

УДК 621.372.832

Зіненко І.І.¹, П'янков В.П.²

¹ асист. ЗНТУ

² канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЧОТИРЬОХПЛЕЧОВОГО З'ЄДНАННЯ ПРЯМОКУТНИХ ХВИЛЕВОДІВ В Е-ПЛОЩИНІ З КРУГОВОЮ ВСТАВКОЮ

В даному докладі представлені розрахунки характеристик Е-площинного хрестового з'єднання прямокутних хвильоводів з круговим циліндром у центрі з'єднувальної порожнини, отриманих методом добутку областей [1]. Розраховані значення модулів та аргументів коефіцієнтів проходження та відбиття такого з'єднання для різних значень радіуса кругового циліндра. В регулярній частині хвильоводів вводяться площини Т-Т для початкового відліку.

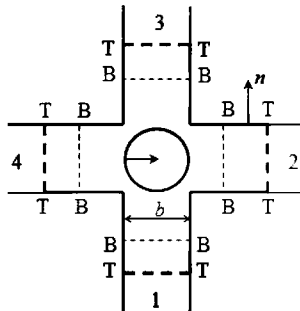


Рис. 1.

По одному з хвильоводів до з'єднувальної порожнини набігає хвиля типу Н₁₀, амплітуда та фаза якої відомі у площині Т-Т. Задача зводиться до знаходження компоненти u магнітного поля, яка перпендикулярна площині рис.1. Границі з'єднувальної порожнини до площин Т-Т (більш жирна лінія) розіб'ємо на елементи S_i : відрізки та круговий циліндр. Нехай I_H – множина номерів смуг Т-Т, які співпадають з номерами хвильоводів, I_P – множина номерів провідних смуг, I_C – номер кругового циліндра, $I_R = I_H \cup I_P$, $I = I_R \cup \{i_C\}$. Згідно метода добутку областей компоненту u

будемо шукати у вигляді $u(r) = \sum_{i \in I} u_i(r)$, де кожна функція $u_i(r)$ задовольняє однорідному рівнянню Гельмгольца, зовні свого i -го елемента. Для функцій $u_i(r)$ виконуються наступні інтегральні рівності

$$u_i(r) = 2 \left(\int_{S_i} \frac{\partial u_j(r')}{\partial \mathbf{n}'} G_i(r, r') dS' - W_i(r) \right) \quad \forall r \notin S_i, \quad i \in I_H, \quad (1)$$

$$u_i(r) = -2W_i(r) \quad \forall r \notin S_i, \quad i \in I_P; \quad u_i(r) = -W_i(r) \quad \forall r \notin S_i, \quad i = i_C, \quad (2)$$

де $U_i(r)$ – шукана компонента поля в регулярній частині i -го

хвилевода, $W_i(r) = \int_{S_i} \sum_{j \in I \setminus \{i\}} \frac{\partial u_j(r')}{\partial \mathbf{n}'} G_i(r, r') dS'$, \mathbf{n} – нормаль, яка

спрямована згідно рис. 1, $G_i(r, r')$ – функція Гріна, яка задовольняє однорідним граничним умовам Неймана на елементі S_i та записується у вигляді ряду по парним функціям Матьє для $i \in I_R$ і по функціям Ханкеля для $i = i_C$. Так як електромагнітне поле неперервне в однорідному середовищі, то

$$U_i(r) = \sum_{j \in I} u_j(r) \quad \forall r \in B - B, \quad i \in I_H, \quad (3)$$

де $B - B$ – площина, яка розташована в регулярній частині i -го хвилевода згідно рис. 1. Рівняння (1)–(3) утворюють систему інтегро-диференціальних рівнянь відносно функцій $U_i(r)$, $i \in I_H$, та $u_i(r)$, $i \in I$. Функцію $U_i(r)$ шукаємо у вигляді розвинення по власним хвилям хвилевода, $u_i(r)$ – у вигляді розвинення по парним функціям Матьє для $i \in I_R$ та по функціям Ханкеля для $i = i_C$. В результаті отримаємо нескінченну систему лінійних алгебраїчних рівнянь відносно коефіцієнтів вказаних розвинень, яка може бути розв'язана методом редукції.

На рис. 2 показані графіки залежності модулів коефіцієнтів матриці розсіювання S_{ik} розглядуваного вузла від частотного параметра $\chi = bk/(2\pi)$, де $k = 2\pi\sqrt{\lambda^{-1} - (2a)^{-1}}$, a и b – розміри стінок хвилеводів,

λ – довжина хвилі у вільному просторі, при різних радіусах R кругового циліндра. Прийнята наступна нумерація кривих: 1– $R = 0,1b$; 2– $R = 0,3b$; 3– $R = 0,5b$. Видно, що коефіцієнт відбиття $|S_{11}|$ значно залежить від радіуса штиря. Ця залежність посилюється у кінці робочого діапазону. При $R = 0,3b$ коефіцієнт відбиття мало залежить від частоти і у всьому робочому діапазоні має значення 0,49. Коефіцієнт передачі $|S_{21}|$ практично не залежить від радіуса та частоти і має значення близько до 0,5. Коефіцієнт проходження $|S_{31}|$ сильно залежить від радіуса циліндра. При збільшенні радіуса енергія, яка передається з плеча 1 до плеча 3 зменшується. Треба відмітити, що для $R = 0,3b$ модулі усіх елементів матриці розсіювання розглядуваного вузла мають постійні значення близько до 0,5 у всьому робочому діапазоні частот, що може мати практичне застосування при проектуванні частотно-незалежних розподілювачів.

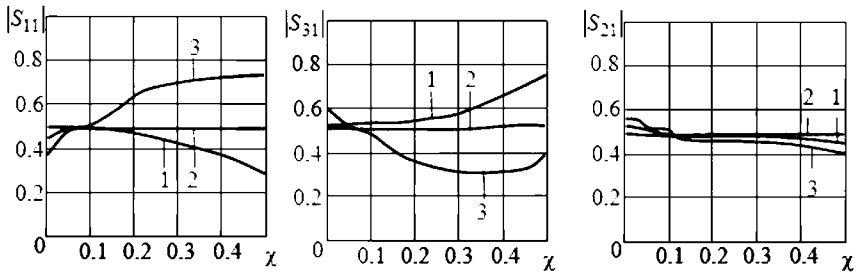


Рис. 2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chumachenko V.P. Domain-product technique solution for the problem of electromagnetic scattering from multiangular composite cylinders / V.P. Chumachenko // IEEE Trans. Antennas Propagat. – 2003. – Vol. 51, №10. – P. 2845–2851.