



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44743 (13) C2

(51) 6 G01R27/04, G01R27/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) АВТОМАТИЗОВАНИЙ Р-І-Н-ДІОДНИЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧНИЙ ВІМІРЮВАЧ S-ПАРАМЕТРІВ СВЧ-ПРИСТРОЇВ

1

2

(21) 97052373

(22) 05 05 1997

(24) 15 03 2002

(46) 15 03 2002, Бюл. № 3, 2002 р

(72) Євстигнієв Максим Павлович

(73) Севастопольський державний технічний
університет

(56) 1 Фрадин А З, Рыжков Е В Измерение параметров антенно-фидерных устройств, М. Связь и радио, 1962, глава 5, с. 120-145

2 Фрадин А З, Рыжков Е В Измерение параметров антенно-фидерных устройств М. Связь и радио 1962, глава 5, с. 151-153

3 Авт. свид. СССР № 1659903, М. кл. G01R 27/04, 1991

4 Авт. Свид. СССР № 1755214, М. кл. G01R 27/04, 1992

(57) Автоматизированный р-п-диодный рефлектометрический измеритель S-параметров СВЧ-

устройства, содержащий генератор СВЧ, двухканальный согласованный детектор, индикаторное устройство, исследуемый двухполюсник или четырехполюсник, согласованные нагрузки и отрезок регулярного волновода, отличающийся тем, что в него введен Y-циркулятор, к первому плечу которого подключен генератор СВЧ и первый вход детектора, в щелях которого расположены р-п-диоды, ко второму плечу подключена первая согласованная нагрузка в режиме измерения коэффициента передачи (или исследуемый двухполюсник в режиме измерения коэффициента отражения), к третьему плечу - вход исследуемого четырехполюсника в режиме измерения коэффициента передачи (или отрезок регулярного волновода в режиме измерения коэффициента отражения), выход которого соединен со вторым входом детектора и второй согласованной нагрузкой

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для измерения S-параметров в автоматических измерительных системах и приборах СВЧ-диапазона

Известны рефлектометрические измерители коэффициента отражения [1], содержащие генератор, два направленных ответвителя, исследуемый элемент и индикаторное устройство (измеритель отношения). Один направленный ответвитель ориентирован на падающую волну, другой - на отраженную. Отношение сигналов с детекторов, подсоединенных к направленным ответвителям, равно квадрату модуля коэффициента отражения. Таким образом, по результатам измерения определяется модуль коэффициента отражения. Недостатком измерителя являются большие габаритные размеры и невозможность определить фазу коэффициента отражения. Известен измеритель коэффициента передачи [1], построенный по тому же принципу на основе двух направленных ответвителей, один из которых ориентирован на падающую волну, другой - на прошедшую через исследуемый элемент. Недос-

татком измерителя являются большие габариты и невозможность измерения фазы коэффициента передачи. Известен рефлектометрический измеритель модуля и фазы коэффициента отражения - импедометр Парцена [2]. Рефлектометр состоит из двунаправленных ответвителей, один из которых позволяет измерять напряжение падающей волны, другой - напряжение отраженной волны и ненаправленного ответвителя (зонда), измеряющего полное напряжение в волноводе. Эти три напряжения позволяют определить модуль и фазу коэффициента отражения. Недостатком измерителя является большое различие амплитудно-частотных характеристик детекторов зонда и направленных ответвителей, а также габаритные размеры.

Наиболее близким техническим решением к изобретению (прототипом) является рефлектометрический измеритель S-параметров [3]. Измеритель состоит из двух направленных ответвителей, двух переменных аттенуаторов, двухканального согласованного детектора, вспомогательного отрезка регулярного волновода,

(13) C2

(11) 44743

(19) UA

образцовой нагрузки, состоящей из переменного аттенюатора и подвижного короткозамыкателя. Показания переменных аттенюаторов несут в себе информацию о модуле и фазе коэффициентов отражения или передачи. Недостатком измерителя являются большие габаритные размеры, масса волноводного тракта, а также наличие перестраиваемых аттенюаторов, что делает невозможным автоматизировать процесс измерений.

Технической задачей изобретения является значительное уменьшение габаритов и массы волноводного тракта и автоматизация процесса измерения S-параметров.

Для этого в рефлектометрический измеритель S-параметров вместо двух направленных ответвителей, переменных аттенюаторов и подвижного короткозамыкателя введен Y-циркулятор, к первому плечу которого подключается генератор СВЧ и первый вход детектора, ко второму плечу – исследуемый двухполюсник в режиме измерения коэффициента отражения, либо согласованная нагрузка в режиме измерения коэффициента передачи, к третьему плечу – вход исследуемого четырехполюсника в режиме измерения коэффициента передачи, либо отрезок регулярного волновода – в режиме измерения коэффициента отражения, к выходу которого подключается второй вход детектора и согласованная нагрузка. В щелях детектора расположены р-и-п-диоды.

По сравнению с известным устройством (прототипом) заявляемый измеритель проявляет новые технические свойства, заключающиеся в существенном уменьшении габаритов и массы волноводного тракта, особенно в длинноволновой части сантиметрового диапазона, где размер используемых направленных ответвителей достигает многих десятков сантиметров, а также в работе без дополнительных подстроек и калибровок в широкой полосе частот, что позволяет автоматизировать процесс измерения S-параметров. Возможность уменьшения габаритов и массы измерителя и автоматизации процесса измерения позволяет сделать вывод о более высоких потребительских свойствах заявляемого измерителя.

На чертеже приведена функциональная схема измерителя S-параметров.

Автоматизированный рпн-диодный рефлектометрический измеритель S-параметров содержит генератор 1 СВЧ, Y-циркулятор 2, согласованные нагрузки 3, 7, исследуемый двухполюсник 4, исследуемый четырехполюсник 5, отрезок регулярного волновода 6, двухканальный р-и-п-диодный согласованный детектор 8, индикаторное устройство 9, 21, 22, 23 – плечи Y-циркулятора.

Измеритель S-параметров работает следующим образом.

В режиме измерения модуля и фазы комплексного коэффициента передачи второе плечо 22 Y-циркулятора нагружается согласованной нагрузкой. Исследуемый четырехполюсник включается в третье плечо циркулятора. Циркулятор пропускает поле по часовой стрелке. Измерения проводятся в три этапа, на каждом из которых на

рпн-диоды подаются управляющие напряжения так, что щель может быть разомкнута (щель открыта) и замкнута (щель закрыта).

1 Щель 1' открыта, щель 2' закрыта.

Сигнал на детекторе представляет собой частично ответвленный через щель 1' сигнал от генератора.

$$U_1 = k \cdot E_r^2$$

где K – коэффициент пропорциональности, E_r – сигнал от генератора.

2 Щель 1' закрыта, щель 2' открыта.

Сигнал на детекторе возбуждается прошедшей через исследуемый четырехполюсник волной. При этом отраженный от него сигнал поглощается в согласованной нагрузке.

$$U_2 = k \cdot E_r^2 \cdot K_x^2$$

где K_x – модуль коэффициента передачи исследуемого четырехполюсника.

3 Обе щели открыты.

Сигнал на детекторе является результатом интерференции падающей и прошедшей волны.

$$U_3 = k \cdot E_r^2 \cdot (1 + K_x^2 + 2 \cdot K_x \cdot \cos \varphi_x)$$

где φ_x – фаза коэффициента передачи.

Сигналы с детекторной головки обрабатываются в индикаторном устройстве.

$$K_x = \sqrt{\frac{U_2}{U_1}} \quad \varphi_x = \arccos \left(\frac{\frac{U_3}{U_1} - 1 - \frac{U_2}{U_1}}{2 \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}} \right)$$

В режиме измерения модуля и фазы коэффициента отражения Y-циркулятор переворачивается, т.е. плечи 22 и 23 меняются местами (циркулятор работает в направлении против часовой стрелки). К третьему плечу 23 подключается исследуемый двухполюсник (вместо согласованной нагрузки), ко второму плечу 22 – отрезок регулярного волновода (вместо четырехполюсника). Измерения также проводятся в три этапа.

1 Щель 1' открыта, щель 2' закрыта.

$$U_1 = k \cdot E_r^2$$

2 Щель 1' закрыта, щель 2' открыта.

$$U_2 = k \cdot E_r^2 \cdot \Gamma_x^2$$

3 Обе щели открыты.

$$U_3 = k \cdot E_r^2 \cdot (1 + \Gamma_x^2 + 2 \cdot \Gamma_x \cdot \cos \psi_x)$$

где Γ_x , ψ_x – модуль и фаза коэффициента отражения.

$$\Gamma_x = \sqrt{\frac{U_2}{U_1}} \quad \psi_x = \arccos \left(\frac{\frac{U_3}{U_1} - 1 - \frac{U_2}{U_1}}{2 \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}} \right)$$

Таким образом, заявленное устройство позволяет существенно уменьшить габариты и массу прибора, дает возможность автоматизировать процесс измерения S-параметров, причем индикаторное устройство выполняет абсолютно идентичную обработку как в режиме измерения коэффициента передачи, так и в режиме измерения коэффициента отражения.

