

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ВЕКТОРНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ

Валайтите А. А., Садовская Е. В., Шевгунов Т. Я.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия

Задача проектирования микроволновых устройств привлекает активное внимание ученых и исследователей в течение нескольких последних десятилетий. Современные системы передачи информации, равно как и радиолокационные системы, имеют тенденцию к расширению полосы частот, используемых для передачи сигналов. Одним из методов проектирования микроволновых компонентов, обладающих требуемыми частотно-избирательными свойствами в широкой полосе частот, являются методы численного моделирования. Такие методы обладают высокой точностью, но, с одной стороны, их реализация требует значительных вычислительных ресурсов, а с другой стороны, получаемые результаты часто нуждаются в качественной интерпретации, проясняющих общие закономерности происходящих физических явлений. Одним из путей решения данной проблемы является использование компактных полюсных моделей [1].

При использовании полюсной модели неизбежно возникает задача оценки её параметров по экспериментальным данным, для решения которой может быть использован метод векторной аппроксимации, впервые описанный в работе [2]. Метод векторной аппроксимации (*Vector Fitting*), состоит в том, чтобы, во-первых, преобразовать нелинейную задачу оценки параметров полюсной модели в итерационную линейную задачу, а, во-вторых, обеспечить оценку, наилучшую по критерию минимума среднего квадрата ошибки по отношению к экспериментальным данным.

В настоящей работе решается задача оценки параметров полюсной модели, описывающей внешние характеристики микроволновых устройств. Данные устройства моделируются численными методами с помощью программы электродинамического моделирования *HFSS Ansoft*, а для оценки полюсов их частотных характеристик авторами разработана специализированная программа в системе *Matlab*. Данная процедура использует пакет расчета набора полюсов [2, 3] на соответствующем интервале частот с использованием итерационной процедуры векторной аппроксимации при известной частотной характеристике.

Авторами был предложен алгоритм построения полюсной модели передаточной функции произвольного микроволнового устройства, состоящий из 4 последовательных этапов: моделирование устройства, формирование частотных характеристик устройства, параметрическая идентификация, верификация передаточной функции.

В качестве примера был выбран микрополосковый фильтр [4] сложной формы, для которого средствами численного моделирования был проведен расчёт коэффициентов матрицы рассеяния в полосе частот от 5 до 15 ГГц. Затем по известным частотным характеристикам производился расчет наборов полюсов для различных значений порядка полюсной модели и проводился выбор минимального порядка, обеспечивающего необходимую точность.

Результат моделирования для изучаемого устройства показал, что полюсная модель, параметры которой оцениваются с помощью метода векторной аппроксимации, позволяет описать частотную характеристику фильтра в заданной полосе частот с высокой точностью: среднеквадратическая ошибка аппроксимации составляет менее 0,1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевгунов Т. Я., Параметрическая идентификация сверхширокополосных микроволновых устройств, Монография. Изд-во: LAP Lambert Academic Publishing, Саарбрюккен, Германия, 2011 ISBN: 978-3-8443-5534-5

2. B. Gustavsen and A. Semlyen, Rational approximation of frequency domain responses by vector fitting // IEEE Trans. Power Del., vol. 14, no. 3, pp. 1052–1061, Jul. 1999
3. B. Gustavsen, «Improving the Pole Relocating Properties of Vector Fitting», IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 21, no. 3, pp. 1587–1592, Jul. 2006.
4. Банков С. Е., Курушин А. А, Расчет антенн и СВЧ структур с помощью HFSS Ansoft – М, ЗАО «НПП «РОДНИК», 2009, 256 с.