

Для проверки точности моделирования с периодическими граничными условиями была построена крупномасштабная модель фазированной антенной решетки, охватывающая ограниченную область, с целью сравнительного анализа. Данная модель выполнена в структуре массива 14×16 с виртуальными элементами, расположенными по периметру; фактическая сеть излучающих элементов сокращена до 12×14 столбцов. Конкретная конфигурация массива представлена на рис. 2.

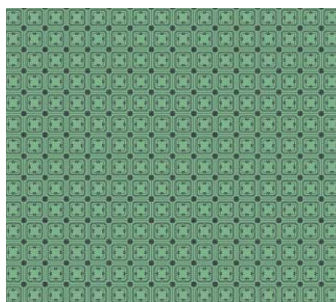


Рис. 2. Схема конструкции фазированной антенной решетки

Фазированная антенная решетка с ромбовидным крестовым дипольным элементом улучшает коэффициент стоячей волны источника при широкоугольном сканировании за счет интеграции металлического паразитного слоя, а дальнейшая оптимизация достигается с помощью широкоугольного согласующего слоя. Одновременно введен металлический отражающий резонатор для регулировки граничных условий между соседними элементами решетки с целью точного контроля эффекта взаимной связи элементов и повышения общей эффективности.

Литература

1. Проектирование и изготовление широкополосной двухполяризованной дипольной решетки для систем 5G / S. Hussain, S. W. Qu, W. L. Zhou [и др.] // IEEE Access. – 2020. – Т. 8. – С. 65155–65163.
2. Антенна миллиметрового диапазона с расширенной полосой пропускания для беспроводных приложений 5G / Y. Ghazaoui, A. E. Alami, M. E. Ghzaoui [и др.] // Journal of Instrumentation. – 2020. – Т. 15, № 1. – Ст. T01003.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИНИАТЮРНОЙ АНТЕННЫ С УЛЬТРАШИРОКИМ ДИАПАЗОНОМ И МНОЖЕСТВЕННЫМ ВХОДОМ И ВЫХОДОМ

Ли Чонг, В. П. Кудин

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Представлена конструкция миниатюрной двухэлементной антенны для систем сверхширокополосной связи с множественными входами и выходами (UWB-MIMO). Антенна состоит из двух симметрично расположенных монополярных излучателей семиугольной формы с S-образными ответвителями и щелевой структурой в фидере для расширения полосы. Для повышения изоляции между портами в заземляющем слое выполнены прямоугольные щели с T-образными и изогнутыми ответвителями. Результаты измерений показывают, что антенна с размерами $25 \times 33 \times 1$ мм³ имеет рабочую полосу частот 2,5–10,8 ГГц и изоляцию между портами >17 дБ.

Ключевые слова: UWB, MIMO, миниатюрная антенна, изоляция между портами.

DESIGN OF A COMPACT ULTRA-WIDEBAND MULTIPLE-INPUT MULTIPLE-OUTPUT ANTENNA

Li Chong, V. P. Kudin

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

This paper presents the design of a compact dual-element antenna for Ultra-Wideband Multiple-Input Multiple-Output (UWB-MIMO) systems. The antenna comprises two symmetrically arranged heptagonal monopole radiators with C-shaped branches and a slot structure in the feed line to achieve bandwidth expansion. Rectangular slots with T-shaped and curved branches are embedded in the ground plane to enhance port isolation. Measurement results demonstrate that the antenna, with dimensions of $25 \times 33 \times 1 \text{ mm}^3$, operates in the frequency band of 2.5–10.8 GHz and achieves port isolation greater than 17 dB.

Keywords: UWB, MIMO, compact antenna, port isolation.

Технологии UWB и MIMO широко используются в беспроводной связи для повышения скорости передачи данных и устойчивости к замираниям. Однако интеграция UWB и MIMO (UWB-MIMO) предъявляет высокие требования к изоляции антенных элементов и миниатюризации. В работе представлена компактная антенна UWB-MIMO с улучшенной изоляцией [1, 2].

Антенна (рис. 1) реализована на подложке FR4 ($\epsilon = 4,4$, $\text{tg } \delta = 0,02$, $h = 1 \text{ мм}$).

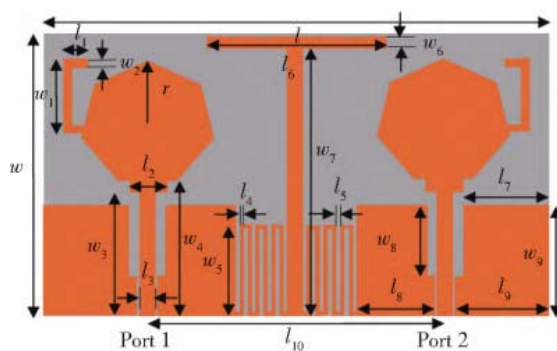


Рис. 1. Схема структуры антенны

Два семиугольных монополя питаются коаксиально-щелевым переходом. Миниатюризация и расширение полосы достигнуты за счет С-образных ответвителей и пар прямоугольных щелей в фидере. Изоляция улучшена путем введения в заземляющий слой прямоугольных щелей с Т-образными элементами и изогнутыми ответвителями. Геометрические параметры оптимизированы (см. таблицу).

Геометрические параметры антенны

Parameter	ω	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5	ω_6	ω_7
Value (mm)	25	7	0,8	10,3	11,1	7,4	1	23,8
Parameter	ω_1	ω_1	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
Value (mm)	6,4	8,4	33	1,8	3,3	1,3	0,2	0,2
Parameter	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	r		

На рис. 2 показан процесс улучшения изоляции и S-параметры структур:
Ant1: базовая структура MIMO (изоляция > 5 дБ);

Ant2: добавлены щели с Т-образными ответвителями (изоляция > 13 дБ);
 Ant3: добавлены изогнутые ответвители (изоляция > 17 дБ в полосе 2,5–10,8 ГГц).

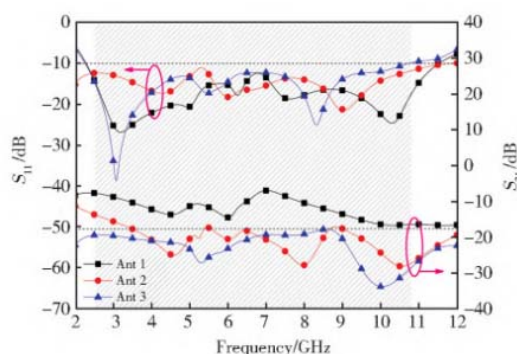


Рис. 2. Процесс улучшения степени изоляции антенны

Анализ распределения поверхностного тока (рис. 3) подтверждает, что Т-образные элементы подавляют связь в широкой полосе, а изогнутые ответвители дополнительно улучшают изоляцию на нижних частотах.

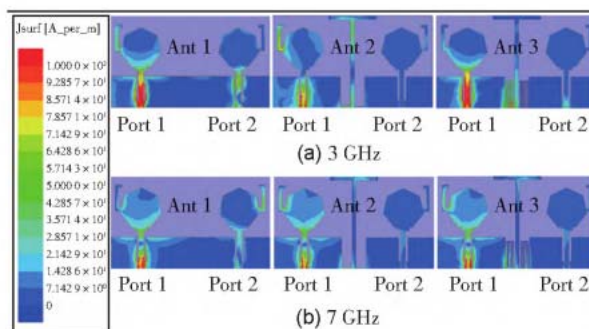


Рис. 3. Распределение электрического тока на поверхности антенны

Проведен анализ чувствительности. Длина вертикального плеча Т-образного ответвителя (L_{t1}) и длина изогнутого ответвителя (L_a) существенно влияют на изоляцию (рис. 4, 5). Оптимизация этих параметров позволила достичь изоляции > 17 дБ в рабочей полосе.

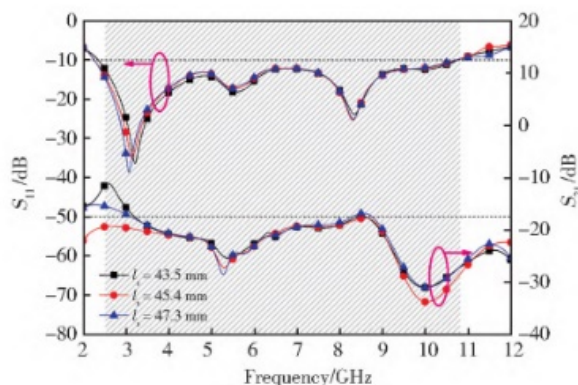


Рис. 4. Различия ω_7 влияние на S-параметры

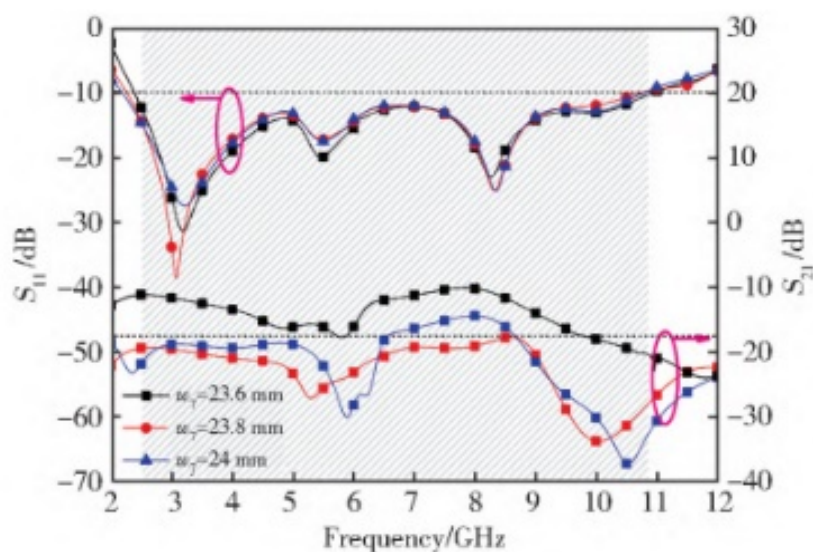


Рис. 5. Различия l_s влияние на S-параметры

Разработана миниатюрная антенна UWB-MIMO. Применение С-образных ответвителей и щелей в фидере обеспечило широкополосность и миниатюризацию, а комбинация Т-образных и изогнутых ответвителей в заземляющем слое – высокую изоляцию между портами (> 17 дБ). Антенна подходит для применения в компактных UWB-устройствах.

Литература

1. Компактная MIMO-антенна с двойной полосой подавления для ультраширокополосных беспроводных систем / Y. Zhao, F. S. Zhang, L. X. Cao [и др.] // Успехи в исследовании электромагнитных явлений. – 2019. – № 89. – С. 161–169.
2. Компактная MIMO-антенна со смещенным микрополосковым возбуждением и полосой подавления для ультраширокополосных приложений. IEEE / L. Kang, H. Li, X. H. Wang [и др.] // Антенны и беспроводные распространительные письма. – 2015. – № 14. – С. 1754–1757.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННО-СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РЕГИОНАХ С ВЫСОКОЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Т. Б. Эсанов

*Каршинский государственный технический университет,
Республика Узбекистан*

Рассмотрены перспективы использования современных электронно-солнечных электрических зарядных станций для обеспечения энергоэффективности электромобилей. Охарактеризованы основные компоненты таких станций, включая фотоэлектрические панели, аккумуляторные батареи и системы управления энергией.

Ключевые слова: электронно-солнечные электрические зарядные станции, солнечная энергия, электрическая сеть, аккумуляторные батареи, системы управления энергией.