

ШИРОКОСМУГОВА ПАТЧ АНТЕНА

Федоров М.В.

Науковий керівник к.т.н., доц. Дмитро ГАВВА

email: dmytro.gavva@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ
м. Харків, Україна

This paper is devoted to the development and research of a broadband patch antenna. The advantages and disadvantages of microstrip antennas and methods for increasing their bandwidth are discussed. Based on these data, a multilayer patch antenna was designed. Its features include broadband and the ability to change polarization.

Сьогодні людство існує в ері бурхливого розвитку та використання безпроводних радіотехнологій. При цьому сучасне телекомунікаційне обладнання та інші безпроводні радіосистеми мають тенденцію до зменшення розмірів і збільшення своєї функціональності. Зменшення простору для розміщення антен частіше за все призводить до погіршення характеристик випромінювання антен: зменшення коефіцієнта підсилення, спотворення форми діаграми спрямованості (ДС), зменшення коефіцієнта корисної дії (ККД), зменшення смуги робочих частот та інше. Отже ця особливість вимагає щоб при проєктуванні антен, в них одразу закладалися кращі властивості, наприклад, можливість працювати в багатодіапазонному режимі, мати достатню ширину смуги робочих частот, можливість працювати з різними типами поляризації, тощо.

Відзначимо, що в сфері безпроводних радіотехнологій за рахунок своїх переваг (тонкий профіль, мала вага та вартість, конформність, можливість збудження радіохвиль різної поляризації та можливість роботи в багатодіапазонному режимі, можливість інтеграції електродинамічної структури і схеми живлення тощо) дуже широке застосування знаходять саме мікросмужкові антени (МСА). Але, маючи переваги, МСА мають і недоліки (мала електрична міцність, труднощі перестроювання характеристик, високий рівень кросполяризаційного випромінювання тощо). Головним з них є вузькосмуговість.

Тому в даній роботі ставилося завдання проєктування широкосмугової мікросмужкової антени, що працює в діапазоні 2400 – 2484 МГц, має можливість змінювати тип поляризації (різні входи антени мають лінійну, ліву та праву колову поляризацію), розв'язування між входами антени не менше 28 дБ, ширина діаграми спрямованості (ДС) в головних площинах повинна бути в межах 60° – 90°.

Для розширення широкосмуговості МСА застосовують декілька підходів. По-перше – це підбір параметрів сталої електродинамічної структури антени (параметрів матеріалу, з якого виготовлена антена, та розмірів

її конструктивних елементів). По-друге – це використання підходів на основі зміни конструкції антени. Серед них можна виділити багаторезонансний та багатошаровий методи.

Багаторезонансний метод полягає у використанні принципу збудження додаткових пасивних (паразитних) випромінювачів відносно головного активного випромінювача (рис. 1). Додаткові елементи сприяють появі в електродинамічній структурі антени другого резонансу і, як результат, загальна смуга частот розширюється.

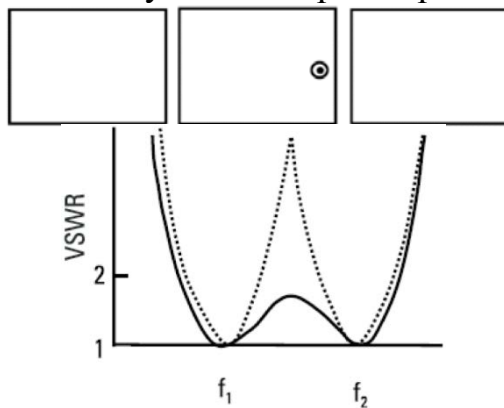


Рис. 1



Рис. 2

В багатошаровому методі антена представляється у вигляді декількох випромінювачів (частіше двох). Один випромінювач збуджується, а інші – є пасивним і розташовані над активним елементом на певній висоті. При цьому є варіації в технічній реалізації такої конструкції. Наприклад, обидва випромінювача можуть бути розташовані на різних підкладках, а для збільшення ширини робочих частот антени випромінювачі просторово розносять і розташовують між ними діелектричний матеріал часто за електричними властивостями схожий на повітря (рис. 2). Орієнтація пасивного випромінювача по відношенню до підкладок також

може бути різною – «прямою» чи «зворотною».

Отже в основу конструкції проектованої антени, для збільшення її широкосмуговості, закладено саме багатошаровий підхід. Серед вихідних даних для проектування, окрім зазначених раніше, також визначені параметри підкладки, такі як: діелектрична проникність $\epsilon = 4.4$, тангенс кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta = 0.02$, товщина підкладки $h = 1$ мм, товщина металізації $t = 35$ мм.

Проектована антена складається з таких блоків як: спрямований відгалужувач, пристрій узгодження та сама електродинамічна структура антени. Для реалізації колової поляризації МСА використовується конструкція з двома точками збудження зі зсувом фаз на 90° (рис. 3). За рахунок різниці фаз $\Delta\varphi = 90^\circ$ входів та в залежності від фази збудження в антені реалізується ліва або права поляризація. Активний та пасивний випромінювачі закріплені в точці нульового потенціалу (центр патча), на відстані від екрана $0,025 \cdot \lambda_0$, та зазором між випромінювачами $0,05 \cdot \lambda_0$. Для збудження випромінювача використовуються два штирі та відповідні несиметричні мікросмужкові лінії передачі.

Схема живлення МСА розташовується на звороті підкладки, тобто з іншої сторони від випромінювачів (рис. 4). Вона складається з дільників

потужності та узгоджувальних пристроїв, а екраном є металізація підкладки. Це дозволяє отримати гарне розв'язування схеми живлення та випромінюючих елементів.

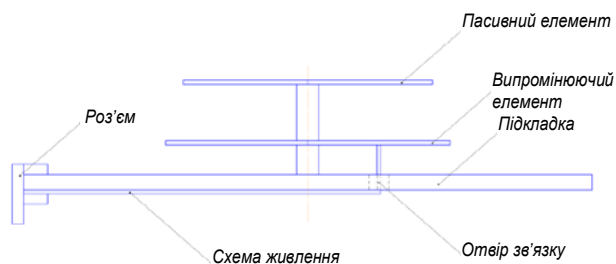
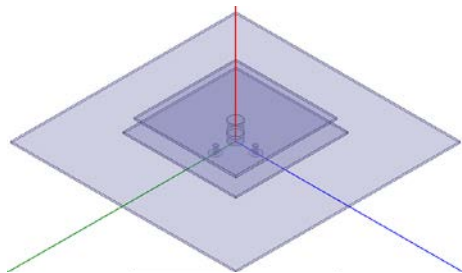


Рис. 3

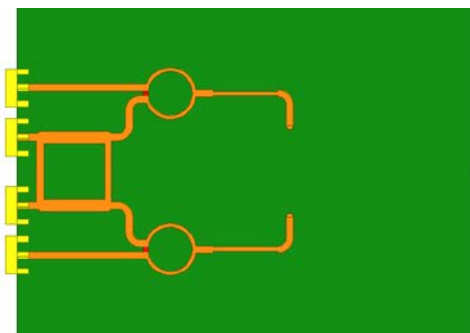


Рис. 4

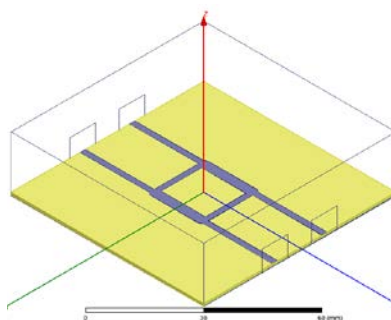


Рис. 5

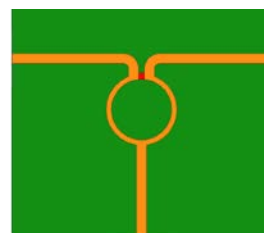


Рис. 6

Як відгалужувач в схемі живлення вибрано квадратурний міст (рис. 5) на виході якого плечі мають різницю в фазі сигналів 90 градусів, а вхідні плечі розв'язані. Розв'язуючою ланкою по входах є дільник Уілкінсона (рис. 6). Для узгодження входів електродинамічної структури антени також використовуються чвертьхвильові трансформатори. Результати проєктування квадратурного моста (S-параметри) зображено на рис. 7, а дільника Уілкінсона на рис. 8.

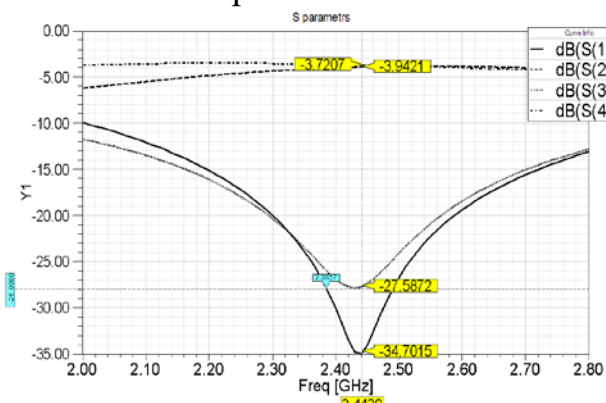


Рис. 7

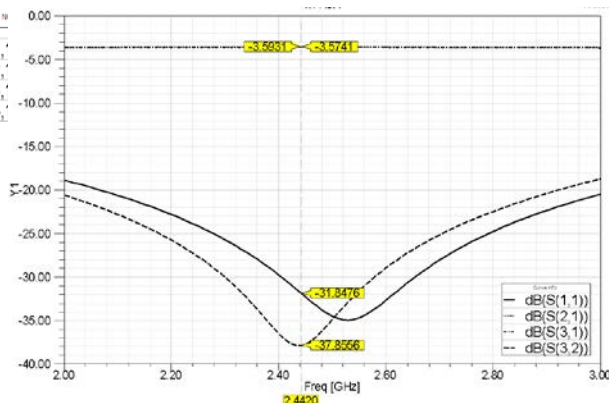


Рис. 8

Отримані при моделюванні характеристики антени наведено на рис. 9 – 14. На рис. 9 зображено частотну залежність КСХ на всіх входах антени, на рис. 10 – ДС в основних площинах, на рис. 11 – частотна залежність коефіцієнта еліптичності (КЕ), на рис. 12 – кутова залежність КЕ, на рис. 13 – модуль коефіцієнта передачі між входами (розв'язування), на рис. 14 – ку-

това залежність лівої та правої колової поляризації при збудженні 3 порту.

Частотна залежність коефіцієнта еліптичності (КЕ) характеризує широкосмуговість антени з точки зору її енергетики. Не ідеальність отриманого КЕ ($КЕ \neq 1$) може бути пов'язана із впливом штирів збудження випромінювачів. Вони взаємодіють не тільки з полями робочих коливань електродинамічної структури, але і породжують в ній складні поля, які впливають на КЕ. Використання чотирьохштирьової схеми збудження мабуть дозволить значно зменшити цей ефект за рахунок симетрії і відповідної компенсації паразитних полів.

Результати показують, що спроектована антена має ширину смуги робочих частот 433,3 МГц, КСХ – 1.05, ширину ДС $\sim 59^\circ$ та розв'язку між входами -27.58 дБ.

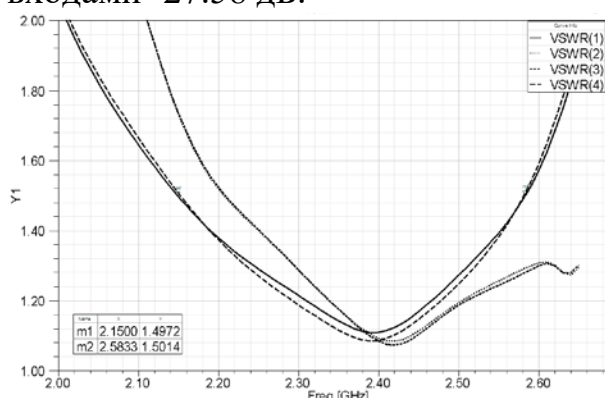


Рис. 9

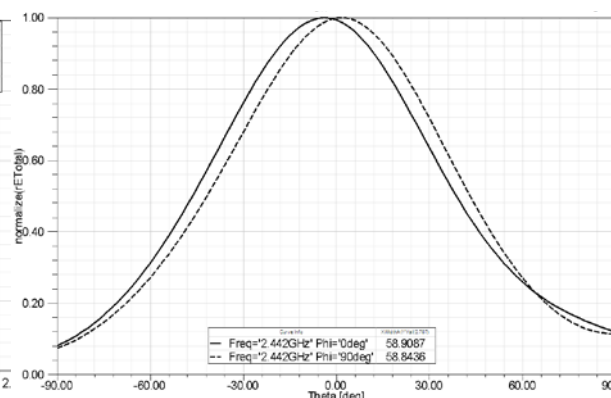


Рис. 10

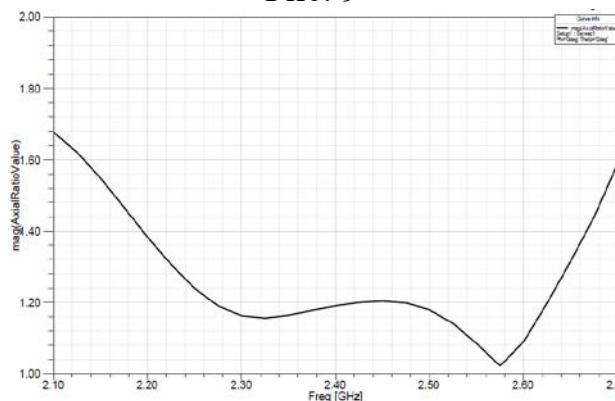


Рис. 11

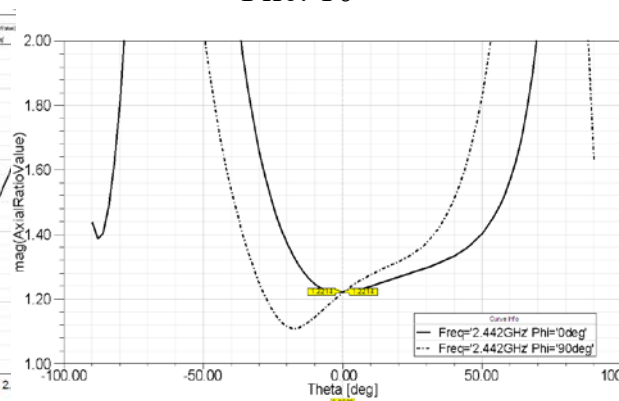


Рис. 12

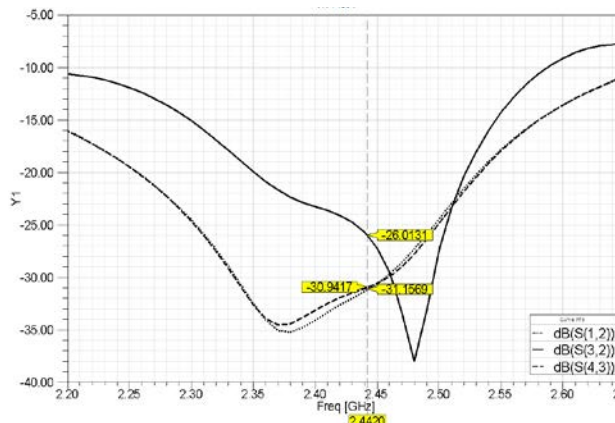


Рис. 13

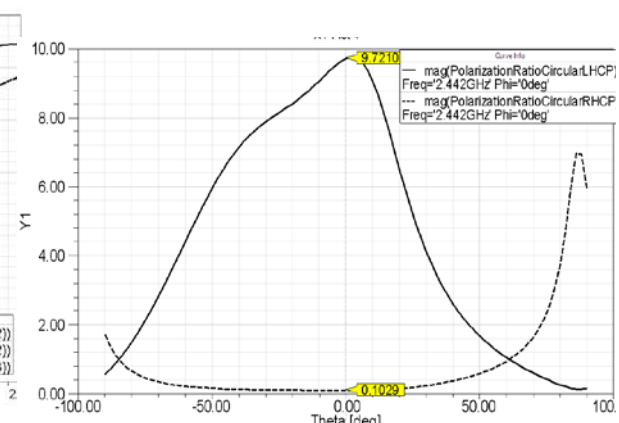


Рис. 14