

Синтез антенн MIMO для компактных устройств в AntSyn

National Instruments AWR

В статье рассказывается о возможностях программного обеспечения AntSyn от NI AWR для моделирования антенн MIMO. На практических примерах показано, как можно достичь высоких показателей, необходимых для современных систем Интернета вещей и мобильной связи 5-го поколения.

ВВЕДЕНИЕ

Ключевыми элементами систем связи 5-го поколения (5G) и Интернета вещей (IoT) являются специализированные антенны, имеющие улучшенные характеристики, меньшие стоимость и габариты.

За счёт использования нескольких антенн технология MIMO (многоканальный вход – многоканальный выход) позволяет обеспечить лучшую производительность и стабильность беспроводных устройств. Однако данная технология требует не только хорошего качества отдельных антенн, но и высокого коэффициента развязки между ними. Развязку можно обеспечить

пространственным разнесением элементов, но такое решение приводит к увеличению размеров устройства и/или потребует использования дополнительных внешних антенн. Для создания развязки применяются дроссели, согласующие цепи и другие способы, каждый из которых обладает собственными преимуществами и недостатками.

Оптимизация антенн «вручную» для получения требуемых характеристик устройства (рабочая полоса, КПД антенны, согласование импеданса и т.д.) – весьма трудоёмкий процесс, требующий множества итераций моделирования и серьёзного опыта проектирования.

В данной статье рассматривается альтернативный подход, в основе которого лежит использование инструмента синтеза и оптимизации антенн AntSyn от NI AWR. Применение AntSyn позволяет разработчикам автоматически проектировать сложные антенные устройства, например, компактные антенные решётки MIMO на основе вводимых спецификаций, что существенно сокращает затраты времени и сил при решении подобного рода задач.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО СПЕЦИФИКАЦИИ

Удобный инструмент проектирования AntSyn сочетает в себе продвинутые алгоритмы оптимизации и электродинамического моделирования и позволяет получить ожидаемый результат ещё до создания прототипа.

В рассматриваемом далее примере в спецификацию входят такие параметры, как рабочая полоса, потери на отражении, размер, конструкция и взаимное влияние элементов. Эти требования вводятся посредством специального интерфейса, с помощью которого автоматически создаётся файл проекта. Частично данный интерфейс показан на рисунке 1, где в соответствующие поля вводятся значения параметров антенны MIMO. После запуска синтеза AntSyn предложит несколько оптимизированных конструкций антенны, результаты моделирования которых отображаются в настраиваемой панели вывода данных (см. рис. 2).

Панель вывода данных может быть настроена для отображения трёхмерной модели антенны, частотных зависимостей входного импеданса или максимального коэффициента усиления, срезов диаграммы направленности и рейтинговой оценки качества конструкции. Эти и другие результаты помогают быстро оценить и выбрать наиболее подходящий вариант. AntSyn может использоваться для синтеза многих типов антенн: одно-, двух-, многодиапазонные, широко- и сверхширокополосные (>100:1) антенны, антенны с высоким КПД, электрически малые антенны, фазированные антенные решётки, проволочные, конформные,

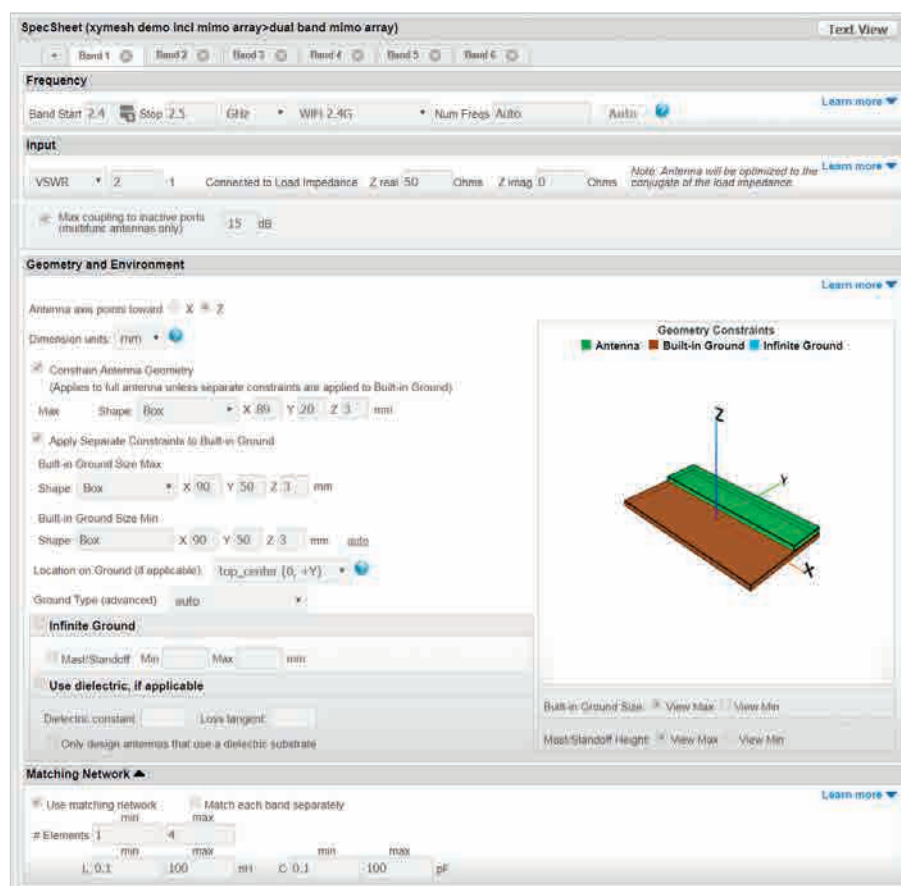


Рис. 1. Область интерфейса ввода спецификаций AntSyn для проекта MIMO

рупорные и патч-антенны, антенны двойной поляризации и многоцелевые антенны. AntSyn предлагает 29 типов антенн и имеет набор специальных средств для создания компактных антенн ММО, включая новые машинно-генерируемые многоцелевые решётчатые антенны с несколькими портами, усовершенствованные методы оптимизации согласующих цепей, позволяющие оптимизировать каждый порт по отдельности, а также инструменты работы с заземляющими плоскостями.

Отдельно стоит отметить уникальность и гибкость новых конструкций решётчатых антенн – набора из 4 типов антенн с двумя или тремя портами (в дальнейшем количество поддерживаемых портов будет увеличено). Эти порты могут независимо работать в разных диапазонах частот и иметь различные спецификации, например, по поляризации или диаграмме направленности. Решётка антенн оптимизируется в AntSyn в соответствии с заданными требованиями, при этом возможности настроек позволяют программно обеспечению, по сути, изобретать новые антенны.

Изображения таких антенн представлены на рисунке 3. Два типовых варианта решётчатой антенны могут быть размещены в углу, на краю заземления или в центре, как показано на рисунке 3. Заземление может быть сплошным или в виде оптимизированной решётки. В копланарном монополюсном исполнении заземления под решёткой нет, однако предполагается, что конструкция проектируется за край заземления, что в ряде случаев может быть полезно.

В следующих примерах рассматривается копланарный монополюс, обладающий очень широкой рабочей полосой и достаточной гибкостью для применения в малоразмерных системах. Будет показано, как на основе этих антенн AntSyn может синтезировать массивы ММО с отличными характеристиками, высоким коэффициентом развязки и хорошим согласованием импедансов.

ПРИМЕРЫ

При создании двух- и трёхпортовых антенн ММО для условного компактного устройства использовались новые возможности последней версии AntSyn.

К условному устройству предъявлялись следующие требования:

- двухдиапазонный Wi-Fi – 2,4/5 ГГц;
- стандартные размеры устройств Интернета вещей:

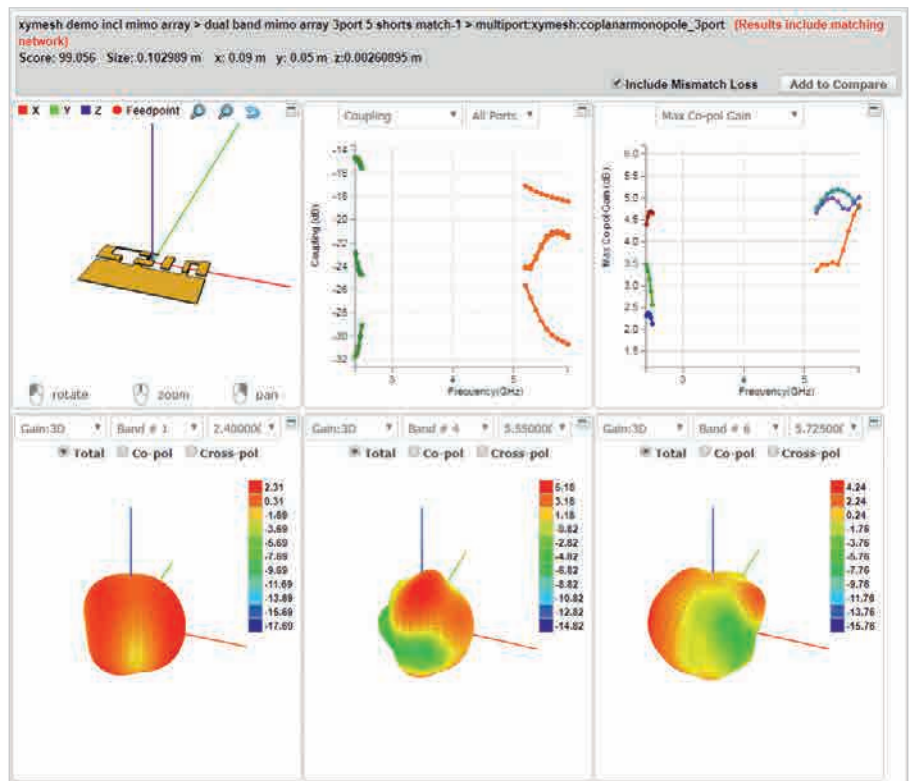


Рис. 2. Предлагаемая конструкция антенны после выполнения расчётов

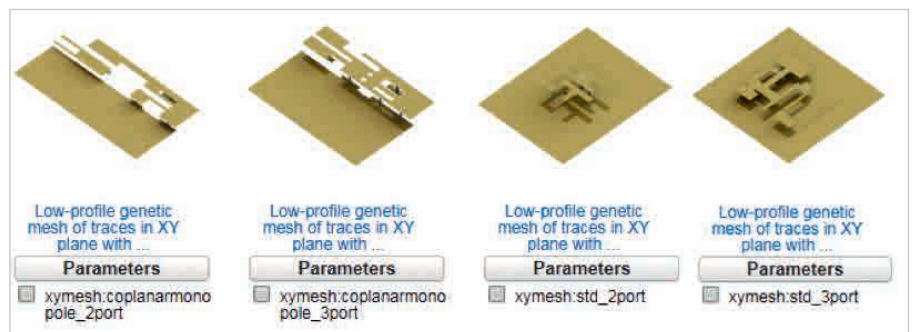


Рис. 3. Примеры решётчатых антенн в библиотеке AntSyn

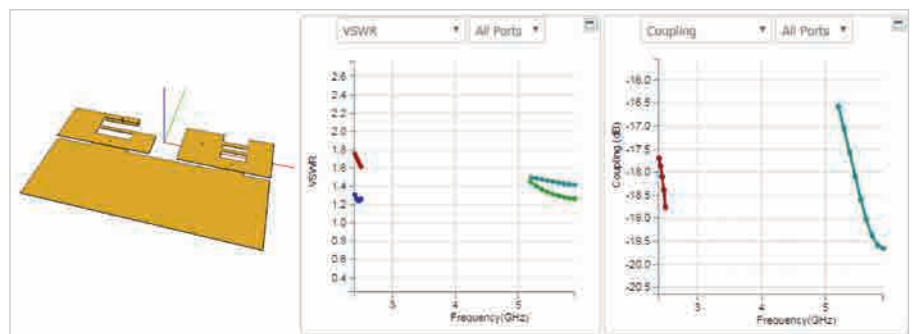


Рис. 4. Двухпортовая антенна ММО, значения КСВН и коэффициента связи, полученные в AntSyn

- планарное исполнение;
- размер порядка визитки 90 × 50 мм;
- интеграция антенны и электронной «обвязки»;
- размещение антенн вдоль длинной грани;
- ММО:
 - два или три порта для приёма и передачи;

- максимальная развязка между портами.

Сначала двухпортовая антенна ММО на основе многоцелевого решётчатого копланарного монополя была оптимизирована в AntSyn. На рисунке 1 показаны спецификации, введённые в интерфейс AntSyn, за исключением использования согласующей цепи. В данном случае в

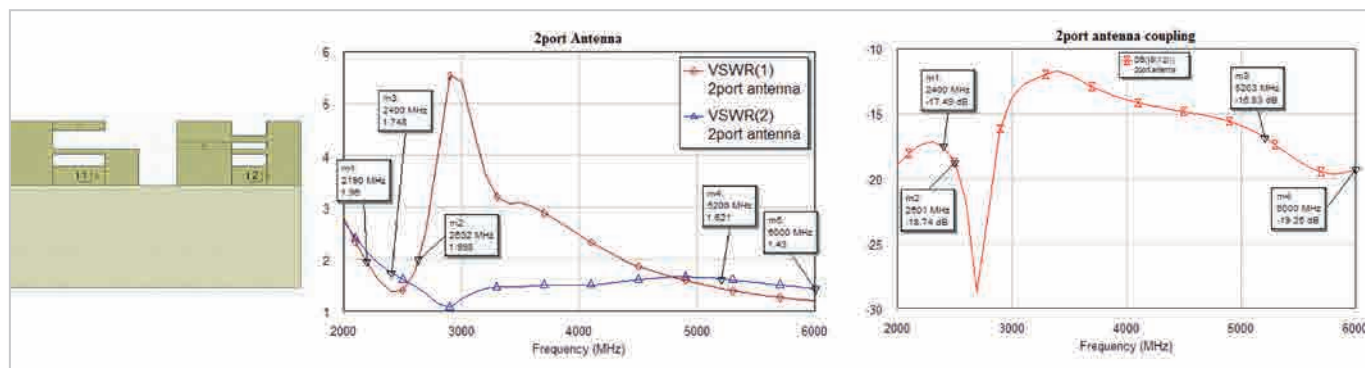


Рис. 6. Характеристики трёхпортовой антенны MIMO в AntSyn

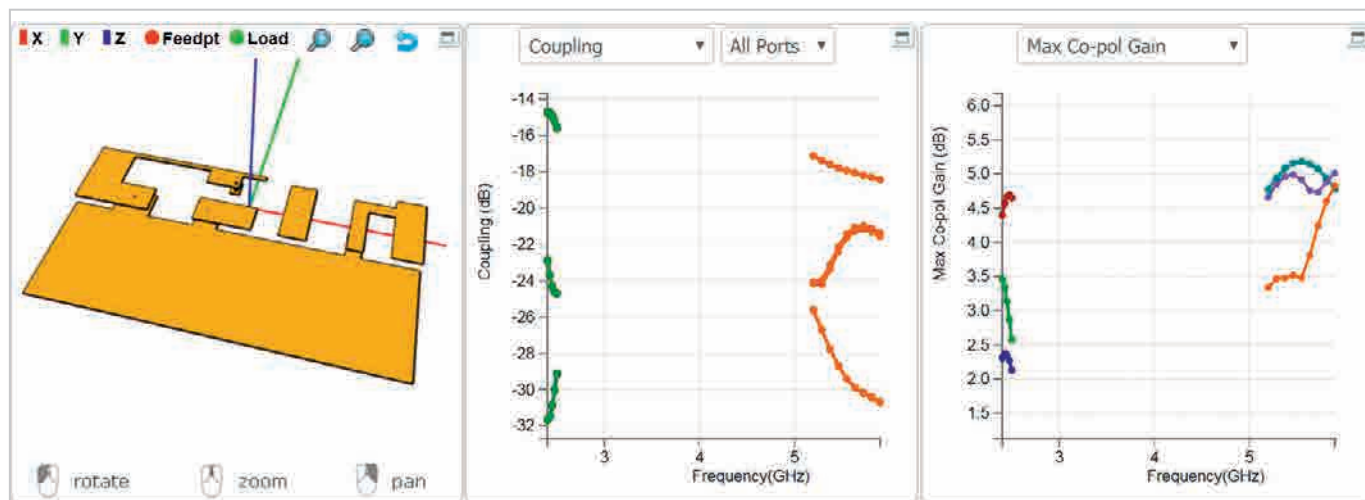


Рис. 5. Результаты моделирования в AXIEM

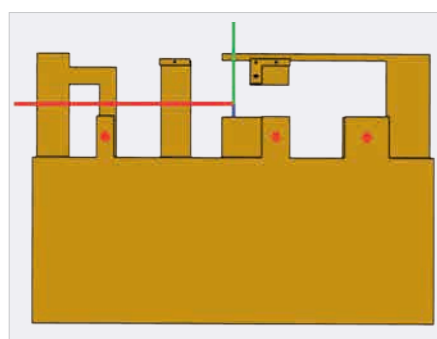


Рис. 7. Трёхпортовая антенна MIMO (вид снизу)

качестве диэлектрика выступал воздух. Полученная конструкция антенны и её характеристики показаны на рисунке 4.

Созданная антенна обладает хорошими значениями коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) и коэффициента связи в двух диапазонах Wi-Fi на обоих портах. Максимальное значение КСВН достигает 1,8, а коэффициент связи составляет -16,5 дБ. На самой низкой частоте края антенны находятся на удалении менее 0,093 длины волны, а порты разнесены только на 0,41 длины волны. Как можно видеть, формы двух элементов схожи, но не идентичны, что является ожидаемым результатом, помогающим обеспечить качественную развязку.

Данная конструкция была импортирована в NI AWR Design Environment для дальнейшего анализа в Microwave Office в планарном электромагнитном симуляторе AXIEM во всём диапазоне частот от 2 до 6 ГГц. Результаты, представленные на рисунке 5, хорошо согласуются с оценкой AntSyn – в худшем случае коэффициент связи составляет -16,8 дБ. Отметим, что КСВН и коэффициент связи несколько увеличиваются в промежуточном диапазоне Wi-Fi, однако внутриполосные характеристики остаются очень хорошими.

При помощи AntSyn также была оптимизирована трёхпортовая конструкция с теми же спецификациями и ограничениями по размеру (см. рис. 1). На этот раз для улучшения характеристик антенны использовалась согласующая цепь. Максимальный КСВН антенны оказался равным 1,8, а коэффициент связи между двумя ближайшими портами (правым и центральным на рисунке 6) составил -14,7 дБ. Заметим, что расстояние между этими портами на частоте 2,4 ГГц составило всего 0,163 длины волны с минимальным разнесением элементов в 0,048 длины волны. Расстояние от центрального до

левого порта (см. рис. 7) составило 0,31 длины волны.

Формы элементов антенны ещё более различны по сравнению с двухпортовым исполнением. По сути, AntSyn создал различные антенны для каждого порта, при этом между левым и центральным портом было размещено экранирующее ограждение. Такая сложная конструкция была сгенерирована в AntSyn автоматически, что наглядно демонстрирует мощность и устойчивость генетических алгоритмов, используемых для оптимизации нестандартных конструкций и поиска наилучших решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях растущей потребности в высокопроизводительных и доступных антеннах для применения в системах связи 5-го поколения и устройствах Интернета вещей инструмент синтеза и оптимизации AntSyn позволяет разработчикам антенн, в том числе и компактных массивов MIMO, решать самые сложные задачи для перспективных проектов.

Узнать больше об AntSyn можно на официальном сайте awrcorp.com/antsyn.