

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 21

Ein Stück Rechteckhohlleiter wird beidseitig durch eine ebene metallische Fläche abgeschlossen. Es entsteht ein quaderförmiger Hohlraumresonator mit folgenden Innenabmessungen:

$$a = 23 \text{ mm} \quad b = 10 \text{ mm} \quad l = 18 \text{ mm}$$

Es soll die  $H_{101}$  – Mode angeregt werden.

- Aufgabe 21.1: Skizzieren Sie die Anordnung. Skizzieren Sie dabei auch den Feldverlauf. Stellen Sie die Formeln zusammen.
- Aufgabe 21.2: Wie muss die HF eingekoppelt werden?
- Aufgabe 21.3: Bestimmen Sie die Resonanzfrequenz  $f_{r, 101}$ .
- Aufgabe 21.4: Die Länge  $l$  wird auf 17 mm verkürzt. Bestimmen Sie die neue Resonanzfrequenz  $f_{r, 101}$ .

Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 22

Ein Stück Rundhohlleiter wird beidseitig durch eine ebene metallische Fläche abgeschlossen. Es entsteht ein zylindrischer Hohlraumresonator mit folgenden Innenabmessungen:

$$D = 35 \text{ mm} \quad l = 20 \text{ mm}$$

Es soll die  $H_{011}$  – Mode angeregt werden.

Aufgabe 22.1: Skizzieren Sie den Feldverlauf. Stellen Sie die benötigten Formeln zusammen.

Aufgabe 22.2 Wie muss die HF eingekoppelt werden?

Aufgabe 22.3: Bestimmen Sie die Resonanzfrequenz  $f_{r, 011}$ .

Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 23

Ein LNB einer TV-Satellitenempfangsanlage besteht am Eingang aus einem Rundhohlleiter mit kreisförmigem Querschnitt (siehe Bilder).

Im rechten Bild sind Auskoppelsonden zu sehen, von denen hier die erste (von der Öffnung aus gezählt) interessiert.

Der vordere, weitere Teil des Hohlleitersystems dient der Einkopplung von HF. Der hintere Teil mit dem kleinsten Durchmesser ist der Hohlleiter, der hier interessiert.

$$D \approx 19 \text{ mm}$$



LNB CAMBRIDGE JUNO II, Außenansicht, Schutzkappe vom Eingang abgenommen

Blick in den Eingangshohlleiter, im hinteren Bereich der interessierende Teil mit den Koppelsonden

- Aufgabe 23.1: Wenn Sie von der vorderen Koppelsonde ausgehen - welche Moden sollen genutzt werden?
- Aufgabe 23.2: Bestimmen Sie die Grenzfrequenzen für diese Moden.
- Aufgabe 23.3: Welcher Frequenzbereich wird etwa genutzt, wenn eine eindeutige Mode erreicht werden soll?.
- Aufgabe 23.4: Wenn Sie mit dem Frequenzbereich für das Satelliten-TV vergleichen: welche Mode wird verwendet?

Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 24

Ein Impulsgenerator ist über ein HF-Kabel mit einem Widerstand verbunden. Der Generator sendet mit der Wiederholfrequenz  $f$  positive Rechteckimpulse aus.

Zu Beginn der Betrachtung ist die Leitung wellenfrei. Der Verlust auf der Leitung ist vernachlässigbar.

Alle Widerstandswerte sind rein reell.

Generator

$$f = 20 \text{ MHz}$$

$$\text{Impulsdauer } T = 25 \text{ ns}$$

$$\text{absolute Amplitude der Urwelle} = 10 \text{ V (an der wellenfremen Leitung)}$$

$$\text{Innenwiderstand } R_i = 50 \text{ Ohm}$$

HF-Leitung:

$$\text{Wellenwiderstand } Z_0 = 100 \text{ Ohm}$$

$$\text{Länge } l = 6,75 \text{ m}$$

$$\text{Verkürzungsfaktor } k = 0,9$$

Lastwiderstand

$$R_L = 1 \text{ kOhm}$$

- Aufgabe 24.1: Skizzieren Sie die Anordnung und erläutern Sie die relevanten Zusammenhänge.
- Aufgabe 24.3: Welche Rolle spielt die zeitliche Lage der reflektierten Signale im Bezug auf die vom Generator eingespeisten Signale? Ermitteln Sie diese zeitliche Lage.
- Aufgabe 24.3: Ermitteln Sie mit Hilfe des Weg-Zeit-Diagramms die Spannungspegel am Generatorausgang und am Lastwiderstand während der ersten fünf ausgesendeten Impulse. Zeichnen Sie für beide Stellen die Spannungskurve über der Zeitachse.

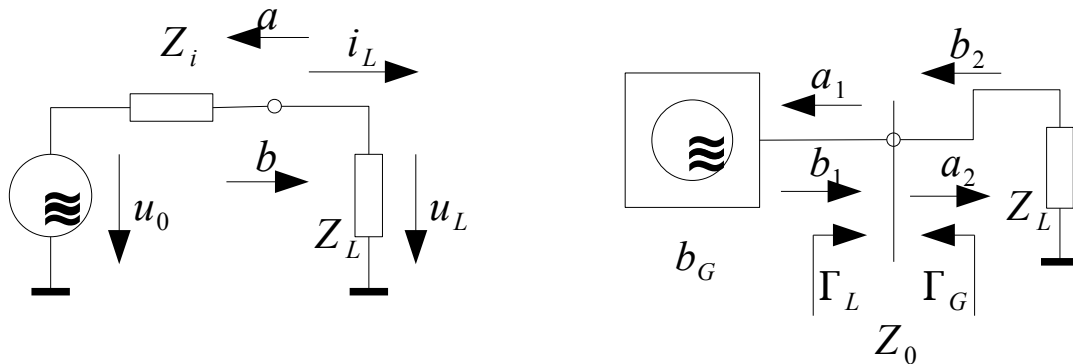
Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!



# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 25

Die Zusammenschaltung einer linearen, realen Spannungsquelle und einer Lastimpedanz soll betrachtet werden. Das soll sowohl über die Spannungsquelle als auch über die äquivalente Wellenquelle erfolgen.



Vereinfachend wird angenommen, daß alle beteiligten Impedanzen nur Realteile besitzen.

$$\begin{aligned} U_0 &= 1 \text{ V} \\ Z_i &= 50 \text{ } \Omega \\ Z_L &= 200 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variante 1} \\ Z_{0(1)} &= 100 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variante 2} \\ Z_{0(2)} &= 200 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

Gesucht sind die beschreibenden Parameter  $b_G$  und  $G_g$  der Wellenquelle und der Reflexionsfaktor  $G_L$  der Last, alles bezogen auf  $Z_{0(x)}$ , sowie die in der Last umgesetzte Leistung  $P_L$ .

Aufgabe 25.1: Markieren Sie in den Schaltungen die Größen, die für die Berechnung benötigt werden. Ändern Sie die Bezeichnungen, soweit das die Angaben erlauben, so dass sich daraus eine Vereinfachung ergibt.

Aufgabe 25.2: Stellen Sie die benötigten Formeln zusammen. Wie ist der Rechenweg?

Aufgabe 25.3: Ermitteln Sie die gesuchten Größen und stellen Sie diese für die beiden Schaltungsansätze und bei der Wellenquelle für die beiden Varianten von  $Z_0$  gegenüber. Diskutieren Sie die Ergebnisse.

Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 26

Die lineare Endstufe eines Kurzwellensenders wird über ein HF-Kabel mit der Antenne verbunden. Die Impedanzen haben alle in guter Näherung nur Realteile (sind reell).

In einem ersten Schritt gelten folgende Parameter:

Endstufe

Amplitude der Leerlaufspannung im Frequenzbereich: 100 V  
Innenwiderstand: 50 Ohm

HF-Kabel

Verluste vernachlässigbar  
Wellenwiderstand: 50 Ohm

Antenne

Eingangswiderstand (am Einspeisepunkt): 50 Ohm

In einem zweiten Schritt wird der Innenwiderstand der Senderendstufe verändert. Die restlichen Parameter bleiben unverändert.

Endstufe

Innenwiderstand: 10 Ohm

In einem dritten Schritt wird, abhängig von den Berechnungen aus den ersten beiden Schritten, eventuell die Leerlaufspannung der Senderendstufe angepasst. Die restlichen Parameter bleiben, im Vergleich zu Schritt 2, unverändert.

Alle Berechnungen erfolgen auf Basis der Wellenparameter.

Aufgabe 26.1: Skizzieren Sie die Anordnung.

Aufgabe 26.2: Wie groß sind in der Ausgangssituation folgende Werte: Reflexionsfaktoren  $GL$ ,  $GG$ ,  $GL'$ ,  $GG'$ ,  $PA$ ,  $PL$  am Einspeisepunkt der Antenne, der Wirkungsgrad  $\eta$  und der Anpassungsverlust  $M$ ?

Aufgabe 26.3: Wie groß sind die selben Werte im Schritt 2?

Aufgabe 26.4: Für den Fall, dass im Schritt 2 die Leistung  $PL$  am Einspeisepunkt der Antenne größer ist, als im Schritt 1, wird die Leerlaufspannung der Senderendstufe so reduziert, dass die Leistung den Wert aus Schritt 1 erreicht. Wie groß muss  $U_0$  werden?

Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 27

Gegeben ist ein Zweitor, das aus der direkten, unendlich kurzen Verbindung des Tors 1 mit dem Tor 2 besteht.

Diese Anordnung wäre auch als Leitung mit der Länge 0 bezeichnbar.

Aufgabe 27.1: Bilden Sie die S-Matrix.

Aufgabe 27.2: Bilden Sie die S-Matrix aus der S-Matrix für Leitungen durch Übergang  $l \rightarrow 0$  und vergleichen sie die beiden Ergebnisse.

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 28

Gegeben sind 2 S-Matrizen für passive 2-Tore.

$$\text{Matrix 1: } \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Matrix 2: } \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

Aufgabe 28.1: Sind diese Werte möglich? Begründen Sie das.

Aufgabe 28.2: Interpretieren Sie die Werte. Was können Sie zu den Wirkleistungen feststellen (reflektierte und übertragene Wirkleistung)?

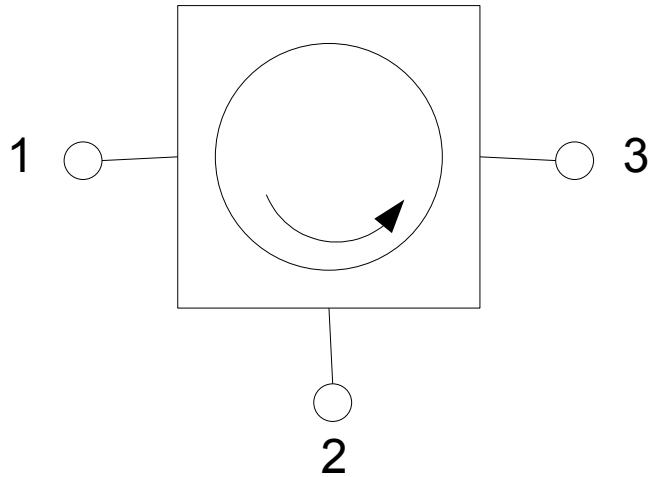
Aufgabe 28.3: Sofern die Werte möglich sind: suchen Sie aus der Tabelle mit N-Toren (Vorlesung) ein Art heraus, die diese Werte hat oder haben kann.

Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT –  
vorgesehen!

# Übung Hochfrequenztechnik I

## Aufgabe 29

Ein idealer Zirkulator mit drei Toren wird betrachtet.



Aufgabe 29.1: Zeichnen Sie die möglichen Wellenflüsse ein. Die äußeren Anschlüsse sind so beschaltet, dass keine Reflexion erfolgt.

Aufgabe 29.2: Bilden Sie die S-Matrix.

# Übung Hochfrequenztechnik I

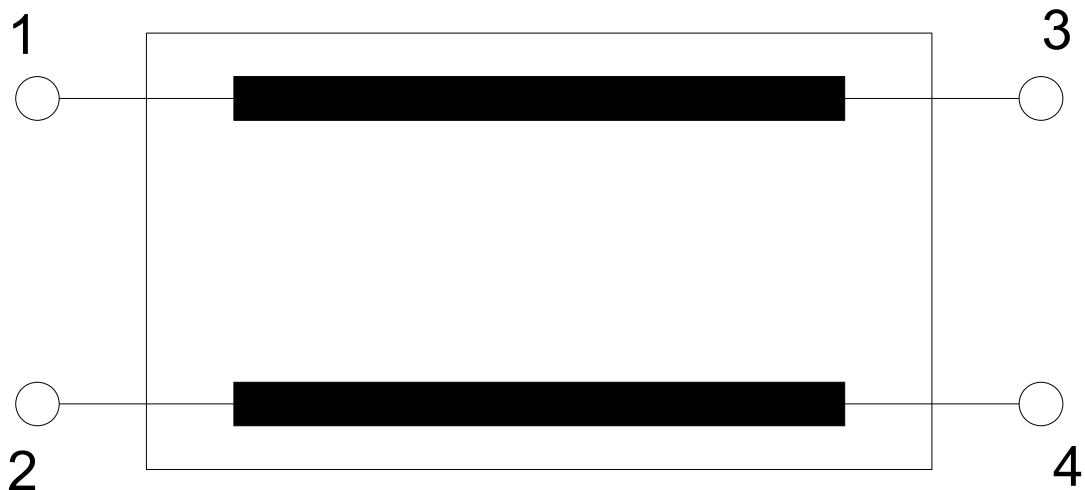
## Aufgabe 30

Gegeben ist die S-Matrix eines idealen Richtkopplers:

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \sqrt{1-k^2} & \pm jk \\ 0 & 0 & \pm jk & \sqrt{1-k^2} \\ \sqrt{1-k^2} & \pm jk & 0 & 0 \\ \pm jk & \sqrt{1-k^2} & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 30.1: Zeichnen Sie im folgenden Bild die möglichen Wellenflüsse ein.

Aufgabe 30.2: Überlegen Sie, wie die äußere Beschaltung erfolgen muss, damit die schon früher beschriebene Messaufgabe (Messung einer Welle in einer Flussrichtung) realisiert werden kann. Begründen und diskutieren Sie die gefundene Lösung.



Dieses Lehrmaterial ist ausnahmslos für Lehrzwecke an der EAH Jena - Fachbereich ET/ IT – vorgesehen!