

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 858 178 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(51) Int Cl.:
H04H 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **98100793.3**

(22) Anmeldetag: **19.01.1998**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Mischen von digitalen Audio-Signalen**

Method and apparatus for mixing digital audio signals

Méthode et dispositif pour le mixage de signaux sonores numériques

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **06.02.1997 CH 26297**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(73) Patentinhaber: **Studer Professional Audio GmbH**
8105 Regensdorf (CH)

(72) Erfinder:
• **Von Ow, Andreas**
8340 Hinwil (CH)
• **Gehri, Silvio**
8604 Volketswil (CH)
• **Huber, Robert**
8103 Unterengstringen (CH)

(74) Vertreter: **Bertsch, Florian Oliver**
Kraus & Weisert
Patent- und Rechtsanwälte
Thomas-Wimmer-Ring 15
80539 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 342 530 **EP-A- 0 462 799**
AT-B- 389 784 **FR-A- 2 552 958**

- **TERUO FUJINO ET AL: "DIGITAL MIXING
CONSOLE MEETS PROFESSIONAL MIXING
NEEDS" JEE JOURNAL OF ELECTRONIC
ENGINEERING, Bd. 28, 1.Januar 1991, Seiten
38-42, XP000230856**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 858 178 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Mischen von digitalen Audio-Signalen aus einer ersten Anzahl Eingängen in eine zweite Anzahl Ausgänge.

[0002] Solche Verfahren und Vorrichtungen sind bereits bekannt und werden in sogenannten digitalen oder digital arbeitenden Audio-Mischpulten angewendet. Digital arbeitende Mischpulte ermöglichen es, in mehreren verschiedenen Kanälen eintreffende Tonsignale einzeln oder gesammelt beliebigen Ausgängen zuzuleiten. Dabei können die einzelnen Tonsignale verändert und mit anderen Tonsignalen vereinigt werden. Das bedeutet, dass die Möglichkeit bestehen soll, jedes Signal üblicherweise mit einem Faktor zu multiplizieren und mit anderen Signalen zu addieren und eventuell auch die Tonsignale zu verzögern.

[0003] EP-A-0 462 799 beschreibt eine Vorrichtung zum Mischen digitaler Audio-Signale.

[0004] Bekannte digitale Mischpulte haben deshalb Vorrichtungen, bei denen die Eingänge paar- oder gruppenweise mit digitalen Signalprozessoren (DSP's) verbunden sind, die problemlos in der Lage sind, solche Operationen wie Addition, Multiplikation und Speicherung von Tonsignalen vorzunehmen. Allerdings stösst man auf Grenzen, wenn man versucht möglichst viele Eingänge auf einen Signalprozessor zu leiten, denn diese sind nicht mit geeigneten Schnittstellen versehen und können die verlangte Rechenleistung für viele Kanäle nicht mehr erbringen. Dies weil Tonsignale in gegebenen Zeitabschnitten relativ grosse Datenmengen enthalten. Diese durch die grosse Datenmenge verursachten Probleme werden üblicherweise dadurch entschärft, dass eben einem Signalprozessor nur eine geringe Anzahl Eingänge zugeordnet wird, was bedeutet, dass bei einer gegebenen Anzahl Ein- und Ausgänge mehrere Signalprozessoren vorgesehen werden, die zu Kaskaden geschaltet werden müssen. Das grösste Problem ist dabei die Summierung der Tonsignale aus einer grossen Anzahl Eingänge oder eben aus mehreren solchen Signalprozessoren in einem sogenannten Summenbus.

Als Summenbus sind deshalb bereits Lösungen mit sogenannten TDM-Bussen oder Systeme mit gemeinsamen Speichern, sog. "shared memory"-Systeme bekannt geworden. Ein TDM-Bus ist ein Parallelbus der für die Daten aus jedem Eingangskanal ein Zeitfenster bereithält, so dass die Signale im Bus seriell hintereinander geschaltet auftreten. Ebenso ist es denkbar dafür DPRAM-Speicher einzusetzen und die Prozessoren wie eine sogenannte "daisy-chain" untereinander zu verbinden. Allerdings sind alle diese Lösungen technisch aufwendig und teuer.

[0005] Die Erfindung wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst deshalb die Aufgabe ein Verfahren zum Mischen von digitalen Audio-Signalen zu schaffen, die wesentlich einfacher und billiger sind.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt insbeson-

dere dadurch, dass für die Summierung der Tonsignale aus den einzelnen Eingängen oder Kanälen einfache Schaltungen oder programmierbare Bausteine wie programmierbare Logikbausteine, PLD's oder kundenspezifische integrierte Schaltungen ASICs verwendet werden, die zur bitweisen Summierung der wort- und bitweise synchronisierten Datenströme der Tonsignale ausgebildet sind und verwendet werden. Dazu müssen aber die Datenworte mit dem niedrigstwertigen Bit voraus übertragen werden, was eine entsprechende Formatierung der Datenströme voraussetzt. Für eventuelle zusätzliche Verarbeitungen der Signale vor der Summierung, ist eine bitweise Multiplikation des betreffenden Datenstromes vorgesehen, wobei der Datenstrom mehrfach einem Summierer zugeführt wird, dabei aber die mehrfach zugeführten Datenströme jeweils um ein Bit versetzt oder verzögert werden. Somit werden die Datenworte der eingehenden Audio-Signale so zueinander geführt, dass die Datenbit in aufsteigender Reihenfolge mit dem niedrigstwertigen Bit voraus, in parallelen Datenströmen wort- und bitweise synchronisiert auftreten und bitweise summiert werden. Dazu ist jedem Ausgang ein Summierer vorgeschaltet, der mit mindestens einem Teil der Eingänge über die Verarbeitungselemente verbunden ist.

[0007] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass die Vorrichtung sehr preisgünstig realisierbar ist. Ein Grund dafür ist darin zu sehen, dass die vorgeschlagene Summierung der Datenströme sehr wenig Speicher benötigt. Ein weiterer Grund liegt darin, dass für die Formatierung und für eventuelle weitere Verarbeitungen der Daten aus den einzelnen Eingängen oder Kanälen nun relativ einfache und preisgünstige digitale Signalprozessoren (DSP's) verwendet werden können, wobei ein Signalprozessor, sofern er mehrere Eingänge aufweist auch mehrere Kanäle bedienen kann, da er nur noch relativ einfache Aufgaben erfüllen muss. Dies ist eben darum möglich, weil eine aufwendige Aufgabe, nämlich die Summierung der Datenströme nicht mehr durch die Signalprozessoren erfüllt werden muss. Es kann aber auch vorgesehen werden, dass ein Signalprozessor soweit wie möglich Datenströme addiert, so dass dem Summierer bereits Teilsummen zugeführt werden. Dies soll aber nur soweit geschehen, wie dies in einem einzigen Signalprozessor durchgeführt werden kann.

[0008] Im folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschema einer erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 2 eine schematische aber detailliertere Darstellung eines Teils der Vorrichtung gemäss Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Teils der Vorrichtung gemäss Fig. 1 und

Fig. 4 und 5 je eine schematische Darstellung eines Verfahrensschrittes.

[0009] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Mischen digitaler Audio-Signale mit mehreren Eingängen 1, 2, 3, 4, 5 und m, womit angedeutet ist, dass eine Anzahl m Eingänge möglich ist, wobei heute bis zu $m = 64$ Kanälen üblich sind. Die Eingänge 1 bis m münden in je eine Verarbeitungseinheit 10, 11, 12, 13, die entweder als digital arbeitender Signalprozessor DSP oder sonstwie als Einheit zur digitalen Signalverarbeitung aufgebaut sein kann. Eine Verarbeitungseinheit kann auch an mehrere Eingänge angeschlossen sein, wie dies für die Verarbeitungseinheit 10 mit den Eingängen 1, 2 und 3 angedeutet ist. Die Vorrichtung weist Ausgänge 21, 22, 23 und n auf, wobei heute bis zu $n = 32$ Ausgängen nicht ungewöhnlich sind. Jedem Ausgang 21 bis n ist ein Summierer 17, 18, 19, 20 vorgeschaltet. Jede Verarbeitungseinheit 10, 11, 12, 13 und damit jeder Eingang 1 bis m ist über Verbindungen mit mehreren oder idealerweise allen Ausgängen 21 bis n verbunden. Dies geschieht für die Verarbeitungseinheit 10 hier über Leitungen 101, 102, 103, 104 die von entsprechenden Ausgängen an den Verarbeitungseinheiten 10 bis 13 zu Eingängen an den Summierern 17 bis 20 führen. In Fig. 1 sind solche Ein- und Ausgänge und ein Teil der notwendigen Verbindungen eingezeichnet. Auf die Darstellung aller Verbindungen wurde verzichtet um die Klarheit der Darstellung zu gewährleisten. Wahlweise können die Ausgänge, wie hier Ausgang 21, auch in einen Formatkonverter 24 münden, der wiederum mehrere parallele Ausgänge 25 aufweisen kann. Dies insbesondere dann, wenn über einen Eingang Audiosignale aus mehreren Kanälen seriell zugeführt werden. Diese Audiosignale können dann parallel ausgegeben werden. Weiter kann in die Leitungen 101, 102, usw. ein weiteres Verarbeitungselement 26 eingefügt sein, das das Signal abschwächen oder verstärken kann. Ein solches weiteres Verarbeitungselement 26 ist zusammen mit den anderen Verarbeitungselementen 10 bis 13 über Steuerleitungen 28 mit einer Bedienungseinheit 27 verbunden, welche diejenigen Bedienungselemente aufweist, die üblicherweise auf der Bedieneroberfläche eines Mischpultes vorhanden sind. Der Formatkonverter 24 kann ebenfalls ein digital arbeitender Signalprozessor (DSP) oder sonst ein signalverarbeitendes Element sein. Vorzugsweise bilden die Summierer 17 bis 20 einen Summenbus in einem digital arbeitenden Audio-Mischpult.

[0010] Fig. 2 zeigt eine Ausführung eines Summierers 17 bis 20. Ein solcher besteht aus mindestens drei Zweibitaddierern 30, 31 und 32, die je einen Eingang 33, 34 und 35 für ein erstes Taktsignal, je einen Eingang 36, 37 und 38 für ein weiteres Taktsignal und je zwei Eingänge 39 und 40, 41 und 42 sowie 43 und 44 für digitalisierte Audiosignale aufweisen. Dabei sind die beiden Zweibitaddierer 30 und 31 parallel geschaltet und deren Ausgänge sind an die Eingänge 43, 44 des dritten Zweibitaddierers 32 angeschlossen. Sind Audiosignale aus

mehr als vier Eingängen 39, 40, 41, 42 zu verarbeiten wird die Struktur durch drei weitere Zweibitaddierer 45, 46, 47 ergänzt. Die Ausgänge 48, 49 der Zweibitaddierer 32 und 47 münden aber in einen zusätzlichen Zweibitaddierer 50. So lässt sich die Struktur für mehrere Eingänge kaskadenartig erweitern. Der Summierer kann aber im gleichen Sinne auch aus Zwei- oder Mehrbitaddierern aufgebaut sein. Werden beispielsweise Dreibitaddierer verwendet, so hat jeder Dreibitaddierer drei Eingänge für Audiosignale und drei Dreibitaddierer sind mit einem weiteren Dreibitaddierer parallel verbunden.

[0011] Fig. 3 zeigt eine spezielle Ausführung eines Verarbeitungselementes 26 wie es aus der Fig. 1 bekannt ist. Dieses besteht wiederum aus einem Summierer 51 mit einem Ausgang 52 und beispielsweise drei Eingängen 53, 54, 55. Diesen vorgeschaltet sind Multiplizierer 56, 57, 58 mit je zwei Eingängen 59 und 60, 61 und 62, 63 und 64. Dabei ist der Eingang 63 direkt für den unveränderten Datenstrom vorgesehen. Die Eingänge 61 und 59 erhalten den Datenstrom verzögert aus Verzögerungseinheiten 65 oder 66.

[0012] Fig. 4 zeigt beispielsweise drei Datenworte W1, W2, W3 die bitweise synchronisiert parallel auftreten. Linien 67 geben erste Taktsignale an, die die Vorgänge im Bitraaster steuern. Die Datenworte werden in Richtung eines Pfeiles 70 bewegt. Dabei ist jedes Datenwort W in einer solchen Reihenfolge formatiert, dass zuerst das niedrigstwertige Bit 68 und zuletzt das höchstwertige Bit 69 auftritt.

[0013] Fig. 5 zeigt eine Darstellung von Datenworten entsprechend Fig. 4 wobei zwischen Datenworten W11, W12 und W13 eine zeitliche Verzögerung entsprechend der einem bzw. zwei oder mehr Bit zugeordneten Zeitdauer vorgesehen ist, was bewirkt, dass die Datenworte W11, W12 und W13 um ein bzw. zwei oder mehr Bit örtlich oder zeitlich versetzt dargestellt sind.

[0014] Die Wirkungsweise der Vorrichtung ist demnach wie folgt:

Digitalisierte Tonsignale treffen über die Eingänge 1 bis n ein und werden in den Verarbeitungseinheiten 10 bis 13 in an sich bekannter Weise so formatiert, dass das niedrigstwertige Bit zuerst und das höchstwertige Bit zuletzt ausgegeben wird. Dies ist durch eine entsprechende Auslesevorschrift aus einem Zwischenspeicher zu erreichen. Alle von den Verarbeitungseinheiten 10 bis 13 ausgegebenen oder eventuell auch alle eingegebenen Audiosignale werden mit dem ersten Taktsignal 67 synchronisiert, so dass jedes Bit in der Vorrichtung synchron behandelt wird, wie dies in den Fig. 4 und 5 dargestellt ist. Zudem erfolgt das Auslesen der Datenworte aus den Verarbeitungseinheiten 10 bis 13 wortsynchron, wie dies die Fig. 4 zeigt. Über die Bedienungseinheit 27 und die Steuerleitungen 28 werden die einzelnen Ausgänge der Verarbeitungseinheiten 10 bis 13 angesteuert. Damit wird für jeden Ausgang einer Verarbeitungseinheit vorgegeben ob dort ein Audiosignal abgegeben wird und in welcher Stärke.

[0015] Damit empfängt nun jeder Summierer 17 bis 20

aus den Leitungen 101 bis 104 usw. Audiosignale die er summieren und anschliessend an seinen Ausgang 21 bis n abgeben muss. Dabei kann es auch sein, dass über einen Eingang mehrere Audiosignale in Serie geschaltet eintreffen. Solche Signale werden gleich behandelt wie ein einziges Signal. Nach dem Ausgang können sie aber parallel weitergegeben werden, wie dies für den Ausgang 21 und die parallelen Ausgänge 25 angedeutet ist.

Die Summierung der bitweise synchronisierten Audiosignale in den Summierern 17 bis 20 kann mit Hilfe der Fig. 2 erklärt werden. Je zwei Signale a und b liegen an den Eingängen 39 und 40, weitere zwei Signale b und c an den Eingängen 41 und 42. An den Eingängen 33, 34 und 35 liegt ein erstes Taktsignal für die bitweise Synchronisierung und an den Eingängen 36, 37 und 38 liegt ein weiteres Taktsignal an, das den Anfang (oder das Ende) eines Datenwortes angibt und damit die Wortsynchronisation bewirkt. Das weitere Taktsignal ist dabei vom ersten Taktsignal abgeleitet. Dabei werden die Signale a und b im Zweibitaddierer 30 nach folgender Formel oder Instruktion summiert: (!a UND !b UND cy) ODER (!a UND b UND !cy) ODER (a UND !b UND !cy) ODER (a UND b UND cy)

[0016] Dabei wird der Übertrag cy nach folgender Regel behandelt:

(a UND b UND !pr) ODER (a UND cy UND !pr) ODER (b UND cy UND !pr), wobei pr ein angelegtes weiteres Taktsignal für das Wortende und !pr Fehlen eines solchen Signales bedeutet (!steht allg. für Fehlen des entspr. Signales). Die anderen Zweibitaddierer arbeiten nach dem gleichen Prinzip und ergeben immer aus zwei Eingangssignalen ein Ausgangssignal. So kann mit der gezeigten Struktur eine beliebige Anzahl Eingangssignale summiert werden. Diese Verarbeitung entspricht der Addition von mehrstelligen Zahlen wie sie im Kopf des Menschen oder bei grösseren Zahlen mit Hilfe einer Rechenmethode durchgeführt und in der Schule gelehrt wird. Das bedeutet, dass zuerst alle niedrigstwertigen Bit 68 addiert werden, wobei ein Übertrag gespeichert wird, so dass er bei der Addition der nächsthöheren Bit zugerechnet werden kann. Zuletzt werden die höchstwertigen Bit 69 untereinander addiert und, sofern vorhanden, der letzte Übertrag berücksichtigt. Die so summierten Datenströme verlassen den Summierer über den Ausgang 21. Dann können sie im Formatkonverter 24 beispielsweise so formatiert werden, dass nun das höchstwertige Bit im Datenwort vorausgeht. Oder der Datenstrom kann aufgeteilt werden und über mehrere Leitungen 25 parallel ausgegeben werden.

Die Eingangssignale können dabei in ihrem Wert in den Verarbeitungseinheiten 10 bis 13 vor der Summierung verändert oder gewichtet werden. Dies kann aber auch in einem Verarbeitungselement 26 geschehen.

Ist das Verarbeitungselement 26 als Vorrichtung ge-

mäss Fig. 3 ausgebildet, so wird ein Tonsignal über den Eingang 63 einerseits dem Multiplizierer 58 und andererseits der Verzögerungseinheit 65 zugeführt. Aus der Verzögerungseinheit 65 wird das Ausgangssignal sowohl dem Multiplizierer 57 als auch der weiteren Verzögerungseinheit 66 zugeführt. So sind die Signale, die an den Multiplizierern 56, 57 und 58 anliegen jeweils um ein Bit zueinander versetzt, was durch die Verzögerungseinheiten 65, 66 bewirkt wird. Parallel dazu liegen an den Multiplizierern 56, 57, 58 über die Eingänge 60, 62 und 64 auch je ein Bit eines Multiplikators oder Faktors an, mit dem das Signal im Eingang 63 multipliziert werden soll. So wird ein über den Eingang 63 eintreffendes Datenwort im Multiplizierer 58 mit dem ersten Bit des Faktors, im Addierer 57 mit dem zweiten Bit und im Addierer 56 mit dem dritten Bit des Faktors bitweise multipliziert. So entstehen drei zueinander um ein Bit versetzte Datenwörter, die im Summierer 40 summiert werden. Mit anderen Worten entsteht eine Situation, wie sie Fig. 5 zeigt, so dass die drei Datenwörter W11, W12 und W13 nur noch bitweise summiert werden müssen. So soll ein Audiosignal 63 in mehrere gleiche parallele Signale 63, 61, 59 aufgeteilt und mit aufsteigender Verzögerung um je ein Bit verzögert werden. Dann soll das ursprüngliche Signal und die verzögerten Signale mit je einem Bit eines in einem digitalen Wert ausgedrückten Faktor addiert und anschliessend die resultierenden Signale bitweise zu einem veränderten Signal summiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Mischen von digitalen Audio-Signalen aus einer ersten Anzahl Eingängen (1 bis m) in eine zweite Anzahl (21 bis n) Ausgänge, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenwörter der eingehenden Audio-Signale so zueinander geführt werden, dass die Datenbit in aufsteigender Reihenfolge mit dem niedrigstwertigen Bit voraus, in parallelen Datenströmen wort- und bitweise synchronisiert auftreten und bitweise summiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Audiosignal (63) in mehrere gleiche parallele Signale (63, 61, 59) aufgeteilt und mit aufsteigender Verzögerung um je ein Bit verzögert wird und dass das Signal (63) und die verzögerten Signale (61, 59) mit je einem Bit eines in einem digitalen Wert ausgedrückten Faktor addiert und anschliessend die resultierenden Signale (53; 54, 55) bitweise zu einem veränderten Signal summiert werden (52).

Claims

1. A method of mixing digital audio signals from a first number of inputs (1 to m) into a second number (21 to n) of outputs, **characterised in that** the data words of the incoming audio signals are so conducted with respect to one another that the data bits occur synchronised wordwise and bitwise in parallel data streams in an ascending sequence with the lowest value bit first and are summed bitwise. 5
10
2. A method as claimed in Claim 1, **characterised in that** an audio signal (63) is divided into a plurality of equal parallel signals (63, 61, 59) and are delayed with a delay which increases each time by one bit and that the signal (63) and the delayed signals (61, 59) are added to a respective bit of a factor expressed in a digital value and the resulting signals (53; 54, 55) are then summed (52) bitwise to form an altered signal. 15
20

Revendications

1. Procédé pour le mixage de signaux audio numériques issus d'un premier nombre d'entrée (1 à m) dans un second nombre de sortie (21 à n), **caractérisé en ce que** les mots de données des signaux audio entrants sont amenées ensemble de telle sorte que les bits de données dans la séquence ascendante avec le bit de plus faible valeur devant apparaissent de manière synchronisée par mot et par bit dans des flux de données parallèles et sont sommés bit par bit. 25
30
35
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** signal audio (63) est divisé en plusieurs signaux parallèles identiques (63, 61, 59) et est retardé à chaque fois d'un bit avec un retard croissant et **en ce que** le signal (63) et les signaux retardés (61, 59) sont additionnés avec respectivement un bit d'un facteur exprimant une valeur numérique et ensuite les signaux résultants (53, 54, 55) sont sommés (52) bit par bit pour donner un signal modifié. 40
45

50

55

Fig.1





