

Исследование особенностей проектирования двухканального кольцевого делителя мощности миллиметрового диапазона

Васильева М. О.¹, Поймалин В. Э.²

¹Васильева Марина Олеговна / Vasilyeva Marina Olegovna – студент;

²Поймалин Владислав Эдуардович / Poymalin Vladislav Eduardovich – студент,
кафедра технологии приборостроения,
факультет радиоэлектроники и лазерной техники,
Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва

Аннотация: в статье ставится задача исследовать влияние неоднородностей топологии на рабочие характеристики двухканального кольцевого делителя мощности в миллиметровом диапазоне длин волн. Для получения результатов использована программа MWOOffice, при помощи которой разработаны модели расчета характеристик устройств с учетом влияния неоднородностей топологии и без учета их влияния. На основе проведенного исследования было выяснено, что при проектировании конструкции двухканального кольцевого делителя мощности нужно принимать в расчет неоднородности в виде Т-соединений и учитывать их при конструктивном проектировании данного устройства миллиметрового диапазона.

Ключевые слова: кольцевой делитель мощности, неоднородности, миллиметровый диапазон.

На сегодняшний день в сетях передачи информации и системах беспроводной связи осуществляется переход от сантиметрового диапазона радиоволн к миллиметровому (ММ). ММ диапазон – это такая полоса частот, в которой длина волны меньше 1 мм, то есть частоты от 30 до 300 ГГц. С каждым днем область прикладного использования волн ММ диапазона расширяется и потребность в приемниках этого диапазона становится массовой.

Устройства в таком диапазоне могут изготавливаться как в волноводном, так и в микрополосковом исполнении. При этом микрополосковое исполнение значительно проще и экономичнее. Из-за возникновения множества конструкторско-технологических проблем, отсутствующих в сантиметровом диапазоне, конструктивная реализация таких устройств усложняется.

Предмет нашего внимания затрагивает влияние вида топологического рисунка микрополосковой платы на амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) устройства.

Задача исследования состояла в том, как неоднородности топологии влияют на рабочие характеристики наиболее широко применяемого устройства: двухканального кольцевого делителя мощности (КДМ). Различные неоднородности соединения между собой отрезков микрополосковых линий влияют на характер изменения АЧХ устройства в ММ диапазоне, т.к. они вносят дополнительно емкостное, индуктивное сопротивления или сопротивление потерь, а также свойство трансформатора сопротивлений.

Для получения результатов исследования было использовано программное обеспечение AWR Design Environment. Данная программа позволяет осуществлять схемный анализ активных и пассивных устройств с учетом влияния неоднородностей топологии [1].

В процессе работы были созданы модели расчета характеристик устройств для диапазона частот порядка 30 ГГц с учетом влияния неоднородностей топологии и без учета их влияния.

На первом этапе была синтезирована топология двухканального кольцевого делителя мощности без учета неоднородностей (рис. 1) со следующими данными:

- АЧХ фильтра – максимально-плоская;
- Переходное затухание на центральной частоте $(3 \pm 0,2)$ дБ;
- Ширина полосы пропускания по уровню развязки 20 дБ Δf_p , (28 ± 6) ГГц.

На последующем этапе – с учетом влияния неоднородности в виде Т-соединения.

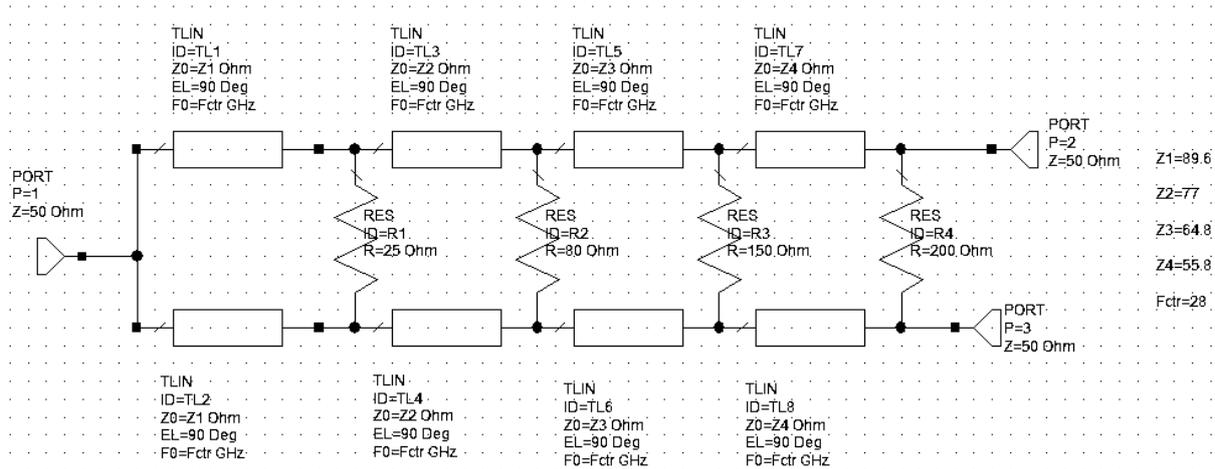
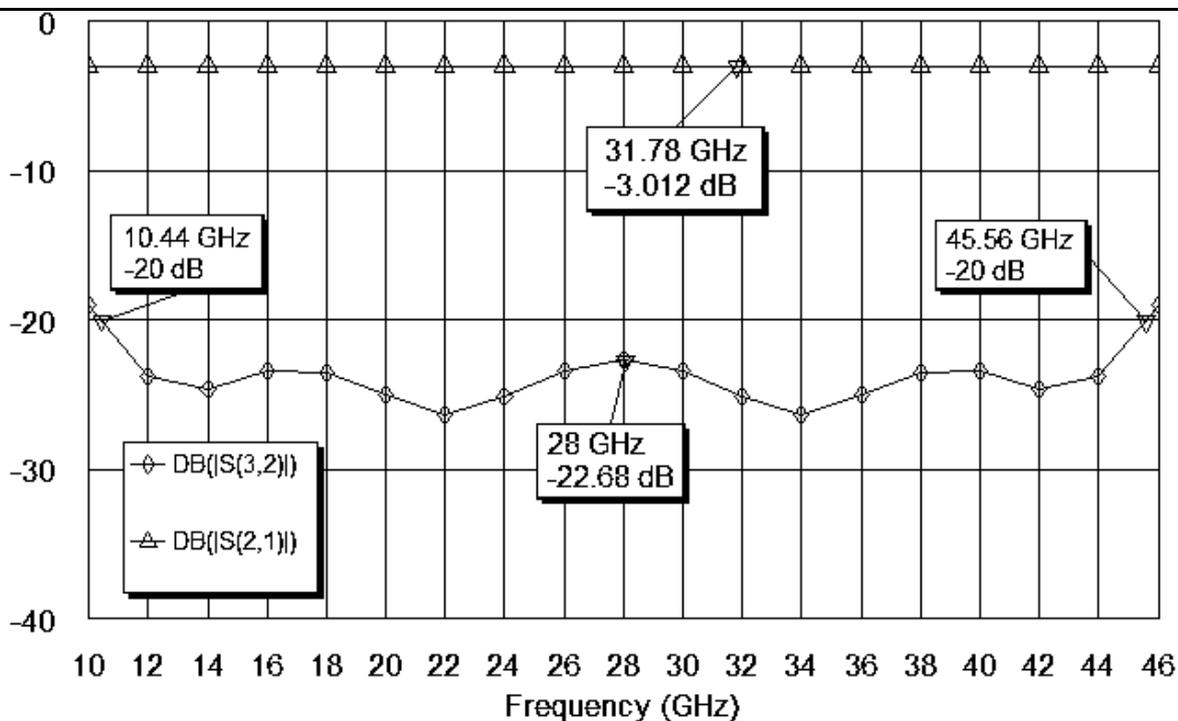
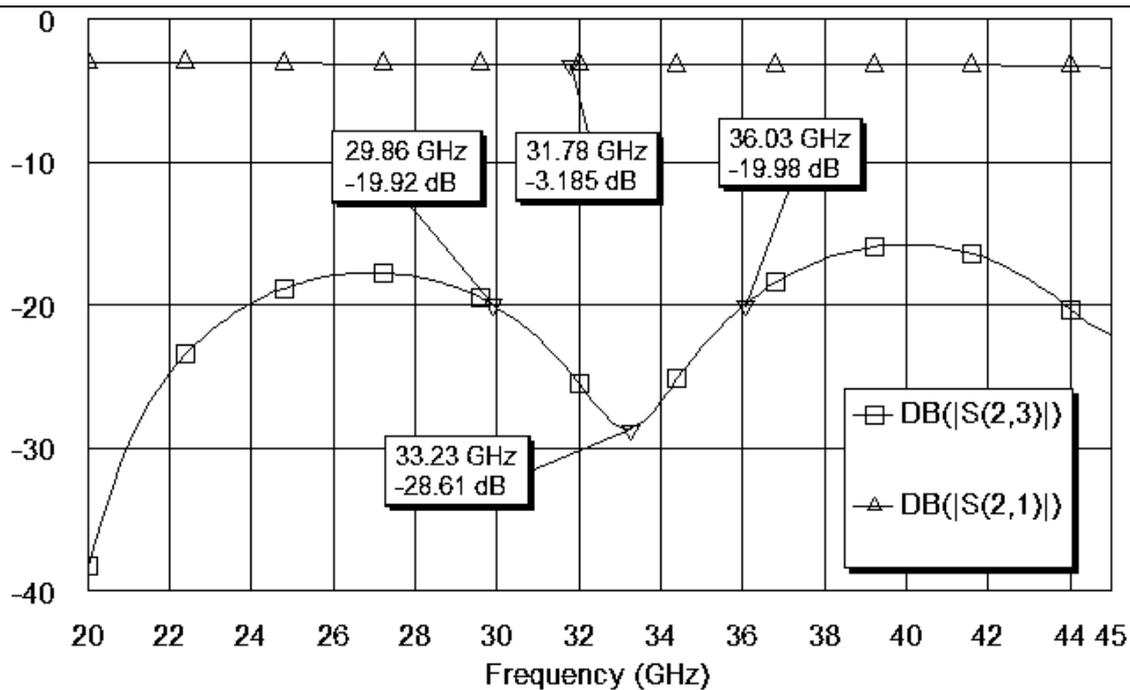


Рис. 1. Модель расчета кольцевого делителя мощности: без учета влияния неоднородностей

Результаты расчета АЧХ переходного затухания фильтра $|S(2, 1)|$ и развязки на центральной частоте $|S(2, 3)|$ приведены на рисунке 2.





б

Рис. 2. АЧХ КДМ: а – без учета влияния неоднородностей; б – с учетом неоднородностей в виде Т-соединения

Результаты исследования влияния неоднородностей в виде Т-соединения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Анализ результатов расчета ПФ с максимально плоской АЧХ

Параметр	а	б
	Без учета неоднородностей	С учетом неоднородностей в виде Т-соединений
Δf_p	35.12 ГГц	6.16 ГГц

Сопоставление результатов показывает, что учет влияния неоднородности топологии в виде Т-соединений заключается в следующем:

1. Анализ влияния Т-соединения на ширину полосы пропускания на уровне развязки 20 дБ показал, что данный вид неоднородностей уменьшает ширину полосы пропускания на 28.96 ГГц.
2. Влияние переходного затухания (3 ± 0.2) дБ смещает центральную частоту полосы пропускания в сторону высоких частот – 33.2 ГГц.
3. Это доказывает то, что для данного типа конструкции двухканального делителя мощности неоднородности в виде Т-соединений необходимо учитывать при проектировании.

На основании полученных данных исследований особенностей проектирования кольцевого делителя мощности миллиметрового диапазона можно дать следующие рекомендации по конструированию топологии плат: при проектировании двухканального делителя мощности необходимо учитывать неоднородности в виде Т-соединения.

Литература

1. Васильева М. О. Исследование особенностей проектирования микрополосковых устройств миллиметрового диапазона. [Электронный ресурс]: Молодежный научно-технический вестник, 2015. № 11. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/819140.html> (дата обращения 27.11.2015).
2. Неганов В. А., Яровой Г. П. Теория и применение устройств СВЧ: Учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Неганова. М.: Радио и связь, 2006. 720 с.
3. Неганов В. А., Осипов О. В., Раевский С. Б., Яровой Г. П. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Неганова, С. Б. Раевского. М.: Радио и связь, 2005. 648с.

4. *Разевиг В. Д., Потапов Ю. В., Курушин А. А.* Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office / под ред. В.Д. Разевига. М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 496 с.
5. *Нефедов В. И.* Основы радиоэлектроники и связи. М.: Высшая школа, 2002. 509 с.