

ANSYS DesignerRF

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ

А.Евграфов evgraphov@orcada.ru

Продукты компании ANSYS занимают лидирующие позиции на рынке САПР в России и во всем мире благодаря передовым технологиям и инновационному подходу к комплексному анализу радиоэлектронных устройств. Программный пакет ANSYS DesignerRF – одно из самых мощных на сегодня решений для разработки планарных СВЧ-устройств. Пакет сочетает высокую точность, надежность, скорость расчетов и кроссплатформенную интеграцию с программными решениями ANSYS HFSS, Q3D Extractor, SiWave и САПР печатных плат Cadence OrCAD/Allegro/SPB.

ANSYS DesignerRF (рис.1) идеально подходит для разработки и анализа интегральных СВЧ-схем (RFIC), монокристаллических и гибридных микроволновых интегральных схем (MMIC), систем на кристалле (SoC), беспроводных коммуникационных систем стандартов CDMA, Bluetooth, Wi-Fi и других ВЧ- и СВЧ-устройств. ANSYS DesignerRF доступен в трех основных конфигурациях:

- ANSYS DesignerRF Circuit, предназначенный для численного моделирования ВЧ- и СВЧ-устройств. Пакет включает средства схемотехнического ввода, численное линейное и нелинейное моделирование в частотной и временной областях, системный анализ, топологический редактор и средства управления процессом проектирования;
- ANSYS DesignerRF PlanarEM, предназначенный для электродинамического моделирования СВЧ-устройств. Он содержит средства разработки и электромагнитного моделирования (основанного на методе моментов (МоМ) и объединенного

с современными алгоритмами ANSYS MoM Fast и методом интегральных уравнений со смешанным потенциалом MPIE), средства моделирования линейных цепей и по постоянному току, топологический редактор, средства 3D-визуализации (рис.2) и интерфейс управления процессом проектирования;

- ANSYS DesignerRF – полный пакет для разработки и моделирования СВЧ-устройств, совмещающий функциональные возможности ANSYS DesignerRF Circuit и ANSYS DesignerRF PlanarEM.

Каждый программный пакет содержит редактор библиотек и обширную базу данных элементов со сосредоточенными и распределенными параметрами: источники сигналов и шумов, пассивные и активные компоненты, подложки, линии передач и т.д. Для разработчиков предусмотрены удобные средства параметрической подстройки и оптимизации, а также возможность использования дополнительных скриптов, написанных на языках Java и Visual Basic.

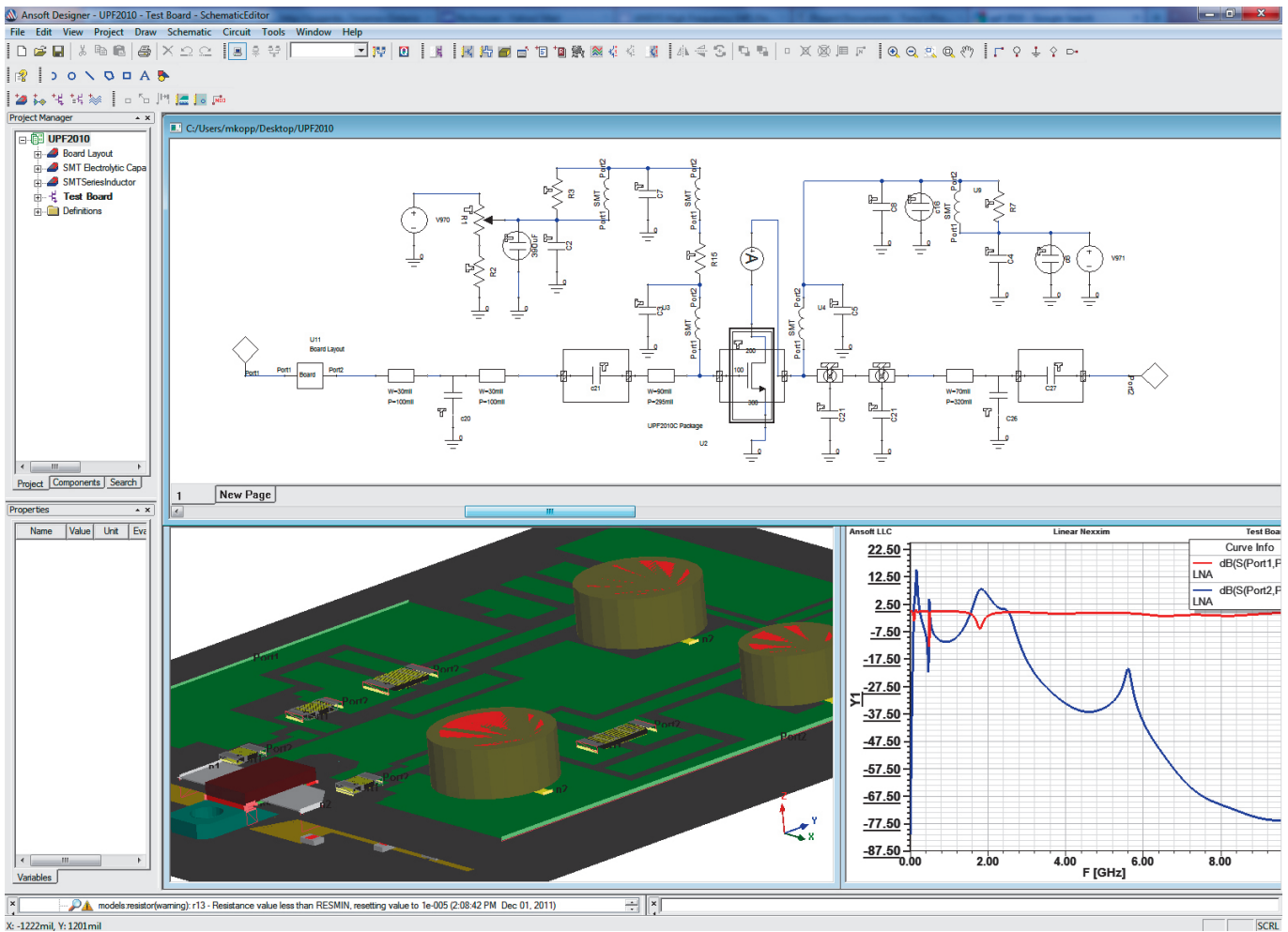


Рис.1. Принципиальная схема усилителя, разработанного в ANSYS DesignerRF, его топология и результаты моделирования S-параметров

Интерактивная среда проектирования ВЧ и СВЧ фильтров Filter Design Tool (рис.3) позволяет быстро разрабатывать различные фильтры: основанные на аппроксимациях функций Бесселя, Гаусса, Чебышева, полосковых и микрополосковых, верхних и нижних частот, сосредоточенных и распределенных, фильтров на связанных линиях передач и др. Созданные фильтры могут быть дополнительно оптимизированы или сразу подключены к проекту.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

К каждому пакету могут дополнительно подключаться технологии "нахождения решения по требованию" (Solver on demand). Эта технология позволяет пользователям запускать программу трехмерного электромагнитного моделирования HFSS (рис.4.) и средства численного моделирования цепей (Synopsys HSPICE) непосредственно из пользовательского интерфейса ANSYS Designer Desktop,

в котором отображается конструкция проектируемого устройства. Технология Solver on demand обеспечивает лучшую на сегодняшний день точность. Возможность автоматизации процесса

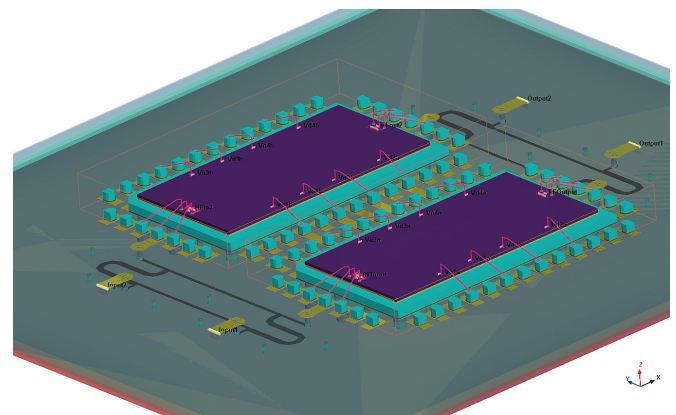


Рис.2. 3D-визуализация в ANSYS DesignerRF

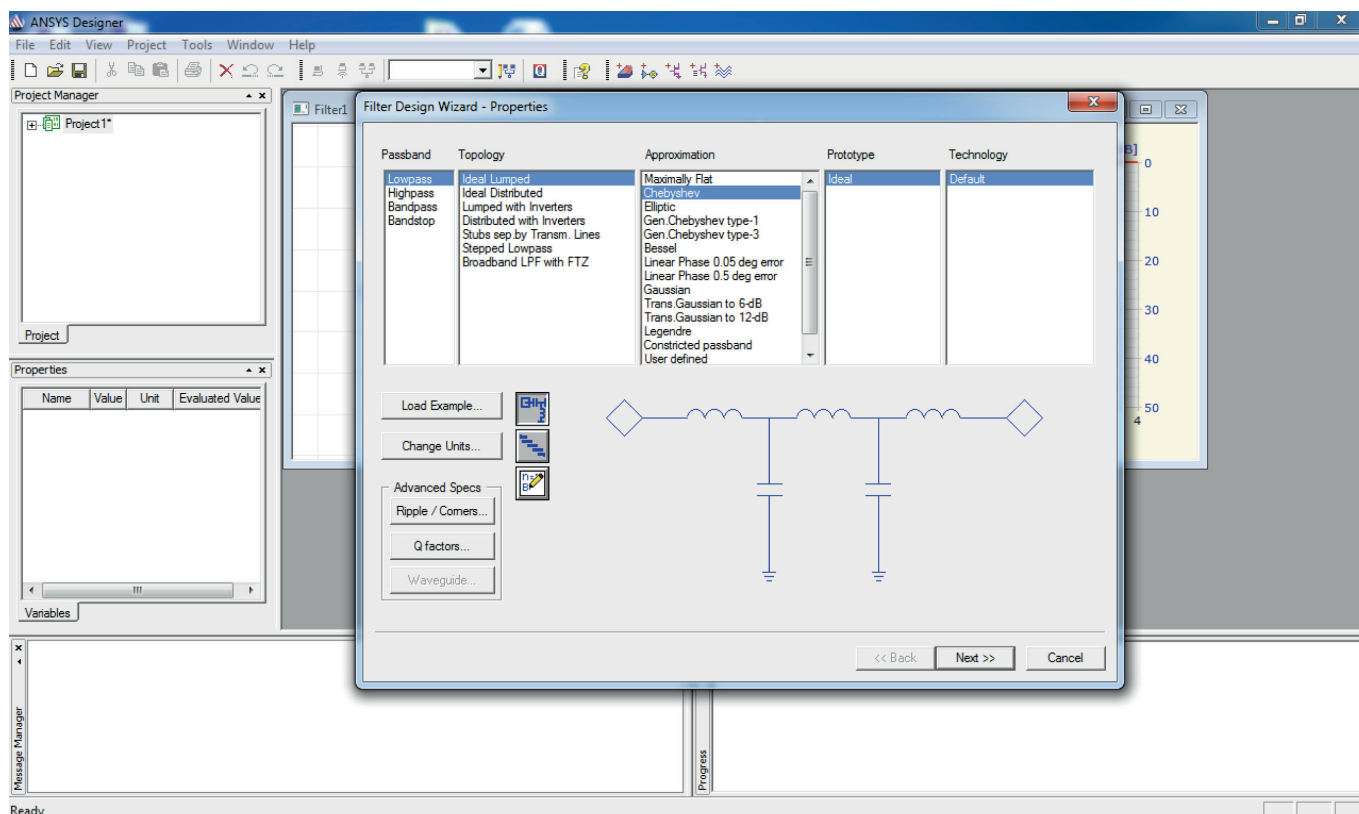


Рис.3. Интерактивная среда проектирования ВЧ- и СВЧ-фильтров Filter Design Tool

проектирования сокращает время разработки устройств и выпуска готовых изделий на рынок.

Для моделирования сложных структур компания ANSYS предлагает возможность высокоскоростных вычислений ANSYS Electronic HPC Pack. Особенность этой технологии – ускорение процесса моделирования за счет декомпозиции исследуемой

задачи (Domain decomposition method) и параллельного вычисления на ядрах, процессорах, компьютерах и кластерах как со сосредоточенной, так и с распределенной памятью, а также на удаленных, более мощных ресурсах (рис.5).

Функция AnsoftLinks ECAD позволяет импортировать топологии печатных плат из САПР Cadence, Mentor Graphics, Sigriety, Altium и Zuken.

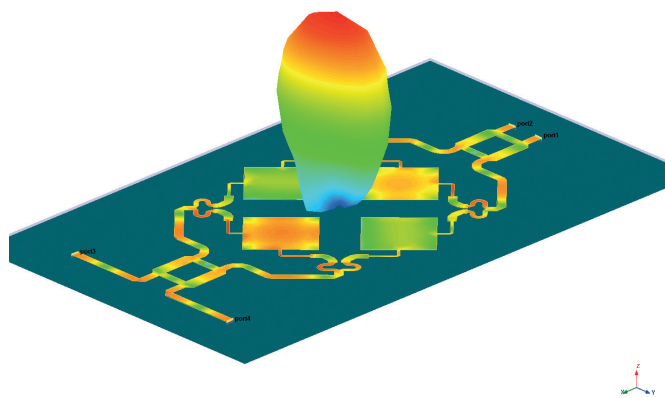


Рис.4. Распределение тока в дальней зоне усиления антенной решетки размером 4×4, разработанной в редакторе ANSYS DesignerRF. Моделирование проведено в ANSYS HFSS с применением Solver on Demand

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (Nexxim Simulator)

Программный пакет ANSYS DesignerRF позволяет моделировать смешанные аналоговые и цифровые сигналы в СВЧ-устройствах в частотной и временной областях с помощью вычислительного ядра Nexxim (рис.6). Доступны следующие инструменты моделирования:

- анализ по постоянному току;
- анализ переходных процессов, позволяющий рассчитывать нелинейные системы в частотной области для однотональных и многотональных сигналов. При анализе переходных процессов применяется комбинация итеративных алгоритмов на базе метода подпространства Крылова и алгоритмов ANSYS для получения быстрой сходимости;

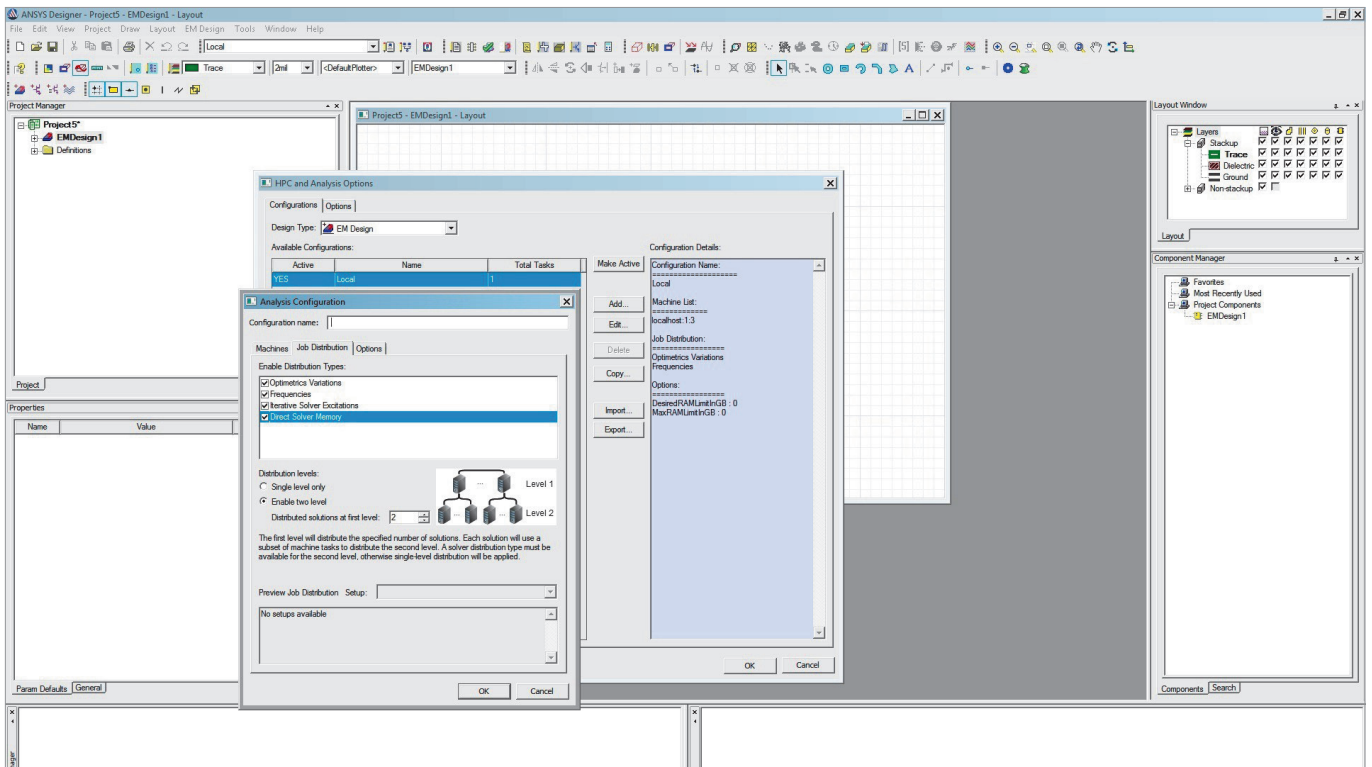


Рис.5. Интерфейс подключения ANSYS Electronic High Performance Computing Pack

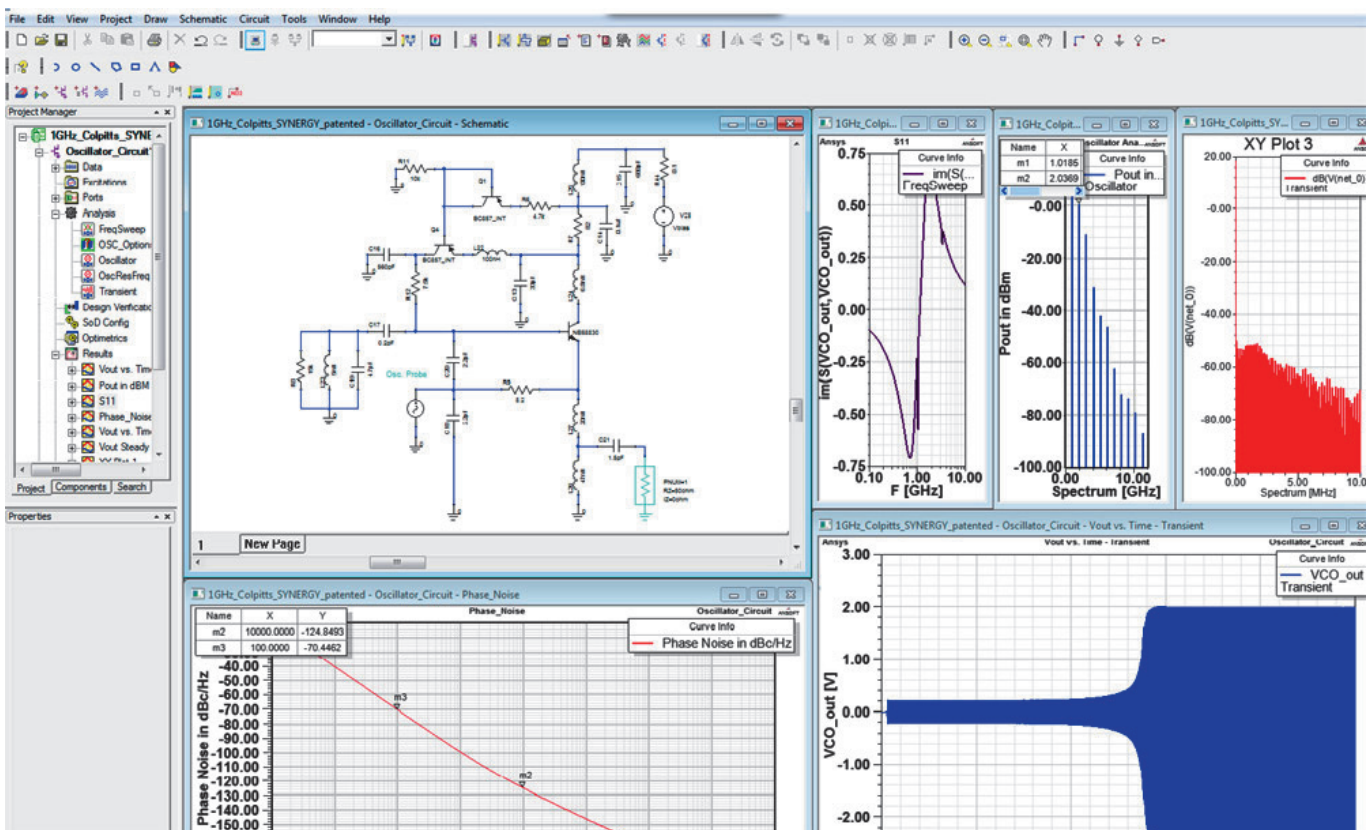


Рис.6. Интерфейс Nexxim Simulator для проведения численного моделирования

Основные улучшения ANSYS DesignerRF 2014

- Новая технология Phi mesher генерирует более точную сетку конечных элементов кремниевых подложек, электрических слоев, сборок и печатных плат.
 - Увеличена скорость взаимодействия между Designer, AnsoftLinks и SIwave. Обеспечивается высокая надежность перевода геометрии и ее различных модификаций между программными решениями ANSYS.
 - Добавлена библиотека компонентов с более чем 24 000 компонентами.
 - Добавлен новый решатель Nexxim System Frequency.
 - Улучшен транслятор ODB++ для Mentor Expedition.
 - Новый транслятор и импорт GDSII и DXF.
 - Увеличена скорость макро-моделирования.
 - Возможность более быстрого моделирования проектов с применением высокопроизводительных вычислений.
- низкочастотный анализ (моделирование линейных цепей, цепей по переменному току, фазового шума);
 - анализ на основе метода гармонического баланса, содержащий высокоточные инструменты для моделирования линейных задач с высокой скоростью расчетов;
 - анализ при помощи осциллятора;
 - анализ Монте-Карло;
 - анализ огибающей;
 - статистический анализ глазковой диаграммы;
 - поддержка модуляции со многими несущими.
- Nexxim поддерживает импортированные модели и библиотеки IBIS, IBIS-AMI, SPICE, Verilog, C, MATLAB, HSPICE и Spectre для устройств CMOS, BiCMOS, SiGe и GaAs, транзисторов MOSFET (BSIM4, HiSim, BSIMSOI, PSP, MET), BJT (HiCUM, VBIC, HBT, Mextram, Modella), FET/MESFET (Statz, TOM3, Materka, EHEMT, Parker-Skellern, Angelov, Curtice), диодов (SPICE, PIN, Microwave, JUNCAP) и др.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (EM Design Simulators)

Для электромагнитного моделирования беспроводных устройств, в состав которых входят различные планарные структуры (направленные ответвители, сумматоры и делители мощности, планарные антенны, фильтры, резонаторы и т.д.), в ANSYS Designer применяется модуль

PlanarEM (рис.7). Благодаря оптимизации алгоритмов МоМ электромагнитный анализ многослойных структур выполняется с высокой точностью и скоростью.

Методы расчета, основанные только на методе моментов, требуют большого объема оперативной памяти компьютера и занимают много времени. Компания ANSYS разработала собственный уникальный алгоритм МоМ Fast. Его применение совместно с методом интегральных уравнений со смешанным потенциалом позволяет значительно снизить требования к объему оперативной памяти, используемой для хранения и решения матричных уравнений. При подключении функции HFSS Solver on Demand ANSYS Designer позволяет моделировать миллиметровые и микроволновые интегральные схемы, печатные платы и планарные антенны.

АНАЛИЗ НА СИСТЕМНОМ УРОВНЕ (System Simulator)

Анализ на системном уровне позволяет решать различные сложные задачи анализа цифровых сигнальных процессоров (DSP), радиочастотных и беспроводных систем. Для моделирования этих задач ANSYS Designer предлагает однотональный и многотональный анализ линейных и нелинейных систем в частотной области, а также дискретный временный анализ для моделирования и оценки эффективности функциональной и электрической части разрабатываемого проекта.

Анализ на системном уровне запускается непосредственно из пользовательского интерфейса ANSYS Designer Desktop. В интуитивно понятном редакторе принципиальных схем (рис.8) пользователи могут получить более высокую детализацию

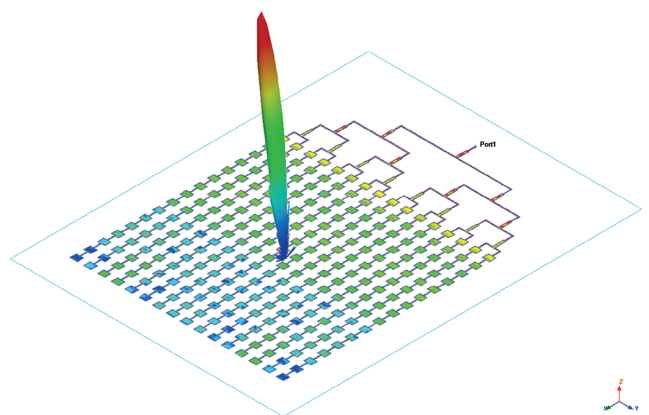


Рис.7. Распределение тока по элементам массива антенной решетки размером 16×16

расчетов при совместном применении численного и электромагнитного анализов.

ANSYS Designer позволяет моделировать многоканальные ВЧ- и СВЧ-устройства. Однотональный и многотональный анализ в частотной области позволяет проводить совместное моделирование линейных и нелинейных частей топологии проекта. Анализируются S-параметры, коэффициент шума (NF), групповая задержка, мощность шума, соотношение сигнал/шум (SNR), коэффициент стоячей волны по напряжению (VSWR), внутренние/внешние напряжения и мощность, а также нелинейные характеристики: уровень гармонических составляющих (OIP3), выходная мощность в режиме насыщения (P_{sat}), выходная мощность при уровне компрессии 1 дБ (P_{1dB}). Визуализация выходного однотонального и многотонального уровня напряжения и спектра мощности в произвольных узлах топологии позволяет оценить влияние отдельных элементов на выходные характеристики проектируемого устройства.

Многотональный анализ интермодуляционных искажений позволяет рассчитать интермодуляционные искажения при любом числе тонов возбуждения, применяемых к нелинейной топологии.

Дискретно-временной анализ позволяет проводить моделирование проводных/беспроводных устройств, состоящих из функциональных блоков и электрических компонентов различных сигнальных процессоров и смешанных топологий, реализующих стандарты GSM, IS-95 CDMA, фазовую автоподстройку частоты (ФАПЧ), синтезаторы частот, кроссмодуляцию и др. Дискретно-временной анализ включает в себя переходной и постоянный анализ, активные/тепловые/фазовые характеристики шума, а также воздействие на производительность системы в целом. Результаты дискретно-временного анализа доступны в любой момент времени в произвольных узловых точках схемы. Пользователь имеет возможность указать диапазон изменений номинала компонента и оценить поведение схемы во временной и спектральных областях.

ANSYS Designer разрешает применение пользовательских электрических и функциональных моделей, написанных на языках C/C++ и Matlab. Также поддерживаются библиотечные элементы – различные сигнальные процессоры и высокочастотные проводные/беспроводные функциональные блоки.

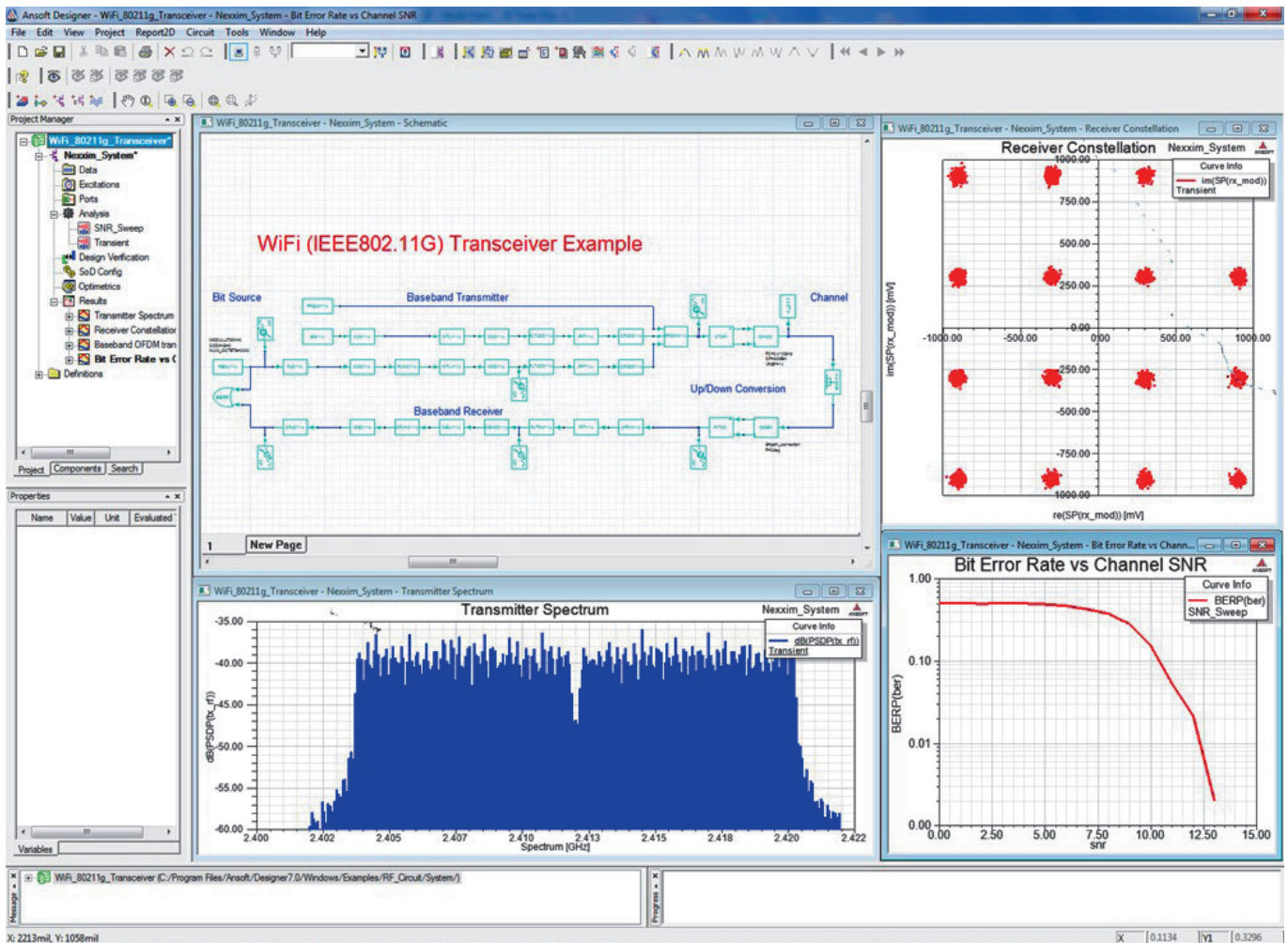


Рис.8. Системный редактор и результаты моделирования приемопередатчика стандарта 802.11g

ОПТИМИЗАЦИЯ (Optimization)

На системном уровне пользователь имеет возможность провести подстройку (тюнинг), оптимизацию, анализ чувствительности и статистический анализ. Программное решение ANSYS DesignerRF предоставляет широкий набор инструментов для оптимизации и наиболее оптимального анализа разрабатываемых устройств. Создавая компонент, разработчик может указать поле допуска основного параметра компонента. Изменение параметра будет учитываться при параметрическом анализе, по результатам которого создается набор графиков для исследуемой выходной характеристики устройства. Далее инженер выбирает график, соответствующий максимальной производительности, и оценивает влияние на нее каждого компонента. В роли переменных могут выступать не только номиналы электронных компонентов, но и геометрия и свойства материалов.

Число изменяемых параметров компонентов неограничено.

Мы лишь вкратце рассказали о функциональных возможностях программного пакета ANSYS DesignerRF. В последней версии пакета ANSYS DesignerRF 2014 был внесен ряд существенных дополнений, которые значительно расширили функциональные возможности пакета, не увеличивая существенно его стоимость (см. врезку). Комплексный подход ANSYS позволяет разработчикам решать множество прикладных задач в области электромагнитного, теплового анализа, анализа целостности сигналов и паразитных компонентов, не теряя качества проекта. Точность расчетов, скорость моделирования, удобство работы, масштабируемость и легкость в освоении делают программный продукт ANSYS DesignerRF незаменимым инструментом разработчиков СВЧ-устройств. ●