

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038663**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.09.30

(21) Номер заявки
201991476

(22) Дата подачи заявки
2018.01.24

(51) Int. Cl. **H01Q 3/46** (2006.01)
H01Q 21/24 (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01)
H01Q 1/22 (2006.01)

(54) СТАБИЛИЗАЦИЯ ТРАНСПОНДЕРА(31) **20170109**(32) **2017.01.25**(33) **NO**(43) **2020.01.31**(86) **PCT/EP2018/051655**(87) **WO 2018/138115 2018.08.02**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НОРБИТ ИТС (NO)

(72) Изобретатель:
Киркнес Стеффен (NO)

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

(56) US-A-4684952
US-B1-6388620

H.I. CANTU ET AL.: "A 21 GHz reflection amplifier MMIC for retro-directive antenna and RFID applications", IET SEMINAR ON MM-WAVE PRODUCTS AND TECHNOLOGIES, vol. 2006, 1 January 2006 (2006-01-01), pages 66-70, XP055465446, DOI: 10.1049/ic:20060112, ISBN: 978-0-86341-719-1, Secions 1 and 2; figure 1

LANDSBERG NAFTALI ET AL.: "An F-Band Reflection Amplifier using 28 nm CMOS FD-SOI Technology for Active Reflectarrays and Spatial Power Combining Applications", 2016 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM (IMS), IEEE, 22 May 2016 (2016-05-22), pages 1-3, XP032941312, DOI: 10.1109/MWSYM.2016.7540288 [retrieved on 2016-08-10], Sections I and II; figure 1

(57) Изобретение предлагает антенную систему и беспроводное устройство, содержащее усилитель с отрицательным сопротивлением, антенная система содержит первый антенный элемент, который выполнен с возможностью принимать падающую волну для генерирования первого сигнала, пропорционального падающей волне, а также антенная система содержит устройство генерации сигнала для генерирования второго сигнала, который сдвинут по фазе по существу на 90° относительно первого сигнала, при этом первый сигнал и второй сигнал приспособлены для подачи в гибридное соединение таким образом, что первый сигнал и второй сигнал, по существу, деструктивно комбинируются в первом плече гибридного соединения и, по существу, конструктивно комбинируются во втором плече гибридного соединения, причем второе плечо гибридного соединения приспособлено для функциональной связи с усилителем с отрицательным сопротивлением, а первое плечо гибридного соединения приспособлено для подключения к блоку согласованной нагрузки. Кроме того, настоящее изобретение предлагает способ отражения падающей волны.

B1**038663****038663 B1**

Изобретение относится, в общем, к усилителям с отрицательным импедансом. В частности, изобретение относится к усилителю с отрицательным импедансом, который функционально связан с узкополосной антенной, и способу его работы.

Усилители с отрицательным сопротивлением известны как таковые, например, US 3633109 представляет устройство антенного усилителя с отрицательным сопротивлением. В US 2009/0284082 A1 представлены способ и устройство с отрицательным сопротивлением для беспроводных передач электроэнергии.

В беспроводных системах, как правило, важными являются такие требования, как согласование импедансов, плоская характеристика коэффициента усиления и стабильность.

US 3371284 представляет сбалансированный четырехполюсный усилитель, который использует пару согласующих усилительных устройств, а также входное и выходное устройства связи для улучшенного согласования импедансов и для устранения потребности в настройке и регулировках.

В беспроводных системах, использующих усилитель с отрицательным сопротивлением, усиление достигается, когда коэффициент отражения антенны и усилителя с отрицательным сопротивлением становится больше единицы.

В системах с замкнутым контуром, как известно из теории систем управления, для обеспечения стабильности необходимо иметь существенный коэффициент усиления и/или запас по фазе. Требования по запасу устойчивости по усилению и по фазе для стабильности системы может быть трудно выполнить, не ухудшая коэффициент усиления.

Когда антенна с относительно узкой полосой пропускания подключена к усилителю с отрицательным сопротивлением, эти запасы становятся труднодостижимыми. Это особенно касается практических случаев, когда импеданс антенны обычно будет изменяться из-за окружающей ее среды и других внешних факторов. Старение различных компонентов может быть еще одним фактором, который изменяет параметры системы во времени.

По меньшей мере некоторые из вышеупомянутых и других проблем, присущих предшествующему уровню техники, будут решены посредством признаков независимых пунктов прилагаемой формулы изобретения.

Изобретение относится к устройству и способу поддержания стабильности при по меньшей мере большинстве условий, упомянутых выше. Более конкретно, изобретение относится к устройству и способу поддержания стабильности в беспроводных системах на основе усилителя с отрицательным сопротивлением.

В соответствии с одним аспектом изобретения предложена антенная система, позволяющая использовать усилители с отрицательным сопротивлением с антеннами, особенно с узкой полосой пропускания, как, например, резонансными антеннами, предпочтительно для использования в транспондерах.

В соответствии с одним аспектом изобретения предлагается антенная система или устройство, сформированные путем подключения двух аналогичных антенн к гибриднему соединению, которое дополнительно соединено с элементом с отрицательным сопротивлением.

В соответствии с еще одним аспектом, предложен способ отражения падающей волны.

В соответствии с другим аспектом, предложено беспроводное устройство, содержащее антенную систему.

Изобретение будет теперь рассмотрено более подробно с использованием следующих чертежей, которые иллюстрируют варианты осуществления изобретения с помощью неограничивающих примеров.

Чертеж иллюстрирует антенное устройство в соответствии с изобретением.

На чертеже представлен вариант осуществления антенного устройства в соответствии с изобретением. Два идентичных антенных элемента 104a и 104b подключены к гибриднему соединению 102. Две антенны или антенная пара 104 имеет первую антенну 104a и вторую антенну 104b. Первая и вторая антенна 104a и b предпочтительно идентичны. Гибридное соединение (мост) 102 имеет четыре плеча, которые являются первым плечом 10, вторым плечом 20, третьим плечом 30 и четвертым плечом 40, соответственно. Первая антенна 104a подключена к третьему плечу 30, в то время как вторая антенна 104b подключена к четвертому плечу 40 гибридного соединения 102. Первое плечо гибридного соединения подключено к блоку 103 согласованной нагрузки или, проще говоря, к оконечному импедансу. Специалист в данной области поймет, что оконечный импеданс, или оконечный резистор, проще говоря, нагрузка 103 часто составляет 50 Ом, но она может иметь любое другое значение в соответствии с требованиями. Блок 103 согласованной нагрузки может альтернативно быть активной схемой, играющей роль нагрузки. Гибридное соединение 102 представляет собой квадратурный мост, выполненный таким образом, что когда второй входной сигнал, поданный в плечо 40, сдвинут по фазе на 90° по отношению к первому входному сигналу, поданному в плечо 30, первый выходной сигнал в первом плече 10 будет, по существу, деструктивной комбинацией первого выходного сигнала и второго входного сигнала, в то время как второй выходной сигнал во втором плече 20 будет конструктивной комбинацией первого входного сигнала и второго входного сигнала. Под конструктивной комбинацией понимается, что результирующий сигнал на втором плече 20 будет суммой первого входного сигнала и второго входного сигнала. Под деструктивной комбинацией понимается, что результирующий сигнал на первом плече 10 будет разностью первого

входного сигнала и второго входного сигнала. Хотя в теории деструктивная комбинация приведет к нулевому сигналу в первом плече 10, специалист в данной области техники поймет, что деструктивная комбинация на практике будет по меньшей мере существенной. Любой остаточный сигнал в первом плече, возникающий вследствие несовершенной деструктивной комбинации, будет поглощаться, по меньшей мере существенно, блоком 103 согласованной нагрузки.

Чертеж далее показывает усилитель 101 с отрицательным сопротивлением, подключенный ко второму плечу 20 гибридного соединения 102. Кроме того, полосковая антенна 105 с ортогональным питанием показана в качестве альтернативы, которая может быть подключена к плечам 30 и 40 вместо антенной пары 104.

Две антенны 104 выполнены с возможностью принимать падающую волну 110 с фазовым сдвигом около или точно 90° . Это, например, является обычной конфигурацией для антенн с ортогональными поляризациями, принимающими волну с круговой поляризацией, но изобретение может быть также применено к другим конфигурациям. Далее будет понятно, что в соответствии с одним аспектом, когда антенные элементы 104a и 104b выполнены с возможностью принимать одну и ту же падающую волну 110, результирующие первый входной сигнал и второй входной сигнал будут иметь по существу одну и ту же амплитуду, но будут сдвинуты по фазе примерно или точно на 90° относительно друг друга.

Принятые сигналы, или первый входной сигнал и второй входной сигнал, захваченные антеннами, комбинируются в гибридном соединении 120, которое показано здесь в форме квадратурного моста. Скомбинированные сигналы 111 появляются в плече 20, подключенном к усилителю или элементу 101 с отрицательным сопротивлением. Альтернативно, принятые сигналы могут быть также скомбинированы с помощью синфазного моста вместо квадратурного моста 102, когда фазовый сдвиг на 90° выполняется отдельно или внешне.

Элемент 101 с отрицательным сопротивлением после приема сигнала 111 будет усиливать и выводить усиленный сигнал, который проходит через то же плечо и путь прохождения сигнала, но в противоположном направлении через гибридное соединение 102 и на антенны 104 для повторной передачи усиленной волны, которая передается обратно или отражается антеннами 104 по направлению к источнику, пославшему падающую волну. Передаваемая волна является падающей волной, скомбинированной с функцией передачи системы, т.е. включающей коэффициент передачи усилителя 101 и гибридного соединения 102 и т.д.

В практических случаях из-за неидеальностей в системе, таких как рассогласование импедансов антенн, часть энергии, отправленной элементом 101 с отрицательным сопротивлением, отражается обратно от двух антенн 104, имеющих одинаковый коэффициент отражения, обратно по направлению к гибриднему соединению 102. Поскольку этот отраженный сигнал будет проходить дважды по пути со сдвигом фазы на 90 градусов гибридного соединения, он будет по существу подавлен в плече 20 усилителя 101 с отрицательным сопротивлением и вместо этого появится в блоке 103 согласованной нагрузки в плече 10 гибридного соединения 120, где сигнал будет поглощен. Процесс подавления сигнала подобен конструктивному и деструктивному комбинированию сигналов, как было объяснено в контексте сигналов в связи с падающей волной 110. Для этих неидеальных сигналов, которые проходят через гибридное соединение дважды, конструктивное комбинирование имеет место в первом плече 10, в то время как деструктивное комбинирование имеет место во втором плече 20. В результате неидеальные сигналы, по меньшей мере, существенно поглощаются блоком 103 согласованной нагрузки. Чтобы конструктивное и деструктивное комбинирование работали должным образом, предпочтительно, чтобы электрические характеристики первого антенного элемента 104a были подобны электрическим характеристикам второго антенного элемента 104b. Именно при этом оба антенных элемента имеют сходное поведение, так что деструктивное комбинирование ведет к минимальной величине нежелательного сигнала на стороне усилителя или второго плеча 20.

Специалист в данной области техники поймет, что хотя в примерах, обсуждаемых здесь, показаны два антенных элемента 104a и 104b, все еще можно применять идею настоящего изобретения без чрезмерных усилий путем использования только одного антенного элемента для приема падающей волны и передачи отраженной волны (например, только первого антенного элемента 104a, подключенного к третьему плечу 30), при этом подключая другое плечо (например, плечо 40) к устройству генерации сигнала вместо другого антенного элемента, если устройство генерации сигнала генерирует сигнал в плече гибридного соединения, где оно подключено, так что генерируемый сигнал по существу сдвинут по фазе на 90° по сравнению с сигналом, генерируемым теперь единственным антенным элементом, подключенным к гибриднему соединению. Далее желательно, чтобы устройство генерации сигнала имело электрические характеристики, подобные электрическим характеристикам единственного антенного элемента, чтобы подавление неидеальных сигналов во втором плече 20 было, по меньшей мере, существенным.

В соответствии с изобретением элемент 101 с отрицательным сопротивлением, таким образом, подвергается воздействию более широкополосного и постоянного импеданса гибридного соединения, а не изменяющегося импеданса антенны, что имеет такие преимущества, как возможность использования более высоких значений коэффициента усиления по сравнению с традиционными системами при одно-

временном соблюдении требований стабильности.

Узкополосные антенны, такие как резонансные антенны, имеют узкую полосу пропускания, так что фаза сильно изменяется в рабочем диапазоне. Это создает проблемы для достижения стабильности в усилителе. В соответствии с изобретением путем введения гибридного соединения 102 между антенной и усилителем 101, импеданс со стороны усилителя 101 с отрицательным сопротивлением становится по существу постоянным в полосе пропускания гибридного соединения 102. Ширина полосы пропускания гибридного соединения 102 может, например, составлять 50% по сравнению с несколькими процентами для ширины полосы пропускания полосковой антенны, что существенно облегчает достижение стабильной работы усилителя с отрицательным сопротивлением. В соответствии с предложенным вариантом осуществления, импеданс, на который нагружен усилитель 101 в плече 20, будет, по существу, величиной импеданса 103 согласованной нагрузки, а не импедансом антенны 104.

В соответствии с другим вариантом осуществления две антенны 104 могут, например, быть параллельными диполями, которые разнесены на четверть длины волны. Сигналы от усилителя будут тогда излучаться в плоскости диполей в сторону диполя с отстающей фазой.

Любые сигналы, принятые с одного и того же направления, будут подаваться в усилитель с отрицательным сопротивлением. В этом случае сдвиг фаз на 90° используется для достижения лучшей направленности.

Альтернативно, антенны 104 могут представлять собой два скрещенных диполя, где сдвиг по фазе на 90° позволяет системе принимать и передавать поле с круговой поляризацией, перпендикулярное диполям.

Альтернативно, два диполя 104a, 104b могут быть заменены полосковой антенной 105 с ортогональным питанием.

Две подобные антенны расположены таким образом, чтобы принимать падающую волну с разностью фаз 90° . Это типично, например, для антенн с ортогональными поляризациями, принимающими волну с круговой поляризацией. В соответствии с другим аспектом две подобные антенны могут быть выполнены в форме круговых антенн с ортогональным питанием. Специалист в данной области техники поймет, что все антенные устройства, способные генерировать два выходных сигнала со сдвигом по существу 90° , находятся в рамках изобретения.

В зависимости от частоты антенны, имеющие, по существу, равный импеданс, будут отражать сигнал одинаково. Так как антенны имеют аналогичный импеданс, отраженные сигналы становятся сдвинутыми на 90° из-за моста и по существу погашаются на стороне усилителя или в плече 20.

Подводя итог, изобретение относится к антенной системе или устройству, содержащему усилитель с отрицательным сопротивлением. Антенная система также содержит первый антенный элемент. Первый антенный элемент выполнен с возможностью принимать падающую волну для генерирования первого сигнала относительно или пропорционально падающей волне. Антенная система содержит устройство генерации сигнала для генерирования второго сигнала. Второй сигнал сдвинут по фазе по существу на 90° в сравнении с первым сигналом. Первый сигнал и второй сигнал сконфигурированы для приложения к гибричному соединению, так что первый сигнал и второй сигнал, по существу, деструктивно комбинируются в первый выходной сигнал в первом плече гибридного соединения, и первый сигнал и второй сигнал, по существу, конструктивно комбинируются во второй выходной сигнал во втором плече гибридного соединения. Когда говорится, что первый сигнал и второй сигнал по существу деструктивно комбинируются в первом плече гибридного соединения, имеется в виду, что первый выходной сигнал в первом плече гибридного соединения пропорционален деструктивной комбинации первого сигнала и второго сигнала. Первое плечо гибридного соединения и второе плечо гибридного соединения являются плечами гибридного соединения. Когда говорится, что первый сигнал и второй сигнал по существу конструктивно комбинируются во втором плече гибридного соединения, имеется в виду, что второй выходной сигнал во втором плече гибридного соединения пропорционален конструктивной комбинации первого сигнала и второго сигнала. Второе плечо гибридного соединения выполнено с возможностью функциональной связи с усилителем с отрицательным сопротивлением для усиления второго выходного сигнала. Первое плечо гибридного соединения выполнено с возможностью подключения к устройству согласованной нагрузки для по меньшей мере существенного поглощения первого выходного сигнала. Специалист поймет, что первый сигнал и второй сигнал являются электрическими сигналами, и по меньшей мере один из них генерируется падающей электромагнитной волной, принятой антенным устройством.

Специалист поймет, что когда первый сигнал равен второму сигналу по амплитуде, при условии, что они являются сдвинутыми по фазе на 90° по отношению друг к другу, как объяснялось выше, деструктивная комбинация, т.е. первый выходной сигнал, в первом плече гибридного соединения или первом плече 10, теоретически составит нулевой результирующий сигнал. На практике, например, из-за неидеальных компонентов, эта деструктивная комбинация в первом плече 10 будет представлять собой остаточный сигнал, но он будет поглощен или рассеян по меньшей мере существенным образом в блоке 103 согласованной нагрузки. Кроме того, амплитуды полученных первого сигнала и второго сигнала могут

не всегда быть равными, что также приведет к остаточному сигналу в первом плече 10, который будет ненулевым и будет также по существу поглощен блоком 103 согласованной нагрузки. Специалист однако заметит, что усиленный сигнал, генерированный усилителем 101 в плече 20, будет разделен для вывода в гибридном соединении 102 по существу поровну между третьим и четвертым плечом 30 и 40 соответственно. Любые сигналы, отраженные схожими антенными элементами 104a и 104b, как объяснено выше, будут, таким образом, также по существу равны. Эти нежелательные сигналы, которые отражены антенными элементами 104a и 104b, и любые другие подобные синфазные сигналы будут подвергаться существенному подавлению за счет деструктивного комбинирования во втором плече 20, когда они перемещаются обратно через гибридное соединение 102 по направлению к усилителю 101 после отражения антенными элементами 104a и 104b. Как объяснено выше, элементы 104a и 104b необязательно должны быть оба антенными элементами. Специалист также поймет, что любые другие синфазные сигналы, возникающие в третьем и четвертом плече 30 и 40, также будут испытывать подобное погашение на входе усилителя или втором плече 20. Примером таких других синфазных сигналов являются любые другие сигналы, которые принимаются первым антенным элементом 104a и вторым антенным элементом 104b, по существу, с одинаковой фазой по отношению друг к другу. Это является еще одним преимуществом изобретения, поскольку синфазные сигналы на входе усилителя могут быть уменьшены, что, например, также приведет к лучшему использованию динамического диапазона усилителя 101.

В еще одном аспекте устройство генерации сигнала представляет собой второй антенный элемент, выполненный с возможностью принимать падающую волну с разницей фаз по существу 90° по отношению к первому антенному элементу.

В соответствии с другим аспектом усилитель с отрицательным сопротивлением дополнительно выполнен с возможностью выводить усиленный сигнал во втором плече гибридного соединения. Усиленный сигнал, по меньшей мере, частично содержит усиленный второй выходной сигнал. Соответственно антенное устройство может использоваться для отражения усиленной падающей волны. Как будет понятно, падающая волна сначала принимается по меньшей мере одним из антенных элементов антенного устройства, а затем конструктивно комбинируется во втором плече гибридного соединения. Усилитель, обычно усилитель с отрицательным сопротивлением, подключенный ко второму плечу гибридного соединения, может, таким образом, принимать конструктивную комбинацию или второй выходной сигнал и усиливать его с предварительно заданным коэффициентом усиления усилителя для генерирования усиленного второго выходного сигнала. Второй выходной сигнал затем распространяется по направлению к третьему и четвертому плечам гибридного соединения и отражается по меньшей мере одним из антенных элементов.

В другом варианте осуществления разница в амплитуде между первым сигналом и вторым сигналом может рассматриваться как независимый сигнал "ошибки", который сдвинут по фазе в противоположную сторону и, таким образом, появляется в первом плече гибридного соединения. Это может, например, использоваться для калибровки положения антенны. Соответственно, антенная система может также содержать вычислительный блок, выполненный с возможностью сравнивать разницу в амплитуде между первым входным сигналом и вторым входным сигналом для генерирования сигнала ошибки. Сигнал ошибки может использоваться вычислительным блоком для вычисления или калибровки положения антенного устройства. Вычислительный блок может образовывать согласованную нагрузку или активный блок согласованной нагрузки, связанный с первым плечом гибридного соединения.

В еще одном варианте осуществления первый антенный элемент и второй антенный элемент выполнены в форме антенны ортогонального типа или, в соответствии с другим аспектом, круговой антенны с ортогональным питанием. Другими словами, вместо антенного элемента и устройства генерации сигнала или двух одинаковых антенных элементов, антенна с ортогональными поляризациями подключается между третьим плечом и четвертым плечом гибридного соединения.

Изобретение также относится к способу отражения падающей волны, включающему в себя этапы:

генерирование первого входного сигнала в третьем плече гибридного соединения путем приема падающей волны с использованием первой антенны,

генерирование второго входного сигнала в четвертом плече гибридного соединения, причем второй сигнал сдвинут по существу на 90° по отношению к первому сигналу,

ввод первого входного сигнала и второго входного сигнала в гибридное соединение и тем самым генерирование первого выходного сигнала в первом плече гибридного соединения, причем упомянутый первый выходной сигнал является деструктивной комбинацией первого входного сигнала и второго входного сигнала; и

генерирование второго выходного сигнала во втором плече гибридного соединения, причем второй выходной сигнал является конструктивной комбинацией первого входного сигнала и второго входного сигнала,

поглощение, по меньшей мере, существенное, первого входного сигнала с использованием блока согласованной нагрузки, подключенного к первому выходному плечу,

усиление второго выходного сигнала с использованием усилителя с отрицательным сопротивлени-

ем для генерирования усиленного сигнала и далее подача усиленного сигнала во второе плечо гибридного соединения для генерирования первого передаваемого сигнала в третьем плече гибридного соединения,

отражение первой отражаемой волны пропорционально первому передаваемому сигналу с использованием первого антенного элемента,

прием любых нежелательных сигналов, сгенерированных из-за неидеальностей, таких как рассогласование, в первом плече, и поглощение, по меньшей мере существенное, упомянутых нежелательных сигналов с использованием блока согласованной нагрузки.

В другом варианте осуществления второй сигнал генерируется вторым антенным элементом, и способ также включает в себя этапы:

генерирование второго передаваемого сигнала в четвертом плече гибридного соединения относительно усиленного сигнала,

отражение второй отражаемой волны пропорционально второму передаваемому сигналу с использованием второго антенного элемента, причем упомянутая вторая отражаемая волна сдвинута по фазе по существу на 90° относительно первой отражаемой волны.

Как обсуждалось ранее, первый антенный элемент и второй антенный элемент могут быть одним и тем же антенным элементом, например антенной ортогонального типа. Изобретение дополнительно относится к беспроводному устройству, содержащему антенную систему и/или реализующему этапы способа в соответствии с любыми аспектами изобретения, как обсуждалось в настоящем документе. Беспроводное устройство предпочтительно является транспондером.

Специалист поймет, что различные аспекты и варианты осуществления изобретения, раскрытые в настоящем документе, могут свободно комбинироваться. Различные аспекты и варианты осуществления, следовательно, связаны, и любая комбинация идеи изобретения и вариантов осуществления лежит в пределах этого раскрытия.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Антенная система, содержащая усилитель с отрицательным сопротивлением и первый антенный элемент, при этом упомянутый первый антенный элемент выполнен с возможностью принимать падающую волну для генерирования первого сигнала, пропорционального падающей волне, при этом

антенная система содержит устройство генерации сигнала для генерирования второго сигнала, который сдвинут по фазе по существу на 90° относительно первого сигнала, и антенная система также содержит гибридное соединение для подачи в него первого сигнала и второго сигнала таким образом, что первый сигнал и второй сигнал, по существу, деструктивно комбинируются с получением первого выходного сигнала в первом плече гибридного соединения, и

первый сигнал и второй сигнал, по существу, конструктивно комбинируются с получением второго выходного сигнала во втором плече гибридного соединения,

при этом второе плечо гибридного соединения функционально подключено к усилителю с отрицательным сопротивлением для усиления второго выходного сигнала, а первое плечо гибридного соединения подключено к блоку согласованной нагрузки для, по меньшей мере, существенного поглощения первого выходного сигнала.

2. Антенная система по п.1, в которой устройство генерации сигнала представляет собой второй антенный элемент, выполненный с возможностью принимать падающую волну с разностью фазы по существу 90° по отношению к первому антенному элементу.

3. Антенная система по п.2, в которой первый антенный элемент и второй антенный элемент выполнены в форме антенны ортогонального типа или круговой антенны с ортогональным питанием.

4. Антенная система по п.1, в которой усилитель с отрицательным сопротивлением выполнен с возможностью выводить усиленный сигнал во втором плече гибридного соединения, при этом усиленный сигнал является усиленным вторым выходным сигналом.

5. Антенная система по п.2 или 3, в которой антенная система содержит вычислительный блок, выполненный с возможностью сравнивать разницу в амплитуде между первым входным сигналом и вторым входным сигналом для генерации сигнала ошибки, причем сигнал ошибки используется вычислительным блоком для вычисления или калибровки положения антенного устройства.

6. Способ отражения падающей волны с использованием антенной системы по п.1, включающий в себя этапы:

генерирование первого входного сигнала в третьем плече гибридного соединения путем приема падающей волны с использованием первой антенны,

генерирование второго входного сигнала в четвертом плече гибридного соединения, причем второй сигнал сдвинут по существу на 90° относительно первого сигнала,

ввод первого входного сигнала и второго входного сигнала в гибридное соединение для генерирования первого выходного сигнала в первом плече гибридного соединения, при этом упомянутый первый выходной сигнал является деструктивной комбинацией первого входного сигнала и второго входного

сигнала; и

генерирование второго выходного сигнала во втором плече гибридного соединения, при этом упомянутый второй выходной сигнал является конструктивной комбинацией первого входного сигнала и второго входного сигнала,

поглощение, по меньшей мере существенное, первого выходного сигнала с использованием блока согласованной нагрузки, подключенного к первому выходному плечу,

усиление второго выходного сигнала с использованием усилителя с отрицательным сопротивлением для генерирования усиленного сигнала и затем подача усиленного сигнала во второе плечо гибридного соединения для генерирования первого передаваемого сигнала в третьем плече гибридного соединения,

отражение первой отражаемой волны, пропорциональной первому передаваемому сигналу, с использованием первого антенного элемента,

прием любых нежелательных сигналов, сгенерированных из-за неидеальностей, таких как рассогласование, в первом плече, и поглощение, по меньшей мере существенное, упомянутых нежелательных сигналов с использованием блока согласованной нагрузки.

7. Способ по п.6, в котором второй сигнал генерируют вторым антенным элементом и способ также включает в себя этапы:

генерирование второго передаваемого сигнала в четвертом плече гибридного соединения относительно усиленного сигнала,

отражение второго отражаемого сигнала, пропорционального второму передаваемому сигналу, с использованием второго антенного элемента, причем упомянутая вторая отражаемая волна сдвинута по фазе по существу на 90° относительно первой отражаемой волны.

8. Беспроводное устройство, содержащее антенное устройство по любому из пп.1-5.

