

SWISS SOUND

NEWS AND VIEWS FROM SWITZERLAND

STUDER REVOX

86th AES Convention, Hamburg

Fenster zur Audiowelt



Auf 153 m² Standfläche wurden Studer Revox Produkte einem interessierten Fachpublikum vorgeführt.

Vom 7. bis 10. März 1989 fand bereits zum vierten Mal in Hamburg der Weltkongress der Audiospezialisten AES (Audio Engineering Society) statt.

Mit einer Beteiligung von über 250 Ausstellern und mit mehr als 80 Fachvorträgen gehörte die AES Convention in Hamburg zu den weltgrössten Fachaussstellungen dieser Art. Gegenüber der letzten europäischen Ausstellung in Paris 1988 hat sich der Umfang wiederum um 10% erhöht. Vergleicht man den Umfang mit der letzten AES in Hamburg 1985, so ist gar eine Steigerung um 45% zu verzeichnen – kein Wunder, dass das CCH (Congress Center Hamburg) aus allen Nähten platzte. Allerdings hat der Besucherstrom seit der letzten AES in Paris eher stagniert – der kurze zeitliche Abstand zur Tonmeistertagung im November 1988 könnte dafür verantwortlich sein.

Der AES gehören zurzeit weltweit über 10000 Mitglieder aus Industrie und vor allem Tonmeister und Toningenieur von Rundfunk, Fernseh- und Tonaufnahmestudios an, in Europa etwa 2200. Weltweit gibt es 44 Sektionen in insgesamt 71 Ländern.

Studer Revox Präsenz auf der Ausstellung

Auf 153 m² Standfläche sind professionelle Studer Produkte und Revox Produkte für den professionellen Einsatz ausgestellt worden. In fünf Sektoren aufgeteilt gelangten Geräte und Systeme

für PCM/PQ Editing, Synchronisation/Tonnachbearbeitung, Tonbandmaschinen, Mischpulte und CD-Produkte/Peripherie zum Einsatz. In einem weiteren Sektor wurden erstmals im Verband mit den Studer Produkten auch die verschiedenen Geräte der Revox Serien C270 und PR99 MKIII demonstriert.

Studer Revox Fachreferate

Im Bereich Fachvorträge sind zwei Referate von Studer Mitarbeitern gehalten worden: K.O. Bäder sprach über «Ein neues subjektives Lautsprecher-Testexperiment» (A New Subjective Loudspeaker Test Experiment) und Dr. C. Musialik über «Audiosignalbearbeitung und Fehlerverdeckung in Digitalrecordern unter Anwendung von Mehrzweck-DSPs» (Audio Signal Processing and Error Concealment in Digital Recorders using General Purpose DSPs). Über dieses Referat sind AES Preprints erhältlich.



Die Studer Revox Vertretertagung war ein wichtiger Beitrag zur Information und für die gegenseitige Kommunikation.

Studer Revox Vertretertagung

Die Gelegenheit der «konzentrierten Audio-Atmosphäre» über Hamburg wurde ganz direkt auch zur Vorstellung neuer Studer Revox Produkte mit Schwerpunkt Verkaufsargumente und Strategie wahrgenommen. Aus aller Welt trafen sich über 50 Mitarbeiter aus 26 Tochtergesellschaften und Vertretungen zu einem reichbefruchteten Meeting. In sieben Referaten sind die Teilnehmer in neue Entwicklungen, Ansichten und Strukturen eingeweiht worden.



Dieses Studer 900 Mischpult gehört zur Infrastruktur des CCH (Congress Center Hamburg). Dieses war übrigens eines der ersten ausgelieferten Mischpulte der Serie 900.

In den Rahmen dieser Vertretertagung fiel auch die Ankündigung vom Wechsel in der Führung der STUDER REVOX AMERICA INC. an Tore B. Nordahl und die Mitteilung, dass AEG Olympia ihre Aktivitäten auf dem Gebiet der Studio-Magnetbandtechnik einstellt und diese an die Studer Gruppe übergibt (siehe auch Pressemitteilung in dieser Ausgabe).

Marcel Siegenthaler

SWISS 26 SOUND

In dieser Nummer lesen Sie:

	Seite
• Magnetophon bei Studer	2
• Lautsprecher oder Schallwandler?	2
• Monitor-Schallwandler A723	3
• Serbus-Datenkommunikation	6
• Run Processing	8
• Who's who?	11
• Neue Patente	12

Presse-Information

AEG Olympia stellt Aktivitäten auf dem Gebiet der Studio-Magnetbandtechnik ein.

Die AEG Olympia AG wird zum 1. April 1989 ihre Geschäftsaktivitäten im Bereich Magnetbandtechnik in Konstanz aufgeben.

Die analogaufzeichnenden Geräte werden noch bis zum Auslaufen der jetzigen Modellreihe in Konstanz produziert und zukünftig von den Firmen STUDER REVOX GmbH in Löffingen (Deutschland) und STUDER INTERNATIONAL AG in Regensdorf vertrieben. Diese Firmen werden auch den Service und die Ersatzteilversorgung durchführen.

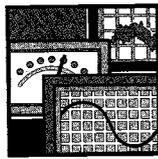
Service und Ersatzteilversorgung der Digitalgeräte ist durch das Fachgebiet Inbetriebsetzung und Service im Geschäftsbereich Industrietechnik der AEG in Hamburg sichergestellt.

AEG Olympia hat im Bereich Magnetbandtechnik einen Umsatz von 20 Mio. DM und beschäftigt rund 60 Mitarbeiter.

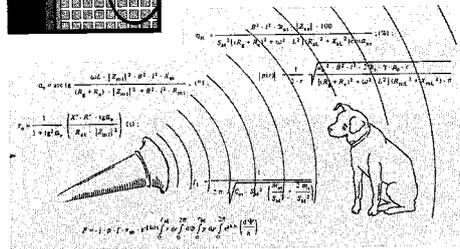
Von AEG zu Studer:

AEG war Pionier der Tonband-Technologie

Im Bereich der magnetischen Aufzeichnung von Tonsignalen hatte AEG bereits 1936 zusammen mit der I. G. Ludwigshafen (BASF) den Durchbruch zur modernen Technologie geschafft. Damals wurde versuchsweise erstmals ein öffentliches Konzert aufgezeichnet, dessen Wiedergabe, wie die Werkzeugzeitung der BASF berichtete: «...mit überraschender Klarheit und Reinheit» erfolgte. Laufwerk und Elektronik wurden damals von der AEG-Telefunken Berlin entwickelt, während das verwendete Band aus den Laboratorien der BASF stammte. Damit war mit dem «Magnetophon» der Grundstein für die moderne Tonband-Gerätetechnik gelegt. Die für die hochwertige Aufzeichnung erforderliche Hochfrequenz-Vormagnetisierung



Lautsprecher oder Schallwandler?



Die Frage ist provokativ. Aber nicht ausschliesslich. Vor dem Hintergrund neuester Entwicklungen ist diese Frage aktuell, auch wenn der Autor damit ein Thema anschnieidet, das schon oft diskutiert worden ist. Es ist ein heisses Eisen geblieben.

Vom «musikalischen» Gedanken bis zur Reproduktion eines Werkes ist ein langer Weg. Zu den einzelnen Stationen auf diesem Weg möchte ich einige Grundsätze objektiv in Erinnerung rufen.

Texter, Komponist und Arrangeur sind die ersten Künstler, welche an der Erschaffung eines Werkes beteiligt sind. Jeder beherrscht sein Handwerk und benutzt es als Werkzeug, um seine künstlerischen Ideen einzusetzen. Die Musiker und Sänger setzen die noch abstrakten Werte in akustische um. Sie interpretieren und modellieren das Original, werden sich aber davor hüten, klare Vorgaben wie Text oder Tonfolge zu verändern. Vielfach greift bei diesem Vorgang ein Dirigent ein. Die Akustik des Raumes spielt auch mit. Damit hat auch der Architekt Einfluss genommen. Das Konzert kann beginnen.

Soll die Aufführung gespeichert und später in einem Wohnraum abgespielt werden, stellen sich grosse Probleme.

wurde erst 1940 durch Zufall von Braunnühl und Weber entdeckt. Doch zu der Zeit war Krieg; die Entwicklungen gingen erst nach Kriegsende in Amerika weiter (was die System-Masseinheiten nach dem Zollsystem erklärt) und kamen anschliessend zurück nach Europa.

1948 gründete Willi Studer seine Fabrik für elektronische Apparate und begann 1949 vorerst damit, amerikanische Tonbandgeräte für den europäischen Markt umzubauen.

Marcel Siegenthaler

Das sehr differenzierte Erlebnis eines Konzertbesuches muss stark vereinfacht werden, damit es sich in einem Wohnraum reproduzieren lässt. Diese Aufgabe übernimmt der Tonmeister. Er versteht die Anliegen der Kunst und kann auf Grund seiner physikalisch-technischen Ausbildung das Klangergebnis so einfangen, dass es über zwei Kanäle in Stereo im Wohnraum abgespielt dem Zuhörer ein gutes Abbild der Darbietung liefert. Da das Resultat aus physikalischen Gründen nicht genau sein kann, muss der Tonmeister bei seiner Arbeit auf das Klangbild Einfluss nehmen. Er wird hiermit quasi zum Mitinterpreten. Er übernimmt eine grosse künstlerische Verantwortung.

Die HiFi-Kette

Der Tonmeister ist das letzte Glied einer Kette von Leuten, welche künstlerische Beiträge liefern. Nachher geht es lediglich darum, mittels der HiFi-Kette sicherzustellen, dass der Höreindruck im Wohnraum zu Hause demjenigen entspricht, welchen der Tonmeister im Regieraum subjektiv als richtig empfunden hat. Das ist nur möglich, wenn er weiss, was ein Wohnraum ist und wie die Lautsprecher dort angeordnet sind. Die Eigenschaften eines mittleren Wohnraumes sind bekannt und als Normwerte festgehalten. Die Aufstellung der Lautsprecher in bezug auf den Zuhörer ist darin ebenfalls festgelegt. Diese Norm, angewendet auf den Regieraum, ermöglicht es dem Tonmeister, genau dasselbe zu hören wie der Zuhörer zu Hause. Idealerweise müssen dazu zwei Bedingungen erfüllt sein:

1. Die elektrische Übertragung erfolgt ohne merkliche Qualitätseinbusse.
2. Die Wiedergabe der Lautsprecherpaare im Regieraum und zu Hause erfolgt ohne merkliche Qualitätseinbusse oder sie haben wenigstens identische Mängel.

Die Eigenschaften der HiFi-Kette

Schliessen wir zunächst die Lautsprecher einmal aus. Wir wissen, dass die Übertragungseigenschaften so gut sein sollen, dass mögliche Mängel unhörbar sind. Wo liegt diese Grenze? Das ist schwer zu beantworten. Versuchen wir einmal herauszufinden, was allgemein als ungenügend empfunden wird. Ein Vorverstärker beispielsweise, der einen Klirrfaktor von mehr als 0,1% aufweist, müsste eigentlich aus dem Verkehr ge-

nommen werden. Oder ein CD-Spieler, dessen Nadelpulswiedergabe im Bereich bis zu $25\mu\text{s}$ Unsymmetrien aufweist, ist bestenfalls als Zweitgerät zu gebrauchen. Einen FM-Tuner, dessen Frequenzgang bei 15kHz einen Abfall von 0,5dB aufweist, müsste man als Gebrauchtgerät anbieten. Eine Endstufe, welche mit komplexer Last einen Rechteckpuls von 10kHz verformt, vererbt man am besten vorzeitig.

Zurück zum Lautsprecher. Niemand wagt an den Lautsprecher dieselben Massstäbe anzulegen wie an die übrigen Glieder der HiFi-Kette. Das Resultat wäre katastrophal. Frequenzgangfehler von bis zu 10dB sind bei Lautsprechern normal. Klirrfaktoren im Bereich von einigen Prozenten werden toleriert. Pulse werden bis zur Unkenntlichkeit verändert. Kein Wunder, dass angesichts dieser Situation an Stelle der objektiven Messwerte subjektive Begriffe aus der Gefühlswelt treten, wie sie beispielsweise in der Gastronomie oder für bildende Künste üblich sind. Damit werden Lautsprecher mit «angenehm, warm, präsent, weiträumig, frisch, dominierend» oder umgekehrt «gepresst, aggressiv, nervend, klanglich isoliert, lästig, hässlich» bewertet.

Beantwortung der Titelfrage

Die rein subjektive Beurteilung von Lautsprechern ist notwendig geworden, weil es der Industrie nicht gelang, Lautsprecher zu bauen, welche dieselbe Qualität der Übertragungseigenschaften aufweisen wie die übrigen Glieder der HiFi-Kette. Das hat jede Menge Erfinder gereizt, selbst Lautsprecher zu bauen. Jeder legt auf eine andere Eigenschaft besonderen Wert und vernachlässigt wieder andere. Ja, sogar Bastler haben eine Chance, dem Stand der Technik entsprechende Produkte herzustellen. Vieles, was heute auf dem Markt als «Lautsprecher» angeboten wird, entspricht leider diesem Niveau.

Höhere Anforderungen, wie sie für die übrigen Glieder der HiFi-Kette selbstverständlich sind, werden nur durch sogenannte «Schallwandler» erfüllt. Sie sind technisch spezifizierbar und haben es nicht nötig, mit abstrakten nicht quantifizierbaren Begriffen qualifiziert zu werden. Schallwandler zu bauen ist nur unter Einsatz von grossem technischem und finanziellem Einsatz möglich.

Paul Zwicky



Studer A723 - Professioneller Monitor-Schallwandler

Der Schallwandler



Jedes System der Audiokette, mit Ausnahme von Effektgeräten und Korrekturen bekannter Verzerrungen (z.B. RIAA-Phonoentzerrung), hat die Aufgabe, ein Signal ohne Änderung seines Informationsgehalts an den Ausgang zu übertragen. So einfach und klar die Bedingungen sind, so aufwendig kann die Realisierung werden. Unser Projektleiter des professionellen A723 zu diesem Thema:

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die folgenden Bedingungen - ihrer Bedeutung nach geordnet - erfüllt werden:

- keine linearen Verzerrungen (frequenz- und richtungsunabhängiger Amplitudengang)
- unveränderter spektraler Gehalt (keine harmonischen Verzerrungen, Intermodulationen usw.)
- keine Dispersion (konstante Gruppenlaufzeit)

Die Tatsache, dass ein Lautsprecher auch ein solches Glied darstellt und somit denselben Regeln unterworfen ist, wird meistens völlig übersehen.

Bei der Entwicklung des A723 war die Aufgabe also nicht, einen Lautsprecher zu bauen und ihm dann ein gefälliges Klangbild zu schneiden, sondern vielmehr einen Schallwandler zu konstruieren, der dem oben erwähnten Ideal möglichst nahe kommt.

Allgemein

Dieser Beitrag soll die Besonderheiten des A723 herausheben. Um nicht allzuweit ausholen zu müssen, werden einige Erkenntnisse als bekannt vorausgesetzt:

- Infolge von Bündelungserscheinungen und Partialschwingungen der Membrane muss das Audiospektrum auf mehrere Wege aufgeteilt werden. Bei der A723 sind es deren drei mit den Trennfrequenzen 300Hz und 3kHz.
- Die Box muss aktiv arbeiten, damit die physikalischen Fehler gezielt bekämpft werden können.
- Das Gehäuse muss stabil und resonanzarm sein.

Als professioneller Monitor besitzt der A723 ausserdem einen symmetrischen Eingang, verschiedene Einstellregler und Schutzschaltungen.

Der reale Schallwandler

Betrachtet man nun ein solches Mehrwegesystem genauer, so lassen sich vier Problemkreise erkennen:

- 1) Frequenzweichen
- 2) akustische Laufzeitdifferenz zwischen den Chassis, bedingt durch ihren mechanischen Aufbau
- 3) Amplituden- und Phasengang der Chassis
- 4) Nichtlinearitäten der Chassis und der Box

Um das gesteckte Ziel zu erreichen, müssen die vier Punkte gemeinsam optimiert werden, denn Teilkorrekturen gehen, ausser bei den Nichtlinearitäten, in den verbleibenden Fehlern wieder unter. Es ist also z.B. wenig sinnvoll, den Hochtöner mechanisch zurückzusetzen, um die Signal-Laufzeitdifferenz zum Mitteltöner auszugleichen, ohne auch die Frequenzweichen und die Chassis zeitlich in Ordnung zu bringen.

Ausgehend von den eingangs gestellten Forderungen sollen nun die Konsequenzen für diese vier Fehlerquellen besprochen werden.

Verzerrungen

Obwohl weniger wichtig als der Frequenzgang, betrachten wir zuerst die Verzerrungen, da sich zumindest eine

Massnahme auch auf Amplitude und Phase des Chassis auswirkt, was für die weiteren Verbesserungen von grosser Bedeutung ist.

Verdeckungseffekte und der ohnehin hohe Oberwellenanteil in der Musik sorgen dafür, dass das Ohr nicht sehr empfindlich auf nichtlineare Verzerrungen reagiert. Dennoch handelt es sich um Fehler, die weit über der anerkannten Hörbarkeitsgrenze von 0,1% liegen.

Ausserdem treten nicht nur harmonische Verzerrungen auf, sondern auch Intermodulationen. Diese sind weitaus gefährlicher, da auch subharmonische Anteile entstehen, die praktisch nicht maskiert werden und erst noch Frequenzen enthalten, die in keinem natürlichen Verhältnis zum Originalspektrum stehen. Solche Verzerrungen können sich beispielsweise durchaus als starker, wenn auch unsauberer Bass äussern.

Entstehungsort der nichtlinearen Verzerrungen ist vor allem das Chassis selbst (Bild 1):

- Magnet
 - Inhomogenes Magnetfeld: Je nach Stellung wird die Schwingspule von unterschiedlichen Magnetfeldern durchflossen
 - Magnetfeldmodulation durch den Schwingspulenstrom: Die im magnetischen Kreis eingetauchten Windungen erzeugen im Eisen ein Feld, das je nach Polarität des Stromes die Gleichfelderregung schwächt oder verstärkt. Die Folge ist ein von der Stromrichtung unabhängiger Kraftvektor, was sich in k_2 -Verzerrungen äussert.
- Nichtlinearitäten der Rückstellkräfte: Dazu gehören die Federkräfte der Membranaufhängung und des Luftpolsters im Gehäuse (Adiabatik).

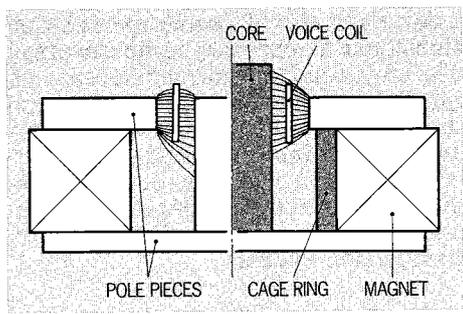


Bild 1: Massnahmen zur Linearisierung beim Schwingspulenantrieb.

Die Fehler im Motor lassen sich nur durch konstruktive Massnahmen verbessern. So z. B. symmetriert eine Kern-

verlängerung das Magnetfeld, und ein Kurzschlussring verringert die Modulation der Felder ganz erheblich.

Der Einfluss der Rückstellkräfte könnte eliminiert werden, falls es möglich wäre, der Membrane eine dem Signal proportionale Schnelle aufzuprägen. Dies gelingt auch tatsächlich, indem man dem Verstärker eine negative Ausgangsimpedanz verleiht, die im Idealfall in Betrag und Phase der Schwingspulenimpedanz entspricht. In der Praxis sind Kompensationsgrade von 80...90% möglich.

Das Prinzip der negativen Impedanz basiert auf einer Laststrommessung. Ein grosses Problem stellt hierbei die Temperaturabhängigkeit des Schwingspulenwiderstandes dar. Erst lange Versuchsreihen förderten einen Strommesswiderstand zutage, der den Verlauf genügend genau nachbildet. Wie die IM-Messungen (Bild 2) zeigen, hat sich der Aufwand jedoch gelohnt, konnte doch beim Schallwandler A723 der Intermodulationsabstand um ca. 10dB gegenüber einem konventionellen Konzept verbessert werden. Weitere Vorteile der negativen Ausgangsimpedanzen sind die absolute Unempfindlichkeit der Membranen gegen äussere Anregungen und die Linearisierung des Amplituden- und Phasenganges der Chassis.

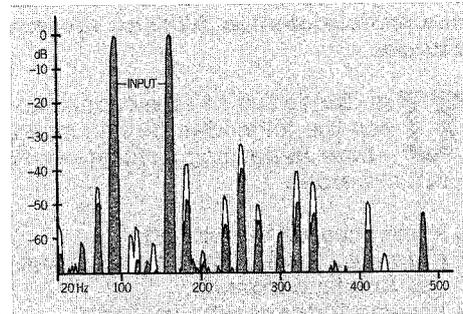


Bild 2: IM-Verzerrungen.

Amplitudengang

Der Amplitudengang, in unserem Fall Schalldruck als Funktion der Frequenz, sollte überall im Raum einen linearen Verlauf aufweisen. Da es den Kugelstrahler für das gesamte Frequenzspektrum nicht gibt, stehen diesem Ideal einige physikalische Probleme entgegen: Die Chassis sind örtlich versetzt, sie bündeln den Schall abhängig von der Frequenz; die akustischen Laufzeiten bis zum Standort des Hörers sind unterschiedlich usw. Es wird also nur in einer begrenzten Umgebung der Hauptabstrahlachse möglich sein, brauchbare Verhältnisse zu erzielen.

Stellvertretend sollen $\pm 30^\circ$ horizontal und $\pm 10^\circ$ vertikal untersucht werden. Sind die einzelnen Systeme wie bei dem A723 vertikal angeordnet, so hängt die horizontale Abstrahlcharakteristik praktisch nur von der Qualität der Systeme ab (Bild 3a, b).

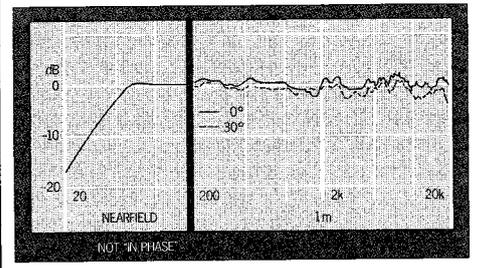
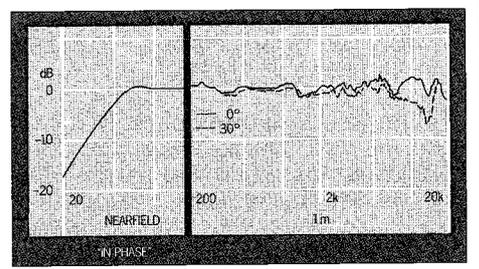


Bild 3: Frequenzgang 0° und 30° horizontal.

In vertikaler Richtung hingegen erhält man im Übergang zwischen den Frequenzbereichen ein gebündeltes Summensignal (Dipol, Bild 4). Dieser Effekt lässt sich zwar nicht verhindern, aber man kann ihn möglichst klein halten und vor allem dafür sorgen, dass sich die Richtung der Keule nicht mit der Frequenz ändert. Denn ein solcher, im Raum tanzender Strahl kann das Klangbild und die Ortung der Schallquellen erheblich beeinträchtigen.

Abhilfe schaffen zwei Massnahmen - einzeln, oder noch besser, kombiniert:

- Der Abstand zwischen benachbarten Chassis sollte so klein wie möglich sein. Sind die Wellenlängen (λ) im Übergangsbereich nämlich wesentlich grösser als die Entfernung der Schallzentren, so entsteht gar keine Keule.
- Die Signalanteile des Tief- und Hochpasses müssen «In Phase» sein - was übrigens nicht mit Phasenlinearität zu verwechseln ist!

Die zweite Forderung verlangt, dass die Summe aller Phasenfelder zwischen zwei Systemen zu Null gemacht wird. Es genügt also leider nicht, eine «In-Phase»-Weiche (z. B. Linkwitz-Riley-Filter) zu bauen, sondern es müssen auch die weiteren Fehler im Signalpfad ausgeräumt werden. Dazu gehören die Ver-

zögerung des näher beim Hörer liegenden Schallzentrums (Bild 4, Tweeter) und die Linearisierung der Einzelchassis. Natürlich gelten diese Aussagen nur für die gewählte Hauptabstrahlrichtung.

Die Korrektur der Chassis übernimmt – wie aus dem letzten Kapitel bekannt – die negative Impedanz. Die nötigen Verzögerungszeiten liefern sehr präzise Kaskaden von Allpässen 4. Ordnung (Bild 5a, b). Der Tief-Mitteltton-Übergang zeigt leichte Abweichungen vom Ideal, obwohl die Chassisabstände mit ca. 21 cm genügend klein sind (λ bei 300Hz ca. 1,1 m). Aber die «In-Phase»-Bedingung wurde der Phasenlinearität geopfert. Bei diesen tiefen Frequenzen haben wir es allerdings nur mit einem leicht deformierten Kugelfeld und nicht mit einer schmalen Keule zu tun. Die «Ausleuchtung» des Raumes wird also nur unwesentlich beeinflusst.

Um so schöner präsentiert sich dafür der wichtige Mittel-Hochton-Bereich, obwohl die Wellenlängen (λ bei 3kHz ca. 11 cm) hier schon sehr klein sind. Die «In-Phase»-Bedingung konnte trotz phasenlinearen Filtern optimal eingehalten werden.

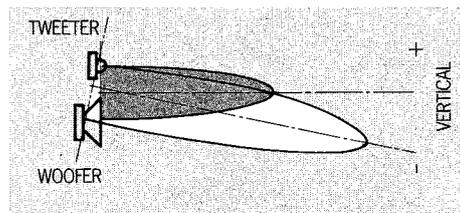


Bild 4: Abstrahlkeule.

Dispersion

Diese dritte Forderung geht noch einen Schritt weiter und verlangt zusätzlich noch ein gleichzeitiges Eintreffen aller Frequenzen des Audiobereichs. Das heisst die Gruppenlaufzeit soll konstant sein.

Unsere \sin^2 -Pulsmessungen an konventionellen Lautsprechern zeigten, dass Impulse bis zum zehnfachen ihrer ursprünglichen Dauer «verschmiert» werden können und ausserdem ganz andere (neue) Amplitudenverhältnisse entstehen. Transiente Signale sind so nicht wieder zu erkennen (Bild 6a, b)! Eine grosse Gefahr bei allen nicht-phasenlinearen Mehrwegesystemen liegt zudem in den voreilenden Oberwellen, die schon sehr früh als Vorechos hörbar werden. Wie wir gleich sehen werden, ist der Grund für dieses Verhalten in der Frequenzweiche zu suchen.

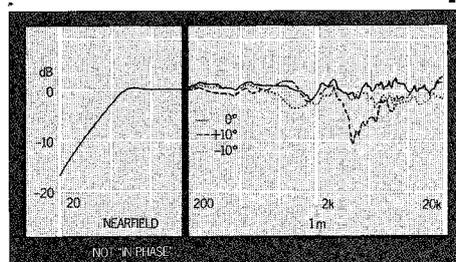
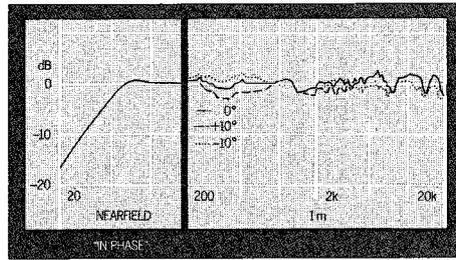


Bild 5: Frequenzgang 0°, +10° und -10° vertikal.

Phasenlineare Weichen sind im Prinzip ohne weiteres zu realisieren. Sollen die Weichenflanken aber zudem noch steil sein (≥ 12 dB/Okt), damit die Chassis wirksam gegen Frequenzen geschützt werden, die sie nicht mehr übertragen können, treten Probleme auf.

Im allgemeinen weisen alle Filter eine nach hohen Frequenzen abnehmende Gruppenlaufzeit auf. Diese Zeit ist bei tiefen Frequenzen proportional zur Filtergrenzfrequenz. Für einen Tiefpass bedeutet dies eine Verzögerung im Durchlassbereich, für den Hochpass hingegen ist die Laufzeit im Durchlassbereich nahezu Null. Darin liegt der Grund für die Vorechos.

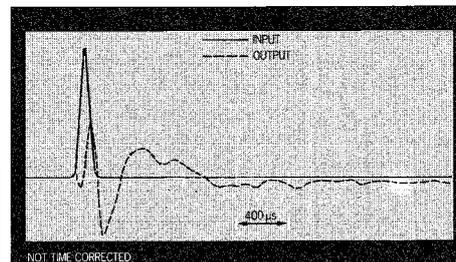
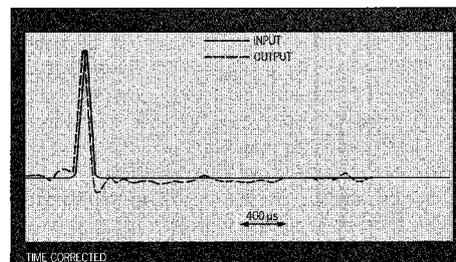


Bild 6: Sin²-Pulsbilder.

Die hohen Frequenzanteile müssen also um die Gruppenlaufzeit des Tiefpasses verzögert werden, falls sie gleichzeitig wie die Tiefen beim Hörer ankommen sollen. Das führt aber sehr schnell zu einem immensen Aufwand.

Beispiel: Ein Butterworth Tiefpass 2. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 300Hz besitzt eine Gruppenlaufzeit von ca. 750µs bei 0Hz. Ein Allpass 4. Ordnung mit 0,05° Welligkeit – im sonst linearen Phasenbereich – erreicht bei einer Bandbreite von 20kHz eine Verzögerungszeit von nur ca. 66µs. Zur Kompensation des Tiefpasses wäre also ein Allpass 44. Ordnung nötig! Damit wäre aber erst die eine Weiche korrigiert! Ein solcher Aufwand kommt allein schon wegen des viel zu hohen Rauschpegels nicht in Betracht. Zudem ist die Entzerrung bis in die Gegend von 20kHz notwendig, da sonst durchaus wieder hörbare Vorechos auftreten.

Nach intensiven Versuchen haben wir auf der Basis von Lipschitz-Vanderkooy-Weichen (Subtraktion des Tiefpasssignals vom entsprechend verzögerten Original), Filterstrukturen gefunden, die bei realisierbaren Verzögerungszeiten phasenlinear und genügend steil sind.



Roger Schultheiss (35)
 Studium der Elektrotechnik an der ETH Zürich. Nach dem Diplom 1981 Eintritt in die Firma Willi Studer AG. Seit 1985 im Applikationslabor verantwortlich für Problemlösungen im Lautsprecherbereich. Zuletzt Projektleiter für die Elektronikentwicklung des professionellen Aktiv-Monitors A723.

Fazit

Aus der Erfahrung mit konventionellen Lautsprechern, wo der Abgleich des Frequenzganges aus einer Mischung aus «Trial and Error», Erfahrung und vielen Hörproben besteht, waren wir lange Zeit im Ungewissen, wie sich das enge Korsett der oben besprochenen Bedingungen klanglich präsentieren würde. Als es dann aber soweit war, begeisterte der Schallwandler A723 auf Anhieb mit seiner Originaltreue, der guten Ortbarkeit der Schallquellen und mit seiner Impulstreue. Aber, bequem ist dieser Wandler nicht, denn er deckt schonungslos jede Unzulänglichkeit in der Aufnahme auf.

Dies hingegen ist eine Eigenschaft, die für ein professionelles Werkzeug nur von Vorteil sein kann.

Roger Schultheiss

Der erste digitale IC von Studer

Portmaster

Hinter dieser Bezeichnung versteckt sich unser erster digitaler IC. Seine Aufgabe sind serielle Busverbindungen für die schnelle und zuverlässige Datenkommunikation, speziell in Tonbandmaschinen oder für ähnlich gelagerte Steueraufgaben.

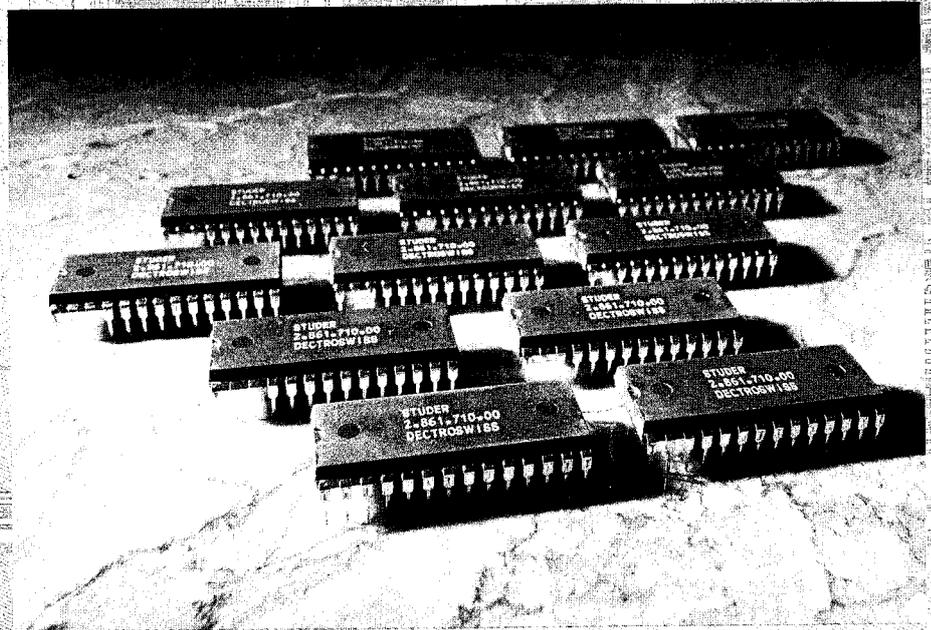
Schon in der Projektphase der digitalen 48-Spur-Tonbandmaschine zeigte es sich, dass neben der Bearbeitung der digitalen Audiodaten auch der Übertragung der umfangreichen Steuerinformationen besondere Beachtung geschenkt werden muss. Auf fast allen Prints sind Mengen von Steuerbefehlen, Zustandsanzeigen, Fehlermeldungen, Systemparameter usw. abzuholen oder auszugeben. Für den Transport dieser Daten musste ein möglichst einfaches und betriebssicheres System entwickelt werden:

Der SERBUS

Dieser serielle Bus wurde zwar für die D820-Mehrspur-Tonbandmaschine entwickelt, ist aber auch für andere grössere Systeme geeignet. Er hat den grossen Vorteil, dass er mit nur vier differentiellen Signalen bis zu 64 Teilnehmer bedienen kann (ein Teilnehmer ist normalerweise ein Print der Steuerdaten empfängt oder abzugeben hat). Der Bus kann Daten mit einer Frequenz bis 2 MHz übertragen. Er wird von einem zentralen Buscontroller gesteuert.

Der PORTMASTER

Der Portmaster ist eine Schaltung, die auf jedem Bus-Teilnehmer als Interface vorhanden ist. Sie ist einerseits der Gesprächspartner zum Buscontroller und regelt auf der anderen Seite die Feinverteilung der Daten auf dem entsprechenden Print (siehe Bild 1). Für einen Datenverkehr wird der entsprechende Portmaster vom Buscontroller mit seiner Adresse aufgerufen, worauf die Ports auf dem Print zum Bus durchgeschaltet werden.



Unscheinbar wie ICs sind, präsentieren sich auch die Studer CMOS-ICs für Bus-Systeme mit der prosaischen Bezeichnung 2.861.710.00.

Der erste kundenspezifische IC

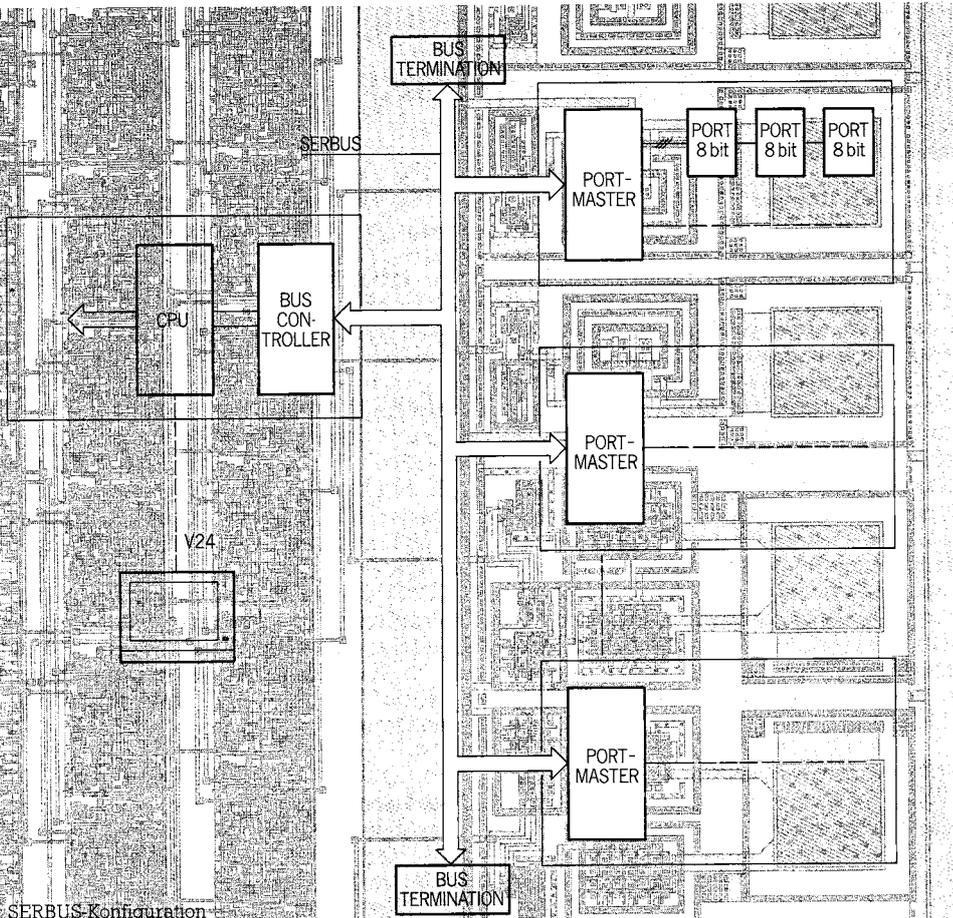
Die voraussehbare häufige Verwendung der PORTMASTER-Schaltung pro Maschine 40 bis 50 Stück – und die mögliche Anwendung auch in anderen Systemen liessen eine Integration natürlich sinnvoll erscheinen. Ins Auge gefasst wurde die Herstellung eines Gate-Arrays oder eines IC mit Standardzellen. Ohne Integration hätte die Schaltung mit 7 ICs – davon 3 PALs – realisiert werden können. Die Kostenabschätzungen im Jahr 1987 haben ergeben, dass bei einer projektierten Stückzahl von 25000 ein Gate-Array etwa gleich teuer zu stehen käme wie ein Standardzellen-IC. Weil aber die erforderlichen Bus-Treiber und -Empfänger im Gate-Array nicht zu erhalten waren, wurde die Standardzellen-Lösung gewählt. Gegenüber der nichtintegrierten Schaltung konnte so eine Verbilligung von 33% veranschlagt werden. Neben der Einsparung von Printfläche wird auch eine höhere Zuverlässigkeit erreicht.

Zusammenarbeit mit der DECTROSWISS S. A.

Die junge Firma im westschweizerischen Neuenburg ist spezialisiert auf die Integration komplexer Schaltungen und übernimmt als Generalunternehmer die Herstellung der ICs. Sie sicherte uns eine breite Unterstützung bei der Realisierung unseres ersten IC-Projektes zu. So konnten wir die Schemaeingabe und die umfangreiche Logiksimulation mit der HILO Software selber in Neuenburg durchführen und dabei auf die geduldige Unterstützung der DECTROSWISS-Ingenieure zählen. Ein spezieller Komparator mit Hysteresis und ein kräftiger Bustreiber wurden kostenlos nach unseren Spezifikationen neu entwickelt.

Für diese erste Phase setzte DECTROSWISS drei Monate ein. In der zweiten Phase – ebenfalls in drei Monaten – sollte dann das Layout, der Maskensatz, die Waferherstellung bei Intermetall, die Verpackung und der Endtest der 20 Prototypen erfolgen. Die ICs wurden in einer 2,2-Mikrometer n-Wannen CMOS-Technologie ausgeführt.

Alle Beteiligten waren natürlich äusserst gespannt, ob der Terminplan eingehalten werden konnte und vor allem ob die Schaltung dann auch funktionieren werde.

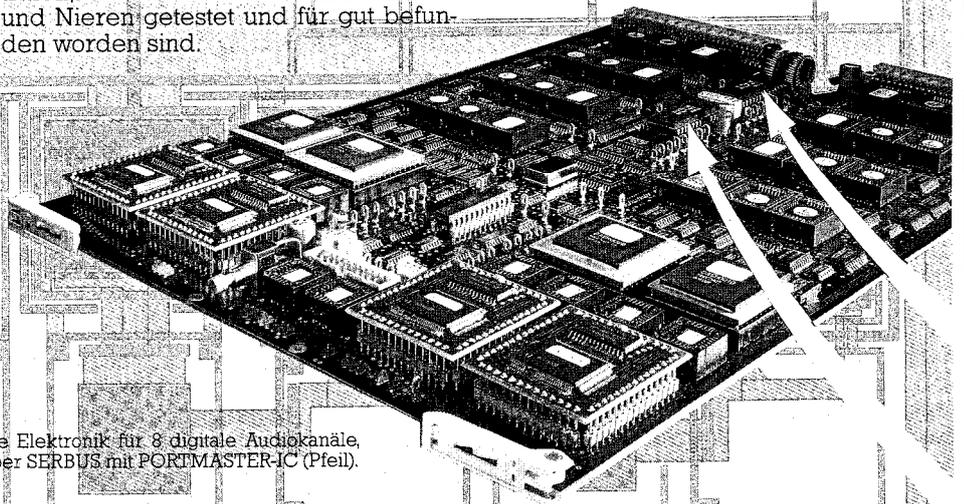


SERBUS-Konfiguration

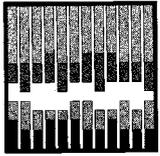
Bei der Logik-Simulation wurden zwei Probleme aufgespürt, die eine kleine Schaltungsänderung erforderlich machten. Anschliessend mussten die Simulationen natürlich wiederholt werden. Diese «Panne» war die Ursache, weshalb die 20 Prototypen mit nur zwei Wochen Verspätung gegenüber dem 6-Monate-Zeitplan in unserem Werk eintrafen, wo sie dann noch einmal auf Herz und Nieren getestet und für gut befunden worden sind.

Seither hat sich der IC in vielfachem Einsatz bereits bestens bewährt.

Hans-Peter Girsberger



Hochintegrierte Elektronik für 8 digitale Audiokanäle, angesteuert über SERBUS mit PORTMASTER-IC (Pfeil).



Robuste Methode zur Datendetektion bei der D820X

Run Processing

Als Mr. Reeves 1939 sein Patent «Puls-Code Modulation» (PCM) anmeldete, wollte er eine möglichst robuste Signalübertragung erreichen. Er schlug vor, ein analoges Signal zuerst in eine geeignete Zwischenform zu bringen, z. B. Puls-Zeit- oder Puls-Amplituden-Modulation, und anschliessend die Zeit- oder Amplitudenschritte in Zahlen umzuwandeln. Zahlen können mit nur zwei Signalzuständen dargestellt werden, man kann sie leicht manipulieren und beispielsweise mit redundanter Information schützen. Beides ist zweifellos auf PCM-Systemebene richtig. Dass damit die Problematik der digitalen Signalübertragung noch nicht gelöst ist, zeigt der folgende Beitrag des Projektleiters der D820X.

Beachtet man nämlich die Mikrostruktur einer einzelnen Informationseinheit (ein Bit) aus der Nähe, erkennt man wiederum eine Puls-Zeit-Modulation (Pulse gleicher Höhe, aber mit verschiedenen Längen). Zahlen werden eben als eine Folge von zeitlich begrenzten Amplitudenänderungen übertragen (Bild 1). Die oben beschriebene Zwischenform, die durch die PCM-Technik ergänzt und robuster gemacht wurde, taucht demnach mit aller Problematik wieder auf.

Was ist ein Run?

Die vom A/D-Wandler erzeugten Daten-Bits erfahren einen einfachen Umwandlungsprozess in eine gut übertragbare (oder speicherbare) Form. Dieser erfolgt nach dem sogenannten Modulationscode, der die Bandbreite des gegebenen Kanals (z. B. das Band) berücksichtigt (Kanalcodierung). Man erkennt in Bild 1a, dass die Information insbesondere in den Abständen zwischen zwei Übergängen enthalten ist. Das DASH-Format definiert sieben verschiedene zeitliche Abstände. Diese Abstände heissen «Run» mit dem Intervall T, wobei nur diskrete Intervalle von 3T bis 9T auftreten. T selbst ergibt sich aus der Dauer eines halben Bit der Originalinformation (Zellen). Der im DASH-Format vorgeschriebene Kanalcode hat die Bezeichnung HDM-1 (high density modulation).

Die Intervalle werden auf dem Übertragungsweg durch lineare und nichtlineare Effekte beeinflusst. Bild 1b zeigt ein dadurch verändertes Signal nach doppelter Differentiation. Diese Einflüsse bewirken, dass sich die Abstände zwischen den Übergängen (Transitionen) verändern. Bild 1c zeigt, dass die Übergänge zeitlich mit denen von Bild 1a nicht mehr übereinstimmen. Dieser Effekt wird auch als Peak Shift bezeichnet. Bei den im DASH-Format vorkommenden Flussdichten (1000 Änderungen/mm) können die Abstände so stark verschoben sein, dass z. B. ein Run von 6T als 5T oder 7T empfangen wird. Die Aufgabe des Empfängers - bei der Tonbandmaschine der Wiedergabeteil - ist es, die Abstände zwischen den Übergängen so genau wie nötig zu rekonstruieren.

Run Processing

Vorgängig kurz zur Wirkungsweise des Run Processors (Bild 4): man misst mit Hilfe des Detektors und des Run Counters die Distanzen zwischen Signalübergängen an einem repräsentativen System, das in unserem Fall aus Band, Köpfen, Aufnahme- und Wiedergabeelektronik besteht. Dabei werden die Run-Längen durch Zahlenwerte ausgedrückt (Bild 2). Der idealen Run-Länge 3T ordnet man hier den Wert 36, 4T den Wert 48, usw. zu. Die Auflösung beträgt 12 Einheiten.

Trägt man nun die Anzahl Runs in Form eines Histogrammes auf, ergeben sich Darstellungen wie in Bild 3. Daraus wird ersichtlich, wieviele Runs einer bestimmten quantisierten Run-Länge pro Zeiteinheit eingetroffen sind.

Eine der wichtigsten Annahmen, auf denen Run Processing basiert, ist die, dass sich das zu korrigierende System ebenso verhält wie die meisten natürlichen; nämlich, dass ein momentanes Ereignis nur durch eine beschränkte Anzahl von zukünftigen und vergangenen Ereignissen beeinflusst wird. Wir haben deshalb die Analyse der eintreffenden Runs weiter aufgeschlüsselt und Systeme fünfter Ordnung untersucht. Dabei werden alle Kombinationen von vorvergangenen, vergangenen, gegenwärtigen, zukünftigen und nach-zukünftigen Runs in Histogrammen dargestellt. Ein System fünfter Ordnung enthält $7 \times 7 \times 6 \times 7 \times 7 = 14406$ Kombinationen mit dem HDM-1 Code.

Kennt man nun die Auswirkungen des Übertragungssystems auf jede vorkommende Kombination, so ist es mit Hilfe einer Tabelle - deren Werte in einem Memory gespeichert sind (Bild 4) - möglich, einen Korrekturwert zu erzeugen. Dieser wird zum vorliegenden Run addiert, damit er wieder die ursprüngliche Länge aufweist.

Das vereinfachte Blockschaltbild des Run Processors zeigt Bild 5. Nulldurchgänge von ankommenden Signalen werden detektiert und im Counter von einer Zeitdauer in ein Zahl umgewandelt. Durch geeignete Verzögerungseinheiten (Blöcke «Z») wird erreicht, dass an den Eingängen eines Speichers (decision table) gleichzeitig der zukünftige, der gegenwärtige und der vergangene Run als Zahl anliegt. Daraus resultiert eine spezifische Adresse im Memory («decision table» in Bild 5) wo auf Grund der oben beschriebenen Analysen ein Run abgelegt ist, welcher dem ursprünglichen entspricht. Wir haben es also mit einer Struktur dritter Ordnung zu tun. Im Memory sind $7 \times 6 \times 7 = 294$ Kombinationen abgelegt. Die Werte im Memory wurden softwaremässig offline mit einer Struktur fünfter Ordnung ermittelt, um eine höhere Genauigkeit zu erzielen.

(Verfahren patentiert, Europäisches Patentamt, Nummer 0 148 413)

Adaptives Run Processing

Wie im obigen Abschnitt erwähnt, enthält die Korrektortabelle nur Werte eines typischen Systems. In der Praxis können die zu erwartenden Toleranzen jedoch gross sein, z. B. bei anderen Bandtypen, unterschiedlichen Köpfen und variabler Bandgeschwindigkeit. Wir haben uns deshalb entschlossen, einen ähnlich arbeitenden, jedoch adaptiven Prozessor in Serie zu einem nichtadaptiven zu schalten.

Zur Hauptaufgabe des adaptiven Run Processors gehört es, die Schwellwerte zwischen einzelnen Runverteilungen genau in die Minima zu legen (Bild 3), um die Abstandsmarge von Verteilung zu Verteilung und damit von Run zu Run optimal zu halten. Das Nachführen der Schwellwerte geschieht adaptiv und auf Grund einer noch zu erklärenden Signalstatistik. Das Kriterium für das Nachführen wird aus normalen Da-

Bild 1:
 a) Schreibsignal
 b) Lesesignal nach doppelter Differentiation.
 c) Rekonstruiertes Lesesignal zeigt die verschobenen Nulldurchgänge.

Bild 2:
 Zuweisung von Zahlenwerten für Runlängen.

Bild 3:
 Histogramm der Run-Verteilung

Bild 4:
 Nicht-Adaptives Run Processing, vereinfachte Struktur.

Bild 5:
 Nicht-Adaptives Run Processing, vereinfachtes Blockdiagramm.

Bild 6:
 Adaptives Run Processing, Struktur.

Bild 7:
 Adaptives Run Processing, vereinfachtes Blockdiagramm.

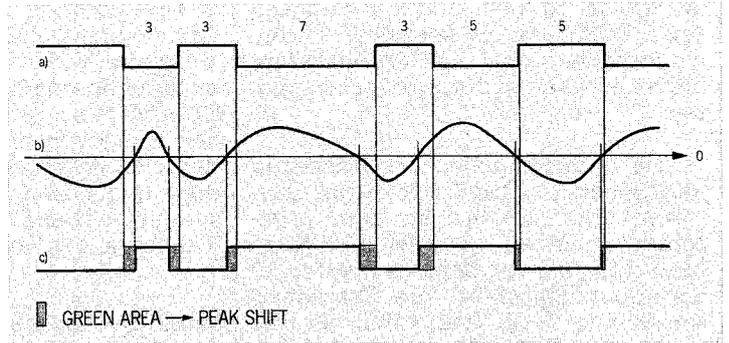


Bild 1:

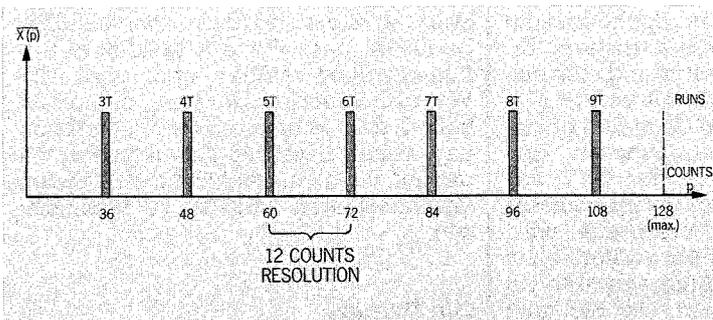


Bild 2:

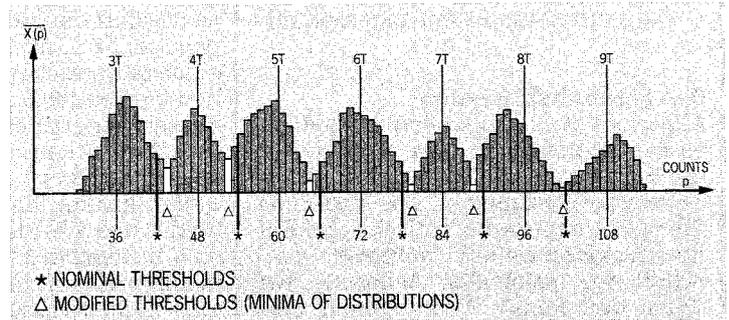


Bild 3:

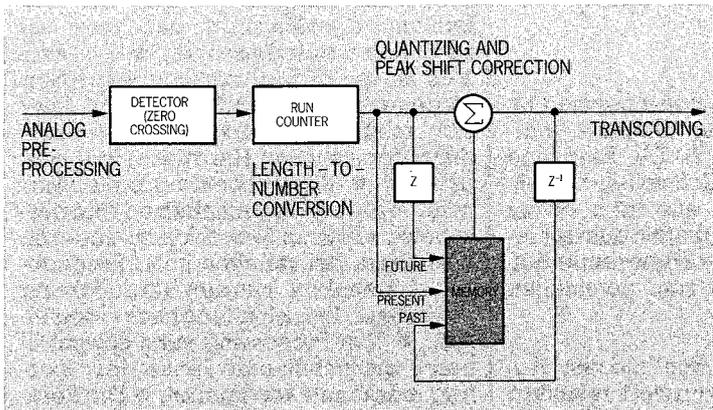


Bild 4:

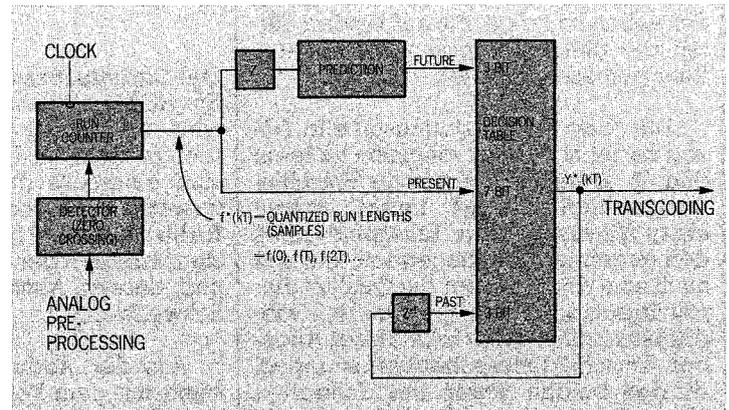


Bild 5:

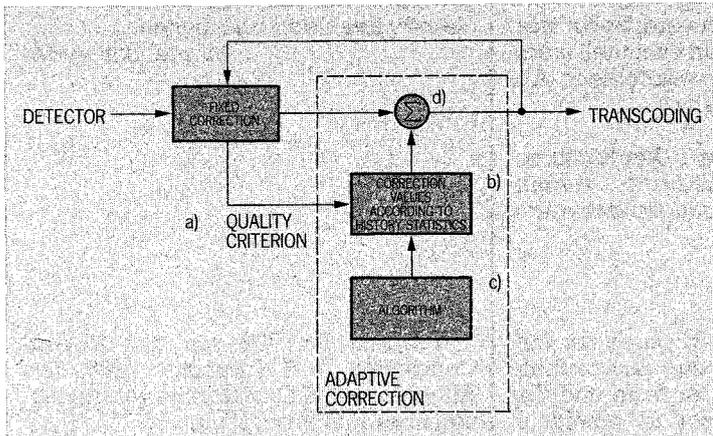


Bild 6:

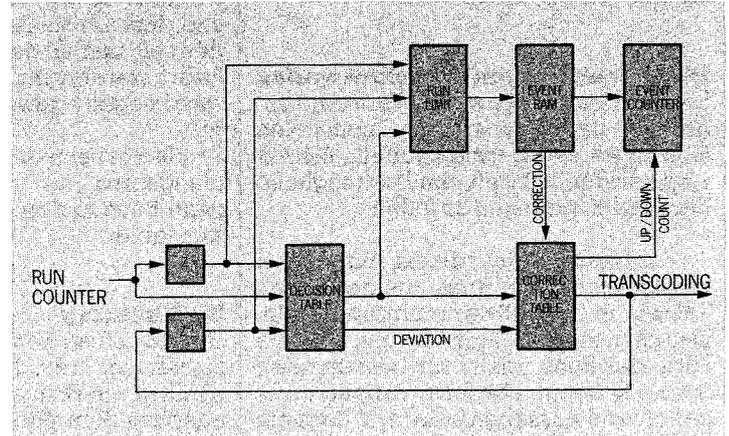


Bild 7:

ten gewonnen, man benötigt demnach keine Testphase mit speziellen Daten, um Aufschluss über die Güte der Adaption zu erhalten und um sie zu korrigieren.

Die Grundeinheiten des adaptiven Run Processors (Bild 6) sind: a) das Qualitätskriterium, welches aus dem vorgehaltenen Prozess gewonnen wird, b) die Erzeugung von Korrekturwerten, c) ein Algorithmus, der die Erzeugung steuert und d) derjenige Teil des Processors, welcher die Korrektur vornimmt.

(Verfahren zum Patent angemeldet)

Das Qualitätskriterium

Adaptives Run Processing beruht auf einer Untersuchung der statistischen Häufigkeit von als «gefährliche» Runs definierten Ereignissen. Das sind Runs, die in der unmittelbaren Nähe von Entscheidungsschwellen auftreten (± 1 Schritt der maximalen Auflösung zwischen den Runs). Wenn «gefährliche» Runs vermehrt auf einer Seite von bisherigen Entscheidungsschwellen auftreten, verschiebt der Prozessor seine Schwellen so lange, bis auf beiden Seiten die gleiche Anzahl «gefährlicher» Runs gemessen werden.

Die feste Entscheidungstabelle («fixed correction» oder «decision table» in Bild 7) enthält vorgegebene Entscheidungsschwellen und liefert sowohl einen provisorischen Entscheid über den gegenwärtig anliegenden Run wie auch eine Angabe über die Qualität dieses Entscheides. Der Korrekturteil wiederum modifiziert mit Hilfe dieser Angaben Entscheidungsschwellen so lange, bis von beiden Seiten der Schwellen identische Zahlen «gefährlicher» Ereignisse eintreffen. Wenn dies erreicht ist, hat der Prozess konvergiert.

Die Erzeugung von Korrekturwerten

Der Korrekturteil erzeugt Werte, die angeben, um wieviel die nominalen Schwellenwerte der festen Tabelle modifiziert werden müssen, um bestmögliche Run-Entscheidungen zu fällen.

Zur Durchführung dieser Aufgabe ist es notwendig, die Runs aus der festen Tabelle in Schwellenwerte umzuwandeln. Das kann nur geschehen, wenn man die Lage des Runs relativ zur bestehenden Schwelle kennt. Die feste Tabelle muss daher zwei Aussagen liefern: a) dass ein «gefährlicher» Run vorliegt und b) ob dieser Run oberhalb oder unterhalb des momentanen Schwellenwertes liegt.

Die Korrekturwerte entstehen auf Grund einer Statistik der digitalen Summenwerte (DSV) der «gefährlichen» Ereignisse oberhalb und unterhalb eines Grenzwertes zwischen Run-Kombinationen. Ereignisse, die von der linken Seite der Schwellenwerte stammen, werden addiert, und solche von der rechten Seite subtrahiert. Das Ergebnis wird in einem RAM abgelegt («event RAM» in Bild 6).

Der Algorithmus zur Steuerung der Korrekturwerte

Die oben beschriebenen Korrekturwerte beeinflussen die Korrekturtabelle nicht sofort, sondern erst, nachdem eine genügende Anzahl «gefährlicher» Ereignisse gezählt worden ist und eine eindeutige Tendenz festgestellt wurde. Modifiziert wird daher auf Grund einer statistischen Analyse vergangener «gefährlicher» Runs im «event counter» (Bild 7) den Wert 128 überschreitet, wird eine bestimmte, eventuell vorher schon modifizierte Entscheidungsschwelle um eine Einheit verschoben. Die Richtung der Verschiebung entspricht dem Gegenteil der Seite von der die Mehrzahl der «gefährlichen» Runs herkommen.

Der Signalprozessor

Ein ROM, das als Addierer verwendet wird, übernimmt diese Aufgabe («correction table» in Bild 7). Die Eingänge sind einerseits der Schwellen-Korrekturwert («correction») aus dem «event RAM» sowie - als Information aus der festen Tabelle - der zu korrigierende Run und dessen Abstand zum nominalen Schwellenwert.

Aus der Addition von diesem Abstand mit dem Korrekturwert resultiert der Abstand des Run zur aktuellen Schwelle. Erst jetzt kann entschieden werden, ob der Run «gefährlich» war und deshalb statistisch verarbeitet werden soll, und ob der Run eventuell modifiziert werden muss, wenn obiger Abstand negativ geworden ist.

Man erkennt in Bild 7 den Rückkopplungspfad für modifizierte, vergangene Runs zu den Eingängen der «decision table».

Multiplexing

Die D820X verwendet 8 Spuren zur Aufzeichnung der beiden Audiokanäle (DASH-Twin-Format). Der feste und der adaptive Run Processor ist einmal in Hardware ausgeführt und im Zeitmultiplex-Verfahren achtfach unabhängig verwendet.

a priori Information

Run Processing basiert auf einer Reihe von Annahmen über das System und wurde für die nachstehenden Voraussetzungen konzipiert:

- Kausales System, nur wenige benachbarte Ereignisse beeinflussen sich.
- Die Daten sind binär.
- Die Originaldauer der Runs ist bekannt (Codierung/Format).
- Die zu korrigierenden Intervalle weisen ein deterministisches Verhalten auf, andere Signale (z. B. Rauschen, Störungen) können nicht korrigiert werden.
- Fehlerfortpflanzung: durch den RLL-Code bleibt diese innerhalb eines Blocks.
- Es muss Konvergenz erreicht werden können. Das bedeutet, dass nur ein Maximum pro Runverteilung auftritt und dass die Wahrscheinlichkeit der Runs auf beiden Seiten des Maximums stetig verläuft, und weiter, dass der Korrekturbereich genügt, um die tatsächlich auftretenden Veränderungen wirksam zu beeinflussen.

Die Vorteile von adaptivem Run Processing

- Die Adaption erfolgt kontinuierlich, es ist keine Lernphase nötig.
- Das Fehlersignal (Qualitätskriterium) wird aus normalen Daten gewonnen.
- Der Prozess ist voll digital, benötigt keine Serviceeinstellungen und -abgleiche, lässt sich multiplexen (mehrfache Verwendung der gleichen Hardware) und integrieren.
- Run Processing bietet Vorteile bezüglich Rauschabstand (carrier-to-noise ratio) im Vergleich zu anderen Verfahren, bei welchen hohe Frequenzen angehoben werden (Zero-forcing equalizer, Decision-feedback equalizer).
- Run Processing kann sowohl lineare wie nichtlineare Fehler des Übertragungskanal korrigieren.
- Die Referenztablelle lässt sich für beliebige Kanäle modifizieren und kann schaltbar gemacht werden, um stark abweichende Kanäle zu bearbeiten.

Marcel Schneider

Preprint Nr. 2709 von der 85. AES Convention, 3.-6. November 1988, Los Angeles, enthält zusätzliche Informationen über Run Processing.



Die Studer-Gruppe

«Who's who»

Unter dieser Rubrik stellen wir Ihnen in zwangloser Folge Mitarbeiter unserer Firmengruppe und unabhängigen Vertretungen in Europa und Übersee vor:



Tore B. Nordahl

Geschäftsführer der Studer Revox America Inc., Nashville, Tennessee • geboren 1944 in Oslo, Norwegen • nach Schulabschluss Studium am Royal Norwegian Air Force Communications and Electronics College mit Diplom (1963) • 1966 Übersiedlung nach Nordamerika • seit 1988 bei Studer.

Im Verlauf seiner Karriere hat Tore Nordahl grosse Erfahrungen in der Audio-Industrie des US-Marktes gesammelt. Vor seiner Tätigkeit im Bereich Verkauf und Marketing arbeitete er in leitender Position als Konstruktions- und Entwicklungsingenieur in der CATV Industrie. Er wurde im Jahr 1975 zum Geschäftsführer der Neve Nordamerika und Aufsichtsratsmitglied der Neve UK Holding Company ernannt. 1983 baute er die Pro Audio Gruppe der Mitsubishi Electric auf und stand dieser Abteilung als geschäftsführender Direktor vor.

In seiner heutigen Position als Geschäftsführer der Studer Revox America, Inc. sieht Tore Nordahl seine Hauptaufgabe darin, Studer in verstärktem Mass dem amerikanischen Pro-Audiomarkt und seinem Bedarf näherzubringen, dem Hersteller einen ständigen Informationsfluss über neue und zukünftige Marktanforderungen zu sichern und zu erreichen, dass der professionelle Markt in den USA vermehrt die Möglichkeiten und Lösungen nutzt, die das Studer Produkteprogramm bietet.

Im Rückblick betrachtet, hat die kleine Gesellschaft in den ersten Jahren ihres Bestehens harte Zeiten durchgemacht; die Produkte, welche im nordamerikanischen Markt eingeführt werden sollten, waren von exklusiver euro-

päischer Herkunft, in kleine Stückzahlen produziert und demzufolge teurer als andere. Ausserdem fehlten manchmal gewisse Zubehörprodukte, die im amerikanischen Markt eine grosse Rolle spielen. Der Durchbruch kam, als sich einige der organisatorischen Massnahmen der Gesellschaft positiv umsetzten und ausserdem eine komplette Gerätelinie angeboten wurde. Trotz starker internationaler Konkurrenz konnte sich Studer im US-Markt plazieren. Dieses war nicht nur eine Herausforderung, sondern auch eine Belohnung für besonders harten Einsatz, gute Geschäftsstrategie und Serviceleistungen.

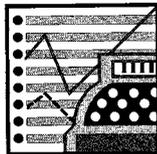
Es gibt immer wieder Möglichkeiten, die gegenwärtigen Marketingstrukturen zu verbessern. SRA's neuer Geschäftsführer hat es sich zum Ziel gesetzt, den Marktanteil für Studer und Revox zu vergrössern, zu diesem Zweck

das Verkaufspersonal für den Marktbedarf zu sensibilisieren und ausserdem zu erreichen, dass die gesamte Organisation auf die Markterfordernisse optimal eingeht. Die Mobilisierung aller vorhandenen Kräfte vermittelt SRA eine gute Position gegen den starken Hintergrund der Konkurrenz.

Dieses geschäftliche Engagement lässt Tore Nordahl keine Zeit zur Ausübung von Hobbys. Ab und zu jedoch ist er mit Ausbauprojekten an seinem Haus beschäftigt - eine seiner liebsten Freizeitbeschäftigungen.

Nach seinen Geschäftsprinzipien befragt, betont Tore Nordahl, dass «harte Arbeit sich auf vielfache Weise auszahlt; erwarte nicht, dass Deine Angestellten mehr arbeiten, als Du selbst; steh' hinter Deinen Verpflichtungen und Versprechungen; sag' die Dinge, wie sie sind».

Renate Ziemann



Studer DJ-Mischpult «on air» in Irland



Ein Studer-Mischpult der 970-Serie hat sich in der irischen Republik an den ersten Platz gesetzt und war kürzlich Mittelpunkt eines interessanten Experimentes: Radio Telefis Eireann machte die Büroräume der Studer Revox Vertretung in Dublin über Radio 2, «Pop»-Kanal der irischen Republik, für drei Stunden zum Sendestudio für landesweite Übertragung.

Um das Studer Mischpult praktisch zu erproben, wurde die nachmittägliche «Larry Gogan Show» angesetzt - bei Fans der Popmusik äusserst beliebt. Larry Gogan hatte zum ersten Mal Gelegenheit, die besonderen Eigenschaften des Studer 970-Mischpults kennenzulernen. Irlands «Top DJ» hat seinen Einsatz offensichtlich genossen. Auch Joe Buckley, Geschäftsführer der Leatech Limited, Studer Revox Vertreter in der Republik Irland, wirkte aktiv mit und hat zu-



sammen mit den Rundfunktechnikern die Sendung vorbereitet und überwacht. Vom Mischpult 970 zum draussen stationierten Übertragungswagen wurde eine direkte Verbindung hergestellt; das Büro wurde somit zum Radiostudio umfunktioniert.

Gegenwärtig vollziehen sich in Irland im Rundfunkbereich drastische Veränderungen; ein Netzwerk von kommerziellen Radiostationen ist bereit, es mit dem etablierten staatlichen Rundfunk (4 Kanäle für vier Millionen Hörer) aufzunehmen und es wird vermutet, dass bis Ende 1989 etwa zwei Dutzend neue Regionalstudios um die Gunst lokaler Hörer werben werden. Joe Buckley: «Die meisten der neuen Einrichtungen senden hauptsächlich Musik. Mit der 970-Serie hat Studer dem Rundfunk und seinen Hörern gezeigt, was machbar ist».

Joe Buckley

Neue Patente

Methode und Vorrichtung zur Synchronisation von Abtastern

Analoge Signale werden mit einer vorgegebenen Frequenz abgetastet und in digitale Signale umgesetzt. Bei der Weiterverarbeitung von solchen Signalen, wie zum Beispiel ein Mischvorgang, tritt das Problem auf, dass die beiden Signale zwar etwa die gleiche Abtastfrequenz haben, aber aus verschiedenen Quellen kommen. Für die Verarbeitung müsste eine absolute Synchronität vorhanden sein. Das lässt sich nur verwirklichen, wenn die Signalgeber untereinander synchronisierbar sind. Dies ist in den wenigsten Fällen gegeben.

Die Synchronität kann erzwungen werden, wenn nahe beieinander liegende Abtastwerte als synchron erklärt, überzählige fallengelassen und fehlende durch Duplizierung ergänzt werden. Dieses übliche Verfahren führt zu einem Qualitätsverlust.

Das patentierte Verfahren vermeidet diesen Nachteil. Ein spezieller Algorithmus schiebt und interpoliert Werte derart, dass kein Qualitätsverlust auftritt. Der benötigte Aufwand ist bescheiden.

Dieses Patent von Dr. Roger Lagadec wurde unter der Nummer 4,780,892 am 25. Oktober 1988 beim US-Patentamt registriert.

Verfahren und Vorrichtung zur Wiedergabe von digitalisierten Signalen, die als binäre Signale in Form von Pulsen übertragen werden.

Aufzeichnung und Wiedergabe von digitalen Signalen sind analoge Vorgänge. Während der Übergang Digital/Analog trivial ist, macht der komplementäre Vorgang (Analog/Digital) mehr Mühe.

Ein analoges Signal, mit einer mehr oder weniger gut erkennbaren Pulsform, muss sowohl im Hinblick auf Amplitude wie auch auf Zeit gerastert (digitalisiert) werden. Während die Amplitudennormalisierung durch einfache Massnahmen wie z.B. Begrenzung erreicht wird, müssen die Zeitmomente der Nulldurchgänge mit einem Schwungradtakt verglichen werden. Kleine Abweichungen werden gerundet.

In der analogen Signalbehandlung kann es vorkommen, dass typische Zeit-

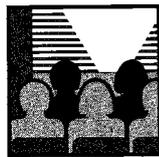
fehler eingeführt werden. Das heisst beispielsweise, dass ein Nulldurchgang durch die unmittelbare Umgebung quasi verschoben wird. Solche Fehler zu vermeiden, stellt hohe Ansprüche an den Entwicklungsingenieur. Auch der Aufwand ist beträchtlich. Insbesondere sind die notwendigen Massnahmen für jede Bandgeschwindigkeit anders.

Das patentierte Verfahren führt eine Statistik, wie die Nulldurchgänge unter Berücksichtigung der Signalumgebung

erfolgen. Da die Sollzeiten bekannt sind, lässt sich eine Korrekturgrösse ermitteln, welche es erlaubt, Verschiebungen von Nulldurchgängen rückgängig zu machen.

Diese Erfindung von Julien Piot und Dr. Roger Lagadec wurde unter der Nummer 0148413 am 22. Juni 1988 beim Europäischen Patentamt registriert.

Paul Zwicky



Studer Schulungskurse

04. 09. - 06. 09. 89 Mo 09.00 h - Mi 12.30 h A807 Tonbandmaschine Laufwerkfunktionen, Demontage/Montage des Laufwerkes, Geräteeinstellungen, Schnittstellen, Schaltungserklärungen, Fehlerbehebung.	Deutsch	06. 11. - 08. 11. 89 Mo 09.00 h - Mi 16.00 h 963 / 970 Mischpulte Anwendung, Bedienung der Module, Schaltungserklärungen, Einmessvorgang, Fehlerbehebung.	Deutsch
06. 09. - 08. 09. 89 Mi 13.45 h - Fr 16.00 h A810 Tonbandmaschine Laufwerkfunktionen, Demontage/Montage des Laufwerkes, Geräteeinstellungen, Schnittstellen, Schaltungserklärungen, Fehlerbehebung.	Deutsch	13. 11. - 17. 11. 89 Mo 09.00 h - Fr 16.00 h A820 Mehrkanal-Tonbandmaschine Laufwerkfunktionen, Demontage/Montage des Laufwerkes, Geräteeinstellung, Schnittstellen, Erklärung der einzelnen Platinen, Fehlerbehebung.	Deutsch
18. 09. - 20. 09. 89 Mo 09.00 h - Mi 16.00 h Digital Editor 4003 / PQ Editor LHH 3050 / 3055 Anwendung und Bedienung, Serviceaspekte.	Deutsch	04. 12. - 05. 12. 89 Mo 09.00 h - Di 12.30 h A727 CD-Spieler Anwendung, Schaltungserklärungen, Laufwerkfunktionen, Fehlerbehebung.	Deutsch
02. 10. - 06. 10. 89 Mo 09.00 h - Fr 16.00 h Kombinierter Kurs über: A812 ¼" / A820 ¼" Tonbandmaschinen Laufwerkfunktionen, Demontage/Montage des Laufwerkes, Geräteeinstellungen, Schnittstellen, Schaltungserklärungen, Fehlerbehebung. Hinweis: Auch die Schulung nur eines Gerätetypen erfordert die Teilnahme während der ganzen Kurswoche.	Deutsch	05. 12. - 06. 12. 89 Di 13.45 h - Mi 16.45 h A730 CD-Spieler Anwendung, Schaltungserklärungen, Laufwerkfunktionen, Fehlerbehebung.	Deutsch
09. 10. - 13. 10. 89 Mo 09.00 h - Fr 16.00 h D820X Tonbandmaschine Bedienung, Anwendung, Schaltungs- und Schnittstellenerklärungen. Wichtig Kenntnisse des Laufwerkes A820 ¼" / D820X werden vorausgesetzt.	Deutsch	Die Kurse werden nur bei einer Mindest-Teilnehmerzahl von fünf Personen durchgeführt. Alle Kurse setzen gute Grundkenntnisse in Elektronik voraus.	
23. 10. - 25. 10. 89 Mo 09.00 h - Mi 16.00 h TLS 4000 Synchronizer Funktionen und Bedienung, Anwendungen, Schaltungserklärungen, Interfaces, Fehlerbehebung.	Deutsch	<p>Redaktion: Marcel Siegenthaler Mitarbeiter dieser Ausgabe: Joe Buckley, Hans-Peter Girsberger, Marcel Schneider, Roger Schultheiss, Renate Ziemann, Paul Zwicky Anschrift der Redaktion: SWISS SOUND, STUDER INTERNATIONAL AG Althardstr. 10, CH-8105 Regensdorf Telefon (+41) 840 29 60 · Telex 58 489 stui ch Telefax (+41) 840 47 37 (CCITT 3/2) Gestaltung: Lorenz Schneider Herausgeber: Willi Studer AG, Althardstr. 30, CH-8105 Regensdorf Nachdruck mit Quellenangabe gestattet, Belege erwünscht.</p> <p>Dolby is a registered trademark of Dolby Laboratories Licensing Corporation.</p> <p>Printed in Switzerland by WILLI STUDER AG 10.23.8200 (Ed. 0489)</p>	
26. 10. 89 Do 09.00 h - 16.45 h SC 4008 Controller Funktion und Bedienung, Anwendung, Schaltungserklärungen.	Deutsch		
27. 10. 89 Fr 09.00 h - 16.45 h SC 4016 Controller Funktion und Bedienung, Anwendung, Schaltungserklärungen.	Deutsch		