

МНОГООКТАВНЫЕ УСТРОЙСТВА СВЧ ДИАПАЗОНА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ПАДАЮЩЕЙ И ОТРАЖЕННОЙ МОЩНОСТЕЙ

Андронов Е. В., Гошин Г. Г., Морозов О. Ю., Фатеев А. В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050, Россия

тел. +7 (3822) 701518, e-mail: goshingg@svch.rk.tusur.ru

Научно-производственная фирма «Микран»

г. Томск, ул. Вершинина, 47, 634034, Россия

тел. +7 (3822) 900040, e-mail: andronov@micran.ru

Аннотация — Проведена разработка и моделирование многооктавных устройств для разделения падающих и отраженных волн СВЧ диапазона в коаксиальных трактах. Изготовлены и экспериментально исследованы опытные образцы. Расчетные и экспериментальные частотные характеристики и параметры устройств находятся в хорошем согласии.

I. Введение

Для того чтобы измерить значение коэффициента отражения от исследуемого объекта, необходимо разделять падающую и отраженную от объекта мощности. Их разделение происходит с помощью направленных устройств, значение направленности которых определяет аппаратную погрешность измерительных приборов. К подобным устройствам относятся направленные ответвители и мосты. В данной работе рассмотрены направленные мосты, являющиеся основным элементом датчиков КСВН. Последние применяются в комплекте с измерителями модулей коэффициентов передачи и отражения типа P2.

Цель работы заключается в разработке и исследовании датчиков КСВН для использования в составе скалярных измерителей параметров цепей, серийно выпускаемых ЗАО «НПФ «Микран» [1].

II. Основная часть

Датчики КСВН предназначены для формирования сигналов, пропорциональных коэффициенту отражения от исследуемого объекта в сечении измерительного соединителя. Принципиальная схема датчика КСВН с направленным мостом приведена на рис.1 [2]. Физически датчик КСВН объединяет в себе такие устройства, как мост с высокой направленностью, основной частью которого является делитель, находящийся между точками 1,2 и 3, высокочувствительный детектор и эталонную прецизионную нагрузку.

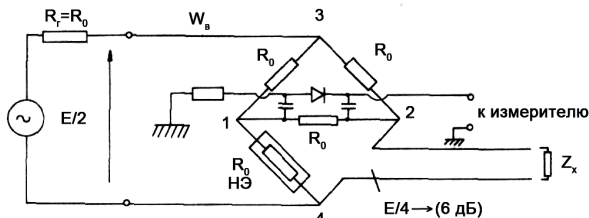


Рис. 1. Принципиальная схема датчика КСВН.

Fig. 1. Circuit diagram of VSWR sensor

При подключении к мосту в точках 2 и 4 измеряемого объекта с импедансом $Z_x \neq R_0$ в диагонали моста формируется сигнал, пропорциональный коэффициенту отражения, амплитуда которого равна $E_{12} = \frac{E}{8} \cdot \frac{Z_x - R_0}{Z_x + R_0}$. Формирование данного сигнала

происходит за счет сравнения сигнала, отраженного от внутренней эталонной нагрузки, с сигналом, отраженным от исследуемого объекта. При этом сопротивления, включенные между точками 1-3 и 3-2, должны быть идентичны и равны $W_B = R_0$. Сформированный сигнал детектируется на встроенном в диагональ моста детекторе и для дальнейшей обработки поступает на вход измерителя.

Характеристики направленного моста, определяющие его погрешность, будут зависеть от точности выполнения резисторов, от качества НЭ, от согласования входов. Диапазонность моста определяется диапазонностью входящих в его схему элементов: отрезков линий передачи, резисторов, эталонной нагрузки, диода, соединителей.

Делитель мощности с целью достижения высокой точности изготовления резисторов выполняется по печатной технологии. Его топология показана на рис.2. На плате делителя также собирается схема высокочувствительного широкополосного детектора. Плата фиксируется тремя центральными проводниками подводящего коаксиального тракта. Эталонная нагрузка представляет собой поверхностную нагрузку [3], которая является внешней по отношению к камере делителя и выполняется в отдельном корпусе с фланцевым коаксиальным разъемом. Входной и измерительный разъемы подсоединяются к корпусу устройства посредством фланцевых соединителей.

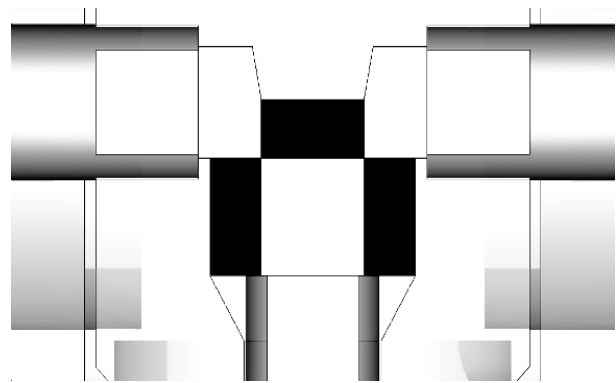


Рис. 2. Топология делителя мощности.

Fig. 2. Power divider topology

Моделирование делителя с подводящим трактом и эталонной нагрузкой велось с помощью системы автоматизированного проектирования. При моделировании не учитывалось влияние области платы, на которой находился детектор. Однако такое упрощение оказалось оправданным и не привело к заметному расхождению с экспериментом. Внешний вид одного из выпускаемых датчиков для тракта 3,5/1,52 мм приведен на рис.3.



Рис. 3. Внешний вид датчика.

Fig. 3. VSWR sensor appearance

На основе разработанного датчика в тракте 3,5/1,52 мм был разработан датчик для тракта сечением 7/3,04 мм. Для этого в подводящих коаксиальных соединителях сечением 7/3,04 мм и нагрузке был выполнен согласованный ступенчатый переход на тракт 3,5/1,52 мм [3, 4], что позволило не меняя корпус и камеру делителя в сжатые сроки создать новый датчик с теми же параметрами. Эталонная нагрузка также подверглась переработке. Экспериментальный образец второго датчика показал параметры, не уступающие параметрам первого образца. Эти параметры приведены в таблице 1.

Табл. 1. Измеренные параметры устройств

Table 1. Measured parameters of the device

Модель	Частотный диапазон, ГГц	Направленность, не хуже, дБ	Предел допустимой погрешности измерения коэффициента отражения
ДК4-18	0,01 – 18	35	$\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$
ДК4-20	0,01 – 20	35	$\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$

В таблице: Γ — измеренный коэффициент отражения от исследуемого устройства.

III. Заключение

В целом можно отметить, что разработанные датчики являются функционально законченными узлами и предназначены для работы в составе панорамного измерителя модуля коэффициента передачи и отражения серии P2. Серийное производство таких датчиков налажено на производственной базе ЗАО «НПФ «Микран» для приборов P2M-18 с трактами 3,5/1,52 мм и 7/3,04 мм.

Полученные экспериментальные данные могут служить для верификации расчетных моделей при разработке устройств данного класса.

IV. Список литературы

- [1] Аксессуары СВЧ тракта. Каталог 2009 года. Томск: Научно — производственная фирма «Микран». — 32 с.
- [2] Bryant G. H. Principles of Microwave Measurement // IEE Electrical Measurement Series 5. — London: Peter Peregrinus Ltd, 1993. — 417 p.
- [3] Сверхширокополосные микроволновые устройства // Под ред. А. П. Креницкого и В. П. Мещанова. — М: Радио и связь, 2001. — 560 с.
- [4] Мейнке Х., Гундлах Ф. Радиотехнический справочник, т. 1. — М.: Госэнергоиздат, 1960. — 416 с.

MULTI-OCTAVE DEVICES FOR INCIDENT AND REFLECTED MICROWAVES SEPARATION

Andronov E. V., Goshin G. G.,
Morozov O. J., Fateyev A. V.

Tomsk State University of Control Systems and
Radioelectronics

40, Lenin Str., Tomsk, 634050, Russia

Ph.: +7 (3822) 701518,

e-mail: goshingg@svch.rk.tusur.ru

Research & Production Company "Micran"

47, Vershinin Str., Tomsk, 634034, Russia

Ph.: +7 (3822) 900040,

e-mail: andronov@micran.ru

Abstract — The research and modeling of multi-octave devices for incident and reflected microwaves separation in coaxial lines have been carried out. Prototype samples were created and tested. Calculated and experimentally tested frequency responses and other specifications are found to be in good correspondence.

I. Introduction

In this paper the directional bridges are discussed that are the base of VSWR sensors. The latter ones are used being combined with P2 series scalar network analyzers. This work's main goal was to research and to test VSWR sensors as a part of scalar network series analyzers produced by Research and Production Company «Micran» [1].

II. Main Part

VSWR sensors application is to create signals that are in proportion to reflection index of a device under test. Figure 1 shows a circuit diagram of VSWR sensor on directional bridge [2].

VSWR sensor consists of the following components: a high directivity bridge, based on a divider between nodes 1, 2, and 3; a high-sensitive detector; a reference precision load. The power divider is printed to obtain higher precision of resistances. Its layout is shown on Figure 2. Additionally, there is the high-sensitive broadband detector assembled on the divider board. The board is fixed by three lead-in center contacts of a coaxial line. The reference load is a surface load [3] that is external to a divider's chamber and is assembled in separate case with a flange coaxial connector. Input and test connectors are attached to the device's case using flange connectors. External view of a 3.5/1.52 mm serial VSWR sensor is shown on Figure 3.

VSWR sensor for the coaxial line 7/3.04 mm was developed based on 3.5/1.52 mm sensor. To obtain that, there was a stepped transition to 3.5/1.52 mm line implied in lead-in 7/3.04 mm coaxial connectors and load [3, 4]. A prototype sample of a new sensor has demonstrated specifications not worse than of the original sensor.

III. Conclusion

The developed VSWR sensors are functionally complete devices that are designed to be used with scalar network analyzers of P2 series. Mass production of these sensors is implied by Research and Production Company «Micran» for use with P2M-18 instruments in 3.5/1.52 mm and 7/3.04 mm coaxial lines. Obtained experimental data can be applied as a verification model for development of similar devices.