

## АНТЕНИ ДЛЯ МІМО-СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

*Стефанишина Ю. І., бакалавр; Василенко Д. О., к. т. н, доцент  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

Технологія Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) дозволяє збільшити швидкість передачі даних в існуючих каналів зв'язку. MIMO є важливою частиною сучасних стандартів бездротового зв'язку, таких як IEEE 802.11n, WiMAX та 4G LTE (Long-Term Evolution) [1].

Сучасні системи MIMO передбачають використання формату антенних систем 2x2 або 3x3, тобто 2 антени на передачу і 2 антени на приймання, або 3 антени на передачу і 3 антени на приймання. Ці антени мають розміщуватися в межах компактного пристрою, дуже часто на одній друкованій платі. При цьому виникає проблема забезпечення розв'язки між антенами, що є необхідним для ефективної роботи системи MIMO. У своєму дослідженні ми аналізуємо різні варіанти взаємного розміщення антен і визначаємо мінімальну відстань, яка забезпечує значення  $S_{21} < -20$ дБ.

В дослідженні використовується PIFA антена (планетарна інвертована F антена), яка розміщується на друкованій платі товщиною 1 мм. PIFA антена оптимізована нами для роботи в діапазоні 2,4 – 2,5ГГц. Конструкція антени і значення параметрів, знайдених під час оптимізації, представлені на рис. 1.

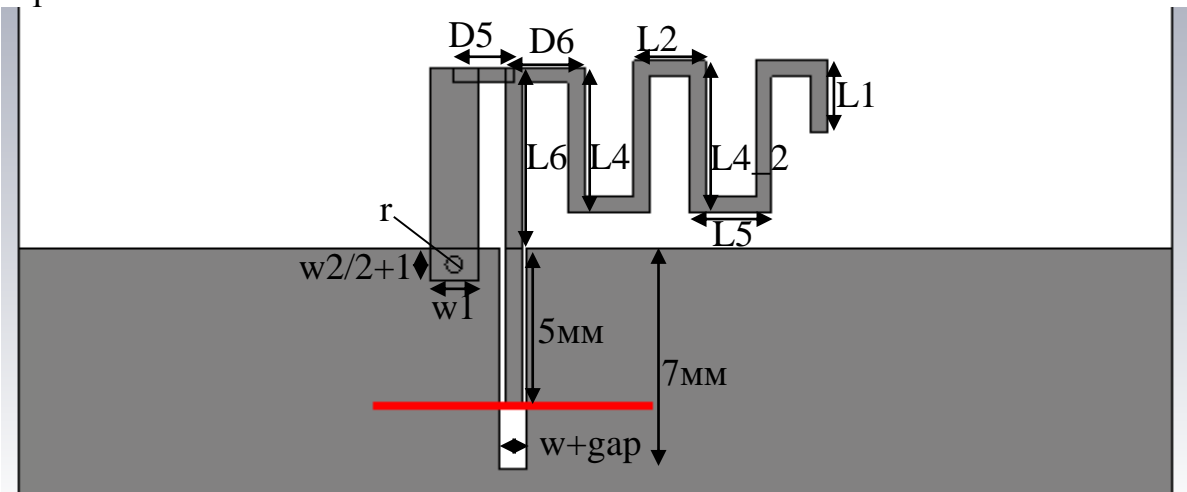


Рисунок 1. Узгоджена антена PIFA, з параметрами [мм]:  $L_1=2$ ,  $L_2=1.7$ ,  $L_4=4.1$ ,  $L_{4\_2}=4.3$ ,  $L_5=2$ ,  $L_6=5.5$ ,  $D_5=1.8$ ,  $D_6=1.9$ ,  $gap=0.3$ ,  $w=0.5$ ,  $w_1=1.5$ ,  $w_2=0.5$ ,  $r=0.25$

В першому дослідженні дві антени PIFA розташовувалися на відстані  $V$  одна від одної (рис. 2). Антени PIFA направлені в один бік. Для кожної відстані  $V$  розраховувалося значення коефіцієнта передачі  $S_{21}$  між антенами. Залежність  $S_{21}$  на центральній частоті робочого діапазону від відстані між антенами  $V$  представлена на рис. 3. Видно, що для забезпечення умови  $S_{21} < -20$ дБ відстань між антенами має бути більше 110мм.

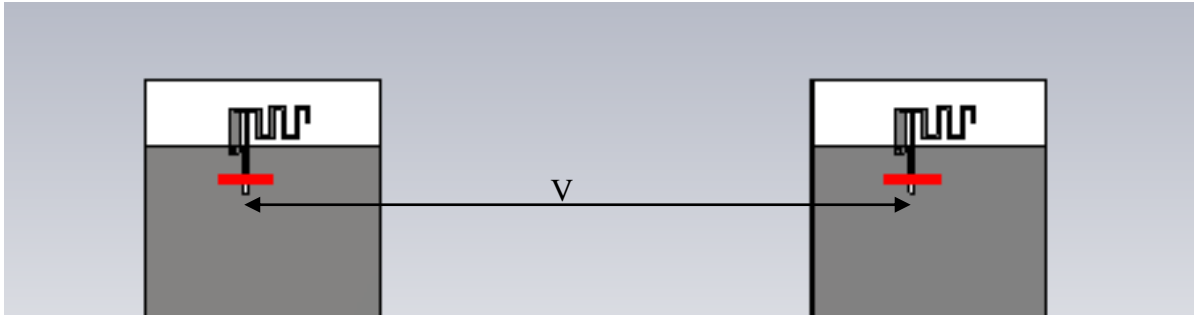


Рисунок 2. Взаємне розміщення PIFA антени з відстанню  $V$  [мм] одна від одної

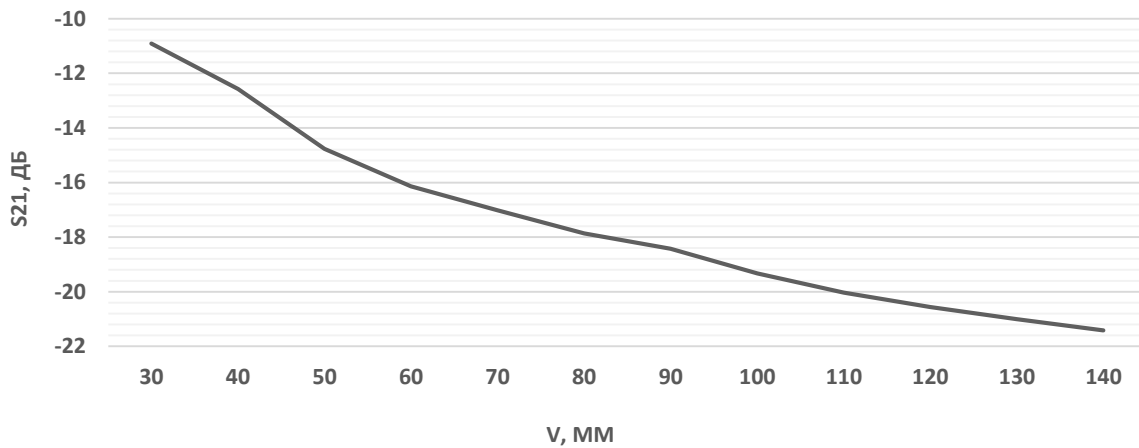


Рисунок 3. Залежність параметру  $S_{21}$  від відстані  $V$  [мм] між антенами

В другому дослідженні дві антени PIFA розташовувалися на відстані  $V$  одна від одної (рис. 2), але антени PIFA направлені в протилежні боки. Залежність  $S_{21}$  на центральній частоті робочого діапазону від відстані між антенами  $V$  для такого розташування антен представлена на рис. 4. Видно, що для забезпечення умови  $S_{21} < -20$  дБ відстань між антенами має бути більше 16 мм.

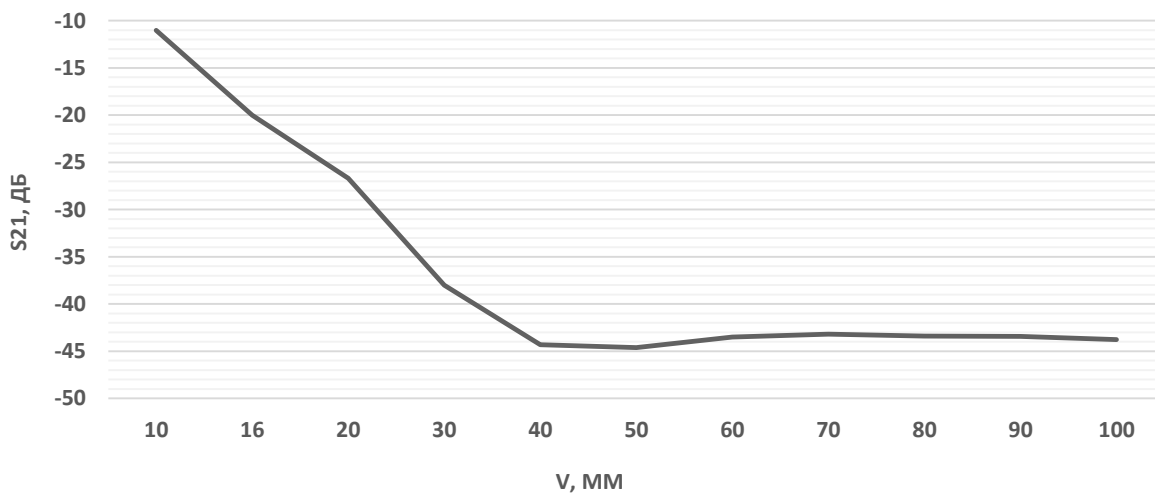


Рисунок 4. Залежність параметру  $S_{21}$  від відстані  $V$  [мм] між антенами, які направлені в протилежні боки

В третьому дослідженні дві антени PIFA розташовувалися на відстані  $V$  одна від одної (рис. 2), але друга антена повернута на  $90^\circ$ . Залежність  $S_{21}$  на центральній частоті робочого діапазону від відстані між антенами  $V$  для такого розташування антен представлена на рис. 5. Видно, що для забезпечення умови  $S_{21} < -20$ дБ відстань між антенами має бути більше 35 мм.

Отже, встановлено, що для забезпечення умови  $S_{21} < -20$ дБ найменша відстань між антенами PIFA складає 16 мм. При цьому необхідно забезпечити дзеркальну орієнтацію антен (плечі антен PIFA направлені в протилежні боки)

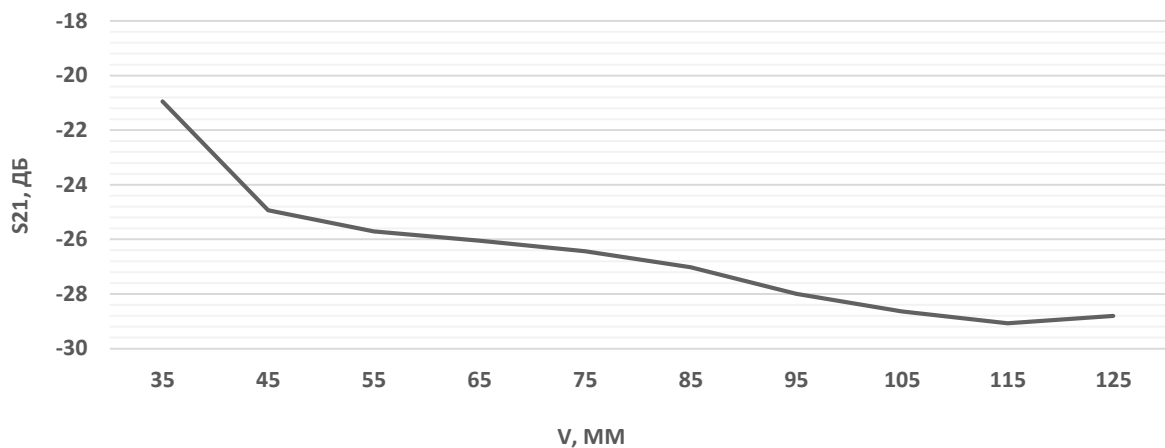


Рисунок 5. Залежність параметру  $S_{21}$  від відстані  $V$  [мм] між антенами, одна з яких повернута на  $90^\circ$

#### Перелік посилань

1. Yuchu He. MIMO Performance of Low Mutual Coupling Antennas in Indoor and Hallway Environments / Yuchu He; University of Toronto, Graduate Department of Computer and Electrical Engineering. — 2013. — С. 1—2.

#### Анотація

Розглянуто особливості розташування двох PIFA антен в діапазоні 2,4 – 2,5 ГГц. Встановлено, що для забезпечення умови  $S_{21} < -20$ дБ найменша відстань між антенами PIFA складає 16 мм. При цьому необхідно забезпечити дзеркальну орієнтацію антен.

**Ключові слова:** MIMO, PIFA, розв'язка між антенами.

#### Аннотация

Рассмотрены особенности расположения двух PIFA антенн в диапазоне 2,4 – 2,5 ГГц. Установлено, что для обеспечения условия  $S_{21} < -20$ дБ наименьшее расстояние между антеннами PIFA составляет 16 мм. При этом необходимо обеспечить зеркальную ориентацию антенн.

**Ключевые слова:** MIMO, PIFA, развязка между антеннами.

#### Abstract

PIFA antenna's mutual position is considered for the frequency range 2.4 – 2.5 GHz. It is shown that minimum antenna displacement of 16 mm is achieved for the mirrored antenna position.

**Keywords:** MIMO, PIFA, antenna isolation.