



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 18 631 T2** 2004.08.12

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 932 932 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H03F 3/217**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 18 631.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB98/01080**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 929 593.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/008378**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.07.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **18.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.08.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.10.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.08.2004**

(30) Unionspriorität:

97202484 12.08.1997 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

**Koninklijke Philips Electronics N.V., Eindhoven,
NL**

(72) Erfinder:

**VAN DEN HOMBERG, Aldegonda, Johannes,
NL-5656 AA Eindhoven, NL; PHILIPS, Jeanne,
Kathleen, NL-5656 AA Eindhoven, NL**

(74) Vertreter:

Meyer, M., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 52076 Aachen

(54) Bezeichnung: **VERSTÄRKUNGSANORDNUNG FÜR DIGITALE SIGNALE**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Verstärkung von Digitalsignalen, welche eine Eingangelektrode zum Empfang eines digital codierten Signals, eine Subtrahiereinheit, um mindestens zwei Signale voneinander zu subtrahieren, wobei die Eingangelektrode mit einem ersten Eingang der Subtrahiereinheit verbunden ist, sowie eine Kaskadenanordnung aus einem zeitkontinuierlichen Filter, einem zeitkontinuierlichen Komparator und einem Schaltverstärker aufweist, wobei diese Anordnung mit einem Ausgang der Subtrahiereinheit verbunden und mit einer Ausgangselektrode versehen ist, welche mit einem Ausgang des Schaltverstärkers verbunden ist, wobei der Ausgang des Schaltverstärkers ebenfalls mit einem zweiten Eingang der Subtrahiereinheit verbunden ist.

[0002] Eine Anordnung dieser Art ist aus US-A-4 249 136 bekannt. Der zeitkontinuierliche Komparator in dieser wird durch einen Nulldurchgangsschaltkreis gebildet, dessen Ausgang in Abhängigkeit des Ausgangs des zeitkontinuierlichen Filters zwischen zwei Festspannungen geschaltet wird.

[0003] Um eine genauere Schaltung in dem Komparator zu erreichen, ist die vorliegende Erfindung, wie oben beschrieben, in einem ersten Ausführungsbeispiel dadurch gekennzeichnet, dass der Komparator mit einem ersten, mit dem zeitkontinuierlichen Filter verbundenen Eingang sowie einem zweiten, mit der Eingangelektrode verbundenen Eingang versehen ist. Infolge dieser Maßnahme wird die Empfindlichkeit der Anordnung gegen Jitter reduziert, da die Zeitpunkte, zu denen der Schaltverstärker umschaltet, nun klarer bestimmt werden. Auf Grund dessen ist ein höherer Dynamikbereich möglich. In einem zweiten Ausführungsbeispiel, welches im Besonderen zur Umwandlung eines impulsdichtenmodulierten, digitalen Eingangssignals in ein verstärktes Ausgangssignal dient, ist die Anordnung, wie in dem einleitenden Absatz beschrieben, dadurch gekennzeichnet, dass das zeitkontinuierliche Filter einen ersten Integrator, dessen Eingang mit der Subtrahiereinheit verbunden ist, sowie einen zweiten Integrator, welcher an den Ausgang des ersten Integrators gekoppelt ist, aufweist, wobei der Ausgang des ersten Integrators weiterhin mit einem ersten Eingang des Komparators und der Ausgang des zweiten Integrators mit einem zweiten Eingang des Komparators verbunden sind.

[0004] Eine weitere Anordnung zur Verstärkung von Digitalsignalen ist aus Vorab druck 4448 (G6) der 102. Convention of the Audio Engineering Society, welche vom 22. März bis 25. März 1997 stattfand, bekannt. Diese Publikation trägt den Titel "A Sigma-Delta Power Amplifier for Digital Input Signals". Mit Hilfe einer solchen Anordnung kann ein digitales Eingangssignal, zum Beispiel ein impulsdichtenmoduliertes Audiosignal, in ein verstärktes Ausgangssignal umgewandelt werden. Um dieses zu erreichen, weist die Anordnung einen Schaltverstärker auf, welcher

von einem Komparator gesteuert wird. Zur Reduzierung der Empfindlichkeit dieses Schaltverstärkers gegen Schwankungen, zum Beispiel in der Versorgungsspannung, wird das verstärkte Ausgangssignal zu dem Eingang zurückgeführt. Diese Rückführung bewirkt, dass die Steuerung des Schaltverstärkers durch den Komparator so beeinflusst wird, dass bei Schwankungen in der Versorgungsspannung des Schaltverstärkers das Ausgangssignal korrigiert wird. Diese Korrektur kann zum Beispiel so durchgeführt werden, dass der Niederfrequenzgehalt des Ausgangssignals im Wesentlichen gleich bleibt. Solche Anordnungen weisen weiterhin ein Schleifenfilter auf, welches auf niedrigen Frequenzen eine maximale Schleifenverstärkung vorsehen soll, während die Schleifenverstärkung auf der Abtastfrequenz unter Eins liegen soll, um Oszillationen auszuschließen. Die letztgenannte Bedingung kann erfüllt werden, indem die Anordnung so vorgesehen wird, dass der Hochfrequenzanteil des Eingangsstroms größer als der Hochfrequenzanteil des Rückführstroms ist. Um sicherzustellen, dass eine solche Anordnung auf stabile Weise arbeitet, besteht ebenfalls die Notwendigkeit, dass die Schleifenverstärkung auf einer Frequenz nahe der Frequenz, auf welcher die Schleifenverstärkung gleich Eins ist, einer Charakteristik erster Ordnung entspricht. Um die oben erwähnten Anforderungen zu erfüllen, wird im Allgemeinen ein Schleifenfilter eingesetzt, welches sicherstellt, dass die Schleifenverstärkung der Anordnung auf niedrigen Frequenzen einer Charakteristik höherer Ordnung entspricht, so dass eine relativ hohe Schleifenverstärkung erreicht wird und das Schleifenfilter ebenfalls sicherstellt, dass die Schleifenverstärkung ab einer bestimmten Übergangsfrequenz einer Charakteristik erster Ordnung entspricht, wobei die Schleifenverstärkung auf der Übergangsfrequenz größer als Eins ist.

[0005] Die aus der oben erwähnten Publikation bekannte Anordnung weist ein getaktetes Schleifenfilter und einen getakteten Komparator auf. Infolgedessen wird bei Schwankungen, zum Beispiel Schwankungen der Versorgungsspannung, das Ausgangssignal durch Hinzufügen oder Weglassen von Impulsen korrigiert. Bei der bekannten Anordnung ruft ein Hinzufügen oder Weglassen von Impulsen ein Quantisierungsrauschen des Ausgangssignals hervor, was zu einer Abnahme des Dynamikbereichs führt. Dieses Quantisierungsrauschen kann in einem spezifischen Frequenzbereich des Ausgangssignals mit Hilfe eines relativ komplexen und kostenaufwendigen Schleifenfilters reduziert werden, so dass eine Zunahme des Dynamikbereichs erreicht wird.

[0006] Eine einfachere und kostengünstigere Anordnung wird durch Einsetzen eines zeitkontinuierlichen Filters und eines zeitkontinuierlichen Komparators vorgesehen. In diesem Falle wird bei Schwankungen, zum Beispiel bei Schwankungen der Versorgungsspannung, das Ausgangssignal durch Erweiterung bzw. Beschränkung der Impulse korrigiert. Die-

ser Schritt basiert auf der Erkenntnis, dass bei der in dem letztgenannten Dokument beschriebenen Anordnung das Quantisierungsrauschen durch den taktsynchronen Charakter des Komparators hervorgerufen wird, da auf Grund dessen Impulse an diskreten Punkten lediglich rechtzeitig hinzugefügt oder weggelassen werden können. Bei der Anordnung gemäß der Erfindung ist sowohl das Schleifenfilter als auch der Komparator zeitkontinuierlich, so dass die Erweiterung oder Beschränkung von Impulsen nicht zu Quantisierungsfehlern führt. Da ein Quantisierungsrauschen nicht vorliegt, kann der Aufbau des Schleifenfilters relativ einfach und kostengünstig sein.

[0007] Die erfindungsgemäße Anordnung gemäß den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen hat den zusätzlichen Vorteil, dass sie ebenfalls zur Verstärkung von Analogsignalen, wie zum Beispiel eines, von einer Audiokassette ausgehenden Audiosignals, eingesetzt werden kann. Ein solches Analogsignal ist, zum Beispiel bei einer erweiterten Variante der Subtrahiereinheit, einem digitalen Eingangssignal zuzuführen, welches keinen Niederfrequenzgehalt aufweist. Wenn das digitale Eingangssignal in diesem Zustand einen Audio-Niederfrequenzgehalt aufweist, wird eine Mischung aus dem analogen Audiosignal und dem digitalen Eingangssignal gebildet.

[0008] Ein Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung, in welchem die Kopplung zwischen dem Ausgang des Schaltverstärkers und dem zweiten Eingang der Subtrahiereinheit eine Rückkopplungseinheit aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rückkopplungseinheit ein im Wesentlichen frequenzunabhängiges Verhalten aufweist. Auf Grund des zeitkontinuierlichen und linearen Charakters des Schleifenfilters ist die Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung frei von Störungen, welche von den Wiederholungsspektra des Ausgangssignals hervorgerufen werden. Infolgedessen kann auf ein Anti-Aliasing-Filter verzichtet werden.

[0009] Die vorliegende Erfindung bezieht sich weiterhin auf einen Brückenverstärker, welcher mindestens zwei Anordnungen gemäß der Erfindung aufweist, sowie auf einen integrierten Schaltkreis, welcher mit einer solchen Anordnung versehen ist.

[0010] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

[0011] **Fig. 1** – einen Schaltkreis des aus US-A-4 249 136 bekannten Typs; **Fig. 2** – ein Blockschaltbild eines Beispiels einer Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0012] **Fig. 3** – ein elektrisches Schaltbild eines weiteren Beispiels einer Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0013] **Fig. 4** – ein Blockschaltbild eines Beispiels eines Brückenverstärkers mit zwei Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0014] In den **Fig. 1** bis **4** trägt der funktionelle Teil der Anordnung gemäß der Erfindung, das heißt, die

gesamte Anordnung mit Ausnahme der Eingangselektrode **10** und der Ausgangselektrode **20**, die Bezugsziffer **17**.

[0015] **Fig. 1** zeigt ein Blockschaltbild einer bekannten Anordnung zur Verstärkung von Digitalsignalen. Diese Anordnung kann zum Beispiel zur Verstärkung eines digitalen Audiosignals verwendet werden. Zum Beispiel kann ein 16-Bit-impulscodemoduliertes Audiosignal, welches mit Hilfe eines Sigma-Delta-Modulators oder eines Rauschformers in ein überabgetastetes 1-Bit-impulsdichtenmoduliertes Audiosignal umgewandelt wurde, mit Hilfe der Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung in ein verstärktes Ausgangssignal umgewandelt werden. Um dieses zu erreichen, muss das 1-Bit-Audiosignal einer Eingangselektrode **10** der Anordnung zugeführt werden. Mit Hilfe eines Tiefpassfilters, zum Beispiel eines verlustfreien LC-Filters, kann ein analoges Audiosignal von dem, von der Anordnung verstärkten Ausgangssignal, welches an Ausgangselektrode **20** anliegt, gefiltert werden. Dieses analoge Niederfrequenz-Audiosignal kann danach über einen Lautsprecher in einen Ton umgewandelt werden.

[0016] Die Eingangselektrode **10** ist mit einem ersten Eingang **11** einer Subtrahiereinheit **12** verbunden. In dieser Subtrahiereinheit **12** wird das, über einen Verstärkernkoeffizienten **24** zurückgeführte Ausgangssignal von dem 1-Bit-Eingangssignal subtrahiert. Das sich ergebende Signal wird dann in einem Schleifenfilter **14** verstärkt und gefiltert und sodann einem Komparator **16** zugeführt. Dieser Komparator **16** steuert auf Grund des, von dem Schleifenfilter **14** ausgehenden Signals einen Schaltverstärker **18**, in welchem zum Beispiel MOSFETs als Schaltelemente verwendet werden können. Dieser Schaltverstärker **18** wird durch zwei symmetrische Versorgungsspannungen +V_{pwr} und -V_{pwr} gespeist. Das von dem Komparator **16** ausgehende Steuersignal wird durch den Schaltverstärker **18** in ein impulsdichtenmoduliertes 1-Bit-Digitalsignal, dessen Amplitude die Werte +V_{pwr} und -V_{pwr} annehmen kann, umgewandelt. Dieses Ausgangssignal, welches an einem Ausgang **22** des Schaltverstärkers **18** anliegt, wird über die Ausgangselektrode **20** abgegeben.

[0017] Die Verwendung von Schaltverstärkern bzw. Verstärkern der Klasse D hat den Vorteil, dass bei solchen Verstärkern kaum eine Verlustleistung zu verzeichnen ist. Infolgedessen weisen solche Verstärker eine sehr hohe Leistungsfähigkeit auf. Ein Nachteil von Schaltverstärkern ist die Empfindlichkeit gegen Schwankungen der Versorgungsspannung. Diese Schwankungen bestimmen unmittelbar die Amplitude des Ausgangssignals. Darüber hinaus können Schaltartefakten, welche durch die unvollkommenen, charakteristischen Eigenschaften der Schaltelemente hervorgerufen werden, das Ausgangssignal nachteilig beeinträchtigen. Es ist bekannt, dass diese unerwünschten Artefakten durch die negative Rückkopplung des Ausgangssignals wesentlich unterdrückt werden können.

[0018] Die Steuerung des Schaltverstärkers **18** durch den Komparator **16** wird, indem das Ausgangssignal des Schaltverstärkers **18** über den Verstärkerkoeffizienten **24** zu der Subtrahiereinheit **12** zurückgeführt wird, so beeinflusst, dass bei Schaltartefakten oder Schwankungen der Versorgungsspannungen +V_{pwr} und -V_{pwr} das Ausgangssignal des Schaltverstärkers **18** korrigiert wird. Das heißt, dass die Breite der Impulse des impulsdichtenmodulierten Signals verändert wird, so dass der Gesamtenergiegehalt des Ausgangssignals im Wesentlichen gleich bleibt. Störungen des Ausgangssignals, welche in dem Schaltverstärker entstehen, werden durch die Rückkopplung um einen Faktor, welcher der Schleifenverstärkung entspricht, reduziert. Auf diese Weise ist das in dem Ausgangssignal enthaltene Niederfrequenz-Audiosignal gegenüber Schaltartefakten oder Schwankungen der Versorgungsspannungen +V_{pwr} und -V_{pwr} im Wesentlichen unempfindlich. Infolgedessen wird der Grad, in welchem Niederfrequenz-Audiosignale durch die Anordnung verstärkt werden, im Wesentlichen durch den Verstärkerkoeffizienten **24** bestimmt. Soll diese Schleifenverstärkung in dem gesamten Audiofrequenzbereich gleich sein, muss der Verstärkerkoeffizient **24** ein im Wesentlichen frequenzunabhängiges Verhalten aufweisen. Durch die Wahl eines korrekten Wertes für den Verstärkerkoeffizienten **24** kann ein 100% modulierte Ausgangssignal erreicht werden, selbst wenn das Eingangssignal nicht 100% moduliert und in dem sogenannten Rückkehr-zu-Null-Format codiert ist.

[0019] Es hat sich gezeigt, dass, wenn die Schleifenverstärkung durch das Schleifenfilter **14** bei Niederfrequenzen einer Charakteristik zweiter Ordnung entspricht, der Dynamikbereich mindestens 100 dB betragen kann.

[0020] Die dargestellte Anordnung kann mit der Oszillation beginnen, wenn der der Subtrahiereinheit **12** durch den Verstärkerkoeffizienten **24** zugeführte Strom größer als der der Subtrahiereinheit **12** über die Eingangelektrode **10** zugeführte Strom ist. Um dieses zu verhindern, kann die Anordnung mit einem Verzögerungselement, zum Beispiel in Form eines zusätzlichen Tiefpassfilters in dem Regelkreis, oder mit einem Element, in welchem eine Hysterese auftritt, versehen werden. Als Beispiel des zuletzt genannten Elements ist eine Verbindung zwischen dem Ausgang des Komparators **16** und dem positiven Eingang des Komparators **16**, wodurch sich eine positive Rückkopplung des Komparators **16** ergibt, zu nennen.

[0021] Das Schleifenfilter **14** kann zum Beispiel eine Anzahl Integratoren aufweisen. Durch die integrierende Wirkung dieses Schleifenfilters **14** wird bewirkt, dass das Rechteckweheneingangssignal in ein Dreieckssignal einer geringeren Amplitude umgewandelt wird. Infolgedessen kann Wärmerauschen an der Stelle der Ausgangsflanken des Komparators **16** eine Hochfrequenz-Zeitunbestimmtheit hervorrufen. In diesem Beispiel wird die Zeitunbestimmtheit durch eine negative Niederfrequenzrückkopplung verrin-

gert.

[0022] **Fig. 2** zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung. Der negative Eingang des Komparators **16** ist mit der Eingangelektrode **10** direkt verbunden. Da in einem der Eingangssignale des Komparators **16** die Impulse durch steile Flanken gekennzeichnet sind, wird der Zustand des Komparators **16**, und folglich auch der Zeitpunkt, zu welchem der Schaltverstärker **18** einen Schaltvorgang durchführt, bei jedem Impuls klarer bestimmt, während der Betrieb der Anordnung auf niedrigen Frequenzen unverändert bleibt. Auf Grund dessen wird die Empfindlichkeit der Anordnung gegenüber Jitter reduziert, so dass ein höherer Dynamikbereich erreicht werden kann.

[0023] **Fig. 3** zeigt ein elektrisches Schaltbild einer weiteren Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung. Diese Anordnung kann eingesetzt werden, um ein, der Eingangelektrode **10** zugeführtes, impulsdichtenmoduliertes, digitales Eingangssignal in ein verstärktes, an der Ausgangselektrode **20** anliegendes Ausgangssignal umzuwandeln. Das digitale Eingangssignal kann zum Beispiel durch einen Rauschformer fünfter Ordnung, in welchem eine Abtastfrequenz von 2,8 MHz verwendet wird, auf Grund eines 16-Bit-impulscodemodulierten, digitalen Audiosignals erzeugt werden.

[0024] Das digitale Eingangssignal wird über einen Widerstand **30** einem ersten Integrator zugeführt. Dieser erste Integrator wird durch einen Operationsverstärker **32** in Verbindung mit einem Widerstand **44** und einem Kondensator **34** gebildet. Ein Ausgang **33** des ersten Integrators ist an einen Eingang eines zweiten Integrators und einen positiven Eingang eines Komparators **42** gekoppelt. Dieser zweite Integrator wird durch einen Operationsverstärker **38** in Verbindung mit einem Widerstand **36** und einem Kondensator **40** gebildet. Ein Ausgang **39** des zweiten Integrators ist an einen negativen Eingang des Komparators **42** gekoppelt. Ein Ausgang dieses Komparators **42** ist an einen Wechselrichter **46** gekoppelt, welcher wiederum mit einer Parallelschaltung von fünf Wechselrichtern **48** verbunden ist. In diesem Beispiel bildet die Schaltung von dem Wechselrichter **46** und der Parallelschaltung von Wechselrichtern **48** den Schaltverstärker. Ein Ausgang **22** dieses Schaltverstärkers ist an die Ausgangselektrode **22** und über den Widerstand **44** an einen negativen Eingang des Operationsverstärkers **32** gekoppelt.

[0025] In diesem Beispiel wird die Subtrahiereinheit durch die Addiereigenschaft des ersten Integrators in Verbindung mit der Tatsache, dass das Ausgangssignal umgekehrt wird, gebildet. Darüber hinaus wird der Verstärkerkoeffizient durch Zusammenschaltung des Widerstands **44** und des virtuellen Massepunkts **31** implementiert. Ferner bildet die Schaltung von dem ersten und zweiten Integrator und dem Komparator **42** das Schleifenfilter **14**, welches eine Charakteristik zweiter Ordnung aufweist. Durch die Verbin-

zung zwischen dem Ausgang **33** des ersten Integrators und dem positiven Eingang des Komparators **42** wird sichergestellt, dass das Schleifenfilter auf Frequenzen um die Abtastfrequenz eine Charakteristike erster Ordnung aufweist.

[0026] Der Komparator **42** wirkt nicht nur als Teil des Schleifenfilters **14**, sondern auch als der in den Fig. 1 und 2 dargestellte Komparator **16**. Der Teil des Komparators **42**, welcher das Ausgangssignal des zweiten Integrators von dem Ausgangssignal des ersten Integrators subtrahiert, bildet einen Teil des Schleifenfilters **14**. Der Teil des Komparators, welcher das resultierende Signal mit Masse vergleicht, bildet einen Teil des Komparators **16**.

[0027] Ein analoges Audiosignal, welches zum Beispiel von einer Audiokassette ausgeht, kann über einen, an den virtuellen Massepunkt **31** gekoppelten Widerstand, einem Digitalsignal zugeführt werden, welches über die Eingangsselektrode **10** und den Widerstand **30** abgegeben wird. Dieses analoge Audiosignal kann dann durch die dargestellte Anordnung verstärkt werden.

[0028] Die dargestellte Anordnung kann in einen integrierten Schaltkreis integriert werden, und es besteht ebenfalls die Möglichkeit, den integrierten Schaltkreis zum Beispiel mit einem Rauschformer zu versehen. Der integrierte Schaltkreis kann zum Beispiel unter Anwendung der CMOS- oder SOI-Technik vorgesehen werden.

[0029] Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild eines Brückenverstärkers mit zwei Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung. Eine erste Anordnung wird durch eine Eingangsselektrode **10'**, einen funktionellen Teil **17'** und eine Ausgangselektrode **20'** gebildet. In einem Tiefpassfilter **60'** wird ein erstes analoges Niederfrequenz-Audiosignal von einem, von dieser ersten Anordnung verstärkten, ersten digitalen Audiosignal gefiltert, und dieses analoge Niederfrequenz-Audiosignal wird dann einem ersten Eingang eines Lautsprechers **62** zugeführt. Eine zweite Anordnung wird durch eine Eingangsselektrode **10''**, einen funktionellen Teil **17''** und eine Ausgangselektrode **20''** auf analoge Weise gebildet. In einem Tiefpassfilter **60''** wird ein zweites analoges Niederfrequenz-Audiosignal von einem, von dieser zweiten Anordnung verstärkten, zweiten digitalen Audiosignal gefiltert, und dieses analoge Niederfrequenz-Audiosignal wird danach einem zweiten Eingang des Lautsprechers **62** zugeführt.

[0030] Durch Sicherstellen, dass der Niederfrequenzgehalt des ersten und zweiten digitalen Audiosignals gegenphasig ist, indem zum Beispiel das zweite digitale Audiosignal von dem ersten digitalen Audiosignal mit Hilfe eines Wechselrichters abgeleitet wird, wird erreicht, dass auch das erste und das zweite analoge Niederfrequenz-Audiosignal gegenphasig sind. Auf Grund dessen wird der Lautsprecher **62** mit einem Doppelamplituden-Analogsignal effektiv betrieben, wodurch bewirkt wird, dass die von dem Lautsprecher **62** reproduzierte Leistung vervierfacht

wird.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Verstärkung von Digitalsignalen, welche eine Eingangsselektrode (**10**) zum Empfang eines digital codierten Signals, eine Subtrahiereinheit (**12**), um mindestens zwei Signale voneinander zu subtrahieren, wobei die Eingangsselektrode (**10**) mit einem ersten Eingang (**11**) der Subtrahiereinheit (**12**) verbunden ist, sowie eine Kaskadenanordnung aus einem zeitkontinuierlichen Filter (**14**), einem zeitkontinuierlichen Komparator (**16**) und einem Schaltverstärker (**18**) aufweist, wobei diese Anordnung mit einem Ausgang der Subtrahiereinheit (**12**) verbunden und mit einer Ausgangselektrode (**20**) versehen ist, welche mit einem Ausgang (**22**) des Schaltverstärkers (**18**) verbunden ist, wobei der Ausgang (**22**) des Schaltverstärkers (**18**) ebenfalls mit einem zweiten Eingang (**13**) der Subtrahiereinheit (**12**) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Komparator (**16**) mit einem ersten, mit dem zeitkontinuierlichen Filter (**14**) verbundenen Eingang sowie einem zweiten, mit der Eingangsselektrode (**10**) verbundenen Eingang versehen ist.

2. Anordnung zur Verstärkung von Digitalsignalen, welche eine Eingangsselektrode (**10**) zum Empfang eines digital codierten Signals, eine Subtrahiereinheit, um mindestens zwei Signale voneinander zu subtrahieren, wobei die Eingangsselektrode (**10**) mit einem ersten Eingang der Subtrahiereinheit verbunden ist, sowie eine Kaskadenanordnung aus einem zeitkontinuierlichen Filter, einem zeitkontinuierlichen Komparator (**42**) und einem Schaltverstärker (**46, 48**) aufweist, wobei diese Anordnung mit einem Ausgang der Subtrahiereinheit verbunden und mit einer Ausgangselektrode (**20**) versehen ist, welche mit einem Ausgang (**22**) des Schaltverstärkers (**46, 48**) verbunden ist, wobei der Ausgang (**22**) des Schaltverstärkers (**46, 48**) ebenfalls mit einem zweiten Eingang (**13**) der Subtrahiereinheit verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das zeitkontinuierliche Filter einen ersten Integrator, dessen Eingang mit der Subtrahiereinheit verbunden ist, sowie einen zweiten Integrator, welcher an den Ausgang des ersten Integrators gekoppelt ist, aufweist, wobei der Ausgang des ersten Integrators weiterhin mit einem ersten Eingang des Komparators (**42**) und der Ausgang des zweiten Integrators mit einem zweiten Eingang des Komparators (**42**) verbunden sind.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung zwischen dem Ausgang (**22**) des Schaltverstärkers (**18; 46, 48**) und der Subtrahiereinheit eine im Wesentlichen frequenzunabhängige Rückkopplungseinheit (**24; 44**) aufweist.

4. Brückenverstärker mit mindestens zwei Anord-

nungen nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

5. Integrierter Schaltkreis mit einer Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 3.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

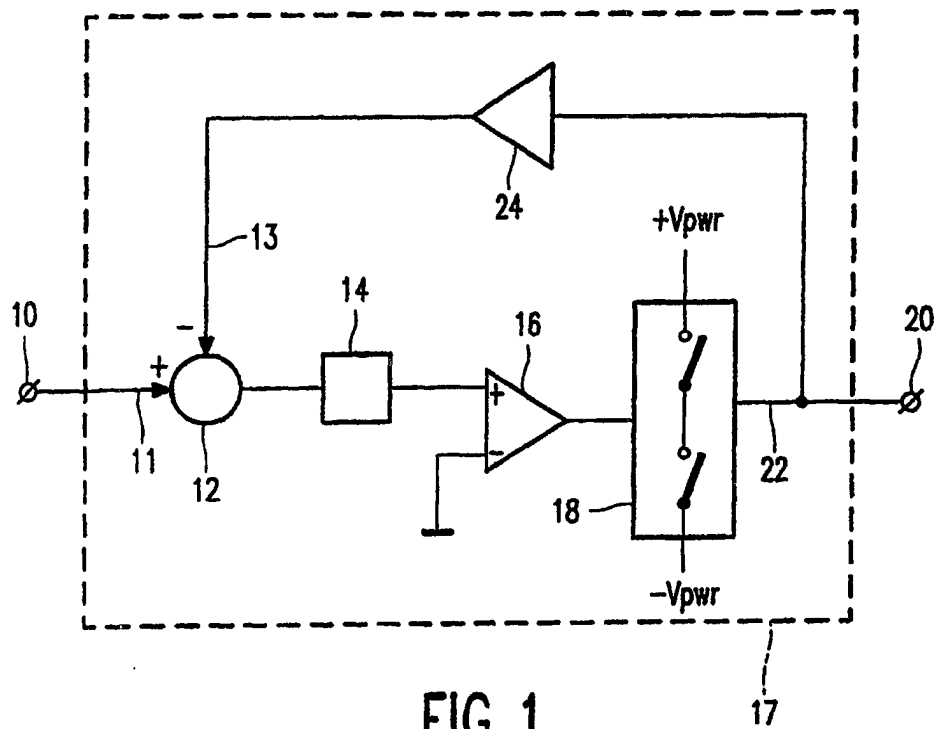


FIG. 1

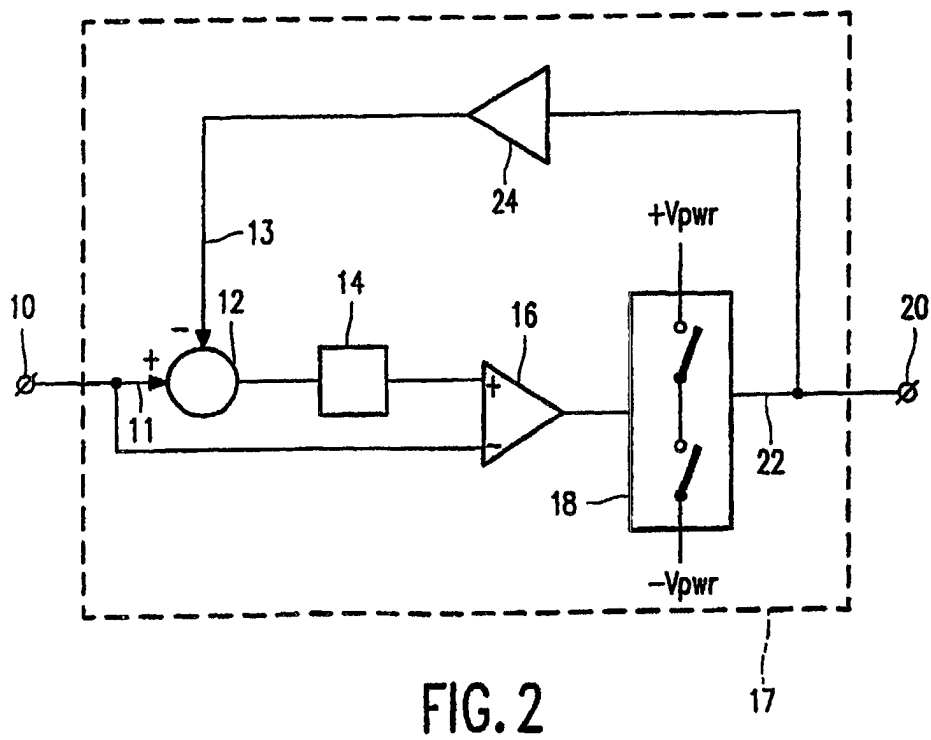


FIG. 2

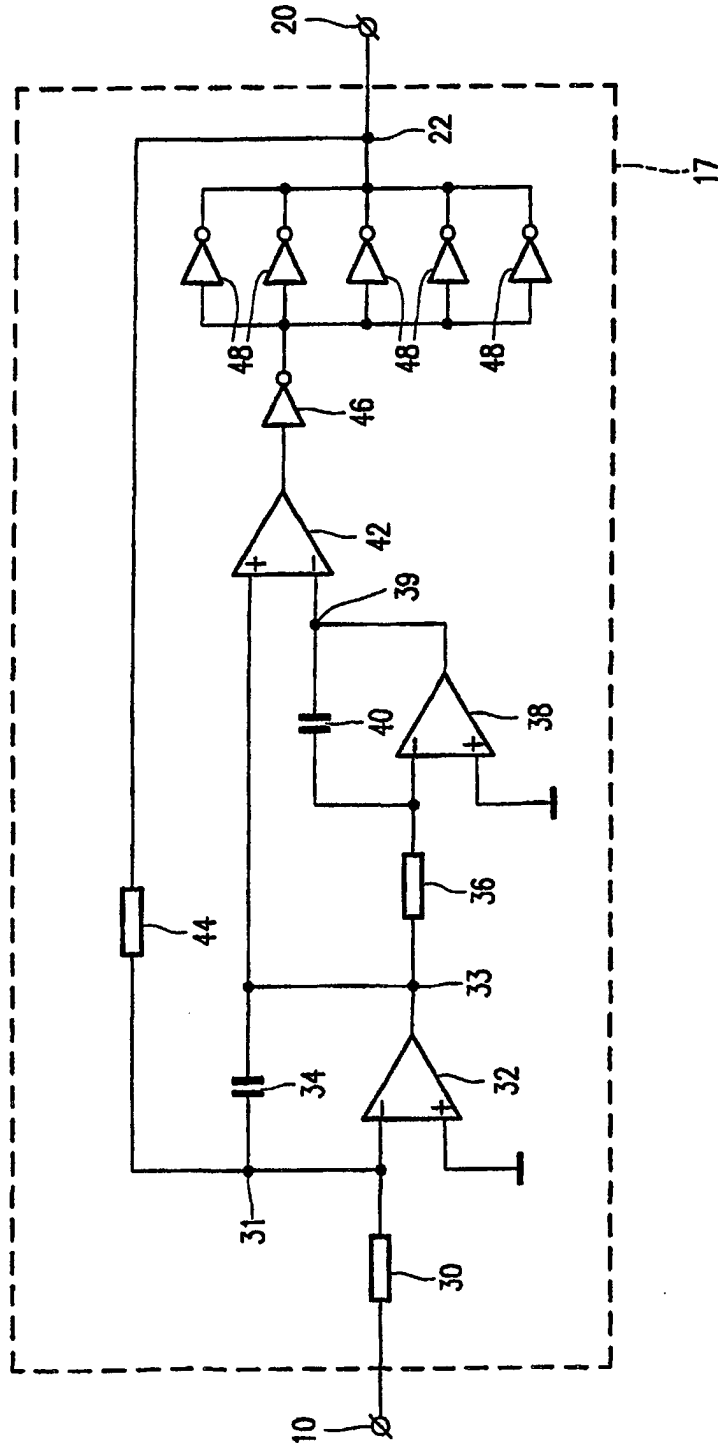


FIG. 3

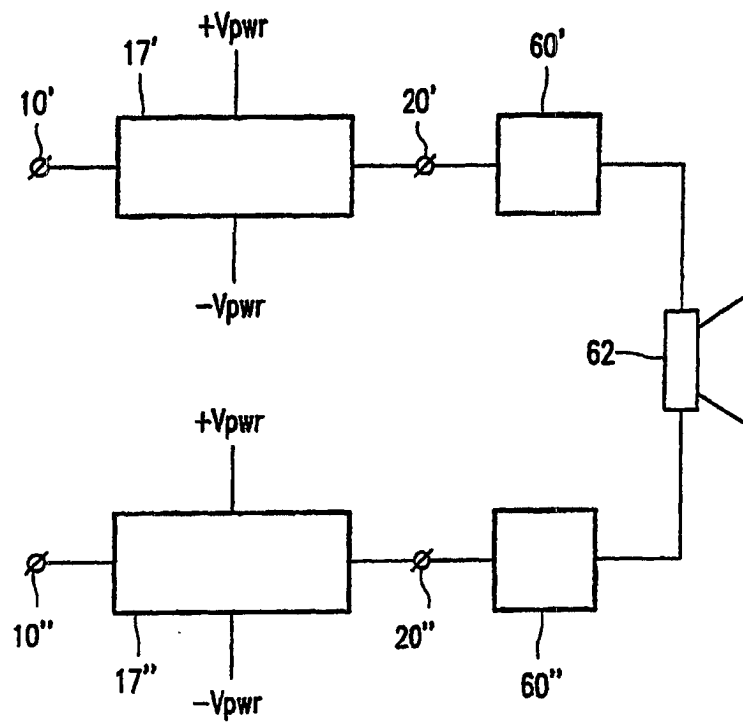


FIG. 4