

КОНФОРМНИ ЕЛИПТИЧНИ ФРЕНЕЛОВИ ЛЕЩИ

Любомир Камбуров

Abstract: The present article presents Fresnel antennas with complicated focusing surfaces on several plate panels. This gives possibility to these type antennas to be conformed with surfaces of a lot of various real objects. Their focusing system consists of elliptical, the general case not full Fresnel zones. A mathematical model for measurement and analyzing of such antennas construction was suggested. The numerical experimental analyzes were carries out.

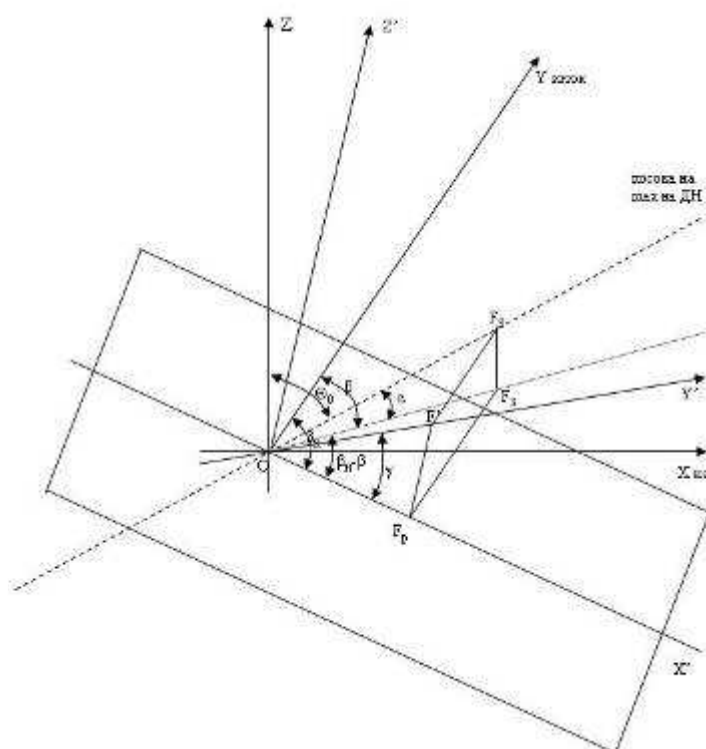
Key words: Fresnel zones, zone plate lenses and antennas, panel focusing systems.

1. Въведение

Все по-често в практиката се предпочита използването на конформни антени за осъществяване на комуникация между различни обекти [1]. Когато тези обекти са неподвижни, сравнително просто решение предлагат антените от френелов тип. Ако формата на тези обекти може да бъде разложена и представена като сума от определен брой плоски участъци с достатъчно големи размери, панелната конформна френелова антена ще представлява съвкупност от незавършени френелови зони върху „осветената” повърхност на обекта. При закриване на зони с определени номера (четни или нечетни), с абсорбиращ или отразяващ материал се подобряват насочените свойства на антената и се увеличава нивото на полезния сигнал в мястото на приемане.

2. Геометрия, оразмеряване и математичен модел

В практиката обикновено са известни положението на приемо- предавателя (фиг. 1), посоката на максимума на ДН на антената и положението на равнината на френеловата повърхност.



Фиг. 1 Геометрия за определяне границите на френеловите зони и полето на излъчване

Методиката за оразмеряване на Френелови зони на антени от тип „Конформни елиптични Френелови лещи” се състои [2] в определяне на началото O на локалната координатна система на панела, като пресечната точка с посоката на максималното излъчване, определяне на положението на проекцията на фокуса върху панела и осите на координатната система свързана с този панел и определяне на границите на френеловите зони. Посоката на максимално излъчване е зададена с ъгъла на

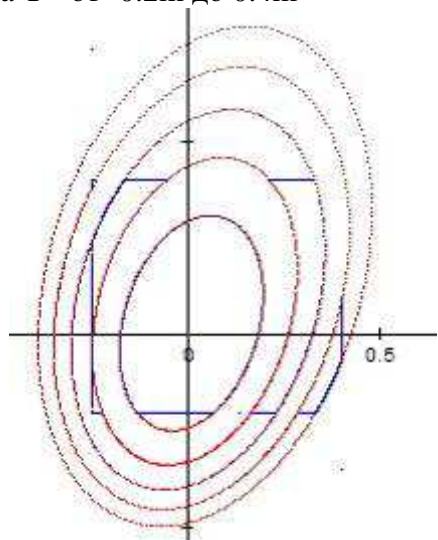
азимут α и ъгъла на елевация β . Положението на повърхнината (върху която се определят френеловите зони), се задава с ъгъл α_n между повърхнината и земната повърхност и ъгъл β_n между пресечната права на повърхнината със земната повърхност и географската посока изток (оста OY). Задават се и размерите на панела.

Определянето на френеловите зони в границите на панела се извършва в полярна координатна система:

$$\rho_m = \frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\alpha},$$

където $\alpha = 1 - \sin^2(\theta_0)\cos^2(\varphi')$;
 $\beta = -m\lambda \sin(\theta_0)\cos(\varphi')$;
 $\gamma = -(m\lambda/2)^2 - m\lambda F$ и ъгълът φ' се отчита от оста X' в равнината на панела.

На фиг. 2 са показани френеловите зони върху плоскост определена с ъглите $\alpha_n = 70^\circ$, $\beta_n = 120^\circ$ при посока на максимално излъчване $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$. Честотата на проектиране е $10GHz$, а фокусното разстояние $F = 1m$. На същата фигура са показани и частите от френеловите зони при размери на панела в координатната система $X'Y'$ по оста X' от $-0.25m$ до $0.4m$ и по оста Y' от $-0.2m$ до $0.4m$



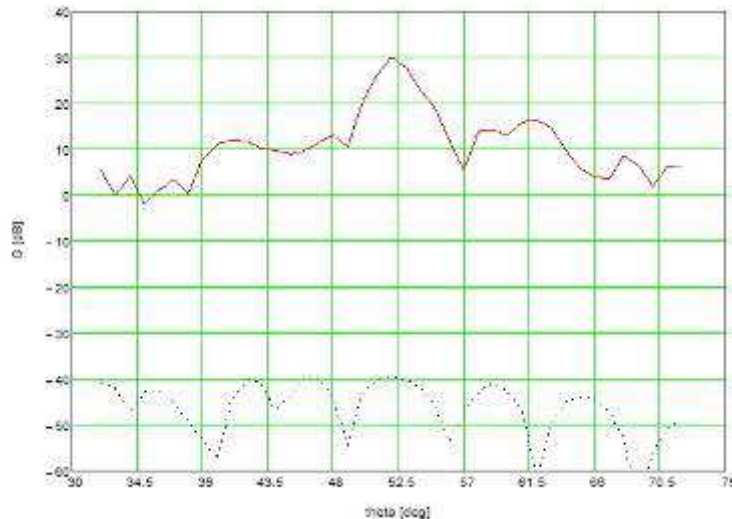
Фиг. 2 Граници на френеловите зони върху наклонен панел

Електрическото поле в далечната зона се определя съгласно методиката предложена

в [3] с отчитане на границите на интегриране на отворените части от френеловите зони разположени върху панела.

3. Числен анализ на конформни елиптични френелови лещи

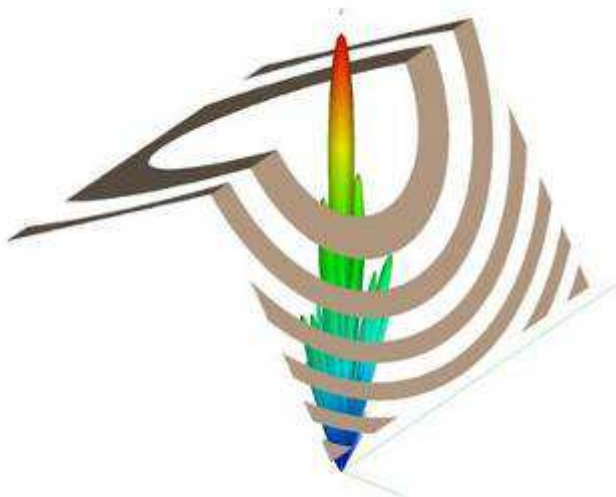
Направено е изследване на електрическите характеристики на разгледаната антенна конструкция. Диаграмата на насоченост на антената за главната и кросполяризацията е представена на фиг. 3. Изчисленията са направени за ъгъл $\varphi = 45^\circ$, където кросполяризацията съставлява е най-голяма. Ширината на главния лист е 2.1° , коефициентът на усилване на антената $G = 30dB$. Нивото на първия страничен лист е $-14.3dB$. Посоката на главния лист е $\theta_0 = 52^\circ$ и съвпада с ъгъла между избраната посока на максимално излъчване и плоскостта на панела. Известната несиметрия в ДН се дължи на несимитрията във фокусиращата система.



Фиг. 3 ДН за главна и крос-поляризация

Практически интерес представляват ФА с фокусираща система разположена върху две „осветени” повърхности, сключващи помежду си определен ъгъл. Изследвана е конформна ФА с панел 1 с ъгъл, определящ посоката на максимално излъчване на антената $\alpha_1 = 30^\circ$. За панел 2 ъгълът определящ посоката на максимално излъчване на антената е $\alpha_2 = 120^\circ$. Ъгълът между двата панела е 90° .

На фиг. 4 е показана френелова антена с конформна двупанелна фокусираща система и диаграмата на насоченост в резултат на числения експеримент.



Фиг. 4.3.11 Двупанелна ФА с 11 зони симулирана в ФЕКО

Заклучение

Предложената методика позволява построяването на френелови зони върху „осветените” плоски панели на конформни френелови лещи, при известна посока на максимума на ДН на антената и избрано положение на облъчвателя. Получените резултати дават възможност да се приеме валидността на модела.

Благодарност: Л.П. Камбуров благодари за получената помощ и подкрепа на Проект №НП-7/2013г.: Изследване на електродинамични и електроакустични антени в безехова камера, финансиран целево от държавния бюджет.

Литература

1. Hristo D. Hristov, “Fresnel Zones in Wireless Links, Zone Plate Lenses and Antennas”, Artech House, Boston, London, 2000.
2. Houten J.M. van – “Analysis of phase – correcting and elliptical Fresnel – zone plate antenna” – Eindhoven University of Technology, 1993 г.

З. Урумов Й., Камбуров Л., Христов Х. - “Панелни конформни френелови лещи “ - доклад, ТУ - Варна, 2005 г.

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