

ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОГО КООКСИАЛЬНОГО СВЧ ПЕРЕХОДА ПРИБОРНОГО КЛАССА

Андронов Е. В., Глазов Ген. Н., 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 — Проведены исследования согласованных переходов между коаксиальными трактами сечениями 7/3.04 мм и 3.5/1.52 мм, обеспечивающими допустимое значение модуля коэффициента отражения не хуже -40 дБ. Серийное производство подобных переходов налажено на ЗАО «НПФ «Микран».

I. Введение

При производстве радиоэлектронной аппаратуры для соединения двух трактов, имеющих одинаковые волновые сопротивления, но разные геометрические размеры поперечного сечения, требуются согласованные переходы, обеспечивающие некоторое заданное допустимое значение модуля коэффициента отражения.

Цель работы заключалась в исследовании согласованных переходов для коаксиальных трактов СВЧ диапазона, обеспечивающих допустимое значение модуля коэффициента отражения не хуже -40 дБ. Серийное производство подобных переходов налажено на ЗАО «НПФ «Микран».

II. Основная часть

При разработке различных устройств необходимо учитывать имеющиеся технологические возможности производственной базы. В диапазоне СВЧ особое внимание следует также уделять согласованию устройств с трактом и между собой, учитывать влияние различных допусков на достижение требуемых минимальных значений коэффициентов отражения, знать их частотные зависимости.

Рассмотрим конкретный пример. Технологические возможности производственной базы позволяют изготовить 50-Омный коаксиальный переход с тракта сечением 7/3.04 мм на тракт 3.5/1.52 мм с цанговыми соединителями щеточного типа [1].

Экспериментальные исследования показали, что переход типа «розетка-розетка» в однородном воздушном тракте с контактами соединителей в виде шести ламелей щеточного типа имеет минимально возможное значение модуля коэффициента отражения, равное -40 дБ. При этом рецессия центрального проводника относительно опорной плоскости внешнего проводника имела значение единиц микрометров.

Можно выделить четыре основных элемента исследуемого перехода: соединители с обоих концов перехода, трансформирующий отрезок и диэлектрическая опорная шайба ($\epsilon = 2.56$). Объемная модель перехода показана на рис.1. Все элементы имеют волновое сопротивление 50 Ом. Трансформирующий отрезок может быть выполнен плавным или ступенчатым. Для уменьшения габаритов он был выполнен ступенчатым.

Диэлектрическая шайба с целью устранения отражений от границы раздела воздух — диэлектрик

имела внутренние скосы, выполненные под углом Брюстера [2]. Моделирование шайбы в САПР в диапазоне до 18 ГГц дало значение модуля коэффициента отражения ниже -42 дБ. Из-за включения в ступенчатый переход диэлектрической шайбы критическая частота, на которой в тракте сечением 7/3.04 мм возникают высшие типы волн, снизилась в $1/\sqrt{\epsilon_{эфф}}$ раз и составила 18.1 ГГц.

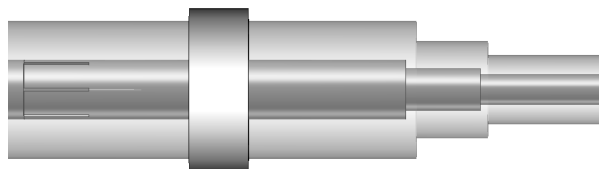


Рис. 1. Модель ступенчатого перехода.
Fig. 1. Step-adaptor model

Для расчета параметров ступенчатого перехода представим его эквивалентную схему в виде каскадного соединения набора базовых элементов, включенных в 50-Омный коаксиальный тракт. Как известно, матрица передачи всего устройства является произведением матриц передачи базовых элементов, а нужная нам матрица рассеяния находится с использованием связи между элементами этих двух матриц.

В рассматриваемом переходе можно выделить двенадцать базовых элементов, которые описываются шестью матрицами передачи регулярных отрезков коаксиальных линий и шестью матрицами передачи скачков сопротивлений или диаметров. В матрицы скачков входят значения эквивалентных емкостей, которые могут быть учтены по методике, приведенной в [3], [4]. Задача нахождения оптимальных параметров, определяющих минимальные значения модуля коэффициента отражения, была решена с помощью градиентного метода оптимизации [5].

Результаты оптимизации с учетом найденных значений геометрических параметров перехода были проверены посредством моделирования в САПР. Совпадение результатов моделирования с расчетными оказалось хорошим.

Результаты экспериментального исследования согласованного перехода, фотография которого представлена на рис. 2, находятся в хорошем согласии с теоретическими данными, полученными методом оптимизации, и с результатами компьютерного моделирования (см. рис.3). Экспериментальные исследования были проведены с использованием векторного анализатора параметров цепей E8364B фирмы Agilent.



Рис. 2. Внешний вид согласованного перехода.
Fig. 2. Physical configuration of matched adapter

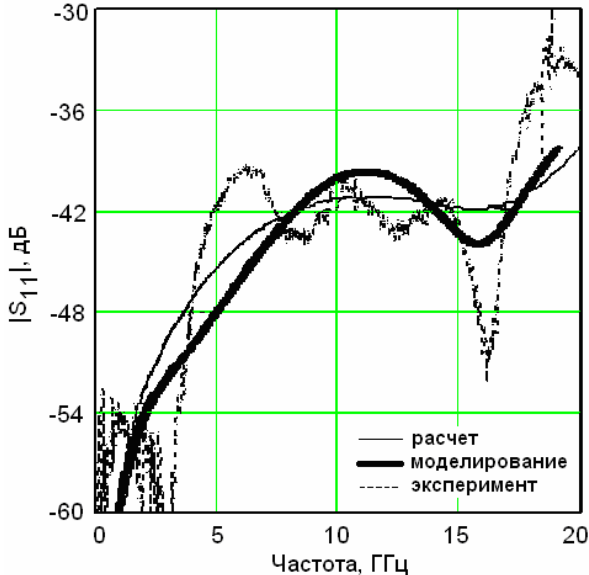


Рис. 3. Частотные зависимости модуля коэффициента отражения.

Fig. 3. Frequency characteristic curves of modulus of radiant reflectance (dB)

В ходе исследований было замечено значительное влияние присоединительных размеров на частотную зависимость модуля коэффициента отражения. Например, рецессия 30 мкм приводит к ухудшению частотной зависимости более, чем на 5 дБ.

III. Заключение

При разработке устройств приборного класса СВЧ диапазона необходимо уделять особое внимание качеству соединителей и переходов, которые вносят существенный вклад в частотную зависимость модуля коэффициента отражения.

IV. Список литературы

- [1] Джуринский К. Б. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. Техносфера РИЦ, 2006. — 216 с.
- [2] Fuks R. New dielectric bead for millimeter-wave coaxial components. Microwave Journal, 2001, May.
- [3] Somlo P. I. Calculation of coaxial transmission line step capacitance, IEEE Trans. Microwave Theory Tech, 1967, vol. MTT-15, Jan., pp. 48 — 53.
- [4] Мейнке Х., Гундлах Ф. Радиотехнический справочник, т.1. — М.: Госэнергоиздат, 1960. — 416 с.
- [5] Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств. — М.: Радио и связь, 1987. — 432с.

THE STUDY OF MATCHED COAXIAL MICROWAVE ADAPTER OF INSTRUMENTAL GRADE

Andronov E. V., Glazov Gen.N., Goshin G. G.,
Morozov O. J., Fateev A. V.

Tomsk State University of Control Systems
and Radioelectronics

Tomsk, Lenina str., 40, 634050, Russia

Ph.: +7 (3822) 701518,

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

Research & Production Company "Micran"

Tomsk, Vershinina str., 47, 634034, Russia

Ph.: +7 (3822) 900040,

e-mail: andronov@micran.ru

Abstract — Matched adapters between 7/3.04 mm and 3.5/1.52 mm coaxial transmission lines, providing accepted value of modulus of radiant reflectance not worse than -40 dB, are studied. Investigated adapters are serially produced by Research and Production Company "Micran".

I. Introduction

In order to connect two coaxial lines of equal wave impedance but of different geometrical dimensions of cross-section, matched adapters, providing a predetermined accepted value of modulus of radiant reflectance, are required. The investigation of matched coaxial microwave adapters, supporting the acceptable value of modulus of radiant reflectance not worse than -40 dB was the goal of that work.

II. Main Part

Coaxial transition from a duct with cross-section 7/3.04 mm to a duct with cross-section 3.5/1.52 with collet connectors of brush type is investigated [1]. It is experimentally shown that a "socket-socket" adapter in the simple air path with connector contacts in the form of six lamels of brush type has as low as practicable magnitude equal to -40 dB. Four main elements of adapter are defined: connectors on both ends, transformable section, and beaded support ($\epsilon = 2.56$). Three-dimensional model of transition is shown in Figure 1. Each element has impedance equal to 50 Ohm. The transformation section might be either continuous or multistage. In steps design was implied to minimize the size of adapter.

For parameter computations of multistage adapter, the circuit diagram was represented as a chain connection of basic elements, which had been put in 50 Ohm coaxial transmission line. In considered adapter twelve basic elements, described by six transfer matrixes of routine sections of coaxial lines and by six transfer matrixes, transmitting abrupt changes of resistance, are observed. In transfer matrixes, transmitting abrupt changes of resistance, values of equivalent capacitances are included, which might be calculated by methods, described in [3], [4]. The calculation of optimal parameters, providing minimal values of modulus of radiant reflectance, was made through gradient optimization method [5].

Results of experimental study of matched adapter, shown in Figure 2, are in good correspondence with both theoretical evidence of gradient optimization method and results of digital computerized modeling (see Figure 3). Experimental results were obtained with Agilent E8364B complex-plane analyzer.

III. Conclusion

The quality of connectors and adapters must be strongly considered, while designing the microwave devices of instrumental grade, since these elements have significant effect on frequency dependence of modulus of radiant reflectance.