

Обзор нововведений NI AWR Design Environment V14

Дэвид Вай (NI AWR)

Новейший релиз NI AWR Design Environment 14 нацелен на оптимизацию всех этапов проектирования РЧ/СВЧ-устройств и ускорение циклов разработки благодаря мощным инструментам синтеза цепей, улучшенной автоматизации процесса проектирования печатных плат и модулей, обновлённой организации измерений и данных, алгоритмам генерации моделей фазированных антенных решёток (ФАР) и тестовым схемам новых стандартов передачи данных.

Развитие технологий нового поколения, включая системы 5G, устройства Интернета вещей и различные автомобильные датчики на основе радаров, по-прежнему является ключевым фактором, определяющим всё более строгие требования к характеристикам устройств, их физическим размерам и себестоимости компонентов. Перед разработчиками ставится широкий спектр задач, в том числе по созданию более продвинутых антенн и компонентов приёмных трактов, адаптации проектов к новым технологиям и материалам, повышению интеграции устройств и поиску инновационных решений в архитектуре и топологии проектируемых систем.

В частности, параметры компонентов приёмных трактов должны удовлетворять достаточно жёстким требованиям, среди которых повышенная линейность, низкие потери и малый коэффициент шума. В свою очередь, разработчикам необходимо одновременно оптимизировать множе-

ство параметров и следить за влиянием каждого из них на характеристики устройства. Инструменты, входящие в состав программного обеспечения NI AWR, обеспечивают поддержку проекта на каждом из его этапов – от начального эскиза до передачи в производство.

Высокая степень интеграции и автоматизации инструментов системного, схмотехнического и электромагнитного (ЭМ) анализа необходима для того, чтобы разработчики могли эффективно работать со сложными высокочастотными схемами (печатными платами, интегральными схемами, корпусами и т.д.), а также с высокой точностью определять их характеристики при работе с реальными стандартизированными сигналами, получать и анализировать результаты моделирования для качественной оценки параметров компонентов и, наконец, иметь возможность взаимодействия с инструментами сторонних разработчиков. Программный пакет NI AWR

Design Environment, включающий в свой состав модули Microwave Office, Analog Office, Visual System Simulator™ (VSS), AXIEM и Analyst™, является полноценной интегрированной средой проектирования современных радио- и сверхвысокочастотных устройств, отвечающей вызовам задач разработки систем нового поколения.

Ключевые особенности версии 14:

- интерфейс и автоматизация проектирования:
 - улучшенное управление измерениями и выводом данных;
 - упрощённая работа с измерениями для усилителей мощности;
- системное моделирование:
 - модуль автоматического синтеза модели ФАР (поставляется отдельно);
 - обновлённые библиотеки LTE и 5G;
 - новые модели пространственных каналов;
- схмотехническое моделирование:
 - новый модуль синтеза цепей (поставляется отдельно);
 - обновлённый интерфейс тюнера;
- ЭМ-моделирование:
 - новые типы портов: точечные (point) и внутренние волновые (internal wave);
 - поддержка конформных структур;
- работа с топологией:
 - модуль импорта печатных плат для редактирования топологии;
 - усовершенствованный модуль трассировки iNet™.

ИНТЕРФЕЙС И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизация процесса проектирования связывает используемые разработчиками модели, сторонние инструменты и топологические чертежи устройств с последующим производством печатных плат, монолитных и радиочастотных интегральных схем и многокристалльных модулей, обеспечивая значительное ускорение ЭМ-верификации пассивных структур, корпусов и плат и использование полученных результатов для совместного моделирования на схемном и/или системном уровне. Новый функционал версии 14 включает в себя инструменты, упрощающие ввод данных, моде-

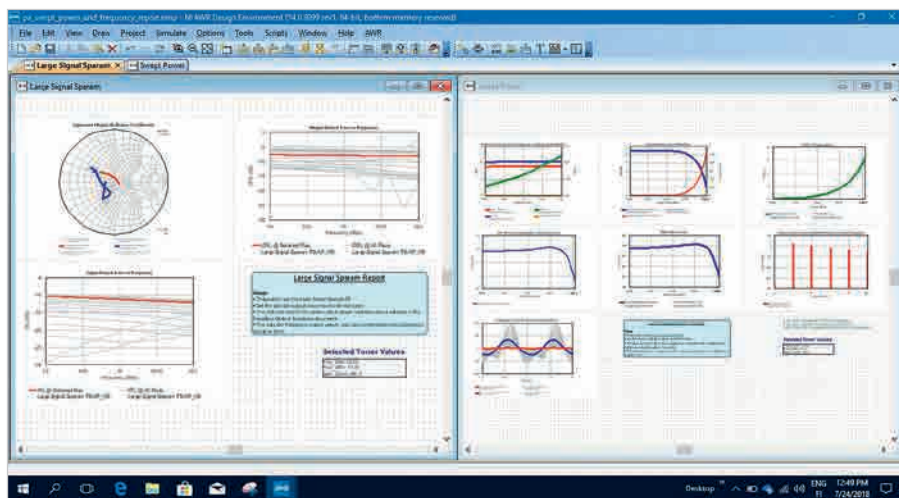


Рис. 1. Новый способ визуализации данных на одной информационной панели

лирование, оптимизацию и анализ результатов симуляций.

С учётом растущих требований к проектируемым устройствам разработчикам приходится отслеживать результаты нескольких расчётов одновременно. В новой версии NI AWR Design Environment представлен новый способ отображения результатов, при котором источники данных для измерений и их параметры управляются из одного окна, а сами результаты выводятся на отдельной панели в виде набора связанных схем/графиков. Для управления группами параметров измерений могут быть использованы переменные.

Пользователи теперь могут объединить в одном выходном файле переменные измерений, наборы документов, создающие символическую ссылку на один или несколько файлов симуляции, которые могут быть использованы измерениями, и встроенные графики в обновлённом режиме «окно в окне». Такой файл может быть использован для динамического отображения результатов, при котором графики и встроенные окна обновляются автоматически (см. рис. 1).

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ Проектирование ФАР

VSS – модели пространственных каналов 3GPP, обеспечивающие точный анализ трактов для определения требований к антенне. AntSyn™ – синтез оптимизированных антенных элементов на основе вводимых требований и ограничений по размерам с последующим экспортом конструкции в ЭМ-симулятор. ЭМ-симуляторы AXIEM и Analyst – ЭМ-верификация и расчёт диаграммы направленности (ДН) элементов в дальней зоне в формате для дальнейшей работы с модулем синтеза ФАР. Модуль синтеза ФАР – работа с полученными ДН в процессе оптимизации конфигурации элементов и цепи питания. ЭМ-структуры могут быть использованы для каждого элемента при генерации решётки в схемном виде.

Модуль синтеза ФАР

Новый модуль синтеза ФАР позволяет интерактивно создавать антенные решётки и затем генерировать эквивалентные схемы или системные диаграммы ФАР для дальнейшего анализа. Разработчик может задать конфигурацию решётки (то есть геометрическое

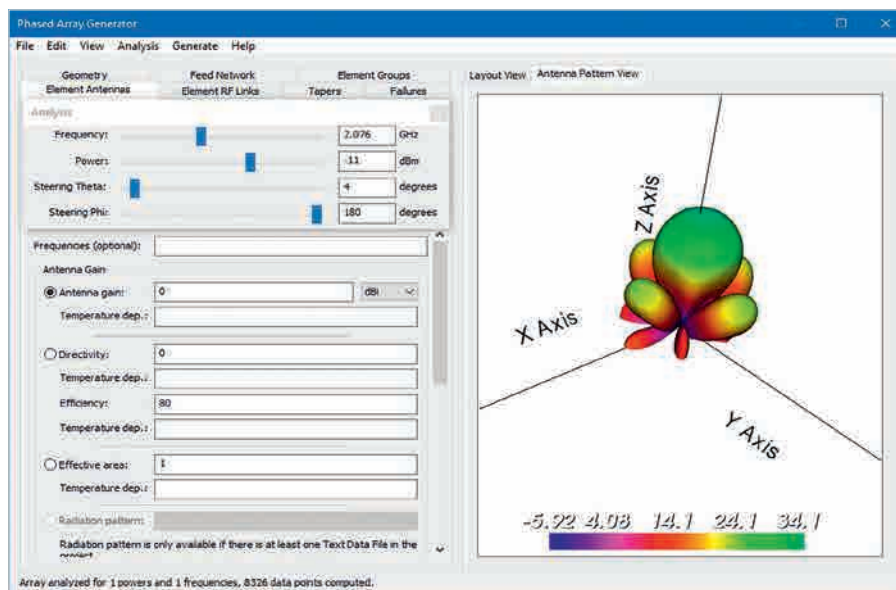


Рис. 2. Анализ и оптимизация конструкции решётки в модуле синтеза ФАР

расположение её элементов в пространстве), цепи питания, распределения коэффициента усиления и характеристики индивидуальных элементов и связанных с ними трактов.

Отклик ФАР отображается в том же окне и позволяет оценить изменения, связанные с уровнями мощности рабочего сигнала, направлением главного лепестка ДН или отказом элементов. По завершении синтеза модуль генерирует эквивалентную системную диаграмму, которая может быть использована для дальнейшего анализа в VSS в составе полноценной системы. Также можно создать эквивалентную схему и топологию решётки для моделирования в ЭМ-симуляторах AXIEM и Analyst или в сторонних инструментах, например ANSYS HFSS (см. рис. 2).

5G

Обновлённая библиотека моделей VSS содержит блоки кодирования/декодирования и генерации/анализа сигналов в соответствии с последними спецификациями систем связи 5-го поколения. Поддержка тестовых схем и стандартов LTE, 5G и узкополосного Интернета вещей (IoT) даёт разработчикам возможность моделирования систем и проведения измерений на основе самых актуальных данных. В частности, VSS версии 14 поддерживает тестовые схемы каналов передачи вверх для узкополосного Интернета вещей в режиме совмещения с LTE, работы в защитном интервале LTE-сигнала и работы внутри выделенной полосы. Разработчики компонентов и систем могут

использовать стандартные конфигурации для анализа возможных ситуаций и изменять их по необходимости. Среди нововведений – новые возможности по кодированию/декодированию для LTE, NR и DVB-S2, включая поддержку кодов с низкой плотностью проверок на чётность (LDPC).

Технологии «многоканальный вход – многоканальный выход» (MIMO) и управления лучом ФАР являются ключевыми для достижения высокой эффективности передачи сигналов, требуемой для развёртывания систем связи 5G и новых применений радаров, например в «умных» системах автомобилей. Помимо нового генератора конструкций ФАР, в качестве дополнительного модуля VSS доступны новые стандартизированные библиотеки моделей пространственных каналов WINNER II и 5G, которые обеспечивают высокоточное моделирование эффектов пространственного распространения сигнала для более реалистичного каскадного анализа радиочастотных трактов при оценке характеристик системы и определении требований к отдельным компонентам (см. рис. 3).

СХЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ Модуль синтеза цепей

Новый модуль синтеза цепей – это мощный инструмент создания оптимизированных двухпортовых согласующих цепей на основе дискретных и распределённых компонентов. Пользователь задаёт максимальное количество секций и тип используемых компонентов, после чего эволюционные алгоритмы (те же, что используются

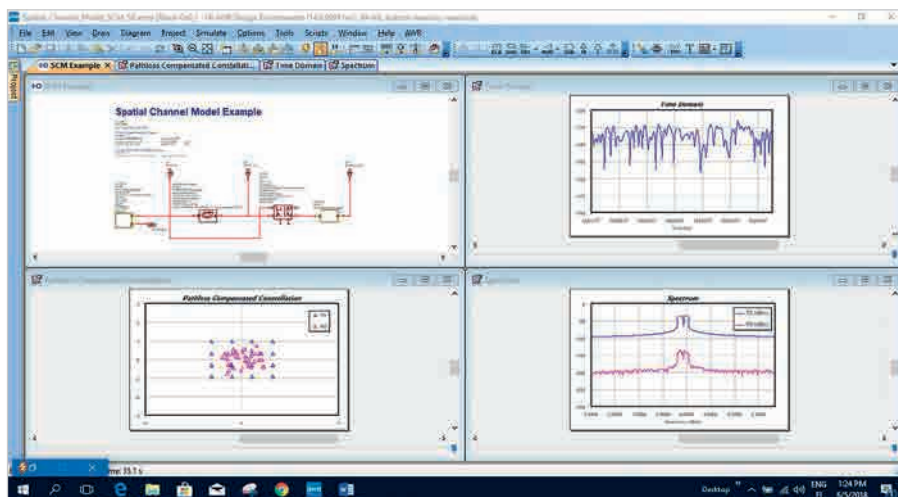


Рис. 3. Новые модели пространственных каналов, соответствующие стандартам 5G, доступные в виде дополнительного модуля

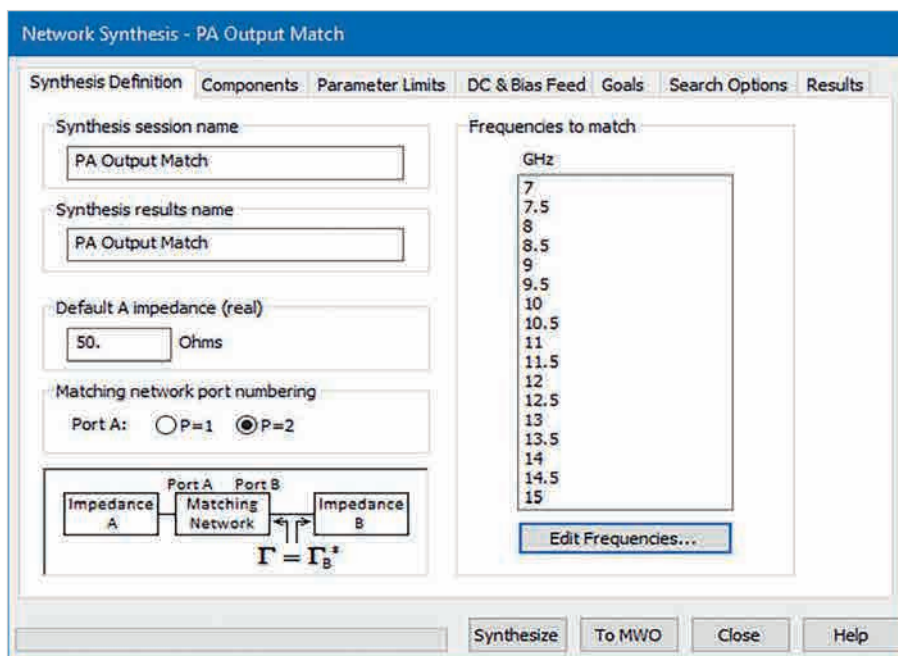


Рис. 4. Новый модуль синтеза цепей согласования для антенн и усилителей мощности, в основе которого лежат эволюционные алгоритмы оптимизации

в AntSyn) находят наилучшие варианты цепей согласования и оптимизируют значения параметров компонентов.

Интерфейс модуля позволяет интерактивно создавать практически неограниченное множество цепей, оптимизированных по значениям коэффициента шума/мощности, или согласующих цепей между каскадами усилителя или различными компонентами (например, между усилителем и антенной). Оптимальные значения коэффициентов отражения определяются в выбранном частотном диапазоне и могут предоставляться в формате данных load-pull, файлов данных параметров схемы или файла схемы. На вкладке параметров синтеза можно задать стандартный или желаемый импеданс источни-

ка/нагрузки, а также частоты, на которых нужно выполнить согласование (см. рис. 4).

Проектирование усилителей мощности. Load Pull – моделирование или импорт данных измерений load-pull и использование встроенных измерений для определения влияния импедансов нагрузки и источника на характеристики устройства. Синтез цепей – автоматизированное создание согласующих цепей в Microwave Office. Моделирование методом гармонического баланса (ГБ) – оценка нелинейного поведения схемы в установленном режиме при помощи ГБ-симулятора; моделирование коэффициента усиления, выходной мощности, КПД и других характеристик, включая отклик

усилителя при работе с модулированными сигналами для определения системных метрик (например, коэффициента мощности по смежному каналу). ЭМ-анализ – электродинамическое моделирование металлизированных структур усилителя мощности. Для планарных структур можно использовать 2,5D-симулятор AXIEM, а для полноценно трёхмерных структур – 3D-симулятор Analyst.

Обновлённый тюнер

NI AWR Design Environment версии 14 включает в себя множество серьёзных нововведений, нацеленных на помощь разработчикам компонентов на схемном уровне – от синтеза цепей с определёнными характеристиками до интерактивной оптимизации значений параметров элементов. Новый интерфейс тюнера унифицирует его с интерфейсом оптимизатора: в нём применяются более эффективно использующие рабочее пространство горизонтальные слайдеры, дающие возможность параметрической подстройки схем с большим числом переменных, а окно тюнера содержит поля фильтрации и сортировки параметров для лучшей организации процесса подстройки (см. рис. 5).

ЭМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ

В основе работы ЭМ-симуляторов AXIEM и Analyst лежит решение уравнений Максвелла для определения электрических параметров физических структур. Симулятор AXIEM предназначен для работы с трёхмерными планарными структурами: линиями передачи, спиральными индуктивностями, МДМ-конденсаторами и т.д., во время как Analyst является симулятором полноценно трёхмерных структур: переключек, шариковых и проволочных выводов, подложек конечной толщины и, например, рупорных антенн. NI AWR Design Environment 14 предлагает обновлённые инструменты редактирования топологии, новые типы портов и более мощные и быстрые алгоритмы симуляторов. Помимо этого, добавлена поддержка конформных структур, позволяющая моделировать, например, антенны, встроенные в корпус системы, находящие применение в мобильных устройствах и приборах Интернета вещей (см. рис. 6).

Новые типы портов

Среди важных нововведений версии 14 – обновлённые типы ЭМ-портов,

Document	Element	ID	Parameter	Tune	Step Size	Lower	Tuner	Upper	Value	Tag
Interconnect_Module	MLEFX	MO1	W	<input checked="" type="checkbox"/>	4	200		600	350	
Interconnect_Module	PORT	P2	Z	<input checked="" type="checkbox"/>	0.7	25		100	50	
Interconnect_Module	MLIN	TL2	W	<input checked="" type="checkbox"/>	3	122.8		491.2	245.6	
Interconnect_Module	MLIN	TL2	L	<input checked="" type="checkbox"/>	1	50		200	100	
Interconnect_Module	MSTEPXS	MS1	Offset	<input checked="" type="checkbox"/>	0.02	-1		1	0	
IMN	EQN		C2_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	0.6	20		80	55.47	
IMN	EQN		C1_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	0.8	20		100	38.18	
IMN	EQN		L3_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	1	25		150	52.9	
IMN	EQN		L2_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	8	100		900	151.3	
IMN	EQN		L4_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	4	50		500	166.8	
IMN	EQN		C4_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	10		40	28.57	
IMN	EQN		C3_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	0.5	20		70	67.07	
IMN	EQN		L1_Len	<input checked="" type="checkbox"/>	2	25		300	213.2	

Рис. 5. Новый интерфейс тюнера, облегчающий работу с большим количеством параметров

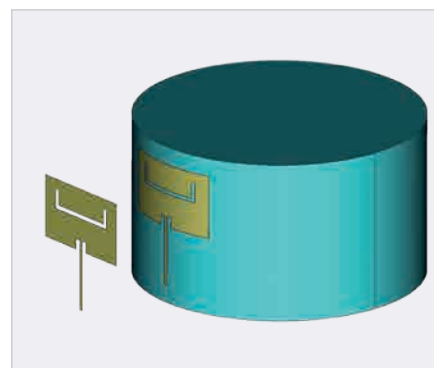


Рис. 6. Поддержка конформных структур как проекций планарных фигур на изогнутые поверхности

упрощающие работу с проектируемыми структурами. Внутренние волновые порты облегчают анализ сложных монолитных и радиочастотных интегральных схем, порты возбуждения которых расположены не на заданной границе области моделирования. Новый тип портов для моделирования печатных плат – точечные порты – позволяет точно располагать компоненты поверхностного монтажа и поддерживает работу с частотно-зависимыми материалами и возможность расчёта внутри проводников, что обеспечивает большую точность моделирования.

РАБОТА С ТОПОЛОГИЕЙ

Модуль импорта печатных плат

Обновлённый модуль импорта файлов печатных плат ускоряет процессы ЭМ-верификации проектов, созданных в ведущих САПР от сторонних производителей (Cadence, Zuken, Mentor Graphics), благодаря мощным инструментам выбора элементов и редактирования топологии. Так, значительно упрощается выбор областей цепей и платы, интересующих разработчика, что в целом ускоряет процессы последующего ЭМ-анализа и оптимизации. Качество и надёжность проекта увеличиваются за счёт возможности экстракции широкополосных S-параметров для наиболее важных цепей и областей с наибольшей плотностью размещения элементов, что позволяет обнаружить нежелательные взаимодействия и паразитные компоненты, предотвратив отказы готового продукта (см. рис. 7).

Обновлены и инструменты редактирования топологии, позволяющие настраивать сложные проекты печатных плат для ЭМ-анализа в AXIEM или Analyst. Новые смарт-инструменты обе-

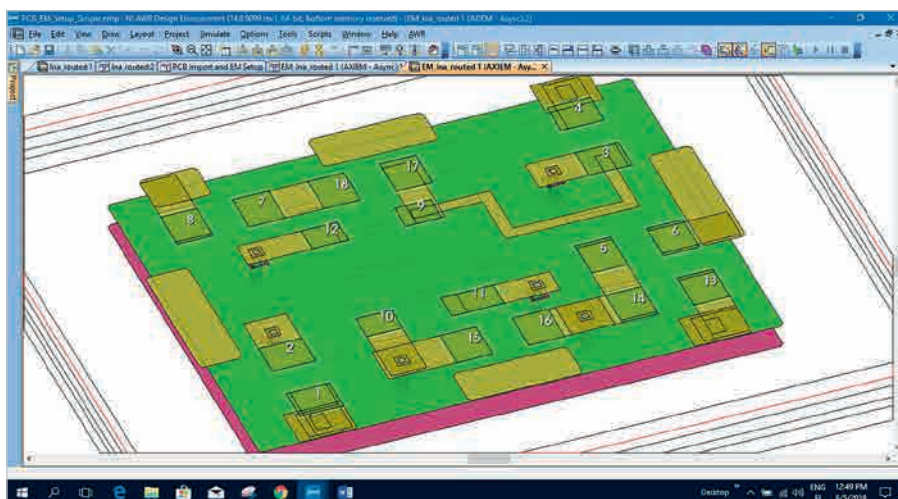


Рис. 7. Обновлённый модуль импорта файлов печатных плат

спечивают интерактивное выделение областей платы, многослойной разводки и межслойных перемычек, автоматическое определение неограниченного количества ЭМ-портов на основе импортированных данных, генерацию ЭМ-структур с эквивалентной электрической схемой для размещения компонентов поверхностного монтажа и многое другое.

Трассировка

Наконец, обновление интеллектуального трассировщика iNet затронуло алгоритмы разводки с целью ускорения ЭМ-моделирования и анализа сложных модулей с гетерогенными структурами и высокой плотностью межсоединений.

ЭМ-ВЕРИФИКАЦИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Модуль импорта печатных плат – данные считываются непосредственно из файлов форматов IPC2581 или ODB++. Проприетарные форматы используются для обмена данными между разработчиками и производителями, а также между инструмен-

тами проектирования различных производителей. «Расчистка» проекта – выбираются отдельные линии/области; конструкции могут быть упрощены при помощи предобработки фигур. Генерация ЭМ-структур – для дальнейшего анализа создаются ЭМ-структуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

NI AWR Design Environment 14 – это пакет инновационных программных решений в области автоматизации процессов проектирования и моделирования высокочастотных устройств и систем телекоммуникационного, аэрокосмического и оборонного назначения. Новый и усовершенствованный функционал последней версии нацелен на повышение продуктивности пользователей, а также скорости и точности схемотехнического, системного и электромагнитного анализа, что позволяет производителям устройств и систем получать желаемые характеристики устройств с учётом ограничений по размерам, себестоимости и времени вывода продукта на рынок. ©