

ГНУЧКА LTE АНТЕНА ДЛЯ НОСИМИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі пропонується гнучка конструкція антени для пристроїв LTE-m1. Гнучка антена сконструйована відповідно для діапазону частот В3 1800 МГц (DCS, висхідний канал 1710 - 1785 МГц, низхідний канал 1805 - 1880 МГц) і В20 800 МГц (висхідний канал 832-862 МГц, низхідний канал 791-821 МГц). За основу конструкції була обрана bow-tie антена.

Ключові слова: LTE, антена, діаграма спрямованості, частотний діапазон, імпеданс, опір випромінювання.

Abstract

The study proposes a flexible antenna design for LTE-m1 wearable devices. The flexible antenna is constructed according for the B3 1800 MHz (DCS, Uplink 1710 - 1785 MHz, Downlink 1805 - 1880 MHz) and B20 800 MHz frequency band (Uplink 832-862 MHz, Downlink 791- 821 MHz). A bow-tie antenna was chosen as the basis for the design.

Keywords: LTE, antenna, radiation pattern, frequency range, impedance, radiation resistance.

Вступ

Швидке зростання систем мобільного зв'язку стимулює розробку, виробництво та застосування нових типів інфокомунікаційних пристроїв [1]. В даний час широко використовуються стільникові системи зв'язку нового покоління NB IoT, LTE m1 [2]. Всі вони мають широкосмугову уніфіковану систему радіодоступу, яка дозволяє передавати інформацію в режимі реального часу [1,2].

Друкowana технологія виготовлення антен забезпечує їхні мінімальні вагові, габаритні та вартісні характеристики. На сьогоднішній добре освоєно технологію багат шарового друку. Необхідні характеристики бездоротових носимих інфокомунікаційних пристроїв забезпечують багат шарові широкосмугові антени типу «bow-tie» [3].

На сьогоднішній день відомі різні методи розрахунку широкосмугових антен. Однак більшість цих методів не дозволяють оцінити характеристики спрямованості широкосмугових або багатосмугових bow-tie антен унаслідок їх математичної складності. Тому виникає необхідність у розробці наближених методів розрахунку, що дозволяють з мінімальними витратами часу і з достатнім ступенем точності оцінити основні характеристики таких антен [3].

Метою роботи є розроблення конструкції гнучкої антени типу bow-tie для носимих інфокомунікаційних пристроїв LTE-m1/NB IoT діапазонів частот В3 і В20.

Результати дослідження

Для наближеного розрахунку характеристик bow-tie антени використовують методику розрахунку неоднорідної двопровідної лінії з $\rho = \rho_0 e^{bx}$, розімкненої на кінці за допомогою рівнянь (1)-(5), в яких [3]: $\gamma = Y_1 Z_1$ - це коефіцієнт поширення електромагнітної хвилі, Y_1, Z_1 - це погонна провідність і погонний опір відповідно, $\rho = \sqrt{Z_1/Y_1}$ - характеристичний опір антени, $\gamma \approx \alpha' + jm'$ - комплексний коефіцієнт поширення електромагнітної хвилі в лінії з втратами, $\alpha' = \alpha \sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2}$, $m' = m \sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2}$.

Втрати на випромінювання оцінюються співвідношенням [3]

$$\alpha_{\Sigma}(x) = \frac{R_{\Sigma_1}}{2\rho(x)} = \frac{R_{\Sigma_1}}{2\rho_0 e^{bx}}. \quad (1)$$

Опір випромінювання bow-tie антени [3]

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{J_2} \int_0^l J^2(x) R_{\Sigma_1}(x) dx = \frac{\gamma R_{\Sigma_1}}{\sqrt{\gamma^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}} \int_0^l \left(e^{x\left(\sqrt{\gamma^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} - b\right)} - e^{-x\left(\sqrt{\gamma^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} + b\right)} \right) dx. \quad (2)$$

Вхідний імпеданс bow-tie антени [3]

$$Z = \frac{-j2\rho_0 \left(-\frac{b}{2} + \alpha' + jm\sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2} \right) e^{bx} \left(e^{-x\left(\alpha' + jm\sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2}\right)} + e^{x\left(\alpha' + jm\sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2}\right)} \right)}{m \left(e^{x\left(\alpha' + jm\sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2}\right)} - e^{-x\left(\alpha' + jm\sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\gamma}\right)^2}\right)} \right)}. \quad (3)$$

У роботі авторами були розраховані геометричні розміри bow-tie антени, екіз якої наведений на рис. 1. Зовнішній вигляд виготовленого експериментального зразка bow-tie антени наведений на рис. 2.

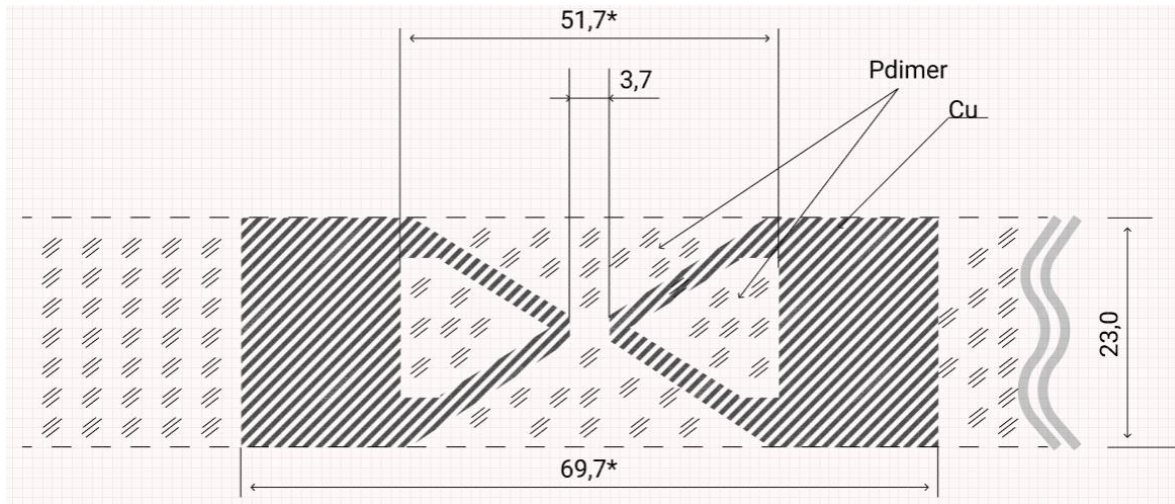


Рис. 1. Ескіз bow-tie антени з розрахованими геометричними розмірами

Для поля, створюваного всією поверхнею антени у площині E, напруженість

$$E_{\theta} = -j \frac{E_0}{2r\lambda} \left(1 + \frac{Z}{Z_0} \cos \theta \right) \int_{-a/2}^{a/2} \int_{-b/2}^{b/2} e^{-j\beta(r-y\sin\theta)} dx dy. \quad (4)$$

Аналогічно вираз для діаграми спрямованості у площині H (XOZ , $\varphi = 0^\circ$)

$$E = E_{\varphi} = -j \frac{E_0}{2r\lambda} e^{-j\beta r} \left(\cos \theta + \frac{Z}{Z_0} \right) b \frac{\sin\left(\frac{\beta a}{2} \sin \theta\right)}{\frac{\beta}{2} \sin \theta}. \quad (5)$$

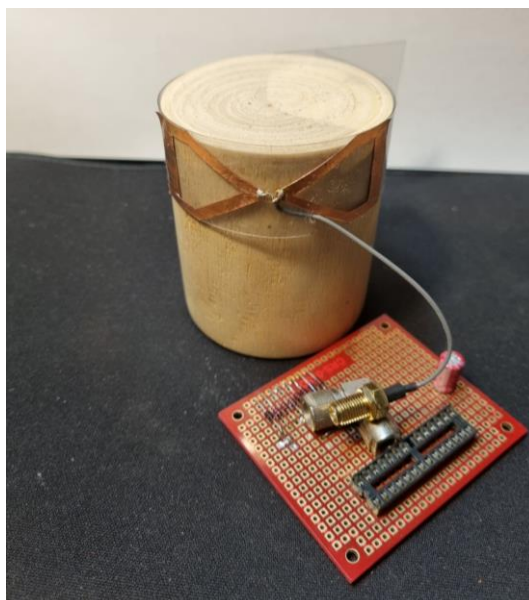


Рис. 2. Світлина конструкції експериментального зразка гнучкої bow-tie антени

Висновки

У роботі запропонована конструкція гнучкої bow-tie антени для носимих інфокомунікаційних пристроїв LTE-m1/NB IoT діапазонів частот В3 1800 МГц і В20 800 МГц. Наведені аналітичні співвідношення для розрахунку основних параметрів bow-tie антени у робочому діапазоні частот.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. B. Mohamadzade, R. M. Hashmi, R.B.V.B. Simorangkir, R. Gharaei, S.Ur. Rehman, Q.H. Abbasi. 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.

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

Семенова Олена Олександрівна — канд. техн. наук., доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenovaolena@yahoo.com

Коваль Костянтин Олегович — канд. техн. наук., доцент, завідувач кафедри інтеграції навчання з виробництвом, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kkoval@vntu.edu.ua

Пастушенко Олександр Леонідович — асистент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mr.waildcat@ukr.net

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

Semenova Olena Oleksandrivna — Candidate of Tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenovaolena@yahoo.com

Koval Konstantyn Olehovych — Candidate of Tech. Sciences, Associate Professor, Hed of the Department of Integration of Training with Production, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kkoval@vntu.edu.ua

Pastushenko Oleksandr Leonidovych — Assistant of the Department of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mr.waildcat@ukr.net