

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50569/2017  
(22) Anmeldetag: 10.07.2017  
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2019

(51) Int. Cl.: **G10L 21/02** (2013.01)  
**H03G 3/30** (2006.01)  
**H04R 25/00** (2006.01)  
H03G 9/02 (2006.01)  
H03G 9/14 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 5388185 A  
WO 9818294 A1  
WO 03104924 A2  
WO 2006047600 A1  
US 2009287496 A1  
WO 2011069504 A1  
US 2010290654 A1  
US 2013166050 A1

(73) Patentinhaber:  
ISUNIYE LLC  
95070-6239 SARATOGA (US)

(72) Erfinder:  
Ribic Zlatan Dr.  
1230 Wien (AT)

(74) Vertreter:  
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.  
1080 Wien (AT)

### (54) Verfahren zum Modifizieren eines Audiosignals

- (57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Modifizieren eines Audiosignals, das die folgenden Schritte umfasst:
- Bestimmen eines Kompressionsparameters ( $y$ ) des zu modifizierenden Audiosignals;
  - Zerlegen des Audiosignals in verschiedene Frequenzbänder;
  - Ermitteln der Werte des Kompressionsparameters ( $y$ ) für jedes Frequenzband;
  - Komprimieren wenigstens eines Teils der Frequenzbänder in Abhängigkeit von dem bestimmten Kompressionsparameter ( $y$ );

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung zum Modifizieren eines Audiosignals, die wenigstens eine Zerlegungseinheit (11) zum Zerlegen eines ankommenden Audiosignals in verschiedene Frequenzbänder, mehrere Kompressionseinheiten (12) zum Komprimieren wenigstens eines Teils der Frequenzbänder in Abhängigkeit von einem bestimmten Kompressionsparameter ( $y$ ) und eine Steuereinheit (13) zum Bestimmen der Werte eines Kompressionsparameters ( $y$ ) mittels einer spezifischen I/O-Funktion (1-8) für jedes Frequenzband und unter Verwendung eines einzigen Steuerparameters ( $x$ ) als Eingangswert umfasst.

Die Aufgabe der Erfindung, den Prozess der Einstellung der Modifikation des Audiosignals zu vereinfachen, wird dadurch gelöst, dass die Werte des Kompressionsparameters ( $y$ ) durch I/O-Funktionen (1-8) für jedes Frequenzband unter Verwendung eines einzigen Steuerparameters ( $x$ ) als Eingangswert ermittelt werden, oder durch die Tatsache, dass die Steuereinheit (13) alle Kompressionseinheiten (12) steuert.

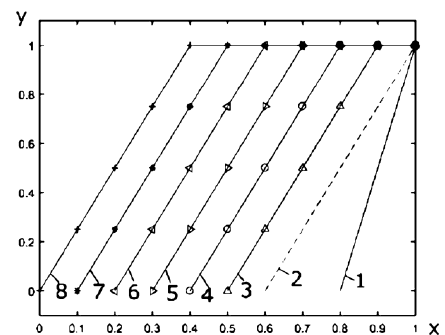


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Modifizieren eines Audiosignals, das die folgenden Schritte umfasst:

- [0002]**
- a. Bestimmen eines Kompressionsparameters des zu modifizierenden Audiosignals;
  - b. Zerlegen des Audiosignals in verschiedene Frequenzbänder;
  - c. Ermitteln der Werte der Kompressionsparameter für jedes Frequenzband;
  - d. Komprimieren wenigstens eines Teils der Frequenzbänder in Abhängigkeit von dem bestimmten Kompressionsparameter.

**[0003]** Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung zum Modifizieren eines Audiosignals, die wenigstens eine Zerlegungseinheit zum Zerlegen eines ankommenden Audiosignals in verschiedene Frequenzbänder, mehrere Kompressionseinheiten zum Komprimieren wenigstens eines Teils der Frequenzbänder in Abhängigkeit von einem bestimmten Kompressionsparameter und eine Steuereinheit zum Bestimmen der Werte des Kompressionsparameters mittels einer spezifischen I/O-Funktion für jedes Frequenzband und unter Verwendung eines einzigen Steuerparameters als Eingangswert umfasst.

**[0004]** In vielen Bereichen der Wirtschaft und Industrie müssen Audiosignale zwecks Anpassung an spezifische Anwendungen modifiziert werden. Insbesondere Hörgeräte verstärken und verändern Audiosignale, um das Wahrnehmungsvermögen von hörgeschädigten Personen zu verbessern und deren Verständnis von gesprochenen Worten zu erhöhen. Die meisten modernen Instrumente verwenden Mehrkanal-Kompression mit wenigstens einem Kompressionsparameter pro Kanal, z.B. Kompressionsverhältnis, Zeitkonstanten (oder Variablen), Verstärkung etc. Auch wenn nur wenige Kanäle mit unterschiedlichen Frequenzbändern verwendet werden, kann eine Vielzahl von einstellbaren Parametern definiert werden. Viele Anwender solcher Hörgeräte sind nicht in der Lage, alle technischen Details aller verfügbaren Einstellungen zu verstehen, und sind überfordert mit der Aufgabe, diese schnell und gut einzustellen. Selbst Experten auf dem Gebiet der Audiosignalmodifikation haben aufgrund der großen Zahl an möglichen Parametern, die zu modifizieren sind, oft Schwierigkeiten, die richtige Einstellung zu finden.

**[0005]** Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, den Prozess der Einstellung der Modifikation des Audiosignals zu vereinfachen.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das Verfahren nach Anspruch 1 oder durch die Vorrichtung nach Anspruch 6 gelöst.

**[0007]** Durch die Verwendung eines einzigen Steuerparameters für alle Frequenzbänder kann die Einstellung dieses Steuerparameters alle Kompressionsparameterwerte der Bänder verändern. Dies bedeutet, dass die Kompression verschiedener Frequenzbänder in unterschiedlicher Weise verändert werden kann, indem nur ein Steuerparameter geändert wird. Dies vereinfacht die Modifikation des Audiosignals erheblich und kann auch von einem Laien ohne jegliche Kenntnisse in der Signalmodifikation durchgeführt werden. Der genaue Umfang dieser Einstellung wird durch I/O-Funktionen (Input-Output-Funktionen) der Frequenzbänder bestimmt. Jede I/O-Funktion kann eine andere Form haben und bestimmt die Weise der Kompression, die für ein bestimmtes Frequenzband vorgenommen wird.

**[0008]** Der Wert des Steuerparameters kann je nach Ausführungsform stufenweise oder stufenlos eingestellt werden. Für den Anwender kann es einfacher sein, wenn eine Ausführungsform vorgesehen ist, die zum Beispiel nur 10 verschiedene Werte für den Steuerparameter anbietet, um die Einstellung zu vereinfachen.

**[0009]** Der gewählte Kompressionsparameter kann ein beliebiger Parameter sein, der die Weise der Kompression verändert oder der sich auf die Kompression bezieht, wie zum Beispiel der

Amplitudenbereich, der komprimiert wird. Normalerweise findet die Kompression in einem bestimmten Amplitudenbereich statt, während außerhalb dieses Amplitudenbereichs eine andere Modifikation vorgenommen wird. So können zum Beispiel lautere Töne mit höheren Amplituden linear verstärkt oder sehr hohe Amplituden sogar reduziert und tiefere Töne gedämpft werden, um die Verstärkung unerwünschter Signale zu verhindern. Es kann aber auch das Audiosignal in zwei oder mehreren verschiedenen Amplitudenbereichen komprimiert werden, und die Kompressionseigenschaften können sich zwischen diesen Bereichen unterscheiden.

**[0010]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird als Kompressionsparameter eine charakteristische Verstärkung der Kompression gewählt. Diese charakteristische Verstärkung kann die Verstärkung sein, die im Kompressionsbereich eingestellt wird, wenn es sich um eine lineare Verstärkung handelt, oder sie kann zum Beispiel die mittlere Verstärkung des Amplitudenbereichs sein, in dem die Kompression durchgeführt wird. Eine weitere charakteristische Verstärkung kann die Verstärkung bei einer Amplitude sein, bei der die Verstärkung von einer linearen Phase zu einer anderen linearen Phase wechselt. In diesem Fall kann es von Vorteil sein, wenn nicht die absolute Verstärkung, sondern die Änderung der Verstärkung als Kompressionsparameter verwendet wird. Es kann auch vorteilhaft sein, die Verstärkung bei der Amplitude zu verwenden, bei der die Kompression aufhört oder beginnt.

**[0011]** Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Kompressionsparameter eine charakteristische Amplitude, bei der sich die Verstärkung ändert. Dies könnte eine Amplitude sein, bei der die Kompression aufhört und ein Amplitudenbereich mit linearer Verstärkung oder ohne Verstärkung beginnt, oder es könnte auch die Amplitude, bei der sich die Verstärkung der Kompression ändert, eine gute Wahl für den Kompressionsparameter sein, da diese Amplituden eine signifikante Änderung in der Art und Weise, wie das Signal verstärkt wird, markieren. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass neben bestimmten Amplituden oder Verstärkungen viele andere Kompressionsparameter gewählt werden können, zum Beispiel die Krümmung der Kompressionskurve oder die Größe eines Sprungs in der Kurve.

**[0012]** Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist für jeden Wert des Steuerparameters der Wert des Kompressionsparameters eines Frequenzbandes höher oder gleich den Werten des Kompressionsparameters aller Frequenzbänder, die niedrigere Frequenzen abdecken. Da ein Hörverlust normalerweise damit beginnt, dass man Probleme bei der Wahrnehmung hoher Frequenzen hat, bevor Probleme bei niedrigen Frequenzen auftreten, wird dies bevorzugt, da sich die Werte der Kompressionsparameter der Frequenzbänder in Abhängigkeit von den vom Frequenzband abgedeckten Frequenzen in aufsteigender Weise ändern. Es kann besonders vorteilhaft sein, wenn bei niedrigeren Werten des Steuerparameters die Werte des Kompressionsparameters einiger niedrigerer Frequenzen auf ein Minimum gesetzt werden, während nur die Werte des Kompressionsparameters einiger Frequenzbänder, die höhere Frequenzen abdecken, durch einen Wechsel zwischen diesen niedrigen Werten des Steuerparameters verändert werden. Außerdem oder zusätzlich kann es vorteilhaft sein, die Werte des Kompressionsparameters von Frequenzbändern, die hohe Frequenzen abdecken, auf ein Maximum zu setzen, wenn hohe Werte des Steuerparameters eingestellt sind, und es werden nur die Werte des Kompressionsparameters von einigen Frequenzbändern, die niedrigere Frequenzen abdecken, durch Wechsel zwischen diesen hohen Werten des Steuerparameters verändert. Dies kann durch Anpassung der I/O-Funktionen der Frequenzbänder definiert werden.

**[0013]** Wenn zwei mögliche Kompressionsparameter auf einfache Weise modifiziert werden sollen, kann es von Vorteil sein, wenn die Werte von zwei Kompressionsparametern unter Verwendung von zwei Steuerparametern erhalten werden. In diesem Fall kann das Audiosignal modifiziert werden, indem zwei verschiedene Kompressionsparameter in Abhängigkeit von den Frequenzbändern in unterschiedlichem Ausmaß modifiziert werden, aber die Modifikation kann trotzdem schnell und ohne Probleme oder Fachkenntnisse durchgeführt werden. Natürlich können die Werte von drei oder mehr Kompressionsparametern durch die Verwendung von drei oder mehr Steuerparametern erhalten werden, obwohl eine steigende Anzahl von Steuerparametern eine zunehmende Anzahl von Möglichkeiten bei der Modifikation des Audiosignals

bedeutet. Daher sollte die Anzahl in Abhängigkeit von den Kenntnissen des Anwenders und den Umständen, unter denen das Verfahren eingesetzt wird, gewählt werden.

**[0014]** Die Aufgabe kann auch durch eine zuvor beschriebene Vorrichtung gelöst werden, bei der die Steuereinheit alle Kompressionseinheiten steuert. Die Steuereinheit kann den einzigen Steuerparameter von einem Schalter mit verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten empfangen. Es kann eine bestimmte Anzahl von Einstellungen oder eine unendliche Anzahl von Einstellungen geben. Der Steuerparameter kann abhängig von der Einstellung vom Anwender gewählt werden. Dieser eine Steuerparameter bestimmt dann die Werte der Kompressionsparameter aller Kompressionseinheiten durch ihre spezifischen I/O-Funktionen und überträgt sie an die jeweiligen Kompressionseinheiten. Somit kann der Anwender das Audiosignal innerhalb verschiedener Frequenzbänder durch das Einstellen nur eines Schalters signifikant und in unterschiedlichem Ausmaß verändern.

**[0015]** Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

**[0016]** Fig. 1 ist eine graphische Darstellung, welche die I/O-Funktionen einer Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht;

**[0017]** Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0018]** Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen:

**[0019]** Fig. 1 zeigt die I/O-Funktionen einer bevorzugten Ausführungsform. Ein eingegebenes Audiosignal wird in acht Frequenzbänder zerlegt, daher sind acht I/O-Funktionen 1-8 dargestellt. Die I/O-Funktionen 1-8 haben im Wesentlichen die gleiche Form, sind aber entlang der x-Achse, die den Wert des Steuerparameters  $x$  repräsentiert, relativ zueinander verschoben. Die Frequenzbänder sind über das Frequenzspektrum des Audiosignals verteilt, das für Personen mit normalem Hörvermögen hörbar ist, so dass das erste Frequenzspektrum die niedrigsten hörbaren Frequenzen und das achte Frequenzband die höchsten hörbaren Frequenzen abdeckt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Frequenzbänder so festgelegt, dass sie alle Frequenzen innerhalb des hörbaren Frequenzspektrums abdecken, daher können sie sich gegenseitig überlappen. Der Umfang der Frequenzbänder kann unterschiedlich gewählt werden. Jedem Frequenzband ist eine I/O-Funktion zugeordnet, wobei die erste I/O-Funktion 1 dem ersten Frequenzband zugeordnet ist, die zweite I/O-Funktion 2 dem zweiten Frequenzband zugeordnet ist usw. Die dargestellten I/O-Funktionen 1-8 definieren die Werte des Kompressionsparameters  $y$  in Abhängigkeit vom Steuerparameter  $x$ . Bei der dargestellten Ausführungsform kann der Steuerparameter  $x$  nur aus elf verschiedenen Werten zwischen 0 und 1 gewählt werden. Beim Wert 0 des Steuerparameters  $x$  werden die bestimmten Werte des Kompressionsparameters  $y$  durch die I/O-Funktionen 1-8 definiert und sind in diesem Fall 0 für alle I/O-Funktionen 1-8. Dies bezeichnet eine Standardeinstellung, bei der die Kompression für alle Frequenzen in der gleichen Weise auf basaler Ebene durchgeführt wird. Wird der Wert des Steuerparameters  $x$  geändert, zum Beispiel auf 0,4, befindet sich der Wert des Kompressionsparameters  $y$  des achten Frequenzbandes bereits auf dem Maximum 1, wie durch die I/O-Funktion 8 bestimmt. Gleichzeitig liegt der Wert des Kompressionsparameters  $y$  des siebten Frequenzbandes nur bei 0,8, während die Werte des Kompressionsparameters  $y$  des dritten, zweiten und ersten Frequenzbandes noch 0 sind.

**[0020]** Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem schematischen Blockschaltbild. Eine Zerlegungseinheit 11, zum Beispiel ein Filter, empfängt ein ankommendes Audiosignal über einen Eingang 10 und zerlegt das Audiosignal in drei Frequenzbänder. Jedes dieser Frequenzbänder wird an eine von drei Kompressionseinheiten 12 gesendet. Eine Steuereinheit 13 ist an einen Schalter 14 angeschlossen, der unterschiedliche Einstellungsmöglichkeiten hat und den Wert eines Steuerparameters  $x$  in Abhängigkeit von der Einstellung bestimmt. Ein Anwender kann die Einstellung des Schalters ändern und damit den Steuerparameter  $x$  verändern. Aus dem eingegebenen Wert des Steuerparameters  $x$  berechnet die Steuereinheit 13 auf der Grundlage dreier I/O-Funktionen drei verschiedene Werte eines Kompressionsparameters  $y$  und sendet sie an die Kompressionseinheiten 12. Jede Kom-

pressionseinheit 12 komprimiert das an sie gelieferte Frequenzband, indem sie den eingehenden Wert des Kompressionsparameters  $y$  verwendet, um die Kompressionsweise zu bestimmen. So kann jedes Frequenzband anders modifiziert werden, wobei jedoch nur ein einziger Schalter 14 eingestellt wird. Die modifizierten Frequenzbänder werden mittels einer Summierungsvorrichtung 15 summiert und liefern somit am Ausgang 16 das modifizierte Audiosignal.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Modifizieren eines Audiosignals, das die folgenden Schritte umfasst:
  - a. Bestimmen eines Kompressionsparameters (y) des zu modifizierenden Audiosignals;
  - b. Zerlegen des Audiosignals in verschiedene Frequenzbänder;
  - c. Ermitteln der Werte des Kompressionsparameters (y) für jedes Frequenzband;
  - d. Komprimieren wenigstens eines Teils der Frequenzbänder in Abhängigkeit von dem bestimmten Kompressionsparameter (y);

**dadurch gekennzeichnet, dass**

  - e. die Werte des Kompressionsparameters (y) durch I/O-Funktionen (1-8) für jedes Frequenzband unter Verwendung eines einzigen Steuerparameters (x) als Eingangswert erhalten werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kompressionsparameter (y) eine charakteristische Verstärkung der Kompression ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kompressionsparameter (y) eine charakteristische Amplitude ist, bei der sich die Verstärkung ändert.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für jeden Wert des Steuerparameters (x) der Wert des Kompressionsparameters (y) eines Frequenzbandes höher oder gleich den Werten des Kompressionsparameters (y) aller Frequenzbänder ist, die niedrigere Frequenzen abdecken.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werte von zwei Kompressionsparametern (y) unter Verwendung von zwei Steuerparametern (x) erhalten werden.
6. Vorrichtung zum Modifizieren eines Audiosignals, die wenigstens eine Zerlegungseinheit (11) zum Zerlegen eines ankommenden Audiosignals in verschiedene Frequenzbänder, mehrere Kompressionseinheiten (12) zum Komprimieren wenigstens eines Teils der Frequenzbänder in Abhängigkeit von einem bestimmten Kompressionsparameter (y) und eine Steuereinheit (13) zum Bestimmen der Werte eines Kompressionsparameters (y) mittels einer spezifischen I/O-Funktion (1-8) für jedes Frequenzband und unter Verwendung eines einzigen Steuerparameters (x) als Eingangswert umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (13) alle Kompressionseinheiten (12) steuert.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

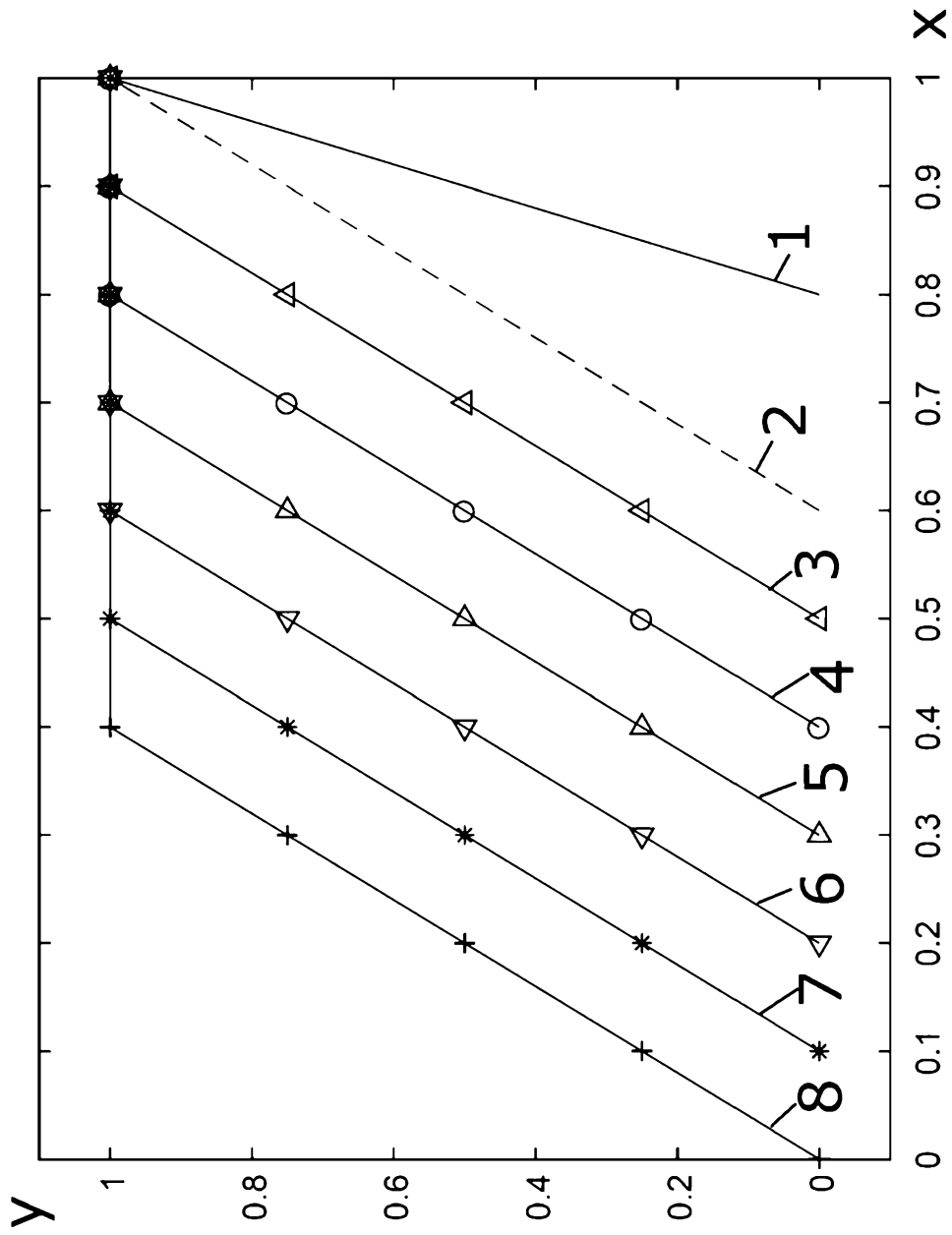


Fig. 1

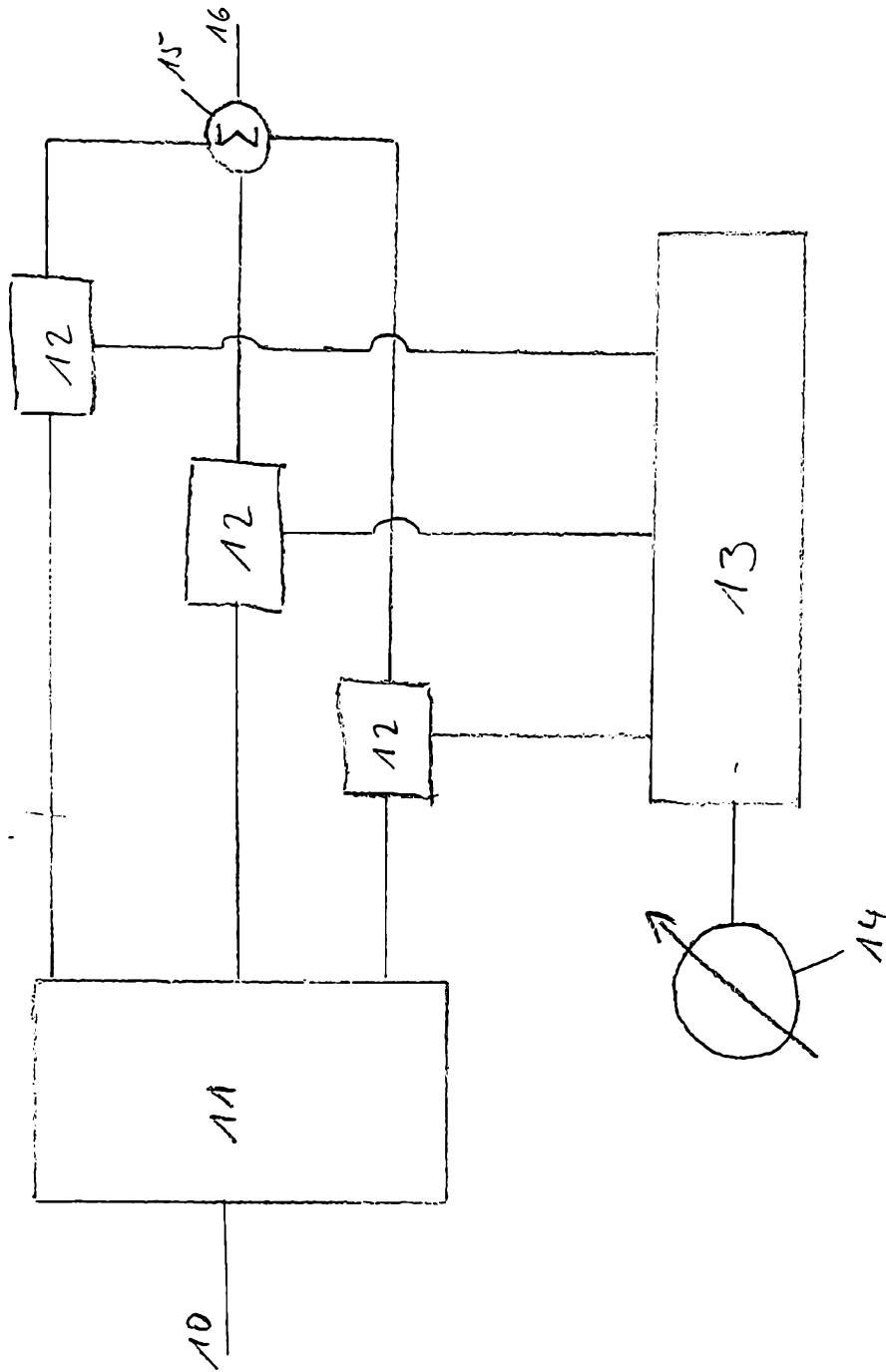


Fig. 2