

Keysight Technologies

Компания Ericsson и Университет Фрайбурга проектируют высокодобротную схему сбора энергии в САПР ADS Пример практического применения



Проблема

- Проектирование схемы, собирающей достаточно энергии для работы будущих устройств IoT
- Проверка результатов моделирования до передачи в производство

Решение

- Моделирование в САПР Keysight ADS с целью создания оптимальной схемы
- Преобразование напряжения до уровня, превышающего напряжение барьера Шоттки, с помощью высокодобротного кварцевого резонатора

Результаты

- Удвоение полезной мощности
- Повышение КПД преобразования с <10 до 22,6%
- Проверка корреляции модели с данными измерений

Интернет вещей (IoT) рисует нам картину более эффективного сетевого мира. Но при наличии в каждом домовладении нескольких десятков устройств, их питание должно стать беспроводным и полностью автономным. Сейчас эта проблема решается за счёт метода, который позволяет запитывать устройства от энергии, извлекаемой из окружающей среды.

Перед компанией Ericsson стояла задача беспроводной передачи энергии мощностью несколько сотен нановатт при напряжении 1 В для питания датчика. Передаваемый сигнал имел частоту 24 МГц. Для исследования пространства проектных решений инновационной схемы преобразования импеданса на основе высокодобротного кварцевого резонатора использовался симулятор гармонического баланса ADS Harmonic Balance компании Keysight. Резонатор может преобразовывать слабый сигнал, собираемый антенной с малым импедансом, в напряжение, способное открыть переход диода Шоттки.



Рисунок 1. Структурная схема системы беспроводной передачи энергии.

«ADS Harmonic Balance даёт нам достоверные результаты моделирования до передачи в производство. Мы можем оценить влияние каждого параметра на глобальные характеристики схемы, настраивая и оптимизируя схему перед передачей её в производство. Мы получаем хорошее согласование с результатами последующих измерений на прототипе».

Ксавье Ле Полозек (Xavier Le Polozec)
Главный технический специалист
Ericsson

Проблема

Нормативные акты обычно ограничивают передаваемую мощность радиоизлучения, поэтому типичная антенна для сбора энергии принимает сигнал мощностью не более -30 дБм (1 мкВт). Предыдущие варианты схемы достигали суммарного КПД около 10 %. Для питания датчиков, используемых компанией Ericsson в своих разработках, требовался суммарный КПД более 20 %. Для преобразования импеданса между антенной и выпрямителем компания Ericsson добавила в существующие схемы высокодобротный кварцевый резонатор. Проблема состояла в том, чтобы удовлетворить требования, предъявляемые к согласованию импеданса, когда антенна, резонатор и согласующие цепи нагружены на нелинейные диоды.

Решение

Зная о том, что симулятор ADS Harmonic Balance позволяет точно моделировать ВЧ-/СВЧ-цепи, и что проектируемая схема питания имеет много общего с ВЧ-/СВЧ-цепями, компания Ericsson использовала этот симулятор для прогнозирования характеристик и исследования различных вариантов схемы. В отличие от симуляторов SPICE, которые обычно работают только с линейными цепями в частотной области («анализ по переменному току»), ADS Harmonic Balance справляется со сложными нелинейными эффектами, которые нужно было смоделировать для достижения оптимальной производительности. Компания Ericsson могла быстро промоделировать схему с помощью нескольких достоверных симуляторов перед передачей в производство. После оптимизации схемы в симуляторе, Ericsson вложила средства в изготовление прототипа.

Результаты

Компания Ericsson достигла превосходного соответствия модели с результатами измерений, и схема обеспечила требуемый коэффициент полезного действия. КПД преобразования удалось повысить с менее чем 10 % до 22,6 %. Как показано на рисунке 2, симулятор правильно предсказал смещение пика семейства кривых зависимости КПД от частоты. Нелинейность диодов вызывает смещение пика примерно на 200 Гц при увеличении мощности с -50 до -20 дБм. Этот едва уловимый эффект наблюдался и в модели, и в реальном измерении. На рисунке 3 показано соответствие зависимости выходного напряжения от входной мощности для модели и реального измерения.

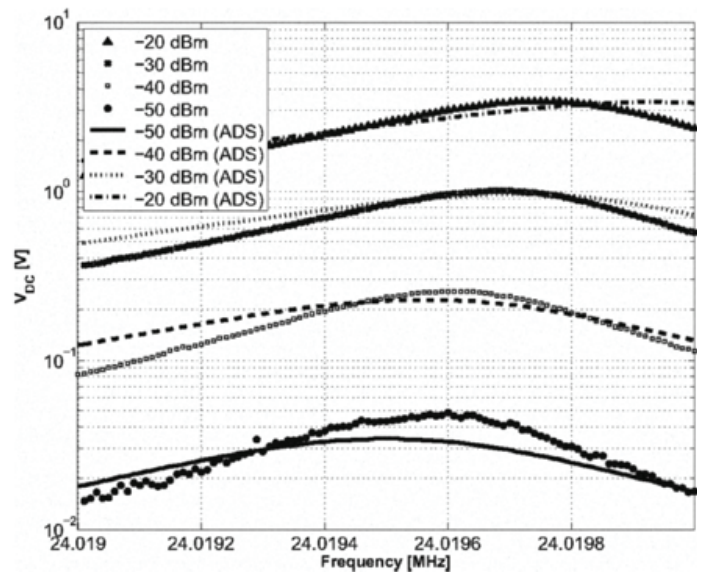


Рисунок 2. Сравнение измеренного сдвига частоты с результатами моделирования в САПР ADS при разных уровнях мощности.

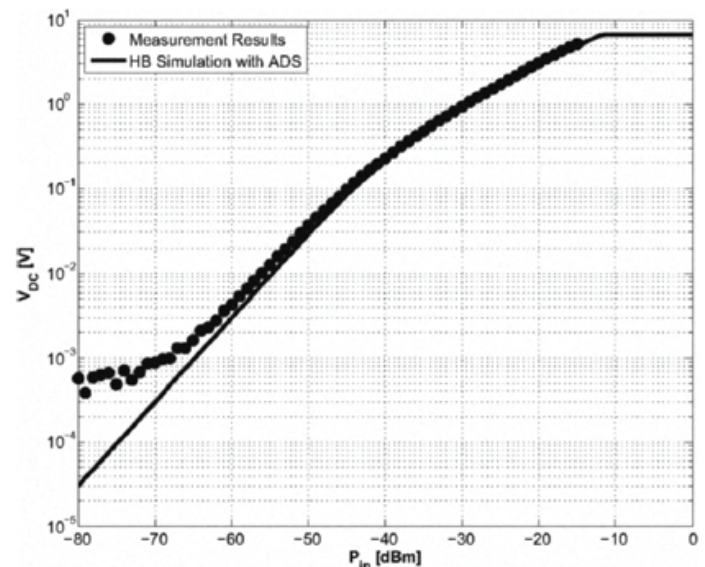


Рисунок 3. Корреляция смоделированной в САПР ADS зависимости выходного напряжения от входной мощности с результатами измерений.

Дополнительная информация

Дополнительная информация о том, как компания Ericsson и Университет Фрайбурга проектировали высокодобротную схему сбора энергии в САПР ADS, приведена в статье «Схемы сбора ВЧ-энергии на основе высокодобротных резонаторов». Щёлкните на ссылке для получения бесплатной пробной версии и узнайте, как САПР ADS может помочь в проектировании устройств для сбора энергии.