

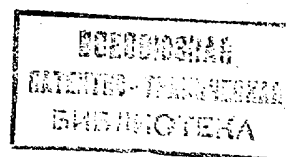


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1691775 A1

(51)5 G 01 R 25/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4730385/21

(22) 11.08.89

(46) 15.11.91. Бюл. № 42

(72) В.И.Потапов, Ю.Б.Судаков и Д.Д.Ширяев

(53) 621.317.77(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1126894, кл. G 01 R 25/00, 1982.

Чупров И.И. Измерение частотных характеристик смесителей. Техника средств связи. Вып.4, 1981, с.58, серия Радиоизмерительная техника.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОАМПЛИТУДНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ

(57) Изобретение относится к фазоизмерительной технике и может быть использовано при построении прецизионных измерителей фазовых погрешностей активных и пассивных четырехполосников. Цель изобретения - повышение точности определения фазоамплитудной погрешности преобразования частоты. Способ заключается в том, что формируют гетеродинный сигнал, опорный сигнал промежуточной частоты, двух сигнальных напряжений, частота которых соответственно больше и меньше частоты гетеродинного сигнала на величину промежуточной частоты, преобразуют в

2

анализируемом преобразователе частоты сигнальное напряжение с частотой, большей гетеродинной на величину промежуточной частоты, с помощью гетеродинного сигнала в напряжение промежуточной частоты преобразуют во вспомогательном преобразователе частоты сигнальное напряжение с частотой, большей гетеродинной на величину промежуточной частоты, с помощью гетеродинного сигнала в напряжение промежуточной частоты, измеряют разность фаз между сигналом промежуточной частоты с анализируемого преобразователя частоты и опорным колебанием промежуточной частоты, измеряют разность между напряжениями промежуточной частоты с анализируемого преобразователя частоты и вспомогательного преобразователя, преобразуют в напряжение промежуточной частоты во вспомогательном преобразователе сигнальное напряжение с частотой, меньшей гетеродинной на величину промежуточной частоты, и измеряют разность фаз между сформированным во вспомогательном преобразователе напряжением промежуточной частоты и опорным колебанием промежуточной частоты, при этом искомую фазоамплитудную погрешность определяют как полусумму трех измерений. 2 ил.

Изобретение относится к фазоизмерительной технике и может быть использовано при построении прецизионных измерителей фазовых погрешностей активных и пассивных четырехполосников, в частности смесителей.

Целью изобретения является повышение точности определения фазоамплитудной погрешности преобразования частоты.

На фиг.1 представлена структурная схема примера устройства, реализующего спо-

(19) SU (11) 1691775 A1

соб; на фиг.2 — структурная схема четырех-
частотного генератора 1.

Устройство для определения ФАП смесителей содержит четырехчастотный генератор 1, фазовращатель 2, аттенюатор 3, испытуемый и вспомогательный смесители 4 и 5, трехполюсные коммутаторы 6, 7 и 8, низкочастотный фазометр 9.

В устройстве первый выход четырехчастотного генератора 1 соединен с первым входом первого трехполюсного коммутатора 6, выход которого подключен ко входу аттенюатора 3, выход которого соединен с сигнальными входами испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5. Вторым выходом четырехчастотного генератора 1 через переменный фазовращатель 2 соединен со вторым входом первого трехполюсного коммутатора 6. Вторые (гетеродинные) входы смесителей 4 и 5 соединены с третьим выходом четырехчастотного генератора 1. Четвертый выход четырехчастотного генератора 1 соединен с первыми входами трехполюсных коммутаторов 7 и 8, вторые входы которых соединены с выходами испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 соответственно, а выходы со входами низкочастотного фазометра 9.

Четырехчастотный генератор 1 состоит из НЧ опорного генератора 10, смесителя 11, ВЧ опорного генератора 12, первого и второго фильтров 13 и 14. Выход НЧ опорного генератора 10 соединен с первым входом смесителя 11, а также является четвертым выходом четырехчастотного генератора. Выход ВЧ опорного генератора 12 соединен со вторым входом смесителя 11, а также является третьим выходом четырехчастотного генератора. Выход смесителя 11 соединен со входами фильтров 13 и 14, выходы которых являются соответственно первым и вторым выходами четырехчастотного генератора 1.

Четырехчастотный генератор 1 предназначен для формирования на каждом из четырех выходов следующих сигналов (для упрощения записи амплитудные множители у колебаний опущены):

гетеродинного сигнала (ВЫХ.3):

$$U_1 = \sin(\omega t + \varphi_1), \quad (1)$$

где φ_1 — начальная фаза колебания;

опорного сигнала промежуточной частоты (ВЫХ.4)

$$U_2 = \sin(\Omega t + \varphi_2), \quad (2)$$

где φ_2 — начальная фаза колебания;

сигнального напряжения частоты $(\omega + \Omega)$ (ВЫХ.1)

$$U_3 = \sin[(\omega + \Omega)t + \varphi_+], \quad (3)$$

где $\varphi_+ = \varphi_1 + \varphi_2 + \Delta_1 + \Delta_2$.

Δ_1 — фазовый сдвиг, вносимый смесителем 11;

Δ_2 — фазовый сдвиг, вносимый фильтром 13, настроенным на частоту $(\omega + \Omega)$; сигнального напряжения частоты $(\omega - \Omega)$ (ВЫХ.2)

$$U_4 = \sin[(\omega - \Omega)t + \varphi_-] \quad (4)$$

где $\varphi_- = \varphi_1 - \varphi_2 + \Delta_1 + \Delta_2$;

Δ_3 — фазовый сдвиг, вносимый фильтром 14, настроенным на частоту $(\omega - \Omega)$.

Трехполюсный коммутатор 6 предназначен для подачи на входы испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 сигнальных колебаний вида (3) или (4) в зависимости от состояния коммутатора.

Трехполюсный коммутатор 7 предназначен для подключения ко входу фазометра 9 либо сигнала с выхода испытуемого смесителя 4, либо опорного колебания ПЧ вида (2) с четвертого выхода четырехчастотного генератора 1.

Трехполюсный коммутатор 8 предназначен для подключения ко входу фазометра 9 либо сигнала с выхода вспомогательного смесителя 5, либо опорного колебания ПЧ вида (2) с четвертого выхода четырехчастотного генератора 1.

Заметим, что коммутаторы 6, 7, 8 в зависимости от назначения и условий работы измерительного комплекса, в котором предполагается использовать предложенное устройство, могут быть с электронным или ручным управлением. Предполагается, что коммутаторы 6, 7, 8 не вносят дополнительных фазовых сдвигов (особенно это относится к коммутатору 6, функционирование которого происходит на высокой частоте) в силу симметричности их эквивалентной схемы.

Переменный аттенюатор 3 является дискретным и его коэффициент передачи принимает n дискретных значений, при которых и производятся измерения ФАП смесителя 4.

Переменный фазовращатель 2 предназначен для обеспечения равенства электрической длины тракта формирования первого и второго сигнальных напряжений на входах испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 на частотах $(\omega + \Omega)$ и $(\omega - \Omega)$ с учетом возможной фазочастотной зависимости переменного аттенюатора 3. Перед измерениями электрические длины трактов прохождения первого и второго сигнальных колебаний подстраиваются таким образом, чтобы выполнялось равенство

$$\varphi_+^1 = \varphi_-^1 = \varphi_{тр}, \quad (5)$$

где $\varphi_1^+ = \Delta_3 + \Delta_{\text{атт}}(-)$ и $\varphi_1^- = \Delta_2 + \Delta_{\text{атт}}(-)$, а (6) $\Delta_{\text{атт}}(+)$, $\Delta_{\text{атт}}(-)$ — фазовые сдвиги, вносимые переменным аттенуатором 3 в сигнальные колебания суммарной $(\omega + \Omega)$ и разностной $(\omega - \Omega)$ частот соответственно.

После выравнивания электрических длин трактов на сигнальные входы испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 в зависимости от положения коммутатора 6 поступают напряжения

$$U_4 = \sin [(\omega + \Omega)t + \varphi_1 + \varphi_2 + \Delta_1 + \Delta_{\text{тр}}] \quad (7)$$

$$U_5 = \sin [(\omega - \Omega)t + \varphi_1 - \varphi_2 + \Delta_1 + \Delta_{\text{тр}}] \quad (8)$$

Рассмотрим последовательность выполняемых действий в способе.

При подаче на сигнальные входы испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 напряжения (7) на их выходах формируются колебания промежуточной частоты (ПЧ), фазы которых имеют вид

$$\varphi_{\text{вых1}} = \Omega t + \varphi_2 + \Delta_1 + \varphi_{\text{тр}} + \text{СМФ}_1, \quad (9)$$

$$\varphi_{\text{вых2}} = \Omega t + \varphi_2 + \Delta_1 + \varphi_{\text{тр}} + \text{СМФ}_2, \quad (10)$$

где СМФ_1 и СМФ_2 — фазоамплитудные погрешности испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 при некотором фиксированном положении переменного аттенуатора 3.

При подаче на сигнальные входы испытуемого и вспомогательного смесителей 4 и 5 напряжения (8) фазы ПЧ-колебаний на их выходах имеют вид

$$\varphi_{\text{вых3}} = \Omega t + \varphi_2 - \Delta_1 - \varphi_{\text{тр}} + \text{СМФ}_1, \quad (11)$$

$$\varphi_{\text{вых4}} = \Omega t + \varphi_2 - \Delta_1 - \varphi_{\text{тр}} + \text{СМФ}_2. \quad (12)$$

Измерения фазоамплитудной погрешности испытуемого смесителя 4 производятся следующим образом.

В первом измерении измеряют разность фаз между ПЧ-напряжением с выхода смесителя 4 вида (9) и опорного колебания ПЧ вида (2), при этом коммутатор 6 находится в положении, обеспечивающем прохождение сигнала напряжения (7) на входы обоих смесителей 4 и 5.

Результат Φ_1 первого измерения очевидно равен

$$\Phi_1 = \text{СМФ}_1 + \Delta_1 + \varphi_{\text{тр}}. \quad (13)$$

Затем, не изменяя положения коммутатора 6, измеряют разность фаз Φ_2 между напряжениями ПЧ и выходов испытуемого и вспомогательного смесителей, т.е. разность между выражениями (9) и (10):

$$\Phi_2 = \text{СМФ}_1 - \text{СМФ}_2 \quad (14)$$

Наконец, переключив коммутатор 6 в положение, обеспечивающее прохождение сиг-

нального напряжения вида (8) на входы обоих смесителей, измеряют разность фаз ПЧ-напряжений с выхода вспомогательного смесителя 5 и опорным колебанием ПЧ (2). Результат третьего измерения очевидно равен разности выражений (12) и (2)

$$\Phi_3 = \text{СМФ}_2 - \Delta_1 - \varphi_{\text{тр}}. \quad (15)$$

В этом положении коммутатора 6 можно провести контрольное измерение разности фаз — определить разность выражений (11) и (12), равную (14).

Вычисляя полусумму трех измерений, определяют искомую фазоамплитудную погрешность испытуемого смесителя

$$\text{СМФ}_1 = (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3)/2. \quad (16)$$

Необходимые для проведения измерений положения коммутаторов 7 и 8 очевидны из указания напряжений, разность фаз между которыми измеряется. Видно, что в итоговое соотношение (16) не входит неизвестная погрешность вспомогательного смесителя СМФ_2 , хотя следует отметить, что из выражений (13), (14), (15) может быть также определена и величина СМФ_2 .

Повторяя описанную последовательность действий для следующей точки диапазона амплитуд сигнала, задаваемой переменным аттенуатором 3, получают фазоамплитудную зависимость испытуемого смесителя 4 в виде

$$\text{СМФ}_1 = f(E).$$

Если предельная погрешность фазометра схемы измерения составляет $\pm \Delta_{\text{макс}}$, то можно считать, что погрешность измерения фазоамплитудной погрешности смесителя в одной точке заданного амплитудного диапазона не превышает $\pm 1,73 \Delta_{\text{макс}}$.

При использовании, например, для измерения разности фаз серийного фазометра типа ФК2-29, имеющего предел основной погрешности измерения разности фаз $\pm 0,5^\circ$ в частотном диапазоне до 1000 МГц, пределы погрешности измерения ФАП в предложенном способе равны $\pm 0,87^\circ$.

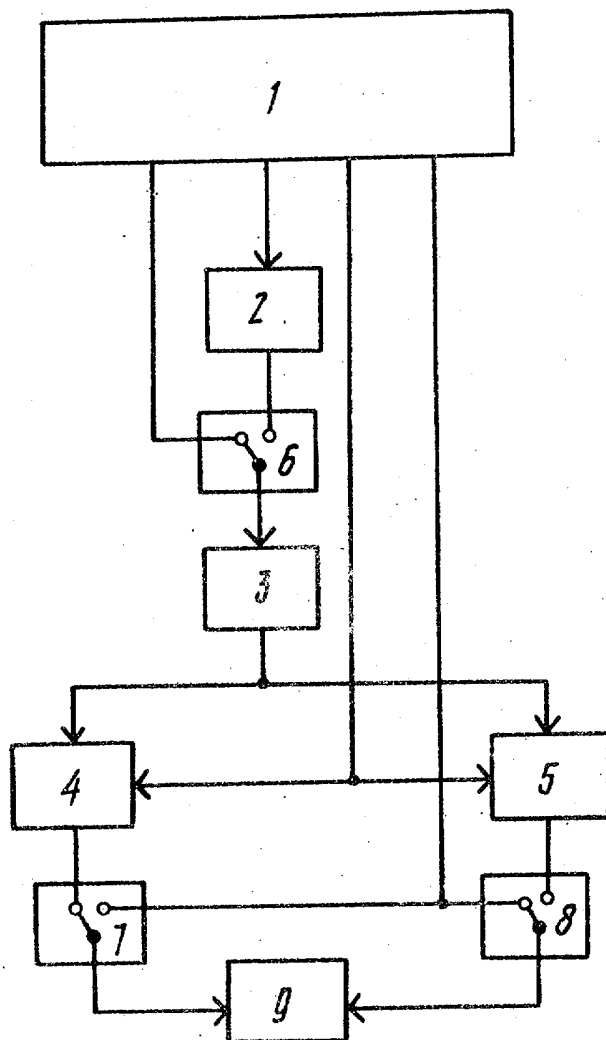
Следует еще раз подчеркнуть, что в предложенном способе собственно измерение разности фаз производится на промежуточной частоте, которая может быть сделана достаточно низкой, а в этом случае, как известно, точностные характеристики фазовых измерений могут быть еще повышены.

В качестве вспомогательного смесителя при реализации предложенного способа может использоваться практически любой смеситель, поскольку к его ФАП не предъявляется никаких требований.

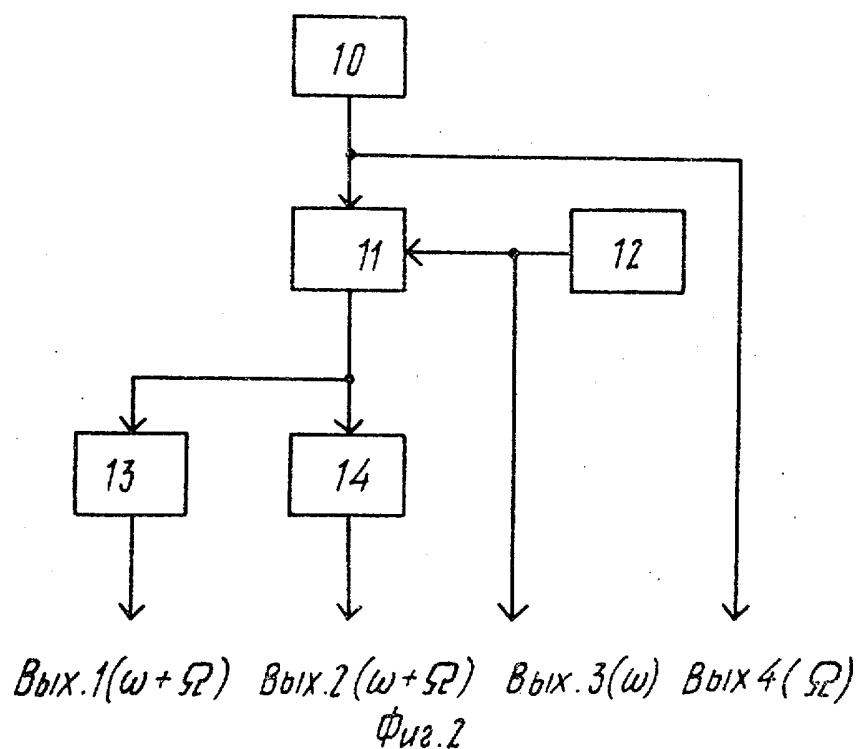
Формула изобретения

Способ определения фазоамплитудной погрешности преобразования частоты, заключающийся в том, что формируют гетеродинное напряжение и первое и второе сигнальные напряжения, частота которых соответственно больше и меньше частоты гетеродинного напряжения на величину промежуточной частоты, изменяют в заданном диапазоне амплитуду сигнальных напряжений, преобразуют первое и второе сигнальные напряжения в измерительном канале на промежуточную частоту с помощью гетеродинного напряжения, а также выполняют вспомогательное преобразование частоты и измеряют разность фаз, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности измерения, дополнительно формируют первое опорное напря-

жение промежуточной частоты, а вспомогательное преобразование частоты производят над гетеродинным напряжением и вторым сигнальным напряжением, в результате чего формируют второе опорное напряжение промежуточной частоты, измеряют разность фаз между выходным напряжением промежуточной частоты измерительного канала и первым опорным напряжением промежуточной частоты, измеряют разность фаз между первым и вторым опорными напряжениями промежуточной частоты, а затем измеряют разность фаз между выходным напряжением промежуточной частоты измерительного канала и вторым опорным напряжением промежуточной частоты, после чего определяют фазоамплитудную погрешность преобразования частоты как полусумму трех упомянутых измерений разности фаз.



Фиг. 1



Редактор М.Самерханова Составитель М.Катанова Корректор О.Ципле
 Техред М.Моргентал

Заказ 3925 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