



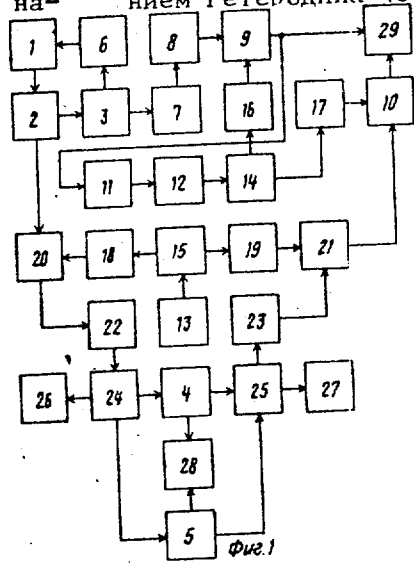
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ВСЕОБЩАЯ
КАТЕГОРИЯ
ПЕРВОИЗобрЕТЕНИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3960970/24-09
- (22) 01.10.85
- (46) 07.12.88. Бюл. № 45
- (72) А.С. Елизаров, В.Д. Тупикин, В.Т. Ревин, В.Т. Васильев, Ю.М. Гулейков и И.Е. Гришукевич
- (53) 621.317.341(088.8)
- (56) Воскресенский Л.И. и др. Антенны и устройства диапазона миллиметровых волн. - Изв. высш. учебн. заведений. Радиоэлектроника, 1985, т. 28, № 2, с. 4-23.
- Андрущенко В.Г. и др. Измерение параметров радиотехнических цепей. - М.: Радио и связь, 1984, с.10.
- (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДНЫХ И ФАЗОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-УСТРОЙСТВ
- (57) Изобретение относится к радиоизмерениям. Цель изобретения - расширение частотного диапазона и увеличение диапазона перестройки частоты исследуемого сигнала. Устройство содержит г-р 1 качающейся частоты, на-

правленные ответвители 2-5, детектор 6, аттенюатор 7, фазовращатель 8, смесители 9 и 10, блок синхронизации 11, гетеродины 12 и 13, делители 14 и 15 мощности, развязывающие эл-ты 16-19, балансные смесители 20 и 21, полосовые фильтры 22 и 23, СВЧ-переключатели 24 и 25, согласованные нагрузки 26 и 27, исследуемое СВЧ-устр-во 28 и индикатор 29. В устр-ве осуществляется обратное преобразование частоты, после чего производится обработка сигналов измерительной информации. В устр-ве используется система автоматической регулировки мощности. Выделение и обработка измерительной информации об амплитудных и фазовых параметрах исследуемого СВЧ-устр-ва 28 осуществляется в индикаторе 29. На его экране производится регистрация измеряемых параметров в цифровой и панорамной формах. Устр-во по п. 2 ф-лы отличается выполнением гетеродина 13. 1 з.п.ф-лы, 3 ил.



(19) **SU** (11) **1442935** **A 1**

Изобретение относится к радиоизмерительной технике СВЧ-диапазона и может быть использовано для измерения модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи СВЧ-устройств миллиметрового диапазона.

Цель изобретения - расширение частотного диапазона и увеличение диапазона перестройки частоты исследуемого сигнала.

На фиг. 1 представлена структурная электрическая схема устройства для измерения амплитудных и фазовых параметров СВЧ-устройств; на фиг. 2 - структурная электрическая схема второго гетеродина; на фиг. 3 - временные диаграммы, поясняющие принцип работы устройства.

Устройство содержит генератор 1 качающейся частоты, первый 2, второй 3, третий 4 и четвертый 5 направленные ответвители, детектор 6, аттенюатор 7, фазовращатель 8, первый 9 и второй 10 смесители, блок 11 синхронизации, первый 12 и второй 13 гетеродины, первый и второй 15 делители мощности, первый 16, второй 17, третий 18 и четвертый 19 развязывающие элементы, первый 20 и второй 21 балансные смесители, первый 22 и второй 23 полосовые фильтры, первый 24 и второй 25 СВЧ-переключатели, первую 26 и вторую 27 согласованные нагрузки, исследуемое СВЧ-устройство 28, индикатор 29. Второй гетеродин содержит первый 30, второй 31 и n-й 32 генераторы СВЧ-сигнала, СВЧ-коммутатор 33, управляющий блок 34.

Устройство работает следующим образом.

Генератор 1 качающейся частоты является источником СВЧ-сигнала сантиметрового диапазона и предназначен для задания полосы качания частоты исследуемого сигнала. Гетеродин 13 является n-канальным источником сигнала миллиметрового диапазона волн. Каждый генератор СВЧ-сигнала настроен на одну фиксированную частоту. Разность частот выходного сигнала каждого СВЧ-генератора равна диапазону перестройки генератора 1 качающейся частоты. Коммутацию выходных сигналов генераторов 30-32 СВЧ-сигнала осуществляет СВЧ-коммутатор 33, управляемый блоком 34. Гетеродин 13 совместно с делителем 15

мощности, развязывающими элементами 18 и 19 и балансными смесителями 20 и 21 представляет собой преобразователь частоты. При этом в балансном смесителе 20 в результате смешивания сигналов генератора 1 качающейся частоты гетеродина 13 образуется в том числе и сигнал суммарной частоты $f_c + f_r$ (f_c - частота сигнала генератора 1 качающейся частоты, f_r - частота сигнала гетеродина), который выделяется с помощью полосового фильтра 22 и поступает в кольцевой измерительный тракт.

На выходе измерительного тракта полосовой фильтр 23 отфильтровывает сигнал суммарной частоты, что необходимо для повышения точности измерения фазовых параметров. В балансном смесителе 21 происходит обратное преобразование частоты. В этом случае на его выходе с помощью последующего тракта передачи сантиметрового диапазона выделяется сигнал разностной частоты $(f_c + f_r) - f_r = f_c$. В результате введения преобразователя частоты появляется возможность заменить синтезатор частот достаточно простыми генераторами качающейся и фиксированных частот.

Принцип образования измерительного сигнала миллиметрового диапазона поясняется фиг. 3., на которой приведены следующие обозначения: $f_{c \text{ мин}}$; $f_{c \text{ макс}}$ - минимальная и максимальная частоты полосы качания генератора 1 качающейся частоты; f_{r1} , f_{r2} , f_{r3} - частоты выходных сигналов генераторов 30-32 СВЧ-сигнала.

Обработку сигналов измерительной информации после обратного преобразования частоты можно вести в более низком сантиметровом диапазоне.

Увеличение диапазона перестройки частоты исследуемого сигнала осуществляется с помощью введения n генераторов 30-32 СВЧ-сигнала миллиметрового диапазона, настроенных на частоты, разность между которыми выбирается равной максимальной частоте качания генератора 1 качающейся частоты. Подключение выходов генераторов 30-32 к входам балансных смесителей 20 и 21 осуществляется управляющим блоком 34 с помощью СВЧ-коммутатора 33. Запуск управляющего блока 34 может осуществляться как оператором, так и по команде блока управления, входящего в

состав генератора 1 качающейся частоты (функциональная связь на фиг. 1 не показана).

Введение развязывающих элементов 18 и 19 способствует повышению точности измерения фазовых параметров СВЧ-устройств, так как они препятствуют проникновению сигналов измерительной информации с входа исследуемого СВЧ-устройства на его выход по цепи гетеродинного сигнала.

Гетеродин 12, делитель 14 мощности, развязывающие элементы 16 и 17, смесители 9 и 10 представляют собой второй преобразователь частоты, служащий для преобразования СВЧ-сигнала сантиметрового диапазона на низкую промежуточную частоту. В результате второго преобразования частоты для выделения и обработки сигналов измерительной информации применен низкочастотный индикатор амплитудных и фазовых параметров. Стабилизация второй промежуточной частоты осуществляется с помощью блока 11 синхронизации, который управляет частотой выходного сигнала гетеродина 12 таким образом, что промежуточная частота на выходе смесителя 9 остается постоянной.

Для уменьшения неравномерности выходного сигнала генератора 1 качающейся частоты применена система автоматической регулировки мощности (АРМ), состоящая из направленного ответвителя 3, детектора 6 и встроенного в генератор 1 качающейся частоты $p-i$ аттенюатора, ослабление сигнала в котором зависит от уровня продетектированного сигнала, поступающего с детектора 6.

Направленный ответвитель 2 служит для создания опорного сигнала. СВЧ-переключатели 24 и 25, направленные ответвители 4 и 5, согласованные нагрузки 26 и 27 представляют собой совместно с исследуемым СВЧ-устройством кольцевой измерительный тракт, который в зависимости от положения СВЧ-переключателей 24 и 25 позволяет измерять амплитудные и фазовые параметры передачи и отражения при прямом и обратном распространении через исследуемое СВЧ-устройство измерительного сигнала. Так, при измерении параметра S_{21} выход полосового фильтра 22 посредством СВЧ-переключателя 24 подключен к входу основного кана-

ла направленного ответвителя 4, а выход основного канала направленного ответвителя 5 подключен к входу согласованной нагрузки 26. Выход вторичного канала направленного ответвителя 5 посредством СВЧ-переключателя 25 подключен к входу полосового фильтра 23, а выход вторичного канала направленного ответвителя 4 - к входу согласованной нагрузки 27.

Аттенюатор 7 и фазовращатель 8 служат для выравнивания амплитуд сигналов в опорном и измерительном каналах и электрических длин опорного и измерительного каналов.

Перед началом измерений производится калибровка устройства. В этом случае вместо исследуемого СВЧ-устройства 28 включается четырехполюсник с единичной матрицей рассеяния

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

СВЧ-переключатели 24 и 25 устанавливаются в положение, при котором обеспечивается измерение параметров передачи. Управляющий блок 34 устанавливается в положение, при котором к выходу СВЧ-коммутатора 33 подключен выход генератора 30 СВЧ-сигнала.

В этом случае с выхода генератора 1 качающейся частоты на вход балансного смесителя 20 поступает измерительный сигнал

$$e(t) = E_m \cos(\omega_c t + \varphi_0), \quad (1)$$

часть которого ответвляется с помощью направленного ответвителя 2. Ответвленный сигнал, пройдя через основной канал направленного ответвителя 3, аттенюатор 7, фазовращатель 8, поступает на вход смесителя 9:

$$e_o(t) = E_m \cdot \beta_{10} \cdot \beta_0 \cos(\omega_c t + \varphi_0 + \varphi_\varphi), \quad (2)$$

где β_{10} - переходное ослабление направленного ответвителя 2;

β_0 - ослабление, вносимое аттенюатором 7;

φ_φ - фазовый сдвиг, вносимый фазовращателем 8.

На второй вход смесителя 9 от гетеродина 12 подается сигнал

$$e_{r1}(t) = E_{r1} \cos(\omega_{r1} t + \varphi_{r1}), \quad (3)$$

где E_{r1} и φ_{r1} - амплитуда и начальная фаза выходного сигнала гетеродина 12.

В результате частотного преобразования на выходе смесителя 9 формируется опорный сигнал промежуточной частоты:

$$e_1(t) = E_{m1p} \beta_{no} \beta_0 \cos[(\omega_c - \omega_{r1})t + \varphi_0 + \varphi_\phi + \varphi_{r1}], \quad (4)$$

где E_{m1p} — амплитуда сигнала разностной частоты.

Этот сигнал поступает на вход опорного канала индикатора 29.

На второй вход балансного смесителя 20 поступает с выхода гетеродина 13 сигнал

$$e_{r2}(t) = E_{r2} \cos(\omega_{r2} t + \varphi_{r2}), \quad (5)$$

где E_{r2} и φ_{r2} — амплитуда и начальная фаза выходного сигнала гетеродина 13.

В результате частотного преобразователя сигнала (1) в балансном смесителе 20 на его выходе с помощью полосового фильтра 22 выделяется сигнал суммарной частоты

$$e_2(t) = E_{m1c} \cos[(\omega_c + \omega_{r2})t + \varphi_0 + \varphi_{r2}], \quad (6)$$

где E_{m1c} — амплитуда сигнала суммарной частоты, который после прохождения четырехполюсника с единичной матрицей рассеяния получает дополнительный фазовый сдвиг φ_k , обусловленный электрической длиной кольцевого измерительного тракта, при этом сигнал, поступающий на вход балансного смесителя 21 описывается выражением

$$e_3(t) = E_{m1c} \cos[(\omega_c + \omega_{r2})t + \varphi_0 + \varphi_{r2} + \varphi_k]. \quad (7)$$

В результате преобразования частоты сигнала (7) в балансном смесителе 21 на его выходе присутствует сигнал разностной частоты, выделяемый последующим трактом передачи:

$$e_4(t) = E_{m2p} \cos(\omega_c t + \varphi_0 + \varphi_k) \quad (8)$$

После преобразования частоты сигнала (8) с помощью смесителя 10 на вход измерительного канала индикатора 29 поступает сигнал

$$e_5(t) = E_{m2p} \cos[(\omega_c - \varphi_{r1})t + \varphi_0 + \varphi_k + \varphi_{r1}]. \quad (9)$$

Регулировкой ослабления аттенюатора 7 добиваются равенства амплитуд сигналов (4) и (9), поступающих на входы опорного и измерительного каналов индикатора 29:

$$E_{m1p} \beta_{no} \beta_0 = E_{m2p},$$

а регулировкой вносимого фазовращателем 8 фазового сдвига добиваются равенства

$$\varphi_0 + \varphi_\phi + \varphi_{r1} = \varphi_0 + \varphi_k + \varphi_{r1},$$

или

$$\varphi_\phi = \varphi_k.$$

Процесс калибровки по параметрам отражения осуществляется аналогичным образом.

В процессе измерения амплитудных и фазовых параметров вместо четырехполюсника в измерительный тракт включается исследуемое СВЧ-устройство. В этом случае на вход измерительного канала индикатора 29 поступает сигнал

$$e_4^t(t) = E_{m2p} \beta_x \cos[(\omega_c - \omega_{r1})t + \varphi_0 + \varphi_x + \varphi_{r1}], \quad (10)$$

где β_x и φ_x — ослабление и фазовый сдвиг, вносимые исследуемым СВЧ-устройством.

Выделение и обработка измерительной информации об амплитудных и фазовых параметрах исследуемого СВЧ-устройства осуществляется в индикаторе 29. Регистрация измеряемых параметров производится на экране индикатора в цифровой и панорамной формах.

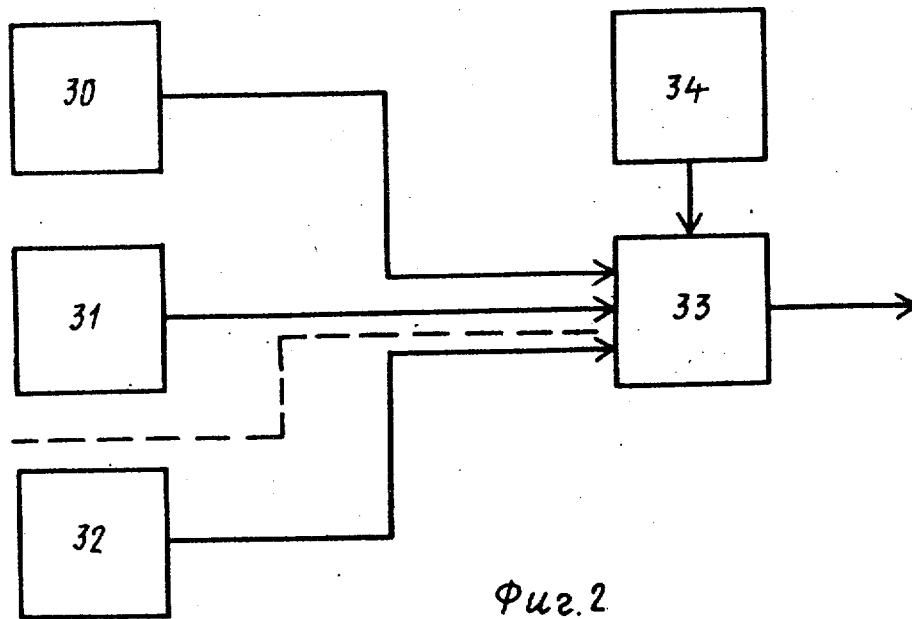
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Устройство для измерения амплитудных и фазовых параметров СВЧ-устройств, содержащее последовательно соединенные генератор, качающейся частоты, первый направленный ответвитель, второй направленный ответвитель и детектор; выход которого подключен к входу генератора качающейся частоты, последовательно соединенные блок синхронизации, первый гетеродин, первый делитель мощности, первый развязывающий элемент, первый смеситель и индикатор, второй вход которого через последовательно соединенные второй смеситель и второй развязывающий

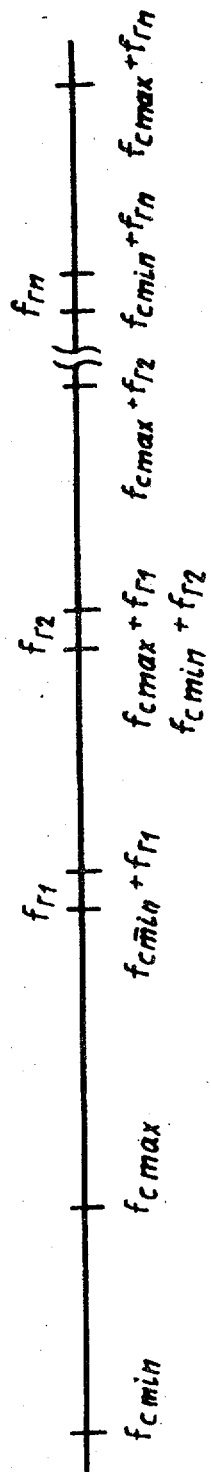
элемент подключен к второму выводу первого делителя мощности, выход первого смесителя подключен к входу блока синхронизации, последовательно соединенные первый СВЧ-переключатель, третий направленный ответвитель, второй СВЧ-переключатель и первая согласованная нагрузка, второй выход первого СВЧ-переключателя подключен к второй согласованной нагрузке, а третий выход через четвертый направленный ответвитель - к второму входу второго СВЧ- переключателя, второй выход третьего направленного ответ- 15 вителя и второй выход четвертого направленного являются входами для подключения исследуемого СВЧ-устройства, отличающееся тем, что, с целью расширения частотного диа- 20 пазона, введены последовательно соединенные аттенкуатор и фазовращатель, выход которого соединен с вторым входом первого смесителя, вход аттенкуатора - с вторым выходом второго направленного ответвителя, последо- 25 вательно соединенные первый полосовой фильтр, первый балансный смеситель,

третий развязывающий элемент, второй делитель мощности, четвертый развя- зывающий элемент, второй балансный смеситель и второй полосовой фильтр, вход которого соединен с вторым вы- ходом второго СВЧ-переключателя, вы- ход первого полосового фильтра соеди- 10 нен с входом первого СВЧ-переключа- теля, вход второго делителя мощности соединен с выходом введенного второго гетеродина, второй вход первого ба- лансного смесителя соединен с вторым выходом первого направленного ответ- вителя, выход второго балансного сме- 15 сителя соединен с вторым входом вто- рого смесителя.

2. Устройство по п. 1, от ли- 20 ч а ю щ е е с я тем, что, с целью увеличения диапазона перестройки частоты исследуемого сигнала, второй гетеродин состоит из n генераторов СВЧ-сигнала, выходы которых подклю- 25 чены к входам СВЧ-коммутатора, управля- ющим выходом соединенного с управля- ющим блоком, выход СВЧ-коммутатора является выходом второго гетеродина.



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор Е. Папп Составитель В. Рабинович Корректор Э. Лончакова
 Техред Л. Олийных

Заказ 6381/43

Тираж 772

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4