



SYSTEM CONTROLLER DIGITAL PA MASTER DSC 28

Der **GAE DIGITAL PA MASTER DSC28** ist ein **digitaler System-Controller** modernster und richtungsweisender Konzeption. In Abgrenzung zu marktüblichen signalverarbeitenden Geräten mit Kontrollfunktion ist der DSC28 bereits während der Entwicklung einer Lautsprecherkombination ein fundamentaler Bestandteil des zukünftigen Lautsprechersystems. Elementare Parameter z.B. eines Topteils werden bereits hier entscheidend beeinflusst. Die vom Anwender auswählbaren Presets repräsentieren somit das Ergebnis intensiver Entwicklung und bestimmen in Symbiose mit den Lautsprecherkomponenten und Endverstärkern das Klang- und Leistungsverhalten des gesamten Systems in seinen unterschiedlichsten Konfigurationen.

Diese Produktphilosophie wurde von GAE bereits bei analogen Steuergeräten (vgl. Soundcontroller BF1, programmierbar per System-Presetkarte) erfolgreich umgesetzt. System-relevante Funktionen sind als abrufbare Presets gespeichert, die für den Anwender wichtigen Parameter sind frei zugänglich und einstellbar. Eine **frei programmierbare Frequenzweiche** ist im Zeitalter der digitalen Signalverarbeitung als Ansteuerungszentrale für GAE-Lautsprecher daher als die schlechtere Wahl zu betrachten.

Funktionen. Der DSC28 vereinigt die Funktionen von Frequenzweiche, Equaliser, Delay und Limiter in einem 1HE-Gehäuse. Ein der Frequenzweiche vorgeschalteter vollparametrischer EQ erleichtert die Anpassung an den Raum. Der Controller ist als fernbedienbare (RS-232/MIDI) 2-Kanal-Steuerzentrale für bis zu 4-Wege-Leistungsanlagen ausgelegt und beinhaltet zwei Analogeingänge, je einen Digital Ein-/Ausgang (AES/EBU), der auch als Digital-Insert nutzbar ist sowie vier analoge Ausgänge, 1 [SUB], 2 [LOW], 3 [MID], 4 [HIGH] pro Kanal.

Menü. Die Bedienung erfolgt menügesteuert per 2x24 Zeichen, blau fluorizierendem Display mit Parameter-Eingabe durch einen Inkrementalgeber mit zusätzlicher Tastfunktion (ENTER) sowie einer Gruppe von acht Funktionstasten.

Remote. Mit Hilfe der Fernbedienungsschnittstelle (RS-232/MIDI) können Systeme mit mehreren Controllern in einer Kette oder einer Schleife miteinander verbunden werden, um z.B. von einem Gerät aus gleiche Parameter aller Geräte einzustellen. In einer Kette kann das erste Gerät auch ein PC sein. Eine PC-Fernbedienungssoftware unter den Betriebssystemoberflächen von Microsoft Windows® 95/98 und Microsoft NT/2000® ist optional erhältlich.

Level-Monitor. Jeder Ein- und Ausgang besitzt einen eigenen LED-Bargraphen für Level-, Mute-, Clip- und Limit-Anzeige, skaliert in dBu für den Eingangspegel, in dBFS (FullScale) für den Ausgangspegel und in dBGR (GainReduction) für die Ausgangs-limit-Anzeige.

Eingangsdynamik. Ohne die Notwendigkeit einer analogen Pegelanpassung erzielt der DSC28 mit Hilfe von Dual-Range-Wandlung und einer Kombination aus analoger Pre-emphasis / digitaler De-emphasis einen Eingangsdynamikbereich von 130dB bei 28dBu maximalem Eingangspegel (@ < 1kHz).

Ausgangsdynamik. Alle Ausgänge des DSC28 können hardwaremäßig individuell an die anzusteuernenden Leistungsendstufen angepaßt werden. Modernste 24-Bit-DA-Wandler des Delta-Sigma-Typs kommen zur Anwendung. Daraus resultiert ein ungewöhnlicher Dynamikbereich von ≥ 114 dB!

Rauschen, Dynamik und Headroom. Der Ausgangsrauschpegel des DSC28 beträgt typisch -98dBu (unbewertet, 22Hz - 22kHz) bei 18dBu maximalem Ausgangspegel. Mit der Verringerung des maximalen Ausgangspegels durch Anpassung an eine Endstufe wird auch der Rauschpegel entsprechend mit abgesenkt. Gleichzeitig wird dadurch eine hohe Auflösung auf der digitalen Seite möglich, so daß mit diesen Maßnahmen –für ein digitales Gerät ungewöhnlich– der DSC28 sogar einem analogen Standard-Controller überlegen ist. Wichtige Signalverarbeitungsstufen im digitalen Bereich arbeiten mit 48-Bit-Genauigkeit. Im Falle einer Reduzierung von 48-Bit auf 24-Bit wird grundsätzlich ein Noise-Shaper mit 1st Order-Error-Feedback eingesetzt, um geringste Rauschpegel und geringste Verzerrungen insbesondere bei kleiner Aussteuerung zu gewährleisten.

Peak-Limiter. Die verbesserten Möglichkeiten, die sich durch die digitale Technik für Limiter eröffnen, werden für den DSC28 voll ausgeschöpft. Eine vorausschauende Signalanalyse erlaubt es, für das Ausgangssignal erst später auftretende Grenzwertüberschreitungen vorzeitig zu detektieren und die Verstärkung über einen festen Zeitraum mit einer optimal abgestimmten Zeitkonstante zurückzuregeln. Der Spitzenwert wird dabei soweit abgeschwächt, daß er nach einem kontrollierten Überschreiten genau den Schwellwert erreicht. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Limiterschwelle bis zum Grenzwert der Endstufe bzw. der angeschlossenen Lautsprecher angehoben werden kann. Auch plötzliche Sprünge im Signal führen so nicht mehr zu hörbaren Übersteuerungen. Für starke transiente Impulse wird zusätzlich der Effekt der Vorverdeckung ausgenutzt, der die Regelzeit vor dem Impuls nicht wahrnehmbar werden läßt. Eine anschließende Holdzeit verhindert Pegelschwankungen in den direkt nachfolgenden Passagen. Die vorausschauende Signalanalyse erlaubt auch eine sehr viel effizientere Erzeugung des Regelsignals, ohne das Ansprechen des Limiters zu verschlechtern. Hochfrequente Verzerrungen des Nutzsignals durch das Regelsignal treten dadurch nahezu nicht mehr auf.

RMS-Limiter. Die RMS-Limiter des DSC28 schützen die Lautsprecherkomponenten durch Nachbilden der thermischen Zeitkonstanten von Schwingspule und Magnetmaterial.

Delay. Ein Master-Delay zur Einstellung einer Signalverzögerung befindet sich vor dem Filternetzwerk, während eine weitere Delay-Stufe in jedem Ausgangsweg angeordnet ist. Der Laufzeitausgleich zwischen den einzelnen Lautsprecherkomponenten ist Bestandteil der korrigierenden Filter. Die Mindestgrundlaufzeit des DSC28 beträgt je nach Weg zwischen 5...7ms, hervorgerufen durch A/D-, D/A-Wandlung, Down-/Over-Sampler und das vorausschauende Limiter-Konzept. Alle weiteren Verzögerungen entstehen durch Signalbearbeitung in Filtern und sind insbesondere abhängig vom Laufzeitverhalten des zu korrigierenden Lautsprechersystems, von Filterflankensteilheiten und -grenzfrequenzen.

Filter. Frequenzweichen und Lautsprecherentzerrungen werden im DSC28 als FIR-Filter (Finite Impulse Response) gerechnet. Dies benötigt mehr Rechenleistung im Vergleich zu digitalen Geräten, die auf die Berechnung von IIR-Filtern (Infinite Impulse Response) zurückgreifen und damit analoge Filter im digitalen Bereich nachbilden. Deshalb wurde durch die Down-/Oversampling-Signalstufen in jedem der Wege/Frequenzbereiche (außer dem HIGH-Weg) die zur Verfügung stehende Rechenleistung optimal eingesetzt, was allerdings eine Bandbegrenzung für den SUB-, LOW- und MID-Weg mit sich bringt. Mit FIR-Filtern können entzerrende Filter mit linearphasigem Verhalten realisiert werden, was gleiche Verzögerung für alle Frequenzanteile eines Signals bedeutet. Nachteilig ist dabei, daß linearphasiges Verhalten bis hinunter zu den tiefsten Frequenzen des Übertragungsbereichs eine für Live-Situationen unakzeptabel große Verzögerung erzeugt. Dem kann durch den Übergang zu minimalphasigem („analogem“) Verhalten unterhalb einer bestimmten Frequenz entgegengewirkt werden. Für ein System mit moderaten akustischen Flankensteilheiten ($\leq 36\text{dB/Oktave}$), einem minimalphasigen Verhalten bis zu 120Hz und linearphasigem Verhalten ab 120Hz aufwärts muß mit einer Controller-Grundlaufzeit (linearphasiger Anteil) von ca. 30ms gerechnet werden: Grundverzögerung des DSC28 von ca. 7ms + Filterverzögerungen von ca. 23ms. Da der DSC28 mit FIR-Technologie konzeptioniert ist, ist die Arbeitsweise als programmierbare Frequenzweiche bzw. das Nachbilden von analogen Filtern über die Bedieneroberfläche nicht vorgesehen.

Equaliser Angeordnet vor der Frequenzweiche kann der Anwender über je 14 Bänder eines vollparametrischen Equalisers pro Kanal verfügen. Es handelt sich um IIR-Filter, einstellbar über die Bedieneroberfläche. Folgende Filtertypen können ausgewählt werden: Bell, Low-Shelving, High-Shelving, Low-Pass und High-Pass.

Fazit. Der DSC28 ist ein Systemcontroller von kompromißloser Konzeption, der mit einer standardisierten Bedieneroberfläche für die Änderung von Anwenderparametern und für die Auswahl von Presets aufwartet. Diese Presets werden vom Systemhersteller als relevante Parametersätze vorgegeben. Dadurch ist der DSC28 grundsätzlich für OEM-Anwendungen geeignet. Entwickelt für die Ansteuerung von GAE-Lautsprechersystemen kann der DSC 28 nach entsprechender Programmierung selbstverständlich auch die notwendige Signalverarbeitung für die Ansteuerung verschiedenster Lautsprechersysteme anderer Hersteller übernehmen.

Der durch den Anwender voll bedienbare Equaliser ersetzt ein komplettes zusätzliches 19“-Gerät und ermöglicht somit die unkomplizierte Raumanpassung eines schon optimal entzerrten Lautsprechersystems.

Das Konzept des GAE DSC28 wird nicht erst in der Zukunft für eine Verbesserung der Effizienz der Systementwicklung in der modernen Lautsprechertechnologie sorgen. Bereits heute bietet der Einsatz des DSC28 mit FIR-Filtertechnologie bei der Ansteuerung bestehender Systeme überragende Vorteile.

Die Audioqualität der Signalverarbeitung, hauptsächlich bestimmt durch die verwendeten AD/DA-Wandlerbausteine, aber auch durch die vorgeschalteten und nachfolgenden analogen Schaltungsteile, wurde im Hinblick auf das heute technisch Machbare unter der Prämisse eines akzeptablen Preis-/Qualitätsverhältnisses eingestellt.

Der **GAE DIGITAL PA MASTER DSC28** bietet auf dem neuesten Stand der Technik Lösungen für zukünftige sowie für heutige Anforderungen bei der Ansteuerung von modernen Audiowiedergabesystemen.

Blockschaltbild und Gerätebeschreibung.

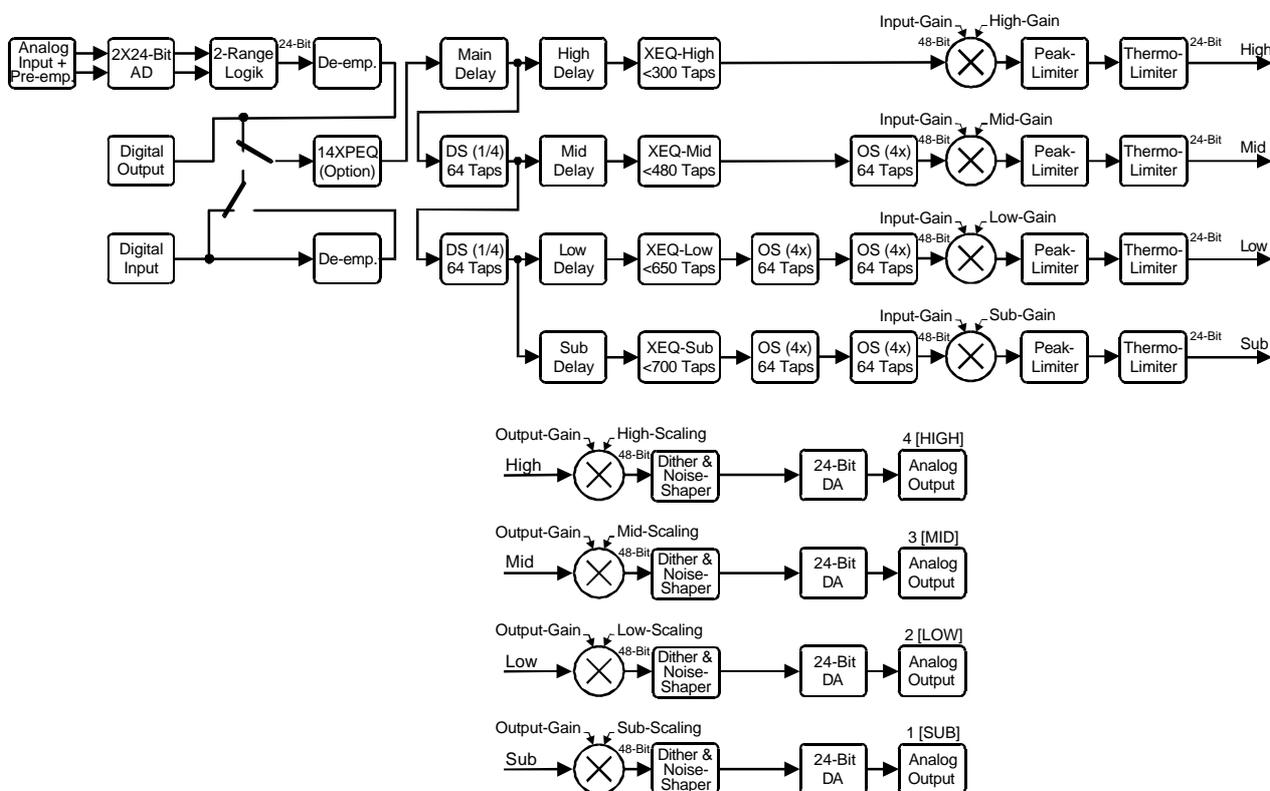


Abb. 1 Das Blockschaltbild zeigt beispielhaft den kompletten Signalfluß eines Kanals des DSC28.

Analog-Input. Der analoge Eingang führt nach einem Pre-emphasis-Filter auf zwei Verstärkerstufen mit unterschiedlichen Verstärkungsgraden, die an die beiden Eingänge eines 24-Bit-Stereo-AD-Wandlers angeschlossen sind.

Dual-Range-Wandlung. Auf digitaler Seite wird im Bereich Sound-Processing (SP) die Umschaltung und Anpassung der beiden AD-Kanäle ausgeführt, um die Dual-Range-AD-Wandlung zu komplettieren. Dadurch wird das analoge Eingangssignal auf 24 Bit abgebildet. Danach wird das De-emphasis-Filter gerechnet und das Digitalsignal steht dann für die weitere Verarbeitung zur Verfügung. Auf diese Weise wird ein Dynamikumumfang von 127dB erzielt, der auch den der neuesten Generation von 24-Bit-Einzelwandlern bei weitem übertrifft.

Digital In/Output. Am digitalen Ausgang liegt der im 24-Bit-AES/EBU-Format AD-gewandelte Datenstrom ständig an. Alternativ zu den Analogeingängen können die Audiosignale auch direkt über den AES/EBU-Digitaleingang eingespielt werden, wobei wiederum ein De-emphasis-Filter zugeschaltet wird, falls die Begleitdaten des digitalen Signalfusses dieses anfordern. Der Eingang kann in Kombination mit dem Ausgang auch als digitales Insert genutzt werden. Das einzuschleifende Gerät sollte aber tatsächlich der 24-Bit-Verarbeitung mächtig sein, andernfalls ergibt sich eine beklagenswerte Degradation der vorzüglichen Werte des Dual-Range-Wandlers.

Parametrischer Equaliser (PEQ). Für den nun folgenden parametrischen Equalizer mit 2x14 Filtern wird die Rechenleistung eines weiteren Signalprozessors eingesetzt. Zugehörig ist die Funktion EQ-Gain zur Abschwächung des Eingangssignals für den Ausgleich anhebender Filter sowie eine im Ausgang des PEQ befindliche Limiter-Stufe, die digitalen Überlauf verhindert und ein Noise-Shaper, der den Quantisierungsfehler des vollständig mit 48-Bit arbeitenden EQ bei der Requantisierung auf 24-Bit abmildert.

Downsampling. Da bei den folgenden vier Wegen zur weiteren Verarbeitung der Daten nur für den Hochtonweg die maximale Bandbreite erforderlich ist, wird in den anderen Wegen die Abtastrate durch Downsampling um den Faktor 4 (MID) bzw. 16 (SUB und LOW) herabgesetzt. Bei gleichbleibender Anzahl der Filterkoeffizienten wird durch das Herabsetzen der Abtastrate die Filterlänge um den diesbezüglichen Faktor verlängert, bei gleichzeitiger erheblicher Verringerung der notwendigen Rechenleistung.

Das Downsampling erfolgt hier durch zwei als FIR-Filter mit 64 Taps ausgelegte Tiefpässe. Nach der Tiefpaßfilterung kann das Signal dann mit den reduzierten Abtastraten weiter bearbeitet werden. Die Filtercharakteristik wurde für diese Anwendung auf maximale Sperrdämpfung (>120dB) zur Vermeidung von Störungen durch Aliasing-Produkte ausgelegt.

Delays. Ein Master-Delay zur Einstellung einer Signalverzögerung befindet sich vor dem Filternetzwerk, während eine weitere Delay-Stufe in jedem Ausgangsweg angeordnet ist. Der Laufzeitausgleich zwischen den einzelnen Lautsprecherkomponenten ist Bestandteil der korrigierenden Filter. Die Mindestgrundlaufzeit des DSC28 beträgt ca. 5ms, hervorgerufen durch A/D-, D/A- Wandlung, Down-/Over-Sampling und das vorausschauende Limiter-Konzept. Alle weiteren Verzögerungen entstehen durch Signalbearbeitung in Filtern und sind insbesondere abhängig vom Laufzeitverhalten des zu korrigierenden Lautsprechersystems, von Filterflankensteilheiten und Grenzfrequenzen. Die gesamte Grundlaufzeit des Controllers wird für das jeweils geladene Preset im Master-Delay-Menü angezeigt.

Frequenzweichen- und Entzerr-Filter (XEQ). Es folgen die eigentlichen Frequenzweichen- und Entzerrfilter für die einzelnen Wege (SUB, LOW, MID, HIGH). Die durch die Verwendung von zwei Motorola DSP56009/81-Prozessoren für die XEQ-Filter beider Kanäle des Controllers zur Verfügung stehende Rechenleistung von ca. 80Mips wird den einzelnen Wegen in sinnvoller Weise zugeteilt. Berücksichtigt man nun die für den jeweiligen Weg geltenden Abtastraten, ergeben sich dadurch die in der Tabelle aufgelisteten Daten.

Weg-Nr.	Weg-Name	Down-Sampl. Faktor	Filterlänge Max. Taps	Filterlänge Taps (eff.)	Sample-Freq. kHz	Grenz-Freq. (ca.) kHz	Freq.-Auflösung, Hz
1	SUB	16	700	11 200	2.756	1	3.9
2	LOW	16	700	11200	2.756	1	3.9
3	MID	4	480	1 920	11.025	4	23
4	HIGH	1	300	300	44.100	20	147

Oversampler. Nach den XEQ-Filtern kann die Abtastrate mit einem bzw. zwei 4-fach Oversamplern wieder auf ihren ursprünglichen Wert heraufgesetzt werden. Das Verfahren gestaltet sich in umgekehrter Reihenfolge zum Downsampling. Für den LOW- und SUB-Weg werden zwei 4-fach Oversampler hintereinander geschaltet. Die Tiefpaßfilter sind analog zu den Downsamplern mit 64 Taps ausgeführt und wurden wiederum auf maximale Sperrdämpfung hin optimiert.

Eigenfrequenzgang. Welligkeiten im Durchlaßbereich der Down- und Over-Sampling-Filter sowie Amplituden- und Phasen-Frequenzgänge der analogen Baugruppen des Controllers und auch der Wandlerbausteine werden bei der Erstellung der systemabhängigen Filterkoeffizienten als Eigenverhalten invers berücksichtigt und bei der Erstellung der Koeffizienten der XEQ-Filter wieder kompensiert.

Input-Gain. Die nun folgende Funktion Input-Gain hat einen weiten Pegelstellbereich von -83...+45dB und kann daher als Volume-Regler verwendet werden. Insbesondere hat diese Funktion bei Verwendung der analogen Eingänge die Aufgabe einer Anpassung der speisenden Quellen an die an den Ausgängen des Controllers angeschlossene PA zu erfüllen.

Output-Gain (Wege). In der Signalverarbeitung folgt nun die Gain-Funktion der einzelnen Wege mit einem Pegelstellbereich von -18...+6dB. Ausgehend von der 0dB-Stellung können hiermit leichte (geschmackliche) Anpassungen der einzelnen, aktiv angesteuerten Schallwandler einer PA untereinander vor allem im Bassbereich ausgeführt werden. Empfindlichkeitsunterschiede im Schalldruckverlauf der einzelnen Schallwandler eines Lautsprechersystems wurden schon invers durch Skalierung bei der Erstellung der XEQ-Filter-Koeffizienten berücksichtigt.

Limiter-System. Es folgen zwei Limiter-Funktionen pro Weg. Mit einem kurzen Delay von 1.5ms konnte für die Peak-Limiter eine vorausschauende Arbeitsweise zur Spitzenwertbegrenzung realisiert werden, die durch einen Thermo-Limiter zum Schutz vor thermischer Überlastung der Lautsprecher ergänzt wird. Für jeden Treiber werden die charakteristischen Belastungsdaten und die Leistungsdaten für die anzuschließenden Endstufen während der XEQ-Filterkoeffizientenerzeugung eingegeben, an Hand derer die Schutzschaltung im Controller sinnvoll eingreift.

Multi-Path. Die sogenannte Multi-Path-Variante des Controllers ist im Blockschaltbild nicht gezeigt. Mit ihr können zwei bzw. maximal drei Wege des Controllers hinter den Limitern aufsummiert und über einen gemeinsamen Ausgang ausgegeben werden. Dadurch ist es möglich, auch korrigierende Filter für Lautsprecherboxen mit passiver Weiche zu erstellen. Die XEQs und die Limiter für die Frequenzbereiche der einzelnen passiv getrennten Treiber werden individuell gestaltet, die bearbeiteten Einzelwege werden zum Schluß summiert, einer weiteren Peak-Limiterstufe zugeführt und stehen dann über den einen Ausgang zur Verfügung. Es folgen die möglichen Multi-Path-Varianten und ihr zugeordneter Ausgang:

LOW + MID → 3 [MID]
MID + HIGH → 4 [HIGH]
LOW + MID + HIGH → 4 [HIGH]

Presets. Ein Preset beinhaltet einen vom Hersteller eines Lautsprechersystems voreingestellten Parametersatz, der als Gesamtheit ausgewählt und dann über den Controller für das System aktiviert werden kann. Das Preset enthält

- die Systemverzerrung in Betrag und Phase unter Berücksichtigung der Schalldruck- und Schalleistungsmessungen der Lautsprecherkomponenten sowie des Eigenfrequenzgangs des Controllers. Die Entzerrung wird auf eine Zielfunktion (z.B. linear von Frequenz X bis Frequenz Y) hin ausgeführt;
- die Bandpass-Struktur unter Berücksichtigung des Übernahmeverhaltens der Wege untereinander einschließlich des Abstrahlverhaltens in den Übernahmehereichen sowie der Leistungsdaten der Lautsprecherkomponenten;
- der Laufzeitausgleich (Time-Alignment) zwischen Lautsprecherkomponenten der PA, deren akustische Zentren nicht auf einer vertikalen Linie liegen;
- die Limiter-Thresholds in Bezug auf die Leistungsdaten der angeschlossenen Lautsprecherkomponenten und Leistungsverstärker;
- die Output-Scaling-Faktoren, die die optimale Balance zwischen der Verstärkung der analogen Ausgangsstufen des DSC28, den Verstärkungsfaktoren der angeschlossenen Leistungsverstärker, den Limiter-Thresholds und einer möglichst hohen digitalen Auflösung der Signalverarbeitung gewährleisten.

Output-Gain. Bevor das Signal an die DA-Wandler ausgegeben wird, erfährt es ggf. noch eine gemeinsame Abschwächung in den vier Wegen durch Output-Gain mit einem Stellbereich von 0...-24dB. Diese Funktion wirkt wie ein Volume-Steller, ist aber eher als 'Safer'-Steller zu interpretieren, da das Output-Gain sich hinter den Limitern befindet und dadurch die maximal mögliche Ausgangsleistung der Leistungsanlage verringert.

DA-Wandler. Modernste 24-Bit-DA-Wandler des Delta-Sigma-Typs kommen zur Anwendung: für jeden Weg ein Stereo-Wandler in Parallelschaltung. Daraus resultiert ein ungewöhnlicher Dynamikbereich von ≥ 114 dB! Ein Tiefpaß 2.Ordnung sorgt nach den in den Wandlern befindlichen Tiefpässen für die Rekonstruktion des digitalen Datenflusses der überabgetasteten Wandler-Ausgangssignale.

Analog-Output. Die Ausgangsverstärker des DSC28 sind elektronisch symmetriert und niederohmig ausgelegt. Sie sind anschlussmäßig wie ein Transformatorausgang anzusehen, d.h. der Ausgangssignalstrom fließt nur zwischen den beiden aktiven Ausgangspolen. Bei dem maximalen Ausgangspegel von 18dBu kann der Ausgang mit $\geq 375\Omega$ belastet werden. Es ergibt sich ein für ein digitales Gerät bemerkenswerter Ausgangsdynamikwert von ≥ 114 dB. Die Anpassung an verschiedenste Verstärkungswerte von Endstufen geschieht hier in drei Stufen maximal möglicher Ausgangspegel (18, 12 und 6dBu) und wird ferner feineingestellt bei der Skalierung der XEQ-Filter. Die vorzüglichen Dynamikwerte und insbesondere eine hohe Auflösung des digitalen Signals an den DA-Wandler-Eingängen des Controllers bleiben damit auch bei Anschluß hochverstärkender Leistungsstufen erhalten.

Erstellen von Presets.

Parametersatzerstellung. Dem Systementwickler dient der DSC28 zusammen mit dem Meßsystem MF des ITA (Institut für Technische Akustik) der RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule) nach dem vorstehenden Schema als universelles Werkzeug zur Erstellung der XEQ-Filter und Schutzfunktionen, da das MF-Meßsystem auch über die Parametersatzerzeugung verfügt. Es ist somit unmittelbarer Bestandteil der Entwicklung eines Lautsprechersystems. Die fertigen Parametersätze der XEQ-Filter können dem Controller über RS-232- oder MIDI-Schnittstelle in das Flash-RAM geschrieben werden. Schließlich kann das Ergebnis sofort per Messung und Anhörung überprüft werden. Nach Abschluß der Systementwicklung werden vorzugsweise mehrere Parametersätze, z.B. für unterschiedliche Stacking-Varianten in das Flash-RAM geschrieben, weitere können über die RS-232 Schnittstelle hinzugefügt werden. Der Systemanwender kann dann über das Menü Preset zwischen diesen Parametersätzen auswählen.

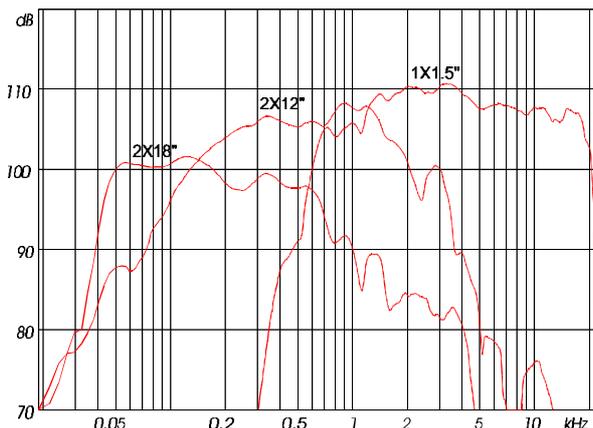


Abb. 2 Lautsprechersystem, Einzelmessungen der Komponenten, Sens. @ 1W, 1m

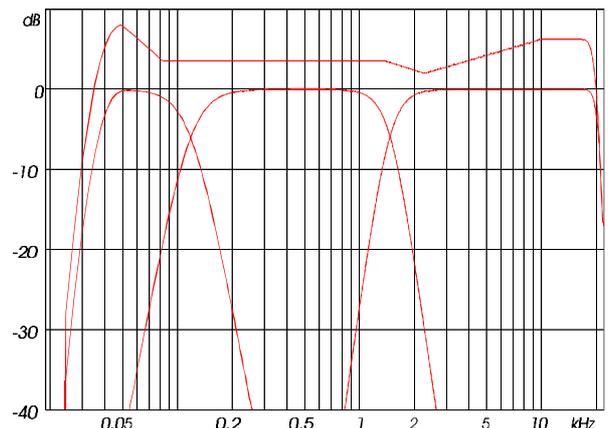


Abb. 3 Zielfunktionen, System (gewichtet) und Bandpässe

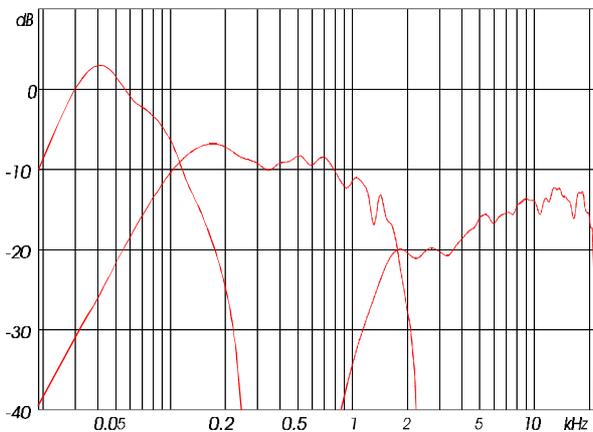


Abb. 4 Controller-Ausgänge, Pegelverlauf

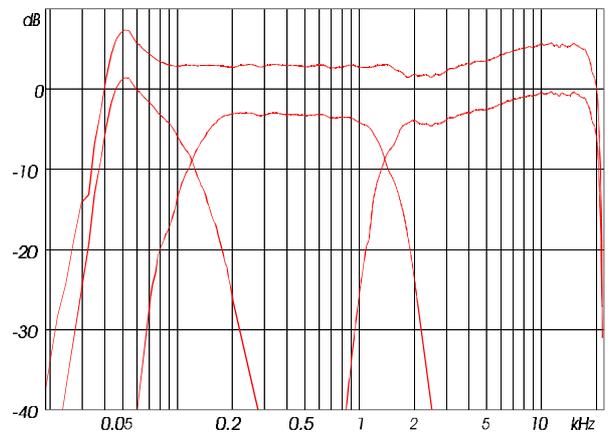


Abb. 5 Entzerrtes System, Gesamtfrequenzgang, Einzelfrequenzgänge

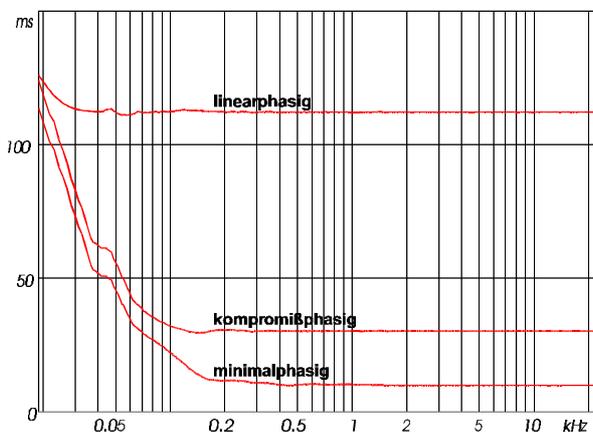


Abb. 6 Entzerrtes System, drei Beispiele für Gesamtlaufzeit

Bei einem minimalphasigen System steigt die Laufzeit zu tiefen Frequenzen –wie auch bei analogen Controllern üblich– sehr stark an. Soll eine Entzerrung der Laufzeit hin zu linearphasigem Verhalten ausgeführt werden, so muß ausgehend von der höchsten Laufzeit (bei der tiefsten Frequenz), die Laufzeit der höheren Frequenzen angehoben werden. Das Ergebnis ist eine für Live-Situationen unakzeptable gesamte Signalverzögerung. Die Kompromiß-Entzerrung erlaubt eine weiter zu tieferen Frequenzen ausgedehnte Linearphasigkeit, die ab einer Grenzfrequenz von ca. 100Hz abwärts in Minimalphasigkeit übergeht.

OEM-Anwendung, Verfahren und Kosten.

Dem Interessenten und zukünftigen Anwender stellt sich an dieser Stelle natürlich die Frage, wie die überragenden Audio-Werte, die vorausschauenden Limiter und die FIR-Filter des DSC28 genutzt werden können, um ein eigenes Lautsprechersystem damit zu optimieren? Welcher Kostenaufwand ist zu erwarten?

Die Erstellung von Presets erfordert klassische Entwicklungsarbeit, deren Dauer durch die Komplexität der zu entzerrenden Anlage und die gewünschte Genauigkeit der Entzerrung bestimmt wird. Dieser Zeitaufwand legt den Kostenrahmen fest. Eine standardisierte Auskunft über Aufwand und Kosten kann daher nicht angegeben werden. Durch unsere Erfahrung in Analyse und Durchführung der Preset-Erstellung können wir Ihnen jedoch gerne ein individuelles Angebot unterbreiten, daß Ihren Anforderungen gerecht wird. Eine detaillierte schriftliche Anfrage mit genauer Beschreibung des Sachverhalts sollte die Grundlage des gewünschten Angebots sein.

Für Ihre Vorabschätzung können wir Ihnen auf Anfrage einige Beispiele mit relevanten Berechnungsansätzen zusenden.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte jederzeit an die folgenden Adressen und Ansprechpartner.

Weitere Informationen:

Rüdiger Bormann @
opal audio vertrieb GmbH
Engerstraße 47
D-33824 Werther
Fon: ++49-(0)5203-236
Fax: ++49-(0)5203-238
email: bormann@gae.de

Meßservice und Preset-Erstellung:

Dr. Ing. Anselm Goertz @
Audio + Acoustics Consulting
Robensstraße 62
D-52070 Aachen
Fon: ++49-(0)241-155820
Fax: ++49-(0)241-155821
mobil: ++49-(0)171-9338402
email: anselm.goertz @ t-online.de

Technische Daten.

Analoge Eingänge.....	Elektronisch symmetriert, Eingangsimpedanz 20k Ω Maximaler Eingangspegel: 28dBu @ < 1kHz, 18dBu @ 20kHz Rauschpegel: -100dBu; Dynamikumfang 127dB (alle Daten linear bewertet 22Hz - 22kHz)
Konvertierung.....	Pro Eingang ein Zweibereichs-24-Bit-Delta-Sigma-AD-Umsetzer mit Pre-emphasis, 50/15 μ s; Sample Rate: 44,1kHz
Analoge Ausgänge.....	Elektronisch symmetriert, Ausgangsimpedanz 20 Ω Maximaler Ausgangspegel: +18dBu in 375 Ω ; Rauschpegel: \leq -96dBu; Dynamikumfang \geq 114dB (alle Daten linear bewertet 22Hz - 22kHz) Gesamt THD+N: < 0,005% bei Vollaussteuerung Ausgangs-Range-Stufen: 18, 12 und 6dBu maximale Ausgangspegel
Konvertierung.....	Pro Ausgang ein 24-Bit-Stereo-Delta-Sigma-DA-Umsetzer in Parallelschaltung
Digital Ein/Aus.....	Eingang: 24-Bit AES/EBU mit/ohne Pre-emphasis; Sample Rate Converter 32kHz...96kHz Ausgang: 24-Bit AES/EBU, Sample Rate: 44.1kHz auch als digitales Insert verwendbar (AD \Rightarrow DigOut ; DigIn \Rightarrow Controller)
Fernbedienung.....	Eingang: RS-232 und MIDI, Ausgang: MIDI; Baudrate: 9600 und 31250
Grundlaufzeit.....	Incl. Down-/Oversampling, AD-/DA-Umsetzer und Limiter: 5...7ms, je nach Weg
XEQ-Filter.....	FIR-Filter, Signalverzögerung abhängig von gewählten Presets
PEQ-Filter.....	IIR-Filter (quasi analoges Verhalten)
Limiter.....	<u>Peak-Limiter</u> mit 1.5ms Vorausblick und Controlled-Overshoot zur Ausschöpfung der PA-Impulsreserven, 48-Bit-Signalverarbeitung, Präzisionsregelung und niedrige Verzerrungen <u>RMS-Limiter</u> mit Modellierung von Spulen- und Magnettemperatur
Bedienung.....	Folientastatur mit acht Tasten, Inkremental-Geber mit zusätzlicher ENTER-Funktion
VF-Display.....	2 Zeilen, 24-Character-Vacuum-Fluorescent-Display, blau
LED-Display.....	2 X Input (-30 ...+24dBu) + 2 X Clip (\geq +28dBu) je 10 X LED grün + je 1 X LED rot 8 X Output (-30 ... 0dBFS + 0 ...12dBGR) + 8 X Mute je 7 X LED grün + je 3 X rot + je 1 X LED rot
Stromversorgung.....	Universal-Eingang 85...265V, < 30VA, Überspannungsschutz, Schmelzsicherung M1A, M=mittelträge, Schaltnetzteil ist selbstschützend.
Abmessungen.....	19" / 1HE, 260mm (10.25") Tiefe
Gewicht.....	3.75kg (ohne Verpackung)

GAE

ist ein Produkt der
opal audio vertrieb GmbH
Engerstrasse 47
D-33824 Werther, Deutschland
Fon: ++49-(0)5203-236, Fax: ++49-(0)5203-238
www.opal-audio.de
www.gae.de