PRODUCTOR DARIER

FACHMAGAZIN FÜR VERANSTALTUNGSTECHNIK

TEST AUS AUSGABE 2 | 2021



MATRIXMISCHER

Dynacorc MXE5

www.production-partner.de

MATRIXMISCHER

Dynacord MXE5

24 × 24 Mischer mit leistungsfähiger DSP-Hardware, Dante-Interface und Integration in die neue Dynacord-Software Sonicue Sound System.

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Anselm Goertz

it dem Modell MXE5 startet Dynacord eine neue Geräteserie. Die Bezeichnung MXE für Matrix Mix Engine trägt die Grundfunktion des Gerätes bereits im Namen. Kern des MXE5 ist eine frei konfigurierbare und teilbare Audiomatrix mit 24 × 24 Kreuzungspunkten, die von Eingangsund Ausgangskanälen mit vielen Funktionen zur Signalbearbeitung sowie kompletten Patchfeldern auf der Eingangs- und Ausgangsseite flankiert wird. Auf der Hardwareseite verfügt der MXE5 über 12 analoge Eingänge mit vollwertigen Preamps, acht analoge Ausgänge und ein Dante-Interface mit je 24 Ein- und Ausgängen. Blickt man auf die technischen Daten, dann deuten 96 kHz Samplerate, so wie die dort aufgeführten Werte für einen Störabstand über alles von 115 dB, ein THD+N von 94 dB und eine Latenz <0,45 ms auf einen gehobenen Anspruch in puncto Audioqualität hin.

Entwickelt wurde der MXE5 für den Einsatz im Live Sound und für Festinstallationen. Im Live Sound ist der typische Einsatzbereich das Signal-Mixing und Routing, z. B. als Schnittstelle zwischen dem Mischpult und einer großen PA mit vielen Ausspielwegen. In der Festinstallation ist die Anwendung ebenfalls vielfältig, wenn es darum geht, in Clubs Zonen von der Hauptbühne bis zur Lounge zu versorgen oder in einem Stadion die Signale in diverse Bereiche zu verteilen. Der MXE5 kann zudem als Systemmanager oder Controller in Audio-Netzwerken eingesetzt werden, die dem OCA-Standard entsprechen. OCA steht hier für Open Control Architecture und wird durch den AES70-Standard definiert. Die Signalübertragung zu den anderen Geräten im Netzwerk erfolgt via Dante. Beides zusammen, das OCA-

Dynacord MXE5

mit dem frei programmierbaren Panel TPC-1



Protokoll für die Mediensteuerung und der Signaltransport mit Dante, finden sich in der Bosch-eigenen Mediennetzwerkarchitektur, genannt OM-NEO, wieder. Neben der neuen MXE-Serie unterstützen auch die TGX- und IPX-Verstärker die OMNEO IP-Architektur, Etwas ältere Geräte, wie der in großen Installationen häufig anzutreffende P64 DSP oder die DSA Verstärker, können über die MXE Logic integriert werden. OMNEO basierte Netze können mit einfacher oder mehrfacher Redundanz aufgebaut werden, was insbesonde-



■ Software Sonicue mit MX5E und Touch Panel Controller TPC-1 (Abb. 1)

re für sicherheitsrelevante Anlagen relevant ist. Erreicht werden kann die Redundanz in der ersten Ebene durch eine ringförmige Netzwerkarchitektur. Genutzt wird dazu das "Rapid Spanning Tree Protocol" (RSTP), das redundante Pfade im Netzwerk im normalen Betrieb deaktiviert, um diese dann zu aktvieren, wenn es an anderer Stelle zu einer Unterbrechung kommen sollte. Fällt in einem Ring ein Switch aus oder ein Kabel wird unterbrochen, dann wird

automatisch der noch verbleibende Signalweg genutzt. Ohne RSTP wäre das nicht möglich, da es sonst im normalen Betrieb zu Netzwerkkonflikten kommen würde. Arbeitet man zudem mit zwei Ringen für das primäre und sekundäre Dante-Netzwerk, dann kommt eine weitere Fallback Ebene hinzu.

Software Sonicue

Die Konfiguration des MXE5 erfolgt über Dynacords neue Software Sonicue Sound System, die sich zur Konfiguration, Steuerung und Überwachung kompletter Systeme eignet.

Sonicue kennt drei grundsätzliche Modi: Setup, Tune und Operate. Die Bezeichnungen sind bereits selbsterklärend. Ist das Programm gestartet, dann kann man entweder nach schon im Netzwerk verfügbaren Geräten suchen oder sich zunächst noch offline ein komplettes System zusammenstellen. Der Katalog

der verfügbaren Geräte enthält Lautsprecher, Verstärker, Matrixmischer und Geräte zur Bedienung. Letzteres kann ein PC, ein Tablet oder auch ein Wall Panel wie das TPC-1 sein. Ein TPC-1 wurde auch zum Test mitgeliefert. Ausgestattet mit einem 5,7"-HD-Touch-Display kann das kompakte Gerät in eine Standard-Wandeinbaudose eingesetzt und für die Bedienung der Anlage mit ausgesuchten Funktionen belegt werden. Die Stromversorgung erfolgt entweder mit

PoE über den Netzwerkanschluss oder über ein separates Netzteil.

Die Definition der Oberfläche inklusive individueller Hintergrundbilder wird in der Sonicue-Software erstellt.

Bei den im Katalog verfügbaren Verstärkern und Matrix-Mischern handelt es sich aktuell um die hauseigenen Modelle der IPX, TGX, H/TG (via RCM-28) und L&C Serien sowie die DSP-Systeme aus der MXE-Serie. Neben dem hier vorgestellten MXE5 ist für die Zukunft ein MXE10 mit der dreifachen DSP-Rechenleistung des MXE5 und zusätzlichen Anschlussmöglichkeiten im AES/EBU-Format geplant. Ebenfalls angekündigt ist ein Software-Update für den MXE5, mit dem dann auch eine freie Konfiguration ohne feste Struktur möglich sein wird, so wie man es bislang schon vom P 64 / N8000 DSP-System kannte.



Panel Designer in der Sonicue-Software (Abb. 2)



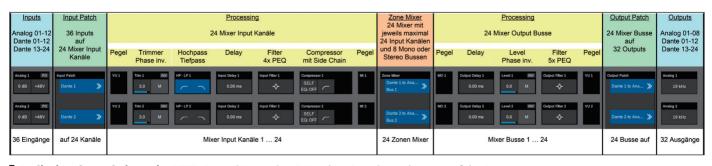
Anschlusspanel für den MXE5 (und auch den zukünftigen MXE10) mit AES3-Ein- und Ausgängen und 12 analogen Outputs. Der Anschluss des Panels am MXE5 erfolgt über Twisted-Pair-Netzwerkkabel mit RJ45-Steckern und kleinen Adaptern auf die Euroblock-Anschlüsse am Gerät

Ist die Anlage in der Sonicue Oberfläche zusammengestellt und "verkabelt", dann erfolgt das "Tuning" mit der Auswahl von Setups, Filtern, Delays und Gain-Einstellungen sowie möglichen Systemtests mit Hilfe der eingebauten Signalgeneratoren. Final erfolgt der Betrieb der Anlage im Operate-Modus mit Pegelanzeigen, Fehlererkennung, Impedanzüberwachung und vieles mehr. Alle Details der Software können hier nicht beschrieben werden. Um Sonicue ausführlich zu erkunden, empfiehlt sich daher ein Download der kostenlos verfügbaren Software von der Dynacord-Homepage (www.sonicue.com). In der Software finden sich eine thematisch gegliederte und eine dynamische Hilfe, die zur gerade bearbeiteten Funktion Informationen anzeigt. Für die Nutzung der Sonicue-Software, vor allem auch zusammen mit den Hilfeseiten, empfiehlt sich mindestens ein großer Bildschirm, der am besten noch durch einen zweiten für die Hilfe ergänzt wird, da sonst der notwendige Überblick leicht abhandenkommt.

Nicht unerwähnt bleiben sollten auch noch die Möglichkeiten, über den Logic Designer eigene Funktionen zu programmieren und eine API-Kommunikation zu erstellen. Die Beschreibung dessen würde jedoch den Umfang dieses Tests sprengen. Für ein Zusammenspiel mit Crestron-Mediensteuerungen oder einem QSC Q-SYS-System gibt es für den MXE5 entsprechende Software-Plug-Ins.

Funktionsumfang MXE5

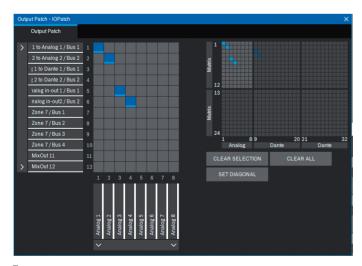
Um sich über die Funktion des MXE5 klar zu werden, eignet sich ein Blick auf das Blockschaltbild in der Software. Abb. 3 zeigt dazu einen Auszug mit zusätzlichen Erläuterungen. In der Spalte ganz links sind alle in der Hardware vorhandenen und aktiv gerouteten Eingänge aufgeführt. Eingänge, die im Input-Patch nicht geroutet sind, erscheinen hier nicht. Für den MXE5 sind das maximal 12 analoge Eingänge und weitere 24 Eingänge aus dem Dante-Netz. Für die analogen Eingänge können an dieser Stelle das Preamp Gain und die Phantomspeisung eingestellt werden. Alle Eingänge, einschließlich der aus dem Dante-Netz, verfügen zudem über eine Pilotton-Erkennung und Notch-Filter mit einstellbaren Frequenzen. In der nächsten Spalte folgt das Input-Patch, wo die insgesamt 36 Eingänge frei den 24 Eingangswegen (oder Kanalzügen) zugeordnet werden können. Welcher Eingang der Hardware dem dann rechts davon folgenden Eingangskanal zugeordnet ist, zeigt der Name im Input Patch an. Typischerweise wird hier nicht Dante 1 ... usw. stehen, sondern die tatsächliche Bezeichnung der Quelle. In der Spalte Processing findet sich die Signalverarbeitung für den jeweiligen Kanal mit diversen Filtern, Delay, Gain und Dynamikfunktion. Vor- und hinter der Processing-Kette gibt es noch je eine Pegelanzeige.



Audiosignalverarbeitung im MXE5 im 96-kHz-Modus. Bei 48 kHz Samplerate kommt auf der Ausgangsseite noch das Speaker Processing hinzu (Abb. 3)

Input Patch für 12 analoge und 24 Dante-Eingänge, die den 24 Eingangskanälen der Mischer zuzuordnen sind (Abb. 4)

In der Mitte gelagert sind die Zonen-Mischer. Hier können bis zu 24 unabhängige Mischer definiert werden, die einen Mix der bis zu 24 Eingänge auf maximal acht Mono- oder Stereo-Busse abbilden. Alle Mischer können sich dabei beliebig der Signale aus den 24 Eingangswegen bedienen. Die maximale Anzahl der Busse aus der Summe aller Mischer beträgt ebenfalls 24 und wird durch die 24 Mixer-Output-Wege vorgegeben. Der Begriff eines Ausgangs-Busses ist hier jedoch ein wenig missverständlich, da nicht, wie in einem Mischpult üblich, jeder Bus eines Zonen-Mischers einen eigenen Mix erhält. Alle Busse eines Mischers erhalten den gleichen Mix und können lediglich im Ausgangspegel unterschiedlich eingestellt werden.



Output Patch für die 24 Mischer-Ausgänge, die hier den 32 Ausgängen der Hardware zugeordnet werden können (Abb. 6)



Zonen-Mischer Beispiel mit sechs Eingängen und vier Ausgangsbussen, die Busse erhalten alle den gleichen Mix und dienen nur dazu, diesen Mix bei Bedarf mit unterschiedlichen Pegeln auszuspielen (Abb. 5)

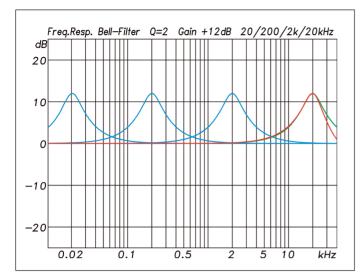
Das darauffolgende Processing in den Ausgängen ähnelt bis auf den hier nicht vorhandenen Compressor dem der Eingänge. Im Output-Patch können dann die 24 Busse frei auf die 32 in der Hardware vorhandenen Ausgänge geroutet werden. Alle Ausgänge einschließlich derjenigen im Dante-Netz können einen im Pegel und in der Frequenz einstellbaren Pilotton zur Verfügung stellen.

Filter

Der Filterblock in den Ein- und Ausgangswegen umfasst vier bzw. fünf voll parametrische EQs, die als Bell-Filter, Highoder Lowpass oder als High- oder Low-Shelv definiert werden können. Nur in den Eingängen gibt es auch noch die



Filtereinstellung in den Ausgängen mit fünf parametrischen EQs. Es können vier Einstellungen unter Memory gespeichert werden, zwischen denen man für Hörvergleiche schnell umschalten kann (Abb. 7)



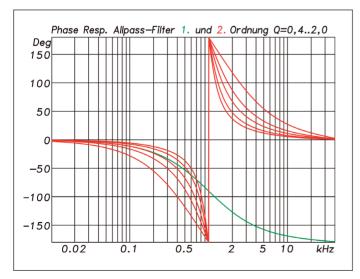
Bell-Filter mit einer Güte Q von 2 und 12 dB Gain bei 20, 200, 2k und 20 kHz (rot). Die hinterlegte grüne Kurve zeigt den rechnerischen Verlauf des 20-kHz-Filters (Abb. 8)

Option eines Notch-Filters und nur in den Ausgängen die eines Allpass-Filters. Das Notch-Filter in den Eingänge kann zur Vermeidung von Rückkopplungen bei kritsichen Frequenzen eingesetzt und der Allpass in den Ausgängen kann nützlich für die Anpassung von Subwoofern und Topteilen zueinander sein. Alle Filtertypen sind in ihren Parametern sehr flexibel ausgelegt mit einem Gain von -18 bis +12 dB und Güten von 0,4 bis 40. Shelving-Filter und Allpässe können in der Güte von 0,4 bis 2,0 eingestellt werden. Ein praktisches Feature der Filterblöcke ist die Möglichkeit, vier Setups im

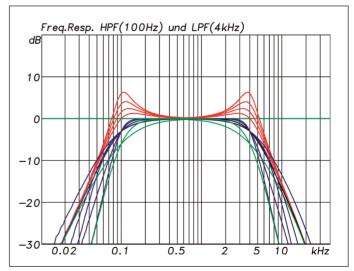
Memory zu hinterlegen und diese für einen schnellen Vergleich direkt wieder abrufen und umschalten zu können.

Messtechnisch sollen bei den Filtern nur einige Details etwas näher betrachtet werden. Abb. 8 zeigt dazu ein Bellfilter für Frequenzen von 20 Hz bis 20 kHz. Ein kritischer Punkt ist hier die Verzerrung der Filterkurve, sobald man sich der halben Abtastraten nähert. Der Begriff "Verzerrung" ist dabei nicht im Sinne von Verzerrung des Audiosignals zu verstehen, sondern als Verzerrung des Kurvenverlaufes. Letzteres ist grundsätzlich betrachtet zunächst einmal unkritisch. Häufig wird jedoch die Abweichung von der rechnerisch idealen Kurve, wie man sie von analogen Filtern kennt, als unschön empfunden. Umgehen lässt sich das, indem man entweder die Abtastrate so weit erhöht, bis es keine oder nur noch geringe Auswirkungen im hörbaren Frequenzbereich mehr gibt, oder indem man die Filterkurve vorab schon rechnerisch kompensiert, was natürlich nur bis knapp zur halben Abtastrate möglich ist. Der MXE5 kann bei fast vollem Funktionsumfang mit einer Abtastrate von 96 kHz arbeiten und umgeht das Problem so in einfacher Weise. Abb. 8 zeigt dazu den berechneten idealen Kurvenverlauf und den gemessenen, wo es bis über 20 kHz keinen erkennbaren Unterschied gibt.

Ein weiterer messtechnischer Aspekt, den es bei Filtern zu prüfen gilt, sind mögliche Verzerrungen des Audiosignals bei Filtern hoher Güte für tiefe Frequenzen. Hier kann es durch Rundungsfehler zu teils erheblichen Signalverzerrungen kommen. Primär davon betroffen sind DSP-Systeme



Phasen der Allpass-Filter 1. (grün) und 2. Ordnung (rot). Die Filter 2. Ordnung können auch in der Güte eingestellt werden, der Amplitudenverlauf wird von diesen Filtern nicht beeinflusst (Abb. 9)



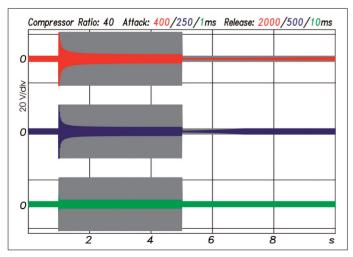
Hoch- und Tiefpassfilter in den Eingangswegen, hier exemplarisch bei 100 Hz und bei 4 kHz (Abb. 10)



Gate, Ducker und Compressor mit Parametern und Kennlinien, im Modus 96 kHz ist nur der Compressor verfügbar (Abb. 11)

mit Festkomma-Arithmetik und zu geringer Bit-Tiefe. Im MXE5 erfolgt die Signalverarbeitung mit einer 32/40-Bit Fließkomma-Arithmetik der Sharc DSPs, wo dieses Problem nicht auftritt. Eine Messung mit einem Bell-Filter der Güte 40 bei 50 Hz mit 2 dB Gain ließ so den THD Werte lediglich von 98 auf -94 dB ansteigen.

Unter den vielen möglichen Filtertypen wollen wir noch einen kurzen Blick auf die Allpass-Filter werfen, die es in den Ausgangswegen gibt. Wie der Name es schon andeutet, haben diese Filter keine Wirkung auf den Amplitudenverlauf, der unabhängig von der Frequenz immer gleich 1 (0 dB) ist. Anders sieht es jedoch im Phasenverlauf aus: Ein Allpass 1. Ordnung dreht die Phase über der Frequenz um



Compressor mit verschieden Attack- und Release-Zeitkonstanten (Abb. 12)

180° und ein Allpass 2. Ordnung um 360°. Bei der eingestellten Mittenfrequenz beträgt die Phasendrehung dann 90° bzw.
180°. Abb. 9 zeigt dazu einige Beispiele für eine Frequenz von 1 kHz. Bei den Allpässen 2. Ordnung lässt sich zudem noch die Steilheit der Phasendrehung über die Güte des Filters justieren. Benötigt werden Allpassfilter vor allem dann, wenn es darum geht, die einzelnen Wege eines Lautsprechers zueinander anzupassen oder auch Subwoofer und Topteile bezüglich des Phasenganges in Deckung zu bringen. Ein einfaches Phase Invers führt da meist nicht zu einem zufriedenstellenden Ergebnis.

Nur in den Eingängen der Mischer gibt es neben dem schon beschriebenen Filter-

block noch explizite Hoch- und Tiefpassfilter, die mit Steilheiten von 12, 18 oder 24 dB/Oct. konfiguriert werden können. Abb. 10 zeigt dazu die Hoch- und Tiefpasskurven für 12 dB Filter mit einstellbarer Güte (rot), für Bessel- und Butterworth-Filter 2., 3. und 4. Ordnung (blau) und für Linkwitz-Riley Filter mit 12 und 24 dB/Oct. (grün).

Dynamikfunktionen

Neben der Filter gehören die Funktionen zur Beeinflussung der Signaldynamik mit zu den meist genutzten. Insbesondere wenn Mikrofone im Spiel sind, gilt es, die u. U. erheblichen Pegelunterschiede in den Griff zu bekommen. Dazu eignet sich der Compressor, der ab einem bestimmten Pegel (Threshold) beginnt das Gain zu reduzieren und somit die Signalspitzen begrenzt. Compressoren finden sich im MXE5 in den Eingängen. Abb. 11 zeigt das Fenster zur Konfiguration mit allen Parametern und der daraus resultierenden Kennlinie. Etwas irritierend ist die Threshold Einstellung in dBu, die so nur für die analogen Eingänge und dann auch nur für 0 dB Preamp Gain mit +22 dBu = 0 dBFS passt. Passender wäre hier eine Angabe direkt in dBFS mit Bezug zur Vollaussteuerung. Eine kurze Messung der Compressor Funktionen (Abb. 12) bestätigt, dass alle Werte wie eingestellt auch eingehalten werden. Das mag selbstverständlich klingen, ist es aber leider häufig nicht. Schaltet man den MXE5 vom 96-kHz-Modus auf 48 kHz um, dann kommen zusätzlich in den Eingangswegen noch die Funktionen eines Gates und eines Duckers hinzu.



Innenansicht des MXE5 hinten links das große PCB mit allen analogen Ein- und Ausgängen, rechts davon die DSP-Platine und vorne rechts das Netzteil

Speaker-Processing

Ebenfalls nur im 48-kHz-Modus und für maximal acht Ausgänge verfügbar sind die Funktionen für das Speaker Processing. Neben kompletten Setups für die hauseigenen Produkte von Dynacord und Electro-Voice gibt es auch noch vom Hersteller verifizierte Setups für Fulcrum-Acoustics-Lautsprecher sowie für einige andere bekannte Marken, die dann jedoch nicht von den Herstellern verifiziert sind. Benutzt man die vorgefertigten Setups, dann bleiben die dahinter liegenden Einstellungen verborgen. Der Anwender kann dann lediglich das Gain des für diesen Kanal genutzten Verstärkers angeben. Schaltet man in den Custom Modus, dann werden fast alle Funktionen des Speaker Processings frei geschaltet. Die einzige Ausnahme sind die FIR-Filter, die nur mit vorgefertigten Setups genutzt werden können.

Im Speaker-Processing finden sich im Custom-Mode folgende Funktionen:

- PEQ mit sechs parametrischen Filtern inklusive Allpass,
 Notch und Shelving Filtern
- XOVER mit Hoch und Tiefpass-Filtern 1. bis 4. Ordnung mit den üblichen Charakteristiken sowie Einstellungen für Pegel, Delay und Phase Invers
- LIMITER mit RMS und Peak-Limitern

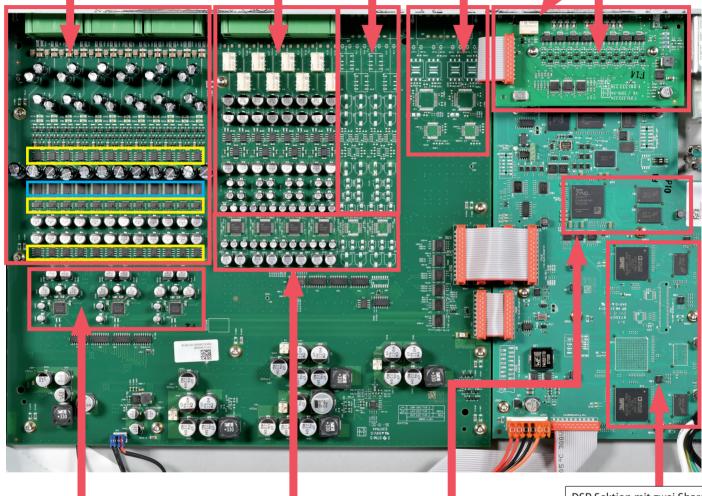
Interessant sind hier vor allem die Limiter, die mit separaten Einstellungen und sinnvollen Zeitkonstanten eine gute Anpassung an die eingesetzten Lautsprecher erlauben. Der Anwender gibt dazu für die Peak-Limiter einen zulässigen Spannungswert in V_{pk} und für den RMS-Limiter in V_{rms} an. Zusammen mit dem ebenfalls einstellbaren Amp-Gain in dB

werden daraus die Werte für die beiden Limiter im Ausgang des MXE5 berechnet. Etwas verwirrend könnte dabei auf den ersten Blick der angezeigte Wert für den Threshold-DSP sein. Im Beispiel aus Abb. 13 wird für eine maximale Ausgangsspannung am Verstärker von 60 V_{rms} bei 32 dB Gain ein korrekter maximaler Ausgangspegel des MXE5 von 5,78 dBu berechnet. Stellt man für den Peak-Limiter nun den doppelten Wert mit 120 $V_{\rm pk}$ ein, dann wird hier ein nur 3 dB höherer Ausgangspegel des MXE5 von 8,78 dBu berechnet. Auf den ersten Blick hätte man jetzt 6 dB mehr erwartet. Da sich ein Pegelwert in dBu jedoch immer auf 0,775 V_{rms} bezieht, hat man nicht die 120 V_{nk} für die Berechnung zugrunde gelegt, sondern einem um 3 dB geringeren RMS-Wert. Letzteres trifft jedoch genau genommen nur für ein Sinussignal zu. Konsequenter wäre es daher gewesen, für den AMP-Threshold und auch für den DSP für den Peak-Limiter nur V_{pk}-Werte und für den RMS-Limiter nur V_{rms}-Werte anzugeben.

Unabhängig davon stellt sich die Frage, wie man die Limiter nun am besten einstellt. Hält man dazu ein Datenblatt des angeschlossenen Treibers in der Hand, dann findet sich dort meist ein Leistungswert nach AES für einen 2-h-Dauertest. Der hier angegebene Wert ist die thermische Dauerbelastbarkeit des Treibers, aus dem der Spannungswert für den RMS-Limiter zusammen mit der Impedanz des Treibers zu berechnen ist. Aber Achtung, dieser Wert wird nicht mit der Nennimpedanz berechnet, sondern mit dem Impedanzminimum. Wird so für einen Hochtöner mit $16~\Omega$ Nennimpedanz ein AES (2 h) Leistungswert von 100~W angegeben, dann würde das an $16~\Omega$ einem Spannungswert von $40~V_{rms}$ entsprechen. Hat dieser Hochtöner

12 analoge Eingänge mit Operationsverstärkern (gelb) und Analogschaltern (blau) zur Einstellung der Verstärkung Acht analoge Ausgangsstufen mit Relais zur Vermeidung von Ein- und Ausschaltgeräuschen Vier noch nicht bestückte analoge Ausgänge (für MXE10) Noch nicht bestückte AES/EBU-Ein- und Ausgänge (für MXE10) Fault-Relais

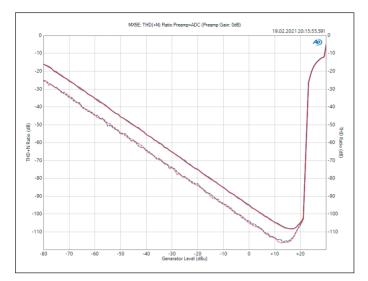
GPIO-Platine



Drei vierkanalige AD-Umsetzer vom Typ AKM AK5574 Vier zweikanalige DA-Umsetzer vom Typ AKM AK4490. Zwei weitere können für den MXE10 bestückt werden Dual Core ARM (Acom RISC Machine) Prozessor für die Ablaufsteuerung DSP Sektion mit zwei Sharc ADSP-21469. Ein dritter könnte noch bestückt werden (für MXE10)

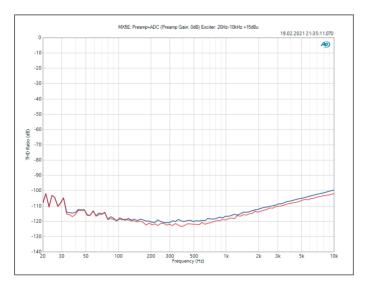
jedoch in seinem Arbeitsbereich ein Impedanzminimum von 12 Ω , dann sind es nur noch 34,6 V_{rms} . Für den Wert des Peak-Limiters kann man sich am AES Testsignal orientieren, dass einen Crestfaktor von 2 (6 dB) aufweist. Der Peak-Wert entspricht dann dem doppelten RMS-Wert. In der Praxis ist der Crestfaktor eines Musiksignals jedoch deutlich größer als 6 dB. Daher greift eigentlich immer der Peak-Limiter zuerst. Eine Zerstörung des Treibers durch eine thermische Überlastung ist daher eher selten. Eine Ausnahme ist jedoch der Katastrophenfall für den Treiber in Gestalt einer Rückkopplung, wo ein Sinussignal

durch den Peak-Limiter zunächst nur im Spitzenwert begrenzt wird. Der RMS-Wert für ein Sinussignal ist dann schon mindesten um den Faktor zwei überschritten, wo ein schnelles und sicheres Eingreifen des RMS-Limiters die einzige Rettung darstellt. Den Wert für den RMS-Limiter sollte man daher immer sehr konservativ und mit einer kurzen Attack-Zeitkonstanten wählen. Im Normalfall wird dieser Limiter kaum oder gar nicht aktiv werden, so dass man keinen Pegelverlust befürchten muss. Tritt jedoch der Ernstfall ein, dann ist eine sofortige und vor allem sichere Reaktion erforderlich.

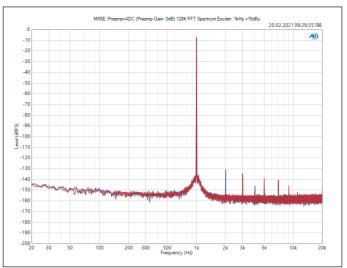


THD+N und THD (durchgezogen bzw. gestrichelt) in Abhängigkeit vom Eingangspegel in dBu bei 0 dB Preamp-Gain, die Clipgrenze liegt bei +22 dBu (Abb. 14)

Alles bis hierhin über die Limiter-Einstellungen Gesagte funktioniert jedoch nur dann zuverlässig, wenn zum einen der eingestellte Gain-Wert der Endstufe stimmt und wenn die Endstufe auch in der Lage ist, die eingestellten Werte umzusetzen. Geht die Endstufe schon vor dem eingestellten Wert für den Peak-Limiter ins Clipping oder kollabiert das Netzteil schon, bevor der RMS-Wert erreicht wird, dann sind die Limiter machtlos. In einem solchen Fall wären die Werte an die Endstufe anzupassen. Wie in Abb. 13 die eingestellten Zeitkonstanten für Attack und Release zeigen, werden für den Peak-Limiter sehr kurze Zeiten

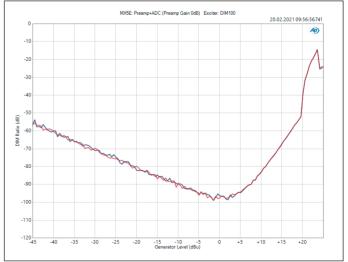


THD(f) in Abhängigkeit von der Frequenz bei 0 dB Gain und +15 dBu Eingangspegel (Abb. 16)

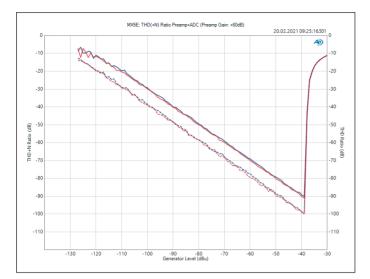


FFT-Spektrum bei 0 dB Gain für ein 1-kHz-Signal mit +15 dBu, die Klirranateile liegen mehr als 120 dB unterhalb der Grundwelle (Abb. 15)

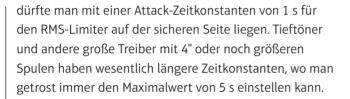
eingestellt, die bei einem Attack von 0 ms auch keinen Overshoot zulassen. Ganz anders sieht es beim RMS- oder Thermo-Limiter aus, wo sich die Zeitkonstanten daran orientieren, wie schnell sich die Schwingspule eines Treibers aufheizt. Eine große 5"-Spule mit dickem Draht und einer großen Wärmekapazität braucht dazu deutlich länger als die kleine, leichte Spule eines Hochtöners. Genaue Werte sind dazu jedoch kaum zu finden, zudem diese auch noch von der Umgebungstemperatur, der Wärmekapazitäten des Magneten und diversen anderen Faktoren abhängen. Für einen Hochtöner mit Spulendurchmessern von 1-2"



Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM100) in Abhängigkeit vom Eingangspegel bei 0 dB Gain (Abb. 17)

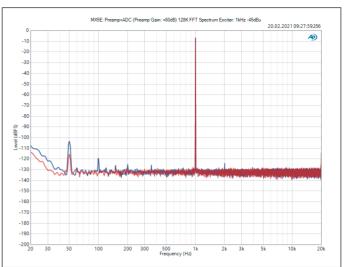


THD+N und THD (durchgezogen bzw. gestrichelt) in Abhängigkeit vom Eingangspegel in dBu bei +60 dB Preamp-Gain, die Clipgrenze liegt bei -38 dBu (Abb. 18)



Audioqualität

In der Präsentation des MXE5 stellt man bei Dynacord die Audioqualität deutlich heraus und empfiehlt den Matrix-Mischer auch explizit für anspruchsvolle Anwendungen. Was sind nun anspruchsvolle Anwendungen, mag sich der eine oder andere jetzt fragen? Der gehobene Anspruch entsteht meist dann, wenn es darum geht, eine hohe Signaldynamik zu übertragen, ohne dass in leisen Passagen Rauschen oder andere Störgeräusche zu hören wären, und auf der anderen Seite laute Signalspitzen nicht verzerrt oder limitiert werden. Im Extremfall kann das bedeuten, eine Signaldynamik von 100 dB oder mehr mit Reserven am oberen und unteren Ende abbilden zu müssen. Bedenkt man dann noch, dass es in einer Signalkette durch mögliche Fehlanpassungen und notwendigen Headroom schnell zu einigen dB Verlust kommen kann, dann sollten die einzelnen Geräte in der Kette mindestens einen S/N von 110 dB oder mehr bieten. Der Standard, sei es bei Endstufen, Controllern, Breakout-Boxen oder Mischern, liegt aber eher einige dB darunter, was für die meisten Anwendungen mehr als hinreichend ist. Schaut man jedoch auf Theater, Konzerthäuser oder anspruchsvolle Clubs, dann



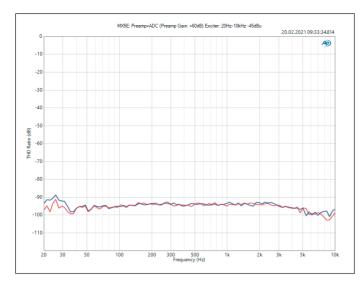
FFT-Spektrum bei +60 dB Gain für ein 1-kHz-Signal mit -45 dBu, die Klirranteile sind unverändert niedrig, verschwinden jetzt jedoch im Rauschteppich (Abb. 19)

reicht das unter Umständen nicht mehr. Speziell für Matrix-Mischer wie den MXE5 kommt erschwerend hinzu, dass sich diese in der Signalkette direkt vor den Endstufen befinden, wo es keinen nachgelagerten Fader mehr gibt.

Dazu ein kleines Rechenbeispiel: Der MXE5 liefert am Ausgang maximal +22 dBu mit einem S/N von 118 dB. Danach folgt eine sehr gute Endstufe mit einem S/N von ebenfalls 118 dB, die jedoch bei +10 dBu am Eingang bereits voll ausgesteuert ist. Das Gain der Endstufe beträgt 32 dB. Am Ausgang der Endstufe entsteht dadurch ein Störsignal mit einer Spannung von 0,5 mV. Treibt diese Endstufe einen Hochtonweg mit einer Sensitivity von 110 dB bei 2,83 V an, dann resultiert daraus ein Störpegel von 35 dB in 1 m Entfernung. Auch wenn niemand in 1 m Entfernung vor dem Lautsprecher sitzen wird, wäre das in ruhiger Umgebung auch in einigen Metern noch wahrzunehmen. Gibt es dann in einem Theatersaal nicht nur einen Lautsprecher, sondern vielleicht zehn oder noch mehr, dann ist man für jedes dB mehr beim Störabstand dankbar. Hätte in dem kleinen Rechenbeispiel der MXE5 einen S/N am Ausgang von nur 105 dB, dann würde es in 1 m Abstand vor der Box schon mit 48 dB rauschen.

Messungen MXE5

Folgende Messungen wurden für den MXE5 in unserem Test durchgeführt: Frequenzgang, Störpegel, THD und DIM für die analogen Eingänge mit Preamp bei minimalem und bei maximalem Gain und für die analogen Ausgänge. Die Mes-

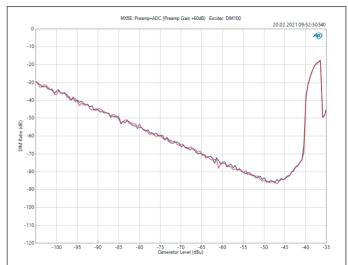


THD(f) in Abhängigkeit von der Frequenz bei +60 dB Gain und -45 dBu Eingangspegel (Abb. 20)

sungen erfolgten jeweils mit der Einspeisung oder dem Abgriff des Messsignals über das Dante Netzwerk. Alle Messungen wurden mit eine Abtastrate von 96 kHz durchgeführt. Der Frequenzgang verläuft bei minimalem Gain der Preamps von 0 dB von 20 Hz bis 40 kHz in einem Toleranzbereich von ±0,1 dB. Bei maximalem Gain im Preamp von +60 dB bleibt die Welligkeit unverändert gering, es kommt jedoch ein Hochpassverhalten mit einer -3 dB Eckfrequenz von ca. 20 Hz hinzu. Auf der Ausgangsseite ist der Frequenzgang erwartungsgemäß ebenfalls völlig glatt mit Eckfrequenzen bei von 15 Hz am unteren Ende und 40 kHz am oberen Ende bei einem Pegelabfall von nur 0,5 dB. Der gemessene Wert für den S/N an den analogen Ausgängen beträgt 117 dB unbewertet und 119,3 dB mit A-Bewertung.

Gain	Noise 20 Hz - 20 kHz		Max. Input
dB	dBFS	dBFS(A)	dBu
0	-117	-119,7	+22
10	-113,7	-116,2	+12
20	-115,3	-118,0	+2
30	-110,7	-113,2	-8
40	-108,0	-111,0	-18
50	-99,0	-102,0	-28
60	-89,2	-91,0	-38

S/N-Werte der Eingangswege mit Preamp und ADC in Abhängigkeit vom eingestellten Gain. Bei maximalem Gain beträgt das äquivalente Eingangsrauschen (EIN) -129 dBu (20-20 k, A-bew.) (Tab. 1)



Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM100) in Abhängigkeit vom Eingangspegel bei +60 dB Gain (Abb. 21)

Für die analogen Eingänge hängt der Wert des S/N von der Gain-Einstellung des Preamps ab. Bei 0 dB werden ebenfalls 117 dB unbewertet und 119,7 dB mit A-Bewertung erreicht. Bei maximalem Gain beträgt der A-bewertete S/N 91 dB bei einer Eingangsempfindlichkeit für Vollaussteuerung von 38 dBu, woraus sich ein äquivalentes Eingangsrauschen (EIN) von sehr guten 129 dBu (20-20 k, A-bew.) berechnen lässt. In puncto S/N erfüllt der MXE5 somit ganz klar die hoch gesteckten Erwartungen.

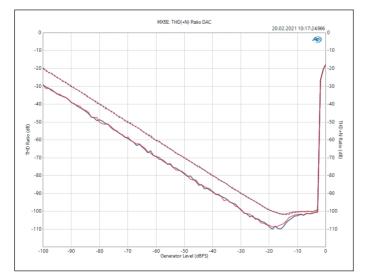
Verzerrungsmessungen

Beim Thema Verzerrungen der analogen Eingänge wurden THD- und THD+N-Messungen bei minimalem und bei maximalem Gain durchgeführt. Das Messsignal vom Audio Precision APx555 wurde dazu in die analogen Eingänge eingespeist und ohne eine interne Signalbearbeitung zu nutzen über die Dante-Ausgänge wieder ausgegeben. Über die DVS (Dante Virtual Soundcard) auf dem zum APx gehörigen PC gelangt das Signal dann wieder zurück zum Messsystem. Die Ergebnisse der THD-Kurven aus Abb. 14 bei 0 dB Gain sprechen ohne lange Erklärungen für sich. Der THD-Wert fällt im Minimum, 5 dB unterhalb der Clipgrenze, auf 116 dB. In Prozent ausgedrückt sind das 0,00015 %. Das zugehörige FFT-Spektrum in Abb. 15 bestätigt den Wert und zeigt zudem auch noch eine günstige Verteilung der Klirranteile mit fallenden Werten zur höheren Ordnung hin, falls man bei Werten in dieser quasi verschwindend geringen Größenordnung das überhaupt noch bewerten möchte. Betrachtet man die THD Werte in Abhängigkeit von der



Euroblock-Anschlüsse für die analogen Ein- und Ausgänge. Links der Netzwerk-Control-Port und das OMNEO-Interface (Dante, OCA) mit primärem und sekundärem Netzwerkanschluss

Frequenz (Abb. 16), dann steigen diese zwar zu höheren Frequenzen hin wie gewohnt mit 6 dB/Oct. leicht an, was dann bei 10 kHz aber immer noch einen Wert von -100 dB bedeutet. Hier ist somit alles bestens. Lediglich bei der Messung der transienten Verzerrungen mit einem gemischten Rechteck-Sinus-Signal, scheint die Vorstufe ein wenig in Stress zu geraten. Das erreichte Minimum von 98 dB bei 0 dBu Signalpegel ist zwar ein sehr guter Wert, darüber hinaus steigen die Verzerrungswerte bis zur Clipgrenze dann allerdings zügig bis auf-52dB an. Die zweite DIM100 Messung bei +60 dB Gain aus Abb. 21 lässt dieses Verhalten nicht erkennen und liefert an der Clipgrenze einen um 20 dB besseren Wert von -72 dB. Das legt den Verdacht nahe, dass die erste Eingangsstufe des Preamps mit steilen Signalflanken bei hohem Pegel nicht so gut klarkommt. Alle weiteren Verzerrungsmessungen bei maximalem Gain liefern auch wieder Bestwerte ab. Der THD in Abb. 18 erreicht selbst bei maximalem Gain von +60 dB direkt vor der Clipgrenze noch extrem gute 100 dB. Dass die guten Werte



THD+N und THD (durchgezogen bzw. gestrichelt) der analogen Ausgänge in Abhängigkeit vom Eingangspegel in dBFS mit +3 dB digitalem Gain (Abb. 22)

nicht nur bei 1 kHz erreicht werden, zeigt die THD(f)-Messung in Abhängigkeit von der Frequenz bei maximalem Gain in Abb. 20.

Drei weitere THD-Messungen beziehen sich auf die analogen Ausgänge des MXE5. Das Signal wurde dazu via Dante eingespeist und an den analogen Ausgängen wieder abgegriffen. Die THD-Kurven in Abb. 22 fallen bis auf -110 dB im Minimum und steigen bis zu Clipgrenze nur geringfügig auf 100 dB an. Die Verteilung der Oberwellen ist mit schnell fallenden Werten zu höheren Ordnungen hin günstig. In Abhängigkeit von der Frequenz gemessen, zeigen sich die guten Werte der 1-kHz-Messung für den gesamten Frequenzbereich als gültig. Die beiden zuletzt genannten Messungen sind ohne Abbildung.

Fazit

Mit dem Matrix-Mischer MXE5 hat Dynacord ein universell einsetzbares DSP-System im Programm, das sich für vielfältigste Anwendungen einsetzen lässt. In kleinen Anlagen kann der MXE5 die Rolle des Organisators aller Quellen und Ausspielwege übernehmen. In großen Netzwerken kann der MXE5 als zentraler Signalverteiler, Prozessor, Kommunikationszentrale und Wächter über das System agieren. Dank seiner herausragenden Audioqualität und den reichlichen vorhandenen DSP-Funktionen steht auch dem Einsatz in großen Theatern, Sportstadien und bei Festivals nichts im Wege.

Der Matrix-Mischer MXE5 ist jedoch nur eine Hälfte der Geschichte, auf der Seite der Hardware. Beim Thema Software zur Konfiguration und individualisierten Bedienung der Dynacord-Geräte beginnt sich die neue Sonicue-Software als Nachfolger des seit vielen Jahren weit verbreiteten IRIS-Net zu etablieren. Nach kurzer Eingewöhnung gelingt es mit Sonicue, schnell und übersichtlich ganze Anlagen zusammenzustellen, zu konfigurieren und zu bedienen. Die MXE5 Matrix Mix Engine 24 × 24 ist mit (netto) 2.890 € angesetzt, der Touch-Panel-Controller (5,7") TPC-1 mit 990 €. ■