

Исследование электромагнитной совместимости группы антенн размещенных на площадке ограниченных размеров.

выполнена

студенткой группы ФРМ-702-О

Майненгер К.А.

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент кафедры ЭФиР

Болецкая Т.К

Рис.1. Оснащенный радиоцентр.



Основными источниками взаимных помех являются:

- сигналы, поступающие в радиотехническую систему через антенну;
- электромагнитные связи между элементами систем
- паразитные электромагнитные связи в антенно-фидерных линиях.

Рис.2. Корабль «Маршал Крылов»



Рис.3. Крыша жилого дома.



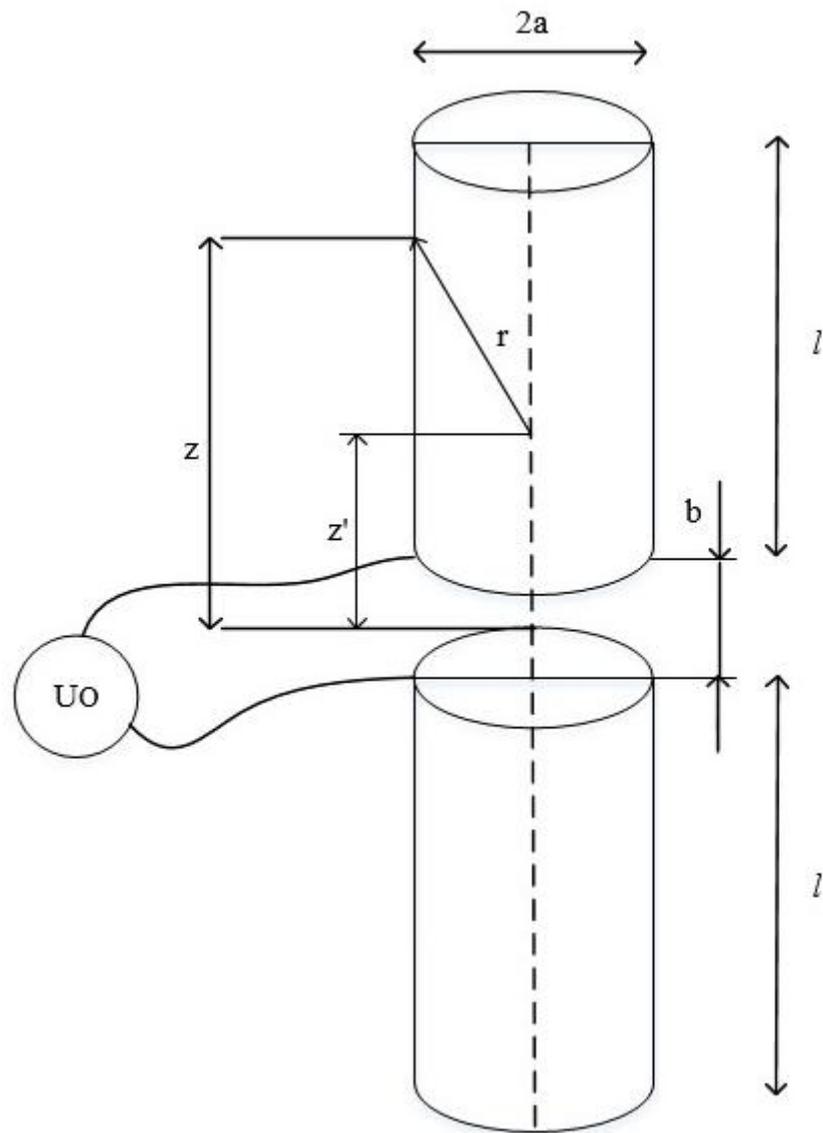
Коэффициент развязки

$$b = \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1 U_1}{I_2^2 Z_H} = \frac{P_1 Z_H}{U_2^2}$$

Для достижения этой цели нужно решить следующие задачи:

- Изучить литературу, посвященную методам расчета проволочных антенн.
- Найти решение уравнений Максвелла для проволочной антенны.
- Провести расчеты элементарных проволочных излучателей изученными методами.
- Определить коэффициент развязки, как меру электромагнитной совместимости антенн, и метод его вычисления.

Рис. 4. Симметричный вибратор



Уравнения Максвелла

$$\mathit{rot}E = -i\omega\mu H \quad (1)$$

$$\mathit{rot}H = J + i\omega\varepsilon E \quad (2)$$

$$E = -i\omega A - \frac{i}{\omega\varepsilon\mu} \mathit{grad} \mathit{div} A \quad (3)$$

$$H = \frac{1}{\mu} \mathit{rot} A \quad (4)$$

Постановка задачи

$$A = \frac{\mu}{4\pi} \int_{\nu} J \frac{e^{-i\beta r}}{r} d\nu \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 A_z}{\partial z^2} + \beta^2 A_z = 0 \quad |z| > b/2 \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 A_z}{\partial z^2} + \beta^2 A_z = i\omega\varepsilon\mu E(z) \quad |z| \leq b/2 \quad (7)$$

Уравнение Галлена:

$$\int_{-i}^i I(z') K(z, z') dz' = -i \frac{U_0}{60} \sin \beta |z| \quad (8)$$

$$K(z, z') = e^{-i\beta z/r} - \cos(\beta z) e^{-i\beta r_0/r_0} \quad (9)$$

Методы решений уравнения Галлена

- Метод моментов
- Метод последовательных приближений

Решение уравнения Галлена методом последовательных приближений

$$\begin{aligned} \int_{-l}^l I(z') \frac{e^{-i\beta r}}{r} dz' &= \int_{-l}^l [I(z) - I(z) + I(z') e^{-i\beta r}] \frac{dz'}{r} = \\ &= I(z) \int_{-l}^l \frac{dz'}{r} + \int_{-l}^l [I(z') e^{-i\beta r} - I(z)] \frac{dz'}{r} \end{aligned} \quad (10)$$

$$I_0(z) = \frac{1}{\Omega} \left(C \left(\cos \beta z - i \frac{U_0}{60} \sin \beta l \right) - i \frac{U_0}{60} (\sin \beta |z| - \sin \beta l) \right) \quad (11)$$

$$I_1(z) = \frac{1}{\Omega} \left[C \left(F_0(z) - \frac{F_1(z)}{\Omega} \right) \right] - i \frac{U_0}{60} \left(G_0(z) - \frac{G_1(z)}{\Omega} \right) \quad (12)$$

$$I(z) = i \frac{U_0}{60\Omega} \left[\frac{\sin \beta(1-|z|) + \frac{\chi}{\Omega} + \dots}{\cos \beta l + \frac{\tau_F}{\Omega} + \dots} \right] \quad (13)$$

$$I(z) = I \sin \beta (l - |z|) \quad (14)$$

Основные характеристики антенны

- - диаграмма направленности (ДН)
 - - входное сопротивление
 - - коэффициент направленного действия (КНД)
 - - взаимные сопротивления в системе антенн
- и т.д.

Коэффициент развязки

$$b = \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1 U_1}{I_2^2 Z_H} = \frac{P_1 Z_H}{U_2^2} \quad (15)$$

$$\begin{cases} U_1 = I_1 Z_{11} + I_2 Z_{12} : & (16) \\ 0 = I_1 Z_{21} + I_2 (Z_{22} + Z_H) \end{cases}$$

$$b = \frac{(Z_{22} + Z_H)(Z_{11}(Z_{22} + Z_H) - Z_{12}Z_{21})}{Z_{21}^2 Z_H} \quad (17)$$

Заключение

- При выполнении курсовой работы была обоснована актуальность поставленной задачи. Изучены методы электродинамического анализа проволочных антенн и описаны методы определения распределения тока вдоль них.
- Сформулирован способ оценки электромагнитной совместимости антенн, посредством коэффициента развязки, а так же метод расчета последнего.
- Далее предполагается выполнение оценки ЭМС для конкретной модели.

Список литературы:

- Айзенберг Г.З., Белоусов С.П. и др. Коротковолновые антенны – М.: Радио и связь, 1985
- Севостьянов С.В. Расчет развязки антенн на основе их электродинамического анализа – Антенны, №1 (2002), стр. 59-64
- Перфилов О.Ю. Исследование взаимных влияний проволочных антенн – Антенны, №8-9 (2002), стр.23 – 38
- Юрцев О.А., Улановский А.В. и др. Численное моделирование проволочных антенн – Минск: БГУ, 2002
- Флетчер К. Численные методы на основе метода Галеркина – М.: Мир, 1988

Спасибо за внимание!