EMW Übungsblatt 03

Abgabe bis zum 22.11.2021 um 12:00 via ILIAS

Aufgabe 6:

Für sich in z-Richtung ausbreitende ebene Wellen in homogenen, linearen Medien liefert die Wellengleichung zwei unabhängige Differentialgleichungen für die x- und y-Komponenten des elektrischen (bzw. magnetischen) Feldes. Diese beiden Komponenten sind folglich unabhängig voneinander und beeinflussen sich (im linearen Medium) nicht gegenseitig. Die Polarisation des resultierenden elektrischen Feldes beschreibt die Schwingungsrichtung, welche durch das Amplituden- und Phasenverhältnis der transversalen Komponenten bestimmt wird. Als Ansatz für diese Transversalkomponenten in $z = 0$ wählen wir

$$E_x(t) = E_x \cos(\omega t + \varphi_x) = E_0\, a_x \cos(\omega t + \varphi_x)$$
$$E_y(t) = E_y \cos(\omega t + \varphi_y) = E_0\, a_y \cos(\omega t + \varphi_y)\,,$$

wobei folgende Parameter bekannt sind: $E_0 = 22\,\mathrm{V/m},\ a_x = 1/\sqrt{3},\ \varphi_x = \pi/3,\ \varphi_y = 0.$

a) Ermitteln Sie die fehlende normierte Amplitude a_y sowie die Amplituden E_x und E_y. Formulieren Sie die transversalen Komponenten der reellwertigen elektrischen Felder $E_x(t)$ und $E_y(t)$.

b) Formulieren Sie nun die elektrischen Feldkomponenten mit der komplexen Zeigerschreibweise um. Wie lautet der Jones-Vektor $\underline{\mathbf{a}}$ der gesamten Welle?

c) Skizzieren Sie die Projektion des resultierenden Feldes $\mathbf{E}(t) = E_x(t)\,\mathbf{e}_x + E_y(t)\,\mathbf{e}_y$ in einen E_x-E_y Graphen. Um welchen Polarisationszustand handelt es sich unter Annahme der gegebenen Parameter?

d) Wie muss die Phase φ_x angepasst werden, um eine linear polarisierte Welle zu erhalten? Welche Parameter müssen wir wählen, um eine zirkular polarisierte Welle zu beobachten?

Aufgabe 7:

Gegeben sei das magnetische Feld eines Hertzschen Dipols der Länge Δs in Kugelkoordinaten. Der Dipol befinde sich im Vakuum.

$$\underline{\mathbf{H}} = \frac{\underline{I}_0 \Delta s}{4\pi} \left(\mathrm{j}\, \frac{k}{r} + \frac{1}{r^2} \right) e^{\mathrm{j}(\omega t - kr)} \; \sin(\vartheta)\, \mathbf{e}_\phi \, .$$

a) Berechnen Sie das magnetische Vektorpotential $\underline{\mathbf{A}}$ des Dipols in Kugelkoordinaten.

Hinweis 1: Der Zusammenhang zwischen der magnetischen Flussdichte $\underline{\mathbf{B}}$ und dem magnetischen Vektorpotential $\underline{\mathbf{A}}$ ist durch $\underline{\mathbf{B}} = \nabla \times \underline{\mathbf{A}}$ gegeben.

Hinweis 2: Gehen Sie davon aus, dass in der Gleichung für $\underline{\mathbf{H}}$ der erste Term in der Klammer auf die Winkelkomponente des magnetischen Vektorpotentials $\underline{A}_\vartheta$ und der zweite Term auf dessen Radialkomponente $\underline{A}_r$ zurückzuführen ist.

b) Zerlegen Sie das magnetische Feld in Nah- und Fernfeldanteile und begründen Sie die Zuordnung.

c) Berechnen Sie das elektrische Feld des Dipols im gesamten Raum. Benennen Sie in Ihrer Lösung die Nahfeld- und Fernfeldanteile.

d) Berechnen Sie die mittlere Leistungsdichte im Nah- und Fernfeld. Was fällt dabei auf?

Fragen und Anregungen:

Bitte nutzen Sie das ILIAS Forum wann immer es möglich ist. Auf diese Weise können alle, die an der Veranstaltung EMW teilnehmen, von den Antworten sowie der entstehenden Diskussion profitieren. Unabhängig davon erreichen Sie uns bei Bedarf wie folgt

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel: sebastian.randel@kit.edu
Patrick Matalla: patrick.matalla@kit.edu
Jonas Krimmer: jonas.krimmer@kit.edu