

PRODUCTION PARTNER

Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

Artikel
aus Ausgabe 04/2014

LD Systems
DDQ 15 und SUB 18



Das Nachrichten-
portal rund um
die Medienwelt
und -technik

powered by
**PRODUCTION
PARTNER**

(...) Dank edler Treiber von Faital Pro und BMS, Hypex-Endstufen und einem hoch leistungsfähigen DSP-System auf Sharc-Basis entwickelte man bei LD Systems einen Lautsprecher, der in jeglicher Hinsicht State of the Art ist. (...)

LD Systems DDQ 15 und SUB 18

Mit einem 15/2-Toppteil und einem 18"-Subwoofer erweitert LD Systems die aktive DDQ-Serie

Vor einem Jahr hat LD Systems die DDQ-Serie eingeführt – bestehend aus aktiven Fullrange-Lautsprechern und aktiven Subwoofern. Die Spitzenposition nimmt dabei seit einiger Zeit die DDQ-Serie ein, die ganz aktuell zur Prolight + Sound um das neue Modell DDQ 15 erweitert wurde. Dessen Name lässt schon erahnen, dass es sich dabei um ein 15"-Toppteil handelt, das zusammen mit dem ebenfalls aktiven Self-Powered-Subwoofer SUB 18 zum Test geschickt wurde. Die DDQ 15 ist damit neben der DDQ 12 und DDQ 10 das dritte Toppteil in der DDQ-Serie. Die Bestückung und technischen Daten prädestinieren die DDQ 15 ganz klar als kräftige Fullrange-Box, die für nicht mehr ganz kleine Bühnen, DJ-Acts oder auch als Sidefill- oder Drumfill bestens geeignet erscheint. Zusammen mit der SUB 18 oder auch mehreren SUB 18 als Car-

dioid-System wird aus der DDQ 15 dann bereits eine handfeste PA, die auch schon kleinere Säle oder Festzelte adäquat zu beschallen in der Lage sein sollte.

Zielsetzung bei der Entwicklung der gesamten DDQ-Serie war ganz klar der Qualitätsanspruch. Als Treiber kommen Konus-Chassis von Faisal Pro und Hochtöner von BMS zum Einsatz. Beide Marken werden zudem beim weltweiten Vertrieb der LD Systems-Produkte geführt, womit der Einsatz dann noch naheliegender ist. Beide Marken finden sich weltweit in den Produkten renommierter Hersteller wieder und genießen viel Anerkennung. Auch bei der Elektronik hat man sich entsprechender Zulieferer bedient. Endstufen und Netzteile stammen von Hypex aus den Niederlanden, deren Produkte bis in den HiFi-/ High-end-Sektor einen ausgezeichneten Ruf

genießen. Für die Filter und Limiterfunktionen entschied man sich bei LD Systems, ein eigenes DSP-Board auf Basis eines Sharc-Prozessors entwickeln zu lassen. Ergänzt wird das alles noch durch diverses Zubehör wie Schwenkbügel, Wandhalter, Schutzhüllen und Rollenbretter, womit man ein alles in allem hoch professionelles Gesamtprodukt vorfindet. Preislich bleibt man mit 1.599 € für die DDQ 15 und 1.799 € für den SUB 18 (beides UVP incl. MwSt.) dabei sehr im Rahmen, was die DDQ-Serie auch für Musiker, Clubs und kleine Bands interessant macht. Verleiher dürften ebenfalls nicht nur aufgrund des günstigen Anschaffungspreises Freude an der DDQ-Serie haben, da die Boxen durch eine einfache Konfiguration und Verkabelung eine gewisse Sicherheit gegen Fehlbedienung bieten. Hinzu kommt der zuverlässige



Edles Innenleben: 15"-Neodym-Treiber von Faisal Pro und ein BMS 4554 für die Höhen



Asymmetrisches Hochtonhorn mit breiter Abstrahlung nach unten und einer Verengung nach oben. Mit seiner quadratischen Grundfläche kann das Horn für Anwendungen als Bodenmonitor auch um 90° gedreht eingebaut werden.

Schutz der Komponenten durch die internen Limiter, die natürlich exakt auf die Endstufen und Treiber abgestimmt sind und somit einen hohen Maß an Betriebssicherheit bieten können.

Die Summe der bisher aufgezählten Eigenschaften macht die DDQ 15 in vielerlei Hinsicht interessant, was Grund genug sein sollte, sich die neue DDQ 15 und auch den zugehörigen SUB 18 einmal näher anzuschauen.

Treiber und Elektronik

Beginnt man bei den Äußerlichkeiten, dann wäre da zunächst das Gehäuse aus 15 bzw. 18 mm Multiplex, das vollständig mit einem sehr strapazierfähigen schwarzen Strukturlack (PU) überzogen ist. Die Verarbeitung ist auch im Detail erwartungsge-

mäß perfekt, wobei auch kleine, aber wichtige Details im Innern nicht vergessen wurden. So fügt sich der Magnet des Hochtöners in eine Halterung ein, womit das Horn bei einem versehentlich harten Aufsetzen oder Umkippen der Box vor dem Abbrechen geschützt wird. Die Elektronik auf der Rückseite der Box befindet sich in einem eigenen Gehäuse, das keine Verbindung zum Volumen des Tieftöners hat. Das bewahrt zum einen die Elektronik vor extremen Vibrationen und es ermöglicht eine klar definierte Belüftung der Elektronik. Ausgestattet ist das Gehäuse der DDQ 15 mit zwei angenehm großen seitlichen Griffen, einer Stativhülse im Boden und insgesamt 13 Flugpunkten in M10, an denen auch Montagebügel u. Ä. befestigt werden können. Solide Füße gibt es auf der Unterseite und auf einer der beiden Rückenflächen für die

sichere Positionierung als quer liegender Bühnenmonitor.

Seitlich neben dem Horn befindet sich die großflächige Bassreflexöffnung des Tieftonvolumens. Beim Design eines Lautsprechers ist die Bassreflexöffnung oft ein Störfaktor, den man nicht gerne sieht. Entscheidend für die Funktion ist jedoch eine möglichst große Fläche mit wenig Kantenlänge. Diesem Ideal kommt man bei der DDQ 15 schon recht nahe. Strömungsgeräusche und Kompression werden somit auf ein mögliches Minimum reduziert.

Die Gehäuseabmessung der DDQ 15 betragen 42 × 76 × 49 cm (B × H × T). Klein ist die Box damit natürlich nicht, was aber auch in Anbetracht des 15"-Tieftöners kaum anders möglich war, wenn dieser auch sinnvoll für die Tieftonwiedergabe genutzt werden soll. Erfreulich fällt das Gewicht mit nur 22,5 kg aus. Bedenkt man, dass hier schon die komplette Elektronik integriert ist, dann werden an dieser Stelle die Fortschritte im Lautsprecherbau der letzten Jahre besonders deutlich: Vor 20 Jahren hätte eine vergleichbare Box ohne Elektronik vermutlich schon das doppelte Gewicht auf die Waage gebracht und die Endstufe hätte auch ohne Problem noch einmal 20 kg dazugelegt. Mit 22,5 kg und den gut geformten und auch hinreichend großen Griffen kann die DDQ 15 so locker von einer Person gehandhabt werden.

Bei der Auswahl der Treiber hatte man es relativ leicht. Als Vertriebspartner für Faital Pro und BMS hat man zwei Marken schon an Bord, die mit einer riesigen Produktpalette und modernster Technik in Entwicklung und Fertigung alles zu bieten haben, was sich der Lautsprecherentwickler wünscht. Für den Tieftöner fiel die Wahl auf ein Neodymchassis mit 3"-Schwingspule. Diese 3"-Spulen werden typischerweise bei den 15"- und 12"-Chassis eingesetzt, die eine geringe bewegte Masse erfordern, womit die Eigenschaften in der Mitteltonwiedergabe verbessert werden. Die schwereren 4"-Antriebe finden dagegen eher bei reinen Bass-Chassis Anwendung. Der kräftige Neodymmagnet und der futuristisch und natürlich auch strömungsgünstig gestaltete Aludruckgusskorb des Tieftöners sind bei einem Blick ins Gehäuse gut zu erkennen. Als Hochtontreiber kommt ein OEM-Modell von BMS mit 1,4"-Spule zum

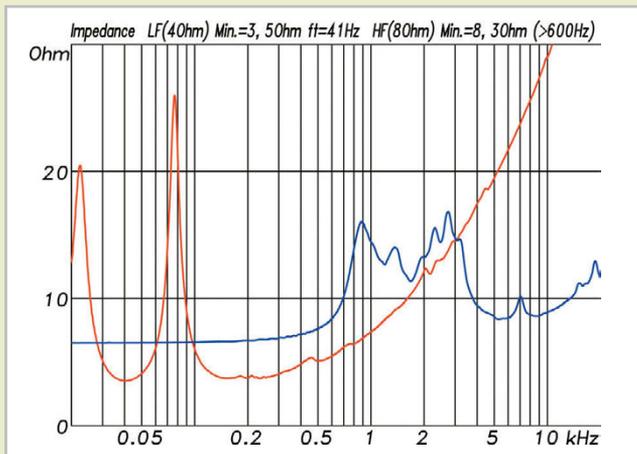


Abb. 1: Impedanzverläufe des LF- (rot) und HF- (blau) Weges in der DDQ 15. Der 15"-Tieftöner ist zur optimalen Ausnutzung der Endstufen als 4-Ohm-System ausgelegt. Das Bassreflexgehäuse ist auf 41 Hz abgestimmt.

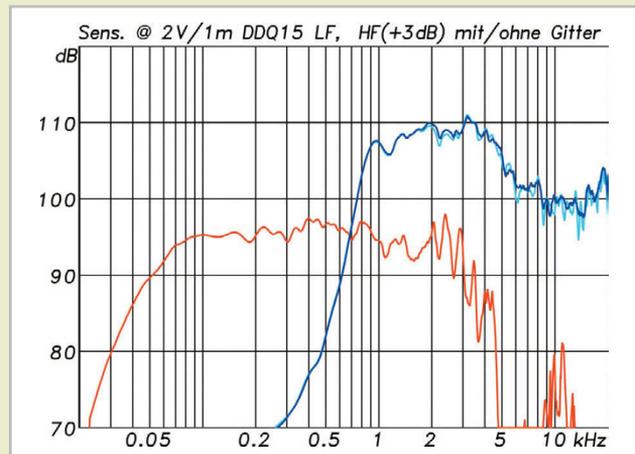


Abb. 2: Frequenzgänge mit Sensitivity des LF- (rot) und HF- (blau) Weges in der DDQ 15 bezogen auf 2 V / 1 m. Der 1 W / 1 m Wert für den 8-Ohm-Hochtöner (blau) liegt 3 dB höher. Die dunkelblaue Kurve zeigt eine Messung des Hochtöners ohne Gitter und die hellblaue Kurve mit Gitter.

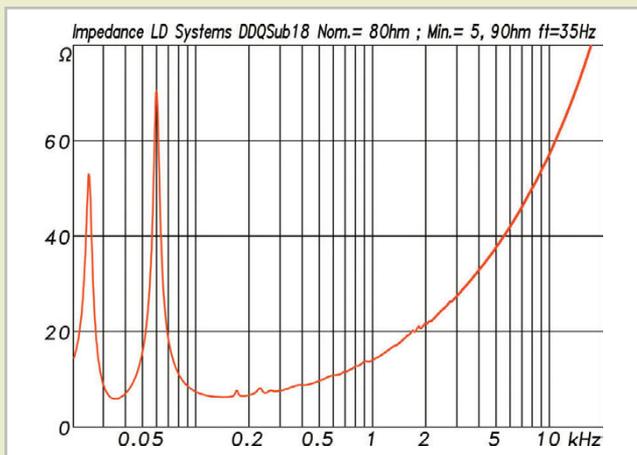


Abb. 3: Impedanzkurve des 18"-Tieftöners mit einem Impedanzminimum von 5,9 Ohm und einer Abstimmfrequenz von 35 Hz

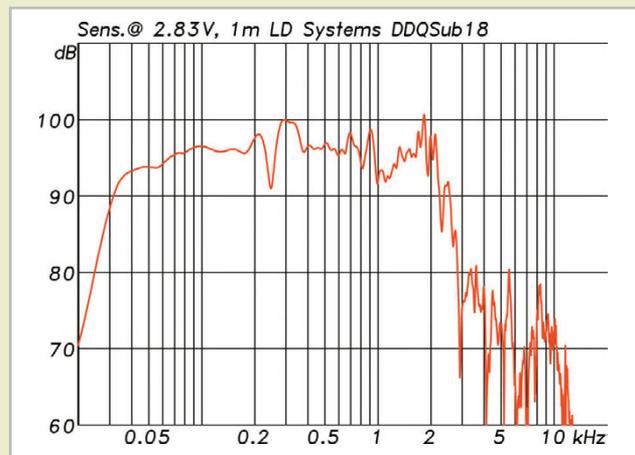


Abb. 4: Frequenzgang mit Sensitivity des Subwoofers bezogen auf 2,83 V / 1 m. Der Subwoofer kann bis ca. 30 Hz hinab gut genutzt werden.

Einsatz. Hier gibt es noch den klassischen Ferritmagneten. Gründe dafür gibt es einige: Bei einem Hochtöner ist die Gewichtsersparnis durch Neodym absolut betrachtet weniger groß, die Wärmekapazität des Magneten ist deutlich größer, sodass die sensible Schwingspule des Hochtöners ihre Abwärme schneller abführen kann und nicht zuletzt sind Ferritmagnete auch wesentlich günstiger als Neodym und auch weniger von der aktuellen Versorgungslage mit seltenen Erden abhängig.

Mit der Impedanzkurve aus Abbildung 1 kommen wir wie immer zum ersten Mess-

ergebnis. Der Tieftöner gibt sich hier als 4-Ohm-System mit einer Abstimmfrequenz des Bassreflexresonators von 41 Hz zu erkennen. Mit dem 4-Ohm-Chassis lässt sich die interne Endstufe besser ausnutzen im Vergleich zu den sonst üblichen 8-Ohm-Systemen. Der Hochtöner kommt mit den üblichen 8 Ohm daher. Hier steht ohnehin mehr als genug Endstufenleistung zur Verfügung, sodass eine niedrigere Impedanz für mehr Leistung nicht erforderlich ist.

Die Frequenzgänge der beiden Wege in der DDQ 15 aus Abbildung 2 zeigen ein durchweg gutmütiges Verhalten. Die angegebene

ne Trennfrequenz von 1,3 kHz bringt die beiden Wege gut zusammen. Der Tieftöner arbeitet bis weit in den Mitteltonbereich hinein weitgehend resonanzfrei und steigt oberhalb von 2 kHz gleichmäßig und zügig abfallend aus. Ein solches Verhalten ist dem einen oder anderen sicherlich noch von den Klassikern EV 15L und 15B bekannt, die bis heute einen legendären Ruf genießen. Ein gutes Chassis ist ohne Frage trotz aller Möglichkeiten der modernen Elektronik immer noch die beste Basis für einen guten Lautsprecher. Der Hochtöner steht dem in nichts nach und zeigt seine Qualitäten vor

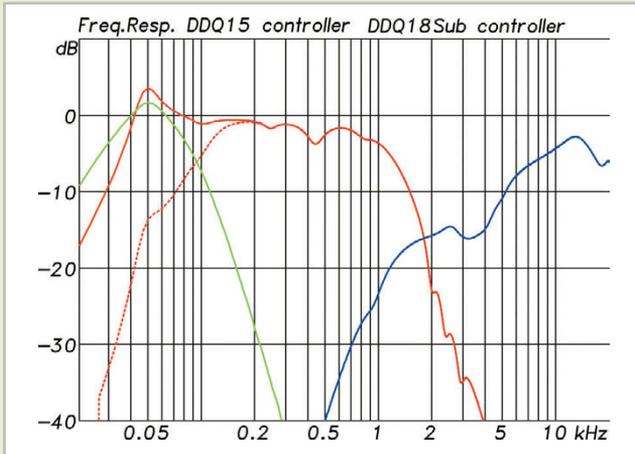


Abb. 5: Filterfrequenzgänge der integrierten Controller-Amps. Für den DDQ SUB 18 in grün, den LF-Weg in der DDQ 15 in rot und für den Hochtöner in blau. Die gestrichelte rote Kurve zeigt in den Verlauf in der Einstellung mit LowCut für die Kombination mit Subwoofer.

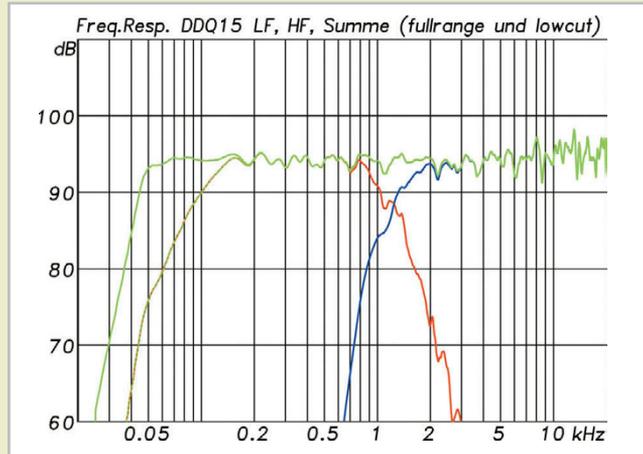


Abb. 6: Frequenzgang der DDQ 15 im Fullrange- und LowCut-Modus (gestrichelt). In rot und blau die Kurven für Tief- bzw. Hochtöner separat gemessen.

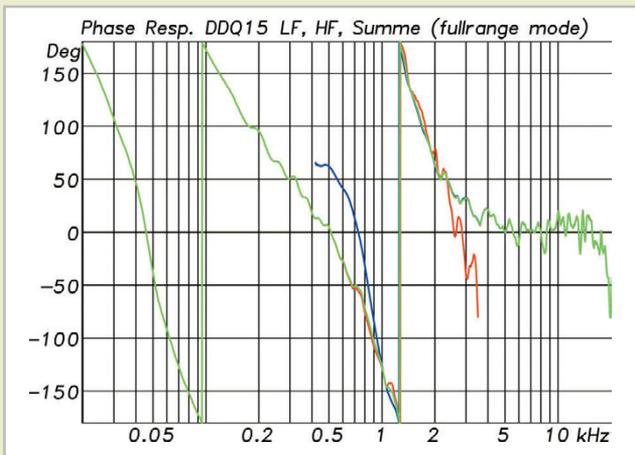


Abb. 7: Phasengänge der DDQ 15 im Fullrange-Modus. In rot und blau die Kurven für Tief- bzw. Hochtöner separat gemessen. Im Übergangsbereich bei 1,2 kHz decken sich die Verläufe perfekt.

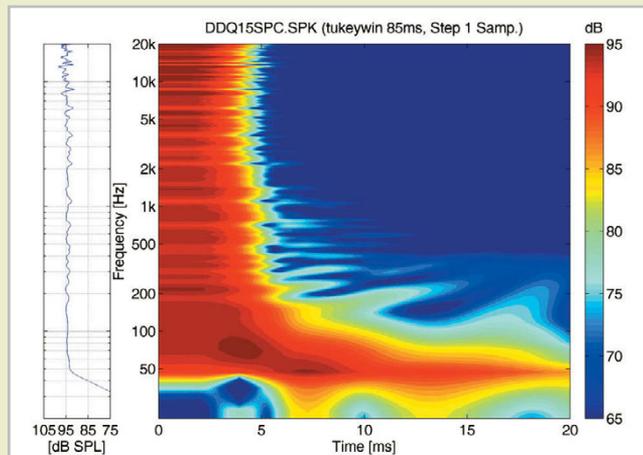


Abb. 8: Spektrogramm der DDQ 15. Es gibt einige kleine Resonanzen, vor allem im Frequenzbereich des Tieftöners, die aber alle unkritisch sind.

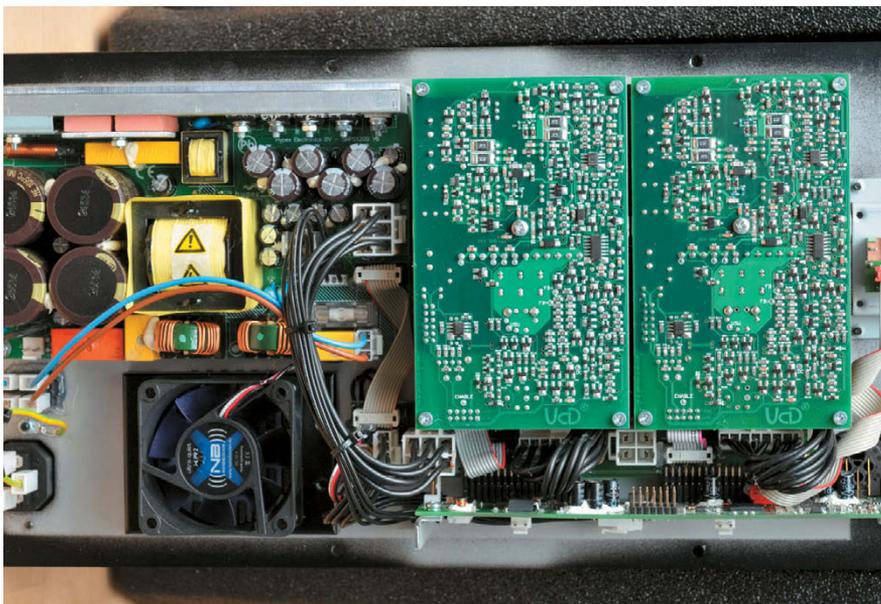
allein bei den höchsten Frequenzen. Dank Polyester-Ringmembran und einer besonders leichten Schwingspule auf einem beidseitig gewickelten Kaptonträger gelingt es dem Treiber, auch bei 20 kHz noch gut mitzuspielen. Im Datenblatt wird die Sensitivity mit 113 dB angegeben. Die Kurve in Abbildung 3 liegt ca. 3 dB darunter, da hier beide Kurven auf 2 V / 1 m, also passend für den Tieftöner mit 1 W / 1m, bezogen sind. Auf 2,83 V hochgerechnet ergeben sich dann auch hier die 113 dB.

Die beiden blauen Kurven in Abbildung 2 zeigen den Hochtöner mit und ohne Front-

gitter. Ohne Frontgitter kommen die Fähigkeiten des Treibers noch klarer heraus. Die zusätzlichen Welligkeiten mit Gitter entstehen durch Reflexionen am Gitter, die in das Horn zurücklaufen und dort zu Interferenzen und somit zu Welligkeiten führen. Aus akustischer Sicht würde man daher das Gitter lieber weglassen, was im Alltagsbetrieb natürlich nicht besonders praktikabel wäre. Schaut man sich das Gitter genau an, dann wird schnell klar, dass hier schon das Maximum an freier Fläche unter Einhaltung der notwendigen Schutzfunktion erreicht wird. Mehr geht also nicht, womit die dadurch

entstehende relativ harmlose Welligkeit in den höchsten Höhen in Kauf genommen werden muss. Zum Glück ist das Ohr hier auch weniger kritisch in der Wahrnehmung als das Auge bei der Betrachtung der Kurven.

Wendet man sich der Rückseite der DDQ 15 zu, dann ist hier die Elektronik mit allen Bedienelementen eingebaut. Der Netzanschluss erfolgt mit einer verriegelbaren Kaltgerätebuchse. Für das Audiosignal gibt es eine XLR-Buchse mit Link-Ausgang und einen weiteren Ausgang für einen externen Subwoofer. Wird die Einstellung „Sub-



Innenansicht der Elektronik mit zwei Modulen Hypex UcD 700

woofer“ aktiviert, dann wird ein Hochpassfilter bei 110 Hz (Butterworth 18 dB) in den Signalweg der DDQ 15 gelegt und das korrespondierende Tiefpassfilter dazu im Ausgang für den Subwoofer aktiviert. Der Subwoofer-Ausgang ist für den Anschluss beliebiger Subwoofer ohne eigene Tiefpassfilterung gedacht. Subwoofer aus der DDQ-Serie verfügen bereits intern über die passenden Filter und werden daher einfach nur zum Topteil parallelgeschaltet und nicht am Subwoofer-Ausgang angeschlossen.

Ein weiterer versenkt eingebauter Schalter betätigt den Ground-Lift. Insgesamt vier LEDs zeigen Signal Present, Peak-Limit, Subwoofer-Modus und Operate an. Der analoge Eingang der DDQ 15 ist für Pegel bis maximal +23 dBu ausgelegt, was für alle alltäglichen Anwendungen eine ausreichende Sicherheit gegen Übersteuerung bietet. Über einen Drehencoder kann ein digitales Gain von -34 bis +23 dB eingestellt werden. Steht der Encoder auf 0 dB, dann wird die Box bei +23 dBu am Eingang voll ausgesteuert. In der Einstellung Gain +23 dB wird Vollaussteuerung bei 0 dBu am Eingang erreicht, womit dann auch im Pegel schwache Quellen noch hinreichend sind. Der große Gain-Bereich bei einer fest stehenden analogen Clipgrenze von +23 dBu wird durch einen gestackten A/D-Umsetzer im Eingang mit 127 dB Dynamikumfang möglich

gemacht, ohne dass es dabei ein Problem mit Rauschen gibt.

Die Bedienung der DDQ 15 wurde bewusst einfach gehalten. D. h. keine PC-Schnittstelle, keine EQs, keine Delays etc., was alles dank des internen DSP-Systems möglich gewesen wäre. Wer den Markt kennt, weiß jedoch, dass kaum ein Anwender diese Funktionen je nutzt und ein fälschlicher Gebrauch viel wahrscheinlicher ist als ein notwendiger Einsatz. Vorausgesetzt die internen Filter und Limiter sind richtig abgestimmt, gibt es eigentlich kaum einen Grund für den Endanwender hier noch weitere Filtereinstellungen vornehmen zu müssen. Mögliche Geschmacksfilter oder differenzierte EQs für Musik, DJ, Sprache etc. könnte man natürlich an der Box über Presets abrufbar machen, aber auch hier gilt, dass die Wahrscheinlichkeit der Fehlbedienung den Nutzen übertrifft. Wer einen speziellen Sound möchte, kann und sollte diesen besser am Pult einstellen. Der Lautsprecher bleibt dann immer das ausführende, neutrale Werkzeug.

Schraubt man die als komplette Einheit herausnehmbare Elektronik aus dem Gehäuse heraus, dann blickt man auf eine dicht gepackte und sauber aufgebaute Elektronik. Das Bild wird dominiert von zwei Hypex-Modulen UcD 700 und dem zugehörigen 1,2 kW Netzteil, rechts unten versteckt sich die DSP-Platine.

DDQ SUB 18

Zur DDQ 15 wurde als typische Subwoofer-Ergänzung der SUB 18 mitgeliefert. Das Elektronikmodul entspricht dem des Topteils mit dem Unterschied in der Konfiguration, dass hier die beiden UcD 700 Endstufen in Brückenschaltung den 18"-Treiber ansteuern.

Für den Treiber fiel die Wahl auch wieder auf ein Modell von Faisal Pro mit 18" Nennmaß und 4"-Spule im Antrieb. Dank Neodymmagnet konnte auch hier das Gewicht reduziert werden. Eine gewisse Gehäusegröße bleibt jedoch für einen Subwoofer unverzichtbar, sodass die SUB 18 immer noch 44,5 kg auf die Waage bringt. Trotz der drei an den Kanten eingelassenen großen Griffstangen sollte man sich hier nur noch zu Zweit an den Transport und Aufbau machen. Erleichterung verschafft das als Zubehör erhältliche Rollenbrett.

Die Impedanzkurve aus Abbildung 3 verrät eine Abstimmfrequenz von 35 Hz und der Frequenzgang aus Abbildung 4 zeigt eine nutzbare untere Eckfrequenz von ca. 30 Hz. Die Sensitivity liegt bis 100 Hz im Mittel bei ca. 95 dB.

Controller

Der integrierte Digitalcontroller in der DDQ-Serie ist in allen Modellen identisch und basiert auf einem Sharc-DSP mit Cirrus Logic 42526 AD/DA-Umsetzer. Der Cirrus Chip verfügt über zwei ADCs und sechs DACs. Die beiden ADCs werden nach dem Prinzip des gestackten Wandlers betrieben und erreichen so eine Eingangsdynamik von 127 dB. Ausgangsseitig werden je zwei DACs parallel genutzt, womit sich die Dynamik gegenüber einem einzelnen DAC um 3 dB verbessern lässt, was zu einer Ausgangsdynamik von 113 dB führt, die seitens der Hypex-Endstufen unvermindert umgesetzt werden kann.

An dieser Stelle könnte die Frage aufkommen, wofür 127 dB Eingangsdynamik bei nur 113 dB auf der Ausgangsseite des DSPs benötigt werden? Der Eingang kann so auf +23 dBu maximalen Pegel ausgelegt werden und das Gain lässt sich intern auf digitaler Ebene in gewissen Grenzen verlustfrei einstellen. Eine Übersteuerung des Eingangs ist ebenfalls kaum noch möglich. Signale mit zu niedrigem Pegel können dann

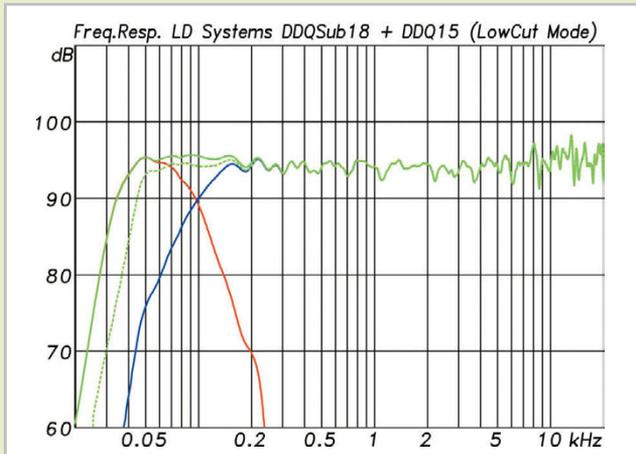


Abb. 9: Frequenzgang der DDQ 15 im LowCut Modus (blau) mit SUB 18 (rot) Erweiterung. In grün gestrichelt zum Vergleich noch mal die DDQ15 im Fullrange-Modus.

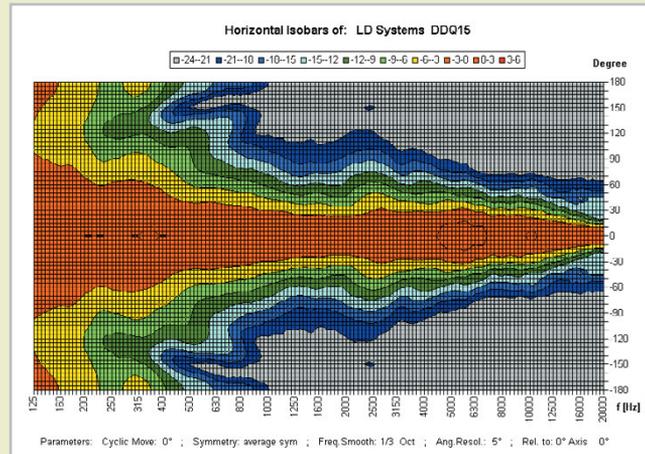


Abb. 10: Horizontale Isobaren der DDQ 15 mit einem Abstrahlwinkel von 80×50 Grad. Die 80° werden oberhalb von 1 kHz im Mittel eingehalten. Zu den höchsten Frequenzen setzt eine etwas verschärfte Bündelung ein.

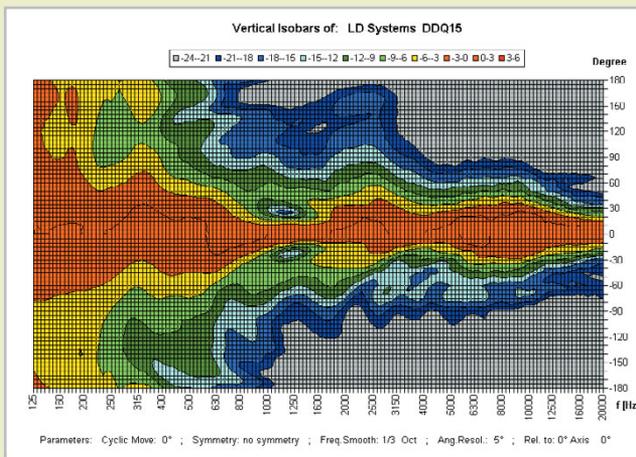


Abb. 11: Vertikale Isobaren der DDQ 15, der Hochtöner zeigt einen etwas unruhigen Verlauf

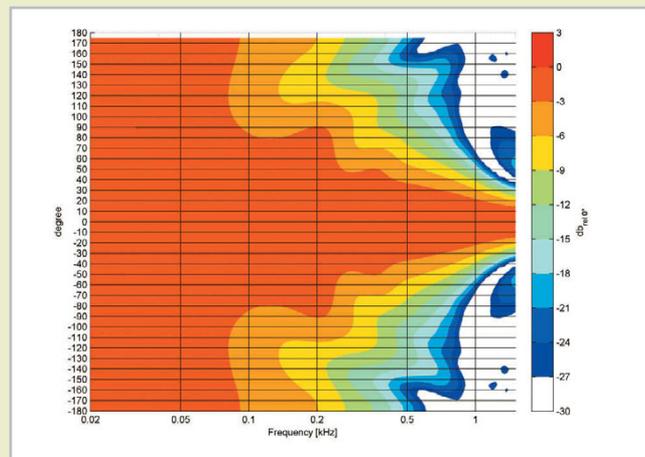


Abb. 12: Simulierte Isobarenkurven eines einzelnen SUB 18

einfach und gut reproduzierbar auf der digitalen Seite mit maximal 23 dB Gain angehoben werden, was für alle üblichen Anwendungsfälle ausreichend sein sollte. In den Topteilen werden die drei Ausgänge des DSP-Systems für den LF- und HF-Weg sowie für den Subwoofer Aux Ausgang genutzt. Letzterer muss nur dann benutzt werden, wenn Subwoofer angeschlossen werden sollen, die nicht aus der DDQ-Serie stammen. Die DDQ-Subs verfügen über einen eigenen DSP und arbeiten in der Standardeinstellung (Preset 1) schon mit

dem passenden Filter für die Kombination mit den DDQ-Topteilen. Für den Einsatz als Mono-Subwoofer verfügen die DDQ-Subs über zwei Eingänge, beide mit Link-Ausgang, die intern addiert werden. Für andere Kombination außerhalb der DDQ-Serie gibt es dann noch die Presets 2 bis 7 mit Tiefpassfiltern von 80 bis 120 Hz. Ein Aux-Ausgang findet sich hier ebenfalls, jetzt jedoch mit einem Hochpass gefiltert für beliebige andere Topteile. Bleibt man innerhalb der DDQ-Serie, dann ist alles ganz einfach. Der oder die Subwoo-

fer bekommen das Signal vom Pult und das wird 1:1 über den Link-Ausgang zum Topteil weitergeleitet. Für den Subwoofer wird das Preset 1 gewählt und im Top der Schalter LowCut betätigt. Neben den schon genannten Presets gibt es an den Subwoofern noch die geheimnisvollen Presets A1/2, B1/2, C1/2, D1/2. Mit diesen Setups können aus zwei oder drei Subwoofern Cardioid-System gebaut werden. Welche Funktionen die Filter intern haben, zeigt Abbildung 5. Die grüne Kurve zeigt das Filter für den Subwoofer mit dem DDQ



Anschlussfeld der DDQ 15 mit Link-Buchse und Sub-Out. Rechts ein Stufenschalter für klar definierte Gain-Werte.



Anschlüsse und Infos zum Cardioid-Betrieb der DDQ SUB 18

Preset 1. Die roten Kurven sind für den Tieftöner in der DDQ 15 im Fullrange- und im LowCut-Modus und die blaue für den Hochtöner. Neben den Hoch- und Tiefpassfiltern gibt es noch einige Bellfilter zur Korrektur der Frequenzgänge und hier nicht sichtbare Delays zur Laufzeitanpassung.

Messwerte

Betrachtet man die DDQ 15 im Ganzen, dann stellt sich ein Verlauf nach Abbildung 6 sein. Dem dürfte kaum was hinzuzufügen sein: hier passt es in allen Frequenzbereichen. Der Verlauf ist von der unteren Eckfrequenz (-6 dB) bei 42 Hz bis über 20 kHz weit ausgedehnt und die Welligkeit fällt extrem gering aus. Mit LowCut-Filter verschiebt sich die untere Eckfrequenz auf 90 Hz, womit der Tieftöner in der DDQ 15 merklich entlastet wird.

Die zugehörigen Phasengänge aus Abbildung 7 lassen auch ein harmonisches Zu-

sammenspiel von Hoch- und Tieftöner in der DDQ 15 erkennen. Die Phasengänge der beiden Wege in rot für den Tieftöner und in blau für den Hochtöner treffen sich nicht nur bei der Trennfrequenz, sondern decken sich auch im gesamten Frequenzbereich von ca. 800 Hz bis 2 kHz. Nur dann, wenn die Phasen der beteiligten Wege auch im Umfeld der Trennfrequenz gut übereinstimmen, resultiert daraus ein glatter Summenfrequenzgang, so wie es in Abbildung 6 zu sehen ist.

Im Spektrogramm aus Abbildung 8 stellt sich die DDQ 15 unauffällig dar. Bis 1 kHz gibt es die eine oder andere kleine Resonanz, die vermutlich auf Moden des Gehäusolumens zurückgehen und sich nie ganz vermeiden lassen, wenn ein großer Tieftöner bis weit in den Mittenbereich hinein eingesetzt wird. Der Hochtöner agiert nahezu resonanzfrei, was nicht zuletzt auch dem Ringmembrankonzept des BMS-Treibers zu verdanken sein dürfte.

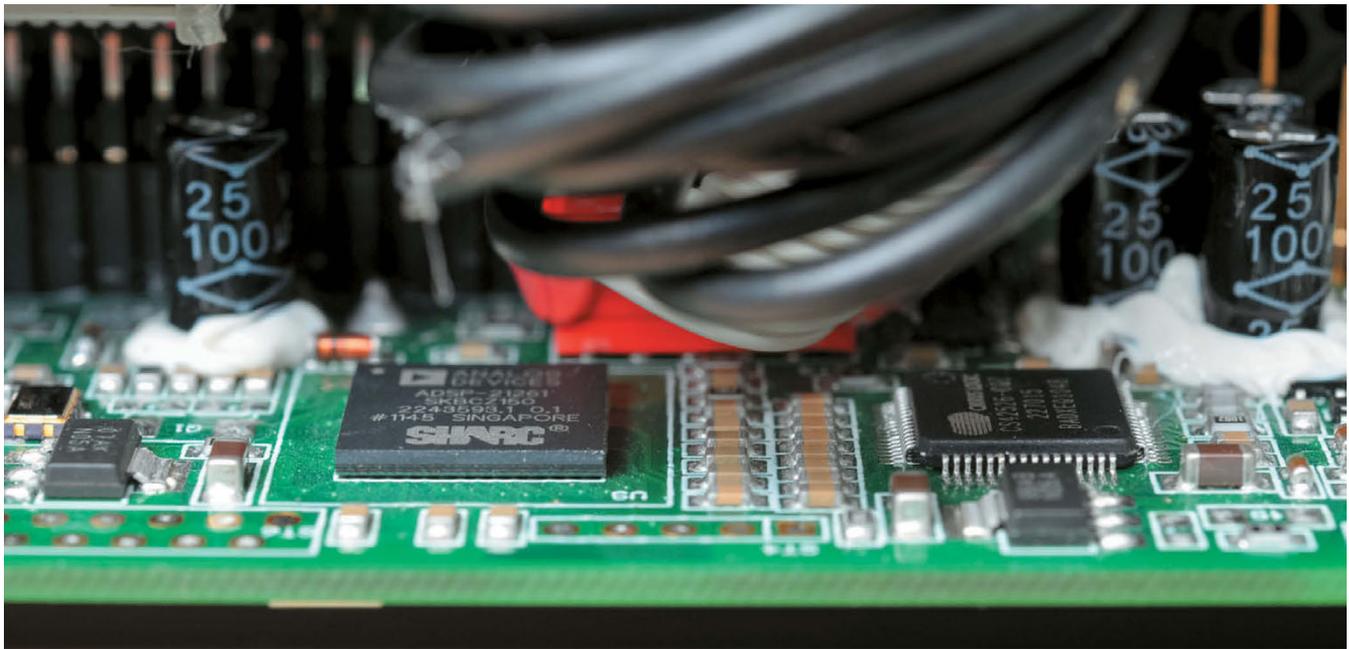
Mit dem SUB 18 kommt ein dritter Weg dazu. Abbildung 9 zeigt das Zusammenspiel von Topteil und Subwoofer im Vergleich zum Topteil im Fullrange-Modus. Der Gewinn zu den tiefsten Frequenzen hin sieht hier nicht so spektakulär aus wie man es vielleicht erwarten würde, wo die untere Eckfrequenz von 42 Hz auf 32 Hz absinkt, was aber weniger daran liegt, dass der Subwoofer nicht weiter hinab reicht, als dass die DDQ 15 auch selber schon recht kräftig im Bass daherkommt. Je nach gehörter Musikart, z. B. elektronische Musik oder DJ Programm, machen sich die 10 Hz dann aber doch schon gut bemerkbar.

Die eigentlichen Vorteile der Subwoofer-Kombination liegen jedoch noch an anderen Stellen. Der Tieftöner in der DDQ 15 wird erheblich von den tiefen Frequenzen und damit von großen Auslenkungen entlastet, was sich auch in weniger Verzerrungen in den Mitten auswirkt. Hinzu kommt noch der generell höhere Maximalpegel des Subwoofers im Frequenzbereich unterhalb von 100 Hz.

Directivity

Das Abstrahlverhalten der DDQ 15 wird im Datenblatt mit 80×50 angegeben. Wie sich an Form des Hochtonhorns gut erkennen lässt, ist das Abstrahlverhalten asymmetrisch ausgelegt. Bewegt man sich in der vertikalen Ebene vor der Box von unten nach oben, dann wird der dabei erreichte horizontale Abstrahlwinkel von unten nach oben enger. In der Praxis bedeutet das: vorne vor der Bühne ist der Abstrahlwinkel breiter als für die weiter hinten gelegenen Publikumsbereiche. Wird die Box als Bühnenmonitor quer liegend eingesetzt, dann kann das Horn um 90° gedreht werden und man kann das asymmetrische Verhalten auf der Bühne nutzen.

Die Isobaren bezogen auf die Mittelachse der Box sind in Abbildung 10 und 11 dargestellt. Horizontal werden die 80° ab ca. 1.000 Hz aufwärts erreicht und haben dann bis 10 kHz Bestand. Darüber hinaus beginnt eine leicht zunehmende Bündelung. Vertikal verhalten sich die Isobaren etwas unruhiger und erreichen nur partiell die nominalen 50° . Die Interferenzen im Übergangsbereich bei 1,3 kHz fallen gemäßigt und auch symmetrisch zur Mittelachse aus.



Links im Bild der Sharc 21261 DSP und rechts der CS42526 AD/DA Codec von Cirrus Logic

Cardioid-Subs

Beim Thema Controller-Settings wurde bereits die Möglichkeit des Cardioid-Aufbaus mit zwei oder drei Subwoofern angesprochen. Tiefe Frequenz breiten sich im Normalfall von einer Quelle, die deutlich kleiner ist als die Wellenlänge, nahezu kugelförmig aus. Für die meisten Anwendungen wäre es aber wünschenswert und nützlich, gerade hier auch eine gewisse Richtwirkung zu erzielen. Diese kann entweder durch sehr große Lautsprecher, riesige Hörner oder durch eine entsprechende Anordnung und Ansteuerung mehrerer kleinerer Quellen erreicht werden.

Im Manual des SUB 18 werden dazu vier Konstellationen vorgeschlagen. In Setup A stehen zwei Subs übereinander und der obere strahlt nach hinten. Bei Varianten B und C sind es drei Subs, von denen der mittlere nach hinten strahlt. Für B stehen die drei Subs übereinander, für C liegen sie nebeneinander. Variante D arbeitet wieder mit zwei Subs, die mit 1 m Abstand hintereinander stehend beide nach vorne strahlen. Die Setups dazu wählt man so aus, dass die nach vorne strahlenden Subs jeweils das Setup 1 und die nach hinten strahlenden das Setup 2 erhalten. In den Setups werden die passenden Filter und Delays so

eingestellt, dass es nach hinten zu einer weitgehenden Auslöschung der tiefen Frequenzen kommt. Der nach vorne abgestrahlte Pegel wird dabei gegenüber einer komplett nach vorne ausgerichteten Anordnung geringfügig reduziert.

Die Isobarenkurven aus Abbildung 12 bis 14 zeigen die Möglichkeiten mit zwei oder drei Systemen. Ein einzelner 18"-Subwoofer (Abb. 12) strahlt unterhalb von 100 Hz rundum gleichmäßig ab.

Benutzt man den 2er- oder 3er-Cardioid, so wie in Abb. 13 und 14 gezeigt, dann wird der nach hinten abgestrahlte Pegel um 15 dB und mehr reduziert. Werte in dieser Größenordnung stellen einen unschätzbaren Vorteil dar, wenn es darum geht bei vielen Mikrofonen auf der Bühne Feedbackprobleme zu bändigen oder bei Open-Air-Veranstaltungen den hinter der Bühne abgestrahlten Störschall für die Nachbarn zu reduzieren. Nicht zu unterschätzen sind auch die Vorzüge des Cardioid-Subwoofers in halligen Räumen oder bei großen Bühnenhäusern, wo der Raum weniger angeregt und die Basswiedergabe dadurch entsprechend präziser wird. Wie gut der Cardioid-Bass funktioniert hängt in der Praxis auch vom Umfeld ab, das um die Lautsprecher herum möglichst frei sein sollte. Frei

ist hier im Sinne tiefer Frequenzen zu verstehen, bei denen z. B. Traversen und Ähnliches in Relation zur Wellenlänge kein Hindernis darstellen. Massive Wände oder auch andere große Lautsprecher sollten jedoch möglichst nicht im direkten Umfeld sein.

Maximalpegel und Verzerrungswerte: Wie laut „kann“ ein Lautsprecher?

Wie laut „kann“ ein Lautsprecher? Das ist eine häufig gestellte Frage und wie kann man einen Maximalpegelwert von Modell A mit Modell B vergleichen? Die zweite ist schnell beantwortet: Gar nicht! Jeder Hersteller geht hier eigene Wege, wie die Werte zu ermitteln sind. Und ohne detaillierte Angaben, wie der Wert entstanden ist, ist ein Vergleich unmöglich.

Für den erreichbaren Maximalpegel gibt es eine Reihe von Einflussfaktoren. Das ist zum einen die Sensitivity des Lautsprechers, die verfügbare Verstärkerleistung bzw. Belastbarkeit des Lautsprechers, die akzeptierten Verzerrungen und auch mögliche Limiter im Signalweg. Geht es nicht nur um eine kurzzeitige Messwerterfassung, sondern um einen echten Dauerbetrieb,

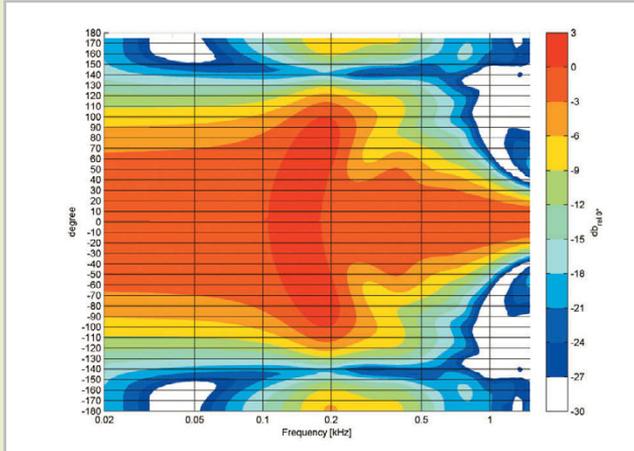


Abb. 13: Simulierte Isobarenkurven von zwei SUB 18 im Cardioid-Modus

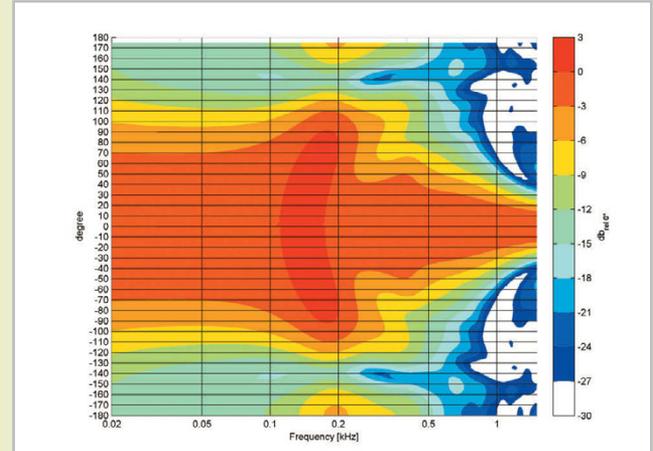


Abb. 14: Simulierte Isobarenkurven von drei SUB 18 im Cardioid-Modus

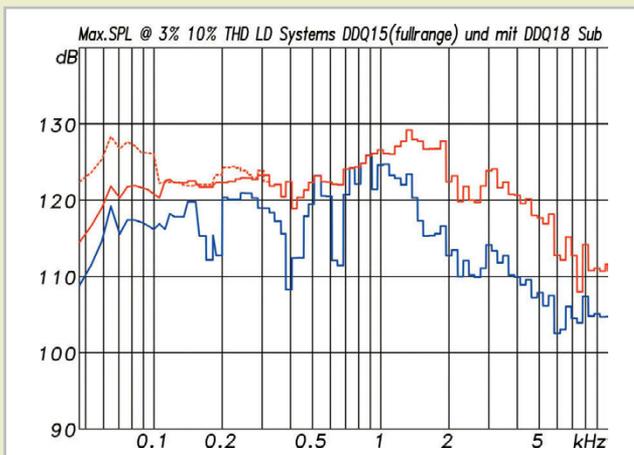


Abb. 15: Maximalpegel für höchstens 3 % (blau) THD und höchstens 10 % (rot) THD. Rot gestrichelt in Kombination mit SUB 18.

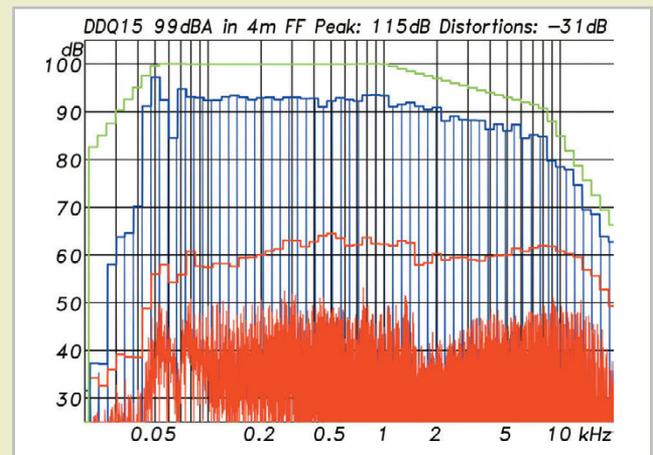


Abb. 16: Intermodulationsverzerrungen für einen L_{eq} von 99 dBA in 4 m Entfernung. Als Anregungssignal wurde ein Multisignalspektrum mit EIA-426B Spektrum (grün) und 12 dB Crestfaktor benutzt. In rot die Verzerrungskomponenten mit einem Anteil von nur 2,8 %. Der dabei gemessene Spitzenpegel bezogen auf 1 m Entfernung betrug 127 dB (die Messung erfolgte in 4 m Entfernung unter Halbraumbedingungen). Das blaue Spektrum entspricht daher einem Gesamtpegel von 105 dBA).

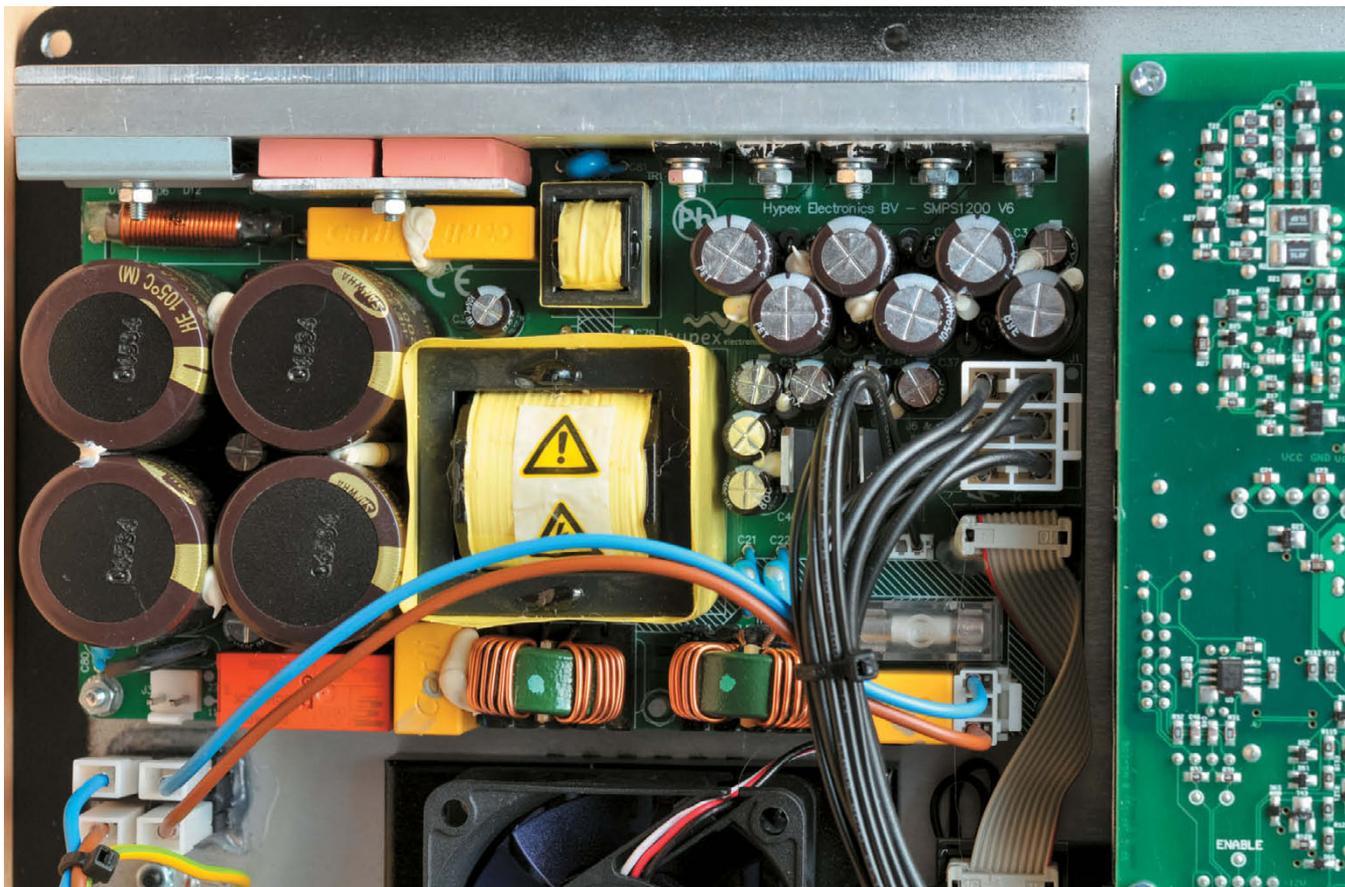
dann spielen – speziell für Lautsprecher mit integrierten Endstufen – auch noch Faktoren wie Wärmeabfuhr und Belastbarkeit des Netzteils eine Rolle.

Hier hat man bei LD Systems auf Sicherheit gesetzt. Das Netzteil in der DDQ 15 ist für 1,2 kW kurzzeitige Verstärkerleistung ausgelegt und somit reichlich dimensioniert. Die Limiter im DSP orientieren sich bei den

Peak-Werten an der Clip-Grenze der Endstufen und an den Belastbarkeiten der Treiber, was vor allem für den HF-Treiber relevant ist. Gleiches gilt für den RMS-Limiter, der zum einen die RMS-Dauerleistung von Endstufen und Netzteilen kennt und natürlich auch die thermische Dauerbelastbarkeit der Treiber. Auch hier ist der HF-Treiber natürlicherweise der sensibelste Punkt. Im

Falle der 15"-Tieftöners oder des 18"-Chassis im Subwoofer liegt das Limit eher bei der Elektronik als bei den Treibern.

Auch Class-D-Endstufen erzeugen Abwärme, wengleich auch deutlich weniger als herkömmliche Class-AB-Schaltungen. Das Rückwandblech der Elektronik alleine würde da zur dauerhaften Abfuhr der Verluste nicht ausreichen. Ein außen angebrachter



Schaltnetzteil von Hypex für 1,2 kW Gesamtleistung

Kühlkörper wäre zwar wirksam aber un- schön. Liegt der Kühlkörper innen, dann ist die Wirkung hinfällig. Als wirksame und sichere Lösung bleibt somit die Zwangsbe- löftung.

Der Kühlkörper für die Endstufen ist mit seinen Rippen von innen auf der Rückwand befestigt, mit Austrittsöffnung nach außen. Ein kleiner, leise laufender Lüfter saugt kalte Luft von außen an und erzeugt damit im Gehäuse einen Überdruck, der dann durch die Kühlrippen wieder nach außen ent- weicht. Auf diese Art kann die Elektronik auch im Dauerbetrieb sicher und unauffäl- lig gekühlt werden. Der Lüfter arbeitet bewusst ohne Steuerung immer mit maxi- maler Drehzahl. Das dabei entstehende Geräusch ist kaum wahrnehmbar und die Elektronik ist immer soweit wie möglich ge- kühlt, was deren Lebensdauer sehr zugute- kommt. Würde man den Lüfter erst beim Erreichen einer bestimmten Temperatur

zuschalten, dann läge die mittlere Tempe- ratur über einen langen Zeitraum be- trachtet merklich höher. Wer die Zusam- menhänge der Lebensdauer von Elektronik und der Temperatur kennt, weiß nur zu gut, was das bedeutet.

Zurück zum Thema Verzerrungsmessungen wurden für die DDQs im ersten Schritt Maximalpegelmessungen mit Sinusbursts für höchstens 3 % und höchstens 10 % Verzerrungen durchgeführt. Bewertet werden hier die harmonischen Komponenten k_2 bis k_9 . Der Messalgorithmus steigert dabei den Pegel so lange, bis der entsprechende Ver- zerrungsgrenzwert von 3 % oder 10 % er- reicht ist. Als drittes Abbruchkriterium kann noch ein Leistungslimit für den Laut- sprecher oder die Detection eines Limiters im System gesetzt werden. Abbildung 15 zeigt das Ergebnis mit der blauen Kurve für maximal 3 % Verzerrungen und mit der roten Kurve für das 10 %-Limit. Dort, wo

beide Kurven zusammenfallen, wurden die Verzerrungsgrenzwerte nicht erreicht be- vor der interne Limiter die Messung stoppte. Die gestrichelten Kurven wurden mit einer Kombination der DDQ 15 mit einem SUB 18 Subwoofer gemessen. Der Tieftöner der DDQ 15 liegt hier in einer Größenord- nung von 122 dB, was 1–2 dB unterhalb des rechnerisch möglichen Wertes liegt, der sich aus der Sensitivity und der maximalen Verstärkerleistung von 700 W (+28,45 dB) ergibt. Der Hochtoner wird intern auf 40 W Dauerleistung und 160 W Spitzenwert be- grenzt. Wie üblich bei Kompressionstrei- bern greift aber hier schon unterhalb der rechnerisch möglichen Werte eine Begren- zung in der Messung durch das 10 % Verzer- rungslimit. Die 10 dB Differenz zwischen der 3 %- und der 10 %-Kurve ist ein Indiz für gutmütige k_2 -dominierte Verzerrungen. Noch einmal zurück zum Tieftöner: Der Fatial-Treiber zeigt hier vor allem bei den

tiefen Frequenzen seine Fähigkeiten. So werden selbst bei 60 Hz noch 120 dB erreicht. Kommt der SUB 18 noch mit ins Spiel, dann kann man unterhalb von 100 Hz noch mal kräftig zulegen und die Werte bis auf 128 dB steigern.

Die zweite Messung zum Thema nichtlineare Verzerrungen nutzt ein Multisinussignal für die Verzerrungsanalyse. Das Signal setzt sich aus 60 Sinussignalen mit Zufallsphase zusammen und ist entsprechend einem mittleren Musikspektrum nach EIA-426B gewichtet. Der Crestfaktor des Signals liegt bei 12 dB und kommt damit ebenfalls einem normalen Musiksignal sehr nahe.

Die grüne Kurve aus Abbildung 16 stellt die Frequenzgewichtung des Messsignals dar. Die blauen Linien bzw. die 1/6-Oktavband-Summenkurve zeigen das über den Lautsprecher übertragene Signal. Die roten Linien und Summenkurve enthalten ausschließlich die Verzerrungsanteile bestehend aus den harmonischen Verzerrungen und allen Intermodulationsverzerrungen.

Die Messung wird typischerweise für einen üblichen Nutzsignalpegel durchgeführt, womit man einer realen Betriebssituation nahe kommt. Für die DDQ 15 wurde dazu ein Pegel von 99 dBA in 4 m Entfernung unter Freifeldbedingungen eingestellt. Der Pegel ist hier als L_{Aeq} (Energieäquivalenter Dauerschallpegel) zu verstehen. Der linear bewertete Pegel liegt ca. 3 dB höher. Für den Spitzenwert sind nochmals 12 dB zu addieren. Das bedeutete für die DDQ 15 115 dB Spitzenpegel in 4 m Entfernung entsprechend 127 dB in 1 m. Die dabei gemessenen Gesamtverzerrungen lagen mit -31 dB (2,8 %) sehr niedrig. Die DDQ 15 ist damit allerdings noch nicht ganz ausgelastet. Führt man die Box mit diesem Signal ans Limit, dann werden 105 dBA L_{eq} in 4 m Entfernung und 120 dB_{pk} erreicht. Auf 1 m bezogen ist das ein Spitzenwert von 132 dB. Die Verzerrungen betragen bei diesem Pegel 11,2 %.

Als Anwender kann man anhand dieser Werte abschätzen, dass unter Extrembedingungen, sprich Freifeld ohne Unterstützung durch einen Raum, 99 dBA L_{eq} in 8 m mit einer Box möglich sind. Geht man von zwei Tops (+3 dB) als Stereo-Set aus, dann werden daraus 11,3 m und mit Unterstützung durch einen Raum (+2-3 dB) dann

16 m. Wer sich mit Pegelmessungen befasst, der weiß, dass 99 dBA als L_{eq} bereits gewaltig laut sind und auch der gesetzliche Grenzwert zum Schutz des Publikums bei 99 dBA als L_{eq} liegt. Ohne Frage kann man daher sagen, ist die DDQ 15 für kleinere Clubs und ähnliche Locations als PA voll geeignet. Je nach Musikmaterial und Anforderungen im Basspegel kann dann noch der eine oder andere Subwoofer ergänzt werden.

Hörtest

Der Hörtest der DDQ 15 fand in bekannter Manier im reflexionsarmen Raum statt. Gehört wurden beide Varianten mit und ohne Unterstützung durch den Subwoofer SUB 18. Bei der tonalen Beschreibung bedarf es keiner langen Worte: Die DDQ 15 ist wunderbar neutral, genau so, wie man es sich wünscht. Der Bass reichte soweit hinab, dass man durchaus geneigt gewesen wäre den Subwoofer zu verdächtigen, auch wenn dieser noch gar nicht aktiviert war. Der Hochtonbereich ist in für BMS-Treiber bekannter Weise fein aufgelöst und angenehm. Überzeugend fiel auch die Ortbarkeit der Quellen auf. Die Mitte wurde präzise umrissen herausgestellt und die Tiefe in den Aufnahmen war gut wahrnehmbar. Mit Subwoofer waren die Unterschiede zunächst eher gering. Erst wenn es um echte Tiefbässe ging (z. B. Kraftwerks Tour de France), dann machte sich die Erweiterung um 10 Hz nach unten hin bemerkbar. Deutlicher wurden die Unterschiede, wenn der Pegel gesteigert wurde. Dann kann der SUB 18 seine Stärken ausspielen und dabei gleichzeitig auch noch das Topteil entlasten, was in angesagtem Neudeutsch zu einer echten win-win Situation führt.

Fazit

Mit dem neuen Topteil DDQ 15 erweitert man bei LD Systems die vor einem Jahr neu eingeführte DDQ-Serie mit aktiven Self-powered-Lautsprechern. Das kräftige Full-range-Topteil wurde zusammen mit dem SUB 18 zum Test gestellt und hinterließ einen in jeglicher Hinsicht hervorragenden Eindruck. Dank edler Treiber von Faital Pro und BMS, Hypex-Endstufen und einem hoch leistungsfähigen DSP-System auf

Sharc-Basis entwickelte man bei LD Systems einen Lautsprecher, der in jeglicher Hinsicht State of the Art ist. Hier stimmt alles von den Messwerten über die Handhabung bis zur soliden Verarbeitung. Auch die Bedienung und Kombination der Systeme untereinander wurde elegant und plausibel gelöst, was im Alltag äußerst wichtig ist, da der beste Lautsprecher nicht zum Zuge kommt, wenn in der Aufregung kurz vor einem Gig die falsche Konfiguration eingestellt oder falsch verkabelt wird. Die DDQ 15 ist auch ohne Unterstützung durch den Subwoofer bereits ein sehr kräftiger und im Bass potenter Lautsprecher, der so für kleine Bühnen auch gut alleine nutzbar ist. Zusammen mit den Subwoofern wird dann eine richtige PA daraus, die durchaus auch Festzelt-tauglich ist. Nicht zu unterschätzen sind für den alltäglichen Betrieb auch die Vorzüge durch die Möglichkeit, die Subwoofer als Cardioid zu konfigurieren. Mit zwei Tops und drei Subs als Mono-Cardioid-Bass quer vor oder unter der Bühne liegend geht dann schon sehr viel.

Sehr erfreulich sind in diesem Zusammenhang auch die peripheren Aspekte des leichten Transports, des sinnvollen Zubehörs und nicht zuletzt des außerordentlich günstigen Preises: eine DDQ15 kostet incl. MwSt. ca. 1.600,- Euro, ein DDQ 18 ca. 1.800,- Euro. Für nur knapp über 10.000 € UVP incl. MwSt. erhält man bereits ein alles in allem komplettes Set mit zwei Tops DDQ 15 und vier SUB 18, dessen Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten sich jeder leicht ausmalen kann.

◆ Text und Messungen: Anselm Goertz
Fotos: Dieter Stork, Anselm Goertz