

PROFESSIONAL system

Your Hub for AV & IT Integration

4 | 2024
September

Test & Messungen Extron XPA U 4004 FX



Sonderdruck aus Professional System 4-2024



Extron XPA U 4004 FX

Mit der Serie XPA Ultra FX hat Extron drei neue Installationsverstärker in der mittleren Leistungsklasse im Programm, die mit 200 W bis 800 W pro Kanal im Low-Z- und 100V-Modus aufwarten können und auf eine besonders hohe Energieeffizienz hin optimiert sind. Die ECO-Standby-Technik schaltet den Verstärker schon nach wenigen Sekunden ohne Signal in den Standby-Modus mit einer Leistungsaufnahme unter 1 W und die Instawake+ Funktion startet den Verstärker bei Bedarf innerhalb von 5 ms wieder.

Text: Text, Messungen und Fotos: Anselm Goertz

Im Installationssektor mit immer größer werdenden technischen Einrichtungen für Audio- Video und Sicherheitstechnik wird der Energieverbrauch dieser Geräte zu einem immer wichtigeren Thema. Die meisten dieser Anlagen werden im 24/7-Modus betrieben, wo auch kleine Leistungen sich über die Zeit bei den Kosten empfindlich bemerkbar machen. Hinzu kommt der Aspekt, dass Geräte mit geringer Verlustleistung und weniger Erwärmung eine längere Lebensdauer aufweisen und auch weniger periphere Kosten bei der Kühlung verursachen.

Der in Kalifornien ansässige Hersteller Extron hat sich dieses Themas angenommen und stellt aktuell mit der Ultra FX-Serie drei neue Verstärkermodelle mit vier beziehungsweise acht Kanälen vor, die speziell unter dem Aspekt der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit entwickelt wurden. Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, nicht nur weniger Energie zu verbrauchen, sondern Geräte auch so zu konstruieren, dass eine lange Haltbar-

keit erreicht wird, indem zum Beispiel temperaturkritische Bauteile wie Kondensatoren in kühlen Zonen innerhalb des Gehäuses platziert werden. Soweit zur Einleitung ins Thema. Werfen wir jetzt ein etwas genaueren Blick auf die Ultra FX-Serie.

Ultra-FX-Verstärkerserie

Extron präsentiert die neuen Verstärker mit dem Slogan „Ultraflexibel Ultracool Ultraeffizient“. Was steckt dahinter? Die drei Modelle 2008, 2004 und 4004, von denen der XPA U 4004 FX zum Test gestellt wurde, tragen die Kanalzahl und deren Leistung bereits in der Typenbezeichnung. 4004 bedeutet vier Kanäle à 400 W oder 2008 acht Kanäle à 200 W. Alle Kanäle können unabhängig voneinander passend für den Low-Z Betrieb an 4 Ω oder 8 Ω konfiguriert werden oder für 70V- oder 100V-Systeme, wahlweise mit oder ohne Hochpassfilter im Signalweg. Hinzu kommt, dass sich jeweils zwei Kanäle mit Po-



wer-Sharing die Netzteilleistung teilen, so dass man entweder 2 × 400 W oder auch 1 × 800 W und alle Zwischenwerte zur Verfügung hat.

Der Innenaufbau ist gewohnt klar und aufgeräumt und kommt bis auf die Anschlusskabel der beiden Lüfter und die Verbindung von der Kaltgerätebuchse zur Netzteilplatine ohne Kabel aus. Dass es sich bei den Endstufen um Class-D-Typen handelt, bedarf heutzutage kaum noch einer Erwähnung, speziell wenn das Thema Energieeffizienz im Vordergrund steht.

Im Gegensatz zu einigen anderen Verstärkermodellen wird bei den Ultra-FX-Modellen die Versorgungsspannung der einzelnen Kanäle für die verschiedenen Betriebsarten (Low-Z, 100V) offensichtlich nicht angepasst. Wie die Messungen zeigen, steht für kurze Impulse auch im Low-Z-Modus der volle Spannungshub von ±155 V zur Verfügung. Die Limitierung erfolgt dann durch eine Strombegrenzung. Bei den Netzteilen für die Ultra-FX-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 auf Zuverlässigkeit und Langlebigkeit 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.

Wirft man einen Blick auf die Innenansicht der XPA U 4004 FX (Foto 2), dann erkennt man den schon angesprochenen Aufbau, bei dem sich temperaturkritische Bauteile in kühlen Zonen befinden. Besonders gefährdet sind Elektrolytkondensatoren, die eine der Hauptursachen für Ausfälle von Geräten sind, die sich im 24/7-Betrieb befinden. Elektrolytkondensatoren trocknen innerlich

durch hohe Temperaturen aus, verlieren an Kapazität und können final auch Kurzschlüsse verursachen. Konsequenz sind diese daher in der XPA U 4004 FX auf der Hauptplatine entfernt von den Kühlkörpern und nahe der Lufteinlässe platziert.

Energieeffizienz

Das Thema Energieeffizienz ist heute allgegenwärtig, und das auch aus gutem Grunde. Die ständig wachsende Medientechnik ist in diesem Zusammenhang auch gefordert. Schaut man sich unter diesem Aspekt die Verstärkertechnik an, dann hat es hier in den letzten Jahrzehnten ohne Frage bereits riesige Fortschritte gegeben. ELA-Zentralen in großen Gebäude waren vor 20 Jahren mit vielen kW-Verlustleistung locker in der Lage, auch große Räume so aufzuheizen, dass ohne Klimaanlage ein Betrieb nicht möglich war. Mit der Einführung von Schaltnetzteilen und Class-D-Schaltungen wurden die Leistungsverstärker nicht nur deutlich leichter, sondern auch wesentlich effizienter. Class-D-Endstufen haben gegenüber den früher üblichen Class-AB und auch gegenüber Class-H 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-FX-Modellen, schon ein kleines innenliegendes Kühlprofil mit etwas Ventilation.

Trotzdem lässt sich auch hier noch einiges verbessern, vor allem dann, wenn es um Endstufen in der Gebäudetechnik geht, die im 24/7-Betrieb laufen müssen. Nur 20 W Ruheleistungsaufnahme einer Endstufe summieren sich übers Jahr dann schon auf 175 kWh. Standby-Funktionen können da Abhilfe schaffen, bringen jedoch ein Problem mit sich: Wie lange es dauert, wenn der Einsatz kommt, bis die →

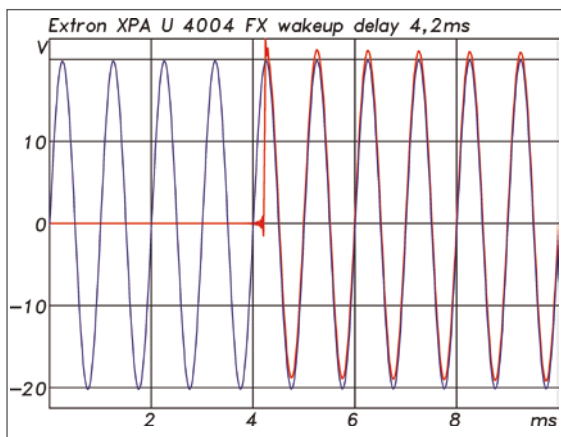


Der XPA unter die Haube geschaut.

Foto 1: Innenansicht des XPA U 4004 FX. Da 19"-1HE-Gehäuse wird für die vier Endstufenkanäle plus Netzteil und Peripherie voll ausgenutzt.

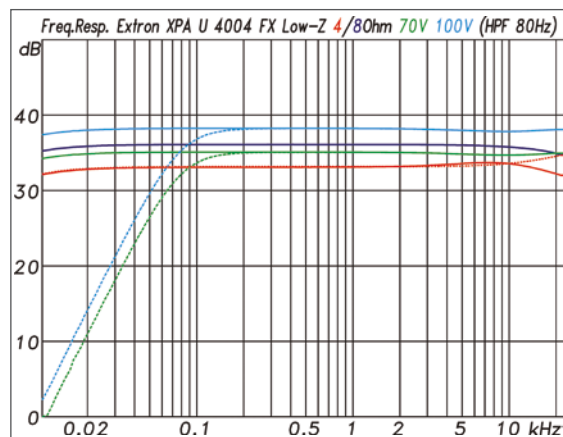
Endstufe voll betriebsbereit ist? In einem kleinen Diagramm auf der Homepage der Ultra-FX-Serie zeigt Extron einige Zeiten dazu, die von der XPA-Serie mit circa 500 ms über die XPA Ultra mit 100 ms bis hin zur hier vorgestellten OXPA Ultra FX mit weniger als 5 ms reichen.

InstaWake+ nennt man die Technik zum Schnellstart der Endstufen aus dem Standby-Modus. Eine schnelle Messung dazu (**Abb. 1**) ergab, dass der XPA U 4004 FX bereits nach 4,2 ms wieder den vollen Ausgangspegel liefert, so dass auch für kritische Ansagen keine Bedenken



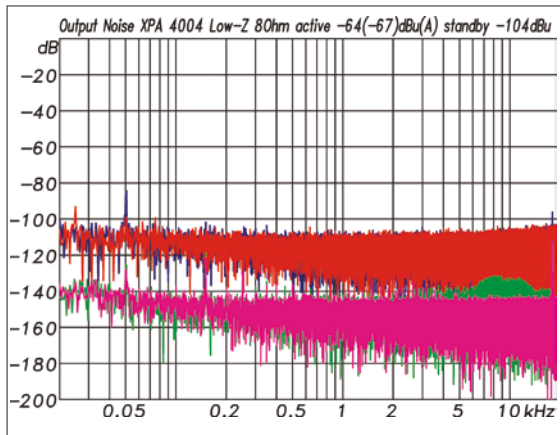
Wakeup Zeit

Abb. 1: Dank der InstaWake+-Funktion startet die Endstufe, sobald ein Signal anliegt, innerhalb einer Zeitspanne von weniger als 5 ms aus dem Standby-Modus in den normalen Betrieb.



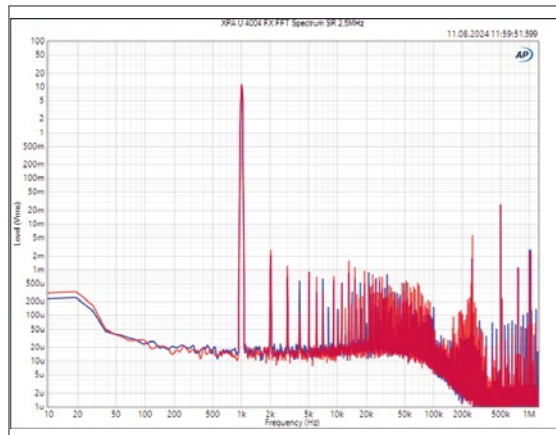
Gain-Werte

Abb. 2: Abhängig vom eingestellten Modus Low-Z 4 Ω oder 8 Ω sowie 70 V oder 100 V wird das Gain der Endstufe so angepasst, dass bei +4 dBu am Eingang Vollaussteuerung erreicht wird. Das optionale Hochpassfilter 2.Ordnung hat eine Eckfrequenz von 80 Hz.



Noise FFT Spektren

Abb. 3: Störpegel am Ausgang im Standby Modus (gr,rs) mit -105 dBu(A) und im aktiven Modus (rt,bl) mit -67 dBu(A). Dem gegenüber steht im Low-Z 8Ω Modus ein maximaler Ausgangspegel von ca. $+39$ dBu.



2,5 MHz FFT-Spektrum

Abb. 4: FFT-Spektrum des Ausgangssignals gemessen mit 2,5 MHz Samplerate. Bei 1 kHz mit einer Spannung von 10 V_{rms} erkennt man das Nutzsingnal. Reste der PWM-Schaltfrequenz finden sich bei ca. 250 kHz und den ganzzahligen Vielfachen.

bestehen, dass diese durch das Fehlen der ersten Silben womöglich unverständlich werden. Zusätzlich unterstützen die Ultra-FX-Verstärker auch noch die klassische Standby-Funktion, die den Verstärker entweder nach circa 20 Minuten ohne Signal oder auch über einen Kontakt von außen in den Standby-Modus schaltet. Nicht unerwähnt bleiben sollte in diesem Zusammenhang auch die Leistungsaufnahme im Standby-Modus, die unter 1 Watt liegt.

Low-Z, 70V und 100V

Fest installierte Beschallungsanlagen in öffentlichen Gebäuden, auf Messegeländen, in Hotels und so weiter benötigen in der Regel viele Verstärkerkanäle mit geringer und mittlerer Leistung. Hochleistungsendstufen, wie sie in der Bühnentechnik eingesetzt werden, sind dagegen hier eher selten. Hinzu kommt, dass je nach Art der Lautsprecher und Leitungslängen zum Teil niederohmige (Low-Z) Typen oder auch 100V- beziehungsweise 70V-Linien zu versorgen sind. Letzteres wurde in der Vergangenheit meist mithilfe von Übertragern am Ausgang der Endstufen gelöst, die den Ausgang der Endstufe an das 100V-System angepasst haben. Übertrager sind jedoch schwer, teuer und verlustbehaftet. Moderne Class-D-Endstufen arbeiten daher mit Direct Drive, das heißt, die Endstufe kann schon von sich aus die für 100V-Systeme notwendigen Ausgangsspannung von ± 150 V_{pk} liefern. In der Ultra-FX-Serie kann jeder Kanal individuell für Low-Z mit 4Ω oder 8Ω oder eben für 70V- oder 100V-System eingestellt werden. Die Einstellung erfolgt ganz einfach über einen versenkt eingebauten Drehschalter (Fo-

to 4) auf der Rückseite. Die verfügbare Anzahl an Kanälen bleibt dabei unverändert. Brückenschaltungen sind nicht erforderlich.

Die Ultra-FX-Verstärker können so problemlos auch in Anlagen mit gemischten Low-Z- und 100V-Lautsprechern eingesetzt werden. Abhängig vom eingestellten Modus passen die Kanäle ihr internes Gain an, so dass immer bei circa $+4$ dBu die volle Ausgangsleistung erreicht wird. Für die 70V- und 100V-Modi kommt noch die Option einer Hochpassfilterung bei 80 Hz mit einem Filter 2.Ordnung hinzu. Für Lautsprecher mit Übertrager sollte das Hochpassfilter möglichst immer genutzt werden, da die Impedanz der Übertrager zu tiefen Frequenzen (< 100 Hz) meist deutlich abfällt und so die Endstufe überlasten kann. Hinzu kommt die Eigenschaft von Übertragern, bei tieffrequenten Signalanteilen schnell in die Sättigung zu gehen, was zu Verzerrungen im Signal führt. Da typische 100V-Lautsprecher meist ohnehin nicht für die Tieftonwiedergabe ausgelegt sind, kann und sollte man das Hochpassfilter im Signalweg immer aktivieren.

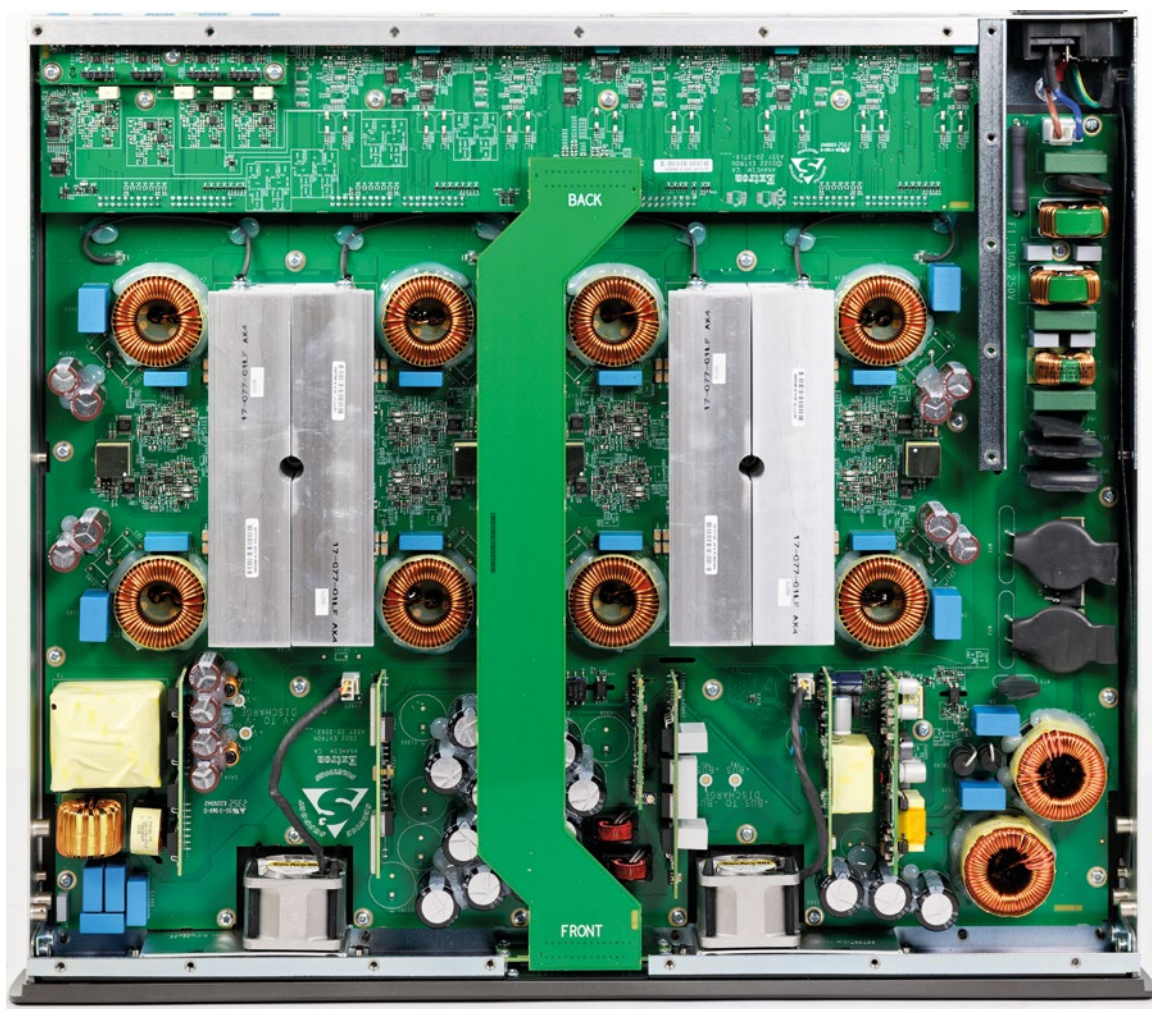
Als weiterer Pluspunkt in Sachen Flexibilität kommt in der Ultra-FX-Serie noch das Power Sharing hinzu. Je zwei benachbarte Kanäle teilen sich einen Leistungspool des Netzteils. Wird von einem Kanal nur wenig Leistung gefordert, dann steht dem anderen mehr zur Verfügung.

Messwerte

Die erste Messung ist wie immer die Frequenzgangmessung. In Abb. 2 für verschiedene Betriebsmodi erkennt man neben den angepassten Gain-Werten sehr ge- →

Aufbau im Innern

Foto 2: Gut zu erkennen sind die vier Endstufenkanäle, die um die Kühlprofile angeordnet sind. Ganz rechts hinten das Netzfilter und vorne das Netzteil. Zwei kleine Lüfter sorgen für die Abfuhr der Verlustwärme. Vorne wird durch ein Staubfilter kalte Luft angesaugt, die über die Lochung der Rückseite wieder austritt.



radlinige Verläufe, die auch zu hohen Frequenzen hin nur geringe Schwankungen aufweisen. Vermutlich wird hier abhängig von der eingestellten Last noch eine Korrektur ausgeführt.

Der an den Ausgängen des XPA U 4004 FX zu messende Störpegel beträgt im aktiven Modus -64 dBu un bewertet und -67 dBu mit A-Bewertung. Das FFT-Spektrum des Störsignals in Abb. 3 zeigt dazu gleich verteiltes Rauschen ohne monofrequente Anteile. Setzt man dazu die maximale Ausgangsspannung von ca. $150 V_{pk}$ in Relation, dann ergibt sich daraus ein S/N (Störabstand) von sehr guten 110 dB. Etwas anders gerechnet mit der an 8Ω verfügbaren Ausgangsspannung für ein Sinussignal von $67 V_{rms}$ und -64 dBu linear bewerteten Störpegel kommt man auf einen S/N von 103 dB. Im Datenblatt sind 100 dB angegeben.

Eine weitere schnelle Messung bei Class-D-Verstärkern ist die FFT-Analyse des Ausgangssignals mit einer hohen Abtast rate. Abb. 4 zeigt eine solche Messung mit einer Abtast rate von $2,5$ MHz, dem höchsten Wert, der mit ei-

nem APx555 möglich ist. Bei dieser Art der Messung werden sowohl die Class-D-Schaltfrequenz wie auch mögliche Störungen innerhalb und auch außerhalb des Audiofrequenzbereiches sichtbar. Für die Messung in Abb. 4 wurde zusätzlich ein 1 kHz Nutzs signal eingespeist. Die Amplitude des Nutzs signals am Ausgang betrug bei dieser Messung 10 V. Gut zu erkennen ist die PWM-Schaltfrequenz bei circa 250 kHz und deren ganzzahligen Vielfache davon. Die Spannungswerte der hohen Frequenzanteile liegen bei 30 mV und weniger und sind somit unproblematisch.

Zwei weitere Messungen zeigen die Werte für die Übersprechdämpfung und den Dämpfungsfaktor. Die Übersprechdämpfung (Abb. 5) 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 und Layout der Platinen und kann daher auch als allgemeines Qualitätskriterium für einen Verstärker betrachtet werden. Für den XPA U 4004 FX liegen die Werte bei circa -80 dB und



Rückansicht

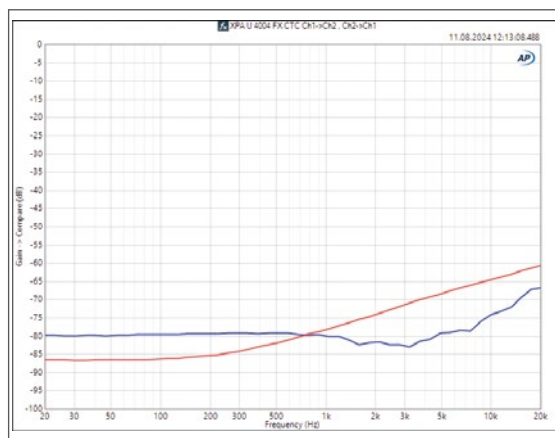
Foto 3: Auf der Rückseite des IHE-Gehäuses befinden sich die Ein- und Ausgänge mit zwei- bzw. dreipoligen Phoenix-Anschlüssen sowie die Wahlschalter für den Betriebsmodus und die Gain-Steller für die vier Kanäle.

steigen dann zu höheren Frequenzen mit 6 dB/Oct. an. Werte in dieser Größenordnung sind praxistypisch und typisch.

Formal ist der Dämpfungsfaktor einer Ausgangsstufe das Verhältnis einer angeschlossenen Lastimpedanz in Relation zum Innenwiderstand der Quelle. Beträgt die Lastimpedanz beispielsweise 8Ω und der Innenwiderstand der Quelle, hier der Endstufe, $100 \text{ m}\Omega$, dann hat der Dämpfungsfaktor einen Wert von 80. Ein geringer Innenwiderstand der Quelle, idealerweise 0Ω , 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. 6** zeigt den die Werte für das Pegelverhältnis in dB für eine 8Ω Last. Über einen weiten Frequenzbereich liegt der Wert bei $-0,035 \text{ dB}$, woraus sich ein Dämpfungsfaktor von 250 berechnet. Oberhalb von 1 kHz erreicht die Kurve jedoch einen Wert größer 0 dB , das heißt 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.

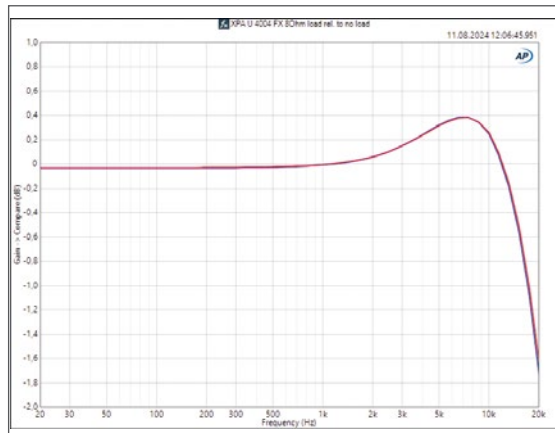
Verzerrungsmessungen

Vier weitere Messungen beschäftigen sich mit dem Verzerrungsverhalten des Verstärkers. **Abb. 7** zeigt dazu die THD-Werte in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung →



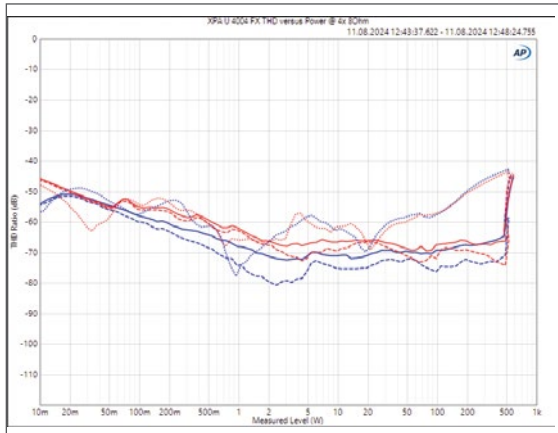
Übersprechdämpfung

Abb. 5: Übersprechen exemplarisch gemessen von Ch1 auf Ch2 (blau) und umgekehrt von Ch2 auf Ch1 (rot).



Innenwiderstand

Abb. 6: Quotient je einer Frequenzgangmessung mit einer $8\text{-}\Omega$ -Last und ohne Last. Aus dem Pegelverlust unter Last berechnet sich der Dämpfungsfaktor, der bezogen auf 8Ω unterhalb von 500 Hz ca. 250 beträgt. Zwischen 1 kHz und 12 kHz steigt der Pegel mit der Last an, die Endstufe entwickelt hier eine Art negativen Innenwiderstand. Ein solcher Effekt kann durch eine Überkompensation in der Gegenkopplung entstehen.



THD über der Leistung

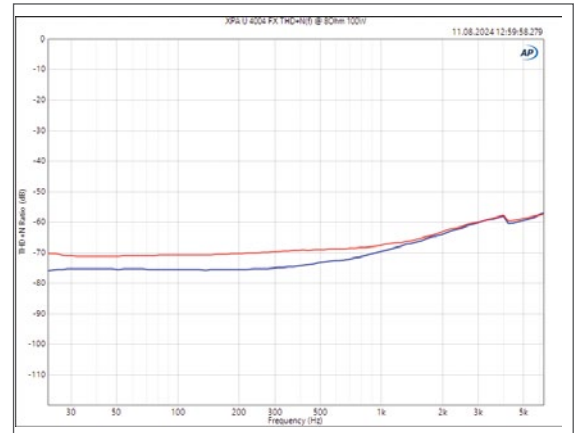
Abb. 7: Verzerrungen (THD) in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung (x-Achse in W) an einer $4 \times 8\text{-}\Omega$ -Last. Messungen bei 100 Hz (---), 1 kHz (—) und 6,3 kHz (···).

Die THD-Werte sind in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung gemessen. Bei 100 Hz und 1 kHz liegen die Kurven in einer Größenordnung von -70 dB ($=0,03\%$) und steigen erst an der Clip-Grenze an. Bei 6,3 kHz liegen die THD-Werte mit circa -60 dB etwas höher, und der Anstieg vor der Clip-Grenze beginnt früher. Werte in dieser Größenordnung würden zwar keine Begeisterung in Highend-Kreisen auslösen, sind aber für die typischen Anwendungen völlig ausreichend. Der im Datenblatt angegebene Verzerrungswert von $0,1\%$ (-60 dB) bei 1 kHz 3 dB unterhalb der Clip-Grenze wird mit -67 dB sicher eingehalten.

Wie sich die Verzerrungswerte über der Frequenz gemessen bei konstantem Pegel verhalten findet sich in [Abb. 8](#). Die Messungen erfolgten von 20 Hz bis $6,3\text{ kHz}$ bei einer Ausgangsspannung von $28,3\text{ V}$ an einer $8\text{-}\Omega$ -Last und somit bei einer Leistung von 100 W . Die schon bekannten Werte bei 100 Hz , 1 kHz und $6,3\text{ kHz}$ aus [Abb. 7](#) bestätigen sich hier. Insgesamt ist der Verlauf gleichmäßig und frei von Schwachstellen.

Ebenfalls bei 100 W an $8\text{ }\Omega$ gemessen wurde das Klirrspektrum aus [Abb. 9](#). Die Oberwellen liegen alle 70 dB oder mehr unterhalb der Grundwelle mit einer Dominanz von k_3 . Nicht so schön sind die vielen Anteile höherer Ordnung, wo man sich eigentlich einen zügigen Abfall zu den höheren Ordnungen hin wünscht. Aber auch hier gilt: Für die typischen Anwendungen sind die Werte völlig ausreichend.

Ebenfalls für eine Belastung mit $4 \times 8\text{ }\Omega$ wurden die transienten Intermodulationsverzerrungen in [Abb. 10](#) gemessen. Bei höheren Pegeln liegen die DIM100 Werte zwischen -65 und -50 dB . Etwas ungewöhnlich ist der insgesamt etwas unruhige Kurvenverlauf.



THD über der Frequenz

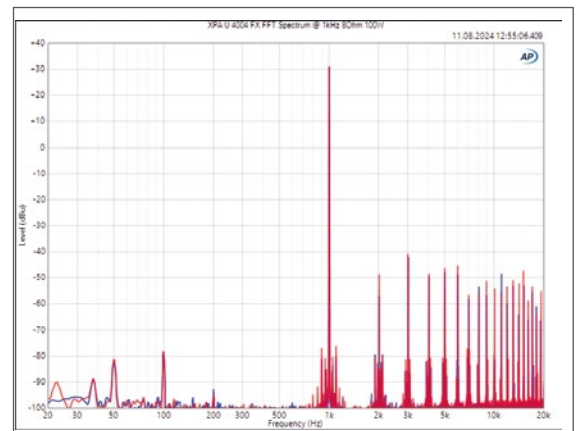
Abb. 8: THD+N über der Frequenz gemessen an einer $8\text{-}\Omega$ -Last bei $28,3\text{ V}_{\text{rms}}$ Ausgangsspannung entsprechend einer Leistung von 100 W .

Leistungswerte

Die Leistungsmessung für die XPA U 4004 FX erfolgte nur im Low-Z-Modus für eine einfache und eine vierkanalige Belastung mit $8\text{-}\Omega$ -Lastwiderständen. Die nachfolgenden Diagramme [Abb. 11](#) und [Abb. 12](#) zeigen die so gemessenen Leistungswerte. Um vergleichbar mit den Herstellerdaten zu sein, führen wir eine Reihe verschiedener Messungen nach unterschiedlichen Normen durch.

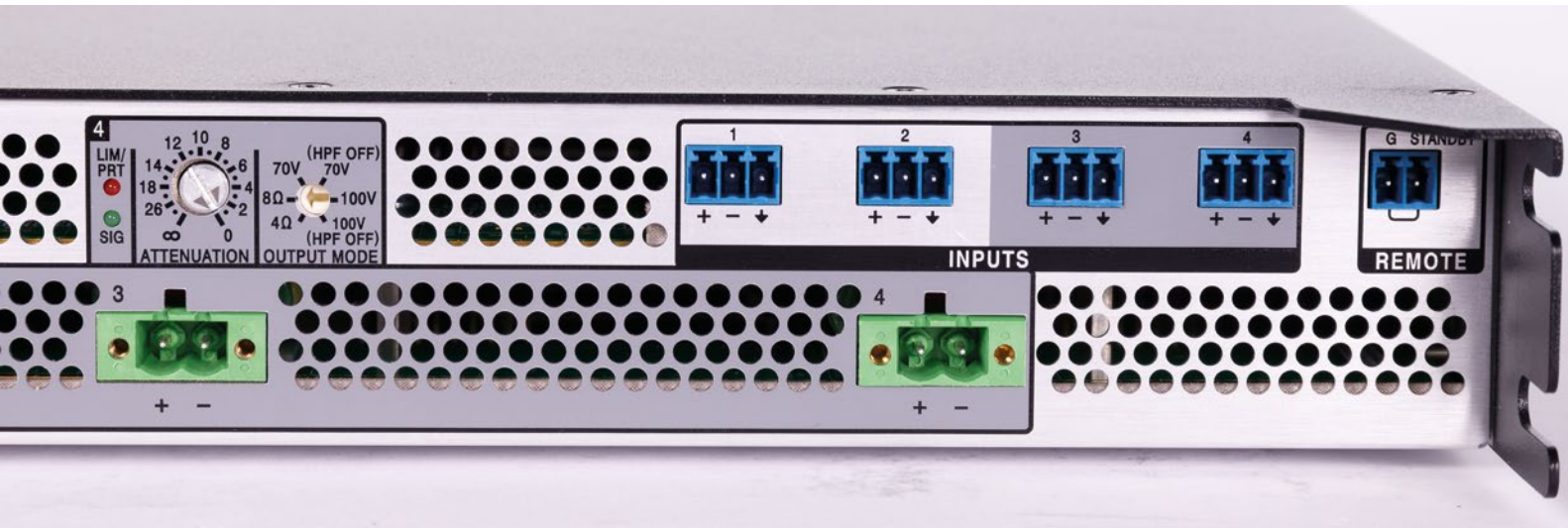
Im Detail werden folgende Werte bestimmt:

- die Impulsleistung für eine 1 ms dauernde einzelne Periode eines 1 kHz Sinussignals
- die Sinusleistung bei einem konstant anliegenden 1 kHz Sinussignal nach einer Sekunde, nach zehn Sekunden und nach einer Minute



FFT-Spektrum

Abb. 9: Klirrspektrum exemplarisch für Ch1 (blau) und Ch2 (rot) bei $4 \times 100\text{ W}$ Leistung an einer $4 \times 8\text{-}\Omega$ -Last. Alle Verzerrungskomponenten liegen 70 dB ($0,033\%$) und mehr unterhalb der 1-kHz -Grundwelle und sind somit unkritisch.

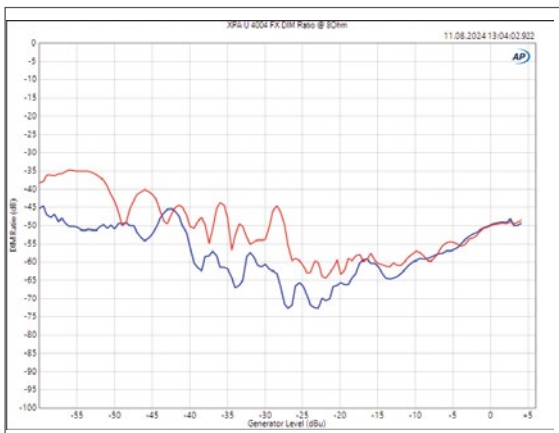


Output-Mode-Wahlschalter

Foto 4: Für jeden der vier Kanäle gibt es einen Mode-Schalter für den Low-Z Betrieb an 4 Ω oder 8 Ω sowie für den 70V- bzw. 100V-Modus, beide mit oder ohne Hochpassfilter.

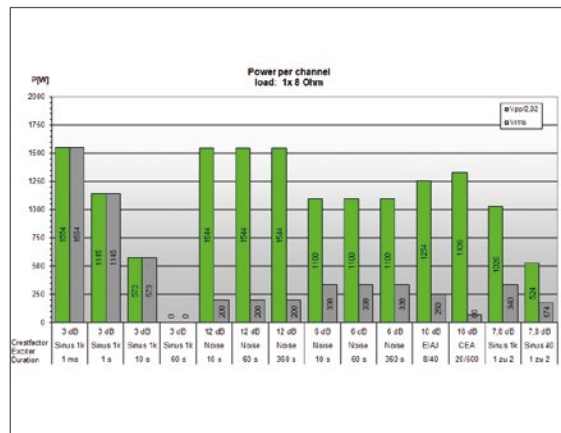
- die Leistung bei einem konstant anliegenden Rauschen mit 12 dB Crestfaktor nach zehn Sekunden, nach einer Minute und nach sechs Minuten
- die Leistung bei einem konstant anliegenden Rauschen mit 6 dB Crestfaktor nach zehn Sekunden, nach einer Minute und nach sechs Minuten
- die Leistung nach EIAJ gemessen 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 Bursts einer Länge von 33 ms, gefolgt von einer 66 ms langen Ruhephase. Der Crestfaktor dieses Signals beträgt 7,8 dB.
- die Leistung für einen sich periodisch wiederholenden 40 Hz Burst einer Länge von 825 ms gefolgt von einer 1.650 ms langen 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.



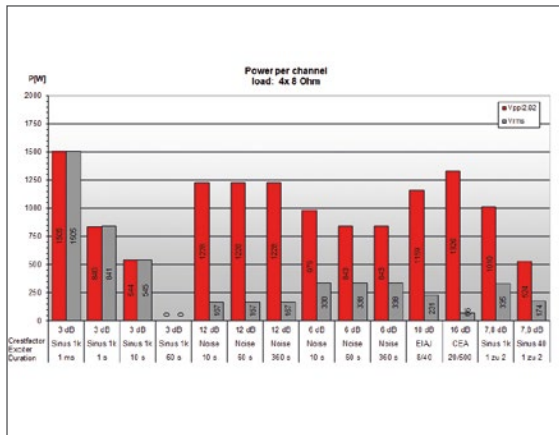
Transiente Intermodulationsverzerrungen

Abb. 10: Transient Intermodulationsverzerrungen (DIM100) exemplarisch für Ch1(bl) und Ch2(rt) in Abhängigkeit vom Eingangspegel gemessen an einer 4 × 8-Ω-Last. Der Kurvenverlauf ist ungewöhnlich unruhig.



Leistungswerte einkanalig

Abb. 11: Leistungswerte der XPA U 4004 FX an 8 Ω bei einkanaliger Belastung mit verschiedenen Signaltypen. Details siehe Text.



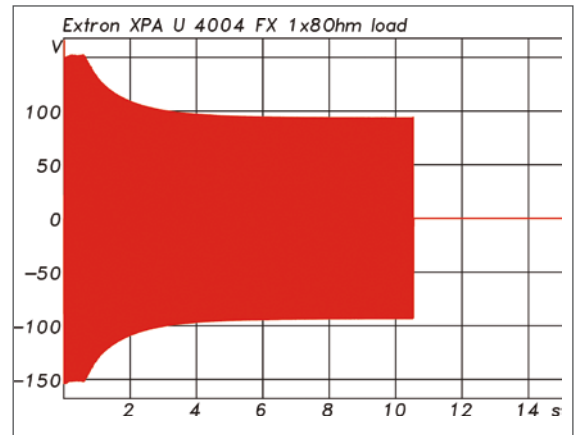
Leistungswerte vierkanalig

Abb. 12: Leistungswerte der XPA U 4004 FX an 8 Ω bei vierkanaliger Belastung mit verschiedenen Signaltypen. Details siehe Text.

Zum einen der kurzzeitige Effektivwert während der Dauer des Bursts und der Effektivwert 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 beziehungsweise 16 dB. Für die Burst-Messmethoden werden in der Übersicht die Leistungswerte, berechnet aus dem kurzzeitigen Effektivwert des Bursts, und der über alles Effektivwert angegeben. Eine weitere Burst-Messmethode arbeitet mit 33 ms langen 1 kHz Bursts, gefolgt von 66 ms langen Ruhephasen. Hier beträgt der Crest-Faktor 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 wurden entsprechend um den Faktor 25 verlängert.

Welche Burst-Messungen nun besser oder aussagekräftiger sind, lässt sich pauschal nicht sagen. Wichtig ist es jedoch, bei einem Vergleich nur die Messungen nebeneinanderzustellen, 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



Konstantes 1 kHz Sinussignal

Abb. 13: Verhalten der XPA U 4004 FX bei einem konstant anliegenden Sinussignal für maximale Ausgangsleistung an einer 8-Ω-Last. Zuerst greift ein Limiter und nach etwas mehr als 10 s erfolgt eine Abschaltung wegen Überlastung.

durch 2,82 berechnet. Die Werte sind so mit den Werten der Burst Messungen vergleichbar.

Die gemessenen Werte zeigen sehr hohe Peak-Leistungen und ein stabiles Verhalten auch über längere Zeitspannen. Das Rauschsignal mit nur 6 dB Crestfaktor läuft über die gesamte Testdauer von sechs Minuten mit einer mittleren Leistung von 338 W pro Kanal stabil. Ebenso das Rauschen mit einem Crest-Faktor von 12 dB, wo die mittlere Leistung dann bei 167 W liegt. Bei einem konstant anliegenden Sinussignal lassen sich zu Beginn auch an einer 8 Ω Last für ca. 700 ms volle ±155V unverzerrt messen. Danach greift ein Limiter ein und reduziert die Ausgangsspannung auf ±93 V, was immer noch einer Leistung von knappen 545 W entspricht. Nach etwas mehr als 10 s erfolgt eine Abschaltung wegen Überlastung. An dieser Stelle kommt die Frage auf, ob es nicht besser wäre, den Limiter so zu konfigurieren, dass es erst gar nicht zu einem Überlastungszustand kommt. Andererseits ist ein konstant anliegendes Sinussignal auch kein praxisnaher Fall, sondern eher eine typische Labormessung.

Netzbelastung

Die Belastung des Stromnetzes ist bei Endstufen hoher Leistung und/oder langer Betriebsdauer ein wichtiges Thema. Direkt oder indirekt damit in Zusammenhang stehen die Installationskosten, die Betriebskosten und letztendlich auch die Betriebssicherheit. Sind die Endstufen dauerhaft im Betrieb, dann ist die Leistungsaufnahme im Ruhemodus ohne Signal ein wichtiger Wert. Für die XPA U 4004 FX liegt die Leistungsaufnahme im Ruhemodus bei unter 1 W. Entscheidend ist dabei, dass es dank der Technik, die die Endstufe schon wenige Sekunden, nachdem kein Signal mehr anliegt, in den Ruhemodus

schaltet, fast keine Zeiten mehr gibt, in denen die Endstufe im Leerlauf, voll aktiv, aber ohne Signal arbeitet.

Im Leerlauf beträgt der Leistungsaufnahme der XPB U 4004 FX ca. 18 Watt. Für den in der Praxis wohl eher selten vorkommenden Extremfall der Volllaststeuerung mit einem Sinus mit 4×400 W liegt die Netzbelastung bei maximal 1.750 W. Werden alle vier Kanäle mit einem 12-dB-Crestfaktor-Signal voll ausgesteuert, dann liegt die Netzbelastung bei 720 W, dem eine Ausgangsleistung von 650 W gegenübersteht.

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. 14** zeigt dazu die Messung des XPA U 4004 FX bei Volllast mit 4×400 W. Der Leistungsfaktor beträgt 0,85 und der $\cos\phi$ -Wert zur Beschreibung der Phasenlage von Spannung und Strom zueinander beträgt 0,94. Beide Werte zeigen eine effektiven Netzauslastung ohne größere Blindströme oder Oberwellenanteile. Hochfrequente Störanteile gibt es keine.

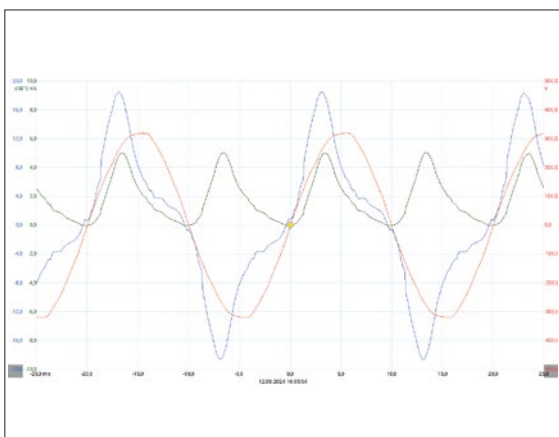
Abb. 15 zeigt mit zwei Kurven den Wirkungsgrad der Endstufe etwas detaillierter. Die blaue Kurve setzt die Ausgangsleistung in Relation zur insgesamt aus dem Stromnetz aufgenommen Wirkleistung. Zusammen mit der Grundlast ergeben sich bei kleinen Ausgangsleistung

gen 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 sehr guten Wirkungsgrad von 80 % bis 95 %.

Fazit

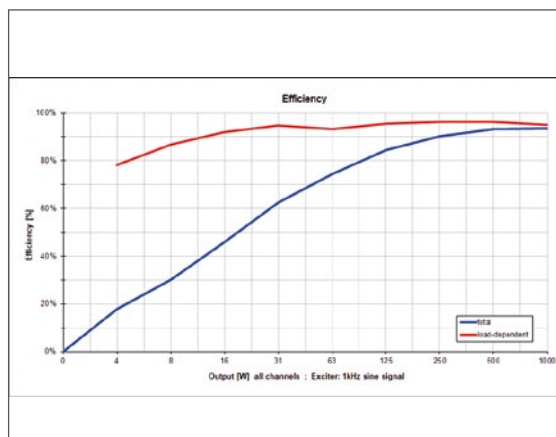
Mit der Ultra FX Serie bringt Extron drei neue Verstärkermodelle auf den Markt, die mit Leistungen von 4×200 W, 8×200 W und 4×400 W für niederohmige Lasten und auch für 70/100V-Systeme einen sehr weiten Anwendungsbereich in der AV-Technik abdecken. Der hier vorgestellte XPA U 4004 FX kann mit seinen Leistungswerte ohne Probleme auch größere PA-Lautsprecher oder ausgedehnte 100V-Linien speisen. Die Verarbeitung ist perfekt, ebenso der innere Aufbau sowie alle Anschlussmöglichkeiten und Bedienelement. Die Werte aus dem Datenblatt werden allesamt eingehalten oder übertroffen. Soweit noch nichts Ungewöhnliches. Mit der InstaWake+-Technik hat die Endstufe aber noch ein unauffälliges, aber umso wichtigeres Feature zu bieten. ECO Standby sorgt dafür, dass die Endstufe de facto keinen Leerlaufzustand mehr kennt, sondern nur noch zwischen Betrieb mit Signal oder Standby mit unter 1 W Leistungsaufnahme wechselt. Mit einer Wakeup-Zeit von unter 5 ms kann die InstaWake+-Funktion unbedenklich überall eingesetzt werden.

Kommen wir auf den Anfang des Artikels zurück mit dem Slogan „Ultraflexibel Ultracool Ultraeffizient“, dann kann man dem voll und ganz zustimmen. • [



Netzspannung, Strom und Leistung

Abb. 14: Verlauf von Netzspannung (rot), Netzstrom (blau) und der daraus berechneten Leistungsaufnahme (grün). Der Leistungsfaktor beträgt 0,86 und der $\cos\phi$ -Wert 0,94. Der Verzerrungsanteil des Stroms mit einem Effektivwert von 9 A beträgt ca. 38 %.



Effizienz

Abb. 15: Wirkungsgrad der XPA U 4004 FX Endstufe in % 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.

XPA ULTRA FX

POWER AMPLIFIERS



Ultraflexibel · Ultracool · Ultraeffizient Energiesparender Hochleistungsverstärker mit 400 W

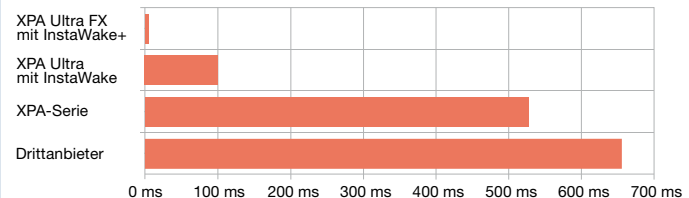
Der Audioverstärker **XPA U 4004 FX** mit vier Kanälen für mehrere Zonen maximiert mithilfe der ECO Standby-Funktion und InstaWake+™-Technologie die Energieeinsparungen, indem Strom nur bei Bedarf geliefert wird. Die einzelnen Kanäle können einfach konfiguriert werden, um große Systeme mit verschiedenen Lautsprechertypen und dynamischer Stromzuordnung bis zu 800 W pro Kanal mit nur der Hälfte der Kanäle zu unterstützen. Durch die außergewöhnliche Flexibilität und Leistungsdichte in einem Gehäuse, das nur einen Rackplatz benötigt, ist dieser Hochleistungsverstärker der XPA Ultra FX-Serie geradezu prädestiniert für Ihre nächste Installation.

Merkmale

- Vier 400 W-Kanäle
- Konfigurierbare Ausgangsmodi pro Kanal
- Jedes Kanalpaar teilt sich dynamisch 800 W insgesamt
- Der ECO Standby-Modus liefert nur bei Bedarf Strom und maximiert so die Energieeinsparungen
- InstaWake+ fährt das Gerät in weniger als 5 Millisekunden aus dem Standby-Modus wieder hoch
- ENERGY STAR-konformer Verstärker

InstaWake+

Mit der branchenweit führenden Technologie InstaWake+ kann der XPA Ultra FX in weniger als 5 Millisekunden vom Standby wieder vollständig hochfahren. InstaWake+ gewährleistet bei anspruchsvollen Anwendungen, in denen jede Millisekunde zählt, dass wichtige Audioinhalte nicht verloren gehen.



Extron

00800.3987.6673 • extron.de/xpaufox