



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004101967/09, 25.06.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.06.2002

(30) Конвенционный приоритет:
20.06.2002 US 10/177,057

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2005

(45) Опубликовано: 20.04.2007 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2153225 C1, 20.07.2000. WO 00/33491
A2, 08.06.2000. WO 95/08878 A2, 30.03.1995.
US 5590408 A, 31.12.1996. US 5129098 A,
07.07.1992.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
26.01.2004

(86) Заявка РСТ:
US 02/20377 (25.06.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/001701 (03.01.2003)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):
САХОТА Камал (US)

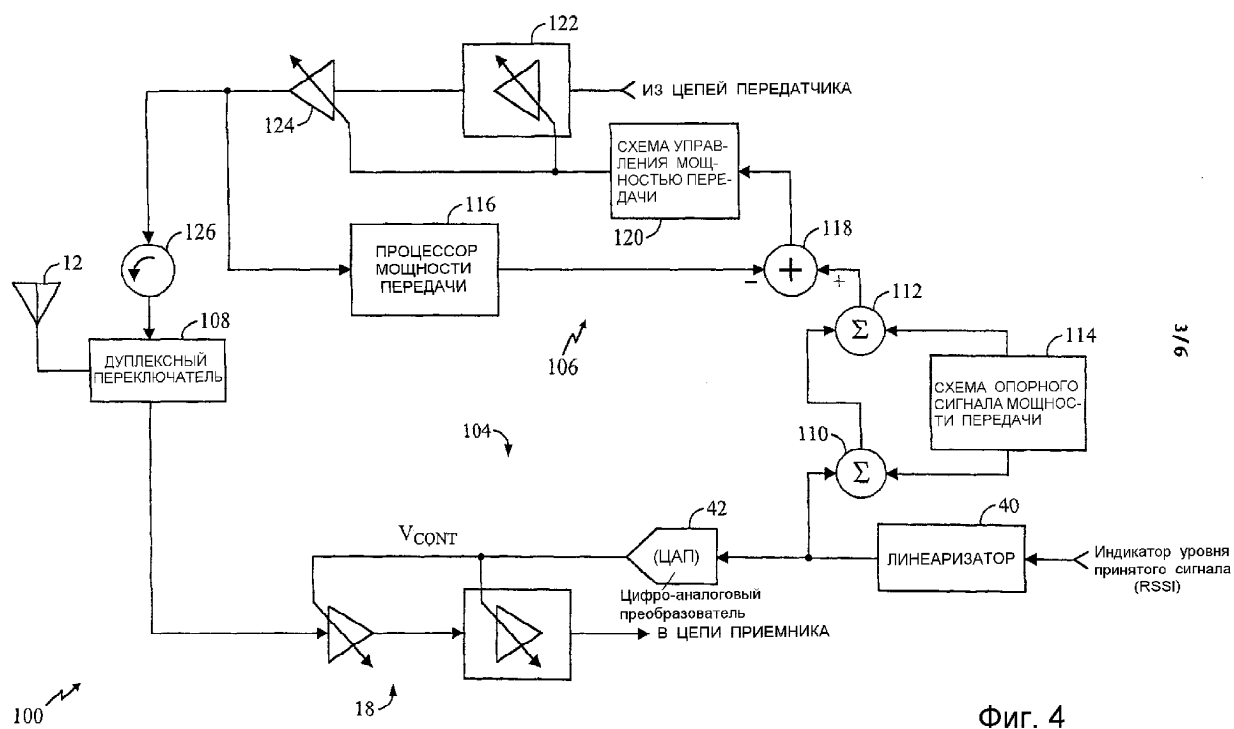
(73) Патентообладатель(и):
КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ УСТРОЙСТВА РАДИОСВЯЗИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к системе и способу для калибровки управления мощности без обратной связи устройства радиосвязи. Технический результат заключается в сокращении числа этапов калибровки, которые необходимо выполнять для обеспечения надлежащего функционирования радиоустройства. Для этого предусмотрен обход неустранимых нелинейностей на вводе сигнала регулировки усиления усилителя с регулируемым усилением. В частности, цепь обратной связи формирует сигнал, характеризующий мощность передачи, который сравнивается с заданным

уровнем мощности передачи, содержащим компоненту усиления с регулировкой без обратной связи и компоненту усиления с регулировкой с обратной связью. Заданный уровень мощности передачи сравнивается с фактическим уровнем мощности передачи, в результате чего образуется сигнал ошибки. Сигнал ошибки служит для изменения усиления усилителя с регулируемым усилением в передатчике, чтобы корректировать фактический уровень мощности передачи в соответствии с заданным уровнем мощности передачи. 2 з.п. ф-лы, 7 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2004101967/09, 25.06.2002**

(24) Effective date for property rights: **25.06.2002**

(30) Priority:
20.06.2002 US 10/177,057

(43) Application published: **27.03.2005**

(45) Date of publication: **20.04.2007 Bull. 11**

(85) Commencement of national phase: **26.01.2004**

(86) PCT application:
US 02/20377 (25.06.2002)

(87) PCT publication:
WO 03/001701 (03.01.2003)

Mail address:
**129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):
SAKhOTA Kamal (US)

(73) Proprietor(s):
KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)

(54) SYSTEM AND MODE FOR CALIBRATION OF CONTROL OVER THE POWER OF A RADIO COMMUNICATION ARRANGEMENT

(57) Abstract:

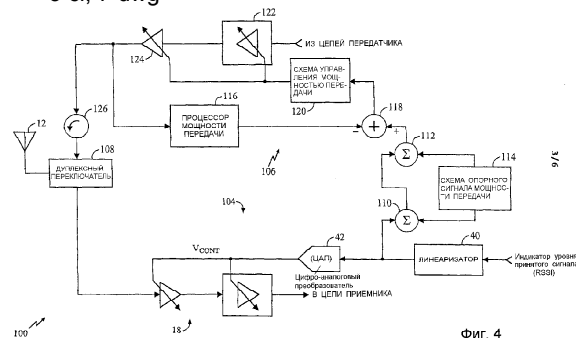
FIELD: the invention refers to the system and the mode for calibration of control over the power of a radio communication arrangement without feedback.

SUBSTANCE: the technical result is in reducing the number of calibration stages which it is necessary to fulfill for securing proper functioning of the radio arrangement. For this a by-pass of unavoidable non-linearity is envisaged at the input of the regulation signal of intensification of the amplifier with a controlled intensification. In particular, the feedback circuit forms a signal characterizing the power of transmission which is compared with the given level of the power of the transmission holding a component of intensification with regulation without feedback and component of intensification with control with the feedback.. The given level of the power of the transmission is compared with the factual level of the power

of the transmission. As a result an error signal is formed. The error signal serves for changing intensification of the amplifier with regular intensification in the transmitter in order to correct the factual level of the power of the transmitter in accordance with the given level of the power of the transmission.

EFFECT: reduces stages of calibration.

3 cl, 7 dwg



Фиг. 4

Настоящее изобретение, по существу, относится, в общем к управлению мощностью устройства связи, в частности к системе и способу для калибровки управления без обратной связи мощностью устройства радиосвязи.

Устройства радиосвязи применяются повсеместно. Такие радиоустройства используют высокочастотные (ВЧ) элементы (ВЧ-элементы), в том числе передатчики и приемники. Для надлежащей работы радиоустройств необходимо точно калибровать секции передатчика и приемника. Это особенно важно для некоторых систем радиосвязи, например для системы с многостанционным доступом с кодовым разделением каналов (CDMA-системы), в которой множество пользователей одновременно осуществляет передачу на одной и той же частоте.

В соответствии с известным уровнем техники в CDMA-системе каждому радиоустройству присваивают отличающийся от остальных псевдокод. Математическая корреляция между любой парой псевдокодов исключена, чтобы ни одно радиоустройство CDMA-системы, (CDMA-радиоустройство), не могло декодировать ВЧ-сигнал, предназначенный для другого CDMA-устройства. В результате сигнал, передаваемый одним CDMA-радиоустройством, проявляется как шум в других CDMA-радиоустройствах, работающих на той же частоте в том же самом географическом районе.

Следовательно, целесообразно снижать до минимума мощность передачи каждого CDMA-устройства, чтобы ослаблять влияние шумов в других CDMA-устройствах. Поэтому для удовлетворительной работы CDMA-системы в целом важно обеспечить надлежащую калибровку каждого CDMA-устройства.

Упрощенная блок-схема узла приемника CDMA-устройства изображена на функциональной блок-схеме на фиг.1. Функционирование радиоустройства 10, показанного на функциональной блок-схеме на фиг.1, известно специалистам со средним уровнем компетентности в данной области техники, и поэтому в рамках данного описания не обязательно давать его более подробное описание. Антенна 12 принимает радиосигналы и вводит в ВЧ-каскад 14. ВЧ-каскад 14 может содержать несколько разных элементов, например усилителей, настроечных цепей, фильтров и т.п. Все эти разные элементы показаны на фиг.1 для краткости одним ВЧ-каскадом 14. Выходной сигнал ВЧ-каскада 14 подается в каскад промежуточной частоты (ПЧ-каскад) 16. ВЧ-каскад 14 и ПЧ-каскад 16 усиливают сигнал, принятый антенной 12, и сдвигают частоту из ВЧ-диапазона в ПЧ-диапазон.

Усилитель 18 с регулируемым усилением (VGA) получает сигнал из ПЧ-каскада 16 и усиливает сигнал до заданного уровня. В соответствии с приведенным ниже подробным описанием в усилитель с регулируемым усилением подается входной сигнал регулировки усиления V_{CONT} , который устанавливает уровень усиления. Хотя усилитель 18 VGA изображен как один элемент, его обычно выполняют часто в виде нескольких усилительных каскадов, обеспечивающих необходимое усиление. Но такие технические варианты осуществления известны специалисту-проектировщику в данной области техники. Поэтому на фиг.1 несколько каскадов усиления для простоты представлены как один усилитель 18 VGA.

Выходной сигнал усилителя 18 подается в демодулятор 19. Демодулятор 19 содержит квадратичные смесители 20 и 22. Квадратичный смеситель 20 сочетается с гетеродином ILO, а квадратичный смеситель 22 сочетается с гетеродином QLO. Выходные сигналы квадратичных смесителей 20 и 22 направляют на дальнейшую обычную обработку для формирования речевого сигнала. Однако настоящее изобретение, по существу, относится к регулировке усилителей и не имеет непосредственного отношения к реальной обработке принятых сигналов с целью формирования аудиоданных.

Выходные сигналы квадратичных смесителей 20 и 22 подаются также в соответствующие низкочастотные (НЧ) фильтры 24 и 26, а затем на входы соответствующих аналого-цифровых преобразователей (АЦП) 28 и 30. В целях эффективного использования динамического диапазона АЦП 28 и 30 устройство 10 предназначено регулировать усиление усилителя 18 VGA таким образом, чтобы создавать

постоянный уровень мощности на входах АЦП 28 и 30.

Выходные сигналы АЦП 28 и 30 подаются в петлю 31 автоматической регулировки усиления (APY), которая, в конечном счете, регулирует усиление усилителя 18 VGA.

Выходные сигналы АЦП 28 и 30 суммируются в суммирующей схеме 32 и подаются в логарифмическую схему 34. Логарифмическая схема 34 преобразует сигнал линейного вида в логарифмический, чтобы можно было регулировать усилитель 18 VGA в децибелах (дБ). Выходной сигнал логарифмической схемы 34 суммируется с управляющим напряжением P_{REF} в сумматоре 36. Управляющее напряжение P_{REF} является регулировочной уставкой петли 31 APY.

Выходной сигнал сумматора 36 интегрируется интегрирующей схемой 38 и служит входным сигналом линейаризатора 40. Интегрирующая схема 38 усредняет управляющий сигнал, формируемый сумматором 36, и регулирует постоянную времени петли 31 APY посредством выбора времени интегрирования. Кроме того, посредством изменения усиления интегрирующей схемы 38 можно регулировать ширину полосы петли 31 APY.

Повышение усиления интегрирующей схемы 38 приводит к соответствующему увеличению ширины полосы петли 31 APY. Пока осуществляется надлежащая линейаризация усилителя 18 VGA, выходной сигнал интегрирующей схемы 38 является линейной функцией входной мощности (P_{IN}), принимаемой ВЧ-каскадом 14 и ПЧ-каскадом 16. Выходной сигнал интегрирующей схемы 38 отражает также уровень принимаемого сигнала. В отрасли средств радиосвязи этот сигнал обычно характеризуют как индикатор уровня принятого сигнала (RSSI).

Этот сигнал, хотя и является индикатором уровня принятого сигнала, но сам по себе не может быть использован непосредственно для регулировки усиления усилителя 18 VGA из-за свойственной ему нелинейности по входному сигналу регулировки усиления. В соответствии с приведенным ниже подробным описанием линейаризатор 40 корректирует нелинейности зависимости характеристик усиления от управляющего напряжения для усилителя 18 VGA. Выходной сигнал линейаризатора 40 подается в цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 42. Выходной сигнал ЦАП 42 служит управляющим напряжением V_{CONT} , которое регулирует усиление усилителя 18 VGA.

В соответствии с вышеизложенным для АЦП 28 и 30 целесообразно формировать входные сигналы фиксированного уровня. Усиление усилителя 18 VGA регулируется петлей 31 APY, чтобы обеспечивался заданный уровень на входах АЦП 28 и 30. На фиг.2 представлена идеальная зависимость усиления усилителя 18 VGA от входной мощности, формируемой ПЧ-каскадом 16. Из фиг.2 видно, что идеальная зависимость усиления от входной мощности (P_{IN}) имеет линейный характер. В идеальной ситуации, если P_{IN} снижается, то усиление усилителя 18 VGA возрастает на такую же величину, в соответствии с условием, чтобы мощность, подаваемая в АЦП 28 и 30, оставалась постоянной. К сожалению, между входным сигналом регулировки усиления и усилением усилителя 18 VGA не существует линейной взаимосвязи.

На фиг.3 представлена взаимосвязь между управляющим напряжением V_{CONT} и усилением усилителя 18 VGA. Идеальная кривая показывает линейную зависимость усиления от управляющего напряжения V_{CONT} . Однако изменение параметров процесса изготовления и проектные ограничения усилителя 18 VGA не позволяют на практике добиться идеальной линейной зависимости. На фиг.3 показана также реальная зависимость усиления усилителя 18 VGA от управляющего напряжения V_{CONT} . Кривизна реальной кривой несколько преувеличена для более наглядной демонстрации нелинейности взаимосвязи между управляющим напряжением V_{CONT} и усилением. Из-за этой неустранимой нелинейности требуется применять линейаризатор 40 для коррекции, учитывающей расхождение между фактической и идеальной характеристиками по управляющему напряжению.

Следует отметить, что упомянутая здесь нелинейность относится лишь к нелинейной зависимости фактического усиления усилителя 18 VGA от управляющего напряжения V_{CONT} . Зависимость между входным и выходным сигналами усилителя 18 VGA

весьма точно соответствует линейному закону. То есть, выходной сигнал усилителя 18 VGA с высокой степенью точности воспроизводит в увеличенном виде входной сигнал этого усилителя. Нелинейность, которая здесь упоминается, является нелинейной зависимостью регулировки усиления усилителя 18 VGA от управляющего входного сигнала напряжения.

В соответствии с вышеизложенным линеаризатор 40 служит для коррекции нелинейностей регулировки усиления усилителя 18 VGA. Существует ряд известных способов, пригодных для выполнения линеаризатора 40. Один из таких способов, также продемонстрированный на фиг.3, основан на кусочно-линейной аппроксимации фактической кривой зависимости усиления от управляющего напряжения V_{CONT} . В соответствии с этим способом устройство 10 выбирает линейный отрезок, наиболее точно аппроксимирующий заданное управляющее напряжение. Например, на фиг.3 представлено заданное усиление G_1 . В идеальных условиях, чтобы получить это усиление в усилителе 18 VGA, требуется управляющее напряжение $V_{\text{CONT}1}$ (см. фиг.1). Однако из-за нелинейной регулировки усиления усилителя 18 VGA, чтобы обеспечить заданное усиление G_1 , необходимо сформировать управляющее напряжение $V'_{\text{CONT}1}$. С помощью линеаризатора 40 устройство 10 выбирает линейный отрезок 44, который аппроксимирует заданное управляющее напряжение $V'_{\text{CONT}1}$. При подходящем выборе линейного отрезка, который аппроксимирует заданное управляющее напряжение, можно обеспечить точно заданный уровень усиления в усилителе 18 VGA.

Следует отметить, что, для ясности, на фиг.3 показано сравнительно немного линейных отрезков, включая отрезок 44, которыми аппроксимируют фактическую зависимость между управляющим напряжением $V_{\text{CONT}1}$ и усилением. Чтобы обеспечить заданную степень точности, обычно требуется использовать значительно большее число линейных отрезков для аппроксимации фактической кривой управляющего напряжения. В одном из примеров для аппроксимации кривой управляющего напряжения используют шестнадцать отдельных отрезков.

Недостаток упомянутого способа состоит в том, что каждое отдельное радиоустройство следует точно калибровать, чтобы выполнить настройку линеаризатора 40 практически для каждого устройства. Для этого необходимо точно калибровать схемы приемника с использованием внешней контрольно-измерительной аппаратуры и программировать линеаризатор 40, чтобы добиться заданной степени точности. Кроме того, секция передатчика радиоустройства, не показанная на фиг.1, включает в себя аналогичный усилитель с регулируемым усилением. Кривую управляющего напряжения усилителя с регулируемым усилением в передатчике также необходимо калибровать, чтобы обеспечивалось точное управление мощностью передачи.

Вследствие важности управления мощностью в CDMA-системе калибровка усилителя с регулируемым усилением в передатчике еще важнее и занимает больше времени, чем вышеописанный процесс, относящийся к приемной секции устройства радиосвязи.

Следовательно, для точной калибровки каждого радиоустройства требуется выполнить многоэтапную калибровку с использованием внешней контрольно-измерительной аппаратуры, чтобы сформировать линеаризатор, настроенный для передатчика и приемника каждого радиоустройства. Для специалистов в данной области техники очевидно, что это сложный процесс, занимающий очень много времени.

При использовании традиционных способов каждое радиоустройство должно пройти множество этапов калибровки, чтобы гарантировать надлежащее функционирование усилителей с регулируемым усилением и линейность рабочих характеристик в широких температурных и частотных пределах регулировки усиления. В случае с радиоустройством с многоступенчатой характеристикой усиления, например CDMA-радиоустройством, калибровка секции приемника может потребовать выполнения около тридцати калибровочных этапов, а калибровка секции передатчика радиоустройства может потребовать выполнения до 117 различных калибровочных этапов. Эти процессы содержат этапы калибровки усилителей с регулируемым усилением, в том числе этапы для

обеспечения линейности в пределах частотного диапазона, изменения напряжения источника питания (не показан) и предполагаемого изменения температуры эксплуатации.

Специалистам в данной области техники очевидно, что такое огромное число этапов калибровки, на каждом из которых требуется применять внешнюю контрольно-

5 измерительную аппаратуру, занимает очень много времени в процессе производства и существенно повышает стоимость изделий. Поэтому для специалистов в данной области техники очевидна настоящая потребность в способе, который сократит число этапов калибровки, которые необходимо выполнять для обеспечения надлежащего функционирования радиоустройства. Настоящее изобретение, по существу, обеспечивает
10 достижение упомянутого и других преимуществ, что очевидно из следующего ниже подробного описания и прилагаемых чертежей.

В соответствии с настоящим изобретением предлагается система и способ управления мощностью передачи устройства радиосвязи. Устройство радиосвязи содержит передатчик и приемник, у которых могут быть общими некоторые схемные элементы. Система
15 содержит усилитель передатчика с регулируемым усилением, имеющий вход усилителя и выход усилителя, и ввод сигнала регулировки регулируемого усиления. Процессор мощности передачи, соединенный с выходом усилителя, определяет уровень мощности передачи и формирует связанный с ним сигнал обратной связи. Эталонная схема управления мощностью формирует сигнал управления мощностью, который характеризует
20 заданную мощность передачи и содержит компоненту усиления с регулировкой без обратной связи и компоненту усиления с регулировкой с обратной связью. Цепь сигнала ошибки сравнивает сигнал обратной связи с сигналом управления мощностью и формирует сигнал ошибки. Сигнал ошибки подается на ввод сигнала регулировки регулируемого усиления, чтобы поддерживать уровень мощности передачи на заданном уровне мощности
25 передачи.

В одном из вариантов осуществления изобретения, система также содержит схему уровня принятого сигнала для формирования индикатора уровня принятого сигнала, который характеризует уровень принятого сигнала для радиосигнала, принятого приемником. Компонента усиления с регулировкой без обратной связи формируется, по
30 меньшей мере, частично на основе индикатора уровня принятого сигнала. Компонента усиления с регулировкой без обратной связи может дополнительно содержать предварительно заданное значение дополнительного усиления по мощности и отличается тем, что сигнал управления мощностью содержит индикатор уровня принятого сигнала и предварительно заданное значение дополнительного усиления по мощности.

35 Компонента усиления с регулировкой с обратной связью сформирована на основе команды управления мощностью, принятой приемником. В упомянутом варианте осуществления изобретения, сигнал ошибки формируется, по меньшей мере, частично на основе компоненты усиления с регулировкой с обратной связью, регулируемой по команде управления мощностью, принятой приемником.

40 Устройство радиосвязи содержит антенну, а система может также содержать высокочастотный (ВЧ) усилитель мощности, содержащий вход ВЧ-усилителя и выход ВЧ-усилителя, и ввод сигнала регулировки усиления ВЧ-усилителя. Вход ВЧ-усилителя соединен с выходом усилителя передатчика с переменным усилением. Выход ВЧ-усилителя соединен с антенной, а ввод сигнала регулировки усиления ВЧ-усилителя
45 принимает сигнал ошибки. В одном из вариантов осуществления изобретения, усиление ВЧ-усилителя регулируется по возрастающим ступеням. В этом варианте осуществления, система также содержит схему управления мощностью передачи для формирования сигналов ступенчатой регулировки усиления на основе сигнала ошибки, чтобы регулировать возрастающие ступени усиления ВЧ-усилителя.

50 Система может также содержать логарифмические схемы, чтобы обеспечивалась возможность регулировки системы в децибелах. В одном из вариантов осуществления изобретения, процессор мощности передачи содержит логарифмическую схему для формирования сигнала обратной связи в децибелах. Сигнал ошибки можно также подавать

на ввод сигнала регулировки регулируемого усиления через логарифмическую схему, чтобы обеспечить регулировку в децибелах усилителя передатчика с регулируемым усилением.

На фиг.1 представлена функциональная блок-схема секции приемника и петли автоматической регулировки усиления устройства радиосвязи известного уровня техники.

На фиг.2 представлена заданная амплитудная характеристика по мощности для устройства, изображенного на фиг.1.

На фиг.3 представлены кривые зависимости регулируемого усиления от усиления для типичного усилителя с регулируемым усилением.

На фиг.4 представлена функциональная блок-схема варианта осуществления настоящего изобретения с автоматической линеаризацией схемы передачи.

На фиг.5 представлена более подробная функциональная блок-схема части блок-схемы, изображенной на фиг.4.

На фиг.6 представлена более подробная функциональная блок-схема части блок-схемы, изображенной на фиг.4.

На фиг.7 представлена функциональная блок-схема другого варианта осуществления настоящего изобретения.

На фиг.8 представлена функциональная блок-схема изображенного на фиг.7 варианта осуществления настоящего изобретения с альтернативной архитектурой.

Настоящее изобретение относится к способу управления мощностью передачи и справляется с проблемой неустранимых нелинейностей управляющего напряжения усилителя с регулируемым усилением. В одном из вариантов осуществления изобретения предлагается петля динамической обратной связи, которая позволяет с высокой точностью управлять мощностью передачи без потребности в линеаризаторе. Несмотря на то что говорилось о важности управления мощностью в CDMA-системе и что представленные здесь примеры являются вариантами осуществления на уровне CDMA-устройства, практически все радиоустройства содержат усилители с регулируемым усилением и испытывают влияние нелинейности регулировки усиления. В соответствии с настоящим изобретением предлагается решение проблемы нелинейной регулировки усиления, применимое к любому радиоустройству. Настоящее изобретение не ограничивается CDMA-технологией.

На фиг.4 представлена функциональная блок-схема одного из вариантов осуществления настоящего изобретения, предназначенного для управления мощностью передачи. В примере, изображенном на фиг.4, вариантом осуществления настоящего изобретения является система 100, которая динамически настраивает мощность передачи с использованием петли обратной связи. Система 100 содержит секцию приемника 104 и секцию передатчика 106. Антенна 12 соединена с секцией приемника 104 и секцией передатчика 106 через дуплексный переключатель 108. Дуплексный переключатель 108 позволяет секции приемника 104 и секции передатчика 106 использовать общую антенну (т.е. антенну 12). Дуплексный переключатель 108 является обычным устройством и не нуждается здесь в более подробном описании.

Секция приемника 104 содержит некоторые элементы, ранее рассмотренные вместе с функциональной блок-схемой, изображенной на фиг.1. Однако, для ясности, изображенная на фиг.4 секция приемника 104 содержит только те элементы, которые представлены на фиг.1. В частности, индикатор уровня принятого сигнала (RSSI) подается в линеаризатор 40. Выходной сигнал линеаризатора 40 вводится в ЦАП 42, который в свою очередь формирует управляющее напряжение V_{CONT} . Управляющее напряжение V_{CONT} регулирует усиление усилителя 18 VGA.

Кроме того, выходной сигнал линеаризатора 40 подается в секцию передатчика 106.

Секция передатчика 106 выполнена с использованием двух разных факторов регулировки усиления. Первый фактор регулировки усиления, иногда именуемый регулировкой без обратной связи, просто настраивает усиление передатчика на предварительно заданный уровень относительно уровня принятого сигнала. Этот фактор в промышленности иногда

называют "циклической постоянной". Следовательно, при управлении мощностью без обратной связи мощность передачи равна принятой мощности плюс циклическая постоянная.

Циклическая постоянная определяется промышленными стандартами и может изменяться в зависимости от конкретного типа технологии радиосвязи. Например, в соответствии с промышленным стандартом на сотовые телефоны соответствующая циклическая постоянная должна быть равна +73 дБ. То есть, мощность передачи устанавливают на 73 дБ выше мощности принятого сигнала. Напротив, для систем персональной подвижной связи (PCS) соответствующий промышленный стандарт устанавливает циклическую постоянную +78 дБ. Настоящее ограничение не ограничено конкретным уровнем циклической постоянной.

Кроме управления мощностью без обратной связи, в системе 100 применяется управление мощностью с обратной связью. Если характеристики управления мощностью без обратной связи определяются только промышленным стандартом (т.е. циклической постоянной) и уровнем принятого сигнала (т.е. индикатором уровня принятого сигнала (RSSI)), то управление мощностью с обратной связью основано исключительно на командах, поступающих из приемопередающей системы базовой станции (BTS) (не показана). Система BTS передает в мобильный блок (т.е. в систему 100) команды повысить или снизить мощность передачи. В типичном варианте осуществления изобретения, система BTS передает команду повысить мощность передачи, если коэффициент ошибок в данных, принятых системой BTS, является недопустимо высоким. И, наоборот, если коэффициент ошибок имеет низкое значение, система BTS может передать в систему 100 команду снизить мощность передачи. Если вышеупомянутая циклическая постоянная характеризуется относительно высоким уровнем сигнала (например, +73 дБ), то для управления мощностью с обратной связью используют очень малые ступени приращения, например $\frac{1}{4}$ дБ или $\frac{1}{2}$ дБ.

На фиг.4 показана схема 114 опорного сигнала мощности передачи, которая задает как сигнал управления мощностью без обратной связи (т.е. циклическую постоянную), так и сигналы управления мощностью с обратной связью, сформированные по командам, принятым от системы BTS (не показана). Выходной сигнал линеаризатора 40, который характеризует уровень принятого сигнала, подается на вход суммирующей схемы 110. Схема 114 опорного сигнала мощности передачи формирует сигнал, который соответствует выбранной циклической постоянной, и может быть сигналом постоянного тока или сигналом переменного тока, в зависимости от конкретного исполнения схемы. Выходной сигнал суммирующей схемы 110 является суммой уровня принятого сигнала и циклической постоянной. Этот сигнал представляет собой компоненту усиления с регулировкой без обратной связи, используемую для настройки мощности передачи. Кроме того, схема 114 опорного сигнала мощности передачи реагирует на сигналы, переданные из системы BTS (не показана), формированием сигналов управления мощностью с обратной связью. Сигналы управления мощностью без обратной связи и сигналы управления мощностью с обратной связью суммируются в суммирующей схеме 112.

Выходной сигнал суммирующей схемы 112 подается на положительный вход сумматора 118. На отрицательный вход сумматора 118 поступает сигнал обратной связи из процессора 116 мощности передачи. Ниже следует более подробное описание действия процессора 116 мощности передачи. По существу, процессор 116 мощности передачи выдает сигнал отрицательной обратной связи в сумматор 118, который действует как цепь сигнала ошибки. Выходной сигнал сумматора 118 является сигналом ошибки, который вводится в схему 120 управления мощностью передачи, которая формирует сигналы для регулировки усилителя 122 с регулируемым усилением (VGA) и ВЧ-усилитель 124 мощности. Выходной сигнал ВЧ-усилителя 124 мощности вводится в дуплексный переключатель 108 через вентиль 126. Вентиль 126 сохраняет постоянное значение полного сопротивления для ВЧ-усилителя 124 мощности. В предпочтительном варианте осуществления изобретения, вентиль 126 обеспечивает полное сопротивление 50 Ом.

Сигнал, подаваемый на вход усилителя 122 VGA, поступает из цепей передатчика, которые, для ясности, не показаны на фиг.4. Цепи передатчика, которые обычно могут содержать микрофон, вокодер и модулятор передатчика, действуют обычным образом и формируют входной сигнал, который будет фактически передаваться системой 100.

5 Выходной сигнал ВЧ-усилителя 124 мощности также формируется как входной сигнал, подаваемый в процессор 116 мощности передачи. Процессор 116 мощности передачи формирует сигналы, которые характеризуют фактическую мощность передачи, и вводит эти индикаторы как сигналы отрицательной обратной связи в схему 120 управления мощностью передатчика. Таким образом, секция передатчика 106 вводит динамические
10 регулировки мощности, которые характеризуются исключительно высокой точностью, что избавляет от выполнения процесса линеаризации, необходимого для традиционных радиосистем.

Во время работы положительный входной сигнал сумматора 118 является сигналом, характеризующим заданную мощность передачи. В соответствии с вышеизложенным в нем
15 сочетается регулировка усиления без обратной связи и регулировка усиления с обратной связью. Отрицательный входной сигнал сумматора 118 является сигналом, характеризующим фактическую мощность передачи. Если фактическая мощность передачи в точности равна заданной мощности передачи, то выходной сигнал сумматора 118 равен 0 и не требуется выполнять никакой коррекции усиления усилителя 122 VGA или ВЧ-
20 усилителя 124 мощности. Если фактическая мощность передачи выше заданной мощности передачи, то выходной сигнал сумматора 118 является отрицательным сигналом, указывающим, что мощность передачи следует снизить. Напротив, если фактическая мощность передачи ниже заданной мощности передачи, то выходной сигнал сумматора 118 является положительным сигналом, указывающим, что мощность передачи следует
25 повысить. Следовательно, петля обратной связи в секции передатчика 106 с высокой точностью и линейно управляет фактической мощностью передачи.

Функциональная блок-схема на фиг.5 дает более подробное изображение процессора 116 мощности передачи. Процессор 116 мощности передачи содержит схему ослабителя 130, которая ослабляет выходной сигнал ВЧ-усилителя 124 мощности (см. фиг.4). В
30 предпочтительном варианте осуществления изобретения, схема ослабителя 130 обладает также высоким полным сопротивлением, которое, при включении параллельно с вентилем 126, создает необходимое постоянное полное сопротивление выходному сигналу ВЧ-усилителя 124 мощности.

Схема ослабителя 130 соединена со схемой квадратора 132, которая формирует сигнал, пропорциональный квадрату выходного напряжения (V_2) ВЧ-усилителя 124 мощности, и
35 тем самым обеспечивает индикацию фактической мощности передачи. Выходной сигнал схемы квадратора 132 пропускается через фильтр 134 низких частот и после него подается на вход АЦП 136. АЦП 136 представляет мощность передачи в цифровой форме. Чтобы преобразовать мощность передачи в логарифмический масштаб, выходной сигнал
40 АЦП 136 вводят в логарифмическую схему 138.

Выходной сигнал логарифмической схемы 138 представляет собой сигнал отрицательной обратной связи, подаваемый на отрицательный вход сумматора 118 (см. фиг.4). Следовательно, процессор 116 мощности передачи автоматически и динамически
45 измеряет выходную мощность передачи, преобразует ее в цифровую форму и выдает ее логарифм в качестве сигнала обратной связи в петлю управления передатчиком.

Функциональная блок-схема на фиг.6 дает более подробное изображение схемы 120 управления мощностью передачи. Выходной сигнал сумматора 118 (см. фиг.4) подается на вход схемы 120 управления мощностью передачи. В соответствии с вышеизложенным
50 сигнал, поступающий из сумматора 118, содержит сигнал заданной мощности передачи и сигнал отрицательной обратной связи. Сигнал, поступающий из сумматора 118, который, по существу, является сигналом ошибки, вводится в интегрирующую схему 144. Интегрирующая схема 144 усредняет сигнал ошибки и, кроме того, регулирует постоянную времени петли обратной связи. Специалистам в данной области техники очевидно, что

увеличение времени интегрирования в интегрирующей схеме 144 приводит к замедлению реакции петли обратной связи. Практический выбор постоянной времени интегрирования является проектировочным вопросом, который относится к рамкам компетенции специалиста в области техники настоящего изобретения.

Выходной сигнал интегрирующей схемы 144 подается на вход ЦАП 146, который преобразует цифровой сигнал, поступающий из интегрирующей схемы, в аналоговый сигнал, который можно использовать для регулировки усилителя 122 VGA. Следует отметить, что функциональная блок-схема, представленная на фиг.4, дает упрощенное представление о выходном сигнале схемы 120 управления мощностью передачи, так как на этой схеме показана всего одна регулировочная линия как на усилитель 122 VGA, так и на ВЧ-усилитель 124 мощности. Однако на более подробной функциональной блок-схеме, представленной на фиг.6, в усилитель 122 VGA и в ВЧ-усилитель 124 мощности поступают отдельные регулировочные сигналы.

В усилителе 122 VGA целесообразно поддерживать как можно более высокое отношение сигнала к шуму. Схема 148 ступенчатой регулировки усиления служит, чтобы обеспечивать регулировку ВЧ-усилителя 124 мощности с большим числом ступеней усиления и тем самым поддерживать высокое отношение сигнала к шуму в усилителе 122 VGA. Например, схема 148 ступенчатой регулировки усиления может позволить ВЧ-усилителю 124 мощности иметь усиление 0 дБмВт или +20 дБмВт. В рассматриваемом примере, если заданная мощность передачи имеет относительно низкое значение, то схема 148 ступенчатой регулировки усиления может настроить усиление ВЧ-усилителя 124 мощности на 0 дБмВт и позволить, чтобы общее усиление секции передатчика 106 (см. фиг.4) регулировалось выходным сигналом ЦАП 146.

Если заданная мощность передачи достигает максимального предела для ЦАП 146, то схема 148 ступенчатой регулировки усиления может увеличить мощность передачи ВЧ-усилителя 124 мощности до, например, +20 дБмВт. Выходной сигнал ЦАП 146 настраивается соответственно, чтобы обеспечить любое дополнительное усиление, которое необходимо свыше усиления усилителя 124 мощности.

Чтобы обеспечить необходимое усиление в секции передатчика 106, можно использовать множество различных схемных конфигураций. Например, как выше упомянуто применительно к усилителю 18 VGA, усилитель 122 VGA можно выполнить в виде группы усилительных каскадов, соединенных последовательно и регулируемых сигналом, формируемым схемой 120 управления мощностью передачи. В другом варианте, можно в единственном усилительном каскаде сочетать два каскада усиления, изображенных на фиг.4 и регулируемых посредством ЦАП 146 и схемой 148 ступенчатой регулировки усиления соответственно. Кроме того, в схеме 148 ступенчатой регулировки усиления можно использовать разные размеры ступеней или разное число ступеней усиления. Фактический размер ступени можно определить на основе динамического диапазона ЦАП 146. Настоящее изобретение не ограничено конкретной архитектурой усилителя 122 с регулируемым усилением, ВЧ-усилителя 124 мощности и формируемыми в них конкретными регулировочными сигналами.

Таким образом, изображенная на фиг.4 схема создает петлю динамической обратной связи, которая полностью устраняет необходимость линеаризации в передатчике радиоустройства. Этот подход исключает множество калибровочных этапов, которые требуется выполнять на каждом радиоустройстве в процессе изготовления. Система 100 резко повышает производительность процесса изготовления и может сократить общую себестоимость радиоустройства благодаря исключению дорогих и отнимающих много времени этапов калибровки.

В показанном на фиг.4 предпочтительном варианте осуществления изобретения исключается необходимость линеаризации секции передатчика 106. Однако неустранимая нелинейность зависимости между управляющим напряжением V_{CONT} и фактическим усилением усилителя 18 VGA (см. фиг.1) в приемнике еще требует выполнения вышеописанного процесса линеаризации.

В другом варианте осуществления изобретения, секция передатчика 106 содержит линеаризатор, но использует калиброванную секцию приемника 104 для исключения необходимости применения внешней контрольно-измерительной аппаратуры, которая иначе потребовалась бы для калибровки секции передатчика радиоустройства. По

существу, некалиброванный выходной сигнал секции передатчика 106 вводится в калиброванную секцию приемника 104, чтобы секцию приемника можно было использовать для точного измерения фактических уровней мощности передачи и линеаризации секции передатчика. Этот вариант осуществления изображен на функциональной блок-схеме, приведенной на фиг.7. Для ясности, приведенная на фиг.7 функциональная блок-схема не содержит подробностей схемных элементов, которые не имеют отношения к конкретному варианту осуществления изобретения. В частности, приведенный на фиг.1 демодулятор 19 содержит такие элементы, как квадратичные смесители 20 и 22, низкочастотные фильтры 24 и 26 и т.п. Для ясности, на функциональной блок-схеме, представленной на фиг.7, эти элементы изображены как демодулятор 19. Аналогично, АРУ 31, в состав которого входит несколько элементов, показанных на фиг.1, показано на схеме просто одним функциональным блоком АРУ 31.

Аналогично, на фиг.7 в составе секции передатчика 106 представлены дополнительные элементы, которые не показаны на функциональной блок-схеме, представленной на фиг.4. В частности, на фиг.7 представлен квадратичный смеситель 160 и гетеродины 162, которые модулируют такие данные, как речевые данные, поступающие из схемы вокодера (не показана), чтобы сформировать сигналы заданной радиочастоты. Выходной сигнал квадратичного смесителя 160 подается в усилитель 122 VGA, чей выходной сигнал в свою очередь вводится в ВЧ-усилитель 124 мощности. Выходной сигнал ВЧ-усилителя 124 мощности подается в дуплексный переключатель 108 через вентиль 126 в соответствии с вышеизложенным.

Представленная на фиг.7 система 100 содержит второй квадратичный смеситель 164, соединенный с выходом усилителя 122 с регулируемым усилением и гетеродинами 162. Квадратичный смеситель 164 сдвигает частоту передаваемого выходного сигнала в диапазон промежуточных частот (ПЧ), совместимых с секцией приемника 104. Типичное устройство радиосвязи содержит единственный задающий генератор, из частоты которого получают различные частоты гетеродинов. Как известно специалистам в данной области техники, передатчик и приемник работают на разных частотах, смещенных относительно друг друга на предварительно заданную величину, установленную промышленными стандартами. Например, в сотовой телефонии частоты передатчика и приемника смещены на 45 МГц. Цепи, используемые при формировании частот гетеродинов с целью создания заданного смещения, известны в данной области техники и не нуждаются здесь в описании. Гетеродины 162 подают сигналы необходимых частот в квадратичные смесители 160 и 164 соответственно. То есть, гетеродины 162 подают сигнал одной частоты в квадратичный смеситель 160, относящийся к секции передатчика 106, и сигнал другой частоты в квадратичный смеситель 164 для преобразования передаваемого сигнала в ПЧ-сигнал приемника.

Выходной сигнал квадратичного смесителя 164 подается через полосовой фильтр 168 в усилитель 170 VGA. Полосовой фильтр 168 работает как обычный ПЧ-фильтр. Следует отметить, что выходной сигнал полосового фильтра 168 подается на вход усилителя 170 VGA через переключатель 172, например электронный коммутатор. Ниже приведено более подробное описание действия переключателя 172, который выполняет функцию цепи связи между секцией передатчика 106 и секцией приемника 104.

Выходные сигналы усилителя 170 VGA и усилителя 18 VGA суммируются суммирующей схемой 176. В данной конфигурации, система 100 использует калибровку секции приемника 104 для калибровки секции передатчика 106. Калибровку секции приемника 104 выполняют вышеописанным способом, известным в данной области техники. Во время выполнения процедуры калибровки приемника переключатель 172 выключен, чтобы на усилитель 170 VGA не поступало выходного сигнала из полосового фильтра 168. После выполнения

калибровки секции приемника 104 переключатель 172 включают, чтобы сигнал из полосового фильтра 168 подавался на вход усилителя 170 VGA.

Секция передатчика 106 калибруется в процессе изготовления следующим образом.

Регулировочные сигналы настраивают усиление усилителя 122 VGA на предварительно заданный уровень мощности передачи. Квадратичный смеситель 164 смешивает сигнал, поступающий с выхода усилителя 122 VGA, с сигналом гетеродина 162, чтобы сформировать выходной сигнал, совместимый с частотами секции приемника 104.

Выходной сигнал квадратичного смесителя 164 подается в усилитель 170 VGA через полосовой фильтр 168 и переключатель 172. Система 100 использует ранее

калиброванную секцию приемника 104, чтобы точно определить уровень принятого сигнала, который пропорционален уровню мощности передачи после усилителя 122 VGA.

Если уровень передаваемого сигнала выше или ниже, чем заданный уровень мощности передачи, то калиброванные цепи приемника определяют ошибку, а отклонение сохраняется в форме промежуточных результатов 180. Процесс получения промежуточных результатов можно повторить для множества ступеней усиления передатчика и различных частот передатчика. Кроме того, процессы калибровки можно выполнять для разных уровней напряжения питания и разных температурных режимов, чтобы обеспечить определение точных характеристик секции передатчика 104.

Промежуточные результаты 180 применяются для формирования линеаризатора передатчика 182. Промежуточные результаты 180 дают ошибку, равную разности между заданным уровнем мощности передачи и фактическим уровнем мощности передачи. Упомянутые промежуточные результирующие данные применяются для формирования линеаризатора передатчика 182 и эффективно определяют фактическую характеристику регулировки усиления усилителя 122 VGA.

Линеаризатор передатчика 182 функционирует аналогично приведенному выше описанию применительно к линеаризатору приемника 40. То есть, линеаризатор передатчика 182 делит характеристику регулируемого усиления усилителя 122 VGA на множество кусочно-линейных отрезков, которые описывают фактические характеристики усиления и обеспечивают достаточное разрешение по усилению. Когда бы системе 100 ни потребовалось вызвать конкретный параметр регулировки усиления для секции передатчика 106, для выбора фактического управляющего напряжения для усилителя 122 с регулируемым усилением применяется линеаризатор передатчика 182. Следует отметить, что переключатель 172 выключен во время нормальной работы радиоустройства. В выключенном положении переключатель 172 обеспечивает заданную степень изоляции между секцией приемника 104 и секцией передатчика 106.

Хотя усилитель 18 VGA калибруется, когда калибруется обычным способом секция приемника 104, усилитель 170 VGA не калибруется. Однако, в предпочтительном варианте осуществления изобретения, усилитель 18 VGA и усилитель 170 VGA выполнены на общей подложке интегральной схемы и, следовательно, точно согласованы. Отдельный усилитель 170 VGA и переключатель 172 обеспечивают заданную степень изоляции между секцией приемника 104 и секцией передатчика 106.

Система, представленная на фиг.7, может быть выполнена с использованием множества разных архитектур. Например, смеситель 164 может быть предназначен для подмешивания к ВЧ-сигналу секции приемника 104, чтобы сигнал передатчика можно было вводить в ВЧ-каскад 14 или в промежуточной точке между ВЧ-каскадом и ПЧ-каскадом.

Настоящее изобретение относится к способу использования калиброванного канала приемника для калибровки передатчика и не ограничивается конкретной точкой в канале приемника, в которой вводят сигнал передатчика. В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения переключатель 172 можно заменить однополюсным

переключателем на два направления (SPDT), как показано на фиг.8. В альтернативной архитектуре, представленной на фиг.8, исключена необходимость применения некалиброванного усилителя 170 VGA и суммирующей схемы 176. Показанный на фиг.8 переключатель 172 SPDT должен обеспечивать необходимую степень изоляции между

секцией приемника 104 и секцией передатчика 106. В представленном на фиг.8 варианте осуществления изобретения, переключатель 172 SPDT в процессе калибровки секции приемника 104 соединен с ПЧ-каскадом 16. В процессе калибровки секции передатчика 106 переключатель SPDT соединен с полосовым фильтром 168. Следует отметить, что во время нормальной работы радиоустройства переключатель 172 SPDT соединен с ПЧ-каскадом 16.

Специалистам в данной области техники должно быть очевидно, что, несмотря на приведенные в описании разнообразные варианты осуществления и преимущества настоящего изобретения, вышеприведенное описание всего лишь иллюстрирует заявленное изобретение. Специалистам в данной области техники должно быть очевидно, что объем предлагаемого изобретения определяется прилагаемой формулой изобретения, которая подкрепляется вышеприведенным описанием.

Формула изобретения

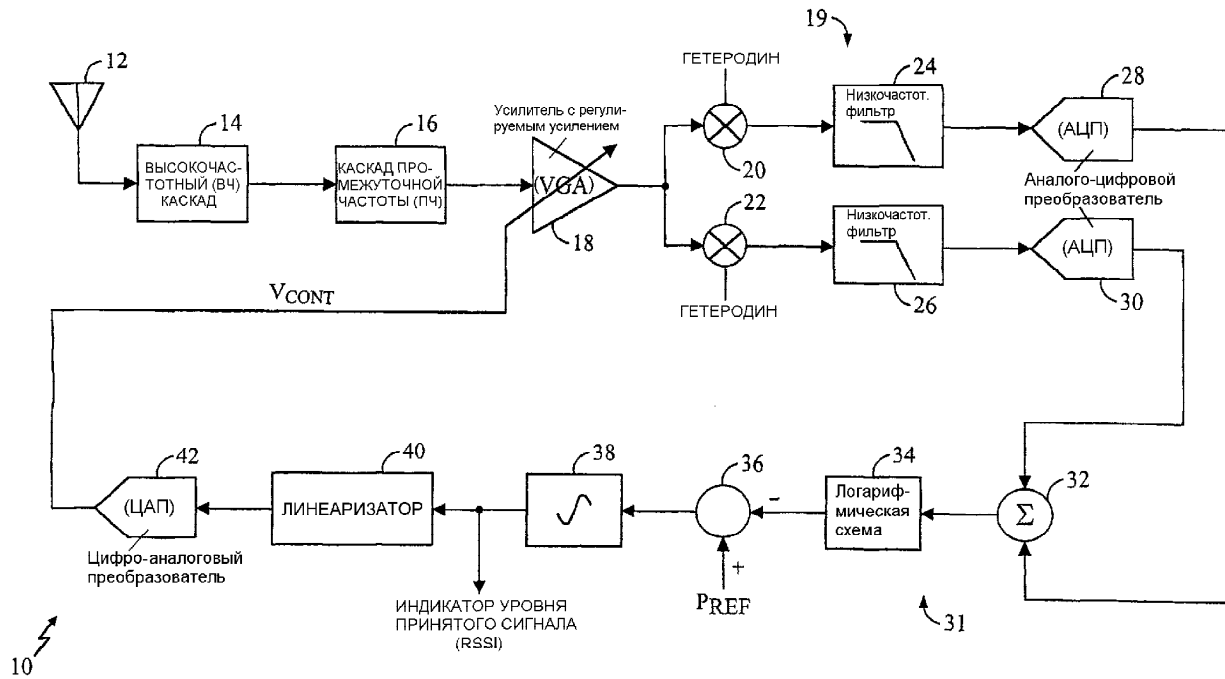
1. Система для управления мощностью передачи устройства радиосвязи, содержащего передатчик и приемник, причем приемник содержит калиброванный канал сигнала приемника, способный определять уровень принятого сигнала, при этом система содержит высокочастотный (ВЧ) усилитель передатчика с регулируемым усилением, содержащий вход усилителя для приема модулированного сигнала передачи и выход усилителя и ввод сигнала регулировки регулируемого усиления, при этом на ввод сигнала регулировки регулируемого усиления первоначально поступает от линейаризатора передатчика сигнал регулировки, который характеризует заданный уровень мощности передачи;

смеситель, соединенный с выходом усилителя и получающий сигнал гетеродина с частотой гетеродина, соответствующей рабочей частоте приемника, при этом смеситель формирует сигнал на рабочей частоте приемника, соответствующий сигналу на выходе усилителя; и

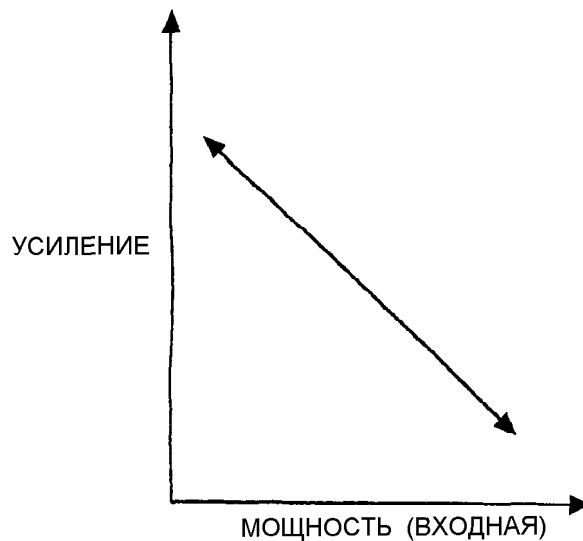
цепь связи для ввода сигнала, сформированного смесителем, в канал сигнала приемника, чтобы обеспечить возможность измерения мощности сигнала с использованием калиброванного канала сигнала приемника, при этом цепь связи содержит переключатель однополюсного типа на одно направление (SPST), имеющий вход и выход, при этом вход соединен с каналом сигнала приемника для ввода сигнала, сформированного смесителем, при этом приемник содержит первый усилитель приемника с регулируемым усилением в канале сигнала приемника, при этом система также содержит второй усилитель приемника с регулируемым усилением со входом, соединенным с выходом переключателя однополюсного типа на одно направление (SPST), и с выходом, соединенным с каналом сигнала приемника для ввода сигнала, сформированного смесителем, в канал сигнала приемника.

2. Система по п.1, в которой первый и второй усилители приемника с регулируемым усилением являются согласованными схемами, выполненными на общей интегральной схеме.

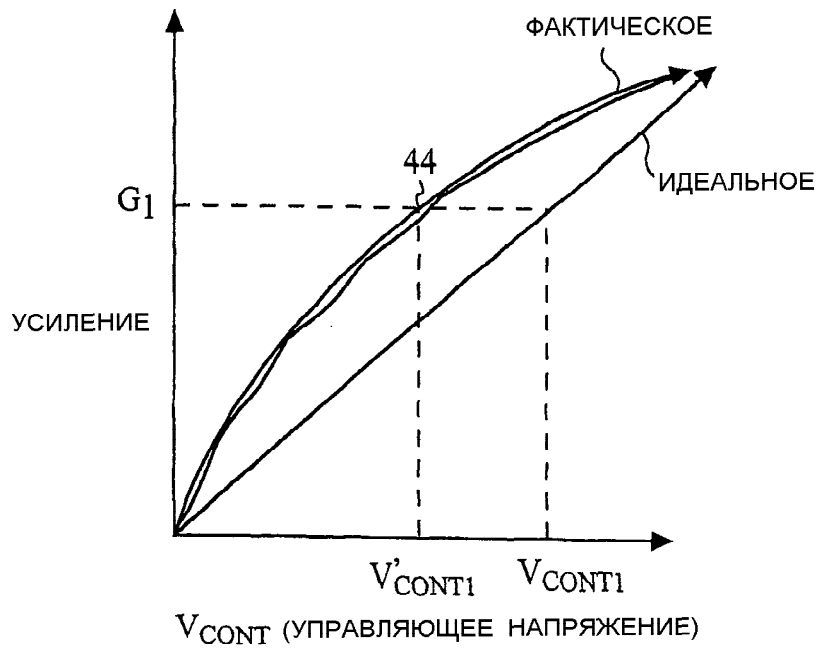
3. Система по п.1, в которой первый усилитель приемника с регулируемым усилением имеет выход, при этом система также содержит суммирующую схему, обладающую первым и вторым входами суммирующей схемы и выходом суммирующей схемы, выходы первого и второго усилителей приемника с регулируемым усилением соединены соответственно с первым и вторым входами суммирующей схемы, а выход суммирующей схемы является участком канала сигнала приемника.



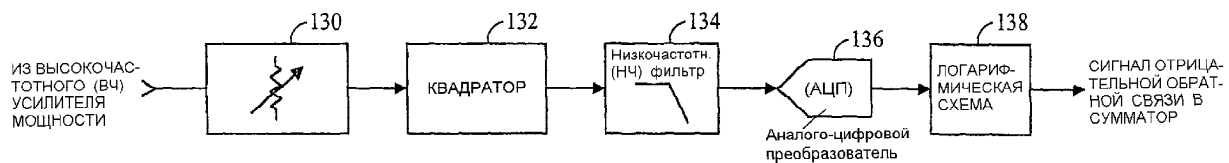
Фиг. 1



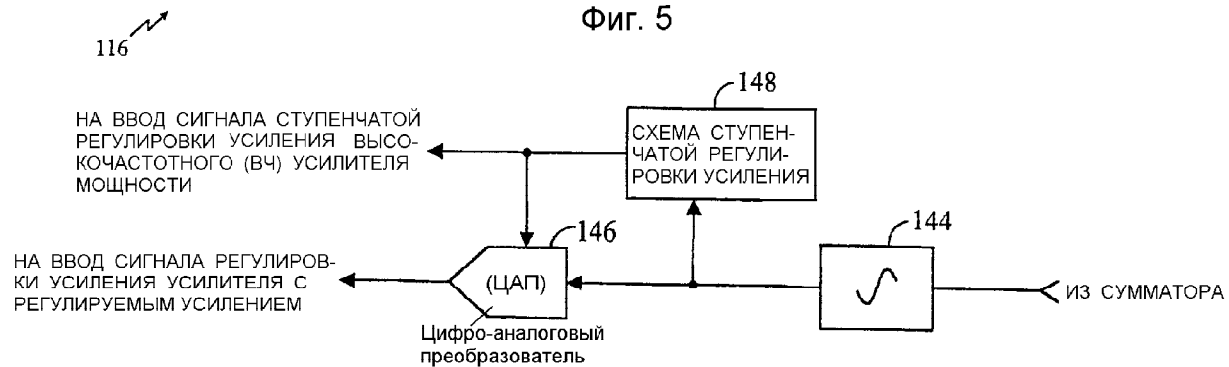
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 5



Фиг. 6

