

Digitales Lautsprecher-Management



OMNITRONIC DXO-26E
Digitaler Controller

Digitale Lautsprecher-Controller sind heute das Herzstück einer jeden modernen Beschallungsanlage. Sie sorgen nicht nur dafür, dass jeder Lautsprecher das passende Signal zugewiesen bekommt, sondern gleichen auch Unregelmäßigkeiten im Frequenzgang aus und schützen nicht zuletzt die Anlage vor Übersteuerung.

Lautsprecher-Controller bestehen in der Regel aus drei wichtigen Komponenten:

- die Hardware umfasst u. a. die Anschlüsse und Schnittstellen, die Wandler, die Bedienelemente und das Gehäuse
- die Firmware beinhaltet die Algorithmen für das Signal Processing, also die Equalizer, Frequenzweichen, den Limiter und das Delay
- die Software sorgt dafür, dass der Benutzer mit einer grafischen Oberfläche auf seinem Computer bequem auf alle Funktionen des Controllers zugreifen und fertige Einstellungen verwalten kann

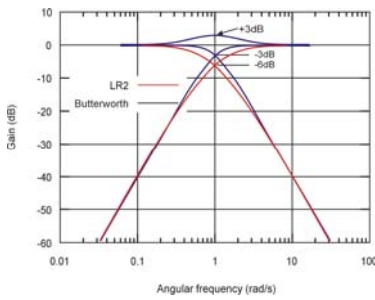
Vor dem digitalen Zeitalter waren die meisten Audio-Controller nicht viel mehr als aktive Frequenzweichen, man musste auf zahlreiche Features wie Preset-Speicher und Passwortschutz gegen Fremdeingriff verzichten. Manche dieser Geräte hatten noch nicht einmal variable Trennfrequenzen, man konnte allenfalls die Schaltung für die Frequenzweiche gegen eine andere austauschen. Die Controller waren viel stärker als die meisten Vertreter heute auf ein Lautsprecher-System zugeschnitten und lange nicht so flexibel einzusetzen.

Mittlerweile sind leistungsfähige digitale Management-Systeme auch für Amateure und semi-professionelle Anwender erschwinglich geworden. Subwoofer werden deshalb nur noch selten über passive Frequenzweichen betrieben, sondern meist durch Controller von den Höhen/Mitten-Lautsprechern getrennt. Die Kehrseite dieser digitalen Revolution ist jedoch, dass viele Benutzer sich von der Fülle an Funktionen geradezu „erschlagen“ fühlen.

Wir können im begrenzten Umfang dieses Artikels nicht auf alle Teilaspekte eines modernen Audio-Controllers eingehen, hoffen aber, dem interessierten Leser einige wichtige Grundlagen zur Verfügung zu stellen, um sich mit einer digitalen Schaltzentrale vertraut zu machen.

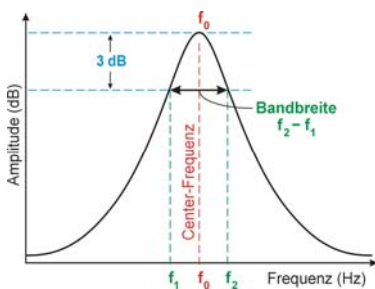
In der Signalkette werden Controller üblicherweise hinter dem Mischpult oder, falls vorhanden, hinter einem grafischen Summen-Equalizer positioniert. Der Equalizer dient in diesem Fall nicht zur eigentlichen Frequenzkorrektur der Lautsprecher, sondern zur Anpassung der Tonanlage an die akustischen Begebenheiten des Veranstaltungsraumes.

Die erste wichtige Aufgabe eines Controller ist die Anpassung der Signalpegel. Es ist nicht unüblich, die Lautstärkeregler der nachfolgenden Endstufen, die während der Veranstaltung oft außer Reichweite der Techniker sind, mit Vollausschlag der Lautstärkeregler zu betreiben und somit eine gewisse Sicherheit vor Fremdeingriff zu erzielen. Außerdem müssen die Pegel der verschiedenen Lautsprecherwege eines aktiv getrennten Systems in ein zueinander passendes Verhältnis gebracht werden.



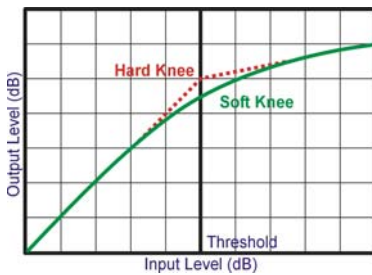
Bevor dies geschehen kann, muss das eingehende Summensignal aber erst auf die verschiedenen Lautsprechergrößen aufgeteilt werden. Hierzu bieten die meisten Controller verschiedene Filtertypen und Flankensteilheiten an. Die Filtercharakteristiken unterscheiden sich hauptsächlich durch ihr Verhalten am Arbeitspunkt. Während Butterworth-Filter an der Grenzfrequenz eine Absenkung des Pegels um 3 dB aufweisen, liegt diese bei Filtern nach Linkwitz-Riley, die auf einer Kaskade von Butterworth-Filtern beruhen, bereits bei 6 dB. Der Vorteil dieser Charakteristik ist der gleichbleibende Pegel bei der Übergabe von einem Frequenzband zum nächsten. Um dies mit einem Butterworth-Filter zu realisieren, müsste man die Arbeitspunkte des Tiefpassfilters des ersten Frequenzbandes und des Hochpassfilters des zweiten exakt berechnet voneinander trennen. Bei Linkwitz-Riley-Filtern hingegen können die obere und untere Grenzfrequenz von aufeinander folgenden Frequenzbändern die gleiche Frequenz haben. Die oftmals ebenfalls auswählbaren Bessel-Filter haben einen weniger stark geknickten Amplitudenverlauf gegenüber einem Butterworth-Filter, dafür aber ein besseres Frequenzverhalten und konstante Gruppenlaufzeiten. Gängige Abkürzungen für Butterworth sind BW, für Linkwitz-Riley L-R (nicht zu verwechseln mit links/rechts!).

Die Filtertypen Butterworth und Bessel stehen meist mit den Flankensteilheiten 6, 12, 18 und 24, manchmal auch 36 und/oder 48 dB je Oktave zur Verfügung. Linkwitz-Riley-Filter hingegen gibt es konstruktionsbedingt nur in Schritten von 12 dB je Oktave, wobei 24 dB eine der beliebtesten Einstellungen für Übergabefrequenzen darstellt. Der Begriff Flankensteilheit beschreibt hierbei, wie schnell die Amplitude nach Erreichen der Grenzfrequenz abgesenkt wird. Bei einem Tiefpass-Filter mit einer Flankensteilheit von 12 dB je Oktave und einer Grenzfrequenz von 1 kHz liegt demnach die Amplitude bei 2 kHz (Frequenzverdoppelung entspricht einer Oktave) um 12 dB niedriger als bei der Grenzfrequenz. Bei einem Butterworth-Filter sind dies also -15 dB, bei einem Linkwitz-Riley-Filter bereits -18 dB. Technisch möglich wären zwar theoretisch auch Filter mit quasi unendlich großer Flankensteilheit, dies würde aber die Phasenlage des Signals und somit den Klang stark beeinträchtigen.



Ein weiteres wichtiges Werkzeug von Lautsprecher-Controllern sind die Equalizer. Mit Hilfe voll-parametrischer Equalizer lässt sich der Frequenzgang einer Beschallungsanlage korrigieren. Während Equalizer an Mischpulten oft nur semi-parametrisch ausgelegt sind, sich also nur die Amplitude und die Arbeitsfrequenz ändern lassen, ist bei einem voll-parametrischen Equalizer auch die Filtergüte, also die Form der Glocke variabel. Hierbei ist zu beachten, dass eine hohe Güte bzw. ein hoher Q-Faktor einer schmalen Bandbreite entspricht und umgekehrt. Wie schon oben bei den Filtertypen angemerkt, sind zu starke Eingriffe in das Frequenzverhalten zu vermeiden, da sonst die erzeugten „Phasenschweinereien“ den positiven Effekt der Korrektur wieder zunichte machen. Hier ist weniger oft mehr!

Fast jeder Controller verfügt auch über eine Delay-Funktion zur gezielten Verzögerung des Signals, wobei es zwei wesentliche Unterschiede zu machen gilt. Ein Einsatzzweck eines Delays ist die zeitliche Verzögerung des Signals für eine zweite Lautsprecherlinie, die sich weit von der Hauptanlage entfernt befindet. Diese „Delay-Lines“, die bspw. 30 oder 50 Meter von der Bühne entfernt mitten im Publikum positioniert sind, müssen entsprechend der Schallgeschwindigkeit stark verzögert werden, damit die Klanganteile von Hauptanlage und Delay-Lines zeitlich nicht unterschiedlich sind. Der zweite Einsatzzweck ist die Laufzeitkorrektur in der Hauptanlage selbst. Befinden sich die Subwoofer räumlich vor oder hinter den Höhen/Mitten-Lautsprechern, so kann dies mit einem kleinen Delay korrigiert werden. Auch koaxial angebrachte Lautsprecher, also bspw. ein Horn vor einem Mittenwoofer, müssen ggf. in der Laufzeit korrigiert werden, da es im Übergabebereich der beiden Schallquellen bereits zu ungewollten Phasenauslöschungen kommen kann. Apropos Phase: Einige Lautsprecher müssen bauartbedingt in der Phase um 180° gedreht werden, was ebenfalls mit dem Controller bewerkstelligt werden kann.



Zu den wichtigsten Schutzfunktionen einer größeren Beschallungsanlage gehört der Limiter, der ebenfalls in den meisten Audio-Controllern zu finden ist. Zu unterscheiden sind hier Peak-Limiter, die kurze Impulse abfangen und somit die Lautsprecher vor mechanischen Schäden schützen und RMS-Limiter, die den Durchschnittspegel überwachen und somit auch die thermische Belastung der Lautsprecher in Grenzen halten sollen. Nicht zuletzt können Limiter auch eine Hilfe zur Einhaltung von Lärmschutzvorschriften sein. Wichtige Parameter sind die Attack-Zeit, also wie schnell der Limiter ansprechen soll und die Release-Zeit, welche die Mindestdauer für die Reduzierung des Pegels vorgibt. Damit der Limiter weiß, ab welchem Pegel er eingreifen soll, muss unbedingt der Schwellenwert oder Threshold richtig eingestellt sein. Der Begriff Ratio kommt eher bei regulären Kompressoren vor und beschreibt die Stärke bzw. das Verhältnis der Kompression (1:1 bedeutet keine Kompression, ab 10:1 spricht man von einem Limiter). Limiter stellen eine extreme Form des Kompressors dar und haben deshalb meist einen unveränderlichen Ratio-Wert. Sie unterscheiden sich wie Kompressoren auch in ihrem Ansprechverhalten: Hard Knee bedeutet, dass die Amplitude bei Erreichen des Schwellenwertes „hart“ abgeknickt wird, während bei Soft Knee ein weicherer Übergang stattfindet, der bereits vor dem Threshold beginnt.



System-Controller haben oft nur eine Höheneinheit im Rackformat und sind deshalb recht unkomfortabel am Gerät selbst zu bedienen. Mittels Schnittstellen wie USB, RS232 oder Ethernet kann man sie aber meist auch bequem von einem Computer aus bedienen. Über die grafische Oberfläche hat man alle Funktionen im Griff und kann in vielen Fällen sogar die anliegenden Pegel überwachen. Außerdem lassen sich auf einem Computer zahlreiche Presets für verschiedene Einstellungen verwalten und bei Bedarf auf den Controller übertragen. Für spezielle Anwendungszwecke wie Festinstallationen werden Controller auch ohne Bedienelemente am Gerät gebaut und lassen sich so nur über einen Computer ansteuern. Dies bietet einen zusätzlichen Schutz vor Fremdeingriff.

Die Signaleinspeisung erfolgt entweder analog oder digital (bspw. AES/EBU oder Netzwerkprotokolle wie CobraNet), die Ausgangssignale für die Endstufen werden in der Regel analog abgegriffen.

Über Passwort-Hierarchien lassen sich bestimmte Bereiche des Controllers sperren bzw. freigeben, was insbesondere bei Festinstallationen und im Dry-Hire-Betrieb von Vorteil ist.

Praktische

Tipps:

Falls vom Hersteller nicht anders vorgegeben, muss man sich selbst nach Gehör passende Presets erstellen. Als Startpunkt können die gängigen Arbeitsbereiche von Lautsprechern dienen:

18"-Subwoofer:	von	35	Hz	bis	90/100	Hz
15"-Subwoofer:	von	45	Hz	bis	120	Hz
Mittenton-Woofer:	von	100/120	Hz	bis	1,5/2,5	kHz
Hochtöner:	ab 1,5/2,5 kHz					

Diese Angaben sollen nur eine ganz grobe Richtung vorgeben. Weitere Einflüsse wie die genaue Größe der Hochtöner und Mittenton-Woofer sowie das vorrangig zu verwendende Musikmaterial (von Konserve oder live) sind ebenfalls zu beachten.

OMNITRONIC

-technology designed for pleasure

www.omnitronic.de

PSSO

-I love sound

www.pssso.de