

ШИРОКОСМУГОВІ ПОЛЯРИЗАТОРИ ДЛЯ СУПУТНИКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Анотація

Розглянуто конструкції сучасних широкосмугових поляризаторів із діафрагмами та характеристики, які вони забезпечують. Представлені поляризатори застосовуються в супутникових інформаційних системах.

Ключові слова: поляризатор, диференційний фазовий зсув, кросполяризаційна розв'язка, супутникові системи.

Abstract

The designs of modern wideband iris polarizers and characteristics, which are provided by them, are considered. Presented polarizers are applied in satellite information systems.

Keywords: polarizer, differential phase shift, crosspolar isolation, satellite systems.

Вступ

Останнім часом у зв'язку із використанням нових частотних діапазонів у супутникових телекомунікаційних системах та радіоастрономії актуальною стала проблема створення багатодіапазонних опромінювачів для великих дзеркальних антен, що працюють на ортогональних поляризаціях в широких робочих смугах частот у кожному діапазоні [1–5].

Результати дослідження

Поляризатор — це мікрохвильовий пристрій, який виконує перетворення електромагнітних хвиль із ортогональними коловими поляризаціями у хвилі з ортогональними лінійними поляризаціями та навпаки [1]–[3]. Таке перетворення відбувається шляхом внесення диференційного фазового зсуву, близького до 90° , між модами хвилеводу з ортогональними поляризаціями. Поляризатор може бути розроблений і виготовлений на основі круглого, коаксіального або квадратного хвилеводів. Основною перевагою поляризатора із діафрагмами над поляризаторами інших видів є можливість забезпечення найбільш широкосмугового режиму роботи із хорошими електромагнітними характеристиками, які можна поліпшувати за рахунок збільшення кількості використаних у структурі діафрагм. Недоліком є зростання довжини поляризатора, яке виникає у цьому випадку. Також поляризатори на основі діафрагм у хвилеводах є технологічними пристроями, оскільки вони можуть бути відносно просто виготовлені за допомогою високоточного фрезування двох однакових симетричних металевих деталей. Внутрішня структура типової конструкції поляризатора на основі квадратного хвилеводу з діафрагмами представлена на рис. 1.

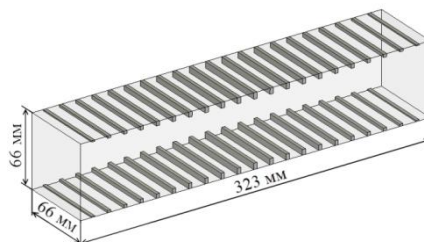


Рис. 1. Структура поляризатора на основі квадратного хвилеводу з діафрагмами

У розробленому в [1] поляризаторі за допомогою оптимізації конструкції було отримано диференційний зсув фаз між модами TE_{10} та TE_{01} $90^\circ \pm 3^\circ$ у межах розширеного С-діапазону частот 3,4–4,8 ГГц. Відповідна кросполяризаційна розв'язка є вищою 30 дБ. Отриманий після оптимізації диференційний фазовий зсув показано на рис. 2.

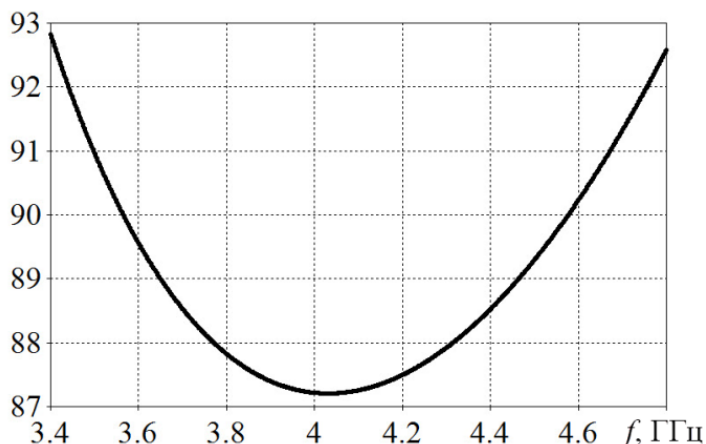


Рис 2. Диференційний фазовий зсув поляризатора для діапазону 3,4–4,8 ГГц.

Метод забезпечення потрібного диференційного фазового зсуву виключно за допомогою оптимізації розмірів діафрагм [2] має таку ж гнучкість розробки, як і комбінований метод зі зміною поперечних розмірів хвилеводу [3]. Проте при комбінованому методі можна отримати менше відхилення диференційного фазового зсуву від 90° при однакових поздовжніх розмірах або меншу довжину поляризатора при тому ж диференційному фазовому зсуві. Частина фазового зсуву вносять секції хвилеводу зі зміненими поперечними розмірами, тому необхідна кількість діафрагм у структурі поляризатора може бути зменшена.

На рис. 3 показано отримані в [2] вимірний (суцільна лінія) та розрахований (пунктирна крива) диференціальний фазовий зсув розробленого авторами поляризатора. Максимальне відхилення диференційного фазового зсуву від розрахованого становить $0,3^\circ$ і виникає на верхній частоті робочого діапазону 5,7–7,7 ГГц.

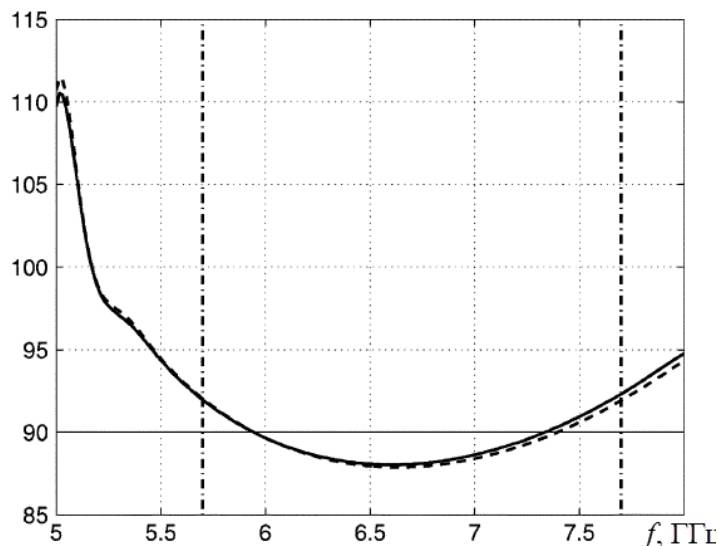


Рис. 3. Диференційний фазовий зсув поляризатора комбінованого типу.

Кросполяризаційну розв'язку представлено на рис. 4. Результати її вимірювання за допомогою методу, запропонованого в [4], показано колами.

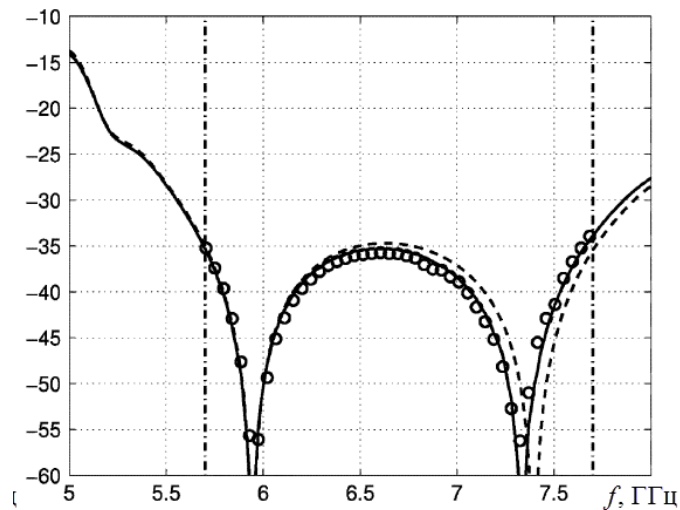


Рис 4. Кросполяризаційна розв'язка поляризатора для діапазону 5,7–7,7 ГГц

Висновки

Таким чином, поляризатори на основі хвильоводів із діафрагмами забезпечують якісні електромагнітні характеристики у широких робочих діапазонах частот і можуть бути виготовлені за допомогою високоточного фрезування. Вони є найефективнішими для застосування в сучасних супутникових інформаційних системах різного призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Piltyay S. I. High performance extended C-band 3.4–4.8 GHz dual circular polarization feed system / S. I. Piltyay // XI International Conference on Antenna Theory and Techniques, pp. 284–287, May 2017.
2. Virone G. Optimum-iris-set concept for waveguide polarizers / G. Virone, R. Tascone, O. A. Peverini, R. Orta // IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., 2007.– Vol. 17, No. 3, pp. 202–204.
3. Virone G. Combined-phase-shift waveguide polarizer / G. Virone, R. Tascone, A. Peverini, G. Addamo, and R. Orta // IEEE Microwave and Wireless Compon. Letters. – 2008. – Vol. 18, No. 8. – pp. 509–511.
4. Peverini O. A. A microwave measurement procedure for a full characterization of ortho-mode transducers / O. A. Peverini, R. Tascone, A. Olivieri, M. Baralis, R. Orta, and G. Virone // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 2003. – Vol. 51, No. 4. – pp. 1207–1213.
5. Пільтяй С. І. Інтегрований хвильовідний фазозсувач на основі індуктивних штирів / С. І. Пільтяй, А. В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 82–83.

Булашенко Андрій Васильович — ст. викл. кафедри теоретичних основ радіотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ;

Пільтяй Степан Іванович — к.т.н., доцент кафедри теоретичних основ радіотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ;

Буковський Олексій Вадимович — студент групи РС-61, радіотехнічного факультету, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, e-mail: Sandro66@ukr.net.

Bulashenko Andrew V. — Senior lecturer of the Department of Theoretical Foundations of Radio Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv;

Piltyay Stepan I. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Theoretical Foundations of Radio Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv;

Bykovsky Alexey V. — Student of the Radio Engineering Faculty, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: Sandro66@ukr.net.