



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾ 2 024 887⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁵ G 01 R 29/26

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 4880770/21, 06.11.1990

(46) Опубликовано: 15.12.1994

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Авторское свидетельство СССР N 159885, кл. G 01R 29/26, 1963.

(71) Заявитель(и):

Гомельское конструкторское бюро "Луч" (BY)

(72) Автор(ы):

Летунов Леонид Алексеевич[BY],
Евтюхина Ольга Евгеньевна[BY],
Мосолов Георгий Юрьевич[BY],
Старовойтов Сергей Семенович[BY],
Аленушкин Иван Михайлович[RU]

(73) Патентообладатель(ли):

Гомельское конструкторское бюро "Луч" (BY)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОСОВЫХ ШУМОВ ПЕРЕДАТЧИКА В ОКРЕСТНОСТИ НЕСУЩЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для испытаний генераторов, усилителей, радиосвязанных комплексов и радиостанций в условиях работы двух и более радиопередающих устройств. Цель изобретения - обеспечение возможности измерения отношения сигнал/шум вблизи несущей при совместной работе двух и более передатчиков. Сущность: в шумовой полосе передатчика осуществляются измерения: 1) значений дисперсий шумов в измеряемой полосе первого передатчика и на частотах, попадающих в полосу второго передатчика согласно заданной расстройке несущих; 2) аналогичных характеристик второго и других передатчиков; 3) определяется сумма

дисперсий шумов в полосе измеряемого передатчика и шумов, попадающих в полосу измеряемого передатчика от соседних с учетом пересчета частоты шумов относительно несущей измеряемого передатчика; 4) измеряются значения дисперсий шумов в измеряемой полосе ΔF_1 при совместной работе передатчиков и определяется разность между измеренной дисперсией шумов и суммой дисперсий шумов, характеризующая влияние параметрического эффекта на работу передатчиков, которая распределяется между передатчиками пропорционально уровням сигнальных компонент и суммируется с дисперсиями шумов, рассчитанными в тексте, приведенном в описании. 1 ил.



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 024 887** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **G 01 R 29/26**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **4880770/21, 06.11.1990**

(46) Date of publication: **15.12.1994**

(71) Applicant(s):

Gomel'skoe konstruktorskoe bjuro "Luch" (BY)

(72) Inventor(s):

**Letunov Leonid Alekseevich[BY],
Evtjukhina Ol'ga Evgen'evna[BY],
Mosolov Georgij Jur'evich[BY],
Starovojtov Sergej Semenovich[BY],
Alenushkin Ivan Mikhajlovich[RU]**

(73) Proprietor(s):

Gomel'skoe konstruktorskoe bjuro "Luch" (BY)

(54) **METHOD OF MEASURING BAND NOISES OF TRANSMITTER AT CARRIER NEIGHBORHOOD**

(57) Abstract:

FIELD: measurement technology. SUBSTANCE: measurements are conducted in noise band of the transmitter: 1) values of dispersions of noises at measured band of the first transmitter and at frequencies which belong to the band of the second transmitter according to preset misalign of carriers; 2) identical characteristics of the second and other transmitters; 3) sum of dispersions of noises in the band of transmitter measured and noises which belong to the band of transmitter measured from adjacent ones with account of re-count of noise frequency relatively

carrier of transmitter to be measured; 4) values of dispersions of noises in measured band ΔF_1 at combined operation of the transmitters and difference between noise dispersion measured and sum of dispersions of noises. This difference characterizes effect of parametric effect onto operation of transmitters. It is distributed between the transmitters proportional to levels of signal components and is added with dispersions of noises calculated from the relation given in the description of the invention. EFFECT: improved precision of measurement. 1 dwg

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для испытаний генераторов, усилителей, радиосвязных комплексов и радиостанций в условиях совместной работы двух и более передающих устройств.

Известен ряд устройств для измерения полосовых шумов в окрестности несущей. Часть из них для фильтрации несущей используют дорогие высокочастотные криогенные фильтры, другие используют корреляционные принципы обработки сигналов. Из корреляционных наиболее близкими являются способы, по которым построены устройства, описанные в авт.св. N 159885, кл. G 01 R 29/26.

По известному способу сигнал передатчика, промодулированный шумом и фоном, после детектирования, пройдя входное устройство, разделяется по каналам постоянной и переменной составляющих. Канал постоянной составляющей состоит из фильтра низкой частоты и коммутатора; канал переменной составляющей содержит коммутатор и логарифмический усилитель с коэффициентом усиления, определяемым разрешающей способностью шкалы в дБ.

Постоянная и переменная составляющие сигнала через усилитель постоянного тока поочередно поступают на вертикальные пластины ЭЛТ. Напряжение на блок развертки подается от генератора прямоугольного напряжения, подключенного к источнику питания. Для исключения погрешностей, которые могли бы возникнуть из-за изменения коэффициента усиления канала переменной составляющей, уровень сигнала делится с помощью делителя, составленного из стабильных сопротивлений в соответствии с коэффициентом усиления усилителя. Это позволяет визуально зарегистрировать отношение постоянной и переменной составляющих передатчика, соответствующих несущей и шумовому сигналу.

Данная схема не дает возможности реализовать все преимущества автокорреляционного способа из-за применения в качестве регистрирующего устройства осциллографа. Использование вместо осциллографа линейного или квадратичного детектора не позволяет существенно повысить точность измерений, так как детектирование обеспечивает достаточно высокую точность только при коэффициенте амплитудной модуляции $m < 100\%$, что не выполнимо при непосредственном анализе шумовых сигналов. Существенное повышение точности измерений может обеспечить синхронное детектирование, однако использовать его в данной схеме не возможно, так как не возможно осуществить привязку по фазе анализируемого сигнала.

Наиболее близким по технической сущности является способ, реализованный в устройстве (авт.св. N 4814934, кл. G 01 R 29/26).

В этом устройстве также сигнал после детектирования разделяется на каналы переменной и постоянной составляющих (последний аналогичен соответствующему каналу вышеописанного устройства). Преимуществами данного устройства является обеспечение возможности измерения значений для построения гистограммы дисперсий шумов в окрестности несущей за счет использования смесителя, синтезатора частоты и фильтра, а также реализация синхронного детектирования шумового сигнала с помощью опорного генератора, двух смесителей с расположенными на выходе фильтрами и синхронного детектора. Таким образом, обеспечивается повышение точности и расширение амплитудно-динамического диапазона измерений.

Однако данный способ измерений не позволяет осуществлять измерение шумов вблизи несущей при совместной работе двух и более передатчиков.

Цель изобретения - обеспечение возможности измерения значений для построения гистограммы дисперсии шумов вблизи несущей при совместной работе двух и более передатчиков.

Поставленная цель достигается тем, что при измерении полосовых шумов в окрестности несущей радиопередатчика с использованием детектирования суммарного сигнала, частотного разделения постоянной и переменной составляющих, выделения поочередно каждого участка частотного спектра заданной ширины ΔF , перемножения этого сигнала с сигналом постоянной амплитуды, полученным за счет перемножения этого же сигнала с

сигналом опорного генератора, частотного выделения сигнала, частота которого соответствует частоте опорного генератора, а фаза отличается на постоянную величину, синхронного детектирования этого сигнала и нахождения отношения сигнал/шум осуществляется измерение во всей шумовой полосе передатчика ΔF 1) значений

- 5 дисперсии шумов в измеряемой полосе частот первого передатчика ΔF_1 и на частотах, попадающих в полосу второго передатчика согласно определенной расстройке несущих передатчиков; 2) аналогичных характеристик для второго и других передатчиков; 3) находится сумма дисперсий шумов в полосе измеряемого передатчика и шумов от соседних передатчиков, попадающих в полосу измеряемого с учетом пересчета частоты шумов относительно несущей измеряемого передатчика; 4) измеряются значения шумов в измеряемой полосе ΔF_1 при совместной работе передатчиков; 5) из измеренной величины дисперсии шумов вычитается сумма величин дисперсий шумов, найденная разность определяет влияние параметрического эффекта и распределяется между передатчиками пропорционально амплитудам несущих передатчиков, а затем суммируется с величинами дисперсий.

На чертеже приведена структурная схема устройства, реализующего предложенный способ измерений.

- 20 Устройство содержит детекторную секцию 1, первый УПЧ1 2, первый ФНЧ1 3, первый фильтр Ф1 4 с полосой пропускания ΔF , первый смеситель СМ1 5, синтезатор частоты 6, второй фильтр Ф2 7 с полосой пропускания Δf , второй смеситель СМ2 8, второй УПЧ2 9, охваченный системой АРУ, третий смеситель СМ3 10, опорный генератор 11, третий фильтр Ф3 12 с полосой пропускания несколько единиц Гц, синхронный детектор СД 13, второй ФНЧ2 14.

- 25 В части реализации: детекторная секция 1 - стандартная, например, на базе диода Д604, УПЧ1 2 - усилитель на базе микросхемы 544УД1А, ФНЧ 3, 14 - LC фильтры, полосовой фильтр Ф1 4 - фильтр на базе микросхемы 284УД1А, смеситель СМ1 5 - построен на базе микросхемы 284КН1А, синтезатор 6 - стандартный, например, Ч6-31, фильтр 7 - электромеханический фильтр, например, ЭМФ на 500 кГц с полосой пропускания 1 кГц смесители 8, 10 - построены на базе транзисторов 2П306В, УПЧ2 9 - усилитель на базе микросхемы 235ДА1, опорный генератор 11 - кварцевый генератор на базе 155ЛА3 полосовой фильтр 12 - построен на базе катушки индуктивности СБ 23-17, синхронный детектор - построен на базе 284КН1А, ФНЧ2 14 - фильтр из RC цепочек.

Измерения осуществляются следующим образом.

- 35 На вход детектора огибающей 1 поступает сигнал, представляющий собой наложение узкополосного шума $n(t)$, на детерминированный сигнал. После детектирования исследуемый сигнал поступает на вход усилителя промежуточной частоты УПЧ1 2, нагруженного на полосовой фильтр Ф1.

- 40 Для обеспечения возможности снятия гистограммы исследуемого спектра шумового сигнала используется часть схемы, состоящая из синтезатора частоты 6, управляемого от ЭВМ, смесителя 5 и узкополосного фильтра Ф2 7 (электромеханического фильтра, обеспечивающего эквивалентную шумовую полосу пропускания Δf . Для фиксированной частоты выделяется участок шумового спектра сигнала с выхода смесителя СМ1, осуществляющего перемножение исследуемого сигнала с сигналом синтезатора частоты 6. При этом фильтром Ф2 7 в энергетическом спектре поступающего на вход смесителя СМ1 45 5 сигнала, перенесенного на частоту $\omega_{pi} / 2\pi$ (ω_{pi} - i -я частота синтезатора частот), за одно измерение выделяется полоса частот со средней точкой $(0,6 + i \Delta f)$ кГц и шириной Δf . При измерении частоты синтезатора фильтр Ф2 поочередно вырезают из исследуемого энергетического спектра участки шириной f с центральной частотой, определяемой относительно несущей:

$$(0,6 + i \Delta f) \text{ кГц}$$

Дальнейшая часть схемы позволяет определить дисперсию шумового сигнала, для чего используется синхронное детектирование шумового сигнала. Применение синхронного

детектирования требует привязки к частоте и фазе исследуемого шумового сигнала. Для этого сигнал опорного генератора 11 при помощи смесителя 10 перемножается с исследуемым шумовым сигналом, УПЧ 9, охваченный системой АРУ, обеспечивает постоянство амплитуды этого сигнала, который затем в смесителе СМ2 8 опять

5 перемножается с исследуемым шумовым сигналом.

На выходе смесителя СМ2 узкополосный фильтр Ф5 12 с полосой пропускания порядка нескольких единиц Гц выделяет сигнал с амплитудой, прямо пропорциональной среднеквадратическому значению измеряемого шумового сигнала и частотой, равной частоте опорного генератора, с привязкой по фазе к опорному генератору. Индекс

10 модуляции такого сигнала не превышает 100%. Это позволяет осуществить синхронное детектирование шумового сигнала с помощью синхронного детектора СД 13, на выходе которого ФНЧ2 14 выделяет сигнал, пропорциональный дисперсии шумового сигнала в полосе Δf .

Для определения отношения сигнал/шум измеряется мощность несущей передатчика, что выполняется каналом измерения постоянной составляющей, представленным ФНЧ1 3, подключенным к выходу детектора на входе схемы измерения.

При измерении значений шумов вблизи несущей передатчика при совместной работе нескольких передатчиков в случае перекрывания их шумовых полос в измеряемую полосу частот передатчика $\Delta F1$ попадают шумы нескольких передатчиков, характеристики которых

20 в этой полосе необходимо определить для оценки взаимного влияния передатчиков.

Для решения этой задачи предлагается проводить цикл измерений:

1. Измерение дисперсии шумов в измеряемой полосе первого передатчика $\Delta F1$ и на частотах, попадающих в измеряемую полосу второго передатчика и определенных в соответствии с расстройкой несущих передатчиков.

25 2. Измерение дисперсии шумов в измеряемой полосе второго передатчика $\Delta F2$ и на частотах, попадающих в измеряемую полосу первого передатчика и определенных в соответствии с расстройкой несущих передатчиков.

3. Определение суммы дисперсий шумов в полосе измеряемого передатчика и шумов, попадающих в полосу этого передатчика за счет перекрывания шумовых частот передатчиков с учетом пересчета частоты шумов относительно несущей измеряемого передатчика.

При определении характеристик полосовых шумов передатчика в условиях совместной работы нескольких передатчиков полоса пропускания фильтра Ф1 ΔF должна совпадать не с измеряемой полосой передатчика $\Delta F1$, а, в отличие от прототипа, со всей шумовой

35 полосой исследуемого передатчика ΔF . Измерение дисперсий шумов осуществляется в полосе частот этого передатчика и на частотах, попадающих в полосу второго передатчика в соответствии с реальной расстройкой несущих этих передатчиков

$$40 \quad \Omega_H + \omega_{c1} < |\omega_i| < \Omega_B + \omega_{c1},$$

$\Omega_H + \omega_{c2} < |\omega_i| < \Omega_B + \omega_{c2}$, где ω_{c1} , ω_{c2} - несущие частоты сигналов первого и второго передатчиков;

Ω_H , Ω_B - нижняя и верхние частоты измеряемой полосы передатчиков.

Выбор исследуемой полосы осуществляется синтезатором частоты 6.

45 При определении суммарной дисперсии шумов с учетом перекрывания шумовых полос осуществляется суммирование дисперсий шумов на частотах

$$\omega_i = (\omega_{c1} \pm \Omega_i) = (\omega_{c2} \pm \Omega_j),$$

$\Omega_j = \Delta \Omega - \Omega_i$, где Ω_i - смещение измеряемой полосы частот ΔF шумов первого передатчика относительно собственной несущей;

50 Ω_j - смещение измеряемой полосы частот ΔF шумов второго передатчика относительно собственной несущей;

$\Delta \Omega$ - расстройка несущих передатчиков.

Суммарные величины

$$\sigma_i(\Delta f_i) = \sigma(\Omega \pm \omega_{c1}) + \sigma(\Omega \pm \omega_{c2}),$$

$\sigma_2(\Delta f_i) = \sigma(\Omega \pm \omega_{c2}) + \sigma(\Omega \pm \omega_{c1})$ определяют дисперсию шумов в измеряемой полосе ΔF_1 при работе двух передатчиков.

На результаты измерений дисперсий шумов при совместной работе двух передатчиков может оказывать влияние наличие параметрического эффекта, вызванного дополнительным возбуждением передатчика, обусловленным излучением соседних передатчиков. Оценка влияния этого эффекта производится по результатам измерений дисперсий шумов в измеряемой полосе ($\sigma_{\Sigma}(f)$). Разность

$$\Delta = \sigma_{\Sigma}(f) - (\sigma_1(\Delta f_i) + \sigma_2(\Delta f_j))$$
 и задает величину шумов, определенных наличием

параметрического эффекта. Эта разность распределяется между передатчиками пропорционально величинам амплитуд несущих передатчиков ($\sigma_{n1}(\Delta f_i)$; $\sigma_{n2}(\Delta f_j)$).

Суммарная величина дисперсий шумов в измеряемой полосе с учетом влияния на работу передатчиков параметрического эффекта определяется следующим образом

$$\sigma_1'(\Delta f_i) = \sigma_1(\Delta f_i) + \sigma_{n1}(\Delta f_i),$$

$$\sigma_2'(\Delta f_j) = \sigma_2(\Delta f_j) + \sigma_{n2}(\Delta f_j).$$

Приведенное объяснение показывает, что предложенный способ позволяет выполнять измерения дисперсий шумов в заданной полосе передатчика с учетом взаимного влияния шумов совместно с работающими передатчиками.

Формула изобретения

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОСОВЫХ ШУМОВ ПЕРЕДАТЧИКА В ОКРЕСТНОСТИ НЕСУЩЕЙ, основанный на использовании детектирования принятого сигнала, частотного разделения постоянной и переменной составляющих, поочередном выделении каждого участка частотного спектра заданной шириной, перемножения этого сигнала с сигналом постоянной амплитуды, полученным путем перемножения этого же сигнала с сигналом опорного генератора, частотного выделения сигнала, частота которого соответствует частоте опорного генератора, а фаза отличается на постоянную величину, синхронного детектирования этого сигнала и нахождении отношения сигнал/шум, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей путем определения отношения сигнал/шум вблизи несущей при совместной работе двух и более передатчиков, измеряют во всей шумовой полосе передатчика значения дисперсий шумов первого передатчика и на частотах, попадающих в полосу второго передатчика, измеряют аналогичные характеристики для второго и других передатчиков, определяют сумму дисперсий шумов в полосе измеряемого передатчика и шумов от соседних передатчиков, попадающих в полосу измеряемого с учетом пересчета частоты шумов относительно несущей измеряемого передатчика, измеряют значения дисперсий шумов в измеряемой полосе частот при совместной работе нескольких передатчиков и определяют разность между измеренной дисперсией шумов и суммой дисперсий шумов, которая суммируется с найденной суммой дисперсий шумов.

