

УДК 1082

DOI 10.21661/r-116149

А.И. Сиркели, В.Е. Драч

ОБЗОР САПР МОДЕЛИРОВАНИЯ СВЧ-УСТРОЙСТВ

Аннотация: статья посвящена краткому обзору современных САПР для электромагнитного моделирования СВЧ-устройств. В работе рассмотрены пять основных САПР: FEKO, μ Wave Wizard, Sonnet, AWR Microwave Office, HFSS. Для каждой САПР приведены основные методы, которые используются для моделирования СВЧ-структур и основные преимущества, которые отличают ее использование.

Ключевые слова: САПР, СВЧ-устройства, электромагнитное моделирование, FEKO, μ Wave Wizard, Sonnet, AWR Microwave Office, HFSS.

A.I. Sirkeli, V.E. Drach

THE REVIEW OF CAD FOR SIMULATION OF MICROWAVE DEVICES

Abstract: the article is devoted to a brief review of modern CAD for electromagnetic modeling of microwave devices. Five major CAD systems are described in the article: FEKO, μ Wave Wizard, Sonnet, AWR Microwave Office, HFSS. The main methods are given for each CAD system used for simulation of microwave structures and the main advantages that distinguish its use.

Keywords: CAD, microwave devices, electromagnetic simulation, FEKO, μ Wave Wizard, Sonnet, AWR Microwave Office, HFSS.

В последние десятилетия системы автоматизированного проектирования электронного оборудования интенсивно развиваются. Современное радиооборудование все более четко можно разделить на две части: системы СВЧ и цифровой обработки. Наряду с цифровой частью, мы можем отметить возрастающую роль СВЧ-электроники. Большое количество систем, работающих на сверхвысоких частотах: мобильная связь, навигация, спутниковое телевидение, телекоммуникационные системы, системы специального назначения и т. д., обуславливают

этую тенденцию. С другой стороны, многие вопросы работы радиосистем, например, электромагнитной совместимости различных подсистем, должны быть решены с помощью методов, характерных для СВЧ-диапазона. Поэтому, если несколько десятков лет назад, СВЧ-оборудование рассматривалось исключительно в качестве аппаратных средств специального назначения, но теперь это не так. Такое расширение использования СВЧ-электроники находит свое отражение в разработке соответствующих систем автоматизированного проектирования.

Название программы FEKO – это аббревиатура от немецкого языка – «FEldberechnung bei Korpern mit beliebiger Oberfläche» (расчет поля тел произвольной формы). Название указывает на то, что FEKO используется в расчетах электромагнитных волн в пространстве, включающие объекты произвольной формы.

FEKO [1,2] представляет собой всеобъемлющее программное обеспечение, широко используемое в телекоммуникационной, автомобильной, аэрокосмической и оборонной промышленности. Использование FEKO позволяет проводить эффективный анализ широкого спектра задач, в том числе антенн, СВЧ-компонентов и медико-биологических систем, размещение антенн на электрически больших структурах, расчет рассеяния, а также исследование электромагнитной совместимости. FEKO также предлагает инструменты, которые с учетом решения более сложных электромагнитных взаимодействий. FEKO считается мировым лидером на рынке для анализа и расчета антенн.

САПР μ Wave Wizard компании Mician сочетает в себе гибкость 2D/3D метода конечных элементов со скоростью и точностью традиционных методов согласования мод.

Простой состав сложных СВЧ-структур с использованием основных блоков исключает необходимость создания полной 3D модели всей структуры и ускоряет процесс проектирования. В дополнение к его быстрым и мощным численным методам, μ Wave Wizard предлагает гибкость и открытость, в том числе интерфейс COM API и экспорт форматов CAD, которые взаимодействуют с большинством других САПР.

μWave Wizard предлагает графический пользовательский интерфейс, который делает удобным использование ПО даже для новичка. Представление проекта в виде дерева предоставляет всю информацию о текущем проекте, схемы и подсхемы и настройки по умолчанию, точность, свойства материала и др. Новый графический интерфейс отдельно идентифицирует переменные, которые соответствуют схеме, выбранной в данный момент. Редактор схем μWave Wizard поддерживает масштабирование, перетаскивание, вырезание, вставку, отмену и содержит много полезных макросов. Все эти опции редактирования легко находятся под лентами [3].

Sonnet Suites обеспечивает промышленный стандарт для трехмерного планарного электромагнитного моделирования. Точность анализа и скорость в сочетании с мощными функциями данного ПО позволяют доверять результатам моделирования. Это позволяет сократить затраты на разработку.

При заданном уровне точности анализа, Sonnet Suites обеспечивает преимущество скорости на 1–2 порядка по сравнению с другими программными пакетами планарного электромагнитного моделирования.

Sonnet Suites разработан инженерами в области СВЧ, понимающими уникальные проблемы дизайна, добавили новые функции, которые оптимизируют процесс разработки СВЧ. Функции, ориентированные на пользователя, предназначены для упрощения инженерных СВЧ задач, упрощают также и работу пользователя. Большинство пользователей осваивают Sonnet менее чем за час, что делает этот САПР легким в обучении.

Sonnet Suites предназначена для решения самых сложных задач в сжатые сроки и с ограниченными ресурсами. Функции Sonnet Suites обеспечивают универсальность и гибкость, необходимую для выполнения работы [4].

AWR Microwave Office – это удобное программное обеспечение со всеми возможностями, необходимыми для точного моделирования СВЧ-компонентов. Microwave Office включает линейное моделирование, моделирование гармонического сигнала во временной области и электромагнитное моделирование. Она

включает в себя анализ линейных и нелинейных шумов и может моделировать нелинейное поведение, присутствующее в СВЧ устройствах.

AWR Microwave Office не может моделировать в трехмерном пространстве, но является мощным инструментом для СВЧ-схем. Эффективная возможность моделирования, известная как INET (интеллектуальная сеть) позволяет легко разрабатывать многослойные печатные платы, которые можно сделать быстро и точно. Microwave Office обладает обширной библиотекой элементов, что является важным требованием точного моделирования [5].

Недавно компания Applied Wave Research, которая вывела на рынок продукт AWR Microwave Office вошла в корпорацию National Instruments, что позволило провести тесную интеграцию с известным САПР LabView

Программное обеспечение HFSS компании ANSYS является отраслевым стандартом для 3D электромагнитного моделирования. Стандарт точности, передовые вычислительные технологии делают его незаменимым инструментом для инженеров, которым необходимо выполнить точное и быстрое проектирование высокочастотных и электронных устройств. HFSS решает поставленную пользователем задачу в области СВЧ, используя методы конечных элементов, интегральных уравнений, асимптотические и передовые смешанные методы. К тому же, HFSS используют, чтобы рассчитать электромагнитные связи между соединительными элементами, линий электропроводов, переходных отверстий печатных плат [6].

Наиболее универсальными с точки зрения решения трехмерных задач в области СВЧ являются системы High Frequency System Simulator (HFSS) и Microwave Studio.

Список литературы

1. Сайт компании EMSS, разработчика комплекса программ FEKO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.emss.de
2. Сайт программы FEKO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.feko.info

3. Сайт компании-разработчика программы µWave Wizard [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.micrian.com
 4. Сайт компании-разработчика программы Sonnet Suites [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sonnetsoftware.com
 5. Сайт компании-разработчика программы AWR Microwave Office [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.web.awrcorp.com/Usa/Products/Microwave-Office
 6. Сайт компании Ansoft – разработчика программы HFSS Ansoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ansoft.com
-

Сиркели Анна Ивановна – студентка Калужского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», Россия, Калуга.

Sirkeli Anna Ivanovna – student of Kaluga Branch FSFEI of HE “Bauman Moscow State Technical University”, Russia, Kaluga.

Драч Владимир Евгеньевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Конструирование и производство электронной аппаратуры» Калужского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», Россия, Калуга.

Drach Vladimir Evgenyevich – candidate of technical sciences, assistant professor of “Designing and Production of Electronic Equipment” Department of Kaluga Branch FSFEI of HE “N.E. Bauman Moscow State Technical University”, Russia, Kaluga.
