



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G10K 11/178* (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2017116204, 11.05.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.05.2017

Дата регистрации:  
17.05.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.05.2017

(45) Опубликовано: 17.05.2018 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

119021, Москва, Фрунзенская наб., 8, кв. 63,  
Романову А.Н.

(72) Автор(ы):

Травков Андрей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Травков Андрей Александрович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2545462 C2, 27.03.2015. RU  
77065 U1, 10.10.2008. US 5899977 A1,  
04.05.1999. EP 2800091 B1, 20.01.2016. RU  
91200 U1, 27.01.2010.

(54) Система активного шумоподавления

(57) Реферат:

Полезная модель относится к акустике, в частности к средствам защиты от акустических шумов. Устройство содержит блок регистрации звука, первый усилитель, аналого-цифровой преобразователь, блок селекции отчетов спектральных диапазонов частот, группу цифровых фильтров, блок синхронизации работы системы, блок селекции опорных адресов записей диапазонов частот, блок идентификации

временных интервалов обработки отчетов, блок адресации текущих записей отчетов, блок приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера системы, цифроаналоговый преобразователь, второй усилитель и блок воспроизведения. Техническим результатом является повышение надежности шумоподавления. 5 ил.

RU 179556 U1

RU 179556 U1



Полезная модель относится к средствам защиты от акустических шумов промышленных установок, шумы которых близки к белым, и условия периодичности шумов не выполняются.

5 Основа активных методов гашения акустических шумов и вибраций состоит в возбуждении таких дополнительных шумовых и вибрационных полей, интерференция которых с первичными полями приводит к заданному снижению остаточного уровня шумов в помещении.

10 Разнообразие систем активного гашения шумов определяется способами формирования сигналов, обеспечивающих возбуждение дополнительных полей, разнообразием средств их возбуждения, особенностями объектов или характеристиками пространства, в котором обеспечивается активное гашение, и т.п.

Впервые поставлена задача шумоподавления шумов, близких к белым. При отсутствии задержек в линии генерации и излучении сигнала антишума задача является тривиальной. Аналогично задача тривиальна в случае строго периодических шумов.

15 В промышленных установках шумы близки к белым, и условия периодичности не выполняются. Для положительного эффекта шумоподавления шумов, близких к белым, предлагается интеллектуальная обработка шума в режиме реального времени, позволяющая осуществлять генерацию сигнала антишума, компенсируя задержки в цепях обработки и приема и излучения сигнала антишума.

20 Известны технические решения поставленной задачи (1, 2)

Первое из известных технических решений содержит регулирующее устройство, датчик ошибки, опорный датчик и несколько возбудителей вторичных звуковых волн, при этом возбудители вторичных звуковых волн предназначены для излучения волн шумоподавления, причем регулирующее устройство, соединенное с вторичными  
25 возбудителями, обрабатывает сигнал ошибки и опорный сигнал и вырабатывает вторичный сигнал, который по соответствующим линиям связи передается во вторичные возбудители для управления их излучением, так чтобы вторичные возбудители излучали волны шумоподавления, которые уменьшают сигнал ошибки, так что обеспечивается оптимальное ослабление звуковых волн, причем вторичные возбудители размещены  
30 таким образом, что они находятся на границе открытого прохода, через который проходят первичные звуковые волны, для того чтобы обеспечить активное ослабление звуковых волн в открытом пространстве, которое располагается в направлении их прохождения за открытым проходом, с помощью волн шумоподавления, действующих как "акустическая завеса" (1).

35 Основным и принципиальным недостатком данного технического решения является ограниченность излучения по диапазону частот, так как используемые в них акустические системы (динамики) по своему строению являются резонансными колебательными системами и не позволяют воспроизводить широкополосный сигнал сколько-нибудь достоверно. Определенная масса и размеры компонентов таких систем  
40 не позволяют равноценно воспроизводить на одной динамике сигналы из разного частотного диапазона, порождая фазовые и амплитудные искажения на краях отведенного частотного диапазона.

Использование же нескольких динамиков, излучающих в разных частотных диапазонах, требует использования фильтров и не позволяет при суммировании получить  
45 форму сигнала, достаточную для качественного шумоподавления в широком частотном диапазоне.

Известно и другое техническое решение, содержащее микрофон, аналого-цифровой преобразователь, устройство обработки полученного сигнала, цифроаналоговый

преобразователь и излучатель, отличающаяся тем, что дополнительно содержит генератор высокочастотного излучения и смеситель, расположенные в системе между устройством обработки сигнала и цифроаналоговым преобразователем, широкополосный усилитель мощности, расположенный последовательно за цифроаналоговым преобразователем, и акустический фильтр ультразвуковых частот, расположенный после излучателя, а излучатель в системе является ультразвуковым (2).

Данное техническое решение позволяет достаточно эффективно производить шумоподавление в среднечастотной области звукового спектра (приблизительно от 100 до 6000 Гц). Однако за пределами обозначенного частотного диапазона также возникают фазовые и амплитудные искажения, вследствие чего с ее помощью невозможно подавлять шумы в области высоких и низких частот.

Цель полезной модели заключается в устранении указанного недостатка, т.е. в повышении надежности шумоподавления во всем диапазоне звуковых частот в заданном объеме путем интеллектуальной обработки шума в режиме реального времени, позволяющей осуществлять генерацию сигнала антишума, компенсируя задержки в цепях обработки и приема и излучения сигнала антишума.

Поставленная цель достигается тем, что в систему, содержащую первый усилитель, вход которого соединен с выходом блока регистрации звука, а выход первого усилителя подключен к сигнальному входу аналого-цифрового преобразователя, тактирующий вход которого соединен с первым тактирующим выходом блока синхронизации работы системы, управляющий и установочный входы которого являются управляющим и установочным входами системы соответственно, группу цифровых фильтров, информационные выходы которых являются информационными выходами системы, предназначенными для выдачи цифровых сигналов на информационный вход сервера базы данных, блок приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, информационный вход которого является информационным входом системы, предназначенным для приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, а синхронизирующий вход блока приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера является синхронизирующим входом системы, предназначенным для приема синхронизирующих сигналов занесения цифровых сигналов свертки в блок приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, цифроаналоговый преобразователь, информационный вход которого соединен с выходом блока приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, тактирующий вход цифроаналогового преобразователя подключен к первому тактирующему выходу блока синхронизации работы системы, а выход цифроаналогового преобразователя соединен с входом второго усилителя, выход которого подключен к входу блока воспроизведения, введены блок селекции отчетов спектральных диапазонов частот, информационный вход которого соединен с информационным выходом аналого-цифрового преобразователя, синхронизирующий вход блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот подключен к второму тактирующему выходу блока синхронизации работы системы, а управляющие входы группы блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот соединены с соответствующими управляющими выходами группы блока синхронизации работы системы, при этом информационные выходы группы блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот подключены к информационным входам соответствующих цифровых фильтров группы, блок селекции опорных адресов записей диапазонов частот, синхронизирующий вход которого соединен с синхронизирующим выходом блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот, а управляющие

входы группы блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот подключены к соответствующим управляющим выходам группы блока синхронизации работы системы, блок идентификации временных интервалов обработки отчетов, счетный вход которого соединен с синхронизирующим выходом блока синхронизации работы системы, и блок адресации текущих записей отчетов, один информационный вход которого соединен с информационным выходом блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, другой информационный вход блока адресации текущих записей отчетов подключен к информационному выходу блока идентификации временных интервалов обработки отчетов, синхронизирующий вход блока адресации текущих записей отчетов подключен к первому синхронизирующему выходу блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, а адресный выход блока адресации текущих записей отчетов является адресным выходом системы, предназначенным для выдачи адресов записей на адресный вход сервера базы данных, при этом синхронизирующий вход блока идентификации временных интервалов обработки отчетов подключен к второму синхронизирующему выходу блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, являющемуся первым синхронизирующим выходом системы, предназначенным для выдачи сигналов управления на вход первого канала прерывания сервера базы данных, а синхронизирующий выход блока идентификации временных интервалов обработки отчетов является вторым синхронизирующим выходом, предназначенным для выдачи сигналов управления на вход второго канала прерывания сервера базы данных.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 - представлена структурная схема системы, на фиг. 2 - структурная схема блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот, на фиг. 3 - структурная схема блока синхронизации работы системы, на фиг. 4 - структурная схема блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, на фиг. 5 - структурная схема блока идентификации временных интервалов обработки отчетов.

Система (фиг. 1) содержит блок 1 регистрации звука, первый усилитель 2, аналого-цифровой преобразователь 3, блок 4 селекции отчетов спектральных диапазонов частот, цифровые фильтры 5-7 группы, блок 8 синхронизации работы системы, блок 9 селекции опорных адресов записей диапазонов частот, блок 10 идентификации временных интервалов обработки отчетов, блок 11 адресации текущих записей отчетов, блок 12 приема сигнала свертки, цифроаналоговый 13 преобразователь, второй 14 усилитель и блок 15 воспроизведения.

На фиг. 1 показаны управляющий 20, установочный 21, информационный 22 и синхронизирующий 23 входы системы, а также адресный 24, информационные 25-27 выходы группы системы, первый 28 и второй 29 синхронизирующие выходы системы.

Блок 1 (фиг. 1) регистрации звука выполнен в виде микрофона, имеющего выход 30.

Первый усилитель 2 (фиг. 1) имеет вход 31 и выход 32.

Аналого-цифровой преобразователь 3 (фиг. 1) имеет сигнальный 33 и синхронизирующий 34 входы, а также информационный выход 35.

Блок 4 (фиг. 2) селекции отчетов спектральных диапазонов частот содержит регистры 75-77, группы элементов 78-80 И, а также элемент 81 задержки. На чертеже показаны информационный 36, синхронизирующий 37 входы, и группа 38-40 управляющих входов, а также группа 41-43 информационных и синхронизирующий 44 выходы.

Цифровые фильтры 5-7 (фиг. 1) имеют информационные входы 45-47 и информационные выходы 25-27 соответственно.

Блок 8 (фиг. 3) синхронизации работы системы содержит генератор импульсов 82,

триггер 83, элементы 84, 85 И, делитель частоты 86, счетчик 87 и дешифратор 88. На чертеже показаны управляющий 20 и установочный 21 входы, а также первый 48 и второй 49 тактирующие выходы, группа 51-53 управляющих, и синхронизирующий 50 выходы.

5 Блок 9 (фиг. 4) селекции опорных адресов записей диапазонов частот содержит постоянное запоминающее устройство 89, регистр 90, элементы 91-93 И, элементы 94-96 задержки. На чертеже показаны синхронизирующий 54 вход, группа управляющих входов 55-57, а также информационный 58, первый 59 и второй 60 синхронизирующие выходы.

10 Блок 10 (фиг. 5) идентификации временных интервалов обработки отчетов содержит счетчик 97, регистр 98, и компаратор 99. На чертеже показаны счетный 61 и синхронизирующий 62 входы, а также информационный 63 и синхронизирующий 64 выходы.

15 Блок 11 (фиг. 1) адресации текущих записей отчетов выполнен в виде сумматора, имеющего информационные 65-66, и синхронизирующий входы, а также адресный 24 выход, являющийся адресным выходом системы.

Блок 12 (фиг. 1) приема цифровых сигналов свертки выполнен в виде регистра, имеющего информационный вход 22, синхронизирующий вход 23, а также информационный выход 105.

20 Цифроаналоговый преобразователь 13 (фиг. 1) имеет информационный 106 и тактирующий 107 входы, а также сигнальный выход 108.

Второй усилитель 14 (фиг. 1) имеет сигнальный вход 109 и сигнальный выход 110.

Блок 15 воспроизведения (фиг. 1) выполнен в виде динамика, имеющего сигнальный вход 111.

25 Все узлы и элементы системы выполнены на стандартных потенциально-импульсных элементах.

Система работает следующим образом.

30 Запуск системы осуществляется подачей на управляющий вход 20 блока 8 синхронизации сигнала, который, поступая на единичный вход триггера 83 блока 8, устанавливает последний в единичное состояние. При этом высоким потенциалом с прямого выхода триггера 83 будут открыты по одному входу элементы 84 и 85 И. В результате тактирующие импульсы с выхода генератора 82 импульсов проходят через элемент 84 на первый 48 тактирующий выход блока 8 и далее поступают на синхронизирующий вход 34 аналого-цифрового преобразователя 3.

35 Параллельно с этим, акустический шум звукового диапазона (от 15 до 25000 Гц) улавливается блоком 1, и с выхода 30 блока 1 поступает на вход 31 усилителя 2. После усиления акустический шум с выхода 32 усилителя 2 поступает на сигнальный вход 33 цифроаналогового преобразователя, где и преобразуется в цифровой код, который с выхода 35 цифроаналогового преобразователя поступает на информационный 36 вход 40 блока 4, осуществляющего селекцию отчетов спектральных диапазонов частот акустического шума под управлением блока 8.

Блок 4 содержит n-каналов отчетов спектральных диапазонов частот акустического шума (так называемых семплов), каждый из которых состоит из элементов И группы и регистра. На фиг. 2 для примера показаны первый канал, представленный элементами 78 И группы и регистром 75, второй канал, представленный элементами 79 И группы и регистром 76, и третий канал, представленный элементами 80 И группы и регистром 77. В опытном образце системы блок 4 содержит 12-каналов отчетов спектральных диапазонов частот акустического шума.

Информационные выходы 41-43 каждого из регистров 75-77 блока 4 подключены к информационным входам 45-47 соответствующих цифровых фильтров 5-7, каждый из которых настроен на определенный спектральный диапазон (выбор спектральных окон осуществляется в диапазоне 0-15 кГц). По существу, в опытном образце системы совокупность цифровых фильтров 5-7 представляет собой 12-ти канальный цифровой фильтр, каждый канал которого настроен на определенный спектральный диапазон.

Для управления работой системы, в блоке 8 тактирующие импульсы генератора 82 с выхода элемента 85 И поступают на делитель частоты 86, с выхода которого они, во-первых, поступают на счетный вход счетчика 87, который предназначен для подсчета числа отчетов спектральных диапазонов частот акустического шума, которые должны быть выполнены блоком 4, а, во-вторых, через выход 49 блока 8 они выдаются на тактирующий вход 37 блока 4.

Код показаний числа отчетов счетчика 87 поступает на вход дешифратора 88, который, расшифровывая показания счетчика 87, последовательно формирует высокие разрешающие потенциалы на своих управляющих выходах 51-53 соответственно.

В результате этого, например, как только счетчик 87 блока 8 зафиксирует первый импульс, на выходе 51 дешифратора 88 появится высокий потенциал, который через вход 38 блока 4 откроет элементы 78 И по одному входу, на другой вход которых поступает цифровой код акустического шума с входа 36 блока 4.

Цифровой код акустического шума с входа 36 блока 4 проходит через открытые элементы 78 И группы на информационный вход регистра 75, и заносится в него тактирующим импульсом с входа 37 блока 8, задержанным элементом 81 задержки на время срабатывания счетчика 87 и дешифратора 88 блока 8. Кроме того, тактирующий импульс с выхода элемента 81 задержки через выход 44 блока 4 выдается на вход 54 блока 9.

Параллельно с описанным процессом формирования первого отчета спектральных диапазонов частот акустического шума, управляющий потенциал с выхода 51 блока 8 через вход 55 блока 9 поступает на один вход элемента 91 И, на другой вход которого с входа 54 блока 9 поступает тактирующий импульс. Тактирующий импульс проходит через элемент 91 И на вход считывания фиксированной ячейки памяти постоянного запоминающего устройства 89, в которой записан опорный адрес зоны памяти сервера базы данных, выделенной для записи всех отчетов спектральных диапазонов частот акустического шума, например, первого из 12-ти каналов.

Код опорного адреса с выхода постоянного запоминающего устройства считывается на информационный вход регистра 90 и заносится в него синхронизирующим импульсом с входа 54 блока 9, задержанным элементом 94 на время срабатывания постоянного запоминающего устройства 89.

Код опорного адреса с выхода 58 блока 9 поступает на один 65 информационный вход сумматора 11, на другой информационный вход 66 которого поступает код с выхода 63 блока 10. По синхронизирующему сигналу с выхода 59 блока 9, поступающему на синхронизирующий вход 67, сумматор 11 суммирует входные коды и на адресном выходе 24 системы формирует итоговый адрес записи отчета спектральных диапазонов частот акустического шума с соответствующего информационного выхода 25-27 системы.

Кроме того, синхронизирующий импульс с выхода элемента 95 задержки дополнительно задерживается элементом 96 на время формирования итогового адреса на выходе блока 11, и затем через синхронизирующий выход 28 системы выдается на первый канал прерывания сервера базы данных. По этому сигналу сервер базы данных

переходит на программу записи отчета спектральных диапазонов частот акустического шума с соответствующего информационного выхода 25-27 системы по указанному на выходе 24 адресу.

5 Логика работы системы реализуется с помощью счетчика 87 блока 8, который настраивается на требуемую частоту дискретизации входного акустического сигнала (32 кГц, 44 кГц и т.д.). При переполнении счетчика 87 блока 8 на его выходе 115 формируется импульс переноса, который через выход 50 блока 8 поступает на счетный вход счетчика 97 блока 10, фиксируя факт окончания записи в сервер базы данных, первого массива данных, например, из 12-ти семплов.

10 В регистр 98 блока 10 заранее перед началом работы системы заносится константа - задается число массивов семплов, достаточное для того, чтобы система смогла начать процедуру обработки полученных и записанных в память сервера базы данных. Код константы с выхода регистра 98 поступает на один вход 101 компаратора 99, на другой вход 100 которого поступает текущее значение количества сформированных массивов  
15 семплов.

Каждый раз с окончанием очередной процедуры записи очередного семпла в память сервера базы данных, синхронизирующий импульс с выхода 60 блока 9 через вход 62 блока 10 поступает на синхронизирующий вход компаратора 99, который сравнивает код константы регистра 98 с текущим значением кода счетчика 97. Как только показания  
20 счетчика 97 будут больше или равны численному значению константы, на выходе 103 компаратора 99 формируется сигнал, который с выхода 64 блока 10 поступает на вход второго канала прерывания сервера базы данных.

По этому сигналу сервер базы данных переходит на подпрограмму чтения массивов данных, соответствующих каждому из спектральных окон и последовательно запускает  
25 алгоритмы прогнозирования фазы и амплитуды сигналов (по очереди для каждого окна). По окончании анализа управление передается программному модулю, осуществляющему свертку всех спектральных окон в единый сигнал, который с выхода сервера базы данных через информационный вход 22 системы выдается на информационный вход блока 12 и заносится в него синхронизирующим импульсом,  
30 поступающим с входа 23 системы.

С выхода 105 блока 12 цифровой сигнал поступает на информационный вход цифроаналогового преобразователя 13, где преобразуется в широкополосный аналоговый сигнал, который с выхода 108 цифроаналогового преобразователя 13 через  
35 вход 109 поступает на широкополосный усилитель 14, где он усиливается до необходимого уровня и далее с выхода 110 усилителя 14 поступает на вход 111 блока воспроизведения.

Таким образом, введение новых блоков и новых конструктивных связей позволило существенно повысить надежность шумоподавления во всем диапазоне звуковых частот в заданном объеме путем интеллектуальной обработки шума в режиме реального  
40 времени, позволяющей осуществлять генерацию сигнала антишума, компенсируя задержки в цепях обработки и приема и излучения сигнала антишума.

Источники информации, принятые во внимание при составлении описания заявки:

1. Патент РФ №2411592 (10.02.2011)
2. Патент РФ №2545462 (24.06.2013) (прототип).

45

#### (57) Формула полезной модели

Система активного шумоподавления, содержащая первый усилитель, вход которого соединен с выходом блока регистрации звука, а выход первого усилителя подключен

к сигнальному входу аналого-цифрового преобразователя, тактирующий вход которого соединен с первым тактирующим выходом блока синхронизации работы системы, управляющий и установочный входы которого являются управляющим и установочным входами системы соответственно, группу цифровых фильтров, информационные выходы которых являются информационными выходами системы, предназначенными для выдачи цифровых сигналов на информационный вход сервера базы данных, блок приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, информационный вход которого является информационным входом системы, предназначенным для приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, а синхронизирующий вход блока приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера является синхронизирующим входом системы, предназначенным для приема синхронизирующих сигналов занесения цифровых сигналов свертки в блок приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, цифроаналоговый преобразователь, информационный вход которого соединен с выходом блока приема цифровых сигналов свертки из базы данных сервера, тактирующий вход цифроаналогового преобразователя подключен к первому тактирующему выходу блока синхронизации работы системы, а выход цифроаналогового преобразователя соединен с входом второго усилителя, выход которого подключен к входу блока воспроизведения, отличающаяся тем, что система содержит блок селекции отчетов спектральных диапазонов частот, информационный вход которого соединен с информационным выходом аналого-цифрового преобразователя, синхронизирующий вход блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот подключен к второму тактирующему выходу блока синхронизации работы системы, а управляющие входы группы блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот соединены с соответствующими управляющими выходами группы блока синхронизации работы системы, при этом информационные выходы группы блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот подключены к информационным входам соответствующих цифровых фильтров группы, блок селекции опорных адресов записей диапазонов частот, синхронизирующий вход которого соединен с синхронизирующим выходом блока селекции отчетов спектральных диапазонов частот, а управляющие входы группы блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот подключены к соответствующим управляющим выходам группы блока синхронизации работы системы, блок идентификации временных интервалов обработки отчетов, счетный вход которого соединен с синхронизирующим выходом блока синхронизации работы системы, и блок адресации текущих записей отчетов, один информационный вход которого соединен с информационным выходом блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, другой информационный вход блока адресации текущих записей отчетов подключен к информационному выходу блока идентификации временных интервалов обработки отчетов, синхронизирующий вход блока адресации текущих записей отчетов подключен к первому синхронизирующему выходу блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, а адресный выход блока адресации текущих записей отчетов является адресным выходом системы, предназначенным для выдачи адресов записей на адресный вход сервера базы данных, при этом синхронизирующий вход блока идентификации временных интервалов обработки отчетов подключен к второму синхронизирующему выходу блока селекции опорных адресов записей диапазонов частот, являющемуся первым синхронизирующим выходом системы, предназначенным для выдачи сигналов управления на вход первого канала прерывания сервера базы данных, а синхронизирующий выход блока идентификации временных интервалов обработки

отчетов является вторым синхронизирующим выходом, предназначенным для выдачи сигналов управления на вход второго канала прерывания сервера базы данных.

5

10

15

20

25

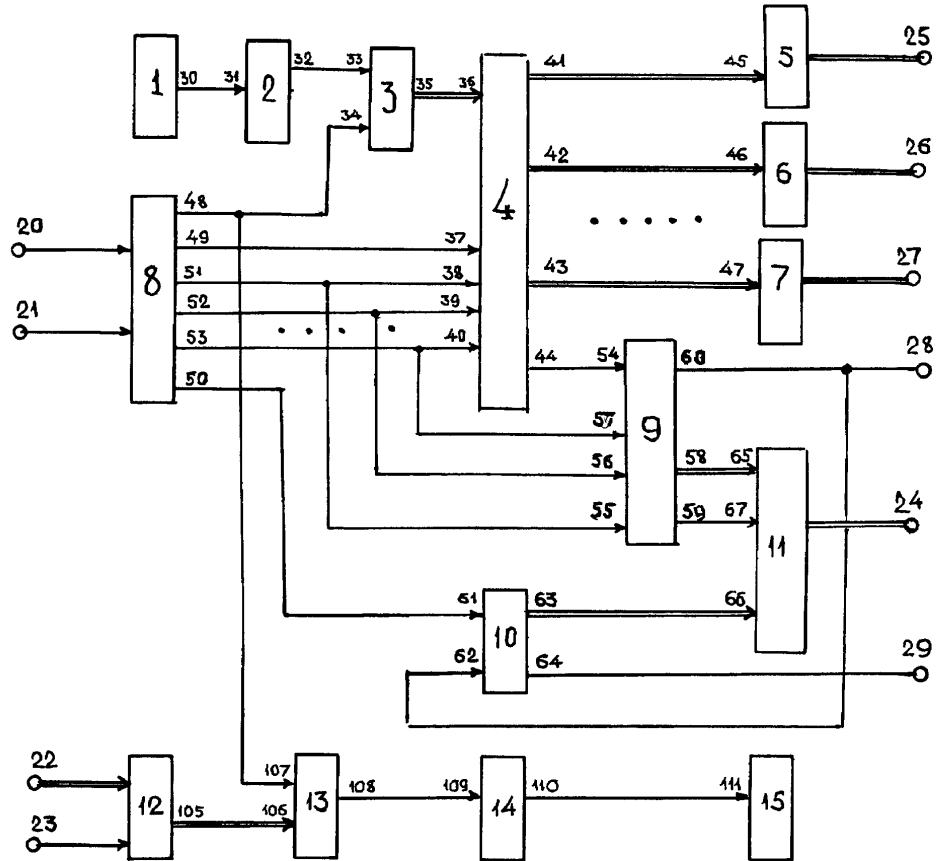
30

35

40

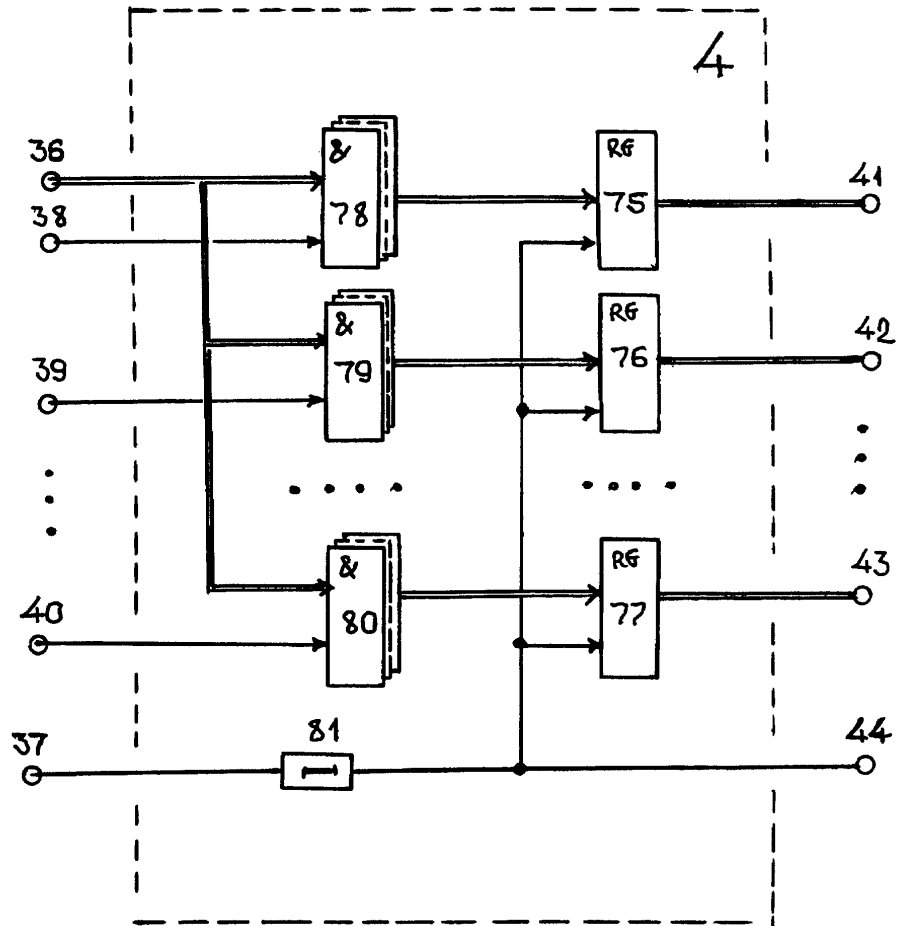
45

Система активного шумоподавления



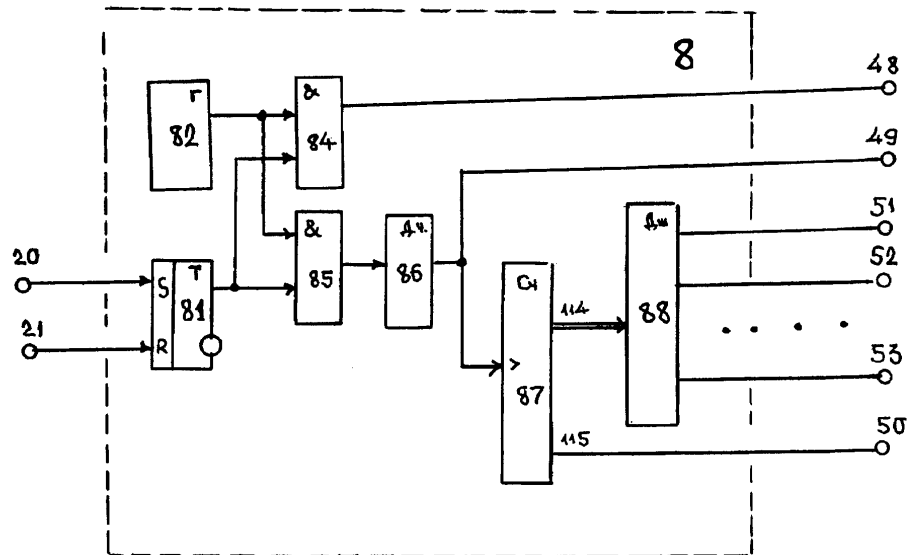
Фиг. 1

Система активного шумоподавления



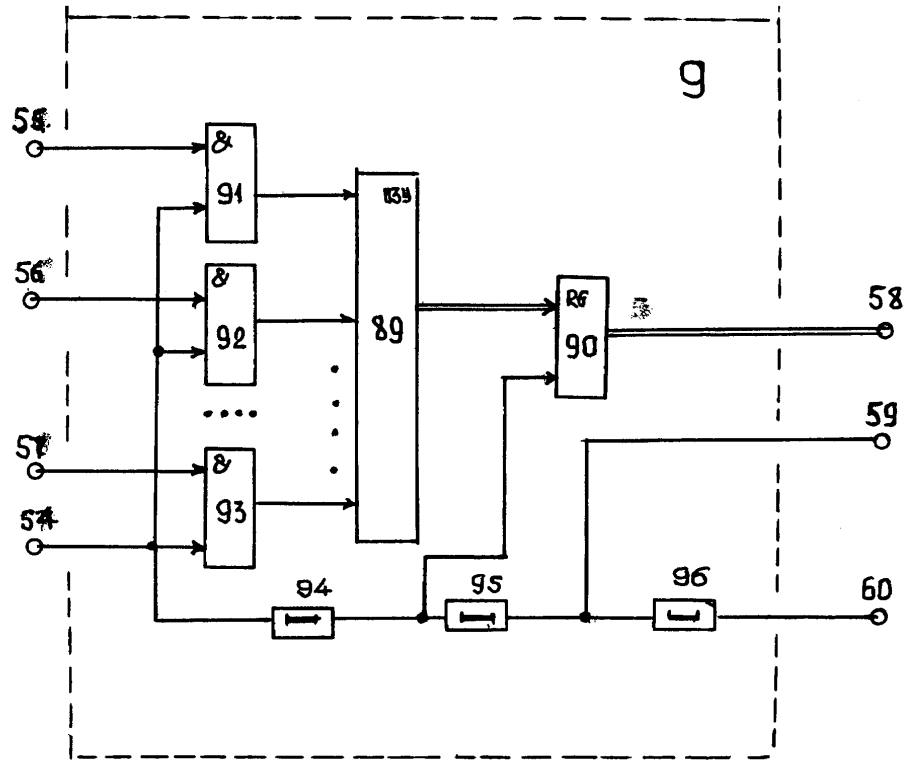
Фиг. 2

Система активного шумоподавления



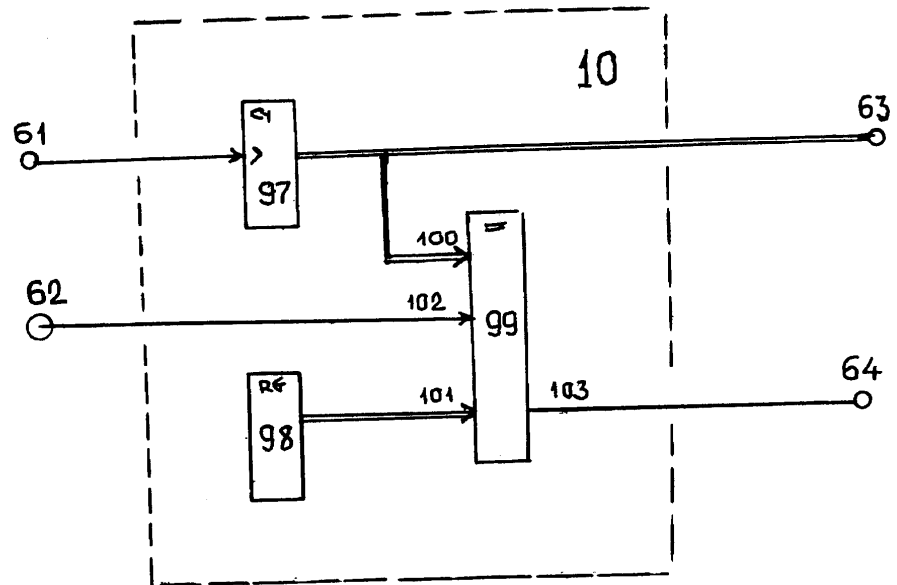
Фиг. 3

Система активного шумоподавления



Фиг. 4

Система активного шумоподавления



Фиг.5