Keysight Technologies

Решения для обмена точными нелинейными поведенческими ВЧ моделями с защитой интеллектуальной собственности

Генерация X-параметров на основе электрической схемы

Рекомендации по применению

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Обзор

X-параметры* представляют собой новую категорию описания нелинейных цепей для проектирования высокочастотных устройств и измерения амплитуды и относительной фазы гармоник, создаваемых нелинейными компонентами. Разработанные и представленные компанией Keysight Technologies X-параметры применимы к линейным и нелинейным компонентам в режиме больших и малых сигналов. Они точно описывают рассогласование импеданса и работу смесителей, позволяя точно моделировать работу схем с каскадным соединением нелинейных компонентов, модели которых созданы на основе X-параметров (например, усилители и смесители в беспроводных устройствах). X-параметры играют ключевую роль в разработке таких активных устройств, как усилители мощности (УМ) и смесители – наиболее важные компоненты современных средств связи.

Проблема

Разработка и тестирование на системном уровне средств беспроводной связи, таких как мобильные телефоны, может быть довольно сложной задачей. Например, применение моделей схемотехнического уровня для иерархического моделирования ВЧ систем и анализа компромиссов может оказаться весьма медленным и трудоемким процессом. Дополнительно усложняет ситуацию то, что поведенческие модели не точно представляют нелинейное поведение амплитуды и фазы всех гармоник. Задачи не упрощаются даже в том случае, если проектировщики устройств/компонентов предоставляют разработчикам/интеграторам алгоритмы работы или исходные программные коды своих моделей (интеллектуальную собственность). Традиционно разработчик компонента должен дождаться изготовления физического прототипа, и только после этого он может передать его разработчику системы или интегратору для тестирования в составе системы. При этом на изготовление кристалла может уходить до нескольких месяцев, и еще несколько месяцев требуется на проверку характеристик в разных условиях работы. Если бы можно было обмениваться характеристиками схемы с системным разработчиком/интегратором вместо того, чтобы ждать появления прототипа, это дало бы существенные конкурентные преимущества не только разработчику компонента, стремящемуся сократить период проектирования, но и системному разработчику/интегратору, надеющемуся вывести свои системы на рынок раньше конкурентов.

Решение

Быстрая и точная поведенческая модель на основе X-параметров, созданных по электрической схеме, предлагает идеальный способ обмена информацией между разработчиками-схемотехниками и системными разработчиками/интеграторами до появления физического прототипа. С помощью этих моделей системные разработчики/интеграторы могут оценивать характеристики всей системы и выполнять оптимизацию на более ранних этапах проектирования, причем значительно быстрее, чем при работе на схемотехническом уровне. Поскольку модели на основе X-параметров являются точными и характеризуются теми же параметрами, которые будут использоваться для описания реального физического устройства, системные разработчики/интеграторы получают большую уверенность в том, что схема заработает в составе системы с первого раза. Некоторые основные преимущества такого подхода включают:

- **Скорость и точность моделирования.** Модели на основе X-параметров позволяют выполнять иерархический анализ, а также моделирование и проверку систем быстрее, чем модели схемотехнического уровня. Кроме того, они с беспрецедентной точностью описывают нелинейное поведение амплитуды и фазы всех гармоник. Полнофункциональные поведенческие модели, способные точно имитировать такие измерения, как интермодуляционные составляющие третьего порядка, КПД добавленной мощности, паразитные составляющие и гармоники высшего порядка, можно каскадировать, изменять импеданс нагрузки и рассогласовывать.
- **Обмен информацией, являющейся интеллектуальной собственностью.** Модели на основе X-параметров предлагают удобный способ защиты интеллектуальной собственности. Эти модели содержат практически полное описание разрабатываемой конструкции и моделируют ее в представлении X-параметров, обеспечивая более надежную защиту проектной информации, чем шифрование. Возможность обмениваться защищенной информацией в режиме реального времени ускоряет взаимодействие между разработчиками компонентов и системными разработчиками/интеграторами, позволяя разработчикам компонентов защищать свою интеллектуальную собственность. Кроме того, это существенно сокращает число итераций в ходе разработки интегральных схем, модулей и систем. Минимизация вероятности переработки готовых устройств сокращает расходы и ускоряет вывод на рынок изделий с лучшими характеристиками.

Генерация X-параметров

До недавнего времени не существовало возможности создания быстрых и точных поведенческих моделей на основе X-параметров, полученных по электрической схеме устройства. X-параметры можно было получать только с помощью программного обеспечения для нелинейного векторного анализа цепей, работающего на анализаторе цепей СВЧ диапазона PNA-X. Сейчас X-параметры можно генерировать и по схеме устройства в САПР Keysight ADS – платформе для автоматизированного проектирования электронных устройств, специально ориентированной на создание моделей X-параметров многопортовых нелинейных компонентов с произвольным выходным импедансом (рис. 1).

X-параметры генерируются с помощью генератора X-параметров ADS, который берет из САПР ADS схему устройства и создает на ее основе модель с X-параметрами, которую можно использовать для моделирования с использованием линейного симулятора, симуляторов «Harmonic Balance» или «Circuit Envelope». Результирующие, основанные на X-параметрах, нелинейные поведенческие модели получаются быстродействующими и точными.

Процесс генерации X-параметров достаточно прост. Он начинается с создания схемы в САПР ADS. После завершения схемы в генератор X-параметров вводятся значения частоты, смещения, температуры и другие важные параметры. На основе полученной информации генератор создает X-параметры. Затем симулятор X-параметров в ADS извлекает соответствующую поведенческую модель, основанную на X-параметрах.

Ключевое преимущество применения в САПР ADS генератора X-параметров заключается в отсутствии ограничений по числу портов, мощности и частоте и в способности работать со сложными схемами, содержащими несколько портов и источников смещения (например, смесителями), а также со схемами произвольной топологии.



Рис. 1. Теперь X-параметры можно создавать на основе измерений или по результатам моделирования в САПР ADS, причем с той же скоростью и удобством, как и общеизвестные линейные S-параметры. Если X-параметры генерируются по моделям схемы в ADS, то результирующие нелинейные поведенческие модели можно с удобством использовать для ускорения разработки системного уровня.

Пример активного устройства

Генератор X-параметров в САПР ADS позволяет легко создавать модели X-параметров, которые можно анализировать и быстро передавать в защищенном виде системным разработчикам/интеграторам. Взгляните на пример усилителя мощности LTE, показанный на рис. 2. Для извлечения X-параметров этого устройства из результатов, полученных в ходе моделирования, разработчик должен сначала настроить генератор X-параметров (рис. 3). В одной реальной ситуации этот процесс – от загрузки программного обеспечения до получения модели X-параметров – занял у разработчиков менее 10 минут. Моделирование работы усилителя со сложным сигналом LTE занимает всего несколько секунд. Без САПР ADS и генератора X-параметров схема не имела бы защиты интеллектуальной собственности и потребовала бы гораздо большего времени для моделирования на системном уровне, существенно затрудняя анализ компромиссов по результатам нескольких моделирований.

Заключение

X-параметры представляют собой очень полезную и конкурентоспособную технологию, как для разработчиков компонентов и ИС, так и для системных разработчиков/интеграторов. Сейчас эта технология становится еще более мощной за счет способности генерировать X-параметры по электрической схеме с помощью генератора X-параметров в САПР Keysight ADS. Эта важная особенность позволяет разработчикам компонентов защищать свои оригинальные решения, а системным разработчикам/интеграторам поставлять изделия на рынок раньше своих конкурентов.

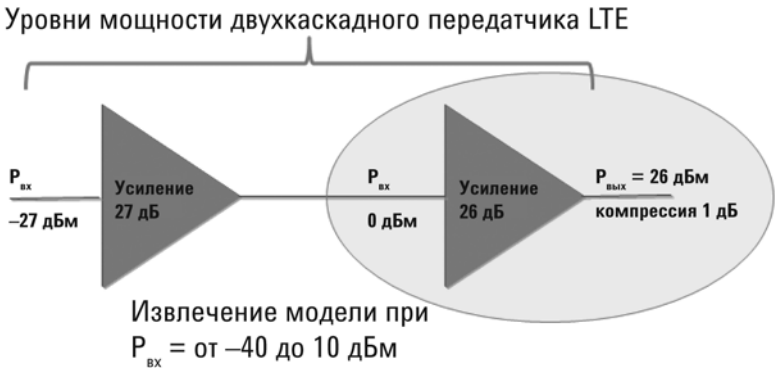


Рис. 2. САПР Keysight ADS и генератор X-параметров можно использовать для извлечения модели X-параметров второго каскада двухкаскадного интегрального усилителя мощности.

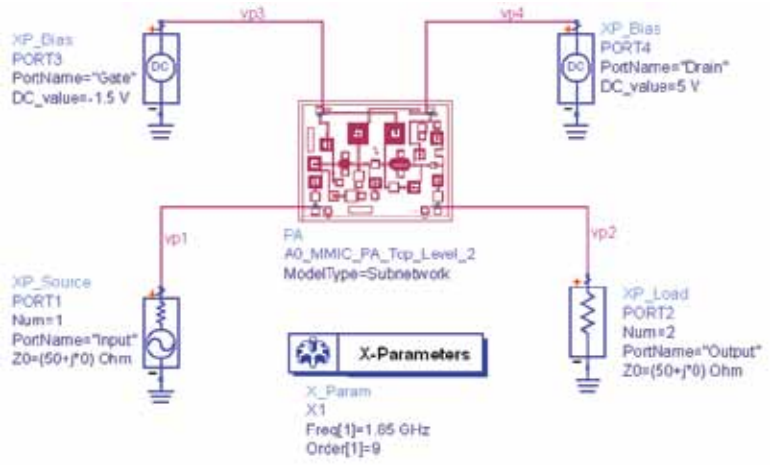


Рис. 3. Перед моделированием инженер должен установить значения таких параметров, как частота, смещение и температура.

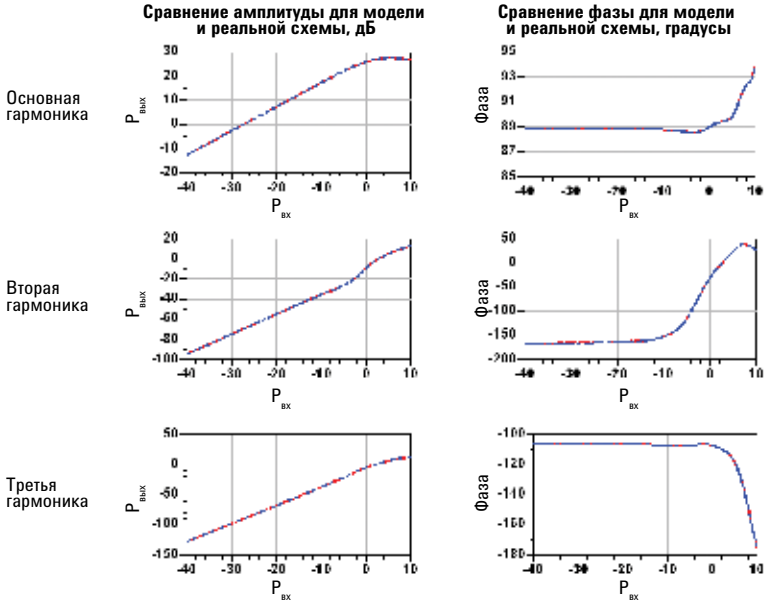


Рис 4. Сравнение модели на основе X-параметров с реальными результатами измерения схемы усилителя мощности.

The Power of X

СВЧ анализатор цепей Keysight серии PNA-X с программным обеспечением нелинейного векторного анализа и X-параметры являются ключевыми продуктами в семействе решений «Power of X» компании Keysight. Эти средства предоставляют инженерам возможность получить более глубокое понимание разрабатываемой конструкции, ускорить производственные процессы, решить проблемы измерения и выйти на рынок раньше конкурентов.

Предлагая наилучшее сочетание скорости и масштабируемости, созданные и поддерживаемые известными во всем мире экспертами по измерениям, продукты Keysight серии X помогают инженерам внедрять инновационные высокопроизводительные разработки на развивающихся рынках всего мира.

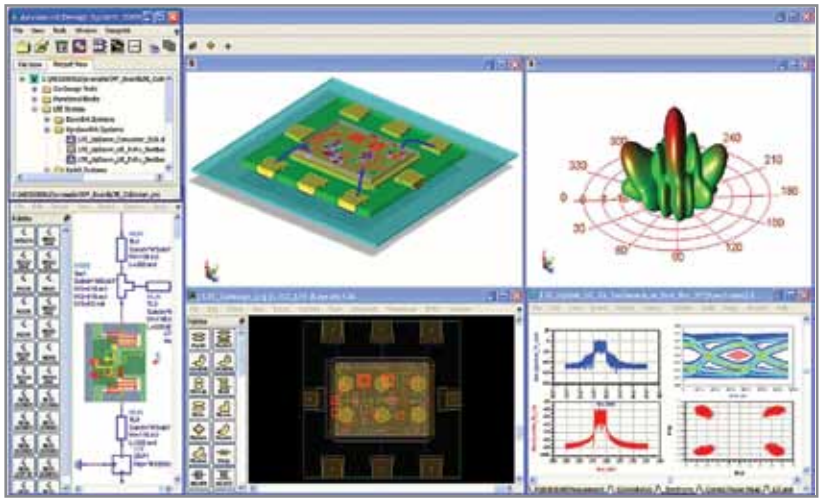
Чтобы узнать больше о продуктах серии X, посетите страницу: www.keysight.com/find/powerofx.

Смежные приложения

- Аэрокосмическая и оборонная промышленность
- Бытовые беспроводные устройства
- Генерация X-параметров для усилителей мобильных телефонов и базовых станций
- Генерация X-параметров для усилителей, смесителей и других нелинейных устройств

Смежная продукция Keysight

- Генератор X-параметров W2305
- Ядро САПР ADS W2200
- Решение для нелинейного векторного анализа цепей на базе PNA-X



Ядро САПР ADS W2200

* «X-parameters» (X-параметры) является зарегистрированным товарным знаком компании Keysight Technologies.

www.keysight.com/find/powerofx

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Российское отделение

Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954
8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902
e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр
Keysight Technologies в России
115054, Москва, Космодамианская наб, 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930
Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com

(BP-06-16-14)

Информация в данном документе может быть изменена без предварительного уведомления
© Keysight Technologies, 2009-2014
Published in USA, July 31, 2014
5990-4628RURU
www.keysight.com