

SWISS SOUND

NEWS AND VIEWS FROM STUDER

SWISS SOUND
A PUBLICATION OF
STUDER
PROFESSIONAL
AUDIO AG

Editorial

Hier ist, nach längerer Pause, die neue Ausgabe von «Swiss Sound», die Sie alle - so hoffe ich - wieder mit grossem Interesse lesen werden. Zwischenzeitlich hat sich bei STUDER in Regensdorf einiges getan. Dabei wurde auf anfangs Juli 1994 nicht nur unser ehemaliger Firmenname von STUDER REVOX AG auf **STUDER Professional Audio AG** umgestellt; zuvor hatten sich per 1. März 1994 auch die Besitzverhältnisse verändert. Wir gehören nun zur **HARMAN INTERNATIONAL INDUSTRIES** Group, einer Gruppe die sich vollumfänglich der Audiotechnik verschrieben hat. Die HARMAN Gruppe, mit Hauptsitz in den USA, und die zur Gruppe gehörenden Firmen in USA, Europa und Fernost, tätigen zusammen weltweit einen Umsatz von nahezu 1 Milliarde US Dollars. Wohlklingende Namen wie LEXICON, AKG, SOUNDCRAFT, JBL und nun auch STUDER - um nur einige zu nennen - gehören zur Gruppe und sind in der Lage, ein breites Angebot Professioneller Technik und Dienstleistungen für Rundfunk, Aufnahmeindustrie,

Beschallung und verwandte Anwendungsgebiete zur Verfügung zu stellen. Was bedeutet dieses neue Umfeld nun für STUDER? Und wie steht es mit der Selbständigkeit und der Erhaltung der über Jahrzehnte erarbeiteten Werte, die von unserer Kundschaft immer sehr geschätzt worden sind? Hier kommt uns die Philosophie des HARMAN Konzerns entgegen. Im Vordergrund steht die Wahrung der spezifischen Firmen-Identität und die Nutzung von möglichen Synergien zwischen den Mitgliedern der Gruppe. Wir werden also durch die Zugehörigkeit zu HARMAN eine wesentliche Stärkung erfahren, die sich nicht zuletzt in unserer Leistungsfähigkeit im Bereiche von Produkten und Dienstleistungen niederschlagen wird. Die typisch schweizerische Bodenständigkeit und die über Jahrzehnte geprägte Vorstellung von Produktequalität und Geschäftspartnerschaft bleibt erhalten, wobei Sie - als unser Kunde - weiterhin stets im Vordergrund stehen.

Bruno Hochstrasser

OKTOBER 1994
Nr. 34

In dieser Ausgabe:

STUDER D731 QC:
Qualitätsprüfungen
von CDs und CD-Rs
Seite 2

Der Algorithmus in der digitalen Audiotechnik
Seite 6

STUDER D827 MCH:
«Extended Digital Resolution» - oder:
24 bit für die Zukunft
Seite 8

Rundfunk-Automatisation:
Radio Rumantsch mit
Numsys II
Seite 12

Erfolg für D827 MCH
DASH Tonbandmaschinen
Seite 13

EMV im Bereich von professionellen Audiosystemen
Seite 14

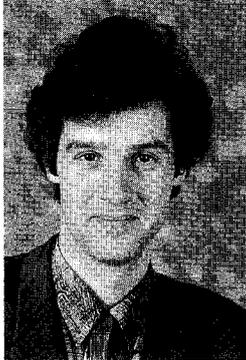
Patent News
Seite 16



STUDER D731 QC

Qualitätsprüfungen von CDs und CD-Rs

von David Roth



David Roth

Die Compact Disc gehört heute zu den zuverlässigsten Medien. Im «red book» (CD) und im «orange book» (CD-R) sind nicht nur die Datenformate, sondern auch die Mindestqualitätskriterien für den CD-Spieler und die CDs festgelegt. Die CD-Technik ist ausgereift, sodass die Fertigungsqualität für CDs und Spieler heute die Anforderungen im «red book» übertrifft. Abspielprobleme sind deshalb selten geworden. Dies ist sicher auch ein Grund für den Siegeszug der CD.

Damit dieser hohe Qualitätsstandard bei der CD-Produktion erreicht und aufrecht erhalten werden kann, müssen die Mindestqualitätskriterien in der CD-Fertigung mit speziellen Messspielern überprüft werden. Durch den Verschleiss der CD im täglichen Einsatz kann die Qualität der CD soweit sinken, dass diese Kriterien nicht mehr erfüllt werden. Dadurch besteht zunehmend die Gefahr von Abspielproblemen, die besonders im professionellen Einsatz wie Rundfunk nicht akzeptiert werden können. Der Einsatz von Messspielern ist deshalb auch hier empfehlenswert.

Der neue Messspieler STUDER D731QC löst nun den alten A725 QC ab, der unterdessen zu einem «de facto» Standardmessspieler geworden ist und in fast allen CD-Presswerken eingesetzt wird.

In diesem Beitrag möchte ich auf die wesentlichsten Qualitätsmessungen mit dem D731QC eingehen und deren Bedeutung erläutern.

Die digitalen Fehlerflags

Der CD-Decoder arbeitet mit einem zweistufigen Fehlerkorrektur-System. Dabei gelangen die auf der CD seriell aufgezeichneten Daten an den Eingang der ersten Fehlerkorrekturstufe. Die Daten sind in Fehlerkorrektureinheiten, sogenannten Frames zusammengefasst. Pro Sekunde kommen so 7'350 Frames zur Fehlerkorrektur (Abtastrate von 44'100 Hz / 6 Stereo Samples).

In der **ersten Fehlerkorrekturstufe**, dem sogenannten C1-Decoder werden diese Fehlerkorrektureinheiten auf Fehler geprüft und gegebenenfalls korrigiert. Dabei können die folgenden digitalen Fehlerflags ermittelt werden:

E11: Summe aller Frames, die **ein** fehlerhaftes Symbol (Byte) aufweisen.

E21: Summe aller Frames, die **zwei** fehlerhafte Symbols aufweisen.

E31: Summe aller Frames, die **mehr als zwei** fehlerhafte Symbols aufweisen.

BLER: = E11 + E21 + E31. Dies ist die Summe aller Frames, die fehlerhaft sind. Gemäss «red book» dürfen maximal 3% aller Frames fehlerhaft sein, also 220 von 7'350 Frames.

BURST: Dies ist die maximale Anzahl aufeinanderfolgender Frames mit E21 und E31 Fehlerflags, also die Anzahl aufeinanderfolgender Frames mit mehr als nur einem fehlerhaftem Symbol.

Gemäss «red book» dürfen dies maximal 7 Frames sein. Auf der CD entspricht dies einer Länge von ca. 1mm.

Die **erste Fehlerkorrekturstufe (C 1)** eines typischen CD-Decoders kann statistisch verteilte kleinere Fehler (E11 und E21) noch korrigieren. Dies ist auch die Hauptaufgabe der ersten Fehlerkorrekturstufe. Werden die Fehler aber grösser (E31), so kann der CD-Decoder diese nicht mehr korrigieren. Diese Fehler treten vor allem bei lokalen Fehlstellen wie beispielsweise Luftbläschen und Kratzern auf. In diesem Fall korrigiert der C1-Decoder nicht, markiert aber die Frames als C1-unkorrigierbar.

Wie aus der Bild. 1 hervorgeht, gehen nun die korrekten, die korrigierten und die als C1-unkorrigierbar markierten Frames zum «de-interleaving».

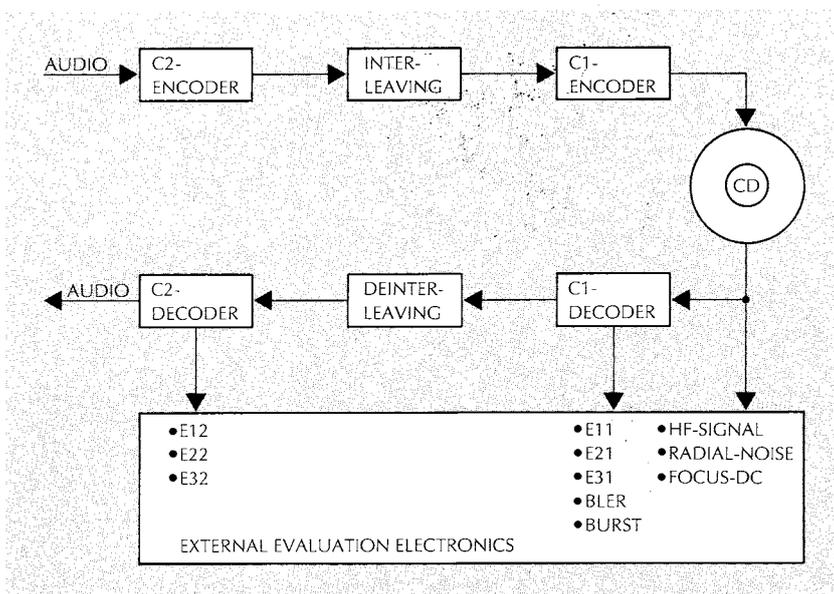


Bild 1: Der zweistufige CD-Encoder und Decoder

Dieser inverse Prozess zum «interleaving» fügt die Daten wieder in die richtige Reihenfolge. Durch diesen Prozess werden die als C1-unkorrigierbar markierten Frames so mit vielen korrekten und korrigierten Frames «durchmischt», dass der C2-Decoder diese noch korrigieren kann. Dieser sieht dann zwar sehr viele fehlerhaften Frames, mit wenigen, dafür korrigierbaren Fehlern.

In der **zweiten Fehlerkorrekturstufe (C2)** werden die Frames geprüft und gegebenenfalls korrigiert. Dabei können die folgenden digitalen Fehlerflags ermittelt werden:

E12: Summe aller Frames, die **ein** fehlerhaftes Symbol (Byte) aufweisen.

E22: Summe aller Frames, die **zwei** fehlerhafte Symbols aufweisen.

E32: Summe aller Frames, die **mehr als zwei** fehlerhafte Symbols aufweisen.

Für die zweite Fehlerkorrekturstufe gibt es keine direkten Grenzwerte, da die Werte E12, E22 und E32 von der Leistungsfähigkeit der ersten Fehlerkorrekturstufe im CD-Decoder abhängen. Je nach Decoder-IC können zwischen einem bis zu maximal 4 Symbols pro Frame im C1- und im C2-Decoder korrigiert werden. Beim D731 wird beispielsweise ein Decoder eingesetzt, der in beiden Fehlerkorrekturstufen den theoretisch maximalen Wert korrigieren kann. In der CD-Messtechnik wird aber eine mittlere Fehlerkorrektur verwendet, die auch in den meisten CD-Spielern eingesetzt wird. Diese kann sowohl im C1- als auch im C2-Decoder bis zu 2 Symbols / Frame korrigieren. Ein E22 ist somit die Grenze dieser Fehlerkorrektur. Ein E32 bedeutet, dass bereits Interpolationen oder gar Mutings auftreten. Beim D731QC werden deshalb zwei Decoder eingesetzt. Der Decoder, der für die digitalen und analogen Audiosignale zuständig ist, weist die theoretisch maximalen Fehlerkorrekturmöglichkeiten auf. Der zweite Decoder weist eine mittlere Fehlerkorrekturstrategie auf und liefert die bereits erwähnten Fehlerflags, die mit denjenigen des A725 QC identisch sind.

Bild 2 zeigt die Fehlersignale einer Test-CD mit 3 verschiedenen Fehlern:

- Unterbrüche in der Informationsschicht von 0,4...1,0 mm
- schwarze Flecken auf der Leseseite: 0,3 - 0,5 - 0,6 - 0,8 mm
- simulierter Fingerabdruck

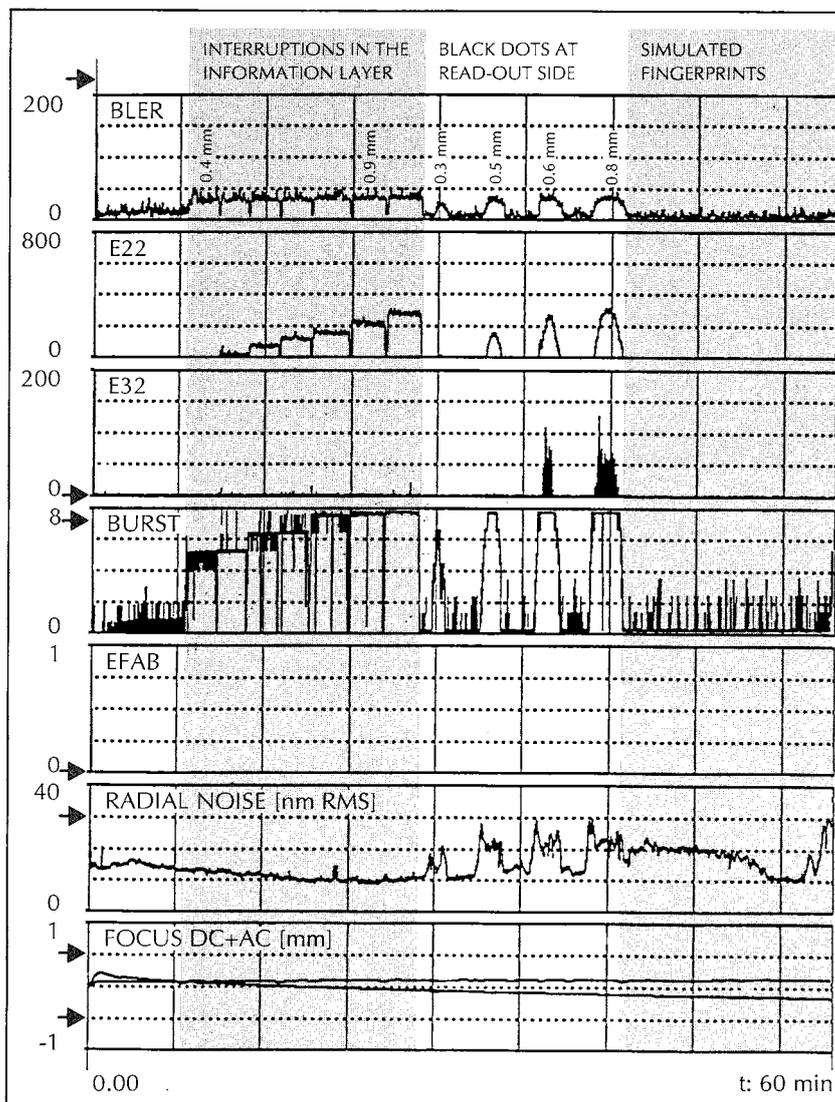


Bild 2: Typische Darstellung einer Playability-Messung

Die ersten 5 Diagramme zeigen den Verlauf der digitalen Fehlerflags BLER, E22, E32, BURST und EFAB (Systemgrenze der CD-Fehlerkorrektur, siehe Diag. 5) auf.

- Diagramm 1

Der **Verlauf von BLER** zeigt einen Grundwert von ca. 20, was als typischer Wert für gute CDs gilt. Bei den Unterbrechungen in der Informationsschicht und bei den schwarzen Flecken auf der Leseseite steigt die BLER nur relativ gering auf einen maximalen Wert von ca. 50 an, und ist somit wesentlich besser als der Grenzwert von 220. Da eine lokale Fehlstelle im Verhältnis zu einer ganzen Umdrehung sehr klein ist, ist die Erhöhung der BLER auch nicht sehr gross und führt nicht zu einem Ueberschreiten des Grenzwertes von BLER.

Die BLER ist also ein Mass für die **allgemeine Pressqualität** einer CD. Sie sagt aber nichts über lokale Fehlstellen aus!

- Diagramm 2

Der **Verlauf von E22** zeigt, dass die erste Fehlerkorrekturstufe alles korrigieren konnte.

Deshalb ist E22 gleich 0. Erst bei den lokalen Fehlstellen, bei den Unterbrechungen in der Informationsschicht und den schwarzen Flecken ergeben sich E22-Werte, die mit zunehmender Grösse der lokalen Fehlstellen bis zu 300 bei 1mm gehen. Einen offiziellen Grenzwert von E22 gibt es nicht, aber ein E22 sollte nicht vorhanden sein, da ein CD-Spieler mit einer sehr primitiven Fehlerkorrekturstrategie sonst bereits akustische Störungen verursachen kann.

Die E22-Messung ist ein sehr gutes Mass für die **lokalen Fehlstellen** einer CD.

- Diagramm 3

Der **Verlauf von E32** zeigt, wie häufig eine typische Fehlerkorrektur bereits überfordert wird. In diesem Beispiel ist ersichtlich, dass praktisch alle Fehler korrigiert werden konnten, da der Grundwert bei 0 ist. Lediglich bei den grösseren schwarzen Flecken von 0,6 und 0,8 mm sind deutliche E32-Werte von ca. 100 messbar. Diese führen normalerweise zu Störungen in einem CD-Spieler.

- Diagramm 4

Der **Verlauf von BURST** zeigt einen ähnlichen Verlauf wie E22. Der Hauptgrund, dass BURST gemessen wird, ist der Umstand, dass dieser im «red book», im Gegensatz zu E22, spezifiziert ist. Der Grundwert von BURST ist bei typisch kleiner 2, der Normalwert für eine gute CD. Wie bei E22 nimmt BURST mit zunehmender Fehlergrösse zu und überschreitet den Grenzwert von 7 bei Unterbrechungen in der Informationsschicht > ca. 0,6 mm, und bei schwarzen Flecken auf der Leseseite, die grösser als 0,5 mm sind.

- Diagramm 5

Der **Verlauf von EFAB** wird normalerweise nicht gemessen. EFAB gibt an, ob nicht korrigierbare Fehler bei der besten Fehlerkorrektur (eingesetzt D730, D731 und D732) vorhanden sind. Da EFAB hier immer 0 ist, gibt es keine Interpolationen oder sonstige Störungen bei dieser Test-CD mit unseren CD-Spielern. Der Verlauf von E32 und EFAB zeigt sehr deutlich, warum unsere CD-Spieler eine deutlich bessere «Playability» haben als andere CD-Spieler.

Die analogen Fehlersignale

Die beste Fehlerkorrektur nützt jedoch nichts, wenn der Laser nicht der Spur folgen kann. Vor allem grössere lokale Fehlstellen beanspruchen den Radialservo. Ein Mass für die Störungen im Radialregelkreis ist das **RADIAL NOISE**. Im «red book» ist ein Grenzwert von 30nm RMS festgelegt ($1 \text{ nm} = 10^{-3} \mu\text{m}$).

- Diagramm 6

Der **Verlauf von RADIAL NOISE** zeigt ein Grundwert von ca. 10 nm. Dies ist ein typischer Wert für gute CDs. Bei den schwarzen Flecken auf der Leseseite und beim Fingerabdruck der Test-CD steigt das RADIAL NOISE bis zur Spezifikationsgrenze. Sehr häufig ist der maximale Wert von RADIAL NOISE bei einer lokalen Fehlstelle nicht in der Mitte am grössten (also wo E22 maximal ist), sondern vorher und nachher. Vor allem bei Luftbläschen ist dieses Verhalten ausgeprägt. Da am Rande eines Luftbläschens der Laserstrahl am stärksten abgelenkt wird, ist das daraus reflektierte Radialfehlersignal deutlich grösser als in der Mitte, wo die Ablenkung des Laserstrahls nicht mehr sehr gross ist. Dieses Beispiel zeigt auch deutlich, dass neben der Grösse auch die Art der lokalen Fehlstelle massgebend ist, ob Abspielprobleme auftreten.

- Diagramm 7

Der **Verlauf von FOCUS DC** zeigt die Plattenverbiegung und den Höenschlag an. Im «red book» ist ein Grenzwert von $\pm 0.5 \text{ mm peak}$ und $0,4 \text{ mm RMS}$ festgelegt. Die Test-CD ist deshalb weder konkav noch konvex. Der Höenschlag nimmt gegen aussen leicht zu und erreicht einen unkritischen Wert von $< 0.15 \text{ mm peak}$.

Das HF-Signal vom Fotodetektor

Ein weiteres sehr wichtiges Signal, das der D731QC zur Verfügung stellt, ist das HF-Signal. Das HF-Signal ist noch analog und unbearbeitet, wie es vom Laufwerk gelesen wird. Dies erlaubt weitergehende Rückschlüsse, weshalb beispielsweise die digitalen Fehlersignale schlechte Messresultate aufweisen.

Mit dem HF-Signal können unter anderem folgende Messungen durchgeführt werden:

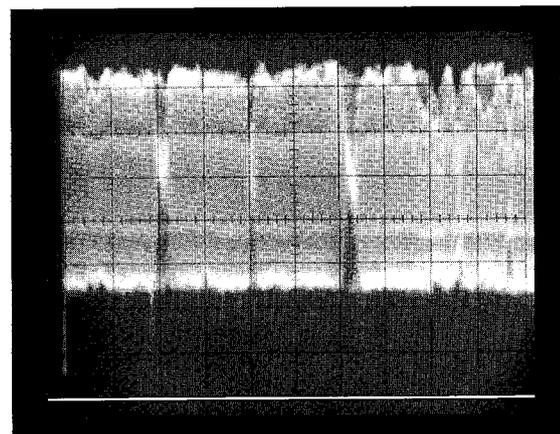


Bild 3a: HF-Signal einer stark zerkratzten CD.
Zeitbasis 4 ms/Div.

- JITTER:

Jitter ist ein Phänomen, das erst mit der CD-R aufgekommen ist. Die Länge der Pits kann nur diskrete Längen von 3, 4, 5...11T haben ($T = 231,38 \text{ ns}$). Im «orange book» ist eine Abweichung der Pitlängen von max. 35 ns RMS erlaubt. Wird dieser Wert überschritten, so können z.B. erhöhte digitale Fehlerflags festgestellt werden. Besonders bei CD-Rs einiger Hersteller mit einer Aufzeichnungsdauer von $> 74 \text{ min}$ können diese Probleme festgestellt werden.

- ASYMMETRY:

Die Entscheidungsschwelle sollte bei einem guten HF-Signal in der Mitte der grossen Amplitude (I_{11}) sein. Ist dies nicht der Fall, so ist normalerweise die Form der Pits nicht korrekt.

- I_{top} :

Die maximale Reflexion (I_{top}) kann beim D731QC direkt mit dem Oszilloskop gemessen werden. 1 Volt entspricht einer Reflexion von 100 %. Der Grenzwert im «red book» liegt bei 70% und stellt normalerweise kein Problem dar.

- I_{11} / I_{top} :

Das Verhältnis der grossen Amplitude (I_{11}) zur Gesamtreflexion entspricht der Modulationstiefe und muss gemäss «red book» $> 0,6$ sein. Ist dieser Wert zu klein, so ist häufig die Pittiefe zu klein. Da dies bereits in der Pressmatrize vorgegeben ist, haben alle CDs dieselben Probleme.

- I_3 / I_{top} :

Das Verhältnis der kleinen Amplitude (I_3) zur Gesamtreflexion sollte $> 0,3$ sein. Ist dieser Wert zu klein, so ist häufig die Schnittgeschwindigkeit zu klein. Also bei CDs mit einer Spieldauer $> 74 \text{ min}$.

Liegt einer der obengenannten Parameter ausserhalb der Toleranz, führt dies normalerweise noch zu keinen Abspielproblemen, hingegen können deutliche Probleme bei Kombinationen von mehreren Parametern auftreten. Bei den

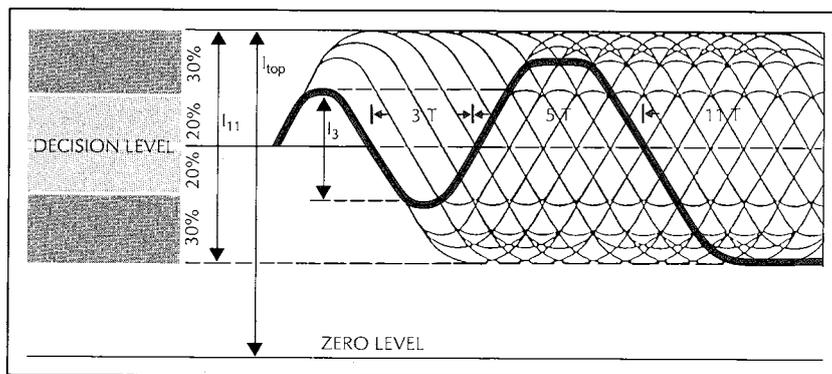


Bild 4: Ideales HF-Signal

verschiedenen CD-Spielern am Markt zeigen sich diese Probleme zum Teil sehr unterschiedlich oder auch gar nicht.

Mit dem CD-Spieler STUDER D731QC und einer entsprechenden Elektronik für die Auswertung können noch weitere Parameter gemessen werden. Die wichtigsten, die beispielsweise bei Presswerken geprüft werden, habe ich Ihnen in diesem Beitrag vorgestellt.

Der D731 QC liest und prüft alle gängigen CD-Formate

Der D731QC kann nicht nur die CD-AUDIO, sondern alle gängigen CD-Formate abspielen (CD-ROM, CD-I, VIDEO CD, CD-R...). Die digitalen Fehlerflags und die analogen Fehler-signale sind bei allen CD-Formaten identisch und können somit mit dem D731QC gemessen werden.

Hervorragende Playability für STUDER CD-Spieler-Familie

Gestatten Sie mir abschliessend eine Bemerkung zur Frage warum STUDER den D731QC entwickelt hatte. Eines der Ziele bei der Entwicklung der neuen CD-Spielergeneration D730, D731 und D732 war der Abspielbarkeit für schlechte CDs gewidmet. Die hervorragenden Werte konnten nur aufgrund eingehender Auseinandersetzung mit der QC-Problematik erreicht werden. Dafür steht im CD-Labor ein CD-Horrorset von über 100 CDs mit verschiedensten Fehlern für genaue Analysen zur Verfügung. Zahlreiche Tests und die Erfahrungen im Rundfunk haben uns gezeigt, dass sich dieser Aufwand gelohnt hat. Die Abspieleigenschaften der neuen CD-Spieler sind bestimmt die besten, die heute erreicht werden.

Die normale Rundfunkversion des D731 stellt somit eine hervorragende Basis dar, der Schritt zum D731QC war deshalb eher konsequent, denn gross. ■

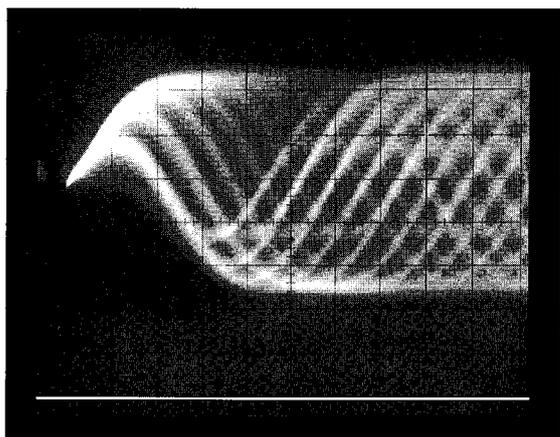


Bild 3b: HF-Signal einer stark zerkratzten CD. Zeitbasis 0,4µs/Div.

Von Ingenieur zu Ingenieur

Der Algorithmus in der digitalen Audiotechnik

von Silvio Gehri und Paul Zwicky



Silvio Gehri

Jede Funktion im Inneren eines Geräts der Audio-technik wird mittels eines «Rechners» ausgeführt. Dabei wird nun vielfach vergessen, dass z.B. eine analoge Filterschaltung nichts anderes ist als ein Analogrechner. Dessen Schaltungsdesign entstand in den meisten Fällen rein intuitiv; der Entwickler sieht der Schaltung gewissermassen an, was sie macht. Die Dimensionierung der Elemente wird anhand gewisser Grenzwerte (Frequenzgang) der Uebertragungsfunktion vorgenommen, welche oft gar nicht bekannt ist.



Paul Zwicky

Auf der anderen Seite steht der Entwickler für digitale Signalverarbeitung (DSP). Er benötigt eine genaue Uebertragungsfunktion, damit sein DSP-Programm ein bestimmtes Filter ausführen kann. Die relativ diffusen Wünsche der Kunden, resp. der Produkteleiter genügen nicht mehr. Am Beispiel einer besonders einfachen Schaltung wollen wir illustrieren wie ein Ingenieur vorgehen kann, wenn es darum geht, den Algorithmus für eine Klangregelung zu finden.

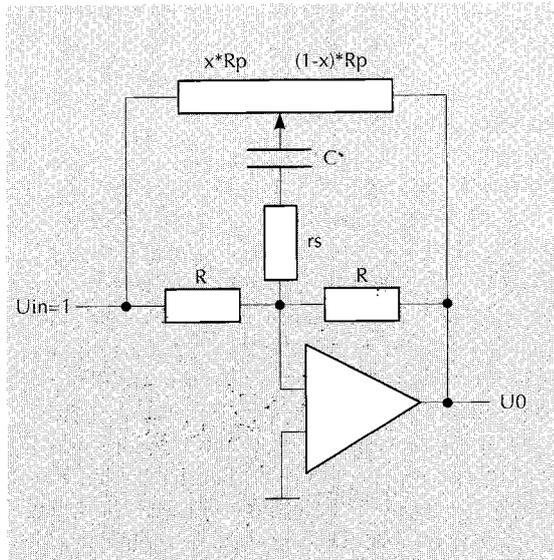


Bild 1: Analoge Schaltung für «Kuschschwanz» (Hoch)

Ein analoges Filter entsteht

Gegeben sei die bekannte Schaltung für die Höhenregelung (Kuschschwanz/Shelve für die Höhen) in Bild 1. Mit x sei die Stellung des Potentiometers R_p bezeichnet, welche Werte von 0 bis 1 annehmen kann. R_p wird als niederohmig zu r_s angenommen. Damit wird das Potentiometer zu einem reinen Spannungsteiler mit der Quellenimpedanz 0 Ohm. Durch die Stromgleichung für den Knoten am

Minus-Eingang des Op-Amps gelangt man auf Gleichung (1), welche nach U_0 aufgelöst Gleichung (2) ergibt.

$$\frac{1}{R} + \frac{(1-x) \cdot R_p + U_0}{r_s + \frac{1}{s \cdot C}} = \frac{0 - U_0}{R} \quad (s = j \cdot 2\pi f) \quad (1)$$

$$-U_0 = \frac{(-C \cdot R \cdot x + C \cdot R + r_s \cdot C) \cdot s + 1}{(r_s \cdot C + C \cdot R \cdot x) \cdot s + 1} \quad (2)$$

Das Produkt $R \cdot C$ wird durch τ ersetzt (Zeitkonstante), und führt zu

$$-U_0 = \frac{\left(1 - x + \frac{r_s}{R}\right) \cdot \tau \cdot s + 1}{\left(\frac{r_s}{R} + x\right) \cdot \tau \cdot s + 1} \quad (3)$$

Die maximale Anhebung ergibt sich mit $x = 0$

$$A_{\max} = R \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r_s}\right) \quad (4)$$

womit sich r_s/R bestimmen lässt. Setzt man dieses Ergebnis in (3) ein, so erhält man die gesuchte Uebertragungsfunktion $H(s)$:

$$H(s) = \frac{\left(\frac{1}{A_{\max} - 1} + (1-x)\right) \cdot \tau \cdot s + 1}{\left(\frac{1}{A_{\max} - 1} + x\right) \cdot \tau \cdot s + 1} \quad (5)$$

$$\text{Normalform: } H(s) = \frac{\alpha \tau s + 1}{\beta \tau s + 1} \quad (5)$$

Somit ist es gelungen, eine Uebertragungsfunktion zu finden, welche als Parameter nebst der Potentiometerstellung x nur noch die Zeitkonstante τ und die maximale Anhebung A_{\max} aufweist. Die Ueberprüfung mit einem geeigneten Programm zeigt die Gültigkeit von Gleichung (5) auf (Bild 2).

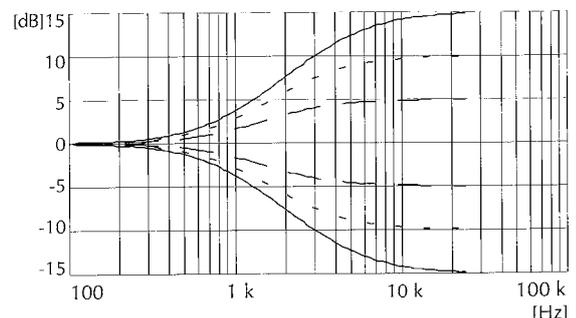


Bild 2: Uebertragungsfunktion gemäss Gleichung (5) für $A_{\max} = 15$ dB und $\tau = 1/(2 \pi \cdot 1000 \text{ Hz})$ mit verschiedenen Potentiometerstellungen.

Das äquivalente Digitalfilter

Um das eben berechnete Analogfilter digital nachzubilden, sind mehrere Schritte nötig. Als erstes muss eine Struktur gefunden werden, welche für Audio geeignet ist. Man findet eine davon in der sog. Direkt-Form 1, deren Prinzip in Bild 3 dargestellt ist.

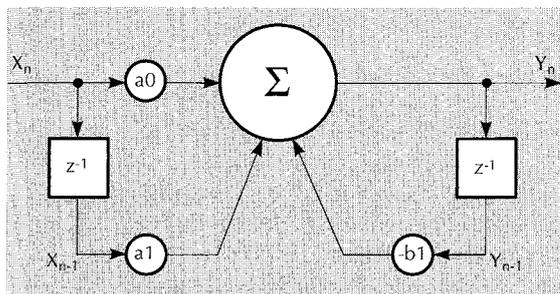


Bild 3: Blockdiagramm der Direkt-Form 1 für ein IIR-Filter erster Ordnung

Das Eingangssignal ist mit X_n und das Ausgangssignal mit Y_n bezeichnet. Die Blöcke z^{-1} können als Speicher betrachtet werden, d.h. X_{n-1} und Y_{n-1} sind die Audiowerte der letzten Abtastperiode. Das Ausgangswort Y_n berechnet sich demnach gemäss:

$$Y_n = X_n * a_0 + X_{n-1} * a_1 - Y_{n-1} * b_1 \quad (6)$$

Das Verzögern eines Signalwerts um k Samples wird in der digitalen Ebene mittels Multiplikation des Signals mit z^{-k} gerechnet. Somit kann (6) umgeschrieben werden:

$$Y = X * a_0 + X * z^{-1} * a_1 - Y * z^{-1} * b_1 \quad (7)$$

Löst man (7) nach Y/X auf, gelangt man zur Übertragungsfunktion des Digitalfilters aus Bild 3

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 * z^{-1}}{1 + b_1 * z^{-1}} \quad (8)$$

Eine Möglichkeit, die Koeffizienten a_0 , a_1 und b_1 zu berechnen, bietet die bilineare Transformation, welche die (digitale) z-Ebene wie folgt in die (analoge) s-Ebene transformiert:

$$s = \frac{2}{T_s} * \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} \quad (9)$$

T_s sei hierbei die Abtastperiodendauer. Durch Einsetzen von (9) in die Normalform (5) erhält man eine Formel für $H(z)$, und deren Koeffizienten werden mit denjenigen aus (8) verglichen. Man gelangt schliesslich zu

$$a_0 = \frac{T_s + 2 * \alpha_1 s}{T_s + 2 * \beta_1 s} \quad a_1 = \frac{T_s - 2 * \alpha_1 s}{T_s + 2 * \beta_1 s} \quad b_1 = \frac{T_s - 2 * \beta_1 s}{T_s + 2 * \beta_1 s} \quad (10)$$

Das digitale Filter ist nun vollständig bestimmt. Natürlich wollen wir testen, ob es auch dem analogen Originalfilter entspricht, und die Simulation mittels demselben Mathematikprogramm bestätigt die Richtigkeit.

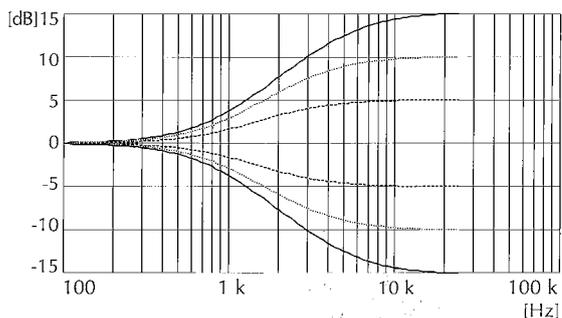


Bild 4: Übertragungsfunktion gemäss Gleichung (8) mit Koeffizienten aus (10).

Aller Anfang ist leicht

Es ist gezeigt worden, dass auf schnelle Art und Weise ein Digitalfilter berechnet werden kann, sofern die Übertragungsfunktion des analogen Äquivalents bekannt ist. Einiges ist jedoch bis jetzt verschwiegen worden. Um nur ein Beispiel zu erwähnen: Man stellt plötzlich fest, dass die bilineare Transformation für hohe Eckfrequenzen abweichende Resultate liefert - die Frequenzen stimmen nicht mehr. Selbst in unserem Beispiel stimmen die Frequenzgänge nicht genau überein (Bild 5).

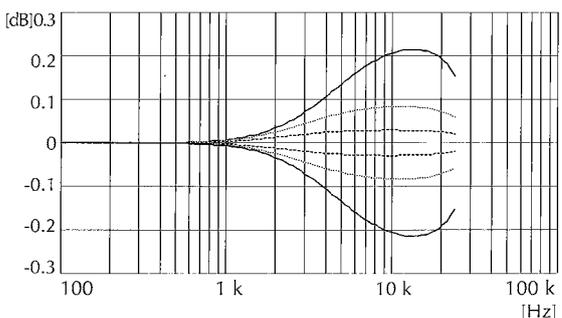


Bild 5: Differenzen im Frequenzgang zwischen analoger und digitaler Realisierung.

Schlussbetrachtung

Was oft mit dem Schleier der Mystik bedeckt wird, entpuppt sich bei etwas genauerem Hinsehen als logische Konsequenz, als Produkt basierend auf Altbekanntem. Die digitalen Filter - oft Algorithmen genannt - sind ohne Kenntnis derer analogen «Ureltern» nicht zu berechnen. Lediglich die Probleme sind andersartig, doch diese zu behandeln, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. ■

STUDER D827 MCH

«Extended Digital Resolution» - oder: 24 bit für die Zukunft

von Thomas Knäple



Thomas Knäple

Im Oktober 1993 wurde die 24/48-Kanal DASH Tonbandmaschine STUDER D827 MCH erstmals vorgestellt. In ihrer Funktionalität und Modularität stellt sie heute die Spitze der digitalen Mehrspuraufzeichnungstechnik dar. Nur ein Jahr später wartet STUDER nun mit einer weiteren Weltneuheit auf: die nachrüstbare Option «EDR - Extended Digital Resolution» für die D827 MCH. Damit wird erstmals in der digitalen Mehrspurtechnik eine lineare 24 bit Aufzeichnung ermöglicht.

Grösser, schneller, weiter - dies sind oft die Attribute die moderne Technologien umschreiben. In der digitalen Aufzeichnungstechnik tritt an diese Stelle oft die Anzahl der verarbeiteten oder speicherbaren bits - also den kleinsten Informationseinheiten der digitalen Signalverarbeitungstechnik. Das Bestreben geht dabei in Richtung zu einer möglichst grossen Anzahl derselben, d.h. zu einer möglichst grossen Wortbreite der Daten.

Von frühen Versuchen einmal abgesehen, hat sich in der digitalen Tonstudioteknik bald eine

Quantisierung der Daten mit 16 bit als vernünftig herauskristallisiert. Ein (theoretischer) Signal-Rauschabstand von $S/N = 6.02 \times 16 \text{ (bit)} + 1.76 \text{ [dB]} = 98.08 \text{ dB}$ ist ja auch sehr beachtlich. Daneben lassen sich natürlich vor allem Argumente der besseren Datenspeicherung im Vergleich zur analogen Aufzeichnung anführen, wie z.B. der Möglichkeit der verlustfreien Kopie usw.

Eine Wortbreite von 16 bit ist dabei quer durch die Audiotechnik etabliert, auf der CD, dem DAT-Recorder oder auch bei professionellen Aufzeichnungsgeräten wie DASH-Tonbandmaschinen.

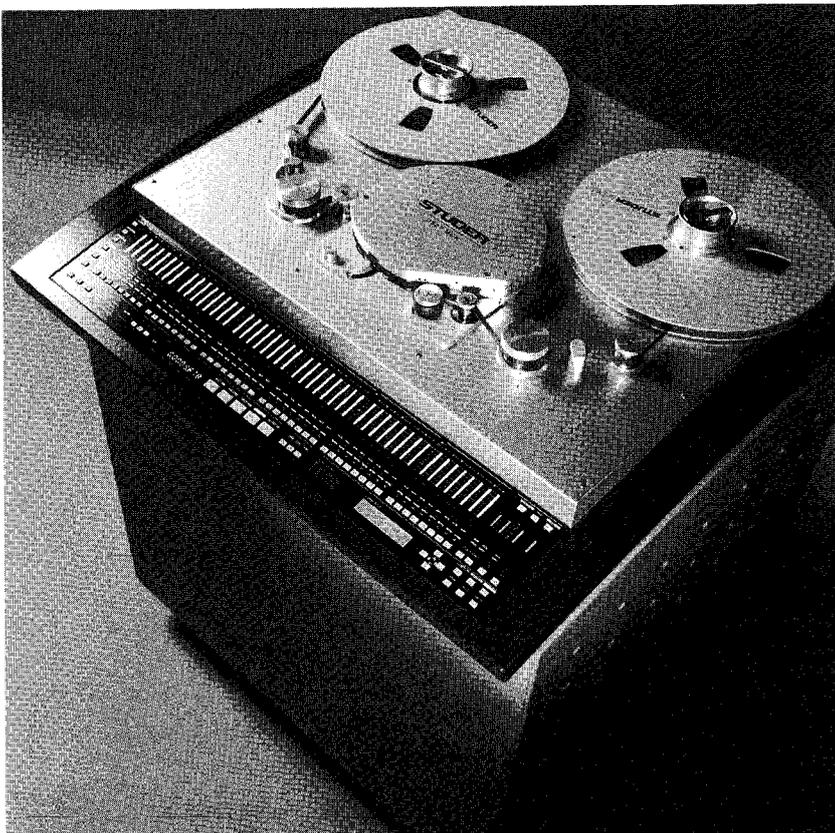
Warum nun aber 24 bit?

Immer grösser, schneller, weiter - auch 16 bit zeigen Grenzen. Dies lässt sich einfach zeigen. Ein analoges Signal zeigt prinzipiell eine unendlich fein gestufte Auflösung. 16 bit bieten aber nur $2^{16} = 65'536$ Stufen zur Annäherung an das Original, von der Unendlichkeit ein ganzes Stück entfernt. 24 bit lösen immerhin $2^{24} = 16'777'216$ Stufen auf. Zugegeben immer noch weit von der (unendlichen) analogen Wahrheit entfernt, aber es lässt sich damit doch immerhin gegenüber der 16 bit Technologie eine um das 256-fache genauere Auflösung des originalen, analogen Signals erzielen. (Wollen wir weiter bei der Theorie bleiben, so lässt sich hierbei ein Signal / Rauschabstand von stolzen 146.24 dB erzielen.)

Von der Theorie zur Praxis

Warum man nun aber 24 bit aufzeichnen will bei einer in der Praxis möglicherweise auf nur 18 bit beschränkten A/D-Wandlung oder einem auf 16 bit limitierten (CD-) Endprodukt, ist damit allein noch nicht erklärt.

Aufgrund des grossen Signal / Rauschabstands ergibt sich zunächst natürlich einmal die Möglichkeit, bei der Aufzeichnung einen viel grösseren Headroom als bisher zulassen zu können, ohne Einbussen in der Auflösung hinnehmen zu müssen. Vor allem aber sollten wir die (digitale) Aufzeichnung nicht isoliert betrachten. Das (digital) aufgezeichnete Signal muss ja meist noch weiterverarbeitet werden, gemischt, im Frequenzgang beeinflusst werden usw. Idealerweise würde man dies auch in der



digitalen Ebene tun; so lassen sich z.B. unumgängliche Verluste bei der Wandlung D/A - A/D vermeiden. Die Lösung hierfür heisst natürlich digitales Mischpult. Und genau dafür ist die D827 MCH mit EDR-Option der ideale (Aufzeichnungs-) Partner.

Unternehmen wir zunächst nochmals einen kleinen Exkurs in die graue Theorie und die Technologie, oder besser: Prinzipien von digitalen Mischpulten.

Moderne Signalprozessorarchitekturen, wie man sie z.B. im STUDER D940 findet, berücksichtigen bei allen Signalbearbeitungsalgorithmen bis zu 56 bit breite Datenworte. Warum? Ein Gesetz zum Rechnen mit Dualzahlen besagt, dass bei der Multiplikation von zwei Datenworten mit der Wortbreite «n» (also «n» Bits) ein Ergebnis der Wortbreite «2n» entsteht. Werden also in einem digitalen Mischpult z.B. zwei 16 bit Worte in einer Rechenvorschrift, dem Algorithmus, miteinander multipliziert, entsteht ein 32 bit Ergebnis.

Die Devise heisst: grösstmögliche Auflösung beibehalten

Dieses sehr viel feiner auflösende Ergebnis möchte man nun aber so lange als möglich zur Verfügung haben. Denn - und das ist eine andere Gesetzmässigkeit der digitalen Signalverarbeitung - jedes Mal wenn man von einer grösseren auf eine kleinere Wortbreite zurück muss, unweigerlich Verluste entstehen. Idealerweise wird darum die Wortbreite nur einmal und erst im allerletzten Bearbeitungsschritt, also dem Mastern, auf 16 bit für z.B. die CD reduziert. Dafür bedient man sich dann auch in der Regel spezieller Verfahren.

Grosse Datenmenge

Aufzeichnen mit einer grösseren Wortbreite heisst aber zunächst einmal grössere Datenmengen und damit grösseren Speicherbedarf. Kein Medium ist für grosse Speicherkapazitäten bis heute preis-/leistungsmässig so gut geeignet wie das Magnetband. Mit der enormen Speicherkapazität von 25 GigaByte auf dem 1/2" Band einer 14" Spule drängt sich die DASH Technologie dabei geradezu auf, eine 24 bit Aufzeichnung zu ermöglichen. Nur sieht das standardisierte DASH Format (oder generell ein anderes Mehrspurtaufzeichnungsmedium) solches nicht vor. Eine Änderung des DASH Formates erscheint nicht sinnvoll. Weit über 1000 DASH Mehrspurgeräte im Markt verlangen eine Kompatibilität, die dann nicht mehr gewährleistet wäre. Also hilft nur ein Trick.

«Bitmapping» als Lösung

Ohne Änderung des DASH Formates ermöglicht die EDR-Option für die D827 MCH die li-

neare 24 bit Aufzeichnung von bis zu 24 Spuren. Dabei werden die (24 bit-) Daten eines Aufnahmekanals auf zwei physikalische Spuren des Bandes verteilt.

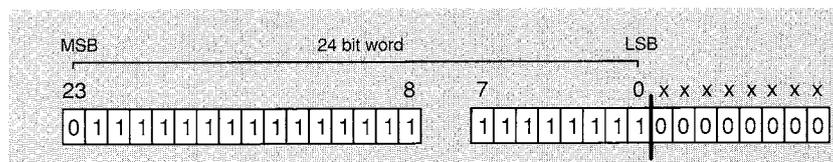


Bild 1a): Ursprüngliches 24 bit Wort, verteilt auf zwei 16 bit Spuren

Auf eine Spur A werden dabei die höchstwertigen 16 bit des 24 bit Wortes aufgezeichnet, auf eine zugehörige Spur B die niederwertigen 8 bit des Wortes. Dies allein ist nicht neu und bereits von anderen Lösungen her bekannt.

Neu hingegen und erstmalig gelöst ist bei der D827 MCH hingegen auch die 24 bit Verarbeitung im Aufzeichnungsgerät. Diese ist nötig, soll die 24 bit Qualität durchgängig erhalten bleiben, also z.B. auch während eines punch-in oder punch-out. Dann nämlich müssen im Rekorder Überblendungen (Cross-fades) gerechnet werden - in 24 bit Auflösung natürlich - und daran scheitern externe Lösungen.

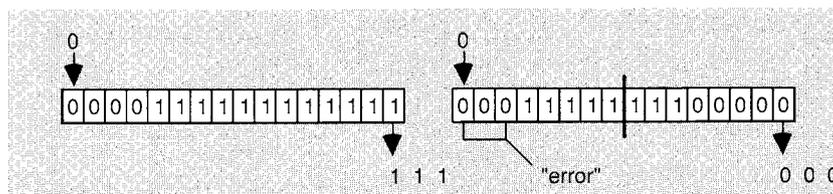


Bild 1b): Unabhängige 16 bit Verarbeitung von zwei 16 bit Worten. Beispiel: Division /8 (3 x«shift right»)

Das Prinzip zeigt Bild 1: ein 24 bit Wort ist auf zwei 16 bit Spuren verteilt, z.B. in der in Bild 1a gezeigten Weise. Werden die Spuren unabhängig behandelt (Bild 1b), also bei einem punch-in zwei unabhängige 16 bit Cross-fades ausgeführt, so führt dies zu einem Fehler («error»). Werden hingegen wie in der D827 MCH EDR-Option beide Spuren zusammengefasst behandelt (Bild 1c) ist eine durchgängige 24 bit Qualität auch während der Überblendung gewährleistet.

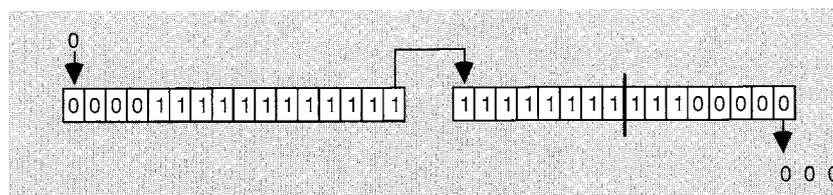


Bild 1c): Richtige 24 bit Verarbeitung. Beispiel: Division /8 (3 x«shift right»)

EDR für MAD1 und AES/EBU

Um oben Beschriebenes zu ermöglichen, ist eine spezielle Verarbeitungseinheit realisiert worden (Bild 2 und 3). Dabei ist ein 24 bit

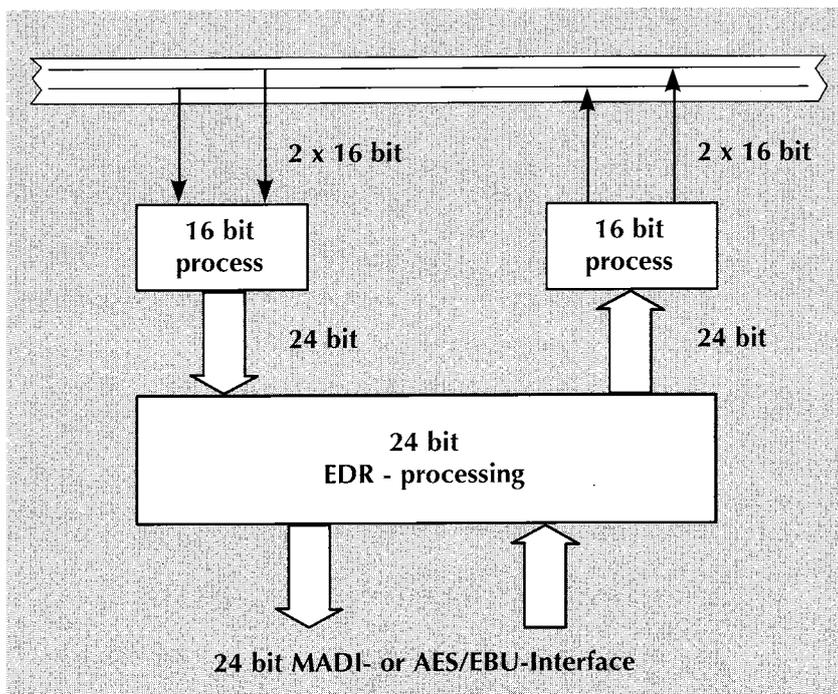


Bild 2: Prinzipdarstellung der 24 bit Betriebsart der D827 MCH

Prozess dem Standard 16 bit Prozess überlagert. Der Zugang zu dieser Einheit wird über die MADI-(Multichannel Audio Digital Interface) Schnittstelle (dabei für alle Spuren gleichzeitig, koaxial oder optisch) oder das AES/EBU-Interface für bis zu 2 Spuren gleichzeitig, realisiert. Beide Formate sind bereits für eine 24 bit Übertragung spezifiziert.

Kompatibilität

Die Verteilung der Daten wird dabei auf dem Band so gelöst, dass vom 24 bit Eingangsdaten-

wort die höchstwertigen 16 bit auf die Spuren 1 - 24, die niederwertigen 8 bit auf die Spuren 25 - 48 im DASH-Format aufgezeichnet werden. Die Spuren sind dabei fest einander zugeordnet: Spurnummer B ergibt sich aus $B=(A + 24)$.

Die niederwertigen 8 bits werden auf den B-Spuren auf die LSB's (Least Significant Bits - Bits 0...7) geschrieben, die höchstwertigen Bits der B-Spuren (MSB's - Most Significant Bits - Bits 8...15) werden mit«0» gefüllt (Bild 4).

Diese Zuordnung erlaubt, dass ein im EDR-Modus beschriebenes Band auf einer Standard-DASH Maschine ohne Probleme abgespielt werden kann. Die «A-Spuren» geben dabei praktisch in 16 bit Qualität die Aufzeichnung wieder. Die «B-Spuren» werden als eine Art Rauschen mit einem Pegel von etwa -50 dB unter dem maximalen (dFS - digital full scale) wiedergegeben.

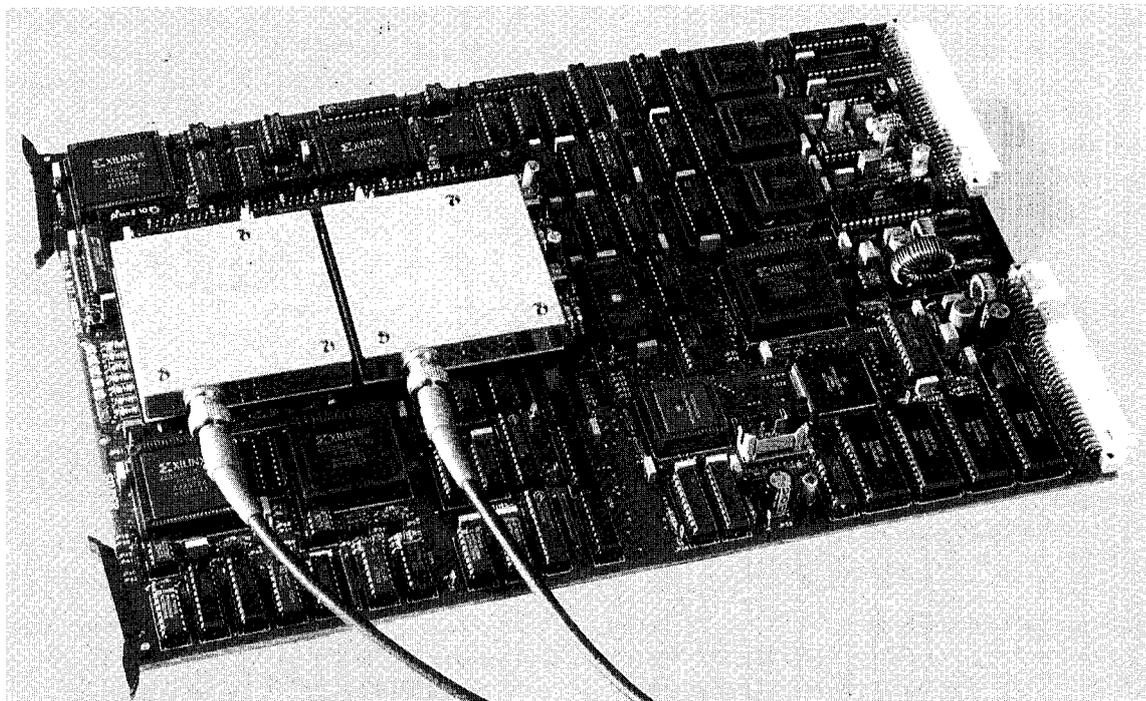
16 bit oder 24 bit - wahlweise

Wichtiger Aspekt der EDR-Option ist aber auch, dass die D827 MCH auch im Standard 16 bit Modus betrieben werden kann. Quasi «auf Knopfdruck» (über eine einfache Menueinstellung) können wahlweise 48 Spuren in 16 bit- oder 24 Spuren in 24 bit-Qualität aufgezeichnet und wiedergegeben werden. Beide «Formate» sind somit ohne Umrüstarbeiten verfügbar.

Wirtschaftlichkeit

Das modulare Konzept der D827 MCH erlaubt eine ideale Kombination der Basisausstattung mit der EDR-Option. Für die Anbindung an ein

Bild 3: 24 bit MADI Interface Karte mit DSP



digitales Mischpult ist die Investition in A/D- und D/A-Wandler in der Tonbandmaschine nicht nötig, was so dann auch ein extrem günstiges Preis-/Leistungsverhältnis ergibt. Die EDR-Option kann aber auch jederzeit nachträglich in eine D827 MCH eingebaut werden. In Minutenschnelle und im Feld. Also z.B. zu einem späteren Zeitpunkt, wenn vielleicht dann erst die Investition in ein digitales Mischpult ansteht.

Zukunft inklusive

Die D827 MCH wurde mit der EDR-Option um eine weitere Weltexklusivität bereichert. Sie ermöglicht erstmalig eine lineare 24 bit Aufzeichnung in der Mehrspurtechnik. Kompatibel - und ohne den Einsatz von Datenreduktions-

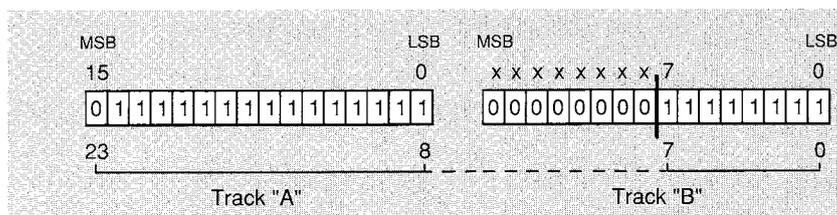
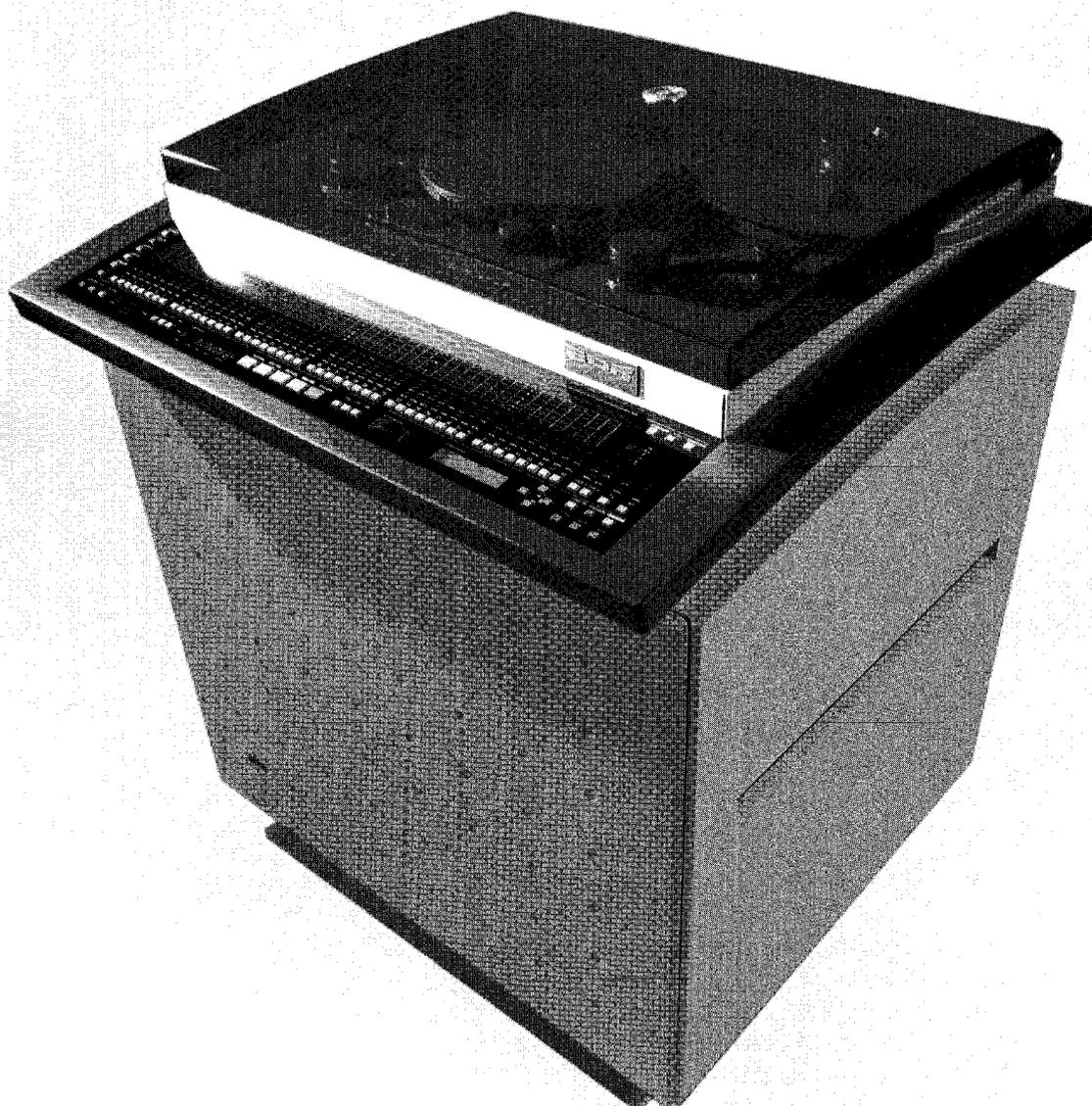


Bild 4: Datenverteilung in der EDR-Betriebsart

oder Kompressionsverfahren.

Ganz gleich ob sie «herkömmlich» analog produzieren und die Klangqualitäten der STUDER-Wandlertechnologie schätzen gelernt haben, oder eben in 24 bit digital aufzeichnen wollen. Oder beides - früher oder später. Die D827 MCH ist der ideale Partner.

Immer grösser, schneller, weiter - wie sie sehen mit dem zukunftssicheren Konzept der STUDER D827 MCH kein Problem! ■



STUDER D827 MCH - 24 bit EDR, mit Schutzhaube

Rundfunk-Automatisation

Radio Rumantsch mit Numisys II

von Jean-François Raoult und Marcel Bossart

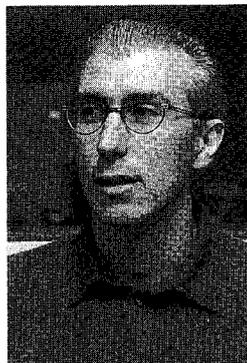
Radio Rumantsch in Chur, Hauptstadt des Bergkanton Graubünden, ist nicht nur die kleinste autonome Unternehmenseinheit der Schweizerischen Radio- und Fernseh-Gesellschaft SRG, sondern vertritt mit ihrem Sendegebiet auch die vierte Landessprache der Schweiz, das lateinische Rätoromanisch. Von der SRG erhielt Radio Rumantsch den Auftrag, ihren Anteil an den Eigenproduktionen von täglich 6 auf 10 Stunden zu erhöhen. Das Problem bei diesem Auftrag war die Auflage, dass die Erweiterung mit dem bestehenden Personal realisiert werden musste, d.h. es wurden keine zusätzlichen Stellen bewilligt.

denden Faktoren. Dabei sind sowohl die Technik, die Anforderungen des Betriebs, die Offenheit des Systems und das Profil des Lieferanten berücksichtigt worden. STUDER Numisys gelangte rasch in den Kreis der Favoritensysteme und hatte sich auch in gründlichen Vergleichen behauptet. Nach dem TV-Symposium 93 in Montreux war es soweit, wir konnten die Bestellung für ein Multiuser-Numisys II System entgegennehmen.

Das Automatisations-System wurde gegen Ende 1993 installiert und in Betrieb genommen. Mit dem Erfassen und Einlesen von vie-



Chasper Stupan



Pius Paulin



Giacun Caduff



Eines war von Anfang an klar, eine derart bedeutsame Erweiterung konnte unmöglich mit der konventionellen technischen Infrastruktur bewältigt werden. Radio Rumantsch machte sich daher intensiv auf die Suche nach einem Radio-Automatisierungssystem, das massgeblich zur Problemlösung beizutragen hatte.

Die kurzen Kommunikationswege und die hohe Kompetenz der Herren *Stupan* (Direktor Radio Rumantsch), *Paulin* (Chef Technik) und *Caduff* (Chef EDV und Netzwerke) führten zu einer sehr effizienten Evaluation unter Berücksichtigung aller für Radio Rumantsch entschei-

len hundert Musiktiteln in die Datenbank von Numisys II wurde von den Radio-Mitarbeitern schon zuvor sehr viel Vorbereitungsarbeit geleistet. Direktor Stupan heute, 10 Monate nach Betriebsaufnahme des Numisys II: *«Ich kann mir die Arbeit ohne Numisys nicht mehr vorstellen».*

Flexible Technik

Das Kernstück des Numisys-Systems ist in einem abgesetzten Geräteraum sowie in einem Computerraum untergebracht. Dort befinden sich die Server mit mehreren Gigabyte Speicherplatz auf Harddisks, welche die einzelnen

Workstations über ein sternförmig verteiltes Ethernet-Netzwerk mit Daten und Audio versorgen. Im Maschinenraum stehen vier CD-Wechsler mit einer gegenwärtigen Kapazität von 1200 CDs. Harddiskspieler, Sendesteuerrechner, gesteuerte Kreuzschiene und VCA-Mischer befinden sich ebenfalls in diesem Raum.

In der Hauptsenderegie ist zur bestehenden Studio-Infrastruktur ein 17"-Touchscreen-Monitor zur Bedienung des Numisys dazugekommen. Hier werden die vorgefertigten Sendelisten aufgerufen und im halb- oder vollautomatischen Betrieb abgewickelt. Vom Studio nebenan kann eine Nachrichtensprecher über

ein einfaches Tastenfeld die benötigten Beiträge und Kennungen selber starten.

Die Sendebeiträge werden an zwei Arbeitsplätzen im Büro der Musik/Sendeplanung zusammengestellt. Das System erstellt dabei im Automatik-Betrieb einen Sendepan, welcher nachher von der Redaktion modifiziert werden kann.

Weitere vier Arbeitsplätze in Produktionsstudios sind mit Harddisk-Aufzeichnungs- und Schneidemöglichkeiten ausgestattet. Hier werden Jingles und Beiträge erstellt. Die Aufzeichnung erfolgt dabei direkt auf eine der Server-Harddisks, von wo sie sofort nach Fertigstellung in der Senderegie abgerufen werden kann. ■

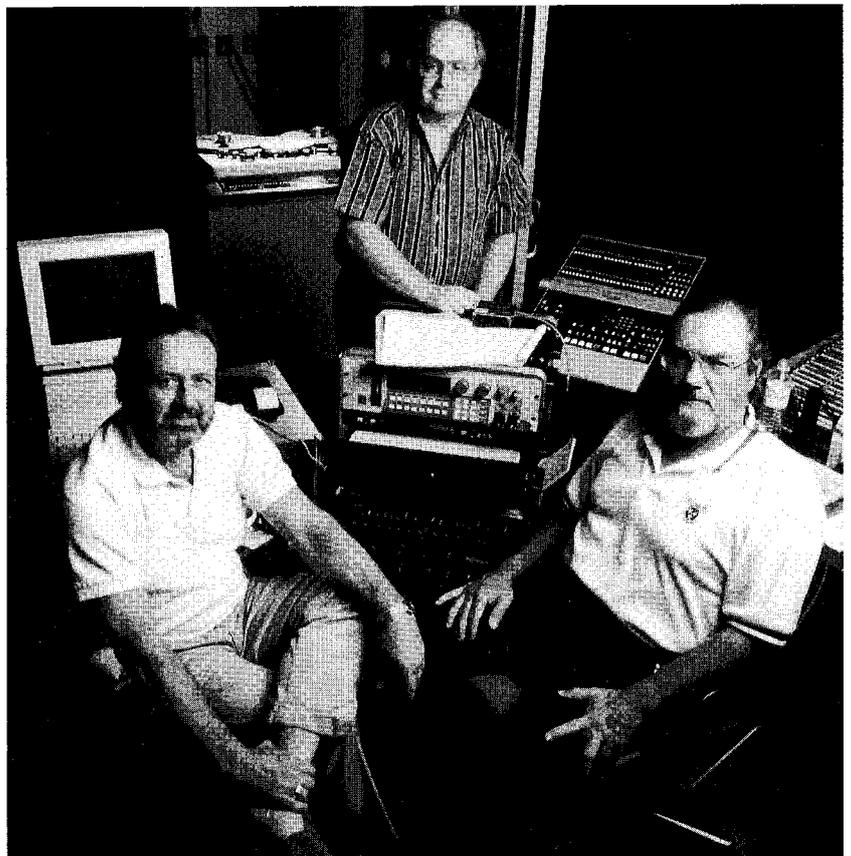
Verkaufserfolge

Lexicon meldet Erfolge für D827 MCH DASH Tonbandmaschinen

Kurz nach der Ernennung von **Lexicon** als US-Distributor für die Produkte von **STUDER** und **STUDER EDITECH (Dyaxis)**, hat Lexicon den Verkauf von Studer D827 MCH DASH Tonbandmaschinen an verschiedene führende Tonstudios in den U.S.A. bekanntgegeben.

Die in Nashville, Tennessee ansässige **Masterfonics Recording** hat bereits die erste D827 MCH in Betrieb genommen und plant den Kauf zweier zusätzlicher Maschinen. Zwei Geräte werden im «Music Row» installiert, das dritte im neuen «Tracking Room» in Nashville, dessen Eröffnung für Anfang 1996 geplant ist. Zu seinem Kauf meinte der Besitzer von Masterfonics, *Glenn Meadows*: «Studer hat möglicherweise eine weitere Legende wie die A800 kreiert, eine Maschine gegen welche alle Digital-Multitracks gemessen werden». Zu den Kunden von Masterfonics gehören Vokalistinnen wie Little Texas, Willie Nelson, Michael McDonald, Reba McEntire, Vince Gill, Patty Loveless, Diamond Rio, Sting, Mark Knopfler und Steely Dan.

Right Track Recording Studios in New York hat zwei Maschinen für ihr Mid-Town-Studio erhalten. Die Geräte werden zur Zeit installiert. Right Track hat Aufnahmen von berühmten Artisten wie Rolling Stones, Carley Simon, Mariah Carey, Luther Vandross und vielen anderen gemacht. ■



Die Masterfonics Recording Studios in Nashville erhielten kürzlich ihre erste Studer D827 MCH Digital- Mehrspurmaschine. Diese wurde umgehend für Willie Nelson's neuestes Album «Healing Hands Of Time» eingesetzt. Auf dem Bild sind (v.l.n.r): *John Guess*, Project Engineer, *Glenn Meadows*, Besitzer von Masterfonics & Mastering Engineer, und *Jimmy Bowen*, Präsident und Direktor von Liberty und Patriot Records sowie Gesamtproduzent des Albums.

EMV im Bereich von professionellen Audiosystemen.

von Peter Fiala



Peter Fiala

Die **elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)** ist die Fähigkeit eines Systems, in seiner Betriebsumgebung störungsfrei zu arbeiten und diese nicht störend zu beeinflussen. Die EMV jedes der Geräte, die entweder im jeweiligen System eingebunden sind oder in der Systemumgebung arbeiten, ist eine wesentliche Voraussetzung für einen zuverlässigen und störungsfreien Betrieb.

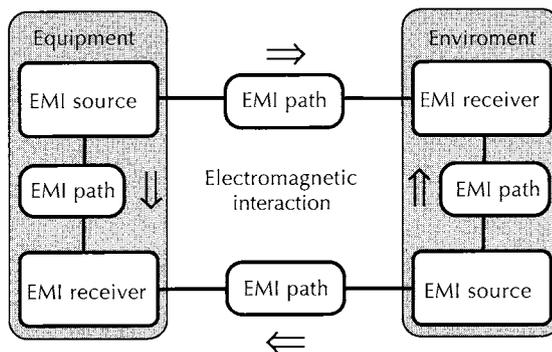


Bild 1: Elektromagnetische Interferenzen (EMI)

Dieser bereits aus den 20er Jahren (gesetzliche Funkentstörung 1928) bekannte Sachverhalt bedarf allmählich grösserer Aufmerksamkeit. Die fortlaufende Miniaturisierung neuer technologischer Entwicklungen reduziert beträchtlich die zur Beeinflussung oder Zerstörung eines elektronischen Elementes benötigte Energie (1970: Transistor 1µWs, 1990: IC 10nWs), und vermindert die bisher wirksamen Schutzabstände durch zunehmende Packungsdichte der Geräte und Anlagen. Zudem steigt meistens die Anzahl der elektrischen und elektronischen Anlagen in der Systemumgebung, was zur erhöhten Gefahr der gegenseitigen elektromagnetischen Störbeeinflussung führt.

Problembereiche.

Die in der EMV-Definition erwähnte gegenseitige Beeinflussung der Systeme findet über sogenannte *Störpfade* statt. Erst diese ermöglichen die Wechselwirkung einer Reihe von bekannten, *physikalischen Phänomene*. Obwohl die qualitative und quantitative Bewertung solcher Wirkung oft schwierig ist, muss mit geeigneten technischen Mitteln dafür gesorgt werden, dass bei den potentiellen Störquellen («Täter») eine maximale Störstrahlung nicht überschritten und bei den Störsenken («Opfer») eine minimale Störfestigkeit nicht unterschritten wird, damit die angestrebte EMV des Systems erreicht wird (Bild 1).

Dabei sind jedoch immer auch erhebliche *wirtschaftliche* und *rechtliche Aspekte* zu berücksichtigen, die ohne gesetzliche Regelung oder Normierung der Störstrahlung und der Störfestigkeit eine kaum lösbare Aufgabe stellen würden.

Störpfade, Störphänomene

Die EMV wird durch Wirkung von physikalischen Phänomenen bestimmt, deren Störpfade entweder leitungsgebunden (geleitet) oder via Felder (gestrahlt) oder via elektrische Ladungen verlaufen (Bild 2):

Im wesentlichen handelt es sich um folgende Phänomene, die über galvanische, kapazitive oder induktive Kopplungsmechanismen resp. Wellen- oder Strahlungs-Beeinflussung wirken (Bild 3).

Geleitete Phänomene im NF-Bereich:

- harmonische, zwischenharmonische Komponenten (Spannung und Strom)
- Rundsteuersignale
- Spannungsschwankungen
- Spannungsabsenkungen und Unterbrechungen
- Unsymmetrien
- Frequenzschwankungen
- induzierte NF-Spannungen
- DC-Komponenten in Wechselstromnetzen

Gestahlte Phänomene im NF-Bereich:

- permanente und transiente magnetische Felder
- permanente und transiente elektrische Felder

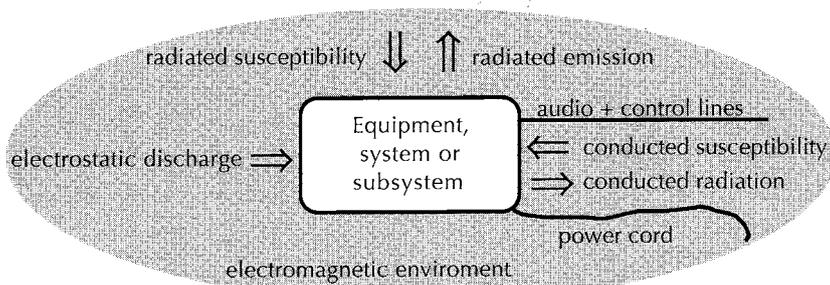


Bild 2: Störpfade

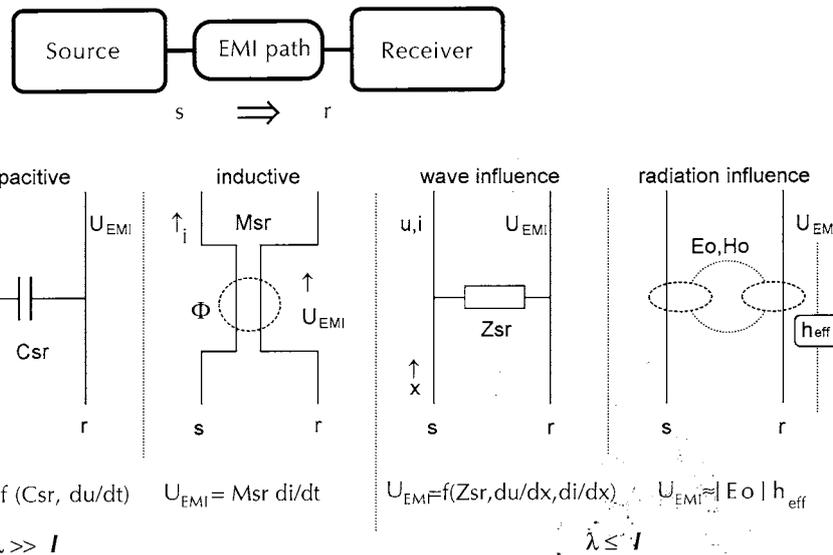


Bild 3: EMV-Kopplungsmechanismen

Geleitete Phänomene im HF-Bereich:

- stossartige Transienten, einzeln oder wiederholt
- transiente Schwingungen
- induzierte Spannungen und Ströme, permanent

Gestahlte Phänomene im HF-Bereich:

- magnetische Felder
- elektrische Felder
- permanente oder transiente elektromagnetische Felder, einzeln oder wiederholt

Entladungssphänomen:

- Elektrostatik

Normierung.

Die Aufgabe der EMV-Normierung ist die kaum greifbare, abstrakte Materie der Phänomene und Störpfade in praktikable und reproduzierbare Mess- und Simulations-Methoden umzuwandeln, die quantitative Auswertung der heutigen (versuchten) elektromagnetischen Welt vorzunehmen und die Grenzwerte der Störstrahlungen und Störfestigkeiten zu definieren. Der Trend nationaler Normierungen zeigt eine weltweite Vereinheitlichung der Methoden (überall gleiche Testeinrichtungen!), während die Grenzwerte der einzelnen Prüfungen recht unterschiedlich bleiben. In der Regel werden die nationalen technischen Normen vom Gesetzgeber zum Gesetz erhoben.

In Europa

Obwohl seit geraumer Zeit in einigen Ländern gesetzliche Auflagen besonders im Bereich der Funkstörung existieren, wurden im EG-Raum mit der Richtlinie 89/336/EWG die wichtigsten Schutzziele im Bereich der EMV neu festgelegt. Damit ist die Kompatibilität der Geräte und Anlagen europaweit gewährleistet. Diese Richtlinie impliziert auch das Erstellen und Harmonisieren der entsprechenden technischen Normen, die eine neue Bewertung der EMV-Phänomene be-

rücksichtigen. Im Auftrag der EG-Kommission (und EFTA-Sekretariats) wurden diese Normen in Normenorganisationen CEN/CENELEC, ETSI erarbeitet und als Europäisches Normwerk EN deklariert. Dieses Werk soll auch unverändert in allen CENELEC-Mitgliedstaaten als gesetzliche EMV-Grundlage Verwendung finden.

Die Strukturierung der recht komplexen EMV-Normen wurde in vier Normarten vorgenommen:

- Messmethoden und Prozeduren (Basic Standards)
- Umgebungsbezogene Normen (Generic Standards)
- Normen für Produktfamilien (Productfamily Standards)
- Produktnormen (Product Standards)

Für die Produktfamilie der Audio-, Video- und Audiovisuellen-Anlagen im professionellen Einsatz ist eine Produktfamiliennorm in Vernehmlassung. Im übrigen bilden die allgemein gültigen, umgebungsbezogenen Normen die diesbezügliche gesetzliche Grundlage. Diese definieren die Limiten der Störstrahlungen und Störfestigkeiten in zwei Umgebungen:

- Wohnung, Gewerbe und leichte Industrie
- Schwere Industrie

Der Nachweis der Konformität des Produkts mit den Anforderungen dieser Norm ist zwar obligatorisch, er kann jedoch über verschiedene Verfahren geführt werden. Eine behördliche Zulassungspflicht (Zertifizierung) besteht für professionelle Audiosysteme nicht.

Übrige Welt

Die in der übrigen Welt existierende EMV-Normierung betrifft in der Regel nur die Störstrahlung. Die gesetzlichen Auflagen schreiben oft

eine amtliche Konformitätsüberprüfung des Produkts vor, die jedoch bei den für den europäischen Markt entwickelten Geräten kaum ein technisches Problem darstellt.

Kundenstandard

Ausser den nationalen EMV-Normen existieren auch kundenspezifische EMV-Normen und Richtlinien (z.B. postalische oder rundfunkspezifische Pflichtenhefte), die ergänzend oder verschärfend zu den nationalen Normen wirken. Die Konformität des Audiosystems mit solchen Auflagen wird im Liefervertrag festgehalten und ist somit zivilrechtlich verbindlich.

Studer EMV-Standard.

Die heute produzierten und neu entwickelten Geräte und Anlagen aus dem Hause Studer erfüllen die Anforderungen des Studer EMV-Standard. Dieser stellt eine Zusammenstellung aller wesentlichen gesetzlichen EMV-Anforderungen in den Partnerländern dar und ist um

weitere Anforderungen aus den Kundenstandards oder hauseigenen Erfahrungen ergänzt. Die nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Gründen gewählten Grenzwerte der Störstrahlungen und Störfestigkeiten entsprechen der elektromagnetischen Umgebung der Wohnungen, Gewerbe und leichten Industrie, zu der auch die allermeisten Einsatzorte der Geräte elektromagnetisch zählen.

Die elektromagnetische Verträglichkeit der Studer-Geräte und -Anlagen ist jedoch somit nur dann sicher gewährleistet, wenn Einsatzort samt seiner übrigen elektrischen und elektronischen Infrastruktur die EMV-Anforderungen der oben erwähnten Umgebung ebenfalls erfüllt. Werden Geräte in einer schwierigeren EMV-Umgebung (Ü-Wagen, Sendeturm etc.) eingesetzt als bei deren Konstruktion vorgesehen wurde, kann dies mit einem beträchtlichen Aufwand für Modifikation oder Installation verbunden sein. ■

SWISS SOUND

Redaktion und Gestaltung:
Marcel Siegenthaler

Desktop Publishing & -Repro:
Max Pfister

Mitarbeiter dieser

Ausgabe:
David Roth
Silvio Gehri
Paul Zwicky
Thomas Knäpfe
Jean-François Raoult
Marcel Bossart
Petr Fiala

Anschrift der Redaktion:

SWISS SOUND
STUDER
Althardstrasse 30
CH-8105 Regensdorf
Switzerland

Telefon:
+41 (0) 1-870 75 03
Telefax:
+41 (0) 1-840 47 37

Herausgeber:
STUDER PROFESSIONAL
AUDIO AG
Althardstrasse 30
CH-8105 Regensdorf
Switzerland

■ A Harman International Company

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.
Belege erwünscht.

Printed in Switzerland
10.26.1660 (Ed. 1194)

Patent News

Verfahren für die Anwendung der negativen Impedanz bei Mehrwegelautsprechern.

Die Quellenimpedanz des Verstärkers hat einen grossen Einfluss auf die Eigenschaften eines dynamischen Lautsprechers. Der Lautsprecher bildet ein mechanisches Hochpassfilter mit einer Eckfrequenz, die der Resonanzfrequenz des eingebauten Lautsprechers entspricht. Die Güte (Q) dieses Hochpasses wird vom Quellenwiderstand beeinflusst. Schon seit mindestens 1953 sind Schaltungen bekannt, welche den Quellenwiderstand so verändern, dass der gewünschte Frequenzgang entsteht.

Wird der Quellenwiderstand soweit verändert, dass ein Q von null entsteht, verschwindet der Hochpass komplett, und es entsteht ein Frequenzgang welcher dem eines Differenzierers entspricht. Die Wirkung des Differenzierers wird durch einen davor geschalteten Integrierer aufgehoben. Der Frequenzgang ist jetzt gerade. Mit dieser Massnahme verschwindet die Verzögerung des Hochpasses. Dies ist eine Voraussetzung, damit phasentreue Weichen nach Lipschitz/Vanderkooy möglich werden. Das Patent schützt aktive Mehrwegelautsprecher, welche vom Prinzip der negativen Impedanz in mehr als nur dem Tieftonbereich Gebrauch machen. Dieses Patent von Paul Zwicky und Roger Schultheiss wurde unter der Nummer 5,129,005 am 7. Juli 1992 beim US-Patentamt registriert.

Paul Zwicky

Verfahren für die Anwendung der negativen Impedanz bei offenen Lautsprechergehäusen.

Bekanntlich haben Lautsprecher eine untere Grenzfrequenz. In geschlossenen Gehäusen wirkt das Luftpolster als Rückstellkraft auf die Membran. Dadurch erhöht sich die Eigenresonanz des Lautsprechers. Damit wird auch die untere Grenzfrequenz angehoben. Durch die Einführung einer Gehäuseöffnung mit genau bemessenem Luftvolumen entsteht ein System, welches unter dem Namen Bassreflex bekannt ist. Die untere Grenzfrequenz ist tiefer und der akustische Wirkungsgrad ist besser. Leider weisen Bassreflexsysteme unzulässig hohe Gruppenlaufzeit-Verzerrungen auf. Das heisst, die tiefen Töne werden verzögert abgestrahlt. Unpräzise Bässe sind die Folge. Mit dem Mittel der negativen Impedanz lässt sich dieser Fehler beheben. Leider war dies bisher nur bei geschlossenen Gehäuseausführungen möglich. Das Patent beschreibt einen Weg wie die Gruppenlaufzeit-Fehler vermieden werden können, ohne auf die akustische Unterstützung durch den Helmholz-Resonator verzichten zu müssen. Damit gelingt es, auch kleine Lautsprechergehäuse mit einem kraftvollen Bass auszustatten, ohne dass dabei die Einschwingzeit darunter leidet. Das System wird im Lautsprecher A623 verwendet.

Dieses Patent von Roger Schultheiss und Paul Zwicky wurde unter der Nummer 5,181,251 am 19. Januar 1993 beim US-Patentamt registriert.
Paul Zwicky