

АНАЛІЗ БАГАТОКАНАЛЬНИХ МАТРИЧНИХ ДІАГРАМОУТВОРЮЮЧИХ СХЕМ

Шосткинський інститут Сумського Державного Університету

Анотація

Подано аналіз багатоканальних матричних діаграмо утворюючих схем для формування променів у антенних решітках.

Ключові слова: антенні решітки, випромінювання, матрична схема, діаграма спрямованості.

Abstract

The analysis of multichannel matrix diagrams of generating schemes for the formation of rays in antenna arrays is presented.

Keywords: antenna arrays, radiation, matrix scheme, radiation pattern.

Вступ

Багатопробневі антени можна будувати на базі антенних решіток за допомогою спеціальних багатополосних діаграмоутворюючих схем, виходи яких з'єднуються із випромінювачами решітки. Діаграмоутворююча схема виконується таким чином, щоб при збудженні її входів на випромінювачах решітки реалізувалися амплітудно-фазові розподіли, що відповідають відповідним променям [1-6].

Результати дослідження

При побудові матричних діаграмо утворюючих схем на базі чотириканальних елементів число N сформованих променів, що дорівнюють кількості випромінювачів в решітці, може бути рівній кількості $N = 2^n$, де n – кількість необхідних поверхів. При цьому кількість необхідних елементарних блоків у вигляді спрямованих відгалужувачів чи гібридних кілець із додатковими зсувачами фази на 90 градусів дорівнює $0.5N(\log_2 N - 1)$, а кількість фіксованих фазозсувачів визначається виразом $0.5N(\log_2 N - 1)$.

У роботі [1] ширина робочого діапазону основних елементів діаграмо утворюючої схеми, де спрямовані відгалужувачі або фіксовані фазозсувачі може бути більше 30%. Але при цьому виникають складнощі, що пов'язані із роботою в такому діапазоні самих фазованих решіток. Таким чином, обов'язково буде мати місце частотне качання променя, величина якого залежить від номера променя

$$\Delta\theta_p = \operatorname{tg} \left[\theta_p \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \right],$$

якщо кут θ_p відраховувати від нормалі. Наприклад, при зміні частоти на 10% промені поблизу нормалі зсунуться також на 10%, а поблизу осі – на 28%. Але властивість ортогональності променів зберігається також, як і рівень перетину променів, оскільки ширина парціальних діаграм змінюється із частотою, причому нерівномірно по сектору кутів.

В багатопробневій антенній решітці будуть мати місце деякі втрати, що є наслідком не ідеальності виконання діаграмо утворюючої схеми, втратами в діелектрику та іншими.

Макет шістнадцяти каналної з матричною діаграмо утворюючою схемою на частоті 980 МГц була виготовлена у смушковому варіанті друкованим способом на окремих платах, що з'єднані за допомогою коаксіальних переходів. КСХ у всіх каналах був не вище 1,27, а розв'язка променів з боку входів у середньому складала -28 дБ та була нижче -15 дБ. Втрати, що дорівнюють 0,74 дБ в основному обумовлені наявністю діелектрика.

Середньоквадратичні відхилення амплітуд та фаз від рівномірного розподілу вздовж решітки не перевищували 0.41 дБ та 12.9°, а в середньому по всіх променях складала 0.3 дБ та 4.8° відповідно.

Вібраторні випромінювачі антени розміщувалися на відстані $0,58\lambda$ один від одного. Кутовий сектор, що перекривався всіма 16 променями, напрями максимумів променів, рівні бічних пелюстків були близькі до розрахункових.

На рис. 1 наведена чотирьохканальна матрична діаграмоутворююча схема. На ній помічені амплітуди та фази в різних точках матриці, а тако ж відгалужувачі, що приймають участь в формуванні променів.

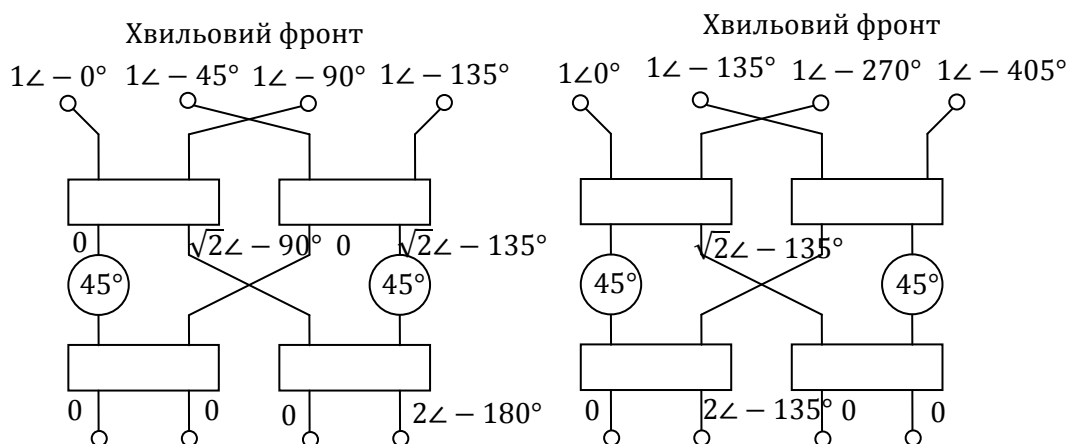


Рис. 1

Висновки

Таким чином, багатопроменеві антени виконуються у вигляді лінійних решіток, але їх можна виконати і на базі кільцевих систем. Перевагою останніх є їх осева симетрія, завдяки якій всі парціальні діаграми будуть ідентичні за формою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Delaney W.P. An RF multiple beam-forming technique / W.P. Delaney // IRE Transactions on Military Electronics – 1962.– Vol 6, No. 2. – pp.179–186. DOI: 10.1109/IRET-MILL.1962.5008426.
2. Penafiel-Ojeda C.R. Multi-beam wideband antenna useful in MIMO applications / C.R. Penafiel-Ojeda, M. Cabedo-Fabres, E. Antonino-Daviu, M. Ferrando-Bataller // IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and National Radio Science Meeting .– Boston, USA, 8-13 July 2018. DOI: 10.1109/APUSNCURSINRSM.2018.8608836.
3. Пільтяй С.І. Вплив випадкових помилок на діаграму спрямованості нееквідистантних решіток / С.І. Пільтяй, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 78–79.
4. Huynh S.H. A septet beam forming network for reflector multiple-beam antennas / S.H. Huynh, C.H. Chen, A. Ho // IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium.– Montreal, Canada, 13-18 July 1997. DOI: 10.1109/APS.1997.631857.
5. Булашенко А.В. Принципи формування променя інтелектуальних антен / А.В. Булашенко // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2010. – №1. – С. 111-120.
6. Булашенко А.В. Модифікований алгоритм для цифрового формування діаграми спрямованості антенних решіток / А.В. Булашенко// 5-а Міжнародна молодіжна науково-технічна конференція «Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій РТ-2009», 20-25 квітня 2009р, Севастополь, Україна. – с. 167.

Спирін Денис Романович — студент групи СУ-21ш, Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, e-mail: den_spirin@rambler.ru;

Забегалов Ігор Вікторович — викл. кафедри системотехніки та інформаційних технологій, Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка.

Spirin Denis R. — Shostka Institute of Sumy State University, Shostka, e-mail: den_spirin@rambler.ru;

Zabegalov Igor V. — lecture of the chair of systems engineering and information technology, Shostka Institute of Sumy State University, Shostka.