

TMT-Vergleich

**Vermessung verschiedener 130mm-Tiefmitteltöner
Zum Vergleich und zur späteren Auswahl
Unter Nutzung der Programme ARTA und STEPS**

Ein Anwendungsbeispiel

Application Note

Dipl.-Ing. Timo Kirschke

<http://www.ibtk.de>

Version 1.0A

Inhalt

Fotos der Chassis	3
Meßequipment	4
Frequenzgang und Phasengang bei 2,38V+/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm	5
Zerfallspektrum 2,38V+/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm	6
Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V-10dB entsprechend 0,0708W an 8Ohm	7
Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V +/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm	8
Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V+10dB entsprechend 7,08W an 8Ohm	9
Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V+15dB entsprechend 22,4W an 8Ohm	10
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V-10dB entsprechend 0,0708W an 8Ohm	11
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V+/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm	12
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V+10dB entsprechend 7,08W an 8Ohm	13
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V+15dB entsprechend 22,4W an 8Ohm	14
Frequenz- und Phasengang bei 4,00V+/-0dB entsprechend 1,0W an 16Ohm (BMS 5N155)	15
Zerfallspektrum 4,0V+/-0dB entsprechend 1,0W an 16Ohm (Vergleich BMS 5N155 mit AC 130F1)	15
Frequenzgang und HD bei verschiedenen Pegeln (BMS 5N155)	16
Intermodulationsverzerrungen 50Hz+300Hz bei verschiedenen Pegeln	17
Intermodulationsverzerrungen 600+700Hz (Vergleich AC130F1 mit Magnetostat B&G RD75)	18
Hier verwendete Einstellungen für die Messungen	19
Interpretationsversuch	20
- Intermodulationsverzerrungen bei verschiedenen Pegeln	21
Interpretationsversuch zum BMS 5N155 16Ohm	22

Voraussetzungen/Ziele:

Diese Messungen dienen ausschließlich dem Vergleich von 130mm-Tiefmitteltönern, um eine Auswahl des geeignetsten Chassis für ein Linearrayprojekt zu treffen. Der vorgesehene Einsatzbereich ist zur Zeit auf 400Hz begrenzt, die untere Frequenzgrenze ergibt sich aus den Einbaubedingungen (Einbauvolumen des geschlossenen Gehäuses), der elektrischen Belastbarkeit und des maximalen Hubes des Chassis bei vertretbaren Verzerrungen.

Forumlink zum Linearray:

http://www.hifi-forum.de/index.php?action=browseT&forum_id=104&thread=5195&postID=1#1

Aus diesem Grund lag der Schwerpunkt nicht auf der absoluten Genauigkeit, sondern auf der Vergleichbarkeit der Chassismessungen untereinander und der Reproduzierbarkeit. Die Messungen erfolgten mit unkalibriertem Mikrofon, die absoluten Pegel und der Frequenzgang insbesondere im Bereich über 10kHz sind deshalb nicht aussagefähig.

Einige, für die kalibrierte Messung wesentliche, Einstellungen in ARTA bzw. STEPS waren anders als in den Beschreibungen der Programme empfohlen.

Die hier vorgestellten Messungen erheben keinen Anspruch auf Korrektheit oder Vollständigkeit. Sie widerspiegeln ausschließlich die eigenen Versuche, völlig unabhängig von eventuellen Angaben der jeweiligen Hersteller oder Händler.



Schallwand ca. 0,5m x 0,5m x 19mm

Volumen 150mm x 150mm x 100mm
= 2,25l brutto innen

Gestopft mit Sonofil



Peerless 850108 (CSX145H)



Aurum Cantus AC130F1



BMS 5N155 16Ohm



Vifa P13WH-00-08



Peerless 832873 (HDS134 Nomex)



Meßequipment:

Mikro: Behringer B5, unkalibriert (hat einen kräftigen Abfall über 14kHz)
Schallpegelmesser: PSI202
Soundkarte: ESI Quatafire 610 (2 integrierte Mik-VV)
PC: Laptop
Verstärker: classD UcD180 Eigenbau 4-Kanal
Weiche: Behringer DCX2496
Voltmeter: MV21 AC-Millivoltmeter über RC-Tiefpass 110Ohm/10nF
Programm: ARTA prerelease + STEPS
Kabel, Mikständer etc.

Die Schallwand aus 19mm MDF mit angekoppeltem Gehäuse L150mm x B150mm x T100mm netto, minus Treiber, stand diagonal im Raum und "strahlte" etwa in die diagonal gegenüberliegende Ecke. Dadurch ergaben sich die geringsten (im Diagramm sichtbaren) Reflexionen. Die in ARTA gemessene impulse response zeigte verträgliches Ausschwingen ohne spätere Zacken. Deshalb schien ein gating nicht notwendig, lediglich der linke Marker wurde auf 3ms gesetzt, bei ca. 3,052ms begann der Impuls.

Die STEPS-FG sehen den ARTA-FG außerdem sehr ähnlich, was auf geringen Raumeinfluß hindeutet.

Die Schallwand sollte wegen ihrer symmetrischen Abmaße einen Einbruch bei etwa 680Hz und eine Überhöhung bei etwa 1360Hz erzeugen. Zumindest der leichte Einbruch findet sich tatsächlich um 700Hz in den Frequenzgängen, zwischen 1000Hz und 1500Hz gibt es außer beim HDS134 auch einen Buckel. Allerdings bleibt deren Einfluß unter +/-2dB.

Die Messungen erfolgten alle im Wohnraum, Mikroabstand war 125mm (=1/8m) von Schallwandoberfläche bis Mikrofront, vor jeder Messung per Gliedermaßstab eingestellt.



4-Kanal-Eigenbau classD-Verstärker mit Hypex UcD180

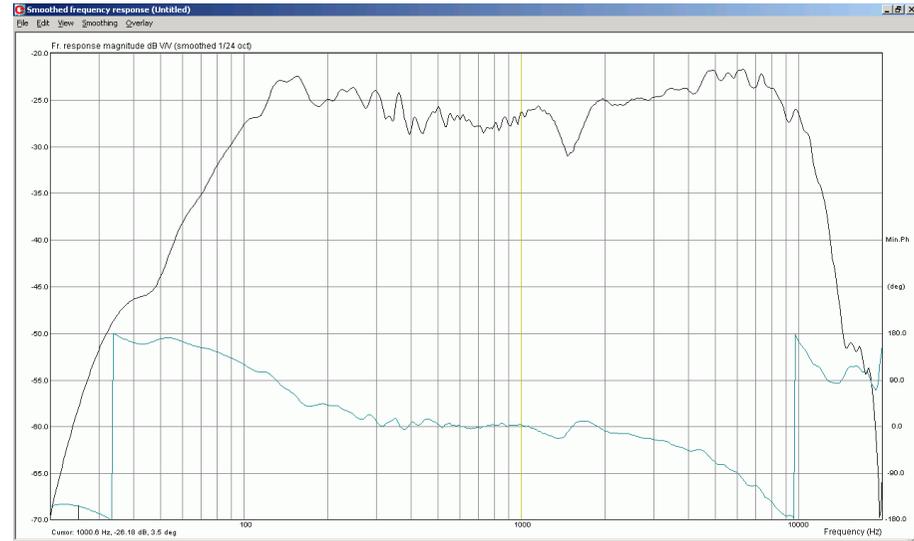
Frequenzgang und Phasengang bei 2,38V+/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm



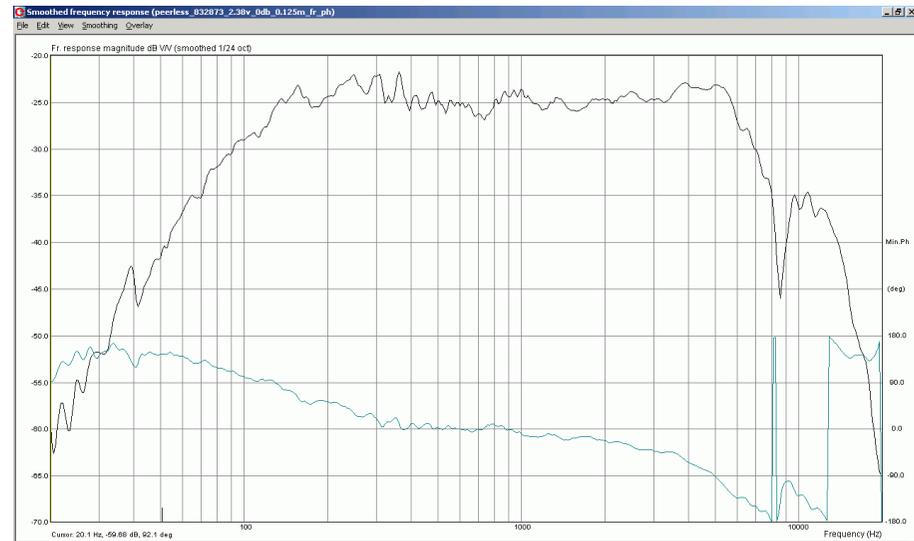
Peerless 850108 (CSX145H)



Vifa P13WH-00-08

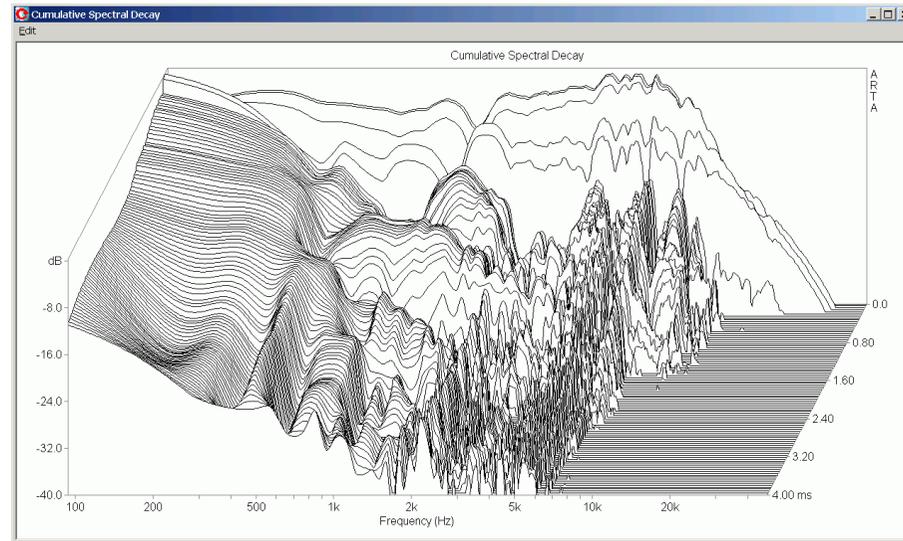
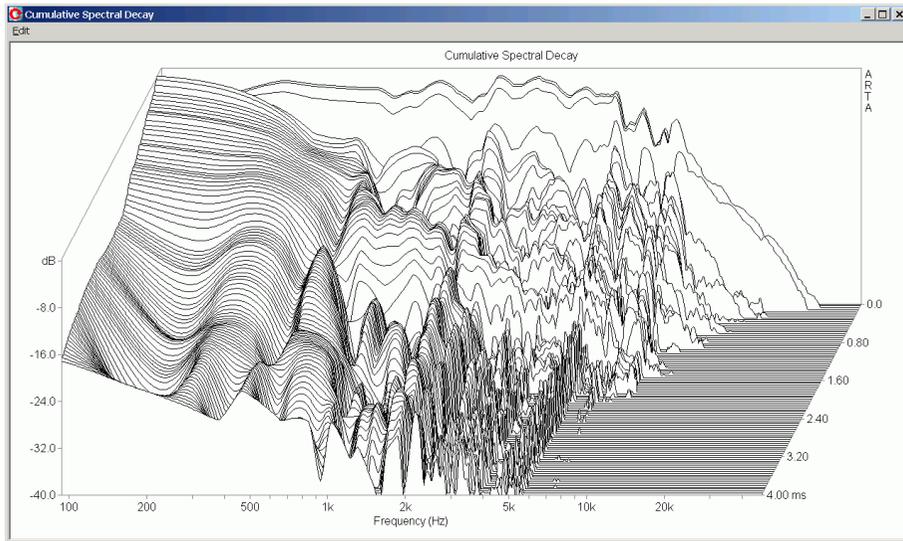


Aurum Cantus AC130F1



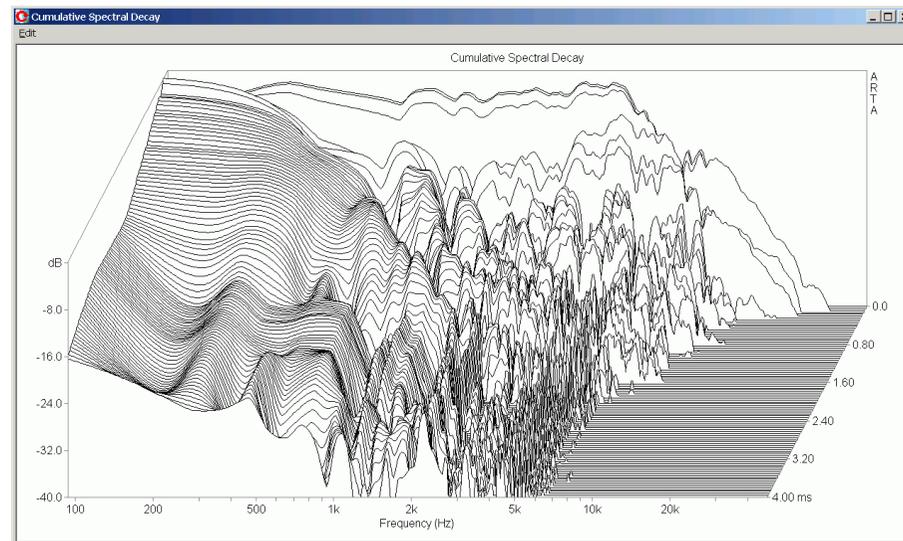
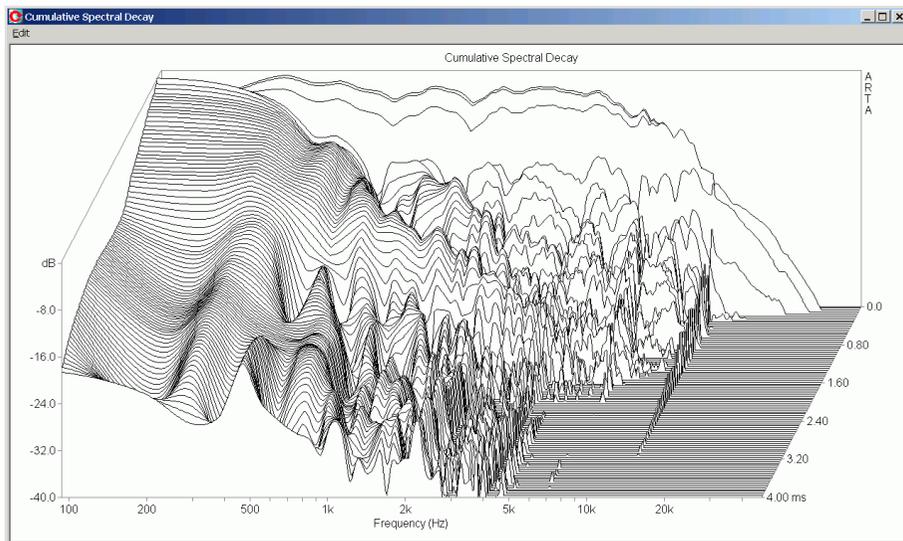
Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

Zerfallspektrum 2,38V+/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm



Peerless 850108 (CSX145H)

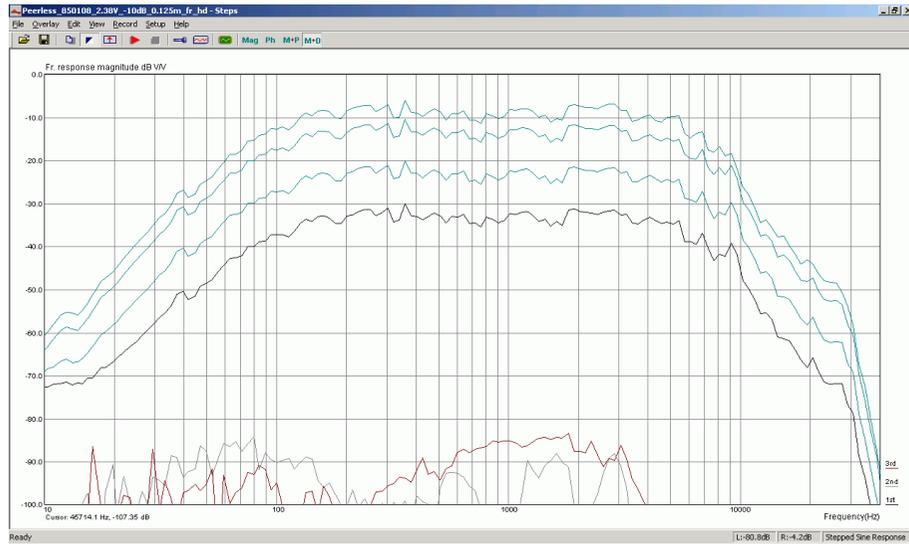
Aurum Cantus AC130F1



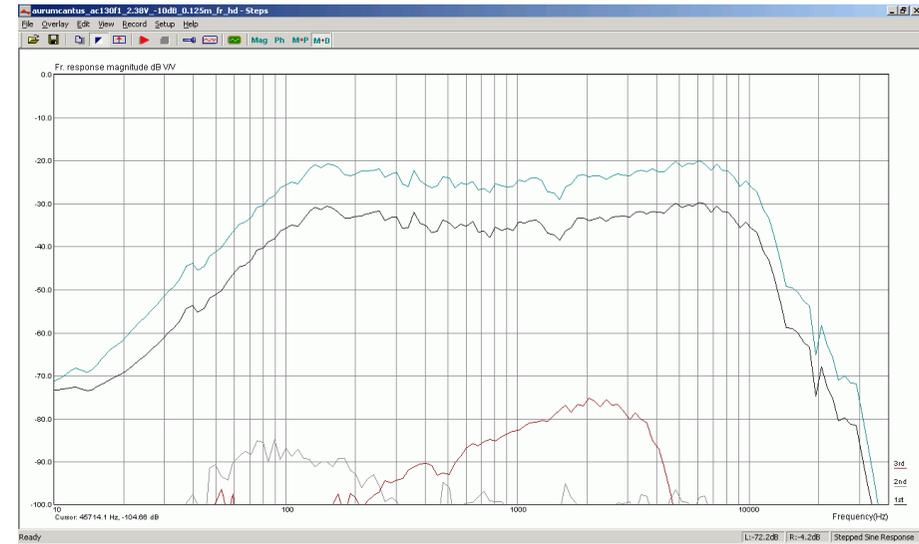
Vifa P13WH-00-08

Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V-10dB entsprechend 0,0708W an 8Ohm



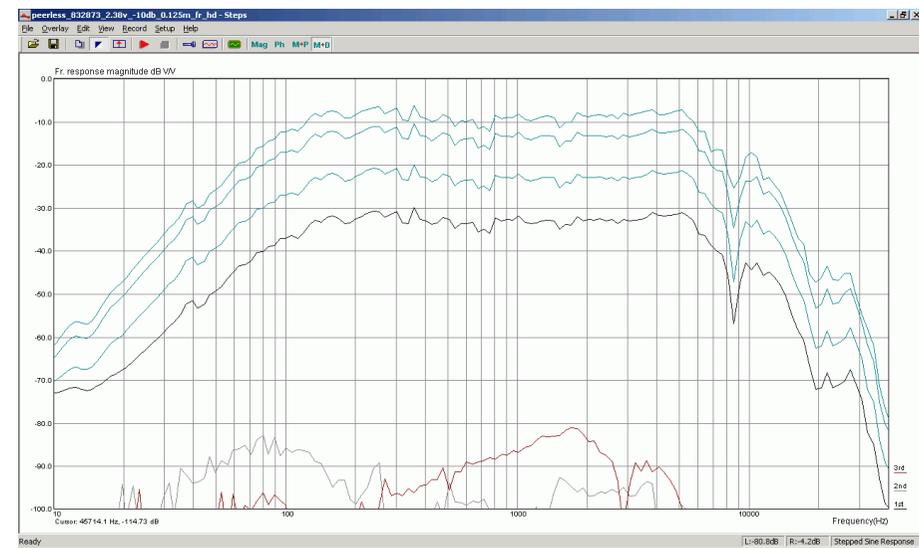
Peerless 850108 (CSX145H)



Aurum Cantus AC130F1

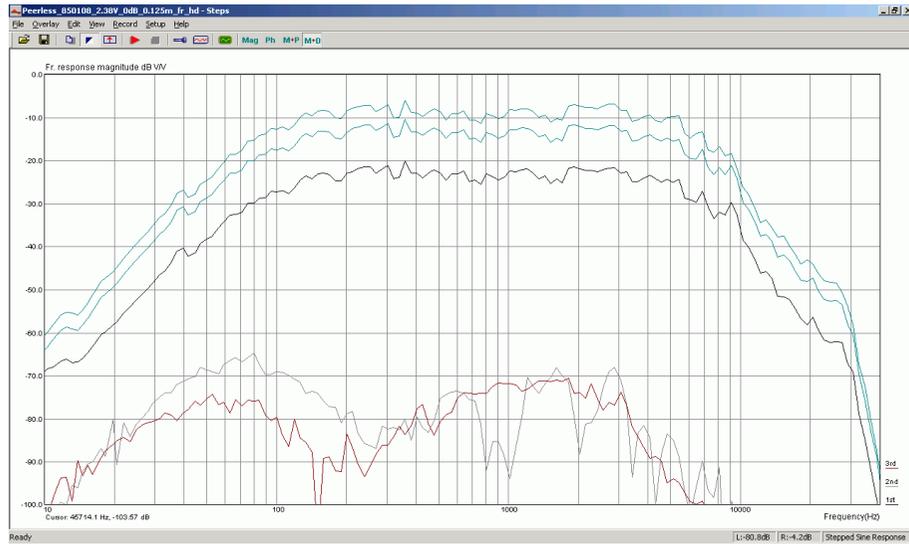


Vifa P13WH-00-08



Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

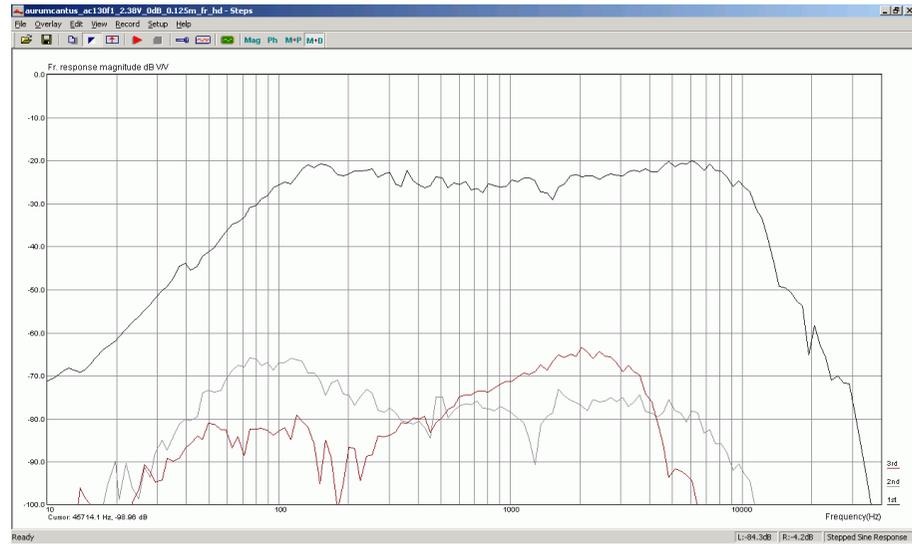
Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V +/-0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm



Peerless 850108 (CSX145H)



Vifa P13WH-00-08

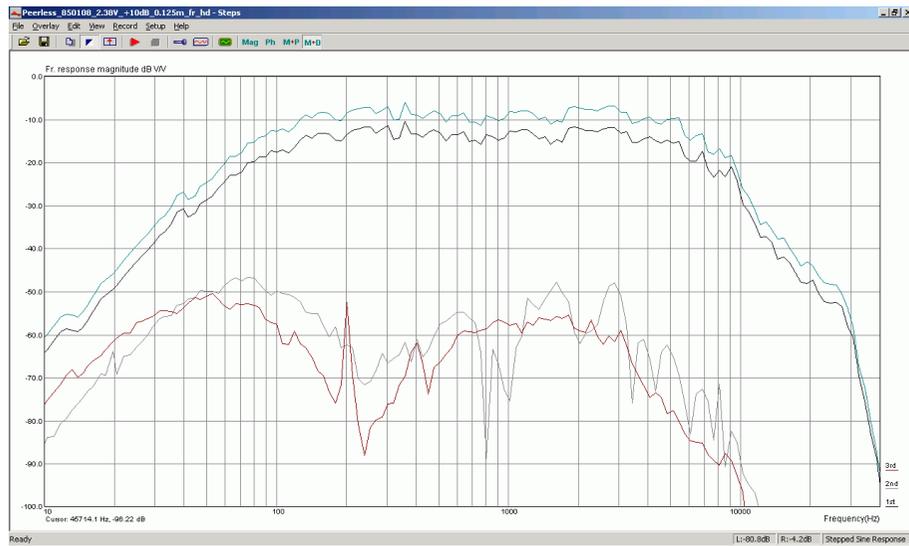


Aurum Cantus AC130F1

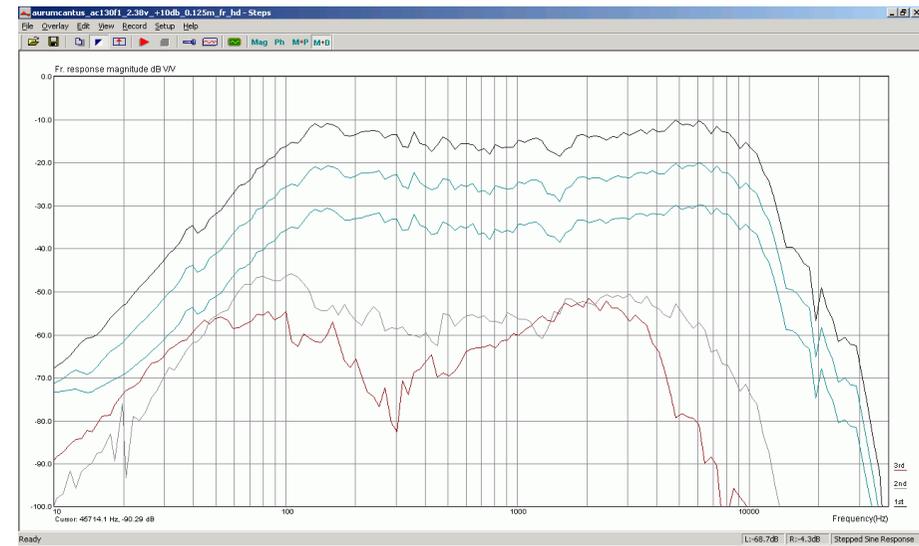


Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V+10dB entsprechend 7,08W an 8Ohm



Peerless 850108 (CSX145H)



Aurum Cantus AC130F1



Vifa P13WH-00-08



Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

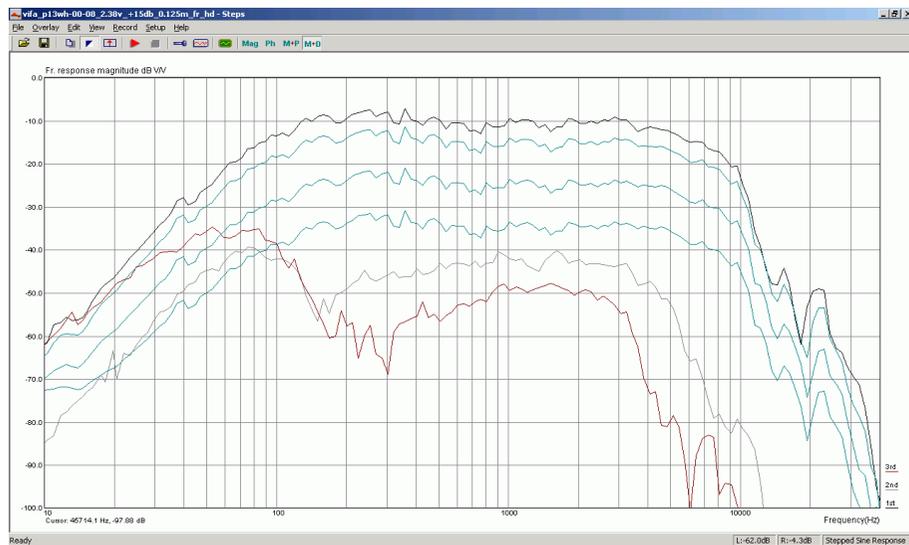
Frequenzgang und harmonische Verzerrungen bei 2,38V+15dB entsprechend 22,4W an 8Ohm



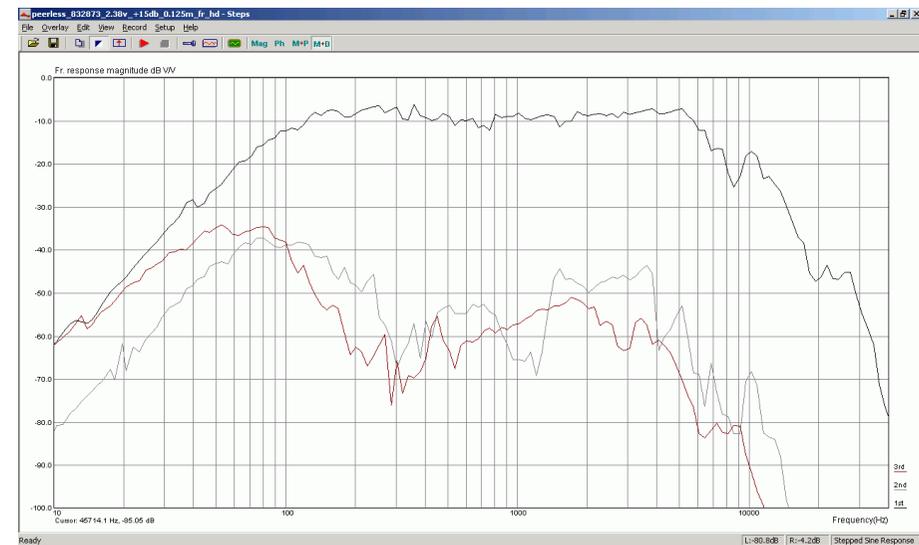
Peerless 850108 (CSX145H)



Aurum Cantus AC130F1

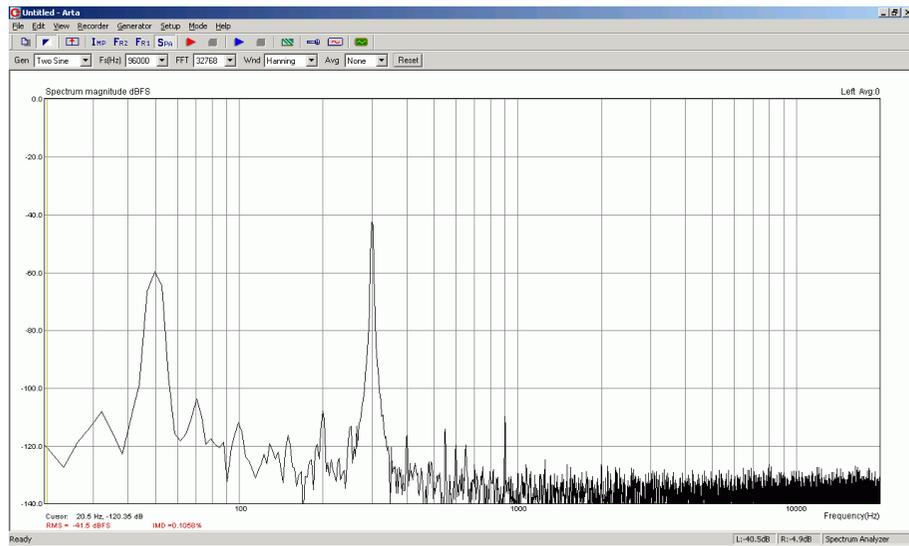


Vifa P13WH-00-08

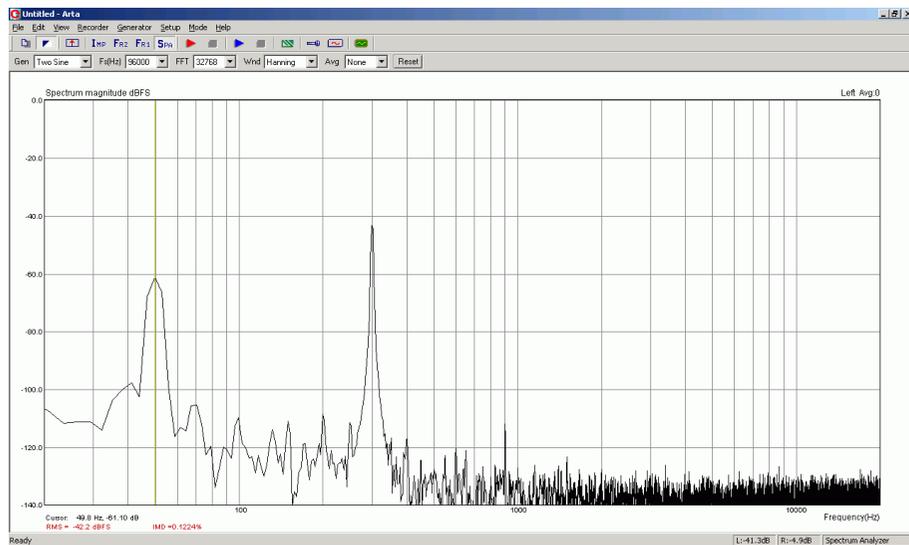


Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

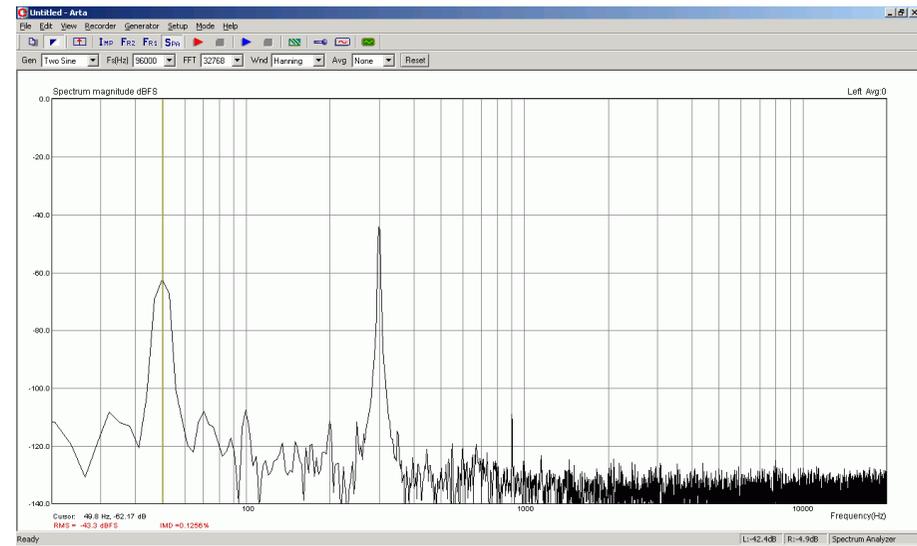
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V-10dB entsprechend 0,0708W an 8Ohm



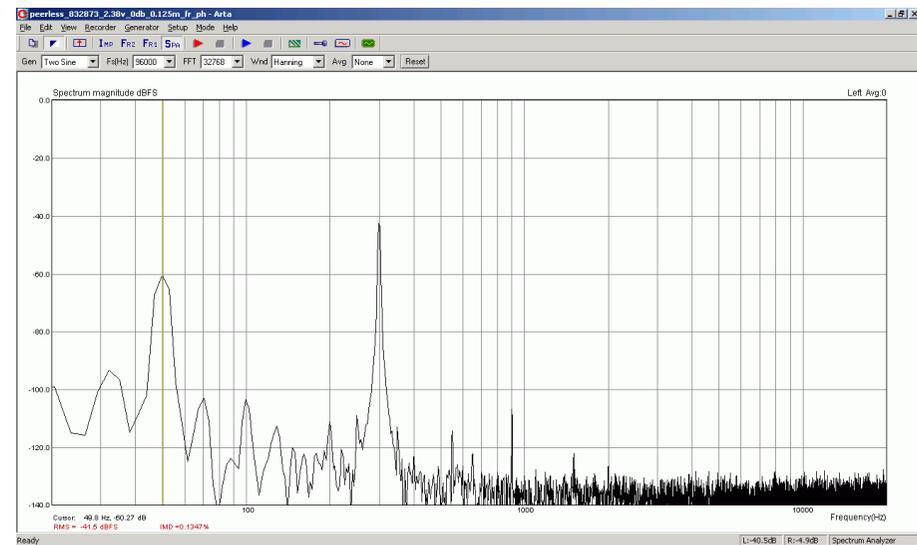
Peerless 850108 (CSX145H)



Vifa P13WH-00-08

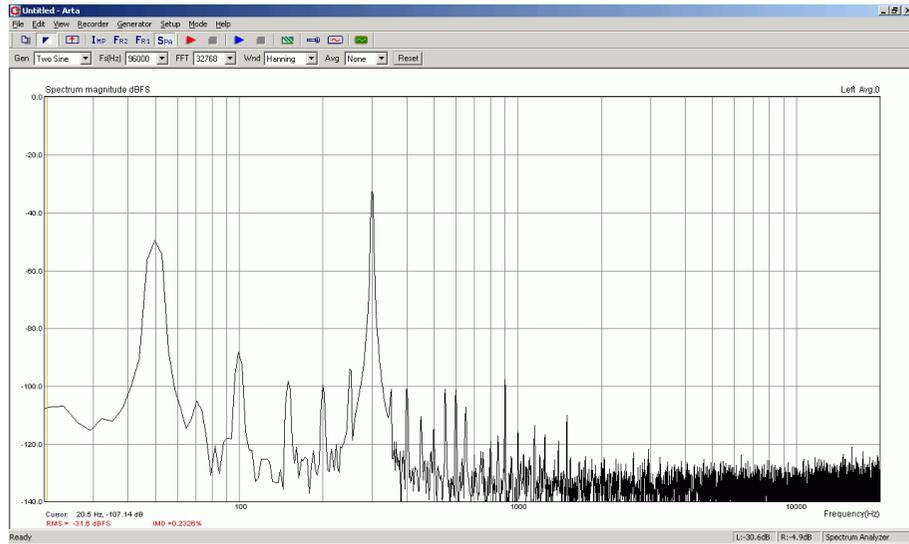


Aurum Cantus AC130F1

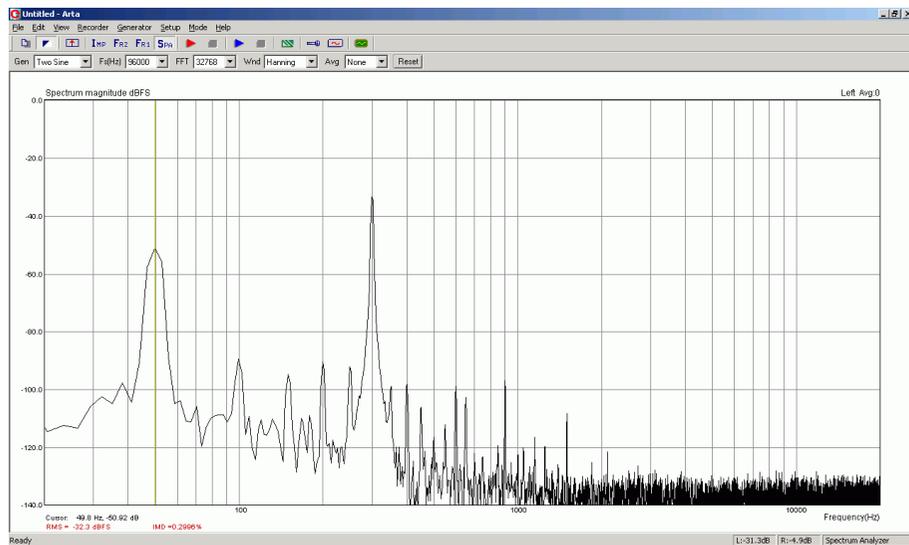


Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

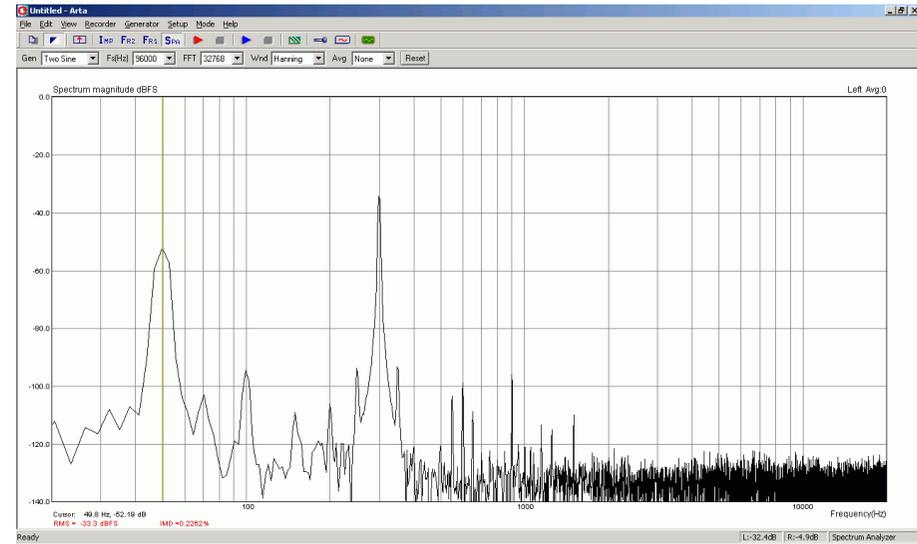
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V \pm 0dB entsprechend 0,708W an 8Ohm



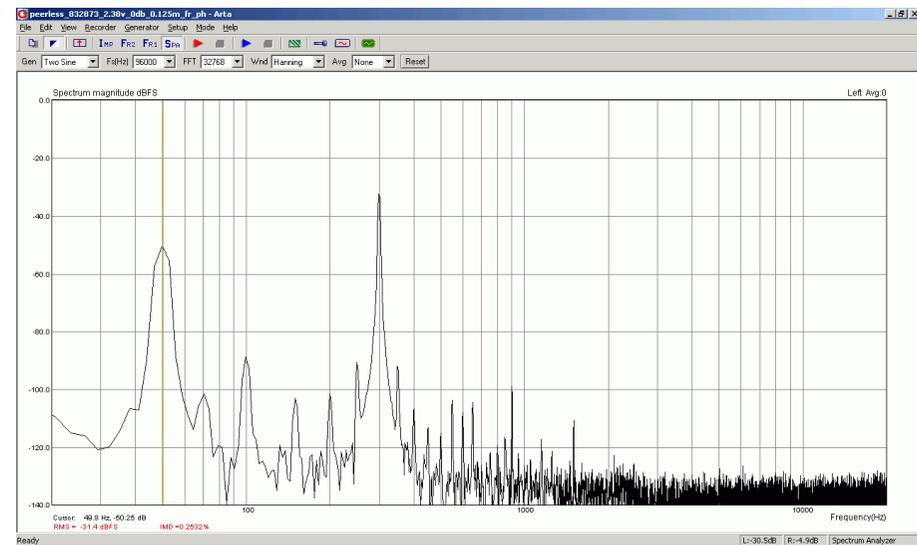
Peerless 850108 (CSX145H)



Vifa P13WH-00-08

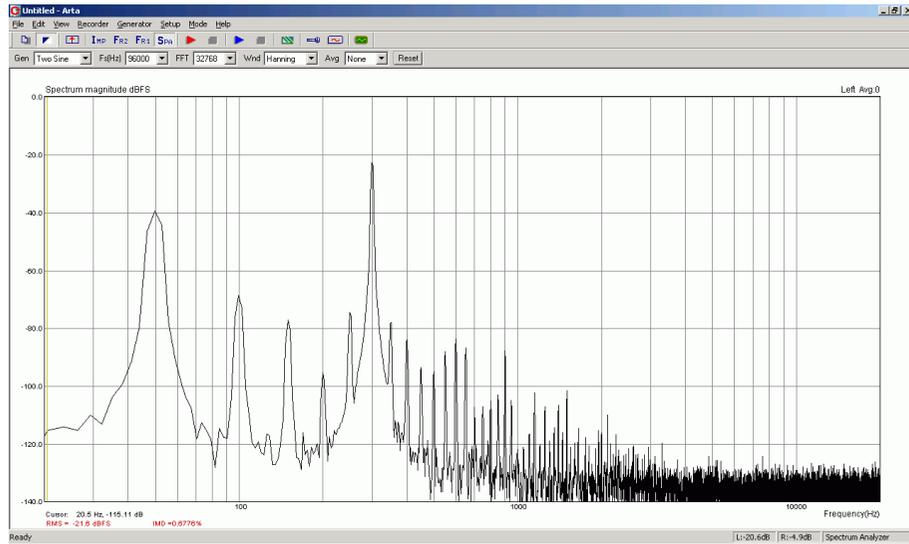


Aurum Cantus AC130F1

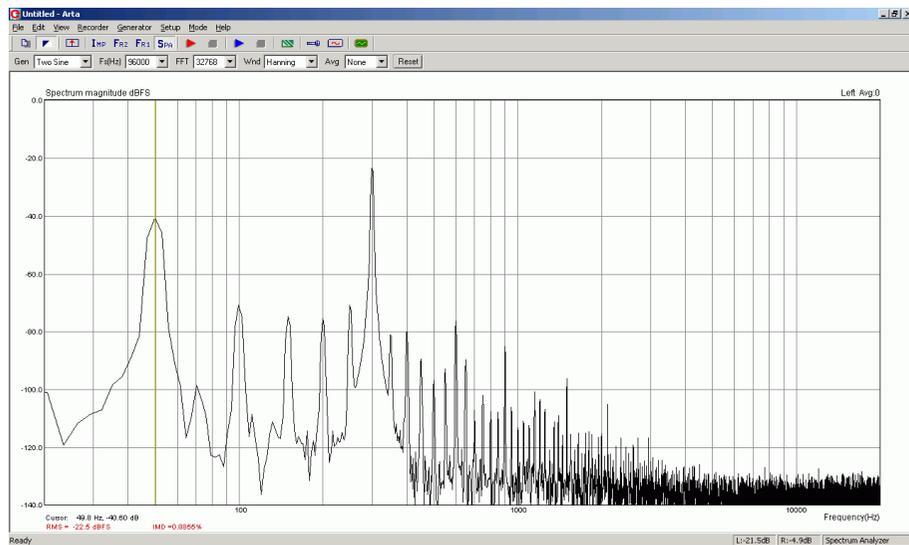


Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

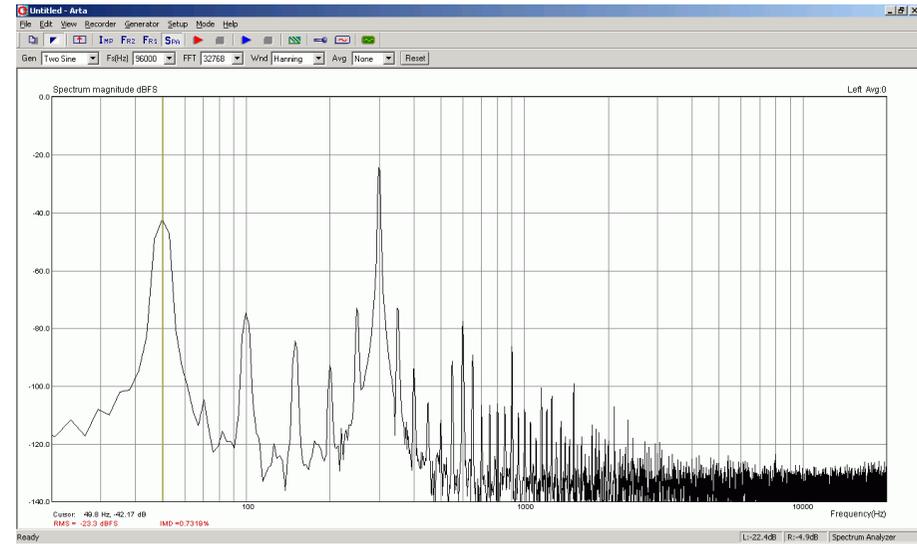
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V+10dB entsprechend 7,08W an 8Ohm



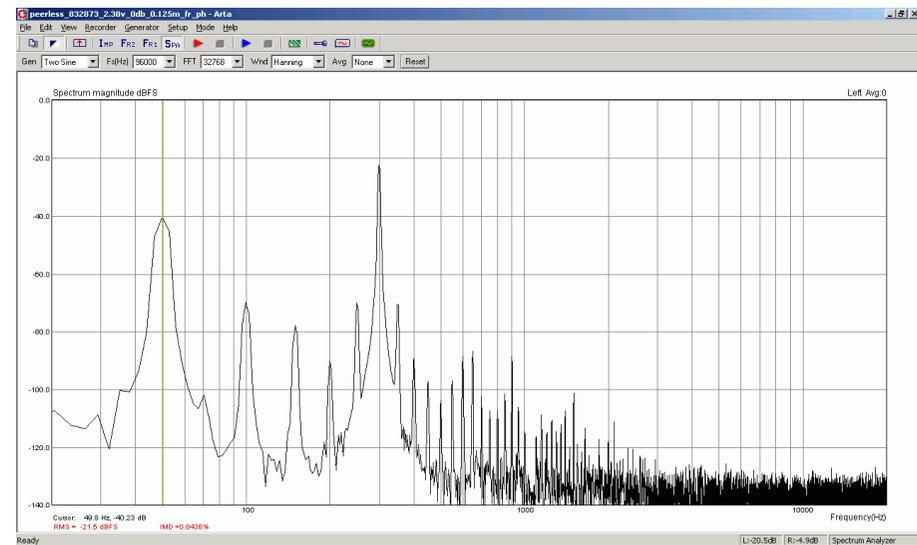
Peerless 850108 (CSX145H)



Vifa P13WH-00-08

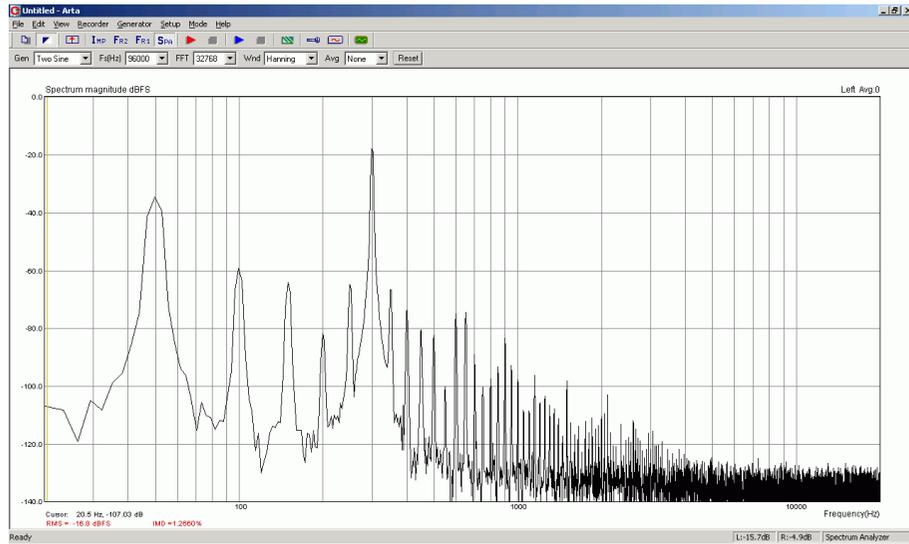


Aurum Cantus AC130F1

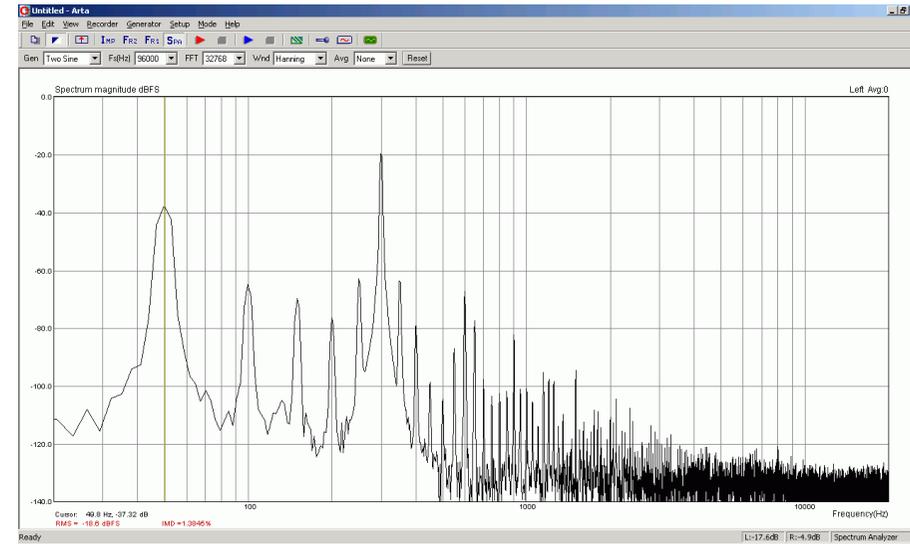


Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

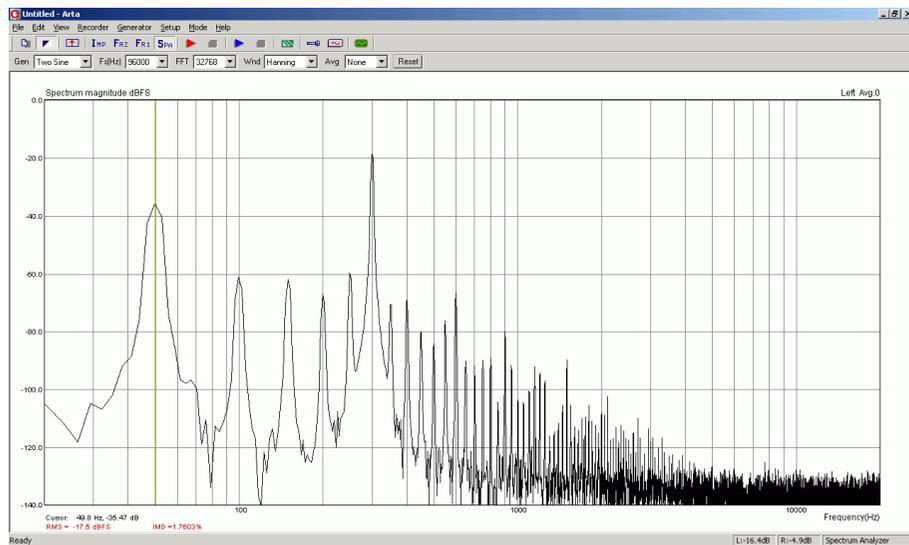
Intermodulationsverzerrungen 50Hz und 300Hz bei 2,38V+15dB entsprechend 22,4W an 8Ohm



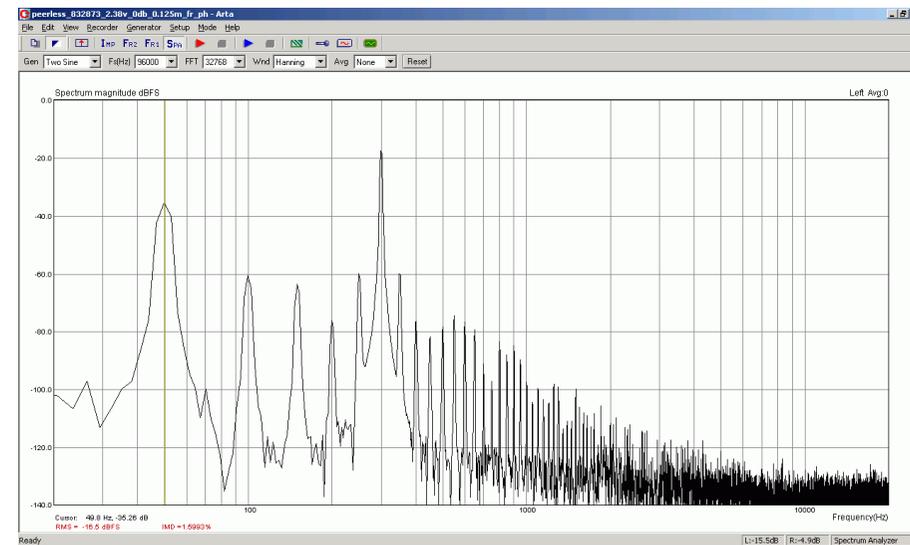
Peerless 850108 (CSX145H)



Aurum Cantus AC130F1

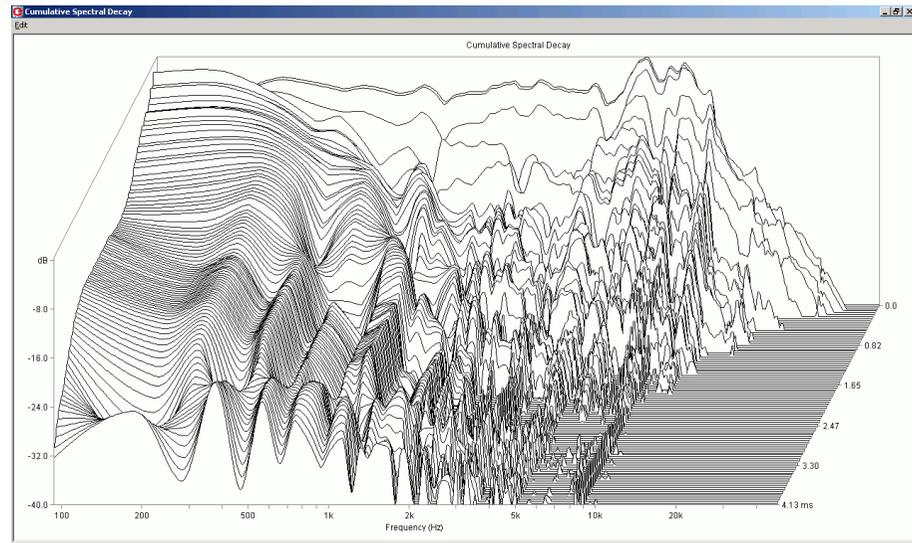
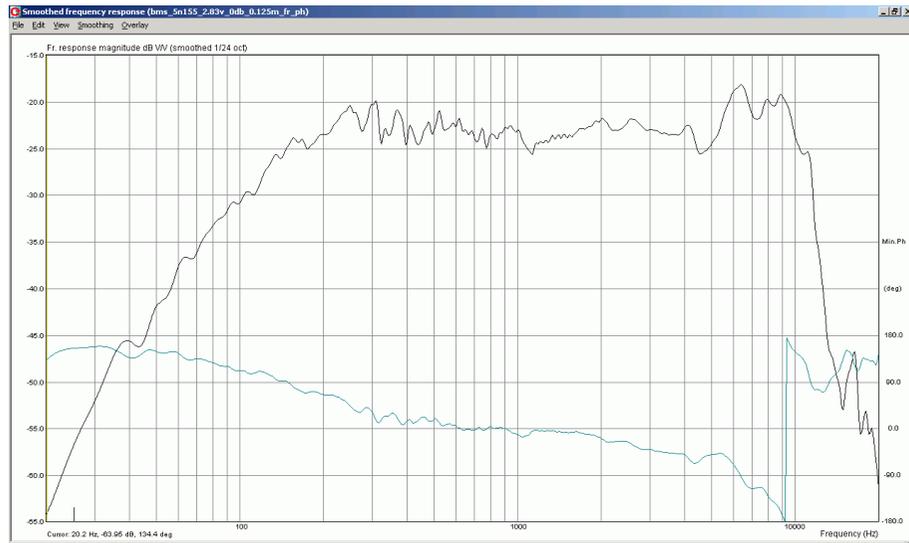


Vifa P13WH-00-08



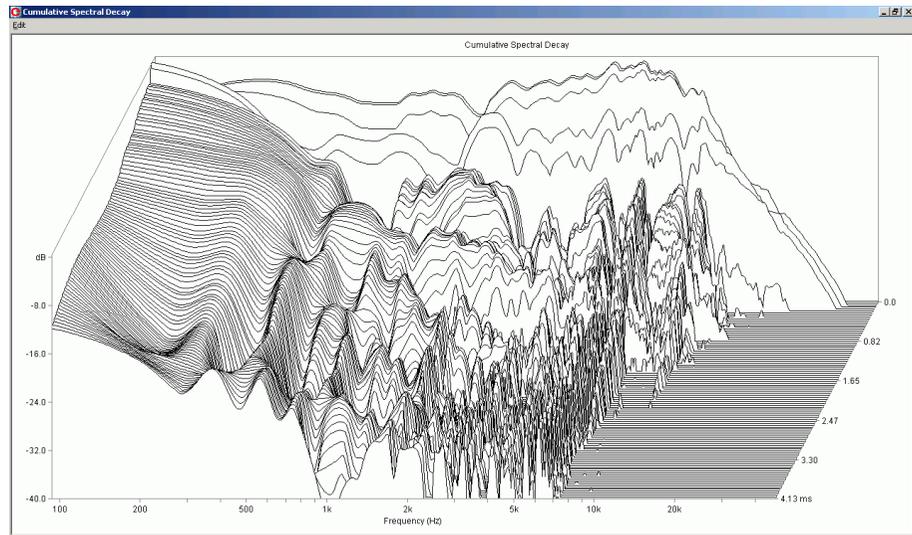
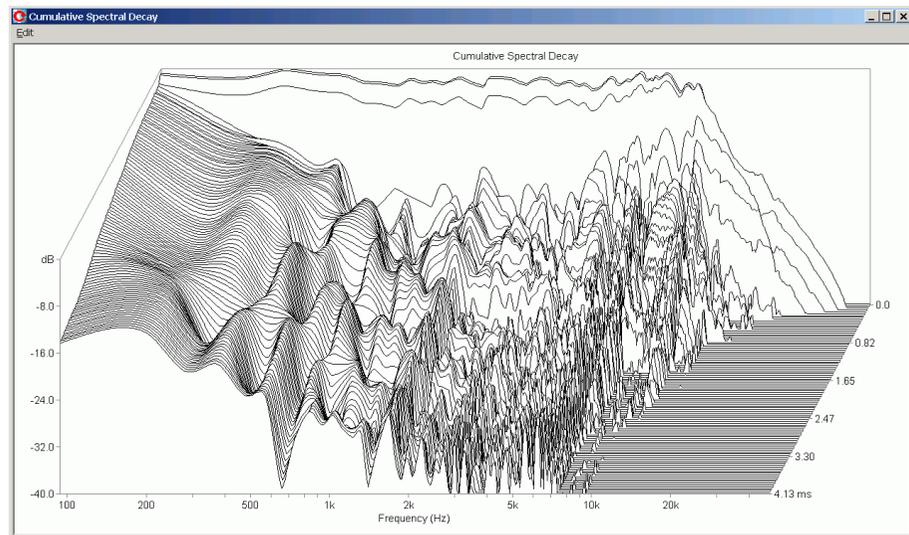
Peerless 832873 (HDS134 Nomex)

Frequenz- und Phasengang bei 4,00V \pm 0dB entsprechend 1,0W an 16Ohm Zerfallspektrum 4,0V \pm 0dB entsprechend 1,0W an 16Ohm



BMS 5N155 16Ohm

BMS 5N155 16Ohm



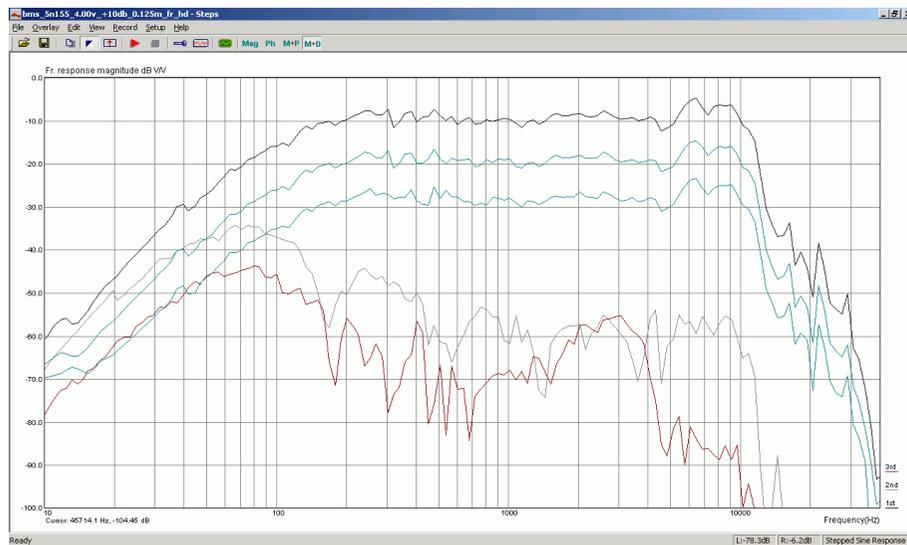
Aurum Cantus AC130F1 grob entzerrt zum Vergleich

Aurum Cantus AC130F1 nicht entzerrt zum Vergleich

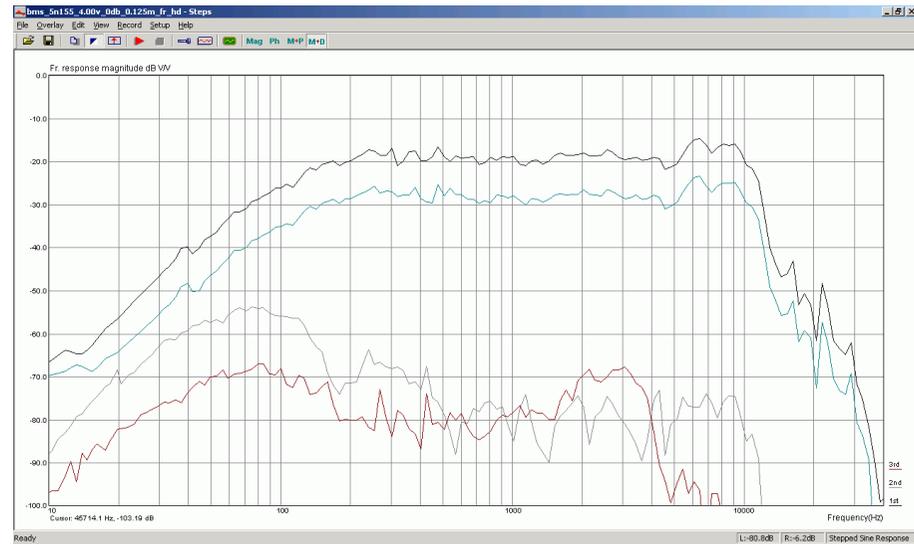
Frequenzgang und HD bei verschiedenen Pegeln



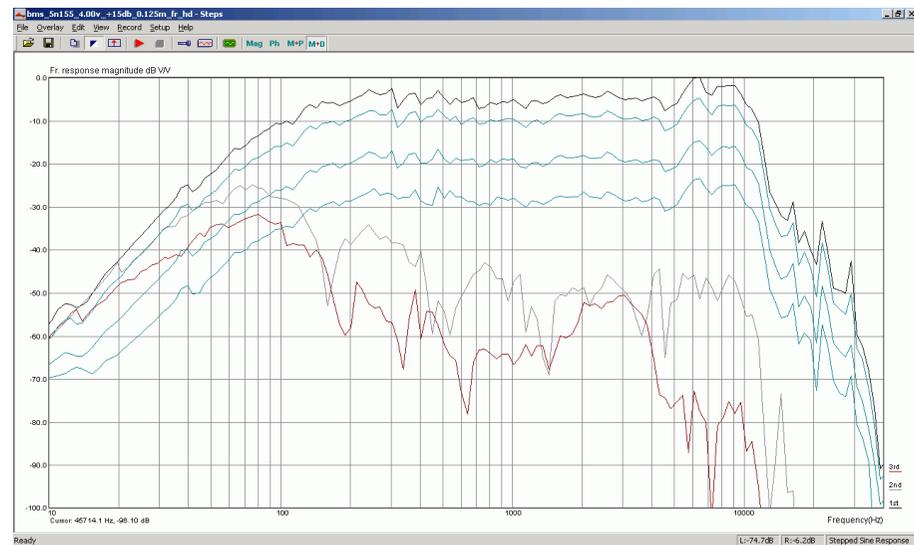
BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V-10dB entsprechend 0,10W an 16Ohm



BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V+10dB entsprechend 10W an 16Ohm

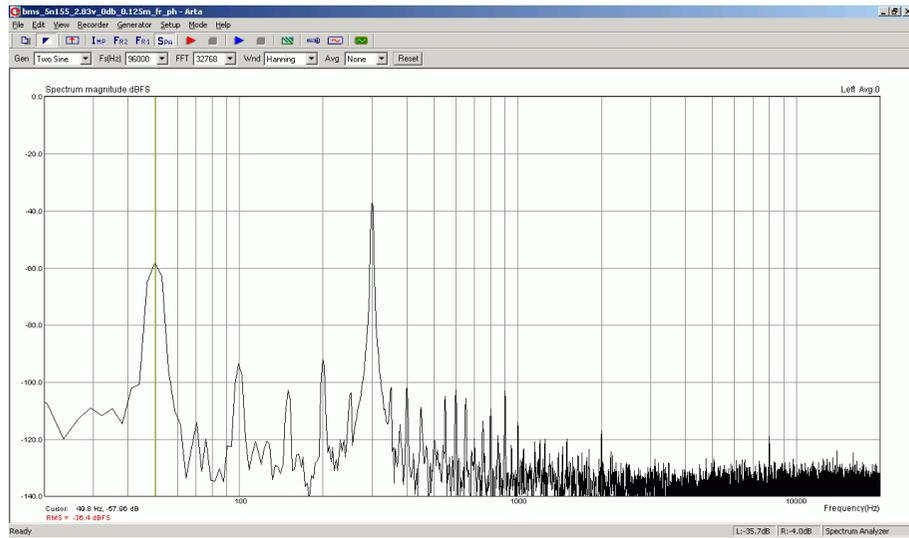


BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V+0dB entsprechend 1,0W an 16Ohm

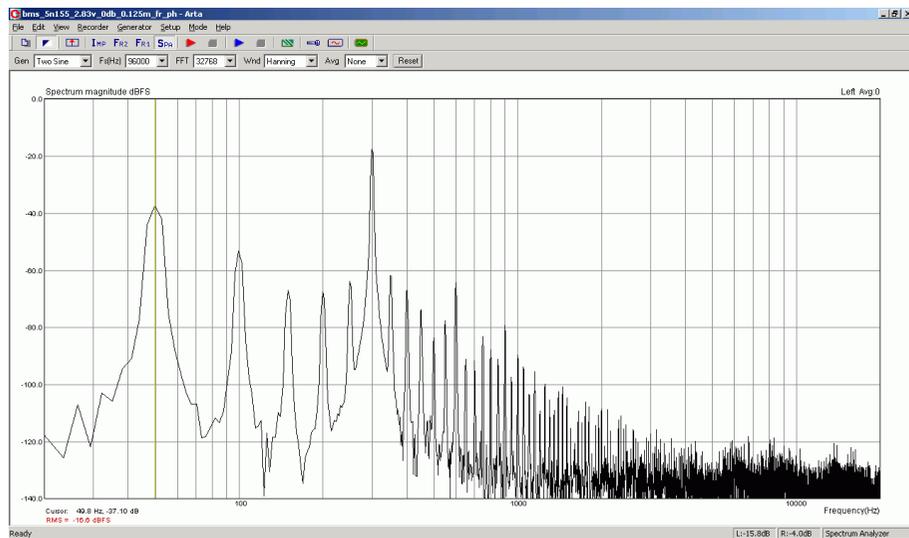


BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V+15dB entsprechend 31W an 16Ohm

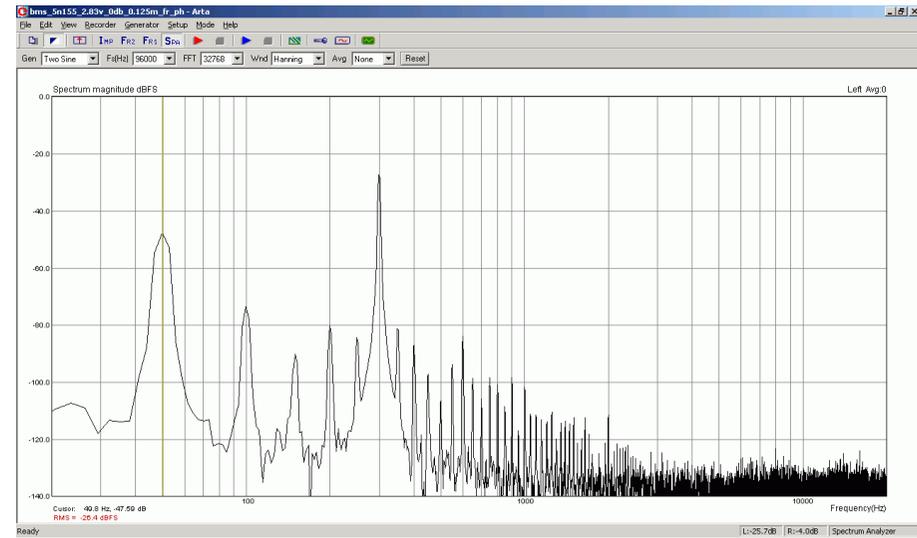
Intermodulation 50Hz+300Hz bei verschiedenen Pegeln



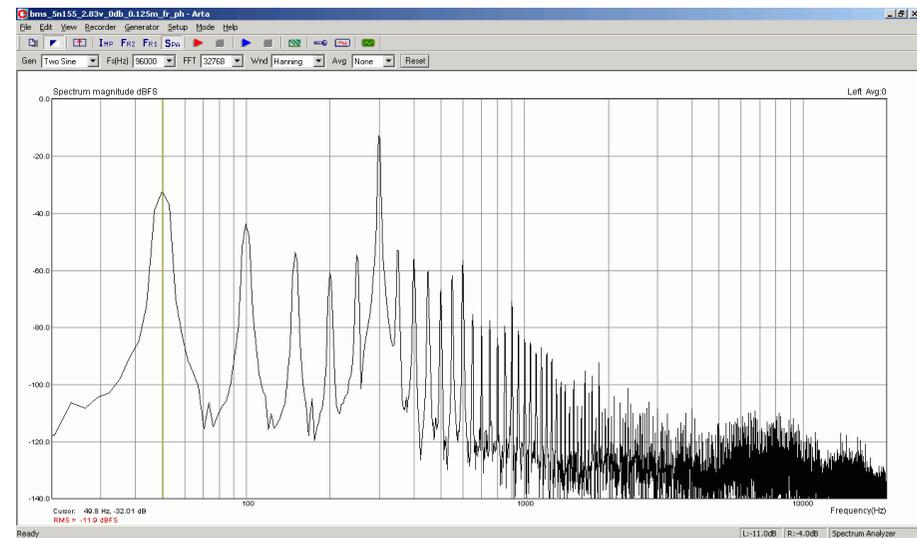
BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V-10dB entsprechend 0,1W an 16Ohm



BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V+10dB entsprechend 10W an 16Ohm

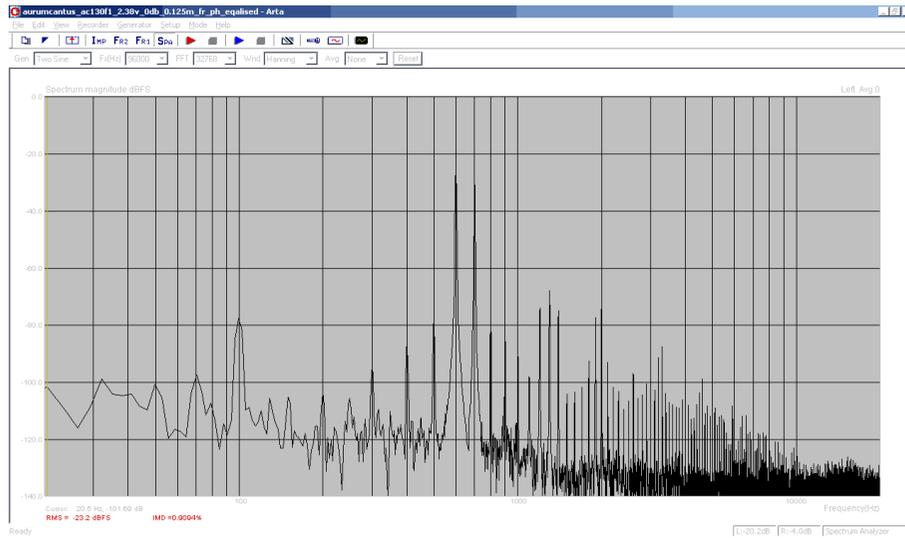


BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V+0dB entsprechend 1,0W an 16Ohm

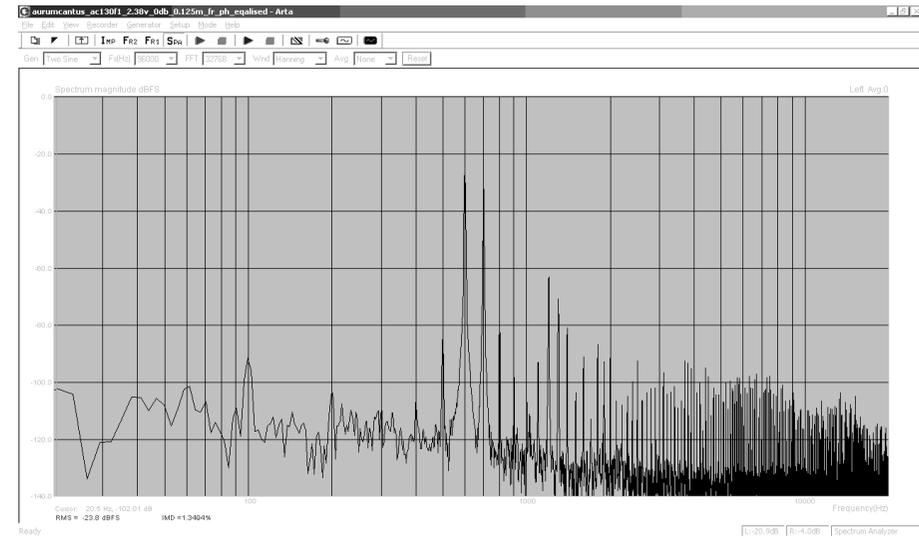


BMS 5N155 16Ohm bei 4,00V+15dB entsprechend 31W an 16Ohm

Intermodulation 600+700Hz bei 2,38V+10dB entsprechend 7,08W an 8Ohm Intermodulation 600+700Hz bei 2,38V+16,3dB entsprechend 40W an 6Ohm



Aurum Cantus AC130F1 grob entzerrt zum Vergleich

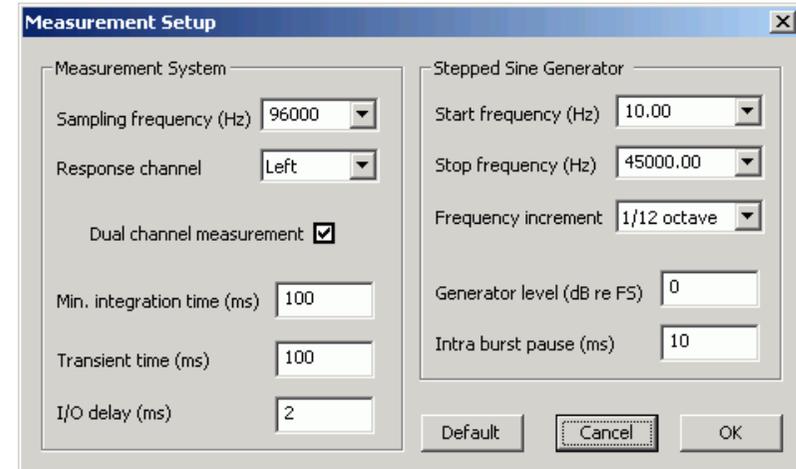
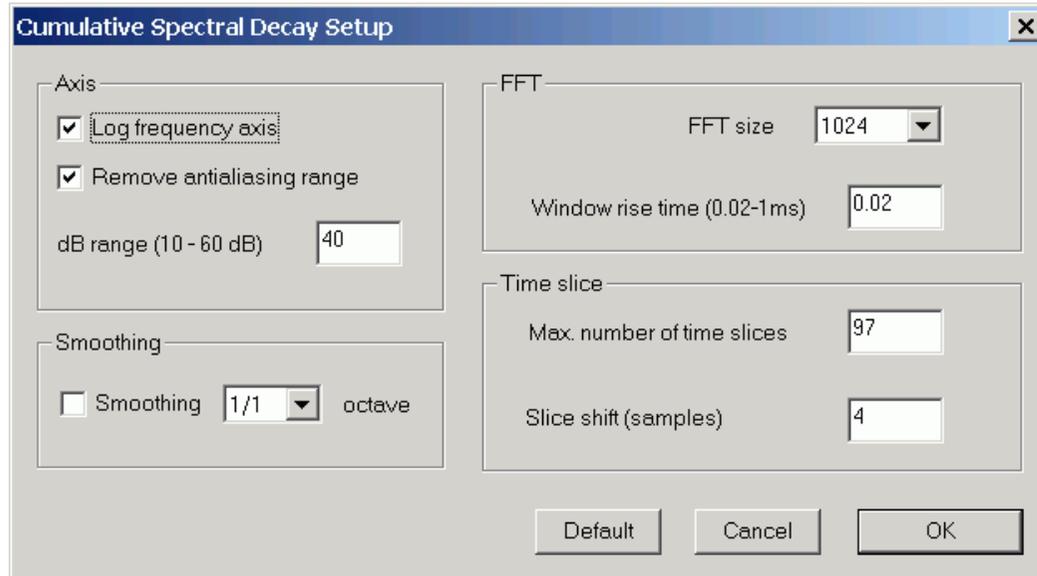
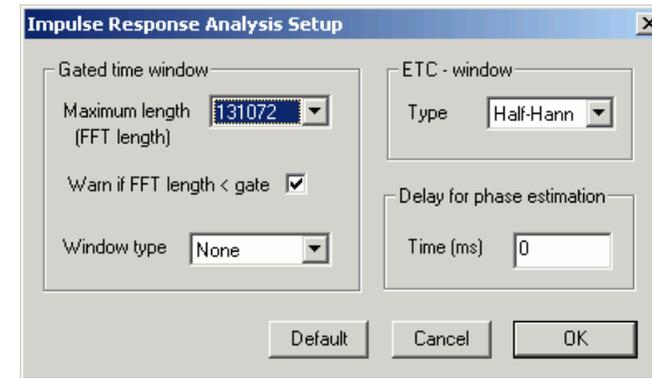


Bohlender & Graebener RD75 entzerrt zum Vergleich

Hier verwendete Einstellungen für die Messungen

CSD-Darstellung:

- nur(!) linken Gateanschlag bei 3,0ms setzen,
- 40dB-range, smoothing nach Belieben,
- FFT-size 1024, rise time 0,02ms,
- time slices 97,
- samples 4.



Interpretationsversuch**- Frequenz- und Phasengang**

Der CSX hat, wie der P13WH, einen recht gutmütigen FG, weicher Übergang zwischen 100Hz und 300Hz, relativ glatter und waagerechter Verlauf, der P13WH außerdem mit resonanzfreiem Roll off.

Der Phasengang ist bei beiden recht gleichförmig, ab 1kHz schneidet der P13WH sogar einen Tick besser ab. Dessen steilerer HT-Abfall bedingt zwar eine stärkere Phasendrehung, allerdings zeigt der CSX ab 5kHz einige Aufbrucherscheinungen, die auch den Phasengang sichtbar stören.

Die leichte Badewannenform des AC und des HDS bewirken einen ungleichförmigen Phasenverlauf. Der AC scheint ein höheres Q_{tc} zu haben, was einen steileren TT-Abfall und damit stärkere Phasendrehung bewirkt. Beide verzeichnen einen leichten HT-Anstieg, auch dieser schlägt sich in einem versteilerten Phasengang nieder.

Hier würde ich den CSX mit dem P13WH gleichauf sehen.

- CSD (Wasserfall)

Alle Chassis erscheinen oberhalb von 2kHz unauffällig, also resonanzarm, beim HDS ist der Gesamtpegel wohl schon so weit abgesunken, daß die Resonanzen kaum noch ins Gewicht fallen.

Die bei allen zu erkennende 500Hz-Resonanz könnte auch aus dem Aufbau rühren, zumal ihre Frequenz über der Abklingzeit variabel ist. Hier kann ich keinen eindeutigen Gewinner ausmachen.

- (Frequenzgänge und) harmonische Verzerrungen bei verschiedenen Pegeln**-10dB**

Alle liegen auf erfreulich niedrigem Niveau, wobei der AC130 mit seinem K3 ab 600Hz etwas aus der Reihe tanzt. Störend könnte dies ab 1kHz werden, aber immerhin eine Oktave über der momentan vorgesehenen 24dB-Trennung, deshalb wahrscheinlich schon ausreichend abgesenkt.

0dB

Der P13WH zeigt im unteren Bereich etwas stärkeren K3, der AC bleibt hier etwas unter dem Durchschnitt, während er über 1kHz weiterhin darüber bleibt.

+10dB

Der K2 sieht beim CSX recht zerklüftet aus, die K3-Spitzen bei 200Hz und 400Hz waren als "Rasseln" bei der Messung gut heraushörbar, aber nicht (durch mich) dem Chassis oder dem Einbau zuzuordnen. K2 und K3 beim AC bleiben unterhalb 50Hz niedriger, als bei den anderen Chassis. Der Klirrverlauf beim P13WH ist relativ gleichmäßig, vom Niveau her vergleichbar mit dem HDS.

+15dB

Während der AC selbst bei 20Hz noch 10dB Abstand zum K3 halten kann, streichen die anderen Kandidaten so langsam die Segel. Auch oberhalb 1kHz ist der K3 nicht mehr höher, als beim CSX oder P13WH. Der HDS bleibt in diesem Bereich noch etwas darunter, sein Klirrverlauf ist aber ungleichmäßig.

Insbesondere bei höheren Pegeln würde ich dem AC aus Verzerrungssicht den Vorzug geben, da sein Klirrverlauf im vorgesehenen Arbeitsbereich auch sonst nicht negativ auffällt.

- Intermodulationsverzerrungen bei verschiedenen Pegeln**-10dB**

Erstaunlich finde ich, daß bei diesem niedrigen Pegel die Chassis schon merklichen K3 zeigen, nämlich bei 900Hz von der 300Hz-Anregung. Ansonsten scheint der HDS-Antrieb hier zu schwächeln, wenn man K2 und K3 der 50Hz betrachtet. AC130 und P13WH liegen gleichauf vorn.

0dB

Anhand des Gesamt-IMD liegt der AC130 wieder vorn, K3 bis K5 der 50Hz liegen durchweg niedriger, als bei den anderen. K3 der 300Hz liegt etwas höher, dafür fallen die Mischprodukte mit den 50Hz niedriger aus.

+10dB

Die Tendenz setzt sich fort, K2 bis K4 der 50Hz sind beim AC130 wieder geringer, die Mischprodukte sind auch etwas niedriger als bei den anderen Chassis.

+15dB

Auch hier sticht der AC130 durch niedrige Harmonische hervor, wobei K4 und K5 von 50Hz beim CSX noch etwas geringer sind. Wieder sind die Intermodulationsprodukte beim AC130 relativ zu den anderen Chassis niedrig, während der HDS damit seine Lücken zwischen den 300Hz-Harmonischen "auffüllt".

Interpretationsversuch zum BMS 5N155 16Ohm**- Frequenz- und Phasengang**

Der BMS hat einen recht ordentlichen FG bis etwa 4kHz, weicher Übergang zwischen 100Hz und 300Hz, relativ glatter und waagerechter Verlauf, am Ende mit merklichen Überhöhungen, aber steilem/glatterm Roll off.

Der Phasengang ähnelt untenrum dem des CSX, obenrum ist er wegen der Amplitudenüberhöhung auch zappliger.

Einstufung: etwa gleichauf, wie Peerless HDS134

- CSD (Wasserfall)

Interessant ist der flinke Abfall, relativ zum restlichen Testfeld liegen die verbleibenden Ausschwingvorgänge bei niedrigeren Amplituden. Das ist mit gutem Willen auch im Tieftonbereich zu erkennen. Ich vermute, daß die harte, verlustbehaftete Einspannung dazu führt.

- (Frequenzgänge und) harmonische Verzerrungen bei verschiedenen Pegeln

Während im Mitteltonbereich die harmonischen Verzerrungen 2. und 3. Ordnung trotz Zerklüftung noch annehmbar niedrig bleiben, sind sie unter 200Hz erstaunlich hoch. Das paßt eher zu Treibern mit 3mm Xmax oder weniger. Insbesondere K2 steigt sehr stark zu niedrigen Frequenzen und höheren Pegeln hin an. In dieser Disziplin schlechtester Testteilnehmer.

- Intermodulationsverzerrungen bei verschiedenen Pegeln

Hier setzt sich leider fort, was sich bei den harmonischen Verzerrungen andeutete, schon bei niedrigen Pegeln treten merkliche Intermodulationen auf. Bei höheren Pegeln sind nicht nur die Amplituden der Intermodulationsprodukte hoch, sondern sie liegen auch sehr dicht.

Ungünstigstes Intermodulationsverhalten im Testfeld.

Der Antrieb ist sehr stark und laut Datenblatt sollte der "lineare" Hub +/-5mm betragen. Diese Eigenschaften werden in den Messungen nicht erkennbar. Die Sicke ist recht steif, die Zentrierspinne dagegen flexibler. Vermutlich ist die Sickensteifigkeit derart progressiv, daß sie wesentlich zu den hohen Verzerrungen beiträgt. Große Hübe bewältigt der BMS ohne weiteres, die Empfindlichkeit ist hoch, die Linearität jedoch unzureichend. Schade, da hat sich BMS was vergeben, die Verarbeitung ist ordentlich, wengleich die Sicke nicht ganz gleichmäßig ist (sieht man, wenn man die Membran mit der Hand herausdrückt). Die Membran selbst ist ziemlich steif und aus Papier - sehr klebrig beschichtet, sie scheint sich bei großen Hüben nur unwesentlich zu verformen.

Zum Schluß noch ein kleiner Versuch, weil der Meßaufbau einmal stand: AC130F1 gegen RD75. Um bei gleichem Mikroabstand auf gleiche Pegel zu kommen, war die Ansteuerleistung fast um den Faktor 6 unterschiedlich! Der Magnetostat war subjektiv aber deutlich lauter, das liegt nach meiner Vermutung am kleineren Schallpegelabfall pro Entfernungsänderung und dadurch höheren Energieeintrag in den Raum. Insofern hinkt der Vergleich etwas (stark). Diese Messung müßte man eigentlich bei Hörentfernung durchführen.

Auffällig ist jedoch, daß zwar die Intermodulationsspitzen des RD75 nicht wesentlich höher ausfallen, als beim Aurum, sich das Spektrum jedoch sehr weit zu hohen Frequenzen hin erstreckt. Im Gegensatz dazu treten aber deutlich geringere Mischprodukte unterhalb der Anregung auf.

Ob daher der "airy" Klang des Magnetostaten rührt? Subjektiv ist der Hochtoneindruck des RD75 nach ordentlicher Entzerrung „nach meinem Geschmack“ jedenfalls sehr gut.