

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФАР НА ОСНОВІ ДРУКОВАНИХ КВАЗІ-ЯГІ ВИПРОМІНЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Дубровка Ф. Ф., д.т.н. професор; Видалко О. Є., аспірант

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

До сучасних фазованих антенних решіток (ФАР) висуваються жорсткі вимоги по технологічності випромінювальних елементів, їх повторюваності при серійному виробництві та вартості. Найбільш повно задовольняють цим вимогам друковані мікросмужкові антени. Серед мікросмужкових антен, завдяки широкій смузі робочих частот і слабкому взаємному зв'язку у складі ФАР [1-3], особливої уваги заслуговують друковані квазі-Ягі антени. Завдяки таким характеристикам квазі-Ягі антени інтенсивно досліджуються останнім часом з метою їх застосування у ФАР різного призначення [4-5].

У роботі представлені результати чисельного дослідження характеристик узгодження і взаємного зв'язку елементів решітки, діаграми спрямованості і можливості ширококутового сканування ФАР, одиничним випромінювальним елементом яких є друкована квазі-Ягі антена. Розміри досліджуваних ФАР вибрані такими, щоб центральна підрешітка була оточена достатньою кількістю елементів для моделювання габаритної антенної решітки. Розраховано частотну залежність модуля коефіцієнта відбиття для центрального елемента решітки і її зміну при скануванні променем, що наочно демонструє роботу квазі-Ягі антени в складі антенної решітки великих розмірів.

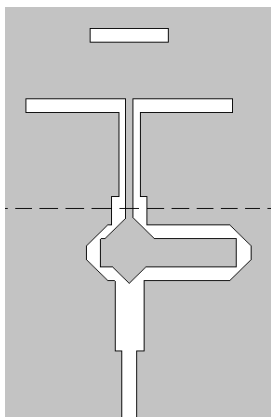


Рис. 1. Конструкція досліджуваної мікросмужкової антени

На рис. 1 зображена оптимізована конструкція друкованої мікросмужкової квазі-Ягі антени. Штриховою лінією показана зрізана площина заземлення, що розташована на нижній стороні підкладки. У розрахунках вважаємо, що антена виготовлена на діелектричній підкладці TMM10 (торгової марки *Rogers Corporation*) товщиною 0,635 мм і значенням діелектричної проникності $\epsilon = 10.2$. Розрахунок і оптимізація характеристик узгодження і випромінювання проведено за допомогою пакету *CST Microwave Studio*.

Розрахована смуга робочих частот антени по рівню модуля коефіцієнта відбиття $S_{11} = 0,2$ складає 45%. Діаграма спрямованості антени розрахована на частоті 9,5 ГГц, ширина головного випромінювання на рівні -3 дБ у E -площині складає 205° , а у H -площині -125° . Коефіцієнт підсилення антени 3,8 дБ. Слід зауважити, про майже відсутнє заднє випромінювання, що має значення $-17,2$ дБ.

Для дослідження рівня електромагнітного зв'язку між квазі-Ягі антенами, була змодельована еквідистантна 9-елементна лінійна антенна решітка (АР). Відстань між елементами решітки складає 12,6 мм, що на частоті 9,5 ГГц відповідає значенню $0,4\lambda$. В ході дослідження була розрахована розв'язка між центральним і сусідніми портами антенних елементів. Її значення, в першу чергу, відображає рівень електромагнітного зв'язку між ними. Рівень зв'язку елементів решітки з середнім 5-им випромінювачем лежить нижче -15 дБ у всій робочій смузі частот, окрім максимуму S_{45} в околі частоти 8,5 ГГц, де $S_{45} \leq -10$ дБ.

Дослідження роботи квазі-Ягі антени у складі ФАР великих розмірів було проведено на прикладі двомірної антенної решітки розміром 11×11 елементів. Були розраховані характеристики випромінювання і узгодження центрального 61-го елемента решітки (нумерація елементів – послідовно в лінійці і по лінійках) при синфазному живленні решітки і в режимі сканування. Отримані результати для центрального елемента можна узагальнити на оцінку впливу суцільного антенного полотна на узгодження кожного окремого випромінювача в складі ФАР великих розмірів. Було виявлено, що сканування променем решітки, особливо в діагональних площинах, має суттєвий вплив на узгодження центрального елемента. Встановлено, що в широкій смузі частот діапазон сканування ФАР на основі квазі-Ягі елементів може сягати $\pm 50^\circ$.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що друкована мікросмузкова квазі-Ягі антена з її 45% смугою робочих частот і широкою симетричною діаграмою спрямованості є перспективним елементом у побудові ФАР великих розмірів.

Література

1. Yongxi Qian W. R. Deal, Koriaki Kaneda and Tatsuo Itoh, "A Uniplanar Quasi-Yagi Antenna with Wide Bandwidth and Low Mutual Coupling Characteristics", IEEE 1999 AP-S Int. Symp.Dig., July 1999, pp.924-927.
2. Y. Qian, W.R. Deal, N. Kaneda and Itoh "Microstrip-fed quasi-Yagi antenna with broadband characteristics", Electronic Letters, vol 34, No 23, November 1998, pp. 2194-2196.
3. Kaneda, N., Y. Qian, and T. Itoh, "A novel Yagi-Uda dipole array fed by a microstripto- CPS transition," Asia Pacific Microwave.
4. K. Prabhu Kumar, Dr. P. S. Brahmanandam, B. T. P. Madhav, V. Shiva kumar D. Rakesh, T. Raghavendravishnu, "Uniplanar Quasi-Yagi Antenna for channel measurements at X-band", Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 30th April 2011. Vol.26 No.2
5. J. R. Brianeze, Arismar Cerqueira S. Jr., H. E. Hernández-Figueroa "Modified Quasi-Yagi Antenna for Airborne Radar", Microwaves and Optics Department, School of Electrical and Computer Engineering, State University of Campinas (UNICAMP). Albert Einstein Av., 400, 13083-852, Campinas — SP — Brazil.