



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1734052 A1

(51)5 G 01 R 29/26

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

10992

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

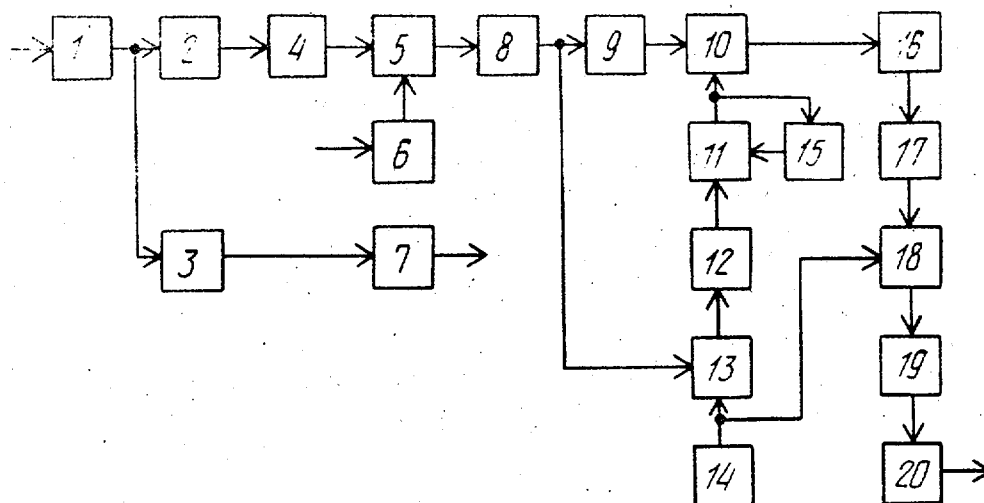
1

(21) 4814934/21
(22) 05.03.90
(46) 15.05.92. Бюл. № 18
(71) Гомельское конструкторское бюро
"Луч"
(72) Л.А.Летунов, О.Е.Евтюхина, Г.Ю.Мосо-
лов, С.С.Старовойтов и Ю.М.Машков
(53) 621.317.75(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 146367, кл. G 01 R 29/26, 1956.
Авторское свидетельство СССР
№ 159885, кл. G 01 R 29/26, 1989.

2

(54) АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОЛОСОВЫХ ШУМОВ В ОКРЕСТНОСТИ НЕСУЩЕЙ

(57) Использование: изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для испытаний генераторов усилителей, радиосвязных комплексов и радиостанций. Цель изобретения – повышение точности и расширение амплитудно-динамического диапазона измерений полосовых шумов вблизи несущей – достигается за счет использования опорного генератора 1 и двух смесителей 10 и 13, реализуется возможность использования синхронного детектора, обеспечивающего оптимальную обработку шумового сигнала. 1 ил.



170400Z M (11) 20 (11) (19)

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для испытаний генераторов, усилителей радиосвязных комплексов и радиостанций.

Известен ряд устройств для измерения полосовых шумов в окрестности несущей. Часть из них для фильтрации несущей используют дорогие высокочастотные криогенные фильтры.

В известном устройстве исследуемый сигнал, представляющий собой суперпозицию несущего колебания и шумового сигнала, подается на входы смесителей, на вторые входы которых через регулируемые фазовращатели поступают сигналы с выходов генераторов, охваченных независимыми системами ФАПЧ. С выходов смесителей сигнал подается на узкополосные фильтры, а также на входы ФНЧ, имеющих полосу пропускания, равную требуемому диапазону отстроек. В кольце ФАПЧ сигнал биений поступает на входы фазовых детекторов, где сравнивается с сигналом перестраиваемого генератора и через ФНЧ поступает на управляющие входы перестраиваемых генераторов. Через узкополосные фильтры сигналы подаются на регулируемые аттенюаторы, а затем на входы усилителей, перемножаются, усредняются и регистрируются индикатором. Выделенные таким образом когерентные составляющие флуктуаций исследуемого сигнала характеризуют мощность флуктуаций, выделенных в полосе ФНЧ при отстройке по частоте, равной частоте перестраиваемого генератора. Если частота генератора находится в пределах полосы пропускания фильтров, то измеритель регистрирует мощность несущей исследуемого сигнала. Отношение сигнал/шум определяется по разности показаний калиброванных управляемых аттенюаторов, снятых в первом и втором случаях при равенстве показаний индикатора.

Недостатком данного устройства является низкая точность измерений и малый амплитудно-динамический диапазон, обусловленные влиянием собственных шумов перестраиваемых генераторов, применяемых для преобразования шумов в НЧ область, на процесс измерений. Высокий уровень собственных шумов генераторов определяется противоречивыми требованиями высокой точности установки и стабильности частоты при обеспечении ее перестройки.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является устройство, построенное на основе корреляционного метода измерений. 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 децибеллах.

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 погрешности, 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 использует дополнительных гетеродинов, что позволяет существенно повысить точность измерений и расширить амплитудно-динамический диапазон. Однако применение в качестве регистрирующего устройства осциллографа не дает возможности реализовать все преимущества автокорреляционной схемы. 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 невозможно, так как невозможно осуществить привязку по фазе анализируемого сигнала.

Цель изобретения – повышение точности и расширение амплитудно-динамического диапазона измерений полосовых шумов вблизи несущей.

Предлагаемая схема позволяет снимать гистограмму шумов в заданной полосе частот ΔF с количеством точек N при отстройке от несущей ΔF_1 .

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для измерения шума и фона радиопередатчиков, содержащее детекторную секцию, выход которой соединен с двумя параллельными каналами: каналом постоянной составляющей, содержащим последовательно соединенные первый ФНЧ1 и первый УПТ1, и каналом переменной составляющей, входом которого является первый усилитель промежуточной частоты УПЧ1, введены соединенные последовательно первый полосовой фильтр Ф1 с полосой пропускания, соответствующей анализируемой шумовой полосе ΔF , первый смеситель СМ1, второй вход которого соединен с выходом синтезатора частоты, переключение частот которого осуществляется по команде от ЭВМ, второй фильтр Ф2 с полосой пропускания, определяемой количеством отсчетов в регистрируемой гистограмме N , третий фильтр Ф3, второй смеситель СМ2, четвертый узкополосный фильтр Ф4, второй УПЧ2, синхронный детектор СД, второй ФНЧ2 и второй УПТ2, причем второй вход второго смесителя связан с выходом цепочки из соединенных последовательно опорного генератора, третьего смесителя СМ3, пятого фильтра Ф5, полосы пропускания которого равна полосе Ф3, и третьего УПЧ 3, причем выход опорного генератора также соединен с вторым входом синхронного детектора, вход третьего смесителя соединен с выходом второго фильтра, а выход третьего УПЧ через детектор АРУ соединен с управляющим входом этого УПЧ.

На чертеже приведена структурная схема устройства.

Устройство содержит детекторную секцию 1, первый УПЧ1 2, ФНЧ 3, первый фильтр Ф1 4 с полосой пропускания ΔF , первый смеситель СМ1 5, синтезатор частоты 6, первый УПТ1 7, второй фильтр Ф2 8 с полосой пропускания $\Delta F/N$, третий фильтр Ф3 9, второй смеситель СМ2 10, третий УПЧ 3 11, четвертый фильтр Ф4 12 с полосой пропускания (задержкой) равной полосе (задержке) Ф3, третий смеситель СМ3 13, опорный генератор 14, детектор ДРУ 15, пятый фильтр Ф5 16 с полосой пропускания несколько герц, второй УПЧ2 17, синхронный детектор СД 18, второй ФНЧ 2 19, второй УПТ2 20.

Детекторная секция 1 – стандартная, например, на базе диода Д604, УПЧ1 2 – усилитель на базе микросхемы 544УД1А, ФНЧ3, 18 – LC-фильтры, полосовой фильтр Ф1 4 – фильтр на базе микросхемы 284УД1А, смеситель СМ1 5 построен на ба-

зе микросхемы 284КН1А, синтезатор 6 – стандартный, например 46–31, УПТ 7, 20 построены на базе микросхем 140УД14, фильтр 8 – электромеханический фильтр, например ЭМФ на 500 кГц с полосой пропускания 1 кГц, фильтры 9, 12 – фильтры на базе катушек индуктивности, например СБ 12, смесители 10, 13 построены на базе транзисторов 2П306В, УПЧ 11 – усилитель на базе микросхемы 235ДА1, полосовой фильтр 16 построен на базе катушки индуктивности СБ 23–17, УПЧ 17 – усилитель на базе микросхемы 284КП1А, ФНЧ 19 – фильтр из RC-цепочек, опорный генератор 14 – кварцевый генератор на базе 155ЛАЗ.

Рассмотрим прохождение сигнала по элементам структурной схемы.

На вход детектора огибающей поступает сигнал, представляющий собой наложение узкополосного шума $n(t)$, имеющего энергетический спектр $S_n(\omega)$, на детерминированный сигнал $A_0 \cos \omega_2 t$. После детектирования исследуемый сигнал поступает на вход усилителя промежуточной частоты УПЧ1, нагруженного на полосовой фильтр Ф1, имеющий передаточную характеристику $H_{\phi 1}(\omega)$. Фильтр Ф1 обеспечивает достаточное подавление частотных составляющих, находящихся вне исследуемого частотного диапазона ΔF , и возможно более равномерное пропускание спектра сигнала в этой полосе.

Для обеспечения возможности снятия гистограммы исследуемого энергетического спектра используется часть схемы, состоящая из синтезатора 6 частоты, управляемого от ЭВМ, смесителя 5 и узкополосного фильтра Ф2 8 (электромеханического фильтра, обеспечивающего эквивалентную шумовую полосу пропускания F/N , где N – количество точек гистограммы). Для фиксированной частоты выделяется спектр плотности мощности сигнала на выходе смесителя СМ2, осуществляющего перемножение исследуемого сигнала с сигналом синтезатора частоты. При этом фильтром Ф2 в энергетическом спектре поступающего на вход смесителя СМ1 сигнала, перенесенного на частоту $\omega_{\phi 1}/2\pi$ ($\omega_{\phi 1}/2\pi$ – i -я частота синтезатора частот), за одно измерение выделяется полоса частот со средней точкой $\omega_{\phi 2}/2\pi$ и шириной $\Delta\omega_{\phi 2}/2\pi$. К синтезатору частоты предъявляется требование постоянства амплитуды сигнала для всего дискретного набора частотных точек

$$\omega_{\phi 1}/2\pi = \omega_{\phi 2}/2\pi + \frac{i \Delta F}{N},$$

где $i = 0, 1, 2, \dots, N$.

При изменении частоты синтезатора в указанном диапазоне узкополосный фильтр Ф2 поочередно вырезает из исследуемого энергетического спектра участки шириной $\Delta F/N$ с центральной частотой, определяемой относительно несущей измеряемого передатчика по формуле

$$\omega_k/2\pi = \left(0,6 + \frac{1\Delta F}{N}\right) \text{ кГц.}$$

Для определения дисперсии случайного шумового колебания на выходе узкополосного фильтра Ф2 предназначена оставшаяся часть схемы, которая осуществляет синхронное детектирование шумового колебания. Опорный генератор 14 (частотой $\omega_{ог}/2\pi$, смеситель СМ3 13, фильтр Ф4 12, УПЧ3 11, охваченный системой АРУ, и смеситель СМ2 10 служат для обеспечения правильной работы синхронного детектора 18.

Определение результата воздействия случайного сигнала на нелинейный элемент, каким является детектор, требует знания статистических характеристик случайного сигнала и его закона распределения. Поэтому детектор огибающей и квадратичный детектор не могут обеспечить значительного динамического диапазона и высокой точности измерений. Предлагаемая схема с использованием синхронного детектирования лишена этих недостатков. Рассмотрим работу этой части схемы.

На выходе смесителя СМ3 13, осуществляющего перемножение сигнала с выхода фильтра Ф2 и сигнала опорного генератора 14, расположен узкополосный фильтр Ф4 12, настроенный на разностную частоту. После прохождения УПЧ3 11, охваченного АРУ, мощность этого сигнала постоянна и не зависит от уровня измеряемого шумового сигнала. Для выравнивания времени запаздывания сигналов на обоих входах смесителя СМ2 перед первым входом смесителя установлен фильтр Ф3 9 с той же полосой пропускания (постоянной времени), что и фильтр Ф4.

На выходе смесителя СМ2 узкополосный фильтр Ф5 16 с полосой пропускания порядка нескольких герц 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 модуляции такого сигнала не превышает 100%. Это позволяет осуществить синхронное детектирование шумового сигнала, что обеспечивает повышение точности и расши-

рение амплитудно-динамического диапазона измерений.

Для выделения из спектра анализируемого сигнала амплитуды колебания, синхронного с колебанием опорного генератора, в измерительном устройстве используется синхронный детектор 18 совместно с ФНЧ2 19. Постоянная времени ФНЧ2 достаточно велика, чтобы отфильтровать не только составляющие сигнала на удвоенной частоте опорного генератора, но и низкочастотную часть спектра, примыкающую к частоте $\omega = 0$.

Выделенная постоянная составляющая сигнала на выходе ФНЧ2 ($U_{вых}^2$) пропорциональна дисперсии измеряемого шумового сигнала в полосе $\Delta F/N$.

Для определения отношения сигнал/шум необходимо измерить мощность несущей передатчика, что выполняется каналом измерения постоянной составляющей, представленным ФНЧ1 и УПТ1, подключенным к выходу детектора на входе схемы измерения. ФНЧ1 имеет постоянную времени $\tau_{упт} \approx 1\text{с}$, что обеспечивает пренебрежимо малые погрешности измерения постоянной составляющей.

Таким образом, повышена точность измерений и расширен амплитудно-динамический диапазон измерений полосовых шумов вблизи несущей передатчика.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Автокорреляционный измеритель полосовых шумов в окрестности несущей, содержащий детекторную секцию, выход которой соединен через первый фильтр нижних частот с первым усилителем постоянного тока и первым усилителем промежуточной частоты, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и расширения амплитудно-динамического диапазона, введены соединенные последовательно первый полосовой фильтр, первый смеситель, второй фильтр, третий фильтр, второй смеситель, четвертый узкополосный фильтр, второй усилитель промежуточной частоты, синхронный детектор, второй фильтр нижних частот и второй усилитель постоянного тока, а также синтезатор частоты и последовательно соединенные опорный генератор, третий смеситель, пятый полосовой фильтр и третий усилитель промежуточной частоты, а также детектор автоматической регулировки усиления, причем выход третьего усилителя промежуточной частоты соединен с вторым входом второго смесителя и через детектор автоматической регулировки усиления — с управляющим входом этого усилителя, второй вход первого смесителя соединен с выходом синтезатора частоты,

второй вход третьего смесителя – с выходом
второго фильтра, а второй вход синхронного

детектора – с выходом опорного генерато-
ра.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Редактор М.Циткина

Составитель Л.Летунов
Техред М.Моргентал

Корректор С.Шевкун

Заказ 1668

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101