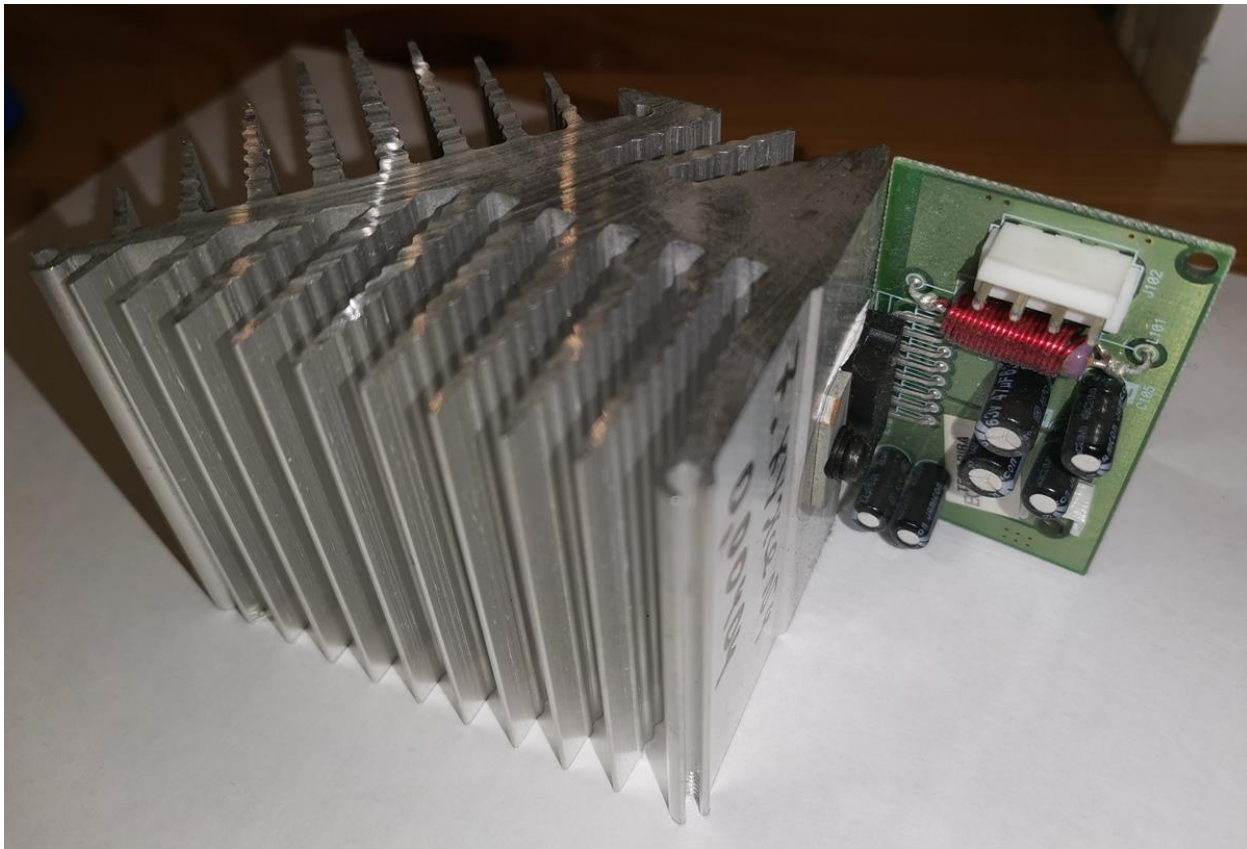


Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

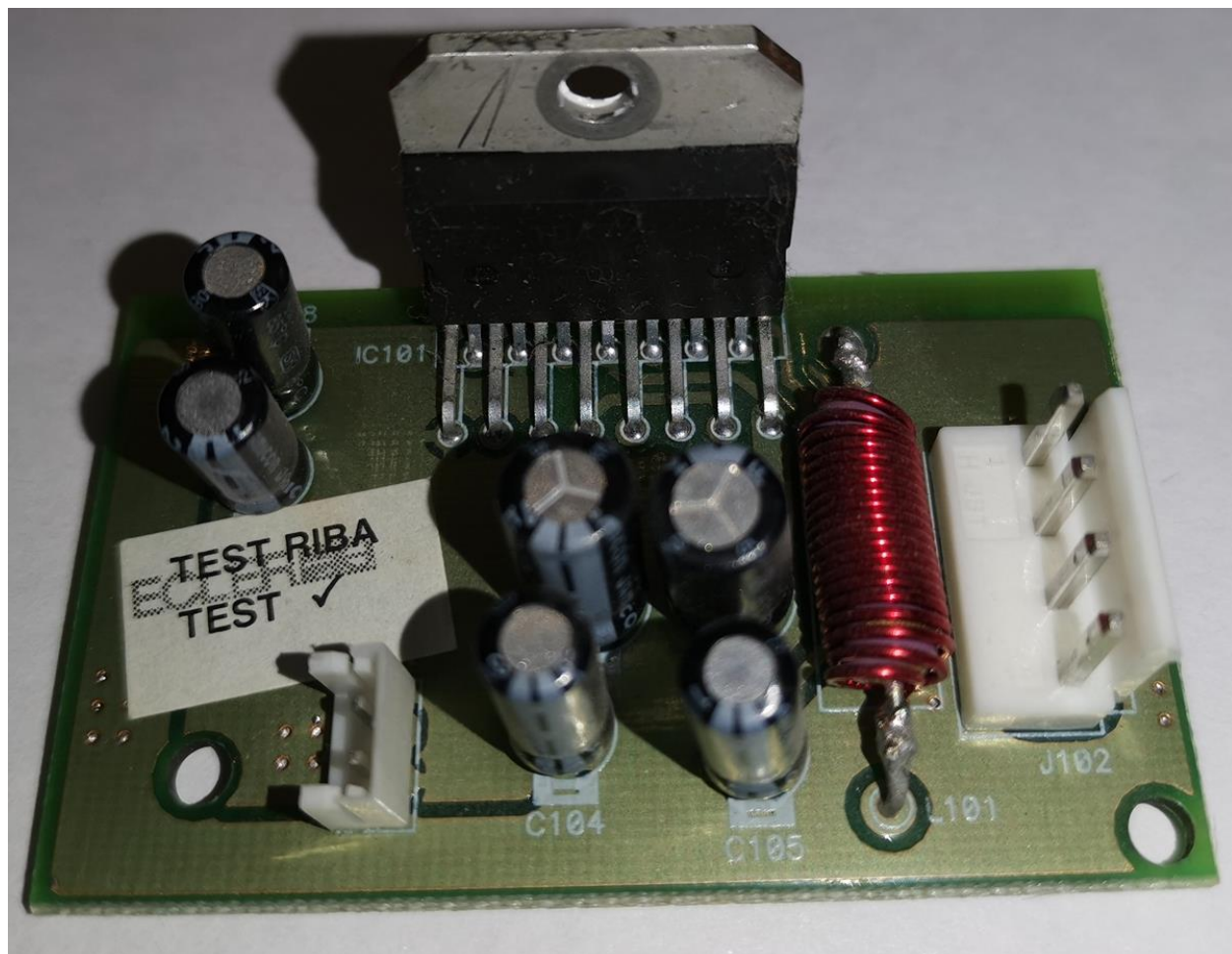
Некоторое время тому назад, приобрёл трансляционный усилитель на 6 каналов, сделанных на ТДА7294. Планировал на нём сделать одно, потом передумал. Долгое время он валялся без дела, наконец руки дошли...

Итак, вид одного канала:

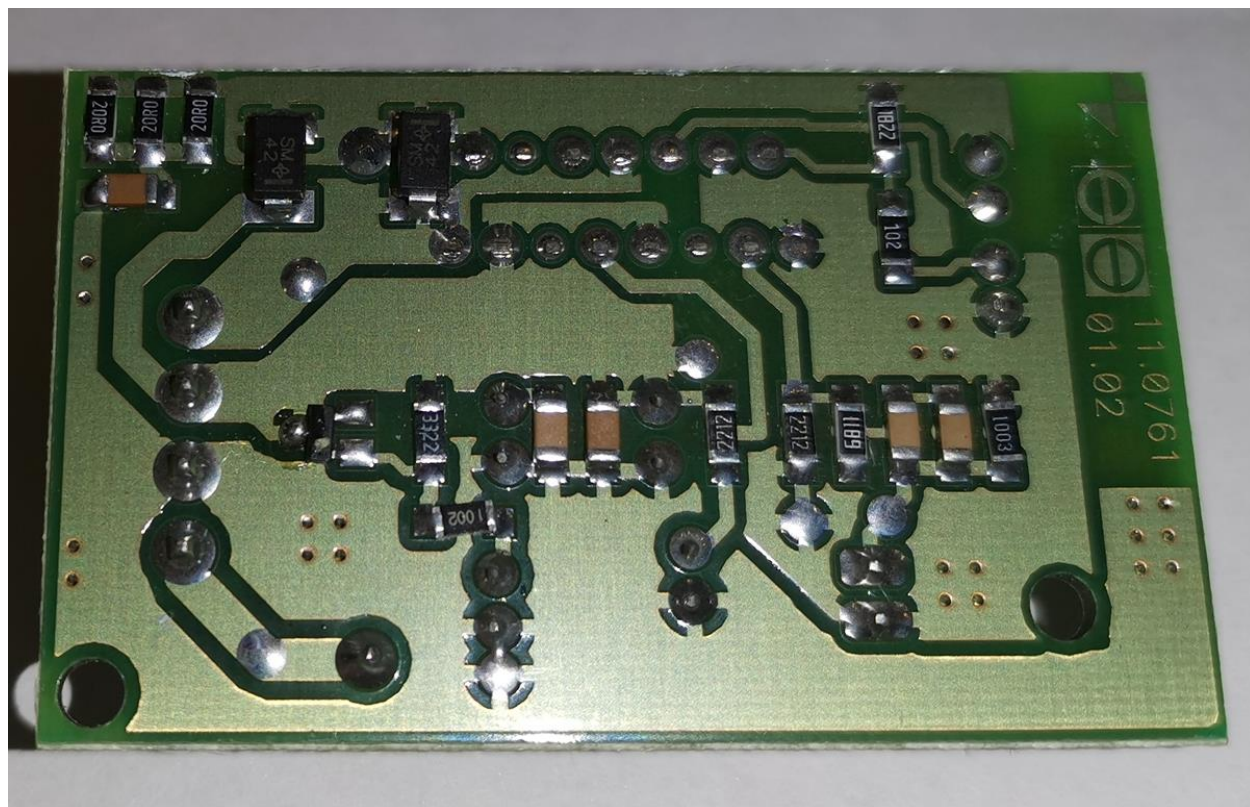


Плата с одной стороны:

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



С другой:



Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

Как мы видим плата имеет заводскую сборку и бирку теста, т.е. она ещё протестирована на качество. Мне стало интересно, а в каких пределах данное качество. Проверил их все, + ещё 2 блока купленные про запас.

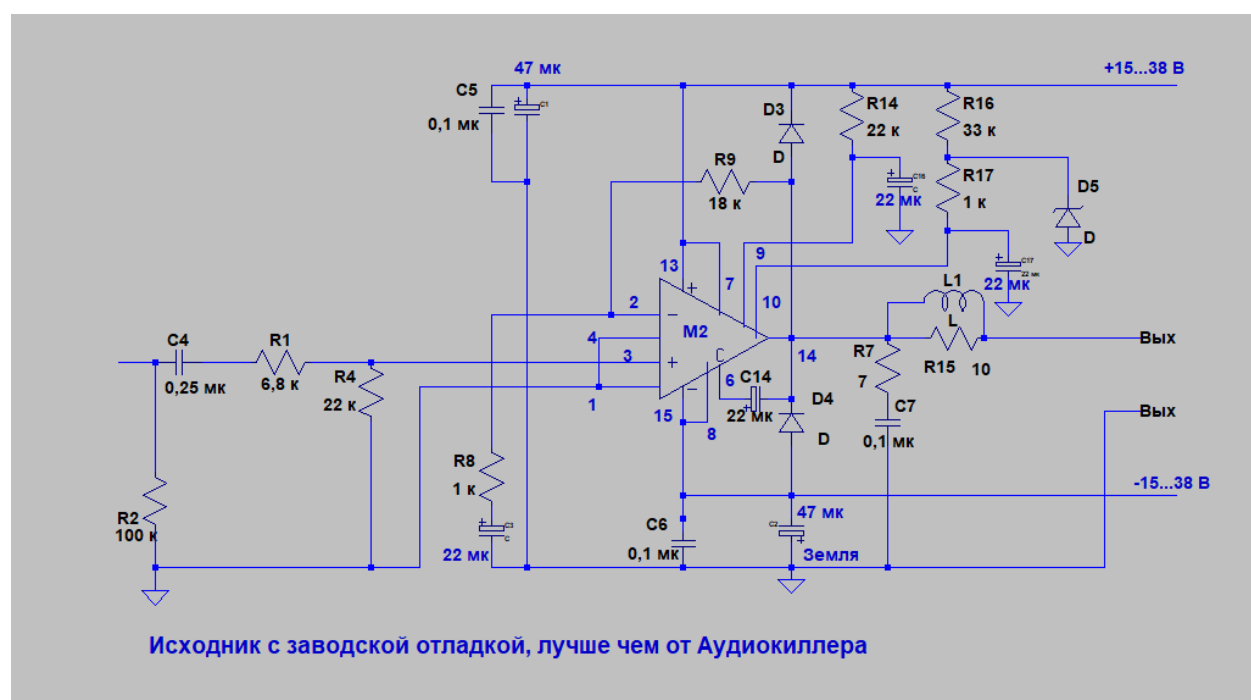
Тест 1:

[illegible]

Итак, как видно, разброс качества THD от 0,00186 до 0,00434%, причём для сравнения, я привёл схему неинвертирующего вар-та переделанный по Аудиокиллеру(АК) столбец 2, на основе вар.5 в столбце 6.

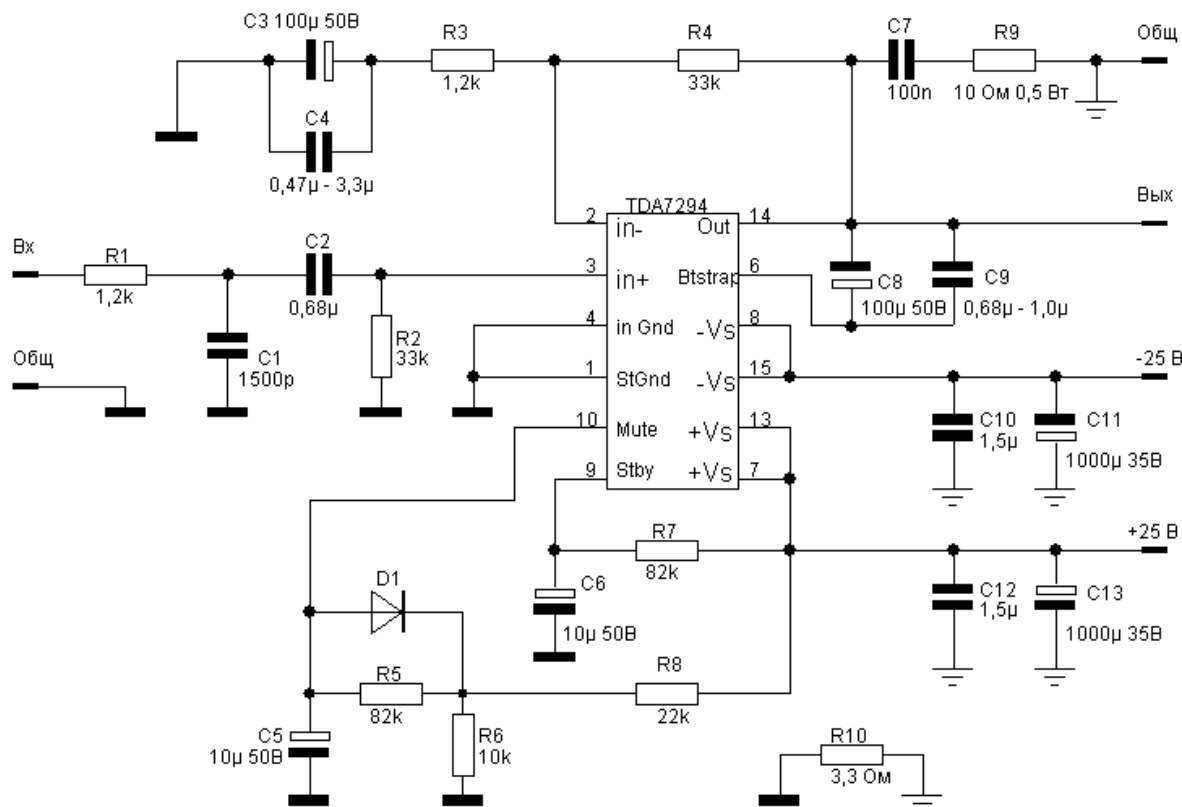
То есть видно, что произошло ухудшение качества(причём, я так переделал выборочно 3 блока, чтобы убедиться что это не случайность). Из чего следует, что либо, микросхемы отличаются, от тех что использовал АК, либо АК не совсем прав?! Но выводы делать ещё рано. Сравним схемы:

Исходник моих вариантов(заводская схема):



Напомню, неинверт от АК:

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



Теперь проведём тест исходника, который у меня. Взял подопытный, со средними характеристиками (колонка №4 THD = 0,00254%, Теста 1) Правда, уровень сигнала решил взять побольше: -1 дБ. И ещё, раньше я измерял выходной сигнал пп и по этому значению считал мощность(оказалось как китайцы), но потом прочитал, что это не правильно, советуют считать по рмс – это точнее и соответствует реальности.

Тест 2:

Устройство:	7294.2 -1 дБ 51 Ом	7294.2 -1 дБ 8 Ом	7294.2 -1 дБ 8 Ом дел.4,2 В	7294.2 -1 дБ 8 Ом дел.4,6 В
Режим работы:	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz
Частотный диапазон (мультифон), дБ	+0.01, -0.05	+0.01, -0.05	+0.02, -0.13	+0.02, -0.13
Уровень шума, дБА	-83.4	-83.7	-97.4	-98.6
Динамический диапазон, дБА	83.4	83.7	97.1	98.5
Гармонические искажения, %	0.00253	0.00337	0.00975	0.010
Интермодуляционные искажения + шум, %	0.025	0.026	0.014	0.015
Взаимное проникновение каналов, дБ	-34.6	-35.4	-43.4	-44.3
Интермодуляция (переменная частота), %	0.018	0.018	0.045	0.050
Частотный диапазон (плавающий тон), дБ	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1
Гармонические искажения (набор частот)	-67.91, -73.81	-63.66, -73.46	-65.37, -83.95	-64.08, -85.26
THD (swept freq.), %	+0.0, -0.0	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1

Первые 2 колонки это 530 мВ рмс, в других вольтаж указан. Получается, что после 2,5 Вт, видим рост искажений. Это при питании +/- 15 В.

Ладно, теперь возьму ту же плату, со средним уровнем гармоник и переделаю по

АК(неинвертирующий).Вот что получилось:

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

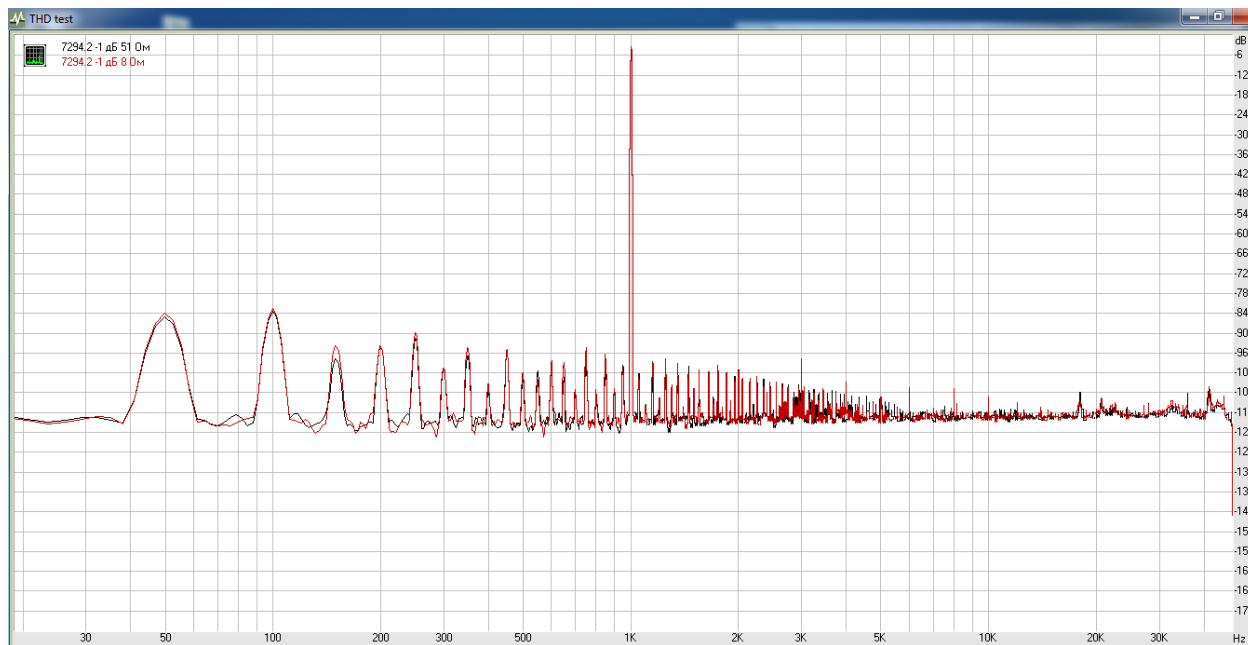
Тест 3:

Устройство:	7294 мод. -1,4 Дб 51 Ом	7294 мод. -2,7 Дб 51 Ом	7294 мод. -1,4 Дб 8 Ом	7294 -1,6 Дб дел.8Ом_7,2 В	7294 -1,6 Дб дел.8Ом_5,6 В	7294 -1,2 Дб дел.8Ом_2,8В
Режим работы:	24bit, 96 kHz	24bit, 96 kHz	24bit, 96 kHz	24bit, 96 kHz	24bit, 96 kHz	24bit, 96 kHz
Частотный диапазон (мультифон), дБ	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	+0.01, -0.02	+0.01, -0.05	+0.01, -0.04	+0.01, -0.03
Уровень шума, дБА	-80.0	-79.9	-79.2	-99.5	-97.1	-94.8
Динамический диапазон, дБА	80.1	79.9	79.2	99.5	97.0	95.4
Гармонические искажения, %	0.00398	0.00363	0.00467	0.00547	0.00453	0.00353
Интермодуляционные искажения + шум, %	0.075	0.077	0.089	0.013	0.014	0.019
Взаимное проникновение каналов, дБ	-32.1	-32.3	-31.4	-43.6	-43.7	-40.8
Интермодуляция (переменная частота), %	0.025	0.027	0.030	0.013	0.010	0.00772
Частотный диапазон (плавающий тон), дБ	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0
Гармонические искажения (набор частот)	-62.62, -70.56	-63.30, -71.75	-60.28, -69.91	-67.03, -85.06	-69.00, -84.44	-66.61, -83.04
THD (swept freq.), %	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0

Теперь сравним колонки 1 и 2 (тест 2) и колонки 1 и 3(тест 3, неинвертирующий УМ по АК). То есть, мы видим, что при прочих равных условиях, заводская схема лучше! Правда, нужно отдать должное, что у варианта по АК есть и положительные моменты: она лучше оптимизирована по мощности! Под нагрузкой, от неё можно получить лучшее качество сигнала, при более высокой мощности! То есть, при маленьком выходном сигнале лучшее качество у заводской схемы, а вот отдача на большом сигнале – лучше у схемы АК. Где-то 2,5 Вт у исходника и порядка 7 Вт у варианта АК, до роста искажений, при равных условиях. Ну что ж, снимаю шляпу, схема от АК оптимизирована лучше! Но на слабом сигнале – увы, качество средненькое...

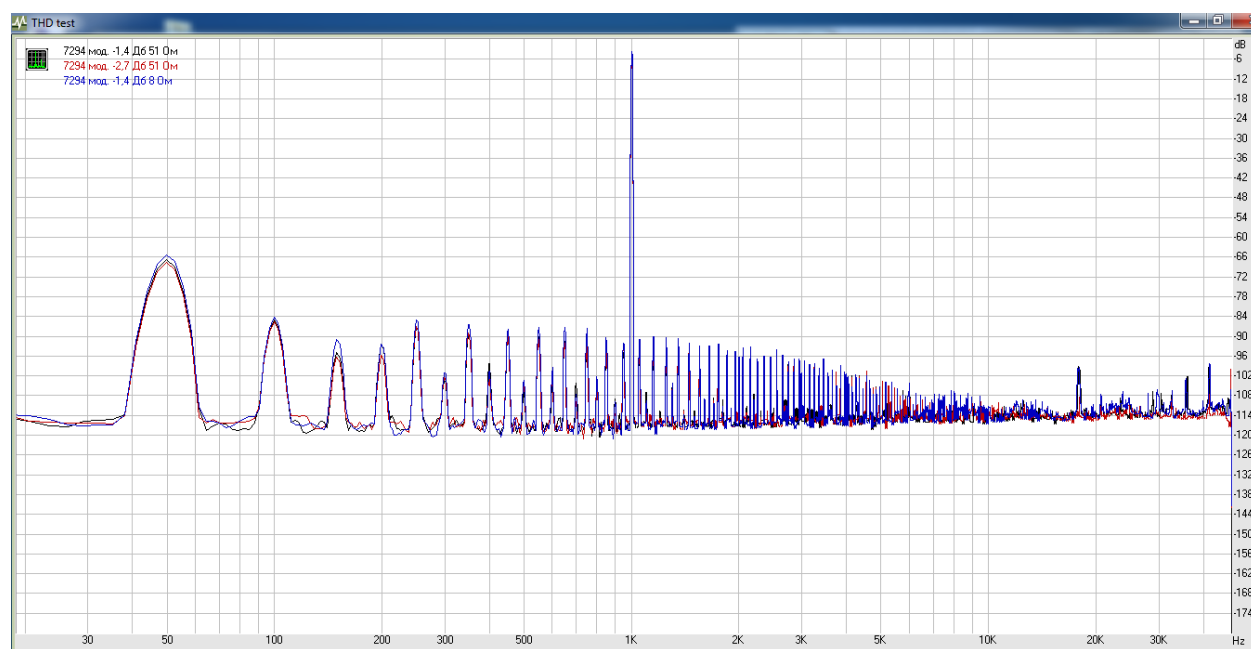
Сравним теперь графики. Чтобы было понятнее, буду сравнивать попарно колонки 1,2(тест 2) и 1-3 (тест 3):

Гармошки тест 2:

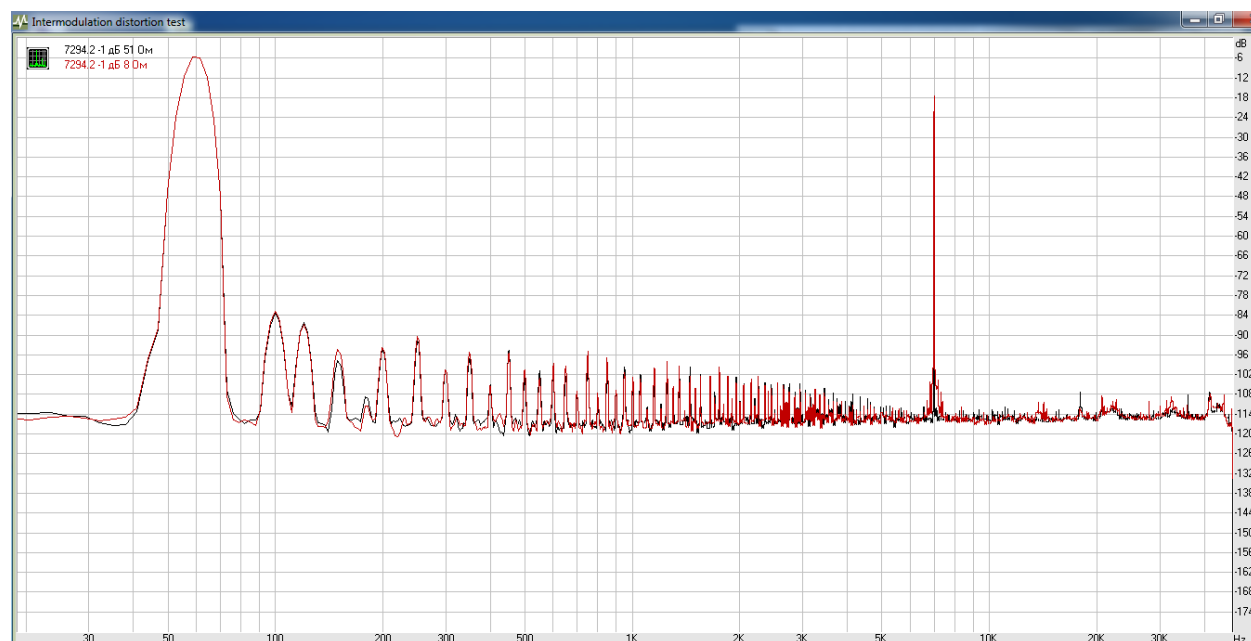


Гармошки тест 3:

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

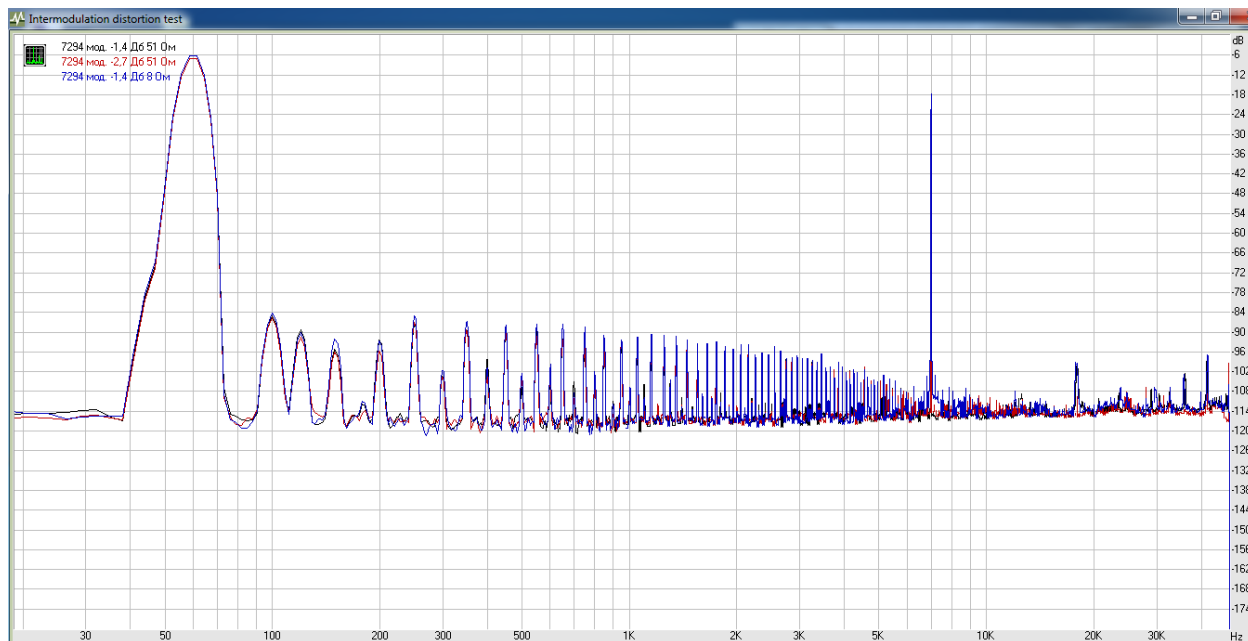


Интермоды тест 2:



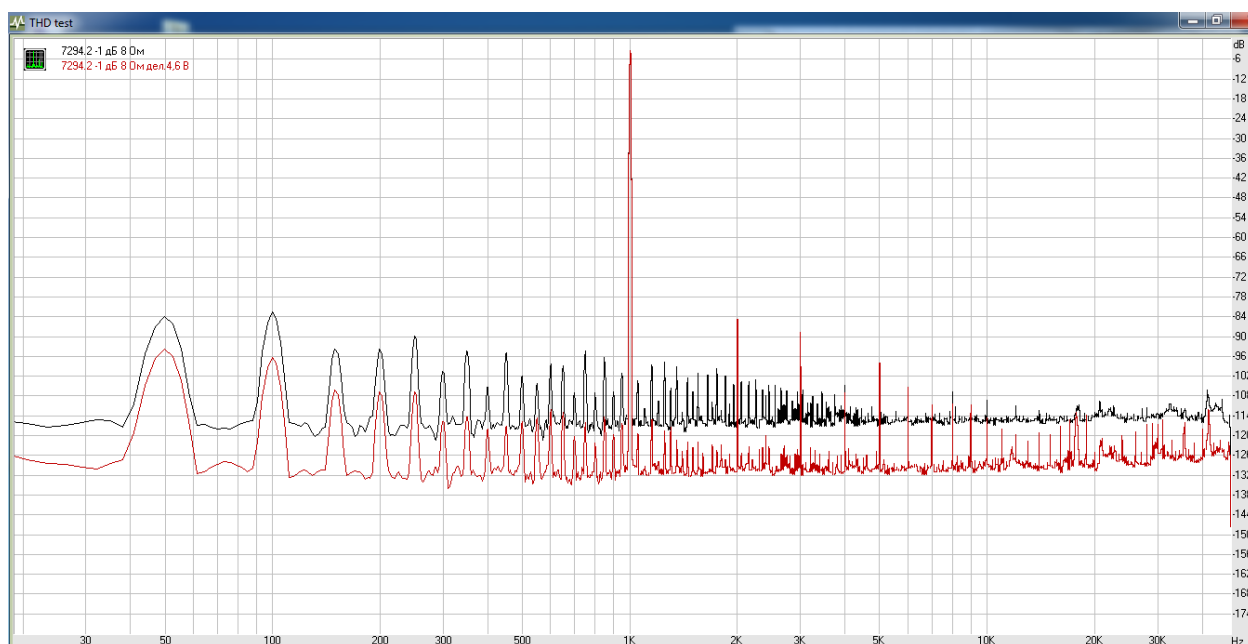
Тест 3:

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



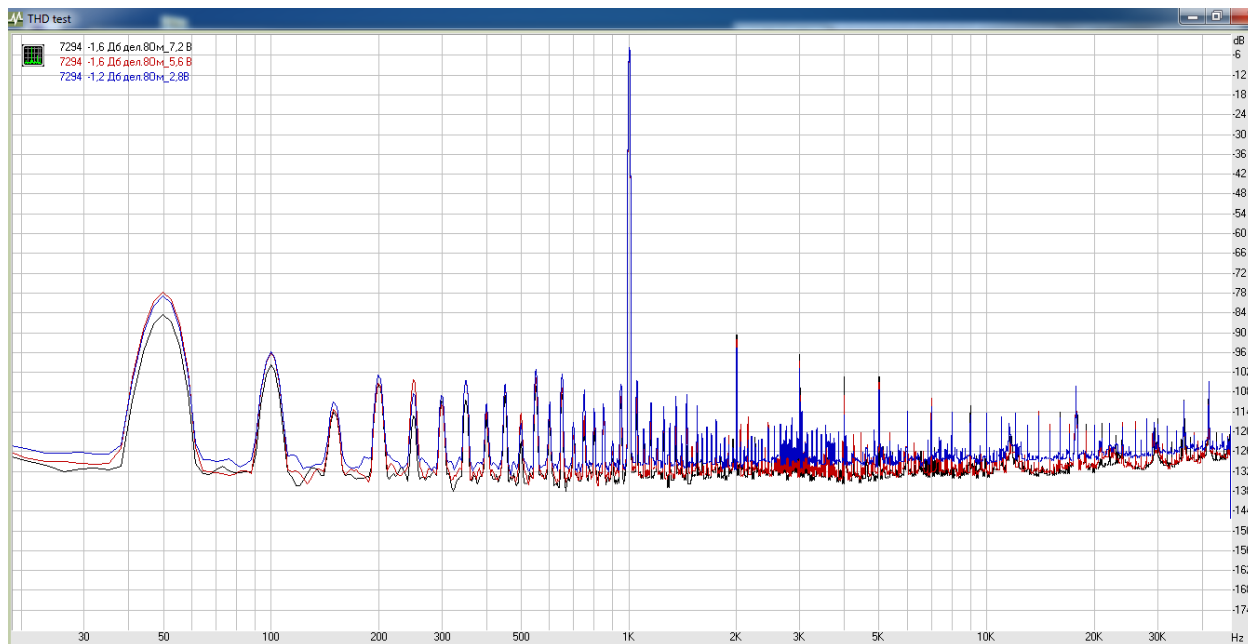
Ну что, графики показали преимущество заводского источника на малой громкости, ну это и было видно из тестов. Настораживает более протяжённый лес гармоник и интермодов на схеме АК. То есть, с повышением уровня сигнала он так же будет расти. Сравним теперь сильные сигналы:

Гармошки тест 2 и затем 3:



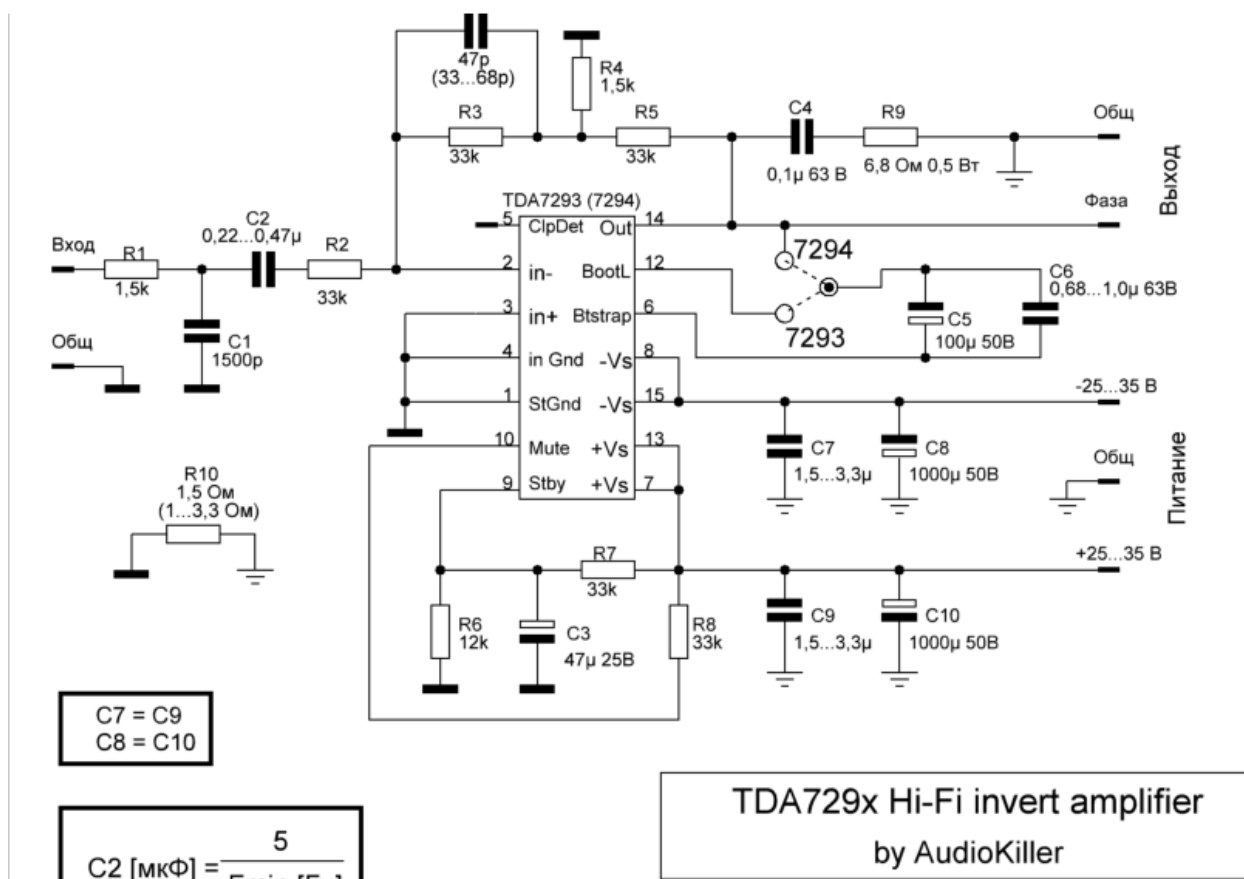
Тут разница между слабым и сильным сигналами теста 2, шумовая полка ниже, у сильного, из-за делителя.

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



Тут тоже видно опускание шумовой полки из-за делителя. И лес гармоник растёт не сильно, что так же показывает преимущество схемы АК. Ладно, с этим всё ясно, посмотрим, что нам даст инвертирующая схема:

Инверт от АК:



Попробую собрать.

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

Взял заводскую схему, с худшим уровнем гармоник 0,00434%(заводской неинверт), переделал её по схеме инверта от АК. Да, данная схема обеспечивает, при питании +/- 15 В, максимальный уровень сигнала до ограничения = 13,5 В, но это с большим уровнем искажений. А теперь проведу тест в РМАО.

Тест 7294 по схеме инверта от АК:

Устройство:	7294 инв. по АК -1.5 Дб 51 Ом	7294 инв. по АК -1.5 Дб 8 Ом	7294 инв. по АК_2 -1.5 Дб	7294 инв. по АК_3 -1.5 Дб	7294 инв. по АК_4 -1.5 Дб	7294 инв. по АК_5 -1.5 Дб
Режим работы:	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz
Частотный диапазон (мультифон), дБ	+0.04, -0.17	+0.02, -0.13	+0.27, -0.27	+0.02, -0.10	+0.02, -0.12	+0.02, -0.13
Уровень шума, дБА	-63.8	-66.2	-63.5	-73.8	-76.6	-80.8
Динамический диапазон, дБА	63.6	67.0	63.5	74.0	77.7	81.0
Гармонические искажения, %	0.078	0.067	0.058	0.019	0.014	0.012
Интермодуляционные искажения + шум, %	0.484	0.337	0.422	0.145	0.088	0.061
Взаимное проникновение каналов, дБ	-25.0	-26.4	-25.0	-30.0	-30.9	-34.2
Интермодуляция (переменная частота), %	0.199	0.153	0.173	0.063	0.038	0.033
Частотный диапазон (плавающий тон), дБ	+0.0, -0.0	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0	+0.0, -0.0
Гармонические искажения (набор частот)	-45.04, -52.67	-48.34, -59.58	-47.47, -57.68	-55.70, -66.03	-59.73, -68.70	-62.78, -71.96
THD (swept freq.), %	+0.4, -0.7	+1.2, -0.1	+1.3, -0.2	+0.2, -0.4	+0.2, -0.0	+0.1, -0.1

Вот описание параметров теста:

Схема инверта от АК тест:

1 колонка:

R2R3R5= 33к R4=1,5 к C=33пф нагр.51 Ом

2 кол.:

тоже самое, но при нагр.8 Ом

3 колонка:

R2R3R5= 22 к R4=1,5 к C=33пф нагр.51 Ом

4 кол.:

R2= 22 к R3R5= 33к R4=7,5 к C=64пф

5 кол:

R2R3R5= 22к R4=9,1 к C=64пф

6 кол: уже гораздо лучше, но ещё далеко до параметров неинверта!

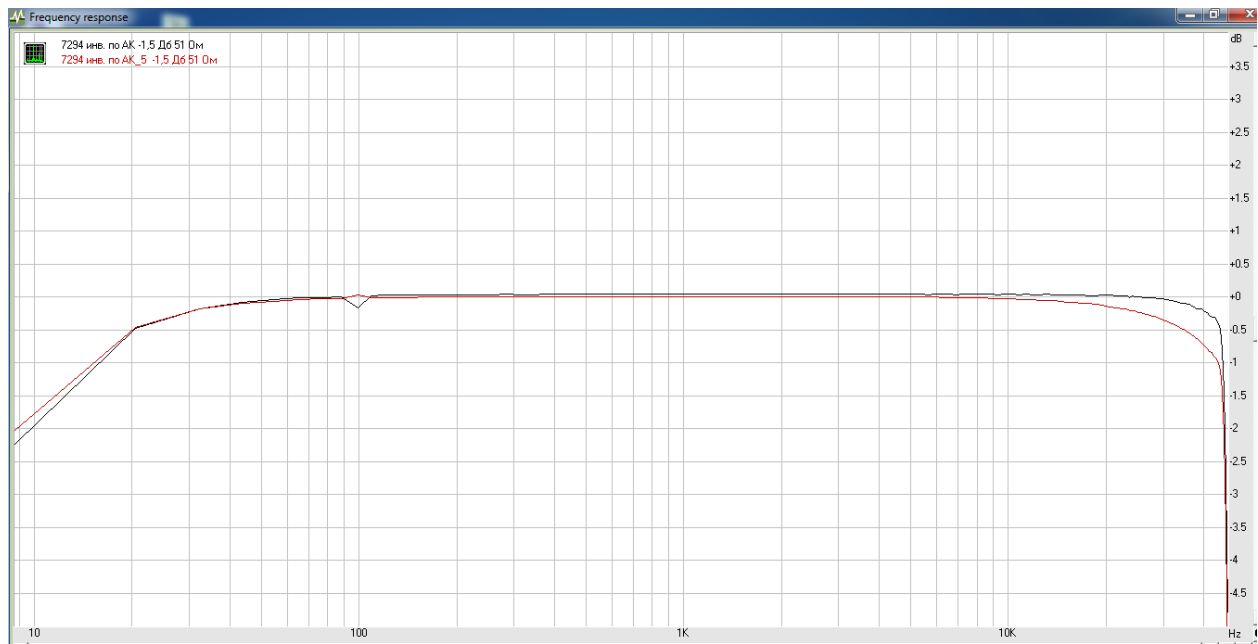
R2R3R5= 22к R4=13 к C=64пф

Ндя, обычно при инверсном подключении параметры улучшаются, здесь же наоборот. Да, если продолжить уменьшать сопротивление ООС и увеличивать нейтрализующее сопротивление R4 Т-образной ООС, то можно добиться приемлемого результата, но зачем, когда уже имеем хорошие характеристики вариантов неинверта... Да и нормальной амплитуды сигнала, на выходе уже не получить...

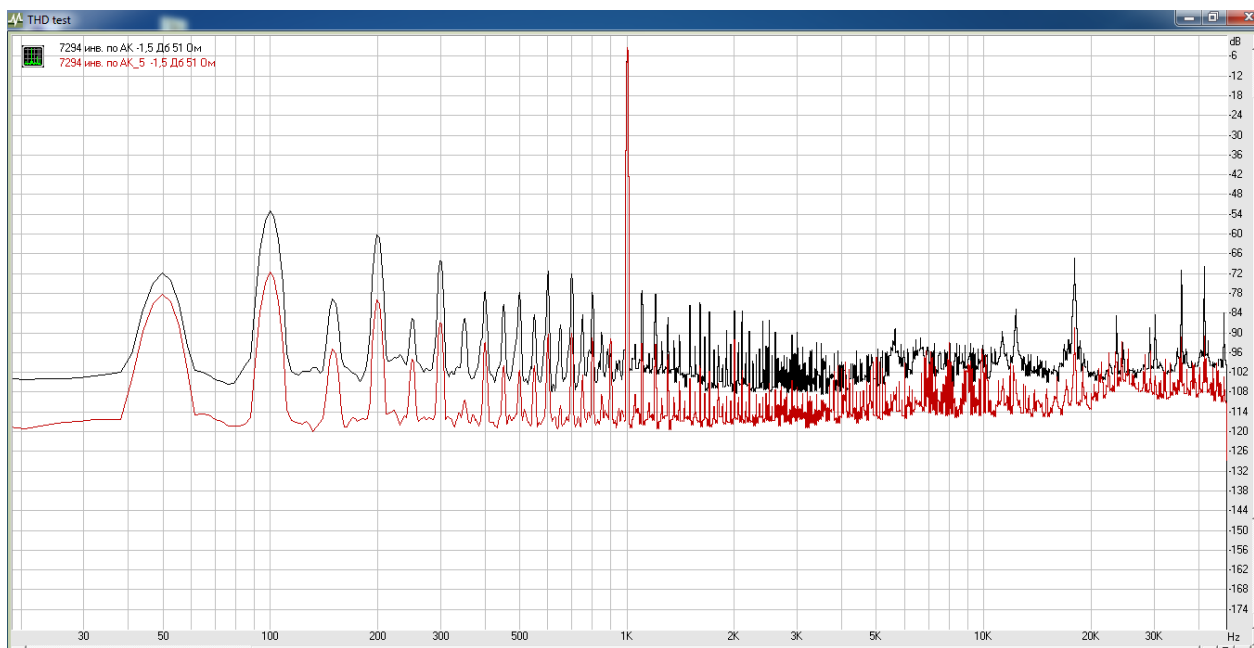
Ладно, посмотрим теперь графики, сравниваю 1 и 6 колонку теста по АК:

ЧХ:

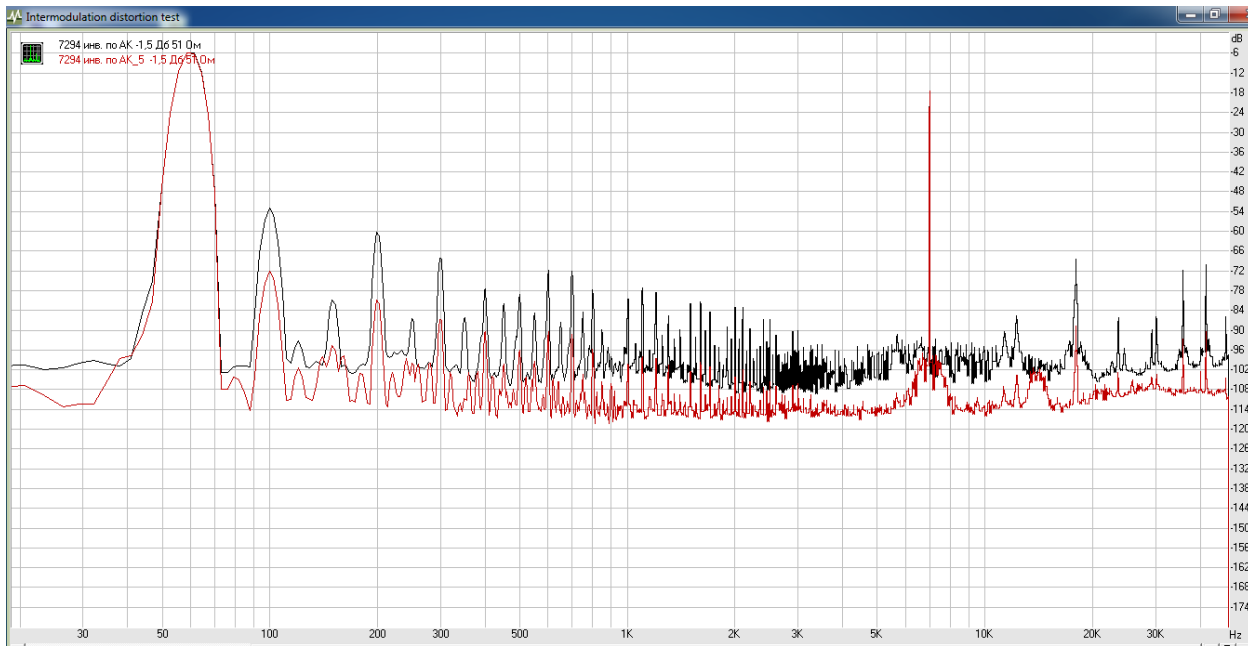
Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



Как интересно, в первом варианте появился провал на 100 Гц, а в последнем наоборот – пичок. Интересно, неужели это так Т-образная ООС работает? Посмотрим теперь гармошки:



Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

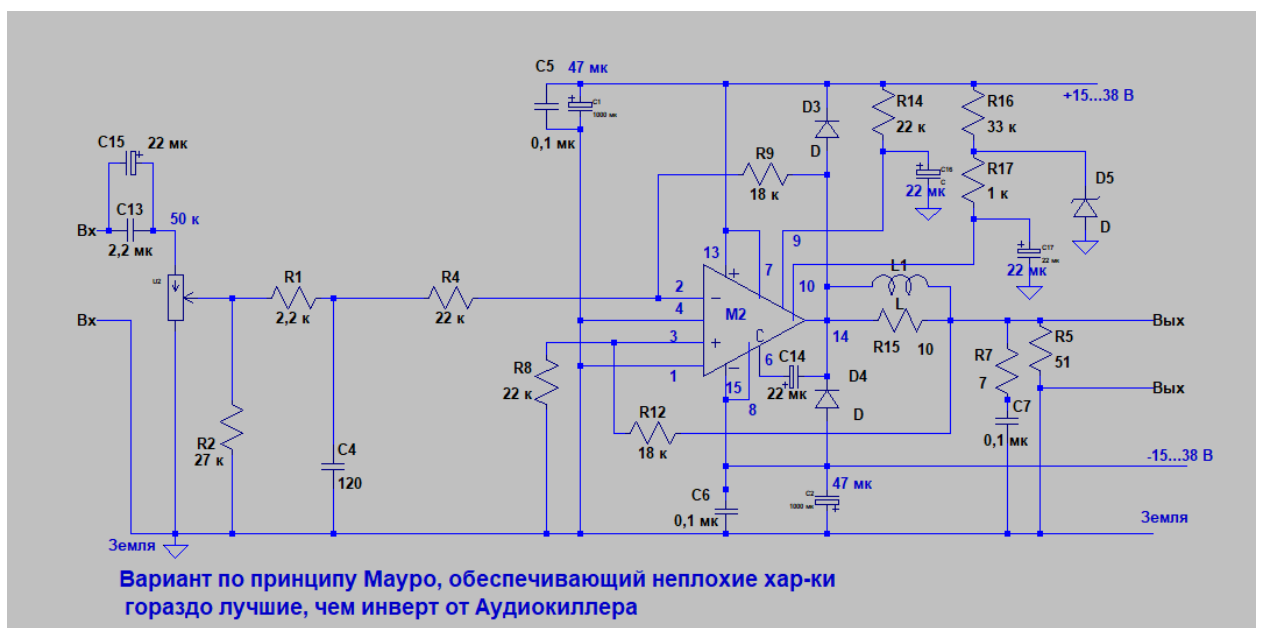


Да, если из цифрового теста было понятно, что всё плохо, то графический тест показал что до качества ещё очень далеко! Неинверт рулит! Я не знаю, какие характеристики были у 7294, которые использовал АК, те, которые у меня, показывают в инверте хреновое качество! В топку такое подключение!

*И по заводской схеме, с инвертом у меня ничего не вышло, тут схема АК вне конкуренции! Но народ меня вовремя надоумил с вариантом схемы Мауро(за что особая благодарность **Igedmitry** и **das** с нашего форума)*

Вернее получилось, но вышел скорее повторитель, с маленьким уровнем выходного сигнала, требующий преда на входе, для повышения уровня сигнала. Но для самостоятельной работы это тоже не вариант! Идём дальше.

Попробовал я реализовать вариант по Мауро но с резисторами, которые уже есть в схеме, вот что вышло:



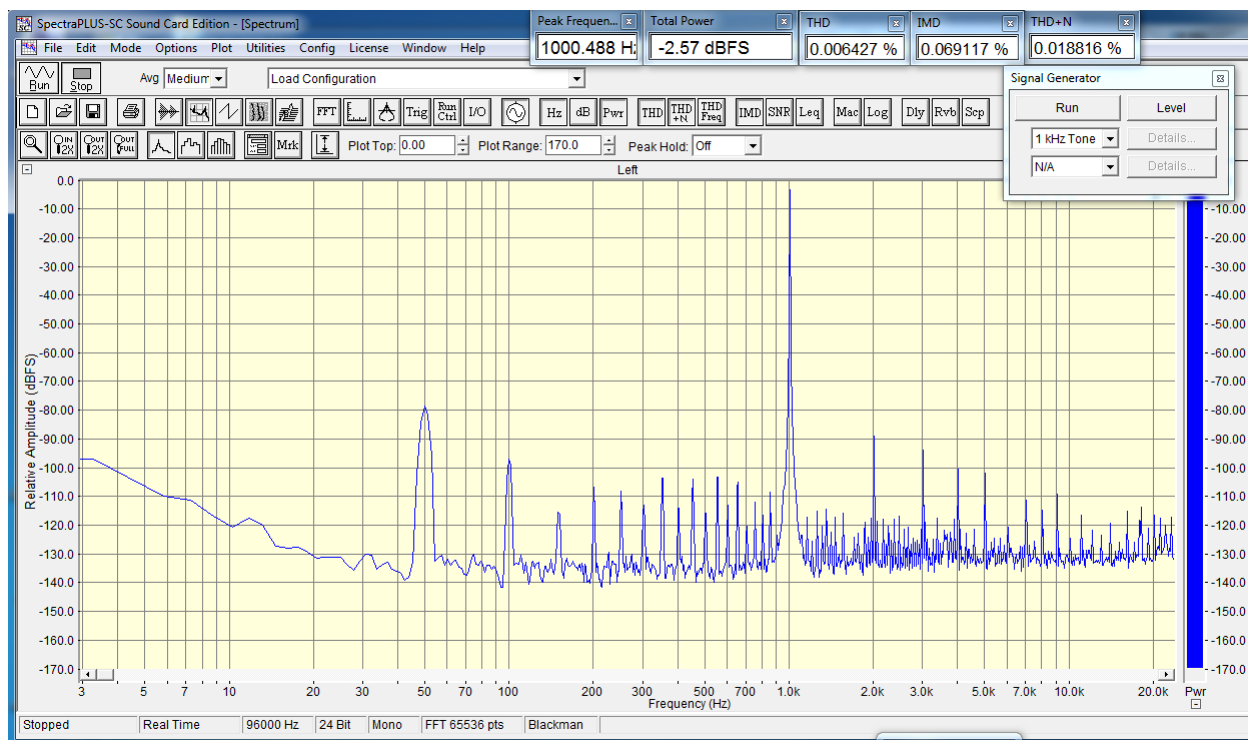
Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

В принципе R1 и C4 не особо нужны, я их поставил чтобы всё было по уму. Можно C4 перенести на вход и C13C15 уменьшить до 0,1 и 1 мк. Главное нужно соблюсти параметры моста R4= R8 и

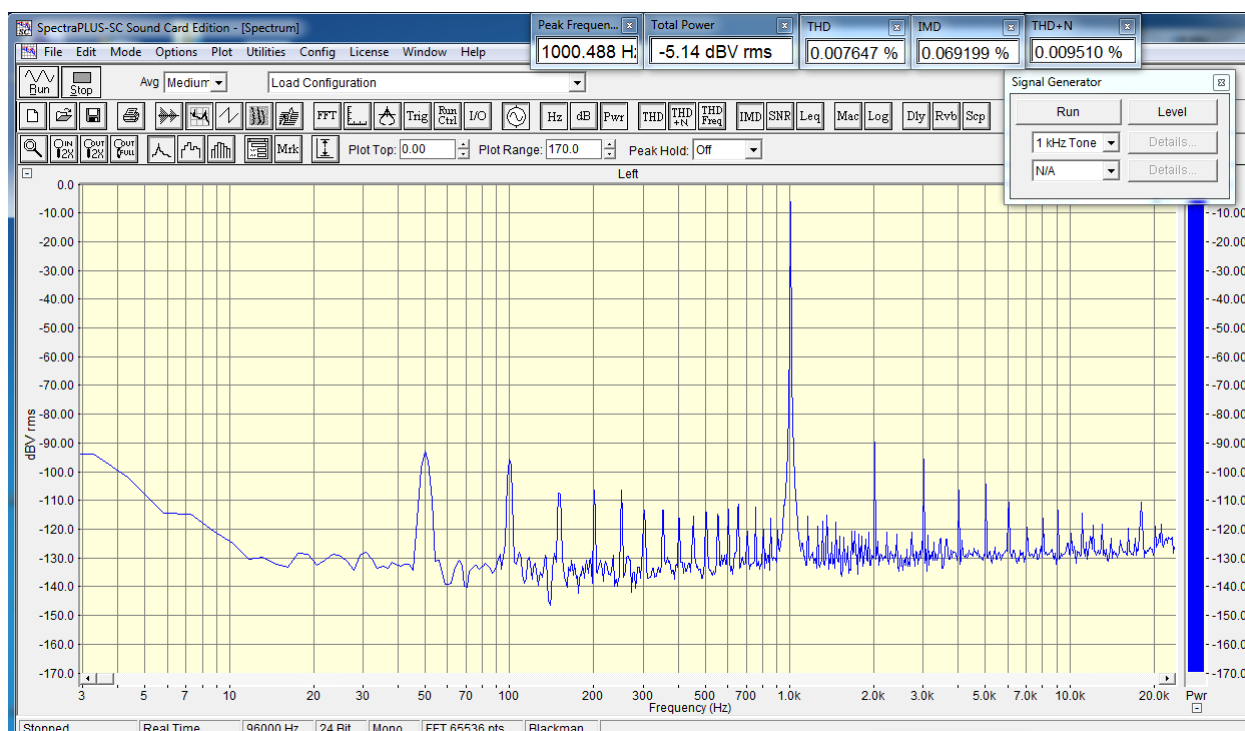
R9=R12. Достаточно небольшого разбаланса и схема не работает! Ну что, сравним подопытных?

Так как выходной сигнал заводского 7294 по схеме инверта маленький, сравнивал на Спектре, до РМАО не дотянул. Схема по Мауро, тоже не мощная, но хоть до 1,7 В рмс/8 Ом выдаёт.

Итак, неинверт, заводской источник:

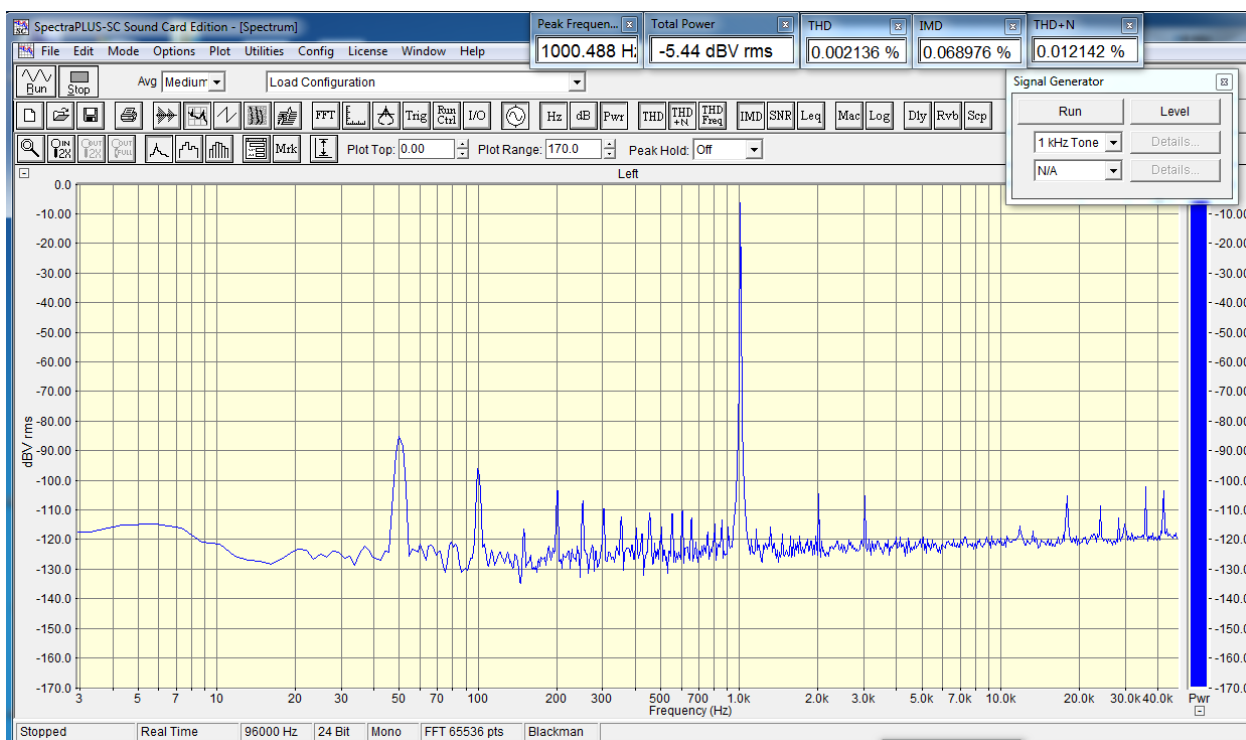
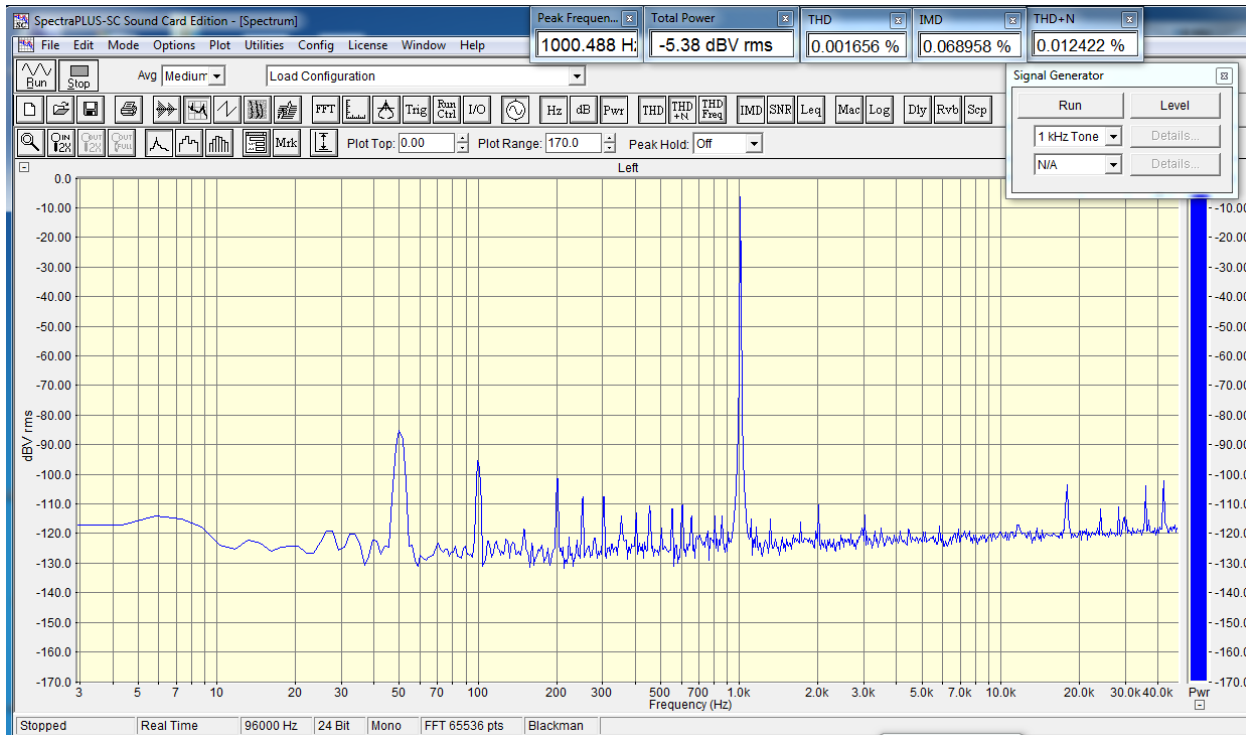


Инверт из источника:



Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

Вариант по Мауро при 51 Ом и 8 Ом на выходе:



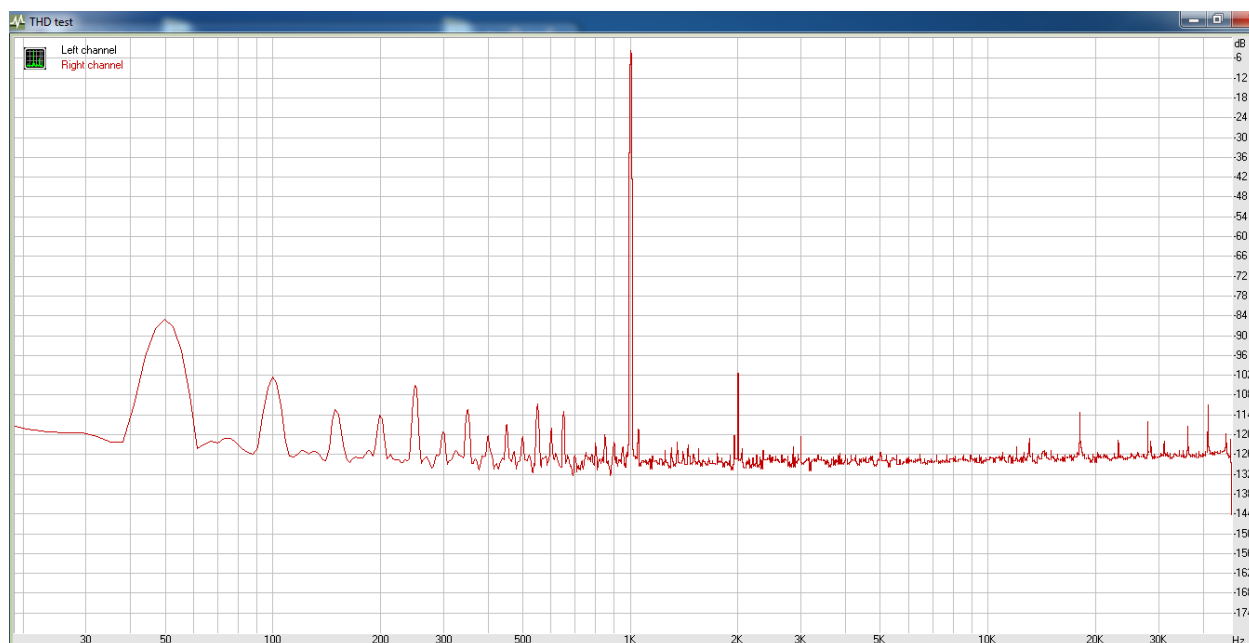
Как видно, у инверта по Мауро, гораздо лучшие показания по гармошкам! Правда это при малом сигнале выхода = 530 мВ рмс. Позже я все сопротивления сделал = 22 к.

Тест 4:

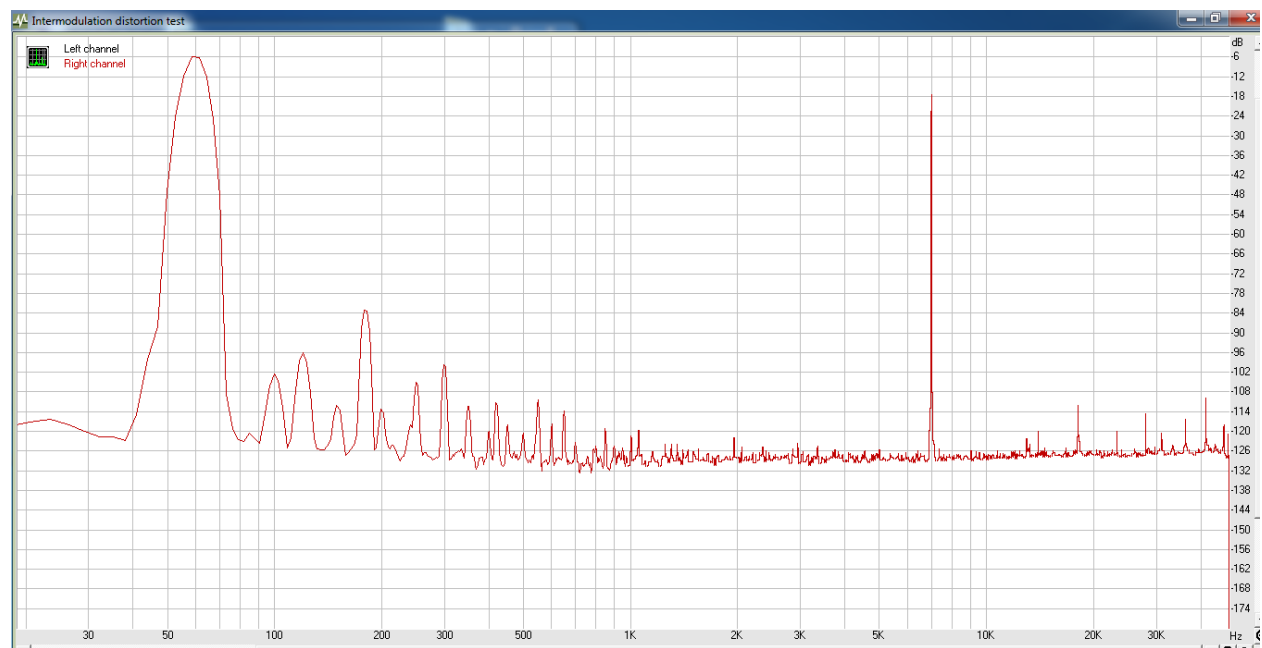
Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

Устройство:	7294 по М. -1,2 Дб 51 Ом	7294 по М. -1,2 Дб 8 Ом	по М. -1,2 Дб 8 Ом 1,7 В рмс
Режим работы:	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz
Частотный диапазон (мультифон), дБ	+0.01, -0.28	+0.02, -0.27	+0.10, -1.99
Уровень шума, дБА	-97.1	-96.9	-102.4
Динамический диапазон, дБА	97.0	96.9	102.4
Гармонические искажения, %	0.00145	0.00443	0.00833
Интермодуляционные искажения + шум, %	0.018	0.019	0.082
Взаимное проникновение каналов, дБ	-45.4	-45.1	-49.1
Интермодуляция (переменная частота), %	0.00451	0.00989	0.016
Частотный диапазон (плавающий тон), дБ	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1	+0.1, -0.5
Гармонические искажения (набор частот)	-79.03, -85.56	-73.54, -83.82	-67.17, -80.28
THD (swept freq.), %	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1	+0.0, -0.6

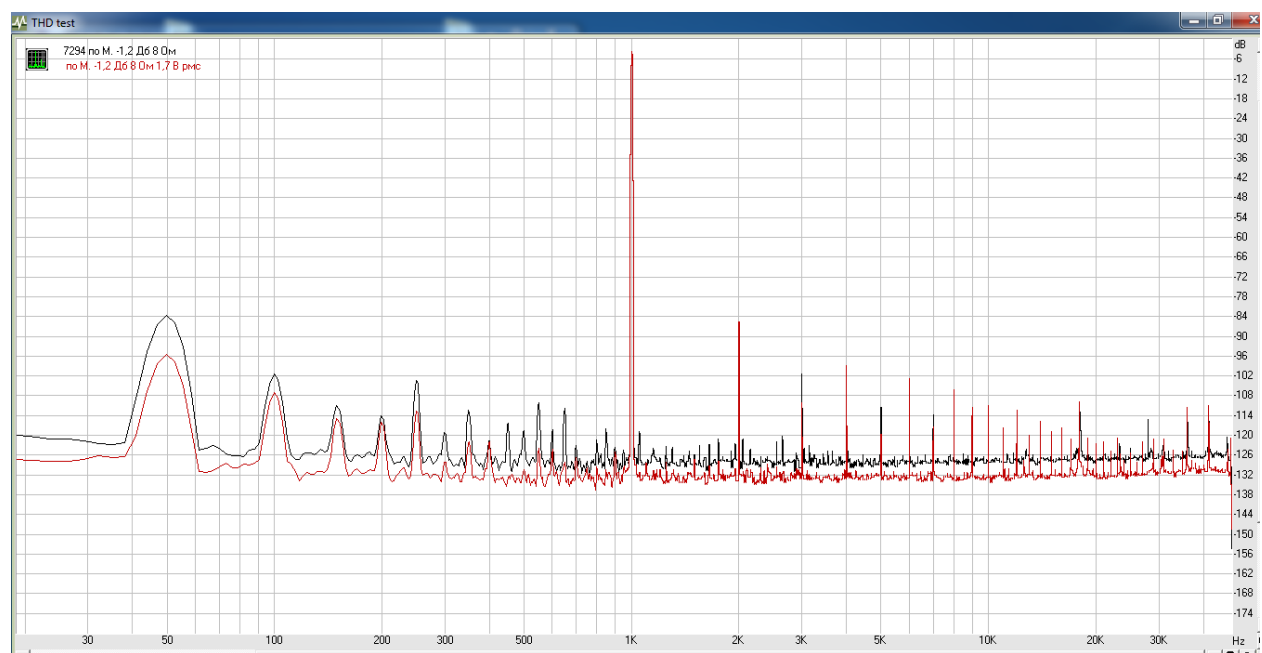
Посмотрим на графики, кол. 1 теста 4:



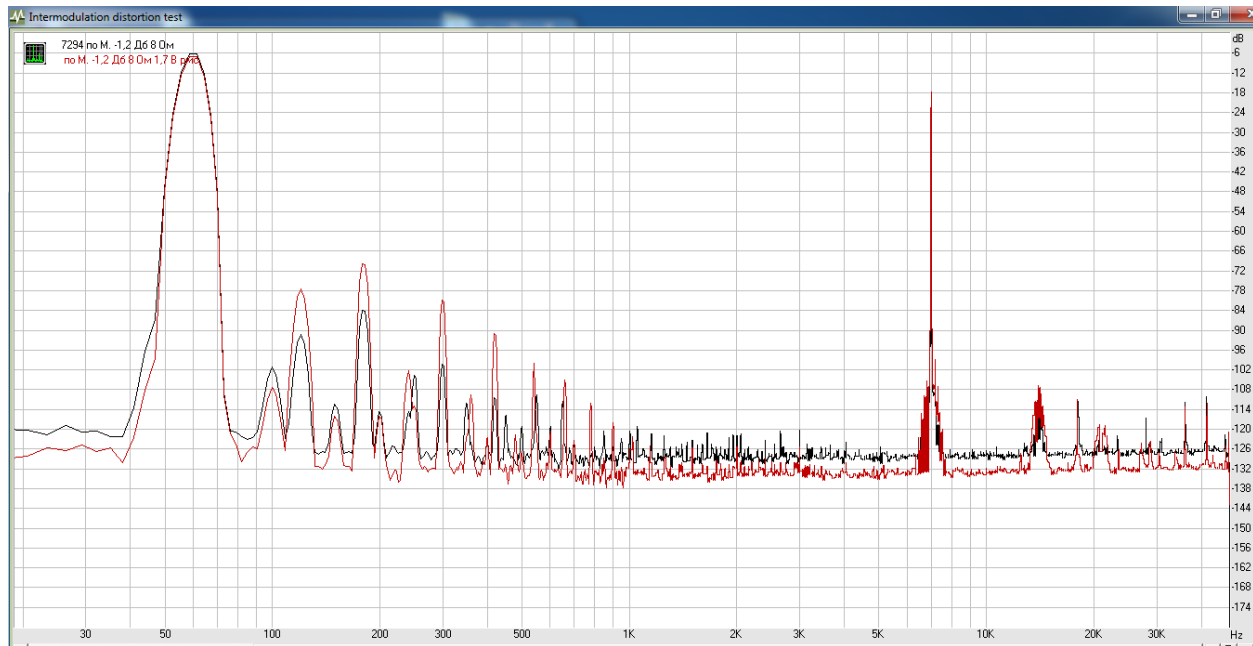
Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



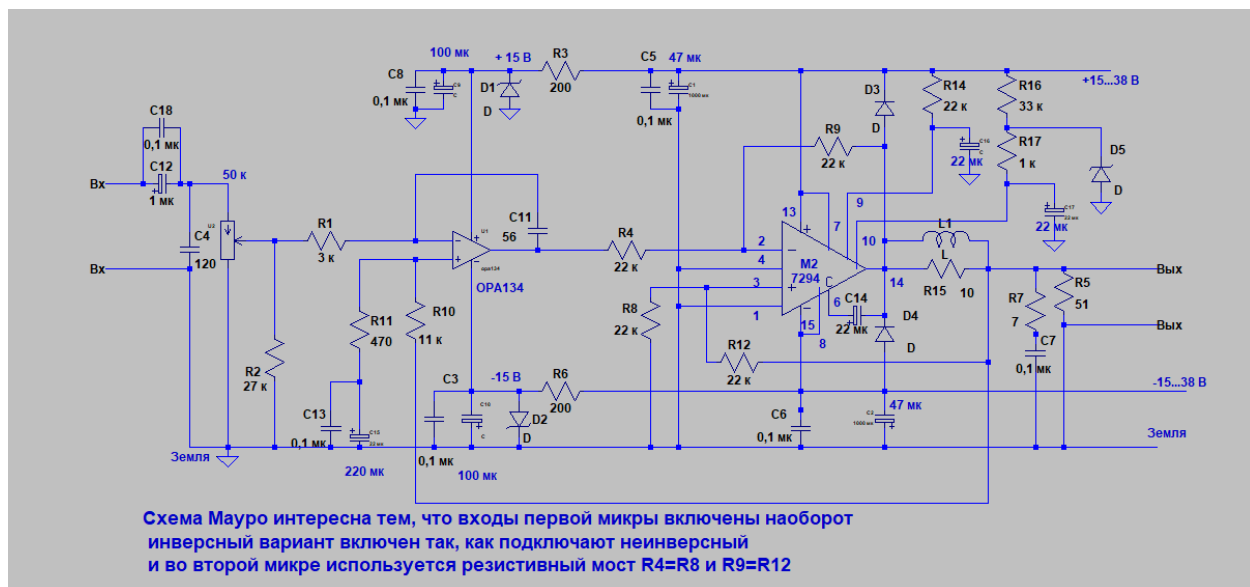
Далее сравним кол.2 и 3:



Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



В целом, достаточно неплохо, даже на относительно большом, для такого варианта сигнале, всё достаточно неплохо! И нет такого леска, гармошек, как в неинвертирующем варианте. Ну что, пора испытать полный вариант усилителя Мауро:



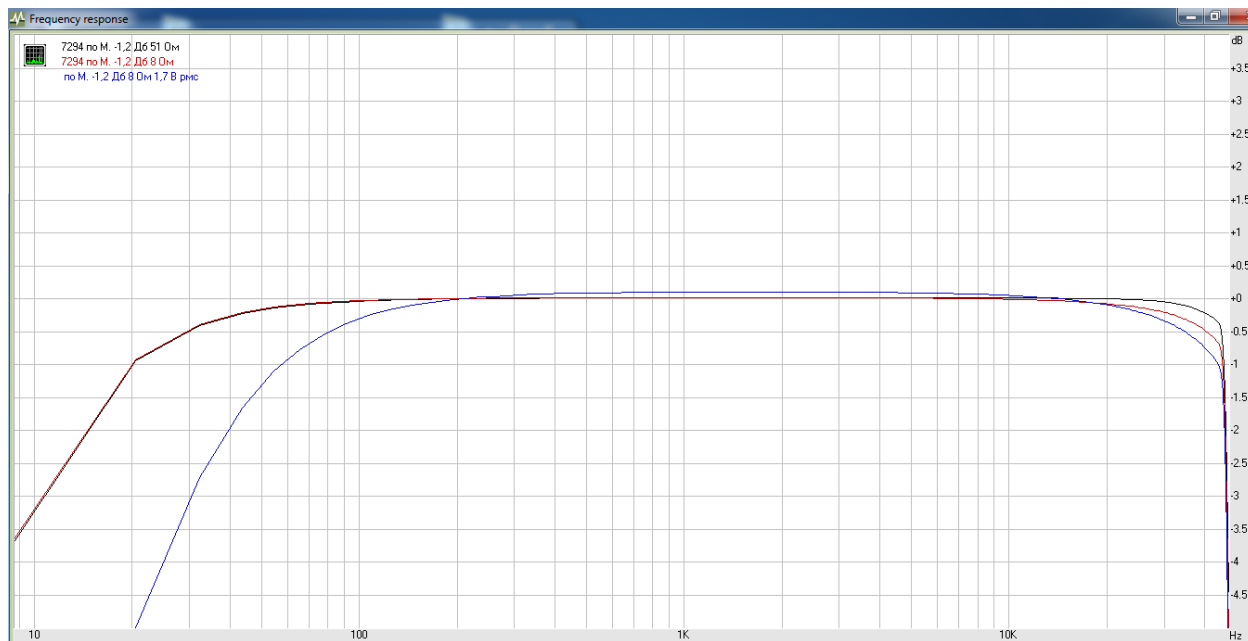
Проведём тест:

Тест 5:

Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

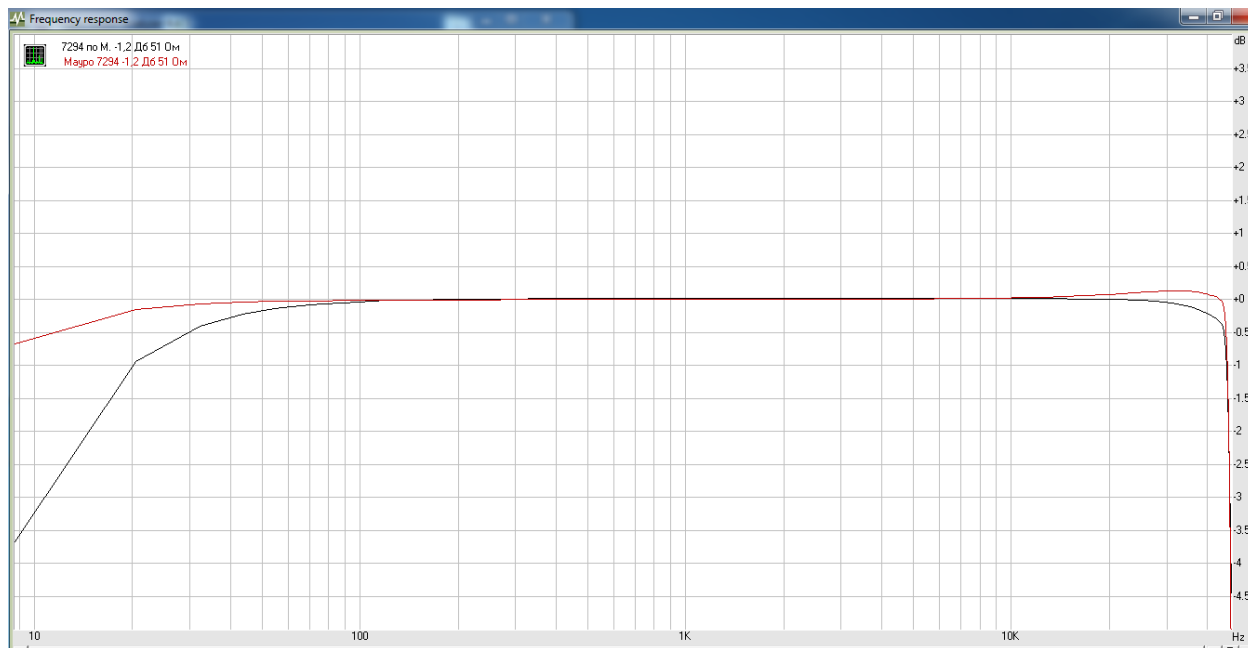
Устройство:	7294 по М. -1,2 Дб 51 Ом	7294 по М. -1,2 Дб 8 Ом	Мауро 7294 - 1,2 Дб 8 Ом	1,2 Дб 8 Ом 551 мВ рмс	Мауро 7294 - 1,2 Дб 51 Ом
Режим работы:	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz	24-bit, 96 kHz
Частотный диапазон (мультифон), дБ	+0.01, -0.28	+0.02, -0.27	+0.01, -0.07	+0.12, -0.06	+0.04, -0.05
Уровень шума, дБА	-97.1	-96.9	-96.1	-84.3	-84.3
Динамический диапазон, дБА	97.0	96.9	96.1	84.2	84.4
Гармонические искажения, %	0.00145	0.00443	0.00167	0.00198	0.00204
Интермодуляционные искажения + шум, %	0.018	0.019	0.025	0.069	0.067
Взаимное проникновение каналов, дБ	-45.4	-45.1	-40.5	-36.2	-35.8
Интермодуляция (переменная частота), %	0.00451	0.00989	0.00903	0.016	0.015
Частотный диапазон (плавающий тон), дБ	+0.0, -0.1	+0.0, -0.1	+0.0, -0.0	+0.1, -0.0	+0.0, -0.0
Гармонические искажения (набор частот)	-79.03, -85.56	-73.54, -83.82	-69.93, -86.66	-63.42, -74.07	-61.90, -74.35
THD (swept freq.), %			+0.0, -0.0	+0.1, -0.0	+0.0, -0.0

Сначала сравним ЧХ, я, в варианте по Мауро, заменил входные конденсаторы на 0,68 мк и вот что получилось:



Когда я выкрутил РГ на максимум, 0,68 мк стал работать как фильтр, срезая НЧ (синий график). В Мауро, я вход переделал: 1 мк+0,1 мк и получил такую ЧХ(красный график):

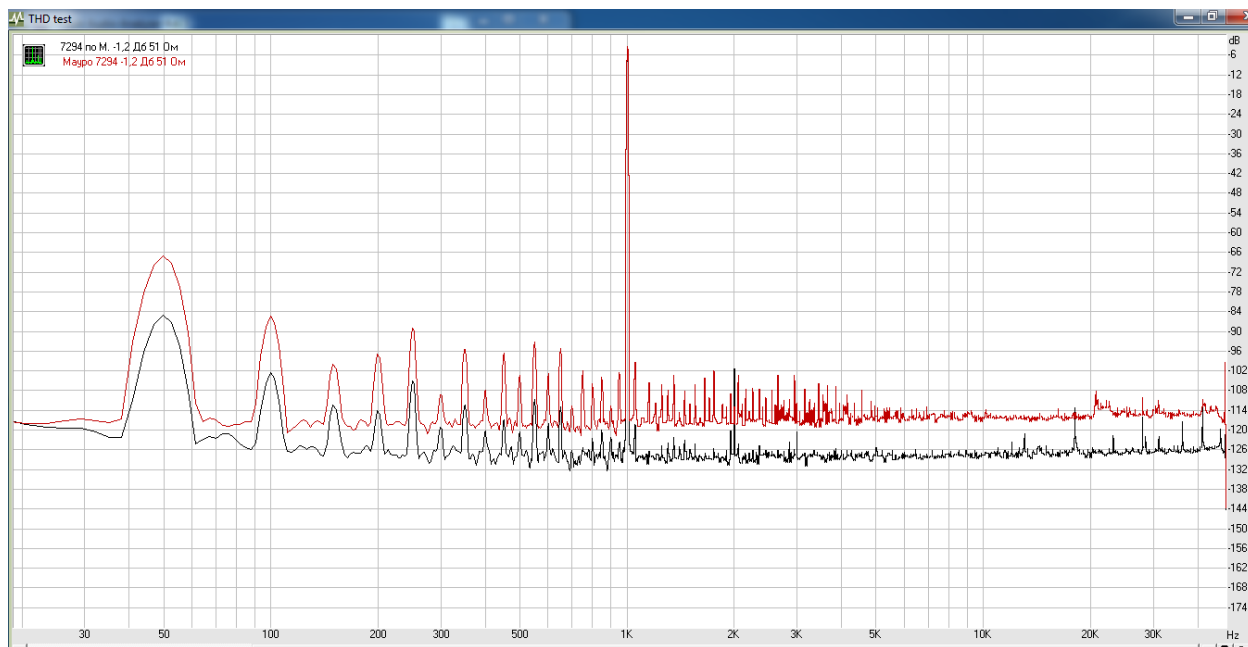
Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



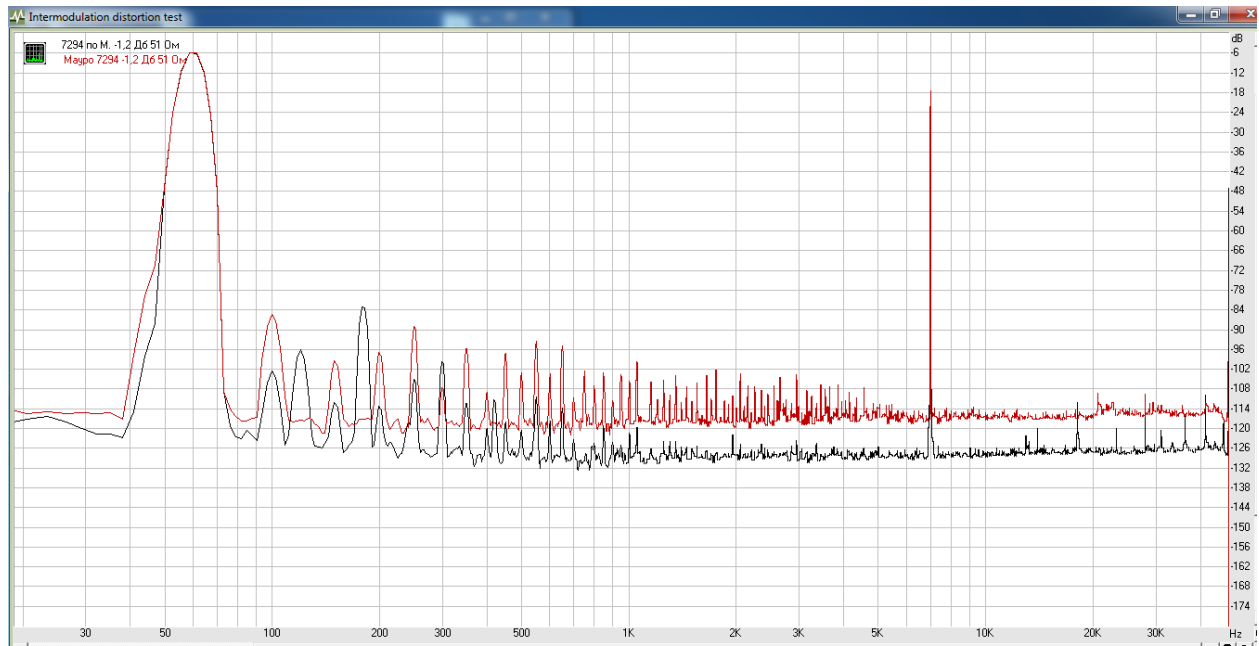
То есть, тут на НЧ усиление даже избыточно, наверное, золотой серединой будет 0,8 мк, позже попробую. И ещё, вероятно нужно чуть увеличить ёмкость ОС первой микры, чтобы убрать подъём ВЧ на краю.

Идём дальше. Тест по осциллу, показал, что при питании +/- 15 В, выходной сигнал до ограничения составляет 13 В рмс/8 Ом, что где-то 21-22 Вт, но это при большой громкости и максимальном уровне искажений. А при умеренной громкости, максимальный уровень сигнала до роста искажений составляет 5,7 В рмс/8 Ом, т.е. приблизительно 4 Вт.

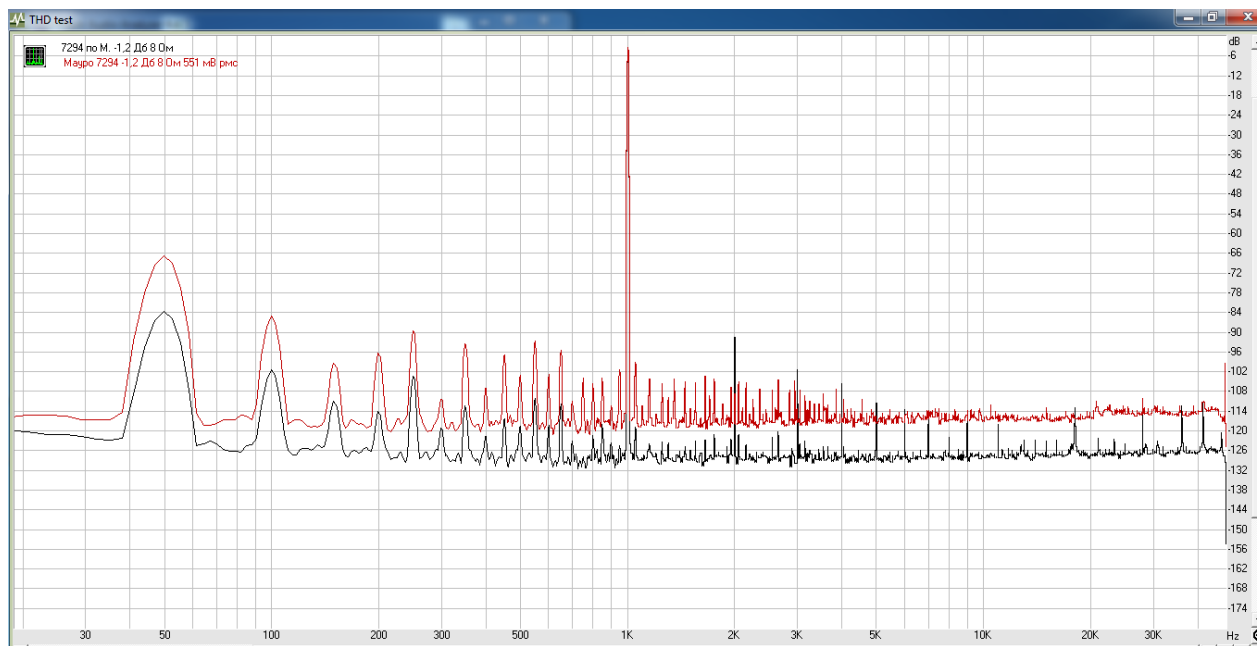
Сравнение 1-й и 5 колонки теста 5:



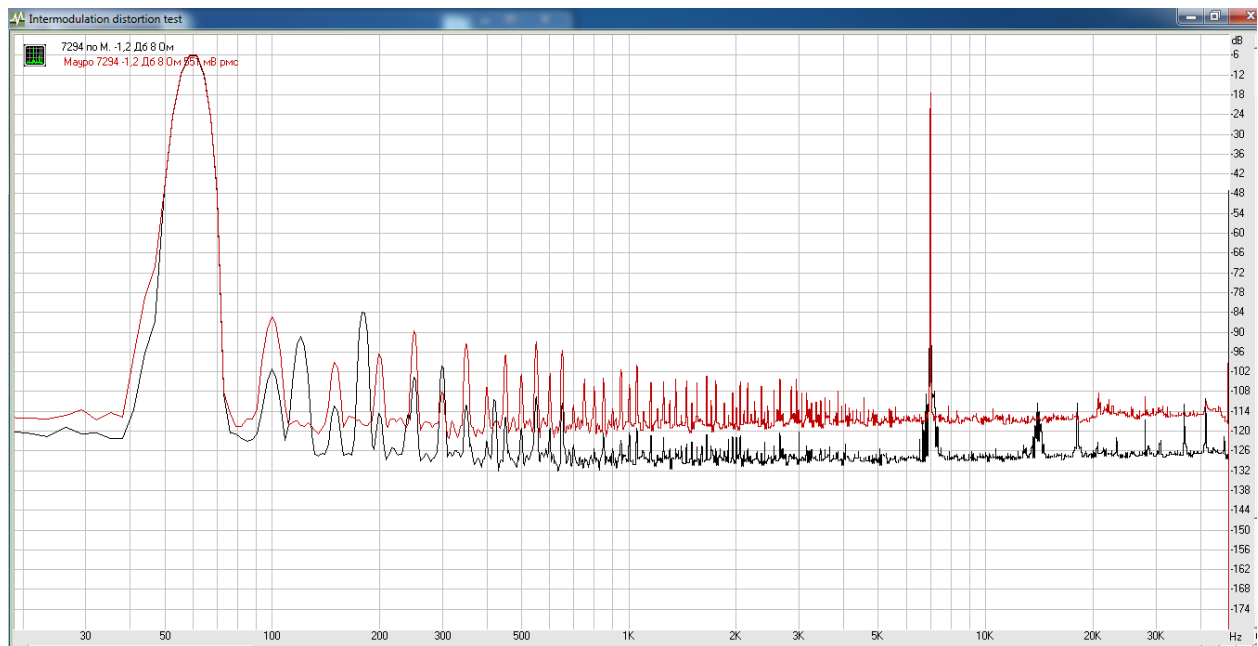
Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



Далее сравнение под нагрузкой 8 Ом малый сигнал, 2 и 4 колонка:

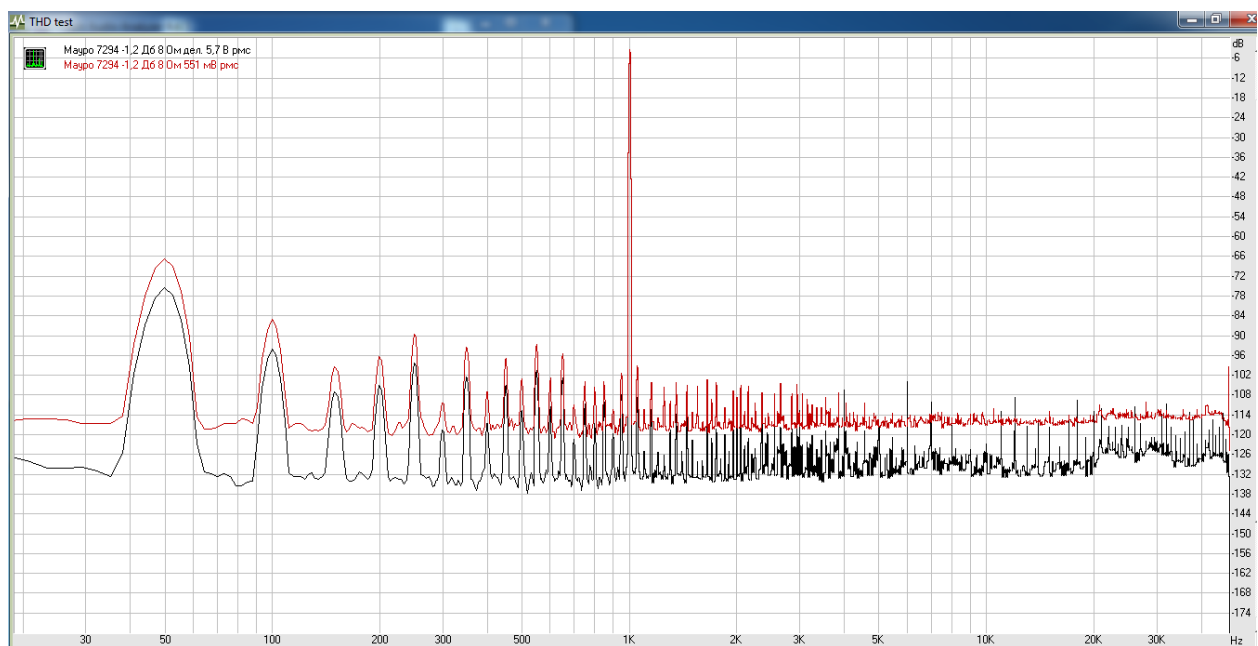


Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294

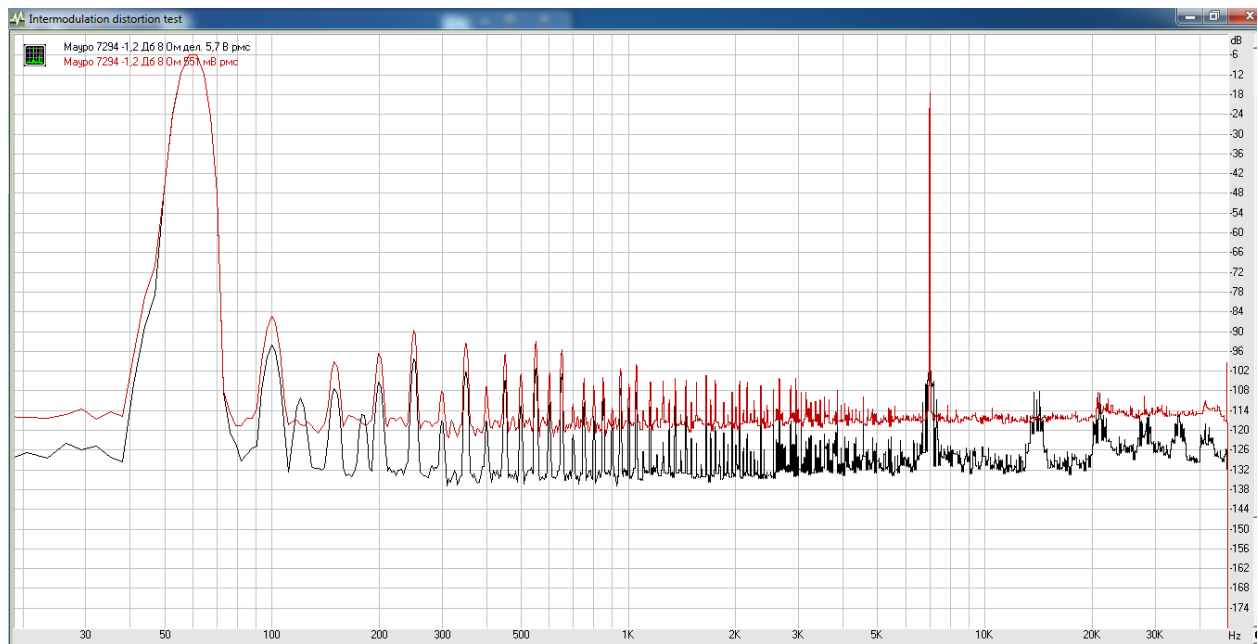


Ну и наконец максимальный уровень до начала искажений 3(чёрный) и 4 колонка(малый сигнал красный):

Чёрный, лучше шумовая полка из-за делителя.



Как получить максимум качества от микросхемы TDA 7294



Из этого теста понятно, что схема Мауро в варианте на 7294, даёт отличную прибавку качества сигнала при небольшой громкости, а вот где нужно поддать жару, сделать погромче, там неинвертирующий вариант от АК вне конкуренции, но на маленькой громкости его качество хуже. К сожалению, инвертирующий вариант порекомендовать не могу. Он провалил тест на качество! Осталось сравнить при большем питании и сравнить звук 2-х вариантов. Продолжение следует...