

Кафедра «Конструирования и технологии радиоэлектронных средств»

Тема выпускной квалификационной работы бакалавра:

**«ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОГО
НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ С УЛУЧШЕННЫМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ»**



Автор работы: Полетаев Павел Владимирович

Группа: РКС10-51

Специальность: 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Руководитель работы: Девятков Г.Н.

Цели и задачи

- **Цель работы** – исследование и разработка широкополосного направленного
- **Задачи:**
 - исследовать методы по улучшению направленных ответвителей;
 - спроектировать и промоделировать направленный ответвитель в распределенном электрическом и геометрическом базисе;
 - разработать топологию направленного ответвителя с улучшенными характеристиками в микрополосковом исполнении.

Теоретическая часть

Формулы для расчета волновых сопротивлений трехсекционного НО.

$$Z_{0ei} = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{1 + C_i}{1 - C_i}} ; \quad Z_{0oi} = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{1 - C_i}{1 + C_i}}$$

Теоретическая часть

Метод компенсирующих индуктивностей

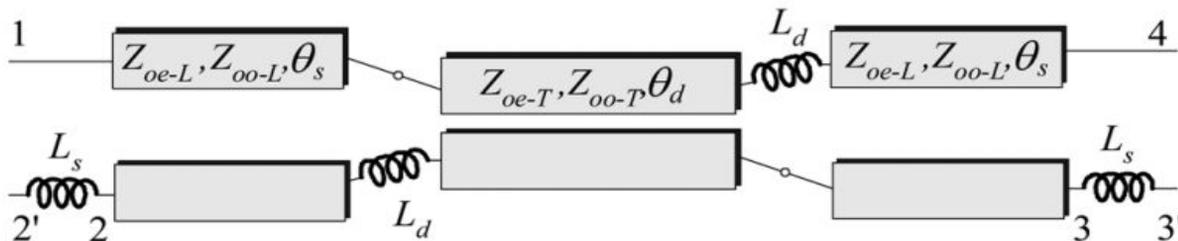


Рисунок 1 – Структурная схема компенсирующих индуктивностей для трехсекционного направленного ответвителя

Теоретическая часть

Аналитические выражения для расчета компенсирующих индуктивностей

Формулы для расчета индуктивности и электрической длины боковых секций трехсекционного НО:

$$L_s := \frac{Z_0}{4 \cdot \pi \cdot f_0} \cdot \text{Im} \left[\frac{-Z_0 \cdot d + j \cdot (Z_{0e1} \cdot \sin(\theta_e) - Z_{0o1} \cdot \sin(\theta_o))}{Z_0 \cdot d + j \cdot (Z_{0e1} \cdot \sin(\theta_o) - Z_{0o1} \cdot \sin(\theta_e))} \right]$$

$$\theta_{s_Ls} := \frac{1}{\Theta} \cdot \cot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L_s}{Z_{0o1}} \right)^{-1}$$

Теоретическая часть

Аналитические выражения для расчета компенсирующих индуктивностей

Формулы для расчета индуктивности и электрической длины центральной секции трехсекционного НО:

$$L_d = \frac{Z_0}{2 \cdot \pi \cdot f_0} \cdot \operatorname{Im} \left[\frac{[Z_0 \cdot (\cos(\theta_o) - \cos(\theta_e)) + Z_B - R]}{Z_B} \right]$$

$$\theta_{d_Ld} = \frac{1}{\Theta} \cdot \cot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L_d}{Z_{0o2}} - \frac{1}{2} \cdot \cot \left(\frac{\pi}{2} \cdot \Theta \right) \right)^{-1}$$

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном электрическом базисе.

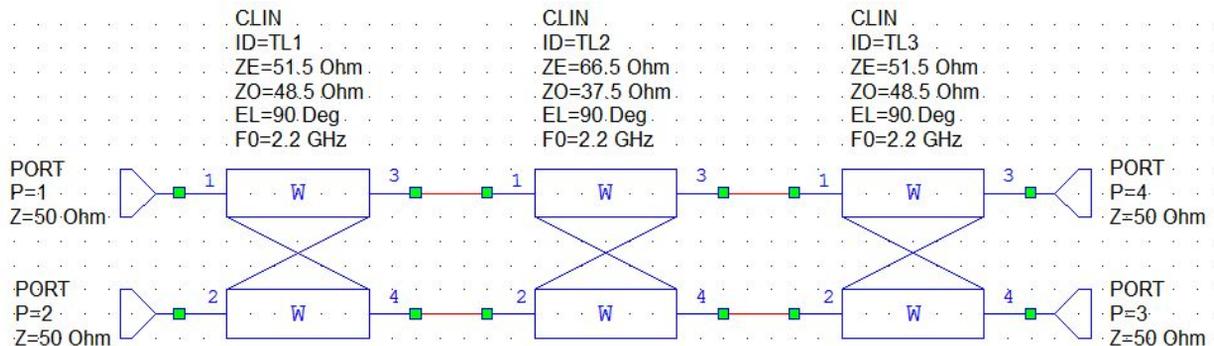


Рисунок 2 – Структурная схема НО в распределенном электрическом элементном базисе

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном электрическом базисе.

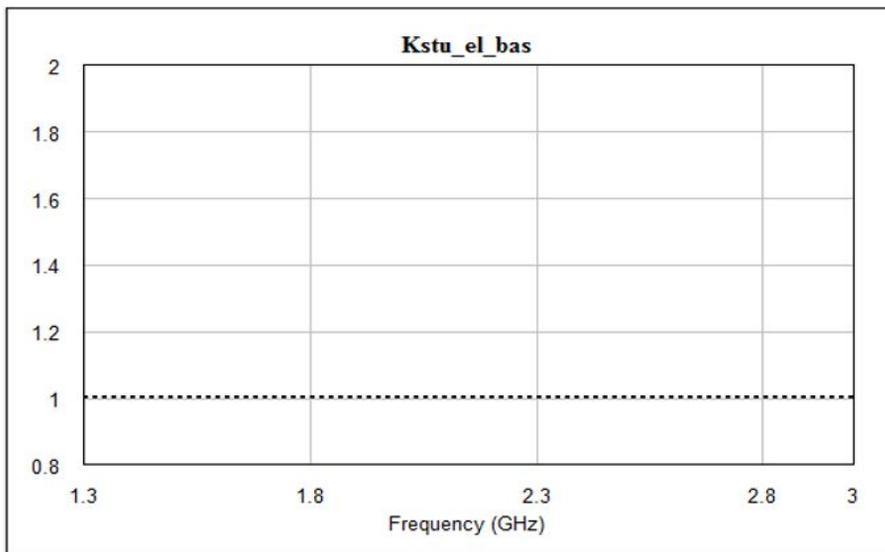


Рисунок 3 – Характеристика КСВН на входе трехсекционного НО

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном электрическом базисе.

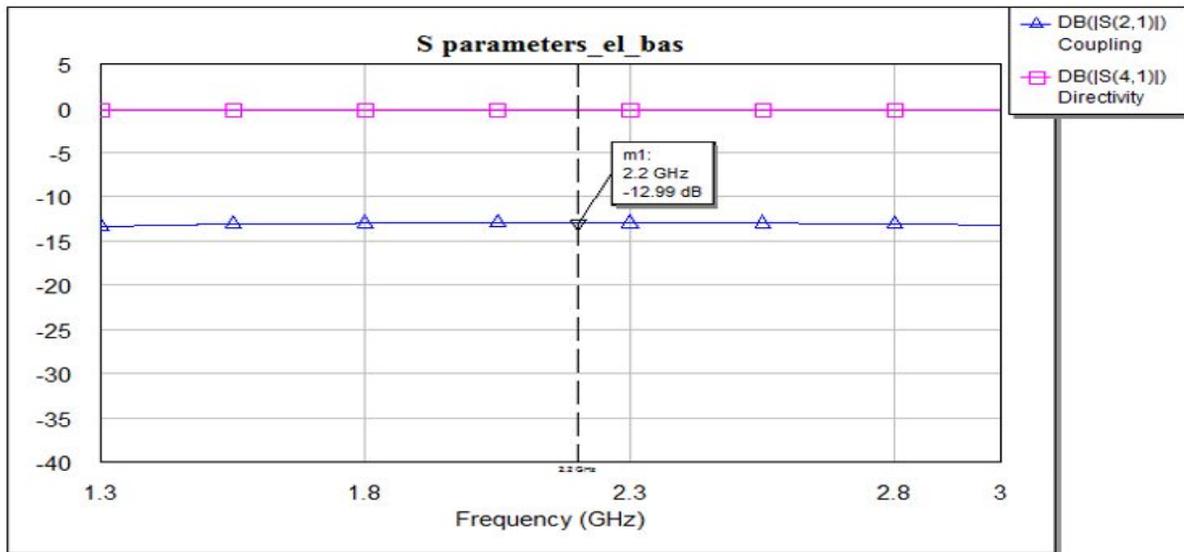


Рисунок 4 – Модули коэффициентов передачи трехсекционного НО

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном геометрическом базисе.

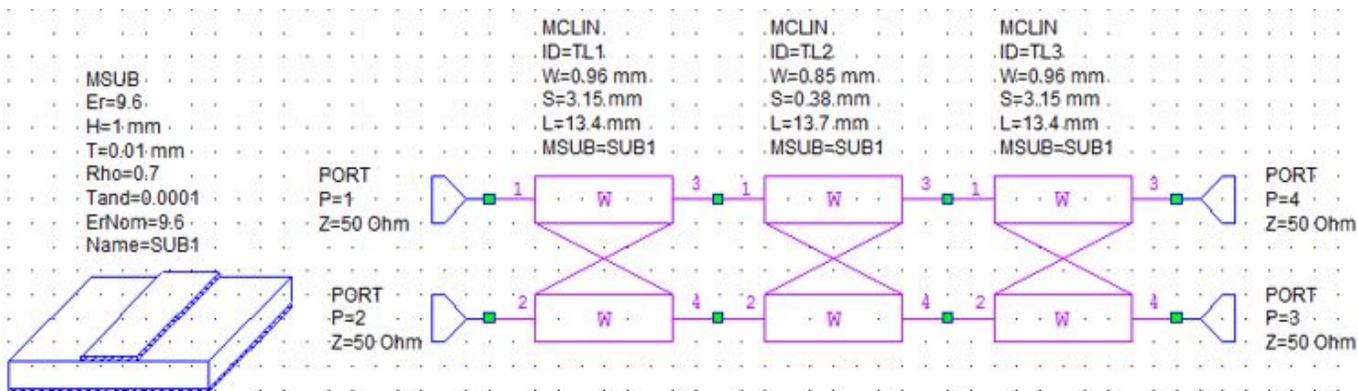


Рисунок 5 – Структурная схема трехсекционного НО в распределенном геометрическом базисе

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном геометрическом базисе.

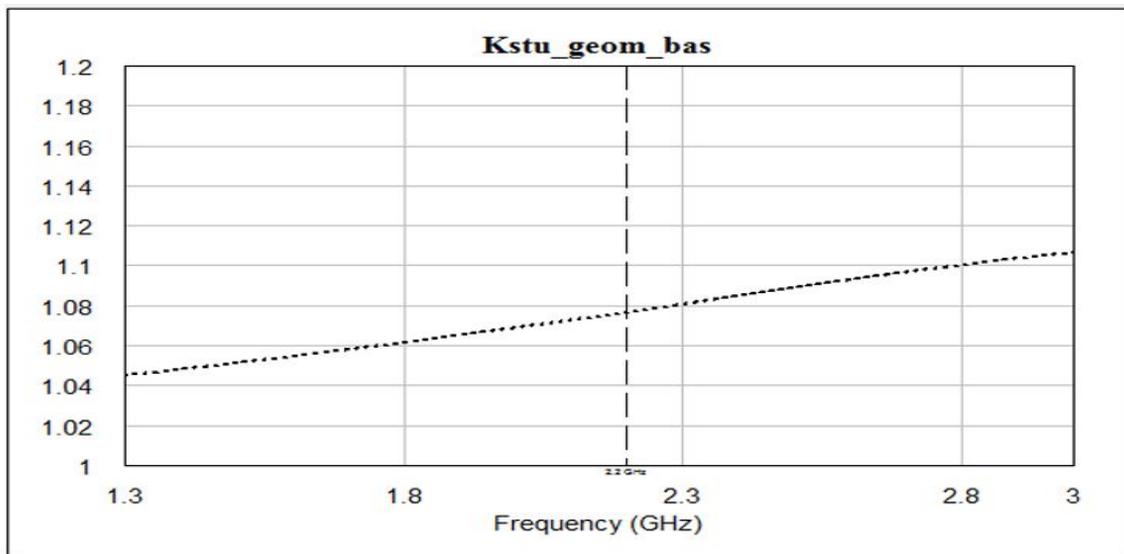


Рисунок 6 – Характеристика КСВН на входе трехсекционного НО

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном геометрическом базисе.

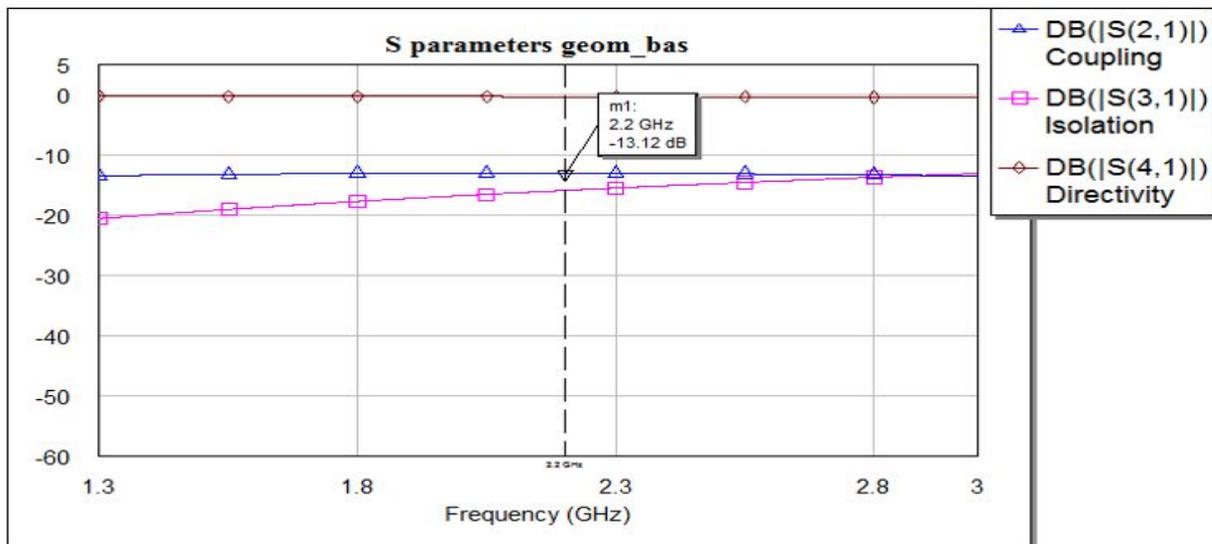


Рисунок 7 – Модули коэффициентов передачи трехсекционного НО

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном геометрическом базисе с компенсирующими индуктивностями в отрезках линии передач

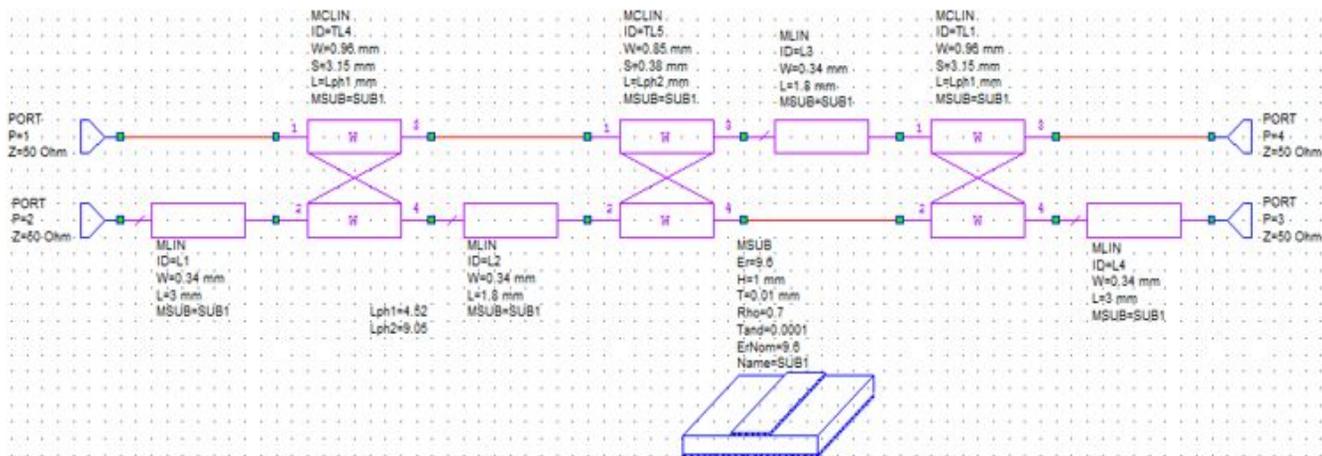


Рисунок 8 – Структурная схема трехсекционного НО в распределенном геометрическом базисе

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном геометрическом базисе с компенсирующими индуктивностями в отрезках линии передач

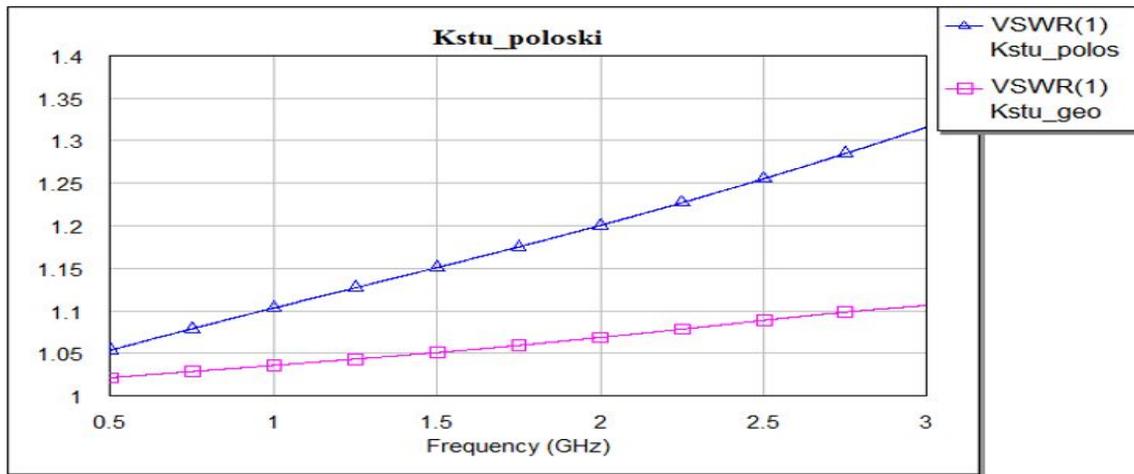


Рисунок 9 – Характеристика КСВН по входу трехсекционного НО в распределенном геометрическом базисе: с компенсирующими индуктивностями в отрезках линии передач (_polos), без компенсации (_geo)

Исследовательская часть

Направленный ответвитель в распределенном геометрическом базисе с компенсирующими индуктивностями в отрезках линии передач

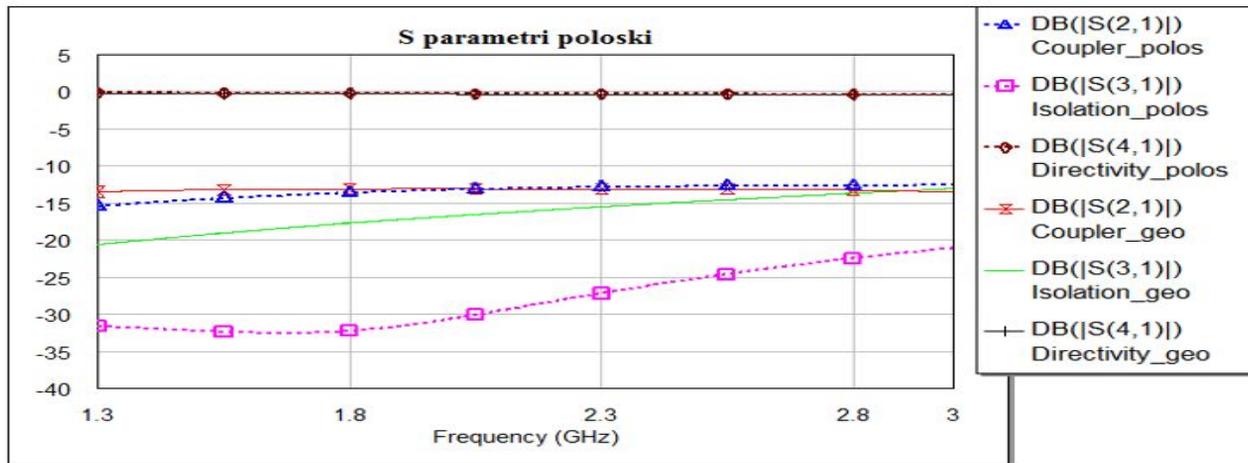


Рисунок 7 – Модули коэффициентов передачи трехсекционного НО в распределенном геометрическом базисе: с компенсирующими индуктивностями в отрезках линии передач ($_polos$), без компенсации ($_geo$)

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была проделана следующая работа:

- Исследован метод улучшения рабочих характеристик направленных ответвителей на резках связанных линий передач.
- Приведены необходимые расчеты для реализации направленного ответвителя с улучшенными параметрами в микрополосковом исполнении.
- Проведено моделирование с помощью ПО (Microwafe Office), трехсекционного направленного ответвителя с компенсирующими индуктивностями в распределенном электрическом и распределенном геометрическом базисе.
- Используя метод компенсирующих индуктивностей удалось добиться коэффициента изоляции , не хуже -30 дБ, при сохранении КСВН не хуже 1.6 во всей полосе пропускания и переходного затухания в -13 дБ. Так же уменьшились геометрические размеры трехсекционного направленного ответвителя , что влечет за собой

экономические выгоды в финансовом и производственном плане.

Кафедра «Конструирования и технологии радиоэлектронных средств»

Тема выпускной квалификационной работы бакалавра:

**«ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОГО
НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ С УЛУЧШЕННЫМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ»**



Автор работы: Полетаев Павел Владимирович

Группа: РКС10-51

Специальность: 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Руководитель работы: Девятков Г.Н.