



Hypex Filter Design

руководство

Введение

Hypex Filter Designer — программа для Windows для управления продуктами Hypex Electronics B.V. на базе DSP, например усилителями на плате FusionAmp и модулем MP-DSP Main OEM. Можно настроить все нужные фильтры и управлять всеми опциями. Нужны знания о создании активных акустических систем с цифровыми фильтрами. Документ даёт обзор опций Hypex Filter Design для DSP-продуктов Hypex Electronics. Программа состоит из четырёх областей:

▪ Main screen ▪ Device settings screen ▪ Filter design graphical screen ▪ Filter design advanced screen. Демо-файл лучше покажет возможности Hypex Filter Designer. Он служит только примером.

Общие функции

- Регулировка громкости ▪ Назначение каналов ▪ Загрузка и снятие измерений для динамика (импульсная характеристика) ▪ Загрузка и применение данных коррекции микрофона ▪ Просмотр суммы фильтров ▪ Инверсия фильтров ▪ Задержка ▪ Сглаживание графика ▪ Широкий набор настроек biquad-фильтров ▪ Адаптация входного усиления ▪ Просмотр фазовой характеристики

1. Скачайте и установите программу с нашего сайта. 2. Подключите USB-кабель. 3. Подключите разъем питания и включите модуль выключателем. 4. Все светодиоды загорятся и погаснут по очереди, затем выбирается активный пресет (по умолчанию Preset 1). 5. Запустите программу Hypex Filter Design. 6. Дождитесь автоматического подключения: в «Device info» на главном экране должна появиться информация о FusionAmp. Если ответа нет, возможно, проблема с USB-соединением или ОС не видит устройство. См. раздел Troubleshooting.

Начало работы (FusionAmp). Если это ваш первый усилитель Fusion, ниже пошаговая инструкция по подключению к ПК. Что понадобится:

- Усилитель Fusion ▪ кабель Mini USB ▪ ПК с Windows (Windows 7 или новее) ▪ кабель питания C13

Оглавление

Оглавление: Общие функции 2

Начало работы (FusionAmp)	2
Главный экран	6
Device info	6
Preset settings	6
Force input	6
Auto detect	6
Volume	6
Mute	6
VU	6
Filter preset	7
Equalizer	7
Change password	7
About	7
Extra slave options	7
Volume lock	7
Source lock	7
Device settings	8
Preset volume offsets	8
Input gain configuration	8
Digital audio channel select	8
Bridged configuration (CH1/CH2)	9
Soft-clip limiter	9
Options	9
Master unit	9
Soft-clip enabled	9
Wake on line	9
Activate signal detection	9
SUBIN volume is absolute	10
Shutdown power mode	10
Volume on start	10
Standby led brightness	10

Настройки DAC-фильтра	11
Defaults (значения по умолчанию)	11
Filter Design	12
Menu bar (строка меню)	12
File-menu (меню File)	12
Tools menu (меню Tools)	12
Load filter to DSP menu (меню Load filter to DSP)	13
PRESET menu (меню PRESET)	13
Advanced filter design screen (экран расширенного проектирования)	13
Channel submenu (подменю Channel)	13
Biquad sub-menu (подменю Biquad)	14
View sum of filters (просмотр суммы фильтров)	14
Load measurements for speaker (загрузка измерений для динамика)	14
Biquad filters (biquad-фильтры)	14
Delay (задержка)	14
Graphical filter design screen (графический экран проектирования)	15
Designing Filters (проектирование фильтров)	15
Biquad filter types (типы biquad-фильтров)	16
Graph header (заголовок графика)	17
Graph left pane (левая панель графика)	17
Graph right pane (filter graph) (правая панель, график фильтров)	17
Graph bottom pane (нижняя панель графика)	17
Adding a filter object (добавление объекта фильтра)	18
Impulse response graph (график импульсной характеристики)	19
Filter design examples (примеры проектирования фильтров)	20
Filter objects (объекты фильтров)	17
Disable or delete filter objects (отключение или удаление объектов фильтров)	18
Step response graph (график переходной характеристики)	19
Butterworth (Баттерворт)	20
ФНЧ Баттерворта 3-го порядка, пример ($F_c=1000\text{Hz}$)	20
ФНЧ Баттерворта 4-го порядка, пример ($F_c=1000\text{Hz}$)	20
ФНЧ Баттерворта 5-го порядка, пример ($F_c=1000\text{Hz}$)	21
ФНЧ Баттерворта 6-го порядка, пример ($F_c=1000\text{Hz}$)	21
Linkwitz-Riley	21
Для канала 1 (низкочастотный драйвер)	22

Для канала 2 (высокочастотный драйвер)	22
Фильтр Бесселя	23
ФНЧ Бесселя 4-го порядка, пример ($F_c=1000\text{Hz}$)	24
ФНЧ Бесселя 6-го порядка, пример ($F_c=1000\text{Hz}$)	24
Кроссовер на фильтрах Бесселя	25
All pass 1 (фильтр всех частот 1)	26
All pass 2 (фильтр всех частот 2)	27
Phase plot (график фазы)	28
Recording (запись)	30
Equalizer (эквалайзер)	31
Copy and Write (копирование и запись)	34
Default EQ (эквалайзер по умолчанию)	34
Change password (смена пароля)	34

Главный экран. Когда FusionAmp подключён к HFD, главный экран (рисунок 1) показывает информацию об устройстве, и пользователь может изменить его громкость, источник и пресет.

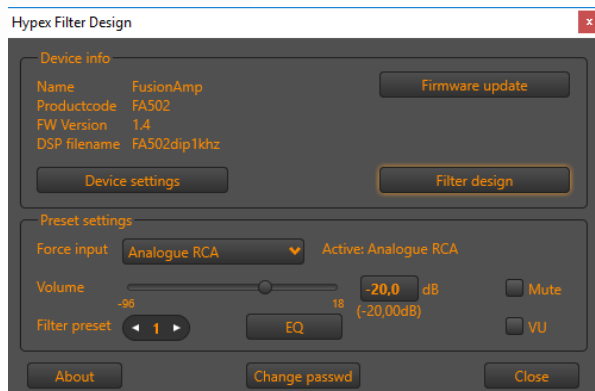


Рисунок 1: Главный экран. Device info: при подключении по USB отображаются имя устройства, код продукта и версия прошивки. Если загружен файл настроек DSP-фильтров, показывается и его имя. Для персонализации модуля есть ещё несколько параметров: нажмите кнопку «Device settings», откроется новое окно (подробнее — в разделе Device settings). Для настройки фильтра, задержки, усиления и т. д. используйте конструктор фильтров (подробнее — в разделе Filter Design).

Auto detect: если выбран источник «Auto detect», FusionAmp не допускает отсутствия звука дольше 10 секунд. Если на текущем источнике (он показан справа от «Active:») нет сигнала, FusionAmp проверяет все доступные входы в таком порядке приоритета:

1. AES
2. SPDIF
3. Optical
5. Analogue XLR
6. Analogue RCA

Volume: громкость мастера в HFD меняется двумя способами: ползунком или вводом числа. Текст под числовым полем показывает фактическую громкость. Её система рассчитывает по всем доступным смещениям (смещение громкости пресета и SUBIN volume is absolute), прибавляя или вычитая их из громкости мастера. Осторожно при увеличении громкости: легко выставить высокий уровень и повредить слух или оборудование. При работе с ползунком громкость можно менять и стрелками клавиатуры. Это самый безопасный способ.

Preset settings (настройки пресета). Force input: доступные источники зависят от типа устройства, подключённого к HFD. Источники «Auto detect», «Analogue XLR» и «Analogue RCA» есть всегда. Если устройство поддерживает высокий уровень сигнала, в список добавляется «SUB». Если установлена плата MP-DSP DIGIN, добавляются «AES», «SPDIF», «Optical» и «Future option». Большинство названий говорят сами за себя, а «Auto detect» нужно пояснить — см. ниже. «Future option» — вход, который частично есть в аппаратуре, но ещё не реализован полностью.

Mute (Выкл. звук). Опция Mute отключает звук всех каналов. Сбрасывается при любом изменении громкости или при снятии флажка Mute.



VU (индикатор уровня). Если к HFD подключён FusionAmp, можно видеть входной и выходной уровень DSP. Это показывает, выбран ли правильный вход и подаётся ли на DSP сигнал. Также видно, заданы ли правильные фильтры и усиление. Если

DSP получает вход, но не выдаёт выход: возможно, фильтры ещё не загружены, усиление низкое или включён Mute. Флажок переключает показ индикатора уровня. По умолчанию снят. Когда он установлен, главный экран HFD расширяется и выглядит так:

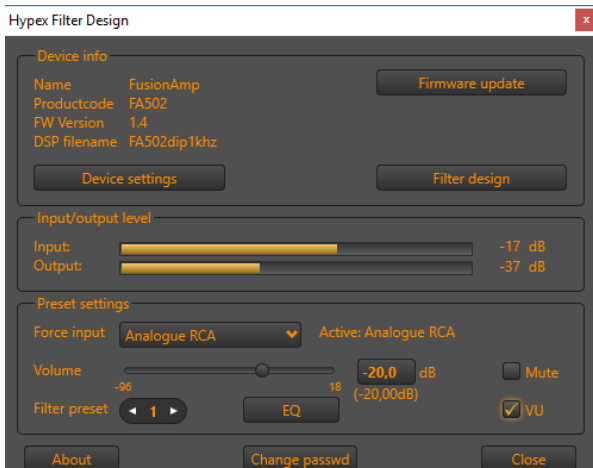


Рисунок 3: Главный экран с индикацией VU. Диапазон индикации VU: -72dB .. +18dB.

Filter preset (Пресет фильтров). Если устройство поддерживает несколько пресетов, выбрать нужный можно стрелками влево и вправо. У каждого пресета могут быть свой forced input (принудительный вход), настройки фильтров и громкость. Смещение громкости для каждого пресета описано в разделе Preset volume offset.



Рисунок 4: Выбор пресета. Equalizer (Эквалайзер)

Эта кнопка доступна только при подключённом FusionAmp. Подробнее об эквалайзере — в разделе Equalizer. Change password (Смена пароля). Чтобы закрыть отдельные функции ПО от посторонних, их можно защитить паролем. Подробности — в разделе Change password.

About (О программе). В этом окне — версия HFD и версия прошивки подключённого устройства. Extra slave options (Дополнительные опции slave). Если FusionAmp настроен как slave (см. Options в Device settings), на главном экране появляются две дополнительные настройки:



Рисунок 5: Дополнительные опции slave. Функции блокировки добавлены в основном для slave-устройств, подключённых к master кабелем S/PDIF. Slave получает аудио от master по своему источнику S/PDIF, а также управляющие команды: вкл./выкл., выбор пресета, громкость master или принудительный выбор источника. Иногда slave нужно игнорировать команду выбора источника или громкости. Обе опции входят в настройки пресета, поэтому у каждого пресета может быть свой заблокированный источник и своя заблокированная громкость. Volume lock (Блокировка громкости). Первая дополнительная опция — блокировка громкости. Если она отмечена, master не может менять громкость slave. Полезно, когда источник slave подключён к входу с собственной регулировкой уровня, например к высокоуровневому входу SUB. Source lock (Блокировка источника). Slave может заблокировать свой источник, и тот не будет меняться при смене источника на master. Например, если slave подключён к master кабелем SPDIF, master можно переключать на Optical, SPDIF или AES, а источник slave должен оставаться SPDIF. Исключение: если SPDIF заблокирован и на master выбран аналоговый источник, slave следует за master.

В таблице 1 показано, какой источник активен при блокировке источников slave. Чтобы заблокировать источник, установите флажок «Locked» рядом с выбором входа.

Slave / Locked source (заблокированный источник) / Master forced selected source (выбор на master) / Slave active source (активный источник slave)		
none	Auto-detect	Auto-detect
none	Analogue XLR	Analogue XLR
none	Analogue RCA	Analogue RCA
none	SUB in	SUB in
none	AES	AES
none	S/PDIF	S/PDIF
none	TOSlink	TOSlink
Auto-detect	Any input	Auto-detect
Analogue XLR	Any input	Analogue XLR
Analogue RCA	Any input	Analogue RCA
SUB in	Any input	SUB in
AES	Any input	AES
TOSlink	Any input	TOSlink
S/PDIF	Analogue XLR	Analogue XLR
S/PDIF	Analogue RCA	Analogue RCA
S/PDIF	SUB in	SUB in
S/PDIF	AES	S/PDIF
S/PDIF	S/PDIF	S/PDIF
S/PDIF	TOSlink	S/PDIF

Device settings (Настройки устройства). Каждый модуль нужно настроить под задачу. На главном экране нажмите кнопку «Device settings», откроется экран ниже. В этом разделе параметры описаны по группам.

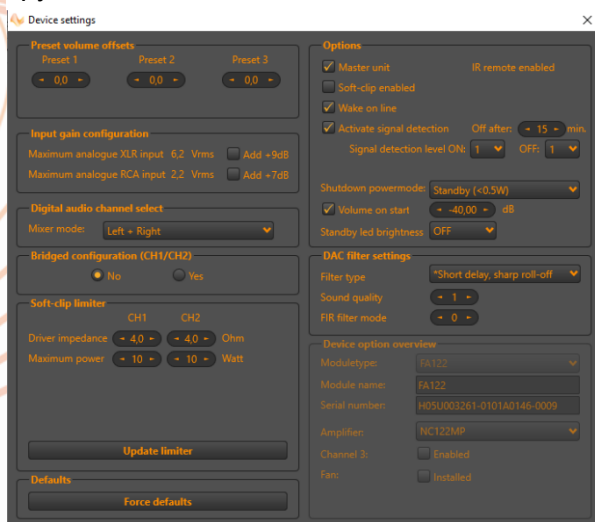


Рисунок 6: Экран Device settings

Preset volume offsets (Смещения громкости пресетов). Громкость пресета — смещение относительно громкости master. Задаётся для каждого пресета отдельно, диапазон от -24dB до +24dB. Input gain configuration (Настройка усиления входа). Усиление входа задаётся пайкой небольших перемычек (jumper) на плате DSP. Настройка на экране лишь показывает, что перемычки запаяны; само усиление она не меняет. ВНИМАНИЕ: это продвинутая доработка, нужен опыт пайки. Подробности — в руководстве FusionAmp. Digital audio channel select (Выбор цифрового аудиоканала). Для 2- и 3-полосных FusionAmp (MP-DSP Digin для OEM-пользователей) нужно указать DSP, какой канал в цифровом

сигнале использовать. По умолчанию для сабвуферных схем складываются левый и правый каналы, но для стерео можно выбрать «Left» или «Right», и тогда FusionAmp выдаёт только левый или правый сигнал. Bridged configuration (CH1/CH2) (Мостовая конфигурация). На 2- и 3-полосных FusionAmp можно объединить первые 2 выхода в мост (BTL). Тогда в DSP за выходной сигнал отвечает только канал 1. Канал 2 отключается внутри, и все фильтры и задержки, заданные на канале 2, не действуют. Изменение вступит в силу только после перезапуска DSP: выключите FusionAmp пультом или выключателем питания и включите снова (это сделано из соображений безопасности). После смены конфигурации BTL нужно заново загрузить параметры soft-clip, если используется ограничитель soft-clip. Soft-clip limiter (Ограничитель soft-clip). DSP в FusionAmp имеет программный ограничитель выходной мощности. Как только достигнут лимит, он снижает мощность до заданного значения, а красный светодиод на передней панели FusionAmp мигает. Чтобы настроить ограничитель, задайте максимальную выходную мощность и импеданс динамиков для каждого канала. Мощность задаётся шагом 5 Вт RMS. После настройки нажмите «Update limiter», чтобы сохранить параметры в FusionAmp, и отметьте «Soft clip enabled», чтобы включить ограничитель. В конфигурации BTL ограничитель работает на 1 канал. См. также раздел «Bridged configuration».

Master-устройство обычно имеет подключённый пульт ДУ RC5 для громкости, выбора источника или пресета. В Options отметьте «Master unit», если подключённое устройство — master; снимите отметку, если оно подключено к master как slave. Важно: при подаче питания на master и slave включайте их одновременно или сначала slave, потом master. Если master запустится раньше slave, slave может не получить команды от master. Soft-clip enabled (Soft-clip включён). Если отмечено, ограничитель soft-clip активен и ограничивает выходы по мощности и импедансу, заданным в «Soft-clip limiter». Wake on line (Пробуждение по линии). Если отмечено, FusionAmp включается сразу после подачи питания. Если снято, при подключении к сети он переходит в режим ожидания и включается только по команде. Activate signal detection (Детекция сигнала). У FusionAmp два режима энергосбережения: «Standby» и «Low power» (см. «Shutdown power-mode»). В любом из них устройство может включиться по аналоговому сигналу на входах XLR или RCA. В режиме «Low-power» оно также реагирует на аудио на любом цифровом входе. Чтобы включить детекцию, установите флажок. При включённой детекции устройство также переходит в выбранный режим энергосбережения, если нет аудио заданное время, по умолчанию 15 минут. Начиная с HFD 4.95 и прошивки FusionAmp 1.41, можно задать чувствительность детекции аудио. Доступны четыре уровня, 1..4. Уровень 1 — по умолчанию и самый чувствительный: устройство включается при уровне около -60dB и выключается, когда уровень падает ниже -70dB.

Options (Опции). Master unit (Устройство master). FusionAmp можно использовать в системе из нескольких устройств, например в стерео-паре. Если соединить два устройства по S/PDIF и нужно регулировать громкость на обоих, один FusionAmp назначьте master, другой — slave.

Если FusionAmp неожиданно включается или не выключается автоматически при включённой детекции сигнала, попробуйте изменить чувствительность. Уровень 4 — самый малочувствительный. Шаг между уровнями около 5dB. Чувствительность задаётся только для аналоговых входов, которые включают FusionAmp. Цифровые входы зафиксированы на -60dB. Уровни включения и выключения можно задавать разными, но уровень выключения не должен быть менее чувствительным, чем уровень включения: иначе FusionAmp выключится, и тут же включится снова, потому что порог включения выше порога выключения. HFD следит, чтобы LevelOFF был меньше или равен LevelON. Уровень выключения также действует на «auto-source» детекцию, то есть можно менять уровень поиска аудио. Когда аудио падает ниже выбранного уровня. Для детекции цифрового аудио задан фиксированный уровень -60dB.

Громкость SUBIN абсолютная (только для 1-полосного FusionAmp или MP-SubIn)



Рисунок 7: Настройка громкости SUBIN. По умолчанию ручка громкости на 1-полосном FusionAmp (MP-DSP Subin для OEM-пользователей) смещает громкость master в пределах от -12dB до +12dB. Если нужно управлять всем диапазоном (от -96dB до +18dB) ручкой, выберите эту опцию. Но используйте осторожно! Если опция включена и ручка стоит на +18dB, FusionAmp может выдать максимальную мощность и повредить динамики и слух. Примечание: при включённой опции настройка громкости master игнорируется. Shutdown power mode (Режим выключения питания). Как сказано в разделе «Activate signal detection», FusionAmp знает два режима энергосбережения: «Standby» и «Low-Power».

В режиме «Standby» устройство потребляет меньше 0,5 Вт от сети. Выйти из него можно только аудио на аналоговых входах XLR или RCA (для 1-полосного — SUB in), если включена детекция сигнала (см. «Activate signal detection»), либо пультом ДУ, если устройство им оснащено. Чувствительность настраивается в четырёх уровнях. Если аудио обнаружено не менее 0,5 с, устройство запускается. В режиме «Low-power» FusionAmp (только 2- и 3-полосный) также сканирует цифровые входы. Когда на одном из цифровых источников появляется аудио не ниже -60dB в течение не менее 0,5 с, система запускается. В режиме Low power FusionAmp потребляет меньше 1,5 Вт.

Volume on start (Громкость при старте).

FusionAmp может применить громкость по умолчанию после запуска, чтобы при включении громкость всегда была известна. Можно задать значение от -96.0dB до +18.0dB. Оставьте опцию снятой, если хотите, чтобы FusionAmp стартовал с последней выбранной громкостью. Если FusionAmp — master, он отправляет свою стартовую громкость всем подключённым slave во время загрузки. Если связь при старте не удалась, у slave будет громкость по умолчанию -96dB. Standby led brightness (Яркость светодиода Standby). Если к FusionAmp подключена опция «front» (небольшая плата с двухцветным светодиодом и ИК-приёмником, продаётся отдельно), яркость красного светодиода на ней можно установить: «OFF», 25%, 50%, 75% или 100%. Если подключена опция «display», вместо «Standby led brightness» появится другая настройка:



Яркость дисплея задаётся от 0 до 15: 0 — очень тусклый, 15 — максимальная яркость. Значение под «max» — яркость, которую дисплей использует при показе новой настройки или предупреждения (по умолчанию 15). Через несколько секунд, если показана новая настройка, дисплей обновляется



и показывает логотип. В это время яркость будет равна значению из «dimmed» (по умолчанию 6). DAC filter settings (Настройки DAC-фильтров). Начиная с прошивки 1.3, можно управлять внутренними фильтрами DAC. Подробности — в datasheet AK4454. Можно менять тип фильтра, качество звука (1..3) и настройки FIR (0..7). *Примечание: только для опытных пользователей. Оставьте эти настройки по умолчанию, если не понимаете, что они делают.

Defaults (Значения по умолчанию). Все настройки можно вернуть к исходным значениям. После подтверждения значения по умолчанию сразу записываются в подключённый FusionAmp. Лучше сделать это, если громкость установлена на низкое значение. Учтите: ограничитель soft-clip будет отключён!

Filter Design (Проектирование фильтров). Этот раздел описывает инструмент Filter Design в HFD. Подробнее о конкретных модулях — в руководствах, а для FusionAmp — в разделе Fusion amp device settings. Filter Design имеет два экрана: расширенный, который показывает внутреннее устройство DSP и где можно сортировать biquad, и графический, где фильтры создаются по импульсным данным и добавлением biquad. При создании нового проекта HFD всегда сначала открывает графический интерфейс. Кнопка в правом нижнем углу с надписью «Advanced» переключает на расширенный экран. Вернуться к графическому экрану можно кнопкой на том же месте с надписью «Back to filter design». Menu bar (Строка меню). В верхнем меню экрана четыре пункта (не все всегда доступны):

- File (Файл) ▪ Tools (Инструменты) ▪ Load filter to DSP (Загрузить фильтр в DSP) ▪ PRESET (Пресет)

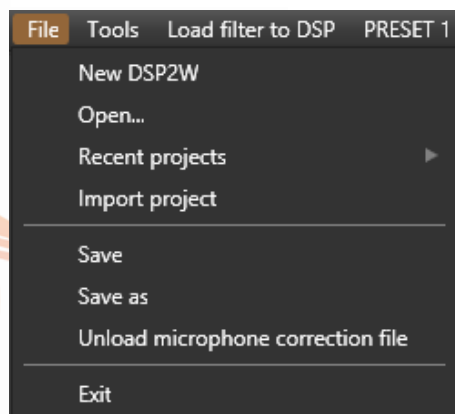


Рисунок 8: Меню File. Меню File в основном нужно для открытия, сохранения и создания проектов, а также для загрузки и выгрузки файла коррекции микрофона. Когда устройство подключено к компьютеру по USB, можно создать новый проект только для этого устройства (в примере DSP2W). Проекты хранятся в папке «Documents» вашего профиля, в каталоге «FilterData». Проект состоит

из одного файла Config.xml и файлов с данными импульсной характеристики. Проекты, созданные в более ранних версиях HFD, можно импортировать кнопкой «Import project». Если производитель измерительного микрофона предлагает файл коррекции (*.txt/*.dat), загрузите его здесь. Он будет загружаться автоматически при каждом запуске HFD. Учитывайте это и проверяйте, загружен ли файл коррекции микрофона, при старте нового проекта.

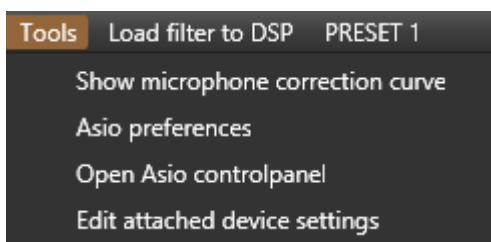


Рисунок 9: Меню Tools. Меню Tools служит для выбора входного и выходного оборудования, которое генерирует свипы и измеряет входящий звук, чтобы создавать собственные файлы импульсных характеристик. Используйте драйверы ASIO, чтобы избежать задержек Windows. Если производитель оборудования не предоставляет драйверы ASIO, можно взять драйверы с <http://www.asio4all.org/>. Также здесь можно скрыть или показать загруженную кривую коррекции микрофона на графическом экране Filter Design или менять настройки устройства в реальном времени, когда устройство подключено к компьютеру. «Asio preferences» открывает окно, где выбирают аудиоустройство, входной и выходной канал этого устройства, чтобы настроить оборудование и делать измерения на графическом экране Filter Design.



Рисунок 10: Настройка Asio preferences

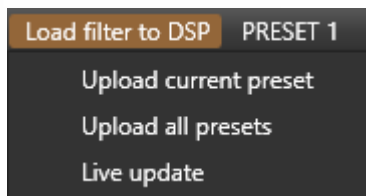


Рисунок 11: Меню Load filter to DSP. Фильтры можно загрузить в устройство для каждого пресета отдельно или загрузить все пресеты одним нажатием. Если загружаете все пресеты, убедитесь, что реализованы кроссоверы для защиты динамиков! Выберите пресет в меню PRESET, при необходимости отредактируйте его и загрузите в подключённое устройство либо загрузите все пресеты. Меню PRESET

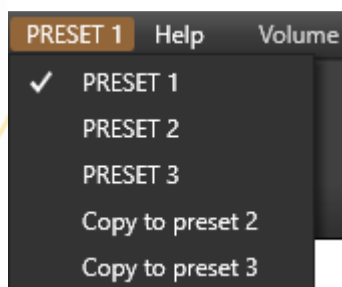


Рисунок 12: Меню PRESET. Выберите пресет, если устройство поддерживает пресеты. Также можно скопировать текущий выбранный пресет в другой пресет. Это действие перезаписывает все настройки фильтров целевого пресета. Настройки на главном экране и на экране настроек устройства сохраняются. Advanced filter design screen (Экран Advanced filter design)



Рисунок 13: Обзор расширенного экрана

На расширенном экране можно:

- Дважды кликнуть по блоку «NC252MP ch1», чтобы открыть графический интерфейс
- Кликнуть правой кнопкой по блоку «NC252MP ch1», чтобы открыть подменю
- Выбрать biquad левым кликом по biquad-фильтру
- Выбрать несколько biquad: Ctrl и левый клик
- Поменять biquad местами (sort): выбрать ровно два biquad на одном канале и кликнуть правой кнопкой по одному из них
- Смотреть параметры biquad-фильтра (справа вверху)
- Смотреть отклик biquad (справа внизу)
- Связать каналы (до трёх slave)
- Выбрать пресет для работы
- Загрузить фильтры в подключённое устройство
- Скопировать весь канал в другой

Подменю канала: после правого клика по блоку «NC252MP ch1» откроется подменю с настройками этого канала. Правый клик по блоку «NC252MP ch2» откроет подменю канала 2 и так далее.

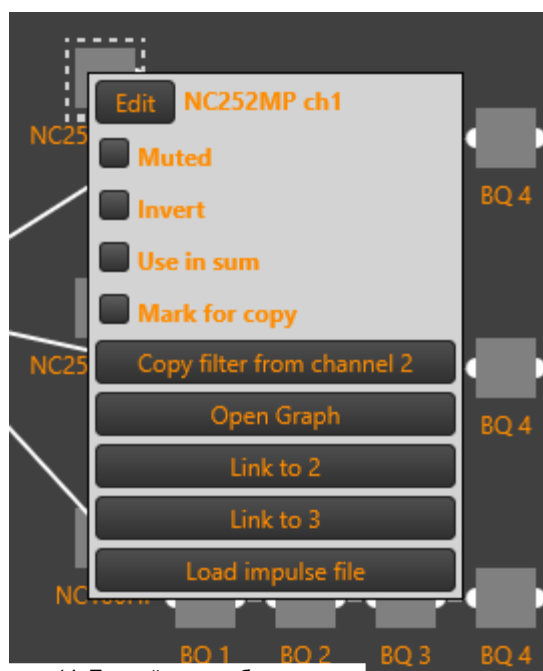


Рисунок 14: Правый клик по блоку канала

Здесь можно:

- менять свойства канала
- открыть графический интерфейс (то же, что двойной клик по блоку канала)
- связать этот канал с другим
- загрузить файл импульсной характеристики (measured response)
- включить/выключить mute для канала
- включить/выключить invert
- включить/выключить use channel in sum response
- отметить канал, чтобы копировать из него biquad в другой
- скопировать biquad из выбранного канала (кнопка «Copy filter from channel X» видна только когда канал отмечен для копирования)
- изменить имя канала в HFD (нажать «Edit» и изменить имя в открывшемся окне).

Подменю biquad: когда выбраны ровно два biquad на одном канале, их параметры можно поменять местами: правый клик по одному из них и «Exchange with ...»

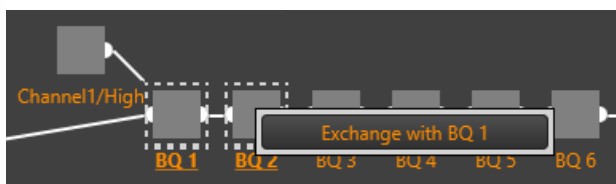


Рисунок 15: Правый клик по одному из двух выбранных biquad. Функция полезна для оптимизации вычислений DSP: постройте фильтр на графическом экране, затем отсортируйте biquad этой опцией. Просмотр суммы фильтров: при включённом «show sum» виден полностью отфильтрованный канал. Доступно только для каналов с загруженным откликом: кликните самый левый блок канала и нажмите «Load impulse file».

Загрузка измерений динамика: импульсную характеристику можно загрузить на графическом экране проектирования фильтров: выберите канал и нажмите «import», либо на расширенном экране: правый клик по самому левому блоку канала и «Load impulse file». Проектировщик фильтров ожидает измерение импульсной характеристики в текстовом файле, по одному отсчёту в строке. Абсолютное усиление не ограничено, важно лишь, чтобы оно было одинаковым для всех трёх измерений. Проектировщик вычисляет смещение усиления по всем загруженным откликам, чтобы центрировать их по вертикальной шкале.

Biquad-фильтры: чтобы настроить фильтрацию, нужно знать доступные biquad. Полный список фильтров есть в даташитах.

Задержка: задержку для каждого канала выбирают в общих настройках. Шаг крупнее, например около 21 μ s для AS2.100, из-за частоты дискретизации: задержка возможна только на целое число отсчётов, поэтому число шагов зависит от sample rate.



Рисунок 16: Экран графического проектирования фильтров

Проектирование фильтров: строите фильтры на графическом экране. Первый шаг: выровнять АЧХ драйверов во всём рабочем диапазоне. Для этого используйте shelf-фильтры и секции boost/cut. Острый пик с таким же острым провалом исправляется shelf-фильтром второго порядка с высокой Q. Решая, что корректировать, будьте осторожны. При коррекции ошибок дифракции не превышайте Q 3, иначе станет хуже. Ошибки внутри драйвера или внутренние резонансы корпуса, идущие через ту же диафрагму, можно исправлять жёстко, если измерение достаточно точное, чтобы их локализовать.

Эмпирическое правило: острые провалы — артефакты дифракции, острые пики — следствие самих драйверов. Исключения: резонансы комнаты (если отклик не обрезан корректно) и дифракция на повторяющихся структурах. Второй шаг: проектирование собственно кроссовера. Работают все обычные стратегии. Задержка высокочастотных драйверов относительно низкочастотных — мощная альтернатива асимметричным склонам, она заметно улучшает когерентность в области кроссовера.

Типы biquad-фильтров

Функция biquad	Параметры	
Unity	-	Секция не используется
Lowpass 1	Частота среза (всегда -3 дБ)	ФНЧ 1-го порядка
Lowpass 2	Частота среза (асимптот.) Q	ФНЧ 2-го порядка.
Highpass 1	Частота среза (всегда -3 дБ)	ФВЧ 1-го порядка
Highpass 2	Частота среза (асимптот.) Q	ФВЧ 2-го порядка
Shelf1	Центр. частота (середина) Усиление Направление	Полка 1-го порядка. Полезна для коррекции baffle-step
Shelf2	Центр. частота (середина) Усиление / Q / Направление	Полка 2-го порядка.
Asymmetric Shelf	Частота полюса и Q / частота нуля и Q	Коррекция НЧ закрытых корпусов с динамиками с большими магнитами
Boost/Cut	Центр. частота / Q / усиление	Фильтр провал/пик.
Allpass1	Центральная частота	Коррекция фазы
Allpass2	Центральная частота / Q	Коррекция фазы

Таблица 2: Типы biquad-фильтров

Экран графического проектирования фильтров состоит из четырёх основных частей (см. рисунок 17):

- Заголовок (1) -
- Левая панель: параметры объекта фильтра, параметры канала, общие настройки и опции записи (2)

- Правая панель: график выбранного канала (3)
- Нижняя панель: вкладки Magnitude, Impulse, Step и Phase, кнопки загрузки, очистки и сохранения импульсной характеристики, положение курсора (4)



Рисунок 17: Основные части экрана графического проектирования фильтров

Заголовок графика: показывает выбранный канал (подсвеченная полоса). Чтобы выбрать другой канал, кликните его имя. Здесь же видны усиление и задержка всех каналов. Канал включается и выключается кликом по полю «Mute» в заголовке. Так же каналы добавляются в суммарный отклик кликом по полю «Sum»: красный означает, что канал исключён из суммы, зелёный — входит в суммарный отклик.

Левая панель графика: при выборе фильтра на графике его параметры появляются в верхней части этой панели. Ниже — параметры канала: усиление (gain), задержка (delay) и опция invert. Имя канала и имя выхода можно менять, но эти изменения попадают только в проект и в DSP не загружаются, поэтому имена нужны для удобства. В блоке параметров канала показано число оставшихся объектов фильтра, а при установленном записывающем оборудовании появляется кнопка записи. Внизу левой панели — общие настройки: сглаживание (smoothing) и частота дискретизации измерения. Правая панель (график фильтра): здесь смотрят и/или меняют отклик выбранного канала, добавляют, отключают и удаляют объекты фильтров, показывают и скрывают импульсные отклики и суммарный отклик. Нижняя панель: график magnitude, impulse или step, импорт, очистка и сохранение импульсной характеристики канала, положение курсора на графике magnitude и переход на расширенный экран кнопкой «advanced».

Объекты фильтров

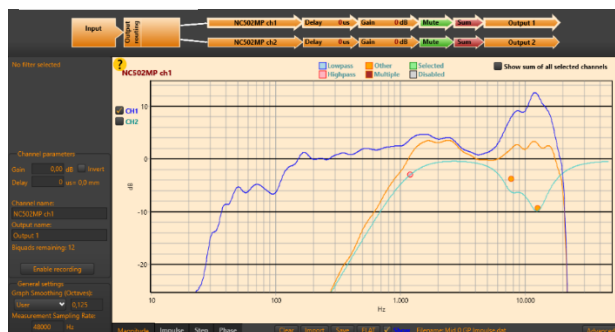


Рисунок 18: График фильтра. На графике magnitude толстая оранжевая линия — результат секций фильтров на измеренном отклике, красная линия — измеренный отклик (импульсная характеристика). Показать или скрыть измеренный отклик динамика можно галочкой «Show» внизу экрана или галочкой с номером канала сверху графика (в примере «1»). Объекты lowpass всегда синие, highpass — красные, выбранный объект фильтра — зелёный. Наложённые друг на друга фильтры дают тёмно-красный цвет. Остальные фильтры — оранжевые. Фильтр можно временно отключить, чтобы услышать эффект после загрузки параметров в подключённый DSP: такие объекты серые. Когда выбран объект фильтра (левым кликом по его кружку), его отклик рисуется бирюзовой линией. Если ничего не выбрано (левый клик в пустом месте графика, не на объекте фильтра), эффект всех включённых объектов рисуется одной бирюзовой линией. Линия суммы показывается галочкой «Show sum of all selected channels» справа сверху графика и рисуется чёрным цветом.

Импульсные отклики других каналов тоже можно добавить на график. Они рисуются очень светло-фиолетовым цветом при включении галочки с номером канала вверху графика (в примере канал 2 недоступен, так как для него не загружен импульсный отклик, и галочка «2» неактивна). Ось Y прокручивается: зажмите левую кнопку мыши в любом месте графика (НЕ на объекте фильтра) и тяните вверх или вниз. Добавление объекта фильтра: выберите канал, кликнув его имя в заголовке каналов (вверху экрана):



Рисунок 19: Выбор канала на графическом экране. В данном случае выбран «Channel1/High» (обведён толстой яркой линией). Чтобы добавить фильтр к выбранному каналу, кликните правой кнопкой в графике на частоте, где нужен biquad. Появится всплывающее меню:

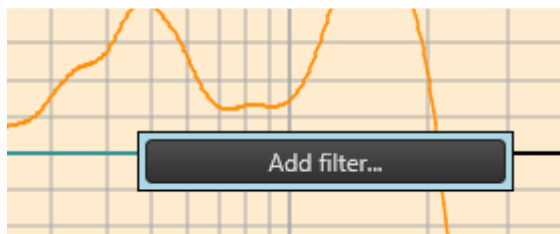


Рисунок 20: Добавление объекта фильтра. Кликните «Add filter...», чтобы открыть слева параметры фильтра:



Рисунок 21: Выбор функции объекта фильтра

Откройте выпадающий список Function и выберите нужную функцию фильтра. Это надо сделать до любых других действий, иначе добавление отменится. Например, выберите «BoostCut»:

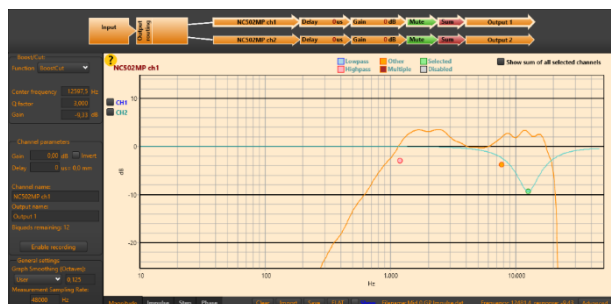
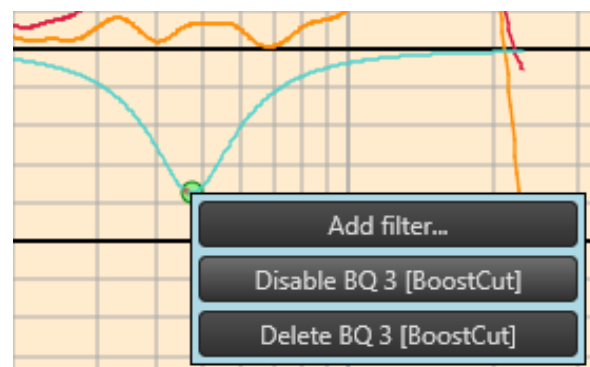


Рисунок 22: Кривая объекта фильтра. После выбора функции параметры меняют вручную (частота, Q и усиление) или мышью.левой кнопкой зажмите зелёный кружок и перетащите его на нужное место. Колесом мыши меняется Q. Колесо удобно и над полем ввода: если курсор над полем «Center frequency» и вы крутите колесо, меняется частота; так же над полями Q, gain и delay. При перетаскивании фильтра меняются частота и усиление, а колесо во время перетаскивания меняет и Q. Отключение и удаление объекта фильтра: выберите его кружок, кликните правой кнопкой и откройте подменю:



Если фильтры наложены друг на друга, в меню появятся кнопки и для других объектов. Левый клик мышью:

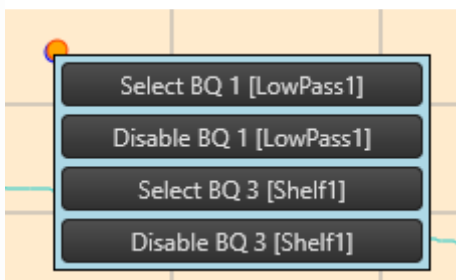


Рисунок 24: Левый клик мышью. Правый клик мышью:

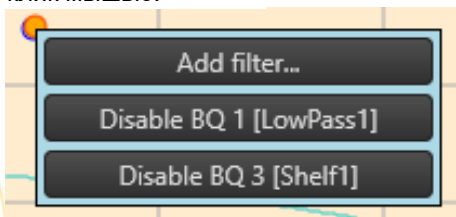


Рисунок 25: Правый клик мышью. ВНИМАНИЕ: отключённый объект фильтра не загружается в DSP. Функцию отключения удобно использовать, чтобы временно убрать объект с канала и послушать его влияние.

График импульсной характеристики: выберите график Impulse, нажав вкладку «Impulse» в нижней панели. Он показывает загруженные данные. Прокрутка по осям X и Y: зажмите левую кнопку и тяните. Приблизить часть кривой: нажмите среднюю кнопку мыши (или колесо) и выделите прямоугольник вокруг нужного участка слева направо. Когда отпустите среднюю кнопку, график перерисовывается. Так можно выбрать участок импульса и обрезать его кнопкой «Truncate» на нижней панели, например чтобы убрать эхо. Отдалить: нажмите среднюю кнопку (или колесо) и выделите прямоугольник справа налево, размер не важен. Масштабировать можно многократно.

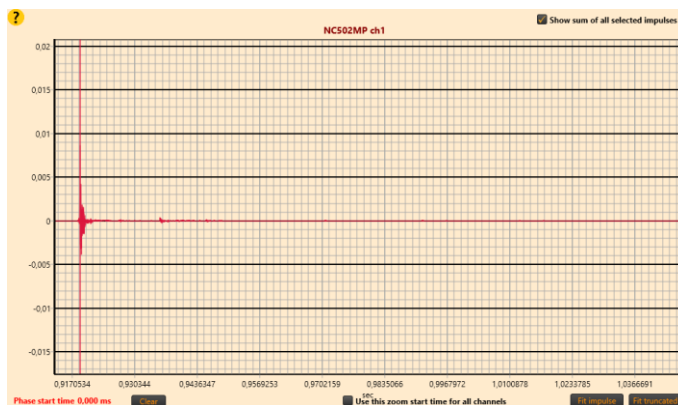


Рисунок 26: График импульсной характеристики. После обрезки импульсной характеристики можно задать её начальное значение для всех каналов. Тогда SUM-отклик всегда использует правильные задержки, заложенные при измерении всех драйверов, но только если измерительная установка не менялась. График Step: выберите вкладку «Step» в нижней панели. Как и у графика Impulse, его можно сдвигать, зажав левую кнопку, масштабирование работает так же.

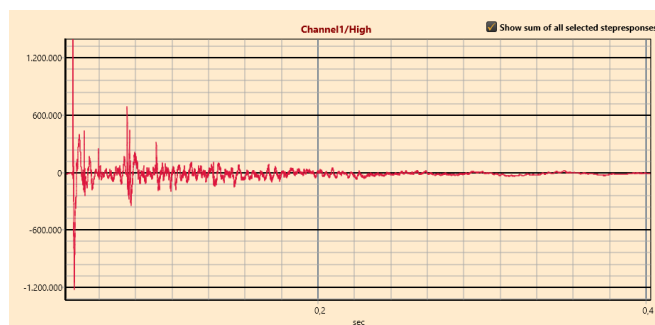


Рисунок 27: График переходной характеристики (step)

Примеры проектирования фильтров: после выравнивания импульсной характеристики можно пропустить или заблокировать сигнал для конкретного драйвера. Фильтры первого порядка имеют наклон 6dB/Octave, второго порядка — 12dB/Octave и так далее. Для сборки фильтров высокого порядка приведены примеры: Butterworth, Linkwitz-Riley и Bessel. Также показан фазовый график Allpass1 и Allpass2.

Butterworth: чтобы собрать фильтр нижних частот Butterworth, соедините biquad каскадом с одинаковой частотой среза и нужными значениями Q. В таблице показаны значения Q для фильтров Butterworth от 2-го до 6-го порядка:

Порядок	Q 1-й biquad	Q 2-й biquad	Q 3-й biquad
2	0.71		
3	фильтр 1-го порядка, без Q	1.0	
4	0.54	1.31	
5	фильтр 1-го порядка, без Q	0.62	1.62
6	0.52	0.71	1.93

Таблица 3: Коэффициенты Butterworth. Пример фильтра нижних частот Butterworth 3-го порядка (Fc=1000Hz)

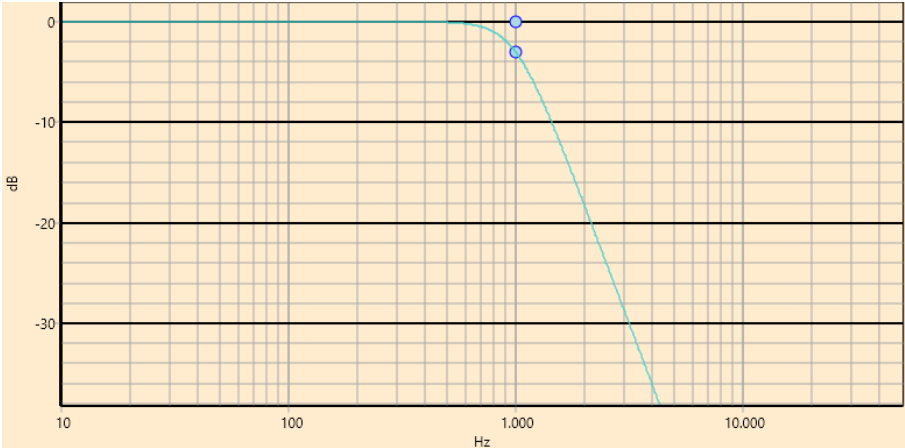
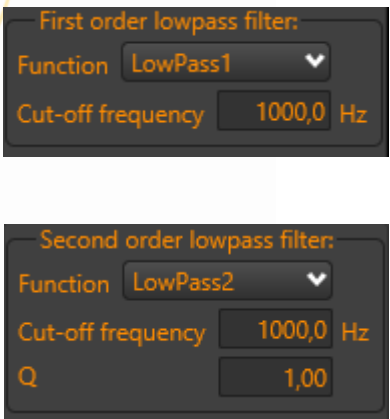


Рисунок 28: Пример фильтра нижних частот Butterworth 3-го порядка

Пример фильтра нижних частот Butterworth 4-го порядка (Fc=1000Гц)

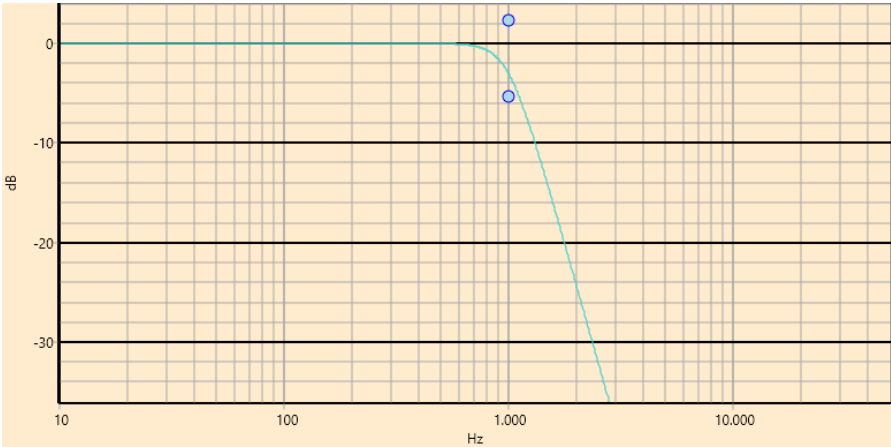
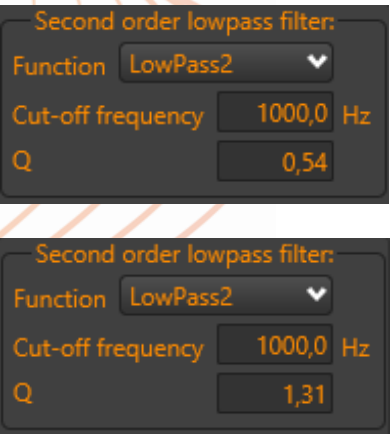


Рисунок 29: Пример фильтра нижних частот Butterworth 4-го порядка

Пример фильтра нижних частот Butterworth 5-го порядка ($F_c=1000\text{Hz}$)

First order lowpass filter:
 Function
 Cut-off frequency Hz

Second order lowpass filter:
 Function
 Cut-off frequency Hz
 Q

Second order lowpass filter:
 Function
 Cut-off frequency Hz
 Q

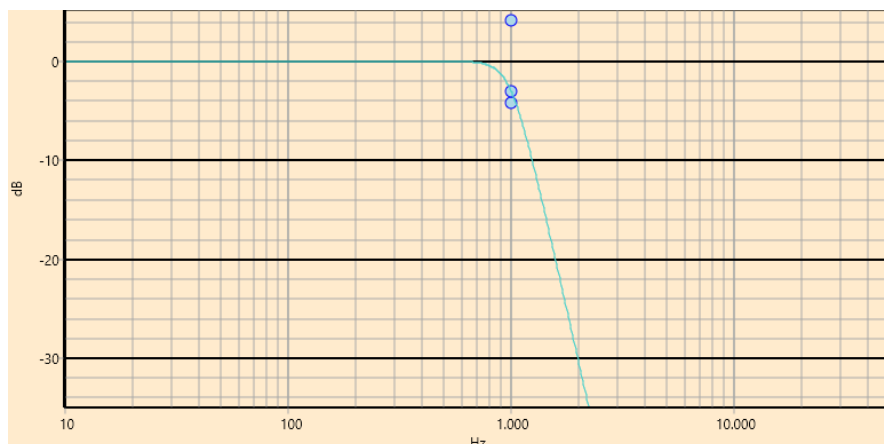


Рисунок 30: Пример фильтра нижних частот Butterworth 5-го порядка. Пример фильтра нижних частот Butterworth 6-го порядка ($F_c=1000\text{Hz}$)

Second order lowpass filter:
 Function
 Cut-off frequency Hz
 Q

Second order lowpass filter:
 Function
 Cut-off frequency Hz
 Q

Second order lowpass filter:
 Function
 Cut-off frequency Hz
 Q

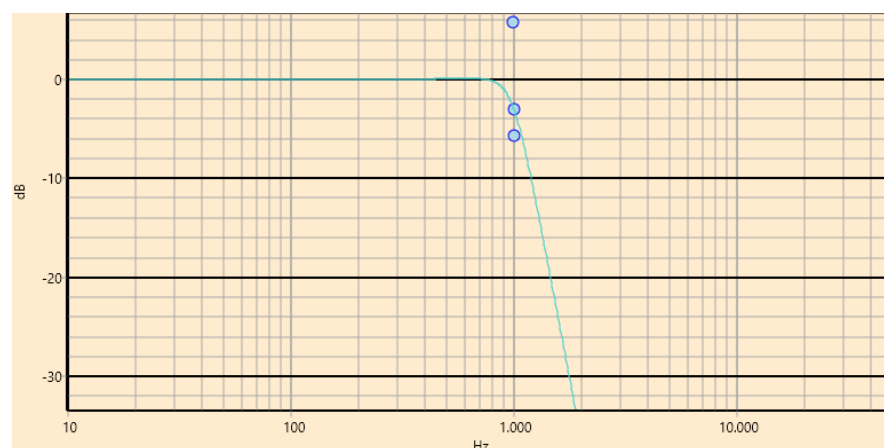


Рисунок 31: Пример фильтра нижних частот Butterworth 6-го порядка. Linkwitz-Riley: для лучших результатов кроссовера хорошо подходят фильтры Linkwitz-Riley. Они бывают только чётного порядка: 2-го, 4-го, 8-го и т. д. Фильтр 2-го порядка даёт сдвиг фазы 180 градусов. Лучшее всего использовать 4-го порядка Linkwitz-Riley, дающий сдвиг фазы 360 градусов. Тогда выходы low и high оказываются в фазе (хотя у low выход задержан на один период). Фильтр LR 2-го порядка (нижних или верхних частот) имеет Q 0.71 у biquad. Фильтр LR4 — каскад из двух фильтров Butterworth 2-го порядка

(см. Butterworth). Фильтр LR8 — каскад из двух фильтров Butterworth 4-го порядка и т. д. Главное преимущество LR: при использовании как lowpass и highpass кроссовера с одинаковой частотой среза суммарный отклик плоский. Пример: кроссовер LR4, частота среза 1kHz. Создайте два lowpass biquad на канале 1 и два highpass biquad на канале 2. Все четыре biquad имеют Q 0.71, как в каскадных фильтрах Butterworth:

Для канала 1 (низкочастотный драйвер)

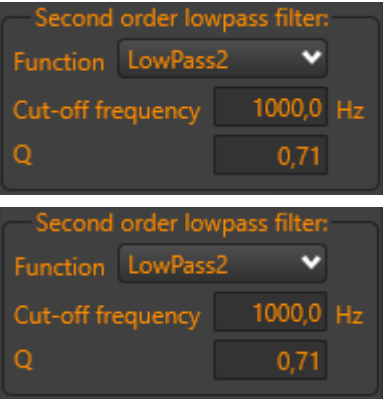
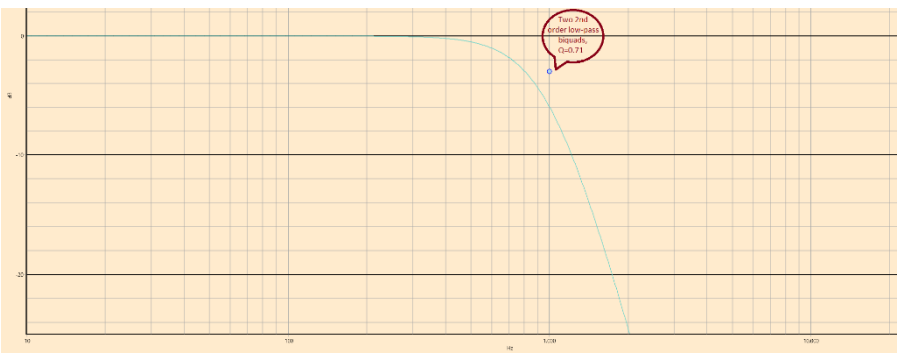


Рисунок 32: Настройки biquad канала 1



Для канала 2 (высокочастотный драйвер)

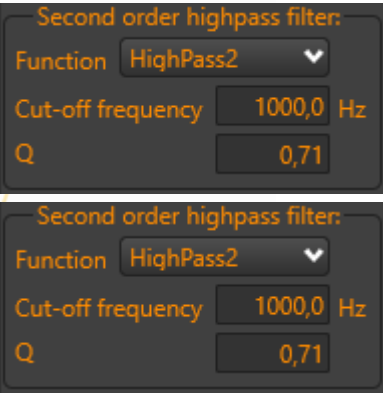


Рисунок 33: Настройки biquad канала 2. Суммарный результат обоих каналов (это можно смоделировать в HFD, загрузив плоский импульсный файл на оба канала): результат фильтра Linkwitz-Riley плоский во всём диапазоне частот (чёрная линия чуть ниже 0dB):

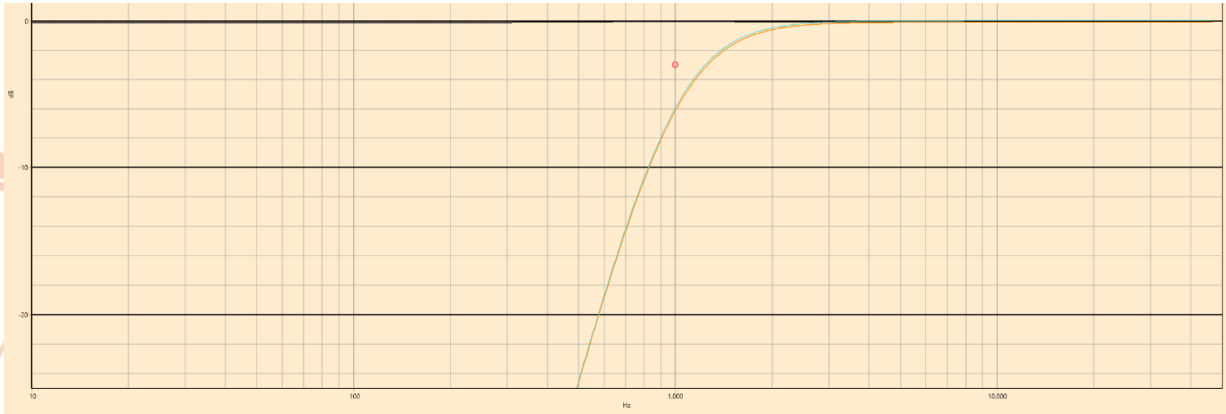
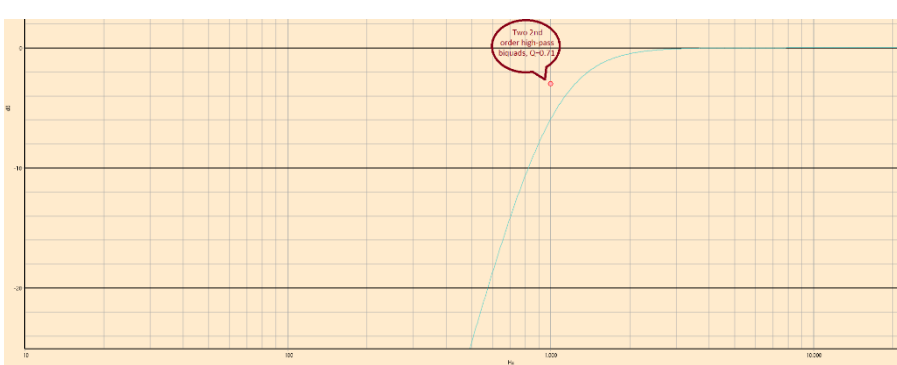


Рисунок 34: Суммарный результат обоих каналов

Порядок LR Q 1-го biquad		Q 2-го biquad	Q 3-го biquad	Q 4-го biquad	Примечания
2	0.5				
4	0.71	0.71			Рекомендуемый кроссоверный фильтр
8	0.54	1.31	0.54	1.31	

Таблица 4: Коэффициенты Linkwitz-Riley

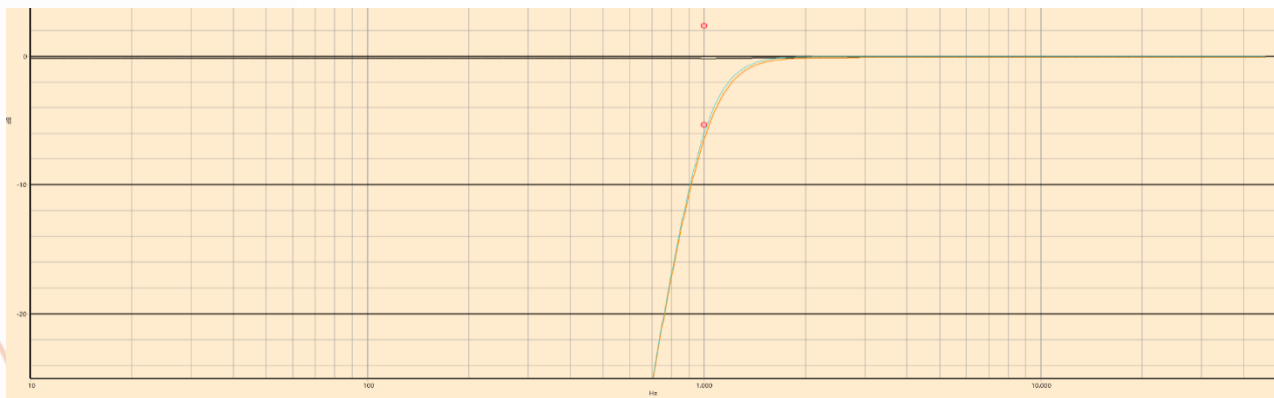


Рисунок 35: График highpass LR8. Немного трудно разглядеть, но чуть ниже 0dB видна СУММА первого и второго каналов: она очень ровная во всём диапазоне частот.

Фильтры Bessel имеют более линейную фазовую характеристику, чем Butterworth, но худшую частотную. Они строятся так же, как Butterworth, отличаются только частоты среза используемых biquad. В таблице 3 показаны коэффициенты умножения частоты среза и значения Q для фильтров Bessel от 2-го до 6-го порядка:

Порядок	Q 1-го biquad	Первый коэффициент частоты	Q 2-го biquad	Второй коэффициент частоты	Q 3-го biquad	Третий коэффициент частоты
2	0.58	1.27x				
3	1-го порядка, без Q	1.32x	0.69	1.45x		
4	0.81	1.60x	0.52	1.43x		
5	1-го порядка, без Q	1.50x	0.92	1.76x	0.56	1.56x
6	1.02	1.90x	0.61	1.69x	0.51	1.60x

Таблица 5: Коэффициенты фильтра Бесселя

Частота среза объекта фильтра = $F_c \times \text{коэффициент частоты}$. Например, для фильтра нижних частот Бесселя 4-го порядка с частотой среза (F_c) 1000 Гц понадобятся два biquad:

Biquad	Частота среза	
1	$1.6 \times 1000 = 1600 \text{ Hz}$	0.81
2	$1.43 \times 1000 = 1430 \text{ Hz}$	0.52

Таблица 6: Пример фильтра Бесселя 4-го порядка, $F_c = 1000 \text{ Гц}$

Для фильтра нижних частот Бесселя 6-го порядка с частотой среза 1000 Гц понадобятся три biquad:

Biquad	Частота среза	
1	$1.9 \times 1000 = 1900 \text{ Hz}$	1.02
2	$1.69 \times 1000 = 1690 \text{ Hz}$	0.61
3	$1.6 \times 1000 = 1600 \text{ Hz}$	0.51

Таблица 7: Пример фильтра Бесселя 6-го порядка, $F_c = 1000 \text{ Гц}$

Пример фильтра нижних частот Бесселя 4-го порядка ($F_c=1000$ Гц)

Second order lowpass filter:

Function

Cut-off frequency Hz

Q

Second order lowpass filter:

Function

Cut-off frequency Hz

Q

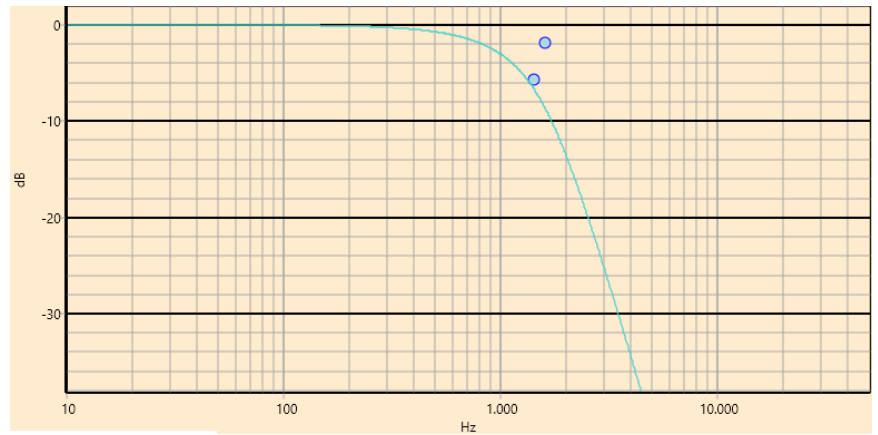


Рисунок 36: Пример фильтра нижних частот Бесселя 4-го порядка. Пример фильтра нижних частот Бесселя 6-го порядка ($F_c=1000$ Гц)

Second order lowpass filter:

Function

Cut-off frequency Hz

Q

Second order lowpass filter:

Function

Cut-off frequency Hz

Q

Second order lowpass filter:

Function

Cut-off frequency Hz

Q

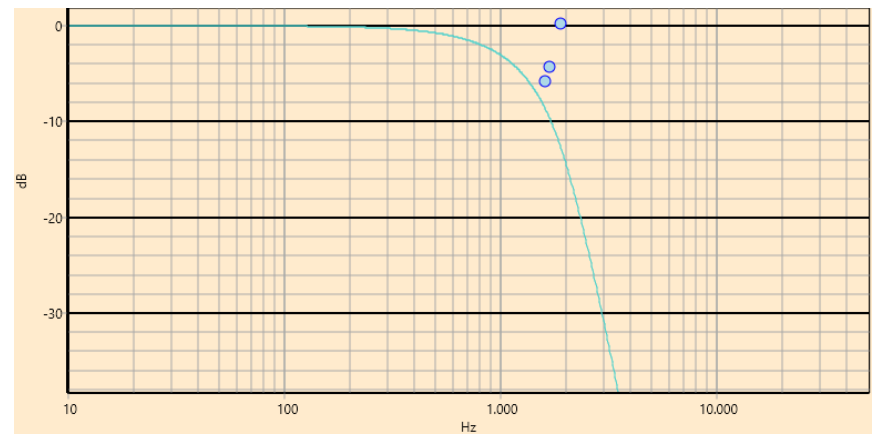


Рисунок 37: Пример фильтра нижних частот Бесселя 6-го порядка

Кроссовер на фильтрах Бесселя. При создании кроссовера для фильтров верхних частот используйте $1/\text{freqFact}$. Например, если вы реализовали фильтр нижних частот 2-го порядка с коэффициентом частоты 1.27, для фильтра верхних частот используйте коэффициент $1/1.27=0.787$. Тогда biquad совпадут по характеристикам на уровне -3 дБ, если инвертировать один канал. Например, кроссовер 2-го порядка на 500 Гц: фильтр нижних частот на канале 1 и фильтр верхних частот на канале 2, канал 2 инвертирован.

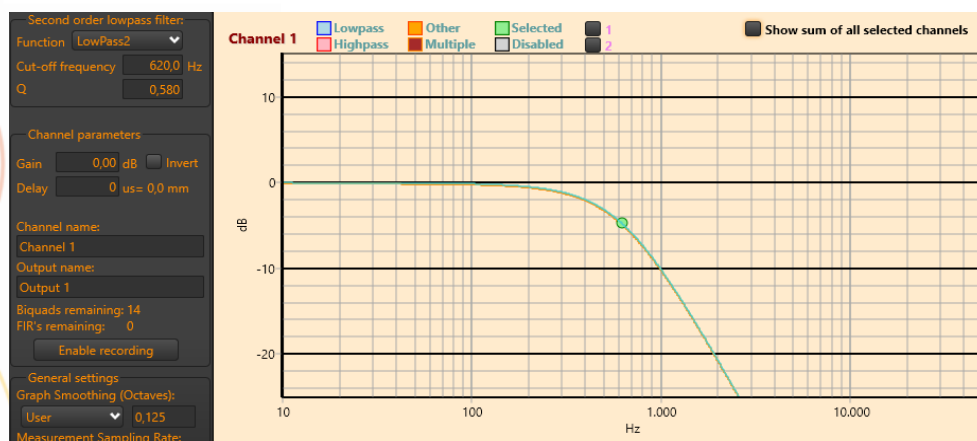


Рисунок 38: Канал 1, фильтр нижних частот

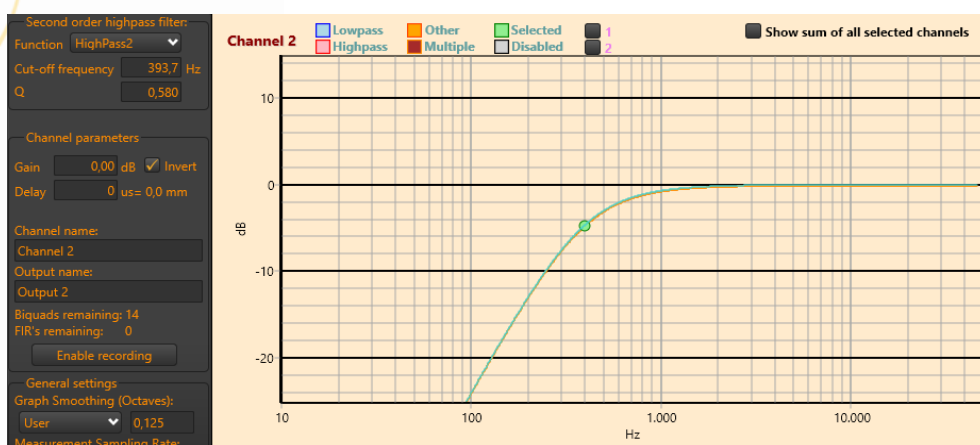


Рисунок 39: Канал 2, фильтр верхних частот. Обратите внимание на инвертированный канал 2. Даст следующий суммарный отклик:

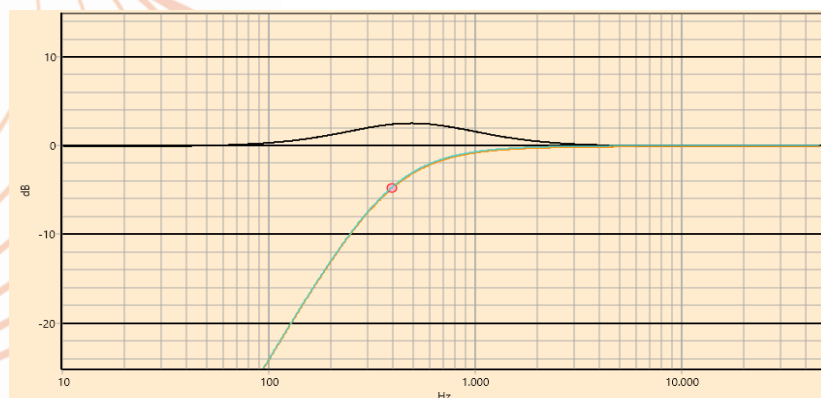


Рисунок 40: Суммарный отклик. На расчётной частоте кроссовера (500 Гц) виден небольшой подъём.

All pass 1. Фильтры All pass реализованы 1-го и 2-го порядка. Фильтр All pass 1 имеет усиление 0 дБ, но с ростом частоты фаза падает от 180 до 0 градусов.

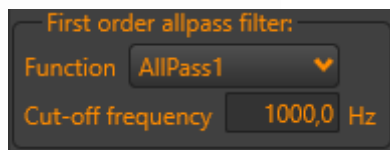


Рисунок 41: Фильтр All pass 1

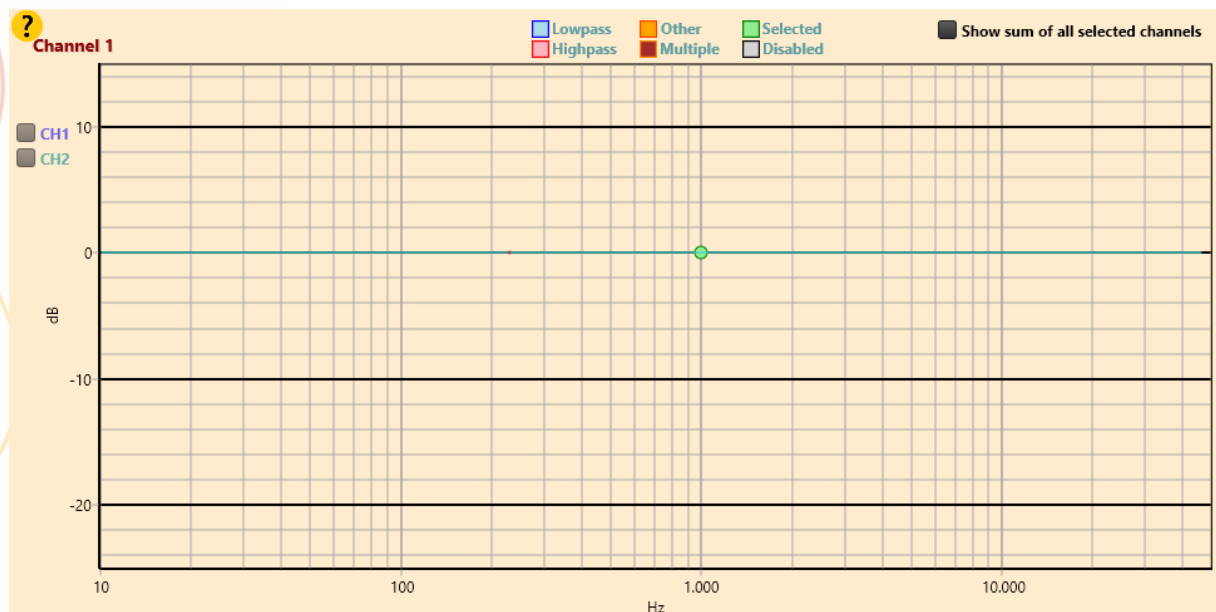


Рисунок 42: Усиление 0 дБ на всём диапазоне частот

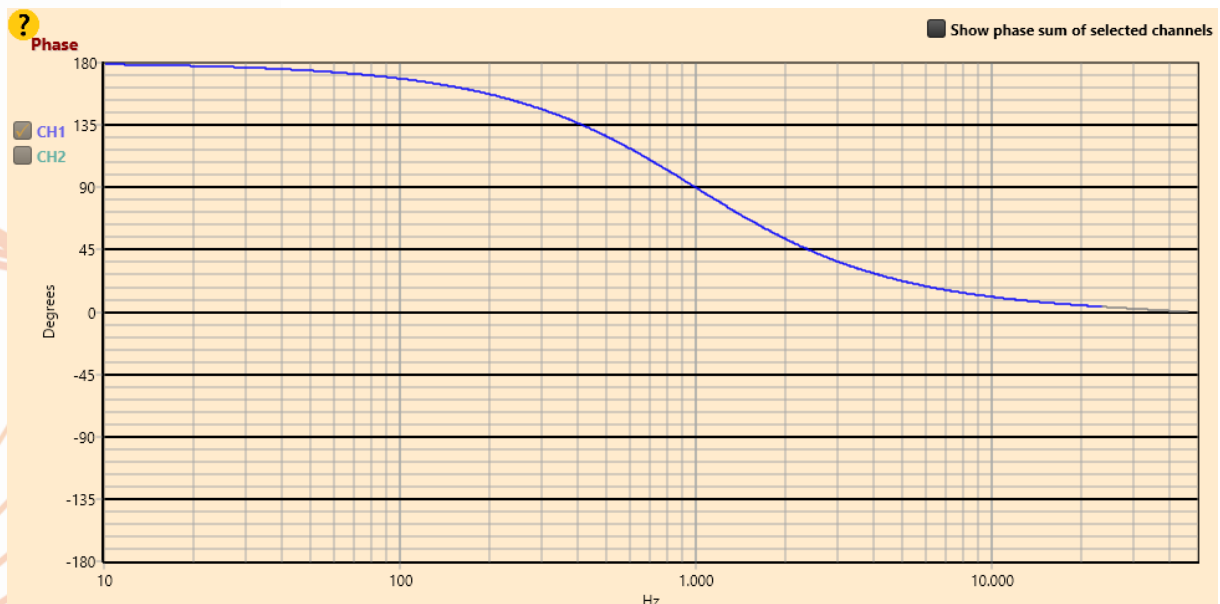


Рисунок 43: На частоте 1 кГц фаза фильтра составляет 90 градусов

All pass 2. Как и фильтр All pass 1-го порядка, All pass 2 не добавляет усиления, но вносит сдвиг фазы в сумме 360 градусов:

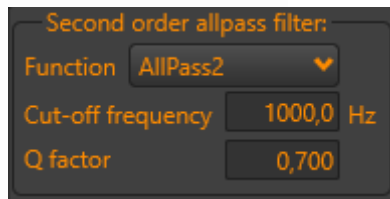


Рисунок 44: Фильтр All pass 2

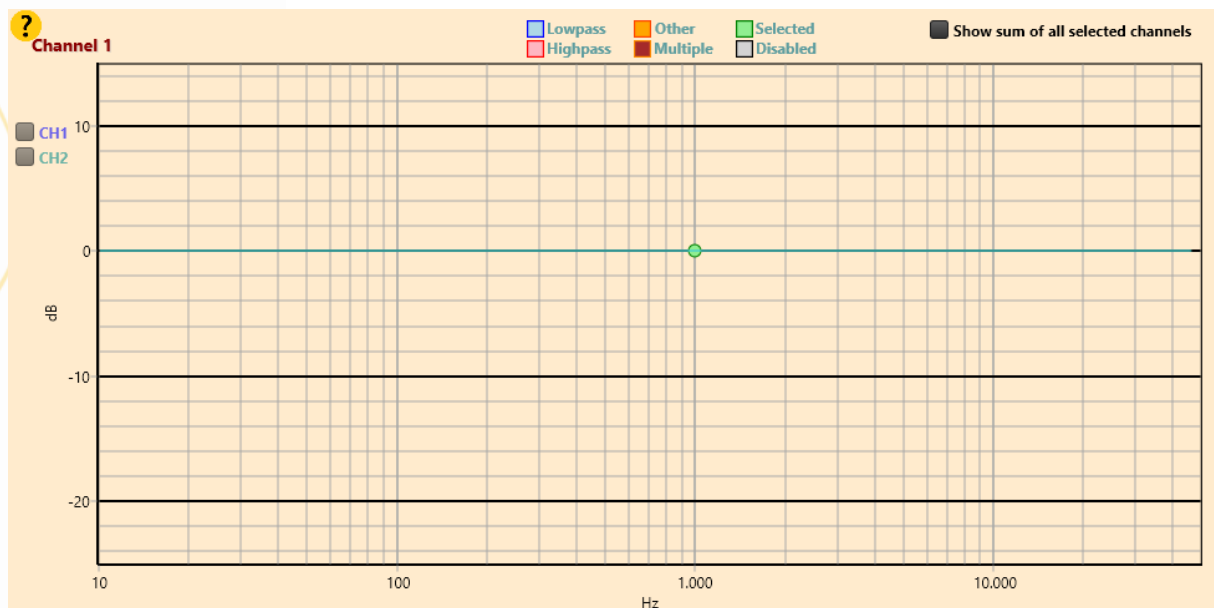


Рисунок 45: Усиление 0 дБ на всём диапазоне частот

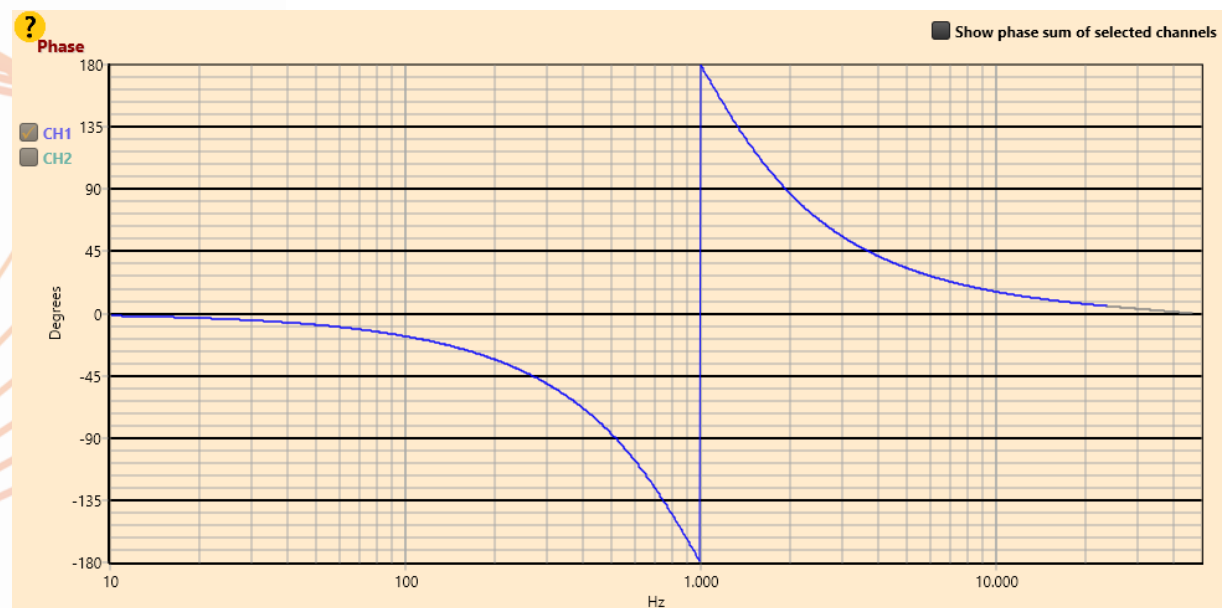


Рисунок 46: Фазовая характеристика начинается с 0 градусов и падает до -180 градусов на центральной частоте

График фазы. HFD может показать фазу отклика канала. Её можно открыть на вкладке 'Phase' (Фаза):

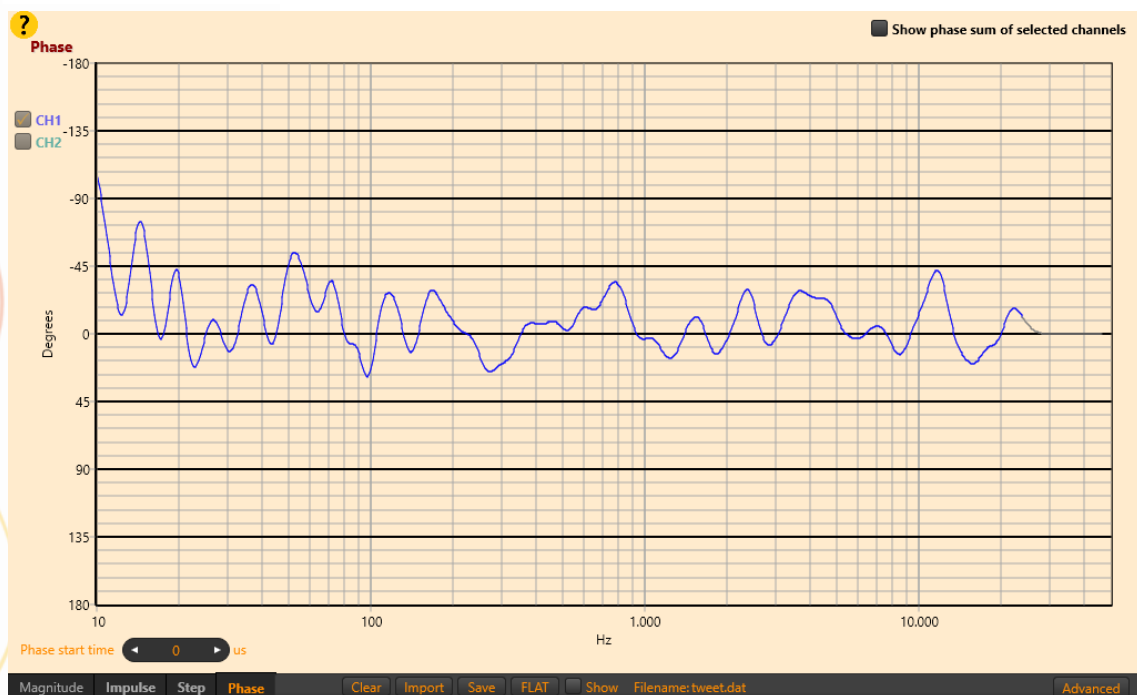


Рисунок 47: График фазы. Из-за задержек записи фаза сильно оборачивается. Чтобы пропустить задержку записи, можно изменить время начала (start time). Это делается кликом по стрелкам '<' или '>' в поле start time или наведением мыши на поле и прокруткой колеса. Каждый клик — 1 сэмпл. Значение можно ввести вручную. Чтобы примерно найти, с чего начинать расчёт, посмотрите вкладку Impulse (Импульс). Правый клик по графику в точке, отмеченной синей стрелкой на рисунке 48, задаст время начала:

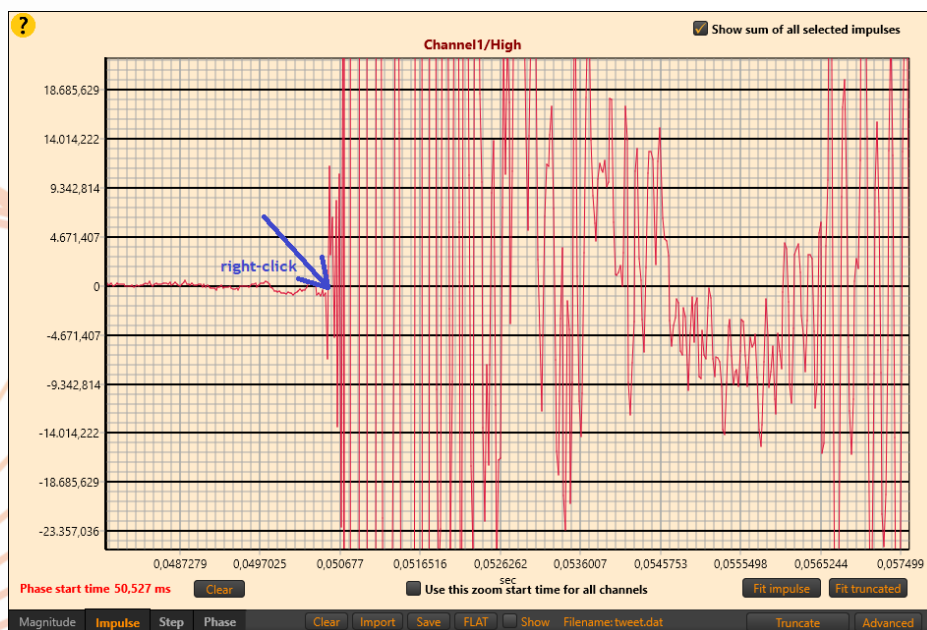


Рисунок 48: Установка времени начала

Или увеличьте масштаб для более точного выбора точки:

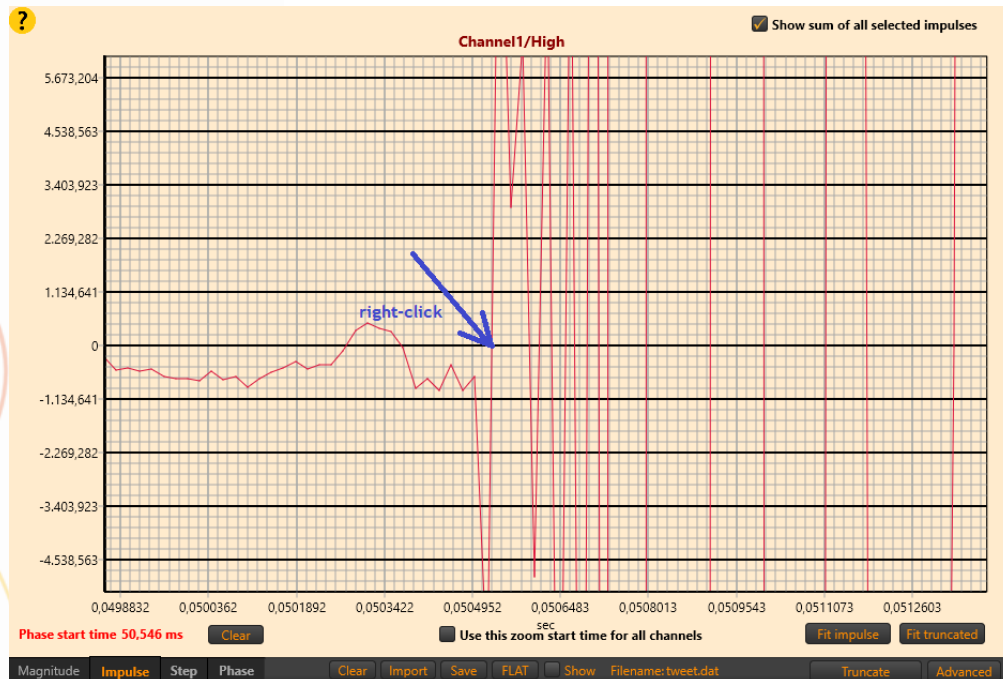


Рисунок 49: Увеличение графика фазы. После ввода 55000 мкс в качестве времени начала в этом примере или правого клика рядом с синей стрелкой время начала можно настроить. На вкладке Phase (Фаза) колесо мыши (при наведении на поле start time) сдвигает время на несколько сэмплов вперед или назад. После ручной подстройки до 50759 мкс график фазы может выглядеть так:



Рисунок 50: График фазы после подстройки времени начала. ПРИМЕЧАНИЕ: Если включено сглаживание, график фазы выглядит плавнее, но может не отражать реальный отклик. Если сомневаетесь, установите сглаживание канала в None или выберите низкий уровень.

Запись. Если компьютер поддерживает запись, кнопка записи в левой панели будет активна. Чтобы выполнить измерения, нажмите кнопку “Enable recording” (Включить запись). В левой панели появятся новые функции:

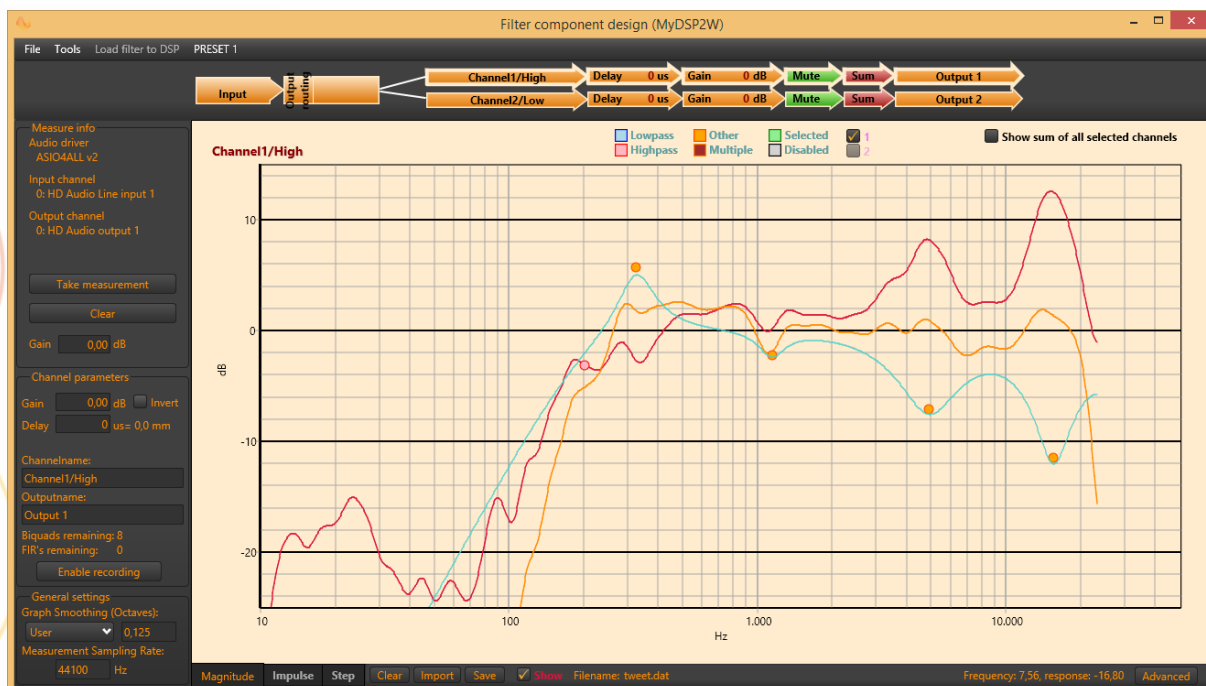


Рисунок 51: Кнопка Enable recording (Включить запись)

Появится окно “Measure info” (Информация об измерении). В нём показано, какой аудиодрайвер выбран и какие входы и выходы используются. Эти настройки меняются в пункте меню “Tools-Asio preferences” (Инструменты — настройки Asio). Перед измерением HFD рассчитывает свип-сигнал для вывода с заданным усилением. Изначально усиление 0 дБ, но его можно увеличить или уменьшить по своему усмотрению. Изменить усиление вывода можно здесь:

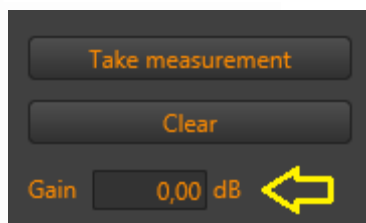


Рисунок 52: Изменение усиления вывода свипа

Нажмите кнопку “Take measurement” (Выполнить измерение), чтобы начать измерение. HFD выведет свип-сигнал и запишет входящий звук. Затем импульсная и ступенчатая характеристики отобразятся на графиках. Здесь можно приблизить импульсную характеристику и обрезать её, чтобы убрать эхо, и начать редактирование фильтра для выбранного канала. Чтобы удалить запись, нажмите “Clear” (Очистить). Чтобы повторить запись (с удалением последней), снова нажмите “Take measurement” (Выполнить измерение).

Эквалайзер. Параметрический эквалайзер добавлен в FusionAmp начиная с версии прошивки v1.4. Он стоит сразу после выбора входа, до подачи сигнала на три канала.

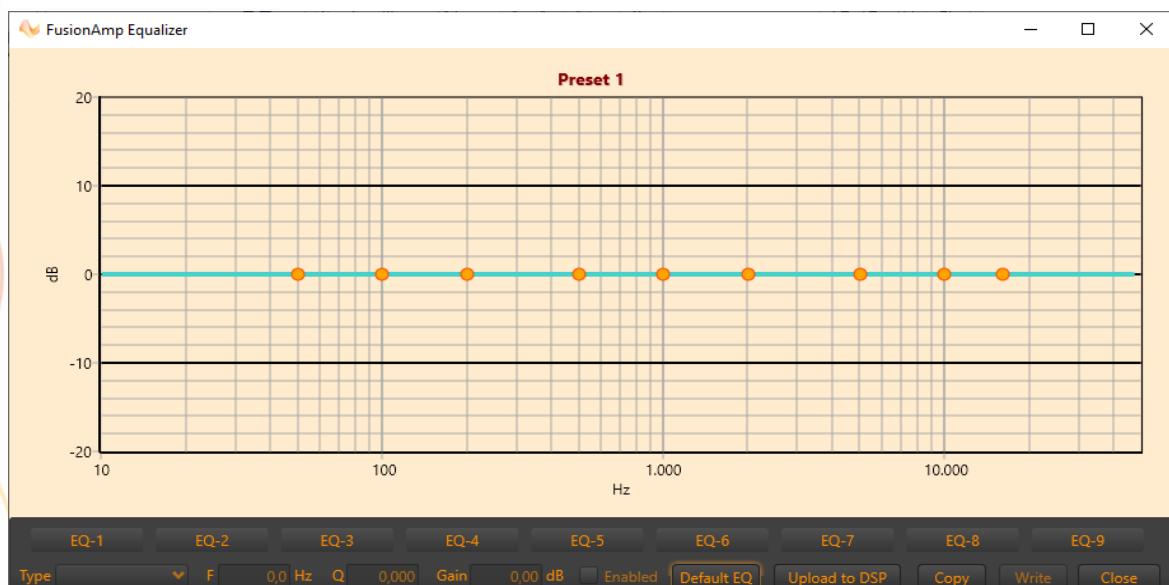


Рисунок 53: Экран эквалайзера, полоса не выбрана. По умолчанию все biquad имеют тип “BoostCut” с усилением 0 дБ, поэтому эквалайзер пропускает звук без изменений. Для обработки сигнала доступно до 9 biquad, после чего сигнал поступает на маршрутизатор выхода. Поэтому все три канала используют один эквалайзер. Настройки эквалайзера сохраняются в пресете, так что у каждого пресета свой эквалайзер. Включить biquad в EQ можно несколькими способами. Например, нажмите кнопку “EQ-4”: выбирается biquad по умолчанию с центральной частотой 500 Гц. Её можно изменить в поле частоты. Также biquad можно перетащить по экрану, одновременно меняя частоту и усиление. Прокрутка колеса мыши в этот момент меняет Q-фактор.

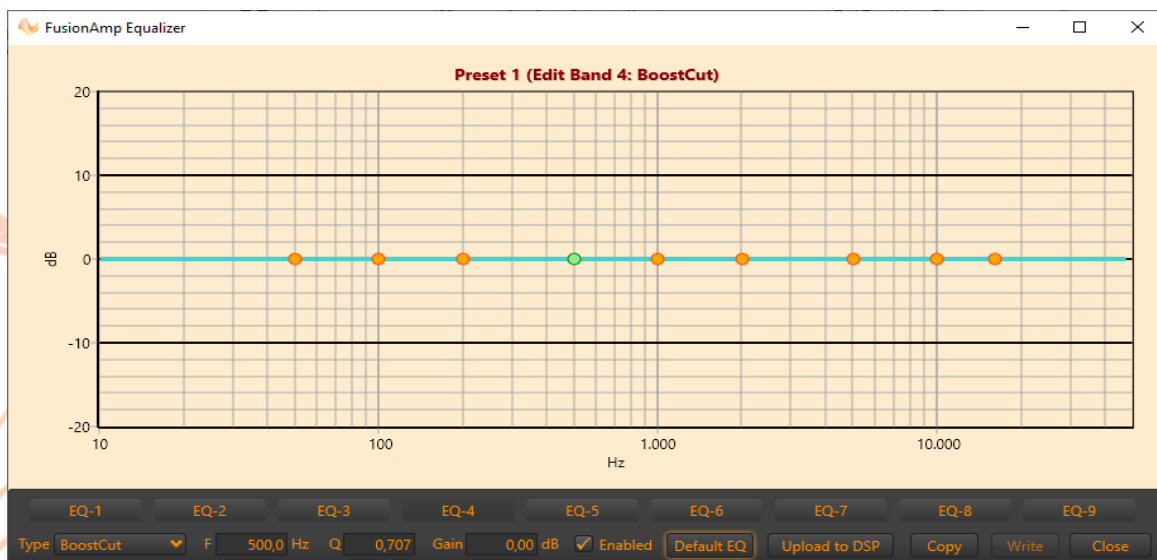


Рисунок 54: Экран эквалайзера, пресет 1, выбрана полоса 4: BoostCut

После выбора biquad полосы 4 можно изменить его функцию. Например, сделаем его low shelf фильтром. Выберите "ShelfLo" внизу слева.

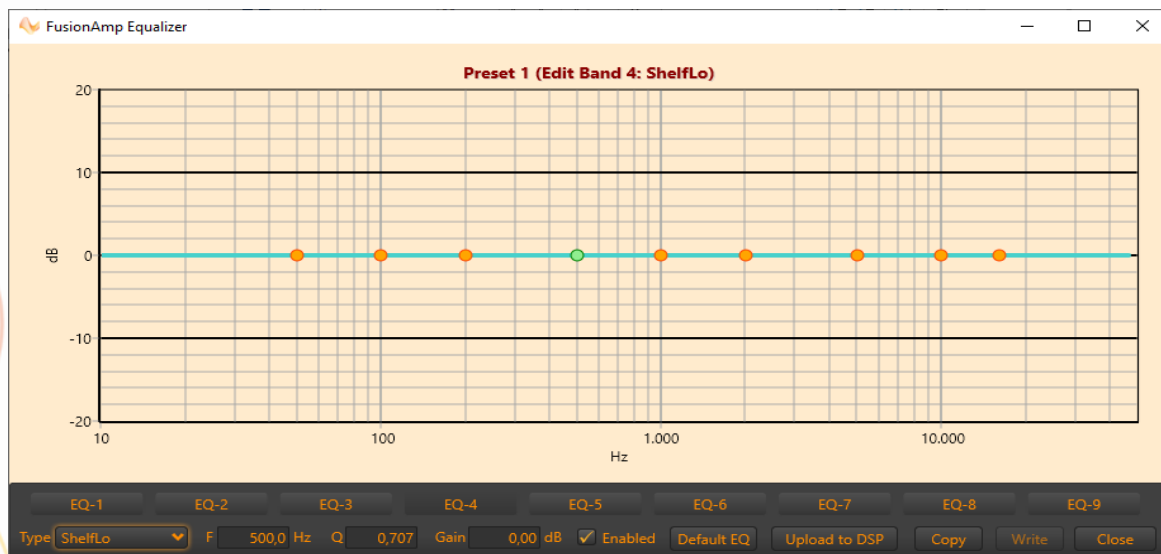


Рисунок 55: Экран эквалайзера, выбрана полоса 4, тип фильтра изменён на ShelfLo

Теперь можно изменить усиление и Q вручную или нажать на biquad в графике (маленький зелёный круг обозначает выбранный biquad) и перетащить его. Когда biquad выбран, его Q меняется прокруткой колеса мыши. То же работает для полей частоты, Q и усиления: наведите курсор на поле и прокрутите колесо, чтобы изменить значение в поле под курсором.



Рисунок 56: Экран эквалайзера, выбрана полоса 4, тип фильтра изменён на ShelfLo

Можно использовать до 9 biquad, чтобы собрать эквалайзер под свои задачи. На следующем рисунке выбран biquad полосы 9 и задана новая частота 12 кГц. Это делается изменением частоты в соответствующем поле: можно ввести 12000 или навести курсор на поле и прокрутить колесо. На этом уровне частота меняется шагом 1000 Гц (между 1000 и 9999 Гц шаг 100 Гц, между 10 и 1000 Гц шаг 10 Гц). Или перетащите biquad на 12 кГц.



Рисунок 57: Экран эквалайзера, выбрана полоса 9, частота изменена на 12 кГц

Обновления FusionAmp не применяются автоматически. Поэтому после изменений их нужно сохранить в FusionAmp, загрузив кнопкой “Upload to DSP” (Загрузить в DSP). После загрузки эквалайзер сразу начинает работать. Как видно на рисунке, один biquad окрашен в оранжевый (не выбран), а другой в зелёный (выбран). Также можно выбрать левый biquad (полосы 4), кликнув по нему мышью. Настройки эквалайзера хранятся отдельно для каждого пресета. Поэтому при переключении на другой пресет без сохранения изменений настройки нового пресета заменят те, что на экране. Лучше менять пресет, только закончив редактирование и загрузку эквалайзера. СОВЕТ: окно эквалайзера открывается рядом с главным окном, поэтому можно пользоваться обоими одновременно: загружать настройки эквалайзера и менять громкость, чтобы слышать, даёт ли настройка ожидаемый эффект. Или выбрать другой пресет и отредактировать его эквалайзер тоже. Copy and Write (копирование и запись)



Рисунок 58: Copy and Write. После загрузки эквалайзера в DSP можно сделать копию всех трёх эквалайзеров (по одному на пресет) подключённого FusionAmp. Нажмите кнопку “Copy” (Копировать), чтобы скопировать параметры EQ из FusionAmp. HFD запомнит их, даже если FusionAmp отключён. Параметры НЕ сохраняются после закрытия HFD. Когда подключён другой FusionAmp и параметры уже сохранены, их можно вернуть и записать в подключённый FusionAmp. Кнопка “Write” (Записать) отправит сохранённые параметры EQ в подключённый FusionAmp. Все три пресета EQ будут перезаписаны. Функция полезна, если нужно скопировать настройки эквалайзера с одного FusionAmp на другой (например, master на slave).

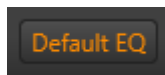


Рисунок 59: Default EQ. Чтобы начать заново с текущим эквалайзером (то есть EQ текущего пресета), нажмите кнопку “Default EQ” (Эквалайзер по умолчанию): все девять biquad получают значения по умолчанию. Все они станут типа “BoostCut” с Q 0.707, усилением 0 дБ и частотой 50 Гц (полоса 1), 100 Гц (полоса 2), 200 Гц (полоса 3), 500 Гц (полоса 4), 1 кГц (полоса 5), 2 кГц (полоса 6), 5 кГц (полоса 7), 10 кГц (полоса 8) и 16 кГц (полоса 9). Эта кнопка не затрагивает другие пресеты! После загрузки значений по умолчанию эквалайзер нужно загрузить в DSP (кнопка “Upload to DSP”). Если вы обновили прошивку с v1.3x на более новую, например v1.4x или v1.5x, обязательно сначала загрузите эквалайзер по умолчанию, так как прошивки до v1.4 не имели опции эквалайзера.

Смена пароля. Чтобы клиенты не могли менять настройки выше, FusionAmp нужно защитить паролем. Закройте окно настроек устройства и на главном экране нажмите “Change passwd” (Сменить пароль).

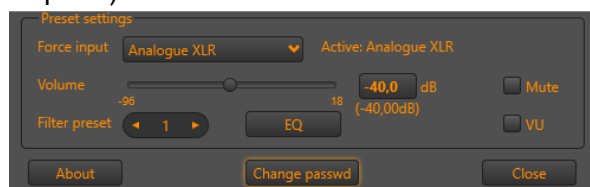


Рисунок 60: Смена пароля. Откроется новое окно пароля:

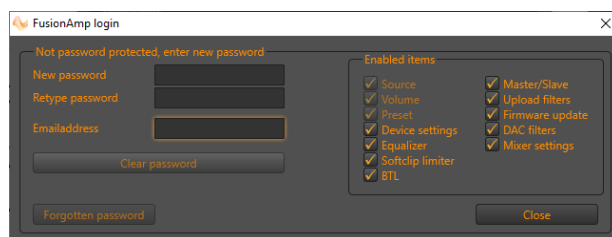


Рисунок 61: Диалог входа по паролю

Слева видны стандартные поля ввода пароля, справа (в группе “Enabled items” (Включённые пункты)) — параметры, которые можно защитить паролем. Если пункт отмечен, он НЕ защищён, и пользователь может менять его на подключённом FusionAmp без пароля.

Например, чтобы пользователь не мог менять никакие настройки устройства, снимите отметку с “Device settings” (Настройки устройства) и защите FusionAmp паролем. Помимо пароля, нужен действительный адрес электронной почты. Этот адрес также записывается в FusionAmp на случай, если пароль будет забыт.

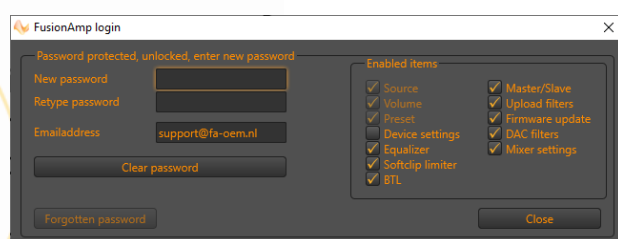


Рисунок 62: Отключённые настройки Device settings. Каждый раз, когда подключён защищённый паролем FusionAmp, его сначала нужно разблокировать, чтобы менять “Enabled items”. После разблокировки клик по “Enabled items” сразу применяется (сохранять не нужно). Разблокированный FusionAmp открывает доступ ко всем защищённым пунктам, поэтому храните пароль в тайне! Когда подключён защищённый FusionAmp, клик по “Unlock” (Разблокировать) откроет окно входа в FusionAmp:

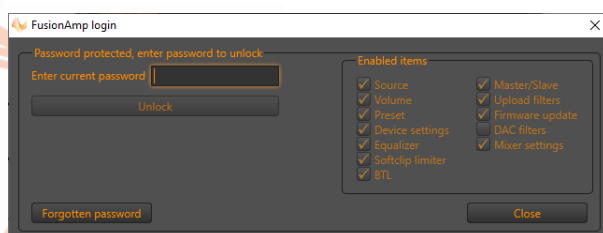


Рисунок 63: Ввод пароля

В этом примере защищены только настройки DAC filter. Пользователь может менять все настройки устройства, кроме настроек DAC, и, конечно, конфигурацию модулей:

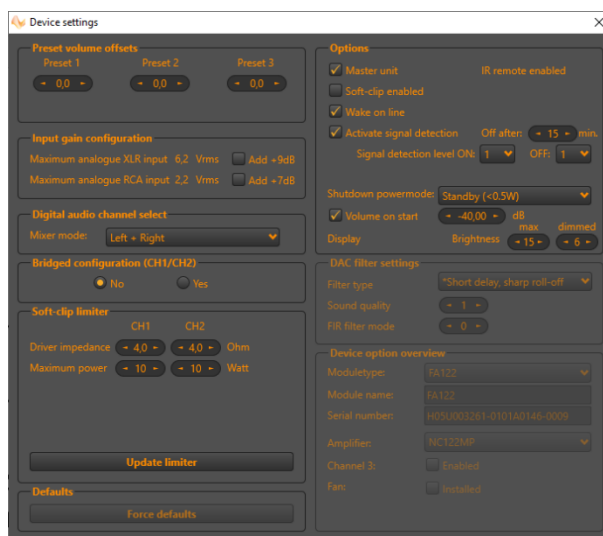


Рисунок 64: Отключённые настройки DAC. Недоступные пункты показаны серым (“DAC filter settings” (Настройки DAC-фильтра) и “Device option overview” (Обзор опций устройства)).

Ревизия документа Описание Дата		
R0.0	Первый вариант	15-6-2020
R0.1	Исправления	23-6-2020
R1.0	Первый релиз	15-12-2020
R1.1	Небольшие правки скриншотов и текста	16-09-2022