

МНОГОКОМПОНЕНТНИ ФРЕНЕЛОВИ АНТЕНИ

Любомир Камбуров

Abstract: *The present article presents Fresnel antennas with complicated multicomponent focusing surfaces. A mathematical model for measurement and analyzing of antennas construction with focusing system on conical and plate surface was suggested. The numerical experimental analyzes were carries out.*

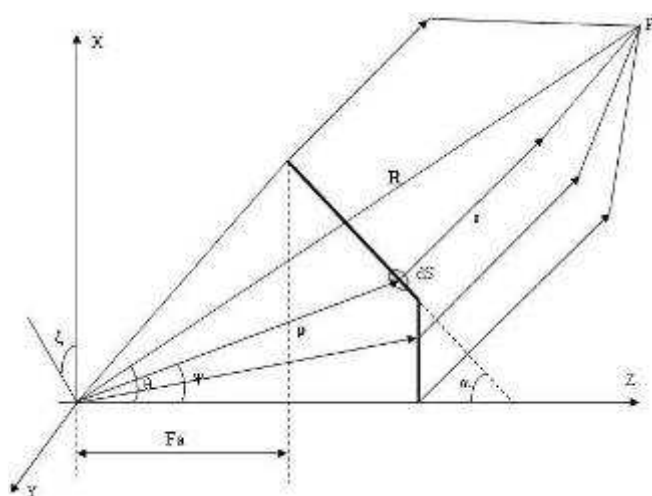
Key words: *Fresnel zones, zone plate lenses and antennas, curved focusing systems*

1. Въведение

Френелови антени се наричат антените, използващи фокусиращите свойства на зониранията пластинка (с пропускащи/непропускащи зони на Френел) [1]. При Френеловите антени с плоска фокусираща система, увеличаването на броя на зоните води до силно намаляване на тяхната ширина. Това затруднява практическата им реализация. Използването на криволинейни повърхности дава възможност за получаване на по-широки зони при равни други условия. Важен практически интерес имат осево симетричните фокусиращи системи, представляващи гладка повърхност от втори ред. Разглежда се случая източникът и фокусът на Френеловите лещи да се намират на оста на повърхнините. Предполага се също така, че антените работят като приемо/предавателни, където за разстоянието между приемника и предавателя се изпълнява условието за далечна зона.

2. Геометрия, оразмеряване и математичен модел

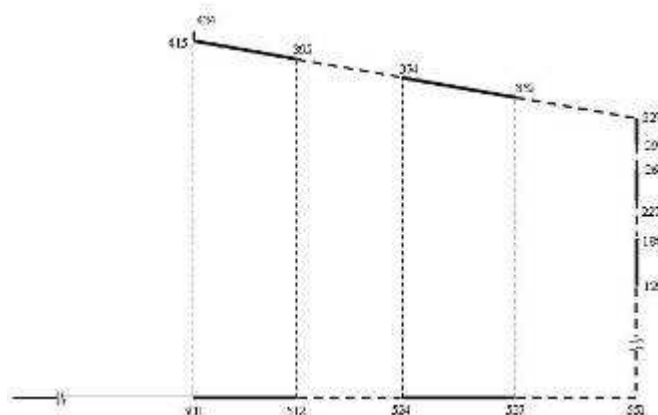
Конфигурацията на антенна система, състояща се от фокусираща система разположена върху плоска и конична повърхности е показана на фиг.1.



Фиг.1 Геометрия за определяне полето на излъчване на ФА с фокусираща система разположена на конична и плоска повърхност

Методика за оразмеряването на фокусиращата система за плоска повърхност и математичен модел за определяне на полето в далечната зона са предложени в [2], а за произволна криволинейна фокусираща повърхност с пропускащи/непропускащи зони в [3]. На базата на предложените методики е оразмерена многокомпонентна френелова антена с фокусираща система, разположена на конична повърхност и две плоски повърхности в основата и сечението на конуса (фиг. 2). Работната честота е 10 GHz. Коничната повърхност е с разтвор при върха на конуса $\alpha = 60^\circ$. Сечението на пресечения конус е избрано така, че плоската повърхност разположена в него да съдържа цяло число френелови зони. Основата на конуса е на разстояние 50 cm от облъчвателя. Общият брой зони разположени във фокусиращата

система са 11 (6 отворени и 5 затворени). Последната зона е отворена и разположена в плоскостта съдържаща основата на конуса. Тя е отворена и определя апертурата на антената. В сечението на конуса са разположени 6 зони (3 отворени и 3 затворени), като първата зона е отворена. На коничната повърхност са разположени 4 зони (2 отворени и 2 затворени), като първата зона от тях също е отворена. Облъчвателят е разположен на разстояние 50 cm от основата на конуса и е изчислен така, че да създава облъчване в края на апертурата с 10 dB по-малко от центъра ѝ. Той има коефициент на усилване $G_f = 11.4$ dB.

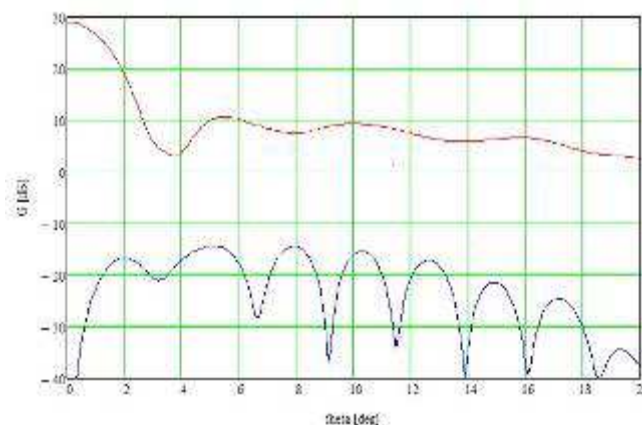


Фиг. 2 Размери на фокусиращата система в mm

За извеждане на изразите за електрическото поле в далечната зона се прилага методиката предложена в [3] за една криволинейна фокусираща система. За разлика от [4] при избрана обща координатна система за трите повърхности съдържащи френелови зони. Този избор позволява получаването на единен математичен запис.

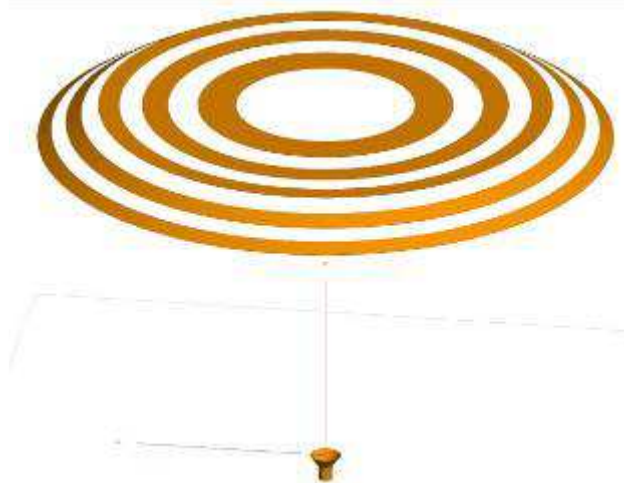
3. Числен анализ на многокомпонентната френелова антена
 Направено е изследване на електрическите характеристики на антената на базата на аналитичния модел в рамките на $\theta = 20^\circ$ в посока на максималното излъчване. Диаграмата на насоченост на антената за главната и кросполяризацията е представена на фиг. 3. Изчисленията са направени за ъгъл $\phi = 45^\circ$, където кросполяризацията съставлява е най-

голяма. Ширината на главния лист е 2.3° , коефициентът на усилване на антената $G = 29dB$. Нивото на първия страничен лист е $-18.3dB$ и той е разположен при $\theta = 5.5^\circ$.

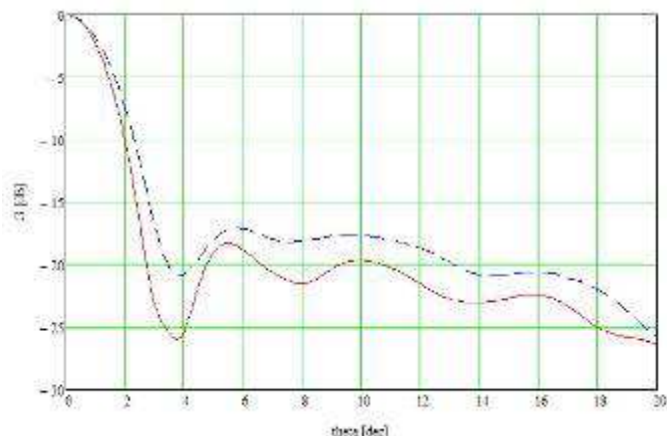


Фиг. 3 ДН за главна и крос-поляризация

Конструкцията на описаната по-горе многокомпонентна френелова антена моделирана в програмната среда за електродинамичен анализ FEKO е показана на фиг. 4. Съпоставка на резултатите за главната поляризация от аналитичния модел и числения експеримент могат да се видят на фиг. 5.

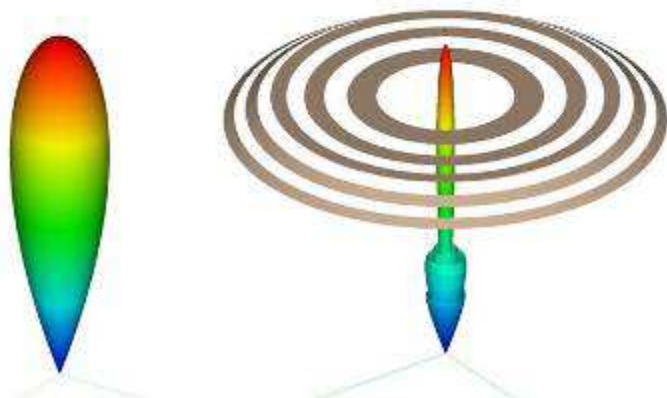


Фиг. 4 Конструкция на многокомпонентната френелова антена



Фиг. 5 ДН за главна поляризация от аналитичния модел (непрекъсната линия) и числения експеримент (пунктирна линия)

На фиг. 6 са показани пространствените диаграми на насоченост на облъчвателя и на многокомпонентната френелова антена с фокусиращата система в границите на θ от -20° до 20° .



Фиг. 6 Пространствени ДН на облъчвателя и ФА при $\theta = -20^\circ \div 20^\circ$ до 20° .

Заклучение

Получените резултати дават възможност да се приеме валидността на модела. По предложената методика могат да се изследват различни конструкции на фокусиращи системи разположени на осевосиметрични повърхности. За по-сложни фокусиращи системи предложената методика може да се използва след доуточняване на конкретната конструкция.

Благодарност: Л.П. Камбуров благодари за получената помощ и подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ПРОЕКТ BG051PO001—3.3.06.05 D01-89/19.03.2012

Литература

1. Hristo D. Hristov, “Fresnel Zones in Wireless Links, Zone Plate Lenses and Antennas”, Artech House, Boston, London, 2000
2. L. Leyten, “Fresnel Zone Plate Antenna Versus Parabolic Reflector Antenna”, Eindhoven University of Technology, Faculty of Electrical Engineering, Telecommunications Division Report, April 1991.
3. Л. П. Камбуров, Й. Р. Урумов и Х. Д. Христов. Френелови антени със сложни осевосиметрични фокусиращи системи, Юбилейна Научна сесия с международно участие “120 години Морско училище”, Варна, Май 14-15, 2001, т. 2, стр. 124-130.
4. Hristov H.D., L.P. Kamburov and R. Feick. Microwave Antenna with Compound Fresnel Zone-Plate Lens Conformal to Truncated Conical Dome. Proc. of 4th European Workshop on Conformal Antennas (EWCA-05), May 23-24, 2005, Stockholm, Sweden, pp. 113-116.

За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1
 Технически университет -Варна
 ФЕ, кат. КТТ
 гл. ас. д-р Любомир Петров Камбуров
 e-mail:
 lkamburov@mail.bg;
 lkamburov@tu-varna.bg