

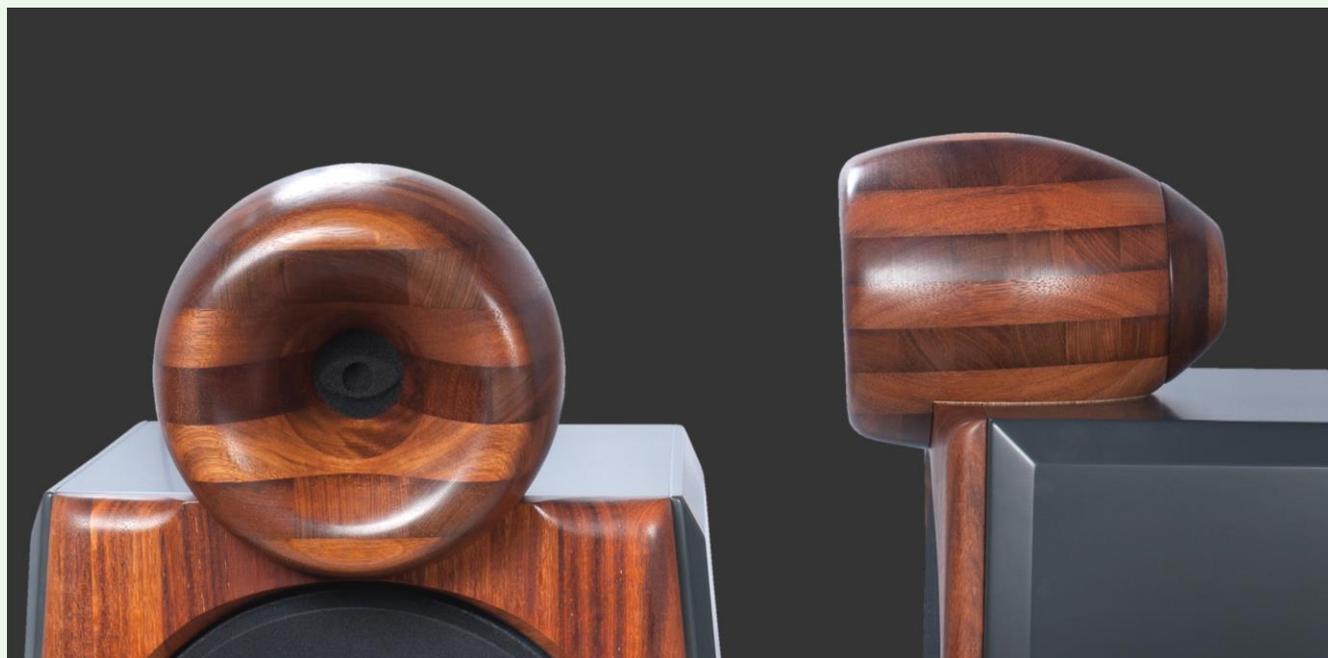


Реферат №: 4 (Red. V1.2)

**AXIHORN CP5TB:
ВЧ модуль для системы воспроизведения звука
высокого разрешения "NIDA Mk1"**

Чесловас Паплаускас

„CP AUDIO PROJECTS“
2012 г.



Более внимательно исследовать работу высокочастотного модуля AXIHORN было решено после измерения нелинейных искажений системы NIDA Mk1 и сравнения результатов с системой FOCAL Nova-Utopia. В [реферате No:3](#) представлены результаты измерений системы NIDA Mk1 в комнате. Известно, что акустические параметры любой комнаты отражаются на результаты измерений АС, поэтому было решено повторить измерения в полевых условиях. Полевые измерения в области высоких звуковых частот по точности не уступают измерениям в безэховой камере, только одно замечание – их проводить лучше ночью, когда кругом тихо.

Измерения проводились с использованием такого оборудования:

- микрофоны: dbx RTA-M и конденсаторный микрофон МК-12 с ламповым предусилителем и внешним источником поляризационного напряжения;
- внешний контроллер CREATIVE E-MU 0404 и компьютер с программным обеспечением;
- усилитель мощности класса-A FORTE AUDIO Model 1a;
- SPL измеритель MASTECH MS6701.

Кроме исследований AXIHORN CP5TB были также измерены высокочастотные динамики бытового назначения с купольными диффузорами. Все такие динамики обычно обладают подобными параметрами, поэтому для сравнений свойств были использованы параметры одного из них - [VIFA PL27TG35](#).

Для предотвращения влияния отражений, исследуемые объекты были подняты на 90 см от земли, а диффузоры были направлены вверх. Расстояние до самого близкого бокового отражающего объекта - не менее 2,5 м. Это эквивалентно пятикратной длине звуковых волн для самой низкой частоты исследования, что обеспечивает достаточную точность измерений. Для достижения максимальной точности, использовался режим медленного скольжения частоты генератора с шагом 1/48 октавы. Измерения проводились в более широком диапазоне частот, но результаты представлены для диапазона 700 - 20000 Гц.

Поскольку точные измерения методом скользящего сигнала продолжаются долго, использовался микрофон высокой чувствительности с кардиоидной характеристикой направленности. Это позволяет минимизировать внешние шумы, а ламповый микрофонный усилитель обеспечивает большой динамический диапазон (не менее 120 дБ). Расстояние до измеряемого объекта выбрано 50 и 130 см, уровень звукового давления - 70 дБС @ 50 см. Такой режим эквивалентен тихому прослушиванию музыки в комнате. Сигнал подавался непосредственно на катушки громкоговорителей без фильтров.

Целью измерений было сравнение, а не абсолютное значение акустических параметров, поэтому калибровка уровней звукового давления не проводилась. Также не учитывалось влияние искажения и неравномерность амплитудно-частотной характеристики усилителей, звукового контроллера и микрофонов. В данном случае, это не имеет большого значения для оценки результатов.

Для более наглядного представления результатов, данные перенесены в программный пакет "LMS" фирмы Linear-X.

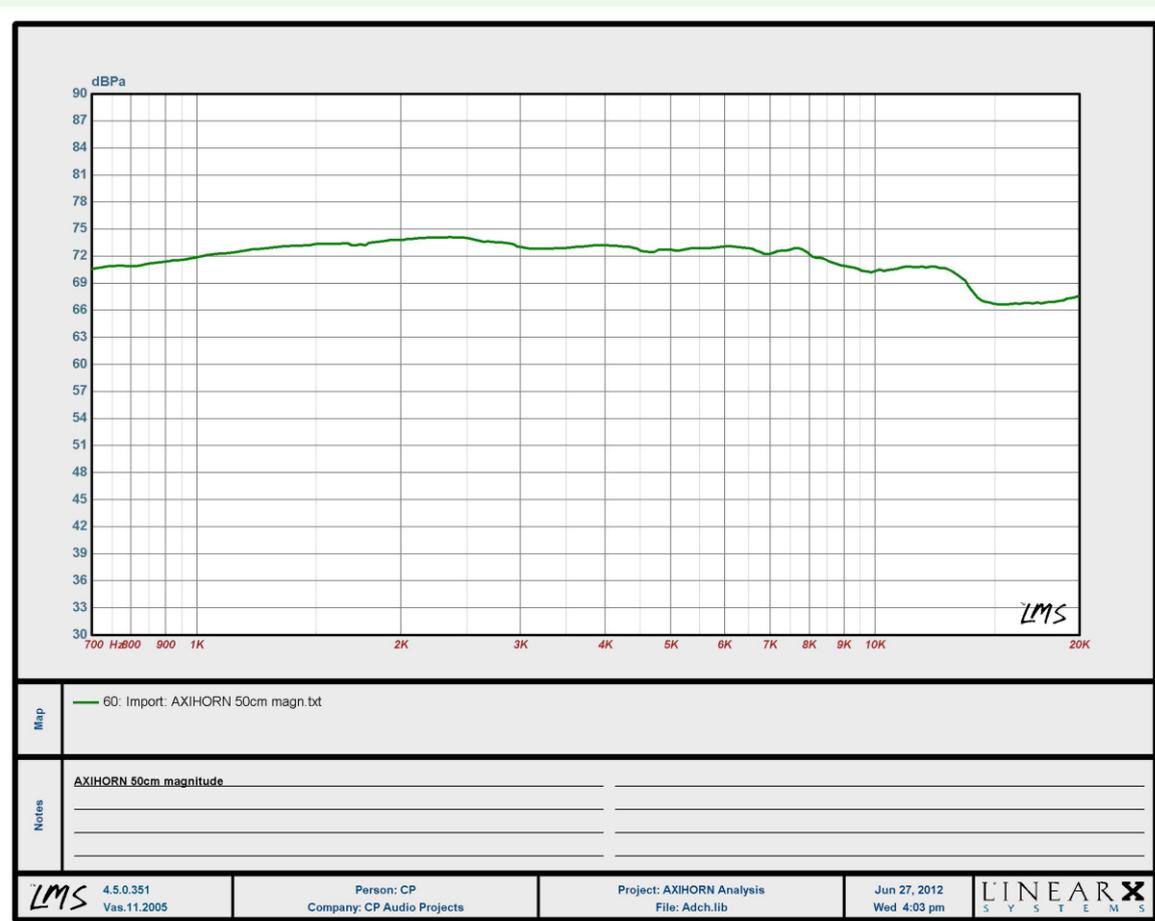


Рис. 1. АЧХ модуля AXIHORN CP5TB, измеренная на расстоянии 50 см от устья горна

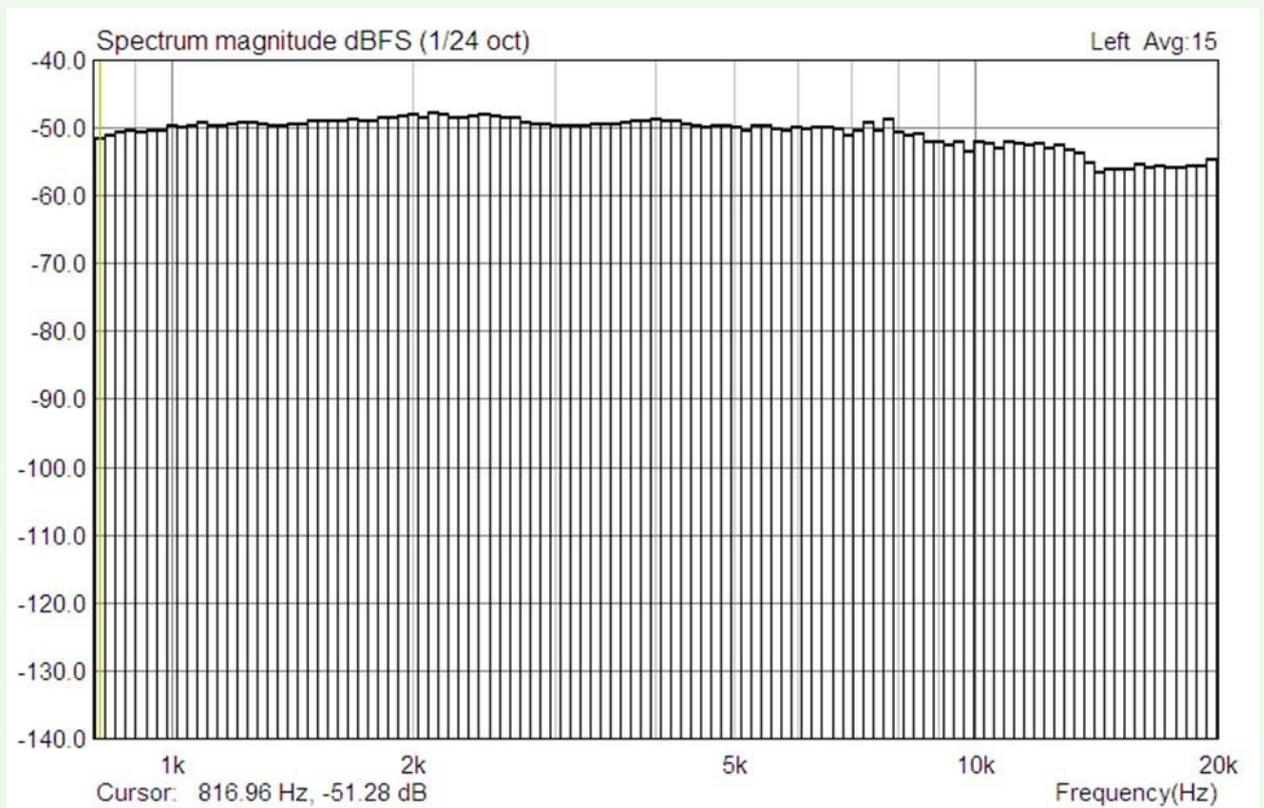


Рис 2. Спектр воспроизведения розового шума модулем АХИНОРН СР5ТВ с разрешением 1/24 окт.

АХИНОРН СР5ТВ во всей полосе рабочих частот имеет очень равномерную амплитудно-частотную характеристику (далее в тексте – АЧХ). Небольшой спад АЧХ на самой верхней октаве музыкального диапазона вызван стремлением обеспечить менее утомительное для нашего слуха воспроизведение музыки. Многолетний опыт подтверждает необходимость такого воспроизведения верхней октавы. Это также соответствует рекомендациям профессора по акустике Ted Uzzle, которые описаны в статье „[Equalization Techniques and Practices](#)”.

На рис. 3 видим форму АЧХ, рекомендуемую для контрольных мониторов студий записей. В ВЧ модуле системы NIDA Mk1 нужная форма АЧХ достигается при помощи вкладыша-гасителя специальной формы (см. рис. 4). Такой механически-акустический способ формирования АЧХ не вызывает побочных явлений, которые неизбежны в случае использования электронных цепей коррекции АЧХ.

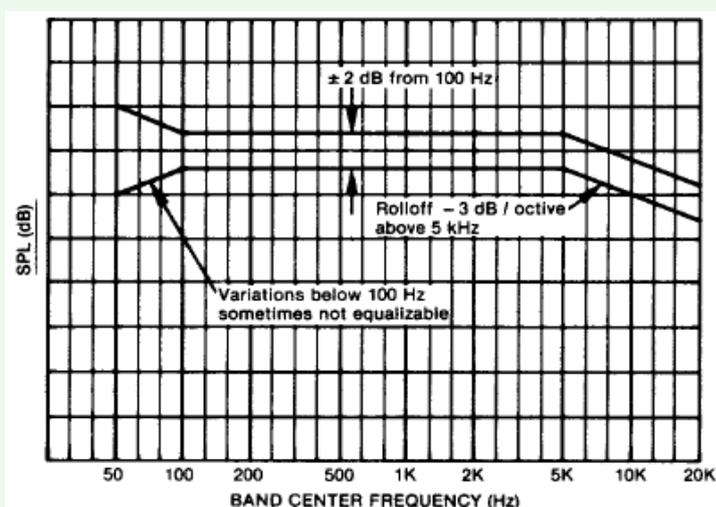


Figure 3. Recommended response curve for studio control room monitoring systems.



Рис 4. Вкладыш-гаситель модуля АХИНОРН СР5ТВ

Рис 3. Для студийных мониторов контроля звукозаписей рекомендуется АЧХ, имеющая -3дБ/окт. спад с частоты 5 кГц.

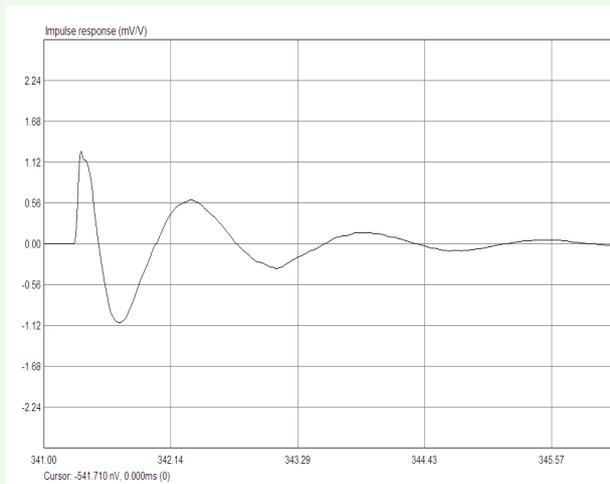


Рис 5. Реакция модуля AXIHORN на импульс тока (Step response) в периоде 5 мс.

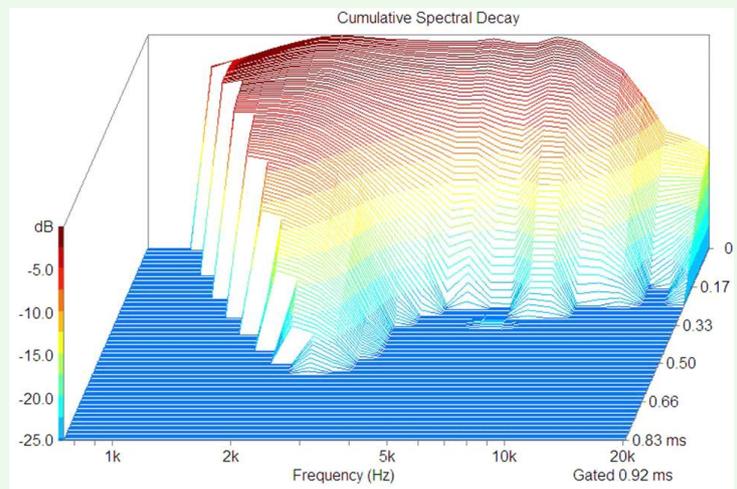


Рис 6. Изменение спектра после воздействия широкополосным сигналом („Waterfall“ или Cumulative Spectral Decay график)

Графики показывают, что переходные процессы модуля AXIHORN CP5TB быстро затухают и заканчиваются плавно. „Waterfall“ график показывает, что после завершения импульсного воздействия, переходные процессы заканчиваются в течение 0,5 мс.

Ниже представлены АЧХ AXIHORN, а также уровни искажений 1-дюймового высокочастотного драйвера бытового назначения с купольным диффузором.

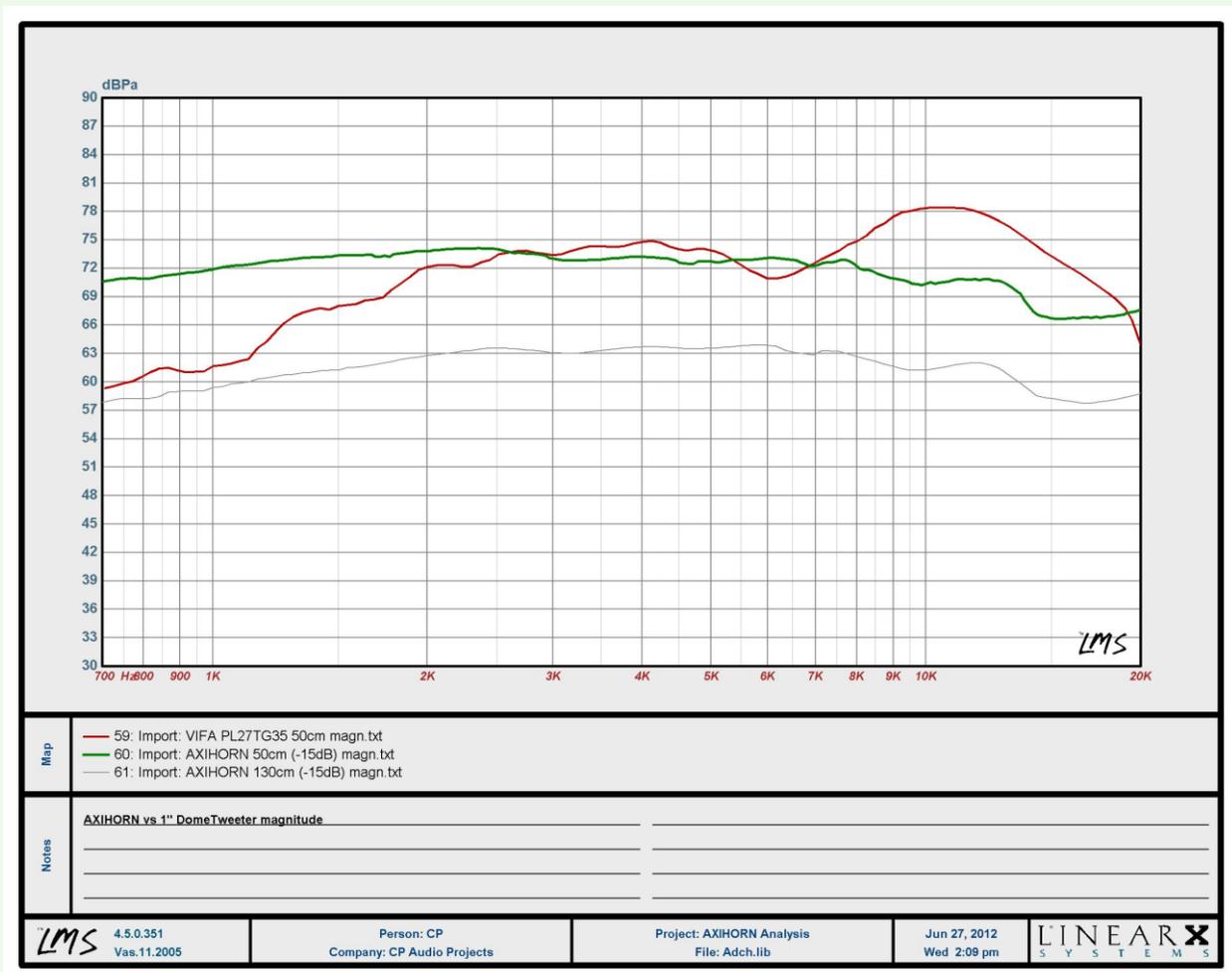


Рис 7. АЧХ AXIHORN CP5TB и VIFA PL27TG35.
Для более удобного сравнения графики AXIHORN понижены на -15 дБ

В графике зеленым цветом изображена АЧХ модуля AXIHORN CP5TB, красным - VIFA PL27TG35, а серым - AXIHORN CP5TB, когда микрофон удален на расстояние 1,3 м. Видим, что горновая система AXIHORN излучает ровную акустическую мощность, мало зависящую от расстояния. В сравнении с обычными бытовыми системами, горновая система AXIHORN больше подходит для озвучивания больших комнат.

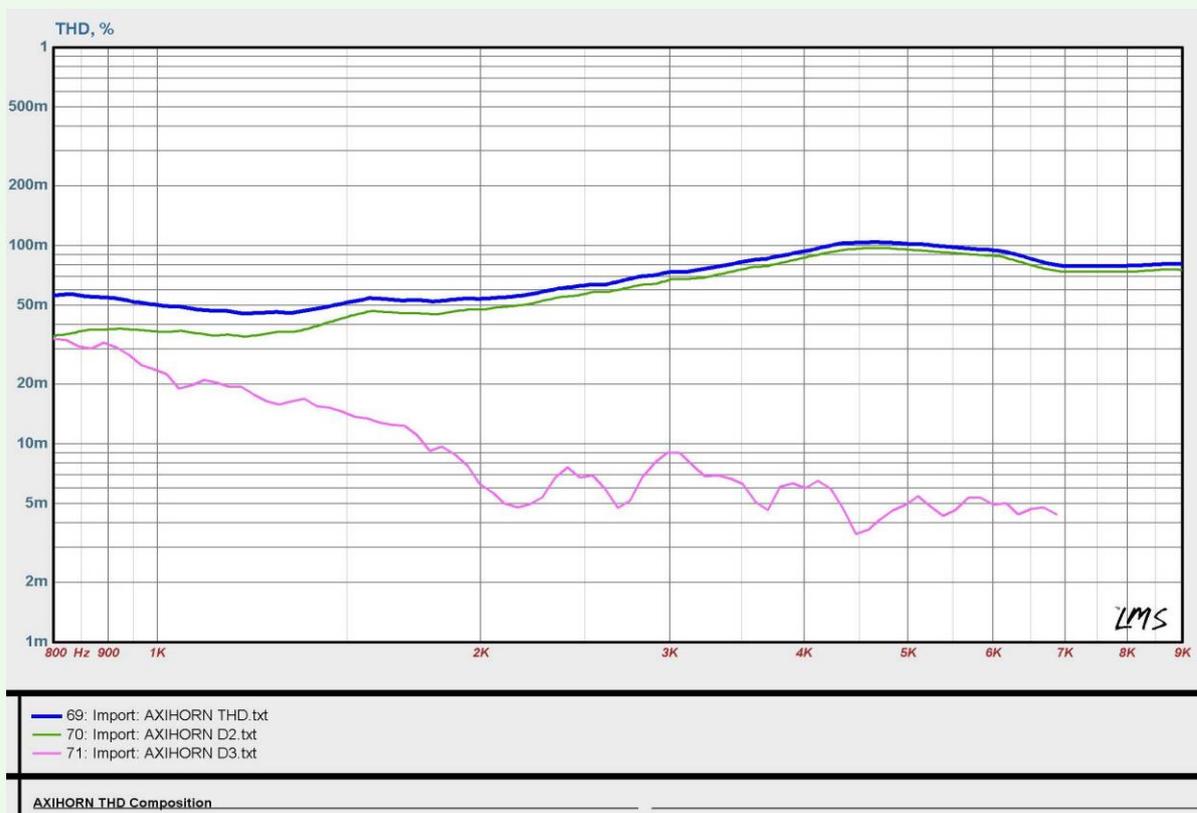


Рис 8. Искажения модуля AXIHORN CP5TB:
THD - синий цвет, вторая гармоника D2 - зеленый, третья D3 - фиолетовый

В максимально чувствительной зоне слуха AXIHORN CP5TB THD имеет очень маленькие искажения (0,05 - 0,08%). Важно то, что в спектре искажений преобладает четные гармоники, а уровень более вредных нечетных гармоник намного ниже (меньше 0,03%).

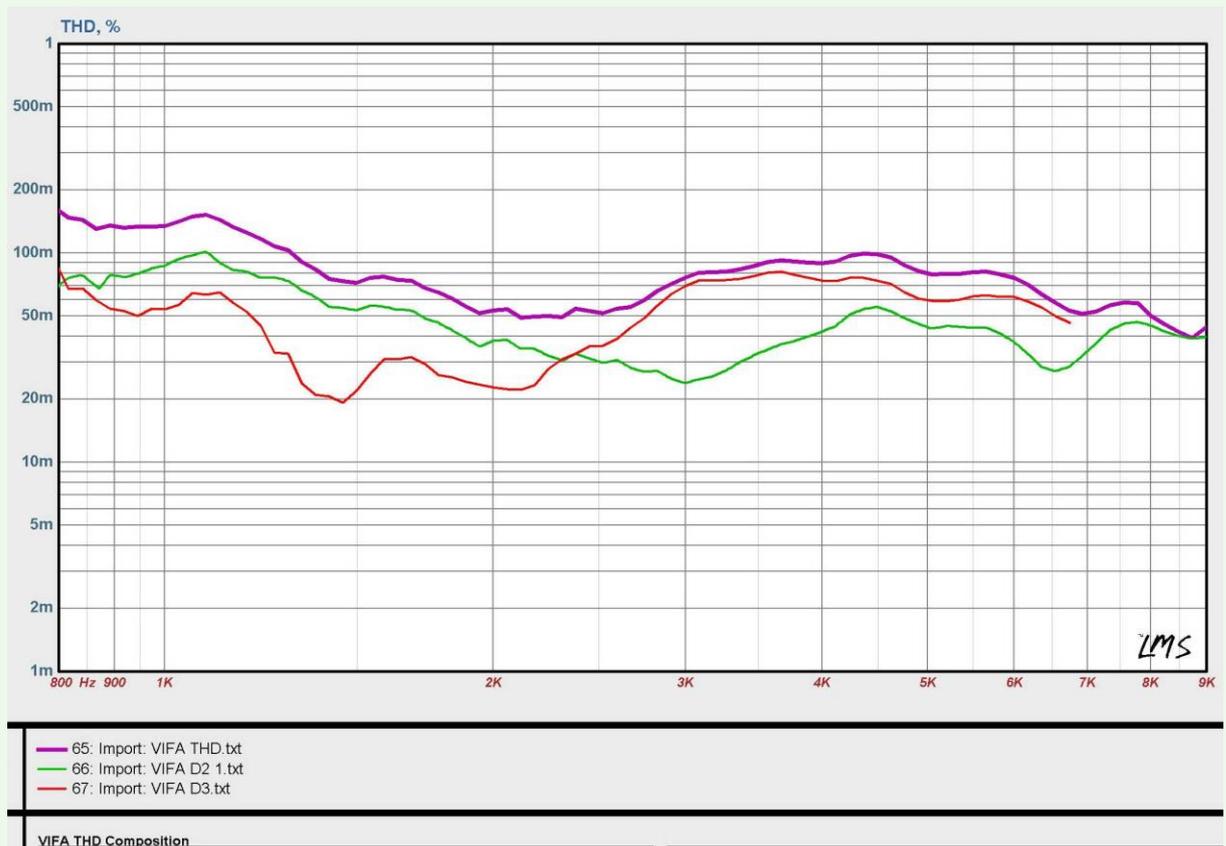


Рис 9. Искажения VIFA PL27TG35:
THD - фиолетовый, вторая гармоника D2 - зеленый, третья D3 - красный

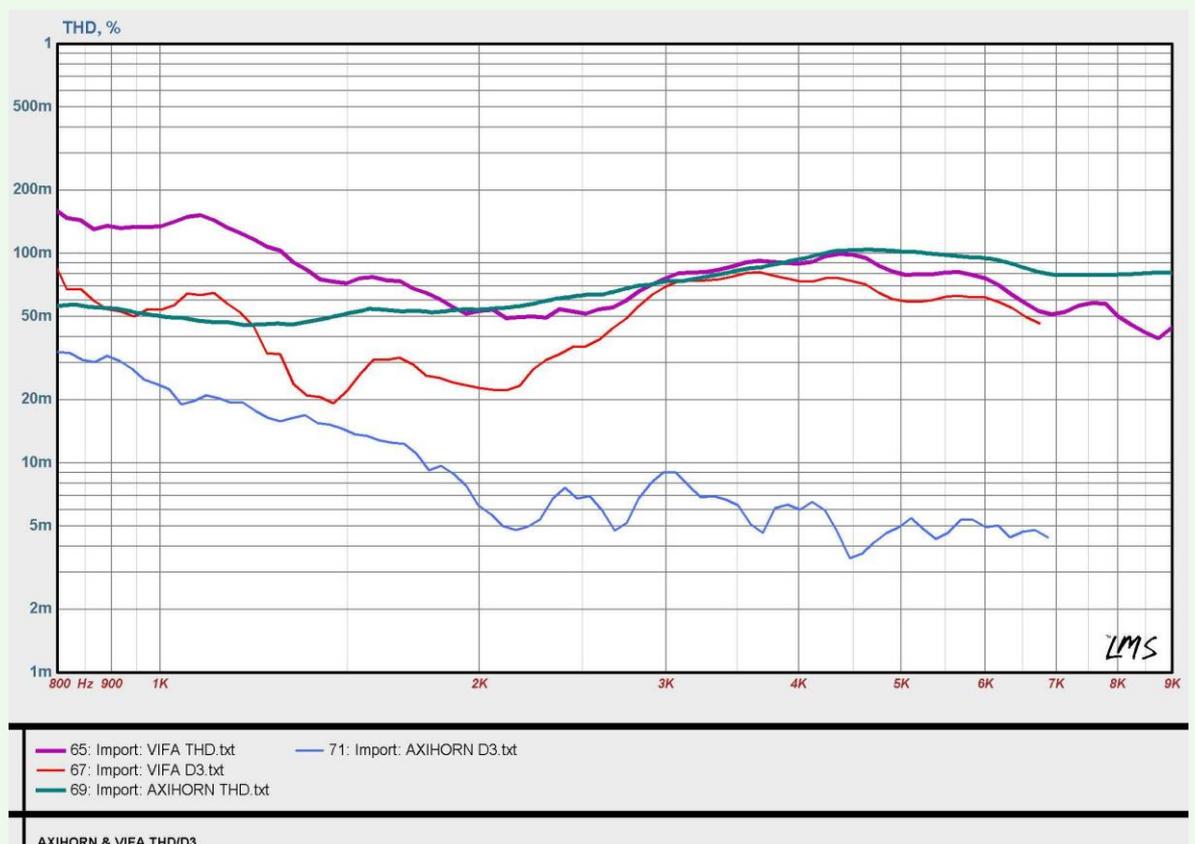


Рис 10 рав. Сравнение искажений AXIHORN и VIFA PL27TG35:
THD для AXIHORN - зеленый, для VIFA - фиолетовый.
Третья D3 для AXIHORN - синий, для VIFA - красный

Бытовые ВЧ драйверы с купольными диффузорами имеют более высокий уровень нечетных искажений D3. К этим искажениям наш слух очень чувствителен, мы слышим ненатуральную окраску музыки, шероховатость звука.

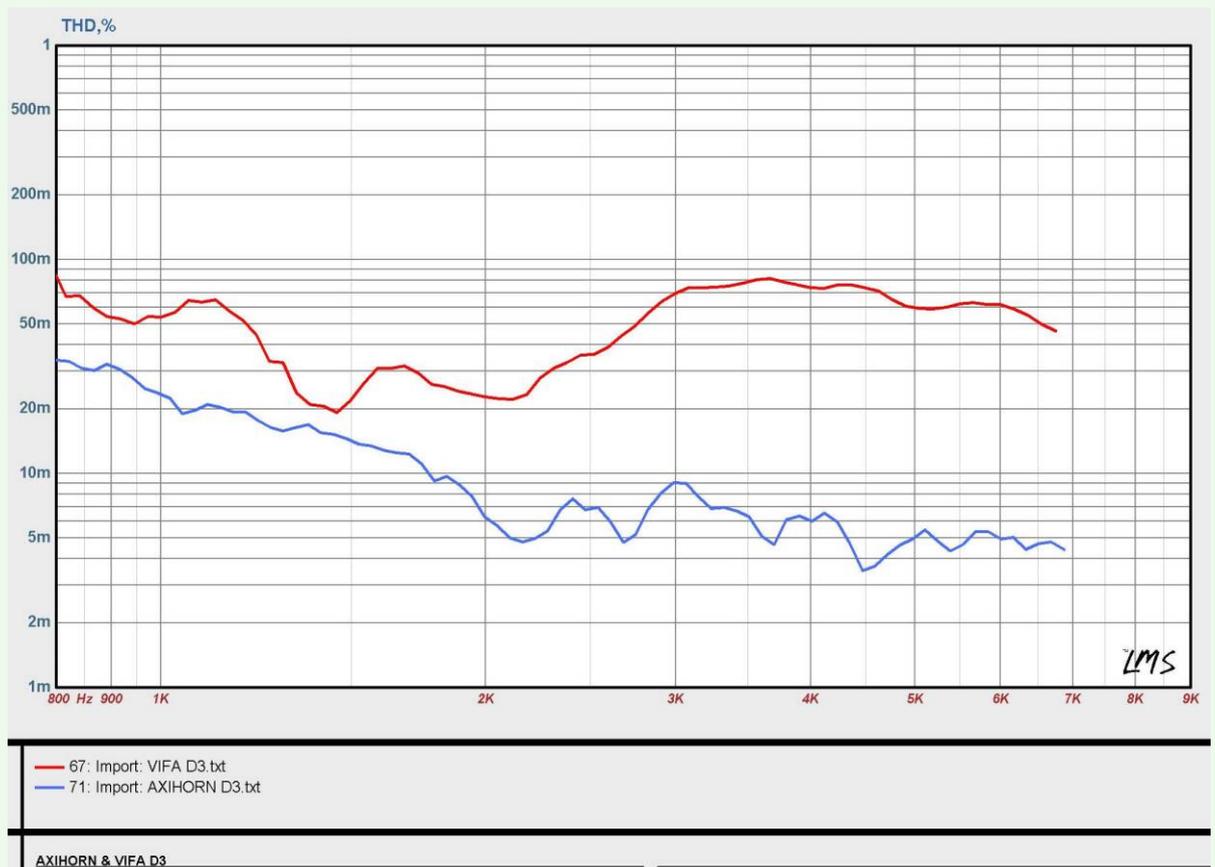


Рис 11. Амплитуда нечетных гармоник D3:
AXIHORN - синий, VIFA PL27TG35 - красный

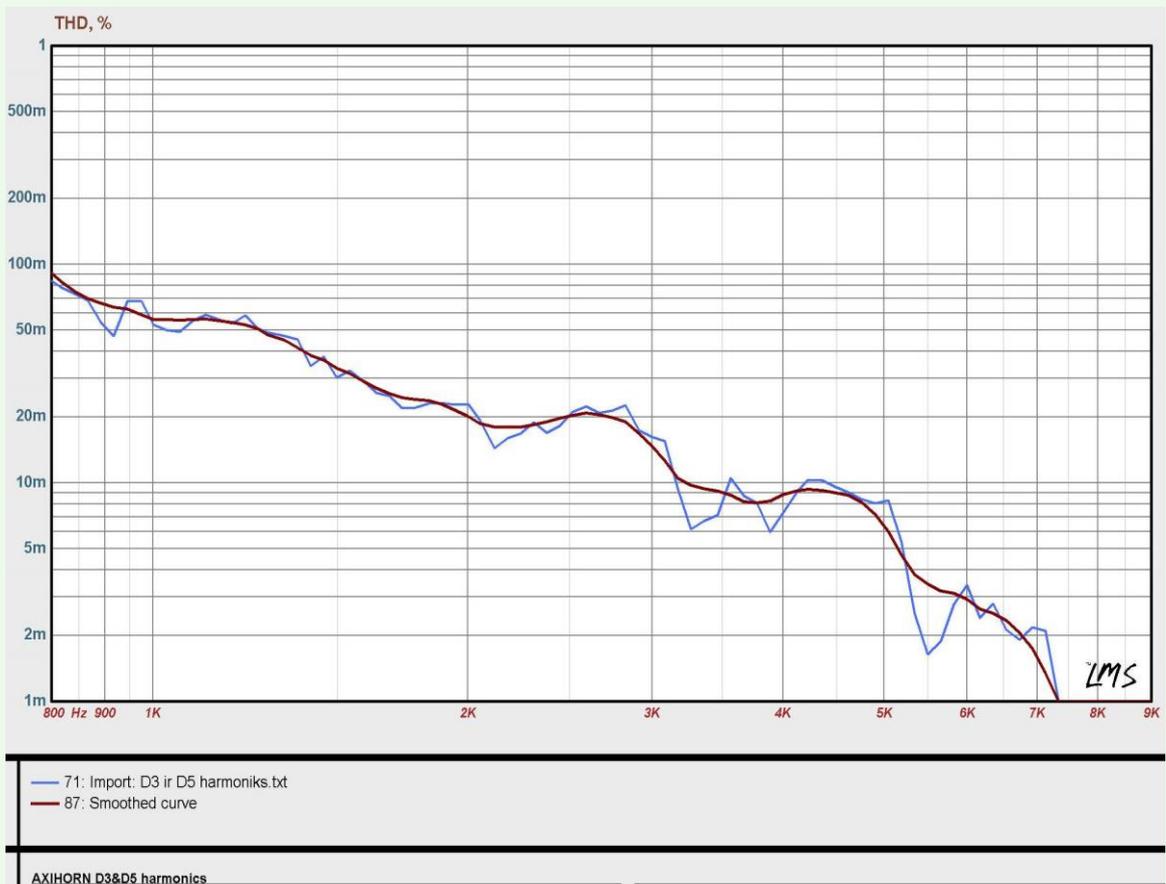


Рис 12. Суммарный уровень нечетных гармоник D3 и D5 для модуля AXIHORN. Бордовый цвет показывает усредненное значение этих искажений

Во всем рабочем диапазоне работы модуля AXIHORN CP5TB суммарное значение нечетных гармоник на уровне акустического сигнала 70 дБС@50 см не превышает 0,1 %, а средний уровень этих искажений во всем диапазоне составляет примерно 0,02 %.

Измерения показывают, что для модуля AXIHORN преобладающими являются четные гармоники. Для бытовых купольных драйверов преобладающими являются нечетные гармоники, а уровни этих «плохих» гармоник в диапазоне максимальной чувствительности слуха примерно 10 раз больше чем у AXIHORN. Близкие результаты были также получены при измерении активной горновой системы NIDA Mk1 и пассивной системы FOCAL Nova – Utopia в комнате.

Очень важно то, что модуль AXIHORN имеет высокую чувствительность (110 dB/W/m), когда чувствительность купольных высокочастотных драйверов примерно 100 раз ниже (около 90 dB/W/m). Поэтому, при работе высокочувствительной системы NIDA Mk1 на мощности НЧ модуля 200 ватт, ВЧ драйвер работает всего на 7 ватт пиковой мощности. Общий уровень искажений системы NIDA с модулем AXIHORN CP5TB даже при максимальном уровне SPL остается незначительным.





Рис 13. Подготовка к полевым измерениям



Рис 14. Измерения акустических параметров модуля AXIHORN

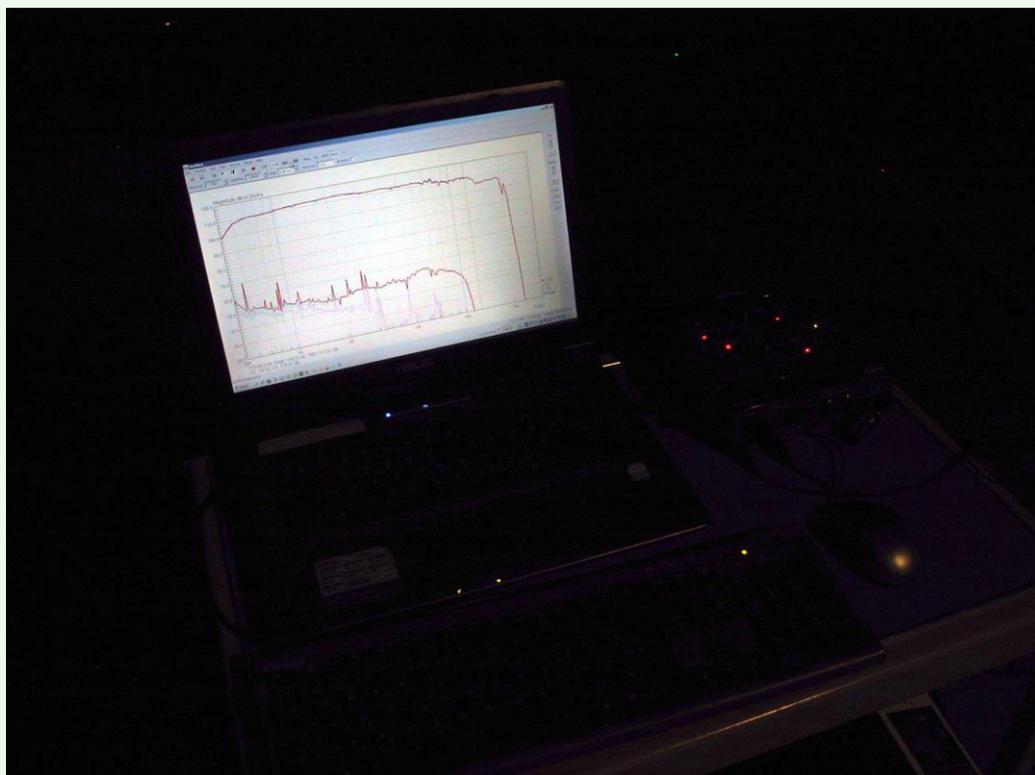


Рис 15. Измерения проводились ночью. На экране монитора видны результаты измерения АЧХ и THD в диапазоне частот 500 Hz-24 kHz

Выводы:

1. Модуль AXIHORN CP5TB имеет очень маленький уровень нелинейных искажений, эти искажения намного ниже, чем у купольных (Dome) драйверов, используемых в бытовых акустических систем.
2. Измерения проводились на маленьких уровнях сигнала (SPL 70 dBC), а при более громком прослушивании музыки, разница в качестве воспроизведения упомянутых систем становится еще более очевидной.
3. Современные записи музыки имеют большой динамический диапазон, для воспроизведения которого лучше использовать высокочувствительные рупорные системы.

Литература:

1. „Horn Theory“ by Bjorn Kolbrek. „Audio Express“, 2008.
2. „Horn Loudspeaker Design“ by J. Dinsdale. „Wireless World“, 1974.
3. „Testing loudspeakers“, Joseph D'Appolito. ISBN: 1-882580-17-6.
4. „Low-Frequency Loudspeaker Assessment by Nearfield Sound-Pressure Measurement“, D.B KEELE, JR. Journal of the Audio Engineering Society, 1974.
5. „Waveguide Phase Plug“, E. Geddes. US Patent Application US 2007/0102232
6. „Equalization Techniques and Practices“, Ted Uzzle. Altec Lansing Engineering Notes, „Technical Letter No.232A“.
7. „Loudspeakers For Music Recording and Reproduction“, Philip Newell and Keith Holland. ISBN-13: 978-0-240-52014-8