

TempoTec M3 Gen II



TempoTec Mach III M3-2025 - это бюджетный внешний USB ЦАП второй генерации (2025 года выпуска), где используются ЦАП **2*CS41398** и качественные выходные усилители **4*SGM8262**. По внешнему виду модель отличается от первой версии только наличием у новой модели кнопки вкл./выключения питания (сзади), у старой модели её не было. А также разные кнопки на передней панели по форме, у новой модели кнопки круглые. Коробка тоже отличается по внешнему виду, она более квадратная, на ней наклейка, где написано, что это новая модель, что показано ниже на фото.



Для начала проведем исследование осциллографом, буду измерять напряжения и параметры только для небалансного выхода 3,5 мм.

Как источник использовался смартфон **POCO M3** (Андроид 12), как плеер использовался **Eddict Player** в режиме побитового (точного) выхода, чтобы сигнал не изменял частоту. Что интересно, побитовый выход работает через этот плеер только в режиме UAC2, в режиме UAC1 выход звука идет через системный микшер (режим работы USB настраивается в меню ЦАП), с преобразованием частоты, что видно на дисплее ЦАП (справа вверху), это очень удобно. При этом, в режиме UAC2 громкость плеера никак не влияет на выходной уровень, т.е. плеер подает максимальный уровень на ЦАП (только в побитовом режиме), **вся регулировка громкости возможна только в ЦАП.** Обычно свистки и пр. ЦАП позволяют регулировать громкость в плеере, это не обычно.

Ниже показана осциллограмма записи синуса 1 кГц, с уровнем записи 0 дБ, т.е. под максимум. Нагрузка на выходе ЦАП не использовалась, кроме случаев, когда это будет указано отдельно. В ЦАП-е был выставлен максимальный уровень громкости 100 и включен режим усиления Gain (есть кнопка, соответствующая на корпусе и горит надпись на экране слева внизу, когда режим усиления активирован).

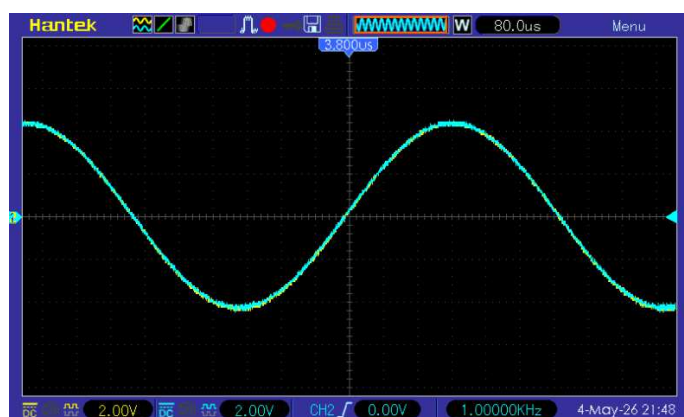


Рис.1.

Где мы видим, что в пике напряжение достигает примерно 4,2 В. Если выключить режим Gain, то напряжение снизится, как это показано ниже на рис.2.



Рис.2.

Видим, что напряжение в пике упало до значения около 3 В (падение на 3 дБ, т.е. в 1,41 раз), это тоже необычно, часто делают падение в два раза по напряжению, т.е. на 6 дБ (делается это математически, пересчетом входного сигнала). Т.е. усиление меняет сигнал не сильно, что слышно на наушниках.

Ниже на графике показана запись меандра 1 кГц, тоже с уровнем записи 0 дБ (по максимуму), при максимальном уровне сигнала на выходе (100% + Gain). Цифровой фильтр был по умолчанию

использован, т.е. первый в списке (FASTLOW). Фильтр выставляется в настройках ЦАП (правой кнопкой и ручкой громкости выбирается необходимый).

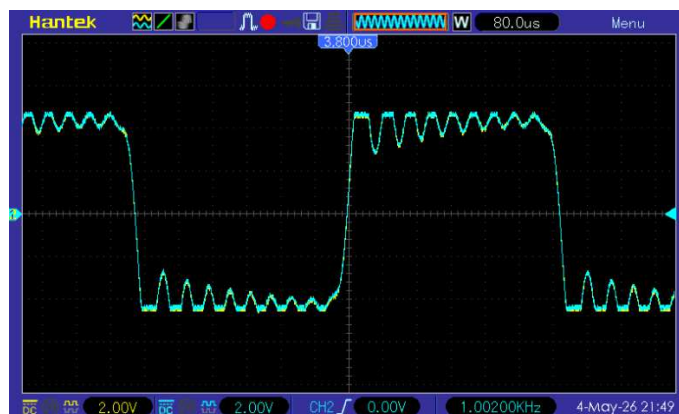


Рис.3.

Где видим на графике ограничения сверху, явно цифровые, связанные с достижением пикового значения ЦАП. Что, на самом деле не страшно, так как это только при максимальном выходном уровне записи и максимальной громкости ЦАП. Если выключить усиление Gain, то меандр принимает нормальный вид.



Рис.4.

Притом, видим, что пик импульса достигает ровно той точки, где начинается ограничение. Очевидно, что усиление подбиралось из таких соображений. Вероятно, что усиление цифровое, т.е. это математическое снижение уровня громкости сигнала, как делают сегодня (без аналогового регулятора громкости), поскольку ЦАП имеют разрядность 32 бита, ЦАП имеют запас по разрешению. Поэтому для Виндуз в системе или в плеере Eddict лучше выставить 32 бит разрешение- максимальное. По умолчанию Виндуз так и выставляет, 32 бит/48 кГц.

Ниже показаны виды импульсов при разных цифровых фильтрах, в том порядке, как они идут в ЦАП.

1. FASTLOW



Рис.5.

2. FASTHIGH

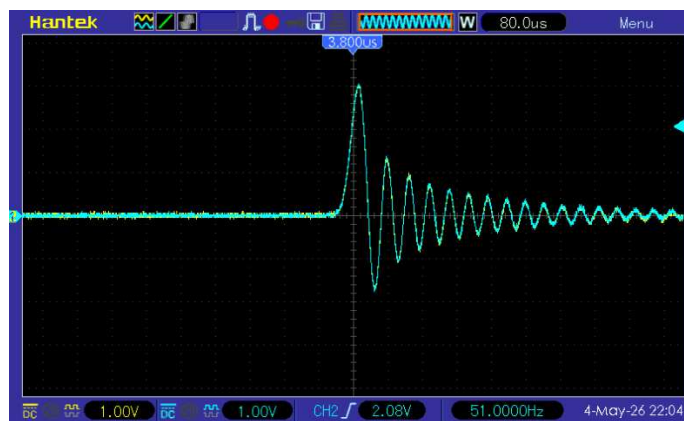


Рис.6.

График не отличается от рис.5, но, возможно по АЧХ будет видна разница (см далее, где будут измерения RMAA).

3. SLOWLOW

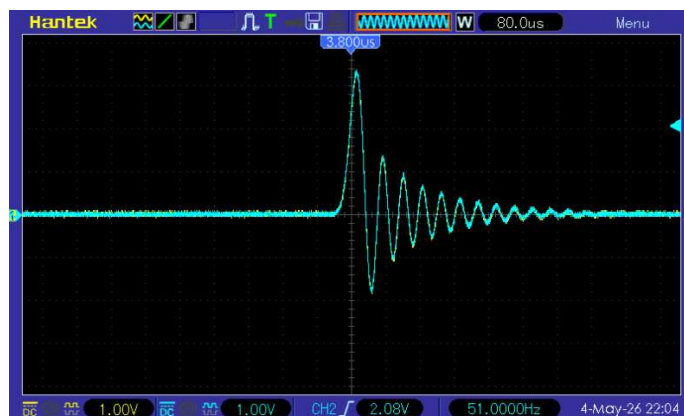


Рис.7.

Тут мы видим уменьшение затуханий.

4. SLOWHIGH

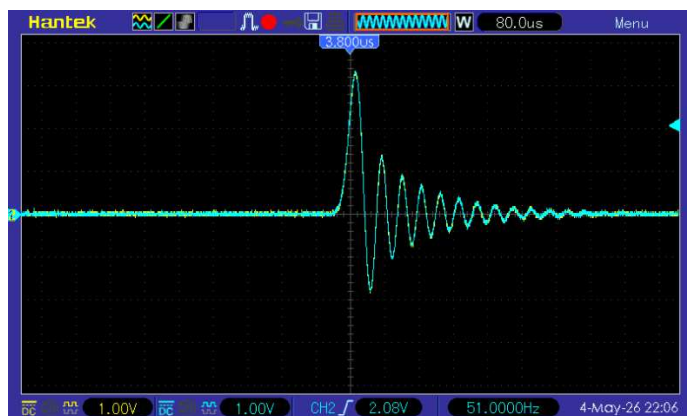


Рис.8.

Тут видим опять график не отличается от рис.7. Но, вероятно разница будет видна на АЧХ.

5. NOS

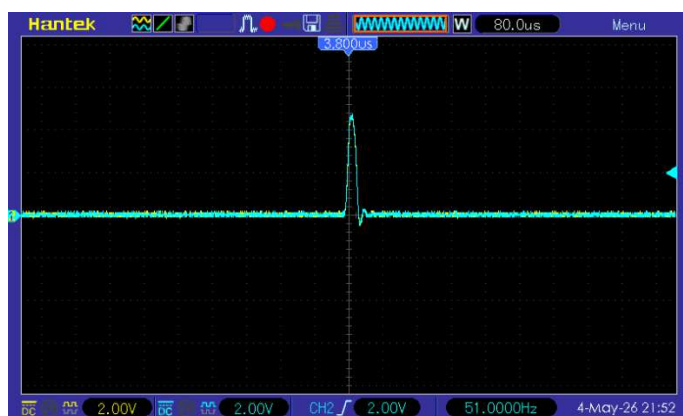


Рис.9.

Масштаб графика уменьшен в два раза, так как импульс не влезает, т.е. импульс выше в этом режиме. Этот график самый необычный, он имитирует мультитбит без передискретизации, где на синусе 1 кГц хорошо видны ступеньки квантования, как это ниже показано. При других фильтрах ступенек нет.

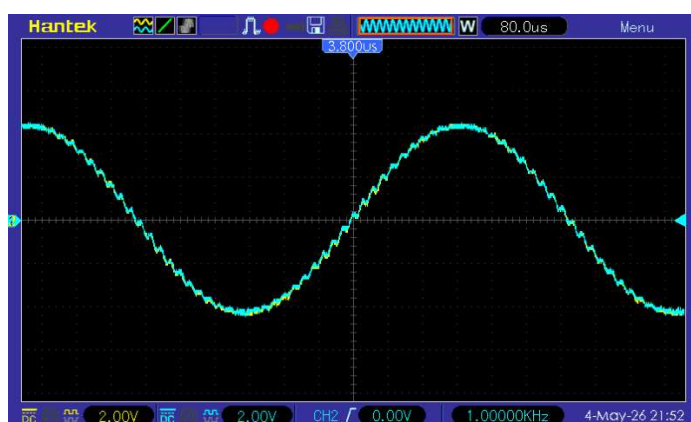


Рис.10.

Дальше посмотрю ВЧ шумы на выходе, как обычно это делаю, на сигнале (синус 1 кГц) в пике около 150 мВ, путем регулировки громкости ЦАП. Снизу показан сигнал при включенном режиме Gain.



Рис.11.

Как видим, шумы достаточно высокие, видел и меньше значения, что уже стандартно стало для этого ЦАП (CS43198). Ниже показаны шумы при выключенном режиме Gain.

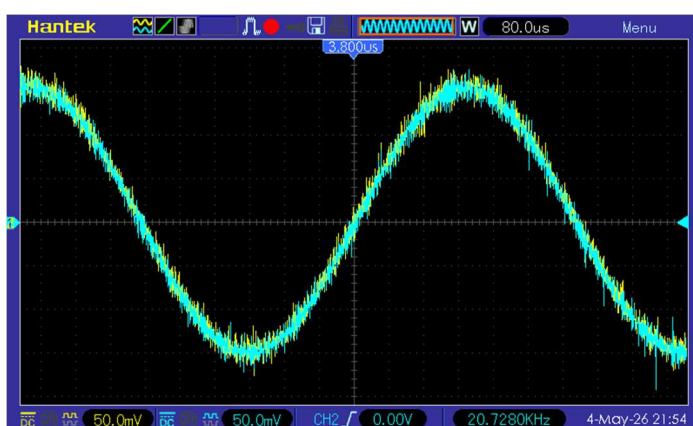


Рис.12.

Видим, что шумы не меняются, что означает, что **усилитель Gain цифровой**. Обычно в данном ЦАП (CS43198) делают снижение уровня в 2 раза и ВЧ шумы повышаются при низком уровне сигнала на выходе. Вероятно, умышленно псевдошум в сигнал добавляют, чтобы уменьшить слышимость ступеней квантования на низких уровнях громкости. Но, в данном ЦАП видим, что шумы не подмешиваются при понижении уровня усиления. Мне думается это правильно.

Дальше подключу на выход ЦАП нагрузку 27 Ом и ничего не меняя, как на рис.12 посмотрю ВЧ шумы под нагрузкой.



Рис.13.

Как видим, ничего не меняется, всё так же остается. Т.е. **усилители ведут себя линейно под нагрузкой и без нагрузки**. И ниже график в режиме Gain, для чистоты эксперимента.



Рис.14.

Все тоже самое. И дальше посмотрю максимальное напряжение на выходе ЦАП при нагрузке 27 Ом, чтобы измерить мощность на выходе и оценить внутреннее сопротивление усилителя.



Рис.15.

Если мы сравним рис.15 (с нагрузкой) с рис.1 (без нагрузки), то увидим, что под нагрузкой напряжение на выходе чуть падает, но не значительно, т.е. выходное сопротивление усилителя находится в пределах единицы ома, считать не вижу смысла, больше погрешности измерений. В инструкции указано значение 0,3 Ом, возможно, что так и есть. И это хорошо, я считаю, чем меньше выходное сопротивление, тем меньше интермодуляционные искажения.

Притом видим на вершине синуса появляются не большая ВЧ бахрама, т.е. нагрузка сказывается, но ограничения сверху синуса под нагрузкой нет, как это часто бывает во многих ЦАП-усилителях, какие измерял.

Мощность считаем по пиковому значению напряжения, оно около 4 В, действующее значение меньше в 1,41 раз (корень из двух) и равно 2,84 В. В инструкции указано пиковое значение **2,9VRMS**, что очень близко. Мощность находим по формуле:

$$P=U^2/R= 0,298 \text{ Вт.}$$

Получили на нагрузку 27 Ом целых чистых, не обрезанных **298 мВт**, это очень достойно! В инструкции указано значение 520 мВт на 32 Ом (левый и правый канал в сумме!!!), т.е. 260 мВт на канал если считать правильно. А в реальности получилось даже чуть больше! Хотя у меня нагрузка меньше и равна 27 Ом, а не 32 Ом, возможно поэтому разница. **По мощности на небалансном выходе 3,5 мм все отлично.** Её хватит с большим запасом для большинства наушников.

При выключенном режиме Gain получаем синус как показано на рисунке ниже.



Рис.16.

Где пиковое значение напряжение снижается до 3В, тогда действующее значение 2,128 В и мощность получается на 27 Ом равная **168 мВт**.

Проведу измерение параметров с помощью **RMAA**, как АЦП использовался **ESI UGM192**, с частотой записи 176,4 кГц/24 бит, уровень входного сигнала 100%, т.е. регулирую громкость ЦАП так, чтобы получить полный размах напряжения на входе, чтобы задействовать все значения АЦП для минимизации искажений измерений. Ниже в таблице приведены измерения для разной частоты записи (44,1 кГц и 48 кГц), а также с включенным и выключенным режимом усиления «Gain». Как оказалось, режим усиления GAIN это цифровое увеличение громкости на 3 дБ (по напряжению в 1,41 раз) и поэтому при отключении усиления громкость нужно поднять на три деления с 79 до 82. Очевидно, что громкость регулируется в ЦАП с шагом 1 дБ.

Режим DRE был отключен, как и эквалайзер (есть разные настройки предустановленные и есть даже одна пользовательская настройка, вероятно через приложение делается, см далее). Фильтр при измерении использовался первый (по умолчанию), называется FASTLOW.

Device:	82% (44,1 кГц)	79%+Gain (44,1 кГц)	82% (48 кГц)	79%+Gain (48 кГц)
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 48 kHz	16-bit, 48 kHz
Frequency response, dB	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06
Noise level, dBA	-91.9	-92.0	-92.0	-91.8
Dynamic range, dBA	92.1	92.3	92.3	92.2
THD, %	0.0009	0.0008	0.0012	0.0014
IMD + Noise, %	0.011	0.011	0.011	0.011
Stereo crosstalk, dB	-92.3	-91.6	-90.8	-92.2
IMD+N (swept freq.), %	0.0068	0.0068	0.0070	0.0072
	<input type="checkbox"/> Select	<input checked="" type="checkbox"/> Select	<input type="checkbox"/> Select	<input type="checkbox"/> Select

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

Рис.17.

Как видим по таблице, для частоты 48 кГц искажения хуже, чем для 44,1 кГц, но это следствие частоты записи АЦП, вероятно, т.к. делал запись с частотой 192 кГц и тогда получаются искажения 0,0009%, поэтому на это не стоит обращать внимание. Ниже приведу отдельно графики и прокомментирую их для второго столбика таблицы «79%+Gain (44,1 кГц)», где показания наилучшие получились. Графики идут в том порядке, как они идут в таблице сверху- вниз.

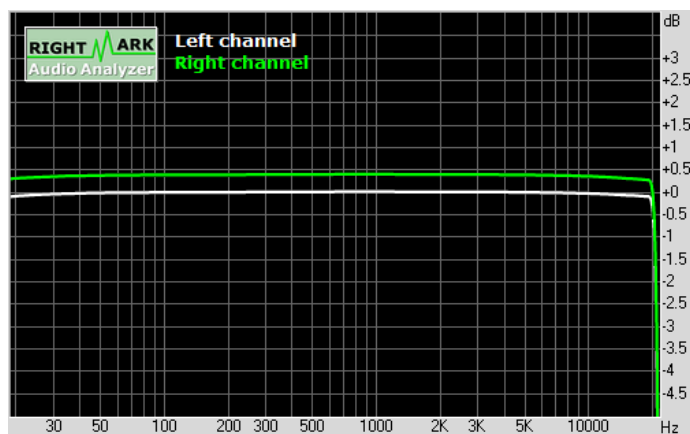


Рис.18.

Разница между каналами это особенность АЦП, на это не стоит обращать внимание. АЧХ ровная.

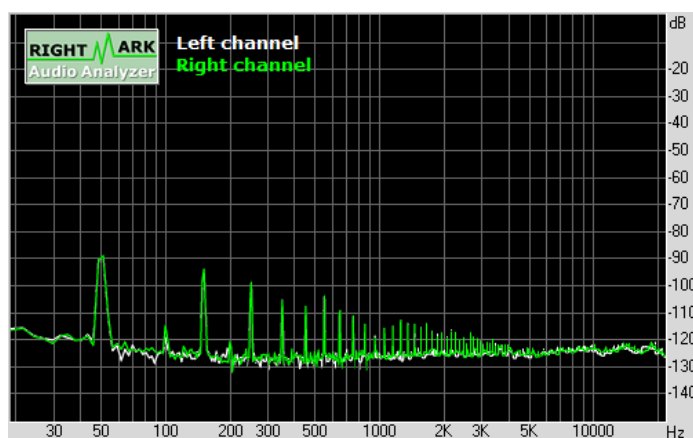


Рис.19.

На графике шумов видим наводки от сети 50 Гц и их гармоники. Это из-за токовой петли между питанием ЦАП от сети и питанием компьютера, к которому подключен АЦП. Т.е. этих наводок быть не должно, если при измерении питать ЦАП от пауэрбанка (5В). У меня его нет, поэтому получилось так. При прослушивании их тоже быть не должно.

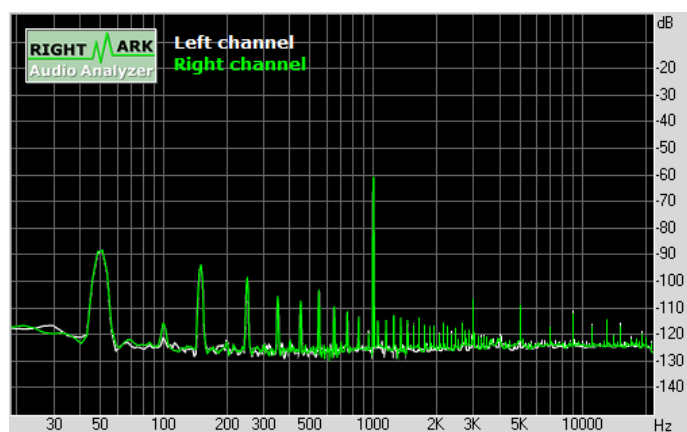


Рис.20.

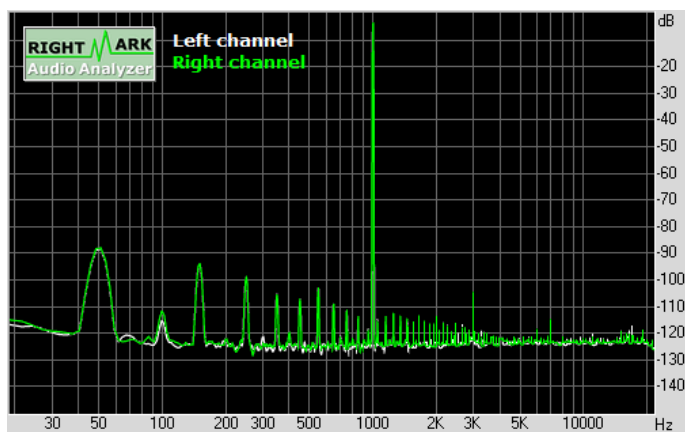


Рис.21.

На графике искажений видим вторую низкую гармонику и выше 3 гармоника, но они ниже 100 дБ, т.е. крайне низкие. КНИ в норме. Шум от сети не в счет, как было уже сказано, который повышает значение искажений, т.е. реально КНИ не больше 0,0007%.

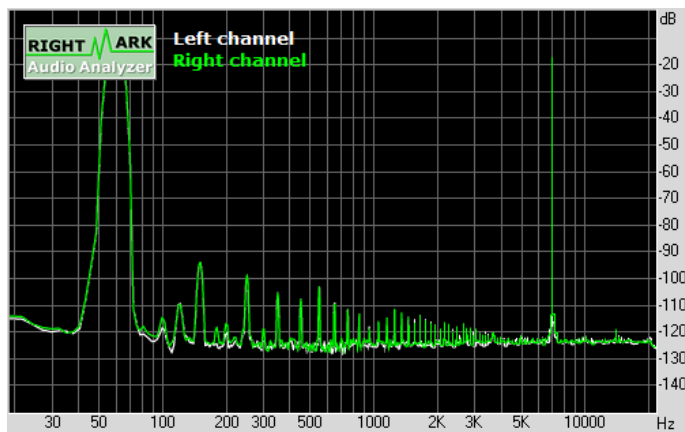


Рис.22.

Интермодуляционные искажения тоже низкие, в полном порядке.

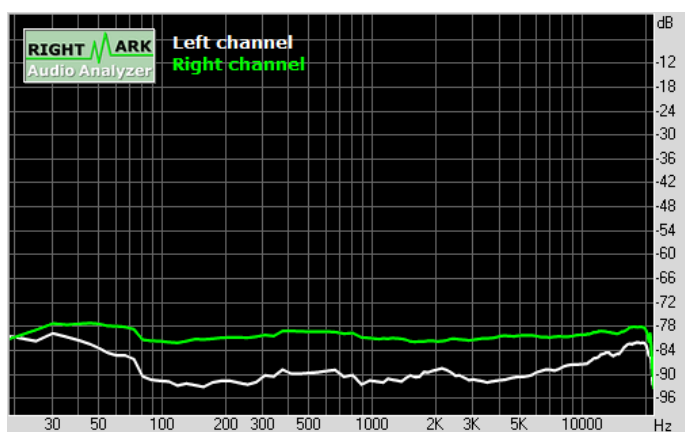


Рис.23.

Разделение каналов- в полном порядке.

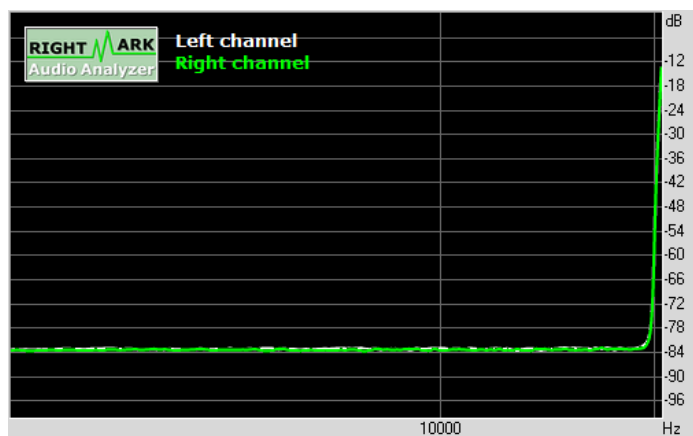


Рис.24.

Интермодуляция на скользящем тоне- идеально.

Дальше проверю как нагрузка 27 Ом меняет параметры, ниже в таблице показаны измерения, для частоты 44,1 кГц и 48 кГц под нагрузкой, фильтр по умолчанию использовался (первый).

Test results	79%+Gain (44,1 кГц)	79%+Gain (48 кГц)	[Empty]	[Empty]
Device:	79%+Gain (44,1 кГц)	79%+Gain (48 кГц)	[Empty]	[Empty]
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 48 kHz		
Frequency response, dB	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06		
Noise level, dBA	-91.7	-91.6		
Dynamic range, dBA	92.0	92.0		
THD, %	0.0010	0.0014		
IMD + Noise, %	0.011	0.011		
Stereo crosstalk, dB	-47.8	-47.8		
IMD+N (swept freq.), %	0.0069	0.0071		

Рис.25.

Если мы сравним параметры без нагрузки (рис.17), то разницы почти нет, т.е. **нагрузка не добавляет искажений**, что, конечно, очень отлично. Графики отдельно не привожу, они идентичные. Единственное, что **падает разделение каналов**, но это особенность используемого АЦП ESI UGM192.

Далее оценю влияние фильтров на АЧХ, ниже в таблице показаны первые четыре фильтра, нагрузка 27 Ом на канал использовалась, частота записи 44,1 кГц.

Test results	FASTSLOW	FASTHIGH	SLOWLOW	SLOWHIGH
Device:	FASTSLOW	FASTHIGH	SLOWLOW	SLOWHIGH
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz
Frequency response, dB	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06
Noise level, dBA	-91.6	-91.6	-91.6	-91.6
Dynamic range, dBA	92.0	91.9	92.0	91.9
THD, %	0.0011	0.0010	0.0010	0.0011
IMD + Noise, %	0.011	0.011	0.011	0.011
Stereo crosstalk, dB	-47.8	-47.8	-47.8	-47.8
IMD+N (swept freq.), %	0.0069	0.0070	0.0069	0.0070

Рис.26.

Как видим разницы в параметрах и АЧХ нет никакой. Но если сильно увеличить, то можно заметить небольшую разницу АЧХ, как ниже показано на графике увеличено в области ВЧ.

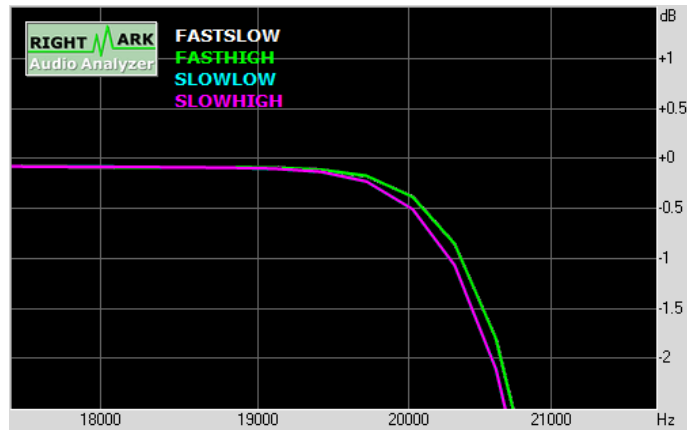


Рис.27.

Причем 1 и 2 фильтр никак по АЧХ не отличаются, так же как одинаковые АЧХ имеет 3 и 4 фильтр, но между собой 1+ 3 или 2+ 4 есть не большая разница. Получается, как по осциллограммам, что 1 и 2 фильтр одинаковый, как и 3 и 4. **Поэтому реально у ЦАП получается всего 3 фильтра.**

И остался еще фильтр NOS, его измерения показаны в таблице ниже. Он показан для сравнения с 1 и 3 фильтром.

Device:	FASTSLOW	SLOWLOW	NOS	FASTSLOW (DRE)
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz
Frequency response, dB	+0.02, -0.12	+0.02, -0.11	+0.18, -1.63	+0.02, -0.12
Noise level, dBA	-91.5	-91.6	-91.6	-92.9
Dynamic range, dBA	91.9	91.8	92.1	92.7
THD, %	0.0009	0.0010	0.0009	0.0010
IMD + Noise, %	0.011	0.011	0.011	0.011
Stereo crosstalk, dB	-47.8	-47.8	-47.8	-47.8
IMD+N (swept freq.), %	0.0070	0.0070	0.0076	0.0069

Рис.28.

Как видим, по АЧХ фильтр NOS сильно отличается, ниже он показан на графике.

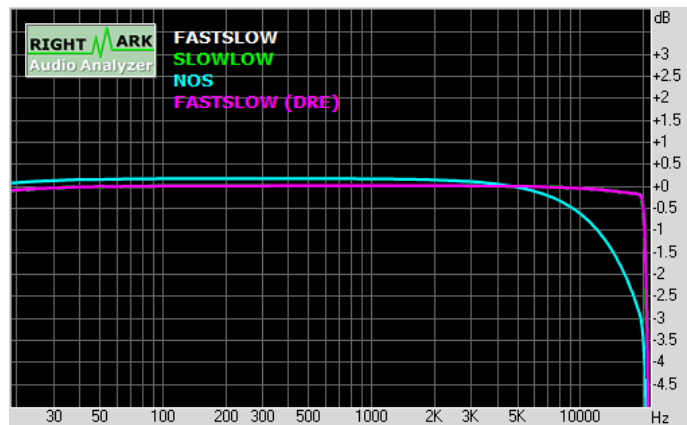


Рис.29.

В 4 столбце измерены параметры для 1 фильтра с включенной функцией **DRE**, это усиление динамического диапазона или класс усиления H, когда на выходе ЦАП меняется питание скачком на низком уровне и повышается цифровой сигнал, поэтому на низких уровнях получаем уменьшение шумом. Но, как говорят на форумах это может создавать специфические искажения, щелчки своего рода. Но я ничего этого не заметил. По ощущениям разница в звуке с DRE какая-то имеется и мы видим во второй строчке динамический диапазон реально становится шире при включенной DRE и это видно на графике ниже, шумовая полка становится чуть ниже. Т.е. **функция DRE рабочая**. Хотя мой АЦП не достаточно высокого уровня, он имеет высокие шумы, но разница заметна и стабильна при измерениях, особенно в области НЧ.

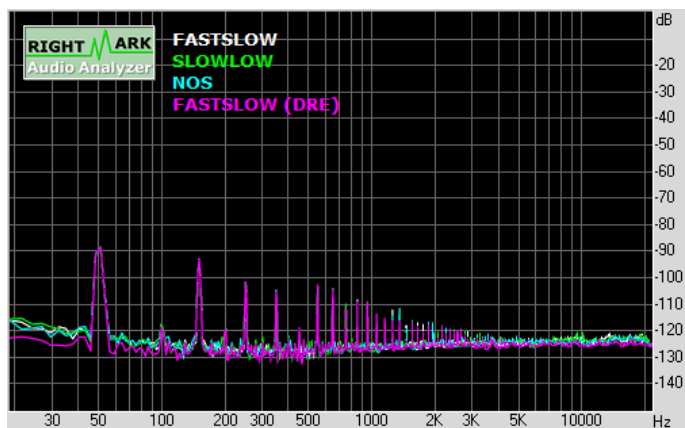


Рис.30.

Ниже показаны графики АЧХ встроенного в ЦАП эквалайзера с разными предустановками.

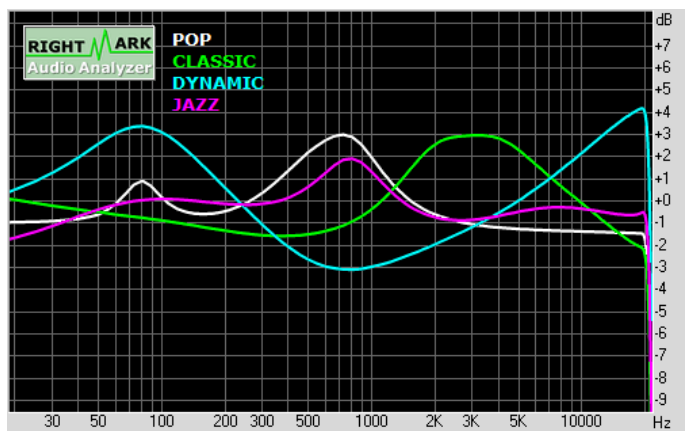


Рис.31.

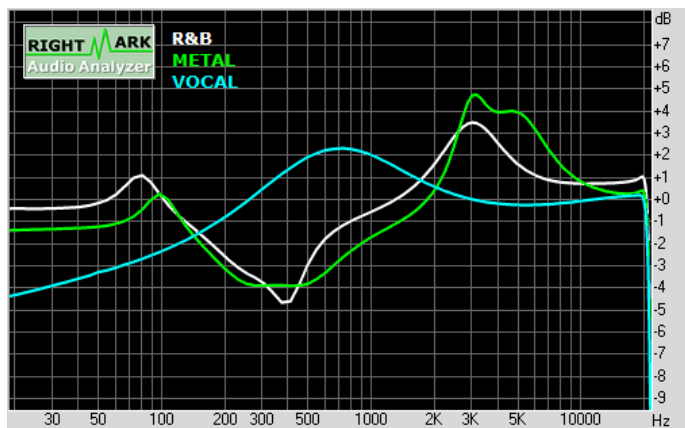


Рис.32.

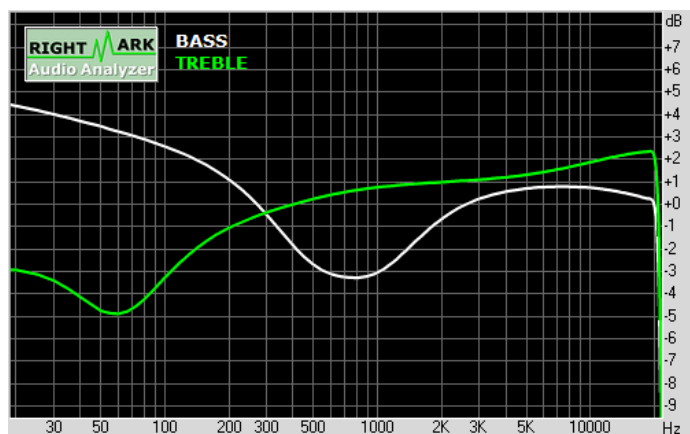


Рис.33.

В инструкции пользователя, которая прилагалась к ЦАП (на английском и китайских языках) есть кривые АЧХ, они полностью совпали с измеренными, разве, что в инструкции не понятна размерность по амплитуде, т.е. нет шкалы дБ.

Остался не понятным режим эквалайзера **USER** (пользовательский), в инструкции его нет упоминания, в ЦАП он не настраивается, измерил АЧХ- получилась линейная. Вероятно, через приложение это делается, не понятно, правда какое. В инструкции про него не нашел упоминаний, нет так же никаких купонов с QR- кодами (ссылками на приложение). Пока вопрос по настройке USER остался открытым.

По параметрам у меня к ЦАП нет вопросов, косяков явных не нашел, разве, что фильтров всего 3 шт. в реальности.

Заметил, что в наушниках слышны не большие щелчки при включении и выключении холодильника, поэтому решил заменить штатный блок питания SG-0502000AE (5В, 2А) на другой, взял от смартфона **Xiaomi** (5В, 3А) и провел измерения в RMAA, где хорошо видна разница. Фильтр использовался SLOWLOW (3-ий по счету). Измерение проводилось без нагрузки (XX) на выходе. Громкость ЦАП была 79%+ Gain.

Test results				
Device:	Xiaomi БП	Комплектный БП	[Empty]	[Empty]
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz		
Frequency response, dB	+0.01, -0.06	+0.01, -0.06		
Noise level, dBA	-94.2	-93.0		
Dynamic range, dBA	94.3	92.9		
THD, %	0.0009	0.0009		
IMD + Noise, %	0.0064	0.011		
Stereo crosstalk, dB	-92.6	-93.0		
IMD+N (swept freq.), %	0.0066	0.0070		

Рис.34.

Где даже по цифрам видно, что шум у штатного блока питания выше, ниже показаны графики отдельно по шумам и искажениями. Сначала для блока питания Xiaomi, затем идут графики для комплектного блока питания.

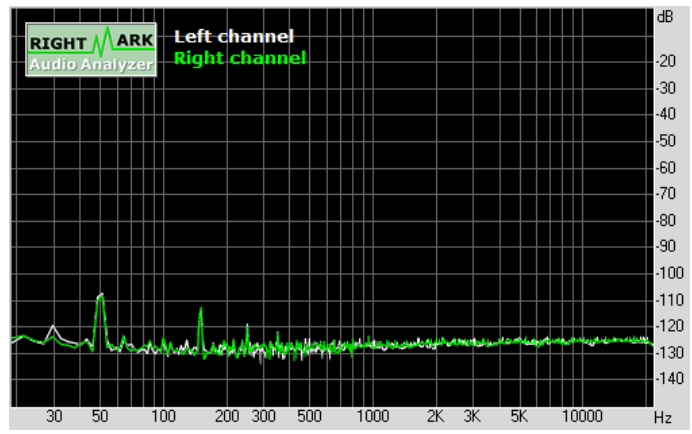


Рис.35.

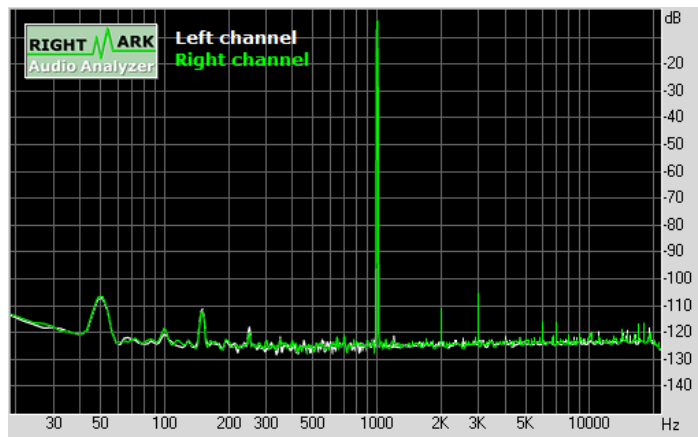


Рис.36.

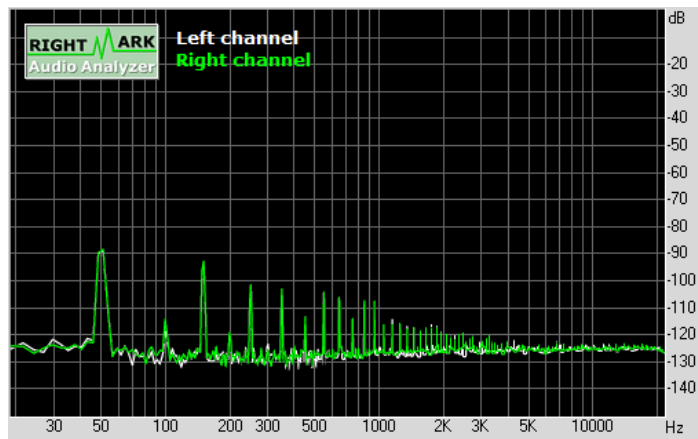


Рис.37.

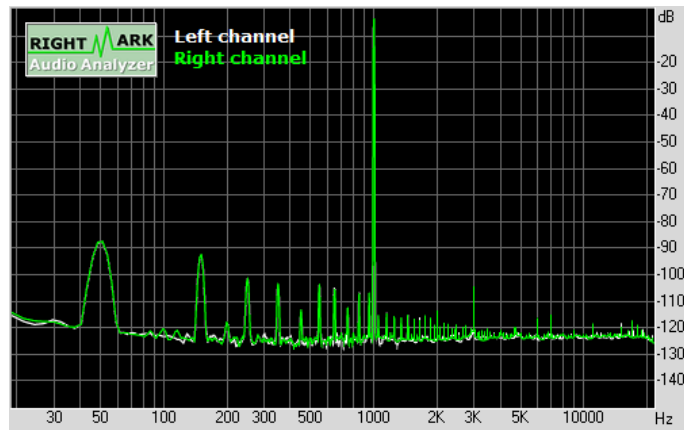


Рис.38.

Как видим, штатный блок питания имеет много больше помех от сети 50 Гц, но я думаю это сделали умышленно, это дает более открытый звук. Вероятно, замена на качественный блок питания пойдет на пользу данному ЦАП, например, от ifi и пр.

По ВЧ шумам разницы между блоками питания не заметил, сначала идет график для комплектного блока питания, затем от телефона Xiaomi.



Рис.39.



Рис.40.

Дата кабель штатный лучше сразу выбросить, звук портит, на нем все звучит одинаково, кабели подписаны для данных и для питания, хотя никто не мешает использовать для питания обычный дата-кабель. Да, есть ещё блютуз, для любителей комфорта, но я его не использую и не измерял параметры. Хотя, возможно, позже проведу измерение его параметров.

Выводы. Понравилось отношение фирмы, заказывал ЦАП на Озоне в фирменном магазине <https://www.ozon.ru/product/tempotec-march-iii-m3-2025-hifi-usb-dac-bluetooth-usilitel-dlya-naushnikov-uac1-0-ps4-ps5-uac2-2982395438/>, коробка была упакована в чуть большую фирменную картонную коробку и доехала в отличном виде, плюс была пленка и печать светоотражающая на упаковке, т.е. все с завода, новое совершенно. Мелочь, а приятно.

В целом впечатления от устройства остались положительные. Разница в звуке с ЦАП-ами свистками ощутимая, этот ЦАП ВЧ точнее воспроизводит, верхи более чистые. ЦАП определяется Виндуз 11 автоматически, система находит драйвер без скачивания, для Виндуз 10 драйвер нужно качать с сайта, на Виндуз 11 он ставится, но у меня не заработал почему-то... висит как неопознанное устройство, после его удаления все заработало. ASIO драйвера для Виндуз 11 нет в системе, только WASAPI. Что интересно, на Виндуз **громкость в системе не регулируется вообще** (системным микшером), притом при выдергивании наушников плеер останавливается автоматически. Так же, как и в Андроиде в плеере Eddict (только побитовый вывод), т.е. регулировка идет громкостью ЦАП, сигнал системы идет максимальный по уровню, это задумка производителя. И это хорошо, чтобы не множить ошибки квантования при пересчете уровня сигнала.

Так же важно наличие дисплея, где уровень громкости отображается и пр. информация (частота), что считаю необходимо, чтобы найти оптимальную громкость и её использовать, чтобы голова не дурила, чтобы настройка не влияла, чтобы голова не накручивала. Из минусов, которые обнаружил, блютуз антенна мешает вставлять дата кабель, поэтому возникает часто перекокс, нужно быть осторожным при подключении кабеля!

Драйвера для Виндуз 10 можно скачать с официального сайта <https://www.tempotec.net/pages/firmware-download>, новой прошивки для данного ЦАП пока на сайте нет.

Вероятно, для настройки пользовательского эквалайзера нужно приложение, но где его брать пока не понял, на родном сайте поискал, тоже не нашел его упоминаний.

По звучанию пока окончательного вывода не делаю, звук сильно зависит от блока питания, от кабеля. От источника и пр. Мне думается, что такой ЦАП имеет смысл брать для модинга, чтобы звук под себя подбирать, например, заменив операционные усилители и пр. За такие деньги это хороший вариант.

Если сравнивать с ЦАП-свистком **KEYSION Dual CS43198**, который имеется под рукой, свисток имеет более напористый звук по НЧ, по ВЧ тоже все не плохо, я бы даже не сказал, что он звучит хуже через Андроид (Eddict Player) и измерения у него ничем не хуже. Поэтому, считаю, что данный ЦАП для любителей звук доводить под себя, т.е. для модинга. Ну и конечно, его использование будет оправдано в настольном компьютере. Но, если вам не охота париться, а просто нужно послушать музыку, да еще на диване, то свисток подойдет лучше, как мне думается. По звуку, свисток мне показался более цельным, хотя теряет в разборчивости, в техничности на деталях в СЧ частотах, но звучит свежее в целом и стоит дешевле, а также имеет комплектный кабель плетённый достойный по качеству и звуку.

16.05.2026



