

Hochfrequenztechnik
Tel10NT 2012
Duale Hochschule Karlsruhe
Dozent: Gerald Oberschmidt

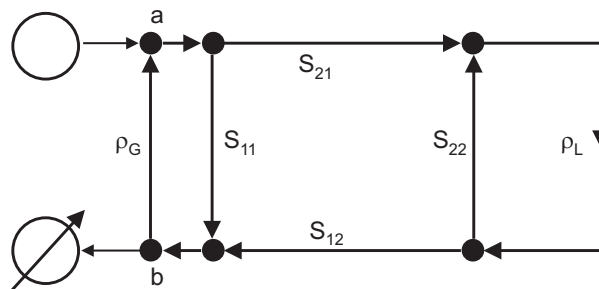
1 Signalflussgraphen (7 Punkte)

Die Messung eines 2-Pols ρ_L soll mittels eines einfachen Aufbaus aus Generator mit eingebautem Detektor und einer Leitung geschehen. Generator und Detektor haben eine Reflexionsfaktor ρ_G , die Leitung wird durch die Streumatrix

$$\bar{S} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \quad (1)$$

beschrieben.

Der Signalflussgraph der Anordnung ist angeben:



Alle nicht bezeichneten Grafen haben den Wert 1.

- (a) Berechnen Sie das Verhältnis b/a (3 Punkte).
- (b) Unter der Voraussetzung, dass $S_{11} = S_{22} = 0$ ist, bestimmen Sie die Reflexion der Last (ρ_L) abhängig von b/a . (Wenn Sie Ihrem Ergebnis aus (a) nicht trauen, wiederholen Sie (a) mit dieser Vereinfachung) (1 Punkt)
- (c) Bestimmen Sie aus dem Ergebnis von (b) die Korrekturkoeffizienten A, B, C, D aus

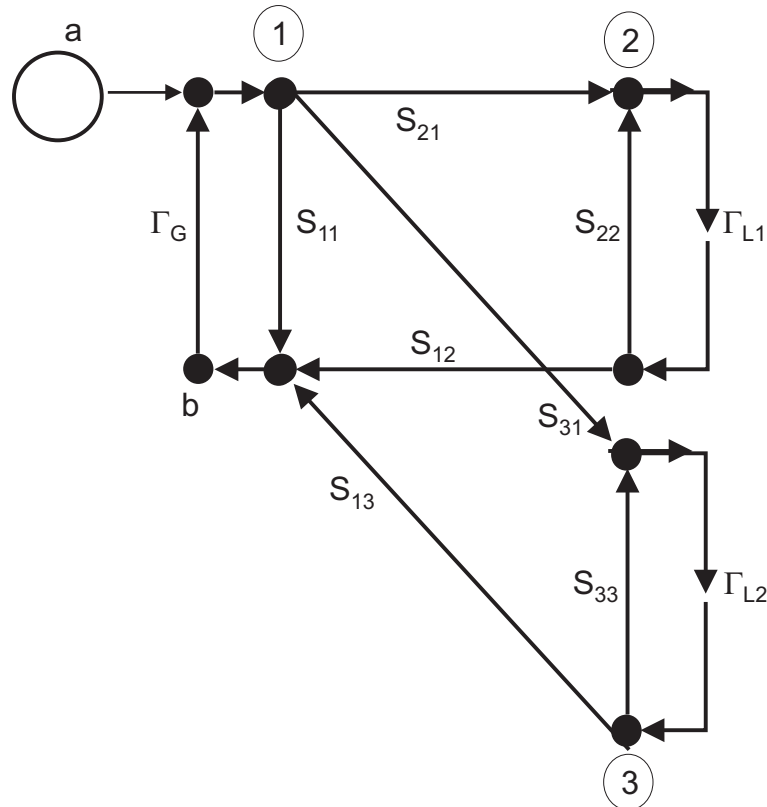
$$\rho_L = \frac{A \frac{b}{a} + B}{C \frac{b}{a} + D} \quad (2)$$

(1 Punkt)

- (d) Die Leitung, beschrieben durch die Parameter S , muss nun voll berücksichtigt werden, jedoch verschwindet der Reflexionsfaktor des Generators ρ_G . Geben Sie b/a und ρ_L an. (2 Punkte)

2 Signalflussgraphen (8 Punkte)

Mit Hilfe eines Leistungsteilers wird ein balancierter Eingangsverstärker aufgebaut. Der Signalflussgraph ist gegeben, die Verstärkerstufen sind als Reflexionen Γ_{L1} und Γ_{L2} eingezeichnet. Die Stufen sind identisch aufgebaut und daher sind Γ_{L1} und Γ_{L2} fast gleich.



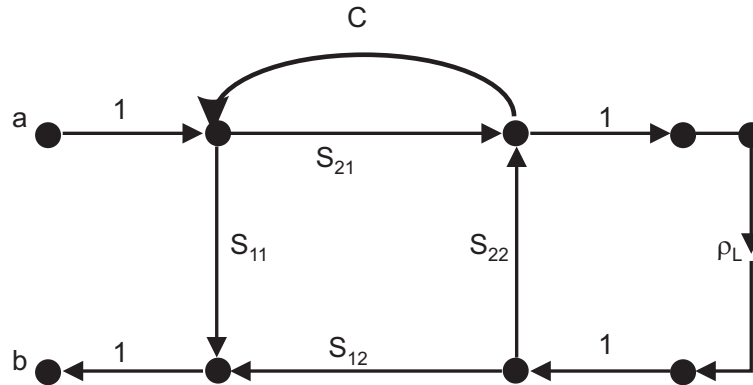
Alle nicht bezeichneten Grafen haben den Wert 1.

Aufgabenteile (a) und (b) können auch gelöst werden, wenn man die bezeichneten Spezialfälle in die Lösung von (c) einsetzt!

- Es gilt nun $S_{11} = S_{22} = S_{33} = 0$ und $S_{21} = S_{12} = 1/\sqrt{2}$ sowie $S_{31} = S_{13} = j/\sqrt{2}$. Berechnen Sie b/a ! (1 Punkt)
- Es gilt nun $S_{11} = S_{22} = S_{33} = 0$ und $S_{21} = S_{12} = 1/\sqrt{2}$ sowie $S_{31} = S_{13} = -1/\sqrt{2}$. Berechnen Sie b/a ! (1 Punkt)
- Berechnen Sie das Verhältnis b/a für o.g. Signalflussgraph allgemein. (3 Punkte)
- Welche Variante (a) oder (b) würden Sie wählen, um einen balancierten Verstärker mit möglichst geringer Eingangsreflexion aufzubauen? (Mindestens ein vollständiger Satz mit Begründung) (1 Punkt)
- Durch einen Fehlerfall fällt der Verstärker 1 aus, wodurch nun $\Gamma_{L1} = 1$ gilt. Die anderen relevanten Werte betragen $|\Gamma_{L2}| = -10\text{dB}$ und $|\Gamma_G| = -20\text{dB}$. Beide Werte (im linearen Massstab) sind reell und positiv. Berechnen Sie die Reflexionen in den Fällen (a) und (b) in diesem Fehlerfall! (2 Punkte)

3 Signalflussgraphen (8 Punkte)

Eine einfache Verstärkerschaltung mit zusätzlicher Rückkopplung C hat folgenden Signalflußgraphen:

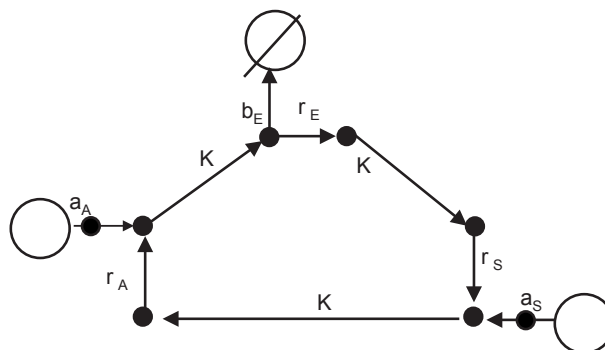


Alle nicht bezeichneten Grafen haben den Wert 1.

- (a) Berechnen Sie das Verhältnis $\rho_E = b/a$, setzen Sie dazu zunächst $C = 0$. (1 Punkt)
- (b) Berechnen nun Sie das Verhältnis $\rho_E = b/a$ unter Berücksichtigung ALLER angegebenen Größen. (2 Punkte)
- (c) Geben Sie eine Beziehung für C an, mit der die Rückkopplung, die immer durch S_{12} vorhanden ist, kompensiert wird! Ist eine solche Kompensation mit passiven Elementen realisierbar? (2 Punkte)

Es besteht KEIN Zusammenhang zwischen Aufgabenteilen (a)-(c) und den Folgenden!

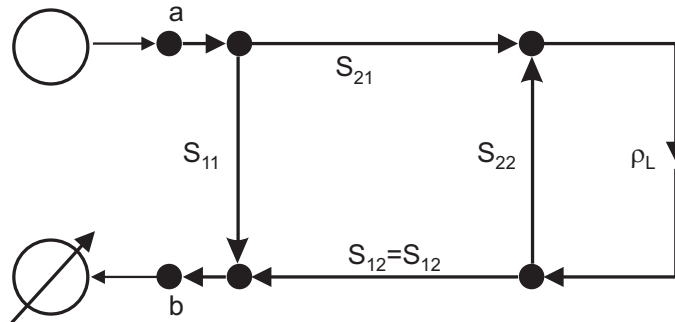
In einer Gesamtschaltung wird der Empfänger nun über einen Zirkulator (repräsentiert durch K) mit einem Sendeverstärker S und einer Antenne A verbunden. Der Signalflußgraph ist hier gezeigt:



- (d) Berechnen Sie nun die Größe b_E abhängig von a_A und a_S ! (2 Punkte)
- (e) Welchen Reflexionsfaktor $\rho_{A,E,S}$ muss man optimieren, um Sender und Empfänger möglichst gut zu entkoppeln? Wie groß ist dann die Entkopplung? (1 Punkt)

4 Signalflussgraphen (11 Punkte)

Ein einfaches Reflektometer zur Messung einer Reflexion ρ_L besteht intern aus den Elementen $S_{12} = S_{21}$, S_{11} und S_{22} . Der Signalflussgraph des Aufbaus ist hier angegeben:



Alle nicht bezeichneten Grafen haben den Wert 1.

- (a) Berechnen Sie das Verhältnis b/a für o.g. Signalflussgraph allgemein. (2 Punkte)
 (b) Sie messen $b/a = 0.5$, wie groß ist ρ_L bei $S_{11} = S_{22} = 0.2$ und $S_{21} = S_{12} = 0.8$? (2 Punkt)

Die Werte aus (b) sind im folgenden **ungültig!**

Nun sollen S-Parameter in den folgenden Aufgabenteilen bestimmt werden: Es wird also eine Kalibrierung durchgeführt, bei der zuerst für drei verschiedene **bekannte** Reflexionen das Verhältnis b/a bestimmt bzw. „gemessen“ wird.

- (c) Es werden drei Messungen mit drei bekannten Reflexionen $\rho_L = 1$, $\rho_L = -1$, $\rho_L = 0$ gemacht. Bei diesen Werten betragen die gemessenen Verhältnisse b/a

$$\text{bei } \rho_L = 0 : \frac{b}{a} = 0.1 \quad (3)$$

$$\text{bei } \rho_L = 1 : \frac{b}{a} = 1 \quad (4)$$

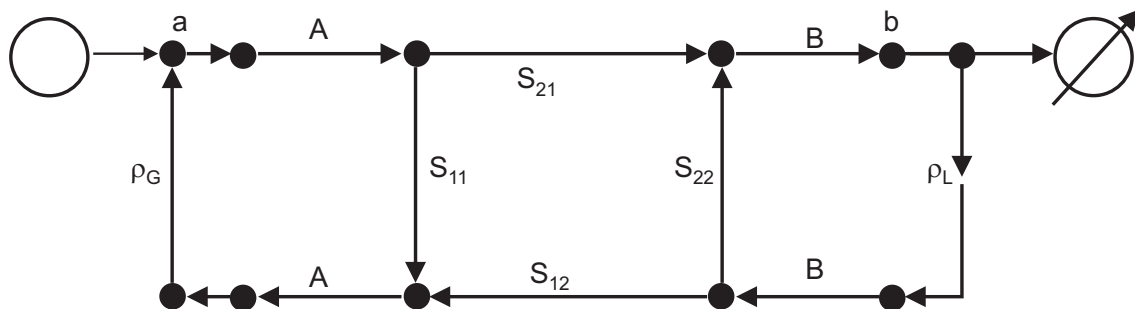
$$\text{bei } \rho_L = -1 : \frac{b}{a} = -\frac{7}{11} \quad (5)$$

Stellen Sie ein Gleichungssystem auf, aus dem Sie die drei unbekanntenen Größen $S_{12} = S_{21}$, S_{11} und S_{22} bestimmen könnten (lösen Sie es noch nicht)! (2 Punkte) (Tipp: Setzen Sie dafür in den drei o.g. Fällen unterschiedlich für ρ_L ein!)

- (d) Geben Sie die Größe von S_{11} an! (1 Punkt)
 (e) Nehmen Sie $S_{22} = 0$ an, geben Sie dafür (unter Vernachlässigung der Messung $\rho_L = -1$!!!) S_{12} an. (1 Punkt)
 (f) Lösen Sie das komplette Gleichungssystem aus (b) und geben Sie Werte für S_{11} , S_{22} und S_{12} an! (3 Punkte)

5 Signalflussgraphen (7 Punkte)

Die Transmission S_{21} eines 2-Tores mit $S_{11}, S_{21}, S_{12}, S_{22}$ soll mittels eines einfachen Aufbaus aus Generator und Detektor mit zwei Leitungen mit den Grafen A und B geschehen. Generator und Detektor haben die Reflexionsfaktoren ρ_G, ρ_L . Der Signalflussgraph der Anordnung ist angeben:



Alle nicht bezeichneten Grafen haben den Wert 1.

- (a) Berechnen Sie das Verhältnis b/a , setzen Sie dazu $\rho_L = 0$. (2 Punkte)
 Tipp: Grafen, deren Eingangsknoten Null bzw. unbestimmt sind, können weggelassen werden. Wenn Ihnen diese Aufgabe einfach erscheint, lesen Sie zuerst (b) und leiten Sie das Ergebnis für (a) aus dem von (b) ab.
- (b) Berechnen Sie das Verhältnis b/a unter Berücksichtigung ALLER angegebenen Größen. (2 Punkte)
- (c) Bestimmen Sie S_{21} als Funktion von b/a unter der Voraussetzung, dass $\rho_L = 0$ ist. (Also Ergebnis von (a)) (1 Punkt)
- (d) Wie groß ist der maximale Fehler der Messung von S_{21} für Generatorreflexionen (rein reell) von $\rho_g = -10$ dB und $\rho_g = -20$ dB. Der gemessene Vierpol ist rein passiv. (2 Punkte)
 Tipp: Beachten Sie, dass wir mit Wellen bzw. Spannungen, nicht mit Leistungen arbeiten. (2 Punkte)