относительная погрешность метода малых отклонений превышает допустимое значение в 3%.

2. Уточненный метод малых отклонений при степени расчетных уравнений до $n = 5$ имеет относительную погрешность менее 3% при приращении аргументов на величину до 15%.
3. Уточненный метод малых отклонений при степени расчетных уравнений до $n = 4$ имеет относительную погрешность менее 3% при приращении аргументов на величину до 20%.
4. Уточненный метод малых отклонений при степени расчетных уравнений до $n = 2$ не имеет относительной погрешности при любых приращениях аргументов.

1. Черкез А.Я. Инженерные расчеты газотурбинных двигателей методом малых отклонений: издание третье, переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 1975. – 380 с.
2. А.М. Антонова, А.В. Воробьев, А.С. Матвеев, А.С. Орлов, Использование метода малых отклонений для анализа эффективности тринарных парогазовых установок// Известия Томского политехнического университета. Теплоэнергетика. - 2013. - Т. 323. № 4. – С.47-51.
3. В.Л. Химич, В. И. Барышников, Ю.П. Чернигин, Расчет характеристик газотурбинных, двигателей в условиях загрязненного воздуха, методом малых отклонений// учеб. пособие – 2-е изд., перераб. – Нижний Новгород, 2013. –80 с

Андрианов А.В., Баталова Е.А., Зикий А.Н.
Фильтр метрового диапазона волн

АО "ТНИИС"
Южный Федеральный Университет
(Россия, Таганрог)

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-05

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-05

Аннотация

Проведено моделирование и экспериментальное исследование фильтра метрового диапазона волн. Моделирование проводилось в пакете прикладных программ Microsoft Office. Получены амплитудно-частотные характеристики в ближней и дальней зонах. Фильтр метрового диапазона волн может быть использован в радиосвязи, радиовещании и телевидении.

Ключевые слова: фильтр метрового диапазона волн, амплитудно-частотная характеристика, ближняя зона, дальняя зона.

Введение

Метровый диапазон волн широко используется в радиосвязи, радиовещании и телевидении [1]. Фильтры метрового диапазона находят применение в тракте промежуточной частоты спутникового вещания, спутниковой связи и навигации, радиорелейных и радиолокационных приёмников [1-4], поэтому их исследование является актуальным. Фильтрам метрового диапазона волн посвящено значительное число работ, в том числе монографии [1-4], статьи [5,6].

Объектом исследования в данной работе является двухконтурный LC-фильтр с ёмкостной связью. Целью работы является разработка и исследование амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтра в ближней и дальней зонах.

К фильтру предъявляются следующие требования:

- Центральная частота 165 МГц;

- Ширина полосы пропускания по уровню минус 3 дБ от максимума 12 МГц;
- Полоса заграждения от 190 МГц до 500 МГц;
- Потери в полосе заграждения не менее 20дБ.
- Потери в полосе пропускания не более 5дБ.
- Сопротивление входа и нагрузки 50 Ом.

Фильтр рассчитан по методике из книги [3].

Схема и конструкция

Рисунок 1 – Принципиальная схема фильтра

На рисунке 1 представлена схема фильтра, состоящего из двух параллельных контуров и связи через конденсатор С3. Для настройки фильтра служат подстроечные конденсаторы С1, С3, С4. Фото фильтра со снятой крышкой можно видеть на рисунке 2.

Рисунок 2 – Фото фильтра со снятой крышкой

Фильтр представляет собой корпус чашечного типа, внутри которого закреплена печатная плата из стеклотекстолита размером $35 \times 45 \times 1,5$ мм. Применены бескаркасные катушки индуктивности L1, L2, намотанные проводом ММ-1,0 на оправке диаметром 7 мм. Катушки содержат по 4 витка, намотанных с шагом на длине 7 мм. Конденсаторы C2 и C5- типа КТ4-23, К10-17А. Конденсаторы C1 и C4- типа КТ4-23. Конденсатор C3- типа КТ4-24.

Моделирование

Моделирование фильтра проводилось в пакете прикладных программ Microwave Office (MWO)[7]. На рисунке 3 показана модель фильтра из MWO. На рисунке 4 можно видеть АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц. Видно, что требования к полосе пропускания выполняются. Из рисунка 5 можно видеть, что выполняются требования к полосе заграждения.

Рисунок 3 – Модель фильтра 165 МГц из MWO

Рисунок 4 – АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц из MWO

Рисунок 5. АЧХ фильтра в полосе от 0 до 800 МГц из MWO

Эксперимент

Эксперимент проводился с помощью векторного анализатора цепей типа «Обзор-103». Кроме того, в измерительную установку входит ноутбук, набор кабелей и переходов. Амплитудно-частотная характеристика фильтра в полосе от 0,3 до 800 МГц показана на рисунке 6, АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц можно видеть на рисунке 7.

Рисунок 6. АЧХ фильтра в полосе от 0,3 до 800 МГц

Рисунок 7. АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц

Выводы

Ниже в таблице приведены основные параметры фильтра, полученные при моделировании и в эксперименте.

Таблица 1.

Основные параметры фильтра

Наименование параметра, размерность	Задано	Моделирование	Эксперимент
Центральная частота, МГц	165	166	165
Ширина полосы пропускания по уровню минус 3дБ от максимума	12	12,3	12
Потери в полосе пропускания, не более, дБ	7	7	5
Полоса заграждения, МГц	От 120 до 500	От 210 до 500	От 190 до 500
Волновое сопротивление входа и нагрузки, Ом	50	50	50
Минимальные потери в полосе пропускания, дБ	-	4	2

Из этой таблицы следует, что все требования к фильтру выполняются. АЧХ фильтра при моделировании и в эксперименте похожи в зоне полосы пропускания и переходной зоне, и значительно отличаются в полосе заграждения. Этот факт можно объяснить тем, что в модели не учтены паразитные параметры конденсаторов и катушек.

1. Алексеев Л.В., Знаменский А.Е., Лоткова Е.Д. Электрические фильтры метрового и дециметрового диапазонов.- М.: Связь, 1976.-280с.
2. Ханзел Г. Справочник по расчету фильтров. Перевод с англ.- М.:Сов.радио, 1974.-288с.
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Том 2.-М.:Додэка, 2008-942с.
4. Мамаев Н.С. Спутниковое телевизионное вещание. Приёмные устройства.- М.: Радио и связь, 1999.-152с.
5. Малевич И.Ю., Солонович Д.А. Полосовой фильтр метрового диапазона на спиральных резонаторах. Доклады БГУИР., Минск, БГУИР, 2016, №3(97), с. 56
6. Привер Э. и др. Параметрический синтез квазиполиномиальных полосовых фильтров. Компоненты и технологии, 2017, №3, с. 92-99(112МГц)
7. Разевиг В.Д, Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office.- М.: Солон-Пресс, 2003-496с.

Курбанбаев Э.Р.

О расчётных позициях воздушных судов при аэродромном диспетчерском обслуживании

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации,
высшая школа аэронавигации
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-06

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-06

Аннотация

В данной статье рассмотрены аспекты применения расчётных позиций взлетающих и заходящих на посадку воздушных судов при аэродромном