

LTE ШИРОКОСМУГОВА АНТЕНА ДЛЯ РАДІОТЕХНОЛОГІЙ ДОСТУПУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проведено розрахунок LTE широкосмугової патч-антени для радіотехнологій доступу інфокомунікаційних пристроїв. Отримано результати комп'ютерного моделювання амплітудної діаграми спрямованості.

Ключові слова: патч-антена, резонансна частота, діаграма спрямованості.

Abstract

The work carried out the calculation of an LTE broadband patch antenna for radio technologies of access to information devices. The results of computer modeling of the amplitude directional pattern have been obtained.

Keywords: patch antenna, resonant frequency, radiation pattern.

Вступ

Протягом останнього десятиліття різко зросла популярність систем мобільного зв'язку [1, 2]. Відповідно до ринкових вимог, вона продовжує зростати. Найважливішу роль в більшій частині систем мобільного зв'язку грає антена, яка є одним з найбільш складних об'єктів проектування в сучасних мобільних пристроях зв'язку. Оскільки параметри антен систем мобільного зв'язку залежать від частоти, вони проектуються таким чином, щоб працювати в певних смугах. Перспективним напрямком є розробка широкосмугових і багатодіапазонних антенних систем. При цьому найважливішими характеристиками залишаються як і раніше загальнотехнічні характеристики і вартісні. Область застосування антен систем мобільного зв'язку також визначає цілий ряд вимог до параметрів і характеристик антен [3].

Швидке зростання систем мобільного зв'язку стимулює розробку, виготовлення і застосування нових типів антен для базових і мобільних станцій.

В даний час широке застосування отримали LTE системи мобільного зв'язку нового покоління, що відрізняються широкосмугового уніфікованою системою радіодоступу, що дозволяє передавати відео та мультимедійну інформацію. З розвитком систем стільникового зв'язку виникла необхідність модернізації існуючих антен стільникових телефонів. В даний час вибір стандарту стільникового зв'язку однозначно визначає і вибір класу моделі телефону. Однак, незважаючи на різноманіття моделей телефонів, представлених на світовому ринку, всі вони мають схожу конструкцію [3].

Метою роботи є розробка та дослідження двочастотної широкосмугової патч-антени для радіотехнологій доступу пристроїв інфокомунікаційних мереж 4G стандарту LTE-m1/NB-IoT.

Результати дослідження

За основу розроблення LTE широкосмугової антени було обрано дизайн друкованої патч-антени. Конструкція патч-антени представлена на рис. 1. Для ефективної роботи патч-антени її геометричні розміри повинні відповідати наступним співвідношенням [4]

$$\begin{cases} \frac{\lambda_0}{3} < L < \frac{\lambda_0}{2}, \\ 0.003\lambda_0 \leq h \leq 0.05\lambda_0, \\ 2.2 \leq \varepsilon_r \leq 12, \end{cases} \quad (1)$$

де λ_0 - довжина хвилі середньої частоти робочого діапазону частот. Ширина патч-антени W має бути правильно обрана для забезпечення бажаного імпедансу на резонансній частоті [4]

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}, \quad (2)$$

де c_0 – швидкість світла у вакуумі.

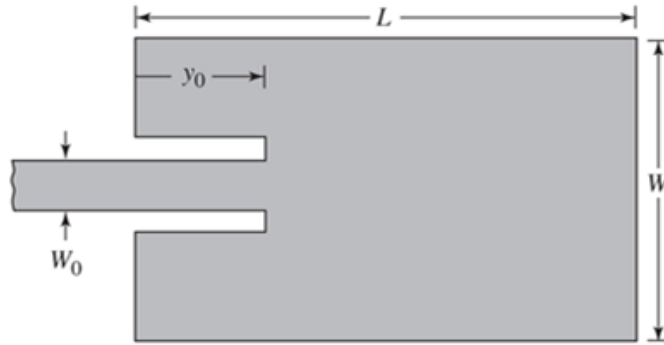


Рис. 1. Конструкція друкованої патч-антени [4]

Ефективна діелектрична проникність підкладки

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}}. \quad (3)$$

Ефективна довжина патч-антени [4]

$$L_{\text{eff}} = L + \Delta L, \quad (4)$$

де

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{\text{eff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{eff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)}. \quad (5)$$

Резонансна частота для основної моди TM_{010} складає

$$f_{r_{010}} = \frac{1}{2L \sqrt{\epsilon_r} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{c_0}{2L \sqrt{\epsilon_r}}. \quad (6)$$

Враховуючи ефективну довжину патч-антени, її резонансна частота визначається як [4]

$$f_{rc_{010}} = \frac{1}{2L_{\text{eff}} \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = q \frac{c_0}{2L \sqrt{\epsilon_r}}, \quad (7)$$

де

$$q = \frac{f_{rc_{010}}}{f_{r_{010}}}. \quad (8)$$

У роботі було проведено комп'ютерне моделювання просторової діаграми спрямованості LTE ширококугової антени для радіотехнологій доступу інфокомунікаційних пристроїв згідно методики, що описана в [5]. Результати комп'ютерного моделювання наведені на рис. 2.

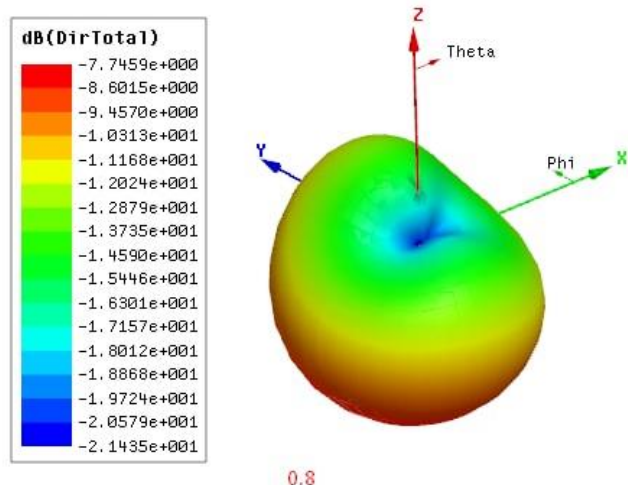


Рис. 2. Просторова діаграма спрямованості LTE широкосмугової патч-антени

Висновки

Автори запропонували новий дизайн гнучкої патч-антени для пристроїв LTE-m1/NB-IoT. Пропонована авторами антена дуже проста у виготовленні та має такі геометричні параметри: $W = 23,0$ мм, $L = 121,7$ мм, $\varepsilon = 2,05$, $y_0 = 51,6$ мм, $h = 0,03$ мм. Антена підключається до друкованої плати за допомогою міні-коаксіального кабелю 0,81. Запропонована гнучка патч-антена мала ефективність випромінювання 38,6%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. B. Mohamadzade, R. M. Hashmi, R.B.V.B. Simorangkir, R. Gharaei, S.Ur. Rehman, Q.H. Ab-basi. Recent Advances in Fabrication Methods for Flexible Antennas in Wearable Devices: State of the Art // Sensors, vol. 19, no. 10, 2312, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19102312>
2. S.G. Kirtania, A.W. Elger, Md.R. Hasan, A. Wisniewska, K. Sekhar, T. Karacolak, P.K. Sekhar. Flexible Antennas: A Review // Micromachines, vol. 11, no. 9, 847, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/mi11090847>
3. Буй Као Нинь. Малогабаритные диапазонные печатные антенны сотовых телефонов // Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Специальность 05.12.07 - «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии». Москва, 2015. – 107 с.4.
4. С.А. Balanis, Antenna Theory. Analysis and Design. Hobo-ken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2016. – 1072 p.
5. Семенов А.О., Шутило М.А., Луцький Є.Ф., Зубарев О.В. Дослідження впливу поверхні землі на спрямовані властивості пасивних лого-періодичних антен цифрового телебачення стандартів DVB-T і DVB-T2 // Збірник тез доповідей II між-народної конференції «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах», 29-31 жовтня 2013 року, Вінниця. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – С. 206-208.

Семенов Андрій Олександрович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Іванов Олександр Сергійович — студент групи РТ-20м, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: var220799@gmail.com

Шмата Віктор Сергійович — студент групи РТ-20м, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: viktorshmata@gmail.com

Semenov Andriy Oleksandrovych — Dr. Sc. (Eng.), Full Professor, Professor of the Chair of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Ivanov Oleksandr Serhiiovych — student of group RT-20m, Departments of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: var220799@gmail.com

Shmata Viktor Serhiiovych — student of group RT-20m, Departments of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: viktorshmata@gmail.com