



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4052921/24-09

(22) 19.02.86

(46) 30.06.88. Бюл. № 24

(71) Минский радиотехнический институт

(72) А.М.Шварцман, А.С.Елизаров,
А.М.Кострикин и А.А.Шварцман

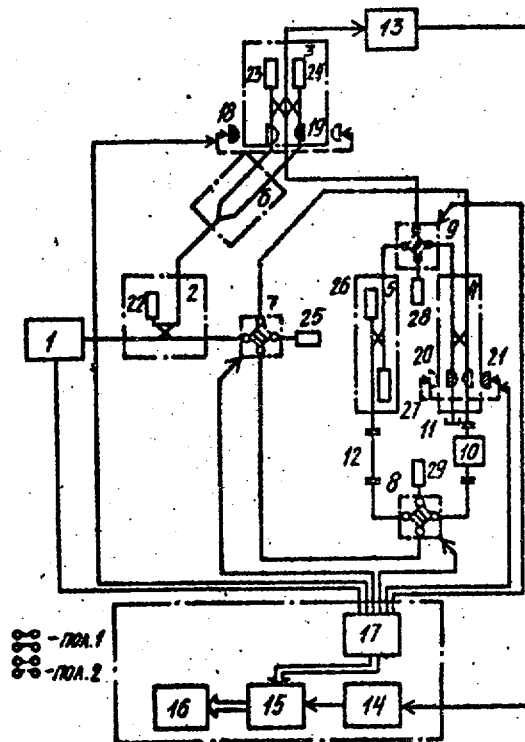
(53) 621.317.341(088.8)

(56) Грищенко С.В. Установка измерения параметров многоканальных СВЧ устройств. Электронная техника, сер. электроника, СВЧ, вып. 6(34.2), 1982, с. 54-55.

Авторское свидетельство СССР
№ 1163281, кл. G 01 R 27/06, 1985.

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ

(57) Изобретение относится к измерительной технике СВЧ-диапазона. Цель изобретения - сокращение времени измерений модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи. Устр-во содержит генератор 1, направленные ответвители 2,3,4, делитель мощности 6, исследуемое устройство 10, короткозамыкатель 11, детектор 13, усилитель 14, блок обработки информации 15, индикатор 16, формирователь управляющих сигналов 17, первые и вторые аттенуаторные пластины



18, 19, 20, 21 с первым и вторым узлом переключения, согласованные нагрузки 22-29. За счет введения дополнительного направленного ответвителя 5, управляемых переключателей 7, 8, 9 каналов и отрезка регулярного волновода 12 и новых функциональных связей добиваются цели изобретения. В каждой фиксированной точке

рабочего диапазона частот измерителя, которая устанавливается при подаче соответствующего управляющего сигнала с формирователя управляющих сигналов 17, измерение включает в себя двенадцать режимов. Каждый из режимов устанавливается при подаче управляющих сигналов на переключатели 7-9 и первый и второй узлы. 1 ил.

1

Изобретение относится к измерительной технике СВЧ диапазона и может быть использовано для измерения комплексных коэффициентов отражения и передачи в волноводных трактах миллиметрового диапазона волн.

Цель изобретения - сокращение времени измерений модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи.

На чертеже приведена структурная электрическая схема предлагаемого измерителя комплексных коэффициентов отражения и передачи.

Измеритель комплексных коэффициентов отражения и передачи содержит генератор 1, первый, второй, третий, четвертый и направленные ответвители 2 - 5, делитель 6 мощности, первый, второй, третий управляемые переключатели 7 - 9 каналов, исследуемое устройство 10, короткозамыкатель 11, отрезок регулярного волновода 12, детектор 13, усилитель 14, блок 15 обработки информации, индикатор 16, формирователь 17 управляющих сигналов, первые и вторые attenuаторные пластины 18 - 21 с первым и вторым узлом переключения, согласованные нагрузки 22-29.

Измеритель работает следующим образом.

В каждой фиксированной точке рабочего диапазона частот измерителя, которая устанавливается при подаче соответствующего управляющего сигнала с формирователя 17 управляющих сигналов, измерение включает в себя двенадцать режимов. Каждый из режимов устанавливается при подаче управляющих сигналов на переключатели 7-9 и первый и второй узлы.

2

В режим I (переключатели 7 и 9 находятся в положениях I, переключатель 8 - в положении II, первая, вторая четвертая attenuаторные пластины 18, 19 и 21 введены в волноводы, третья 20 - выведена) на детектор 13 поступает СВЧ сигнал, прошедший от генератора 1 через первый и третий, направленные ответвители 2 и 4 и основной тракт второго направленного ответвителя 3 с учетом отражения от короткозамыкателя 11. После квадратичного детектирования и усиления получим напряжение на входе блока 15 обработки информации

$$U_1 = K \cdot |\dot{p}_{k3}|^2 \cdot |\dot{a}_1|^2 = K \cdot |\dot{a}_1|^2,$$

где K - коэффициент передачи при детектировании усиления;
 \dot{p}_{k3} - комплексный коэффициент отражения короткозамыкателя.

В режимах II-VI переключатели 7-9 находятся в тех же положениях, что и в режиме I.

В режиме II (attenuаторные пластины 18 - 20 введены в волноводы, - 21 выведена) на детектор 13 поступает СВЧ сигнал, который с учетом отражения от входа исследуемого устройства 10 будет иметь следующее значение:

$$U_2 = K \cdot |\dot{S}_{11}|^2 \cdot |\dot{a}_1|^2,$$

где \dot{S}_{11} - комплексный коэффициент отражения входа исследуемого устройства 10.

В режиме III (attenuаторные пластины 18 и 21 введены в волноводы, пластины 19 и 20 выведены) наряду

с сигналом $\dot{p}_{k3} \dot{a}_1$, на детектор 13 поступает сигнал \dot{a}_2 от генератора 1 через первый направленный ответвитель 2, делитель 6 мощности и первый вторичный тракт второго направленного ответвителя 3. После детектирования и усиления с учетом, что $\arg(\dot{p}_{k3}) = \pi$ на выходе усилителя 14 образуется сигнал

$$U_3 = K |\dot{p}_{k3} \dot{a}_1 + \dot{a}_2|^2 = K (|\dot{a}_1|^2 + |\dot{a}_2|^2 - 2|\dot{a}_1||\dot{a}_2| \cos \varphi'_0),$$

где φ'_0 - сдвиг фаз сигналов \dot{a}_2 и \dot{a}_1 .

В режиме IV (аттенюаторные пластины 18 и 19 введены в волноводы, а - 18 и 20 выведены) наряду с сигналом $\dot{p}_{k3} \dot{a}_1$, на детектор 13 поступает сигнал $-\dot{a}_2$, так как первый и второй вторичные тракты второго направленного ответвителя 3 расположены относительно основного тракта таким образом, что обеспечивается сдвиг фазы их сигналов на π при равенстве амплитуд. Следовательно,

$$U_4 = K |\dot{p}_{k3} \dot{a}_1 - \dot{a}_2|^2 = K (|\dot{a}_1|^2 + |\dot{a}_2|^2 + 2|\dot{a}_1||\dot{a}_2| \cos \varphi).$$

В режимах V (аттенюаторные пластины 18 и 20 введены в волноводы, а - 19 и 21 выведены) и VI (аттенюаторные пластины 19 и 20 введены в волноводы, пластины 18 и 19 выведены)

$$U_5 = K |\dot{S}_{11} \dot{a}_1 + \dot{a}_2|^2 = K [|\dot{S}_{11}|^2 |\dot{a}_1|^2 + |\dot{a}_2|^2 + 2|\dot{S}_{11}||\dot{a}_1||\dot{a}_2| \cos(\varphi_{11} + \varphi'_0)];$$

$$U_6 = K |\dot{S}_{11} \dot{a}_1 - \dot{a}_2|^2 = K [|\dot{S}_{11}|^2 |\dot{a}_1|^2 + |\dot{a}_2|^2 - 2|\dot{S}_{11}||\dot{a}_1||\dot{a}_2| \cos(\varphi_{11} + \varphi'_0)],$$

где $\varphi_{11} = \arg(\dot{S}_{11})$ - фаза комплексного коэффициента отражения исследуемого устройства 10.

В режиме VII (переключатели 7-9 находятся в положениях II, аттенюаторные пластины 18-21 введены в волноводы) на детектор 13 поступает СВЧ сигнал, прошедший через первый 2 направленный ответвитель, четвертый 5 направленный ответвитель и основной тракт второго 3 направленного ответвителя, который с учетом прохождения через отрезок регулярного волно-

вода 12 одинаковой длины с исследуемым устройством 10 и параметрами

$|\dot{\alpha}_{08}| = 1$ $\arg(\dot{\alpha}_{08}) = \frac{2\pi l}{\lambda}$ после детектирования и усиления будет иметь вид

$$U_7 = K |\dot{\alpha}_{08}|^2 |\dot{a}_3|^2 = K |\dot{a}_3|^2.$$

В режимах VIII и IX переключатели 7-9 находятся в тех же положениях, что и в режиме VII. В режимах VIII (аттенюаторные пластины 18, 20 и 21 введены в волноводы, а пластина 19 выведена) и IX (аттенюаторные пластины 19-21 введены в волноводы, пластина 18 выведена) с учетом дополнительных сигналов \dot{a}_2 и $-\dot{a}_2$ соответственно получим

$$U_8 = K |\dot{\alpha}_{08} \cdot \dot{a}_3 + \dot{a}_2|^2 = K [|\dot{a}_3|^2 + |\dot{a}_2|^2 + 2|\dot{a}_2||\dot{a}_3| \cos(\varphi_{08} + \varphi''_0)];$$

$$U_9 = K |\dot{\alpha}_{08} \cdot \dot{a}_3 - \dot{a}_2|^2 = K [|\dot{a}_3|^2 + |\dot{a}_2|^2 - 2|\dot{a}_2||\dot{a}_3| \cos(\varphi_{08} + \varphi''_0)],$$

где $\varphi_{08} = \arg(\dot{\alpha}_{08}) = \frac{2\pi l}{\lambda}$;

φ''_0 - сдвиг фаз сигналов \dot{a}_2 и \dot{a}_3 .

В режимах X-XII переключатели 8 и 9 находятся в положении I, переключатель 7 - в положении II. В режимах X (аттенюаторные пластины 18 - 20 введены в волноводы, пластина 21 выведена), XI (аттенюаторные пластины 18 и 20 введены в волноводы, 19 и 21 выведены), XII (аттенюаторные пластины 19 и 20 введены в волноводы, 18 и 21 выведены) получим

$$U_{10} = K |\dot{S}_{12}|^2 |\dot{a}_3|^2;$$

$$U_{11} = K |\dot{S}_{12} \dot{a}_3 + \dot{a}_2|^2 = K [|\dot{S}_{12}|^2 |\dot{a}_3|^2 + |\dot{a}_2|^2 + 2|\dot{S}_{12}||\dot{a}_2||\dot{a}_3| \cos(\varphi_{12} + \varphi''_0)];$$

$$U_{12} = K |\dot{S}_{12} \dot{a}_3 - \dot{a}_2|^2 = K [|\dot{S}_{12}|^2 |\dot{a}_3|^2 + |\dot{a}_2|^2 - 2|\dot{S}_{12}||\dot{a}_2||\dot{a}_3| \cos(\varphi_{12} + \varphi''_0)],$$

где \dot{S}_{12} - комплексный коэффициент передачи исследуемого устройства 10 в обратном направлении;

$\varphi_{12} = \arg(\dot{S}_{12})$ - фаза комплексного коэффициента передачи исследуемого устройства 10 в обратном направлении.

Модули и фазы комплексного коэффициента отражения \dot{S}_{11} и комплексного коэффициента передачи \dot{S}_{12} определя-

ются из системы уравнений (1)-(12) по значениям U_1-U_{12} , а именно

$$|\dot{S}_{11}| = \sqrt{\frac{U_2}{U_1}};$$

$$\varphi_{11} = \arccos \frac{U_5 - U_6}{\sqrt{8U_2(U_5 + U_6 - 2U_2)}} -$$

$$- \arccos \frac{U_4 - U_3}{\sqrt{8U_1(U_3 + U_4 - 2U_1)}};$$

$$|\dot{S}_{12}| = \sqrt{\frac{U_{10}}{U_7}};$$

$$\varphi_{12} = \arccos \frac{U_{11} - U_{12}}{\sqrt{8U_{10}(U_{11} + U_{12} - 2U_{10})}} -$$

$$- \arccos \frac{U_1 - U_2}{\sqrt{8U_7(U_8 + U_9 - 2U_7)}} + \frac{2\pi l}{\lambda}.$$

Для определения модулей и фаз комплексного коэффициента отражения выхода исследуемого устройства $10 \dot{S}_{11}$ и комплексного коэффициента передачи в прямом направлении \dot{S}_{12} необходимо исследуемое устройство 10 переориентировать и осуществить измерения аналогично приведенному алгоритму.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Измеритель комплексных коэффициентов отражения и передачи, содержащий генератор, первый, второй и третий направленный ответвители, делитель мощности, последовательно соединенные детектор, усилитель, блок обработки информации и индикатор, формирователь управляющих сигналов, причем к выходу генератора подключен вход основного тракта первого направленного ответвителя, первые выходы вторичных трактов первого и второго направленных ответвителей соединены с согласованными нагрузками, причем второй направленный ответвитель имеет два вторичных тракта с возможностью одновременного или попеременного введения в них со стороны их входов первой, второй аттенуаторных пластин, с помощью узлов переключения, второй выход вторичного тракта первого направленного ответвителя соединен с входом делителя мощности, к выходам которого подключены вторые выходы вторичных трактов вто-

рого направленного ответвителя, выход основного тракта которого подключен к детектору, к первым выходам основного и вторичного трактов третьего направленного ответвителя подключены вход исследуемого СВЧ-устройства и короткозамкатель соответственно, перед которыми установлены с возможностью поочередного введения третья и четвертая аттенуаторные пластины с узлами переключения, первый, второй и третий выходы формирователя управляющих сигналов соединены с управляющими входами генератора и первым и вторым узлами переключения, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью сокращения времени измерений модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи, в него введены первый, второй, третий управляемые переключатели, четвертый направленный ответвитель и отрезок регулярного волновода, причем первый управляемый переключатель своими первым и вторым выходами соединен соответственно с первым входом второго управляемого переключателя и входом основного тракта третьего направленного ответвителя, а своим первым входом - с выходом основного тракта первого направленного ответвителя, второй управляемый переключатель первым выходом соединен через отрезок регулярного волновода с входом основного тракта четвертого направленного ответвителя, а вторым входом подключен к выходу исследуемого устройства, третий управляемый переключатель своими первым и вторым входами подключен соответственно к вторым выходам вторичных трактов третьего и четвертого направленных ответвителей, а своим первым выходом соединен с входом основного тракта второго направленного ответвителя, при этом вторые выходы первого, второго, третьего управляемых переключателей, выход основного тракта и второй выход вторичного тракта четвертого направленного ответвителя соединены с согласованными нагрузками, а дополнительные четвертый, пятый и шестой выходы формирователя управляющих сигналов соединены с управляющими входами первого, второго и третьего управляемых переключателей.