

24. Seminar Radijske Komunikacije

Postopki računalniške simulacije anten s praktičnimi zgledi

Matjaž Vidmar

LSO, FE, Ljubljana, 5.–7.2.2020

Seznam prosojnic: Postopki računalniške simulacije anten s praktičnimi zgledi

- 1 – Maxwellove enačbe v časovnem in frekvenčnem prostoru
- 2 – Odvodi skalarnih in vektorskih funkcij
- 3 – Neposredna rešitev Maxwellovih enačb
- 4 – Skalarni in vektorski potencial
- 5 – Zakasneni potenciali

Časovni prostor

Ampère $\text{rot } \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Faraday $\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

Gauss $\text{div } \vec{D} = \rho$

Frekvenčni prostor $\frac{\partial}{\partial t} \rightarrow j\omega$

Ampère $\text{rot } \vec{H} = \vec{J} + j\omega \epsilon \vec{E}$

Faraday $\text{rot } \vec{E} = -j\omega \mu \vec{H}$

Gauss $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon}$

Preprosta snov

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{J} + \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\text{rot } \vec{E} = -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$$

$$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon}$$

*Diferencialna
oblika v
elektrodinamiki!*

Smerni odvod

$$\text{grad } T = \nabla T = \vec{1}_{q_1} \frac{1}{h_1} \frac{\partial T}{\partial q_1} + \vec{1}_{q_2} \frac{1}{h_2} \frac{\partial T}{\partial q_2} + \vec{1}_{q_3} \frac{1}{h_3} \frac{\partial T}{\partial q_3}$$

Izvornost

$$\text{div } \vec{F} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \left[\frac{\partial (h_2 h_3 F_1)}{\partial q_1} + \frac{\partial (h_1 h_3 F_2)}{\partial q_2} + \frac{\partial (h_1 h_2 F_3)}{\partial q_3} \right]$$

Vrtinčenje

$$\text{rot } \vec{F} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \begin{vmatrix} h_1 \vec{1}_{q_1} & h_2 \vec{1}_{q_2} & h_3 \vec{1}_{q_3} \\ \frac{\partial}{\partial q_1} & \frac{\partial}{\partial q_2} & \frac{\partial}{\partial q_3} \\ h_1 F_1 & h_2 F_2 & h_3 F_3 \end{vmatrix}$$

Koordinate

$$q_1, q_2, q_3$$

Faktorji skale
(Lamé)

$$h_1, h_2, h_3$$

Antenska naloga: izvori $\vec{J}, \rho \rightarrow$ polja \vec{E}, \vec{H}

Gostota prevodniškega toka \vec{J} [A/m²]

Gostota elektrine ρ [As/m³]

Laplace $\Delta \vec{F} = \text{grad}(\text{div} \vec{F}) - \text{rot}(\text{rot} \vec{F})$

Valovna enačba za \vec{E} [V/m]

$$\Delta \vec{E} + \omega^2 \mu \epsilon \vec{E} = j \omega \mu \vec{J} + \frac{1}{\epsilon} \text{grad} \rho$$

Valovna enačba za \vec{H} [A/m]

$$\Delta \vec{H} + \omega^2 \mu \epsilon \vec{H} = -\text{rot} \vec{J}$$

3 – Neposredna rešitev Maxwellovih enačb

*Uporabno v
prostoru brez
izvorov*

$$\vec{J} = 0 \quad \rho = 0$$

oziroma v

izgubni snovi

$$\vec{J} = \gamma \vec{E}$$

