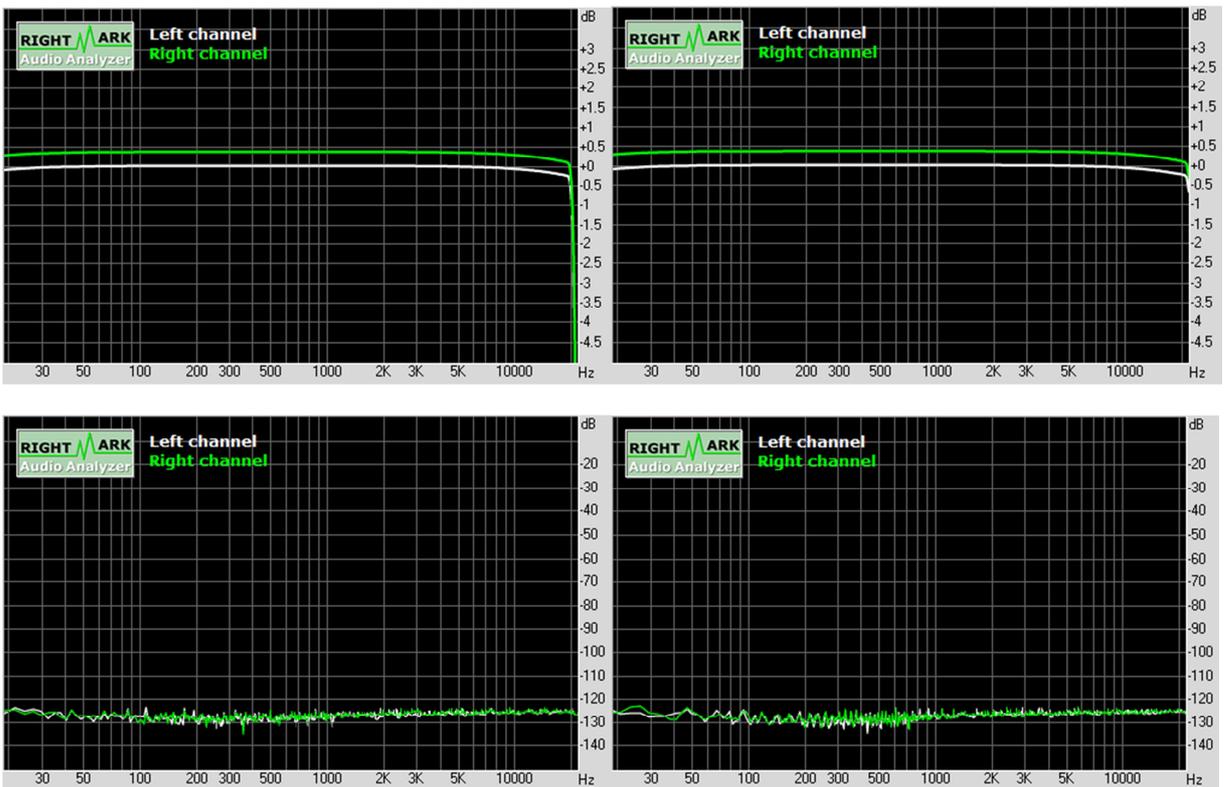


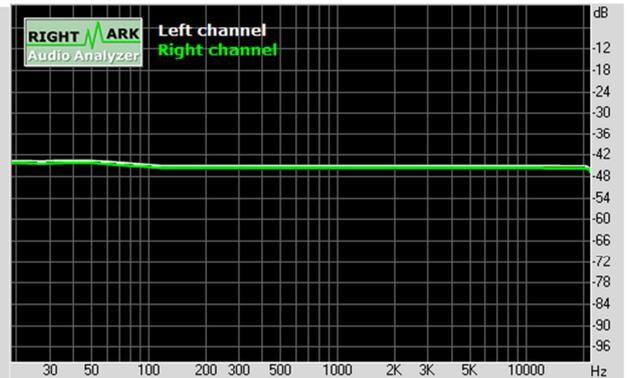
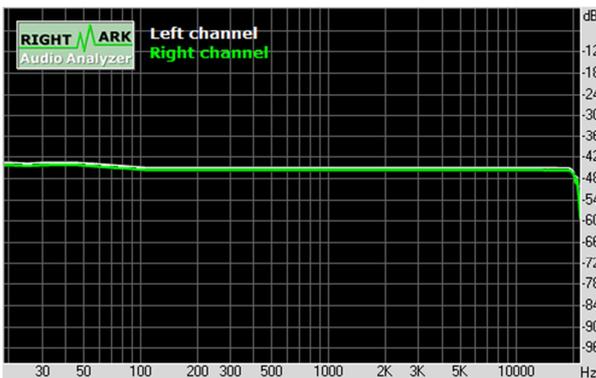
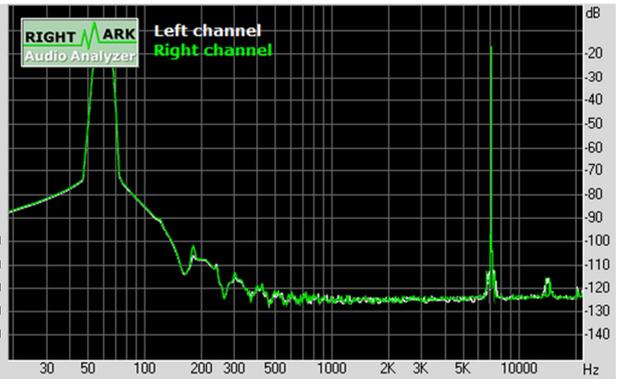
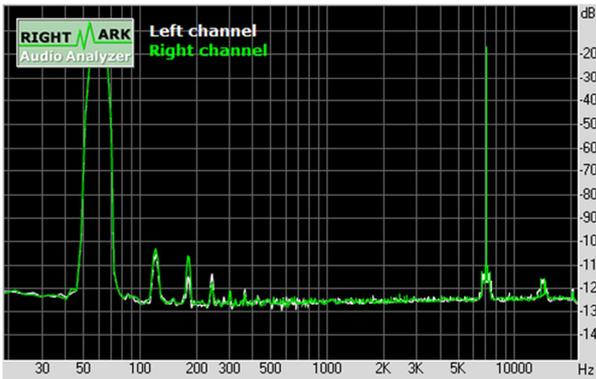
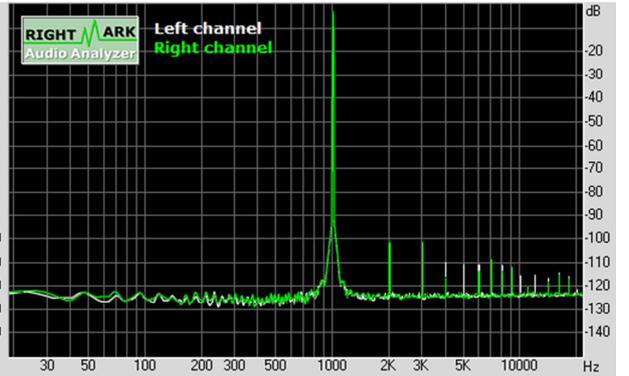
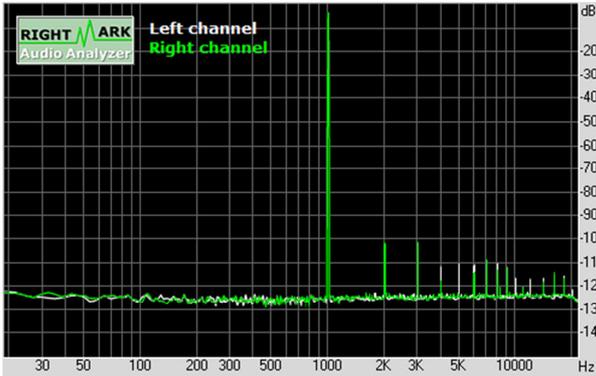
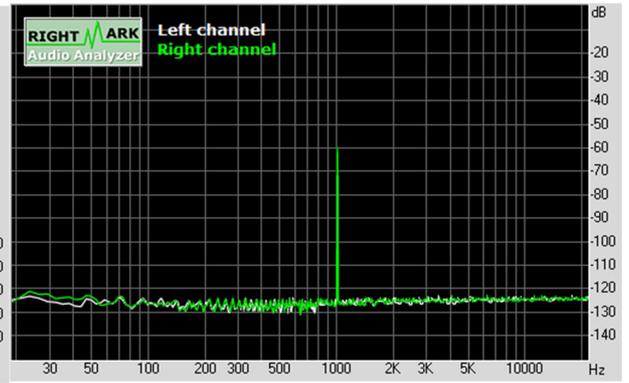
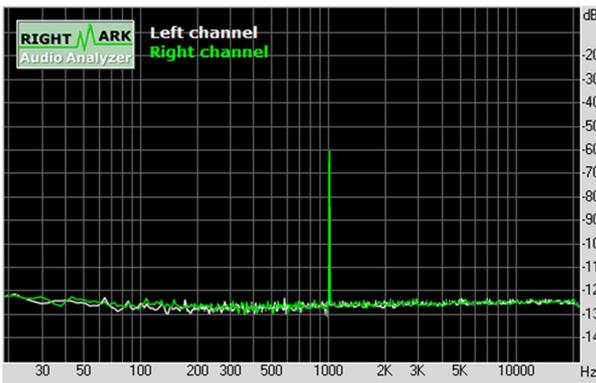


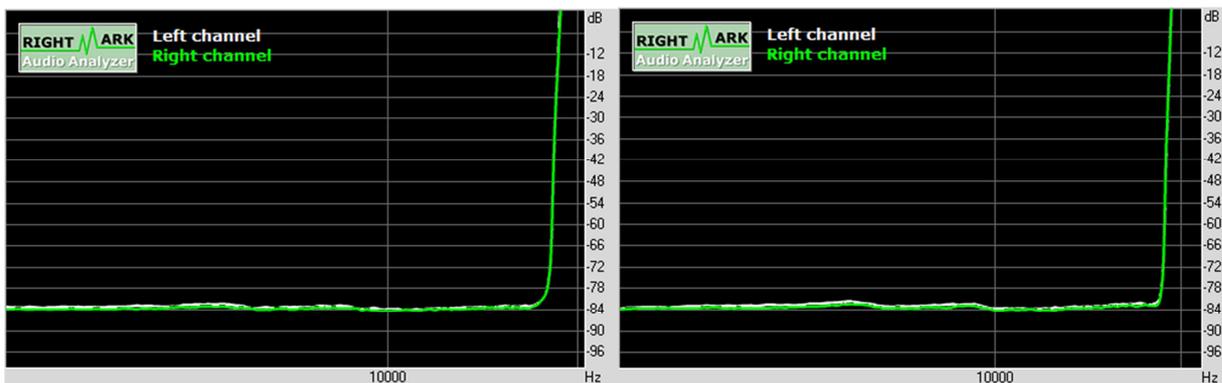


Как видим, разницы между графиками почти нет, за исключением 4 и 5 графика, где на частоте 48 кГц основание у частоты шире, что вероятно связано с внутренней передискретизацией в ЦАП, так как используется один кварц, притом похоже на 44,1 кГц. Или быть может это особенность измерения, наложения частот АЦП и ЦАП (хотя вероятнее первое, что это особенность данного ЦАП, которую не видно в таблице общих измерений).

И ниже показаны графики для измерения под нагрузкой 28 Ом (третий и четвертый столбец таблицы). Слева 44,1 кГц, справа- 48 кГц, как и прошлый раз.







Как видим, тут тоже на 48 кГц основание для частоты шире на 4 и 5ом графике. Так, что, возможно, это все таки внутренняя передискретизация в ЦАП сказывается.

**Выводы.** По звуку ЦАП оказался бомба, сначала не оценил на Eddict Player когда слушал, как-то суховато, плоско звучит. Но потом послушав на разных плеерах, на телефоне, на компьютере, подбирая провода, источники, на Яндекс.Музыке, Roon попробовал на компьютере, поиграл с настройками и убедился, что потенциал ЦАП отличный, звук настраивается под себя, всё здорово... За эти деньги лучшего и желать нельзя. Однозначно ЦАП один из лучших. Ничего лучшего за эти деньги не встречал. Кабель родной говорят плохой, не по звуку, а по надежности, ломается быстро.

16-09-2025