

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА МНОГОДИАПАЗОННОЙ АНТЕННЫ

Нудьга А.А.

Севастопольский национальный технический университет
г. Севастополь, Украина

Антенное устройство – неотъемлемая составляющая любой приемо-передающей системы использующей радиоканал для передачи данных. Современные методы нахождения поля в дальней зоне зачастую сводятся к моделированию систем в пакетных продуктах. В связи с этим определенный интерес представляет электродинамический подход к решению задачи нахождения поля.

Рассмотрим геометрию многодиапазонной антенны, основанной на фрактальной салфетке Серпинского см. рис. 1.

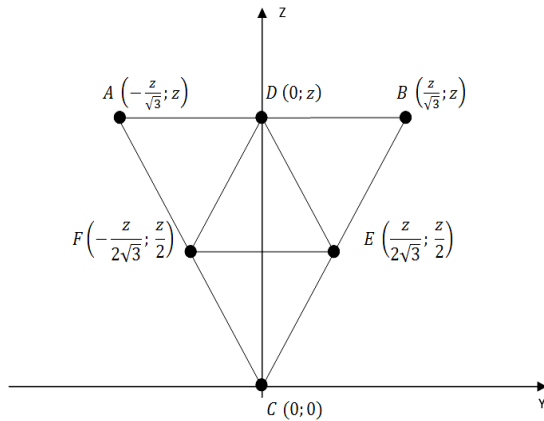


Рис.1. Фрактальная салфетка Серпинского

Треугольники ADF , DBE , FEC — металлические, а треугольник FDE — отверстие треугольной формы. Возбуждение структуры обеспечивается подключением внешнего источника в точке C .

В докладе рассмотрен метод определения поля излучения антенны, основанный на решении системы уравнений с неизвестными токами, текущими по ее поверхности. Каждый металлический

треугольник разбивается на элементарные площадки, в пределах которых ток считается постоянным и линейно поляризованным.

Необходимо найти напряженность электрического поля в точке наблюдения, расположенной в дальней зоне треугольника ABC (и элементарных площадок). По известной плотности токов в каждой точке антенны, можно рассчитать электромагнитное поле ее излучения [1].

Предположим, что токи $I_{11} \dots I_{ij}$ нам известны, тогда, зная их для каждого элементарного излучателя, определим напряженность электрического поля от каждой элементарной площадки по формуле [2]:

$$E(r, \vartheta) = I_{ct} \cdot \frac{\tilde{k}^2 Z_B l}{4\pi} \left\{ 2 \left[\frac{1}{(\tilde{k}r)^2} + \frac{1}{(\tilde{k}r)^3} \right] \cos \vartheta e_r + \left[\frac{1}{\tilde{k}r} + \frac{1}{(\tilde{k}r)^2} + \frac{1}{(\tilde{k}r)^3} \right] \sin \vartheta e_\vartheta \right\} e^{-\tilde{k}r} \quad (1)$$

где I_{ct} — ток неизменный по длине элементарного излучателя l ; \tilde{k} — комплексный коэффициент распространения волны в среде; Z_B — волновое сопротивление среды; r — расстояние от элементарного излучателя до точки наблюдения.

Чтобы найти общее поле антенны, необходимо, зная напряженность поля каждого элементарного излучателя, сложить их в точке наблюдения

$$E_{\Sigma} = \sum_{m=1}^n E_m,$$

где m — номер элементарной площадки;

n — количество площадок.

Из постановки начальных условий и геометрии задачи, составляющие напряженности поля элементарного треугольника в точке наблюдения вдоль осей Y и X равны нулю, т.е.

$$E_{\Sigma n}^Y = 0, \quad E_{\Sigma n}^X = 0. \quad (2)$$

Запишем уравнение для напряженности поля (1) с учетом перехода к декартовым координатам и используем условия задачи:

$$E(r_k^l, \vartheta_k^l, \varphi_k^l) = I_{ctk}^l \cdot \frac{k^2 Z_B l}{4\pi} \left\{ \begin{array}{l} 2 \left[\frac{1}{(kr_k^l)^2} - \frac{1}{i(kr_k^l)^3} \right] \cos \vartheta_k^{l2} - \\ - \left[\frac{1}{ikr_k^l} + \frac{1}{(kr_k^l)^2} - \frac{1}{i(kr_k^l)^3} \right] \sin \vartheta_k^2 \end{array} \right\} \cdot e^{-ikr_k^l} \cdot e_z. \quad (3)$$

Запишем граничные условия для любой элементарной площадки k :

$$E_{\Sigma n}^z = 0. \quad (4)$$

Для каждого треугольника — элементарной площадки запишем систему уравнений, учитывая граничные условия (4) для Z компоненты:

$$\begin{cases} 0 + E_2 + \dots + E_n + E_{is} = 0 \\ E_1 + 0 + \dots + E_n + E_{is} = 0 \\ \dots \dots \dots \\ E_1 + E_2 + \dots + 0 + E_{is} = 0 \end{cases}, \quad (5)$$

где E_{is} — напряженность электрического поля создаваемого источником возбуждения.

Подставляя в (5) упрощенное уравнение (3) и решая данную систему, находим все сторонние токи на всех элементарных площадках.

Исходя из вышеизложенного, разрабатывается программа расчета диаграммы направленности модифицированной антенны Серпинского.

Литература:

1. Ашихмин А.В. Анализ направленных свойств плоского биконического вибратора / А.В. Ашихмин, В.К. Маршаков, А.П. Преображенский // Вестник ВГУ Сер. Физика. Математика сб. науч. тр. — Воронеж, 2005, №1. — С. 13 — 19.
2. Семенов Н.А. Техническая электродинамика/Семенов Н.А. М. Связь, 1973. 480 с.