

Schriftl. Prüfung / **Beispiel 1**

Nachrichtentechnik Hochschule Mannheim

Fach: Höchsthfrequenztechnik (HT)

Tag: **drei Aufg. aus verschiedenen Terminen**

Hilfsmittel: Vorlesungsmitschrift, Rechner, Bücher LWL I,II

Name: .....

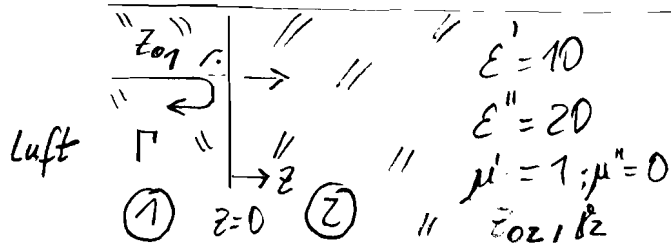
Semester 8N

Aufgabensteller: Prof. Dr. Timmermann

Bearbeitungszeit 2 h

**Aufg. 1** Zu untersuchen sind Reflexion und Transmission der senkrecht einfallenden ebenen Welle.

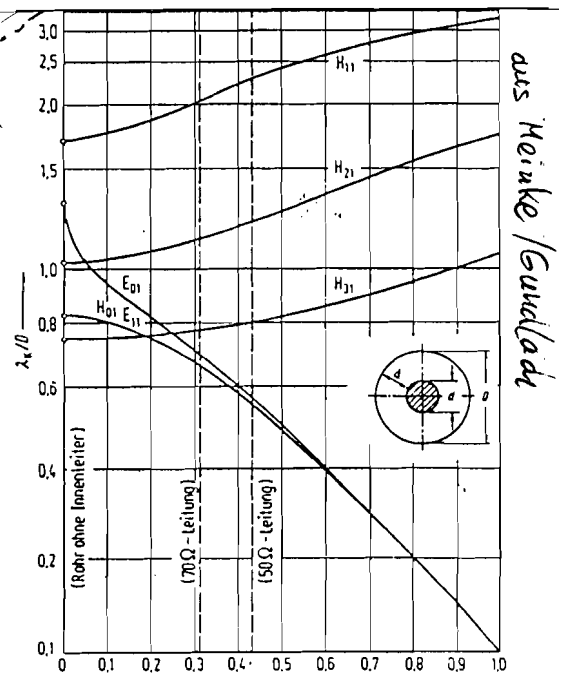
- Berechnen Sie die komplexen Wellenwiderstände  $Z_{01,2}$  zahlenmäßig.
- Wie groß ist der komplexe Reflexionsfaktor  $\Gamma$  betragsmäßig?
- Ermitteln Sie den reflektierten und in Bereich 2 den transmittierten Leistungsbruchteil.
- Man bestimme  $\gamma_2 = j\beta_2$  zahlenmäßig nach Real- und Imag.-teil für  $f = 300$  THz. Nach welcher Strecke ist die *elektrische Feldstärke*  $E$  auf  $1/e$  abgefallen?
- Welches  $\lambda_2$  würde sich im Bereich 2 errechnen sich, wenn  $\epsilon'' = 0$  wäre?



**Aufg. 3** Zu dimensionieren ist in a) u. b) ein luftgefülltes Koaxialkabel, das bis 46 GHz monomode ist und  $50 \Omega$  Wellenwiderstand der TEM-Grundwelle hat. Dafür gilt in Frage a) u. b)  $d/D = 0,43$ .

Mit steigender Frequenz werden nach der TEM-Welle ( $f_c = 0$ ) erwartungsgemäß höhere Wellentypen mit ansteigenden Grenzfrequenzen  $f_c$  ausbreitungsfähig. Für Grenzfrequenz  $f_c$  und Grenzwellenlänge  $\lambda_k$  des jeweiligen Wellentyps gilt im Diagramm die Umrechnung:  $\lambda_k = c_0/f_c$ .

- Benennen Sie mit *aufsteigender Frequenz* die jeweiligen  $\lambda_k/D$ -Werte der ersten 6 Wellentypen, die nach der TEM-Welle ( $f_c^{TEM} = 0$ ) ausbreitungsfähig werden.
- Man bestimme  $d$  und  $D$ , wenn erst bei 46 GHz die  $H_{11}$ -Welle ausbreitungsfähig werden soll.
- Nun sei mit  $d/D = 0$  ein Hohlleiter gegeben. Wie groß ist  $\lambda_k^{H_{11}}/D$  laut Diagramm? Schreiben Sie die  $f_c^{H_{11}}$ -Formel der Vorlesung auf  $\lambda_k^{H_{11}}/D$  um. Man vergleiche den Wert.



\*  
0,43

**Aufg. 3** Zu untersuchen ist ein sehr spezieller optischer (Geradeaus-) Empfänger mit Intensitätsmodulation durch ein harmonisches Signal im Basisband  $0.. B_H$ .

- Geben Sie entsprechend Vorlesung das Signal-zu-Rausch-Verhältnis  $S/N$  in nicht normierter Form für Empfang mit einer PIN-Photodiode an.
- Spezialisieren Sie auf  $I_D \gg I_0$  (Dunkelstrom  $I_D \gg$  Primärphotostrom  $I_0$ ), und geben Sie die erforderliche optische DC-Leistung  $P_0$  als Fktn. von Modulationsgrad  $m$ , Störabstand  $S/N$ , Empfangsbandbreite  $B_H$  und äquivalentem Verstärkerrauscheffektivwert  $\sqrt{I_{ar}^2(t)}$  an.
- Nehmen Sie weiter gleichzeitig an: a)  $m = 100\%$ , b) weißes Rauschen und c)  $S/N = 1$ . Wie lautet dann die durch  $NEP = P_0/\sqrt{B_H}$  definierbare Größe? ( $NEP =$  noise equivalent power)
- Zerlegen Sie  $NEP$  durch den Ansatz  $NEP^2 = NEP_{PIN}^2 + NEP_{Verst}^2$ , und berechnen Sie beide  $NEP$ -Anteile für  $E = 0,5$  A/W;  $a = 4KT/1$  M $\Omega$  und  $I_D = 1$  nA.

Schriftl. Prüfung / **Beispiel 2**

Nachrichtentechnik Hochschule Mannheim

Fach: Höchsthfrequenztechnik (HT)

Tag: **drei Aufg. aus verschiedenen Terminen**

Hilfsmittel: Vorlesungsmitschrift, Rechner, Bücher LWL I,II

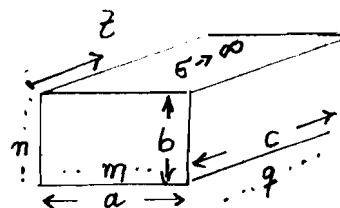
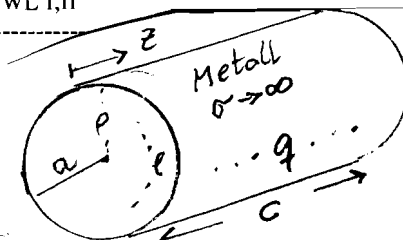
Name: .....

Semester 8N

Aufgabensteller: Prof. Dr. Timmermann

Bearbeitungszeit 2 h

**Aufg. 4** Bei einem Rundhohlleiter mit Wellenausbreitung in z-Richtung ist die Separationsbedingung auf den Fall eines zylindrischen Resonators umzuschreiben.



- Schreiben Sie die bekannte Separationsbedingung für den Rundhohlleiter und zum Vergleich auch für den Rechteckhohlleiter hin.
- Wie ist zunächst beim Rechteckhohlleiter  $\beta^2$  zu substituieren, wenn nun bei  $z=0$  und  $z=c$  ideal leitende Metallflächen angebracht werden, so daß in z-Richtung  $q$  stehende Wellen entstehen. Wie ist analog beim Rundhohlleiter  $\beta^2$  zu ersetzen, wenn dort bei  $z=0$  und  $z=c$  ebenso die Enden mit Metallflächen geschlossen werden (Ordnungsindex sei ebenfalls  $q$ )?
- Wie lauten die Wellentypen, und welche Resonanzfrequenzen haben die Resonatoren?

**Aufg. 5** Zu untersuchen ist ein Empfänger für intensitätsmodulierte optische Signale im Basisband. Es ist zu prüfen, ob sich eine APD anstelle einer PIN-Photodiode lohnt.

- Wie groß ist das äquivalente Verstärkerrauschen  $\sqrt{I_{\text{ag}}^2(t)}$  bei quadratisch angenommenen äquivalenten Rauschspektrum  $d|I_a|^2/df = a + b f^2$  parallel zum Primärphotostrom  $I_0$ ?
- Welches normierte Verstärkerrauschen  $N_v$  folgt? Wie groß ist der bestmögliche Störabstand  $S_Q$  allein durch Quantenrauschen (ohne Multipl.-rauschen / Verst.-rauschen)?
- Berechnen Sie den optimalen Multiplikationsfaktor  $M_{\text{opt}}$  aus der exakten Lösung der kubischen Gleichung und aus der bekannten Näherung. Ist die Näherung anwendbar?
- Welches  $F_A$  und  $S/N$  folgt für PIN und APD bei  $M_{\text{opt, exakt}}$ . Wieviel dB ist der Störabstand bei der APD besser als bei der PIN-Photodiode?

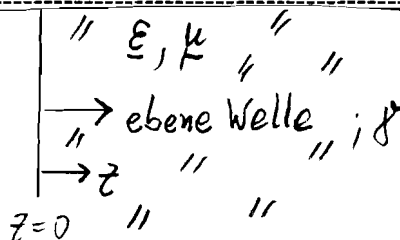
**Daten:**

IM-System, Basisband :  $m = 90\%$ , DC-Empfangsleistung  $P_0 = 10 \text{ nW}$ , Systembandbreite  $B_H = 1 \text{ MHz}$

Transimpedanzverstärker :  $R_f = 10 \text{ M}\Omega$ ,  $C_f = 2 \text{ pF}$ ,  $R_n = 1 \text{ k}\Omega$

Photodiode :  $E = 0,5 \text{ A/W}$ ,  $I_D = 5 \text{ nA}$ ,  $k = 0,03$  Ionisierungsverhältnis Elektronen zu Löcher

**Aufg. 6** Ein ebene Welle tritt ab  $z=0$  für  $z > 0$  in einen Bereich mit gegebenem komplexen  $(\underline{\epsilon}, \underline{\mu})$  ein und breitet sich in z-Richtung aus. Es gilt dabei  $\underline{\mu} = \mu' - j \mu'' = \text{reell} = \mu_r$  und  $\underline{\epsilon} = \epsilon' - j \epsilon''$ , wobei bei  $\epsilon''$  die Verhältnisse für sehr gute Leitfähigkeit anzusetzen sind.



- Schreiben Sie zunächst allgemein das komplexe Ausbreitungsmaß  $\gamma$  hin.
- Spezialisieren Sie nun auf  $\epsilon'' \gg \epsilon'$ .
- Setzen Sie nun bei  $\epsilon''$  die Verhältnisse von Metall mit einer Leitfähigkeit  $\sigma$  ein. Wie groß sind in  $\gamma = \alpha + j\beta$  die Größen  $\alpha$  und  $\beta$ ?
- Nach welcher Strecke  $z = \delta_s$  ist die Feldstärke auf  $1/e$  aufgefallen?