

Обзор возможностей ANSYS Designer RF

Александр Евграфов (Москва)

Программный пакет ANSYS Designer RF на сегодняшний день является одним из самых мощных решений в области разработки планарных СВЧ-устройств. Он сочетает в себе высокую точность, надёжность, скорость расчётов и кросс-платформенную интеграцию с программными решениями HFSS, Q3D Extractor, Siwave и Cadence OrCAD/Allegro/SPB. Благодаря передовым технологиям и инновационному подходу к комплексному анализу радиоэлектронных устройств, программные продукты компании ANSYS занимают лидирующие позиции, как в России, так и во всём мире. Статья предлагает краткий обзор функциональных возможностей ANSYS Designer RF.

ОСНОВНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

Пакет программ ANSYS Designer RF [1,2] идеально подходит для разработки и анализа интегральных схем СВЧ (RFIC), монолитных и гибридных микроволновых интегральных схем (MMIC), систем на кристалле (SoC), беспроводных коммуникационных систем (CDMA, Bluetooth, Wi-Fi) и других ВЧ- и СВЧ-устройств.

Программный пакет ANSYS Designer RF поставляется в трёх конфигурациях:

1. ANSYS Designer RF Circuit предназначена для разработчиков, занимающихся численным моделированием ВЧ- и СВЧ-устройств. Включает в себя средства схемотехнического ввода, топологический редактор и средства управления процессом проектирования. Программный продукт реализует численное линейное и нелинейное моделирование в частотной и временной областях, а также системный анализ;
2. ANSYS Designer RF Planar EM предназначена для электродинамического моделирования СВЧ-устройств. Включает в себя: средства разработки и электромагнитного полноволнового 3D-моделирования, основанного на методе моментов (MoM) и объединённого с современными алгоритмами ANSYS (MoM Fast) и методом

интегральных уравнений со смешанным потенциалом (MPIE); средства моделирования линейных цепей по постоянному току; топологический редактор; средства 3D-визуализации (см. рис. 1) и интерфейс управления процессом проектирования;

3. ANSYS Designer RF – самая полная конфигурация объединяет функциональные возможности ANSYS Designer RF Circuit и ANSYS Designer RF Planar EM. На рисунке 2 в качестве примера представлена принципиальная схема усилителя, разработанного в ANSYS Designer RF, его топология и результаты моделирования S-параметров.

Каждая конфигурация содержит редактор библиотек и обширную базу данных элементов с сосредоточенными и распределёнными параметрами, включая источники сигналов и шумов,

пассивные и активные компоненты, подложки, линии передач и пр. Для разработчиков предусмотрены удобные средства параметрической подстройки и оптимизации, а также возможность использования дополнительных сценариев, написанных на языках Java и Visual Basic.

Интерактивная среда проектирования Filter Design Tool (см. рис. 3) позволяет разрабатывать различные ВЧ- и СВЧ-фильтры: Бесселя, Гаусса, Чебышева; полосковые и микрополосковые, верхних и нижних частот, сосредоточенные и распределённые, на связанных линиях передач и др. Созданные фильтры могут быть дополнительно оптимизированы или сразу подключены к проекту.

НАБОР ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Каждая представленная конфигурация имеет возможность подключения технологии «нахождения решения по требованию» (Solver on Demand). Данная технология позволяет запускать программу трёхмерного электромагнитного моделирования (ANSYS HFSS) и средства численного моделирования цепей (Synopsys HSPICE) непосредственно из пользовательского интерфейса ANSYS Designer Desktop, где отображается конструкция проектируемого устройства.

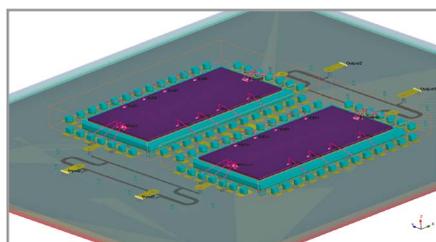


Рис. 1. Средства 3D-визуализации в ANSYS Designer RF

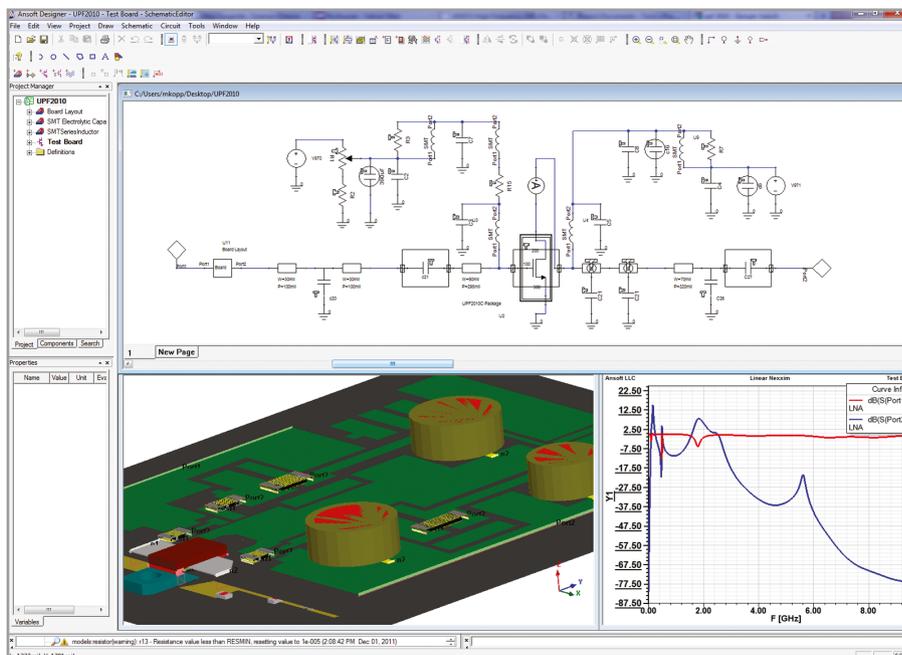


Рис. 2. Интерфейс программного продукта ANSYS Designer RF

На рисунке 4 представлено распределение тока в дальнейшей зоне усиления антенной решётки размером 4×4 . Топология разработана в редакторе ANSYS Designer RF. Моделирование проведено в ANSYS HFSS при подключении технологии Solver on Demand, которая обеспечивает наилучшую на сегодняшний день точность и возможность автоматизации процесса проектирования, необходимые для сокращения длительности цикла разработки устройств и выпуска готовых изделий на рынок.

Для моделирования сложных структур компания ANSYS предлагает дополнительный модуль высокоскоростных вычислений ANSYS Electronics High Performance Computing Pack (ANSYS Electronics HPC Pack), особенностью которого является ускорение процесса моделирования за счёт разбиения исследуемой задачи методом декомпозиции (Domain Decomposition Method) и параллельного вычисления в процессорах, ядрах, компьютерах и кластерах, как с сосредоточенной, так и с распределённой памятью (см. рис. 5).

Пакет программ ANSYS Designer предоставляет возможность расчёта про-

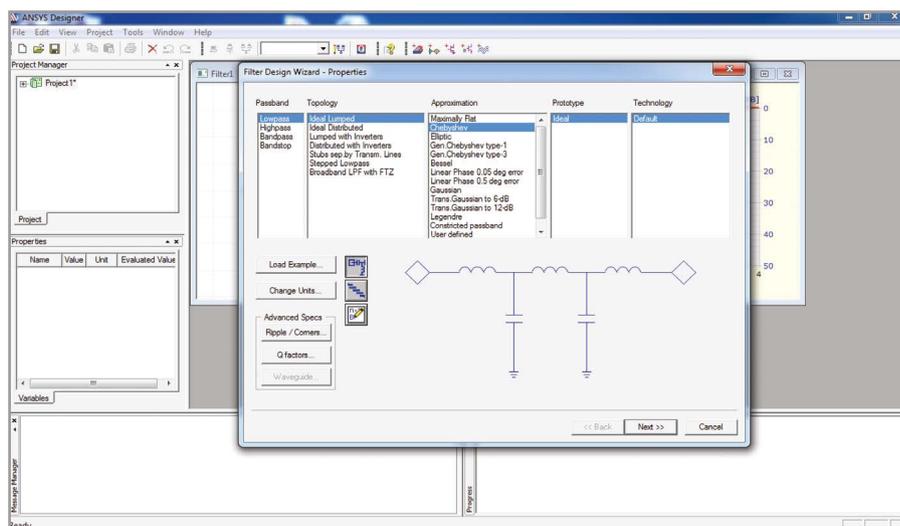


Рис. 3. Интерактивная среда проектирования ВЧ- и СВЧ-фильтров Filter Design Tool

ектируемого устройства на более мощном удалённом компьютере или вычислительном кластере. Дополнительная опция AnsoftLinks ECAD позволяет импортировать топологии печатных плат из САПР Cadence, Mentor Graphics, Altium и Zuken.

Программный пакет ANSYS Designer RF обеспечивает следующие вычислительные возможности.

Численное моделирование

Ядро Nexxim Simulator (см. рис. 6) позволяет выполнять моделирование смешанных аналоговых и цифровых сигналов СВЧ-устройств в частотной и временной областях и предлагает следующие инструменты моделирования:

- анализ по постоянному току;
- анализ переходных процессов;

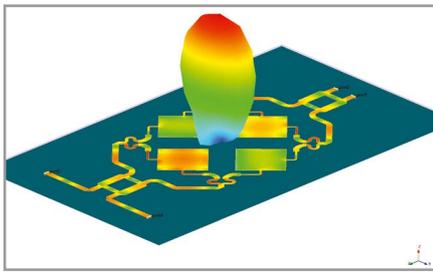


Рис. 4. Технология «нахождения решения по требованию» (Solver on Demand)

- низкочастотный анализ (моделирование линейных цепей, цепей по переменному току и фазового шума);
- анализ на основе метода гармонического баланса содержит высокоточные инструменты для моделирования линейных задач с высокой скоростью расчётов;
- анализ при помощи осциллятора;
- анализ Монте-Карло;
- анализ огибающей;
- статистический анализ глазковой диаграммы;
- поддержка модуляции со многими несущими.

Анализ переходных процессов позволяет проводить расчёты нелинейных систем в частотной области для однотональных и многотональных сигналов. При этом используется комбинация итеративных алгоритмов на базе метода подпространства Крылова и алгоритмов компании ANSYS для получения быстрой сходимости

Ядро Nexxim обеспечивает поддержку импортированных моделей и библиотек IBIS, IBIS-AMI, SPICE, Verilog, C; MATLAB, HSPICE и Spectre для транзисторов CMOS, BiCMOS, SiGe, GaAs, MOSFETS (BSIM4, HiSim, BSIMSOI, PSP, MET), биполярных транзисторов для HiCUM, VBIC, HBT, Mextram, Modella; диодов (SPICE, PIN, Microwave, JUNCAP); полевых транзисторов FETs/MESFETs (Statz, TOM3, Materka, EHEMT, Parker-Skellern, Angelov, Curtice) и др.

Электромагнитное моделирование

Для электромагнитного моделирования (EM Design Simulators) беспроводных устройств, в состав которых вхо-

дят различные планарные структуры (направленные ответвители, сумматоры и делители мощности, планарные антенны, фильтры, резонаторы и т.д.), программный продукт ANSYS Designer использует планарный электромагнитный модуль Planar EM. На рисунке 7 в качестве примера представлено распределение тока по элементам массива антенной решетки 16 × 16. Благодаря оптимизации алгоритмов метода моментов (MoM), модуль Planar EM позволяет проводить электромагнитный анализ многослойных структур с высокой точностью и скоростью расчёта.

Методы расчёта, основанные только на методе моментов (MoM), требуют большого объёма оперативной памяти компьютера и длительных вычислений. Компания ANSYS использует собственный алгоритм ANSYS (MoM Fast) совместно с методом интегральных уравнений со смешанным потенциалом (MPIE), что позволяет значительно снизить требования к объёму оперативной памяти, резервируемой для хранения и решения матричных уравнений. При подключении технологии HFSS Solver on Demand, пакет программ ANSYS Designer позволяет проводить моделирование для миллиметровых и микроволновых интегральных схем, печатных плат и планарных антенн.

Моделирование на системном уровне

Моделирование сложных систем (System Simulation) во временной, частотной и смешанной областях позволяет разрабатывать приложения, содержащие сигнальные процессоры (ЦПОС) и радиочастотные схемы. Для моделирования таких систем ANSYS Designer предлагает однотональный и многотональный анализ линейных и нелинейных систем, дискретный анализ во временной области для моделирования и оценки эффективности функциональной и электрической части разрабатываемого проекта.

Моделирование системы запускается непосредственно из пользовательского интерфейса ANSYS Designer Desktop, который содержит интуитивно понятный редактор принципиальных схем. На рисунке 8 представлен системный редактор и результаты моделирования приёмопередатчика стандарта 802.11g. В редакторе принципиальных схем пользователи могут получить более

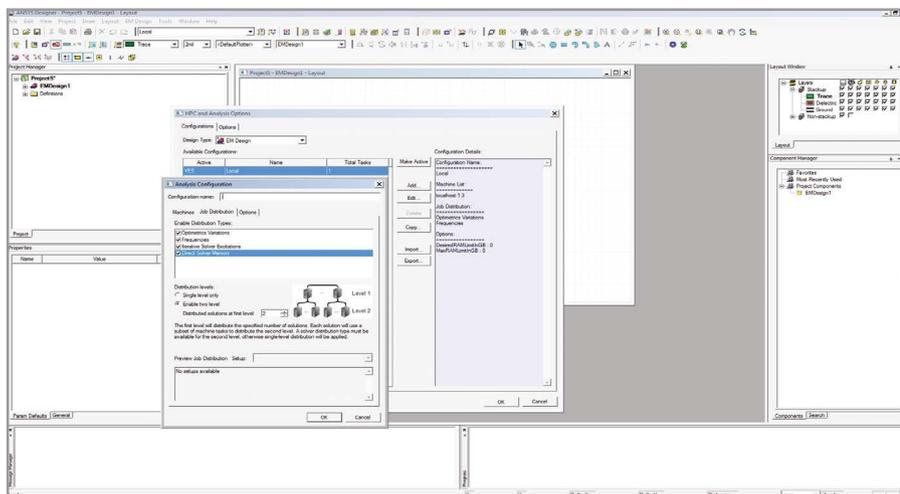


Рис. 5. Интерфейс подключения распределённых вычислений ANSYS Electronic High Performance Computing Pack

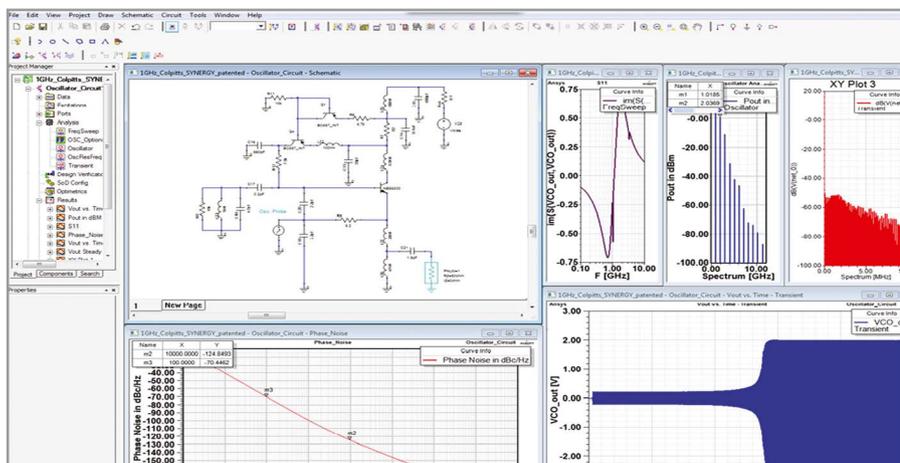


Рис. 6. Интерфейс Nexxim Simulator для проведения численного моделирования

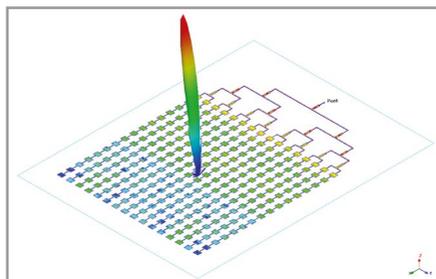


Рис. 7. Электромагнитное моделирование в модуле Planar EM

высокую детализацию при совместном использовании численного и электромагнитного анализа.

Моделирование многоканальной топологии ВЧ- и СВЧ-устройств с одно- и многотональным анализом в частотной области позволяет проводить совместное моделирование линейных и нелинейных частей топологии проекта. Пользователи могут провести анализ S-параметров, коэффициента шума (NF), групповой задержки, мощности шума, соотношения сигнал/шум (SNR), коэффициента стоячей волны по напряжению (VSWR), внутренних/внешних напряжений и мощности, а также нелинейных характеристик (OIP3), выходной мощности в режиме насыщения (Psat), выходной мощности при уровне компрессии в 1 дБ (P1dB). Просмотр выходного однотонального и многотонального уровня напряжения и спектра мощности в произвольных узлах внутри топологии позволяет оценить влияние отдельных элементов на выходные характеристики проектируемого устройства.

Многотональный анализ позволяет рассчитать интермодуляционные искажения при любом количестве тонов возбуждения, применяемых к нелинейной топологии. Дискретный анализ во временной области обеспечивает моделирование проводных и беспроводных устройств, состоящих из функциональных блоков и электрических компонентов, используемых в различных сигнальных процессорах, и смешанных топологий, которые могут включать стандарты GSM, IS-95 CDMA, фазовую автоподстройку частоты (ФАПЧ), синтезаторы частоты, кросс-модуляцию и др. Результаты анализа доступны в любой момент времени в произвольных узловых точках схемы. Пользователь может указать диапазон изменения номинала компонента и оценить поведение схемы во временной и спектральной областях.

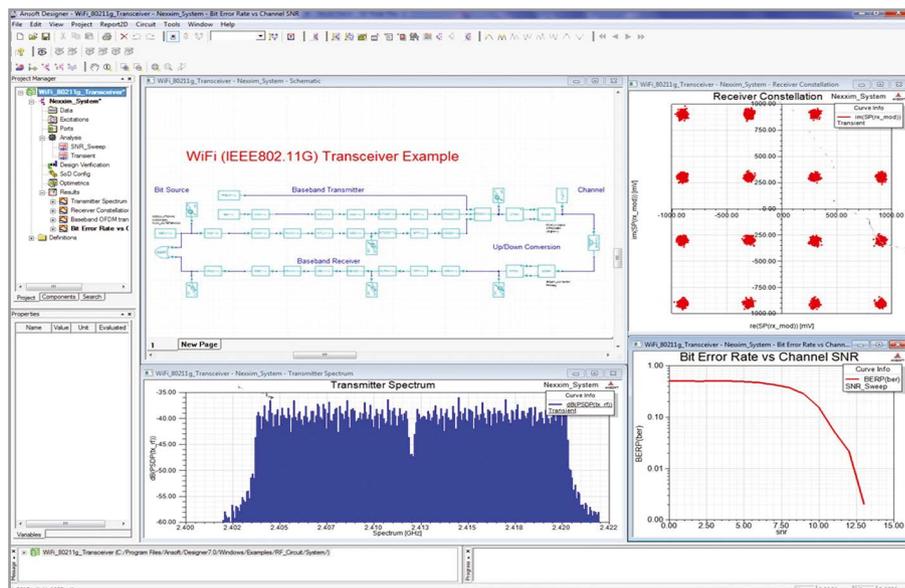


Рис. 8. Интерфейс моделирования системы

Пользовательские модели ANSYS Designer позволяют использовать электрические и функциональные модели, написанные на языках C/C++ и Matlab. Оптимизация на системном уровне включает подстройку, анализ чувствительности и статистический анализ. Библиотека компонентов ANSYS Designer поддерживает различные модели ЦПОС и высокочастотные проводные и беспроводные функциональные блоки.

ОПТИМИЗАЦИЯ

Программное решение ANSYS Designer RF предоставляет широкий набор инструментов оптимизации разрабатываемых устройств. При создании компонента разработчик может указать поле допуска, в пределах которого изменяется его основной параметр. Это изменение будет включено в параметрический анализ, в результате которого сформируется набор графиков для исследуемой выходной характеристики устройства. Инженер выбирает наилучший график, отвечающий за максимальную производительность, и оценивает влияние на неё каждого компонента. В качестве переменных могут использоваться не только номиналы электронных компонентов, но и геометрические и физические свойства материалов. Количество изменяемых параметров компонентов неограниченно.

Основные улучшения в новой версии пакета программ ANSYS Designer RF:

- использован новый тип сетки Phi mesher. Технология Phi mesher генерирует более точную сетку конечных элементов кремниевых подложек,

электрических слоёв, сборок и печатных плат;

- увеличена скорость взаимодействия между Designer, AnsoftLinks и SIwave, что обеспечивает высокую надёжность передачи геометрии и её модификаций между программными решениями ANSYS;
- добавлена библиотека на более чем 24 000 компонентов;
- добавлен новый решатель Nexxim System Frequency;
- улучшен транслятор ODB++ для Mentor Expedition;
- обновлены транслятор и процедура импорта GDSII и DXF;
- увеличена скорость макромоделирования;
- режим высокопроизводительных вычислений значительно увеличивает скорость моделирования проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный подход компании ANSYS позволяет разработчикам решать различные прикладные задачи в области электромагнитного и теплового анализа, анализа целостности сигналов и паразитных компонентов.

Точность расчётов, скорость моделирования, удобство работы, масштабируемость и лёгкость в освоении делают программный продукт ANSYS Designer RF незаменимым инструментом разработчиков радиоэлектронных СВЧ-устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ansys.com
2. www.orcada.ru/product/ansys/ansys_61.html

