

Общедоступный материал

1.К вычислению электромагнитных полей диполей

Поле (в дальней зоне) электрического диполя Герца, помещённого в начало координат и ориентированного вдоль единичного вектора \mathbf{a} :

$$\mathbf{H} = C^e [\mathbf{a}, \mathbf{e}_r] \frac{e^{-ikR}}{R}; \quad \mathbf{E} = W_0 [\mathbf{H}, \mathbf{e}_r]; \quad \text{где } C^e = i \frac{I^e k l^e}{4\pi}$$

Следующая перестановка не меняет уравнений Максвелла, используется для получения поля магнитного диполя:

$$\mathbf{E} \Rightarrow \mathbf{H} \quad \mathbf{H} \Rightarrow -\mathbf{E} \quad \mathbf{j}^e \Rightarrow \mathbf{j}^m$$

$$\varepsilon \Rightarrow \mu \quad \mu \Rightarrow \varepsilon \quad \mathbf{j}^m \Rightarrow -\mathbf{j}^e$$

Электрическое поле совокупности электрического и магнитного диполей:

$$\mathbf{E} = A \left\{ W_0 e^{ik(\mathbf{R}^e, \mathbf{e}_r)} \left[[\mathbf{J}^e, \mathbf{e}_r], \mathbf{e}_r \right] - e^{ik(\mathbf{R}^m, \mathbf{e}_r)} [\mathbf{J}^m, \mathbf{e}_r] \right\};$$

Для расчёта в сферической системе координат используется таблица:

	\mathbf{e}_r	\mathbf{e}_ϑ	\mathbf{e}_φ
\mathbf{e}_x	$\sin \vartheta \cos \varphi$	$\cos \vartheta \cos \varphi$	$-\sin \varphi$
\mathbf{e}_y	$\sin \vartheta \sin \varphi$	$\cos \vartheta \sin \varphi$	$\cos \varphi$
\mathbf{e}_z	$\cos \vartheta$	$-\sin \vartheta$	0

Диаграммы направленности по разному ориентированных элементарных диполей:

электрический диполь	магнитный диполь
$\mathbf{e}_x: \quad \mathbf{E} \doteq \dot{I}_x^e W_0 (-\cos \vartheta \cos \varphi \mathbf{e}_\vartheta + \sin \varphi \mathbf{e}_\varphi)$	$\mathbf{E} \doteq \dot{I}_x^m (\sin \varphi \mathbf{e}_\vartheta + \cos \vartheta \cos \varphi \mathbf{e}_\varphi)$
$\mathbf{e}_y: \quad \mathbf{E} \doteq \dot{I}_y^e W_0 (-\cos \vartheta \sin \varphi \mathbf{e}_\vartheta - \cos \varphi \mathbf{e}_\varphi)$	$\mathbf{E} \doteq \dot{I}_y^m (-\cos \varphi \mathbf{e}_\vartheta + \cos \vartheta \sin \varphi \mathbf{e}_\varphi)$
$\mathbf{e}_z: \quad \mathbf{E} \doteq \dot{I}_z^e W_0 \sin \vartheta \mathbf{e}_\vartheta$	$\mathbf{E} \doteq -\dot{I}_z^m \sin \vartheta \mathbf{e}_\varphi$

Поляризационные соотношения:

$$\begin{aligned} \mathbf{E} &= E_\vartheta \mathbf{e}_\vartheta + E_\varphi \mathbf{e}_\varphi = E_{\text{прав}} \mathbf{e}_{\text{прав}} + E_{\text{лев}} \mathbf{e}_{\text{лев}}; \\ E_{\text{прав}} &= |E_{\text{прав}}| e^{ia_{\text{прав}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} (E_\varphi + iE_\vartheta); \\ E_{\text{лев}} &= |E_{\text{лев}}| e^{ia_{\text{лев}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} (E_\varphi - iE_\vartheta); \\ K_{\text{эл}} &= \frac{|E_{\text{прав}}| - |E_{\text{лев}}|}{|E_{\text{прав}}| + |E_{\text{лев}}|}; \quad \alpha_{\text{бол.оси эл}} = \frac{a_{\text{прав}} - a_{\text{лев}}}{2}; \end{aligned}$$

2. Антенны бегущей волны

Условие оптимальности:

$$\Psi_{\max} = \frac{kL}{2}(1 - \xi) = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \xi_{opt} = 1 + \frac{\lambda}{2L}$$

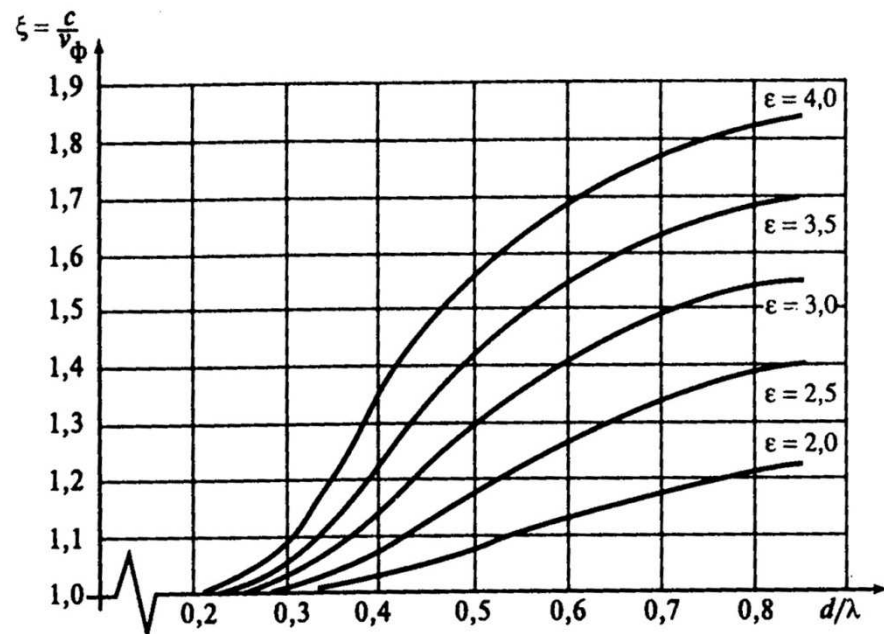
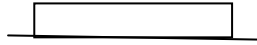


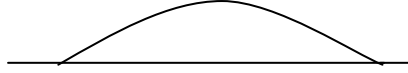
Рис. 1. Коэффициент замедления диэлектрической антенны

3. Апертурные антенны

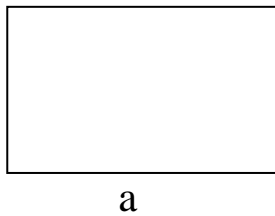


$$F(\vartheta) = \frac{\sin(0.5ka \sin \vartheta)}{(0.5ka \sin \vartheta)};$$

Первый нуль: $0.5ka \sin \vartheta_0 = \pi$



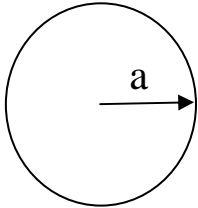
$$F(\vartheta) = \frac{\cos(0.5ka \sin \vartheta)}{1 - \left(\frac{0.5ka \sin \vartheta}{\pi/2} \right)^2}; \text{ Первый нуль: } 0.5ka \sin \vartheta_0 = \frac{3}{2}\pi$$



$$F(\vartheta, \varphi) = \frac{\cos(0.5ka \sin \vartheta \cos \varphi)}{1 - \left(\frac{0.5ka \sin \vartheta \cos \varphi}{\pi/2} \right)^2} \frac{\sin(0.5kb \sin \vartheta \sin \varphi)}{(0.5kb \sin \vartheta \sin \varphi)};$$

(Равномерное распределение): $F(\vartheta) = 2J_1(ka \sin \vartheta)/(ka \sin \vartheta)$; Первый нуль:

$$ka \sin \vartheta_0 \approx 3.83 \quad (J_1(3.83) \approx 0)$$



(Спадающее к краям): $F(\vartheta) = \frac{J_0(ka \sin \vartheta)}{1 - (ka \sin \vartheta / \zeta_{01})^2}$, ζ_{01} - первый нуль функции

Бесселя, $\zeta_{02} \approx 5.52$ - второй нуль функции Бесселя: $J_0(5.52) \approx 0$;

Коэффициент усиления: $G = \frac{4\pi S_{ef}}{\lambda^2}$; $S_{ef} = S_{geom} K$; K - это КИП

Для оптимального рупора фазовая ошибка на краю раскрыва:

$\pi/2$ - для равномерного распределения,

$3\pi/4$ - для косинусоидального или параболического, спадающего к краю до нуля.

Соотношение между диаметром раскрыва, фокусным расстоянием и углом облучения:

$$\operatorname{tg} \frac{\vartheta_0}{2} = \frac{D}{4F}$$