



ELEKTRONIK-
MESS- UND
TONSTUDIOTECHNIK

Digitales Tonsignal-Verzögerungsgerät EMT 444





Grundüberlegungen.

Sowohl die Konzeption als auch die Nutzungsmöglichkeiten des EMT 444 werden transparenter, wenn man sie im Zusammenhang mit einigen akustischen Gesetzmäßigkeiten betrachtet. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen ist um fast sechs Zehnerpotenzen geringer als die der elektrischen Wellen. Bei Aufnahmen oder Übertragungen steht für die Primärschallquelle (Redner, Orchester o.ä.) nur in verhältnismäßig wenigen Ausnahmefällen ein in etwa reflexionsfreies Schallfeld zur Verfügung. Es muß hierbei vielmehr mit Reflexionen durch Mauern, Decken, Böden usw. gerechnet werden. Ab einer gewissen und relativ geringen Entfernung gelangt der Primär- und reflektierte Schall mit einem Zeitunterschied zum Hörstandort (Ohr oder Mikrophon). Dieser Laufzeitunterschied, Nachhall

oder Echo ist dann gegeben, wenn man von einem Schallergebnis diskrete Repetitionen erhält. Sie sind nicht nur von der Entfernung zwischen Schallquelle und reflektierender Fläche, sondern ebenso von der Zeitdauer des Schallimpulses abhängig. Die Grenze zwischen Echo und Nachhall ist daher fließend. Der unterste Wert für die Erkennbarkeit diskreter Impulse liegt bei etwa 5 ms. Stark vereinfachend gesagt, kann man daher den Nachhall als eine Zusammensetzung ganz kurzzeitiger Echos bezeichnen. Einer der Aufgaben des praktischen Aufnahme- und Übertragungsbetriebes besteht darin, die durch Schalllaufzeiten entstehende Probleme so zu beherrschen, daß einerseits eine einwandfreie Informationsklarheit und -verständlichkeit gewährleistet ist. Andererseits besteht die Möglichkeit, durch gezielte Nutzung der Laufzeiten

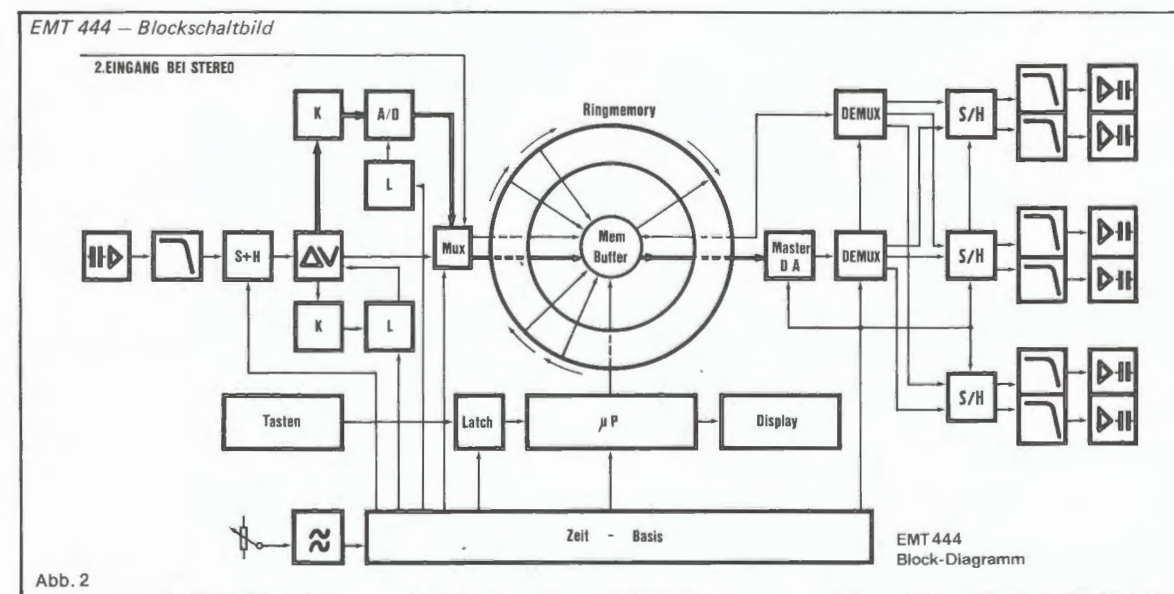
die Klangbildeffekte entsprechend den individuellen gestalterischen Vorstellungen zu erweitern und zu variieren. Zur Lösung dieser Probleme haben die Untersuchungen von Haas, die unter dem Titel "Über die Hörbarkeit eines Einfachechos bei Sprache" veröffentlicht wurden, entscheidend beigetragen. Hier wurde u.a. nachgewiesen, daß eine Wiederholung innerhalb eines ganz bestimmten Zeitbereiches nach dem Original nicht als solche erkenntlich ist, gleichzeitig aber zur Energieauffüllung und damit zur Erhöhung des Lautheitseindrucks beiträgt. Trotzdem entsteht hierbei kein höherer Leistungsbedarf für Verstärker, weil die vom Gehör als Einheit empfundenen Energiespitzen zeitlich versetzt eintreffen (Haas-Effekt). Zu lange Laufzeiten sind vor allem bei Sprachübertragungen zu vermeiden, weil dann die Sprach-

verständlichkeit gemindert wird. Der noch zulässige Laufzeitwert ist jedoch keine feste Größe, sondern u.a. von der Akustik des jeweiligen Übertragungsraumes, der Pegeldifferenz zwischen den kohärenten Schallquellen usw. abhängig. Als Richtlinie läßt sich jedoch angeben, daß bei Sprachübertragungen unter günstigen Bedingungen eine Laufzeit von 50 ms als maximale Grenze gelten sollte. Werden die Lautsprecher derart verteilt, daß eine Laufzeitverschiebung von ca. 20 ms gegeben ist, so dient dies nicht nur der Verbesserung der Sprachverständlichkeit, sondern es entsteht infolge des o.a. Haas-Effektes zugleich auch der Eindruck höherer Lautheit. Nach dem "Gesetz der ersten Wellenfront" ortet hierbei das Ohr nicht den Lautsprecher als Schallquelle, der den größten Pegel am Hörort aufweist, sondern stets den, dessen Wellen dort zuerst eintreffen. Für Übertragungen, bei denen der Zuhörer keinen Sprecher sieht, ist dies bedeutungslos. Anders wird die gleiche Übertragungs- und Ortungssituation, wenn der Zuhörer gleichzeitig den Sprecher z.B. am Rednerpult sehen kann. Rein gefühlsmäßig will er ihn auch akustisch dort orten. Die Schalllaufzeit zwischen dem Redner als Primärschallquelle und seinen Zuhö-

ren ist aber häufig größer als die von den Lautsprechern zu den gleichen Hörpunkten. Verzögert man nur die Laufzeit des elektrischen Signales zu dem bzw. den Lautsprechern, so scheinen sich – unabhängig von deren Lautstärken – ihre Schallwellen auf Grund des "Gesetzes der ersten Wellenfront" von ihnen weg in Richtung zur Primärschallquelle zu bewegen, bis sie scheinbar von dort kommen. Damit ortet der Zuhörer den Redner auch akustisch an seinem Standort. Daß ein Verzögerungsgerät für diesen Verwendungszweck wegen der unterschiedlichen Entfernungen zwischen den Lautsprechern und der Primärschallquelle mehrere in ihrer Verzögerungszeit voneinander unabhängige und zugleich genügend fein einstellbare Ausgangskanäle benötigt, bedarf nach dem Vorgesagten keiner näheren Erläuterung. Außer den wünschenswerten oder sogar erforderlichen Korrekturen bei Saal- usw. Beschallungen bietet eine entsprechend ausgelegte Tonsignal-Verzögerungseinrichtung noch eine Vielzahl weiterer und betrieblich wertvoller Nutzungsmöglichkeiten. Bevor hierauf grundsätzlich eingegangen wird, sei die zeitgemäße technische Lösung des digitalen Tonsignal-Verzögerungsgerätes EMT 444 beschrieben.

EMT 444 - Konzeption.

Der Entwickler des EMT 444 hatte den Auftrag, daß das neu zu konzipierende Digital-Verzögerungsgerät für all seine Anwendungsbereiche bei möglichst einfacher Bedienung deutlich bessere Gesamtdaten aufweisen müßte, als die bisher hierfür üblichen Einrichtungen, insbesondere die mit Magnetton-Speicher. Entscheidend für die erreichbaren Übertragungsdaten digital arbeitender Geräte ist zunächst eine ausreichend große Zahl von Digitalinformationen. Mit zunehmender Bitzahl wächst einerseits das Auflösungsvermögen für die eingespeisten analogen Tonfrequenzsignale, andererseits wird zugleich der Eigenklirrfaktor, das Modulationsrauschen usw. verringert. Damit die Qualität der Eingangssignale durch das EMT 444 nicht hörbar beeinflusst wird und die u.U. wünschenswert langen Verzögerungszeiten eingestellt werden können, ist das Gerät für die 15 Bit-Sprache ausgelegt. Hierfür liefert der Analog/Digital- (A/D) Wandler 12 Bit. Sinkt der Pegel des Eingangssignales unter einen bestimmten Bezugswert, so wird eine in drei Stufen unterteilte Erhöhung der Eingangsempfindlichkeit ausgelöst. Damit



läßt sich auch bei kleinen Signalpegeln die volle Kapazität der Digitalsprache nutzen. Diese vorerwähnte "flying comma Technik" gibt dem EMT 444 eine effektive Auflösung von 15 Bit. Der Schaltzustand dieser Empfindlichkeits- d.h. Verstärkungsumschaltung (3 Schaltpositionen + Null) wird als 2 Bit-Information ausgegeben und zusammen mit dem Digitalwort gespeichert. Die Arbeitsweise des EMT 444 sei anhand seines Blockschemas (Bild 2) besprochen. Die analoge Eingangsmodulation gelangt über einen Vorverstärker mit symmetrischem, d.h. übertragerbestückten Eingang zu einem steiflankigen Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 15 kHz. Durch dieses werden Überlagerungen zwischen den Oberwellen der Nutzmodulation und der Samplingfrequenz (32 kHz) vermieden. Hinter dem Filter durchläuft die Nutzmodulation die Sampling + Holdstufe (S+H) und gelangt von dort zu dem Verstärkerblock, in dem die Verstärkung um 0, 6, 12 und 18 dB angehoben werden kann. Der im Blockschema unter dieser Einheit gezeichnete Komparator (K) prüft, ob eine Verstärkungsänderung nötig ist und löst, falls erforderlich, in der zugeordneten Logik die entsprechenden Umschaltensignale hierfür aus. Die so gewählten unterschiedlichen vier Verstärkungswerte werden als 2 Bit-Information festgehalten und an den Multiplex- (M) Eingang weitergeleitet. Von der Verstärkungs-Umschalteinheit gelangt die Modulation über die dick ausgezogene Verbindung gleichzeitig in einen zweiten Komparator (K). Er analysiert die Analogsignale in sequentiellen Schritten nach ihrer Größe und gibt sie an den nachgeschalteten Analog/Digital- (A/D) Converter. Die ihm zugeordnete Logik steuert mit Hilfe der Zeitbasis den genauen Beginn und das Ende jeder A/D-Wandlung. Pro Abtastvorgang liefert dieser Wandler ein 12 Bit-Datenwort an den Multiplexer. Er ist ein sehr schneller, mit verschiedenen Quellen verbundener und von der Zeitbasis gesteuerter elektronischer Schalter. Die Zeitbasis bestimmt auch, auf welche Quelle (A/D-Converter, Verstärkungsschaltblock, 2. Stereoeingang) der Multiplexer gerade geschaltet ist. Vom Mul-

tiplexausgang, quasi seiner Schalterwurzel führen zwei Verbindungen zu dem im Ringspeicher angeordneten und als Trennverstärker ausgelegten Memorybuffer. Die dicker gezeichnete Verbindung führt die in Digitalsprache umgewandelte Nutzmodulation, die dünnere enthält die immer mitlaufenden 2 Bit-Umschaltedaten. Sie geben in kodierter Form Auskunft über die vier möglichen Schaltpositionen im Verstärkungsumschaltblock. Die 2 Bit-Information wird zusammen mit dem Digitalwort abgespeichert. Über den Memory-Buffer wird die immer mitlaufenden 2 Bit-Umschaltedaten, d.h. übertragerbestückten Eingang zu einem steiflankigen Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 15 kHz. Durch dieses werden Überlagerungen zwischen den Oberwellen der Nutzmodulation und der Samplingfrequenz (32 kHz) vermieden. Hinter dem Filter durchläuft die Nutzmodulation die Sampling + Holdstufe (S+H) und gelangt von dort zu dem Verstärkerblock, in dem die Verstärkung um 0, 6, 12 und 18 dB angehoben werden kann. Der im Blockschema unter dieser Einheit gezeichnete Komparator (K) prüft, ob eine Verstärkungsänderung nötig ist und löst, falls erforderlich, in der zugeordneten Logik die entsprechenden Umschaltensignale hierfür aus. Die so gewählten unterschiedlichen vier Verstärkungswerte werden als 2 Bit-Information festgehalten und an den Multiplex- (M) Eingang weitergeleitet. Von der Verstärkungs-Umschalteinheit gelangt die Modulation über die dick ausgezogene Verbindung gleichzeitig in einen zweiten Komparator (K). Er analysiert die Analogsignale in sequentiellen Schritten nach ihrer Größe und gibt sie an den nachgeschalteten Analog/Digital- (A/D) Converter. Die ihm zugeordnete Logik steuert mit Hilfe der Zeitbasis den genauen Beginn und das Ende jeder A/D-Wandlung. Pro Abtastvorgang liefert dieser Wandler ein 12 Bit-Datenwort an den Multiplexer. Er ist ein sehr schneller, mit verschiedenen Quellen verbundener und von der Zeitbasis gesteuerter elektronischer Schalter. Die Zeitbasis bestimmt auch, auf welche Quelle (A/D-Converter, Verstärkungsschaltblock, 2. Stereoeingang) der Multiplexer gerade geschaltet ist. Vom Mul-

tiplexausgang, quasi seiner Schalterwurzel führen zwei Verbindungen zu dem im Ringspeicher angeordneten und als Trennverstärker ausgelegten Memorybuffer. Die dicker gezeichnete Verbindung führt die in Digitalsprache umgewandelte Nutzmodulation, die dünnere enthält die immer mitlaufenden 2 Bit-Umschaltedaten. Sie geben in kodierter Form Auskunft über die vier möglichen Schaltpositionen im Verstärkungsumschaltblock. Die 2 Bit-Information wird zusammen mit dem Digitalwort abgespeichert. Über den Memory-Buffer wird die immer mitlaufenden 2 Bit-Umschaltedaten, d.h. übertragerbestückten Eingang zu einem steiflankigen Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 15 kHz. Durch dieses werden Überlagerungen zwischen den Oberwellen der Nutzmodulation und der Samplingfrequenz (32 kHz) vermieden. Hinter dem Filter durchläuft die Nutzmodulation die Sampling + Holdstufe (S+H) und gelangt von dort zu dem Verstärkerblock, in dem die Verstärkung um 0, 6, 12 und 18 dB angehoben werden kann. Der im Blockschema unter dieser Einheit gezeichnete Komparator (K) prüft, ob eine Verstärkungsänderung nötig ist und löst, falls erforderlich, in der zugeordneten Logik die entsprechenden Umschaltensignale hierfür aus. Die so gewählten unterschiedlichen vier Verstärkungswerte werden als 2 Bit-Information festgehalten und an den Multiplex- (M) Eingang weitergeleitet. Von der Verstärkungs-Umschalteinheit gelangt die Modulation über die dick ausgezogene Verbindung gleichzeitig in einen zweiten Komparator (K). Er analysiert die Analogsignale in sequentiellen Schritten nach ihrer Größe und gibt sie an den nachgeschalteten Analog/Digital- (A/D) Converter. Die ihm zugeordnete Logik steuert mit Hilfe der Zeitbasis den genauen Beginn und das Ende jeder A/D-Wandlung. Pro Abtastvorgang liefert dieser Wandler ein 12 Bit-Datenwort an den Multiplexer. Er ist ein sehr schneller, mit verschiedenen Quellen verbundener und von der Zeitbasis gesteuerter elektronischer Schalter. Die Zeitbasis bestimmt auch, auf welche Quelle (A/D-Converter, Verstärkungsschaltblock, 2. Stereoeingang) der Multiplexer gerade geschaltet ist. Vom Mul-

le/Hold-Stufe während einer Samplingperiode genügend Zeit für die Rückwandlung in Analogmodulation zur Verfügung. Die für alle Bausteine des Gerätes gemeinsame Zeitbasis gewährleistet die absolut synchrone Steuerung aller Schaltvorgänge. Deren von einem 4 MHz-Generator abgeleitete Sampling-Frequenz (32 kHz) kann entweder durch ein im EMT 444 eingebautes Potentiometer oder durch eine externe Gleichspannung (0 - 5 V) um $\pm 20\%$ geändert werden. Um Überlagerungsstörungen zwischen der Sampling-Frequenz und den Oberwellen der hinter den drei D/A-Wandlern wieder analogen Nutzmodulation zu vermeiden, weist jeder Ausgangskanal vor seinem Endverstärker ein steiles Tiefpaßfilter mit der Grenzfrequenz 15 kHz auf.

Die Änderung der Verzögerungszeiten durch den mit "+" und "-" gekennzeichneten Wipptasten darf naturgemäß nur dann folgen, wenn keine Information gelesen wird. Um dies sicherzustellen, liegt hinter den Wipptasten zunächst ein Flip-/Flop-Speicher (Latch). Die Zeitbasis signalisiert ihm, wann der Mikroprozessor die Änderungsbefehle übernehmen und weiterleiten kann (handshake Verfahren). Der Mikroprozessor steuert hierbei auch das Display, welches die Verzögerungszeit des betreffenden Kanals in Millisekunden anzeigt. Der Digitalteil des EMT 444 ist schaltungsmäßig außerdem so konzipiert, daß - mit Ausnahme des Stereobetriebes - zwischen Ein- und Ausgang eine Schleifenbildung möglich ist. Weiterhin kann sowohl bei Mono- als auch Stereobetrieb eine beliebige Anzahl dieser Geräte bei gleichzeitiger Durchschleifung der Taktsignale in Serie geschaltet werden. Hierdurch lassen sich Speicher- und Verzögerungsanordnungen beliebiger Zeitdauer schaffen. Eine Datenverschlechterung entsteht hierbei deshalb nicht, weil die Digitaltechnik nur mit Ein-/Aus-Information arbeitet. Das EMT 444 ist monaural aufgebaut. Falls bei Stereobetrieb nicht jeder Kanal mit ihm bestückt werden soll, läßt sich das Gerät durch den Einbau einer zweiten Eingangskarte mit A/D-Converter und einer modifizierten Digitaleinheit auch auf Stereobetrieb erweitern. Es

steht dann allerdings nur die halbe Speicherkapazität (59 kBit) und somit auch nur die halbe Verzögerungszeit, also 127 ms maximal zur Verfügung. Bei der Adaptierung auf Stereobetrieb sind die Ausgänge 1 bis 3 dem bisherigen ersten Eingang, die Ausgänge 4 bis 6 dem neu hinzugefügten zweiten Eingang zugeordnet. Über die wesentlichen Übertragungseigenschaften des EMT 444 gibt der nachstehende Datenausgang Auskunft.

EMT 444 im Studiobetrieb

Außer der bereits zu Anfang dieses Artikels erwähnten Anwendung des EMT 444 bei der Beschallung großer Flächen oder Räume findet es auch im Studio ein vielfältiges Aufgabengebiet.

Im Bereich der U-Musik

sind es die vielfältigen Effekte, die meist auf Verzögerungen basieren und möglichst perfekt realisiert werden sollen. Wegen der zahlreichen Variationsmöglichkeiten soll hier nur auf die Basiseffekte eingegangen werden.

Vergrößerung des Klangvolumens durch Tonsignalverzögerung und Chorus-effekt.

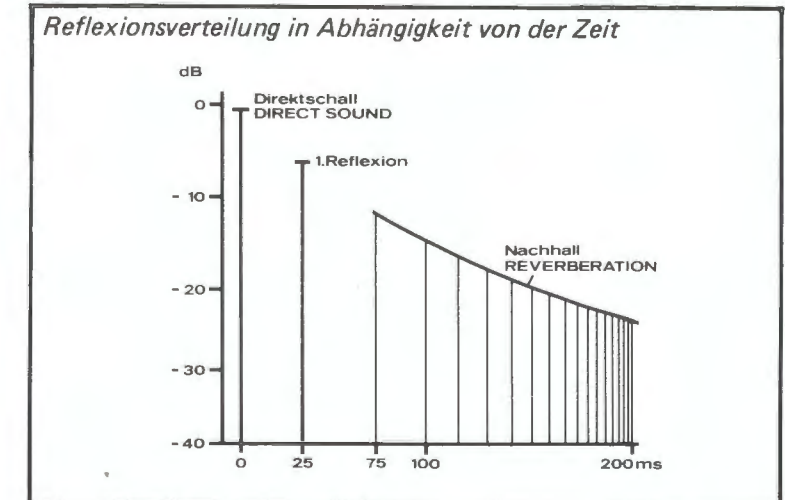
Entsprechend der Größe eines Chores bzw. Orchesters besteht ein mehr oder minder großer Flächenbedarf. Infolge des hieraus resultierenden Abstandes der Schallquellen zum Mikrofon entstehen mehr oder minder lange Laufzeiten. Sie wachsen mit der Größe eines Klangkörpers. Außerdem bilden die vielfältigen Schallwellen Überlagerungen und Auslöschungen. Verlängert man nun durch eine Tonsignal-Verzögerung die Laufzeit, so wird hierdurch nicht nur die Dimension eines Klangkörpers scheinbar vergrößert, sondern zugleich auch eine entsprechende Änderung der Auslöschungen und Überlagerungen simuliert. Nun misiziert aber, physikalisch betrachtet, kein Klangkörper in den einzelnen Stimm- und Instrumentengruppen exakt unisono, sondern innerhalb einer, wenn auch sehr engen Frequenztoleranz. Der Einsatz der Stimmen und Instrumente erfolgt nicht genau gleichzeitig. Zudem weisen sie eine unterschiedliche Spektralverteilung

auf. Das hierdurch entstehende Gesamtklangbild ist ein wesentliches Kriterium für den Größeneindruck eines Klangkörpers. Er läßt sich jedoch mit dem Chorus-effekt, der durch die Änderung der Sampling-Frequenz entsteht, nachahmen. Vereinfachend dargestellt geschieht hierbei folgendes: Ändert sich die Sampling-Frequenz während der Speicherdauer einer Information, so kommt diese langsamer oder schneller heraus als sie eingegeben wurde. Es entsteht hierdurch ein Tonhöhenversatz. Mit einer statistischen Tonhöhenvariation durch Änderung der Sampling-Frequenz, die beim EMT 444 entweder mittels VCO-Steuerung (voltage controlled oscillator) oder manuell möglich ist, wird eine gute Ähnlichkeit mit dem vorbeschriebenen Eindrucks-kriterium erreicht, die scheinbare Klangkörpervergrößerung also perfektioniert.

Tonsignalverzögerung plus Nachhall

Auch bei der Anwendung von Nachhall ist die Tonsignalverzögerung häufig angebracht. Es gilt hierbei folgendes zu beden-

ken: In einem umgrenzten Raum trifft zuerst der Direktschall, dann - nach einer von der Raumgröße abhängigen Zeit - dessen erste Reflexion am Hörort ein. Ihr folgen nach einer gewissen Zeit und in immer kürzer werdenden Abständen weitere Reflexionen, die schließlich zum Nachhall verschmelzen (Bild 3). Für den subjektiven Größeneindruck eines Raumes ist der Zeitversatz zwischen dem Eintreffen des Direktschalles und seiner ersten Reflexion von ganz entscheidender Bedeutung. Im Vergleich zu Veranstaltungsräumen bzw. Konzertsälen üblicher Größe und der dort gegebenen Zeitspanne zwischen Direktschall und erstem Rückwurf ist sowohl bei elektro-mechanischer Nachhallzeugung als auch bei Hallräumen aus Abmessungsgründen die Zeit bis zum Eintreffen der ersten Reflexion sehr kurz. Es entsteht also eine gewisse Verfälschung. Schaltet man jedoch ein Tonsignal-Verzögerungsgerät vor die Hallerzeugung, so erfolgt eine Anpassung an die natürlichen Gegebenheiten. Bei übertriebener Verzögerungszeit vor der Hallerzeugung entstehen besondere Klangeffekte, die u.a. gerne bei Popmusik erwünscht sind.



Stimmverdopplung

Durch diesen bei der Popmusik ebenfalls sehr beliebten und von den Amerikanern als ADT (automatic double tracking) bezeichneten Trick lassen sich Singstimmen und kleine Instrumentengruppen durch Einfügen einer kurzen Verzögerungszeit intensivieren, d.h. in ihrer Lautheit anheben (Haas-Effekt). Wählt man längere Verzögerungszeiten, so entsteht ein duettähnlicher Höreindruck. Damit dieser nicht zu künstlich wirkt, ist es üblich, hierbei die Verzögerungszeit etwas zu variieren.

Echo

Beim EMT 444 kann über ein Potentiometer ein Teil der Ausgangsspannung rückgekoppelt werden. Hierdurch entstehen im Zyklus der eingestellten Verzögerungszeit Wiederholungen des Eingangssignales. Die hierdurch erzielbaren Effekte sind in ihrer Stärke und Wirkung sowohl vom gewählten Rückkopplungsgrad als auch der jeweiligen Verzögerung abhängig. Sie reichen von einer metallischen Einfärbung des Klangbildes bei kurzen Verzögerungszeiten (≤ 20 ms) über eine zunehmende Rauheitsbildung bis zu diskreten Echos bei Zeiten von ≥ 80 ms. Wegen der feinen Abstufung der Verzögerungszeiten beim EMT 444 lassen sich die Echos sogar genau dem Rhythmus z.B. eines Musikstückes anpassen.

Phasing

Bei diesem oft verwendeten Effekt entsteht eine fast unendliche Vielzahl sich frequenzmäßig dauernd verändernder Amplitudenverdopplungen und -auslöcherungen. Eine derartige permanente Verschiebung der Kammfilterkurven ergibt ganz charakteristische Klangfärbungen. Sie erwecken den Eindruck einer Tonalität, die sich in ihrer Tonhöhe verändert. Das Phasing entsteht durch die Mischung zweier Signale mit sehr kurzer Verzögerungszeit bei gleichzeitiger kontinuierlicher Veränderung der Taktfrequenz. Beim EMT 444 kann diese Veränderung sowohl manuell als auch durch externe Steuerung erfolgen.

Ortungsbeeinflussung

Gegen Ende des ersten Abschnittes "Grundüberlegungen" wurde bereits beschrieben, wie unter Beachtung des Gesetzes der ersten Wellenfront mittels Laufzeitverzögerung zwischen Schallquellen unterschiedlichen Standortes einer Ortungsverschiebung erreicht werden kann. Dieses Prinzip läßt sich natürlich auch für vielerlei Effekte bei der U-Musik nutzen. In Kombination mit anderen Anwendungsmöglichkeiten des EMT 444 bietet die Ortungsverschiebung außerdem die Möglichkeit, Monoaufnahmen zu stereofonisieren. Hierzu reicht allerdings ein einziger Verzögerungs-Gerätesatz nicht aus.

Anwendungsbeispiele bei E-Musik

Im Gegensatz zum Bereich der U-Musik, in dem eine Vielzahl von Klangeffekten gefordert und durch elektronische Gestaltung geschaffen werden, lautet bei E-Musik die Aufgabe, das Originalklanggeschehen so unverfälscht wie nur möglich aufzunehmen bzw. zu übertragen. Hierzu werden durchweg

fonen einerseits und dem Hauptmikrofon andererseits besteht der Grund des Gesetzes der ersten Wellenfront die Gefahr, daß sich die geschützten Schallquellen akustisch "vordrängen" (\cong Ortsverschiebung).

Der Toningenieur bzw. Tonmeister hat daher zusätzlich und dauernd die nicht ganz leichte Aufgabe, durch geeignete Mikrofonpegeleinstellung den jeweils günstigsten Kompromiß zwischen musikalischer und Ortungsbalance, also räumlicher Durchsichtigkeit zu finden. Durch die Einschaltung einer Laufzeitverzögerung in die Stütz-mikrofonwege werden derartige Kompromisse überflüssig, weil sich der Laufzeitunterschied zwischen ihnen und dem Stereohauptmikrofon ausgleichen läßt. Das EMT 444 sorgt kompromißfrei für die Ortungs-, die Mikrofonpegelsteller für die musikalische Balance.

Manchmal gilt es bei akustisch besonders signifikanten Konzertsälen oder Aufführungsräumen auch deren Raumcharakteristika in die Aufnahme mit einzubeziehen. Damit die Präsenz und Durchsichtigkeit des

Haupt- (H) und Stütz-mikrofone (S) bei Orchesteraufnahme

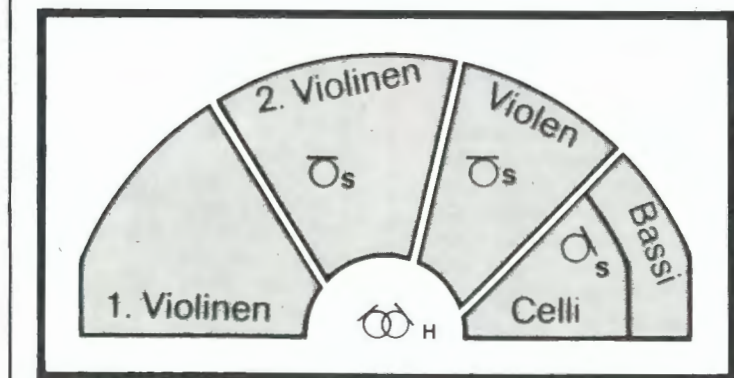


Abb. 4

in entsprechender Entfernung vor dem Orchester am akustisch günstigsten Platz die Stereo-Hauptmikrofone angeordnet. Um bei Orchesteraufnahmen ein im ganzen möglichst ausgewogenes Gesamtklangbild zu erzielen, ist es üblich, einzelnen Instrumentengruppen und dem bzw. den Solisten Stütz-mikrofone zuzuordnen (Bild 4). Wegen der unterschiedlichen Laufzeit zwischen diesen Schallquellen und ihren Stütz-mikro-

Orchesterklangbildes hierdurch keine Beeinträchtigung erleidet, wird man durchweg das Stereomikrofon relativ nahe vor dem Orchester anordnen, die Raum-mikrofone in einem gewissen Abstand von ihnen. (Bild 5). Zwischen diesen beiden Mikrofongruppen entsteht eine Laufzeitdifferenz. Sie sollte 50 ms, entsprechend einem Mikrofongruppen-Abstand von 15 Metern, nicht überschreiten. Andernfalls besteht die Gefahr, daß das aufgezeichnete Klang-

bild quasi auseinanderfällt. Muß aus irgendwelchen Gründen der vorgenannte Mikrofonabstand überschritten werden, so kann auch hier die elektronische Laufzeitenanpassung helfend einspringen. Hierzu verzögert man die Modulation des Stereo-Hauptmikrofones soweit, daß der elektrische Laufzeitunterschied zwischen ihm und den Raum-mikrofonen wieder die richtige Balance ergibt. Die Verwendung des EMT 444 verursacht auch hier wegen seiner in allen Punkten sehr guten Übertragungsdaten kleine Verschlechterung des Hauptstereoweges.

Wissenschaftliche Anwendung des EMT 444

Das EMT 444 kann weiterhin zur Analyse von Schallereignissen sowie zur Untersuchung psycho-akustischer Effekte o.ä. verwendet werden. Zu diesem Zweck läßt sich durch ein externes Schaltsignal zwischen dem Aus- und Eingang seines Digital-speichers eine Schleife schalten. Dadurch wird die zu untersuchende Modulation mit der jeweils gewählten Verzögerungszeit dauernd wiederholt.

Die o.a. Grundanwendungsmöglichkeiten des EMT 444 können durch gegenseitige entsprechende Kombinationen um ein Vielfaches vermehrt werden. Wegen der überaus feinen Abstufung der Verzögerungszeiten im Bereich von 255 ms bis hinab zu 0,125 ms lassen sich alle Laufzeitgegebenheiten ausgleichen oder erfüllen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Entwickler des EMT 444 die ihnen gestellten Aufgaben voll und in jeder Beziehung einwandfrei gelöst haben.

Haupt- (H) und Raum-mikrofone (R) bei Orchesteraufnahme unter Einbeziehung der Raumakustik

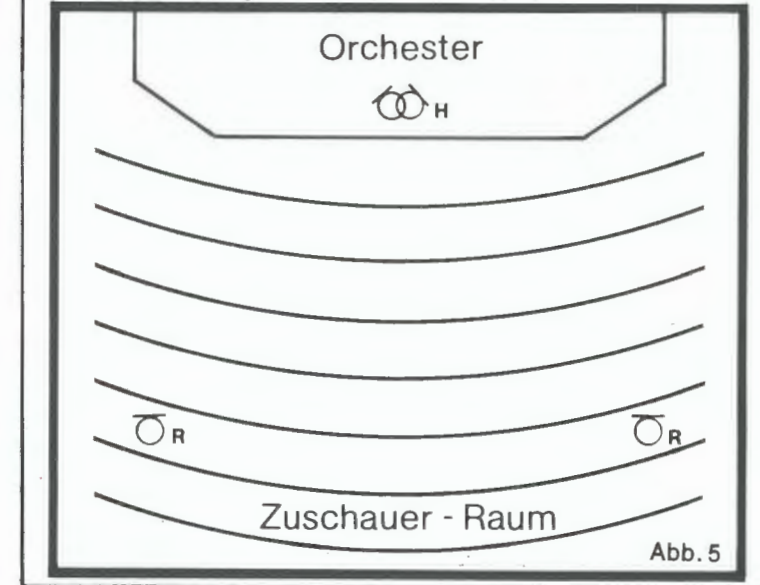


Abb. 5

Verzögerungszeit	1 bis 255 ms, in 1 ms Schritten für jeden Kanal individuell wählbar; durch Schalter um die Faktoren 0,5; 0,25; 0,125 verkürzbar.
Samplingfrequenz	32 kHz, int./ext. steuerbar ± 20 %
Digitalsprache	14 Bit
A/D- und D/A-Wandler	12 Bit, durch dreimaliges Umschalten des Quantisierungsrasters wird eine 15 Bit entsprechende Auflösung erreicht.
Eingang	symmetrisch
Eingangsimpedanz	≥ 10 kOhm
Nennpegel	+ 6 dB \cong 1,55 V
Einstellungsbereich des Nennpegels	-15 bis + 15 dB
Ausgänge	symmetrisch
Ausgangsimpedanz	≤ 40 Ohm
Nennpegel	+ 6 dB \cong 1,55 V
Einstellungsbereich des Nennpegels	- 10 bis + 15 dB
Frequenzgang	20 bis 14800 Hz; + 1/-3 dB
Klirrfaktor	
bei 1 kHz und Nennpegel	0,3 %
Fremdspannungsabstand effektiv	≥ 78 dB
Geräuschspannungsabstand Spitze	≥ 72 dB
Übersteuerungsreserve	6 dB
Programme:	
Echo	Rückwürfe, einstellbare Dämpfung 0,5 bis 60 dB je Umlauf mit Wiederholungsfrequenz zwischen 4 Hz und 1 kHz
Phasing	Veränderung der Taktfrequenz, intern durch Potentiometer ± 20 % extern durch Gleichspannung (0 bis 5 V).



EMT-FRANZ

G
M
B
H

Postfach 1520, D-7630 Lahr, Tel. 07825-512, Telex: 754319

Neue Rufnummer:
07825-1011