

ШИРОКОСМУГОВИЙ ГРЕБІНЧАСТИЙ ПОЛЯРИЗАТОР НА КВАДРАТНОМУ ХВИЛЕВОДІ

Автор Некраха К. Д.

(науковий керівник — к.т.н., асист. Пільтяй С. І.)

Ключовим компонентом антенно-фідерних трактів різних супутникових систем зв'язку є поляризатори. Даний клас пристроїв забезпечує перетворення хвиль лінійної поляризації в хвилі кругової поляризації і навпаки і використовується, як в сантиметровому [1–5], так і в міліметровому діапазоні [2, 6].

Основними вимогами, які пред'являються до поляризатора, є висока точність реалізації 90° фазового зсуву в широкому частотному діапазоні, або в двох рознесених частотних діапазонах прийому/передачі, низьке значення коефіцієнта еліптичності, гарне узгодження, малі габарити і маса.

На практиці широке застосування знайшли конструкції гребінчастих поляризаторів на квадратному хвилеводі [1–4,6], структури на гребеневих секціях та штирях у круглих і квадратних хвилеводах. Такі конструкції характеризуються технологічністю, компактними розмірами, стійкістю до вібрацій, можливістю забезпечувати гарні робочі характеристики [1–5]. Це дозволяє реалізовувати подібні конструкції поляризаторів у міліметровому діапазоні частот аж до 115 ГГц [5]. У даній роботі запропонована компактна конструкція гребінчастого поляризатора в квадратному хвилеводі (рис. 1). При подачі на вхід поляризатора лінійно поляризованої хвилі, вектор електричного поля якої орієнтований по діагоналі квадратного хвилеводу, внаслідок поляризаційного виродження в ньому збуджуються дві моди — TE_{10} і TE_{01} з однаковими амплітудами. При поширенні вздовж хвилевідної структури ортогональні хвилі набувають різні фазові зсуви на неоднорідностях. Виникаючий при цьому диференціальний фазовий зсув повинен бути близьким до 90° у заданому діапазоні частот, що забезпечується відповідним вибором геометричних параметрів та кількості «зубців» у гребінках. Таким чином, здійснюється перетворення лінійно поляризованої хвилі в хвилю з коловою поляризацією або навпаки.

У ході дослідження був вибраний поляризатор з кількістю зубців $N=5$. На рисунку 1 показаний поперечний переріз даного поляризатора

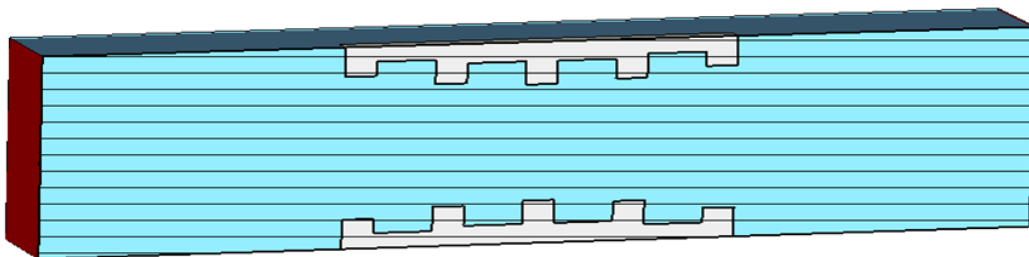


Рисунок 1. Тривимірна модель гребінчастого поляризатора у квадратному хвилеводі із п'ятьма зубцями

Даний поляризатор був оптимізований і отримані такі характеристики:
 $N = 5$ (зубців), $\Delta\phi = 90^\circ \pm 4,3^\circ$, КСХН = 1,53.

Також, для порівняння, була розроблена модель гребінчастого поляризатора у квадратному хвилеводі із десятима зубцями.

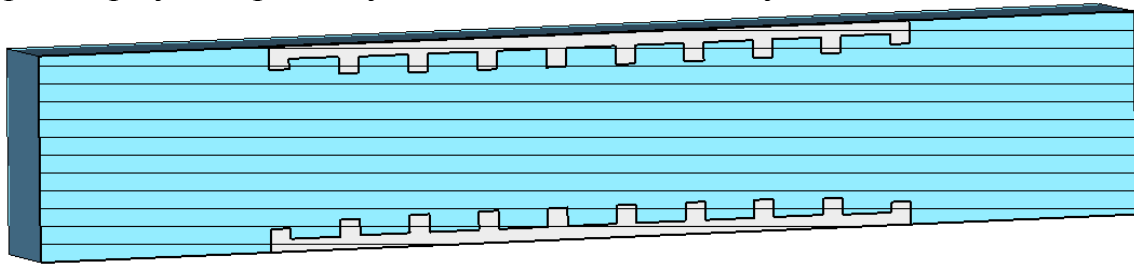


Рисунок 2. Тривимірна модель гребінчастого поляризатора у квадратному хвилеводі із десятима зубцями

Даний поляризатор був оптимізований і отримані такі характеристики:
 $N = 10$ (зубців), $\Delta\phi = 90^\circ \pm 3,8^\circ$, КСХН = 1,36;

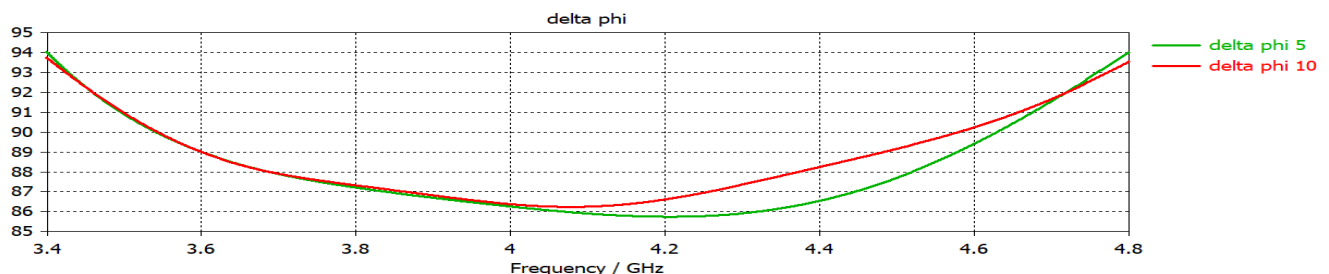


Рисунок 3. Диференційний фазовий зсув поляризаторів із 5 та 10 зубцями

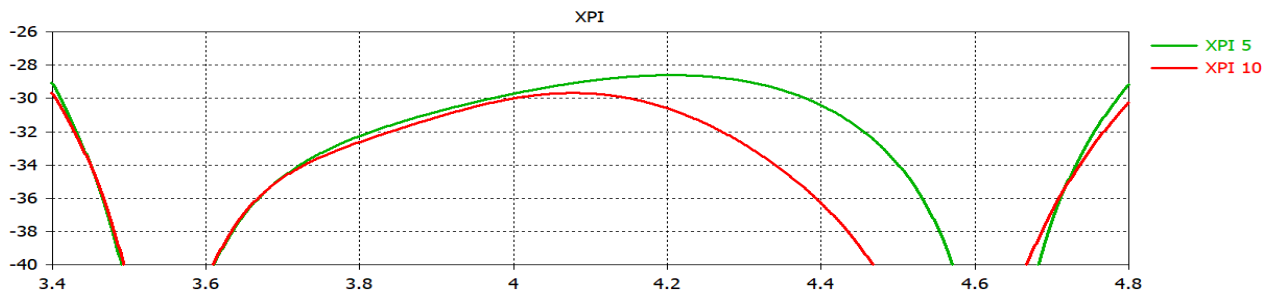


Рисунок 4. Графік кросполяризаційної розв'язки для поляризаторів із 5 та 10 зубцями

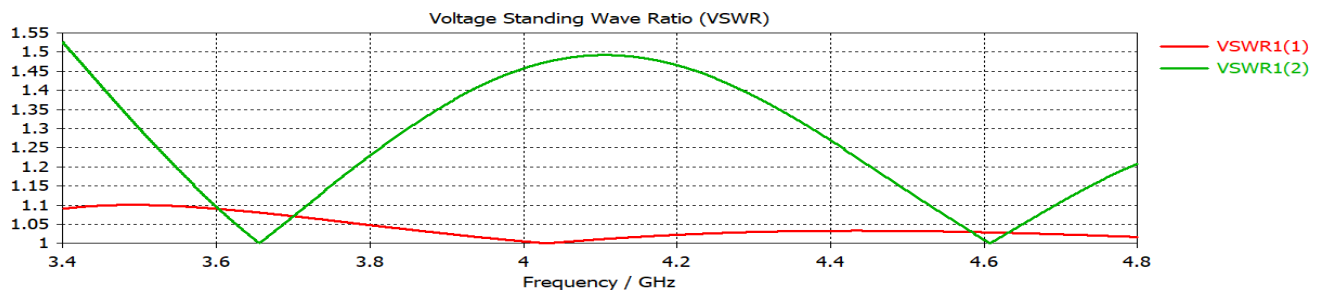


Рисунок 5. Графік КСХН для моделі з п'ятьма зубцями

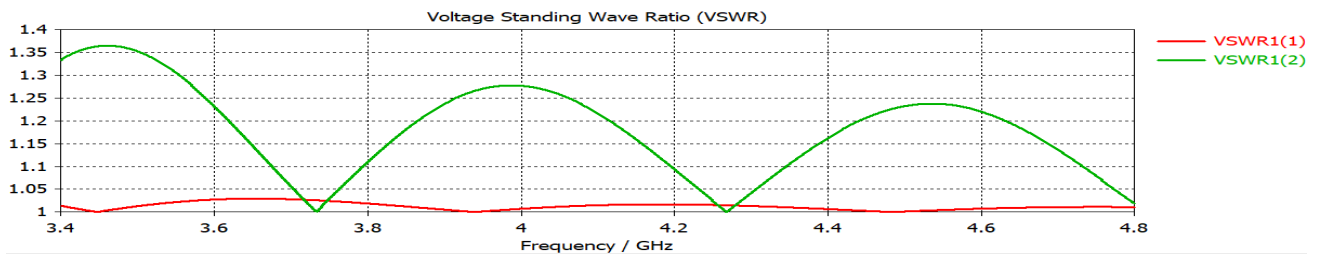


Рисунок 6. Графік КСХН для моделі з десятима зубцями

Були розроблені дві моделі поляризаторів, при оптимізації яких були отримані такі результати: Диференційний фазовий зсув зменшується при збільшенні кількості зубців. Відхилення від 90° для 5 зубців становило 4.3° , а у випадку із десятима зубцями становить 3.8° . При цьому пікове значення КСХН зменшується для п’яти зубців 1.65, а для десяти 1,36.

Перелік посилань

1. Corrugated Waveguide Polarizers for High Performance Feed Systems / G.A.E. Crone, N. Adatia, B.K. Watson, N. Dang // IEEE Antennas and Propag. Intern. Symp. Dig. Quebec. 1980. Vol. 1. P. 224-227.
2. Tucholke U. Field Theory Design of Square Waveguide Iris Polarizers / U. Tucholke, F. Arndt, T. Wriedt // IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques. Jan.1986. Vol. 34. No.1. P.156-160.
3. Chan K.K. Dual Band/Wide Band Waveguide Polarizer/ K.K. Chan, H. Ekstroem// Proc. Asia Pacific Microwave Conf. Sydney, 2000. P. 294-298.
4. Мануйлов М.Б. Диафрагменные поляризаторы на квадратных волноводах / М. Б. Мануйлов, Г.П. Синявский // Электромагнитные волны и электронные системы. 2008. Т.13. №5. С. 60-66 Analysis and Design of Circular Ridged Waveguide Components/ J. Bomemann, S. Amari, U. Uher, R. Vahldieck // IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques. 1999. Vol. 47. No.3. P. 330-335.
5. Development of a 85-115 GHz 90-deg Phase Shifter using Corrugated Square Waveguide / Moon-Hee Chung, Do-Heung Je, Seog-Tae Han, Seung- Rae Kim // Proc. of the 44th European Microwave Conference. Rome, 2014. P. 1146-1149.
6. Manuilov M.B. EuMC. Field theory CAD of waffle-iron filters / M.B. Manuilov, K.V. Kobrin // Proc. of 35th European Microwave Conference (EuMC’05). Paris, 2005. P. 1227-1230.

Анотація

Представлено конструкцію і розраховані характеристики гребінкового поляризатора для розширеного С-діапазону частот 3,4–4,8 ГГц. Поляризатор складається з квадратного хвильоводу і двох симетричних гребінок. КСХН розробленого гребінкового поляризатора менший 1.36, його крос поляризаційна розв’язка є вищою за 29.6 дБ.

Ключові слова: поляризатор, широкосмугові пристрої НВЧ, квадратний хвильовід.

Abstract

The design and simulated characteristics of a high performance extended C-band 3.4–4.8 GHz comb polarizer are presented in this paper. The polarizer is based on a square waveguide and includes two symmetrical combs. VSWR of the developed comb polarizer is less than 1.36, its crosspolar isolation is higher than 29.6 dB.

Keywords: polarizer, wideband microwave devices, square waveguide.