

Klausur

Elektromagnetische Wellen auf Leitungen

15. März 1997

Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Pregla

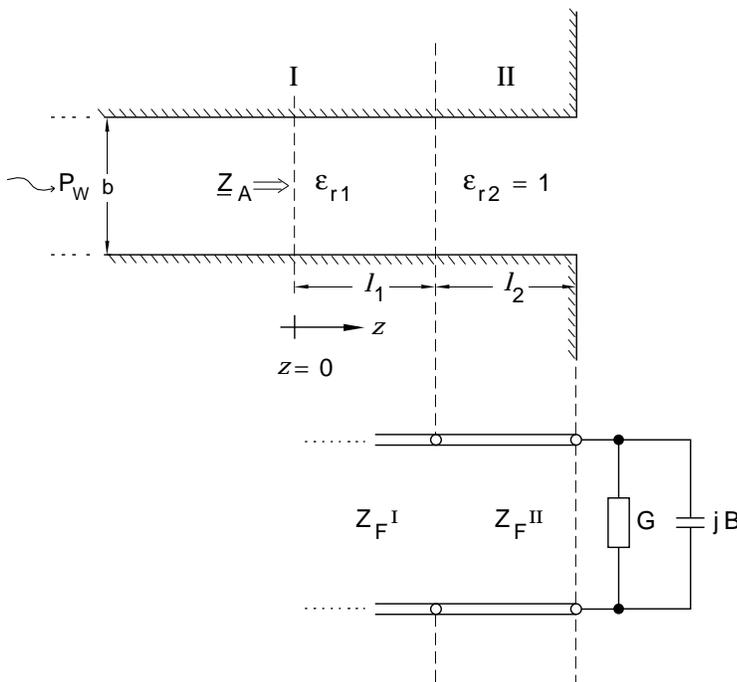
Aufgabe 4

Ein verlustfreier Rechteckhohlleiter besteht aus zwei verschiedenen Bereichen, die mit unterschiedlichen Dielektrika gefüllt sind. Bereich I ist unendlich ausgedehnt, Bereich II habe die Länge l_2 . Der Hohlleiter ist am Ende offen. Dieses offene Ende strahlt in einen unendlichen Halbraum ab. Diese Abstrahlung kann man im Leitungersatzschaltbild durch einen Abschluß aus einem Widerstand und einer parallelgeschalteten Kapazität beschreiben. Die Werte G und B lassen sich näherungsweise mit den unten angegebenen Formeln berechnen.

Daten:

Breite des Hohlleiters: $a = 2,286 \text{ cm}$ $\epsilon_{r1} = 2,25$ $l_1 = 40 \text{ mm}$
 Höhe des Hohlleiters: $b = 1,016 \text{ cm}$ $\epsilon_{r2} = 1$ $l_2 = 20 \text{ mm}$
 Betriebsfrequenz: $f = 8 \text{ GHz}$

Es wird die H_{10} -Welle betrachtet.



$$\frac{G}{Y_F^{II}} = \frac{\pi b}{\lambda_H}$$

$$\frac{B}{Y_F^{II}} = \frac{2b}{\lambda_H} \ln \frac{e\lambda_H}{\gamma 2b}$$

$$Y_F^{II} = \frac{1}{Z_F^{II}}$$

$$e = 2,718$$

$$\gamma = 1.781$$

- Berechnen Sie aus diesen Angaben den Eingangswiderstand Z_A im Hohlleiterbereich I an der Stelle $z = 0$.
- Wie groß ist die Welligkeit in den beiden Abschnitten?
- Wieviel Prozent der eingespeisten Wirkleistung P_W wird am Ende des Hohlleiters in den freien Raum abgestrahlt?

Musterlösung

Elektromagnetische Wellen auf Leitungen

15. März 1997

Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Pregla

Kurzlösung zu Aufgabe 4

TET I F97

- a) Die Wellen in beiden Bereichen sind ausbreitungsfähig:

$$f_{c10}^I = 4,37 \text{ GHz} \quad f_{c10}^{II} = 6,56 \text{ GHz}$$

Für die weitere Rechnung werden folgende Größen benötigt:

$$Z_F^I = 300 \ \Omega \quad Z_F^{II} = 659 \ \Omega \quad \lambda_H^I = 29,9 \text{ mm} \quad \lambda_H^{II} = 65,5 \text{ mm}$$

Außerdem muß man aus den gegebenen Formeln noch die normierten Werte der Abschlußadmittanz ermitteln:

$$\frac{G}{Y_F^{II}} = 0,49 \quad \frac{B}{Y_F^{II}} = 0,49$$

Um den Aufwand bezüglich der Rechnung mit komplexen Größen gering zu halten, sollte man für die Transformation das Smith-Diagramm benutzen. Man erhält:

$$\underline{Z}_{A1} = (75 + j75) \ \Omega$$

- b) Welligkeit im ersten Abschnitt: $s_1 \approx 2,6$
Welligkeit im zweiten Abschnitt: $s_2 \approx 4,3$
- c) Bei einem verlustlosen Hohlleiter ist die abgestrahlte Leistung die Differenz aus eingespeister und reflektierter Leistung:

$$\frac{P_{ab}}{P_W} = 1 - |\underline{r}^I|^2$$

Mit $|\underline{r}^I|^2 \approx 0,4$ aus dem SD ergibt sich, daß ein Anteil von 60% der eingespeisten Wirkleistung in den Halbraum abgestrahlt wird.