

Темы для повторения

Уравнение Максвелла, дифференциальные уравнения, уравнения Д'Аламбера, полупроводниковые устройства (от диодов до микросхем, аналоговая / цифровая схемотехника.) Мониторы (жидкокристаллические) - оптика (поляризация). Системы хранения информации: магнитные носители, SSD - ферромагнетики, гистерезис / квантовая механика. **Преобразование Фурье**. Печатающие устройства - струйные и сублимационные. Квантовые компьютеры.

1 Электромагнитная теория волноводов

Уравнение Максвелла для плоской волны:

Примечание. дифференциальная форма

$$\begin{cases} \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \vec{j} - \text{плотность тока} \\ \operatorname{div} \vec{D} = \rho, \rho - \text{объёмная плотность заряда} \\ \vec{B} = 0 \\ \vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H} \\ \vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{E} \end{cases}$$

1. Закон Фарадея. Переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое.
2. Закон полного тока. Переменное электрическое поле порождает вихревое магнитное.
3. Закон полного тока.
4. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Источником электростатического поля являются заряды.
5. Теорема Гаусса для магнитного поля.

\vec{B} - индукции магнитного поля [Тл], \vec{D} - индукция электрического поля [Кл/м²], \vec{H} - напряжённость магнитного поля [А/м], \vec{E} - напряжённость электрического поля [В/м].

$$\nabla = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{bmatrix} - \text{оператор Набла}$$
$$\nabla\varphi = \vec{i} \frac{\partial\varphi}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial\varphi}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial\varphi}{\partial z} = \operatorname{grad} \varphi$$
$$\vec{E} = \operatorname{grad} \varphi$$
$$\nabla \cdot \vec{D} = \operatorname{div} \vec{D} = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z}$$

вектор \rightarrow скаляр

$$\nabla \times \vec{E} = \text{rot } \vec{E} = \det \begin{bmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{bmatrix}$$

$\text{rot } \vec{E} \neq 0$ – вихревое поле

$\vec{E} = \text{grad } \varphi$ – потенциальное поле

1.1 Волноводы. Дисперсионные уравнения.

Основная проблема антенн - волна распространяется во все стороны, направить, конечно, можно, но это очень затратно.

Есть ещё вариант передачи - волноводы. Делятся на СВЧ (10-100 ГГц) и оптические (400-600 нанометров) и периодически-диафрагмированные волноводы.

СВЧ техника не любит, когда в волноводах возникают вакуумные полости или острые углы - могут возникать пробой \rightarrow делают скруглёнными, что с аналитической точки зрения - СМЭРТЬ.

1.1.1 Продольно-однородные волноводы

Для продольно-однородных волноводах можно доказать, что все компоненты электромагнитного поля выражаются через продольные компоненты, где E_z H_z .

$$E_z, E_\theta, E_r$$

$$H_z, H_\theta, H_r$$

E_z, H_z - продольные компоненты. $E_\theta, E_r, H_\theta, H_r$ - поперечные компоненты.

$$\begin{cases} E_z = 0 \\ \frac{\partial H_z}{\partial r} = 0 \end{cases}$$

Все касательные компоненты непрерывны (первые две):

$$\begin{cases} E_z = \text{const} \\ H_z = \text{const} \\ E_r \varepsilon = \text{const} \\ H_r \mu = \text{const} \end{cases}$$

Нормальные компоненты (вторые две) - разрыв.

Определение 1.1 - Фазовая скорость.

Фазовая скорость - это физическая величина, которая может быть больше скорости света.

Содержание

| | | |
|----------|---------------------------------------------|----------|
| 1 | Электромагнитная теория волноводов | 1 |
| 1.1 | Волноводы. Дисперсионные уравнения. | 2 |
| 1.1.1 | Продольно-однородные волноводы | 2 |