



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 038 704** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **H 04 S 1/00, H 04 R 5/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93040038/10, 12.08.1993
(46) Дата публикации: 27.06.1995
(56) Ссылки: Патент США N 4309570, кл. H 04S 1/00, 1982.

(71) Заявитель:
Ефремов Владимир Анатольевич
(72) Изобретатель: Ефремов Владимир Анатольевич
(73) Патентообладатель:
Ефремов Владимир Анатольевич

(54) ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩАЯ СИСТЕМА

(57) Реферат:

Использование: область радиотехники, в частности в аппаратуре монофонического или стереофонического озвучивания для пользования индивидуальным потребителем. Сущность изобретения: пространственная звуковоспроизводящая система содержит источник сигнала, устройство регулирования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), усилитель низкой частоты, громкоговоритель, управляемый аттенуатор и зондирующее

устройство. Дополнительно введены устройство автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), подсоединенное посредством линии связи к зондирующему устройству, установленному в точке прослушивания, и переключатель для отключения устройства регулирования АЧХ от источника сигнала и от усилителя низкой частоты и подключения к ним устройства автоматического регулирования АЧХ. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 038 704 C1

RU 2 038 704 C1



(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 038 704**⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **H 04 S 1/00, H 04 R 5/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 93040038/10, 12.08.1993

(46) Date of publication: 27.06.1995

(71) Applicant:

Efremov Vladimir Anatol'evich

(72) Inventor: **Efremov Vladimir Anatol'evich**

(73) Proprietor:

Efremov Vladimir Anatol'evich

(54) **THREE-DIMENSIONAL SPEAKING SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering. SUBSTANCE: device has signal source, device for regulation of amplitude-frequency response, low frequency amplifier, speaker, controlled attenuator, testing unit. In addition device has unit for automatic regulation of amplitude-frequency response. It is connected through communication wire to

testing unit which is positioned in point of listener. In addition switch is provided for disconnection of amplitude-frequency response regulation unit from signal source and from low frequency amplifier and for connection to them unit for automatic regulation of amplitude-frequency response. EFFECT: increased functional capabilities. 2 cl, 2 dwg

RU 2 0 3 8 7 0 4 C 1

RU 2 0 3 8 7 0 4 C 1

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в системах монофонического или стереофонического озвучивания помещений различного объема.

Известна пространственная звуковоспроизводящая система, содержащая источник сигнала, выполненный с нормированными выходными характеристиками, устройство регулирования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), усилитель низкой частоты и громкоговоритель, связанные последовательно, а также управляемый аттенуатор и зондирующее устройство.

Эта система позволяет корректировать амплитудно-частотную характеристику сигнала в точке прослушивания непосредственно слушателем, но не позволяет с высокой точностью проводить корректирование в зависимости от изменения формы и объема помещения и изменения положения слушателя.

Задача изобретения повышение качества корректирования амплитудно-частотной характеристики для индивидуального слушателя с учетом изменения формы и объема помещения, изменения положения индивидуального слушателя в этом помещении и, таким образом, повышение достоверности звуковоспроизведения.

Техническим результатом изобретения является автоматическое и точное звуковоспроизведение АЧХ сигнала в точке прослушивания.

Дополнительный технический результат корректирование громкости звуковоспроизведения в зависимости от положения слушателя в помещении.

Для решения поставленной задачи с достижением технического результата в пространственную звуковоспроизводящую систему, содержащую источник сигнала, выполненный с нормированными выходными характеристиками, устройство регулирования амплитудно-частотной характеристики, усилитель низкой частоты и громкоговоритель, связанные последовательно, управляемый аттенуатор и зондирующее устройство, согласно изобретению дополнительно введены устройство автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики, подсоединенное посредством линии связи к зондирующему устройству, установленному в точке прослушивания, и переключатель, установленный с возможностью отключения устройства регулирования амплитудно-частотной характеристики от источника сигнала и от усилителя низкой частоты и подключения к ним устройства автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики.

Для достижения дополнительного технического результата в пространственной звуковоспроизводящей системе зондирующее устройство может быть выполнено в виде микрофона и радиопередатчика, снабженного передающей антенной, линия связи в виде радиоприемника с приемной антенной, устройство автоматического регулирования АЧХ в виде многополосного эквалайзера, полосовых фильтров, измерителей уровня, схем сравнения, регулятора громкости, управляемый аттенуатор в виде управляемого эквалайзера, регулятора

уровня, дополнительных переключателей, широкополосной схемы сравнения, причем вход устройства автоматического регулирования АЧХ подключен посредством переключателя к источнику сигнала через управляемый эквалайзер, выход которого подсоединен к многополосному эквалайзеру, выполненному в виде К-параллельных ветвей из полосовых фильтров и управляемых усилителей, соединенных между собой последовательно и подсоединенных к сумматору, каждый выход полосового фильтра многополосного эквалайзера подсоединен к входу соответствующего по полосе частот измерителя уровня, выходы измерителей уровня подсоединены к первым входам схем сравнения, выходы которых соединены с управляющими входами управляемых усилителей для соответствующих полос частот, а выход радиоприемника подсоединен к регулятору уровня и к К-дополнительным параллельным ветвям, выполненным из дополнительных полосовых фильтров и дополнительных измерителей уровня, соединенных между собой последовательно, причем полосы частот дополнительных полосовых фильтров соответствуют полосам частот полосовых фильтров многополосного эквалайзера, выходы дополнительных измерителей уровня соответственно для каждой из полос частот подсоединены к вторым входам схем сравнения, регулятор уровня посредством дополнительных переключателей подсоединен к первому входу широкополосной схемы сравнения к входам управляемого эквалайзера, выход которого, подсоединенный к многополосному эквалайзеру, также подсоединен к второму входу широкополосной схемы сравнения, а ее выход и выход сумматора подсоединены к входам регулятора громкости, выход которого предназначен для подключения через переключатель к усилителю низкой частоты.

Аппаратура звукопроизводящих систем снабжается большим числом регулировок баланса каналов, громкости и частоты. Необходимость подобных ручных регулировок вызвана адаптацией звуковоспроизведения под заранее неизвестные параметры помещений и положения слушателя в нем.

Для максимально точно и достоверного звуковоспроизведения использован новый принцип, при котором в точке прослушивания размещено зондирующее устройство, которое принимает звуковой искаженный сигнал, подаваемый на устройство автоматического регулирования АЧХ, на другой вход этого устройства подается "идеальный" сигнал от источника сигнала, выполненного с нормированными выходными характеристиками (линейная АЧХ и номинальный уровень сигнала на выходе), за счет сравнения "идеального" сигнала и искаженного сигнала устройство автоматического регулирования АЧХ осуществляет на отрезке между источником сигнала и усилителем низкой частоты частотные предискажения и формирование в точке прослушивания скорректированного сигнала, повторяющего с заданной точностью "идеальный" сигнал.

Адаптация пространственной звуковоспроизводящей системы осуществляется в реальном масштабе

времени. Например, при перемещении слушателя из одного места помещения в другое смежное помещение происходит оперативная перестройка системы. Техническое решение описано для одного канала звуковоспроизведения (аналогично может быть построена система для двух или четырех каналов воспроизведения).

Система может быть использована индивидуальным слушателем. Для группы слушателей посредством переключателя устройство автоматического регулирования АЧХ отключается и подключается устройство регулирования АЧХ для звуковоспроизведения в обычном режиме с фиксированной частотной характеристикой.

На фиг.1 представлена функциональная схема пространственной звуковоспроизводящей системы; на фиг.2 вариант пространственной звуковоспроизводящей системы с дополнительным регулированием громкости звуковоспроизведения.

Пространственная звуковоспроизводящая система содержит источник 1 сигнала, устройство 2 регулирования АЧХ, усилитель 3 низкой частоты, громкоговоритель 4, соединенные последовательно, управляемый аттенюатор 5 и зондирующее устройство 6. Согласно изобретению введено устройство 7 автоматического регулирования АЧХ, подсоединенное посредством линии 8 связи к зондирующему устройству 6, установленному в точке прослушивания, а также переключатель 9, установленный с возможностью отключения устройства 2 регулирования АЧХ от источника 1 сигнала и от усилителя 3 низкой частоты и подключения к ним устройства 7 автоматического регулирования АЧХ.

Управляемый аттенюатор 5 может быть расположен на выходе источника 1 сигнала или на входе усилителя 3 низкой частоты.

Приемный элемент зондирующего устройства 6 может быть выполнен в виде микрофона, расположенного в непосредственной близости от головы слушателя. Возможны различные конструктивные варианты выполнения зондирующего устройства, например в виде головного убора, наушников, заколки и т.п. Наибольшая достоверность звуковоспроизведения может быть получена при расположении приемного элемента зондирующего устройства вблизи слуховых органов слушателя.

Пространственная звуковоспроизводящая система работает следующим образом.

Посредством приемного элемента зондирующее устройство 6 принимает сигналы, присутствующие в помещении, в том числе от громкоговорителя 4, и переотраженные от стен помещения. Принятый сигнал поступает на устройство 7 по линии 8 связи, например, по радиоканалу, инфракрасному каналу или кабельной линии связи.

На устройство 7 также подается неискаженный сигнал от источника 1, который сравнивается с сигналом, поступающим от зондирующего устройства 6. Устройство 7 автоматического регулирования АЧХ в зависимости от величины искажений вырабатывает управляющие сигналы, которые изменяют состояние электрических

параметров устройства 7 таким образом, что сигнал с выхода источника 1 претерпевает предискажения и далее усиленный усилителем 3 и излученный громкоговорителем 4 принимается в точке прослушивания в форме стандартного электрического сигнала, присутствующего на выходе источника 1.

Современные источники 1 сигнала, например лазерные проигрыватели компакт дисков, имеют очень высокие электрические характеристики. Коэффициент нелинейных искажений источников 1 на 2-3 порядка меньше, чем в остальных блоках звуковоспроизводящего тракта. Поэтому сигнал с линейного выхода подобных устройств, который нормирован по амплитуде и частотной характеристике, можно использовать в качестве опорного "идеального" сигнала.

Предложенная система позволяет существенно менять качество акустического звукового сигнала и тем самым компенсировать несовершенство всего тракта: источник 1 сигнала устройство 2 регулирования АЧХ усилитель 3 низкой частоты громкоговоритель 4 акустическое помещение слушатель.

Коррекция всего тракта звуковоспроизведения и объективная подгонка параметров звукового поля в точке прослушивания под сигнал источника 1 зависит от соотношения сигнал/шум в помещении и точности предварительной настройки и калибровки аппаратуры. Настройка аппаратуры может быть проведена в специальных акустических студиях с использованием в качестве образцового источника сигнала широкополосного шумоподобного сигнала, а в качестве контрольной аппаратуры многоканальных анализаторов спектров.

Один из вариантов, реализующих функциональную схему пространственной звуковоспроизводящей системы, предложен на фиг.2.

Звуковоспроизводящее устройство может быть выполнено в виде микрофона 10 и радиопередатчика 11, снабженного передающей антенной 12, линия 8 связи в виде радиоприемника 13 с приемной антенной 14, устройство 7 автоматического регулирования АЧХ в виде многополосного эквалайзера 15, полосовых фильтров 16, измерителей 17 уровня, схем 18 сравнения и регулятора 19 громкости, управляемый аттенюатор 5 в виде управляемого эквалайзера 20, регулятора 21 уровня, дополнительных переключателей 22 и 23 (2 и 3) и широкополосной схемы 24 сравнения. Вход устройства 7 автоматического регулирования АЧХ подключен к источнику 1 через управляемый эквалайзер 20, выход которого подсоединен к многополосному эквалайзеру 15. Многополосный эквалайзер 15 выполнен в виде К параллельных ветвей полосовых фильтров 16 и управляемых усилителей 25, соединенных между собой последовательно и подсоединенных к сумматору 26. Каждый выход полосового фильтра 16 многополосного эквалайзера 15 подсоединен к входу соответствующего по полосе частот измерителя 17 уровня, выходы измерителей 17 уровня подсоединены к первым входам схем 18 сравнения, выходы

которых соединены с управляющими входами управляемых усилителей 25. Выход радиоприемника 13 подсоединен к регулятору 21 уровня и К дополнительным параллельным ветвям, выполненным из дополнительных полосовых фильтров 16 и дополнительных измерителей 17 уровня, причем полосы частот дополнительных полосовых фильтров 16 соответствуют полосам частот полосовых фильтров 16 многополосного эквалайзера 15. Выходы дополнительных измерителей 17 уровня соответственно для каждой из полос частот подсоединены к вторым входам схем 18 сравнения. Регулятор 21 уровня посредством дополнительных переключателей 22 и 23 (2 и 3) подсоединен к первому входу широкополосной схемы 24 сравнения и входу управляемого эквалайзера 20, выход которого подсоединен к второму входу широкополосной схемы 24 сравнения. Выход широкополосной схемы 24 сравнения и выход сумматора 26 подсоединены к входам регулятора 19 громкости.

Устройство, изображенное на фиг.2, работает следующим образом.

Зондирующее устройство 6, выполненное в виде микрофона 10 и радиопередатчика 11, принимает звуковой сигнал в точке прослушивания и излучает промодулированный звуковым полем в точке прослушивания радиосигнал, который излучается передающей антенной 12.

Радиоприемники 13 посредством приемной антенны 14 принимает радиосигнал и осуществляет его демодуляцию. С выхода радиоприемника 13 сигнал подается на регулятор 21 уровня, выполненный, например, дискретным на элементах R1-R4, с выхода регулятора 21 уровня сигнал подается на широкополосную схему 24 сравнения.

При включенном посредством переключателя 9 устройстве 7 автоматического регулирования АЧХ сигнал с линейного выхода источника 1 подается на вход управляемого эквалайзера 20, выполняющего функцию тонкомпенсации, для чего для амплитудно-частотная характеристика определяется управляющими сигналами, которые изменяются посредством дополнительного переключателя 23, связанного с дополнительным переключателем 22. При ступенчатом регулировании громкости посредством изменения положения дополнительных переключателей 22 и 23 происходит изменение состояния управляемого эквалайзера 20, который осуществляет частотные предискажения опорного "идеального" сигнала с линейного выхода источника 1 с учетом изменяющейся громкости и частотной психофизиологической восприимчивости слушателя.

Например, при малом уровне громкости необходимы частотные предискажения, заключающиеся в подъеме высоких и в еще большей степени низких частот. При уровне громкости порядка 90-94 дБ (концертно-студийный) слуховые аппараты (органы) обладают линейной амплитудно-частотной характеристикой, поэтому для данного уровня громкости управляемый эквалайзер имеет линейную АЧХ. Таким образом, управляемый эквалайзер 20 представляет собой электронно-управляемый темброблок с

регулированием по низким и высоким частотам в соответствии с известными нормами на предискажения такого рода.

С выхода управляемого эквалайзера 20 сигнал подается на многополосный эквалайзер 15, который выполнен на полосовых фильтрах 16₁, 16₂, 16_к, управляемых усилителях 25 1, 25₂, 25_к и сумматоре 26. С выхода многополосного эквалайзера 15 (выход сумматора 26) сигнал поступает на регулятор 19 громкости, управляемый посредством сигнала с выхода широкополосной схемы 24 сравнения. Сигнал с выхода регулятора 19 громкости через контакты переключателя 9 поступает на усилитель 3 и далее на громкоговоритель 4.

Управление регулятора 19 громкости осуществляется широкополосной схемой 24 сравнения, в которой сравниваются сигналы с выхода регулятора 21 уровня и опорный предискаженный сигнал с выхода управляемого эквалайзера 20. Сравнение сигналов осуществляется в полосе звуковоспроизведения, например в полосе 20-2000 Гц.

Подобное сравнение может быть осуществлено в зависимости от выбранного способа информационной обработки в цифровой или аналоговой форме, например, посредством двух пиковых детекторов, выходы которых подключены к аналоговой схеме сравнения. Сигнал на выходе схемы сравнения будет пропорционален разности пиковых значений амплитуд принятого сигнала и опорного. Этим сигналом происходит управление регулятора 19 громкости так, что дискретно изменяется уровень сигнала, подаваемого на усилитель 3, и, следовательно, громкость звучания громкоговорителя 4.

Дополнительный технический результат от введения этих элементов заключается в том, что при изменении удаленности слушателя от громкоговорителя 4 принимаемый микрофоном 10 зондирующего устройства 6 уровень звукового сигнала уменьшается и соответственно уменьшается уровень сигнала на выходе радиоприемника 13. Поэтому радиоприемник 13 должен иметь систему автоматической регулировки усиления по радиочастоте, чтобы не происходило дополнительного уменьшения величины сигнала за счет уменьшения напряженности поля в точке радиоприема.

При этом происходит уменьшение амплитуды сигнала с выхода дополнительного переключателя 23 (2) и, таким образом, широкополосная схема 24 сравнения вырабатывает такой сигнал управления, при котором регулятор 19 громкости добавляет сигнал до уровня, пока в точке прослушивания громкость не станет на заданном с помощью регулятора 21 уровня (R1-R4) требуемом уровне. Если слушатель перейдет в другую комнату, то громкость автоматически возрастает до выбранного им уровня.

Многополосный эквалайзер 15 управляется сигналами с выходов схем 18 1, 18₂, 18_к сравнения, на входы которых подаются сигналы с измерителей 17 1, 17₂, 17_к уровня и дополнительных идентичных измерителей 17₁, 17₂, 17_к уровня. В случае аналоговой реализации измерители 17 уровня

представляют собой пиковые детекторы, в случае цифровой реализации аналого-цифровые преобразователи. Дополнительные полосовые фильтры 16_{1,162.16к} являются идентичными по полосе частот полосовым фильтрам 16_{1,162.16к} многополосного эквалайзера 15.

Для дополнительных полосовых фильтров 16 входным сигналом является сигнал, образующийся в результате прохождения через тракт электронного усиления (усилитель 3), звуковоспроизведения (громкоговоритель 4) и акустически сформированный в точке прослушивания. Для полосовых фильтров 16 многополосного эквалайзера 15 входным сигналом является "идеальный" неискаженный сигнал. Каждый из этих сигналов поступает соответственно по полосам частот на измерители 17 уровня. В схемах 18 сравнения осуществляется сравнение весовых частотных коэффициентов для заданного множества частотных полос анализа и выработка управляющих сигналов на управляемые усилители 25. Чем больше выбрано частотных полос анализа и больше громкость, тем выше достоверность воспроизведения. В результате многополосный эквалайзер 15 формирует частотные предискажения, ликвидирующие неравномерность тракта электронного усиления, звуковоспроизведения и акустических искажений сигнала. В результате введенных предискажений в точке прослушивания повторяется сигнал, близкий к сигналу с линейного выхода источника 1.

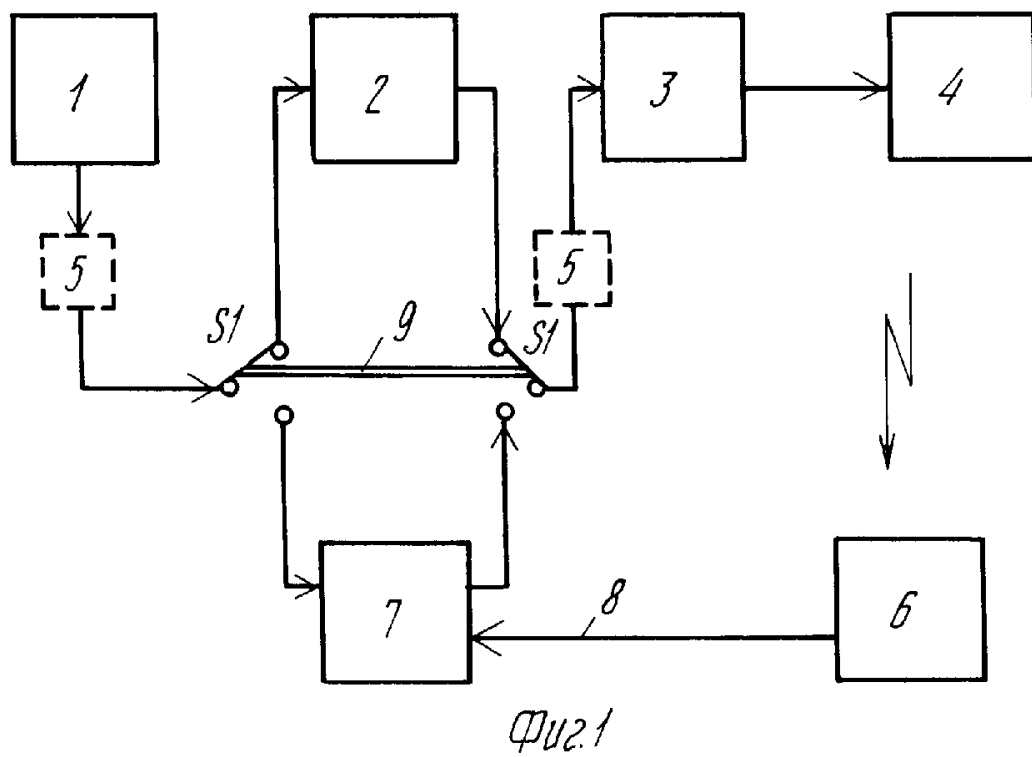
Данное изобретение может найти широкое применение для индивидуального прослушивания при качественном звуковоспроизведении от различных первичных музыкальных источников: магнитофонов, стереопроекторов и т.п. при этом предложенная пространственная звуковоспроизводящая система может быть использована для борьбы с эффектом реверберации при многократных отражениях от стен помещения, для фазовой оптимизации звуковых каналов при стереовоспроизведении, а также для создания новых студийных звуковых спецэффектов.

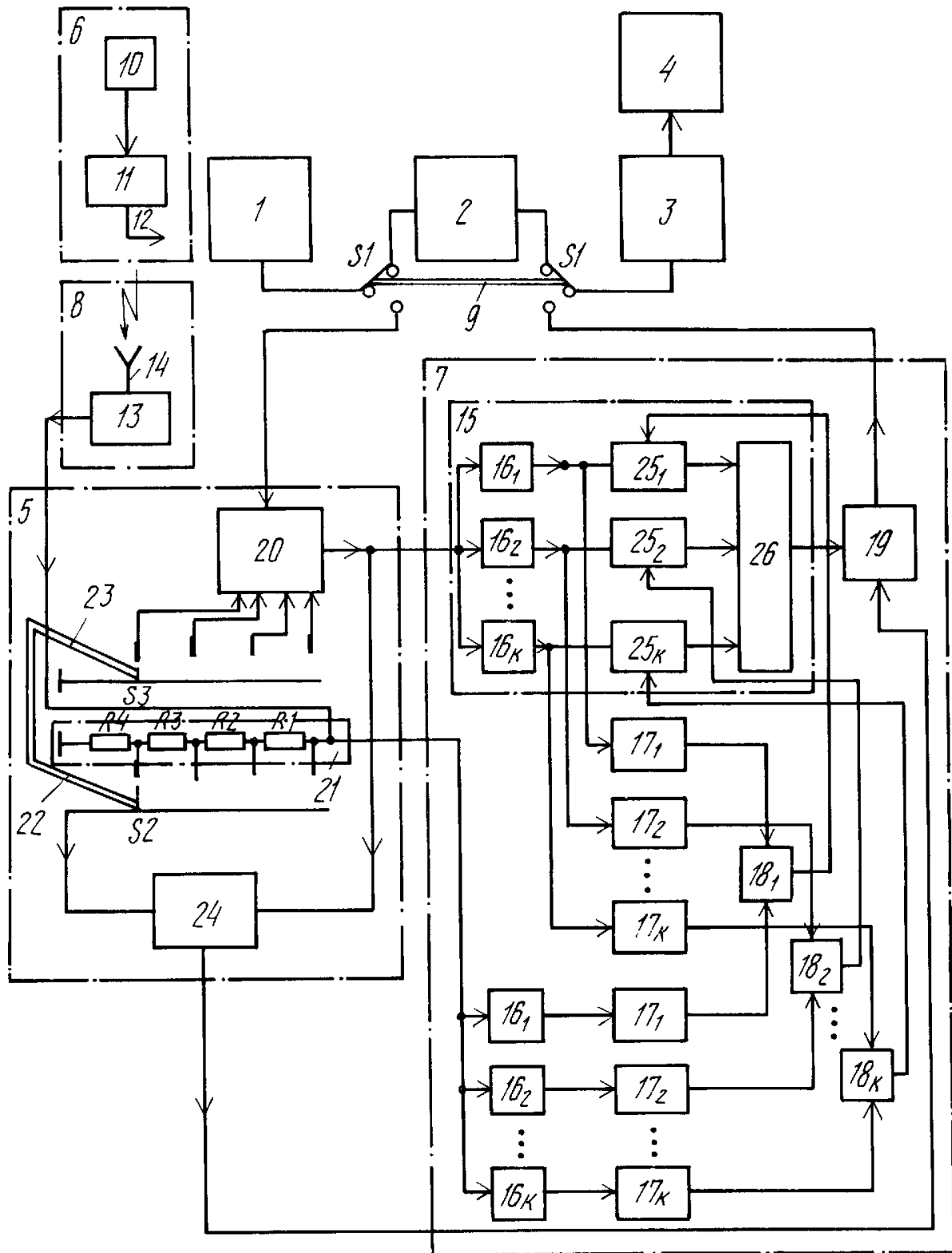
Формула изобретения:

1. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩАЯ СИСТЕМА, содержащая источник сигнала, выполненный с нормированными выходными характеристиками, устройство регулирования амплитудно-частотной характеристики, усилитель низкой частоты и громкоговоритель, связанные последовательно, управляемый аттенуатор и зондирующее устройство, отличающаяся тем, что дополнительно введены устройство автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики,

подсоединенное посредством линии связи и зондирующему устройству, и переключатель, установленный с возможностью отключения устройства регулирования амплитудно-частотной характеристики источника сигнала и от усилителя низкой частоты и подключения к ним устройства автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что зондирующее устройство выполнено в виде микрофона и радиопередатчика, снабженного передающей антенной, линия связи в виде радиоприемников с приемной антенной, устройство автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики в виде многополосного эквалайзера, полосовых фильтров, измерителей уровня, схем сравнения, регулятора громкости, управляемый аттенуатор в виде управляемого эквалайзера, регулятора уровня, дополнительных переключателей, широкополосной схемы сравнения, причем вход устройства автоматического регулирования амплитудно-частотной характеристики подключен посредством переключателя к источнику сигнала через управляемый эквалайзер, выход которого подсоединен к многополосному эквалайзеру, выполненному в виде К параллельных ветвей из полосовых фильтров и управляемых усилителей, соединенных между собой последовательно и подсоединенных к сумматору, каждый выход полосового фильтра многополосного эквалайзера подсоединен к входу соответствующего по полосе частот измерителя уровня, выходы измерителей уровня подсоединены к первым входам схем сравнения, выходы которых соединены с управляемыми входами управляемых усилителей для соответствующих полос частот, а выход радиоприемника подсоединен к регулятору уровня и к К дополнительным параллельным ветвям, выполненным из дополнительных полосовых фильтров и дополнительных измерителей уровня, причем полосы частот дополнительных полосовых фильтров соответствуют полосам частот полосовых фильтров многополосного эквалайзера, выходы дополнительных измерителей уровня соответственно для каждой из полос частот подсоединены к вторым входам схем сравнения, регулятор уровня посредством дополнительных переключателей подсоединен к первому входу широкополосной схемы сравнения и к входам управляемого эквалайзера, выход которого, подсоединенный к многополосному эквалайзеру, также подсоединен с второму входу широкополосной схемы сравнения, а ее выход и выход сумматора подсоединены к входам регулятора громкости, выход которого подключен через переключатель к усилителю низкой частоты.





Фиг. 2