

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КВАДРАТУРНОГО ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ В СРЕДЕ ADS

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Меледин К.И.

Лопатченко А.С., ассистент каф. ИРТ

Квадратурный делитель мощности (КДМ) – это устройство с четырьмя портами (восьмиполюсник), предназначенное для получения двух сигналов половинной мощности, сдвинутых по фазе друг относительно друга на $\pi/2$. Порты соединяются отрезками микрополосковых линий (МПЛ) так, чтобы обеспечить заданный алгоритм функционирования устройства. Структура устройства изображена на рис.1.

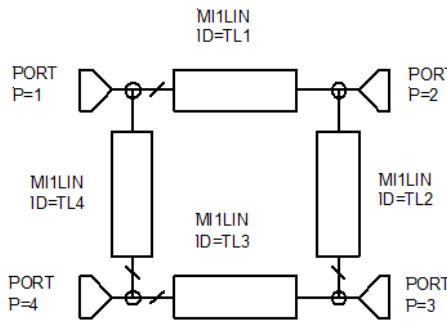


Рис.1

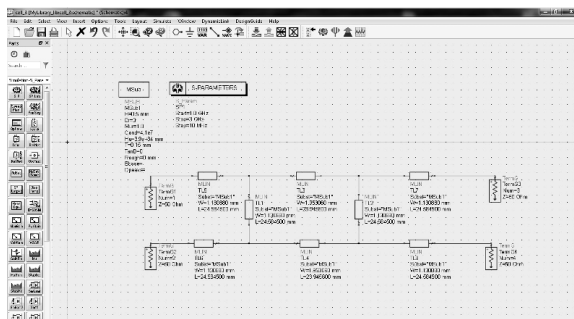
Положим, что сопротивления нагрузок портов 2 и 3 равны Z_0 и волновое сопротивление линии TL2 также Z_0 . Тогда, для того чтобы входной порт 1 был согласован с волновым сопротивлением питающей линии (Z_{01}) необходимо, чтобы волновое сопротивление Z_{01} четвертьволнового отрезка TL1 было бы равно $Z_0 = 2(Z_{01})^2/Z_0$, так как сопротивление на его входе равно $Z_0/2$. Поэтому $Z_{01} = Z_0/\sqrt{2}$. Очевидно, что такое волновое сопротивление должно быть у верхнего и нижнего отрезков (TL1 и TL3), а у боковых отрезков (TL2 и TL4) волновое сопротивление должно быть равно Z_0 [1].

В настоящее время свойства КДМ как элемента деления и суммирования мощности СВЧ сигналов приемо-передающей аппаратуры хорошо изучены. Однако, в научной и учебной литературе недостаточно освещен практический опыт проектирования КДМ с использованием современных программных пакетов, например, Advanced Design System (ADS).

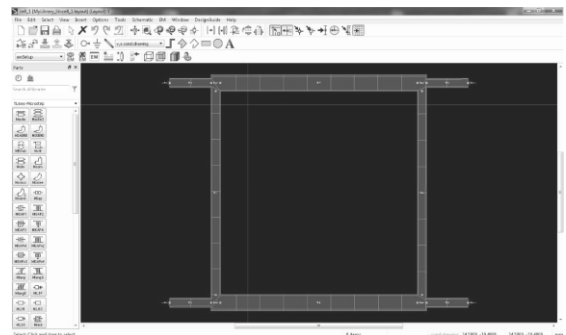
Как известно [2], ADS - система автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств (САПР), разработанная компанией Keysight Technologies. Среда ADS включает технологию моделирования на основе S-параметров, а также такие технологии, как метод свертки, метод гармонического баланса, высокочастотный SPICE, электромагнитное моделирование высокоскоростных каналов, планарный симулятор на основе метода моментов (Momentum) и метода конечных элементов (FEM).

Целью проектирования является разработка КДМ на подложке с $\epsilon=3$ и толщиной 0,5 мм для усилительного модуля с рабочей частотой 2 ГГц.

На начальном этапе проектирования КДМ в Schematic создается модель устройства на идеальных линиях. Затем выполняется электромагнитное моделирование с помощью Momentum. Результаты этих этапов представлены на рис.2.



а) Schematic с делителем, построенным на идеальных линиях



б) Momentum

Рис.2

Здесь ширина и длина вертикальных линий (TL2, TL4) составляет 1,3 мм и 24,58 мм соответственно. Ширина и длина горизонтальных линий (TL1, TL3) – соответственно 1,95 мм и 24,58 мм.

На рис.3 приведены характеристики коэффициентов отражений ($S(1,1)$ и $S(1,2)$) и коэффициентов передачи ($S(4,1)$ и $S(3,1)$) КДМ для идеальной и электромагнитной моделей.

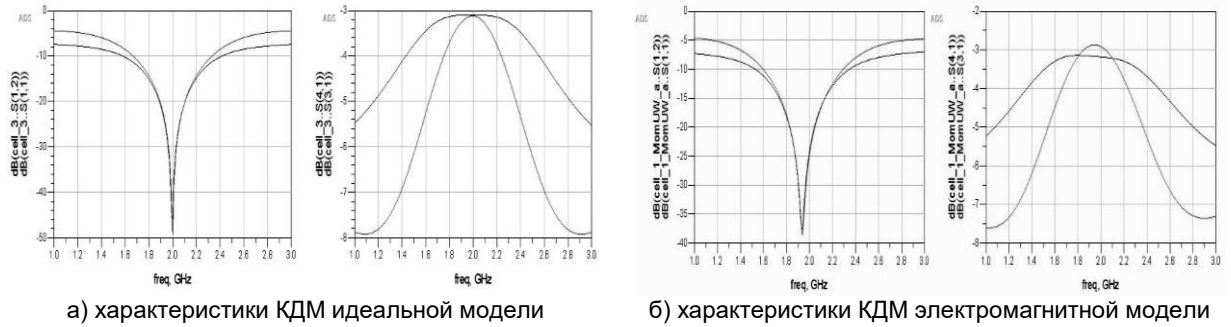


Рис.3

Для оптимизации характеристик микрополосковых линий, образующих КДМ, разработанная модель из Momentum переносится в Schematic и определяются требуемые размеры полосок: для сопротивления $Z_0/\sqrt{2}$ ширина линий составит 1.17 мм, для $Z_0 - 1.017$ мм.

На рис. 4 изображён Schematic с электромагнитной моделью и её характеристики после оптимизации. Видно, что КДМ настроен на рабочую частоту 2 ГГц, а параметры $S(1,1)$, $S(1,2)$, $S(3,1)$, $S(4,1)$ оптимизированы в диапазоне $0,1f_0$.

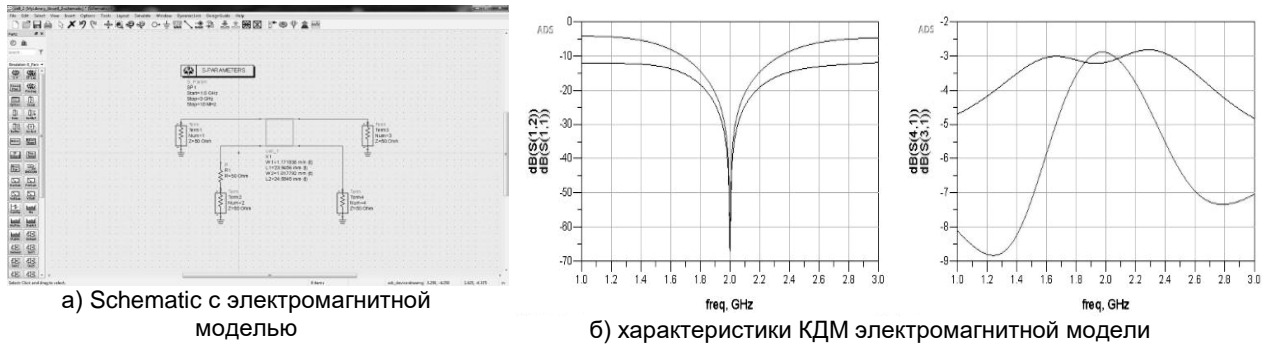


Рис. 4

Таким образом, выполнено проектирование квадратурного делителя мощности дециметрового диапазона в среде ADS при заданных параметрах подложки. Полученная конструкция КДМ позволяет использовать устройство при создании приемо-передающих СВЧ модулей фазированных антенных решеток.

При проведении исследования были полезны работы [3, 4].

Список использованных источников:

1. Устройства сложения и распределения мощностей высокочастотных колебаний. Под ред З.И. Моделя. –М.: Сов. Радио, 1980. -296 с.
2. <https://www.2test.ru/solutions/proizvodstvo-radioelektroniki/programmnoe-obespechenie-dlya-razrabotki-radioelektroniki/sap-advanced-design-system-ads-ot-keysight-technologies>.
3. СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование / В. Фуско; Перевод с англ. А. А. Вольман, А. Д. Муравцова; Под ред. В. И. Вольмана. - М.: Радио и связь, 1990. - 287 с
4. Кирильчук В.Б., Лихачевский Д.В. Основы проектирования СВЧ интегральных схем: учебно-метод. пособие в 2 ч. Ч.2: Элементная база СВЧ интегральных схем. – Минск: БГУИР, 2012. – 308 с.