

Единая среда проектирования ВЧ- и СВЧ-устройств Cadence AWR Design Environment

В Украине одной из первых компаний, которая начала использовать единую среду проектирования ВЧ- и СВЧ-устройств Cadence AWR Design Environment (AWR DE) для решения своих задач, стала компания AG RF-Engineering & Consulting. О том, почему была выбрана именно AWR DE и каковы ее основные преимущества по сравнению с другими решениями, мы попросили рассказать читателям нашего журнала директора украинно-немецкого предприятия AG RF-Engineering & Consulting Андрея Гордиенко (andriy@ag-rf-engineering.de).

Андрей, добрый день! Расскажите, пожалуйста, немного о своей компании: как давно она на рынке, сколько человек в команде, какие услуги предоставляете?

Добрый день! Наша фирма была создана в 2010 году, когда мы решили предоставлять услуги разработки ВЧ-оборудования, а также помогать компаниям в автоматизации процессов проектирования. Наши клиенты — в основном крупные фирмы из Германии и других стран Европы, которые обращаются по вопросам моделирования разрабатываемых устройств, создания и проверки моделей, позволяющих предсказывать характеристики новых изделий. Также мы работаем с небольшими компаниями, которые заказывают у нас разработку конкретных ВЧ-устройств — усилителей, фильтров, антенн, а также пользуются нашими рекомендациями по

наладке и корректной электромагнитной совместимости этих устройств внутри конечного устройства. В последние несколько лет к европейским заказчикам добавилось много украинских предприятий. Команда отдела разработки сейчас состоит из 5 человек.

Скажите, а как давно Вы используете программную среду AWR DE?

Фактически, с первых дней основания компании. Как тогда, так и сегодня, практически невозможно представить серьезную ВЧ-разработку без моделирования и создания схем в СВЧ-трассировщиках. Поскольку моделирование устройств стало одним из наиболее приоритетных направлений в нашей работе, да и в целом это одна из наиболее ответственных фаз в процессе разработки и залог удачного проектирования, проектная среда AWR DE оказалась для нас оптимальным вари-

антом, и вот уже 10 лет как мы работаем с ее инструментами.

Вы сразу выбрали AWR DE или тестировали еще какие-то решения?

Да, практически сразу. На то было несколько причин. Во-первых, проектная среда AWR DE довольно известна в мире среди инженеров по радиоэлектронике, во-вторых, программа быстро продемонстрировала удобство в проектировании и хорошую сходимость моделирования и измерений.

За десять лет своей деятельности мы работали с разными отраслевыми инструментами, и даже сейчас иногда используем их при дополнительных запросах клиентов, однако основная среда проектирования у нас — AWR DE. Почему? При выборе программ для моделирования у нас очень высокие требования: точность моделирования, спектр поддерживаемых симуляторов, количество и качество доступных моделей, легкость использования, а также интегрированность различных модулей друг с другом. По всем этим критериям AWR DE оптимальна для наших задач, а по интегрированности симуляторов и инновационности процесса разработки, по нашему мнению, она опережает другие программы. Кроме того, важно отметить, что почти все крупные заказчики тоже используют эту проектную среду в рабочем процессе, что очень удобно для взаимодействия и позволяет AWR DE иметь большое количество библиотек для моделирования от различных производителей.

Чем, по Вашему мнению, AWR DE выгодно отличается от других сред проектирования?

Типичные среды проектирования используют промежуточные схематические файлы (netlist) для передачи данных между схематическим интерфейсом, симулятором, трассировщиком плат и т.д. Список соединений создается для каждой симуляции отдельно, и так после любых изменений в схеме. Этот процесс вызывает

Развитие технологий нового поколения, таких как IoT, инфраструктура сетей LTE-A/5G и электронные системы аэрокосмического назначения, требует новых подходов и методов разработки радиочастотных (РЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств. Довольно давно и успешно для решения этих задач известные мировые корпорации уровня Infineon, Ericsson, Toshiba, Rohde & Schwarz, а также небольшие предприятия и стартапы используют программную среду AWR Design Environment (AWR DE). Это открытая интегрированная платформа для совместного моделирования на системном, схемном и электромагнитном уровнях, которая позволяет ускорить процесс разработки устройств, повысить производительность продуктов и скорость их вывода на рынок. На системном уровне моделирование трактов передачи и обработки сигналов РЧ-систем выполняется в пакете Visual System Simulator (VSS), а на физическом уровне — в Microwave Office (MWO).

вычислительные издержки и замедляют работу, особенно во время оптимизации и настройки схемы. Другой важный аспект — удобство создания ВЧ-топологии из схмотехнического редактора схемы. В большинстве сред эти действия разделены, и даже после небольших изменений могут быть рассинхронизированы и требовать регенерации. Такая процедура занимает много времени и может вызвать проблемы с синхронизацией: если геометрия платы не сгенерирована после последнего редактирования, то схема и геометрия не будут соответствовать друг другу. Это особенно критично для изменений на уровне геометрии. В этом случае используется процедура, именуемая «back-annotation», которая переносит изменения с геометрии в принципиальную схему. Однако этот процесс не всегда проходит гладко. Такой подход типичен для систем разводки печатных плат, однако совсем не эффективен для программ ВЧ-проектирования из-за более тесной и сложной взаимосвязи схематики и геометрии. В AWR DE эта проблема решена.

Скажите, а какое из преимуществ AWR DE Вы считаете ключевым?

Думаю, основное преимущество AWR DE — это использование единой модели данных, которая устраняет не-

обходимость в создании списка соединений и дополнительной синхронизации между идеальной схемой и геометрией платы. Это связано с тем, что среда AWR DE уже написана с использованием объектно-ориентированного программирования, в котором элементы схемы имеют в базе данных несколько различных представлений одного и того же объекта — схематический символ, геометрия в физической топологии и математическая модель для симулятора. Логически все они относятся к одному и тому же объекту. Соответственно, к примеру, микрополосковая линия в схеме и геометрической топологии всегда будет иметь одинаковую длину, поскольку длина — это один и тот же параметр в описании объекта программы для этого элемента. Microwave Office (MWO) не создает список соединений для моделирования цепи, он напрямую использует элементы схемы для создания математической модели и затем просчитывает ее. А если некоторые элементы изменены, симулятор не воссоздает всю схему и не моделирует ее заново, он повторно моделирует только измененный элемент и его взаимодействие со всей схемой. Это делает линейное моделирование и повторное моделирование в MWO чрезвычайно быстрыми, а также обеспечивает под-

стройку и оптимизацию схемы в режиме реального времени.

Кроме того, наличие единой модели данных устраняет необходимость каждый раз вручную генерировать геометрическую топологию схемы. Для каждой схемы в MWO автоматически создается макет топологии, т.е. физическое представление (layout) — это просто еще одно представление схемы и тех же элементов схематики. Это исключает возможность ошибки и необходимость создания топологии геометрии после каждого изменения. Кроме того, нет необходимости в обратной аннотации, т.е. пересчета геометрии обратно в схематик, потому что каждое изменение компоновки будет одновременно отражаться в схеме. Это следствие того, что существует только один объект, отраженный в топологии, схеме и моделировании одновременно. Соответственно, унифицированная модель данных в MWO сокращает время моделирования и значительно уменьшает количество ошибок при создании макета топологии.

Для читателей, которые впервые слышат о проектной среде AWR DE, не могли бы Вы на простом примере проиллюстрировать, как проходит процесс проектирования? Насколько это действительно быстро и удобно?

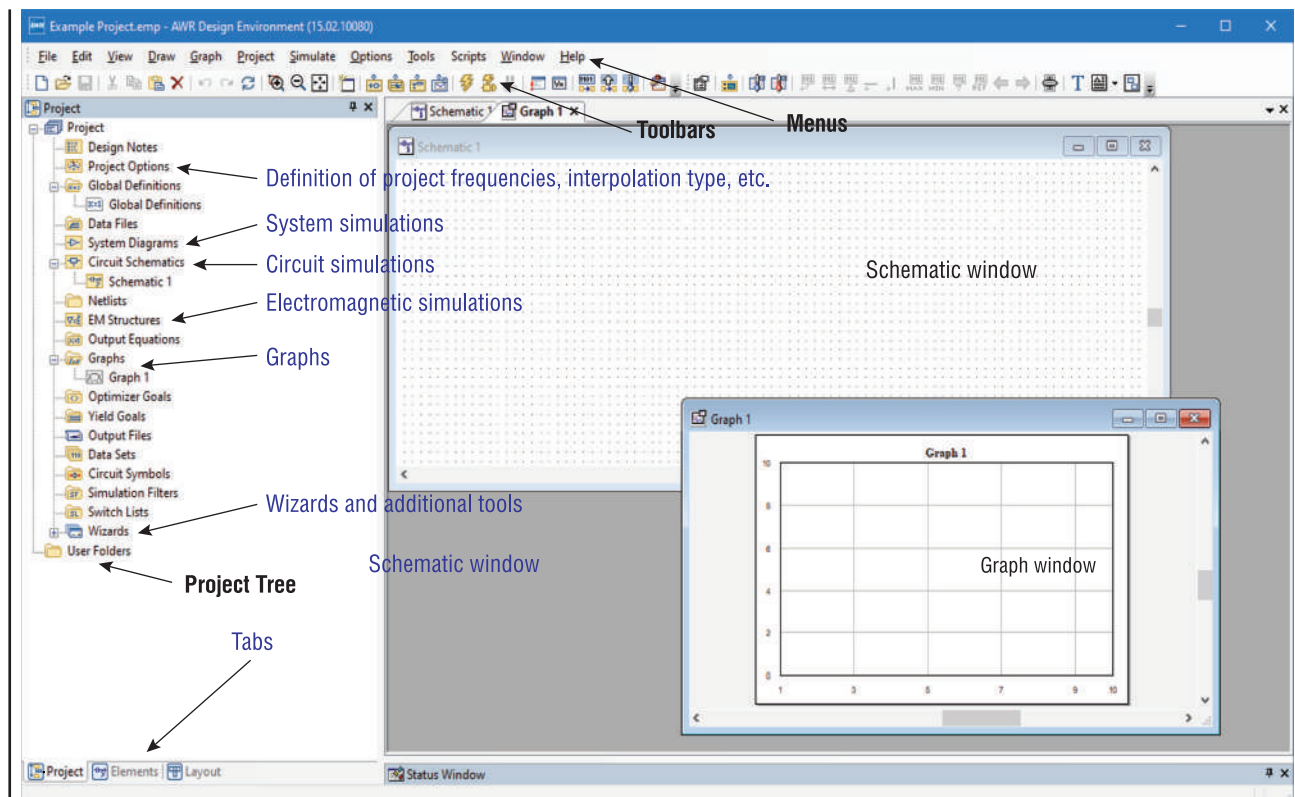


Рис. 1. Окно AWR Design Environment

Конечно. Для иллюстрации можем рассмотреть создание простой схемы в MWO, например, микрополоскового шлейфа.

На рисунке 1 показано окно среды проектирования AWR DE.

Чтобы добавить новую электрическую схему, нажимаем правой кнопкой на *Circuit Schematics*, выбираем *New Schematic* и даем ей название. После этого будет создано новое окно схемы. Вид геометрической компоновки схемы можно получить из пункта меню *View* → *New Layout View*. Как вариант, можно также нажать кнопку макета на панели инструментов. 3D-вид для этого макета может быть создан в меню *View* → *New 3D View*. Чтобы вывести результаты, добавляем *Graph*, щелкнув правой кнопкой мыши элемент *Graph* в дереве проекта и выбираем *Window* → *Tile Vertical*, чтобы разместить все четыре окна на экране. Чтобы добавить элементы, выбираем вкладку *Elements* в нижнем левом углу, и разворачиваем *Microstrip* \ *Lines*. Перед нами появляется список микрополосковых элементов вместе с кратким описанием (если описание не отображается, щелкаем правой кнопкой мыши рядом со списком элементов и выбираем *Show details*). Перетаскиваем элемент *MLIN* на схему. Теперь наш новый элемент виден одновременно в схеме, в редакторе компоновки и в 3D-виде. Можно изменить

некоторые параметры линии: нажав *Enter* мы сразу увидим эти изменения в макете платы. Если дважды щелкнуть по этой линии в редакторе компоновки и изменить ее длину, то значение длины в редакторе схематика также будет изменено. Как можно видеть, эта линия имеет разные представления одного и того же объекта в различных частях программы.

Добавим еще две микрополосковые линии в схему (можно использовать *copy/paste* уже имеющихся). Элементы схемы можно вращать, щелкнув правой кнопкой мыши. В редакторе физической топологии линии изначально располагаются друг над другом. Далее добавим т-переход между микрополосковыми линиями (*Microstrip* \ *Junctions* \ *MTEES*), а также линию шлейфа. Имеет смысл использовать интеллектуальное соединение (*MTEES*) вместо обычного, так как оно автоматически подстраивается под ширину линий (рис. 2). Затем добавим *MOPEN\$* из *Microstrip* \ *Other* для моделирования открытого эффекта шлейфа микрополоска (знак \$ в конце имени означает, что элемент подстраивает ширину автоматически).

Соединим элементы между собой. Далее, перейдем в редактор макета, выберем все элементы (*ctrl-A*) и нажмем кнопку *Snap Together*. Теперь все элементы правильно расположены в редакторе топологий. Здесь мы можем

подобрать вид, нажав кнопку *Home* на клавиатуре. Попробовав изменить что-нибудь в физической топологии или схеме, мы увидим взаимодействие параметров вживую, которое всегда происходит синхронно. Как я отмечал ранее, это происходит потому, что MWO не создает промежуточных данных, а просто предоставляет разные представления одних и тех же объектов в разных окнах.

Затем добавим порты в эту структуру (кнопка *Port* на панели инструментов) и *Substrate from Substrates* \ *MSUB*. Каждой структуре нужны порты для подключения источников. Типичным видом моделирования являются S-параметры схемы. Измерения связаны с определенными графиками (например, «график» также может быть таблицей). Чтобы добавить измерение, щелкнем правой кнопкой мыши график в дереве проекта и нажмем *Add Measurement*. В поле *Data Source Name* мы можем выбрать, к какой схеме относится измерение. Таким образом, очень просто охарактеризовать различные уровни иерархии проекта, поскольку можно выбрать любую возможную подмодель.

Выберем измерение *S11*, установив флажок *dB* и нажав *Apply*. Зададим правильный частотный диапазон в разделе *Project Options* в дереве проекта (например, от 0.1 до 40 ГГц с шагом 0.1 ГГц) и смоделируем эту структуру

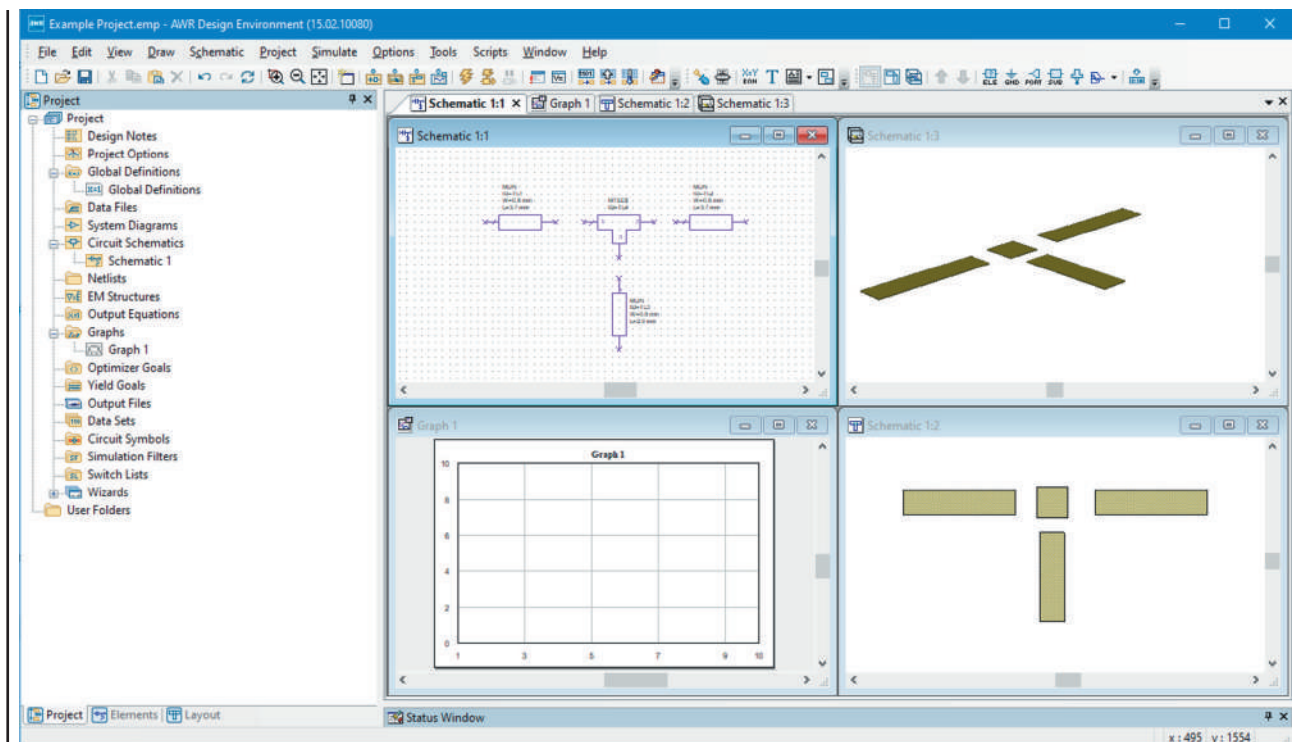


Рис. 2. Вставка элемента MTEE в схему MWO

(Simulate → Analyze или кнопку с молнией). Отклик этой структуры можно сразу посмотреть на графике.

Здесь мы можем увидеть еще одно из преимуществ работы в MWO: программа не рассчитывает данные, которые мы не будем просматривать или использовать в дальнейшем. Запускаем ползунок подстройки (*tuner*) на панели инструментов и выбираем настраиваемые параметры, нажав кнопку отвертки и выбрав, к примеру, значение длины шлейфа в схеме. Если сдвинем тюнер настройки, симуляция будет происходить в реальном времени. Программа работает быстро и не требует от ПК больших ресурсов. Такая высокая скорость возможна потому, что MWO не генерирует каждый раз файл для передачи соединений для всей схемы, а просто повторно моделирует один элемент и соединяет его с остальной схемой.

Кроме того, можно видеть, что все изменения, которые мы производим с тюнером, отражаются как на схеме, так и на топологии и 3D-виде. Без этой функции нам пришлось бы генерировать макет каждый раз после подстройки, чтобы синхронизировать схему и геометрическую топологию. В заключение, нам по-

требуется лишь минимальная верификация дизайна, и проект готов (рис. 3).

На этом простом примере можно наглядно увидеть основное преимущество AWR DE — за счет интеграции технологий системного, схмотехнического и электромагнитного моделирования в одной платформе обеспечивается тесная взаимосвязь между электрическими схемами и их топологическим представлением. Это отлично работает как для простых проектов, так и для многоуровневых иерархических проектов и виртуальных тестовых стендов (рис. 4).

Хорошо, а кроме единой модели данных, какие еще преимущества AWR DE Вы для себя выделяете?

Конечно же, это детально проработанная среда проектирования, которая существенно упрощает даже самые сложные задачи, в том числе ввиду отсутствия необходимости в ручном вводе параметров проекта и обработке данных. Также для нас очень важно наличие полностью интегрированного в среду разработки AWR DE полноценного инструмента для электромагнитного 3D-анализа на основе метода конечных элементов Analyst. Он обеспечивает мгновенный переход от схемной реализации СВЧ-системы к

электромагнитному 3D-анализу и верификации, в результате этого высвобождается время для наших инженеров, и они могут больше времени уделить проектированию, оптимизации и настройке разрабатываемого изделия. Кроме того, в AWR DE имеется статистический анализ и учет производственных факторов, включая контроль проектных норм и проверку соответствия топологии электрической схеме (DRC/LVS). Также проектная среда AWR DE поддерживает широкий набор библиотек компонентов производителей и предоставляет возможность экспорта и импорта данных топологии в форматах GDSII, DFX, а также IPC-2581 или ODB++ для совместимости с инструментами работы с топологией, используемых на большинстве предприятий.

Какие перспективы для украинских компаний Вы видите в использовании среды проектирования AWR DE?

Сегодня для эффективной работы со сложными высокочастотными схемами (печатными платами, интегральными схемами, корпусами и т.д.) однозначно нужно использовать решения с высокой степенью интеграции и автоматизации инструментов системного, схмотехнического и электромагнитного анализа.

cadence®

Проекту професійно з AWR Design Environment

Переконайся! Наскільки легко та ефективно можна оптимізувати процес розробки ВЧ і НВЧ друкованих плат, монолітних інтегральних схем, одно- та багатокристальних модулів, антен, радарних систем і систем зв'язку.

Спробуй! Безкоштовно trial версію продукту.

Отримай! Персональну консультацію.

Скористайся! Акційними пропозиціями*

SOFTPROM

дистриб'ютор Cadence
cadence@softprom.com

*до 31.12.2020 діє знижка 60% на окремі бандли модулів AWR DE

ТОВ "Софтпром Солюшнз"

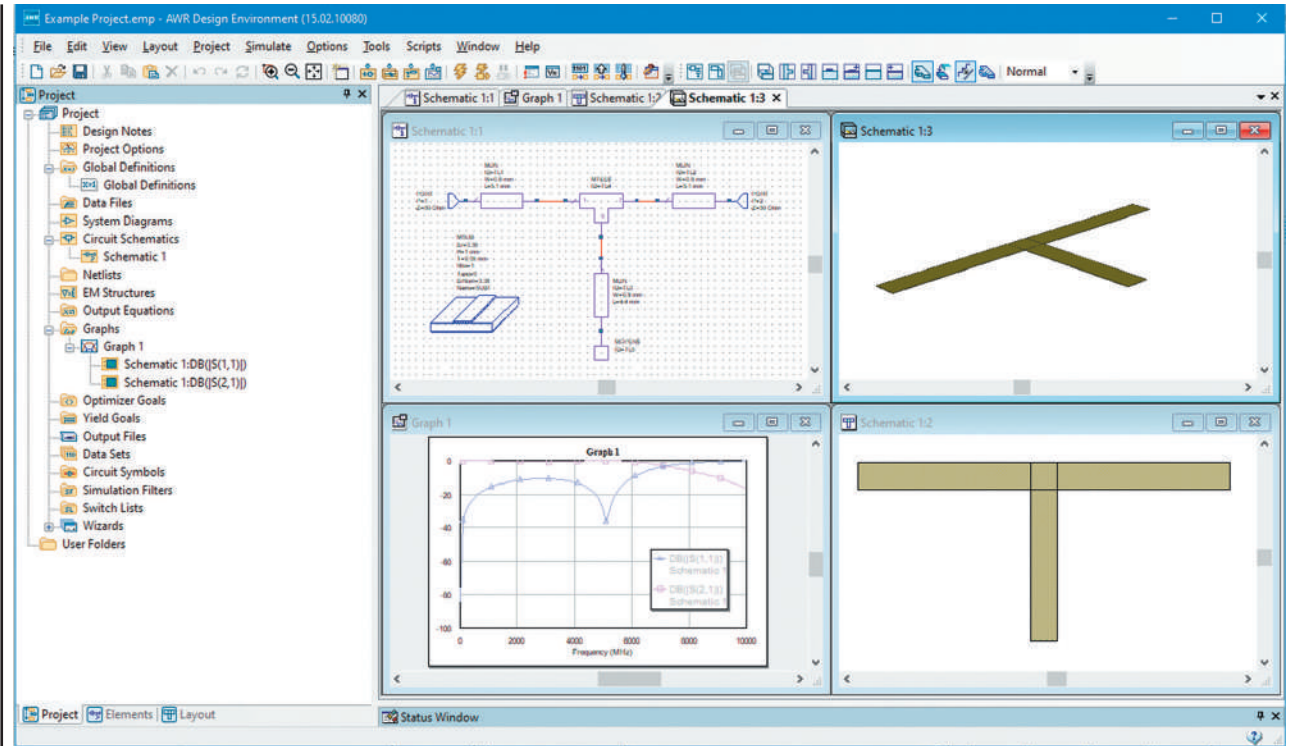


Рис. 3. Окно AWR Design Environment – промоделированная схема

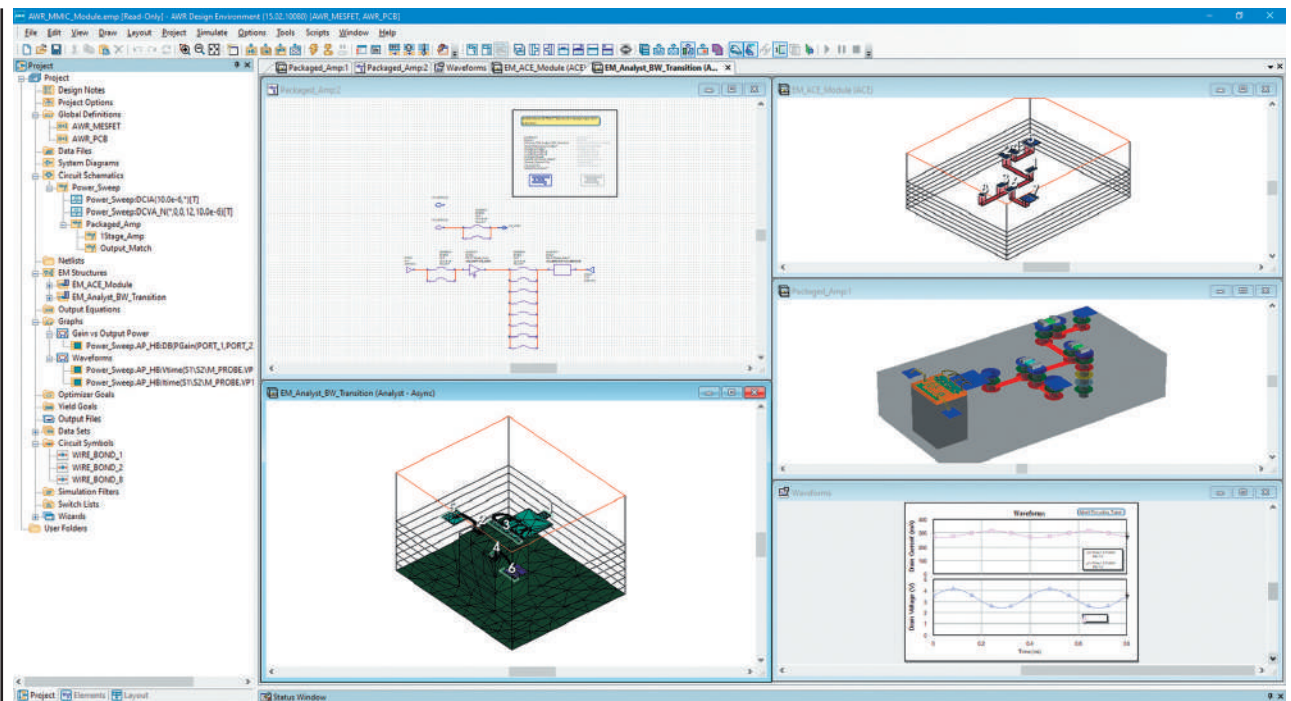


Рис. 4. Пример моделирования усилителя в среде MWO

Компании, которые еще не имеют в своем арсенале таких инструментов, лишают себя возможности не только конкурировать на мировых рынках, но и в целом быстро и качественно создавать продукты. Последние несколько лет ситуация в Украине начала меняться, более заметными стали инвестиции предприятий в научно-исследователь-

ские разработки и увеличилось применение современных программных сред для проектирования радиочастотных и сверхвысокочастотных устройств. Это очень радует и вселяет надежды в будущее отечественной электроники.

Андрей, спасибо огромное за интервью! Желаю успехов Вам и Вашей компании!

Персональную консультацию и поддержку по AWR Design Environment можно получить у официального дистрибьютора Cadence в Азербайджане, Армении, Беларуси, Грузии, Казахстане, Молдове, Узбекистане и Украине — ООО «Софтпром Солюшнз»: +38 (044) 594-52-52.

