

Разработка направленного ответвителя с малым коэффициентом ответвления

Представлены результаты моделирования направленного ответвителя с низким коэффициентом ответвления для контроля мощности в волноводных трактах

Ключевые слова: Микроволновые технологии, направленный ответвитель, волноводный тракт.

Направленный ответвитель - это устройство, назначение которого заключается в передаче из СВЧ тракта части мощности одной из двух бегущих волн, распространяющихся по линии в разных направлениях. НО широко применяются в СВЧ технике для распределения мощности между несколькими выходными каналами в заданном соотношении.

Уже много лет направленные ответвители находят применение в самых разных областях СВЧ электроники, и до сих пор проблема исследования и разработки НО не теряет актуальности [1-3].

Направленный ответвитель состоит из двух электрически связанных между собой отрезков линии передач – основная линия (первичная), через которую идет СВЧ мощность, и вспомогательная (вторичная), в которую происходит ответвление части мощности. В стандартном режиме работы ответвителя в одно из плеч вторичной линии (нерабочее плечо) включается согласованная нагрузка, с другого плеча (рабочее плечо) снимается ответвленная часть сигнала. Выбор того, какое из плеч должно быть рабочим, зависит от того, часть какой волны - падающей или отраженной - нужно ответить.

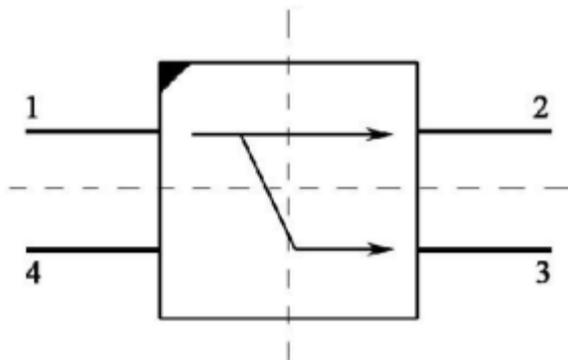


Рис. 1. Направленный ответвитель. 1-2 – основная линия, 4-3 – вторичная. В плечо 4 включается согласованная нагрузка.

Одной из важных задач, встающих при работе с СВЧ-линиями, является необходимость контроля параметров распространяющегося по ней излучения – уровня мощности, КСВ и пр. Обычно для этого используют направленный ответвитель с малым коэффициентом ответвления. Такого типа ответвители исследуются и разрабатываются

уже достаточно долгое время [4]. Именно к таким устройствам относится направленный ответвитель, представленный в данной работе.

В данной работе продемонстрирован направленный ответвитель с малым коэффициентом ответвления. Параметры устройства сведены в таблицу 1.

| Полоса частот, ГГц | Переходное ослабление, дБ | Направленность, дБ | Развязка, дБ |
|--------------------|---------------------------|--------------------|--------------|
| 1.33-1.37 | 59.14 | 79.14 | 20 |

Таблица 1.

Внешний вид конструкции представлен на рисунке 2.

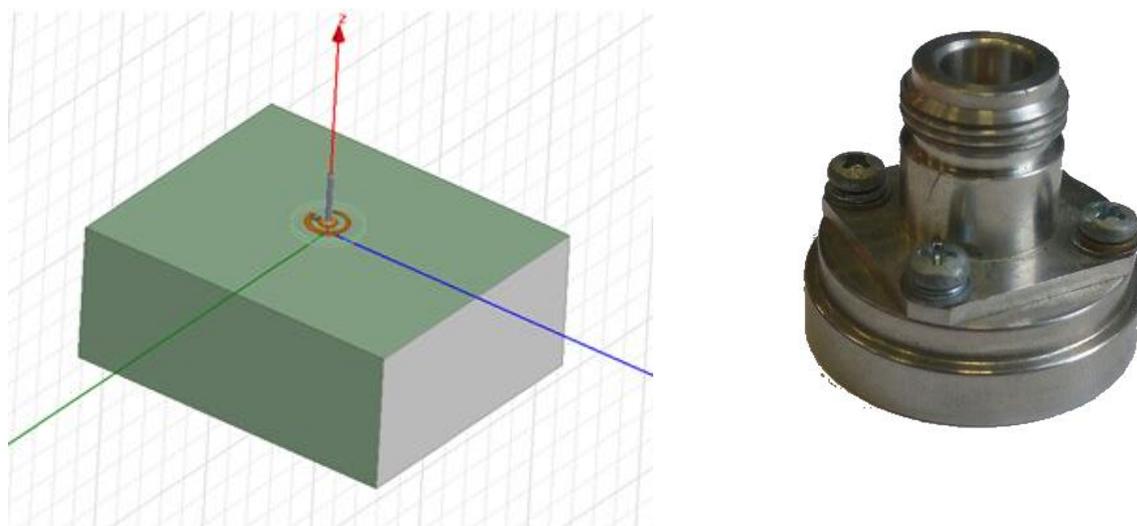


Рис. 2. Компьютерная модель устройства (слева); внешний вид устройства (справа)

Основная линия устройства выполнена в виде прямоугольного волновода 165.1×82.55 мм, вторичная в виде полосковой линии специальной формы, нагрузочного резистора и перехода на коаксиальный разъем. Электромагнитная связь между линиями обеспечивается круглым отверстием, выполненным в центре широкой стенки волновода. Полосок специальной формы располагается внутри отверстия между двумя керамическими дисками. Он представляет собой набор отрезков полосковой линии различной ширины с согласованной нагрузкой (чип резистором). Выбором формы этого полоска достигается направленность ответвления. Ответвленная СВЧ мощность выводится через расположенный в центре отверстия коаксиальный вывод, соединенный с полоском. Одним из важных достоинств данного направленного ответвителя является то, что расположенное в центре широкой стенки волновода отверстие не уменьшает электропрочность устройства, что позволяет его использовать при больших уровнях СВЧ мощности.

С целью расчета параметров устройства и их оптимизации было произведено моделирование устройства методом конечных элементов. На рисунке 2 представлены результаты моделирования и оптимизации в полосе 1.33-1.37 ГГц с направленностью не хуже 20 дБ.

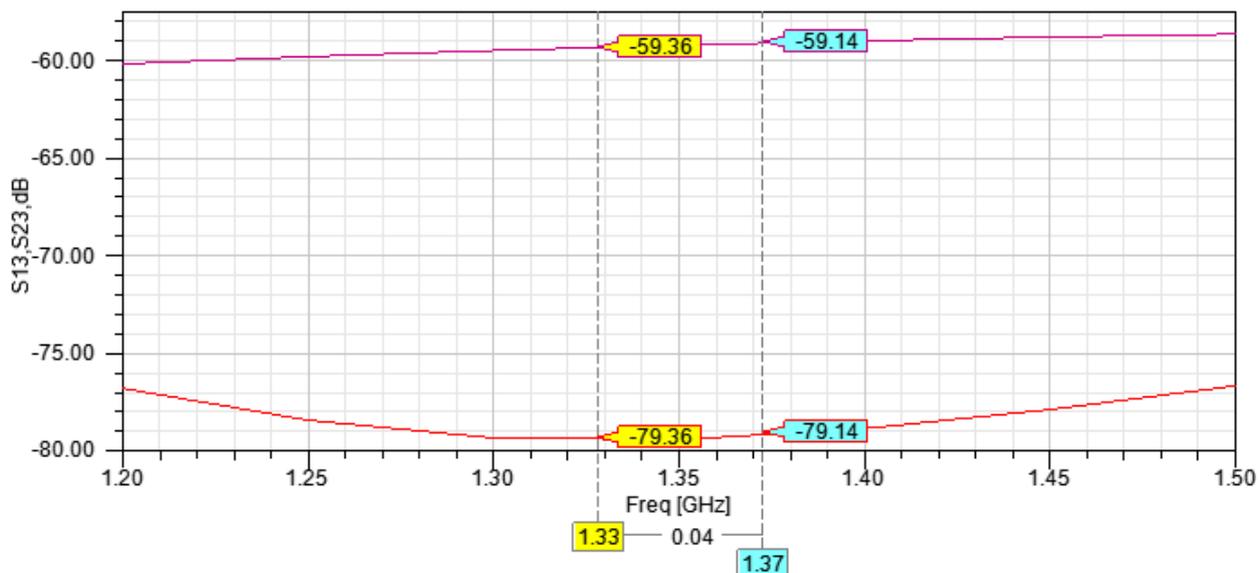


Рис. 2. Коэффициенты прохождения прямой (сверху) и обратной (снизу) волны в коаксиальный выход ответвителя.

Экспериментальные результаты несколько отличаются от результатов моделирования, однако реальный макет имеет возможность подстройки путем механической доработки формы полоска до получения оптимальных результатов. К сожалению, в данной статье мы не можем представить результаты конкретного макета, однако с уверенностью можно утверждать, что данный подход годится, для определения первоначальной формы ответвляющей полосковой линии.

В качестве примера использования данного НО на рисунке 3 представлен волноводный тракт контроля и сложения мощностей.

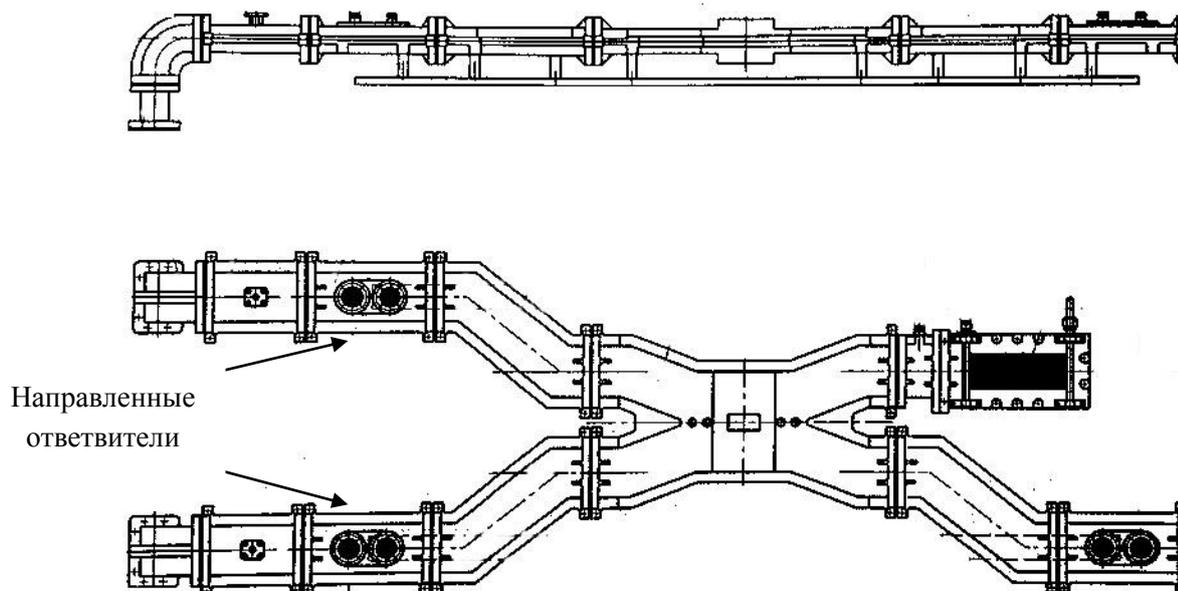


Рисунок 3. Волноводный тракт контроля и сложения мощностей.

В каждом из плеч тракта установлены по два НО с разной направленностью – это дает возможность одновременно измерять мощность падающей и отраженной волны в

каждом из плеч. В данном случае проявляется одно из главных достоинств данного НО – компактность.

Результатом данной работы является прибор, удовлетворяющий поставленным требованиям. Было проведено компьютерное моделирование прибора с целью определения геометрических размеров и формы его составных частей. Согласно полученной модели создано устройство, параметры которого по первоначальным оценкам согласуются с рассчитанными и удовлетворяют поставленным требованиям.

Библиографический список

1. Мунина И. В. «Разработка и исследование направленных ответвителей СВЧ с расширенными функциональными возможностями, выполненных с применением многослойных технологий»// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, СПбГЭУ «ЛЭТИ», 2015 – 110 с.
2. Сычев А. Н. Направленный ответвитель 20 дБ на связанных линиях с круглыми проводниками в прямоугольном экране / А. Н. Сычев, С. М. Стручков, Ф. И. Шеерман // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 8-10.
3. Jianpeng Lu, Jin Shi, Kai Xu, Qinghua Cao «A microstrip differential power divider»// Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition – 2016. P.1-3.
4. Мещанов В.П. Автоматизированное проектирование направленных ответвителей СВЧ / В.П. Мещанов, А.Л. Фельдштейн. – М.: Связь, 1980. – 144 с.