

Wellenausbreitung

Prüfung vom 20.6.2005

Erstellt am 10. Oktober 2005

1 Theorie (20%)

Zu Beginn sind die 10 Theoriefragen zu beantworten. Dabei ist die Formelsammlung nicht erlaubt. Ist dieser Teil beendet, so wird er abgegeben, und man erhält die restliche Prüfung und eine Formelsammlung.

1. Was ist die Eindringtiefe? (2%)
2. Wie sind die Poyntingvektoren \vec{P} und \vec{T} definiert? Was ist die Blindleistungsflußdichte? (2%)
3. Ist bei einem Rechteckhohlleiter ($a = 3\text{cm}$, $b = 1,8\text{cm}$) bei den Frequenzen $f = 1\text{GHz}$, $f = 10\text{GHz}$ Ausbreitung möglich? Welche Moden sind ausbreitungsfähig? (2%)
4. Wie hängen die dielektrischen Verluste in der Mikrostreifenleitung von der Frequenz ab? $\alpha_D \propto \omega^a$, $a = ?$. Ist das gut oder schlecht? (2%)
5. Wie ist der Zusammenhang zwischen λ und c_{ph}/c_{gr} (Skizze)? (2%)
6. Wie lauten die vier Maxwell-Gleichungen in differentieller Form? (2%)
7. Welche Eigenschaften besitzt ein Hertz'scher Dipol? (2%)
8. Nennen Sie drei wesentliche Vorteile drahtloser Übertragung! (2%)
9. Was verstehen Sie im Laborjargon unter Kreuzpolarisation? (2%)
10. Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren? (Mindestens 2 Antworten!) (2%)

2 Beispiele (80%)

2.1 Parallelplattenleitung (25%)

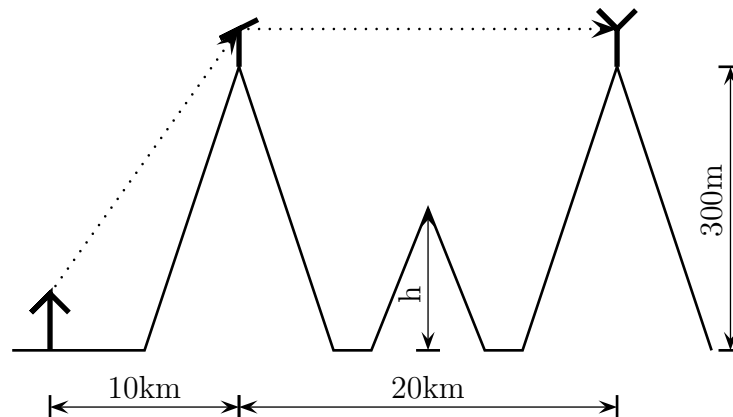
1. Leiten Sie den Dämpfungsbelag der abgebildeten Parallelplattenleitung mit dem Plattenabstand d und der Plattenbreite w ($w \gg d$) her! Nehmen Sie an, dass sich eine TEM-Welle in z-Richtung ausbreitet!

2. Finden Sie einen Ansatz für die Komponenten des gefragten Modus, der die Wellengleichung erfüllt (nachprüfen!)! Ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie sie an den Rand an! Welche Komponente verschwindet? (5%)
3. Zeichnen Sie die Feldbilder in zwei Ansichten! Erklären Sie die Auswirkungen der Näherung $w \gg d$! Welche Wellentypen sind prinzipiell auf dieser Leitung ausbreitungsfähig? (5%)
4. Berechnen Sie den Mediumswellenwiderstand, den Leitungswellenwiderstand und die Grenzfrequenz des gefragten Modus!
5. Berechnen Sie mittels der Power-Loss Methode den Dämpfungskoeffizienten für den gefragten Modus! Das Material sei durch $\sigma_{Cu} = 5,7 \cdot 10^7 \text{S/m}$ (nun nicht mehr verlustfrei) charakterisiert, die Frequenz sei 1GHz, $w = 20\text{mm}$, $d = 1,5\text{mm}$.
6. Berechnen und skizzieren Sie das Dispersionsdiagramm für den gefragten Modus!

2.2 Mikrostreifenleitung (15%)

Dimensionieren Sie eine Ω -Mikrostreifenleitung bei 12GHz. Als Trägermaterial ist ein Al_2O_3 Keramiksubstrat ($\epsilon_r = 10$) vorgesehen. Die Höhe des Trägermaterials ist $h = 0,8\text{mm}$! Erklären Sie jeden Schritt Ihrer Vorgangsweise!

2.3 Richtfunkstrecke (20%)



Gegeben sei eine Richtfunkstrecke mit folgenden Parametern:

- Frequenz: 1,5GHz
- Streuquerschnitt: $\sigma = 100\text{m}^2$
- Empfänger

- Rauschtemperatur: 1000K
 - Bandbreite: 5MHz
 - Abstand Trägerleistung - Rauschleistung: mindestens 20dB
 - Empfangsantenne:
 - Parabolspiegel $D = 2\text{m}$
 - Flächenwirkungsgrad 0,6
1. Wie groß darf die Höhe h werden? Argumentieren Sie Ihre Ergebnisse! (6%)
 2. Welchen EIRP (in Watt und dBW) muss die Sendeanlage erzeugen, damit der geforderte Träger-Rausch-Abstand am Empfänger erreicht wird? (10%)
 3. Berechnen Sie die Sendeleistung (in Watt und dBW), wenn der Sender eine baugleiche Parabolantenne ist! (4%)

2.4 Richtcharakteristik (20%)

Gegeben sei folgende Richtcharakteristik:

$$f(\theta, \phi) = \begin{cases} \cos^{20}(\theta) & , \text{für } 0 < \theta < \frac{\pi}{2} \\ 0 & , \text{für } \frac{\pi}{2} < \theta < \pi \end{cases}$$

1. Skizzieren Sie das Richtdiagramm! (10%)
2. Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel Ω_a und die Direktivität D ! (3%)
3. Berechnen Sie den Gewinn über den Hertz'schen Dipol G_{HD} und über den Isotropstrahler G_{ISO} ! (7%)