

СОДЕРЖАНИЕ

Тема номера:

“ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСЛУГИ”

Абрамов В.А., Венедиктов М.Д., Попов О.Б., Рихтер С.Г. Результаты обработки сигналов цифрового радиовещания	4	Будагян И.Ф., Шишканов А.В., Щучкин Г.Г. Исследование электродинамики полей при процессах дифракции на телах различной формы	34
Абрамов В.А., Крутяков Ю.А. Воздействие инфранизких частот в сигналах телерадиовещания	7	Варюхин С.В., Моргунов В.С., Назаров А.Н. Интеграция приложений в сетях связи с подсистемой IMS	39
Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В. Измерение мощности звуковых сигналов вещания на коротких временных интервалах	9	Венедиктов М.Д., Попов О.Б. Особенности регулирования сигналов в трактах звукового вещания	44
Агафонова М.А., Гайнутдинов Т.А. Панельная антенна с режекторной ДН в горизонтальной плоскости	12	Ворожцов А.С., Тутова Н.В., Тутов А.В. Управление вычислительными ресурсами центров обработки данных с учетом поведения пользователей коммерческих сайтов	46
Аксенов А.Ю. Механизм учета относительной оценки инцидентов связанных с компрометацией Персональных данных (ПДн) в Модели Оценки Рисков их защите	15	Гутцайт Э.М., Курушин А.А. Электродинамические исследования излучателей на квантовых точках для волоконно-оптических систем связи и других применений	48
Белоусов Е.О., Круглов Ю.В. Исследование методов подавления шума в интегральных широкополосных МШУ	19	Елизаров А.А., Закирова Э.А. Исследование излучения радиочастотных элементов на микрополосковых спиральных замедляющих системах	51
Будагян И.Ф., Илюшечкин М.Н. Моделирование процессов распространения наносекундных импульсов в слоях конечной толщины на основе) негативных сред	23	Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В. Электродинамический анализ резонатора на основе коаксиальной ребристой линии	54
Будагян И.Ф., Ковальчук А.А., Чебышев В.В. Микрополосковая спиральная антенна в многослойной среде на основе диэлектрических и метаматериалов в режиме излучения наносекундных импульсов	30	Иванова О.В., Иванов П.В., Борисов К.А. Использование интеллектуальных технологий обработки неструктурированных данных в НСИ	56

Журнал включен в перечень периодических научных изданий, рекомендуемый ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций и рекомендован УМО по образованию в области телекоммуникаций для студентов высших учебных заведений.

Учредитель

ООО "Издательский дом Медиа Паблшер"

Главный редактор

В.О. Тихвинский

Издатель

С.С. Дымкова

ds@media-publisher.ru

Редакционная коллегия

А.С. Аджамов, Е.Б. Алексеев,
Альберт Васильев, А.А. Гоголь,
Юлиус Головачев, В.Л. Горбачев,
Ю.А. Громаков, А.И. Демьянов,
Б.В. Зверев, Ю.Б. Зубарев, В.Р. Иванов,
Юрий Кирхгесснер, Т.А. Кузовкова,
В.Н. Лившиц, С.Л. Мищенко,
О.Е. Наний, Н.П. Резникова,
И.В. Парфенов, Ш.Ж. Сеилов,
В.О. Тихвинский, В.В. Фронов,
Майкл Шарп, А.Б. Юрчук

Редакция

Выпускающий редактор

Андрей Волков

va@media-publisher.ru

Редактор-переводчик

Татьяна Чередниченко

Специалист по маркетингу и PR

Кристина Маркарова

kristina@media-publisher.ru

Директор отдела развития и рекламы

Ольга Дорошквич

ovd@media-publisher.ru

Отдел распространения и подписки

info@media-publisher.ru

Предпечатная подготовка

ООО "ИД Медиа Паблшер"

Поддержка Интернет-портала

Сергей Александян

www.media-publisher.ru

Корнюхин В.И., Седов В.М.

Расчет параметров фазосдвигающей секции
для апертурных антенн 58

Легков К.Е.

Управление ресурсами информационных систем
специального назначения при построении
сетевых систем управления
на основе радиосетей нового поколения 60

Попов О.Б., Рихтер С.Г.,
Папина Т.С., Литвин С.А.

Популярность радиостанций и статистика 64

Максименко В.Н., Филиппов А.А.

Качество в сети СПС как залог безопасной
и точной навигации 68

Мочалов В.А.

Метод синтеза отказоустойчивой структуры
сенсорной сети при наличии ограничений
по размещению узлов сети
в разнородном пространстве 71

Назарова М.В., Солнцев В.А.,
Колтунов Р.П., Шабанов Д.С.

Исследование усиления в полосах пропускания
и запыряния замедляющих систем мощных ламп
бегущей волны 76

Омиров А.А.

Электродинамика анодной замедляющей системы
коаксиального магнетрона с реактивным
подавлением щелевого вида колебаний 82

Прошин А.Б.

Компьютерный практикум по дисциплине
"Электромагнитные поля и волны" 85

Рихтер С.Г.

О стратегии развития наземного радиовещания
в Европе 89

Рихтер С.Г.

Обеспечение мобильного приема
на физическом уровне 93

Рысин Ю.С., Терехов А.Н. Алгоритм оценки влияния негативных факторов на качество телефонного общения	96
Сазонов А.В. Формирование и функционирование в сети Интернет трансграничного пространства доверия. Инфраструктура управления правами субъектов	99
Смирнов Е.В. Оценка мощности взаимодействия между компонентами поля рассеяния приемной антенны	104
Словос М.О., Тимошенко А.Г. Особенности реализации интегральных антенн для систем радиочастотной идентификации	107
Терехов А.Н. Проект методики интегральной оценки качества телефонного общения при модернизации сетей и/или введении новых услуг связи	112
Федотова Т.Н. Спиральная антенная решетка для оборудования беспроводных сетей Wi-Fi	117
Чебышев В.В., Лисицына Ю.А. Частотные свойства микрополосковых вибраторов со слоистой подложкой	123
Чистяков К.И. Подавление конкурирующих видов колебаний с помощью управляющих неоднородностей в резонаторной системе магнетрона	126
Шульга А.И. Анализ метода нелинейных искажений с помощью огибающей сигнала с учетом фазоамплитудной конверсии в ЛБВ	130
Зуева Е.И., Касаткина Е.А. Уровни разработки стратегий ОАО "Ростелеком"	136

Заказ журналов:

- по каталогу "Роспечать" (индекс 80714)
- по каталогу "Интерпочта" (индекс 15241)
- "Деловая пресса" (www.delpress.ru)
- в редакции (info@media-publisher.ru)

Возможен также заказ через региональные
альтернативные подписные агентства
<http://www.media-publisher.ru/raspr.shtml>

Периодичность выхода — шесть номеров в год
Стоимость одного экземпляра 200 руб.

Целевая аудитория по распространению

- Телекоммуникационные компании;
- Дистрибьютеры телекоммуникационного оборудования и услуг;
- Контент-провайдеры;
- Разработчики и производители абонентского оборудования;
- Предприятия и организации нефтегазового комплекса;
- Энергетические компании;
- Автотранспортные предприятия;
- Крупные организации с собственным автомобильным автопарком;
- Компании, занимающиеся железнодорожными, воздушными и морскими перевозками;
- Логистические и экспедиционные компании;
- Провайдеры охранно-поисковых услуг;
- Геодезические и картографические организации;
- Государственные ведомства и организации;
- Строительные компании;
- Профильные учебные заведения

Тираж 5000 экз. + Интернет-версия

Адрес редакции

111024, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 8, офис 512-514
e-mail: info@media-publisher.ru
Тел.: (495) 957-77-43

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства в
сфере массовых коммуникаций и охране культурного
наследия. Свидетельство о регистрации:
ПИН® ФС77-27364

Мнения авторов не всегда совпадают с точкой
зрения редакции. За содержание рекламных
материалов редакция ответственности не несет

Материалы, опубликованные в журнале —
собственность ООО "ИД Медиа Паблшер".
Перепечатка, цитирование, дублирование на
сайтах допускаются только с разрешения издателя.
*All articles and illustrations are copyright.
All rights reserved. No reproduction is permitted in whole
or part without the express consent of Media Publisher
Joint-Stock Company*

Вниманию авторов!

Для начисления авторского гонорара необходимо указать ваши ФИО, почтовый адрес (с индексом), паспортные данные (серия, номер, кем и когда выдан), ИНН, номер свидетельства пенсионного страхования, дату и место рождения, номер телефона.

Плата с аспирантов за публикацию рукописи
не взимается

© ООО "ИД Медиа Паблшер", 2012

www.media-publisher.ru

Электродинамический анализ резонатора на основе коаксиальной ребристой линии

Ключевые слова: коаксиальная ребристая линия, замедляющая система, резонатор, дисперсионная характеристика, волновое сопротивление.

Проведен электродинамический анализ резонатора на основе коаксиальной ребристой линии. Получены аналитические соотношения, позволяющие осуществлять расчет ее дисперсионных характеристик и волнового сопротивления в зависимости от геометрических размеров образующих проводников и диэлектрического заполнения. Дано качественное сравнение теоретических зависимостей и результатов физического эксперимента. Показана перспективность применения такой структуры для создания различных СВЧ устройств.

Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В.

Для создания различных элементов СВЧ устройств – резонаторов, излучателей, шлейфов, согласующих устройств и др., часто используются резонансные отрезки коаксиальных линий. Эти элементы просты по конструкции, а их волновое сопротивление однозначно и легко определяется отношением диаметров проводников линии и может изменяться в широких пределах [1]. Кроме того, геометрическая длина таких отрезков может быть уменьшена, если поверхность одного или из проводников коаксиальной линии сделать ребристой [2, 3] (рис. 1).

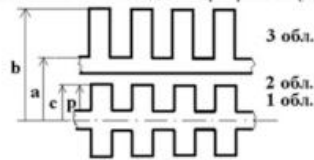


Рис. 1. Общий вид коаксиальной ребристой линии

Обобщенный вид дисперсионного уравнения коаксиальной линии с ребристыми проводниками впервые получен в работе [4]:

$$\frac{I_1(\epsilon_1 \tau) + \frac{\tau}{k_2} \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} I_0(\epsilon_1 \tau) bct(ck_1, pk_1)}{K_1(\epsilon_1 \tau) - \frac{\tau}{k_2} \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} K_0(\epsilon_1 \tau) bct(ck_1, pk_1)} = \frac{I_1(\epsilon_2 \tau) + \frac{\tau}{k_2} \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} I_0(\epsilon_2 \tau) bct(ak_2, bk_2)}{K_1(\epsilon_2 \tau) - \frac{\tau}{k_2} \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} K_0(\epsilon_2 \tau) bct(ak_2, bk_2)} \quad (1)$$

где $bct(x, y) = \frac{J_1(x)N_0(y) - N_1(x)J_0(y)}{J_0(x)N_0(y) - N_0(x)J_0(y)}$ - разностный котангенс;

β - фазовая постоянная, связанная с поперечной постоянной τ и волновым числом k соотношением: $\beta^2 = \tau^2 + k^2$.

Указанная задача решалась электродинамическим методом сшивания проводимостей для случая возбуждения в коаксиальной линии с внутренним и внешним ребристыми проводниками аксиально - симметричной волны E-типа. Учитывалось также, что длина волны в линии значительно превышает толщину ребер и расстояние между ними. Это позволило использовать импедансное приближение и эквивалентные (усредненные) граничные условия на поверхностях проводников [5]. Толщина ребер считалась бесконечно малой.

Проанализируем ниже полученное уравнение (1) для представляющих практический интерес частных случаев, для чего введем обозначения:

$$y_1 = -\sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}} bct(ck_1, pk_1), \quad y_2 = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} bct(ak_2, bk_2), \quad \varphi_0 = \frac{I_1(\epsilon_1 \tau) K_1(\epsilon_1 \tau)}{I_1(\epsilon_2 \tau) K_1(\epsilon_2 \tau)}$$

С учетом данных обозначений дисперсионное уравнение (1) приобретает вид

$$\left[1 - \tau \frac{K_0(\epsilon_1 \tau) y_1}{K_1(\epsilon_1 \tau)} \right] \left[1 - \tau \frac{I_0(\epsilon_2 \tau) y_2}{I_1(\epsilon_2 \tau)} \right] = \varphi_0 (a\tau, c\tau) \left[1 + \tau \frac{I_0(\epsilon_1 \tau) y_1}{I_1(\epsilon_1 \tau)} \right] \left[1 + \tau \frac{K_0(\epsilon_2 \tau) y_2}{K_1(\epsilon_2 \tau)} \right] \quad (2)$$

Анализ полученного уравнения (2) показывает, что оно распадается на два независимых уравнения, решение каждого из которых позволяет найти фазовые постоянные замедленных волн, распространяющихся вблизи «ребристого стержня»

$$\left[1 - \tau \frac{K_0(\epsilon_1 \tau) y_1}{K_1(\epsilon_1 \tau)} \right] = 0, \text{ и внутри «диафрагмированного волновода» } \left[1 - \tau \frac{I_0(\epsilon_2 \tau) y_2}{I_1(\epsilon_2 \tau)} \right] = 0.$$

В общем случае дисперсионное уравнение (2) имеет два решения - для синфазного и противофазного возбуждения волн. Для упрощения последующего анализа введем коэффициенты: $R_1 = \frac{1}{y_1} \frac{K_1(\epsilon_1 \tau)}{K_0(\epsilon_1 \tau)}$; $R_2 = \frac{1}{y_2} \frac{I_1(\epsilon_2 \tau)}{I_0(\epsilon_2 \tau)}$.

С их учетом дисперсионное уравнение преобразуется к квадратному уравнению и приобретает вид

$$\frac{\tau^2}{k_2^2} - \frac{\tau}{k_2} \frac{R_1(1+\varphi_{10}) + R_2(1+\varphi_{01})}{1-\varphi_{00}} + R_1 R_2 \frac{1-\varphi_{11}}{1+\varphi_{01}} = 0 \quad (3)$$

Решение уравнения (3) может быть записано следующим образом:

$$\frac{\tau}{k_2} = \frac{R_1(1+\varphi_{10}) + R_2(1+\varphi_{01})}{2(1-\varphi_{00})} \left\{ 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4R_1 R_2 (1-\varphi_{11})(1-\varphi_{00})}{[R_1(1+\varphi_{10}) + R_2(1+\varphi_{01})]^2}} \right\}$$

В этом случае при сильной связи между электродами и противофазном возбуждении получим:

$$\frac{\tau}{k_2} \approx \frac{R_1(1+\varphi_{10}) + R_2(1+\varphi_{01})}{1-\varphi_{00}} - \frac{R_1 R_2 (1-\varphi_{11})}{R_1(1+\varphi_{10}) + R_2(1+\varphi_{01})} \quad (4)$$

а для синфазного возбуждения

$$\frac{\tau}{k_2} = \frac{R_1 R_2 (1-\varphi_{11})}{R_1(1+\varphi_{10}) + R_2(1+\varphi_{01})} \quad (5)$$

Из формул (4) и (5) следует, что противофазному возбуждению соответствует большее значение фазовой постоянной. Дальнейший анализ дисперсионного уравнения в случае относительно высоких частот (или увеличении радиусов проводников) показал, что оно превращается в уравнение двух связанных гребенок. При этом если гребенки имеют идентичные импедансы, то в случае противофазного возбуждения дисперсионное уравнение совпадает с уравнением одной из гребенок с идеально проводящей плоскостью, расположенной на расстоянии, равном половине расстояния между гребешками.

Поскольку поперечные размеры коаксиальной линии на практике выбираются существенно меньшими, чем длины волн сигнала, то наиболее важным является анализ полученного дисперсионного уравнения для случая относительно низких частот. При этом в случае противофазного возбуждения уравнение имеет вид:

$$\frac{\tau}{k_2} = \frac{k_2}{\tau} \left[\frac{\ln \frac{c}{b}}{\ln \frac{p}{a}} - (a\tau)^2 \frac{\ln \frac{b}{a} \ln \frac{c}{p}}{\ln \frac{c}{b} \frac{p}{a}} \right]$$

Считая квадрат произведения $(a\tau)^2$ - малым, дисперсионное уравнение упрощается $\tau^2 \approx \frac{\ln \frac{c}{b}}{p a}$; и тогда величина относительного коэффициента замедления $\beta \approx \sqrt{\frac{\ln \frac{b}{p}}{\ln \frac{a}{c}}}$ определяется

отношением радиусов электродов и выточек в них. Рассчитанные зависимости $\frac{\beta}{k_2}$ от отношения размеров ребер $\frac{b}{p}$ при изменении $\frac{a}{c}$ показаны на рис. 2.

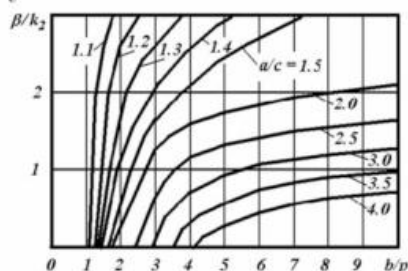


Рис. 2. Зависимости относительного замедления коаксиальной ребристой линии

Для случая относительно низких частот аналогичное дисперсионное уравнение может быть получено методом эквивалентных длинных линий. При этом эквивалентная погонная емкость структуры определяется как емкость между двумя коаксиально расположенными цилиндрами. Погонная индуктивность складывается из индуктивности, создаваемой выточками в проводниках, и индуктивности, определяемой магнитным потоком, пронизывающим область между ребристыми электродами.

Полученные выражения для эквивалентных погонных параметров структуры позволили определить ее волновое сопротивление $Z_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \sqrt{\ln \frac{b}{p} \ln \frac{a}{c}}$. Считая абсолютную величину

коэффициента замедления по формуле $n_{\text{фаз}} = \frac{\beta}{k_2} \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_0}}$, получим

$Z_0 = 60 n_{\text{фаз}} \ln \frac{a}{c}$. Анализ этого выражения показывает, что волновое сопротивление коаксиальной ребристой линии в коэффициент замедления раз больше, чем в коаксиальной линии с такими же геометрическими размерами, но без радиальных выточек и без диэлектрического заполнения. Расчетные зависимости волнового сопротивления Z_0 от отношения $\frac{a}{c}$ при изменении коэффициента замедления показаны на рис. 3.

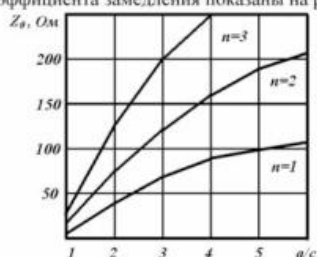


Рис. 3. Зависимости волнового сопротивления коаксиальной ребристой линии

Полученные теоретические соотношения качественно подтверждаются результатами физического эксперимента. На рис.4. показаны теоретические и экспериментальные зависимости коэффициента замедления от частоты при различном заполнении внутренней области между ребристыми электродами диэлектрической средой с различной относительной диэлектрической проницаемостью. При этом экспериментальная кривая для структуры с воздушным заполнением имеет несколько большие значения, чем теоретическая, что объясняется незначительной погрешностью полученных аналитических соотношений.

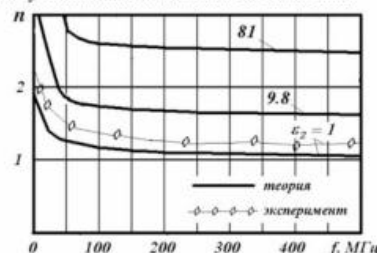


Рис. 4. Сравнение теоретических и экспериментальных дисперсионных характеристик коаксиальной ребристой линии

Таким образом, полученные в результате электродинамического анализа теоретические соотношения позволяют рассчитать изменение фазовой скорости замедленной электромагнитной волны в коаксиальной линии с ребристыми проводниками и находятся в хорошем соответствии с результатами физического эксперимента. Применение такой структуры представляет практический интерес, поскольку позволяет уменьшать ее продольные геометрические размеры при сохранении электрической длины.

Литература

1. Изюмова Т.И., Свиридов В.Т. Волноводы, коаксиальные и полосковые линии. - М.: Энергия, 1975. - 112 с.
2. Елизаров А.А., Пчельников Ю.Н. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем. - М.: Радио и связь, 2002. - 200 с.
3. Елизаров А.А. Технологические процессы и устройства на замедленных электромагнитных волнах: современное состояние и тенденции развития // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 1998. - Т.1. - №1. - С. 41-49.
4. Пчельников Ю.Н. Коаксиальная линия с ребристыми электродами. - М.: Изд.-во МИЭМ, 1985. - 19 с.
5. Елизаров А.А. Применение эквивалентных граничных условий для анализа электродинамических чувствительных элементов // Измерительная техника, 1999. - №1. - С. 42-45.

ELECTRODYNAMIC ANALYSIS OF THE RESONATOR ON THE BASIS OF THE COAXIAL RIDGE LINE

Yelizarov A.A., Shajmardanov R.V.

The electrodynamic analysis of the resonator on the basis of a coaxial ridge line is shown. The analytical solution are received, allowing to carry out calculation of its dispersing characteristics and wave impedance depending on the geometrical sizes of forming conductors and dielectric filling. Qualitative comparison of theoretical dependences and results of physical experiment is given. Perspectives of application of such structure for creation of various microwave ovens of devices is shown.

Keywords: coaxial ridge line, slow wave system, resonator, dispersing characteristic, wave impedance.