

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 41

Es wird eine Quelle mit einem rauschenden ohmschen Quellwiderstand unter den nachfolgenden Bedingungen betrachtet.

$$R_{Quelle} = 50 \text{ Ohm}$$

$$B_R = 25 \text{ MHz}$$

$$T \approx 27 \text{ Grad C}$$

$$K_B \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws / K}$$

- Aufgabe 41.1: Ermitteln Sie die maximale Rauschleistung, die dieser Widerstand abgeben kann.
- Aufgabe 41.2: Ermitteln Sie die Rauschspannung, die dieser Widerstand bei Anpassung aufbringt.
- Aufgabe 41.3: Vergleichen Sie diesen Wert mit dem Signalwert aus Aufgabe 37.2. Welches SNR würde sich aus der Kombination dieser beiden Werte ergeben (linearer Wert und in dB)? Interpretieren Sie das Ergebnis (SNR > 20 dB dürften deutliche Reserven enthalten. Der geringe Unterschied der Bandbreiten wird vernachlässigt.)
- Aufgabe 41.4: Wie groß muss eine Signalspannung sein, um in Gegenwart der Rauschspannung aus 41.2 ein SNR = 16 dB zu erhalten?
- Aufgabe 41.5: Ermitteln Sie auf einfachem Wege zu 41.4 die Rauschleistung und das SNR, wenn bei ansonsten gleichen Parametern ein Schmalbandsystem verwendet wird. Die äquivalente Bandbreite soll dabei 4 KHz sein.
- Aufgabe 41.6: Welche Verbesserung beim SNR bringt eine Halbierung der Bandbreite bei ansonsten konstanten Parametern?

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 42

Drei HF-Breitbandverstärker werden jeweils einzeln geprüft. Dazu wird jeder am Eingang mit einem ohmschen Widerstand abgeschlossen. Es besteht Anpassung.

Am Ausgang wird über einen angepassten und umschaltbaren Bandpass ein breitbandiges HF-Spannungsmessgerät angeschlossen. Dieses misst die Rauschspannung. Der Bandpass hat im Durchlassbereich keine Dämpfung und ist allein für die Bandbegrenzung wirksam.

Mit den Abschlüssen am Ein- und Ausgang wird die angegebene Spannungs- und Leistungsverstärkung erreicht.

$$R_{Quelle} = 50 \text{ Ohm}$$

$$R_E = R_A = 50 \text{ Ohm}$$

$$V_P = 80 \text{ dB}$$

$$V_U = 86 \text{ dB}$$

$$B_{R1} = 1 \text{ MHz}$$

$$B_{R2} = 10 \text{ MHz}$$

$$B_{R3} = 1 \text{ GHz}$$

$$T \approx 27 \text{ Grad C}$$

$$F_1 = 1 (\text{idealer Verstärker})$$

$$F_2 = 2$$

$$F_3 = 10 \text{ dB}$$

- Aufgabe 42.1: Fertigen Sie eine Skizze an und tragen Sie die relevanten Werte ein..
- Aufgabe 42.2: Ermitteln Sie den Lastwiderstand, den das Messgerät an seinem Eingang darstellt.
- Aufgabe 42.3: Ermitteln Sie die am Messgerät angezeigte Rauschspannung für alle 3 Verstärker und jeweils alle drei Bandbreiten.
- Aufgabe 42.4: Diskutieren Sie, ob und unter welchen Randbedingungen das Eigenrauschen des Messgerätes praktisch vernachlässigbar ist.

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 43

Ein HF-Signal soll über eine Leitung übertragen werden. Am Ausgang der Quelle existiert neben dem Signal das Rauschen vom ohmschen Innenwiderstand der Quelle.

Am Ende der Leitung befindet sich die Signalauswertung.

Zwischen Quelle und Leitung und / oder zwischen Leitung und Signalauswertung können Verstärker geschaltet werden. Es stehen zwei unterschiedliche Verstärker zur Verfügung.

Alle Geräte sind am Ein- und Ausgang auf eine Impedanz von 50 Ohm ausgelegt.

Die Leitung besitzt die Dämpfung D .

$$\begin{aligned}V_{P1} &= 20 \text{ dB} & F_1 &= 2 \\V_{P2} &= 30 \text{ dB} & F_2 &= 6 \text{ dB} \\D &= 30 \text{ dB} \\SNR_{Quelle} &= 400 \\T &= 300 \text{ K}\end{aligned}$$

Verwenden Sie für die Berechnung die Rauschtemperaturen.

Aufgabe 43.1: Fertigen Sie für die einzelnen Fälle jeweils Skizzen an.

Aufgabe 43.2: Ermitteln Sie das SNR am Signalauswerter, wenn keine Verstärker verwendet werden.

Aufgabe 43.3: Ermitteln Sie das SNR am Signalauswerter, wenn zwischen Quelle und Leitung Verstärker 1 und alternativ Verstärker 2 verwendet wird.

Aufgabe 43.4: Schlussfolgern Sie aus 43.1 was mit dem SNR am Signalauswerter passiert, wenn die Verstärker nicht vor der Leitung, sondern nach ihr eingefügt werden.

Aufgabe 43.5: Ermitteln Sie das SNR am Signalauswerter, wenn direkt nach der Quelle beide Verstärker hintereinander angeordnet werden. Beeinflusst die Reihenfolge das SNR am Signalauswerter? Wenn ja, welche Reihenfolge ist die mit dem besseren SNR?

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 44

Ein frei schwingender Oszillator liefert eine Frequenz von 10 MHz.

Die Frequenz soll nur durch die Elemente des LC-Kreises bestimmt sein.

Die Induktivität ist vorgegeben.

$$L = 10 \mu\text{H} \quad \text{TK-Wert} = +90 (\text{ppm})$$

Aufgabe 44.1: Fertigen Sie eine Skizze an.

Aufgabe 44.2: Ermitteln Sie die notwendige Kapazität.

Aufgabe 44.3: Wie groß ist die Frequenzabweichung, wenn sich die Temperatur um 5 K ändert?

Aufgabe 44.4: Um die Frequenzänderung zu minimieren, wird eine Kapazität mit dem TK-Wert von N100 verwendet. Wie groß ist jetzt die Frequenzabweichung bei einer Temperaturänderung von 5 K?

Aufgabe 44.5: Warum haben gerade Spulen mit kleinen Induktivitäten einen positiven TK-Wert? Ermitteln Sie den Grund durch Überlegung. Gehen Sie dabei von einer einlagigen Zylinderspule aus.

Aufgabe 44.6: Welchen TK-Wert erwarten Sie, wenn die Schwingfrequenz eines Oszillators durch einen Hohlleiterresonator bestimmt wird?

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 45

Modellieren Sie in Spice (LTspice) einen Oszillator mit Last. Die Schwingfrequenz soll bei einigen MHz liegen.

Aufgabe 45.1: Untersuchen Sie die Kurvenform der abgegebenen Spannung und deren Spektrum.

Aufgabe 45.2: Variieren Sie den Lastwiderstand und wiederholen Sie die Untersuchungen entsprechend der vorherigen Teilaufgabe.

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 46

Zur Frequenzvervielfachung wird eine reine, harmonisch schwingende Spannung auf ein nichtlineares Glied gegeben. Dieses Glied arbeitet als idealer Gleichrichter. Oberhalb einer bestimmten Schwellspannung wird die Eingangsspannung ideal durchgelassen und unterhalb vollständig gesperrt. Die spektralen Eigenschaften des Ausgangssignals sollen untersucht werden.

- Aufgabe 46.1: Fertigen Sie für die einzelnen Fälle jeweils Skizzen der zeitlichen Spannungsverläufe an.
- Aufgabe 46.2: Schlagen Sie für die Schwellspannung = 0V einen Lösungsweg auf Basis der Signal- und Systemtheorie vor.
- Aufgabe 46.3: Ermitteln Sie passend zur vorigen Teilaufgabe das Spektrum des Ausgangssignals.
- Aufgabe 46.4: Die Schwellspannung des Gleichrichters ist jetzt ungleich 0V. Was bedeutet das im Zeitbereich für das Ausgangssignal?
- Aufgabe 46.5: Ermitteln Sie passend zur vorigen Teilaufgabe jeweils für eine positive und eine negative Schwellspannung das Spektrum des Ausgangssignals (Schwellspannung so legen, dass noch ein Signalanteil die Gleichrichterschaltung passiert.)

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 47

In einem Signalgenerator wird ein moduliertes Signal mit einer Basisfrequenz erzeugt. Durch die Modulation wird diese Frequenz zu höheren Werten ausgelenkt.

$$f_{S \text{ Basis}} = 600 \text{ kHz} \quad , \quad \Delta f_{S \text{ max}} = 8 \text{ kHz}$$

Dieses Signal soll in eine höhere Frequenzlage umgesetzt werden. Die Zielfrequenz soll dabei variabel sein. Das erfordert eine variable Hilfsfrequenz f_T .

$$f'_{S \text{ Basis}} = 8 \dots 10 \text{ MHz}$$

Der Mischer arbeitet rein multiplikativ.

- Aufgabe 47.1: Tragen Sie die einzelnen Fälle jeweils auf der Frequenzachse ein.
- Aufgabe 47.2: Ermitteln Sie die Hilfsfrequenz mit unterer und oberer Grenze. Falls es mehrere Varianten gibt, ermitteln Sie für jede Variante die Hilfsfrequenz mit unterer und oberer Grenze.
- Aufgabe 47.3: Ermitteln Sie für jede Variante die Lage des umgesetzten Frequenzbandes, d. h., ob die umgesetzte Frequenz bei Modulation größer oder kleiner als die umgesetzte Basisfrequenz ist. Bei welcher Variante hat das umgesetzte Signal Gleichlage?
- Aufgabe 47.4: Ermitteln Sie für jede Variante, soweit vorhanden, unerwünschte Mischprodukte. Fallen solche Mischprodukte in den gewünschten Frequenzbereich?

Übung Hochfrequenztechnik II

Aufgabe 48

Mit einem Empfänger sollen Signale innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches empfangen werden. Diese werden auf eine Zwischenfrequenz umgesetzt und dann weiterverarbeitet.

$$f_{\text{Empfang}} = 600 \dots 650 \text{ MHz} \quad , \quad f_{\text{ZF Mitte}} = 22 \text{ MHz} \quad , \quad \text{Bandbreite}_{\text{ZF}} = 4 \text{ MHz}$$

Der Mischer arbeitet rein multiplikativ.

Aufgabe 48.1: Tragen Sie die einzelnen Fälle jeweils auf der Frequenzachse ein.

Aufgabe 48.2: Ermitteln Sie die Hilfsfrequenz mit unterer und oberer Grenze. Falls es mehrere Varianten gibt, ermitteln Sie für jede Variante die Hilfsfrequenz mit unterer und oberer Grenze.

Aufgabe 48.3: Ermitteln Sie für jede Variante die Lage des umgesetzten Frequenzbandes, d. h., ob die maximale umgesetzte Frequenz des empfangenen Kanals die maximale oder die minimale Frequenz des umgesetzten Kanals ist. Bei welcher Variante hat das umgesetzte Signal Gleichlage?

Aufgabe 48.4: Ermitteln Sie für jede Variante, soweit vorhanden, die Spiegelfrequenzen.

Aufgabe 48.5: Ermitteln Sie für jede Variante die notwendige Vorselektion für den Fall, dass Spiegelfrequenzen gesperrt werden müssen. Kann das Vorselektionsfilter fest abgestimmt werden oder muss dessen Abstimmung der Empfangsfrequenz folgen?

Aufgabe 48.6: (Zusatzaufgabe) Können in der weiteren Signalverarbeitung entstehende Oberwellen den Empfang stören? Wenn ja, geben Sie die Frequenzkonstellation(en) an.