

PIFA-АНТЕНА ДЛЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ LTE

Махно К. М.; Василенко Д. О., к.т.н., доцент

Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Long Term Evolution (LTE) стандарт привертає увагу, як мобільний зв'язок четвертого покоління, який забезпечує ширшу смугу робочих частот та мультимедійні мобільні сервіси. LTE є популярною мережевою технологією для носимих пристроїв після GSM та UMTS. LTE працює в різних піддіапазонах в діапазоні частот 699 МГц – 5925 МГц. В теорії, найменші втрати і найбільшу дальність зв'язку забезпечують низькочастотні піддіапазони. В даному дослідженні аналізується робота антен в піддіапазоні LTE з найменшою робочою частотою, робоча смуга частот якого на передачу і прийом складає 699 МГц – 746 МГц.

Ширина робочої смуги частот в діапазоні LTE, що досліджується, складає 47 МГц або 6.5%. Для того, щоб забезпечити роботу в межах всієї робочої смуги частот пропонується використовувати PIFA-антену, яка має невеликі розміри, може бути розміщена на друкованій платі з іншими компонентами системи. У літературі мало уваги приділяється конструкції антен для низькочастотного діапазону LTE. Для інших діапазонів частот показано, що основним фактором який впливає на узгодження антени в робочому діапазоні частот є розмір друкованої плати [1], на якій виконана антена. Згідно з [3] та [4] для діапазону частот 890 – 960 МГц розмір друкованої плати становить $110 \times 65 \times 1.54 \text{ мм}^3$, а для діапазону 2500 – 2690 МГц розмір становить $70 \times 30 \times 1.6 \text{ мм}^3$. В даному дослідженні аналізується, який має бути мінімально можливий розмір друкованої плати, щоб забезпечити роботу PIFA-антени в діапазоні частот 699 МГц – 746 МГц.

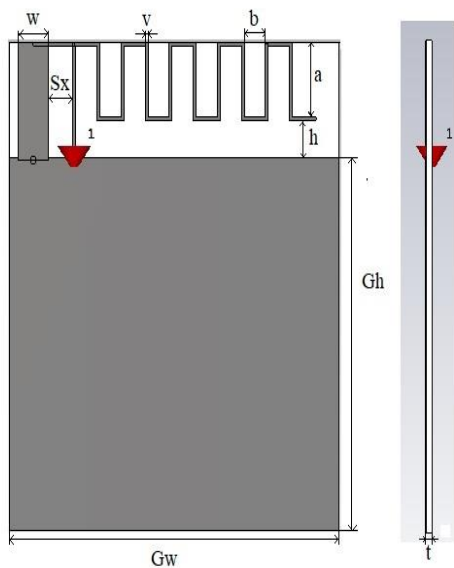


Рисунок 1. PIFA – антена з випромінювачем у вигляді меандра.

В даному дослідженні аналізується, який має бути мінімально можливий розмір друкованої плати, щоб забезпечити роботу PIFA-антени в діапазоні частот 699 МГц – 746 МГц.

В дослідженні використовується конфігурація антени у вигляді меандра (рис 1). Антена надрукована на діелектричній підкладці FR-4, що знизу та зверху обмежена площинами друкованої плати. Початкові розміри друкованої плати були вибрані за аналогією до [3].

У ході дослідження було оптимізовано відстань h від друкованої плати до випромінюючого елемента

(рис. 2). Оптимізація проводилася при фіксованих інших параметрах: $Gh = 110$ мм, $Gw = 56$ мм, $a = 10$ мм, $b = 4.1$ мм, $Sx = 7$ мм, $w = 5$ мм. Встановлено, що при розмірах друкованої плати 110×56 мм залежність ширини робочої смуги частот від параметру h має екстремальний характер. Оптимальне значення відстані h становить 10 мм.

При дослідженні впливу розмірів друкованої плати на ширину смуги робочих частот антени було встановлено, що залежність ширини робочої смуги частот антени від довжини друкованої плати має екстремальний характер (рис. 3).

Найбільшого значення ширина робочої смуги частот досягає при довжині плати 140 мм і становить 140 МГц. При зміні довжини друкованої плати центральна частота зсувається відносно розрахованої центральної частоти, вліво (від'ємні значення df) чи вправо (рис. 4). Це пов'язано з особливістю розподілу струму на поверхні друкованої плати, розміри якої менше довжини хвилі. Для того, щоб мінімізувати вплив зсуву центральної частоти на результати дослідження, на кожній ітерації виконувалися налаштування антени на центральну частоту. Значення центральної частоти робочої смуги частот є найбільш чутливим до розміру вертикального плеча випромінюючого елемента (a) та відстані h від випромінюючого елемента до друкованої плати. Мінімальні розміри, які отримані у ході оптимізації, занесені в табл. 1.

Таблиця 1

Gh , мм	15
Gw , мм	56
v , мм	1.9
a , мм	14
b , мм	4.2
h , мм	32
Sx , мм	3
w , мм	2
t , мм	1.072
Δf , МГц	699 – 746
f_0 , МГц	622.5

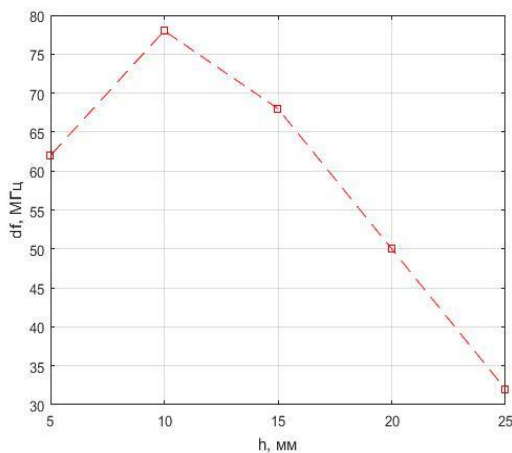


Рисунок 2. Залежність ширини смуги частот від відстані від випромінюючого елемента до друкованої плати.

друкованої плати 140×56 мм. Найменший розмір друкованої плати, при якому забезпечується ширина робочої смуги частот, достатня для роботи в низькочастотному піддіапазоні LTE 699 МГц – 746 МГц, становить 15×56 мм.

мінімізувати вплив зсуву центральної частоти на результати дослідження, на кожній ітерації виконувалися налаштування антени на центральну частоту. Значення центральної частоти робочої смуги частот є найбільш чутливим до розміру вертикального плеча випромінюючого елемента (a) та відстані h від випромінюючого елемента до друкованої плати. Мінімальні розміри, які отримані у ході оптимізації, занесені в табл. 1.

В дослідженні встановлено, що найбільша робоча смуга частот 140 МГц забезпечується при розмірах

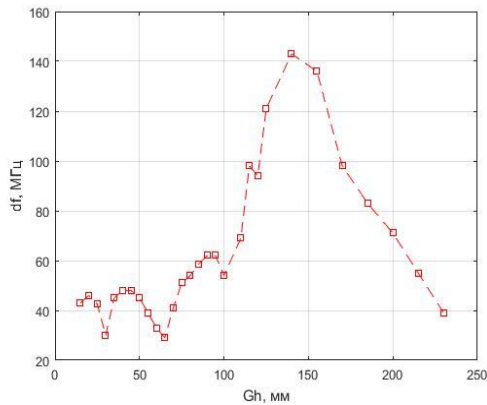


Рисунок 3. Залежність ширини смуги частот від розмірів друкованої плати.

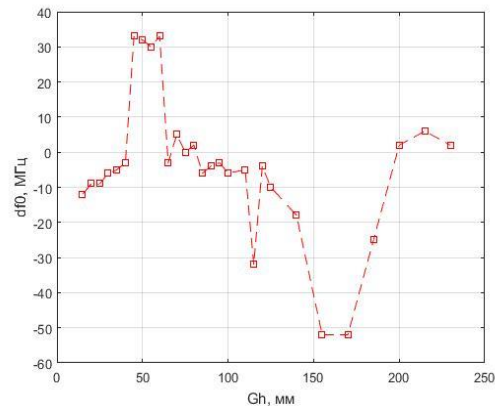


Рисунок 4. Відхилення центральної частоти від розмірів друкованої плати.

Перелік посилань

1. Fujio S. Effect of ground size on plate inverted-F antenna // 2006 IEEE International Workshop on Antenna Technology Small Antennas and Novel Metamaterials. — 6-8 March 2006. — P. 269 — 272.
2. Hardeep Singh Saini A small size wideband planar inverted-F antenna for USB dongle devices / A. Thakur, R. Kumar, A. Sharma, N. Kumar // 1st IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES-2016). — July 2016. — P. 1 — 3.
3. Ahmed A. Naser A meandered line-PIFA Antenna for LTE (Band Class 13) Handset Application / Khalil H. Sayidmarie, Jabir S. Aziz // 2015 Loughborough Antennas & Propagation Conference (LAPC). — November 2015.
4. Redzwan F. N. M. Design of planar inverted-F antenna for LTE Mobile Phone Application / M. T. Ali, M. N. Md. Tan, N. F. Miswadi // 2014 IEEE Region 10 Symposium. — 14-16 April 2014. — P. 19 — 22.

Анотація

В дослідженні встановлено, що найменший розмір друкованої плати, при якому забезпечується ширина робочої смуги частот PIFA-антени, достатня для роботи в низкочастотному під діапазоні LTE 699 МГц – 746 МГц, становить 15 x 56 мм.

Ключові слова: PIFA-антена, LTE.

Аннотация

В исследовании установлено, что минимальный размер печатной платы, при котором, обеспечивается ширина полосы частот PIFA-антенны, достаточна для работы в низкочастотном диапазоне LTE 699 МГц – 746 МГц и составляет 15 x 56 мм

Ключевые слова: PIFA-антенна, LTE.

Abstract

It was shown in our research that printed circuit board with the dimensions 15 x 56 mm is sufficient for printed PIFA antenna to operate in the low-frequency range of LTE 699 MHz - 746 MHz.

Keywords: PIFA-antenna, LTE.