

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 876 077 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.11.1998 Patentblatt 1998/45(51) Int Cl.⁶: **H04Q 11/04**(21) Anmeldenummer: **98440051.5**(22) Anmeldetag: **13.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

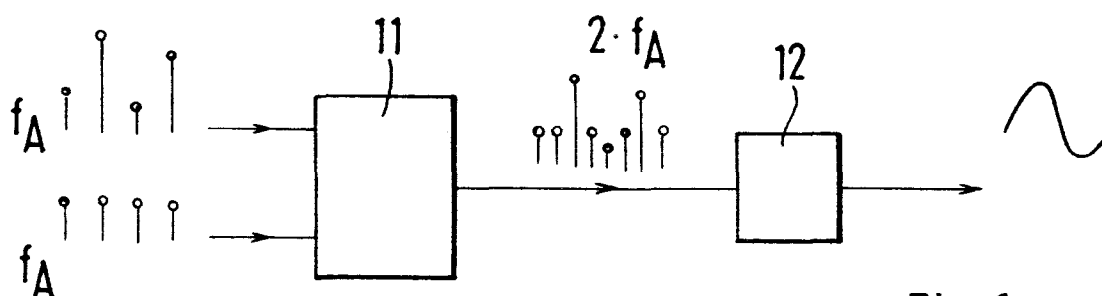
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **18.04.1997 DE 19716314**(71) Anmelder: **Alcatel Alsthom Compagnie Generale****d'Electricité****75088 Paris (FR)**(72) Erfinder: **Matt, Hans Jürgen, Dr.****71686 Remseck 1 (DE)**(74) Vertreter: **Schätzle, Albin, Dipl.-Phys. et al****Alcatel Alsthom****Intellectual Property Department,****Postfach 30 09 29****70449 Stuttgart (DE)****(54) Verfahren und Vorrichtung zur Addition von als Abtastwerte vorliegenden Signalen**

(57) Ein Verfahren zur Summenbildung von $N > 1$ bandbegrenzten Zeitsignalen mit je einer Bandbreite $\leq B$, die als analoge und/oder digitale Abtastwerte vorliegen, wobei die jeweilige Abtastfrequenz $f_A > 2B$ ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastwerte aller N Zeitsignale zeitlich zueinander versetzt überlagert und gemeinsam in ein Tiefpaßfilter (12) der Filterbandbreite

$B' > B$ eingegeben werden, und daß am Ausgang des Tiefpaßfilters (12) ein Summensignal abgegriffen wird. Damit kann die Summation mit einer erheblich geringeren Rechenzeit durchgeführt werden, gegebenenfalls eine Vielzahl von langsamen und teuren Addiergliedern eingespart werden und eine Dämpfung der Signale bei der Verarbeitung und der damit einhergehende Informationsverlust minimiert werden.

**Fig.1****EP 0 876 077 A2**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Summenbildung von $N > 1$ bandbegrenzten Zeitsignalen mit je einer Bandbreite $\leq B$, die als analoge und/oder digitale Abtastwerte vorliegen, wobei die jeweilige Abtastfrequenz $f_A > 2B$ ist.

Ein solches Verfahren ist aus der DE 32 00 934 A1 bekannt.

Eine Summenbildung von Analogsignalen durch Addierer ist beispielsweise in dem Lehrbuch von Tietze und Schenk, "Halbleiterschaltungstechnik", 8. Auflage, 1986, Seiten 299 und 300 sowie 579 bis 581 beschrieben.

Die Aufsummierung von digitalen Signalen aus analogen Eingangssignalen mit einem zwischengeschalteten Analog-Digital-Wandler (ADC) über einen digitalen Signalprozessor und einer Re-Analogisierung der verarbeiteten Signale mittels eines Digital-Analog-Wandlers (DAC) insbesondere im Bereich von Videosignalen ist beispielsweise in der EP 0 695 066 A2 beschrieben.

Eine lineare Addition von mehreren bandbegrenzten Zeitsignalen zu einem neuen Summensignal kommt unter anderem in der Audio-Technik vor, wo Audio-Signale durch Tonmischung von mehreren verschiedenen Quellen überlagert werden, oder in der Videotechnik, wo Videosignale durch Bildüberblendung von zwei verschiedenen Quellen zu einem neuen Bildsignal vereinigt werden. Anwendungsbereiche für die Tonmischung liegen beispielsweise beim Rundfunk, in der Schallplattenindustrie und bei der Herstellung anderer Tonträger. Außerdem wird eine Tonmischung bei Audio-Konferenzschaltungen, d.h. bei einer Summation von mehreren Tonsignalen verschiedener Quellen, im Bereich der Fernmeldetechnik erforderlich. Eine Bildmischung durch Überblendung mehrerer Bildsignale ist beispielsweise beim Fernsehen, bei der Herstellung von Bildplatten und Bildaufzeichnungen auf anderen Bildträgern, Videorecordern, Camcordern und dergleichen üblich. Bei Video-Konferenzen erfolgt zwar keine Bildmischung, jedoch werden Fenster für die unterschiedlichen Teilnehmer am Konferenzsystem in ein gemeinsames Bild eingeblendet.

Bei dem aus der eingangs zitierten DE 32 00 934 A1 bekannten Verfahren zum Mischen von Niederfrequenzsignalen, die in Form von digitalen Abtastproben vorliegen, werden die für ein gemeinsames Endgerät bestimmten Impulse, die im jeweiligen Endgerät gemeinsam hörbar gemacht werden sollen, in einem analogen Addierer aufaddiert und jeweils einmal in einem Zeitrahmen in Form eines Summenimpulses übertragen, der das Endgerät während des gesamten Zeitrahmens steuert.

Nachteilig bei den bekannten Verfahren ist die relativ lange Rechenzeit bei der Addition der einzelnen Signale in einem digitalen Rechner bzw. in einer Hardware-Schaltung von Addiereinheiten. Außerdem erfolgt

eine erhebliche Dämpfung der Signale und damit ein Informationsverlust bei der Umwandlung von Analog- in Digitalsignale und umgekehrt bei der Re-Analogisierung der aufaddierten Signale im Falle einer digitalen Addition.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber darin, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die Summation mit einer erheblich geringeren Rechenzeit durchgeführt werden kann, daß gegebenenfalls eine Vielzahl von langsamen und teuren Addiergliedern eingespart werden kann und daß eine Dämpfung der Signale bei der Verarbeitung und der damit einhergehende Informationsverlust minimiert wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe auf ebenso überraschend einfache wie wirkungsvolle Art und Weise dadurch gelöst, daß die Abtastwerte aller N Zeitsignale zeitlich zueinander versetzt überlagert und gemeinsam in ein Tiefpaßfilter der Filterbandbreite $B' > B$ eingegeben werden, und daß am Ausgang des Tiefpaßfilters ein Summensignal abgegriffen wird.

Im Gegensatz zu den bekannten Verfahren, bei denen die als analoge oder digitale Abtastwerte vorliegenden Signale unterschiedlicher Quellen für jedes Signal separat in analoge Signale umgesetzt werden, die mittels eines oder mehrerer analoger Addierer oder eines digitalen Prozessors addiert werden, werden beim erfindungsgemäßen Verfahren die Abtastwerte unterschiedlicher Zeitsignale zeitlich versetzt zueinander überlagert und mittels eines passiven Tiefpaßfilters analog umgesetzt. Die Abtastwerte von unterschiedlichen Signalen, die jeweils mit einer Frequenz f_A abgetastet wurden, werden in einem Zeitmultiplexverfahren zu einem überlagerten Signal mit der Frequenz $N \cdot f_A$ zusammengefaßt. In der anschließenden Filterung mit einem Tiefpaßfilter der Filterbandbreite $B' \approx f_A/2$ wird dann ein analoges Summensignal generiert, das zur weiteren Verarbeitung mit der Frequenz f_A abgetastet werden kann.

Damit ergibt sich einerseits eine qualitativ bessere und schnellere Addition, zum anderen läßt sich wegen der Einsparung einer Addiereinheit bzw. eines entsprechenden Prozessors zur digitalen Addition der Eingangssignale eine kostengünstigere Realisierung der Summenbildung erreichen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Vorrichtung ohne weiteres in einem integrierten Schaltkreis, beispielsweise in einem VLSI-Chip integriert werden kann. Andererseits läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch leicht in einer DSP-Software mit entsprechendem Gewinn an Rechenzeit einbauen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist sowohl zur Summenbildung von digitalen als auch analogen Eingangswerten geeignet.

Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der die Abtastwerte der N Zeitsignale zeitlich äquidistant zueinander versetzt werden. Dadurch läßt sich eine von vornherein

starre, stets bekannte und gleichbleibende zeitliche Relation der Signale von unterschiedlichen Quellen festlegen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die Eingabe der zeitlich zueinander versetzten Abtastwerte in das Tiefpaßfilter mit einer Taktfrequenz $N \cdot f_A$ erfolgt.

Bei der Eingabe analoger Abtastwerte kann bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ein analoges Tiefpaßfilter verwendet werden, an dessen Ausgang ein zeitlich kontinuierliches Summensignal erscheint, das eine perfekte Summenbildung der Teilsignale bewirkt.

Vorzugsweise wird dieses Verfahren dadurch weitergebildet, daß aus dem zeitlich kontinuierlichen Summensignal durch Abtastung analoge Abtastwerte des Summensignals gewonnen werden.

Alternativ dazu ist bei anderen Ausführungsformen, bei denen digitale Abtastwerte eingegeben werden, die Verwendung eines digitalen Tiefpaßfilters vorgesehen, das mit der Taktfrequenz $n \cdot f_A$ arbeitet, und an dessen Ausgang ein Summensignal mit $n \cdot f_A$ Abtastwerten pro Zeiteinheit, d. h. in überabgetasteter Form vorliegt. Damit können alle Vorteile eines Oversampling-Verfahrens ausgenutzt werden.

Eine Weiterbildung dieser Ausführungsform sieht vor, daß das überabgetastete Summensignal auf einen Digital-Analog(D/A)-Wandler gegeben wird, der mit der Taktfrequenz $N \cdot f_A$ arbeitet, und dessen Ausgangssignal über eine Nachfilterung, vorzugsweise mittels eines RC-Gliedes, das zeitlich kontinuierliche Summensignal ergibt. Anstelle einer aufwendigen Filtereinrichtung kann ein ganz einfaches, kostengünstiges RC-Filterglied verwendet werden, das aufgrund des Oversamplings eine ausreichende Unterdrückung von im Frequenzraum nach einer Fouriertransformation periodisch auftretenden Spiegelsignalen sicherstellt.

Besonders vorteilhaft ist eine Weiterbildung, bei der das überabgetastete Summensignal durch periodisches Weglassen von Abtastwerten (= Dezimation) auf eine niedrigere Abtastfrequenz $i \cdot f_A < N \cdot f_A$ überführt wird, wobei vorzugsweise $i = 1$. Umgekehrt kann auch eine höhere Abtastfrequenz durch Abtastratenwandlung erreicht werden, indem an Zwischenstellen fiktive Abtastwerte "0" eingefügt werden, wobei aufgrund der Tiefpaßfilterung am Ende ein perfektes Gesamtsignal herauskommt.

Besonders einfach und unaufwendig läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren bei analogen Eingabewerten durchführen, wenn die Summenbildung und Tiefpaßfilterung mit einem digitalen Signalprozessor realisiert wird.

In den Rahmen der vorliegenden Erfindung fällt auch eine Vorrichtung zur Summenbildung von $N > 1$ bandbegrenzten Zeitsignalen mit je einer Bandbreite $\leq B$, die als analoge und/oder digitale Abtastwerte vorliegen, wobei die jeweilige Abtastfrequenz $f_A > 2B$ ist, bei der eine Zeitmultiplexeinheit vorgesehen ist, in der die

Abtastwerte aller N Zeitsignale zeitlich zueinander versetzt überlagerbar sind, und bei der im Anschluß an die Zeitmultiplexeinheit ein Tiefpaßfilter der Filterbandbreite $B' > B$ vorgesehen ist, in das die zeitlich versetzt überlagerten Abtastwerte gemeinsam eingegeben werden können, und an dessen Ausgang ein Summensignal abgegriffen werden kann.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit angedeuteten Abtastsignalen;
- Fig. 2 eine verbesserte Ausführungsform der Vorrichtung nach Fig. 1;
- Fig. 3a eine schematische Darstellung der Signale von verschiedenen Quellen im Zeitverlauf;
- Fig. 3b eine schematische Darstellung der zeitversetzten Zusammenführung und Tiefpaßfilterung der Eingangssignale aus Fig. 3a;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Zeitverlaufs einer erfindungsgemäßen Summenbildung bei analogen Eingangswerten;
- Fig. 5a eine schematische Darstellung des Zeitverlaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Summation von digitalen Eingangswerten;
- Fig. 5b eine Verbesserung der Vorrichtung von Fig. 5a;
- Fig. 6 einen schematischen Aufbau für eine erfindungsgemäße Summenbildung mit analogem Signaleingang und Möglichkeit zur Abtastratenwandlung; und
- Fig. 7 einen schematischen Aufbau zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Interpolation und/oder Dezimation.

In Fig. 1 ist ein besonders einfacher schematischer Aufbau zur erfindungsgemäßen Summenbildung von

Zeitsignalen aus zwei verschiedenen Quellen dargestellt, wobei die Zeitsignale jeweils als Abtastwerte mit einer Abtastfrequenz f_A eingegeben werden. Dabei muß die Abtastfrequenz f_A größer oder mindestens gleich dem doppelten der Bandbreite der bandbegrenzten Zeitsignale sein.

Die Zeitsignale aus den beiden Quellen werden in eine Zeitmultiplexeinheit 11 eingegeben, in der sie zeitlich zueinander versetzt überlagert werden. Vorteilhafterweise sind die Abtastwerte der Zeitsignale zeitlich äquidistant, so daß im vorliegenden Beispiel aus der Zeitmultiplexeinheit 11 Abtastwerte mit einer Frequenz $2 \cdot f_A$ herauskommen. Diese werden in ein Tiefpaßfilter 12 mit einer Filterbandbreite $B' > B$ eingegeben. Am Ausgang des Tiefpaßfilters 12 kann dann das gewünschte Summensignal abgegriffen werden.

Eine verbesserte Ausführungsform für die Verarbeitung von digitalen Eingangsdaten ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Dabei werden die als digitale Abtastwerte vorliegenden, im gezeigten Beispiel wiederum aus lediglich zwei Quellen stammenden Zeitsignale der Zeitmultiplexeinheit 21 eingegeben, in der wieder ein zeitlicher Versatz, vorzugsweise äquidistant vorgenommen wird. Die zeitlich versetzt zueinander überlagerten Signale werden dann einem im vorliegenden Beispiel mit einer Frequenz $2 \cdot f_A$ getakteten digitalen Tiefpaßfilter 22 zugeführt. Da das digitale Tiefpaßfilter 22 immer auch periodische Fortsetzungen der Signale erzeugt, die unerwünscht sind, werden die Summensignale nach Durchgang durch einen Digital-Analog-Konverter (DAC) 23 einem weiteren, jedoch analogen Tiefpaßfilter 24 zugeführt, welches im Frequenzraum die kleinen Frequenzanteile der erzeugten Signale durchläßt und die höheren Frequenzen stark genug abdämpft, so daß die unerwünschten periodischen Signalartefakte unterdrückt werden. Der DAC 23 wird im vorliegenden Beispiel ebenso wie das digitale Tiefpaßfilter 22 mit einer Frequenz $2 \cdot f_A$ getaktet, da lediglich Signale aus zwei verschiedenen Quellen, die in der Zeitmultiplexeinheit 21 äquidistant zueinander versetzt wurden, verarbeitet werden müssen. Das analoge Tiefpaßfilter 24 kann ein ganz einfaches, preisgünstiges RC-Glied sein oder aus mehreren solchen bestehen.

Die Figuren 3a und 3b illustrieren den Gang des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch: In Fig. 3a sind untereinander die Zeitsignale von N Quellen dargestellt, wobei die Signale mit "S", einer nachfolgenden Ziffer für die Nummer der Quelle und einer weiteren Ziffer für die Nummer des Abtastwertes innerhalb des zunächst analogen Signales bezeichnet sind. Diese Signale von N verschiedenen Quellen werden der in Fig. 3b schematisch dargestellten Multiplexeinheit 31 zugeführt, in welcher sie zeitversetzt zueinander überlagert werden. Für die Abtastwerte aus derselben Quelle ist ein äquidistanter Zeitversatz erforderlich, während die Signale von verschiedenen Quellen nicht notwendigerweise äquidistant zeitversetzt sein müssen, falls eine Filtereinrichtung oder ein DAC eine entsprechend hohe

Signalverarbeitungsgeschwindigkeit bewältigen kann.

Die resultierende Signalsequenz am Ausgang der Zeitmultiplexeinheit 31 wird einem normalen Tiefpaßfilter 32 zugeführt, dessen Bandbreite B' ungefähr der halben Abtastfrequenz f_A entspricht, damit die Signale jeder einzelnen Quelle aus dem Summensignal rekonstruiert werden können.

Fig. 4 zeigt schematisch die Verarbeitung von Abtastwerten aus zunächst analogen Signalen, die aus verschiedenen Quellen stammen und in einer, in Fig. 4 nicht mehr explizit dargestellten Zeitmultiplexereinheit zeitlich zueinander versetzt so überlagert sind, daß sich zwischen dem ersten Abtastwert S11 aus der ersten Quelle und dem zweiten Abtastwert S12 aus der ersten Quelle sämtliche Abtastwerte aus allen anderen Quellen (S21 bis SN1) befinden. Diese Sequenz wird einem analogen Tiefpaßfilter 42 zugeführt, aus welchem ein entsprechendes kontinuierliches Summensignal in analoger Form herauskommt.

Fig. 5a zeigt denselben Vorgang bei der Eingabe digitaler Abtastwerte. Die zeitversetzten überlagerten Signale werden hier wiederum einem Tiefpaßfilter 52, bei dem es sich um ein digitales Tiefpaßfilter handelt, welches mit einer Frequenz $N \cdot f_A$ getaktet wird, zugeführt. Am Ausgang des digitalen Tiefpaßfilters 52 entsteht ein Summensignal mit digitalen Abtastwerten der Frequenz $N \cdot f_A$, die, wie in Fig. 5b gezeigt ist, einem ebenfalls mit $N \cdot f_A$ getakteten DAC 53 zugeführt werden. Am Ausgang des DAC 53 liegen dann analoge Abtastwerte mit einer Frequenz $N \cdot f_A$ vor, die aufgrund der oben beschriebenen Funktionsweise von digitalen Tiefpaßfiltern noch einer analogen Tiefpaßfilterung in einem RC-Element 54 unterzogen werden müssen.

Teilt man den zeitlichen Fluß der digitalen Abtastwerte in gleiche Blöcke zu je n Abtastwerten ein, so genügt es in der Regel, den jeweils ersten Abtastwert eines jeden Blockes zu behalten und die jeweils übrigen $(n - 1)$ Abtastwerte zu ignorieren. Die in dieser sogenannten Dezimationsprozedur ausgewählten Abtastwerte haben eine Folgefrequenz f_A und stellen ebenfalls das gewünschte Summensignal exakt dar.

Umgekehrt kann mit Hilfe einer sogenannten Abtaststratenwandlung auch eine Interpolation von Abtastwerten erfolgen. In Fig. 6 ist schematisch dargestellt, wie analoge Signale, die aus einer Zeitmultiplexereinheit 61 zeitlich zueinander versetzt und überlagert herauskommen, einem analogen Tiefpaßfilter 62 zugeführt werden, an dessen Ausgang eine Sample-Hold-Schaltung 65 vorgesehen ist. Dieser wiederum schließt sich eine Analog-Digital-Wandlereinheit (ADC) 63 an, nach der dann eine digitale Weiterverarbeitung der Signale möglich wird. Zur Abtaststratenwandlung werden dann an geeigneten Stellen, an denen jeweils keine Abtastwerte vorliegen, "Nullwerte" interpolativ eingefügt, um die Abtastfrequenz zu erhöhen.

Fig. 7 schließlich zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Zeitmultiplexeinheit 71, einer Interpolationsvorrichtung 76 zur Einfü-

gung von "Nullwerten" und entsprechenden Abtastratenwandlung, einem Tiefpaßfilter 72 sowie einem Dezimator 77 zur wahlweisen Kompaktierung der Signaldaten nach dem oben beschriebenen Dezimationsverfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Summenbildung von $N > 1$ bandbegrenzten Zeitsignalen mit je einer Bandbreite $\leq B$, die als analoge und/oder digitale Abtastwerte vorliegen, wobei die jeweilige Abtastfrequenz $f_A > 2B$ ist,

dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastwerte aller N Zeitsignale zeitlich zueinander versetzt überlagert und gemeinsam in ein Tiefpaßfilter (12; 22; 32; 42; 52; 62; 72) der Filterbandbreite $B' > B$ eingegeben werden, und daß am Ausgang des Tiefpaßfilters (12; 22; 32; 42; 52; 62; 72) ein Summensignal abgegriffen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastwerte der N Zeitsignale zeitlich äquidistant zueinander versetzt werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabe der zeitlich zueinander versetzten Abtastwerte in das Tiefpaßfilter (12; 22; 32; 42; 52; 62; 72) mit einer Taktfrequenz $N \cdot f_A$ erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei analogen Abtastwerten ein analoges Tiefpaßfilter (11; 32; 42; 62) verwendet wird, an dessen Ausgang ein zeitlich kontinuierliches Summensignal erscheint.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem zeitlich kontinuierlichen Summensignal durch Abtastung analoge Abtastwerte des Summensignals gewonnen werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei digitalen Abtastwerten ein digitales Tiefpaßfilter (12; 22; 52; 72) verwendet wird, das mit der Taktfrequenz $n \cdot f_A$ arbeitet, an dessen Ausgang ein Summensignal mit $n \cdot f_A$ Abtastwerten pro Zeiteinheit, d.h. in überabgetasteter Form vorliegt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das überabgetastete Summensignal auf einen Digital-Analog(D/A)-Wandler (23; 53) gegeben wird, der mit der Taktfrequenz $N \cdot f_A$ arbeitet, und dessen Ausgangssignal über eine Nachfilterung, vorzugsweise mittels eines RC-Gliedes (24; 54), das zeitlich kontinuierliche Summensignal er-

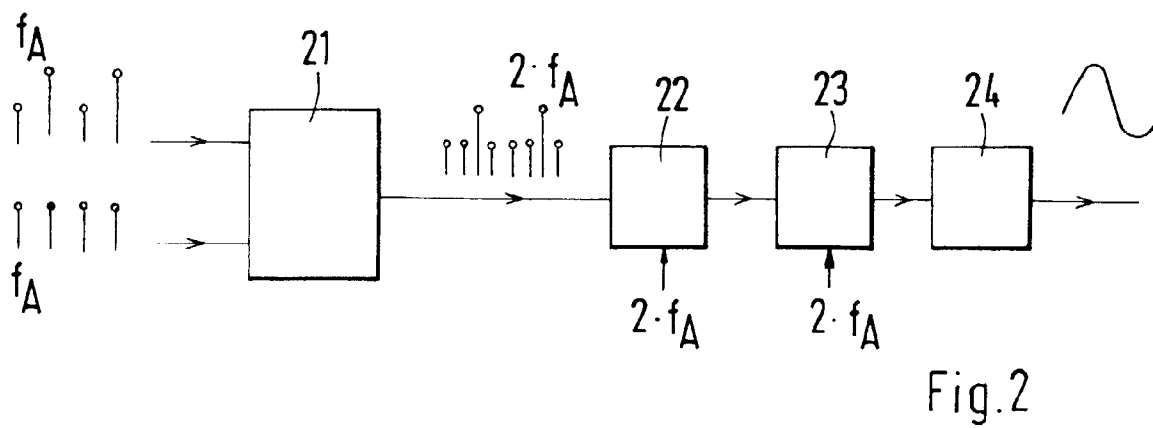
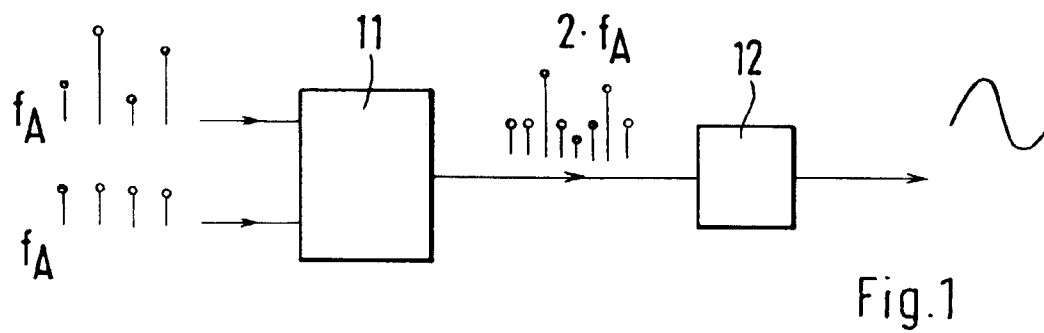
gibt.

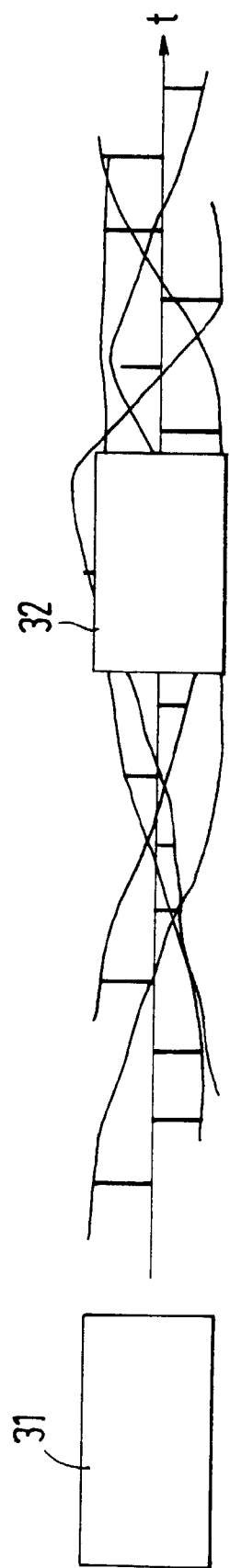
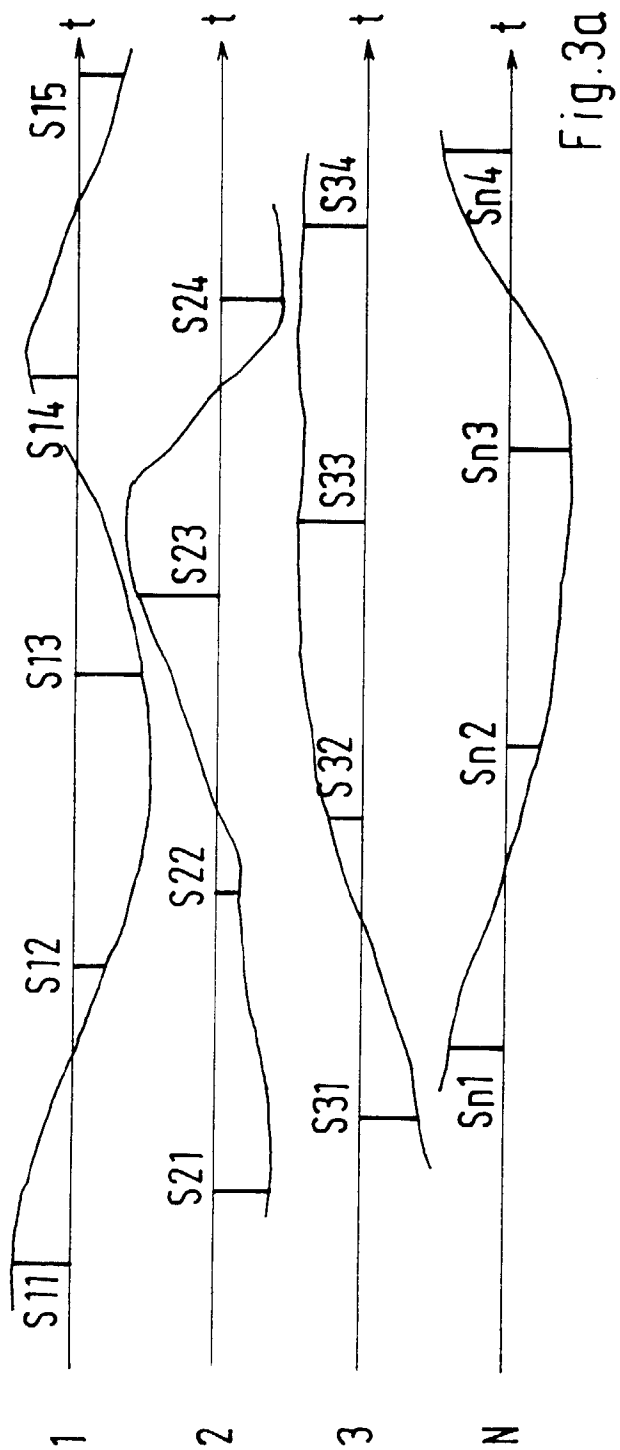
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das überabgetastete Summensignal durch periodisches Weglassen von Abtastwerten (= Dezimation) auf eine niedrigere Abtastfrequenz $i \cdot f_A$ $N \cdot f_A$ überführt wird, wobei vorzugsweise $i = 1$.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Summenbildung und Tiefpaßfilterung mit einem digitalen Signalprozessor realisiert wird.

10. Vorrichtung zur Summenbildung von $N > 1$ bandbegrenzten Zeitsignalen mit je einer Bandbreite $\leq B$, die als analoge und/oder digitale Abtastwerte vorliegen, wobei die jeweilige Abtastfrequenz $f_A > 2B$ ist,

dadurch gekennzeichnet, daß eine Zeitmultiplexeinheit (11; 21; 31; 61; 71) vorgesehen ist, in der die Abtastwerte aller N Zeitsignale zeitlich zueinander versetzt überlagerbar sind, und daß im Anschluß an die Zeitmultiplexeinheit (11; 21; 31; 61; 71) ein Tiefpaßfilter (12; 22; 32; 42; 52; 62; 72) der Filterbandbreite $B' > B$ vorgesehen ist, in das die zeitlich versetzt überlagerten Abtastwerte gemeinsam eingegeben werden können, und an dessen Ausgang ein Summensignal abgegriffen werden kann.





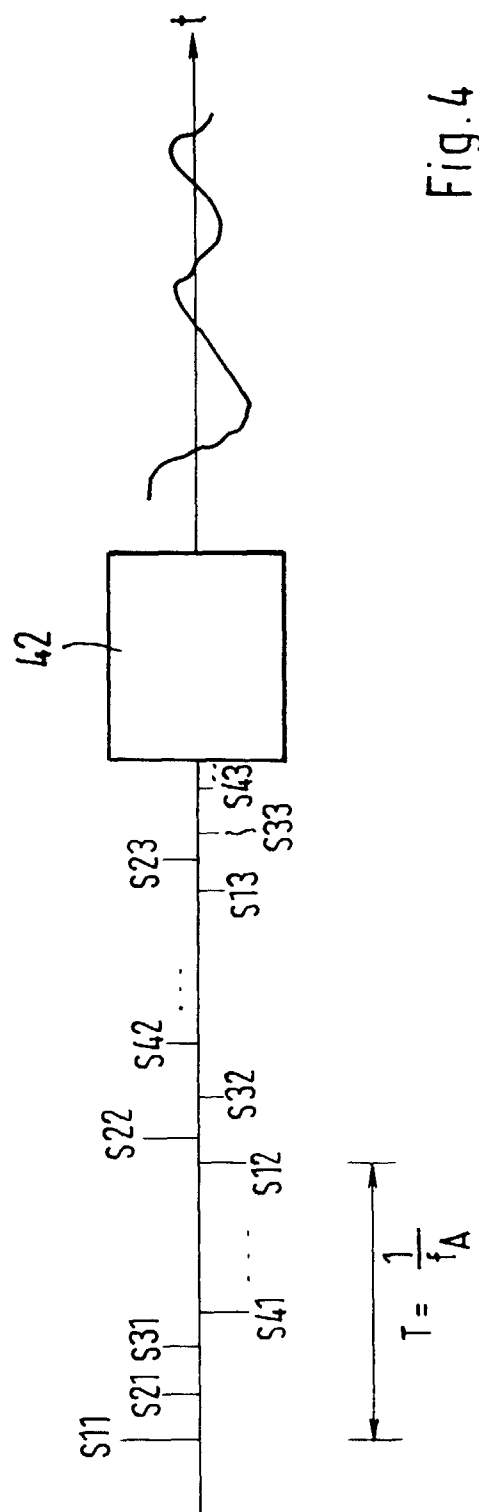
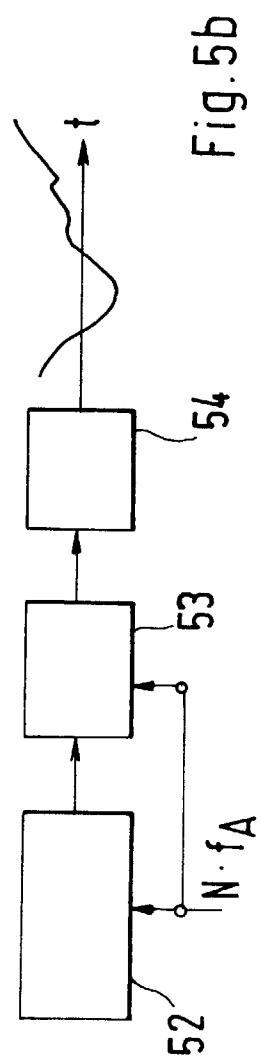
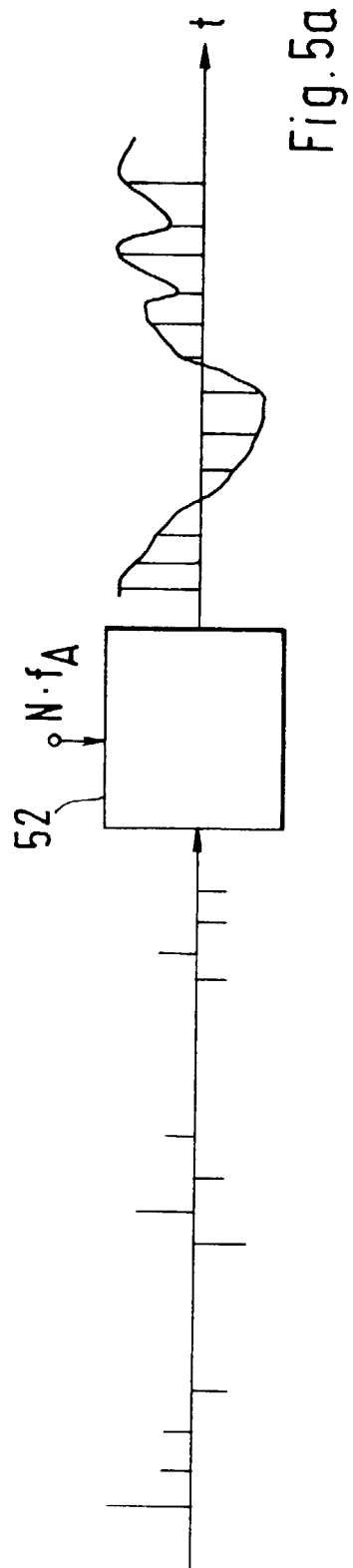


Fig. 4



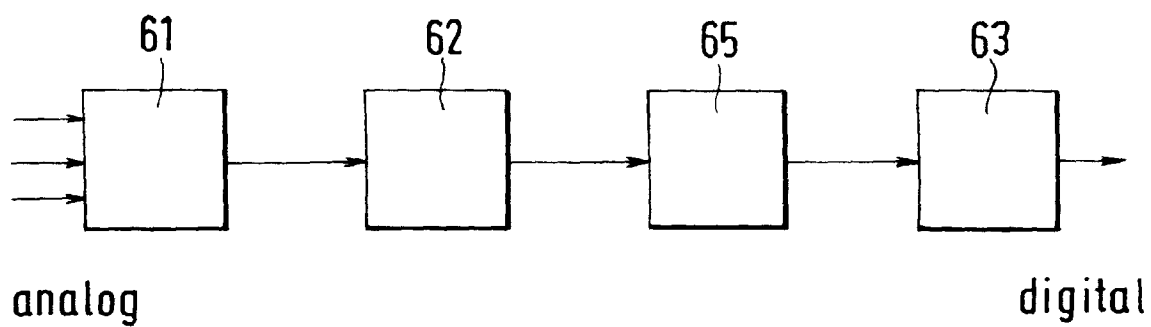


Fig.6

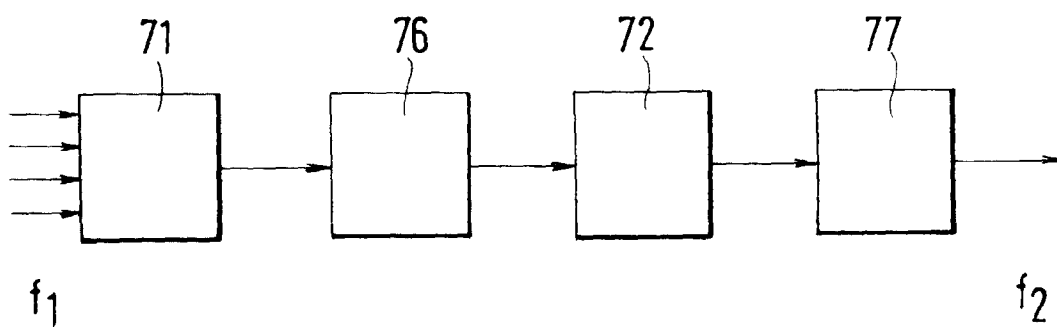


Fig.7