



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*H01Q 1/04 (2019.08); H01Q 7/00 (2019.08); H04B 13/02 (2019.08)*

(21)(22) Заявка: 2019114547, 13.05.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.05.2019Дата регистрации:  
20.12.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.05.2019

(45) Опубликовано: 20.12.2019 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,  
ФГАОУ ВО СФУ, отдел правовой охраны и  
защиты интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),  
Боев Никита Михайлович (RU),  
Изотов Андрей Викторович (RU),  
Клешнина Софья Андреевна (RU),  
Сушков Артем Александрович (RU),  
Бурмитских Антон Владимирович (RU),  
Батурин Тимур Нугзарович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

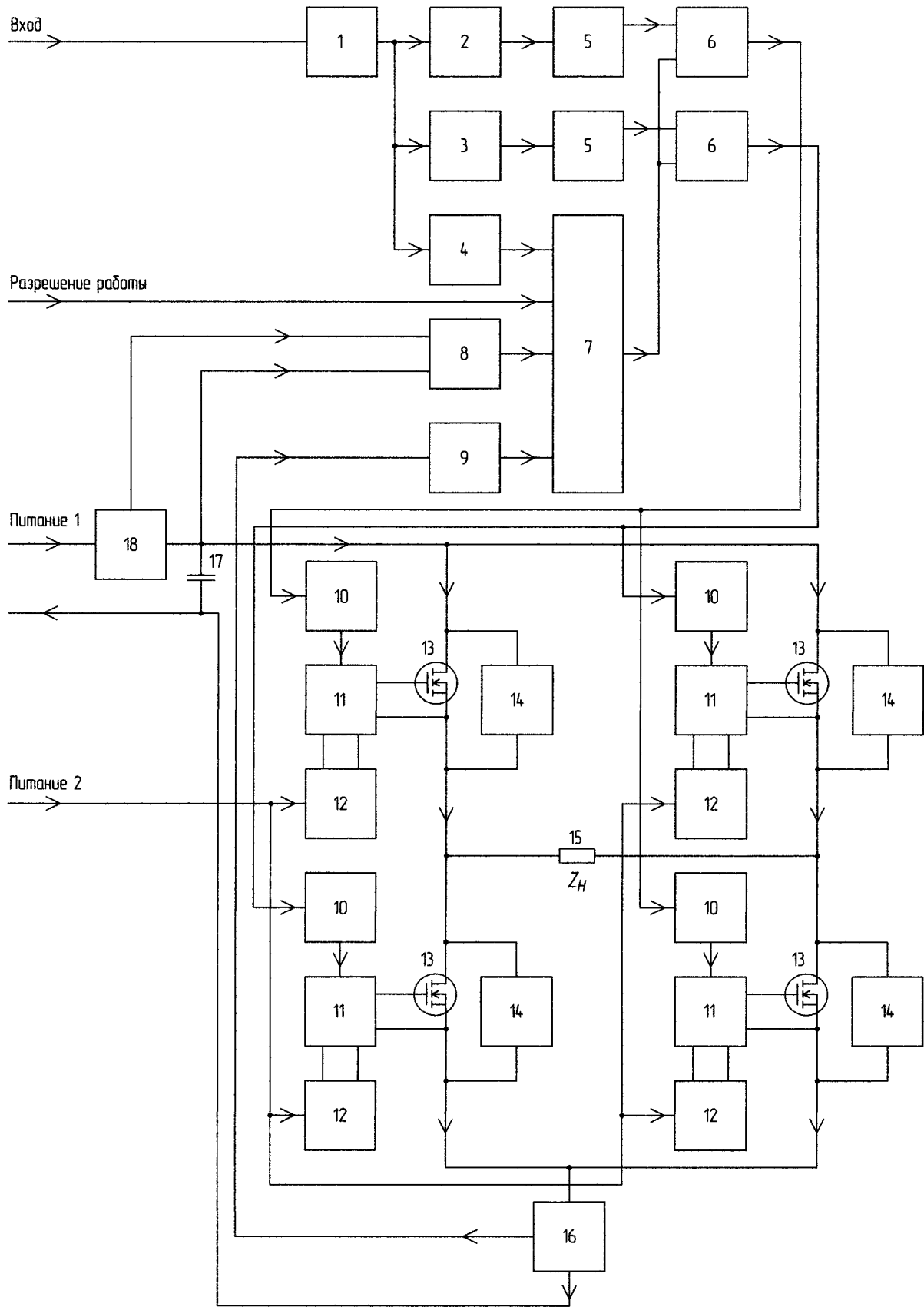
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Сибирский федеральный  
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: WO 2013071426 A1, 23.05.2013. RU  
2573229 C1, 20.01.2016. SU 1684907 A1,  
15.10.1991.

## (54) УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ ПЕРЕДАТЧИКА БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области передачи информации, а более конкретно - организации канала посредством модулирования низкочастотных магнитных полей, и предназначено для повышения надежности усилителя мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи при одновременном обеспечении широкой полосы частот. Устройство состоит из мостового инвертора напряжения, нагрузкой которого является передающая магнитная антенна. Силовые транзисторы мостовой схемы управляются драйверами затворов, каждый транзистор имеет схему

формирования траектории переключения и схему защиты. Управляющая схема включает полосовой фильтр, предназначенный для ограничения спектра входного сигнала, систему формирования задержки времени переключения силовых транзисторов и схему формирования сигнала разрешения работы устройства. В целях повышения надежности устройства применяются детектор постоянной составляющей, блок защиты по максимальному току и блок защиты по максимальной потребляемой мощности, выходы которых подключены к схеме формирования сигнала разрешения работы. 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*H01Q 1/04 (2019.08); H01Q 7/00 (2019.08); H04B 13/02 (2019.08)*(21)(22) Application: **2019114547, 13.05.2019**(24) Effective date for property rights:  
**13.05.2019**Registration date:  
**20.12.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **13.05.2019**(45) Date of publication: **20.12.2019 Bull. № 35**

Mail address:

**660041, g. Krasnoyarsk, pr. Svobodnyj, 79, FGAOU  
VO SFU, otdel pravovoj okhrany i zashchity  
intellektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Belyaev Boris Afanasevich (RU),  
Boev Nikita Mikhajlovich (RU),  
Izotov Andrej Viktorovich (RU),  
Kleshnina Sofya Andreevna (RU),  
Sushkov Artem Aleksandrovich (RU),  
Burmitskikh Anton Vladimirovich (RU),  
Baturin Timur Nugzarovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sibirskij federalnyj universitet"  
(RU)**(54) **POWER AMPLIFIER OF TRANSMITTER OF NEAR-FIELD MAGNETIC COMMUNICATION SYSTEM**

(57) Abstract:

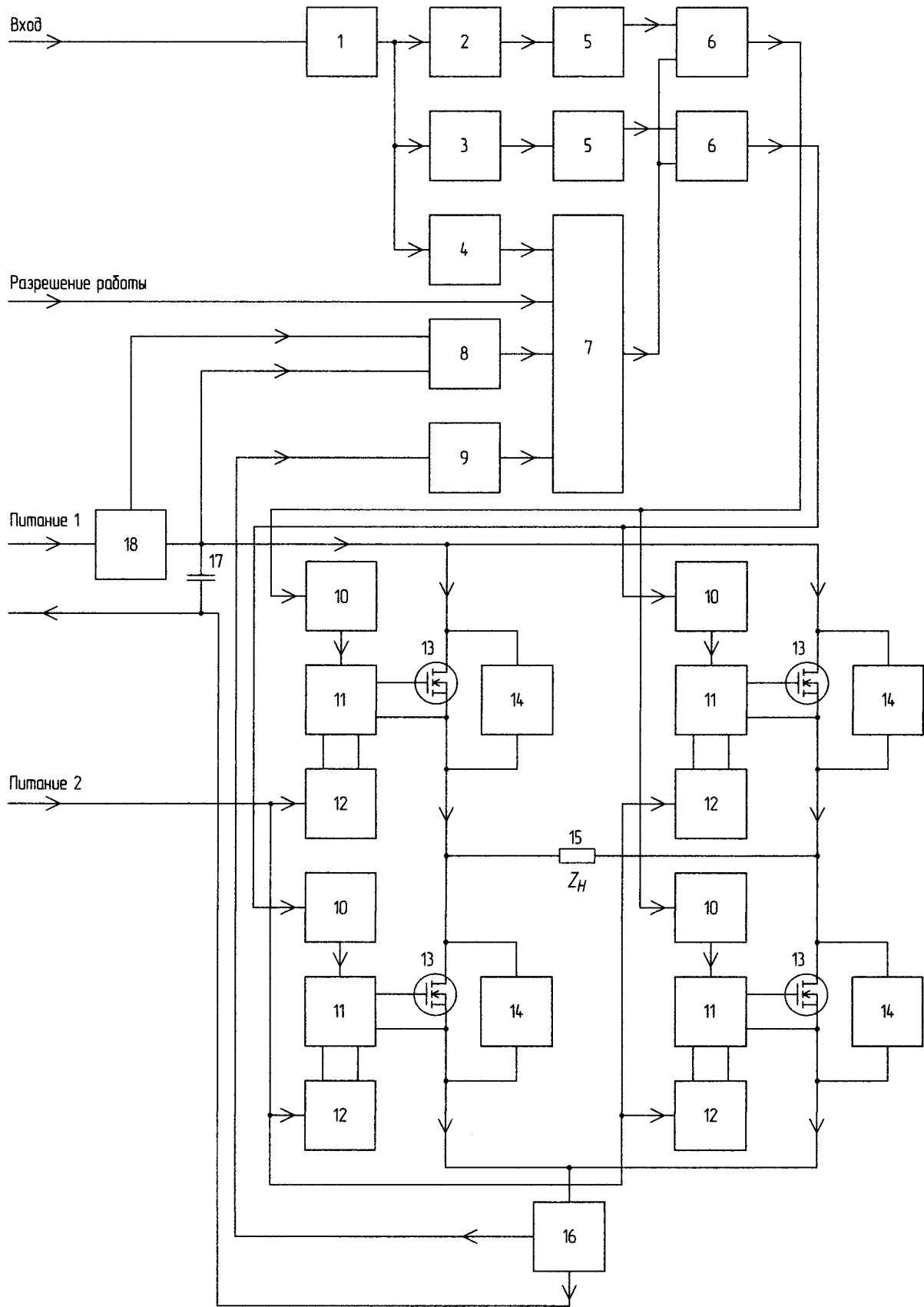
FIELD: transmitting information; physics.

SUBSTANCE: invention relates to the field of information transmission, and more specifically to the channel arrangement by modulation of low-frequency magnetic fields, and is intended to increase the reliability of the power amplifier of the transmitter of the near-field magnetic communication system at simultaneous provision of the wide frequency band. Device consists of a bridge voltage inverter, the load of which is a transmitting magnetic antenna. Power transistors of the bridge circuit are controlled by gate drivers, each transistor has a switching trajectory formation circuit and a protection circuit. Control circuit

includes a band-pass filter designed to limit the input signal spectrum, a power transistor switching time delay generation system and a device for enabling the device operation enable signal generation circuit. In order to improve the reliability of the device, a constant component detector, a unit for protection against maximum current and a unit for protection according to maximum consumed power are used, the outputs of which are connected to a circuit for generating an authorization signal.

EFFECT: improved reliability of the device.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области передачи информации, а более конкретно - к устройствам для организации канала связи посредством модулирования низкочастотных магнитных полей, и может быть использовано для передачи информации между различными подземными, подводными и другими объектами.

5 Известно устройство и способ организации канала связи с подземными объектами [Патент США US7043204, МПК H04 B 13/02, опубл. 09.05.2006]. Передатчик устройства связи содержит аналого-цифровой преобразователь, на вход которого поступает аудиосигнал, например, от микрофона. Выходные данные с аналого-цифрового преобразователя поступают на блок кодирования с целью сжатия данных (компрессор),  
10 а затем на модулятор, в котором реализованы несколько видов манипуляции: четырехпозиционная фазовая манипуляция (QPSK); шестнадцатипозиционная квадратурная амплитудная манипуляция (QAM-16); тридцатидвухпозиционная квадратурная амплитудная манипуляция (QAM-32). С выхода модулятора сигнал поступает на цифро-аналоговый преобразователь, а затем на стандартный усилитель  
15 мощности звуковых частот, выход которого нагружен на передающую магнитную антенну. Сформированный передающей магнитной антенной сигнал распространяется в пространстве и принимается с помощью приемной магнитной антенны, например, СКВИД-магнитометра (сверхпроводящий квантовый интерферометр). Далее сигнал подается на полосовой фильтр, а затем на аналого-цифровой преобразователь, выходной  
20 сигнал которого поступает на демодулятор. С выхода демодулятора сигнал передается на блок декодирования (декомпрессор), после чего сигнал преобразовывается в аналоговый вид цифро-аналоговым преобразователем и поступает на аудиовыход.

Недостатком усилителя мощности передатчика известного устройства является низкая мощность и узкий диапазон частот, что связано с применением в устройстве  
25 стандартного усилителя мощности звуковых частот. Кроме этого, такой усилитель предназначен для работы на стандартную акустическую согласованную нагрузку и не может использоваться для возбуждения передающих магнитных антенн с низким импедансом.

Известна многопетлевая широкополосная антенна для магнитной связи с  
30 развязанными элементами [Патент США US 2013/0072117, МПК H01F 38/00, H04B 5/00, опубл. 21.03.2013], состоящая из двух или более взаимно пересекающихся магнитных рамок. Магнитные рамки, например, эллипсоидальной формы, размещаются таким образом, чтобы их центры оказались равномерно распределенными вокруг общей  
35 центральной точки, причем расстояния между общей центральной точкой и центрами магнитных рамок регулируется, за счет чего удается варьировать степень их взаимного перекрытия и, как следствие, изменять величины взаимной магнитной связи. Каждая магнитная рамка может быть подключена к отдельному усилителю мощности.

Недостатком такого устройства является его техническая сложность, что связано с  
40 необходимостью использования нескольких магнитных рамок с отдельными цепями возбуждения и отдельными усилителями мощности. Кроме этого, устройство обладает низкой надежностью, что вызвано отсутствием каких-либо схем защиты от существенного изменения импеданса нагрузки, от искажения и/или пропадания сигнала от модулятора и др.

Известен также способ и антенное устройство для передачи информации в диапазоне  
45 сверхдлинных волн [Патент США US2014/0314129, МПК H04L 25/4902, H01Q 7/00, опубл. 23.10.2014, (прототип)]. Устройство может содержать по крайней мере две передающие магнитные антенны, каждая из которых может являться нагрузкой отдельного усилителя мощности, выполненного по схеме мостового инвертора

напряжения с широтно-импульсной модуляцией. Силовые транзисторы мостового инвертора управляются с помощью драйверов, подключенных к управляющей схеме. Усилитель мощности содержит датчики тока и напряжения, так же подключенные к управляющей схеме, что позволяет контролировать потребление усилителя и дает  
5 возможность организовать защиту по перегрузке по току. Описанное устройство взято за прототип.

Недостатками конструкции-прототипа являются узкий диапазон частот и высокий уровень помех, что связано с применением широтно-импульсной модуляции. Кроме этого, конструкция обладает низкой надежностью и не имеет защиты от искажений  
10 сигнала от модулятора.

Техническим результатом изобретения является повышение надежности усилителя мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи при одновременном обеспечении широкой полосы частот.

Заявляемый результат достигается тем, что в усилителе мощности передатчика  
15 ближнепольной магнитной системы связи, включающем мостовой инвертор напряжения, нагрузкой которого является передающая магнитная антенна, силовые транзисторы, управляющий сигнал для которых формируется с помощью драйверов затворов, датчик тока, протекающего через мостовую схему, датчик питающего напряжения, новым является то, что устройство дополнительно содержит полосовой фильтр входного  
20 сигнала, на вход которого поступает входной сигнал, а выход подключен параллельно к схеме формирования задержки времени переключения силовых транзисторов и к детектору постоянной составляющей, блок защиты по максимальному току, вход которого подключен к датчику тока мостового инвертора напряжения, блок защиты по максимальной потребляемой мощности, первый вход которого подключен к датчику  
25 тока устройства, а второй вход подключен к цепи питания мостового инвертора напряжения, при этом выходы детектора постоянной составляющей и блоков защиты подключены к схеме формирования сигнала разрешения работы, на выходе которой формируется разрешающий работу сигнал только тогда, когда отсутствует  
30 запрещающий сигнал с выхода блока защиты по максимальному току, свидетельствующий о превышении максимального тока, протекающего через мостовую схему, отсутствует запрещающий сигнал с блока защиты по максимальной мощности, потребляемой от внешнего источника питания, отсутствует запрещающий сигнал с детектора постоянной составляющей и присутствует внешний разрешающий сигнал  
35 работы от модулятора системы связи, выходы схемы формирования задержки времени переключения силовых транзисторов подключены через логические элементы 2И, ко вторым входам которых подключен выход схемы формирования сигнала разрешения работы, к драйверам мостового инвертора напряжения, причем параллельно каждому транзистору мостовой схемы подключена цепь защиты и формирования траектории переключения.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство  
40 отличается наличием полосового фильтра входного сигнала, что позволяет, во-первых, отфильтровать высокочастотные составляющие, воздействие которых может привести к переходу усилителя мощности в линейный режим работы и, во-вторых, позволяет отфильтровать низкочастотные сигналы, которые могут вызвать перегрузку усилителя  
45 мощности по току.

Вторым существенным отличием является наличие детектора постоянной составляющей, вход которого подключен к выходу полосового фильтра, а выход - к схеме разрешения работы устройства. В случае, если по какой-либо причине на входе

усилителя мощности отсутствует сигнал и одновременно присутствует внешний сигнал разрешения работы, детектор постоянной составляющей запрещает работу усилителя, предотвращая протекание сквозного постоянного тока через низкоомную нагрузку.

Третьим существенным отличием является наличие блока защиты по максимальному току, который, в отличие от конструкции-прототипа, содержит датчик тока, измеряющий величину тока, протекающего между индуктивной нагрузкой и блоком силовых высокодобротных конденсаторов. В случае превышения заданного порога по максимальному току блок защиты формирует сигнал, запрещающий работу усилителя.

Четвертым существенным отличием является наличие блока защиты по максимальной мощности, который производит измерение активной мощности, потребляемой от внешнего источника питания, и сравнивает его с заданным пороговым значением. В случае превышения заданного порога по максимальной потребляемой мощности блок защиты формирует сигнал, запрещающий работу усилителя.

Пятым существенным отличием является наличие схемы формирования сигнала разрешения работы, на вход которой поступают управляющие сигналы: внешний сигнал разрешения работы от модулятора; сигнал с блока защиты по максимальной мощности; сигнал с блока защиты по максимальному току; сигнал с детектора постоянной составляющей.

Данное изобретение поясняется чертежами: на фиг.1 показана блок-схема усилителя мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи, а на фиг.2 показан пример его реализации.

Усилитель мощности передатчика ближнепольной магнитной связи включает в себя (фиг. 1, фиг. 2):

- 1 - полосовой фильтр;
- 2 - триггер Шмитта;
- 3 - триггер Шмитта с инвертирующим выходом;
- 4 - детектор постоянной составляющей;
- 5 - схемы формирования задержки времени переключения силовых транзисторов (dead-time);
- 6 - логические элементы 2И;
- 7 - логический элемент 4И;
- 8 - блок защиты по максимальной мощности;
- 9 - блок защиты по максимальному току;
- 10 - изоляторы сигналов управления затворами силовых транзисторов;
- 11 - драйверы силовых транзисторов;
- 12 - гальванически изолированные двухполярные источники питания драйверов силовых транзисторов;
- 13 - силовые транзисторы;
- 14 - цепи формирования траектории переключения силовых транзисторов и их защиты;
- 15 - нагрузка усилителя мощности;
- 16 - датчик тока;
- 17 - силовые высоко добротные конденсаторы;
- 18 - датчик тока;
- 19 - слаботочная печатная плата;
- 20 - силовая печатная плата;
- 21 - радиатор;
- 22 - вентилятор принудительного охлаждения.

Входной дискретный одноразрядный сигнал на усилитель мощности передатчика

ближнепольной магнитной системы связи поступает от модулятора и передается на вход полосового фильтра (1), выход которого подключен параллельно к триггеру Шмитта (2), к триггеру Шмитта с инвертирующим выходом (3) и к детектору постоянной составляющей (4). Полосовой фильтр (1) может быть реализован, например, на  
5 элементах цифровой логики, на основе микроконтроллера, программируемой логической интегральной схемы и др. В случае, когда сигнал на входе устройства отсутствует, на выходе детектора (4) постоянной составляющей наблюдается уровень логического нуля, в противном случае - логической единицы. Выходы триггеров (2) и (3) подключены к схемам формирования задержки времени переключения силовых транзисторов (5),  
10 выходные сигналы которых, в свою очередь, поступают на логические элементы 2И (6), на вторые входы которых параллельно подключен выход логического элемента 4И (7). Схемы формирования времени задержки времени переключения (5) могут быть выполнены, например, на основе логических элементов 2И и RC-цепей. К входу логического элемента 4И (7), на основе которого выполнена схема формирования сигнала разрешения работы устройства, подключены: выход детектора постоянной  
15 составляющей (4); сигнал разрешения работы от модулятора системы связи; выход блока защиты по максимальной мощности (8); выход блока защиты по максимальному току (9). Работа устройства обеспечивается при наличии уровня логической единицы на входе разрешения работы. В случае, когда превышен порог защиты по максимальной потребляемой мощности на выходе блока (8) формируется уровень логического нуля, иначе - единицы. Блок (8) имеет два входа - вход сигнала, пропорционального  
20 питающему усилителю мощности напряжению, и вход сигнала, пропорционального потребляемому усилителем мощности току. В случае, когда превышен порог защиты по максимальному току на выходе блока (9) присутствует уровень логического нуля, в противном случае - единицы. Блоки (8) и (9) могут быть реализованы, например, с использованием аналоговых компараторов или на основе микроконтроллера. Выходы логических элементов 2И (6) подключены через изоляторы сигналов управления затворами силовых транзисторов (10) к драйверам (11), запитанными от гальванически  
30 изолированных двухполярных источников питания (12), которые, в свою очередь, запитаны от внешнего источника питания (Питание 2). Выходные сигналы драйверов (11) подключены к истокам и затворам силовых транзисторов (13), включенных по схеме мостового инвертора напряжения. К истокам и стокам силовых транзисторов (13) подключены цепи (14) формирования траектории переключения силовых транзисторов и цепи их защиты, которые могут быть выполнены на основе, например,  
35 RC-цепочек, диодов (демпфирующих, снабберных цепей) и стабилитронов (супрессоров). Силовые транзисторы (13) включены по схеме мостового инвертора напряжения, нагрузкой (15) которого является передающая антенна ближнепольной магнитной системы связи. Антенна является одно-, двух- или многовитковой индуктивной рамкой произвольной формы. В разрыв земляной цепи моста включен датчик (16) тока, выходной сигнал которого подключен к блоку (9) защиты по максимальному току. В  
40 цепи силового питания (Питание 1) установлены силовые высокодобротные конденсаторы (17).

На фиг. 2 показан пример реализации конструкции усилителя мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи. На слаботочной печатной плате (19)  
45 размещены схема управления, драйверы (11) силовых транзисторов, гальванически изолированные источники питания (12) драйверов силовых транзисторов. На силовой печатной плате (20) размещаются силовые транзисторы (13), а также цепи (14) формирования траектории переключения силовых транзисторов и их защиты. Силовая



печатная плата (20) выполнена на изолированном алюминиевом основании и закреплена на радиаторе (21), обдуваемом вентилятором (22) принудительного охлаждения.

Усилитель мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи работает следующим образом. Частотно - или фазоманипулированный дискретный  
5 одnorазрядный сигнал на несущей частоте от модулятора передатчика ближнепольной магнитной системы связи поступает на вход устройства и подается на полосовой фильтр (1). Полосовой фильтр (1) выделяет спектр полезного сигнала в заданной полосе частот; блокирует высокочастотные составляющие для предотвращения перехода усилителя  
10 мощности в линейный режим; блокирует низкочастотные сигналы для предотвращения перегрузки усилителя по току. С выхода фильтра сигнал передается на триггер Шмитта (2), на триггер Шмитта с инвертирующим выходом (3) и на детектор постоянной составляющей (4). В случае, если на выходе полосового фильтра (1) сигнал отсутствует, на выходе детектора постоянной составляющей (4) формируется уровень логического  
15 нуля, запрещающий работу усилителя мощности. Выходные сигналы триггеров (2) и (3) поступают на схемы формирования задержки времени переключения силовых транзисторов (dead-time) (5). Регулируя постоянные времени схем (5) устанавливаются оптимальное время задержки, предотвращающее протекание сквозных токов через мостовую схему усилителя мощности. Одновременно с этим обеспечивают минимальное  
20 время, в течение которого ток протекает через технологические диоды силовых транзисторов (13). Выходные сигналы схем (5) поступают на логические элементы 2И (6), выполняющие роль устройств разрешения работы усилителя мощности. На вторые входы логических элементов (6) поступает сигнал от логического элемента 4И (7), формирующего сигнал разрешения работы. На вход логического элемента 4И (7) подаются сигналы от детектора постоянной составляющей (4); с входа разрешения  
25 работы; с блока защиты по максимальной потребляемой мощности (8); с блока защиты по максимальному току (9). С выходов логических элементов 2И (6) прямой и инверсные сигналы управления с временной задержкой между переключениями подаются на изоляторы сигналов управления затворами силовых транзисторов мостового инвертора напряжения (10), откуда поступают на драйверы (11) силовых транзисторов (13).  
30 Драйверы (11) силовых транзисторов (13) запитаны каждый от отдельного гальванически изолированного двухполярного источника питания (12), что позволяет формировать на затворах силовых транзисторов (13) двухполярные управляющие импульсы относительно истоков. Каждый силовой транзистор (13) имеет цепи (14), предназначенные для формирования траектории их переключения и их защиты. Таким  
35 образом, мостовой инвертор напряжения формирует в нагрузке (15) сигнал, соответствующий сигналу на входе устройства. С помощью датчика тока (16) происходит измерение тока в нагрузке, при этом выходной сигнал датчика подается на блок защиты по максимальному току (9). При работе усилителя мощности происходит обмен реактивной энергией между индуктивной нагрузкой (15) и блоком силовых  
40 высокочастотных конденсаторов (17). С помощью датчика тока (18) происходит измерение тока потребления усилителя мощности, а на силовых конденсаторах (17) измеряется уровень питающего напряжения. Блок защиты по максимальной мощности (8) настраивается на заданный порог по производству сигналов с датчика тока (18) и напряжения на силовых конденсаторах (17). Выходные сигналы с драйверов (11),  
45 расположенных на слаботочной печатной плате (19), через перемычки поступают на силовую печатную плату (20) с силовыми транзисторами (13). Охлаждение транзисторов осуществляется через силовую печатную плату (20) с помощью радиатора (21) и вентилятора (22).

Заявляемое устройство было изготовлено и испытано. За счет отсутствия резонансных явлений в нагрузке усилителя мощности получена широкая полоса частот, ограниченная сверху скоростью переключения применяемых транзисторов. Более высокая надежность работы усилителя мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи

5 относительно известных устройств и конструкции-прототипа достигается за счет следующего:

- В случае, если на входе усилителя мощности присутствует сигнал с высокочастотными составляющими, переходу усилителя мощности в линейный режим работы по причине конечного времени переключения силовых транзисторов (13)

10 препятствует наличие полосового фильтра (1), ограничивающего частотный спектр входного сигнала сверху.

- В случае, если на входе усилителя мощности присутствует низкочастотный сигнал, перегрузке усилителя мощности по току препятствует, во-первых, наличие полосового фильтра (1), ограничивающего частотный спектр входного сигнала снизу, и, во-вторых,

15 наличие системы защиты по перегрузке по току, включающей датчик тока (16) и блок (9) защиты по максимальному току.

- В случае, если по какой-либо причине сигнал на входе усилителя мощности отсутствует, а на входе разрешения работы устройства присутствует высокий разрешающий работу уровень, детектор постоянной составляющей (4) формирует на

20 входе логического элемента 4И (7) запрещающий сигнал, который предотвращает короткое замыкание на выходе усилителя мощности по постоянной составляющей.

- В случае, если по какой-либо причине характер сопротивления нагрузки усилителя мощности (15) значительно изменился и возросла активная часть сопротивления происходит увеличение потребляемого устройством тока, что фиксируется датчиком

25 тока (18). Блок защиты по максимальной мощности (8) рассчитывает произведение потребляемого тока на величину питающего напряжения и сравнивает полученное значение с пороговым, в случае превышения которого формирует на своем выходе сигнал низкого логического уровня, запрещающий работу усилителя мощности.

#### 30 (57) Формула изобретения

Усилитель мощности передатчика ближнепольной магнитной системы связи, включающий мостовой инвертор напряжения, нагрузкой которого является передающая магнитная антенна, силовые транзисторы, управляющий сигнал для которых

35 формируется с помощью драйверов затворов, датчик тока, протекающего через мостовую схему, датчик питающего напряжения, отличающийся тем, что дополнительно содержит полосовой фильтр входного сигнала, на вход которого поступает входной сигнал, а выход подключен параллельно к схеме формирования задержки времени переключения силовых транзисторов и к детектору постоянной составляющей, блок

40 защиты по максимальному току, вход которого подключен к датчику тока мостового инвертора напряжения, блок защиты по максимальной потребляемой мощности, первый вход которого подключен к датчику тока устройства, а второй вход подключен к цепи питания мостового инвертора напряжения, при этом выходы детектора постоянной составляющей и блоков защиты подключены к схеме формирования сигнала разрешения работы, на выходе которой формируется разрешающий работу сигнал только тогда,

45 когда отсутствует запрещающий сигнал с выхода блока защиты по максимальному току, свидетельствующий о превышении максимального тока, протекающего через мостовую схему, отсутствует запрещающий сигнал с блока защиты по максимальной мощности, потребляемой от внешнего источника питания, отсутствует запрещающий

сигнал с детектора постоянной составляющей и присутствует внешний разрешающий сигнал работы от модулятора системы связи, выходы схемы формирования задержки времени переключения силовых транзисторов подключены через логические элементы 2И, ко вторым входам которых подключен выход схемы формирования сигнала разрешения работы, к драйверам мостового инвертора напряжения, причем параллельно каждому транзистору мостовой схемы подключена цепь защиты и формирования траектории переключения.

10

15

20

25

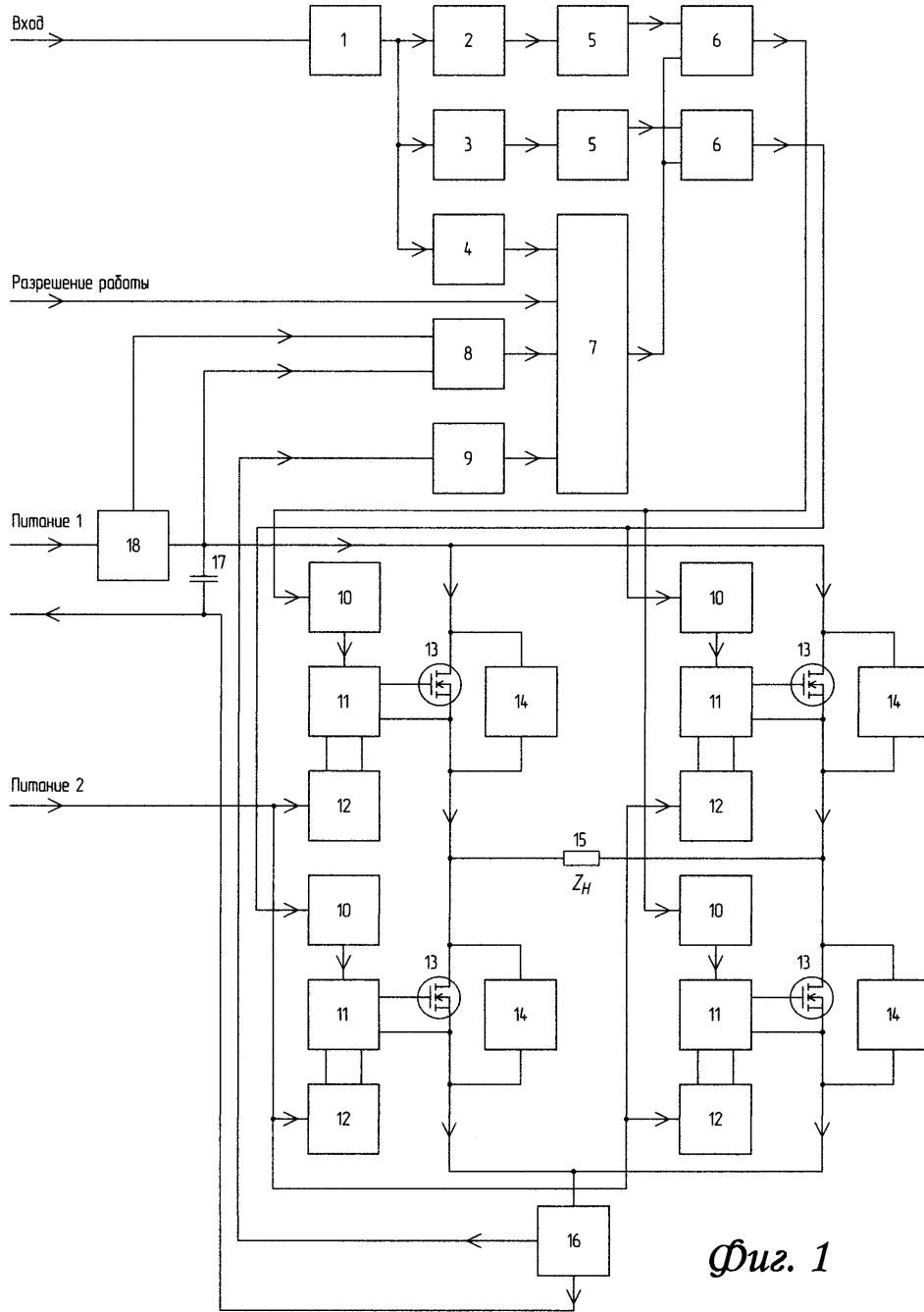
30

35

40

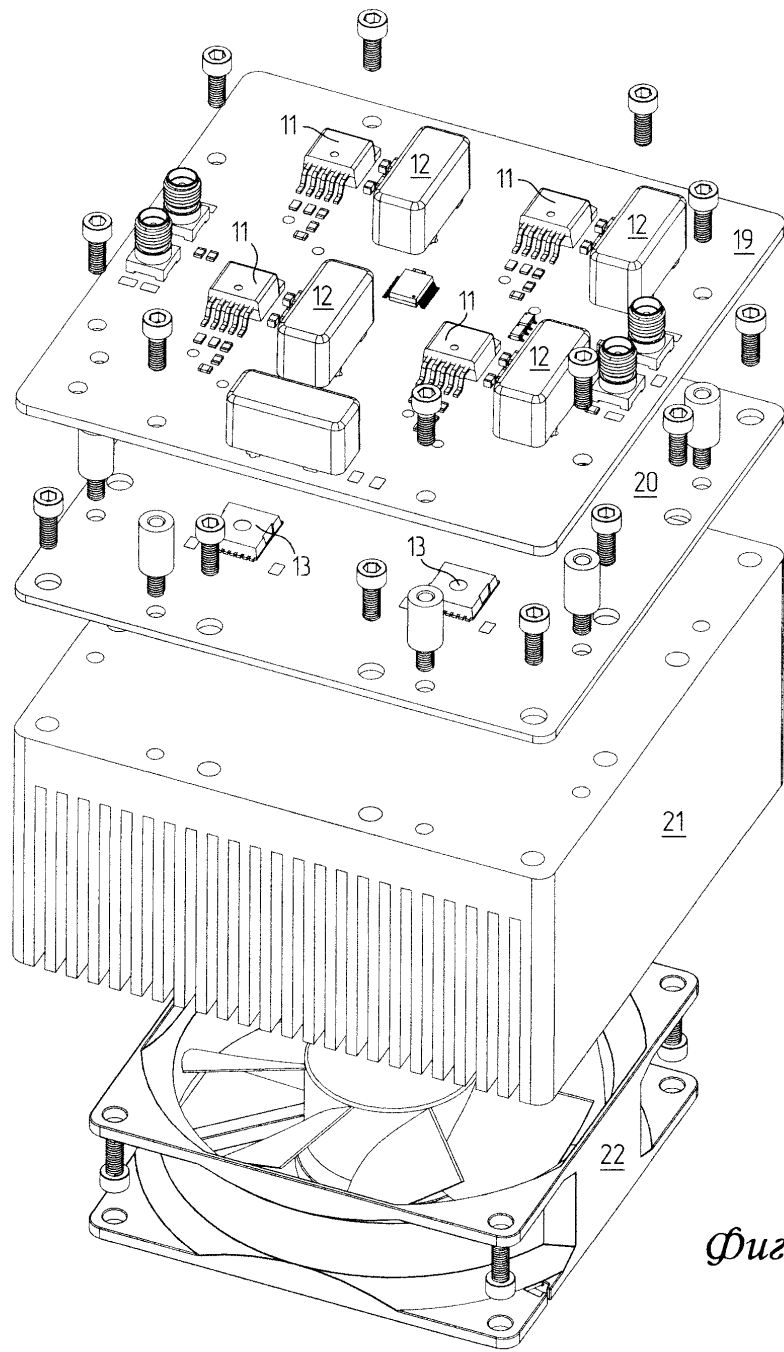
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2