МОДЕЛЮВАННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СМУЖКОВИХ АНТЕН KU-ДІАПАЗОНУ ДЛЯ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Гергіль Є. Є.[1]; Сушко О. Ю.[1], PhD.
[1] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Смужкові антени набули значного поширення у сучасній радіотехніці. Антени виконані на мікросмужковій лінії мають ряд переваг, такі як компактність, маса та технологічність виготовлення. До недоліків таких антен у звичайному виконанні, можна віднести вузьку смугу робочих частот, та відносно низьке підсилення одиночного елементу. Вузька смуга частот є критичним параметром, що значним чином обмежує застосування таких антен. Тому останнім часом інтенсивно ведуться дослідження у цьому напрямку [1]. Розширення смуги робочих частот можливе завдяки ускладненню форми смужкової антени [2–3]. Якщо ускладнення геометрії випромінюючого елементу не призводить до потрібного розширення смуги, смужкову антену роблять багатошаровою. Відомо, що для розширення робочої смуги смужкових антен потрібно використовувати більшу товщину підкладки та меншу діелектричну проникність. Проте значне збільшення товщини підкладки призводить до зростання втрат [4], що зменшує ефективність антени, тому для даного дослідження обрана товщина складає 1 мм ($\varepsilon = 2.55$), що є компромісним рішенням між ефективністю і смугою частот.

Класична мікросмужкова антена зображена на рис. 1. Перевагами такої антени є простота виконання, проте до недоліків можна віднести вузьку смугу частот, див. рис. 4, яка складає 2%.

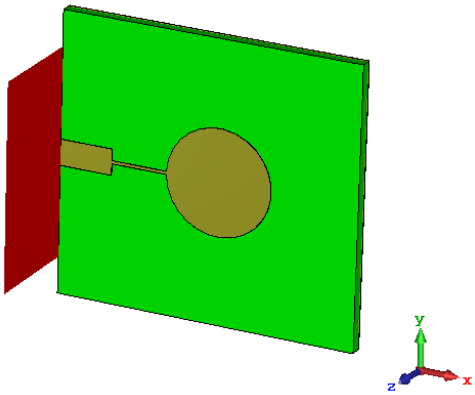

Рисунок 1 — 3D модель мікросмужкової антенни

Модифікацією для антени зображеної на рис. 1, є смужкова антена з додаванням ще одного шару діелектрику, і зміною типу живлення на ємнісний. Таке ускладнення конструкції дозволяє розширити робочу смугу частот антени.

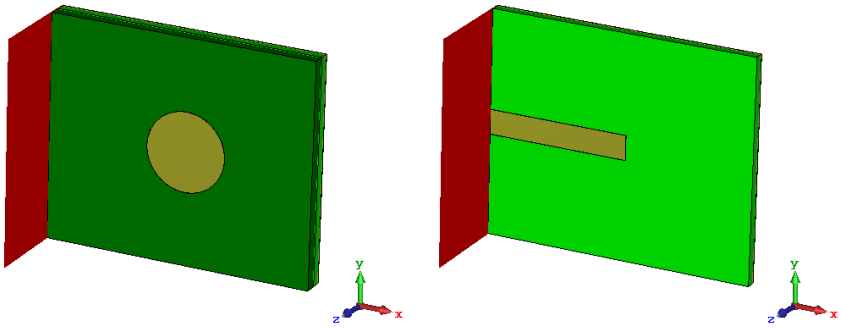

Рисунок 2 — 3D модель двошарової мікросмужкової антенни. Нижній шар – смужкове живлення, верхній шар – випромінюючий смужковий елемент.

Як видно з рис. 4, отримана смуга за рівнем –15 дБ становить 5%, але задача узгодити антену в діапазоні 10.7 – 12.7 ГГц. Тому наступним кроком був перехід від двошарового діелектрика до тришарового, структура якого показана на рис. 3.

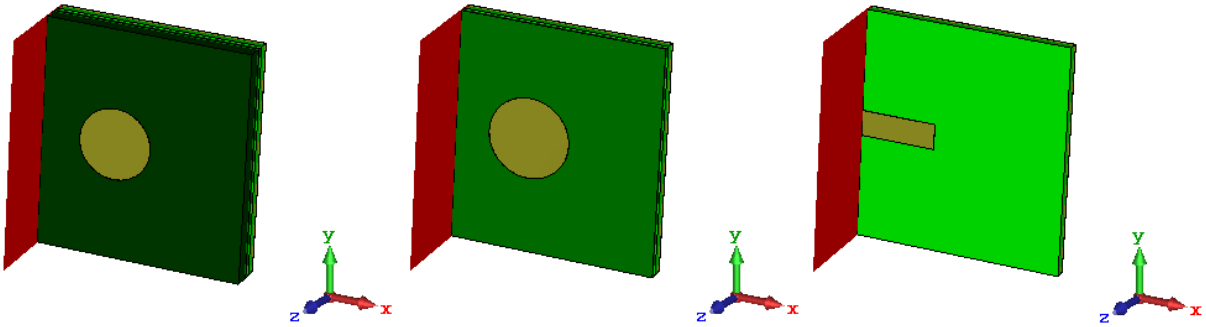

Рисунок 3 — Зображення тришарової мікросмужкової антенни. Нижній шар – смужкове живлення, два верхні шари – випромінюючі смужкові елементи.

Як видно з рис. 4, вдалось досягнути робочої смуги частот 10.7 — 12.7 ГГц за рівнем –15 дБ, що є суттєвим покращенням характеристик антени. Недоліком такої конструкції являється складність живлення елементів такого типу. Для класичної мікросмужкової антени смуга пропускання становить 200 МГц, що складає 2 %, при додаванні ще одного шару діелектрика (зміні типу живлення на ємнісне) смуга зростає до 600 МГц (5 %). Завдяки додаванню третього шару діелектрика, смуга робочих частот за рівнем узгодження –15 дБ — 2 ГГц (17.5 %). Антена, яка складається з одного такого елементу має підсилення 8 дБ на частоті 11.7 ГГц, і ширину ДС за рівнем –3 дБ рівну 63°.

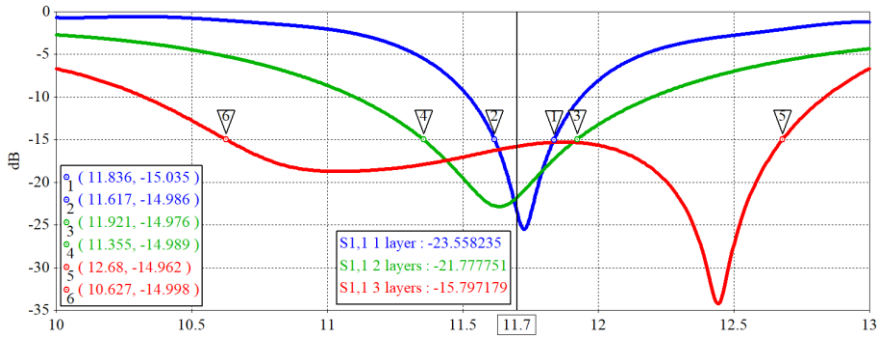

Рисунок 4 — Частотна залежність коефіцієнту відбиття S_{11} для різних типів мікросмужкових антен; синій — звичайна мікросмужкова антена; зелений —мікросмужкова антена з ємнісним живленням; червоний — двошарова мікросмужкова антена з ємнісним живленням

Висновки

В даній роботі виконано електродинамічне моделювання та оптимізацію різних конфігурацій смужкової антени з метою розширення робочої смуги частот. В порівнянні із класичною смужковою антеною в антені із ємнісним живленням вдалося досягнути розширення смуги до 5%. Додаткове розширення смуги отримано за допомогою додавання ще одного шару. В результаті смуга робочих частот склала 10.7 — 12.7 ГГц, що становить 17.5 %.

Перелік посилань

1. J.-Y. Chiou, J.-Y. Sze, and K.-L. Wong, A broad-band CPW-fed striploaded square slot antenna, IEEE Trans Antennas Propag 51 (2003), 719 –721.

2. M. I. Nawaz, et. al. "A review on wideband microstrip patch antenna design techniques," 2013 International Conference on Aerospace Science & Engineering (ICASE), 2013, pp. 1-8.

3. Y. Jia, Y. Liu, and S. Gong, “Slot-coupled broadband patch antenna,” Electron. Lett., vol. 51, no. 6, pp. 445-447, 2015.

4. D. M. Pozar, “Microstrip Antennas,” IEEE Proc., vol. 80, 1992.

Анотація

В даній статті проведено електродинамічне моделювання та оптимізація 3-х різних видів смужкових антен, для центральної чатоти 11.7 ГГц. Отримано розширення робочої смуги частот від 2% для класичної смужкової антени до 17.5 для двошарової антени із ємнісним живленням .

Ключові слова: смужкова антена, широка смуга робочих частот, Ku-діапазон.

Abstract

Electrodynamic modelling and optimization of 3 different microstrip antennas for center frequency of 11.7 GHz have been performed in this study. The operating bandwidth was extended from 2% for classical microstrip antenna to 17.5% for dual-layer microstrip antenna with capacitive feeding.

Keywords: microstrip antenna, wide bandwidth, Ku-band.