

01/2020
FEBRUAR

PROFESSIONAL system

Magazin für AV-Systemintegration

Test & Messungen

Extron Ultra Verstärkerserie



**SONDERDRUCK aus
Professional System, Ausgabe 01/2020**



Text & Messungen: Anselm Goertz Fotos: Anselm Goertz und Dieter Stork

Extron Ultra Verstärkerserie

Universell einsetzbare Verstärker mit zwei, vier oder acht Kanälen – Extrons neue Energy-Star-konforme Ultra Serie gibt es mit vielen Optionen für den niederohmigen Betrieb sowie für 70V- oder 100V-Systeme oder auch in einer gemischten Bestückung. Prädestiniert sind die kompakten und lüfterlosen Geräte für den Einsatz in AV-Anwendungen aller Art.

Drei aus 13 zum Test mit den Modellen XPA U 1002, 358 und 358C-100V (v.o.n.u.)

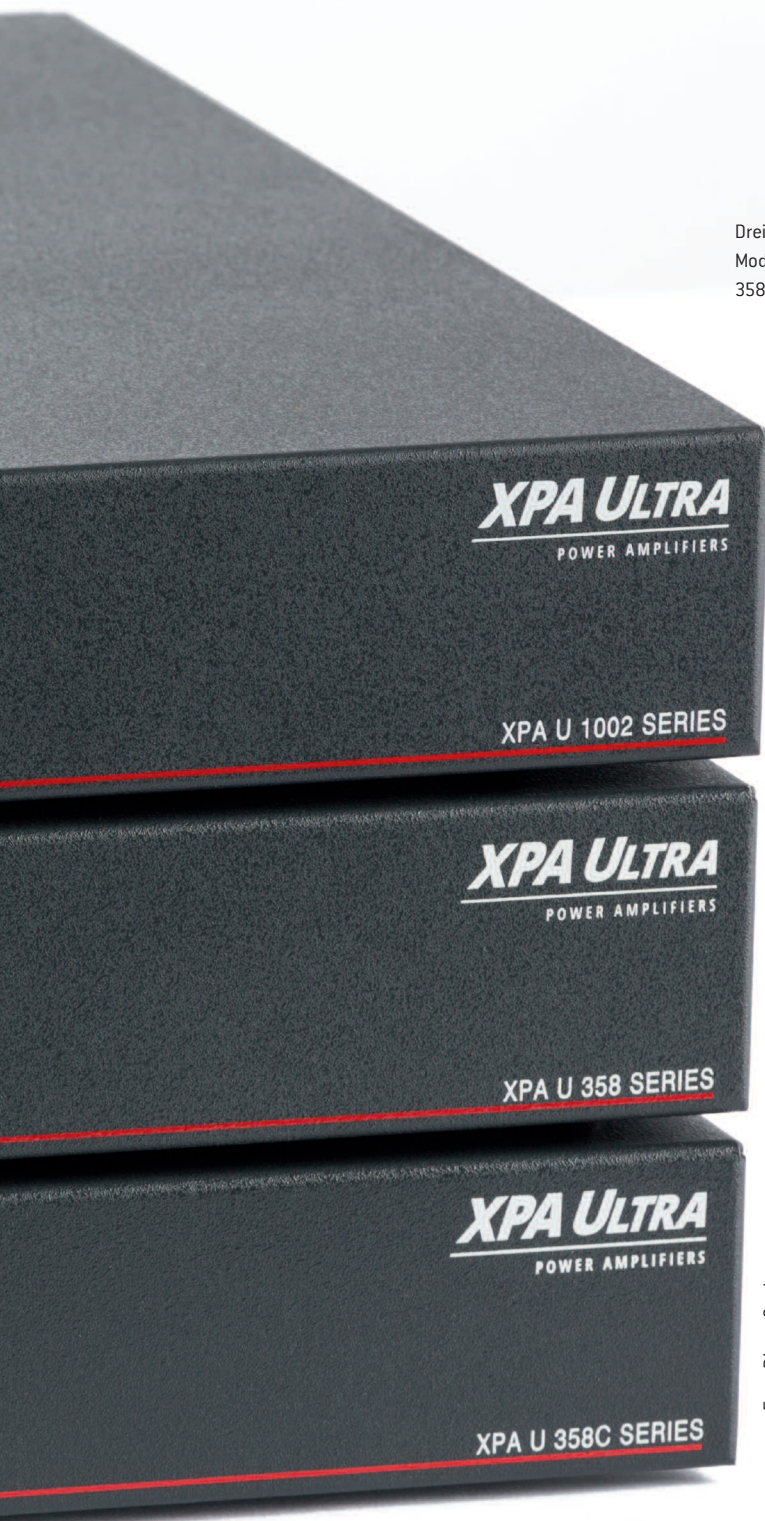


Foto: Dieter Stork

Verteilung sowie das zugehörige Management des Systems und die Bereitstellung der erforderlichen Schnittstellen zur Außenwelt. Einen Schritt weiter geht man bei der Audioausgabe, wo es im Portfolio von Extron schon seit mehr als 15 Jahren auch eigene Lautsprecher und Verstärker gibt. Bei den Verstärkern wurde nun unlängst mit der XPA Ultra Serie eine komplett neue Baureihe vorgestellt, deren Modelle speziell auf die Anforderungen in AV-Arbeitsabläufen hin optimiert sind. Konkret bedeutet das eine hohe Flexibilität bei möglichst kompakter Bauweise, kombiniert mit einer hohen Energieeffizienz.

Die XPA Ultra Serie

Alle Verstärker aus der XPA Ultra Serie sind Geräte mit halber Rackbreite, 1 HE Bauhöhe und einer lüfterlosen passiven Kühlung. Aktuell gibt es drei Basismodelle mit 2× 100 W, mit 4× 100 W und mit 8× 35 W, die es dann wiederum in einer Low-Z Ausführung oder für 70V- bzw. 100V-Systeme gibt. Bei den beiden zuletzt genannten gibt es außerdem noch die Kombi-Modelle mit je zwei oder vier Ausgängen für den Low-Z Betrieb und für 70V- oder 100V-Systeme.

Insgesamt sind es so 13 Modelle in der Extron XPA Ultra Serie, die zwei, vier oder acht Verstärkerkanäle zur Verfügung stellen. Mit Leistungen von 35 W bzw. 100 W sind diese Verstärker zur Ansteuerung vieler kleiner Lautsprecher, so wie sie typischerweise in AV-Anwendungen vorkommen, prädestiniert.

Beschränken wir uns zunächst auf eine äußerliche Betrachtung, dann sind die maximal 2 kg schweren dezent grauen Kästchen im typischen Extron-Design eher von der unauffälligen Art. Auf der Frontseite gibt es lediglich je eine LED für den Betriebsmodus und überhöhte Temperatur sowie pro Kanal je eine Signal-Present- und Limiter/Protect-LED.

Wie so oft bei technischen Geräten ist die Rückseite aufschlussreicher und interessanter. Hier gibt es, dicht an dicht angeordnet, pro Kanal einen symmetrischen Eingang, einen Lautsprecherausgang und einen Trimmer zur Einstellung des Gain-Wertes. Alle Anschlüsse sind mit Steckverbindern für Schraubklemmen ausgeführt. Zusätzlich finden sich auf der Rückseite ein weiteres Mal die LEDs für Signal Present und Limit/Protect, da man bei der Installation oder im Servicefall meist an der Rückseite der Geräte agiert und dort dann auch einfach erkennen kann, in welchem Zustand die Verstärkerkanäle sind. Ein simples, aber sehr praktisches Detail, das auf eine gute Kommunikation zwischen Anwendern und

Der in Kalifornien ansässige Hersteller Extron Electronics etablierte sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einem der weltweit führenden Hersteller von Komponenten audiovisueller Systeme für professionelle Anwendungen. Das Kerngeschäft von Extron ist die Entwicklung und Produktion der vielen verschiedenen Bausteine, aus denen AV-Systeme

der unterschiedlichsten Art entstehen können. Deren Anwendung findet sich in weiten Bereichen der Ausbildung und Lehre, in Konferenzzentren, auf Messegeländen, in der Industrie, für die Verkehrsleittechnik, in Behörden und noch vieles mehr. Ein Großteil der typischen Extron-Produkte agiert dabei eher unauffällig im Hintergrund für die Signalbearbeitung und

Entwicklern bei Extron hindeutet. Eine weitere, in der Praxis nützliche Kleinigkeit sind die mit einem Laser aufgebrachten Markierungen und Beschriftungen der Rückseite, die auch im Halbdunkeln noch gut zu erkennen sind.

Da alle Ultra Verstärker auf einen hohen Wirkungsgrad hin optimiert sind, gibt es in keinem der Modelle einen Lüfter zur Kühlung. D. h., die Verstärker können auch in Konferenzräumen, oder wo immer sie gerade benötigt werden, frei platziert werden, ohne dass von ihnen störende Geräusche ausgehen könnten. Für den Fall der Rack-Montage können die Geräte laut Extron auch ohne Zwischenraum gestapelt werden, womit sich neben der ohnehin schon hohen Kanaldichte der Ultra-Modelle weiterer Platz einsparen lässt.

Class-D-Endstufen und Everlast-Netzteile

Ein Blick ins Innenleben der Ultras zeigt einen sehr aufgeräumten und klaren Aufbau. Auf **BILD 01** mit einer geöffneten XPA U 1002 erkennt man die einzelnen Baugruppen. Oben links, getrennt durch ein Schirmblech, befindet sich das Netzfilter, rechts vorne ist das Netzteil zu erkennen, und zentral angeordnet ist eine vierkanalige Endstufenplatine, auf der in diesem Modell nur zwei Kanäle bestückt sind.

Das Modell XPA U 358 von **BILD 02** hat prinzipiell den gleichen Aufbau, nur dass hier für acht Kanäle die Endstufenplatinen voll bestückt und in zwei Lagen übereinander angeordnet sind. Aufgebaut sind die Endstufenkanäle basierend auf einem speziellen Class-D-Treiberbaustein, der in der Leistungsstufe je zwei FETs ansteuert. Die Treiberausgänge sind komplett isoliert zum Rest des Bausteins aufgebaut und können daher auch Leistungsstufen mit sehr hoher Versorgungsspannung direkt ansteuern. Der Aufbau ist somit einfach und flexibel. Benötigt werden ein Modulator, der das PWM-Signal aus dem Audiosignal generiert, der vorab genannte Treiberbaustein und noch zwei Leistungs-FETs für die Ausgangsstufe. Welchen Spannungsbereich man damit für den Ausgang abdecken möchte, lässt sich dann über die Versorgungsspannung aus dem Schaltnetzteil einstellen. Um das Ausgangssignal der Class-D-Endstufe verwertbar zu machen, bedarf es dann noch eines Tiefpassfilters am Ausgang, das als Rekonstruktionsfilter die HF-Anteile aus dem Signal herausfiltert. Hinter dem Tiefpassfilter steht dann das Audiosignal wieder zur Verfügung. Die Funktion ist vergleichbar mit der eines DA-Umsetzers, nur in diesem Fall für hohe Ausgangsleistungen. Für das Tiefpassfilter verwenden

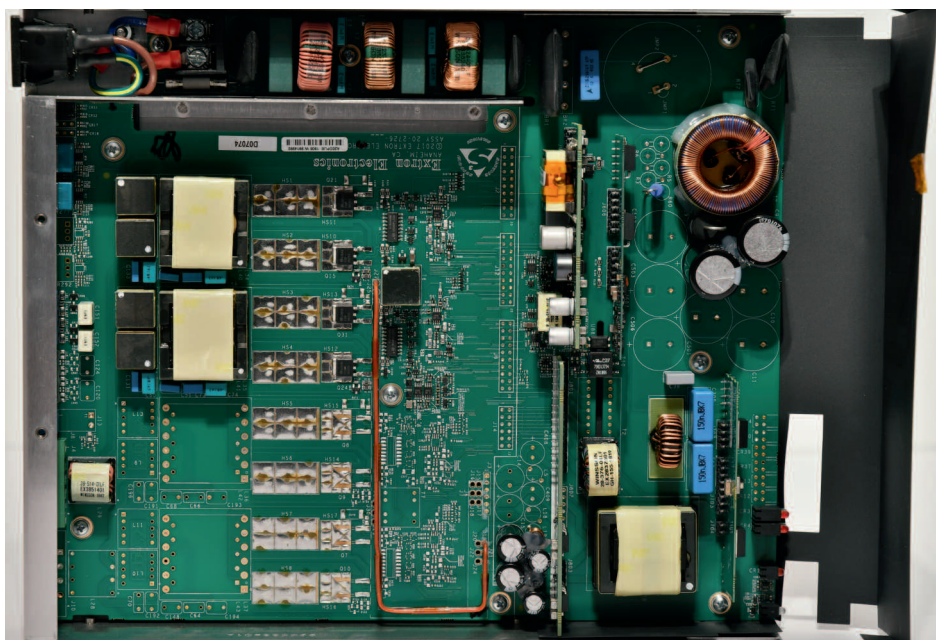


BILD 01: Innenansicht des zweikanaligen Modells XPA U 1002

det Extron eine eigene patentierte Schaltung, genannt CDRS, die HF-Anteile im Signal besonders gut unterdrückt und somit das Umfeld unter EMV Aspekten nur wenig stört.

Generell haben Class-D-Endstufen gegenüber den sonst üblichen Class-AB-Endstufen den Vorteil eines deutlich höheren Wirkungsgrades, da die Endstufentransistoren nur in einer hochfrequenten Schaltfunktion arbeiten, wo die im Transistor anfallende Verlustleistung minimal ist. Kleine Class-D-Endstufen kommen daher auch nahezu ohne Kühlung aus. Wo früher riesige Kühlkörper erforderlich waren, reicht heute, wie auch in den Ultra-Modellen, schon eine kleine Kupferfläche auf der Platine aus.

Ganz vernachlässigen sollte man das Thema Abwärme jedoch nicht, da es bei dichten Aufbauten trotzdem lokal zu höheren Temperaturen kommen kann, was vor allem dann auftritt, wenn keine Zwangsbelüftung vorhanden ist. Und, wie man es auch aus der Computertechnik weiß, sind hohe Temperaturen einzelner Bauteile und hier vor allem von Elektrolytkondensatoren eine der Hauptursachen für Ausfälle. Dieses Thema hat man bei Extron sehr ernst genommen, da viele Geräte in AV-Systemen im 24/7-Einsatz und damit hoch beansprucht sind. Wie die Fotos der offenen Geräte erkennen lassen, befinden sich die Leistungstransistoren in den Ultra-Endstufen weit von den Kondensatoren entfernt, so dass sich diese nicht übermäßig aufheizen können.

Bei den Netzteilen für die Ultra-Modelle kommen wie bei den meisten anderen Geräten und externen Netzteilen von Extron Eigenentwicklungen mit der Bezeichnung „Everlast“ zum Einsatz. Der Name „Everlast“ ist hier als Anspielung zum Thema Betriebssicherheit zu sehen. Da den Netzteilen in allen elektronischen Geräten eine zentrale Aufgabe zukommt, bleibt ein Ausfall meist nicht ohne ernsthafte Folgen. Für den harten 24/7-Einsatz wollte man sich daher bei Extron nicht auf die weit verbreiteten Standardnetzteile verlassen und entwickelte als Konsequenz daraus die eigenen Everlast-Netzteile.

Messwerte

Beim Thema Messwerte für Verstärker gibt es durchaus unterschiedliche Ansichten. Spielen der Frequenzgang oder auch die Verzerrungen in Relation zum Verhalten eines Lautsprechers überhaupt eine Rolle? Welche Leistungswerte sind relevant, Peakleistung oder Dauerleistung, und was ist überhaupt darunter zu verstehen? Welche peripheren Werte abseits der üblichen Datenblattwerte sind noch wichtig? All das soll in diesem Abschnitt ein wenig erläutert und für die Ultra-Modelle bewertet werden. Exemplarisch wird dazu der XPA U 1002 mit 2× 100 W Leistung betrachtet.

Frequenzgang, Dämpfungsfaktor und Störabstand

Beginnen wir dazu mit **ABB. 01** und dem Frequenzgang des XPA U 1002. An den Kurven er-

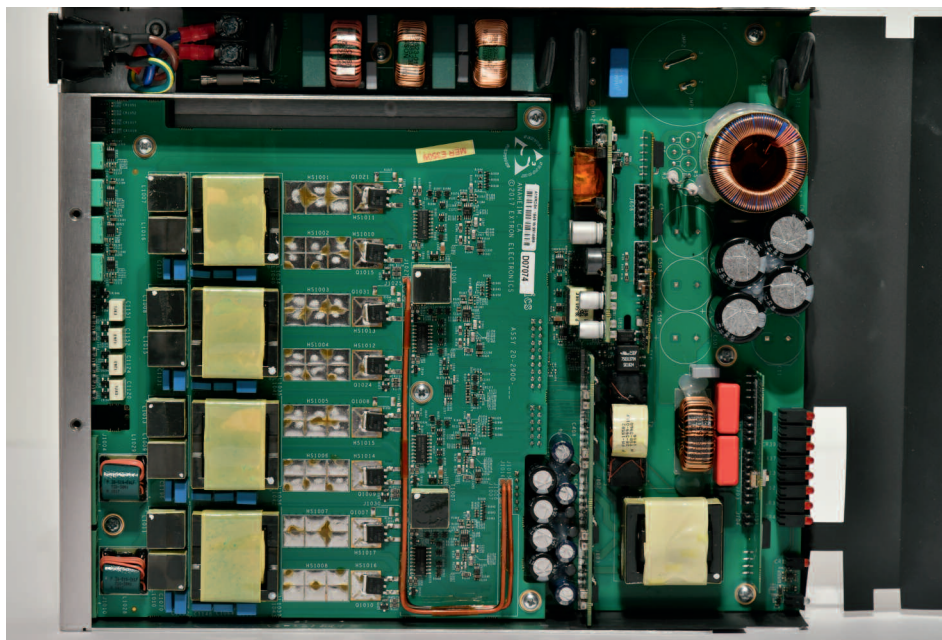


BILD 02: Innenansicht des achtkanaligen Modells XPA U 358: Kabel gibt es in den Ultra-Verstärkern keine, womit dann auch durch die Verkabelung bedingte Fehler nicht vorkommen können.

kennt man bereits, dass sich der Frequenzgang durchaus ein wenig ändert, und zwar in Abhängigkeit von der angeschlossenen Last. Zwischen einer 4- Ω - und einer 8- Ω -Last liegen bei 20 kHz ca. 2,5 dB. Zu tieferen Frequenzen hin verschwinden die Differenzen zügig, so dass bei 10 kHz nur noch minimale Unterschiede auszumachen sind. Die Ursache dafür liegt im für Class-D-Verstärker zwingend erforderlichen Tiefpassfilter im Ausgang, das abhängig von der Last sein Verhalten ändert. Ganz ohne Last steigt die Kurve zu hohen Frequenzen hin an, und je niederohmiger die Last wird, umso früher greift das Tiefpassverhalten und lässt die Kurve abfallen. Fragt man nach der Relevanz dieses Verhaltens, dann ist die Frage schnell damit beantwortet, dass es Auswirkungen nur jenseits von 10 kHz gibt, die zudem an den üblichen Lasten von 4 oder 8 Ω kaum relevant sind. Hinzu kommt die bei Lautsprechern zu hohen Frequenzen meist ansteigende Impedanz, womit der Effekt des Pegelabfalls dann weiter abgeschwächt wird.

In diesem Zusammenhang kommt man direkt zum nächsten Messwert, dem Dämpfungsfaktor eines Verstärkers. Formal ist der Dämpfungsfaktor das Verhältnis einer angeschlossenen Lastimpedanz in Relation zum Innenwiderstand einer Quelle. Beträgt die Lastimpedanz z. B. 8 Ω , und der Innenwiderstand der Quelle, hier der Endstufe, beträgt 100 m Ω , dann hat der Dämpfungsfaktor einen Wert von 80. Ein geringer Innenwiderstand der Quelle, idealerweise 0 Ω , ist für Lautsprecher insofern

wichtig, weil dadurch zum einen das Nachschwingen der Membranen gebremst wird und, falls der Lautsprecher eine passive Frequenzweiche besitzt, das Übersprechen zwischen den Zweigen verhindert wird. Wie so vieles in der Audiotechnik ist der Dämpfungsfaktor ein von der Frequenz abhängiger Wert. Die Messung erfolgt durch zwei separate Frequenzgangmessungen des Verstärkers einmal ohne und einmal mit Last. Anhand des Pegelverlustes der Messung mit Last in Relation zu der Messung ohne Last lässt sich dann der Innenwiderstand berechnen. **ABB. 02** zeigt den Quotienten der beiden Messungen für den XPA U 1002 mit einer 8- Ω -Last. Über einen weiten Frequenzbereich liegt der Wert bei 0,99, woraus sich ein Dämpfungsfaktor von 100 berechnet. Oberhalb von 3 kHz erreicht die Kurve jedoch einen Wert größer 1, d. h., die Ausgangsspannung steigt bei angeschlossener Last geringfügig an, was eigentlich nicht sein kann. Die Begründung dafür liegt in der Verstärkerschaltung, die zu höheren Frequenzen hin leicht überkompensiert ist, so dass rein rechnerisch ein negativer Innenwiderstand des Verstärkers zu bestehen scheint, womit sich der Einfluss des Tiefpassfilters am Ausgang ein wenig kompensieren lässt. Der Dämpfungsfaktor steigt daher rein rechnerisch betrachtet auf Werte gegen Unendlich an.

Welche Werte für den Dämpfungsfaktor benötigt man nun aber in der Praxis? Zum Innenwiderstand des Verstärkers addieren sich aus Sicht des Lautsprechers noch der Kabel-

widerstand und die Übergangswiderstände der Steckverbinder und, falls vorhanden, möglicher Bauteile in einer passiven Frequenzweiche hinzu. Effektiv erreichen so auch Verstärker mit einem Dämpfungsfaktor von 1.000 oder mehr für den Lautsprecher meist nur noch Werte im zweistelligen Bereich. Werte für einen Verstärker von 100 sind daher mehr als hinreichend.

Kommen wir mit dem Störabstand zum nächsten Messwert, der je nach Einsatzbereich eines Verstärkers und der dort angeschlossenen Lautsprecher eine durchaus relevante Rolle spielen kann. Zwei Beispiele dazu können das verdeutlichen. Erfolgt der Einsatz z. B. in einer Sporthalle, dann wird es bei dem zu erwartenden Geräuschpegel in der Halle und der Entfernung der Zuhörer von den Lautsprechern überhaupt keine Rolle spielen, ob der Lautsprecher eventuell ein leichtes Rauschen oder Brummen des Verstärkers von sich gibt. Geht es jedoch um Lautsprecher in einem Theater, Konzerthaus oder Konferenzraum, wo die Lautsprecher unter Umständen nur wenige Meter entfernt von den Zuhörern sind, dann kann auch ein kleines Geräusch aus den Lautsprechern in einer ruhigen Umgebung schon als störend empfunden werden.

Wie aber kann man nun den tatsächlichen Störpegel berechnen? Für den XPA U 1002 ergab die Messung einen Störpegel am Ausgang von 77 dBu mit A-Bewertung. Das entspricht einer Spannung von 0,11 mV. Schließt man hier jetzt einen typischen Decken- oder Wandlautsprecher mit einer Sensitivity von 90 dB bei 2,83V/1m an, dann erzeugt dieser einen Störschall mit einem Pegel von knappen 2 dB. Ein solcher Wert wäre auch in einer höchst sensiblen Umgebung völlig unproblematisch. Im Datenblatt von Verstärkern wird meist der S/N (Signal to Noise) angegeben und nicht der Störpegel als absoluter Wert. Der S/N berechnet sich, indem man die maximale Ausgangsspannung des Verstärkers von 31,8 dBu für den XPA U 1002 in Relation zum Störpegel setzt, woraus sich dann ein S/N von sehr guten 109 dB ergibt. Verzichtet man auf die A-Bewertung des Störpegels, dann beträgt der S/N 104 dB. Die A-Bewertung ist an dieser Stelle jedoch gerechtfertigt, da sich der resultierende Störpegel als Schalldruck in einem Pegelbereich befindet, wo die A-Bewertung dem Hörempfinden am ehesten entspricht.

Zwei weitere Messungen in **ABB. 04** und **ABB. 05** zeigen die Messwerte der Übersprechdämpfung zwischen den Kanälen eines Verstärkers und der Gleichtaktunterdrückung der symmetrischen Eingänge.

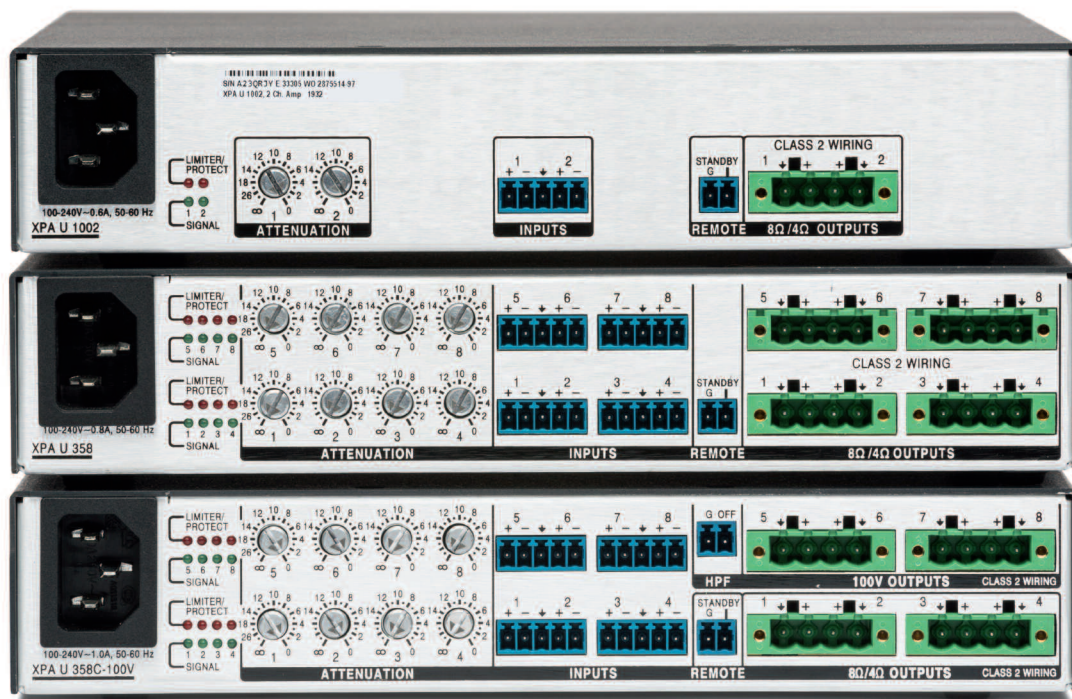


BILD 03: Die drei Modelle von der interessanteren Rückseite mit Ein- und Ausgängen auf Klemmleisten, Gain-Trimmern für alle Kanäle und Signal Present sowie Limiter/Protect LEDs auch auf der Rückseite!

Foto: Dieter Stork

Die Übersprechdämpfung (**ABB. 04**) gibt den Wert an, mit dem ein Signal von einem Kanal auf einen benachbarten Kanal überspricht. Eine hohe Übersprechdämpfung zeugt vor allem von einem guten Schaltungskonzept sowie guten Layout der Platinen und kann daher auch als allgemeines Qualitätskriterium für einen Verstärker betrachtet werden. Für den XPA U 1002 liegen die Werte bis 2 kHz bei -83 dB und steigen dann zu höheren Frequenzen mit ca. 6 dB/Oct. an. Werte in dieser Größenordnung sind praxisgerecht und typisch. Im Hinblick auf den sehr dichten Aufbau der Ultra Verstärker sprechen sie für ein gutes Layout.

Die zweite Messung aus **ABB. 05** betrifft die Gleichtaktunterdrückung (CMRR = Common-Mode Rejection Ratio) der symmetrischen Eingänge. Bei einer symmetrischen Signalführung löschen sich auf die Zuleitungen einwirkende Störsignale in der Eingangsstufe des Empfängers aus. Die Auslöschung gelingt dabei umso besser, je höher die Gleichtaktunterdrückung des Eingangs ist. Wie gut das gelingt hängt von Bauteiltoleranzen und vom Schaltungslayout ab. Mit einer Abweichung von 1 % bei den Widerstandswerten im Eingang erreicht man so z. B. eine Gleichtaktunterdrückung von 60 dB. Die Messungen für den XPA U 1002 Verstärker in **ABB. 05** zeigen Werte von 80 dB und mehr, die nur zu den hohen Frequenzen hin etwas abnehmen. Die Unterdrückung von Störsignalanteilen auf den Zuleitungen gelingt somit bestens. Diese Eigenschaft ist vor allem

dann wichtig, wenn lange Kabel in einem gestörten Umfeld für die Signalauspielung erforderlich sind.

Verzerrungswerte

Sind Verzerrungsmessungen für Endstufen aussagekräftig, und wenn ja, welche Werte sollten dann erreicht werden? Und sind diese überhaupt relevant, wo doch die nachfolgenden Lautsprecher meist ein Vielfaches der Verzerrungen produzieren? Beide Fragen beschäftigen die audiophilen Kreise schon seit Langem. Schaut man etwas genauer hin, dann erkennt man, dass Lautsprecher primär harmonische Verzerrungen 2. und 3. Ordnung erzeugen. Verzerrungen durch Endstufen enthalten jedoch häufig auch Verzerrungsanteile höherer Ordnung, die im Höreindruck weniger gut verdeckt werden und daher leichter auffallen können. Klassische Class-AB-Endstufen kommen dem Ideal von zu höherer Ordnung hin schnell fallenden Verzerrungsanteilen bereits recht nahe. Class-D-Schaltungen sind von ihrem Verhalten her jedoch eher ungünstig und erzeugen oft auch viele Verzerrungsanteile höherer Ordnung. Es gilt also mehrere Aspekte zu beachten: den absoluten Wert der Verzerrungen, deren spektrale Zusammensetzung und der Verlauf in Abhängigkeit von der Frequenz.

ABB. 06 und ABB. 07 zeigen an Lasten von 8 Ω und von 4 Ω die Verzerrungen (THD+N) in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung gemessen bei Frequenzen von 100 Hz, 1 kHz und

6,3 kHz. Die Clip-Grenze liegt in beiden Fällen unabhängig von der Frequenz exakt bei 100 W. Zusammengefasst zeigen beide Messungen, dass die Verzerrungen abhängig von der Frequenz ansteigen, so dass bei 100 Hz Werte von ca. -70 dB (0,03 %) erreicht werden und bei 1 kHz von -60 dB (0,1 %). Bei 6,3 kHz liegt der THD-Wert dann bei -50 dB (0,3 %). Die Angabe aus dem Datenblatt mit 0,1 % bei 1 kHz 3 dB unter Vollasssteuerung (bei 50 W) wird sowohl bei 4 Ω als auch bei 8 Ω eingehalten oder übertroffen. Der schwankende Verlauf der 6,3-kHz-Messung dürfte seine Ursache in der PWM-Modulation haben.

Die THD+N Kurven aus **ABB. 08** entstanden bei einer Messreihe mit einer konstanten Leistung von 25 W an 4 Ω in Abhängigkeit von der Frequenz gemessen von 20 Hz bis 6,3 kHz. Die schon genannten THD-Werte aus **ABB. 07** finden sich auch hier wieder.

Neben dem absoluten Wert für die Verzerrungen interessiert auch deren spektrale Zusammensetzung. Dazu zeigt **ABB. 09** das FFT-Spektrum für ein 1-kHz-Sinussignal bei 50 W Ausgangsleistung an 4 Ω und somit 3 dB unter Vollasssteuerung. Den größten Anteil haben die harmonischen Verzerrungen 2. Ordnung. Zusätzlich gibt es aber auch noch viele Verzerrungsanteile höherer Ordnung, die jedoch alle bei -70 dB oder weniger liegen.

Als letzte Verzerrungsmessung sind noch die transienten Intermodulationsverzerrungen (TIM oder engl.: DIM) zu betrachten, bei denen ein 15-kHz-Sinus mit einem steiflan-

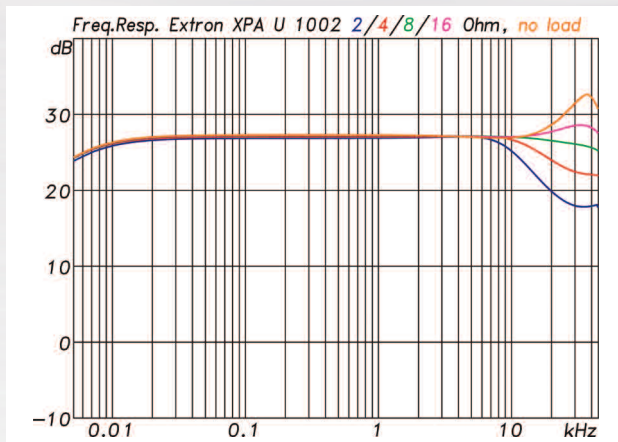


ABB. 01: Frequenzgänge des XPA U 1002 an Lasten von 2, 4, 8 oder 16 Ω und mit offenem Ausgang. Die Lastabhängigkeit bei hohen Frequenzen entsteht durch die Ausgangsfilter.

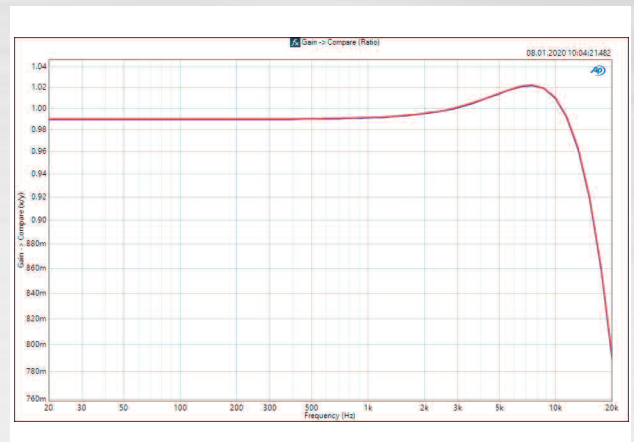


ABB. 02: Quotient je einer Frequenzgangmessung mit einer 8 Ω Last und ohne Last. Aus dem Pegelverlust unter Last berechnet sich der Dämpfungsfaktor; Details siehe Text.

kigen 3,15-kHz-Rechteck überlagert wird. Ausgewertet werden die dabei entstehenden Intermodulationsprodukte. Diese Messung fördert vor allem Schwächen bei schnellen transienten Signalen zu Tage. Die steilen Flanken des Rechteckanteils fordern die Endstufe deutlich mehr als ein eingeschwungener Sinus bei der THD-Messung. Der DIM-Messung wird daher auch eine relativ große Bedeutung im Zusammenhang mit den klanglichen Qualitäten einer Endstufe zugeschrieben. ABB. 10 zeigt dazu die DIM-Werte in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung. Im relevanten Bereich liegen die Werte zwischen -50 und -60 dB. Diese Größenord-

nung ist vergleichbar mit den Werten vieler anderer Class-D-Verstärker.

Fassen wir die Ergebnisse der Verzerrungsmessungen zusammen, dann liegen die Extron Ultra Modelle hier auf vergleichbarem Niveau mit den meisten anderen modernen Class-D Verstärkern. Die Verzerrungswerte reichen meist nicht ganz an die guter Class-AB- oder Class-H-Endstufen heran, können aber für die jeweilige Anwendung als absolut hinreichend bezeichnet werden.

Leistungsmessung

Leistungsmesswerte einer Endstufe sind ein viel diskutiertes Thema. Wie und unter wel-

chen Bedingungen wird gemessen, wie sind die Werte letztendlich zu interpretieren, und was bedeuten sie für die Praxis?

Unsere Labormessungen der Ausgangsleistung decken alle Varianten der Belastung einer Endstufe ab. Um vergleichbar mit den Herstellerdaten zu sein, führen wir eine Reihe verschiedener Messungen nach unterschiedlichen Normen für alle möglichen Lastfälle von 2 Ω (falls zulässig) bis 8 Ω durch. Im Detail werden folgende Werte bestimmt:

- die Impulsleistung für eine 1 ms dauernde einzelne Periode eines 1-kHz-Sinussignals
- die Sinusleistung bei einem konstant anliegenden 1-kHz-Sinussignal nach einer Se-

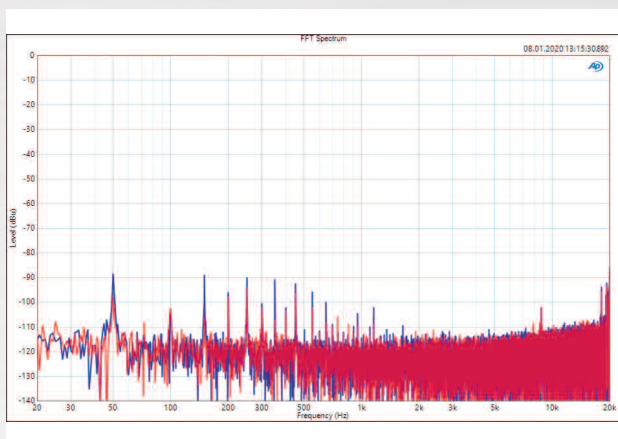


ABB. 03: Störspektrum am Ausgang mit einem Gesamtpegel von $-72,5$ dBu unbewertet oder -77 dBA mit A-Bewertung. Der maximale Ausgangspegel liegt demgegenüber bei $31,8$ dBu, woraus sich ein S/N von 104 dB unbewertet und von 109 dB mit A-Bewertung des Störpegels ergibt.

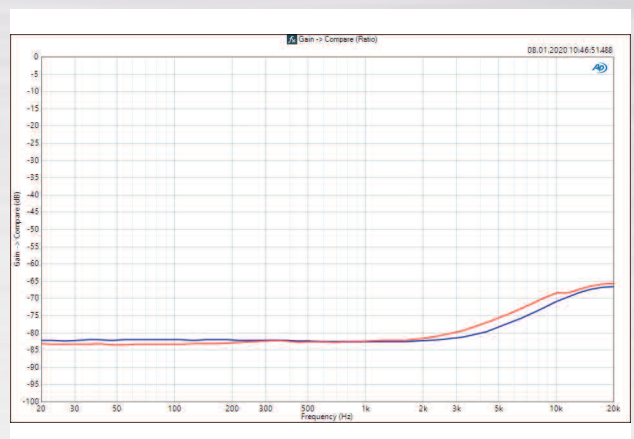


ABB. 04: Übersprechdämpfung von Kanal 1 auf 2 (bl) und von Kanal 2 auf 1 (rt)

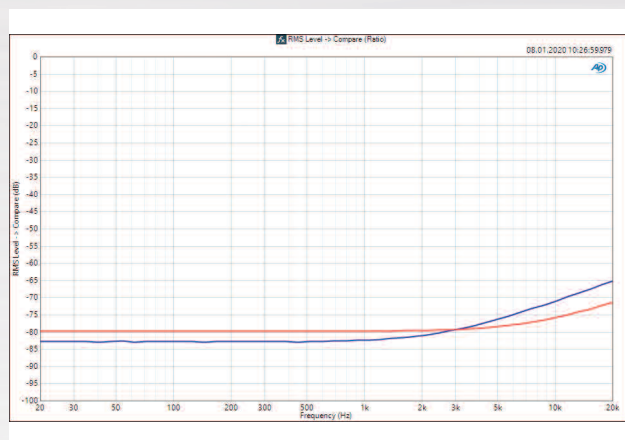


ABB. 05: Gleichtaktunterdrückung der symmetrischen Eingänge
Kanal 1 [bl] und Kanal 2 [rt]

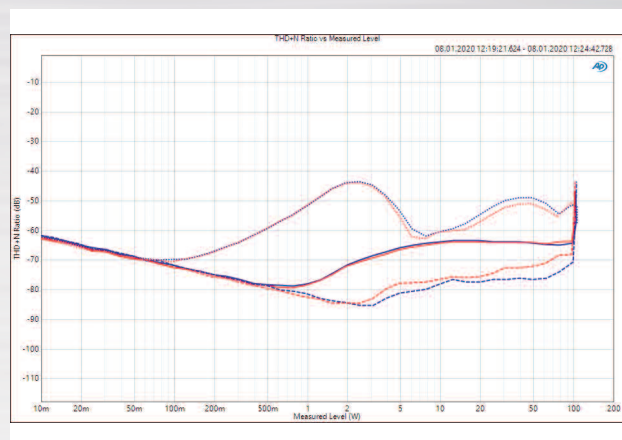


ABB. 06: Verzerrungswerte (THD+N) für Kanal 1 [bl] und 2 [rt] in
Abhängigkeit von der Leistung (x-Achse) für eine Last von $2 \times 8 \Omega$
gemessen bei 100 Hz (gestrichelt), bei 1 kHz (durchgezogen)
und 6,3 kHz (gepunktet)

kunde, nach zehn Sekunden und nach einer Minute

- die Leistung bei einem konstant anliegenden Rauschen mit 12 dB Crestfaktor nach zehn Sekunden, nach einer Minute und nach sechs Minuten
- die Leistung bei einem konstant anliegenden Rauschen mit 6 dB Crestfaktor nach zehn Sekunden, nach einer Minute und nach sechs Minuten
- die Leistung nach EIAJ gemessen mit einem gepulsten 1-kHz-Sinussignal von 8 ms Dauer alle 40 ms. Das Signal hat einen Crestfaktor von 10 dB.
- die Leistung nach CEA 2006 mit einem 1 kHz Sinussignal, dessen Pegel alle 500 ms für 20 ms einen Pegelsprung von +20 dB erfährt. Das Signal hat einen Crestfaktor von 16 dB.
- die Leistung für einen sich periodisch wiederholenden 1-kHz-Burst einer Länge von 33 ms, gefolgt von einer 66 ms Ruhephase. Der Crestfaktor dieses Signals beträgt 7,8 dB.
- die Leistung für einen sich periodisch wiederholenden 40-Hz-Burst mit einer Länge von 825 ms, gefolgt von einer 1.650-ms-Ruhephase. Der Crestfaktor dieses Signals beträgt ebenfalls 7,8 dB.

Für die sinusförmigen Messsignale fällt die Auswertung leicht. Man erfasst den Effektivwert und berechnet daraus die Leistung. Die Sinuswelle sollte dabei noch nicht sichtbar verzerrt sein. Für die Sinus-Burst-Signale nach EIAJ oder CEA lassen sich zwei Werte bestimmen. Zum einen der kurzzeitige Effektivwert während der Dauer des Bursts und der Effek-

tivwert über alles inklusive der Signalpausen. Das Verhältnis der beiden Werte beträgt für das EIAJ Signal 7 dB und für das CEA Signal 13 dB. Der Crestfaktor, der das Verhältnis des Spitzenwertes im Burst zum Effektivwert über alles beschreibt, ist jeweils 3 dB größer und beträgt somit 10 dB bzw. 16 dB. Für die Burst-Messmethoden wird in der Übersicht jeweils der Leistungswert, berechnet aus dem kurzzeitigen Effektivwert des Bursts, und der Überalles-Effektivwert angegeben. Eine weitere Burst-Messmethode arbeitet mit 33 ms langen 1-kHz-Bursts, gefolgt von 66 ms langen Ruhephasen. Hier beträgt der Crestfaktor 7,8 dB. Angelehnt an diese Messung wurde speziell im Hinblick auf die Fähigkeiten einer Endstufe bei der Basswiedergabe, wo Töne häufig länger anstehen, der Burst in der Frequenz um den Faktor 25 auf 40 Hz reduziert und die Zeitspannen entsprechend um den Faktor 25 verlängert.

Welche Burst-Messungen nun besser oder aussagekräftiger ist, lässt sich so pauschal nicht sagen. Wichtig ist es jedoch, bei einem Vergleich nur die Messungen nebeneinander zu stellen, die auf der gleichen Messmethode basieren.

Etwas anders gestaltet sich die Messung mit den Noise-Signalen mit 12 oder 6 dB Crestfaktor. Der Verstärker wird mit diesen Signalen bis an seine Clip-Grenze angesteuert und dann dauerhaft belastet. Gemessen werden nach zehn Sekunden, nach einer Minute und nach sechs Minuten jeweils der Wert Spitze-Spitze (V_{pp}) und der Effektivwert

(V_{rms}) des Signals. Daraus werden, vergleichbar zur Burst-Messung, je ein Leistungswert aus dem Effektivwert der Spannung und einer aus dem Wert Spitze-Spitze durch 2,82 berechnet. Die Werte sind so mit den Werten der Burst-Messungen vergleichbar.

Von den Extron XPA Ultra Modellen wurde auch hier die XPA U 1002 gemessen. Die Messungen erfolgten für Lasten von $2 \times 4 \Omega$ und $2 \times 8 \Omega$. Der $2\text{-}\Omega$ -Betrieb ist nicht vorgesehen. Mit einem 1-kHz-Sinussignal liefert die Endstufe sowohl an 4Ω wie auch an 8Ω ihre volle Leistung von 100 W pro Kanal. Möglich ist das für 12 s bzw. 14 s, danach schaltet der Verstärker ab (siehe [ABB. 13](#)), um dann, wenn das Signal nicht mehr anliegt, nach kurzer Zeit selbsttätig wieder aktiv zu werden. Signale mit 12 dB oder 6 dB Crestfaktor werden jedoch auch dauerhaft stabil mit voller Leistung übertragen. Für ein typisches 12 dB Crestfaktor-Signal liefert der Verstärker in den Spitzen an 4Ω eine Leistung von 200 W und an 8Ω von 120 W. Reduziert sich der Crestfaktor auf 6 dB, dann sind es noch 126 W an 4Ω und 120 W an 8Ω . Die mittlere Leistung beträgt dann ca. 50 W pro Kanal. Die verschiedenen Burst-Messungen liefern an 4Ω und an 8Ω Leistungen zwischen 103 und 113 W. Die Angaben aus dem Datenblatt werden damit unabhängig von der Testmethode erfüllt. Die Abschaltung bei einer konstanten Volllast mit einem Sinussignal nach 12 s ist nicht ungewöhnlich und auch nicht weiter problematisch, da der Verstärker nicht als Bestandteil einer Sprachalarmzentrale nach EN54-16 vor-

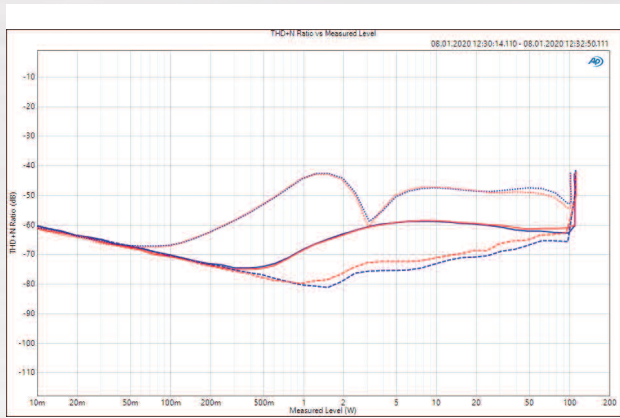


ABB. 07: Verzerrungswerte (THD+N) für Kanal 1 (bl) und 2 (rt) in Abhängigkeit von der Leistung (x-Achse) für eine Last von $2 \times 4 \Omega$ gemessen bei 100 Hz (gestrichelt), bei 1 kHz (durchgezogen) und 6,3 kHz (gepunktet)

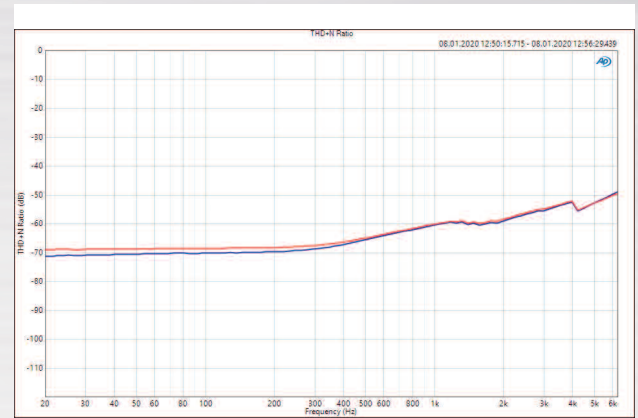


ABB. 08: Verzerrungen in Abhängigkeit von der Frequenz Kanal 1 (bl) und 2 (rt) gemessen bei $2 \times 25 \text{ W}$ Leistung an 4Ω

gesehen und zertifiziert ist, wo eine Mindestbetriebszeit mit einem Sinussignal bei Vollast von einer Minute gefordert wird. Bei allen irgendwie denkbaren Anwendungen in AV-Systemen wird der Fall einer Abschaltung wegen Überlastung so vermutlich nie eintreten.

Energieeffizienz

Die Belastung des Stromnetzes ist bei Endstufen hoher Leistung und/oder langer Betriebsdauer ein wichtiges Thema. Direkt oder indirekt damit in Zusammenhang stehen die In-

stallationskosten, die Betriebskosten und letztendlich auch die Betriebssicherheit. Sind die Endstufen dauerhaft in Betrieb, dann ist die Leistungsaufnahme im Ruhemodus ohne Signal ein wichtiger Wert. Die XPA Ultra Endstufen verfügen über eine Auto-Standby-Funktion, die den Verstärker nach 25 Minuten ohne Aktivität automatisch in den Standby-Modus schaltet, wo die Leistungsaufnahme dann unter 1 W fällt. Sobald wieder ein Signal anliegt, ist der Verstärker in weniger als 100 ms (!) wieder voll betriebsfähig. Möchte man die Standby-Funktion trotzdem deaktivie-

ren, dann ist das mit einem 10-k Ω -Widerstand am Standby-Port auf der Rückseite möglich. Im Leerlauf beträgt der Leistungsaufnahme je nach Modell zwischen 5 und 8 Watt. Für den in der Praxis wohl eher selten vorkommenden Extremfall der Vollaussteuerung mit einem Sinus liegt die Netzbelastung für das Modell XPA U 1002 bei maximal 236 W.

Standby:	<1 W
No signal:	5-8 W
Max.Power 12 dB CF:	64 W
Max.Power Sinus:	236 W

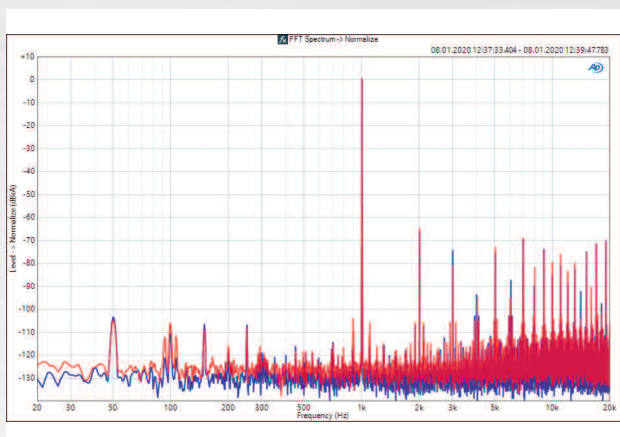


ABB. 09: FFT Spektrum Kanal 1 (bl) und 2 (rt) für ein 1-kHz-Sinussignal bei $2 \times 50 \text{ W}$ Leistung an 4Ω

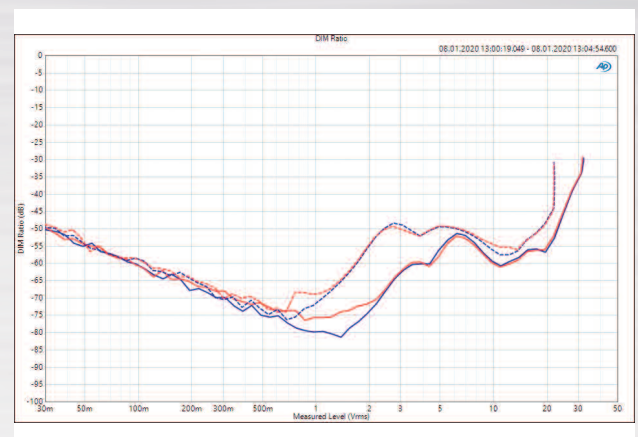


ABB. 10: Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM) für Kanal 1 (bl) und 2 (rt) in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung (x-Achse) für eine Last von $2 \times 4 \Omega$ (durchgezogene Linien) und $2 \times 8 \Omega$ (gestrichelte Linien)

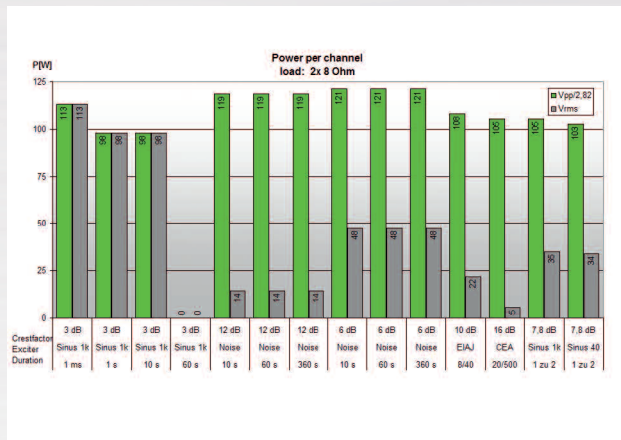


ABB. 11: Leistungswerte der XPA U 1002 an 8 Ω bei gleichzeitiger Belastung beider Kanäle mit verschiedenen Signaltypen; Details siehe Text

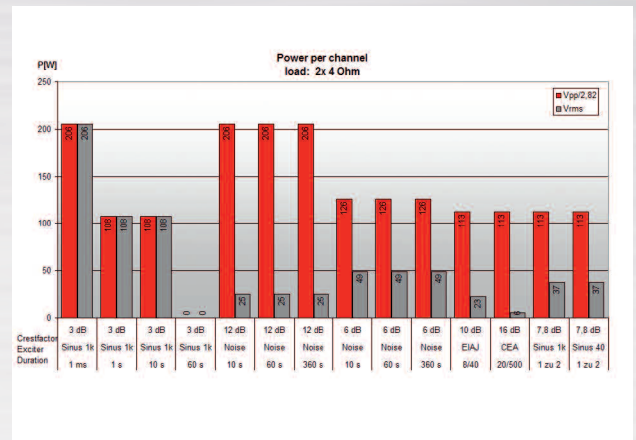


ABB. 12: Leistungswerte der XPA U 1002 an 4 Ω bei gleichzeitiger Belastung beider Kanäle mit verschiedenen Signaltypen; Details siehe Text

Der vorletzte Wert in der Tabelle mit 64 W ist die Leistungsaufnahme, wenn die Endstufe mit einem Signal mit 12 dB Crestfaktor voll ausgelastet wird. Zieht man davon 5 W Grundlast ab und setzt die dann noch verbleibenden 59 W ins Verhältnis zu einer abgegebenen Gesamtleistung beider Kanäle von 50 W, dann kommt man auf einen Wirkungsgrad von sehr guten 85 % ohne Grundlast und von 78 % mit Grundlast.

ABB. 14 zeigt mit zwei Kurven den Wirkungsgrad der Endstufe noch etwas detaillierter. Die blaue Kurve setzt die Ausgangsleistung in Relation zur insgesamt aus dem Stromnetz

aufgenommenen Wirkleistung. Zusammen mit der Grundlast ergeben sich bei kleinen Ausgangsleistungen für den Wirkungsgrad eher geringe Werte. Für die rote Kurve wird die Ausgangsleistung nur zu der zusätzlich zur Grundlast aufgenommenen Leistung in Relation gesetzt. Die Endstufe selbst kommt so ohne Grundlast durchgängig auf einen Wirkungsgrad von 80 % und mehr. Die Messwerte bei sehr kleinen Leistungen unter 10 W sind mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet, so dass es zu Unstetigkeiten in den Kurven kommen kann.

Neben den absoluten Werten sollte der aus dem Netz aufgenommene Strom in seinem

Verlauf möglichst der Spannung folgen und die Endstufe sich somit vergleichbar einem realen Widerstand als Last für das Stromnetz verhalten. Abweichungen entstehen durch Verschiebungsblindströme (kapazitiv oder induktiv) und durch Verzerrungsblindströme (Oberwellenanteil). Wie gut sich der Stromverlauf dem Spannungsverlauf annähert, wird durch den Leistungsfaktor (PF = Powerfactor) messtechnisch ausgedrückt. ABB. 15 zeigt dazu die Messung des XPA U 1002 bei Volllast. Der Leistungsfaktor beträgt 0,94 und der $\cos\phi$ -Wert zur Beschreibung der Phasenlage von Spannung und Strom zueinander beträgt 0,96.

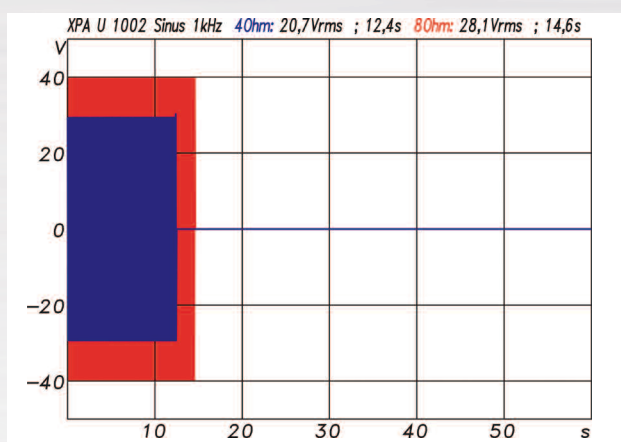


ABB. 13: Verhalten der XPA U 1002 bei einem konstant anliegenden Sinussignal für maximale Ausgangsleistung an 2 $\times$ 4 Ω (bl) und an 2 $\times$ 8 Ω (rt)

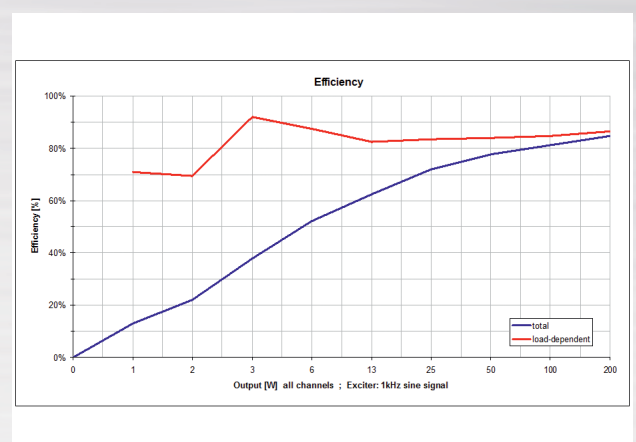


ABB. 14: Wirkungsgrad der XPA U 1002 Endstufe in Prozent in Abhängigkeit von der abgegebenen Leistung (x-Achse); in Rot die Kurve ohne Grundlast, die einen sehr guten Wirkungsgrad der Endstufen erkennen lässt. Für sehr kleine Leistung (< 10 W) sind die Messwerte mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet.

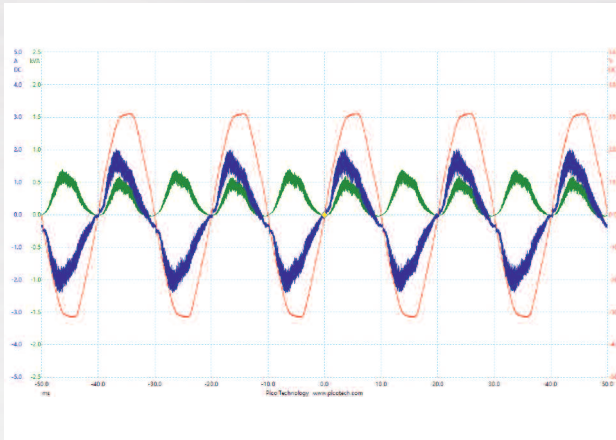


ABB. 15: Verlauf von Netzspannung (rot), Netzstrom (blau) und der daraus berechneten Leistungsaufnahme (grün) mit einem RMS Wert von 253 VA. Der Leistungsfaktor beträgt 0,94 und der $\cos-\rho$ -Wert 0,96.



BILD 02: Frontansicht der kompakten Geräte mit halber Rackbreite und je einer LED pro Kanal für Signal Present und Limiter/Protect.

Beide Werte zeugen von einer effektiven Netzauslastung ohne größere Blindströme oder Oberwellenanteile.

Etwas auffällig ist jedoch der dem Strom überlagerte hochfrequente Anteil, der bei 50 kHz liegt. In der Abbildung erscheint der HF-Anteil aufgrund des insgesamt geringen Stroms auf den ersten Blick groß, absolut betrachtet ist das jedoch nicht der Fall. Die XPA Ultra Verstärker verfügen selbstverständlich auch über alle entsprechenden Prüfsertifikate (CE, UL).

Bei allen Modellen werden Rackadapter mitgeliefert, um die Geräte einzeln oder auch zwei nebeneinander in ein 19"-Rack zu montieren.

Fazit

Mit der Ultra Serie bringt Extron Electronics insgesamt 13 neue Verstärkermodelle auf den Markt, die mit Leistungen von 2x 100 W bis 8x 35 W für niederohmige Lasten oder auch für 70/100V-Systeme einen sehr weiten Anwendungsbereich in der AV-Technik abdecken. Die auf ihre Funktion konzentrierten Geräte in dezenten 1-HE-Gehäusen mit kompakter halber Rackbreite sind nicht nur platzsparend, sondern auch hoch effizient, kommen ohne aktive Lüftung aus und sind vielerorts leicht und schnell zu installieren.

Abgerundet wird das gute Bild durch eine Reihe von Schutzschaltung, einer effektiv agierenden Standby-Schaltung und einer stabilen

XPA U 358	8x 35 W (4/8 Ω)
XPA U 358-70V	8x 35 W (70V)
XPA U 358-100V	8x 35 W (100V)
XPA U 358C-70V	8x 35 W (4+4)*
XPA U 358C-100V	8x 35 W (4+4)*
* 4x Low-Z und 4x 70/100V	
XPA U 1004	4x 100 W (4/8 Ω)
XPA U 1004-70V	4x 100 W (70V)
XPA U 1004-100V	4x 100 W (100V)
XPA U 1004C-70V	4x 100 W (2+2)*
XPA U 1004C-100V	4x 100 W (2+2)*
* 2x Low-Z und 2x 70/100V	
XPA U 1002	2x 100 W (4/8 Ω)
XPA U 1002-70V	2x 100 W (70V)
XPA U 1002-100V	2x 100 W (100V)

Ausgangsleistung, die ebenso wie alle anderen Angaben aus dem Datenblatt bei unseren Labormessungen erreicht oder übertroffen wurde. Über alles betrachtet sind die Messwerte mit denen anderer Class-D-Endstufen vergleichbar. Besonders interessant werden die Ultra Modelle dann jedoch durch ihre peripheren Eigenschaften wie Platzbedarf, Effizienz, thermisches Design, Standby-Schaltung usw. Wenn es noch einen Wunsch gäbe, dann wäre das eine Option für ein Dante-Interface, wie man es auch schon von den Extron NetPA Modellen kennt. // [1770]



Der weltweit einzige Verstärker mit 8 Kanälen und halber Rackbreite ist jetzt noch leistungstärker Jetzt mit acht 75 W-Kanälen

Für Ihren Erfolg entwickelt



Mit der außergewöhnlichen Kanaldichte des XPA U 758 können Sie sechzehn 75 W-Kanäle auf nur einem Rackplatz installieren. Dieser ENERGY STAR-konforme Audio-Verstärker liefert acht 75 W-Kanäle in einem 1 HE hohen Plenum-zertifizierten Gehäuse von halber Rackbreite mit lüfterloser Kühlung und Hardware zur Rackmontage. Der XPA U 758 bietet eine beispiellose Leistung und Kanaldichte und benötigt bei der Installation im Medienrack keinen Raum zur Belüftung, wodurch wertvoller Platz eingespart wird. Er ist mit einem hocheffizienten, fortschrittlichem Klasse-D-Verstärkerdesign mit Korrektur des Leistungsfaktors, extrem niedrigem Einschaltstrom, bei Bedarf abschaltbarem automatischem Standby-Modus mit schnellem Wiederhochfahren und unserer patentierten CDRS-Technologie (Class D Ripple Suppression) ausgestattet.

Schnelles Hochfahren aus dem Standby

Mit der automatischen Abschaltfunktion erfüllt der XPA U 758 die ENERGY STAR-Anforderungen, da der Verstärker nach 25 Minuten Inaktivität automatisch in den Standby-Modus versetzt wird. Sobald er ein Signal erkennt, fährt er in unter 100 Millisekunden geräuschlos aus dem Standby hoch. Dadurch stellen wir sicher, dass der Anfang des Audiosignals nicht abgeschnitten wird. Der Auto-Standby-Modus kann deaktiviert werden. Auch dann entspricht der XPA Ultra den ENERGY STAR-Anforderungen.

Merkmale:

- **NEU** 75 W eff. Ausgangsleistung pro Kanal an 8 Ω
- **NEU** Acht Kanäle in einem 1 HE hohen Gehäuse mit halber Rackbreite – mit Hardware zur Rackmontage
- **NEU** Abschaltbarer, automatischer Standby-Modus mit schnellem Hochfahren
- ENERGY STAR®-konformer Verstärker
- Patentierte Extron-Technologie CDRS™ - Class D Ripple Suppression
- Lüfterlose Kühlung – können ohne zusätzlichen Raum zur Belüftung übereinander gestapelt werden

NetPA ULTRA

POWER AMPLIFIERS



DANTE DOMAIN
MANAGER READY



Branchenführende Verstärker Jetzt mit Dante

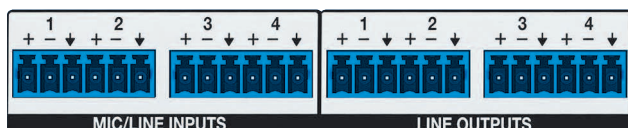
Die NetPA® Ultra-Verstärker bieten alle Vorteile unserer preisgekrönten XPA Ultra-Verstärker zusammen mit leistungsstarker Audioverteilung über ein Dante-Netzwerk. Durch die Dante-Technologie kann Audio von einem zentralen Standort aus an dezentrale Verstärker überall in einer Anlage, einem Gebäude oder einem Campus mit Standard-Netzwerk-Hardware verteilt werden. Diese ENERGY STAR-konformen Verstärker besitzen auch einen integrierten DSP-Prozessor, weshalb sie als alleiniger Endpunkt des gesamten Audiosystems fungieren können. Die NetPA Ultra-Verstärker ermöglichen skalierbare Systeme, leichtere Installation und einfachere Verkabelung und erfüllen gleichzeitig die hohen Qualitätsanforderungen professioneller Audioinstallationen.

Dante-Interface

Die NetPA Ultra-Modelle stellen Audiosignale aus dem Dante-Netzwerk für lokale Beschallungssysteme bereit. Sie ermöglichen die dezentralisierte und zuverlässige Verteilung von Dante-Audiosignalen an mehrere Lautsprecherzonen in einem Gebäude oder einer Einrichtung und eignen sich ideal für die Audioverstärkung in Dante-Systemen. Die NetPA Ultra-Verstärker unterstützen AES67 für Audio über IP-Interoperabilität und die Netzwerkmanagement-Software Dante Domain Manager für die Unternehmensebene. Dadurch können sie sich mit zahlreichen anderen Geräten und der Netzwerk-Infrastruktur verbinden.

Analoge Eingänge und Ausgänge

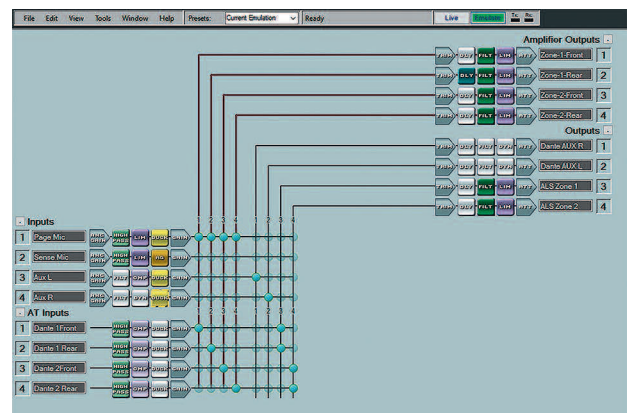
Die analogen Line-Ausgänge erlauben den Anschluss zusätzlicher Verstärker. Dies erleichtert die Quellenanbindung und sorgt für eine flexible Verarbeitung. Für noch mehr Flexibilität können die Mikrofon-/Line-Eingänge an den Verstärker oder das Dante-Netzwerk geleitet werden.



Rückseite des NetPA U 1004

Matrix-Mischer mit DSP

Eine integrierte Kreuzschiene ermöglicht die Mischung jedes analogen oder Dante-Eingangs an jeden Verstärker-, Dante- oder analogen Line-Ausgang. Weitere wichtige Verarbeitungsfunktionen sind Verstärkungseinstellung, Filter, Dynamik und Verzögerung. Dies ermöglicht die Erstellung vereinfachter, vollständiger Systeme mit Ducking und Routing der Quellen ohne einen separaten Audioprozessor.



Extron DSP Configurator-Software

Extron

+800.3987.6673 • extron.de/netpaultra