



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 019 677 A1 2006.03.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 019 677.2

(22) Anmeldetag: 26.04.2005

(43) Offenlegungstag: 09.03.2006

(51) Int Cl.⁸: G10H 1/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
532572 26.04.2004 NZ

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

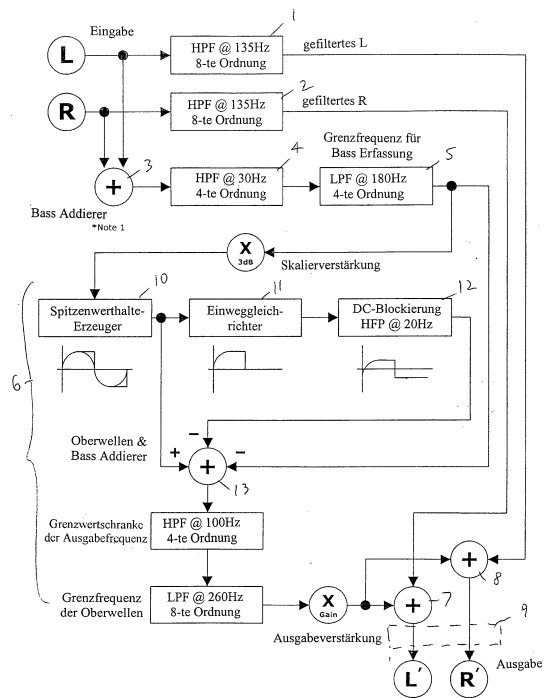
(71) Anmelder:
Phitek Systems Ltd., Auckland, NZ

(72) Erfinder:
Beyer, Robert Patrick, Auckland, NZ

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verbesserungen für oder in Bezug auf eine Signalverarbeitung

(57) Zusammenfassung: Signalverarbeitungsvorrichtung zum Erzeugen eines Audiosignals, welches geeignet ist, einem Zuhörer eine psychoakustische Wahrnehmung eines niederfrequenten Audiosignals zu vermitteln, wobei die Signalverarbeitungsvorrichtung Oberwellen des niederfrequenten Signals mittels zeitbezogenen und/oder pegelbezogenen Formens der Wellenform des niederfrequenten Signals erzeugt. Dies kann mittels Benutzung eines Spitzenwerthalte-Erzeugers und eines Gleichrichters oder mittels Benutzung eines Spitzenwerthalte-Abkling-Erzeugers erreicht werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Audiosignalverarbeitungsverfahren und -vorrichtungen und ist insbesondere anwendbar zum Liefern von mehr scheinbarem Baß aufgrund psychoakustischer Wahrnehmung von Baßfrequenzen.

Stand der Technik

Hintergrund der Erfindung

[0002] Audiowandler, beispielsweise Lautsprecher, haben oft Schwierigkeiten, Baß-Audiofrequenzen (das heißt niedrige Audio- bzw. Tonfrequenzen) wiederzugeben.

[0003] Es ist bekannt, Oberwellen zu verwenden, um scheinbare Baß-Audiofrequenzen zu erzeugen. Dies folgt aus einem psychoakustischen Phänomen, bei welchem Oberwellen niederfrequenter Töne den Zuhörer dazu bringen, die niedrige Frequenz einer Grundschwingung zu "hören", obwohl die Grundschwingung nicht vorhanden ist.

[0004] Bekannte Vorrichtungen und Verfahren variieren Signale über deren Dynamikbereich (das heißt Lautstärke oder Signalpegel) mittels Vorrichtungen wie beispielsweise Kompressoren oder Begrenzer beziehungsweise Grenzwertstufen.

Aufgabenstellung

Die Erfindung

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Audiosignalverarbeitungsverfahren oder eine verbesserte Audiosignalverarbeitungsvorrichtung zu schaffen, welche zumindest eine nützliche Alternative zu vorhandenen Verfahren/Vorrichtungen bieten.

[0006] Weitere Aufgaben der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung ersichtlich.

[0007] In einem Aspekt umfaßt die Erfindung eine Signalverarbeitungsvorrichtung zum Erzeugen eines Audiosignals, welches geeignet ist, einem Zuhörer eine psychoakustische Wahrnehmung eines niederfrequenten Audiosignals zu vermitteln, mit einem Spitzenwerthalte-Erzeugungsmittel zum Erzeugen von Oberwellen des niederfrequenten Signals mittels zeitbezogenes Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals.

[0008] Vorzugsweise umfaßt der Spitzenwerthalte-Erzeuger ein Signaldämpfungsmittel zum pegelbezogenen Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals.

[0009] Vorzugsweise erzeugt das Oberwellen-Er-

zeugungsmittel gerade und ungerade Oberwellen.

[0010] Vorzugsweise umfaßt die Vorrichtung einen Gleichrichter zum Erzeugen gerader Oberwellen.

[0011] Vorzugsweise umfaßt der Spitzenwerthalte-Erzeuger einen Spitzenwerthalte-Abkling-Erzeuger.

[0012] Vorzugsweise ist die niederfrequente Wellenform in Bezug auf Zeit und in Bezug auf Pegel asymmetrisch geformt.

[0013] Nach einem weiteren Aspekt umfaßt die Erfindung ein Verfahren zur Verarbeitung eines niederfrequenten Audiosignals zum Erzeugen eines Audiosignals, welches geeignet ist, einem Zuhörer eine psychoakustische Wahrnehmung eines niederfrequenten Audiosignals zu vermitteln, wobei das Verfahren ein Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals in Bezug auf Zeit mittels Verfolgen des niederfrequenten Signals zu einem im wesentlichen spitzenwertigen Betrag bis zu einem Nulldurchgang und anschließendem Verfolgen des Signals in der entgegengesetzten Polarität umfaßt.

[0014] Vorzugsweise umfaßt das Verfahren ein zeitbezogenes und pegelbezogenes Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals mittels Verfolgen des niederfrequenten Signals zu einem im wesentlichen spitzenwertigen Betrag und ein anschließendes Erlauben des Spitzenwerts, mit einer vorherbestimmten Rate abzuklingen.

[0015] Die Erfindung umfaßt auch die in dieser Beschreibung und in den Ansprüchen beschriebenen Merkmale oder Merkmalskombinationen.

[0016] Weitere neue Aspekte der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung ersichtlich.

Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) ein schematisches Blockdiagramm einer ersten Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung;

[0019] [Fig. 2](#) ein schematisches Blockdiagramm einer zweiten Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung;

[0020] [Fig. 3](#) ein schematisches Blockdiagramm einer dritten Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung;

[0021] [Fig. 4](#) ein schematisches Blockdiagramm einer vierten Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung;

[0022] [Fig. 5](#) einen Graph eines Beispiels einer Oberwellen-Wellenform, welche mittels eines in der Ausführungsform aus [Fig. 4](#) verwendeten Spitzenwerthalte-Abkling-Erzeugers erzeugt wurde, wobei die Zeit entlang der horizontalen Achse durch die Abtastnummer bei einer Abtastrate von 44,1 kHz angezeigt ist und der Signalpegel entlang der vertikalen Achse aufgetragen ist;

[0023] [Fig. 6](#) einen Graph der Signalstärke (dB) eines ersten Beispiels eines Oberwellengehalts, aufgetragen gegen die Frequenz (Hz);

[0024] [Fig. 7](#) einen Graph der Signalstärke (dB) eines zweiten Beispiels eines Oberwellengehalts aufgetragen gegen die Frequenz (Hz); und

[0025] [Fig. 8](#) einen Graph der Signalstärke (dB) eines dritten Beispiels eines Oberwellengehalts aufgetragen gegen die Frequenz (Hz);

Ausführungsbeispiel

[0026] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm einer ersten Ausführungsform einer möglichen Umsetzung eines Signalverarbeitungssystems.

[0027] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Schaltung kann in Software implementiert werden oder sie kann mittels physikalischer Hardware implementiert werden. Weiterhin kann die Schaltung digital oder in analoger Form implementiert werden. Es gibt mehrere Methoden und Verfahren, welche zum Erreichen der gewünschten Resultate in jede dieser Formen verwendet werden können.

[0028] Das System dient dazu, einem Benutzer mehr scheinbaren Baß aus jedem Audioquellenmaterial mittels jedes Audioliefermechanismus zu liefern.

[0029] Es ist wünschenswert, den Quelleneingabe-Audiosignal je Kanal (L, R, usw., obwohl die Erfindung auf Einzelkanal- oder Mehrkanal-Audiosysteme anwendbar ist) mittels Hochpaßfilter zu filtern **1**, **2**, um die Baß-Anteile zu entfernen, wobei ein gefiltertes Eingabesignal je Kanal für spätere Benutzung (gefilterter Eingang) erzeugt wird. Die Quelleneingabe-Audiosignalkanäle werden dann vorzugsweise addiert **3**, um ein Monoquellensignal zu erzeugen, welches die Gesamtsumme der Baß-Informationen im ursprünglichen Audiosignal enthält. Das sich ergebende Signal wird dann mittels eines Hochpasses **4** und eines Tiefpasses **5** gefiltert, um die ultratiefen Infrashallfrequenzen und nicht die Baßfrequenz zu entfernen, um so das Baß-Quellensignal zu erzeugen.

[0030] Oberwellenerzeugung **6** wird verwendet, um Oberwellen in das resultierende Audiosignal einzufügen. Im Ergebnis dieses Prozesses wird das Baß-Ausgabesignal erzeugt, welches dann mit den gefilterten Eingabesignalen kombiniert wird. Die Einzelheiten dieses Prozesses werden im folgenden beschrieben.

[0031] Das sich ergebende Ausgabe-Audiosignal wird mittels Addieren des Baß-Ausgabesignals mit jedem der gefilterten Eingabesignale **7**, **8** und Überreichen des Ergebnisses an den Audioausgang (Lautsprecher, Kopfhörer usw.) erzeugt. Wahlweise wird ein Spitzenwert-Entzerrer **9** (ähnlich einem im Allgemeinen in Stereosystemen vorfindbaren "Bass Boost") hinzugefügt oder darauffolgend verwendet, um der Audioausgabe zusätzlich eine Regulierung des Ausgabe-Baßpegels bereitzustellen und somit die Baß-Empfindlichkeit zu erhöhen, aber auch, um alle bereits eingeführten Oberwellenanteile einzubeziehen.

[0032] Es ist Vorteilhaft, dem Oberwellenerzeuger-Abschnitt **6** wie folgt umzusetzen: Das Baß-Quellensignal wird einem Spitzenwerthalte-Erzeuger **10** zur Verfügung gestellt. Der Spitzenwerthalte-Erzeuger erzeugt ein Ausgabesignal, welches dem Eingabesignal folgt, indem es kontinuierlich ansteigt (abfällt), wenn das Eingabesignal steigt (oder fällt), das Signal jedoch sowohl im positiven als auch im negativen Bereich des Eingabesignals auf dem maximalen Wert hält. Wenn das Eingabesignal von einem positiven zu einem negativen oder von einem negativen zu einem positiven Signalpegel wechselt, wird der Ausgang des Spitzenwerthalte-Erzeugers auf 0 (Null) gesetzt. Hiermit werden ungerade Oberwellen der Grundschwingungsfrequenz erzeugt, indem das Audiosignal zeitlich symmetrisch geformt wird. Dieser Prozeß kann einfach ausgeführt werden, da das menschliche Ohr "phasentaub" ist, daß heißt die Phase des Audiosignals kann vom Hörer nicht bestimmt werden. Mittels Formen eines Audiosignals auf dieser Weise kann der Oberwellenerzeuger eine bestimmte Folge von Oberwellen einsetzen, um das gewünschte psychoakustische Baßverhalten ohne Bedenken für die Phasen der Ausgabe-Oberwellen zu erzeugen.

[0033] Es wird bevorzugt, eine Hysteresefunktion an den Baßeingang anzuwenden, der jeden Ausgang vom Spitzenwerthalte-Erzeuger eliminiert, wenn der Eingabesignalpegel unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegt. Dies wird mittels Erweitern des Signalübergangsbereichs von ausschließlich 0 (Null) auf +/- Signalgrenzen erreicht.

[0034] Die Ausgabe des Spitzenwerthalte-Erzeugers (Spitzenwerthalte-Ausgabesignal) wird dann vorzugsweise einweg-gleichgerichtet **11** (nur positive Anteile des ursprünglichen Signals werden erhalten),

wodurch gerade Oberwellen erzeugt werden. Dies wird gefolgt von einem DC-blockierenden Filter **12**, welches die DC-Vorspannung aus den sich ergebenden Signal entfernt. Hierdurch ergibt sich das gleichgerichtete Ausgabesignal.

[0035] Das Spitzenwerthalte-Ausgabesignal, das Quellensignal und das gleichgerichtete Ausgabesignal werden dann an der algebraischen Summierstufe **13** mit einem Endausgabepegel-Verstärkungsfaktor zusammengefaßt (mittels jeder gewünschten Kombination aus Addition und/oder Subtraktion), um einen resultierenden Baßsignal mit einem hohen Oberwellenanteil zu erzeugen. Dieses Oberwellen-Baßsignal wird dann mittels eines Hochpass und eines Tiefpasses gefiltert, um den Oberwellenanteil zu entfernen und zu vermindern, welcher unerwünscht ist oder mittels der verwendeten Audioausgabeverfahren nicht wiedergegeben werden kann.

[0036] Der Algorithmus kann sowohl im digitaler als auch in analoger Form leicht umgesetzt werden. In digitaler Form kann der Algorithmus mittels Nutzung von Audio-BiQuad-Filtern umgesetzt werden, um beispielsweise die benötigten Filter und elementaren mathematischen Funktionen zum Implementieren der Spitzenwerthalte-Signal-Erzeugung- und der gleichgerichteten Signal-Erzeugung des Oberwellenerzeugers vorzusehen.

[0037] Analogerweise kann der Spitzenwerthalte-Erzeuger mittels einer steuerbaren Scheitelwert-Detektorschaltung, mittels einer Kondensatorladeschaltung oder mittels jedes anderen Mittels zur Erzeugung eines Ausgabesignals umgesetzt werden, so daß das Ausgabesignal am Spitzenwert des Quell-Eingabe-Baßsignals gehalten wird, bis ein Nulldurchgang (Signalübergang mit Schwellwert) erreicht ist. Die Einweggleichrichtung und das DC-Blockieren können durch unterschiedliche Verfahren vom Verwenden einer einfachen Gleichrichter-Diode bis zum Verwenden eines Operationsverstärkers umgesetzt werden.

[0038] Die mittels des Spitzenwerthalte-Erzeugers ausgeführte Wellenformung kann wie folgt beschrieben werden:

- a). Folge dem Eingabesignal der steigenden oder fallenden Eingabe.
- b). Für +ve und -ve Werte, halte das Signal auf diesem Pegel.
- c). Beim Nulldurchgang, setze den gehaltenen Wert zurück auf Null.

[0039] Die Hystereseffunktion wird vorzugsweise am Eingabepegel angewendet, wobei die Ausgabe darauf beschränkt wird, nur dann aufzutreten, wenn das Eingabesignal oberhalb des festgesetzten Signalpegels (festgesetzt auf -30 dB) liegt. Dies kann mittels Ausdehnen des "zurücksetzen auf Null" -Bereichs

der Eingabe auf einen +/- 30 dB-Pegel um den Nullgang implementiert werden. Hierdurch werden transiente Übergänge verhindert und zusätzlich wird die niedrigste vorhandene Baßfrequenz richtig erfaßt und erzeugt, ohne unnötig höherfrequente Baßanteile zu erzeugen.

[0040] Der Spitzenwerthalte-Prozeß mit Hysterese kann auf folgende Weise beschrieben werden:

S(t) – Quellensignal zum Zeitpunkt (t)
 O(t) – Ausgabesignal zum Zeitpunkt (t)
 Pegel – Hysteresenpegel (minimal benötigte +/- Pegel/Lautstärke)
 If(S(t) > = -Pegel) AND (S(t) < = +Pegel)
 O(t) = 0.0
 else if (S(t) > O(t - 1)) AND (S(t) > 0.0)
 O(t) = S(t)
 else if (S(t) < O(t - 1)) AND (S(t) < 0.0)
 O(t) = S(t)
 else
 O(t) = O(t - 1)
 end if

[0041] Die Skalierungsverstärkung um +3 dB im Verarbeitungspfad wurde hinzugefügt, um die verschiedenen Oberwellen und Pegel der zu kombinierenden Signale richtig auszugleichen. Eine Verminderung des ursprünglichen Quellensignals um 3 dB könnte auf ähnliche Weise verwendet werden, wobei zur Kompensation die Ziel-Ausgabeverstärkung entsprechend erhöht wird. Die Verstärkung wurde auf diese Weise aufgrund der Softwareschnittstelle implementiert, welche es während der Entwicklung erlaubte, die Verstärkungen jedes Signals individuell zu steuern. Ein Hinzufügen zu dieser Verstärkung führte dazu, daß nominal ein Verstärkungsfaktor von "0 dB" auf jede Eingabe für die Oberwellen und die Baß-Summierungsoperation angewendet wurde.

[0042] Die in [Fig. 1](#) aufgelisteten Werte der Grenzfrequenzen wurden speziell dafür gewählt, um eine Gesamtverstärkung von 0 dB (in Bezug auf die Eingabe) in der Softwareimplementation für 10 Hz-fähige Lautsprecher zu erzeugen. Die bevorzugte Softwareimplementation verwendet Digital-Audio-Bi-Quad-Filter (zweiter Ordnung), welche auf geeignete Weise kaskadiert sind, um einen Filter mit einer gewünschten Ordnung zu bilden. Kopfhörer oder Lautsprecher, die niedrigere Frequenzen bewältigen können, können andere Filter-Grenzeinstellungen benötigen. Eine einfache einzelne Einstellung kann mittels Ändern der Ausgabegrenzfrequenzschranke vorgenommen werden, um mehr von der Grundfrequenz zurück in die Ausgabe hinzuzufügen, was zu einem noch ergiebigeren Baß führt, aber auch die Leistung des Ausgabesignals entsprechend steigert.

[0043] Der 0 dB-Verstärkungspfad wurde geprüft, indem ein sinusförmiger -15dB, 20 Hz bis 1 KHz Durchlauf durch die Softwareimplementation ge-

schickt wurde und die Filtergrenzen eingestellt wurden, um ein relativ flaches Ausgabesignal mit -15 dB zweckmäßig hinzugefügten Oberwellen zu erzeugen. Es wurde festgestellt, daß die Ausgabe eine bescheidene $1,5$ dB-Verstärkung für Frequenzen zwischen 70 und 100 Hz sowie einen $1,5$ dB-Abfall um die Eingabefilter-Grenzfrequenz von 180 Hz aufweist.

[0044] Der Spektralinhalt der Erzeugung fügt Oberwellen verstärkt bei niedrigen Frequenzen (unterhalb 130 Hz) hinzu, was dazu führt, daß Frequenzen bis hinunter zu 30 Hz auf Lautsprechern mit einem nominalen Ansprecherhalten von 100 Hz mittels des Prinzips der fehlenden Grundschwingung "hörbar" werden. Höhere Eingabefrequenzen führen dazu, daß nur ein oder zwei Oberwellen hinzugefügt werden, da der letzte Oberwellen-Sperrfilter diese Oberwellen höherer Ordnung sehr stark dämpft.

[0045] Die erzeugten Oberwellen umfassen die Grundschwingung und alle ungeraden und geraden Oberwellen in einem sanft abklingenden Spektrum. Während die Oberwellen der fünften und höheren ungeraden Ordnung ebenfalls erzeugt werden und zu nicht-musikalischen Tönen führen, begrenzt die Wahl der Grenzfrequenzen deren Verwendung für die meisten Eingabesignale in hohem Maße. Durch Signale unterhalb von 50 Hz werden diese Oberwellen hinzugefügt; diese Oberwellen scheinen jedoch eine große Hilfe bei der erfolgreichen Wahrnehmung dieser Infratonfrequenzen zu sein und in manchen Fällen sogar niedrigere wahrgenommene Frequenzen als die ursprünglich vorhandenen zu erzeugen.

[0046] Für den Eingangs-Baß-Eingabeaddierer wurden zwei Verfahren untersucht:

- Direkte Summierung ($L + R$), wie im Diagramm dargestellt.
- Gefilterte Summierung ($L - \text{gefiltertes } R$) + ($R - \text{gefiltertes } L$).

[0047] Das zweite Verfahren bietet eine viel größere Vokal-Abweiserfähigkeit auf den meisten Eingabemedien, womit der Einfluß eingeführter Oberwellen auf sehr niederfrequente männliche Stimmen vermindert wurde. Dies führte jedoch zu einem Nebeneffekt einer steilen Frequenzkerbe an der Grenzfrequenz, es sei denn, ein Filter sehr hoher Ordnung wurde mit einer Überdeckung innerhalb der Filter verwendet.

[0048] [Fig. 2](#) zeigt eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform. Ähnliche oder gleiche Merkmale in den [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) haben in [Fig. 1](#) die gleichen Bezugszeichen. Die Filter in der Ausführungsform nach [Fig. 2](#) weisen etwas unterschiedliche Grenzfrequenzen auf, als einige der Filter in [Fig. 1](#), und die erzeugten Oberwellen werden im Additionsabschnitt **13** von der Grundschwingung subtrahiert. Außerdem kann der Verstärkungsfaktor jeder der im Additionsabschnitt **13** zu addierenden/subtrahieren-

den Komponenten gesteuert werden.

[0049] In der Ausführungsform nach [Fig. 3](#) sind die Ausführungsformen nach den vorangehenden Figuren vereinfacht worden, indem ungerade und gerade Oberwellenkomponenten zusammen addiert wurden, ohne die Grundschwingung zu addieren oder zu subtrahieren.

[0050] In der Ausführungsform nach [Fig. 4](#) ist die Dauer der Halteperiode für den Spitzenwerthalte-Erzeuger modifiziert, um die gewünschten Oberwellen zusätzlich einzuführen und zu erzeugen. Daher ersetzt ein Spitzenwerthalte-Abkling-Erzeuger **20** den getrennten Spitzenwerthalte-Erzeuger, den Gleichrichter und den DC-blockierenden Filter. Hiermit wird die Eigenschaft des menschlichen Ohrs, "phasentaub" zu sein, ausgenutzt und dem Spitzenwerthalte-Erzeuger wird erlaubt, modifiziert zu werden, um ungerade und gerade Oberwellen in einem Verfahren zu erzeugen. In einer bevorzugten Ausführungsform wird dies mittels Steuern des Abklingens des gehaltenen Signals erreicht. Es ist auch bevorzugt, einen anderen Übergangspunkt zum Zurücksetzen des gehaltenen Signals zu verwenden.

[0051] Das Verfahren kann wie folgt beschrieben werden:

```
S(t) – Quellensignal am Zeitpunkt (t)
O(t) – Ausgabesignal am Zeitpunkt (t)
Decay – Ein bestimmter Signal-Abklingfaktor
abs() – Absolutwert des Pegels/der Lautstärke des Signals
if(abs(S(t))>O(t – 1))
O(t) = S(t)
else
o(t) = Decay-O(t – 1)
end if
```

[0052] Dies erzeugt eine Wellenform, welche nicht nur in Bezug auf Zeit sondern auch in Bezug auf den Pegel asymmetrisch geformt ist und somit als Ergebnis sowohl gerade als auch ungerade Oberwellen erzeugt werden. Der Grad der Oberwellenerzeugung kann leicht durch Steuern der Rate oder der Eigenschaften des Abklingens gesteuert werden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird dies mittels Steuern eines Abklingfaktors vorgenommen, welcher in dieser Beispielimplementation ähnlich wie eine Kondensatorentladekurve arbeitet. Der tatsächliche Abklingfaktor muß unter $1,0$ liegen (das bedeutet ein Verstärkungsfaktor von 1), um das Ausgabesignal angemessen zu dämpfen.

[0053] Der Abklingfaktor kann mittels der folgenden Formel berechnet werden:

$$\text{Decay} = 2,0 - \exp(\text{Setting}/\text{SampleRate})$$

[0054] Hierbei ist "Setting" eine beliebige, benutzer-

konfigurierbare Abklingkonstante, welche verwendet wird, um den Grad der eingeführten Oberwellen zu steuern. SampleRate ist die Abtastrate. Für eine Beispielimplementierung wird, bei einer angenommenen SampleRate von 44,1 kHz Audio, der Setting-Bereich willkürlich auf 100 bis 1.000 gesetzt. Die sich unter Benutzung dieser Konstanten ergebenden Audiosignale und ihre Spektren sind in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) dargestellt. Setting ist 200 in [Fig. 6](#), 500 in [Fig. 7](#) und 1.000 in [Fig. 8](#).

[0055] Der Oberwellenspektralanteil wurde mittels eines gechirpten Sinus-Durchlaufsignals als Eingabe für die unterschiedlichen, vorangehend beschriebenen Verfahren bestätigt. Der Verstärkungsfaktor und die Filtereinstellungen wurden für jeden Fall zweckmäßig eingestellt, um einen übereinstimmenden Ausgabepiegel für das gesamte Durchlaufverfahren zu bieten, während immer noch der kaskadierende Pegel des gewünschten Oberwellengehalts eingeführt wird.

[0056] Es ist für den Fachmann ersichtlich, daß viele unterschiedliche Ausführungsformen der Erfindung möglich sind, welche in den Bereich der hier beschriebenen Erfindung fallen. Beispielsweise sind viele unterschiedliche Ausführungen und Verfahren zur Signalbaß-Entnahme und -Rekombination, beispielsweise Mehrbereichsfilterung, Eingangsdifferenzsummutation, Benutzung von LFE-Kanälen nur aus Mehrkanal-Audioquellen usw., bekannt, welche im erfindungsgemäßen Verfahren angewendet werden können.

Patentansprüche

1. Signalverarbeitungsvorrichtung zum Erzeugen eines Audiosignals, welches geeignet ist, einem Zuhörer eine psychoakustische Wahrnehmung eines niederfrequenten Audiosignals zu vermitteln, mit einem Spitzenwerthalte-Erzeugungsmittel zum Erzeugen von Oberwellen des niederfrequenten Signals mittels zeitbezogenes Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals.

2. Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spitzenwerthalte-Erzeuger ein Signaldämpfungsmittel zum pegelbezogenen Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals aufweist.

3. Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Oberwellen-Erzeugungsmittel gerade und ungerade Oberwellen erzeugt.

4. Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Gleichrichter zum Erzeugen gerader Oberwellen.

5. Signalverarbeitungsvorrichtung nach An-

spruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spitzenwerthalte-Erzeuger einen Spitzenwerthalte-Abkling-Erzeuger umfaßt.

6. Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die niederfrequente Wellenform in Bezug auf Zeit und in Bezug auf Pegel asymmetrisch geformt ist.

7. Verfahren der Verarbeitung eines niederfrequenten Audiosignals zum Erzeugen eines Audiosignals, welches geeignet ist, einem Zuhörer eine psychoakustische Wahrnehmung eines niederfrequenten Audiosignals zu vermitteln, wobei das Verfahren ein zeitbezogenes Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals mittels Verfolgen des niederfrequenten Signals zu einem im wesentlichen spitzenwertigen Betrag bis zu einem Nulldurchgang und anschließendem Verfolgen des Signals in der entgegengesetzten Polarität.

8. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch ein zeitbezogenes und pegelbezogenes Formen der Wellenform des niederfrequenten Signals mittels Verfolgen des niederfrequenten Signals zu einem im wesentlichen spitzenwertigen Betrag und ein anschließendes Erlauben des Spitzenwerts, mit einer vorherbestimmten Rate abzuklingen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

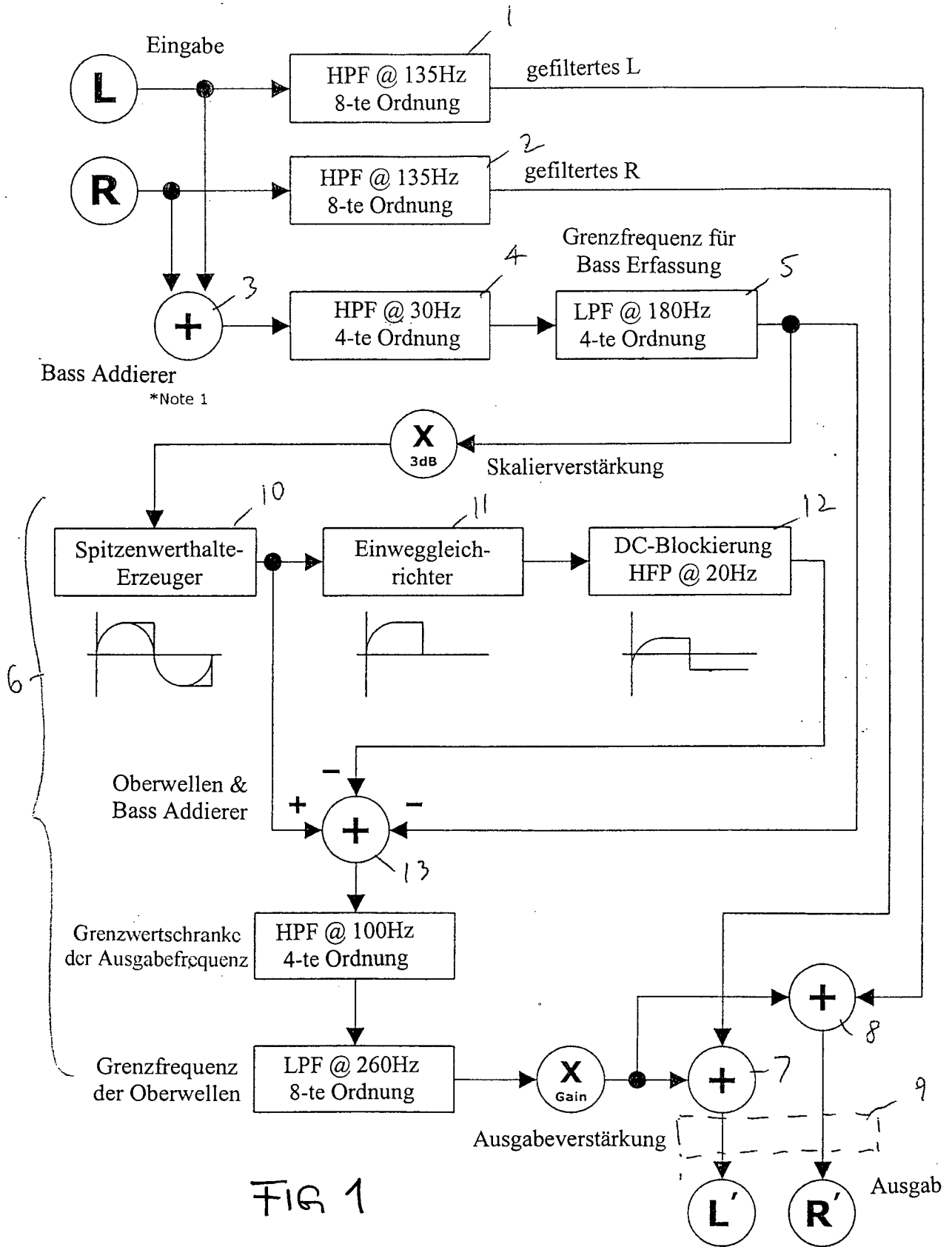
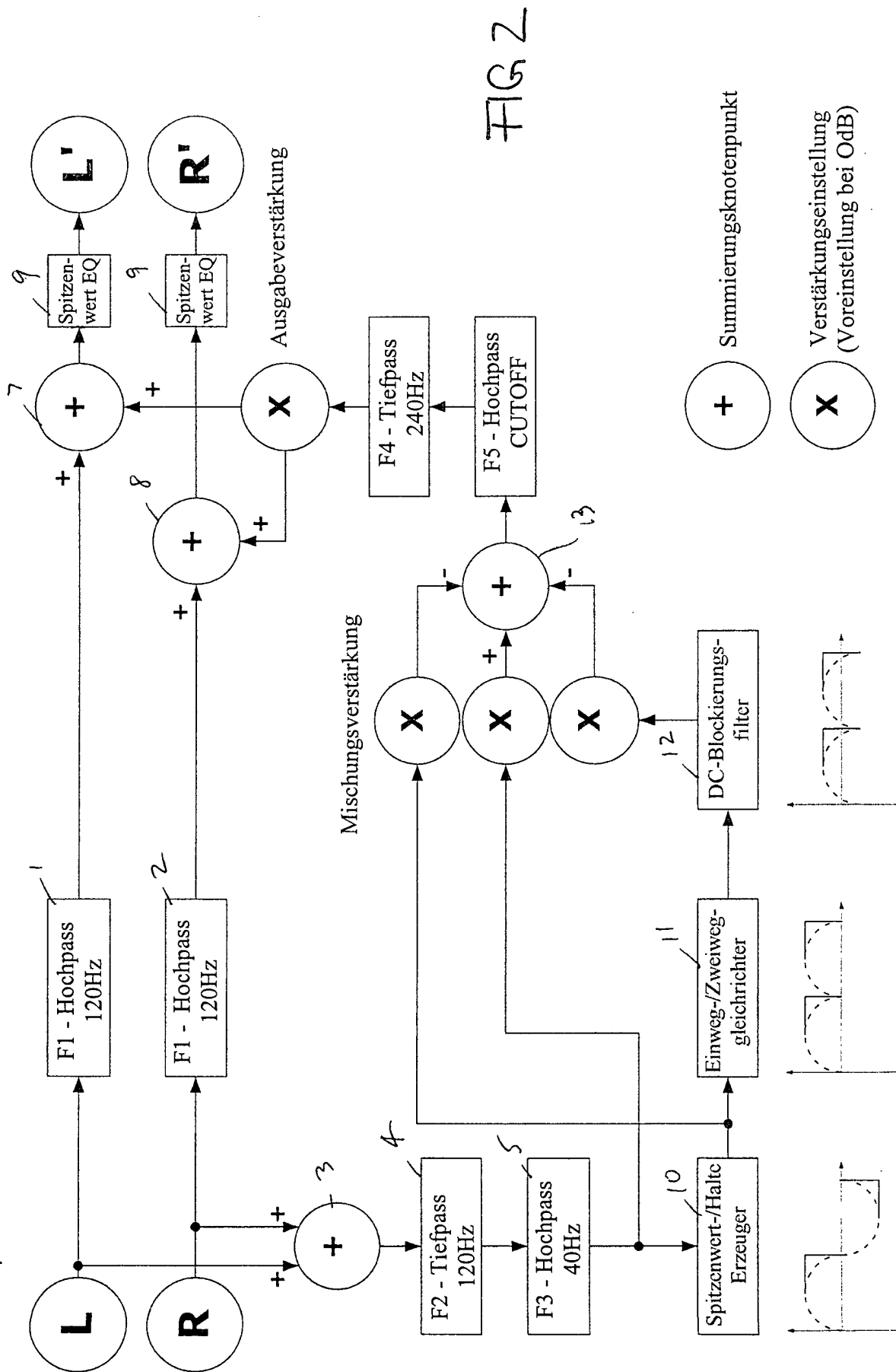


FIG 1



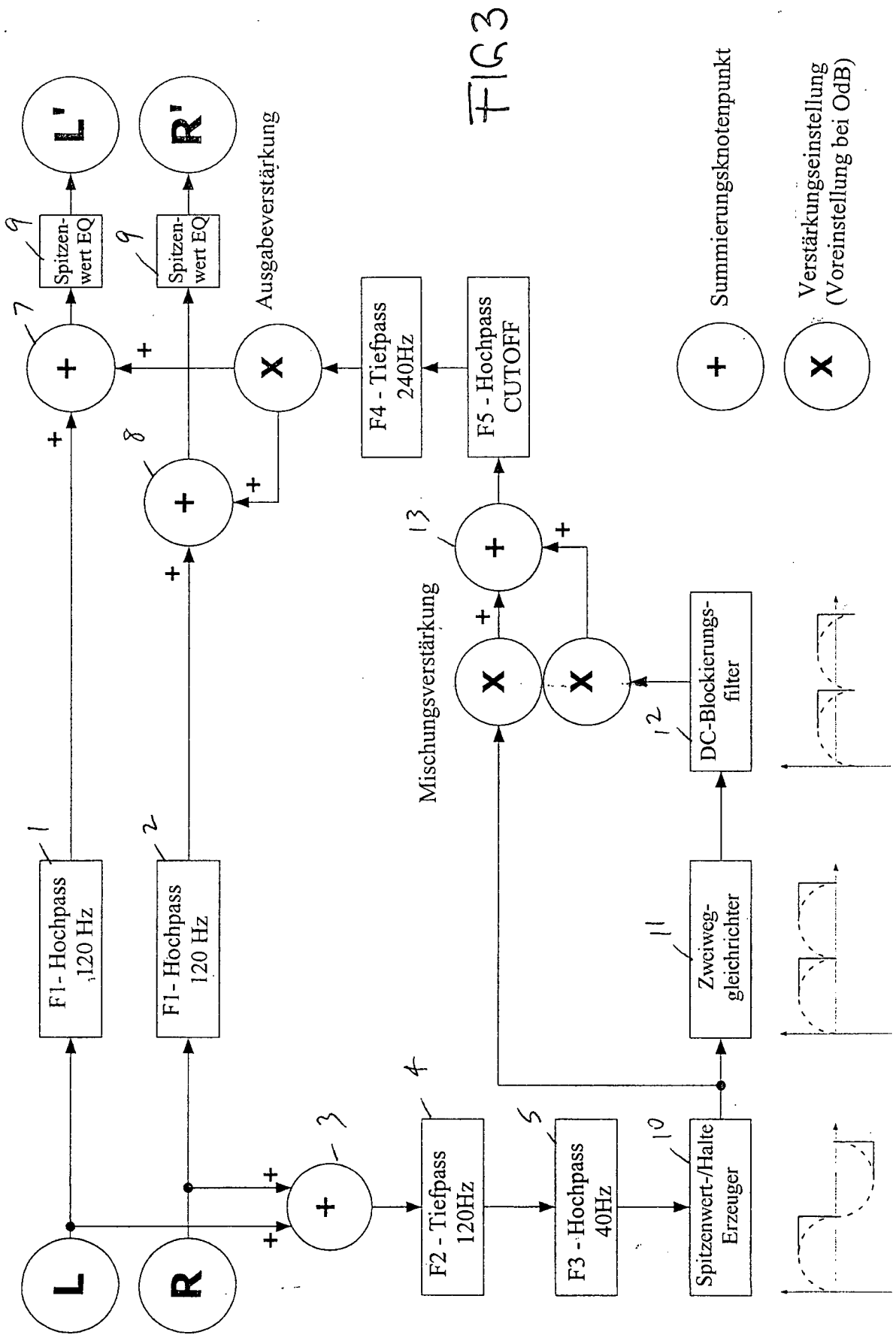


FIG 3

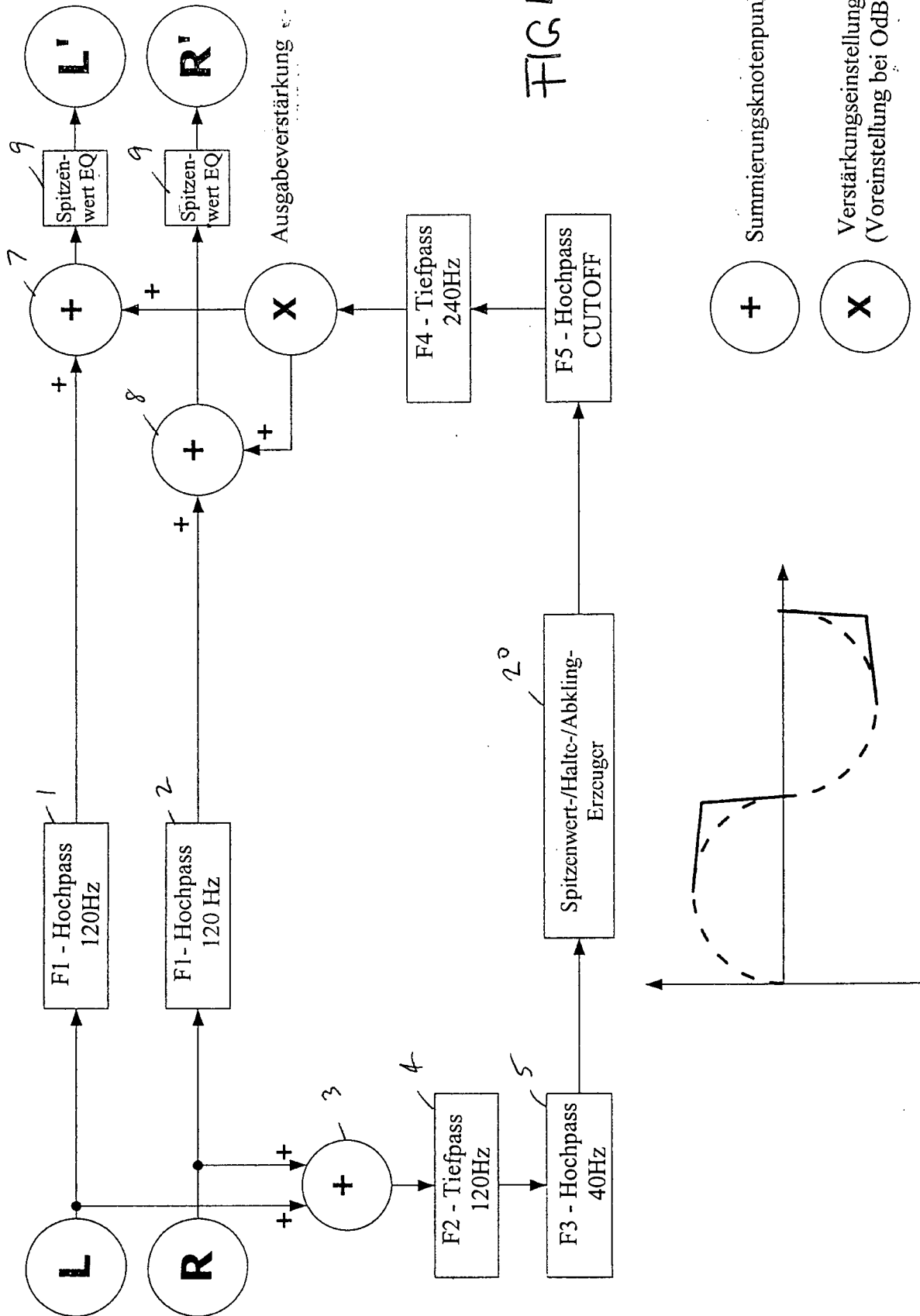
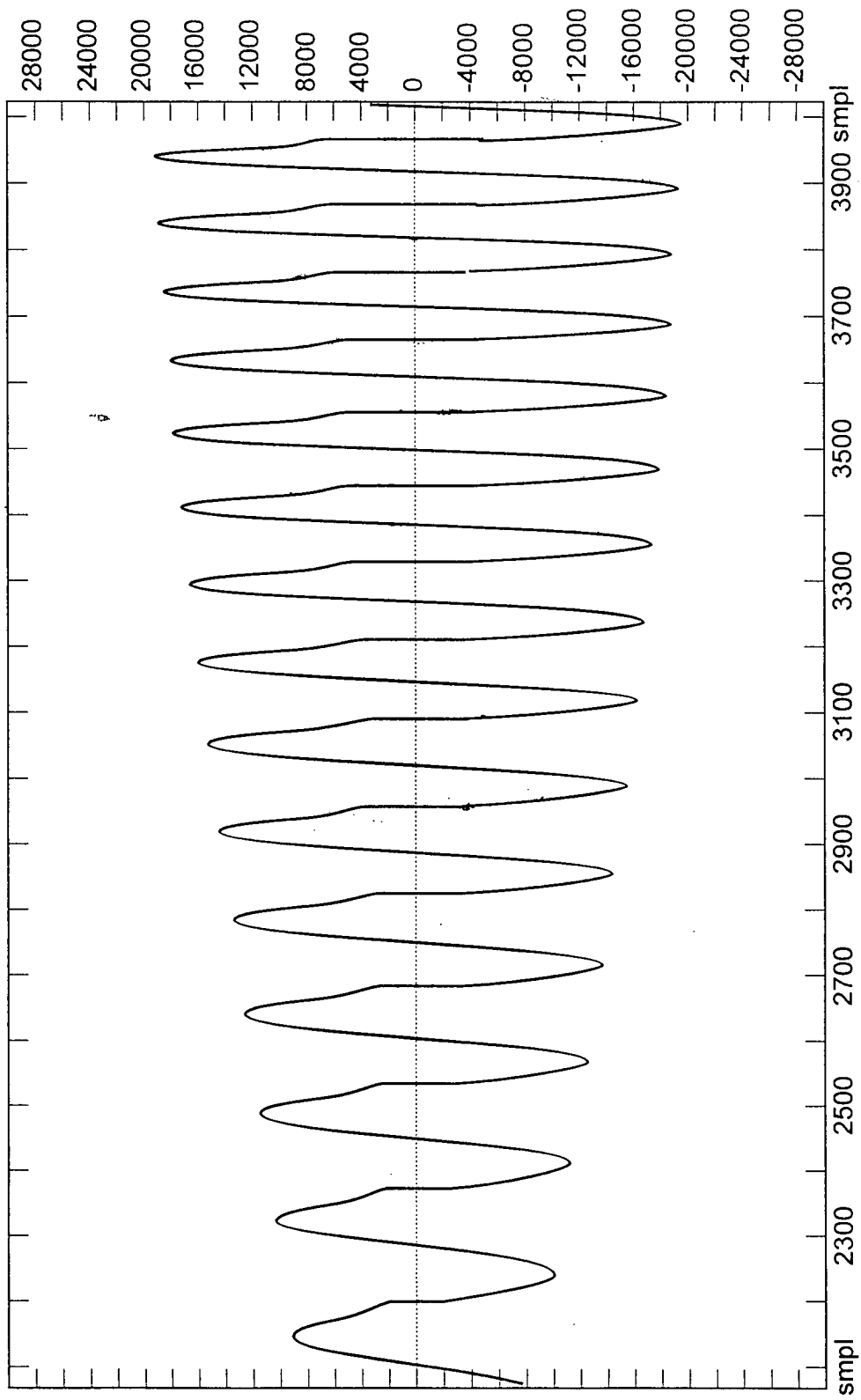


FIG 4

Summierungsknotenpunkt
 +
 Verstärkungseinstellung
 (Voreinstellung bei 0dB)
 X



Figur 5

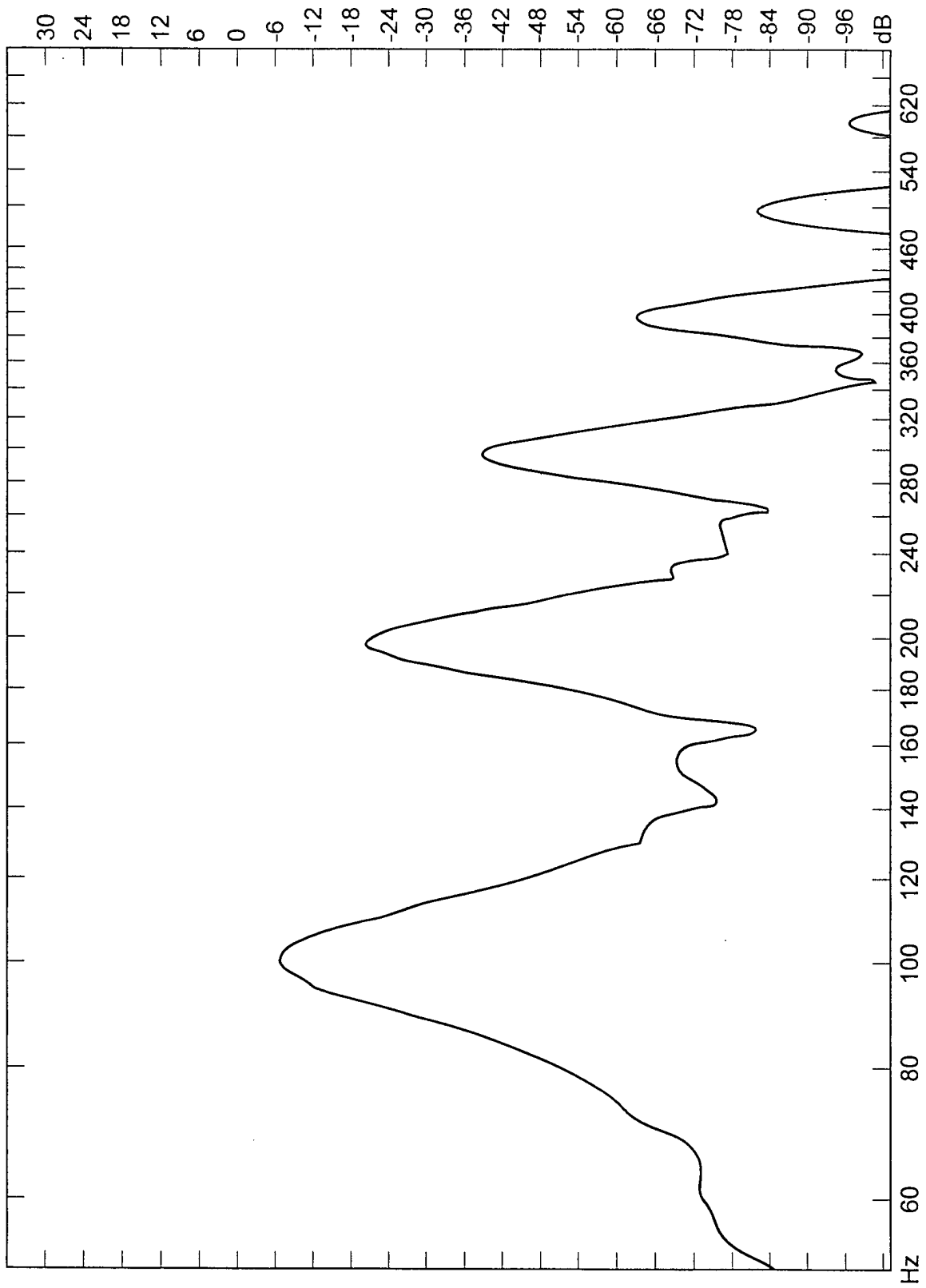


Figure 6

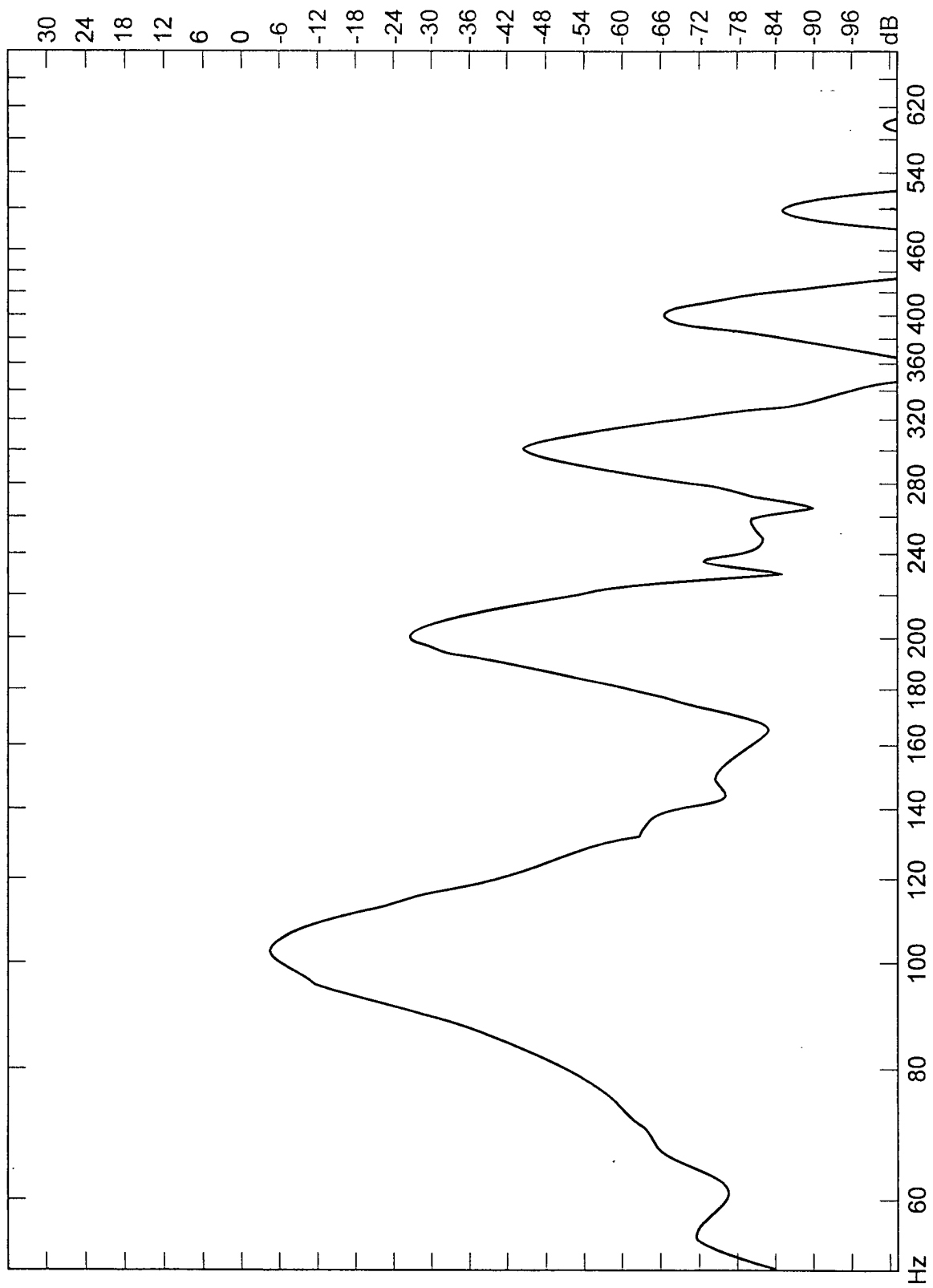
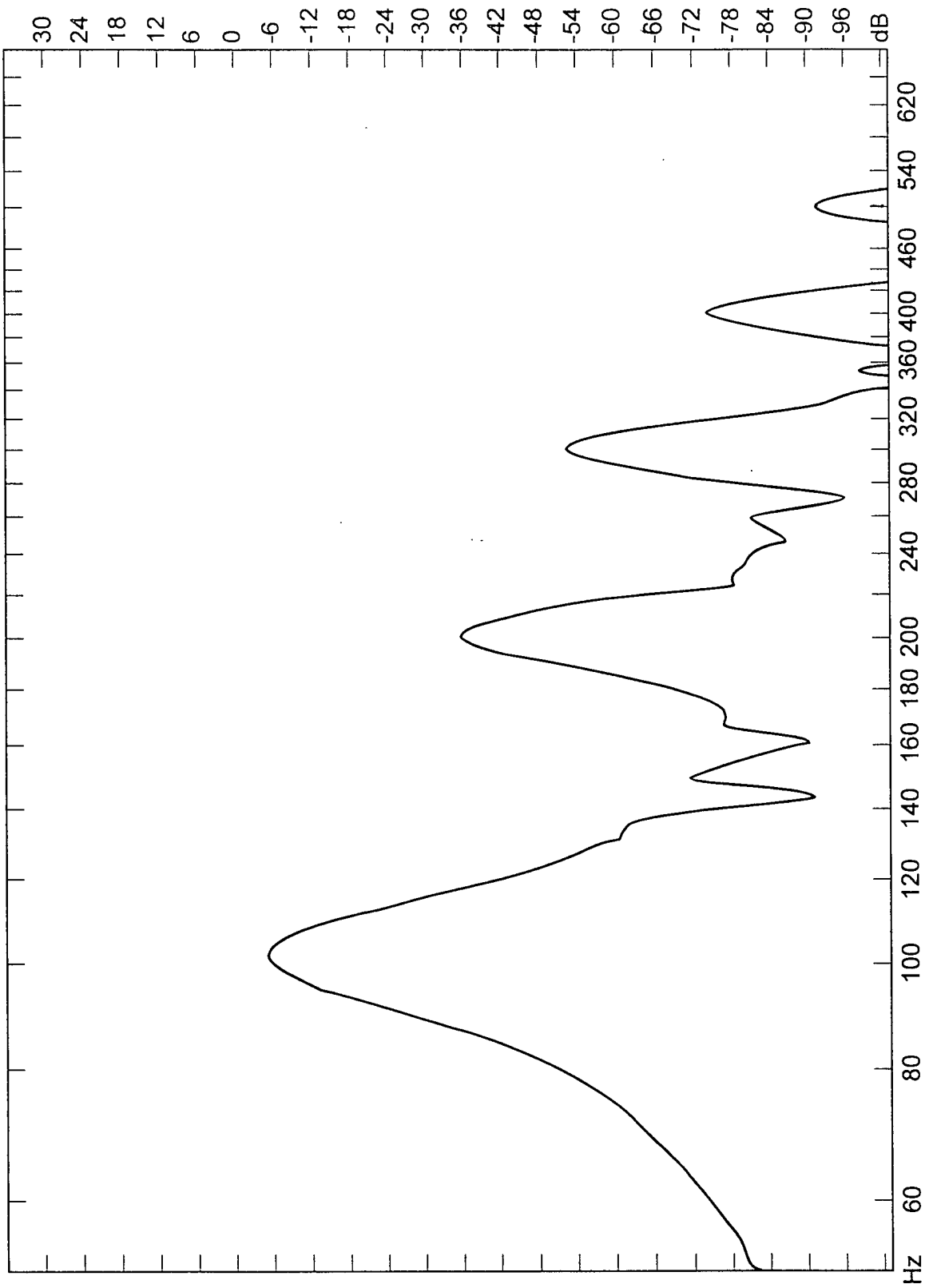


Figure 7



Figur 8