

Technische Universität Berlin
Fakultät Elektrotechnik und Informatik
Fachgebiet Hochfrequenztechnik / Photonics

Klausur zur Rechenübung Hochfrequenztechnik I WS 2015/2016

Name, Vorname	
Matrikelnummer	
Studiengang, vorauss. Abschluss	

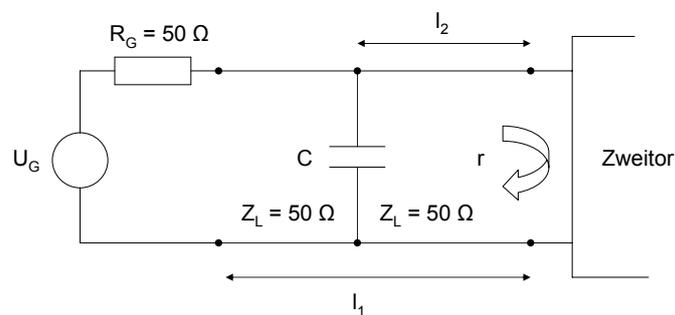
Aufgabe Nr.	Punkte
1	
2	
3	
4	
Summe	
Note	

*Bitte die Rückseite der Aufgabenblätter benutzen und nur bei Bedarf weiteres Papier verwenden!
Keinen Bleistift und auch kein Rot verwenden!*

Viel Erfolg!

Aufgabe 1: Anpassung eines Zweitors (9 Punkte)

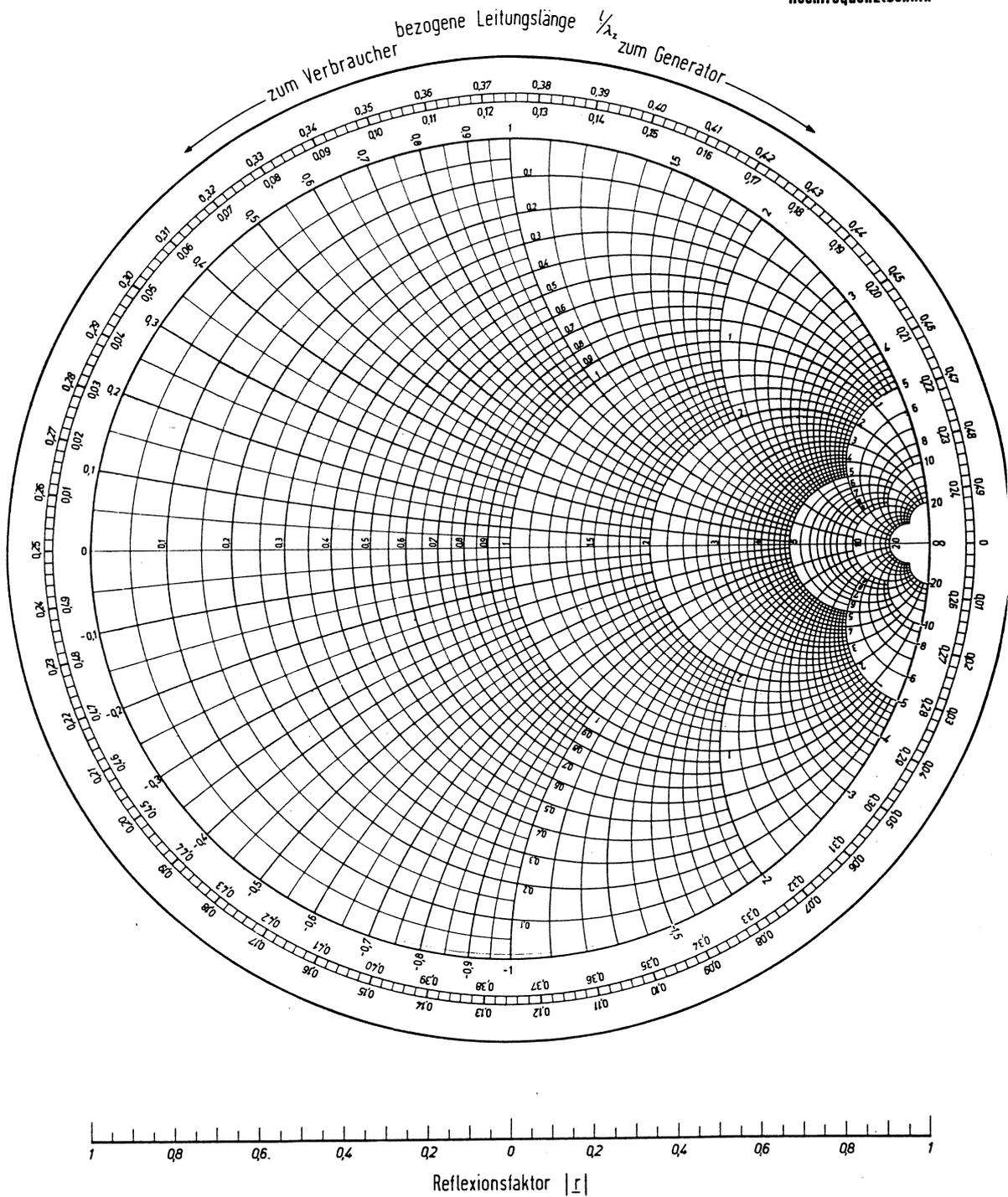
An einem Zweitor, das über eine Leitung (Länge $l_1 = 0.10\text{m}$, $Z_L = 50\Omega$) an einen Generator angeschlossen ist, wurde bei einer Frequenz von $f = 10\text{GHz}$ ein Eingangsreflexionsfaktor $r = 0.4\angle 257^\circ$ gemessen. Passen Sie das Zweitor mit Hilfe einer idealen Kapazität an. In welchem Abstand l_2 zum Zweitor muss die Kapazität parallelgeschaltet werden und welchen Wert C muss sie haben?



Wichtig: Alle Schritte des Lösungsweges im Smithdiagramm müssen stichpunktartig dokumentiert werden.

Smith-Diagramm

TU Berlin
Institut für
Hochfrequenztechnik



Lösung 1

Aufgabe 2: Parallelplattenleitung (10 Punkte)

Die im Querschnitt gezeigte Leitung besteht aus zwei ideal leitenden Platten, die in ein homogenes Dielektrikum mit der relativen Permittivität $\epsilon_r = 2.25$ eingebettet sind. Die Leitung sei verlustfrei und dispersionsfrei.

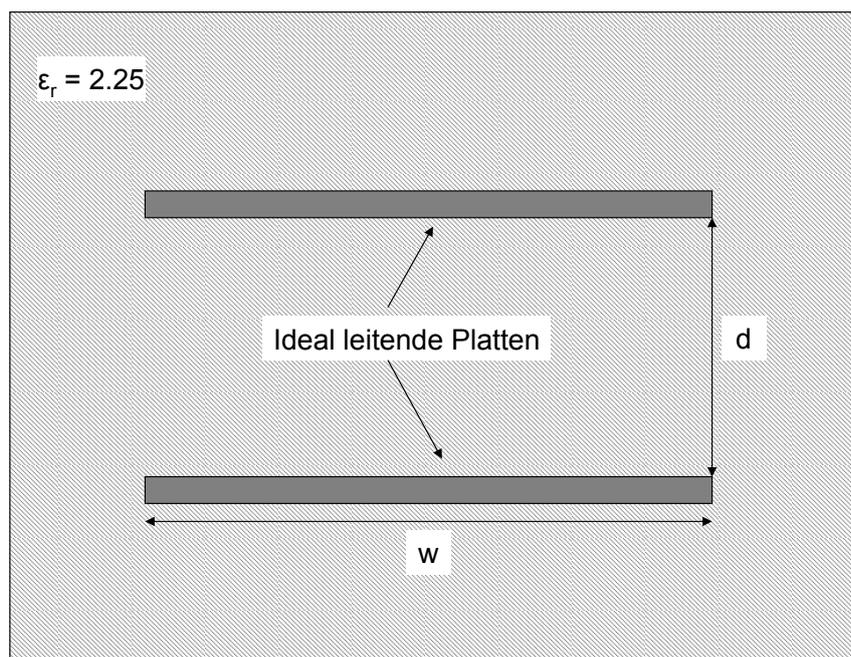


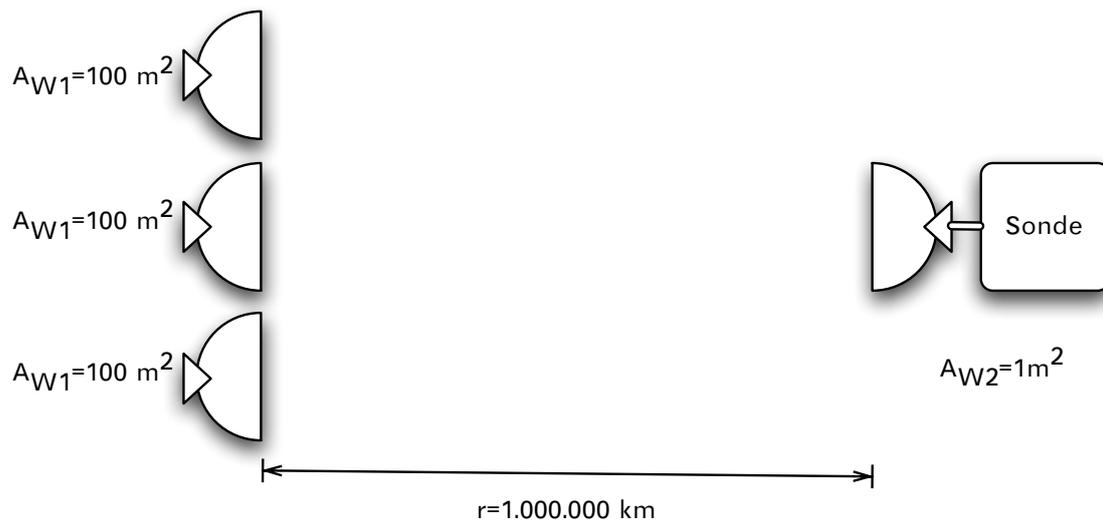
Abb. 1: Querschnitt einer Parallelplattenleitung

1. Bestimmen Sie näherungsweise den Kapazitätsbelag der Leitung in Abhängigkeit vom Verhältnis w/d . Vernachlässigen Sie dabei Randeffekte an den Rändern der leitenden Platten (3 Punkte).
2. Bestimmen Sie den Induktivitätsbelag der Leitung in Abhängigkeit vom Verhältnis w/d . Benutzen Sie dabei die Tatsache, dass sich auf der Leitung TEM-Wellen ausbreiten mit einer Ausbreitungskonstante $\beta = \sqrt{\epsilon_r} \omega / c_0$ (ω ... Kreisfrequenz, c_0 ... Lichtgeschwindigkeit im Vakuum) (3 Punkte).
3. Für welches Verhältnis w/d ergibt sich ein Wellenwiderstand von 50Ω (4 Punkte) ?

Lösung 2: Parallelplattenleitung

Aufgabe 3: Antennen (12 Punkte)

Eine Planetensonde in 1.000.000 km Entfernung habe eine Antennenwirkfläche $A_{W,2} = 1 \text{ m}^2$ und eine Sendeleistung $P_2 = 100 \text{ W}$. Die Leistung wird mit gleichzeitig drei Parabolantennen mit gleicher Wirkfläche $A_{W,1} = 100 \text{ m}^2$ auf der Erde empfangen. Alle Antennen seien verlustlos sowie optimal angepasst und ausgerichtet. Die Arbeitsfrequenz sei $f = 3 \text{ GHz}$.



1. Wie groß ist die Wellenlänge λ (1 Punkt)?
2. Geben Sie die Gewinne $G_{iso,1}$, $G_{iso,2}$ der Antennen an (3 Punkte)!
3. Wie groß ist die Empfangsleistung P_1 in jeder der 3 Antennen auf der Erde (1 Punkt)?
4. Wie groß ist die gesamte Empfangsleistung $P_{1,ges}$ (1 Punkt)?
5. Welche Wirkfläche $A'_{W,1}$ müsste eine einzelne Antenne auf der Erde haben, um die gleiche Leistung $P_{1,ges}$ zu empfangen (2 Punkte)?
6. Es soll mit einer der drei Antennen ($A_{W,1}$) ein Signal zur Sonde geschickt werden. Die Antenne strahlt die Leistung $P'_1 = 100 \text{ W}$ ab. Wie groß ist die Empfangsleistung P'_2 der Sonde (2 Punkte)?
7. Jetzt soll mit den drei Antennen ein Signal zur Sonde geschickt werden. Jede der drei Antennen strahlt die Leistung $P'_1 = 100 \text{ W}$ ab. Die Phasenlage an den drei Antennen sei so eingestellt, dass an der Sonde eine maximale Feldstärke erreicht wird. Wie groß ist dann die Empfangsleistung P''_2 der Sonde (2 Punkte)?

Lösung 3: Antennen

Aufgabe 4: Streuparameter (13 Punkte)

Gegeben sei ein verlustloses Dreitor mit vernachlässigbaren elektrischen Längen, wie in der unten stehenden Abbildung dargestellt.

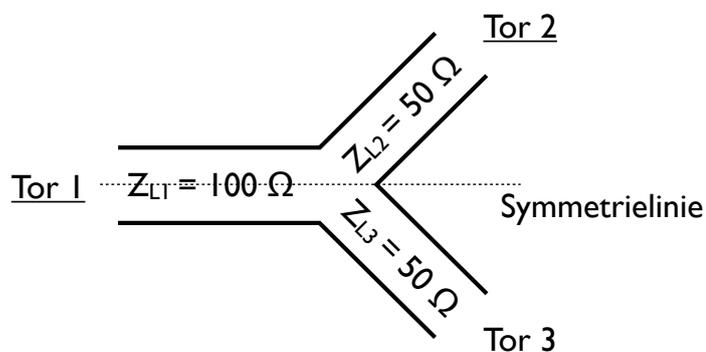


Abb. 2: Dreitor

- Bestimmen Sie betragsmäßig die Streuparameter ($|\underline{S}|$) des Dreitors. (10 Punkte)

$$(|\underline{S}|) = \begin{pmatrix} |S_{11}| & |S_{12}| & |S_{13}| \\ |S_{21}| & |S_{22}| & |S_{23}| \\ |S_{31}| & |S_{32}| & |S_{33}| \end{pmatrix}$$

Jetzt wird an Tor 1 eine Leistung $P = 1 \text{ W}$ eingekoppelt.

- Welche Leistung wird zu den Toren 2 und 3 transmittiert? (1 Punkt)
- Welcher prozentuale Anteil der eingekoppelten Leistung an Tor 1 wird reflektiert? (1 Punkt)
- Vergleichen Sie die Ergebnisse aus der Teilaufgabe 2 und 3. Sind die Ergebnisse physikalisch sinnvoll? (1 Punkt)

Lösung 4: Streuparamter