

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 31

Basis ist das Beispiel 2 zu Signalflussgraphen aus der Vorlesung (5.4 (10)).

Als Zweites wird eine einfache Zusammenschaltung, auch vorstellbar als unendlich kurze Leitung, verwendet.

Aufgabe 31.1: Skizzieren Sie diese Anordnung.

Aufgabe 31.2: Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion und diskutieren Sie diese.

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

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 32

Basis ist das Beispiel 2 zu Signalflussgraphen aus der Vorlesung (5.4 (10)).

Als Zweites wird der Wellenwiderstandssprung (Vorlesung 5.3 (12) bis (16)) verwendet.

- Aufgabe 32.1: Skizzieren Sie diese Anordnung.
- Aufgabe 32.2: Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion und diskutieren Sie diese.
- Aufgabe 32.3: Zusätzlich zu Aufgabe 32.2 ist jetzt bekannt, dass der Generator an den Eingang des 2-Tores angepasst ist. Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion und diskutieren Sie diese.
- Aufgabe 32.4: Zusätzlich zu Aufgabe 32.3 ist jetzt bekannt, daß die Last an den Ausgang des 2-Tores angepasst ist. Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion und diskutieren Sie diese.
- Aufgabe 32.5: Ermitteln Sie zu der Anordnung nach Aufgabe 32.4 die Übertragungsfunktion für den Wert $\Gamma_s = 0,5$. Diskutieren Sie das Ergebnis. Ermitteln Sie die Verteilung der Wirkleistungen.
- Aufgabe 32.6: Ermitteln Sie zu der Anordnung nach Aufgabe 32.4 das Γ_s für eine Übertragungsfunktion $H = 0,5$. Diskutieren Sie das Ergebnis. Ermitteln Sie die Verteilung der Wirkleistungen.
- Aufgabe 32.7: Ermitteln Sie zu der Anordnung nach Aufgabe 32.4 das Γ_s für eine Wirkleistungsübertragung $= 0,5$. Diskutieren Sie das Ergebnis.

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

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 33

Eintragen von Impedanzen und Admittanzen in das Smithdiagramm:

Gegeben sind folgende Werte:

$$Z1 = 50 \text{ Ohm}$$

$$Z2 = 125 \text{ Ohm}$$

$$Z3 = 30 \text{ Ohm} + j 25 \text{ Ohm}$$

$$Z4 = 75 \text{ Ohm} - j 70 \text{ Ohm}$$

$$Y5 = 20 \text{ mS}$$

$$Y6 = 40 \text{ mS} - j 20 \text{ mS}$$

$$Y7 = 10 \text{ mS} + j 20 \text{ mS}$$

- Aufgabe 33.1: Tragen Sie diese Werte in ein Smithdiagramm ein. Z_0 wird zu 50 Ohm gewählt.
- Aufgabe 33.2: Ermitteln Sie zu $Z2$ und zu $Z3$ zeichnerisch die Admittanzwerte.
- Aufgabe 33.3: Ermitteln Sie aus den in Aufgabe 33.2 zeichnerisch gewonnenen Admittanzwerten rechnerisch die Impedanzen und vergleichen Sie mit den ursprünglichen Werten..

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

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 34

Eintragen von Bauelementewerten in das Smithdiagramm:

Gegeben sind folgende Werte:

$$C1 = 2,2 \text{ pF}$$

$$L2 = 47 \text{ nH}$$

$$R3 = 50 \text{ Ohm}$$

Frequenzen: 100MHz; 200 MHz; 300 MHz; 400 MHz

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

- Aufgabe 34.1: Tragen Sie die Kurven für die Bauelemente in ein Smithdiagramm ein. Die Kurven reichen von der kleinsten angegebenen bis zur größten angegebenen Frequenz.
- Aufgabe 34.2: Tragen Sie die angegebenen Frequenzen als Parameter an den Kurven an.
- Aufgabe 34.3: Bilden Sie die Kurven für die Reihenschaltung von R3 und C1 und von R3 und L2 und tragen Sie die Frequenzen als Parameter an.
- Aufgabe 34.3: Bilden Sie die Kurven für die Reihenschaltung aller drei Bauelemente und tragen Sie die Frequenzen als Parameter an.

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

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 35

Ermitteln der Bauelementedaten für ein Anpassnetzwerk mittels Smithdiagramm:

Eine Last (Lastimpedanz) soll an einen HF-Verstärkerausgang angepasst werden. Folgende Daten sind gegeben:

Impedanz am Verstärkerausgang: 50 Ohm reell

Impedanz der Last: 35 Ohm - j 40 Ohm

Betriebsfrequenz: 100 MHz

Aufgabe 35.1: Ermitteln Sie die Schaltung und die minimale Anzahl nötiger Bauelemente. Es dürfen nur konzentrierte und (annähernd) verlustfreie Bauelemente verwendet werden. Betrachten Sie dazu zuerst qualitativ die nötigen und möglichen Operationen im Smithdiagramm. Sollten mehrere Wege möglich sein, so betrachten Sie alle.

Aufgabe 35.2: Allein durch die Schaltung soll eine galvanische Trennung zwischen Last und Verstärkerausgang realisiert werden. Haben Sie bei 35.1 eine geeignete Schaltungsstruktur ermittelt? Wenn ja, dann skizzieren Sie diese Struktur.

Aufgabe 35.3: Soweit Sie unter 35.2 eine Schaltung ermitteln konnten, ermitteln Sie jetzt die Werte der einzelnen Bauelemente.

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 36

Eintragen von Leitungen in das Smithdiagramm:

Eine Last wird über ein Stück Leitung angeschlossen. Gegeben sind folgende Werte:

Last A: Impedanz der Last: $Z_L = 35 \text{ Ohm}$

Leitung 1: elektrische Länge = $\lambda/4$, $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$

Leitung 2: elektrische Länge = $\lambda/2$, $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$

Last B: Impedanz der Last: $Z_L = 35 \text{ Ohm} - j 40 \text{ Ohm}$

Leitung 1: elektrische Länge = $\lambda/4$, $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$

Leitung 2: elektrische Länge = $\lambda/2$, $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$

Last C: Impedanz der Last: $Z_L = 35 \text{ Ohm} - j 40 \text{ Ohm}$

Normierungswiderstand $Z = 100 \text{ Ohm}$

Leitung 1: elektrische Länge = $\lambda/4$, $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$

Leitung 2: elektrische Länge = $\lambda/2$, $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$

Aufgabe 36.1: Skizzieren Sie diese Anordnung.

Aufgabe 36.2: Ermitteln Sie für alle sechs Fälle mittels Smithdiagramm die Impedanzen am Eingang der Leitungen.

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 37

Behandlung der Transformation mittels Leitungen im Smithdiagramm:

Eine Last wird über ein Stück Leitung transformiert. Gegeben sind folgende Werte:

Last A: Impedanz der Last: $Z_L = 35 \text{ Ohm}$

Leitung 1: RG58U

Leitung 2: ENVIROFLEX_179

$f = 300 \text{ MHz}$

Last B: Impedanz der Last: $Z_L = 35 \text{ Ohm} - j 40 \text{ Ohm}$

Leitung 1: RG58U

Leitung 2: ENVIROFLEX_179

$f = 300 \text{ MHz}$

Aufgabe 37.1: Die Eingangsimpedanz an der Leitung soll reell werden. Die Leitung soll möglichst kurz sein, aber nicht verschwinden. Ermitteln Sie für beide Lasten mittels Smithdiagramm die geometrische Leitungslänge und die Impedanzen am Eingang der Leitungen.

Aufgabe 37.2: Last B wird an 25 cm der Leitung 1 angeschlossen. Weiterhin wird diese Schaltung am Eingang mit 50 cm der Leitung 2 verlängert. Skizzieren Sie diese Anordnung.

Aufgabe 37.3: Ermitteln Sie mittels Smithdiagramm die Impedanz am Eingang der Leitung vom Typ 2.

Frage 37.4: Wie lang muss bei Aufgabe 37.3 die Leitung vom Typ 2 werden, damit an deren Eingang eine rein ohmsche Impedanz erscheint (geometrische Länge)? Ermitteln Sie mittels Smithdiagramm die minimale Länge ($l > 50 \text{ cm}$) und die Eingangsimpedanz.

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 38

Eine Satellitenempfangsantenne wird betrachtet. Diese besteht aus einem Spiegel und dem dazu symmetrisch und im Brennpunkt angeordneten LNB. Der Spiegel kann gegen einen zweiten Spiegel ausgetauscht werden.

Der LNB hat am Eingang eine Aperturantenne (Hornstrahler mit kreisförmiger Öffnung).

Folgende Werte sind gegeben:

wirksamer Durchmesser der Öffnung der Antenne am LNB: 45 mm

Durchmesser Spiegel 1: 40 cm (rund)

Durchmesser Spiegel 2: 60 cm (rund)

mittlere Betriebsfrequenz: 11,7 GHz

Aufgabe 38.1: Ermitteln Sie den Zuwachs an Antennengewinn, wenn der LNB mit dem Spiegel 1 kombiniert wird. Die Bezugsgröße ergibt sich aus der Verwendung des LNB allein als Antenne. Der Spiegel soll verlustfrei arbeiten.

Aufgabe 38.2: Ermitteln Sie den Zuwachs an Antennengewinn, wenn der LNB mit dem Spiegel 2 kombiniert wird. Die Bezugsgröße ergibt sich aus der Verwendung des LNB allein als Antenne. Der Spiegel soll verlustfrei arbeiten.

Aufgabe 38.3: Ermitteln Sie den Zuwachs an Antennengewinn, wenn von der Kombination mit Spiegel 1 auf die Kombination mit Spiegel 2 gewechselt wird. Die Spiegel sollen verlustfrei arbeiten.

Frage 38.4: Warum sind die Ergebnisse der vorherigen Aufgaben nicht exakt? Schätzen Sie einen Mindestfehler ab.

Frage 38.5: Was ist bei heute üblichen Satellitenempfangsantennen für TV konstruktiv anders gelöst, als in dieser Aufgabe vorausgesetzt? Diskutieren Sie den Unterschied.

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

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 39

Ein WLAN-Accesspoint (AP) sendet und ein anderes WLAN-Gerät empfängt.

In einer ersten Variante ist empfängerseitig die Antenne konstruktiv direkt am Eingang der Elektronik angeordnet.

In einer zweiten Variante wird eine abgesetzte Antenne verwendet, die über ein Koaxialkabel mit dem Empfänger verbunden wird.

Der AP befindet sich immer im Maximum des Richtdiagramms der Empfangsantenne. Reflexionen spielen keine Rolle (idealer Freiraum).

Folgende Daten sind gegeben:

für den AP	Sendeleistung:	maximal gesetzlich zulässiger Wert für Allgemeingenehmigung
	Sendefrequenz:	2,4 GHz
für das andere Gerät	Gewinn der Antenne 1:	4 dBi
	Gewinn der Antenne 2:	$G_2 = 9$ dB
	Antennenkabel:	1,8 m RG 58 C/U (Huber + Suhner)
	Abstand zum AP:	100 m

Aufgabe 39.1: Skizzieren Sie die Anordnung.

Aufgabe 39.2: Ermitteln Sie für die Variante 1 die maximale Leistung, die die Antenne an die Empfängerschaltung abgeben kann.

Aufgabe 39.3: Ermitteln Sie zu dem Wert aus Aufgabe 39.2 die Spannung am Empfängereingang, wenn die Impedanz dort 50 Ohm beträgt.

Aufgabe 39.4: Ermitteln Sie für die Variante 2 die maximale Leistung, die am Eingang der Empfängerschaltung ankommen kann. Verbindungen zwischen Kabel und Antenne sowie zwischen Kabel und Empfänger sind annähernd reflexions- und dämpfungsfrei.

Aufgabe 39.5: Ermitteln Sie zu dem Wert aus Aufgabe 39.4 die Spannung am Empfängereingang, wenn die Impedanz dort 50 Ohm beträgt.

Frage 39.5: Warum ist der Fall des idealen Freiraumes in der Praxis kaum erreichbar? Ist der Betrieb im freien, unbebauten Gelände eine gute Näherung dazu?

Aufgabe 39.6: Zeichnen Sie für den Fall mit Antenne 2 den Pegelplan. Tragen Sie die relativen Werte und die absoluten Werte (in mW und in dBm) ein.

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

Übung Hochfrequenztechnik I

Aufgabe 40

Ein WLAN-Accesspoint (AP) sendet und ein anderes WLAN-Gerät empfängt. Die Geräte mit ihren Antennen befinden sich jeweils 1m über einer reflektierenden Fläche. Beide Geräte sind parallel zu dieser Fläche 10m voneinander entfernt. Die reflektierende Fläche stellt bei dieser Frequenz für das elektrische Feld annähernd einen Kurzschluß dar. Drehungen der Polarisation bei der Reflexion werden vernachlässigt.

Aufgabe 40.1: Zeichnen Sie dazu eine Skizze.

Aufgabe 40.2: Ermitteln Sie den Phasenunterschied zwischen direkt ankommenden und reflektierten Wellen am Empfangsort. Besteht eine Abschwächung oder eine Verstärkung?

Aufgabe 40.3: Betrachten Sie zu 40.2 den Einfluss der Rechengenauigkeit.

Aufgabe 40.4: Diskutieren Sie qualitativ den Einfluss folgender Orte der Reflexion:

- nahe hinter dem Sender
- weiter entfernt hinter dem Sender
- zwischen Tx und Rx
- nahe hinter dem Empfänger
- weiter entfernt hinter dem Empfänger