

УДК 621.396.677

АНТЕНА НА ОСНОВІ ФРАКТАЛУ ГІЛЬБЕРТА

Сердюк С.Л.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi,

м. Харків, Україна

e-mail: serhii.serdiuk@nure.ua

The connection of the innovative antenna concept based on the Hilbert fractal with the requirements of modern wireless communications is a subject of technical research. Special attention is paid to the use of fractal structures in dimensions of miniaturization and multiband functionality. The results of the study indicate the potential of this technology for use in various wireless communication systems, including Wi-Fi, Bluetooth, radio communication, and others.

Фрактальні антени Гільберта вирізняються своєю унікальною геометрією, яка дозволяє їм забезпечувати більш широкий діапазон частот та кращі характеристики у порівнянні з традиційними антенами. Це досягається завдяки складній структурі, яка включає в себе повторювані елементи, що мають схожу форму на різних масштабах. Така самоподібність структури сприяє зниженню розмірів антени та підвищенню її продуктивності.

Однією з основних переваг фрактальних антен Гільберта є їх здатність працювати на багатьох діапазонах частот з високою ефективністю. Це робить їх ідеальним вибором для багатьох застосувань, де необхідно працювати на різних частотах без необхідності використання декількох окремих антен. Крім того, фрактальні антени Гільберта можуть бути досить компактними, що робить їх ідеальними для вбудовування у малогабаритні пристрої, такі як мобільні телефони, безпілотні літальні апарати та інші пристрої з обмеженим простором.

Різні етапи ітерації фрактальних кривих Гільберта показано на рис.1. Можна помітити, що геометрія може бути отримано шляхом складання чотирьох копій попередньої ітерації та пов'язана з додатковими відрізками лінії. Наприклад, геометрію другого порядку можна уявити як чотири копії геометрії першого порядку, розташованих у різних орієнтаціях та з'єднані з додатковими сегментами, які показані пунктирною лінією.

Спостерігається, що геометрія антени не є такою строго самоподібною, оскільки є додаткові сегменти зв'язку, які необхідні, коли додатковий порядок ітерації додається до існуючого. Графічне зображення цієї додаткової довжини, показано пунктирною лінією на рис. 1.

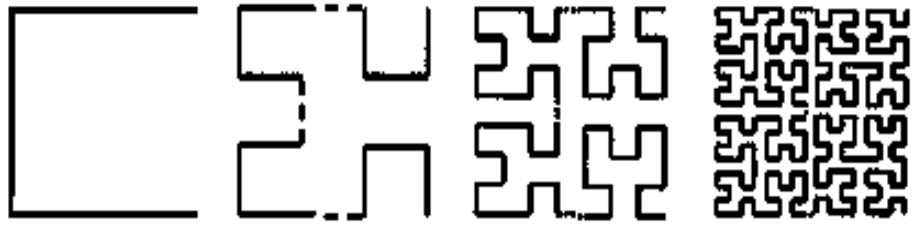


Рисунок 1 – Перші чотири ітерації кривої Гільберта

Розглянемо результати моделювання антен, що сформовані на базі кривої Гільберта у середовищі програми MMANA-GAL для двох ітерацій (рис. 2). Нульова ітерація є відрізок довжиною, що дорівнює довжині хвилі (для прикладу візьмемо довжину хвилі 0,143 м (2100 МГц)).

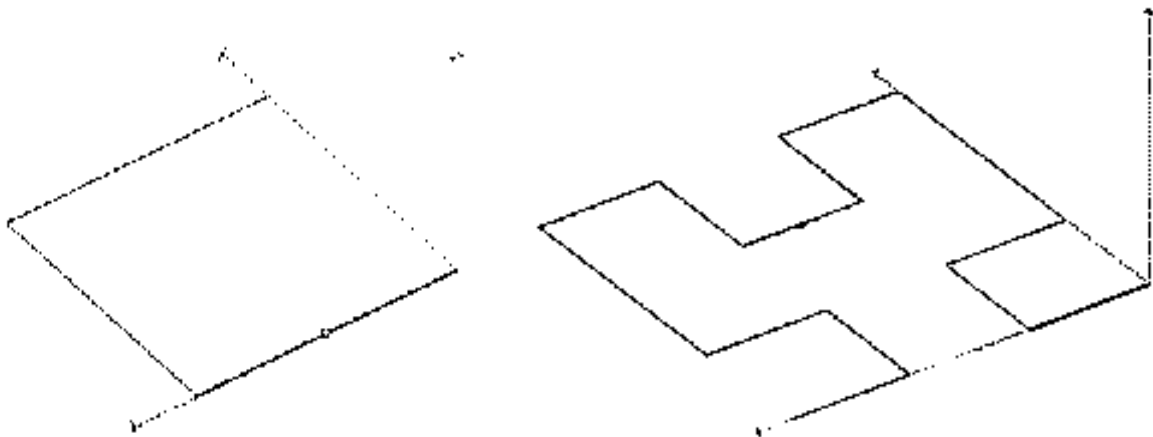


Рисунок 2 – Перша та друга ітерації кривої Гільберта у MMANA-GAL

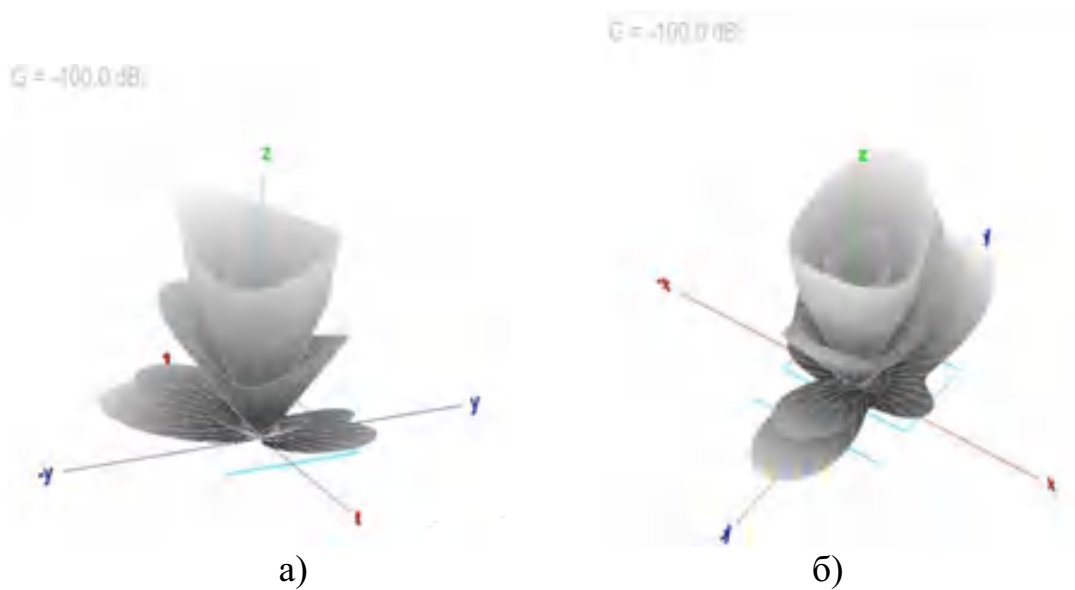


Рисунок 3 – Діаграми спрямованості антен першої (а) та другої (б) ітерації кривої Гільберта у MMANA-GAL

У табл.1 наведено результати моделювання для антен побудованих на основі кривої Гільберта. Діаграми спрямованості двох антен дуже близькі за формою у горизонтальній площині. У вертикальній площині мають велику кількість максимумів і мінімумів. Коефіцієнти підсилення у антен близькі за значеннями.

Хвильовий опір і КСХ антен на базі кривої Гільберта мають великі значення, тому необхідно використовувати узгоджувальні пристрої. Аналіз даних пристроїв не проводився, однак програма MMANA-GAL дозволяє їх розрахувати.

Таблиця 1 - Таблиця результатів моделювання

	Крива Гільберта		
	0	1	2
Номер ітерації			
R, Ом	225.8	87.08	236.5
jX, Ом	-462.5	-303.9	159.9
КСХ	23.6	23.5	6.96
Ga	10.03	8.23	7.81
F/B	-0.06	-0.4	-0.21
Elev	86.3	78	77.9

У підсумку, фрактальні антени Гільберта представляють собою потужний інструмент у сфері радіоелектроніки, який може забезпечити високу ефективність та універсальність у різноманітних застосуваннях.

Список використаних джерел:

1. Lizzi L., Oliveri G. Hybrid design of a fractal-shaped GSM/UMTS antenna // Journal of electromagnetic waves and applications. - 2010. - Vol. 24 № 5. - P. 707-719.
2. Huang Y., Boyle K. Antennas: Antennas: from theory to practice . Wiley, 2008.
3. Gianvittorio JP, Rahmat-Samii Y. Fractal Yagi antennas: design, simulation, and fabrication // Microwave and optical technology letters. - 2004. - Vol. 41 № 5. - P. 125-129.
4. Нудьга О. О. Багатодіапазонні антени на основі фрактальних структур : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.12.07 "Антени та пристрої мікрохвильової техніки" / О. О. Нудьга ; МОН України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2013. – 21 с.
5. Сердюк С. Л. Антена на основі фракталу Коха / С. Л. Сердюк // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 17–18.