



Amateurfunk Prüfungsvorbereitung

Klasse A

5.6 Sender und Empfänger

5.6 Sender und Empfänger

Methodik und Hinweis auf mögliche Fehler

Die richtigen Lösungen zu den Prüfungsfragen sind aus dem Fragenkatalog bekannt, hier geht es nur um den Weg dorthin.

- Bei Rechenaufgaben bekommst Du einen hoffentlich hinreichend nachvollziehbaren Lösungsweg präsentiert, der Dir zeigt, wie Du auf den richtigen Wert kommst.
- Bei Wissensfragen in Textform bekommst Du eine Argumentation, warum die richtige Lösung richtig und die anderen Lösungsvorschläge falsch sind.
- Außerdem bekommst Du die Hintergrundinformationen, die Du benötigst, um die Wissens-/Textaufgaben lösen zu können. Dies kann in vielen Fällen ausreichend sein, hängt aber auch von Deinen persönlichen Kenntnissen in Mathematik und Physik ab.
- Dieses Lernmaterial kann einen Amateurfunk-Prüfungsvorbereitungskurs vor Ort oder Online und/oder ein Lehrbuch selbstverständlich nicht ersetzen, sondern nur ergänzen.

Die Unterlage wurden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Fehler sind jedoch nicht gänzlich auszuschließen ...

5.6 Sender und Empfänger

Überblick

Kapitel	Thema	Fragen	Anzahl
5.6.1	Empfänger	AF101 – AF120	20
5.6.2	Empfängerstufen	AF201 – AF231	31
5.6.3	Sender und Senderstufen	AF301 – AF314	14
5.6.4	Leistungsverstärker	AF401 – AF428	28
5.6.5	Konverter und Transverter	AF501 – AF502	2
5.6.6	Digitale Signalverarbeitung	AF601 – AF637	37
5.6.7	Remote-Station	AF701 – AF710	10
Summe			142

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF101 Um wie viele S-Stufen müsste die S-Meter-Anzeige Ihres Empfängers steigen, wenn Ihr Partner die Sendeleistung von 25 W auf 100 W erhöht?

- A Um eine S-Stufe
- B Um zwei S-Stufen
- C Um vier S-Stufen
- D Um acht S-Stufen

Lösung / Rechenweg:

Umrechnung der Leistungssteigerung in dB – Vervierfachung der Leistung:

$$10 \cdot \log\left(\frac{100}{25}\right) = 6,021 \text{ dB} \approx 6 \text{ dB}$$

Da eine S-Stufe 6 dB entspricht, wird die S-Meter-Anzeige um eine S-Stufe ansteigen.

Leistungsverhältnis

-20 dB	0,01
-10 dB	0,1
-6 dB	0,25
-3 dB	0,5
-1 dB	0,79
0 dB	1
1 dB	1,26
3 dB	2
6 dB	4
10 dB	10
20 dB	100

Alternative zur Umrechnung:

Im Hilfsmittel nachschlagen!

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF102 Um wie viel S-Stufen müsste die S-Meter-Anzeige Ihres Empfängers steigen, wenn Ihr Funkpartner die Sendeleistung von 100 W auf 400 W erhöht?

- A Um eine S-Stufe
- B Um zwei S-Stufen
- C Um vier S-Stufen
- D Um acht S-Stufen

Lösung / Rechenweg:

Umrechnung der Leistungssteigerung in dB – Vervierfachung der Leistung:

$$10 \cdot \log\left(\frac{400}{100}\right) = 6,021 \text{ dB} \approx 6 \text{ dB}$$

Da eine S-Stufe 6 dB entspricht, wird die S-Meter-Anzeige um eine S-Stufe ansteigen.

Leistungsverhältnis

-20 dB	0,01
-10 dB	0,1
-6 dB	0,25
-3 dB	0,5
-1 dB	0,79
0 dB	1
1 dB	1,26
3 dB	2
6 dB	4
10 dB	10
20 dB	100

Alternative zur Umrechnung:

Im Hilfsmittel nachschlagen!

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF103 Ein Funkamateuer erhöht seine Sendeleistung von 10 auf 100 W. Vor der Leistungserhöhung zeigte Ihr S-Meter genau S8. Auf welchen Wert müsste die Anzeige Ihres S-Meters nach der Leistungserhöhung ansteigen?

- A S9+4 dB
- B S9+7 dB
- C S9
- D S9+9 dB

Lösung / Rechenweg:

Umrechnung der Leistungssteigerung in dB – Verzehnfachung der Leistung:

$$10 \cdot \log\left(\frac{100}{10}\right) = 10 \text{ dB}$$

Da eine S-Stufe 6 dB entspricht, wird die S-Meter-Anzeige um eine S-Stufe und 4 dB auf S9+4 dB ansteigen.

Leistungsverhältnis

-20 dB	0,01
-10 dB	0,1
-6 dB	0,25
-3 dB	0,5
-1 dB	0,79
0 dB	1
1 dB	1,26
3 dB	2
6 dB	4
10 dB	10
20 dB	100

Alternative zur Umrechnung:

Im Hilfsmittel nachschlagen!

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF104 Ein Funkamateuer kommt laut S-Meter mit S7 an. Dann schaltet dieser seine Endstufe ein und bittet um einen erneuten Rapport. Das S-Meter zeigt nun S9+8 dB an. Um welchen Faktor hat der Funkamateuer seine Leistung erhöht?

- A 100-fach
- B 20-fach
- C 10-fach
- D 120-fach

Lösung / Rechenweg:

Erhöhung um 2 S-Stufen plus 8 dB bedeutet:
 $6 + 6 + 8 \text{ dB} = 20 \text{ dB}$.

$$LV_{linear} = 10^{\frac{20}{10}} = 10^2 = 100$$

Die Steigerung um 20 dB bedeuten eine Steigerung der Leistung auf das 100-fache.

Leistungsverhältnis	
-20 dB	0,01
-10 dB	0,1
-6 dB	0,25
-3 dB	0,5
-1 dB	0,79
0 dB	1
1 dB	1,26
3 dB	2
6 dB	4
10 dB	10
20 dB	100

Alternative zur Umrechnung:

Im Hilfsmittel nachschlagen!

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF105 Durch „Fading“ sinkt die S-Meter-Anzeige von S9 auf S8. Auf welchen Wert sinkt dabei die Empfänger-Eingangsspannung ab, wenn bei S9 am Empfängereingang 50 µV anliegen? Die Empfänger-Eingangsspannung sinkt auf

- A 25 µV
- B 37 µV
- C 40 µV
- D 30 µV

Lösung / Rechenweg:

Das Absinken um eine S-Stufe bedeutet ein Absinken der Spannung um -6 dB – in Bezug auf Spannungen bedeutet das eine Halbierung der Spannung.

$$u_{linear} = 10^{\frac{-6}{20}} \approx 0,5011$$

d.h. die Spannung halbiert sich von 50 µV auf 25 µV.

Spannungsverhältnis

-20 dB	0,1
-10 dB	0,32
-6 dB	0,5
-3 dB	0,71
-1 dB	0,89
0 dB	1
1 dB	1,12
3 dB	1,41
6 dB	2
10 dB	3,16
20 dB	10

Alternative zur Umrechnung:

Im Hilfsmittel nachschlagen!

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger / Der Einfachsuper I

Einfachsuper = Einfachsuperhet = Superhet(erodyn)

- Überlagerungsempfänger, der das Problem der breitbandigen und oft nicht linearen Hochfrequenzverstärkung auf elegante Weise löst.

Hauptmerkmale

- **Mischung (=„Super“) des Empfangssignals**

Das von der Antenne kommende Signal (f_E) wird mit dem Signal eines variablen Oszillators (Lokaloszillator f_{OSZ}) in einer Mischstufe gemischt

- **Erzeugung einer Zwischenfrequenz (ZF)**

Durch die Mischung entsteht eine konstante Zwischenfrequenz $f_{ZF} = |f_E - f_{OSZ}|$

- **Vereinfachte Signalverarbeitung**

Für die festgelegte Zwischenfrequenz können einfacher passende Verstärker und Filter konstruiert werden.

- **Abstimmung**

Die Oszillatorkreisfrequenz liegt in der Regel höher als die gewünschte Empfangsfrequenz. Durch subtraktive Mischung in der Mischstufenröhre entsteht die Zwischenfrequenz.

- **Vorteile / Nachteile**

- Empfindlichkeit und Selektivität gegenüber Geradeausempfängern.
- komplexerer Aufbau und die Erzeugung von Spiegelfrequenzen (auf der anderen Seite der Zwischenfrequenz)

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger / Der Einfachsuper II

Zusammenhang der Frequenzen

Angenommen, wir haben eine Empfangsfrequenz $f_E = 145 \text{ MHz}$ und eine Oszillatorkreisfrequenz $f_{OSZ} = 120 \text{ MHz}$.

Die **Zwischenfrequenz f_{ZF}** wäre dann:

$$f_{ZF} = |f_E - f_{OSZ}| = |145 \text{ MHz} - 120 \text{ MHz}| = 25 \text{ MHz}$$

Die **Spiegelfrequenz f_s** liegt dann auf der anderen Seite des Oszillators:

$$f_s = f_{OSZ} - f_{ZF} = 120 \text{ MHz} - 25 \text{ MHz} = 95 \text{ MHz}$$

Der Abstand zwischen Empfangsfrequenz f_E und Spiegelfrequenz f_s beträgt 50 MHz, das **Doppelte der Zwischenfrequenz f_{ZF}** .

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF106 Welche Frequenzdifferenz besteht bei einem Einfachsuper immer zwischen der Empfangsfrequenz und der Spiegelfrequenz?

- A Die doppelte ZF**
- B Die Frequenz des lokalen Oszillators**
- C Die doppelte Empfangsfrequenz**
- D Die ZF**

Lösung / Rechenweg:

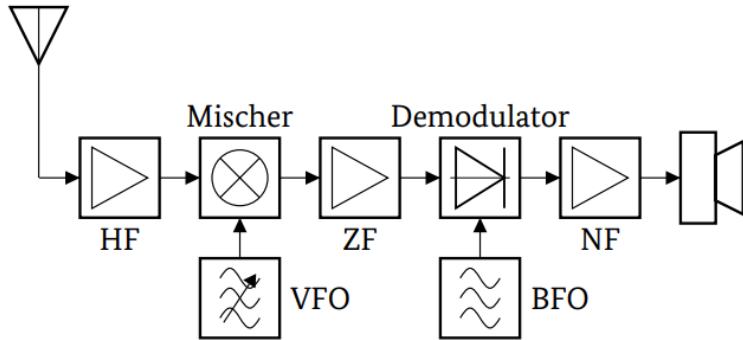
Die Frequenzdifferenz zwischen der Empfangsfrequenz und der Spiegelfrequenz bei einem Einfachsuper beträgt immer das Doppelte der Zwischenfrequenz (ZF).

Dies ergibt sich aus dem Prinzip, dass die Spiegelfrequenz symmetrisch zur Empfangsfrequenz um die Oszillatorkreisfrequenz liegt, und der Abstand zwischen Empfangsfrequenz und Spiegelfrequenz daher $2 \cdot ZF$ beträgt

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF107 Ein Einfachsuperhet-Empfänger ist auf 14,24 MHz eingestellt. Der Lokaloszillator schwingt mit 24,94 MHz und liegt mit dieser Frequenz über der ZF. Wo können Spiegelfrequenzstörungen auftreten?



- A 35,64 MHz
- B 10,7 MHz
- C 3,54 MHz
- D 24,94 MHz

Lösung / Rechenweg:

$$f_E = 14,24 \text{ MHz}$$
$$f_{OSZ} = 24,94 \text{ MHz}$$

$$f_{ZF} = |f_E - f_{OSZ}| = |14,24 - 24,94| = 10,7 \text{ MHz}$$

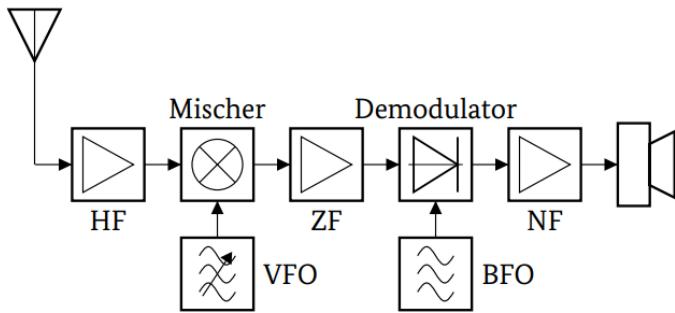
$$f_s = f_{OSZ} + f_{ZF} = 24,94 + 10,7 \text{ MHz} = 35,64 \text{ MHz}$$

Störungen können bei der Spiegelfrequenz f_s von 35,64 MHz auftreten.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF108 Ein Einfachsuper hat eine ZF von 10,7 MHz und ist auf 28,5 MHz abgestimmt. Der Oszillator des Empfängers schwingt oberhalb der Empfangsfrequenz. Welche Frequenz hat die Spiegelfrequenz?



A 49,9 MHz

B 7,1 MHz

C 39,2 MHz

D 17,8 MHz

Lösung / Rechenweg:

$$f_{ZF} = f_{OSZ} - f_E \text{ und } f_s = f_{OSZ} + f_{ZF}$$

Aufgabenstellung:

$$f_E = 28,5 \text{ MHz}$$

$$f_{ZF} = 10,7 \text{ MHz}$$

Einsetzen:

$$10,7 \text{ MHz} = f_{OSZ} - 28,5 \text{ MHz} \Rightarrow f_{OSZ} = 39,2 \text{ MHz}$$

$$f_s = f_{OSZ} + f_{ZF} = 39,2 + 10,7 \text{ MHz} = 49,9 \text{ MHz}$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF109 Welchen Vorteil haben Kurzwellenempfänger mit einer sehr hohen ersten ZF-Frequenz (z. B. 50 MHz)?

- A Die Spiegelfrequenz liegt sehr weit außerhalb des Empfangsbereichs.
- B Filter für 50 MHz haben eine höhere Trennschärfe als Filter mit niedrigerer Frequenz.
- C Ein solcher Empfänger hat eine höhere Großsignalfestigkeit.
- D Man erhält einen Empfänger für Kurzwelle und gleichzeitig für Ultrakurzwelle

Erklärung:

KW-Empfänger reichen typischerweise von 3 MHz bis 30 MHz (10m Band).

Die Spiegelfrequenzen liegen bei einer 1. ZF von 50 MHz bei:

$$3 + 2 \cdot 50 \text{ MHz} = 103 \text{ MHz}$$
 bzw.

$$30 + 2 \cdot 50 \text{ MHz} = 130 \text{ MHz}$$

Damit liegen sie sehr weit außerhalb des Empfangsbereichs – Lösung A ist korrekt.

B:

Trennschärfe hängt nicht von der Frequenz ab, sondern eher von Filterbandbreite und –steilheit.

D:

Eine erste hohe ZF allein macht den Empfänger nur automatisch für UKW geeignet.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF110 Wodurch wird beim Überlagerungsempfänger mit einer ZF die Spiegelfrequenzunterdrückung hauptsächlich bestimmt?

- A Durch die Höhe der ZF**
- B Durch die Verstärkung der ZF**
- C Durch die Bandbreite der ZF-Filter**
- D Durch die NF-Bandbreite**

Aus dem Hilfsmittel:

$$f_S = f_E + 2 \cdot f_{ZF} \text{ bzw. } f_S = f_E - 2 \cdot f_{ZF}$$
$$\Rightarrow$$
$$f_{ZF} \sim \frac{|f_S - f_E|}{\text{Abstand}}$$

Erklärung:

A:

A ist korrekt, denn je größer die ZF gewählt wird, desto größer ist der Abstand zwischen der gewünschten Empfangsfrequenz f_E und der Spiegelfrequenz f_S . Dadurch kann ein Bandpassfilter vor dem Mischer die Spiegelfrequenz leichter und wirksamer unterdrücken, weil der Frequenzabstand größer ist und das Filter selektiver arbeiten kann.

B, C, D:

Die Verstärkung bestimmt nur, wie stark das Signal nach der Mischung verstärkt wird, aber nicht, wie gut unerwünschte Spiegelfrequenzen bereits vor oder bei der Mischung unterdrückt werden.

Die ZF-Filter wirken erst nach der Mischung. Zu diesem Zeitpunkt sind sowohl das gewünschte Signal als auch das Signal der Spiegelfrequenz bereits auf die gleiche Zwischenfrequenz umgesetzt worden und lassen sich durch die ZF-Filter nicht mehr voneinander trennen.

Die NF-Bandbreite betrifft nur die Signalverarbeitung nach der Demodulation und hat keinerlei Einfluss auf die Unterdrückung der Spiegelfrequenz.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF111 Welchen Vorteil bietet eine hohe erste Zwischenfrequenz bei Überlagerungsempfängern?

- A Sie ermöglicht eine hohe Spiegelfrequenzunterdrückung.**
- B Sie reduziert Beeinflussungen des lokalen Oszillators durch Empfangssignale.**
- C Sie vermeidet eine hohe Spiegelfrequenzunterdrückung.**
- D Sie ermöglicht eine gute Nahselektion.**

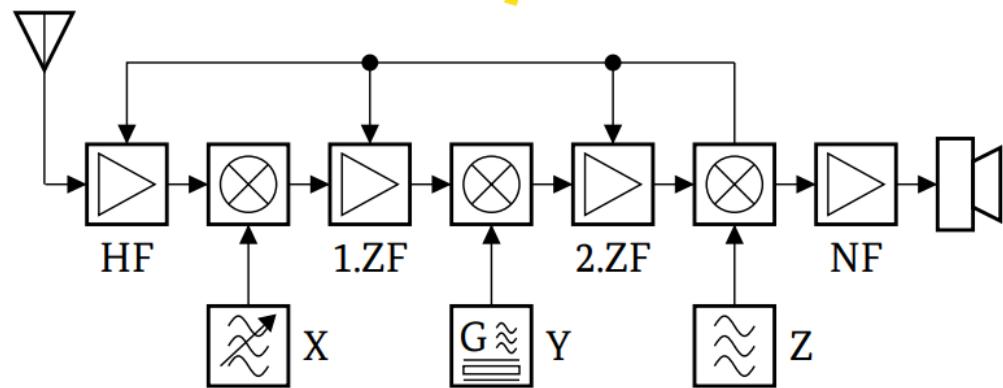
Erklärung:

A:

A ist korrekt, denn je größer die ZF gewählt wird, desto größer ist der Abstand zwischen der gewünschten Empfangsfrequenz f_E und der Spiegelfrequenz f_S . Dadurch kann ein Bandpassfilter vor dem Mischer die Spiegelfrequenz leichter und wirksamer unterdrücken, weil der Frequenzabstand größer ist und das Filter selektiver arbeiten kann.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger / Doppelsuper – Bedeutung der 1. und der 2. Zwischenfrequenz



5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF112 Welche Aussage ist für einen Doppelsuper richtig?

- A Mit einer hohen ersten ZF erreicht man leicht eine gute Spiegelfrequenzunterdrückung.
- B Das von der Antenne aufgenommene Signal bleibt bis zum Demodulator in seiner Frequenz erhalten.
- C Mit einer niedrigen ersten ZF erreicht man leicht eine gute Spiegelfrequenzunterdrückung.
- D Mit einer niedrigen zweiten ZF erreicht man leicht eine gute Spiegelfrequenzunterdrückung

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF113 Welche Aussage ist für einen Doppelsuper richtig?

A Mit einer niedrigen zweiten ZF erreicht man leicht eine gute Trennschärfe.

B Mit einer niedrigen ersten ZF erreicht man leicht gute Werte bei der Kreuzmodulation.

C Durch eine hohe erste ZF erreicht man leicht eine hohe Empfindlichkeit.

D Durch eine niedrige zweite ZF erreicht man leicht eine gute Spiegelselektion

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF114 Welche Beziehungen der Zwischenfrequenzen zueinander sind für einen Kurzwellen-Doppelsuper vorteilhaft?

- A** Die 1. ZF liegt höher als das Doppelte der maximalen Empfangsfrequenz. Nach der Filterung im Roofing-Filter (1. ZF) wird auf eine niedrigere 2. ZF heruntergemischt.
- B** Die 1. ZF liegt niedriger als die maximale Empfangsfrequenz. Nach der Filterung im RoofingFilter (1. ZF) wird auf eine höhere 2. ZF heraufgemischt.
- C** Die 1. ZF liegt unter der niedrigsten Empfangsfrequenz. Die 2. ZF liegt über der höchsten Empfangsfrequenz.
- D** Die 1. ZF darf maximal die Hälfte der höchsten Empfangsfrequenz betragen. Die 2. ZF liegt höher als das Doppelte der niedrigsten Empfangsfrequenz

Lösung / Rechenweg:

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF115 Wodurch wird die Nahselektion eines Superhet-Empfängers bestimmt?

- A Durch die ZF-Filter**
- B Durch den Bandpass auf der Empfangsfrequenz**
- C Durch die ZF-Verstärkung**
- D Durch den Empfangsvorverstärker**

Erklärung:

Nahselektion = Trennschärfe!

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF116 Wie groß sollte die Bandbreite des Filters für die 1. ZF in einem Doppelsuper sein?

- A** Mindestens so groß wie die größte benötigte Bandbreite der vorgesehenen Betriebsarten.
- B** Mindestens so groß wie die doppelte Bandbreite der jeweiligen Betriebsart.
- C** Mindestens so groß wie das breiteste zu empfangende Amateurband.
- D** Sie muss den vollen Abstimmbereich des Empfängers umfassen

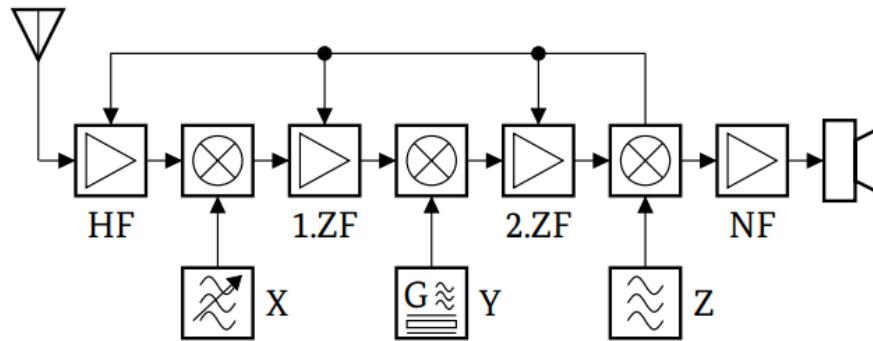
Lösung / Rechenweg:

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF117 Folgende Schaltung stellt einen Doppelsuper dar. Welche Funktion haben die drei mit X, Y und Z gekennzeichneten Blöcke?

Lösung / Rechenweg:



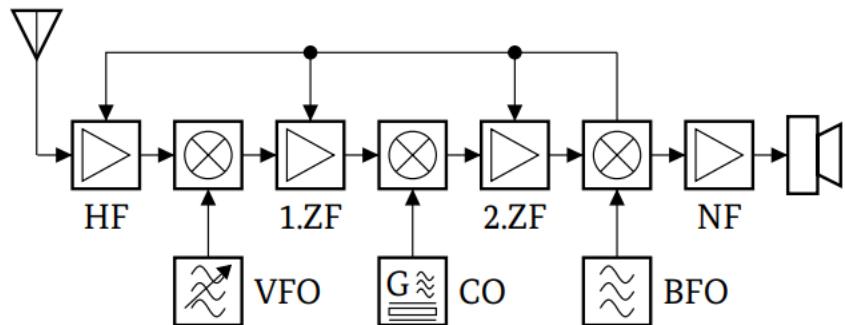
- A X ist ein VFO, Y ist ein CO und Z ein BFO.
- B X ist ein VFO, Y ist ein BFO und Z ein CO.
- C X ist ein BFO, Y ist ein CO und Z ein VFO.
- D X ist ein BFO, Y ist ein VFO und Z ein CO.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF118 Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 9 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz. Die Empfangsfrequenz soll 21,1 MHz sein. Welche Frequenzen sind für den VFO und den CO erforderlich, wenn der VFO oberhalb und der CO unterhalb des jeweiligen Misch-Eingangssignals schwingen sollen?

Lösung / Rechenweg:



- A** Der VFO muss bei 30,1 MHz und der CO bei 8,54 MHz schwingen.
- B** Der VFO muss bei 12,1 MHz und der CO bei 9,46 MHz schwingen.
- C** Der VFO muss bei 12,1 MHz und der CO bei 8,54 MHz schwingen.
- D** Der VFO muss bei 30,1 MHz und der CO bei 9,46 MHz schwingen.

5.6 Sender und Empfänger

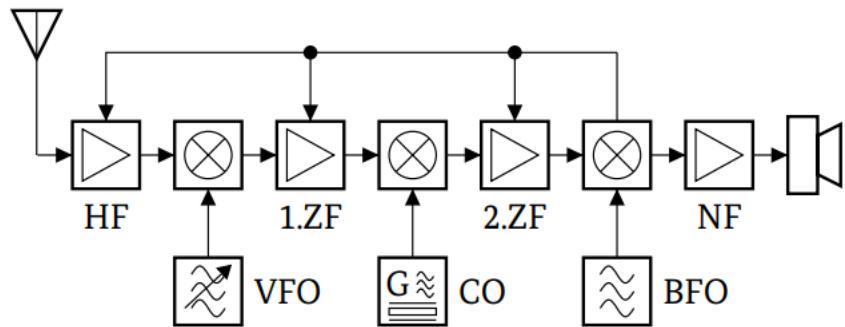
5.6.1 Empfänger

AF119 Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 10,7 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz. Die Empfangsfrequenz soll 28 MHz sein. Welche Frequenzen sind für den VFO und den CO erforderlich, wenn die Oszillatoren oberhalb der Mischereingangssignale schwingen sollen?

Lösung / Rechenweg:

$$\text{VFO} = 28 + 10,7 = 38,7$$

$$\text{CO} = 10,7 + 0,416 = 11,16$$



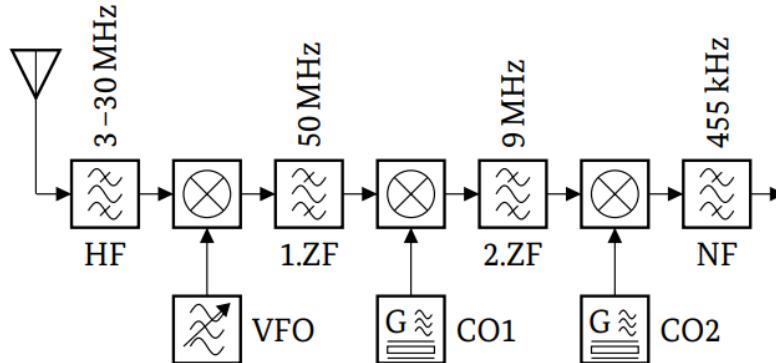
- A** Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwingen.
- B** Der VFO muss bei 10,24 MHz und der CO bei 17,30 MHz schwingen.
- C** Der VFO muss bei 17,3 MHz und der CO bei 10,24 MHz schwingen.
- D** Der VFO muss bei 28,460 MHz und der CO bei 39,16 MHz schwingen.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.1 Empfänger

AF120 Welche Frequenzen können die drei Oszillatoren des im folgenden Blockschaltbild gezeichneten Empfängers haben, wenn eine Frequenz von 3,65 MHz empfangen wird? Bei welcher Antwort sind alle drei Frequenzen richtig?

Lösung / Rechenweg:



A VFO: 46,35 MHz CO1: 41 MHz CO2: 9,455 MHz

B VFO: 23,65 MHz CO1: 59 MHz CO2: 8,545 MHz

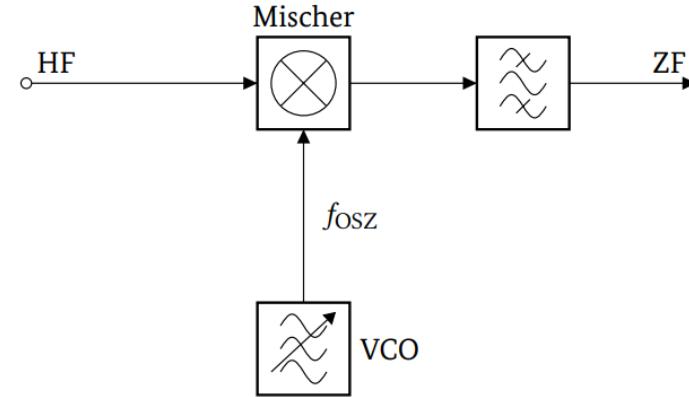
C VFO: 46,35 MHz CO1: 41 MHz CO2: 9,545 MHz

D VFO: 46,35 MHz CO1: 40,545 MHz CO2: 9,455 MHz

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF201 Welche Differenz liegt zwischen der HF-Nutzfrequenz und der Spiegelfrequenz?



Erklärung:

Aus dem Hilfsmittel:

$$f_S = f_E + 2 \cdot f_{ZF} \text{ bzw. } f_S = f_E - 2 \cdot f_{ZF}$$
$$\Rightarrow$$
$$|f_S - f_E| = 2 \cdot f_{ZF}$$

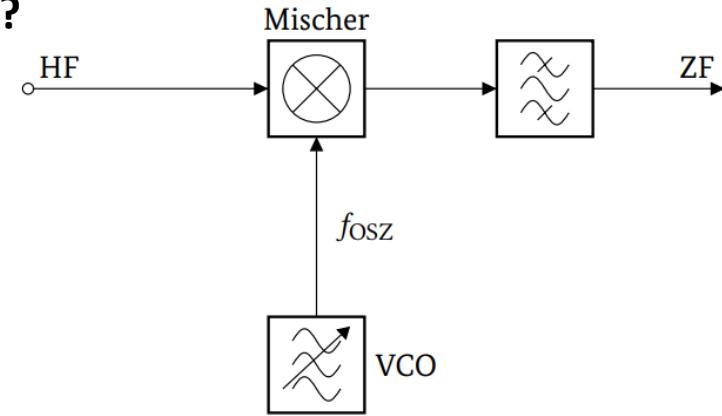
Differenz

- A Das Doppelte der ZF**
- B Das Doppelte der HF-Nutzfrequenz**
- C Das Dreifache der ZF**
- D Die HF-Nutzfrequenz plus der ZF**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF202 Der VCO schwingt auf 134,9 MHz. Die Empfangsfrequenz soll 145,6 MHz betragen. Welche Spiegelfrequenz kann Störungen beim Empfang verursachen?



Lösung / Rechenweg:

$$f_{ZF} = 145,6 \text{ MHz} - 134,9 \text{ MHz} = 10,7 \text{ MHz}$$

$$f_{SP} = 145,6 \text{ MHz} - 2 \cdot 10,7 \text{ MHz} = 124,2 \text{ MHz}$$

- A 124,2 MHz
- B 134,9 MHz
- C 280,5 MHz
- D 156,3 MHz

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF203 Der Quarzoszillator schwingt auf 39 MHz. Die Empfangsfrequenz soll 28,3 MHz betragen. Auf welcher Frequenz ist mit Spiegelfrequenzstörungen zu rechnen?

A 49,7 MHz

B 39 MHz

C 67,3 MHz

D 17,6 MHz

Lösung / Rechenweg:

$$f_{ZF} = f_{OSZ} - f_E$$



$$f_{ZF} = 39 \text{ MHz} - 28,3 \text{ MHz} = 10,7 \text{ MHz}$$

und

$$f_{SP} = f_E + 2 \cdot f_{ZF}$$

$$f_{SP} = 28,3 \text{ MHz} + 2 \cdot 10,7 \text{ MHz} = 49,7 \text{ MHz}$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF204 Wodurch wird beim Überlagerungsempfänger die Spiegelfrequenzdämpfung bestimmt?

Lösung / Rechenweg:

- A Durch die Vorselektion**
- B Durch die Demodulatorkennlinie**
- C Durch die Selektion im ZF-Bereich**
- D Durch den Tiefpass im Audioverstärker**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF205 Welche Baugruppe eines Empfängers bestimmt die Trennschärfe?

Erklärung:

- A Die Filter im ZF-Verstärker**
- B Das Oberwellenfilter im ZF-Verstärker**
- C Der Oszillatorschwingkreis in der Mischstufe**
- D Die PLL-Frequenzaufbereitung**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF206 Welche ungefähren Werte sollte die Bandbreite der ZF-Verstärker eines Amateurfunkempfängers für folgende Übertragungsverfahren aufweisen: SSB-Sprechfunk, RTTY (Shift 170 Hz), FM-Sprechfunk?

- A SSB: 2,7 kHz; RTTY: 500 Hz; FM: 12 kHz**
- B SSB: 6 kHz; RTTY: 1,5 kHz; FM: 12 kHz**
- C SSB: 2,7 kHz; RTTY: 340 Hz; FM: 3,6 kHz**
- D SSB: 3,6 kHz; RTTY: 170 Hz; FM: 25 kHz**

Erklärung:

A:

Bandbreiten von FM und SSB sollten bekannt sein:
FM: 12 kHz
SSB: 2,7 kHz

Damit bleibt nur noch Lösung A, wenn man die RTTY- Bandbreite von 500 Hz nicht kennt.

B:

SSB-Bandbreite von 6 kHz ist falsch –
B scheidet aus.

C:

FM-Bandbreite von 3,6 kHz ist falsch –
C scheidet aus.

D:

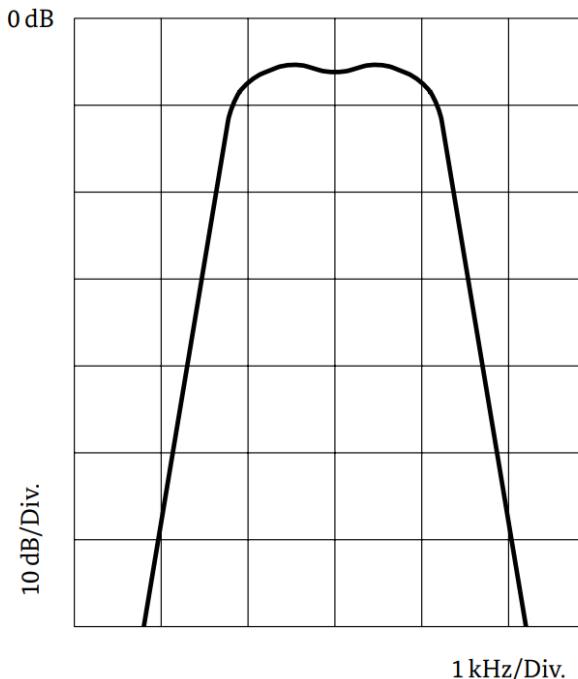
SSB-Bandbreite von 3,6 kHz und FM-Bandbreite von 25 kHz ist falsch – D scheidet aus.

5.6 Sender und Empfänger

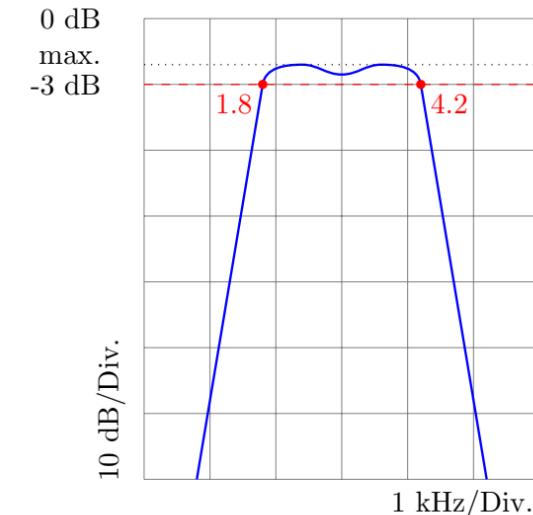
5.6.2 Empfängerstufen

AF207 Für welche Signale ist die untenstehende Durchlasskurve eines Empfängerfilters geeignet?

- A SSB-Signale**
- B AM-Signale
- C OFDM-Signale
- D FM-Signale



Erklärung:



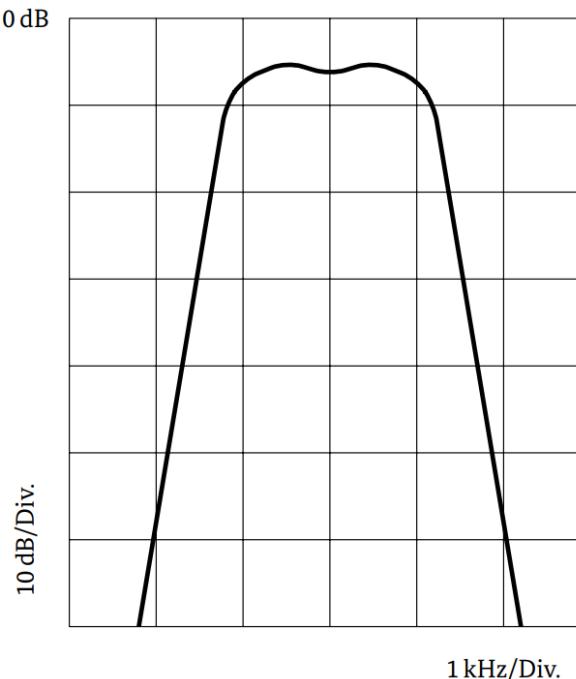
1. Finde Maximum der oberen Restwelligkeit
2. Gehe 3 dB tiefer
3. Finde Schnittpunkte mit den Flanken
4. Berechne die Bandbreite dazwischen:
 $4,2 - 1,8 = 2,4 \text{ kHz}$, also für SSB-Signale.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen / Alternativlösung

AF207 Für welche Signale ist die untenstehende Durchlasskurve eines Empfängerfilters geeignet?

- A SSB-Signale**
- B AM-Signale**
- C OFDM-Signale**
- D FM-Signale**



Erklärung:

Die dargestellte Durchlasskurve hat eine maximale Bandbreite von 4,4 kHz (bei -70 dB).

AM-Signale haben 6 kHz Bandbreite

FM-Signale haben ca. 12 kHz Bandbreite.

OFDM-Signale wurden in Kapitel 5.5.4 besprochen.

Orthogonal Frequency-Division Multiplexing ist eine Methode zur digitalen Signalmodulation, bei der ein einzelner Datenstrom auf mehrere separate Schmalbandkanäle mit unterschiedlichen Frequenzen aufgeteilt wird. Bandbreite ist hier in Abhängigkeit des Trägerabstands und der Anzahl der Träger ca. 5-20 MHz bei LTE und 20-160 MHz bei WLAN.

Da AM, FM OFDM höhere Bandbreiten als 4,4 kHz erfordern scheiden dieses aus.

SSB benötigt nur 2,4 – 2,7 kHz.

Lösung A ist richtig.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF208 Welches der folgenden Bandpassfilter verfügt bei jeweils gleicher Mittenfrequenz am ehesten über die geringste Bandbreite und höchste Flankensteilheit?

A Quarzfilter

B LC-Filter

C Keramikfilter

D RC-Filter

Erklärung:

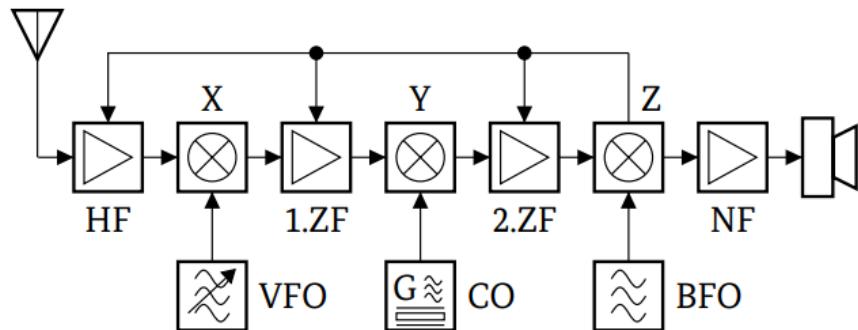
- Quarzfilter zeichnen sich durch besonders steile Filterflanken und sehr schmale Durchlassbereiche aus. Lösung A ist korrekt.
- LC-Filter haben typischerweise eine geringere Flankensteilheit als Quarzfilter. Passive LC-Filter zweiter Ordnung erreichen beispielsweise nur 12 dB pro Oktave.
- Keramikfilter können zwar gute Eigenschaften aufweisen, erreichen aber in der Regel nicht die extreme Präzision und Steilheit von Quarzfiltern.
- RC-Filter haben die geringste Flankensteilheit der genannten Optionen. Einfache RC-Filter erster Ordnung weisen lediglich eine Flankensteilheit von 6 dB pro Oktave auf.

Quarzfilter nutzen die piezoelektrischen Eigenschaften von Quarzkristallen, um extrem schmalbandige und präzise Filter zu realisieren.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF209 Folgende Schaltung stellt einen Doppelsuper dar. Welche Funktion haben die drei mit X, Y und Z gekennzeichneten Blöcke?



A X und Y sind Mischer, Z ist ein Produktdetektor.

B X ist ein Mischer, Y ist ein Produktdetektor, Z ist ein Mischer.

C X und Y sind Produktdetektoren, Z ist ein HF-Mischer.

D X und Y sind Balance mischer, Z ist ein ZF-Verstärker.

Lösung / Rechenweg:

A:

Der Produktdetektor ist ein besonderer Mischer, der den Träger hinzufügt und damit das Signal hörbar macht. Das geschieht am Ende der Verarbeitung, da hier der BFO = Beat Frequency Oscillator hinzukommt. Z ist daher der Produktdetektor.

Lösung A ist daher korrekt.

B, C, D:

Y ist kein Produktdetektor, da kein Träger hinzugefügt wird. B scheidet aus.

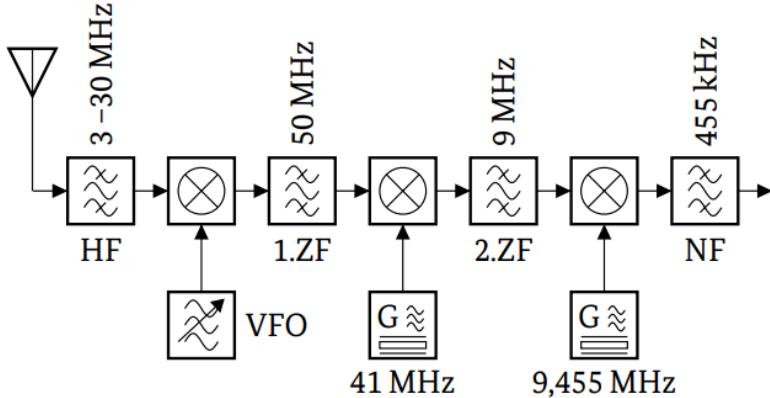
X ist ebenfalls kein Produktdetektor. C scheidet ebenfalls aus.

Z ist kein ZF-Verstärker – falsches Blockschaltbild. Daher scheidet auch D aus.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF210 Welchen Frequenzbereich kann der VFO des im folgenden Blockschaltbild gezeichneten HF-Teils eines Empfängers haben?



- A 20–47 MHz oder 53–80 MHz
- B 20–47 MHz oder 62–89 MHz
- C 23–41 MHz oder 53–80 MHz
- D 23–41 MHz oder 62–89 MHz

Erklärung:

Um von 3 MHz auf 50 MHz durch „Hochmischen“ zu kommen, sind 47 MHz notwendig.

Um von 30 MHz auf 50 MHz durch „Hochmischen“ zu kommen, sind 20 MHz notwendig.

C und D fallen damit als mögliche Lösungen weg.

Um von 3 MHz auf 50 MHz durch „Heruntermischen“ zu kommen, sind 53 MHz notwendig.

Um von 30 MHz auf 50 MHz durch „Heruntermischen“ zu kommen, sind 80 MHz notwendig.

Damit fällt Lösungsvorschlag B weg und Lösung A ist korrekt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF211 Wie groß sollte die Differenz zwischen der BFO-Frequenz und der letzten ZF für den Empfang von CW-Signalen ungefähr sein?

- A 800 Hz
- B die halbe Zwischenfrequenz
- C die doppelte Zwischenfrequenz
- D 4 kHz

Erklärung:

Hängt etwas von dem ab, was der Nutzer als angenehme CW-Hörfrequenz wahrnimmt.

Das schwankt von 650 bis 800 Hz.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF212 In welchem Bereich der Steuerkennlinie arbeitet die Mischstufe eines Überlagerungsempfängers?

- A** Sie arbeitet im nichtlinearen Bereich.
- B** Sie arbeitet im kapazitiven Bereich.
- C** Sie arbeitet im induktiven Bereich.
- D** Sie arbeitet im linearen Bereich.

Erklärung:

B,C:

Kapazitiv und induktiv ist im Zusammenhang mit Steuerkennlinien einfach Unsinn.

D:

Linear wäre einfach eine Verstärkung, aber keine Mischung.

A:

Daher ist die Lösung A korrekt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF213 Durch welchen Mischer werden unerwünschte Ausgangssignale am stärksten unterdrückt?

- A** Balancemischer
- B** additiver Diodenmischer
- C** Dualtransistormischer
- D** Doppeldiodenmischer

Erklärung:

A:

Der Balancemischer ist der Mischer, der – aufgrund seines symmetrischen Aufbaus – unerwünschte Ausgangssignale am besten unterdrückt.

Daher ist Lösung A korrekt.

B, C, D:

Andere Mischformen sind unsymmetrisch aufgebaut – daher gelangen immer unerwünschte Eingangssignale durch zum Ausgang.

Lösungen B, C und D scheiden aus.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF214 Welche Mischerschaltung unterdrückt am wirksamsten unerwünschte Mischprodukte und Frequenzen?

Lösung / Rechenweg:

- A Ein balancierter Ringmischer**
- B Ein unbalancierter Produktdetektor**
- C Ein Eintakt-Transistormischer**
- D Ein additiver Diodenmischer**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF215 Wie sollte ein bereits temperaturkompensierter VFO innerhalb eines Gerätes verbaut werden, um eine möglichst optimale Frequenzstabilität zu gewährleisten?

Lösung / Rechenweg:

- A** Er sollte möglichst gut thermisch isoliert zu anderen Wärmequellen im Gerät sein.
- B** Er sollte auf einem eigenen Kühlkörper montiert sein.
- C** Er sollte auf dem gleichen Kühlkörper wie der Leistungsverstärker angebracht werden.
- D** Er sollte durch einen kleinen Ventilator separat gekühlt werden.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF216 Für die Demodulation von SSB-Signalen im Kurzwellenbereich wird ein Hilfsträgeroszillator verwendet. Welcher der folgenden Oszillatoren ist hierfür am besten geeignet?

- A** quarzgesteuerter Oszillator
- B** LC-Oszillator mit Parallelschwingkreis
- C** LC-Oszillator mit Reihenschwingkreis
- D** RC-Oszillator

Lösung / Rechenweg:

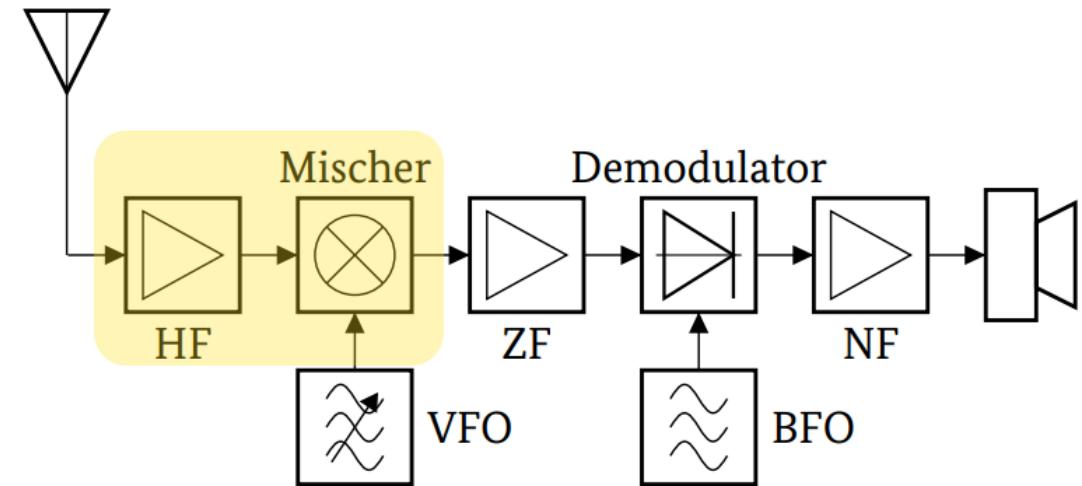
5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen / Großsignalfestigkeit – Intermodulation und Kreuzmodulation

Großsignalfestigkeit

- Fähigkeit des Empfängers auch bei gleichzeitigem Anliegen mehrerer starker Signale einwandfrei zu funktionieren.
- **Bestimmt durch Nichtlinearitäten in der HF-Vorstufe und in der 1. Mischstufe.**

Hier entstandene unerwünschte Mischprodukte können später in der ZF nicht mehr herausgefiltert werden.



Intermodulation

- **Erzeugung von zusätzlichen unerwünschten Signalen, die sich den unerwünschten Empfangssignalen überlagern und dadurch stören.**

Kreuzmodulation

- AM-Modulation eines starken, frequenzmäßig benachbarten Senders beeinflusst das gewünschte Empfangssignal.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen / Großsignalfestigkeit – Intermodulation und Kreuzmodulation II

Ursache der Inter- und Kreuzmodulation

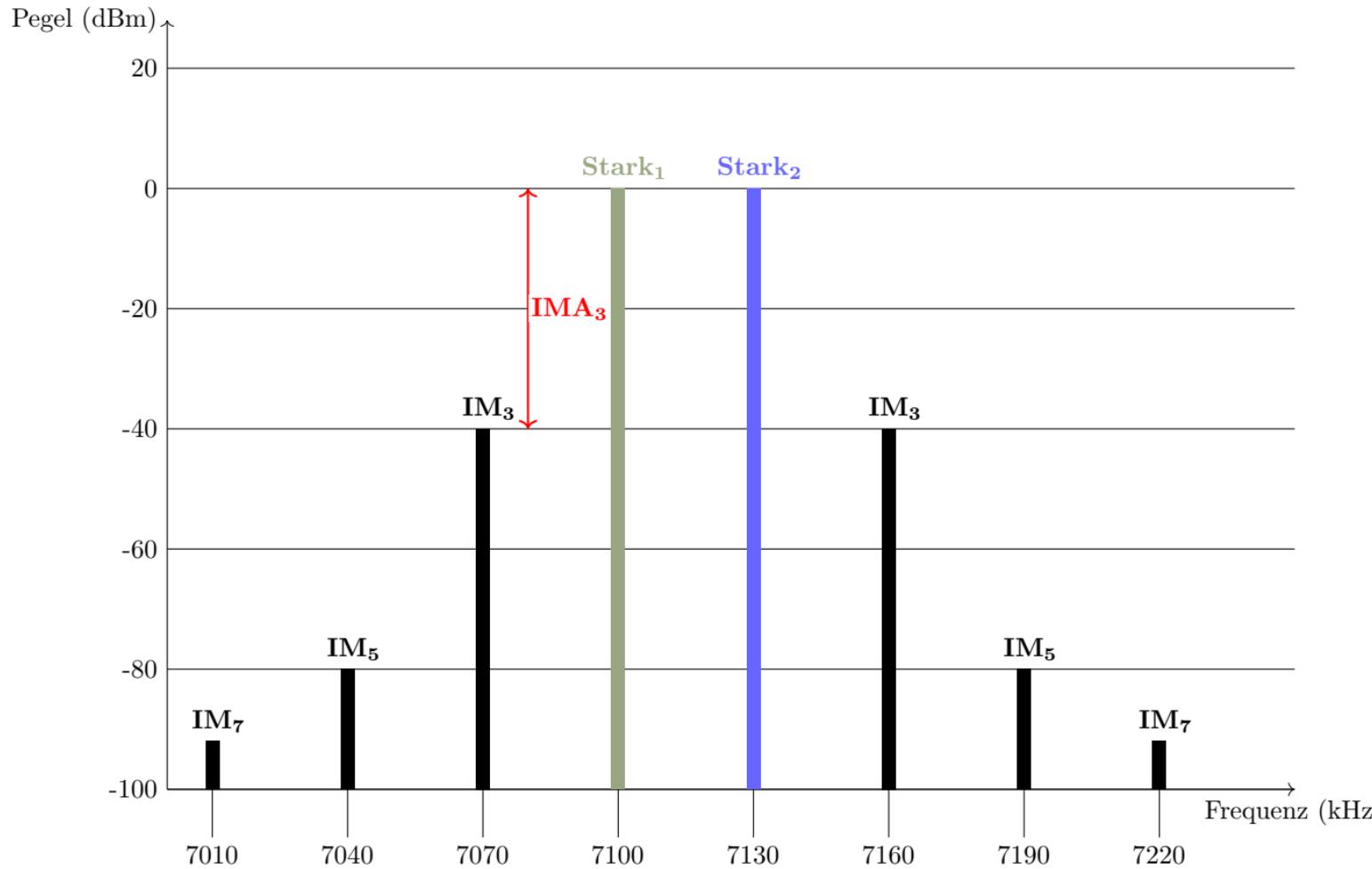
- Mischer haben eine erwünschte quadratische Kennlinie (x^2).
- Anteile höherer Ordnung x^3, x^5, x^7, \dots haben einen merklichen Einfluss bei Vorhandensein starker, dicht benachbarter Eingangssignale
- Nicht-Lineare Kennlinienanteile erzeugen sog. Phantom-Signale, die in der ZF nicht mehr herausgefiltert werden können.
- Es sind mehr Signale hörbar, als die Antenne tatsächlich aufnimmt.

Vermeidung der Intermodulation

- **Abschwächer = Dämpfungsglied = Attenuator einsetzen**
 - Ein 10 dB Abschwächer reduziert IM_3 Mischprodukte um 30 dB = Faktor 1000
- Auf 160m, 80m, 40m keine HF-Vorstufe einsetzen
 - Rauschen wird erhöht
 - Die Feldstärken sind sowieso schon sehr hoch

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen / Großsignalfestigkeit – IMA und Interceptionpoint 3



Zu sehen sind zwei benachbarte starke Signale Stark_1 und Stark_2 und entstandene Intermodulationssignale.

Intermodulationsabstand (IMA_x)

- Pegelunterschied zwischen dem Pegel des Eingangssignals und dem Pegel des unerwünschten Intermodulationssignals IM_x .

Mit steigenden Eingangspegeln wachsen die IM_x -Anteile überproportional und der Intermodulationsabstand (IMA_x) verringert sich immer weiter.

Interceptionpoint 3. Ordnung IP3

Eingangspegelwert für den gilt:

- **IM₃-Pegel = Nutzsignalpegel**

Maß für die Großsignalfestigkeit

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF217 Welches Phänomen tritt bei einem gleichzeitigen Empfang zweier Signale an einer nicht linear arbeitenden Empfängerstufe auf?

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

A Intermodulation

B Frequenzmodulation

C erhöhter Signal-Rausch-Abstand

D Dopplereffekt

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF218 Was ist die Hauptursache für Intermodulationsprodukte in einem Empfänger?

- A** Die HF-Stufe wird bei zunehmend großen Eingangssignalen zunehmend nichtlinear.
- B** Der Empfänger ist nicht genau auf die Frequenz eingestellt.
- C** Es wird ein zu schmalbandiges Quarzfilter verwendet.
- D** Es wird ein zu schmalbandiger Preselektor verwendet

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF219 Wodurch wird Kreuzmodulation verursacht?

A Durch Vermischung eines starken unerwünschten Signals mit dem Nutzsignal.

B Durch Reflexion der Oberwellen im Empfangsverstärker.

C Durch die Übersteuerung eines Verstärkers.

D Durch Übermodulation oder zu großen Hub.

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF220 Wodurch erreicht man eine Verringerung von Intermodulation und Kreuzmodulation beim Empfang?

- A Einschalten eines Dämpfungsgliedes vor den Empfängereingang**
- B Einschalten des Vorverstärkers**
- C Einschalten des Noise-Blankers**
- D Einschalten der Rauschsperre**

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

**AF221 Welche Empfängereigenschaft beurteilt man mit dem
Interception Point IP₃?**

- A** Großsignalfestigkeit
- B** Trennschärfe
- C** Grenzempfindlichkeit
- D** Signal-Rausch-Verhältnis

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF222 Wodurch kann die Qualität eines empfangenen Signals beispielsweise verringert werden?

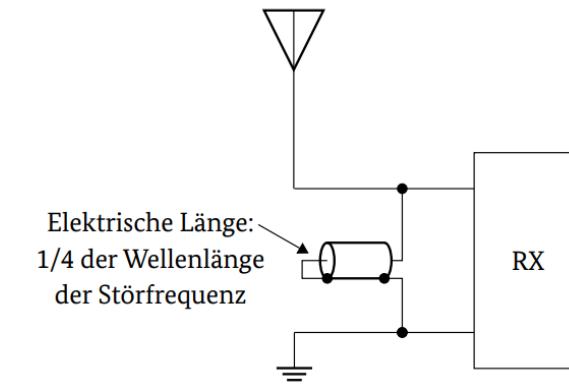
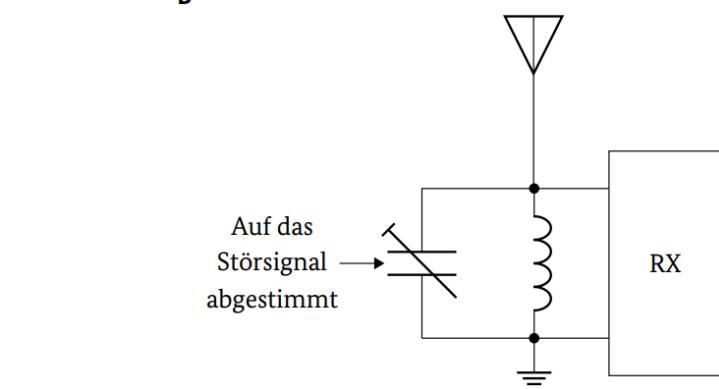
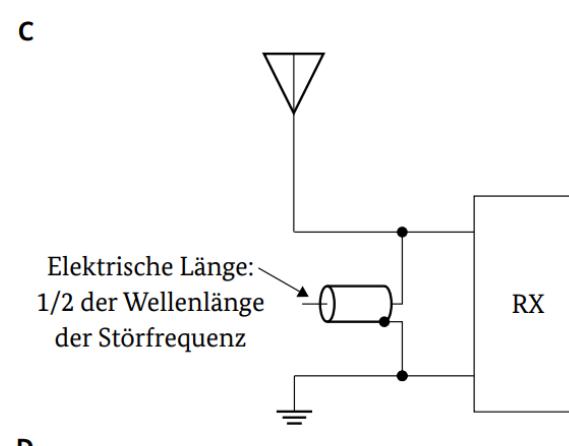
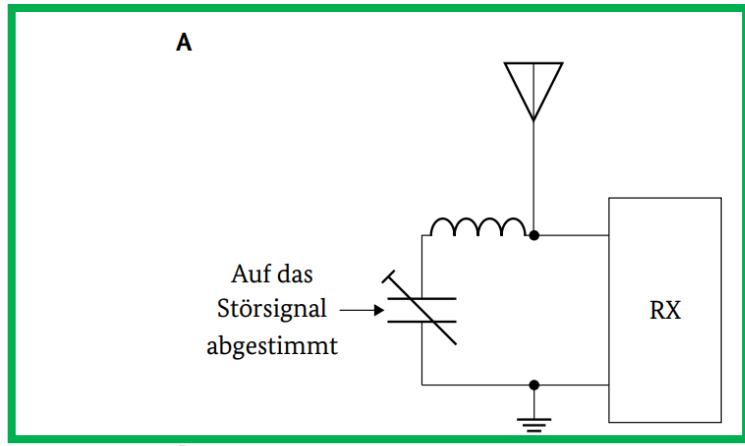
Lösung / Rechenweg:

- A Durch starke HF-Signale auf einer sehr nahen Frequenz**
- B Durch Batteriebetrieb des Empfängers**
- C Durch eine zu niedrige Rauschzahl des Empfängers**
- D Durch Betrieb des Empfängers an einem linear geregelten Netzteil**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF223 Welche Konfiguration wäre für die Unterdrückung eines unerwünschten Störsignals am Eingang eines Empfängers hilfreich?



Erklärung:

A:

Stellt einen Saugkreis dar.

B:

C:

$\frac{1}{2}$ Wellenlänge ändert nichts am Verhalten.
C scheidet also aus.

D:

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF224 Was bewirkt die AGC (Automatic Gain Control) bei einem starken Eingangssignal?

Lösung / Rechenweg:

- A** Sie reduziert die Verstärkung von Verstärkerstufen im Empfangsteil.
- B** Sie reduziert die Amplitude des VFO.
- C** Sie reduziert die Amplitude des BFO.
- D** Sie erhöht die Verstärkung von Verstärkerstufen im Empfangsteil.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF225 Welche Signale steuern gewöhnlich die Empfängerstumm-schaltung (Squelch)?

Lösung / Rechenweg:

- A** Es sind die ZF- oder NF-Signale.
- B** Es ist das HF-Signal der Eingangsstufe.
- C** Es ist das Signal des VFO.
- D** Es ist das Signal des BFO.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF226 Welche Aufgabe hat der Begrenzerverstärker in einem FM-Empfänger?

Lösung / Rechenweg:

- A** Er begrenzt das Ausgangssignal ab einem bestimmten Pegel des Eingangssignals zur Unterdrückung von AM-Störungen.
- B** Er verringert das Vorstufenrauschen.
- C** Er begrenzt den Hub für den FM-Demodulator.
- D** Er bewirkt eine vollständige ZF-Trägerunterdrückung zur Vermeidung von AM-Störungen.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF227 Was bedeutet Signal-Rausch-Abstand (SNR) bei einem Empfänger?

Lösung / Rechenweg:

- A** Er gibt an, in welchem Verhältnis das Nutzsignal stärker ist als das Rauschsignal.
- B** Er gibt an, in welchem Verhältnis das Rauschsignal stärker ist als das Nutzsignal.
- C** Es ist der Frequenzabstand zwischen Empfangssignal und Störsignal.
- D** Es ist der Abstand zwischen Empfangsfrequenz und Spiegelfrequenz.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF228 Was bedeutet die Rauschzahl von 1,8 dB bei einem UHF-Vorverstärker?

- A** Das Ausgangssignal des Vorverstärkers hat ein um 1,8 dB geringeres Signal-Rausch-Verhältnis als das Eingangssignal.
- B** Das Ausgangssignal des Vorverstärkers hat ein um 1,8 dB höheres Signal-Rausch-Verhältnis als das Eingangssignal.
- C** Das Rauschen des Ausgangssignals ist um 1,8 dB niedriger als das Rauschen des Eingangssignals.
- D** Die Verstärkung des Nutzsignals beträgt 1,8 dB, die Rauschleistung bleibt unverändert.

Erklärung:

Die Bedeutung steht im Hilfsmittel:

Rauschzahl

$$F = \frac{\left(\frac{P_S}{P_N}\right)_{\text{Eingang}}}{\left(\frac{P_S}{P_N}\right)_{\text{Ausgang}}}$$

$$\alpha_F = 10 \cdot \log_{10} (F)$$

$$\alpha_F = \text{SNR}_{\text{Eingang}} - \text{SNR}_{\text{Ausgang}}$$

Umgestellt:

$$\text{SNR}_{\text{Ausgang}} = \text{SNR}_{\text{Eingang}} - \alpha_F$$

$$\text{SNR}_{\text{Ausgang}} = \text{SNR}_{\text{Eingang}} - 1,8$$

Genau das ist in Lösung A formuliert und daher korrekt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF229 Was bedeutet die Rauschzahl F = 2 bei einem UHF-Vorverstärker?

- A** Das Ausgangssignal des Verstärkers hat ein um 3 dB geringeres Signal-Rausch-Verhältnis als das Eingangssignal.
- B** Das Ausgangssignal des Verstärkers hat ein um 3 dB höheres Signal-Rausch-Verhältnis als das Eingangssignal.
- C** Das Ausgangssignal des Verstärkers hat ein um 6 dB geringeres Signal-Rausch-Verhältnis als das Eingangssignal.
- D** Das Ausgangssignal des Verstärkers hat ein um 6 dB höheres Signal-Rausch-Verhältnis als das Eingangssignal.

Lösung / Rechenweg:

$$F = \frac{\left(\frac{P_S}{P_N}\right)_{Eingang}}{\left(\frac{P_S}{P_N}\right)_{Ausgang}} \quad \text{und} \quad \frac{P_S}{P_N} = 10^{\frac{SNR}{10}}$$

$$F = \frac{10^{\frac{SNR_{Eingang}}{10}}}{10^{\frac{SNR_{Ausgang}}{10}}} = 10^{\frac{SNR_{Eingang}}{10}} - \frac{SNR_{Ausgang}}{10}$$

$$\log_{10}(F) = \frac{SNR_{Eingang} - SNR_{Ausgang}}{10}$$

$$10 \cdot \log_{10}(F) = SNR_{Eingang} - SNR_{Ausgang}$$

$$10 \cdot \log_{10}(2) = 3 = SNR_{Eingang} - SNR_{Ausgang}$$

$$SNR_{Ausgang} = SNR_{Eingang} - 3$$

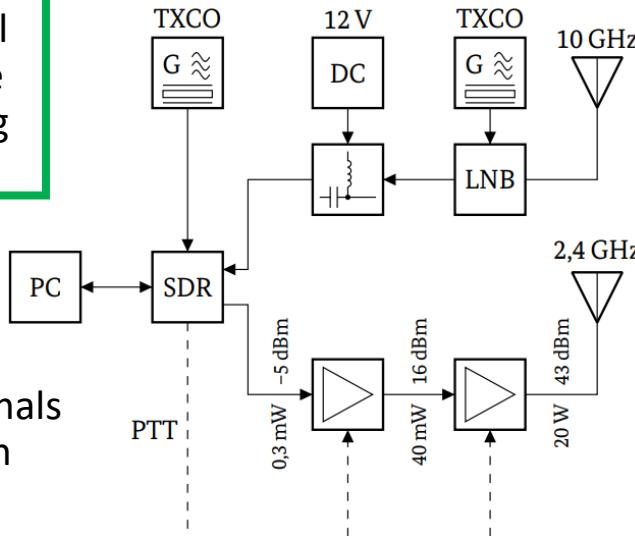
5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF230 Sie empfangen das Signal eines Satelliten auf 10 GHz. Die Kabellänge zwischen LNB und Empfänger beträgt 20 m. Warum ist die Kabeldämpfung trotz der hohen Empfangsfrequenz eher vernachlässigbar?

- A** Der LNB verstärkt das Empfangssignal und mischt dieses auf eine niedrigere Frequenz, auf der die Kabeldämpfung geringer ist.
- B** Durch die Fernspeisespannung, die den LNB versorgt, sinkt die Kabeldämpfung.
- C** Durch die Mischung des Empfangssignals mit der TCXO-Frequenz wird nur noch das Basisband übertragen.
- D** Der LNB demoduliert das Signal. Die entstehende NF ist unempfindlich gegen Kabeldämpfung.

Lösung / Rechenweg:



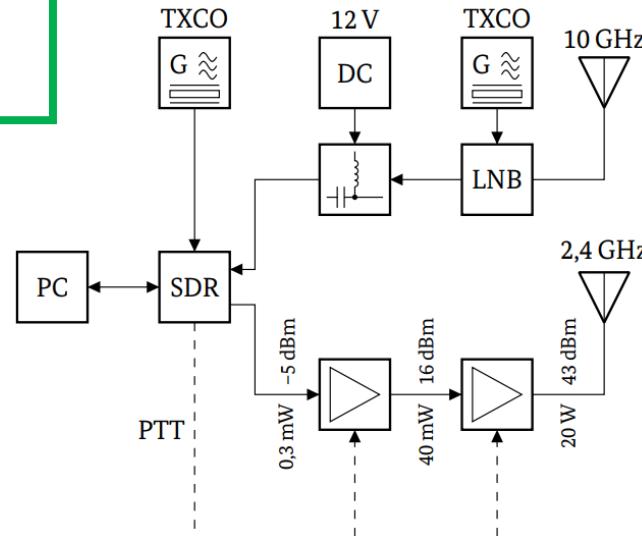
5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen

AF231 Der LNB einer Satellitenempfangsanlage kann mit zwei unterschiedlichen Betriebsspannungen arbeiten. Was passiert, wenn die Versorgungsspannung am Bias-T im dargestellten Blockschaltbild auf 18 V erhöht wird?

- A Der LNB schaltet die Polarisation um.
- B Der LNB schaltet auf einen anderen Satelliten um.
- C Der LNB wird durch Überspannung beschädigt.
- D Der LNB schaltet den Empfangsbereich um.

Lösung / Rechenweg:



5.6 Sender und Empfänger

5.6.2 Empfängerstufen / LNB

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF301 Mit welchen der folgenden Baugruppen kann aus einem 5,3 MHz-Signal ein 14,3 MHz-Signal erzeugt werden?

- A Ein Mischer, ein 9 MHz-Oszillator und ein Bandfilter.
- B Ein Vervielfacher, ein selektiver Verstärker und ein Tiefpass.
- C Ein Phasenvergleicher, ein Oberwellenmischer und ein Hochpass.
- D Ein Frequenzteiler durch 3, ein Verachtfacher und ein Notchfilter.

Erklärung:

Das 5,3 MHz-Signal wird mit dem 9 MHz-Signal eines **Festfrequenz-Oszillators** gemischt.

Ein **Mischer** erzeugt die Summe der beiden Frequenzen: $5,3 \text{ MHz} + 9 \text{ MHz} = 14,3 \text{ MHz}$.

Allerdings auch $9 \text{ MHz} - 5,3 \text{ MHz} = 3,7 \text{ MHz}$.

Der 9 MHz-Oszillator würde in diesem Fall als Quarzoszillator (CO, crystal oscillator) fungieren, während das 5,3 MHz-Signal von einem variablen Frequenzoszillator (VFO) stammen könnte.

Um unerwünschte Frequenzen zu filtern, ist ein **Bandfilter** erforderlich, der das 14,3 MHz Signal passieren lässt.

Lösung A ist korrekt.

B, D:

Vervielfacher ungeeignet, da 14,3 kein Vielfaches von 5,3 ist. Teiler und Verachtfacher ungeeignet, weil die Ergebnisfrequenz 14,13 MHz wäre.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF302 Welcher Mischertyp ist am besten geeignet, um ein Doppelseitenbandsignal mit unterdrücktem Träger zu erzeugen?

Lösung / Rechenweg:

- A Ein Balancemischer**
- B Ein Mischer mit einem einzelnen FET**
- C Ein Mischer mit einer Varaktordiode**
- D Ein quarzgesteuerter Mischer**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF303 Wie kann mit analoger Technologie ein SSB-Signal erzeugt werden?

Lösung / Rechenweg:

- A** In einem BalanceModulator wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt. Das Seitenbandfilter selektiert ein Seitenband heraus.
- B** In einem BalanceModulator wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt. Ein auf die Trägerfrequenz abgestimmter Saugkreis filtert den Träger aus.
- C** In einem BalanceModulator wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt. Ein auf die Trägerfrequenz abgestimmter Sperrkreis filtert den Träger aus.
- D** In einem BalanceModulator wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt. In einem Frequenzteiler wird ein Seitenband abgespalten.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF304 Bei üblichen analogen Methoden zur Aufbereitung eines SSB-Signals werden ...

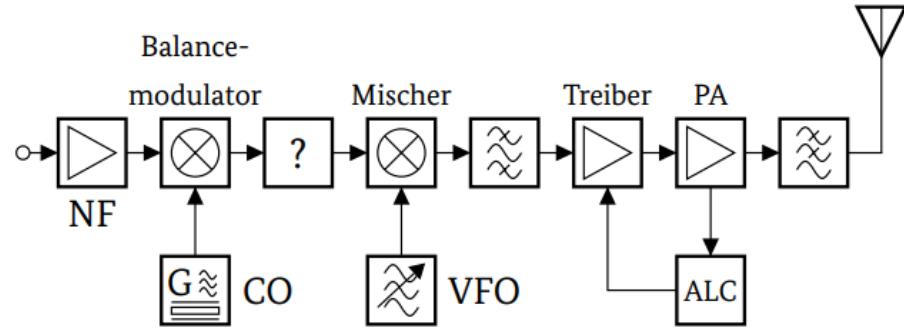
Lösung / Rechenweg:

- A** der Träger unterdrückt und ein Seitenband ausgefiltert.
- B** der Träger hinzugesetzt und ein Seitenband ausgefiltert.
- C** der Träger unterdrückt und ein Seitenband hinzugesetzt.
- D** der Träger unterdrückt und beide Seitenbänder ausgefiltert.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF305 Dieses Blockschaltbild zeigt einen SSB-Sender. Die Stufe bei „?“ Lösung / Rechenweg: ist ein...



A Quarzfilter als Bandpass für das gewünschte Seitenband.

B RC-Hochpass zur Unterdrückung des unteren Seitenbands.

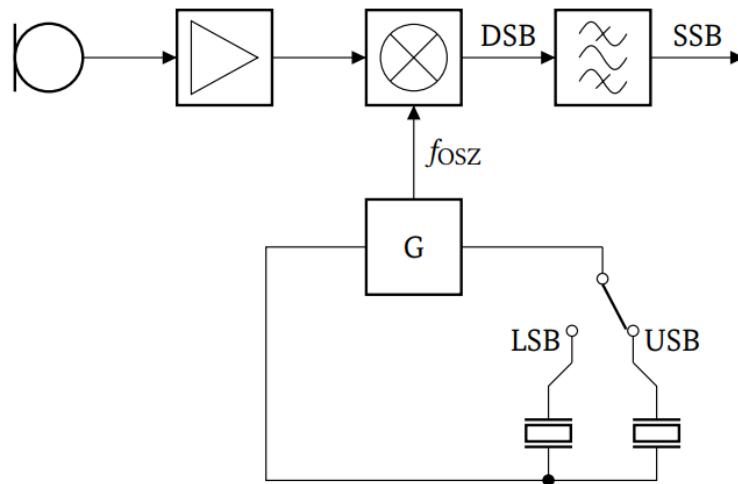
C RL-Tiefpass zur Unterdrückung des oberen Seitenbands.

D ZF-Notchfilter zur Unterdrückung des unerwünschten Seitenbands.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF306 Welches Schaltungsteil ist in der folgenden Blockschaltung am Ausgang des NF-Verstärkers angeschlossen?



Lösung / Rechenweg:

- A** Balancemischer
- B** symmetrisches Filter
- C** Dynamikkompressor
- D** DSB-Filter

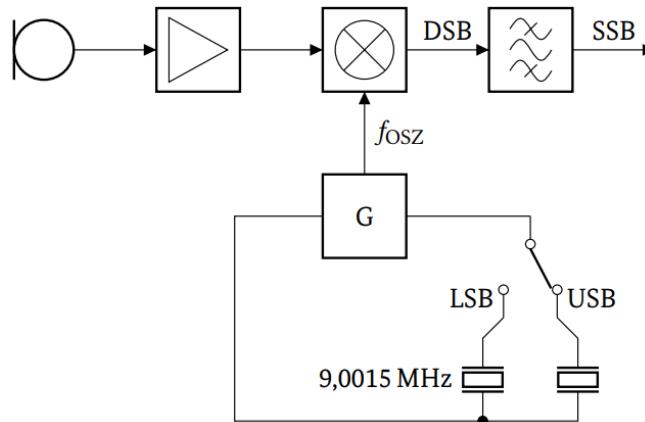
5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF307 Die folgende Blockschaltung zeigt eine SSB-Aufbereitung mit einem 9 MHz-Quarzfilter. Welche Frequenz wird in der Schalterstellung USB mit der NF gemischt?

Erklärung:

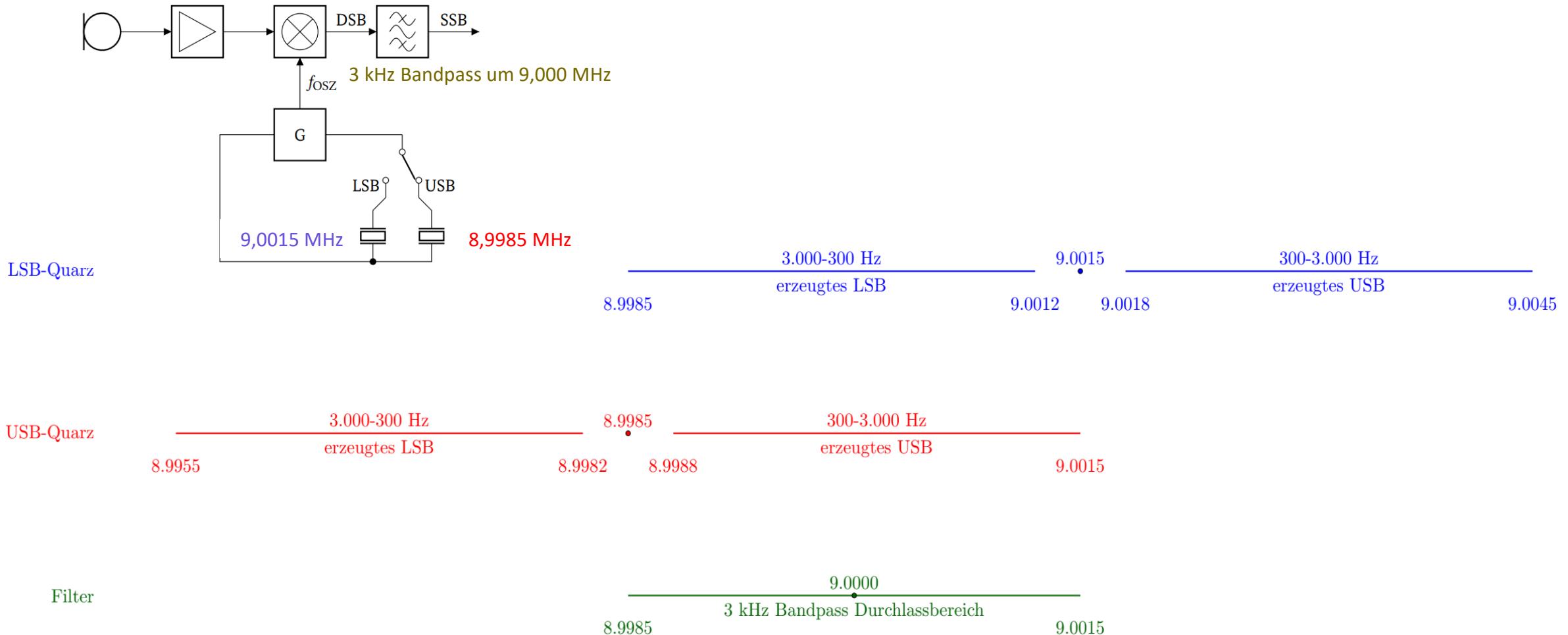
Siehe Folgeseite



- A 8,9985 MHz
- B 8,9970 MHz
- C 9,0000 MHz
- D 9,0030 MHz

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen / Veranschaulichung AF307



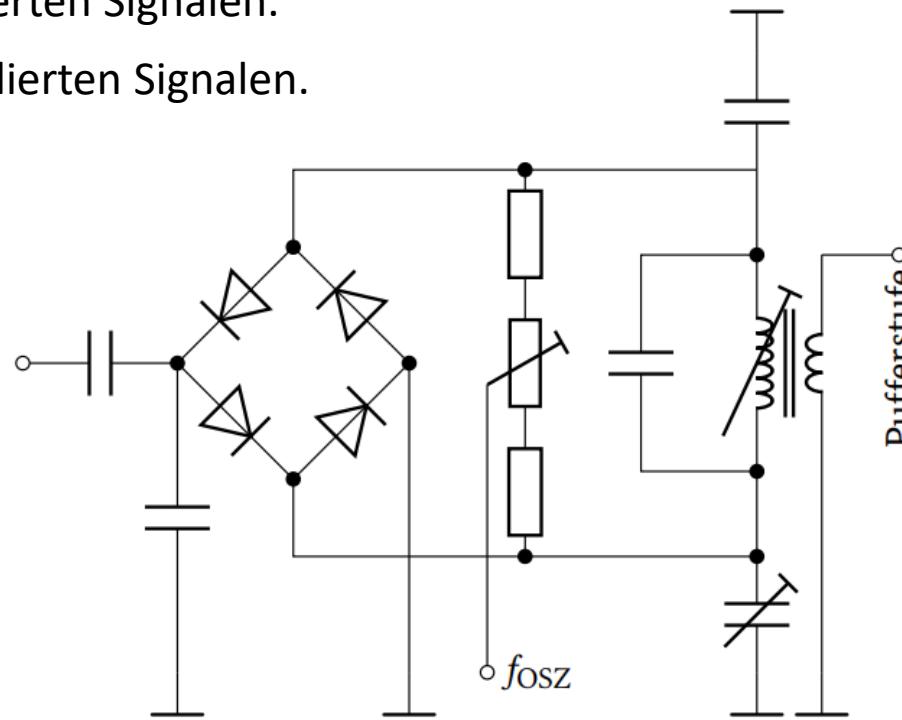
5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF308 Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen Modulator zur Erzeugung von ...

Lösung / Rechenweg:

- A AM-Signalen mit unterdrücktem Träger.
- B phasenmodulierten Signalen.
- C frequenzmodulierten Signalen.
- D LSB-Signalen.



5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF309 Wozu dienen R_1 und C_1 bei dieser Schaltung?

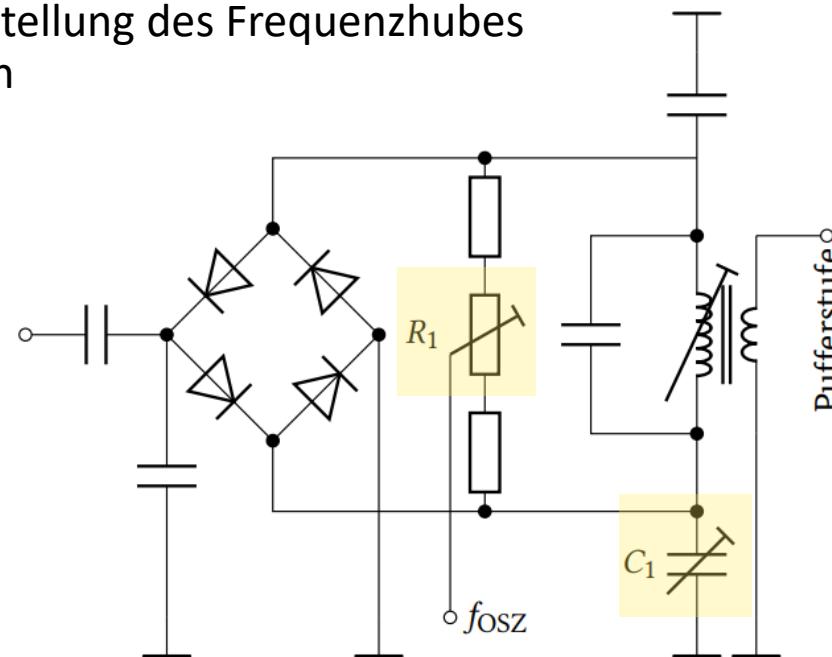
Lösung / Rechenweg:

A Sie dienen zur Einstellung der Trägerunterdrückung nach Betrag und Phase.

B Sie dienen zum Ausgleich von Frequenzgangs und Laufzeitunterschieden.

C Sie dienen zur Einstellung des Frequenzhubes mit Hilfe der ersten Trägernullstelle.

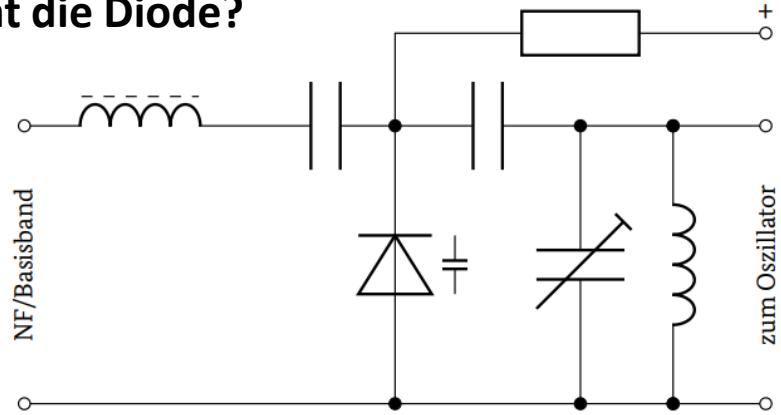
D Sie dienen zur Einstellung des Modulationsgrades des erzeugten DSB-Signals



5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF310 Dieser Schaltungsauszug ist Teil eines Senders. Welche Funktion hat die Diode?



Lösung / Rechenweg:

- A** Sie beeinflusst die Resonanzfrequenz des Schwingkreises in Abhängigkeit des NF-Spannungsverlaufs und moduliert so die Oszillatorkreisfrequenz.
- B** Sie stabilisiert die Betriebsspannung für den Oszillatorkreis, um diesen von der Stromversorgung der anderen Stufen zu entkoppeln.
- C** Sie begrenzt die Amplituden des Eingangssignals und vermeidet so die Übersteuerung der Oszillatorkreisstufe.
- D** Sie dient zur Erzeugung von Amplitudenmodulation in Abhängigkeit von den Frequenzen im Basisband.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF311 Nach welchem Prinzip arbeitet die analoge Frequenzvervielfachung?

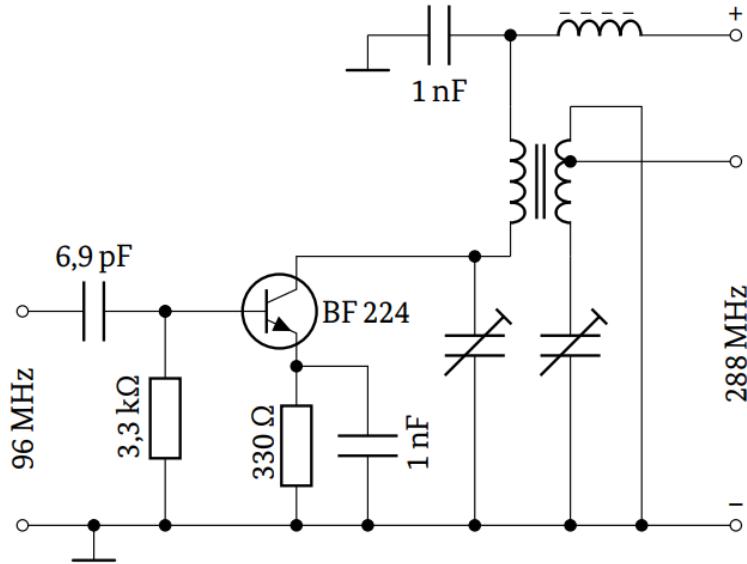
Lösung / Rechenweg:

- A** Das Signal wird einer nicht linearen Verzerrerstufe zugeführt und die gewünschte Oberschwingungen ausgefiltert.
- B** Das jeweils um plus und minus 90° phasenverschobene Signal wird einem additiven Mischer zugeführt, der die gewünschte Oberschwingungen erzeugt.
- C** Das Signal wird gefiltert und einem Ringmischer zugeführt, der die gewünschte Oberschwingungen erzeugt.
- D** Das jeweils um plus und minus 90° phasenverschobene Signal wird einem multiplikativen Mischer zugeführt, der die gewünschte Oberschwingungen erzeugt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF312 Worum handelt es sich bei dieser Schaltung?



- A Frequenzvervielfacher**
- B Oszillator**
- C Frequenzteiler**
- D Selbstschwingende Mischstufe**

Erklärung:

Eingang links mit 96 MHz beschriftet.

Ausgang rechts mit 288 MHz beschriftet.

$$\text{Frequenzverhältnis} = \frac{288 \text{ MHz}}{96 \text{ MHz}} = 3,0$$

Ohne die Funktion der Schaltung weiter betrachtet zu haben, wird es sich wohl um einen Frequenzvervielfacher handeln.

Die beiden einstellbaren Kondensatoren rechts in der Schaltung bilden mit der Transformatorschleife jeweils ein Serienschwingkreis.

Beide bilden zusammen ein Bandfilter.

Keine Basisvorspannung, daher Klasse-C-Verstärker – d.h. nicht-linear.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen / Abschirmung von Frequenzvervielfachern

Frequenzvervielfacher in einer Sendeeinrichtung sind abzuschirmen, um unerwünschte Ausstrahlungen zu vermeiden!

Oberwellenbildung

- Bei der Frequenzvervielfachung entsteht nicht nur die gewünschte Zielfrequenz, sondern auch andere Oberwellen, d. h. unerwünschte Zwischenprodukte und Mischfrequenzen sowie unerwünschte Harmonische. Ohne Abschirmung können diese unerwünschten Frequenzen direkt abstrahlen.

Mangelnde Filterung

- Nach jeder Frequenzvervielfachung sind ausreichende Selektionsmittel einzusetzen. Ohne Abschirmung ist die Filterung der unerwünschten Produkte weniger effektiv, denn Ungewollte Frequenzen können in nachfolgende Stufen einkoppeln. Dies führt zu einer Kaskadierung und Verstärkung der Störprodukte mit dem Ergebnis eines "Lattenzauns" im Frequenzspektrum.

HF-Einkopplung

- Ohne Abschirmung kann es zu unerwünschten HF-Einkopplungen kommen. Zwischen verschiedenen Stufen des Vervielfachers, in andere Schaltungsteile des Senders und in Zuleitungen und die Stromversorgung.

Abstrahlungen

- Die im Vervielfacher erzeugten HF-Signale können ohne Abschirmung direkt abstrahlen. Leiterbahnen und Bauteile wirken als unbeabsichtigte Antennen. Auch niedrigpegelige Störsignale können so ungewollt abgestrahlt werden.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF313 Wie sollten Frequenzvervielfacher in einer Sendeeinrichtung aufgebaut und betrieben werden?

- A** Sie sollten gut abgeschirmt sein, um unerwünschte Abstrahlungen zu minimieren.
- B** Sie sollten am Ausgang ein Hochpassfilter für das vervielfachte Signal besitzen.
- C** Sie sollten unbedingt im linearen Kennlinienabschnitt betrieben werden
- D** Sie sollten sehr gut gekühlt werden.

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

5.6 Sender und Empfänger

5.6.3 Sender und Senderstufen

AF314 Ein quarzgesteuertes Funkgerät mit einer Ausgangsfrequenz von 432 MHz verursacht Störungen bei 144 MHz.

Der Quarzoszillator des Funkgeräts schwingt auf einer Grundfrequenz bei 12 MHz. Bei welcher Vervielfachungskombination kann die Störfrequenz von 144 MHz auftreten?

- A Grundfrequenz · 2 · 2 · 3 · 3
- B Grundfrequenz · 2 · 3 · 3 · 2
- C Grundfrequenz · 3 · 3 · 2 · 2
- D Grundfrequenz · 3 · 2 · 3 · 2

Noch einfacher:

$$144 \text{ MHz} \cdot 3 = 432 \text{ MHz}$$

Daher muss der letzte Vervielfacher ein Dreifach sein, das ist nur bei Lösung A der Fall.

Lösung / Rechenweg:

A	2	2	3	3	3
	12	24	48	144	432
B	2	3	3	2	2
	12	24	72	216	432
C	3	3	2	2	2
	12	36	108	216	432
D	3	2	3	2	2
	12	36	72	216	432

Die störende Frequenz von 144 MHz tritt nur bei der Kombination A auf.

Ohne die ganze Matrix aufzustellen und mit etwas mehr Überlegung $12 \cdot 12 = 144$, d.h. die ersten 3 Faktoren müssen multipliziert 12 ergeben:

$$B: 2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$$

$$C: 3 \cdot 3 \cdot 2 = 18$$

$$D: 3 \cdot 2 \cdot 3 = 18$$

$$A: 2 \cdot 2 \cdot 3 = 12$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF401 Wie ist der Wirkungsgrad eines HF-Verstärkers definiert?

- A Als Verhältnis der HF-Ausgangsleistung zu der zugeführten Gleichstromleistung.
- B Als Verhältnis der Stärke der erwünschten Aussendung zur Stärke der unerwünschten Aussendungen.
- C Als Verhältnis der HF-Leistung zu der Verlustleistung der Endstufenröhre bzw. des Endstufentransistors.
- D Als Erhöhung der Ausgangsleistung bezogen auf die Eingangsleistung.

Erklärung:

A:

Das Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung zeigt unmittelbar, wie effizient der Verstärker die zugeführte Energie in nutzbare HF-Leistung umwandelt – A ist korrekt.

B:

„Stärke“ ist keine physikalische Größe – B scheidet aus.

C:

Diese Definition würde nur die Verluste berücksichtigen, nicht die gesamte zugeführte Energie. Die gesamte zugeführte Energie ergibt ein genaueres Bild der Effizienz des Verstärkers – C scheidet aus.

D:

Der Wirkungsgrad ist eine Verhältnisgröße, keine Differenzgröße („Erhöhung“) – D scheidet aus.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF402 Welcher Arbeitspunkt der Leistungsverstärkerstufe eines Senders erzeugt grundsätzlich den größten Oberschwingungsanteil?

- A C-Betrieb**
- B B-Betrieb**
- C AB-Betrieb**
- D A-Betrieb**

Erklärung:

Die Oberschwingungsanteile der verschiedenen Arbeitspunkte sind:

A-Betrieb: sehr geringer Oberschwingungsanteil
AB-Betrieb: geringer Oberschwingungsanteil
B-Betrieb: geringer Oberschwingungsanteil
C-Betrieb: hoher Oberschwingungsanteil

Daher ist Lösung A korrekt.

Weitere Erklärung:

Verstärker im C-Betrieb erzeugen **aufgrund ihres stark nichtlinearen Betriebspunktes** hohe Oberwellenanteile, die im weiteren Signalweg z.B. durch Filterung (Tiefpass) unterdrückt werden müssen.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF403 Welche Maßnahmen sind für Ausgangsanpassschaltung und Ausgangsfilter eines HF-Verstärkers im C-Betrieb vorzunehmen? Beide müssen...

Lösung / Rechenweg:

A in einem gut abschirmenden Metallgehäuse untergebracht werden.

B in einem gut isolierten Kunststoffgehäuse untergebracht werden.

C vor dem Verstärker eingebaut werden.

D direkt an der Antenne befestigt werden.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF404 Wozu dienen LC-Schaltungen unmittelbar hinter einem HF-Leistungsverstärker? Sie dienen zur...

Lösung / Rechenweg:

- A** frequenzabhängigen Transformation der Senderausgangsimpedanz auf die Antenneneingangsimpedanz und zur Unterdrückung von Oberschwingungen.
- B** optimalen Einstellung des Arbeitspunktes des HF-Leistungsverstärkers.
- C** Verringerung der rücklaufenden Leistung bei Fehlanpassung der Antennenimpedanz.
- D** Unterdrückung des HF-Trägers bei SSB-Modulation.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF405 Welche Funktion hat das Ausgangs-Pi-Filter eines HF-Senders? Lösung / Rechenweg:

- A** Es dient der Impedanztransformation und verbessert die Unterdrückung von Oberwellen.
- B** Es dient der besseren Oberwellenanpassung an die Antenne.
- C** Es dient der Verbesserung des Wirkungsgrads der Endstufe durch Änderung der ALC.
- D** Es dient dem Schutz der Endstufe bei offener oder kurzgeschlossener Antennenbuchse

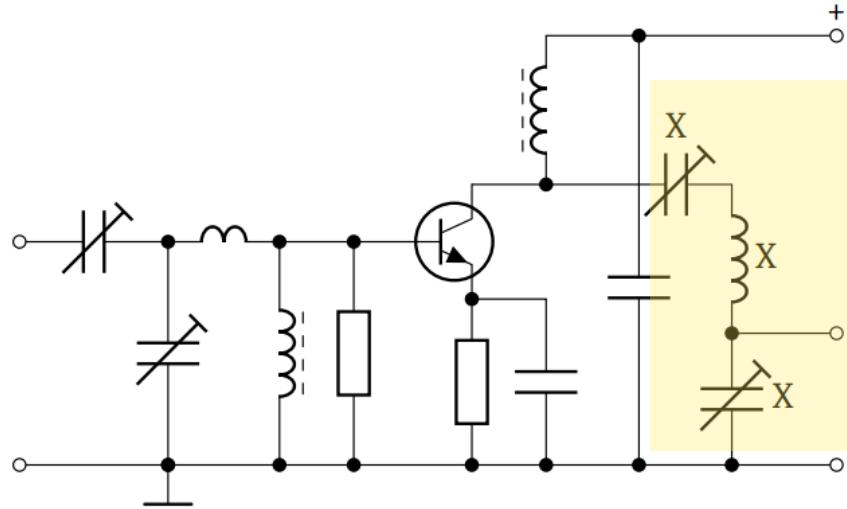
5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF406 Welche Funktion haben die mit X gekennzeichneten Bauteile in der folgenden Schaltung? Sie ...

Erklärung:

Dargestellt ist ein einstufiger selektiver HF-Verstärker.



A passen die Lastimpedanz an die gewünschte Impedanz für die Transistorschaltung an.

B dienen als Sperrkreis.

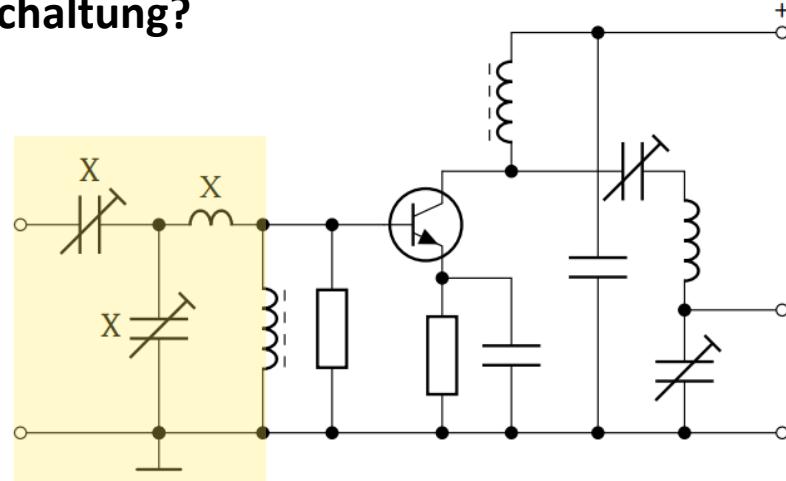
C dienen der Trägerunterdrückung bei SSB-Modulation.

D dienen als Bandsperre

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

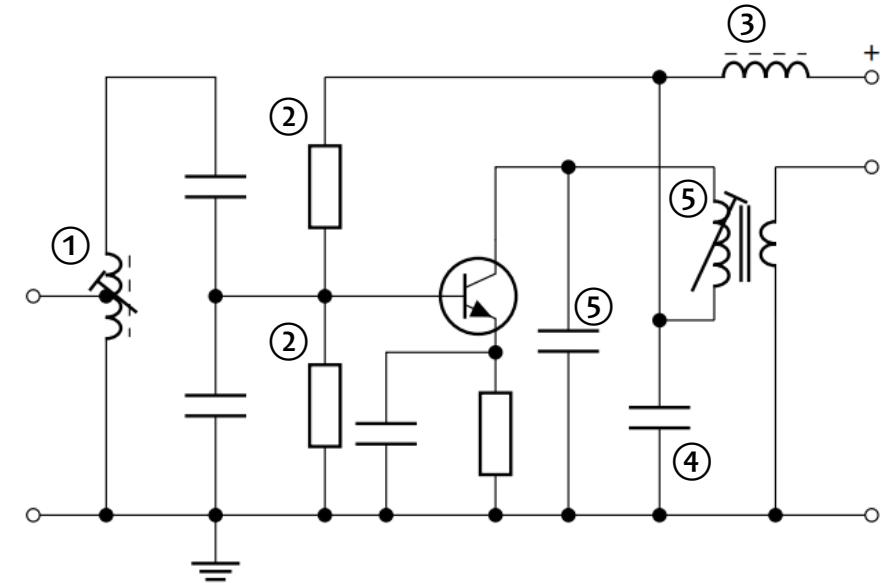
AF407 Welche Funktion haben die mit X gekennzeichneten Bauteile in der folgenden Schaltung?



- A** Sie transformieren die Ausgangsimpedanz der vorhergehenden Stufe auf die Eingangsimpedanz des Transistors.
- B** Sie schützen den Transistor vor unerwünschten Rückkopplungen und filtern Eigenschwingungen des Transistors aus.
- C** Sie dienen zur optimalen Einstellung des Arbeitspunktes für den Transistor.
- D** Sie schützen den Transistor vor thermischer Überlastung.

5.6 Sender und Empfänger

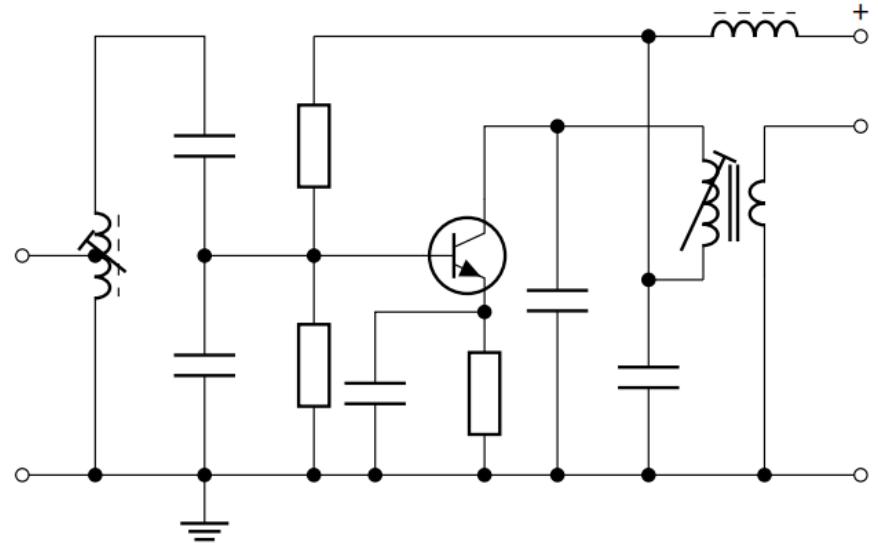
5.6.4 Leistungsverstärker / Selektiver HF-Verstärker (für kleine Leistungen)



5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF408 Worum handelt es sich bei dieser Schaltung?



Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

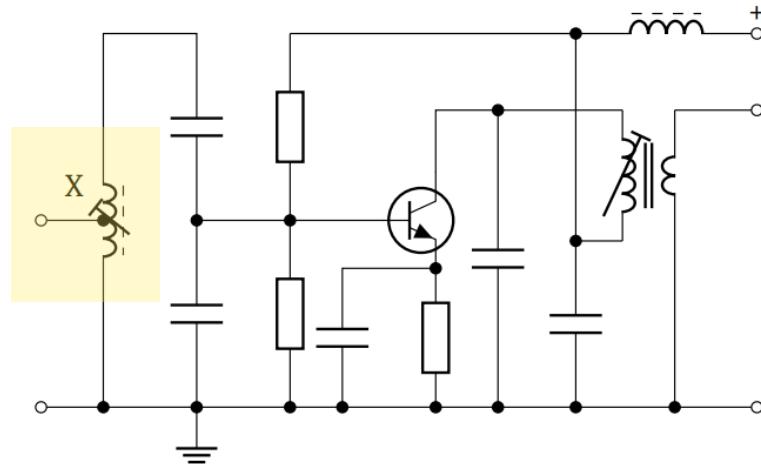
- A** Es handelt sich um einen selektiven HF-Verstärker.
- B** Es handelt sich um einen selektiven Mischer.
- C** Es handelt sich um einen breitbandigen NF-Verstärker.
- D** Es handelt sich um einen frequenzvervielfachenden Oszillatoren.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF409 Welchem Zweck dient die Anzapfung an X in der folgenden Schaltung?

Erklärung:

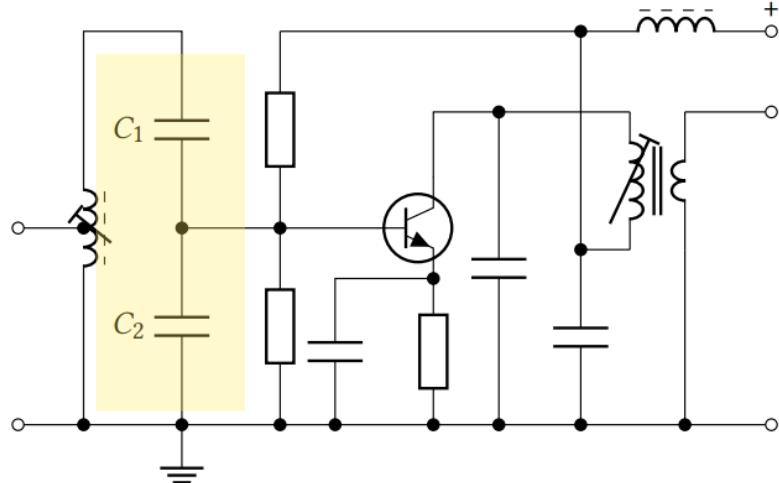


- A** Sie dient zur Anpassung der Eingangsimpedanz dieser Stufe an die vorgelagerte Stufe.
- B** Sie ermöglicht die Dreipunkt-Rückkopplung des Oszillators.
- C** Sie bewirkt die notwendige Entkopplung für den Schwingungseinsatz der Oszillatorstufe.
- D** Sie bewirkt eine stärkere Bedämpfung des Eingangsschwingkreises.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

**AF410 Welchem Zweck dienen C_1 und C_2 in der folgenden Schaltung?
Sie dienen zur...**



Erklärung:

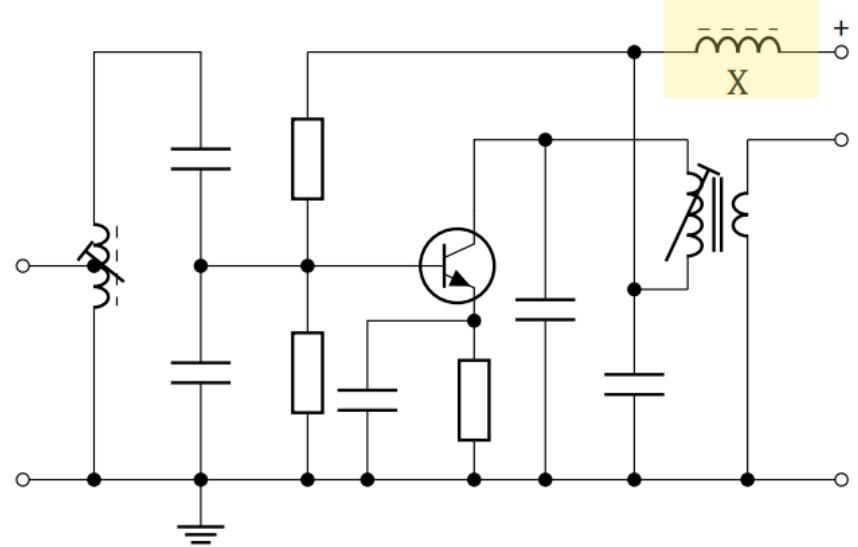
Anmerkung:
Es handelt sich nicht um eine kapazitive Dreipunktschaltung.

- A Impedanzanpassung.**
- B Verhinderung der Schwingneigung.**
- C Realisierung einer kapazitiven Dreipunktschaltung für den Oszillator.**
- D Unterdrückung von Oberschwingungen.**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF411 Welchem Zweck dient X in der folgenden Schaltung?



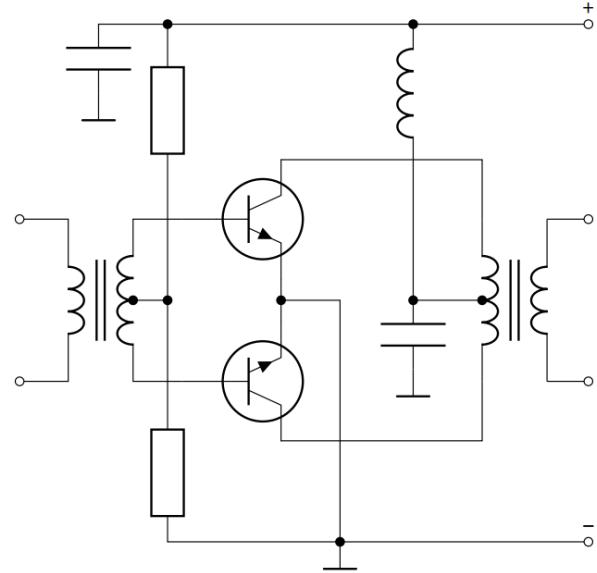
Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

- A** Zur HF-Entkopplung
- B** Zur Abstimmung
- C** Zur Wechselstromkopplung
- D** Zur Kopplung mit der nächstfolgenden Stufe

5.6 Sender und Empfänger

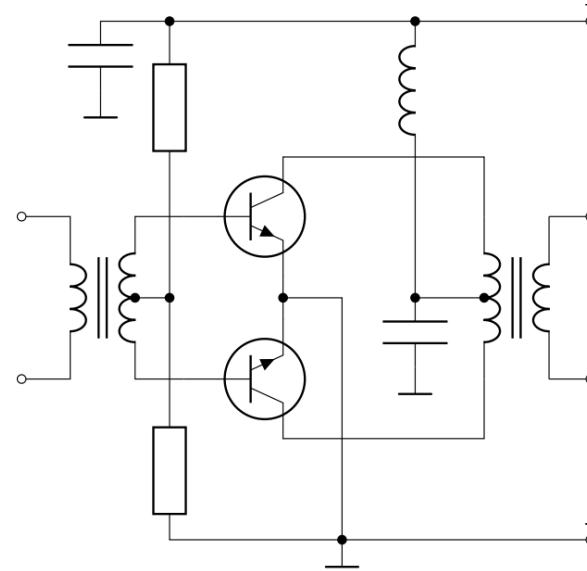
5.6.4 Leistungsverstärker / Breitband-Gegentaktverstärker



5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

**AF412 Welche Art von Schaltung wird im folgenden Bild dargestellt?
Es handelt sich um einen ...**



Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

A Breitband-Gegentaktverstärker.

B selektiven Hochfrequenzverstärker.

C modulierbaren Oszillator.

D Breitband-Frequenzverdoppler.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

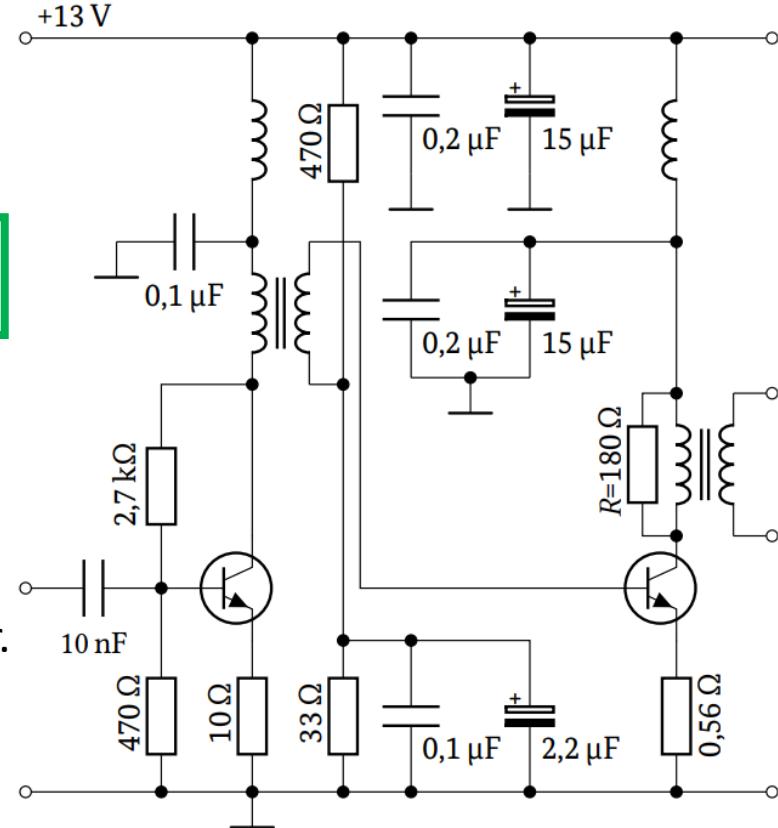
**AF413 Worum handelt es sich bei dieser Schaltung?
Es handelt sich um einen...**

A zweistufigen
Breitband-HF-Verstärker.

B selektiven Hochfrequenz-
verstärker.

C Gegentakt-Verstärker im
B-Betrieb.

D zweistufigen LC-Oszillator.



Erklärung:

Verstärker weil:

- **Beide Transistoren in Emitter-Schaltung**, d.h. das verstärkte Signal wird am Kollektor abgegriffen

Breitbandig weil:

- Einkopplung über 10 nF Kondensator
- 2 Übertrager / Spulen

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF414 Wozu dient der Transformator T_1 der folgenden Schaltung?

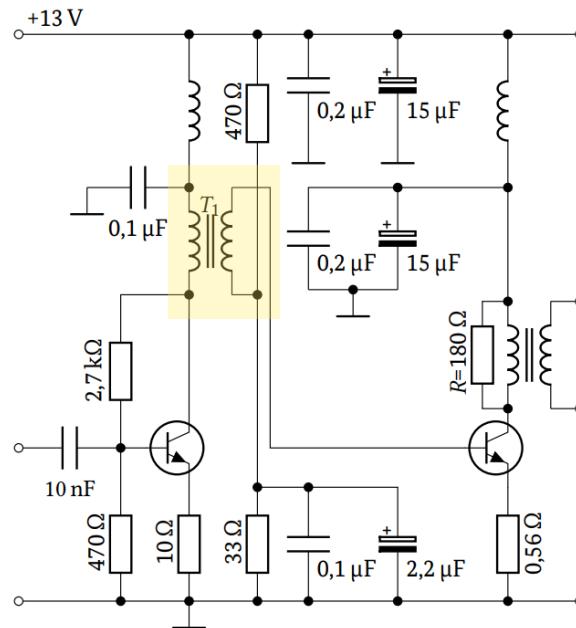
Lösung / Rechenweg:

A Er dient der Anpassung des Ausgangswiderstandes der Emitterschaltung an den Eingang der folgenden Emitterschaltung.

B Er dient der Anpassung des Ausgangswiderstandes der Emitterschaltung an den Eingang der folgenden Kollektorschaltung.

C Er dient der Anpassung des Ausgangswiderstandes der Kollektorschaltung an den Eingang der folgenden Emitterschaltung.

D Er dient der Anpassung des Ausgangswiderstandes der Kollektorschaltung an den Eingang der folgenden PA.



5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

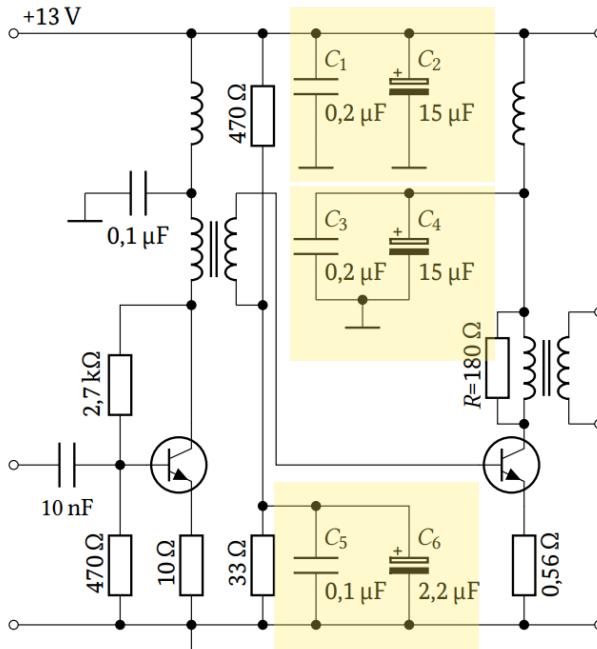
AF415 Weshalb wurden jeweils C_1 und C_2 , C_3 und C_4 sowie C_5 und C_6 parallel geschaltet?

A Der Kondensator geringer Kapazität dient jeweils zum Abblocken hoher Frequenzen, der Kondensator hoher Kapazität zum Abblocken niedriger Frequenzen.

B Die Kapazität nur eines Kondensators reicht bei hohen Frequenzen nicht aus.

C Der Kondensator mit der geringen Kapazität dient zur Siebung der niedrigen und der Kondensator mit der hohen Kapazität zur Siebung der hohen Frequenzen.

D Zu einem Elektrolytkondensator muss immer ein keramischer Kondensator parallel geschaltet werden, weil er sonst bei hohen Frequenzen zerstört werden würde.



Erklärung:

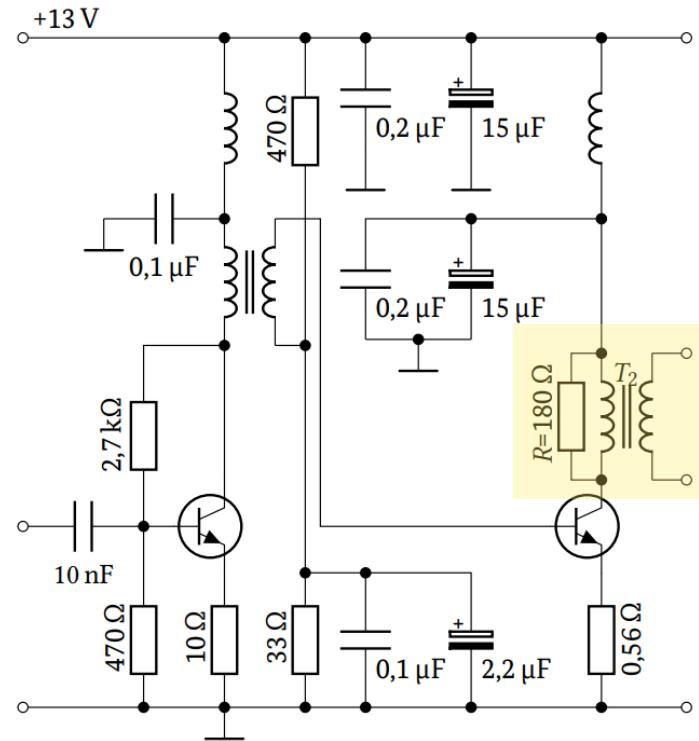
Die Kondensator-/Elko-Kombinationen sind Abblock-Kondensatoren. Kondensator mit geringer Kapazität blockt hohe Frequenzen, Kondensator mit hoher Kapazität (Elko) blockt niedrige Frequenzen.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF416 Wozu dient der Widerstand R parallel zur Trafowicklung T_2 ?

- A Er soll die Entstehung parasitärer Schwingungen verhindern.
- B Er dient zur Anpassung der Primärwicklung an die folgende PA.
- C Er dient zur Erhöhung des HF-Wirkungsgrades der Verstärkerstufe.
- D Er dient zur Begrenzung des Kollektorstroms bei Übersteuerung



Erklärung:

Der 180 Ohm-Widerstand an der rechten Spule dämpft deren Eigenschwing-Neigung und unterdrückt „parasitäre Schwingungen“.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

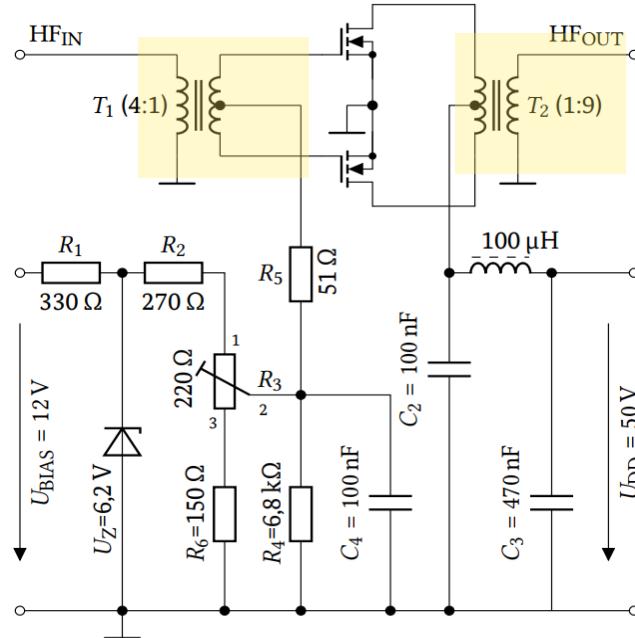
AF417 Zu welchem Zweck dienen T_1 und T_2 in diesem HF-Leistungsverstärker?

A Zur Anpassung von 50Ω an die niederohmige Eingangsimpedanz der Transistoren und die niederohmige Ausgangsimpedanz der Transistoren an 50Ω .

B Zur Anpassung von 50Ω an die hochohmige Eingangsimpedanz der Transistoren und die niederohmige Ausgangsimpedanz der Transistoren an 50Ω .

C Zur Anpassung von 50Ω an die niederohmige Eingangsimpedanz der Transistoren und die hochohmige Ausgangsimpedanz der Transistoren an 50Ω .

D Zur Anpassung von 50Ω an die hochohmige Eingangsimpedanz der Transistoren und die hochohmige Ausgangsimpedanz der Transistoren an 50Ω



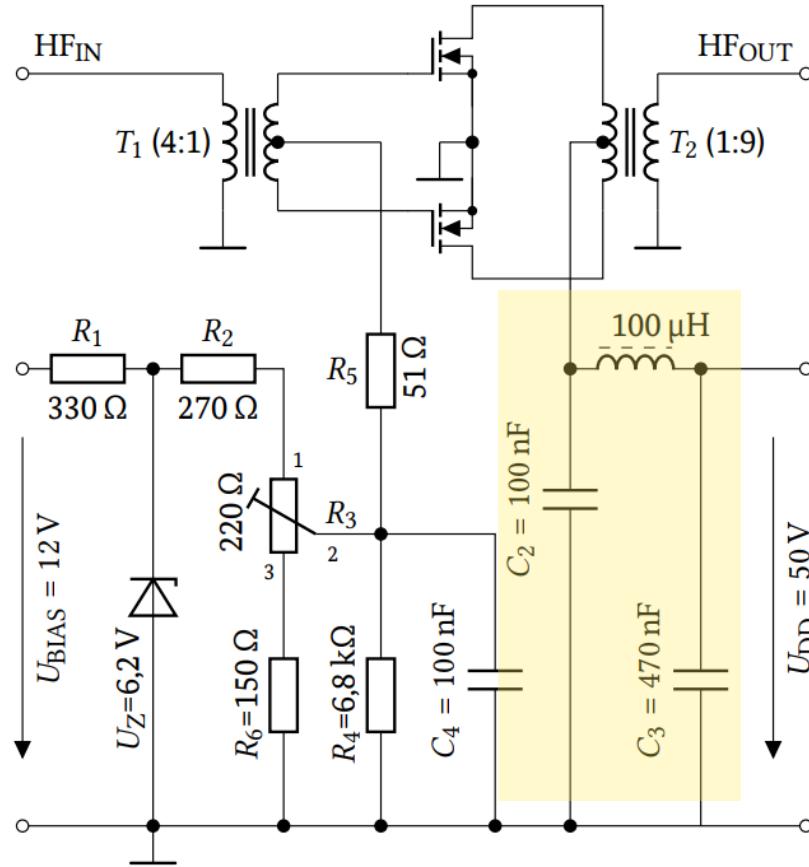
Lösung / Rechenweg:

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF418 Welche Funktion trifft für die Spule, C_2 und C_3 in der Schaltung zu?

- A Tiefpass**
- B Hochpass**
- C Bandpass**
- D Bandsperre**



Erklärung:

Man kann gut ein Pi-Tiefpass erkennen.
Lösung A ist korrekt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF419 Zu welchem Zweck dient die Schaltung der Spule, C_2 und C_3 ?

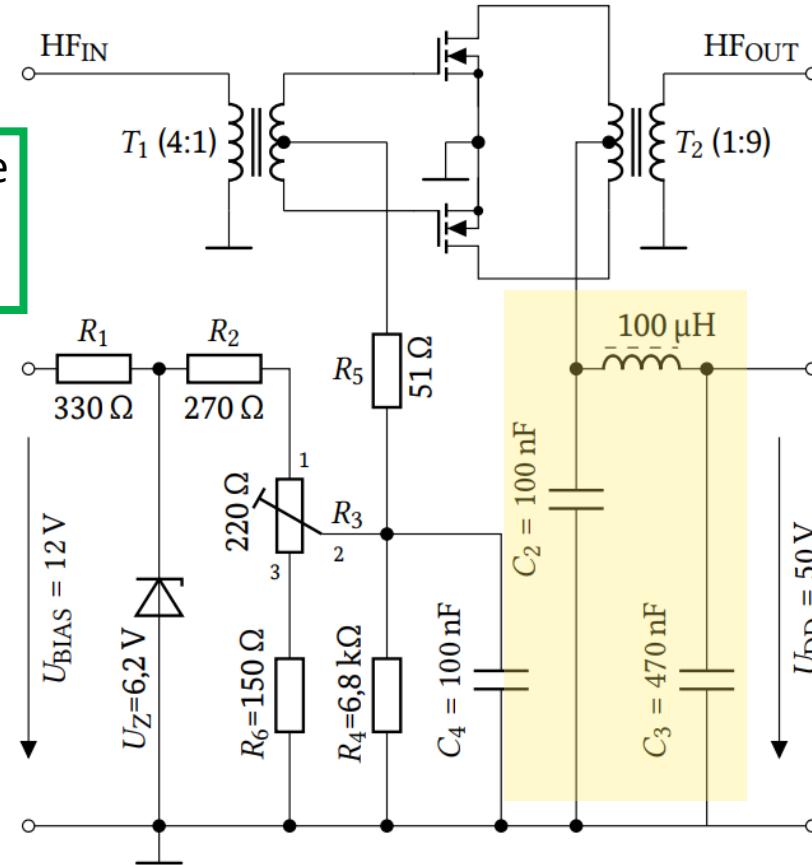
Lösung / Rechenweg:

A Sie reduziert HF-Anteile auf der Betriebsspannungsleitung.

B Sie reduziert Brummspannungsanteile auf dem Sendesignal.

C Sie reduziert Oberschwingungen auf dem Sendesignal.

D Sie wirkt als Pi-Filter für das Sendesignal



5.6 Sender und Empfänger

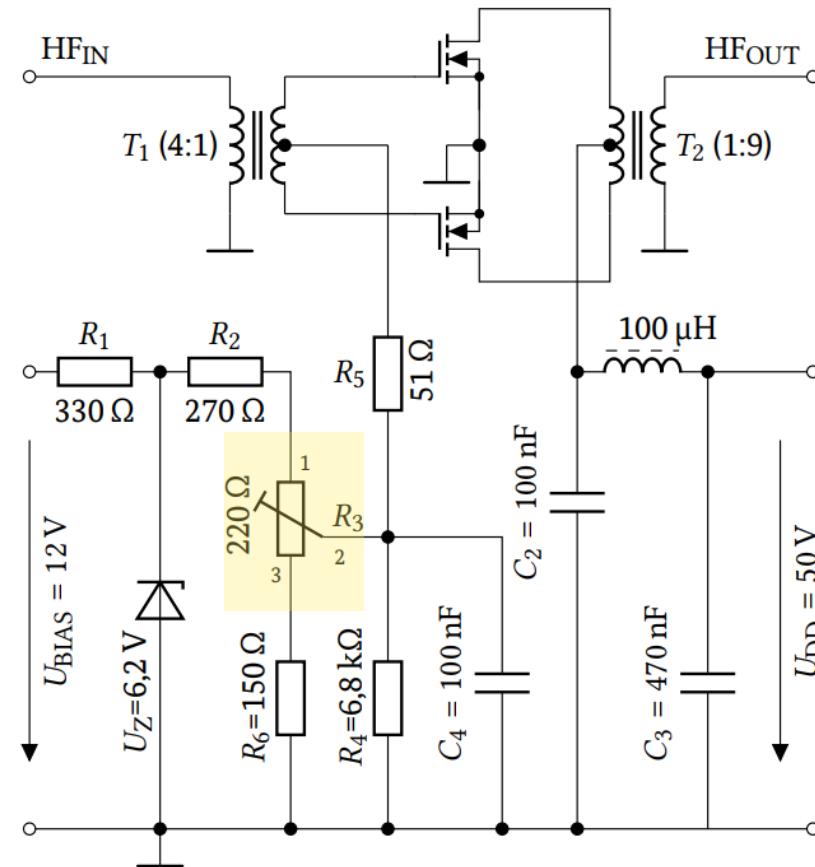
5.6.4 Leistungsverstärker

AF420 Die Arbeitspunkteinstellung der LDMOS-Kurzwellen-PA erfolgt mit R_3 . Wie verändert sich der Drainstrom, wenn R_3 in Richtung 3 verstellt wird?

- A Der Drainstrom in beiden Transistoren verringert sich.
- B Der Drainstrom in beiden Transistoren erhöht sich.
- C Der Drainstrom steigt in K1 und sinkt in K2.
- D Der Drainstrom sinkt in K1 und steigt in K2

Erklärung:

Merke: 3 = unten = Verringerung

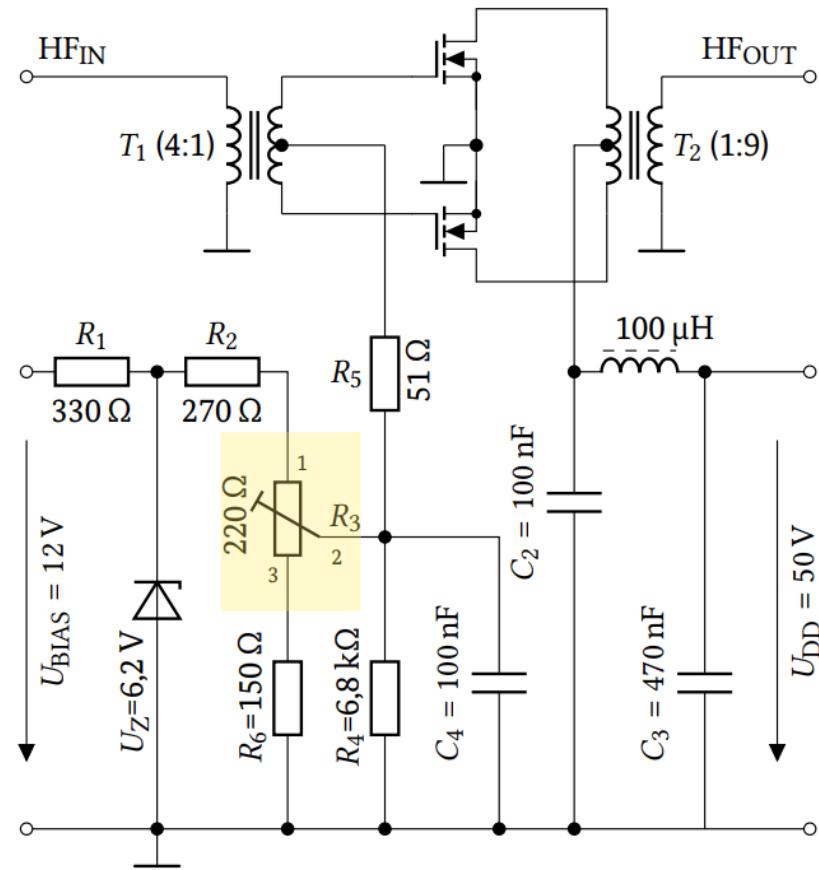


5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF421 Wie groß ist die Gate-Source-Spannung, wenn sich der Schleifer von R_3 am Anschlag 1 befindet?

- A 3,5 V
- B 2,77 V
- C 3,7 V
- D 0,45 V



Lösung / Rechenweg:

Anmerkung:

Der Spannungsteiler kann als unbelasteter Spannungsteiler berechnet werden, da der 6,8 Kiloohm Lastwiderstand wesentlich größer ist als die 120 Ohm / 220 Ohm Widerstände.

Rechnung:

$$U_{GS} = 6,2 \text{ V} \cdot \frac{150 \Omega + 220 \Omega}{270 \Omega + 220 \Omega + 150 \Omega} = 3,58 \text{ V}$$

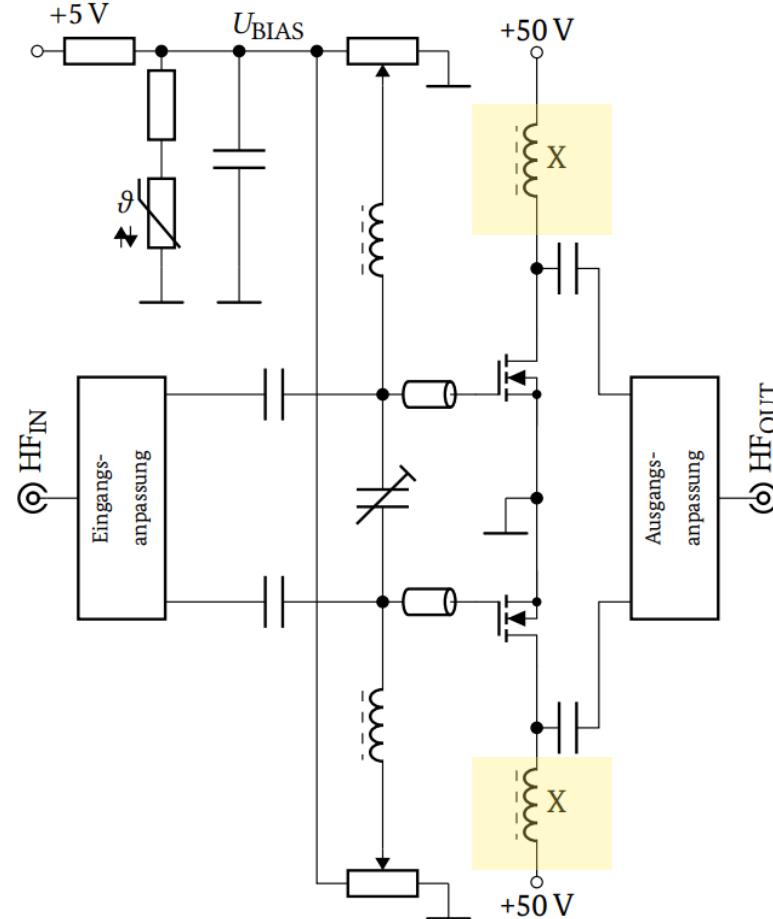
5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF422 Wozu dienen die mit X gekennzeichneten Spulen in der Schaltung?

- A Sie verhindern ein Abfließen der Hochfrequenz in die Spannungsversorgung.
- B Sie verhindern die Entstehung von Oberschwingungen.
- C Sie dienen als Arbeitswiderstand für die Transistoren.
- D Sie transformieren die Ausgangsimpedanz der Transistoren auf 50Ω .

Lösung / Rechenweg:



5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

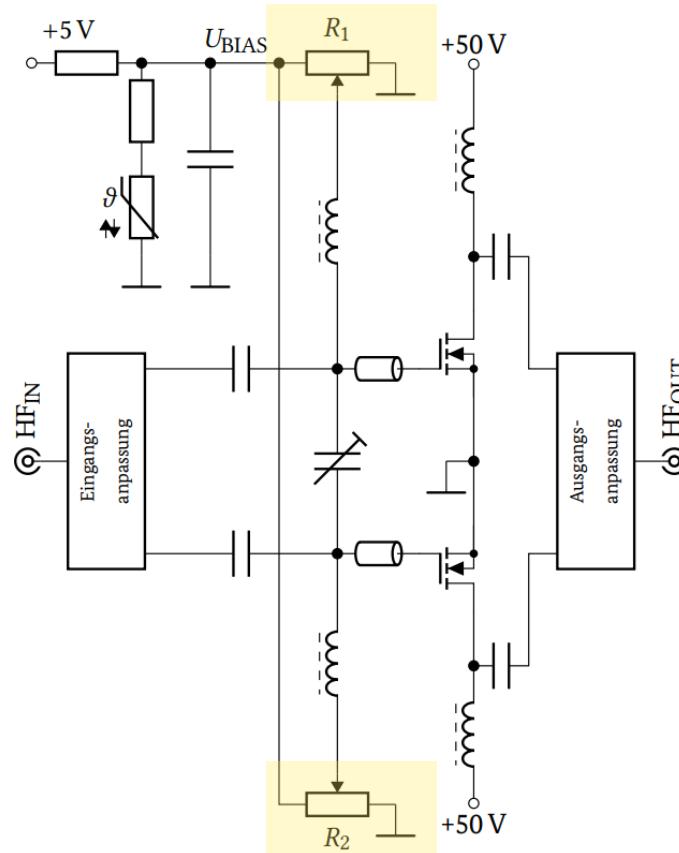
AF423 Der Ruhestrom in der dargestellten VHF-LDMOS-PA soll erhöht werden. Welche Einstellungen sind vorzunehmen?

A R_1 und R_2 in Richtung U_{BIAS} verstetlen.

B R_1 und R_2 in Richtung GND verstetlen.

C R_1 in Richtung U_{BIAS} und R_2 in Richtung GND verstetlen.

D R_1 in Richtung GND und R_2 in Richtung U_{BIAS} verstetlen.



Lösung / Rechenweg:

Die Potis R_1 und R_2 sind als querliegende Spannungsteiler zu verstehen.

Die Verstellung des Poti-Schleifers in Richtung U_{BIAS} bewirkt ...

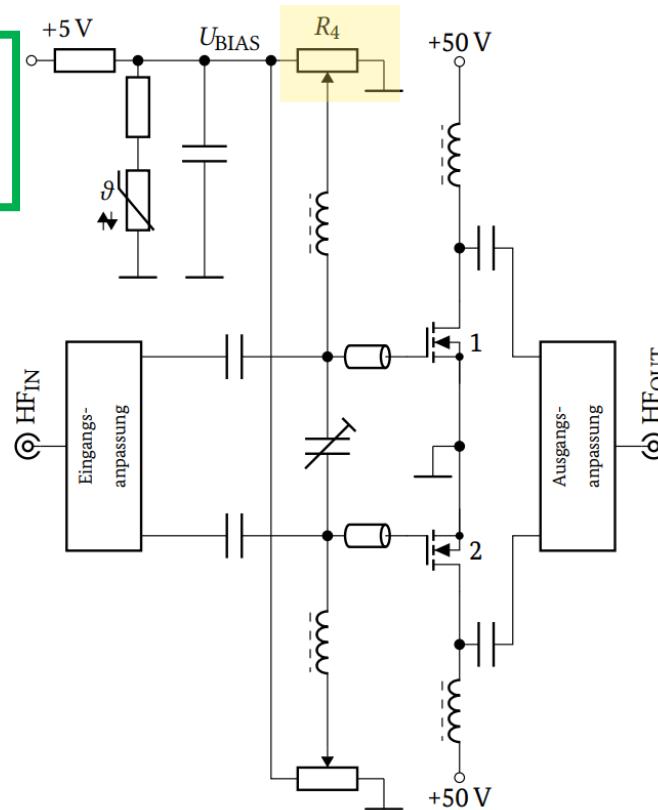
5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF424 Wie verändern sich die Drainströme in den beiden Endstufen-Transistoren, wenn der Schleifer von R_4 in Richtung U_{BIAS} verstellt wird?

Lösung / Rechenweg:

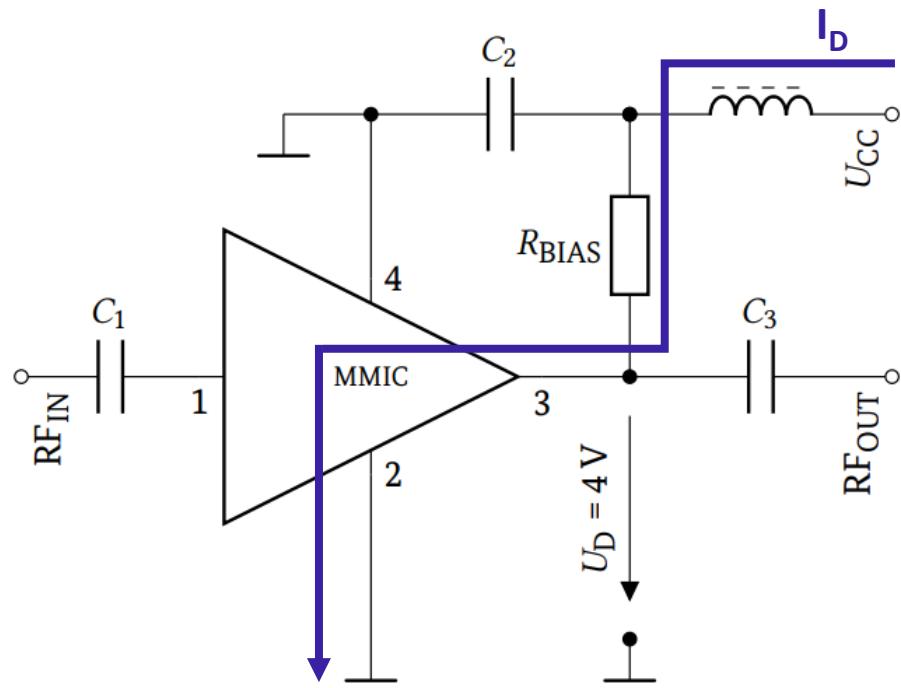
- A Drainstrom in Transistor 1 steigt und Drainstrom in Transistor 2 bleibt konstant.
- B Drainstrom in Transistor 1 steigt und Drainstrom in Transistor 2 steigt.
- C Drainstrom in Transistor 1 sinkt und Drainstrom in Transistor 2 sinkt.
- D Drainstrom in Transistor 1 sinkt und Drainstrom in Transistor 2 bleibt konstant.



5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker / Stromfluss am MMIC

Der Strom I_D verläuft entlang des lila farbenen Pfeils, d.h. der **Strom I_D muss für Leistungsverluste im MMIC herangezogen werden**:

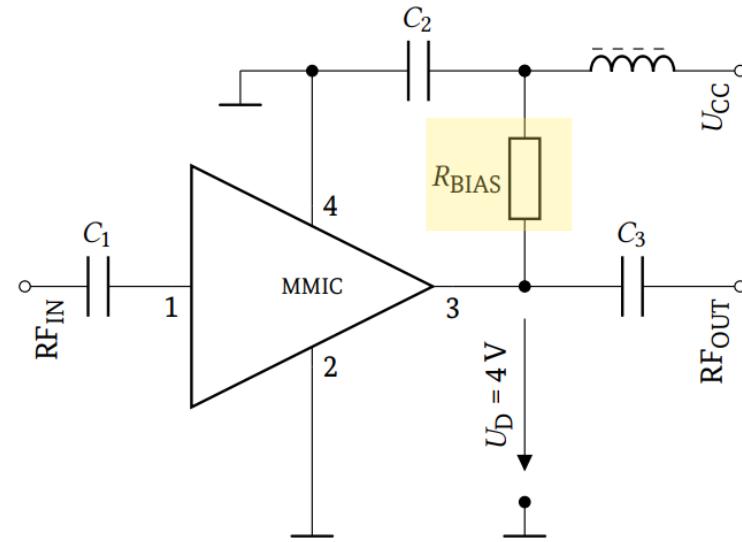


5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF425 Der optimale Arbeitspunkt des dargestellten MMIC ist mit 4 V und 10 mA angegeben. Die Betriebsspannung beträgt 13,5 V. Berechnen Sie den Vorwiderstand (R_{BIAS}).

- A 950 Ω
- B 1350 Ω
- C 95 Ω
- D 400 Ω



Lösung / Rechenweg:

$$R_{BIAS} = \frac{U_{CC} - U_D}{I_D} = \frac{13,5 \text{ V} - 4 \text{ V}}{10 \text{ mA}}$$

$$R_{BIAS} = \frac{9,5 \text{ V}}{0,01 \text{ A}} = 950 \Omega$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF426 Berechnen Sie R_{BIAS} für die dargestellte MMIC-Schaltung und wählen Sie den nächsten Normwert.

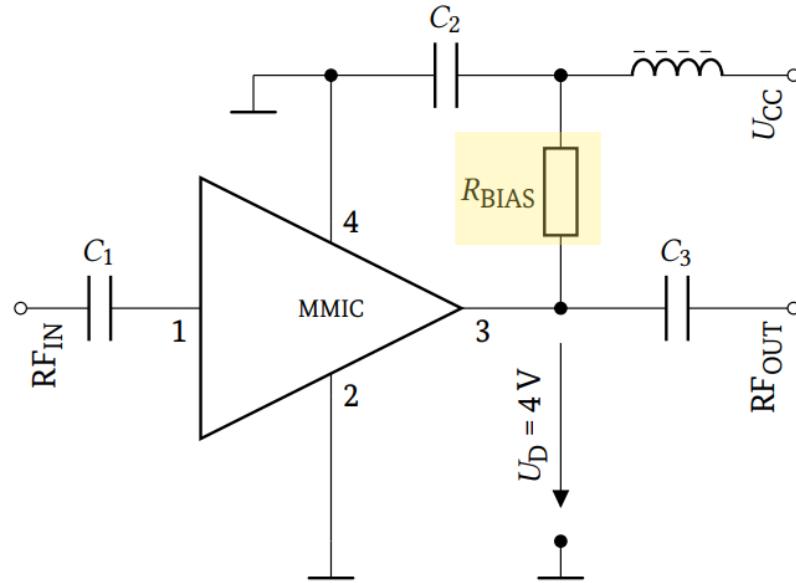
$$U_{CC} = 13,8 \text{ V}; U_D = 4 \text{ V}; I_D = 15 \text{ mA}$$

A 680 Ω

B 820 Ω

C 270 Ω

D 560 Ω



Lösung / Rechenweg:

$$R_{BIAS} = \frac{U_{CC} - U_D}{I_D} = \frac{13,8 \text{ V} - 4 \text{ V}}{15 \text{ mA}}$$

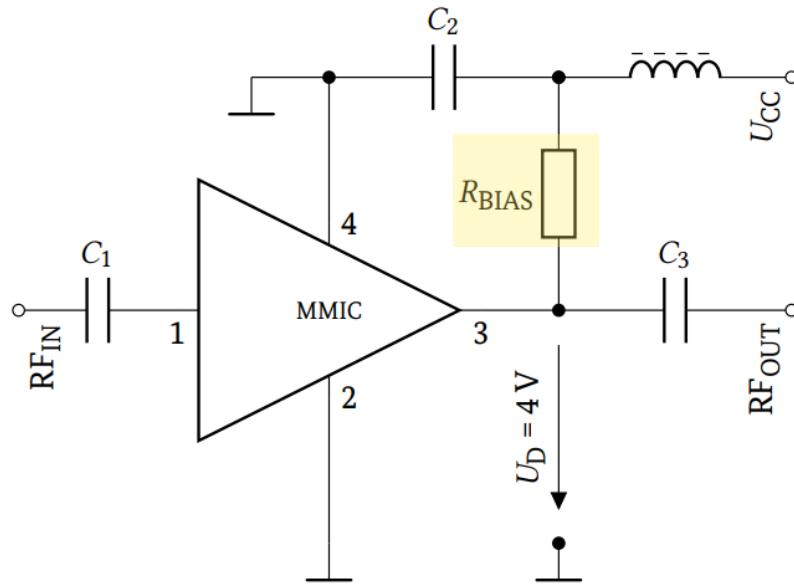
$$R_{BIAS} = \frac{9,8 \text{ V}}{0,015 \text{ A}} = 653,33 \Omega \approx 680 \Omega$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF427 Wieviel Wärmeleistung wird im MMIC in Wärme umgesetzt, wenn die Betriebsspannung 9 V beträgt und R_{BIAS} einen Wert von 470Ω hat?

- A 43 mW
- B 47 mW
- C 90 mW
- D 52 mW



Lösung / Rechenweg:

$$R_{BIAS} = \frac{U_{CC} - U_D}{I_D} = \frac{9 \text{ V} - 4 \text{ V}}{I_D} = 470 \Omega$$

$$I_D = \frac{9 - 4}{470} = 0,0106 \text{ A}$$

$$P_D = U_D \cdot I_D = 4 \text{ V} \cdot 0,0106 \text{ A} = 0,0424 \text{ W}$$

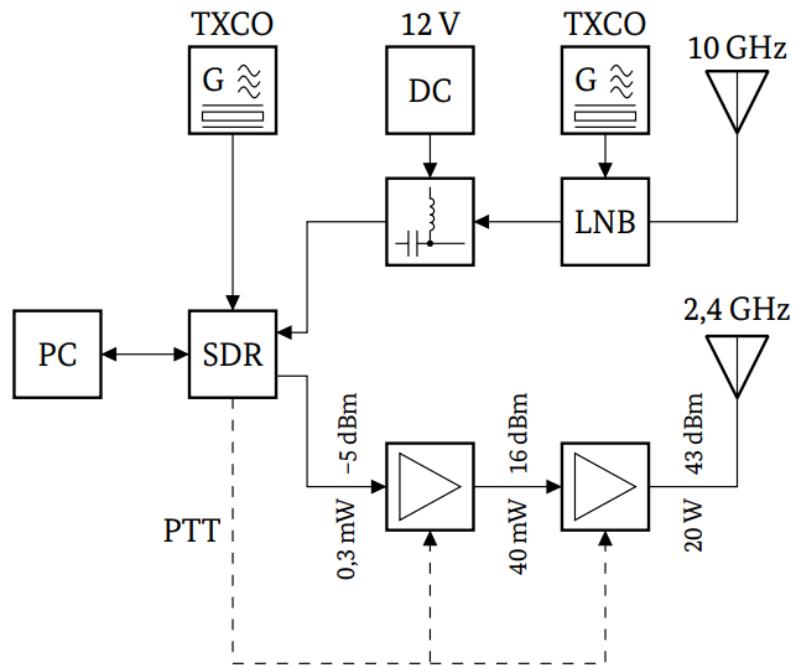
$$P_D = 42,4 \text{ mW} \approx 43 \text{ mW}$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.4 Leistungsverstärker

AF428 Wie groß ist die Gesamtverstärkung des gesamten Sendezweigs ohne Berücksichtigung möglicher Kabelverluste?

- A 48 dB
- B 38 dB
- C 43 dB
- D 59 dB



Lösung / Rechenweg:

Zur Bestimmung der Gesamtverstärkung eines mehrstufigen Leistungsverstärkers muss die Differenz zwischen Ausgangsleistung und Eingangsleistung vorzeichenrichtig subtrahiert werden.

Daher:

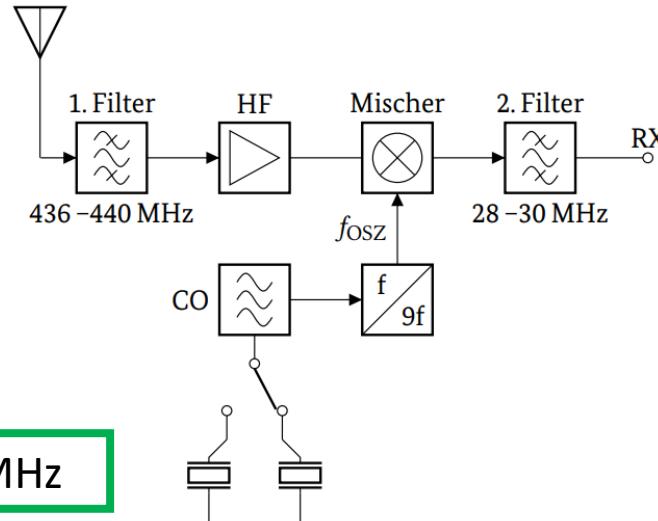
$$43 \text{ dBm} - (-5 \text{ dBm}) = 43 \text{ dBm} + 5 \text{ dBm} = 48 \text{ dBm}$$

Lösung A ist korrekt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.5 Konverter und Transverter

AF501 Zwischen welchen Frequenzen muss der Quarzoszillator umschaltbar sein, damit im 70 cm-Bereich die oberen 4 MHz durch diesen Konverter empfangen werden können? Die Oszillatorkreisfrequenz f_{osz} soll jeweils unterhalb des Nutzsignals liegen.



- A 45,333 MHz und 45,556 MHz
- B 45,556 MHz und 45,778 MHz
- C 45,111 MHz und 45,333 MHz
- D 44,889 MHz und 45,111 MHz

Lösung / Rechenweg:

70cm Bereich = 430 – 440 MHz.
Obere 4 MHz = 436 – 440 MHz.

$$436 \text{ MHz} - 28 \text{ MHz} = 408 \text{ MHz}$$

und

$$408 \text{ MHz} / 9 = 45,333 \text{ MHz}$$

$$440 \text{ MHz} - 30 \text{ MHz} = 410 \text{ MHz}$$

und

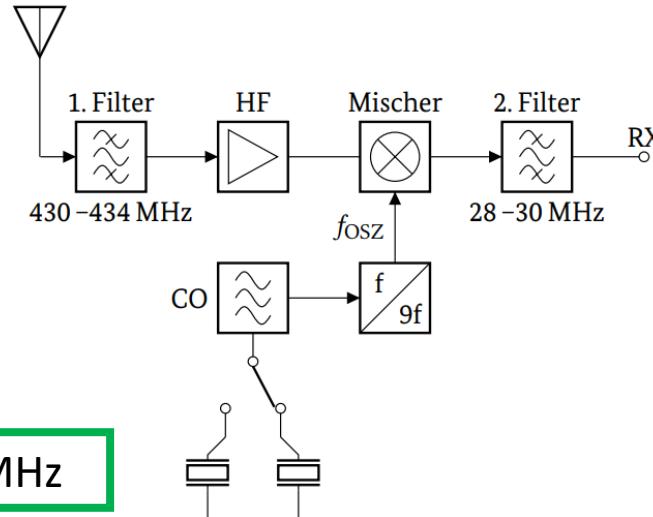
$$410 \text{ MHz} / 9 = 45,556 \text{ MHz}$$

Daher ist die Lösung A korrekt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.5 Konverter und Transverter

AF502 Zwischen welchen Frequenzen muss der Quarzoszillator umschaltbar sein, damit im 70 cm-Bereich die unteren 4 MHz durch diesen Konverter empfangen werden können? Die Oszillatorkreisfrequenz f_{osz} soll jeweils unterhalb des Nutzsignals liegen.



- A 44,667 MHz und 44,889 MHz
- B 44,444 MHz und 44,667 MHz
- C 44,889 MHz und 45,111 MHz
- D 45,111 MHz und 45,333 MHz

Lösung / Rechenweg:

70cm Bereich = 430 – 440 MHz.
Untere 4 MHz = 430 – 434 MHz.

$$430 \text{ MHz} - 28 \text{ MHz} = 402 \text{ MHz}$$

und

$$402 \text{ MHz} / 9 = 44,667 \text{ MHz}$$

$$434 \text{ MHz} - 30 \text{ MHz} = 404 \text{ MHz}$$

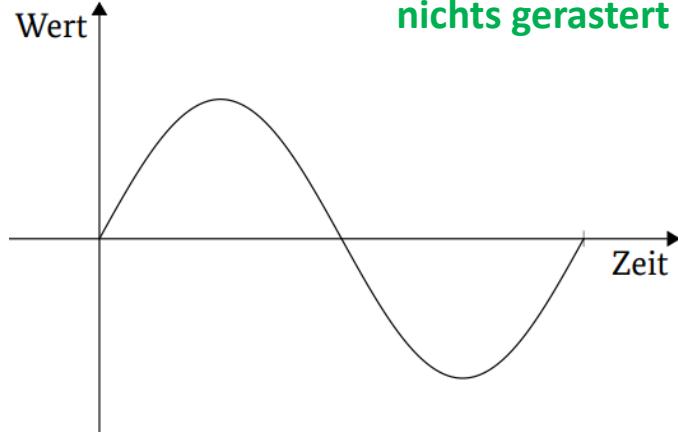
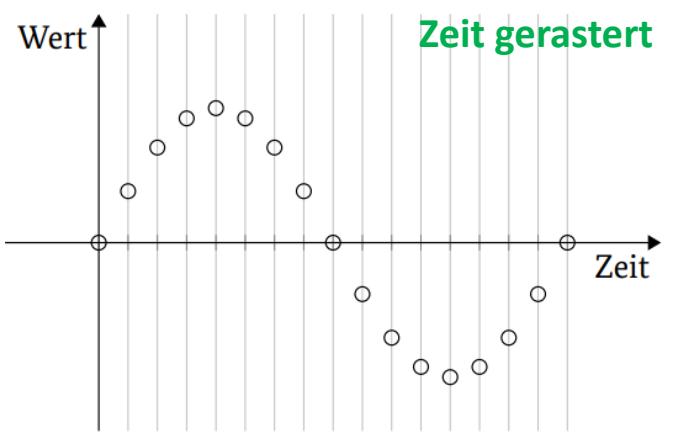
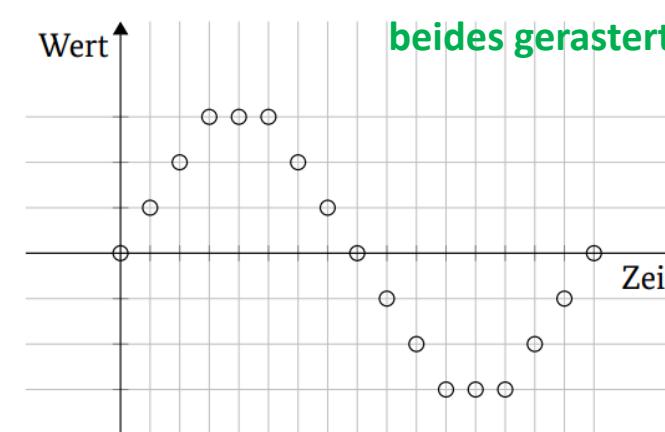
und

$$404 \text{ MHz} / 9 = 44,889 \text{ MHz}$$

Daher ist die Lösung A korrekt.

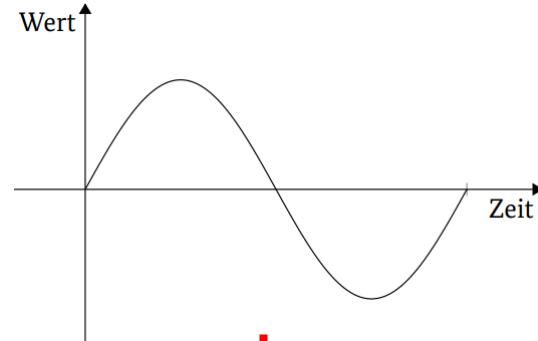
5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / zeit-/wertdiskret und zeit-/wertkontinuierlich

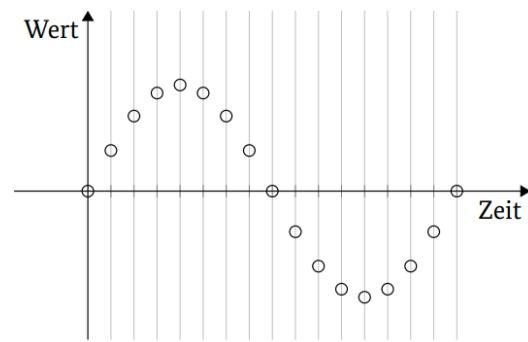
 <p>nichts gerastert</p> <p>Zeit und Werte: kontinuierlich</p> <p>Es gibt für jede Zeit einen beliebigen Wert, d.h. ohne Rasterung.</p>	 <p>Werte gerastert</p> <p>Zeit: kontinuierlich Werte: diskret</p> <p>Es gibt für jede Zeit einen Wert aus dem Wertraster und nur aus diesem.</p>
 <p>Zeit gerastert</p> <p>Zeit: diskret Werte: kontinuierlich</p> <p>Es gibt nur Werte für bestimmte Zeiten („Slots“). Die Werte sind jedoch beliebig.</p>	 <p>beides gerastert</p> <p>Zeit und Wert: diskret</p> <p>Es gibt nur Werte für bestimmte Zeiten („Slots“). Die Werte sind aus dem Wertraster und nur aus diesem.</p>

5.6 Sender und Empfänger

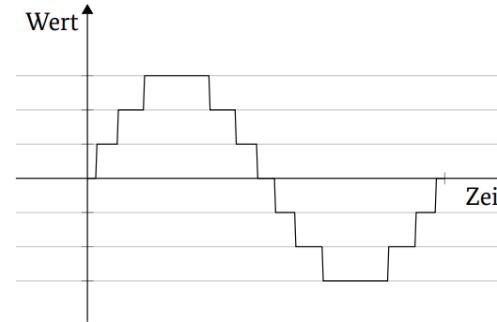
5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Sampling und Quantisierung



Sampling
= Zeit-Rasterung

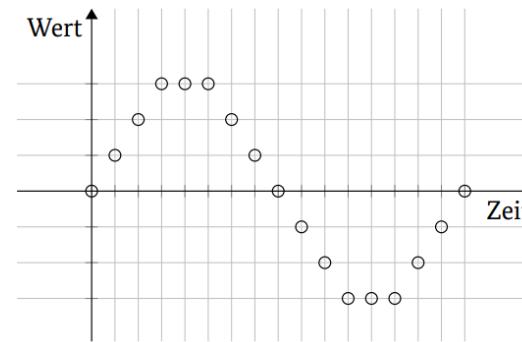


Quantisierung
= Werte-Rasterung



Sampling

Quantisierung



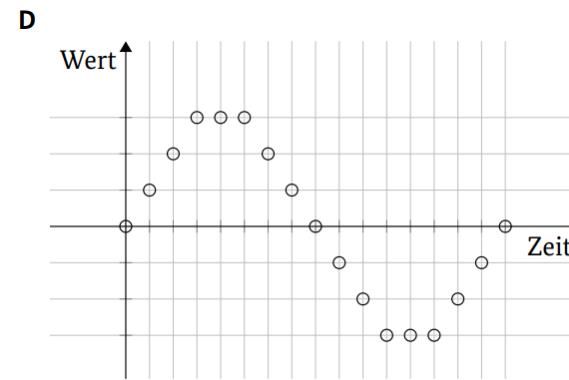
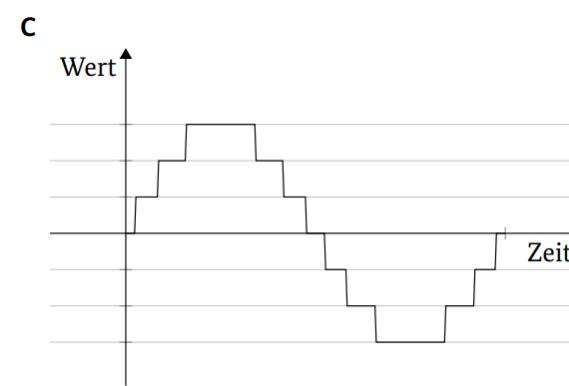
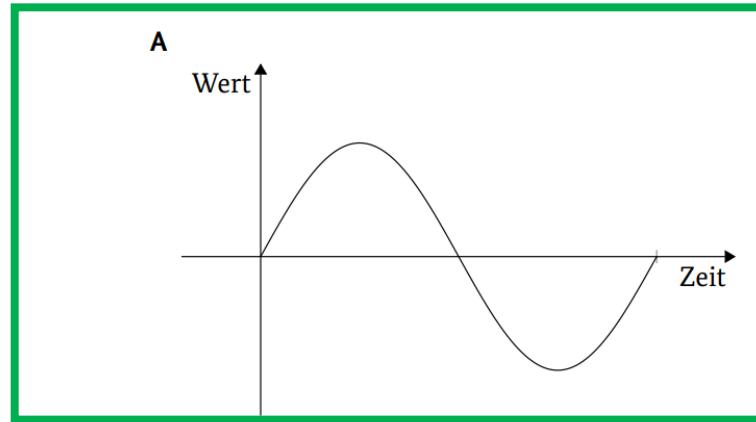
5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF601 Welche der folgenden Abbildungen symbolisiert ein zeitkontinuierliches und wertkontinuierliches Signal am besten?

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien



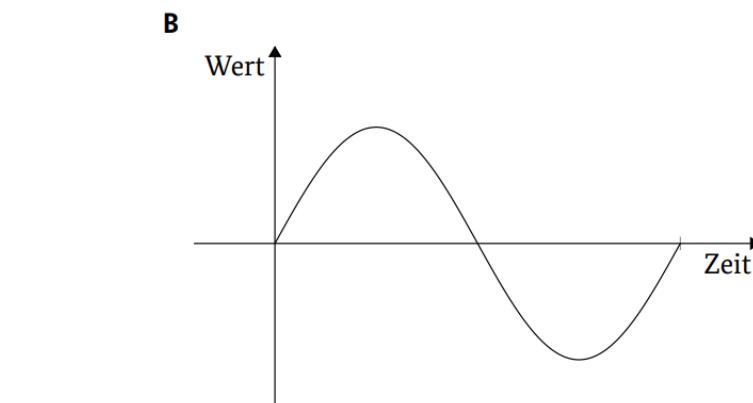
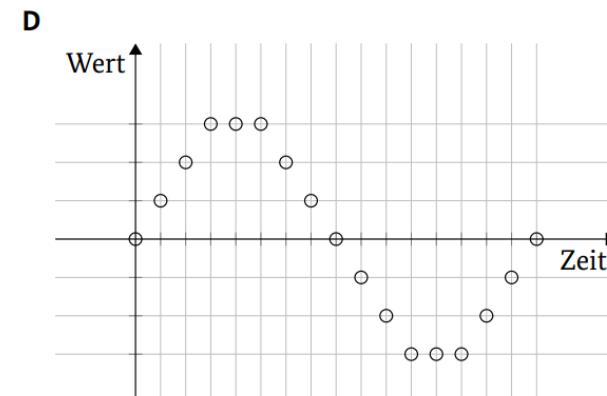
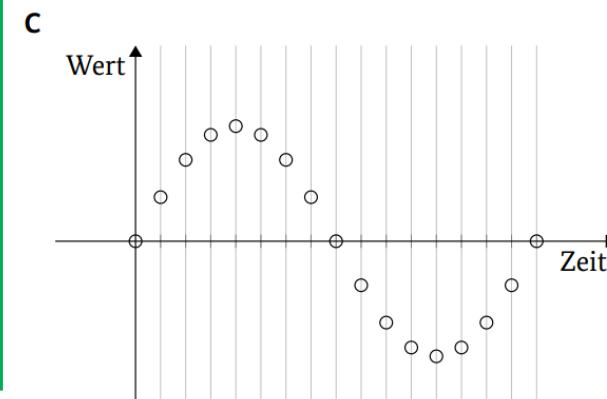
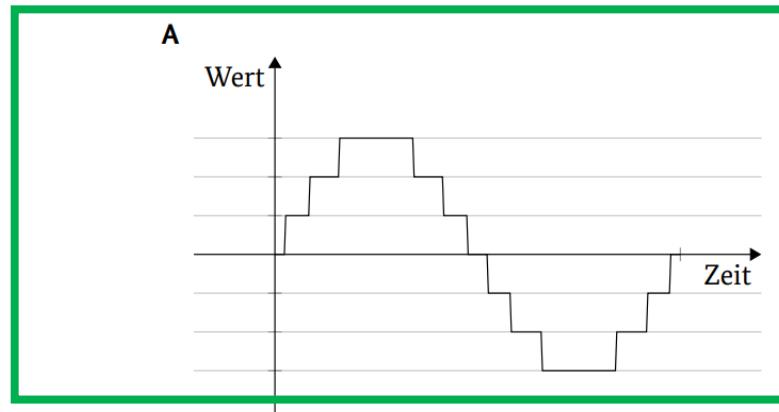
5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF602 Welche der folgenden Abbildungen symbolisiert ein zeitkontinuierliches und wertdiskretes Signal am besten?

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien



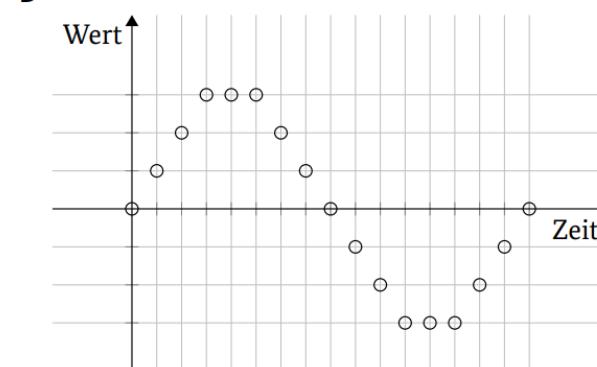
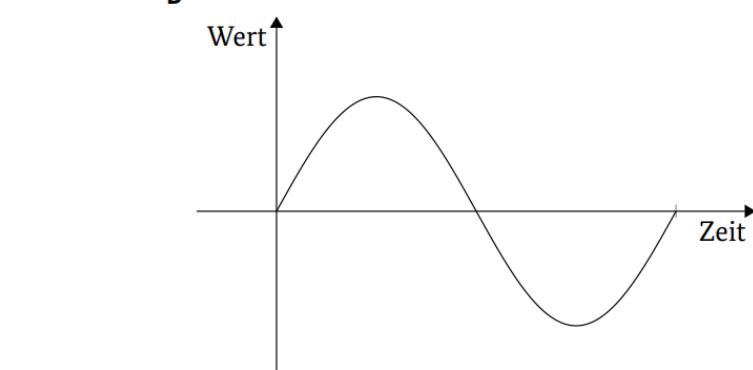
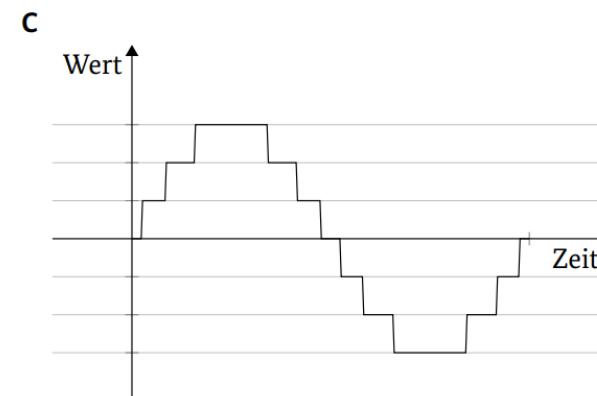
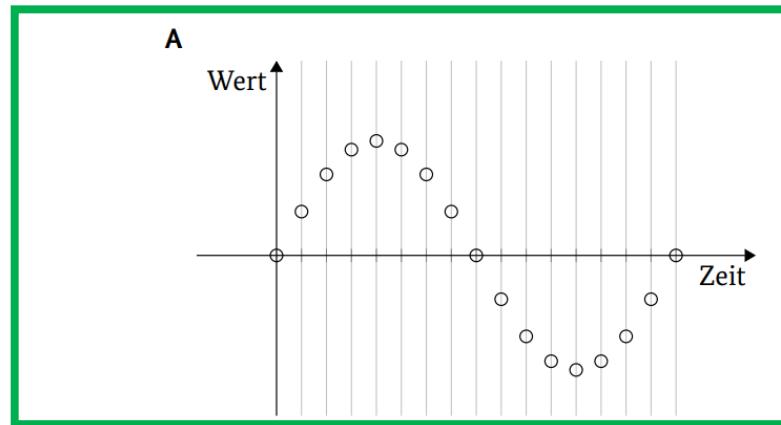
5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF603 Welche der folgenden Abbildungen symbolisiert ein zeitdiskretes und wertkontinuierliches Signal am besten?

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien



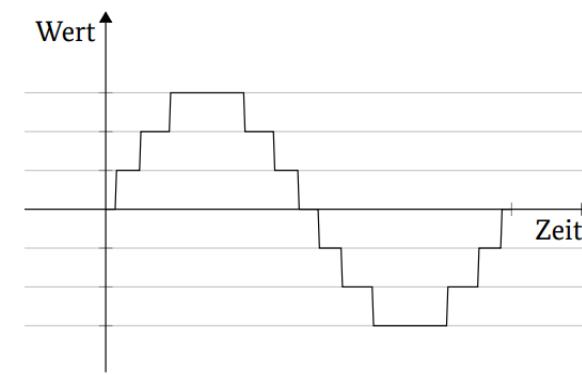
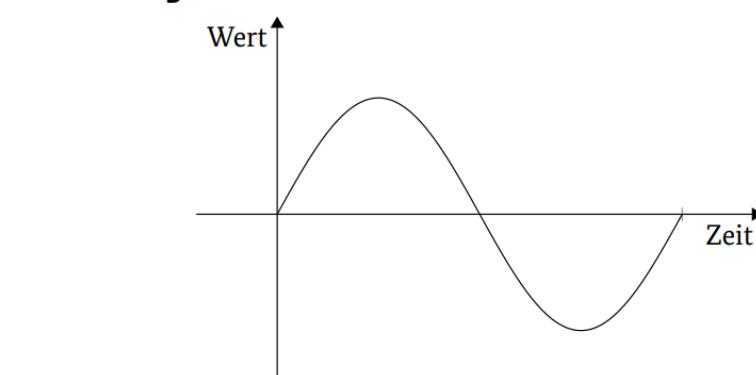
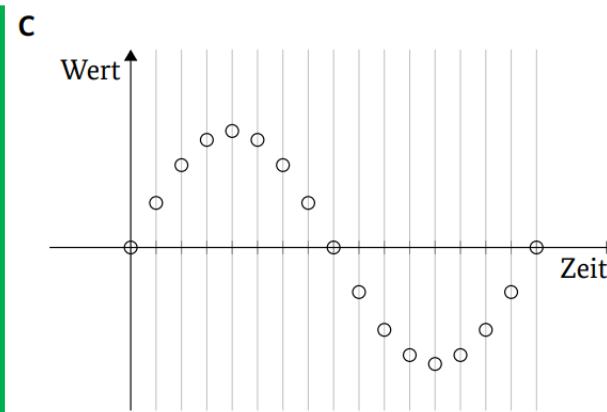
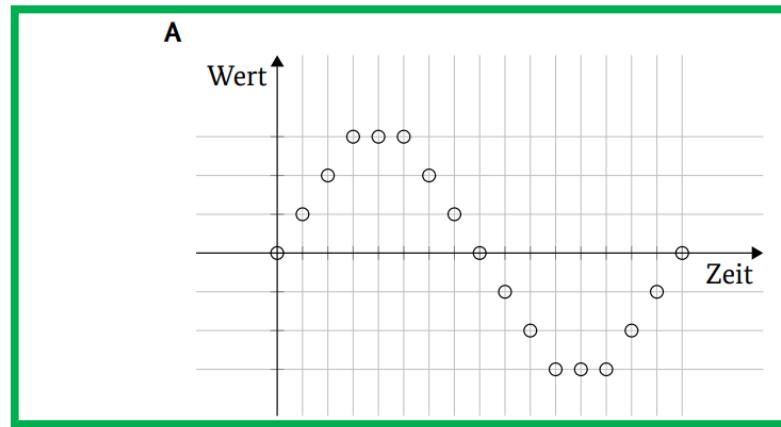
5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF604 Welche der folgenden Abbildungen symbolisiert ein zeitdiskretes und wertdiskretes Signal am besten?

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien



5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF605 Wie wird die Umwandlung eines wertkontinuierlichen in ein wertdiskretes Signal bezeichnet?

- A Quantisierung**
- B Sampling**
- C Codierung**
- D Raummultiplexing**

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF606 Wie wird die Umwandlung eines zeitkontinuierlichen in ein zeitdiskretes Signal bezeichnet?

- A Sampling
- B Quantisierung
- C Codierung
- D Zeitmultiplexing

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF607 Warum kommt es in einem A/D-Umsetzer zu Quantisierungsfehlern?

Lösung / Rechenweg:

- A** Es steht nur eine begrenzte Anzahl diskreter Werte zur Verfügung.
- B** Die Bandbreite des Eingangssignals ist begrenzt.
- C** Es können nur ganzzahlige Frequenzen verwendet werden.
- D** Es können nur Werte zwischen 0 und 1 genutzt werden

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF608 Wie viele Bereiche von Eingangswerten, z. B. Spannungen, kann ein A/D-Umsetzer mit 8 bit Auflösung maximal trennen?

- A 256
- B 8
- C 64
- D 1024

Lösung / Rechenweg:

$$2^8 = 256$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF609 Wie viele verschiedene Ausgangswerte, z. B. Spannungen, kann ein idealer D/A-Umsetzer mit 10 bit Auflösung erzeugen?

A 1024

B 10

C 100

D 256

Lösung / Rechenweg:

$$2^{10} = 1024$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF610 Wie groß ist die Schrittweite zwischen den Spannungsstufen eines linear arbeitenden D/A-Umsetzers mit 8 bit Auflösung und einem Wertebereich von 0–1 V?

- A ca. 4 mV
- B ca. 1 mV
- C ca. 2 mV
- D ca. 8 mV

Lösung / Rechenweg:

$$2^8 = 256 \quad \text{8 Bit Auflösung} = 256 \text{ Sufen}$$

$$\frac{1 \text{ V}}{256} = 3,90625 \text{ mV} \approx 4 \text{ mV}$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF611 Wie groß ist die Schrittweite zwischen den Spannungsstufen eines linear arbeitenden D/A-Umsetzers mit 10 bit Auflösung und einem Wertebereich von 0–1 V?

- A ca. 1 mV
- B ca. 10 mV
- C ca. 0,1 V
- D ca. 1 V

Lösung / Rechenweg:

$$2^{10} = 1024 \quad 10 \text{ Bit Auflösung} = 1024 \text{ Stufen}$$

$$\frac{1 \text{ V}}{1024} = 0,9766 \text{ mV} \approx 1 \text{ mV}$$

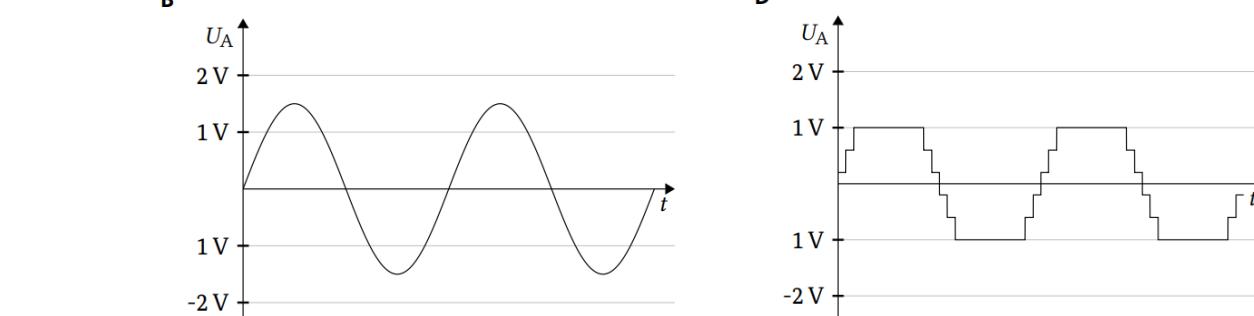
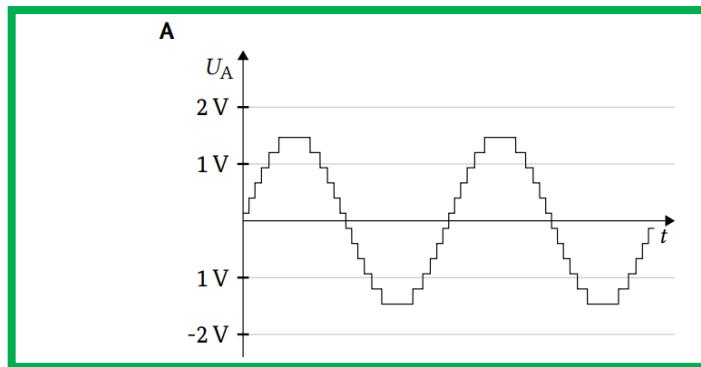
Oder durch Abschätzen:

$$\frac{1 \text{ V}}{1024} \approx \frac{1}{1000} \text{ V} \approx 1 \text{ mV}$$

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF612 Eine Sinusschwingung mit einem Spitzenwert von 1,5 V wird in einen A/D-Umsetzer eingegeben, dessen Ausgang direkt mit einem D/A-Umsetzer verbunden ist. Beide Umsetzer arbeiten linear mit einer Auflösung von 4 bit und einem Wertebereich von -2 V bis 2 V. Welches Signal ist am Ausgang des D/A-Umsetzers zu erwarten?



Lösung / Rechenweg:

$$2^4 = 16. \quad 4 \text{ Bit Auflösung} = 16 \text{ Stufen}$$

$$\frac{4 \text{ V}}{16} = 0,25 \text{ V Stufenhöhe}$$

Stufe	Wert
0	2,00
1	1,75
2	1,50
3	1,25
4	1,00
5	0,75
6	0,50
7	0,25
8	0,00
9	-0,25
10	-0,50
11	-0,75
12	-1,00
13	-1,25
14	-1,50
15	-1,75

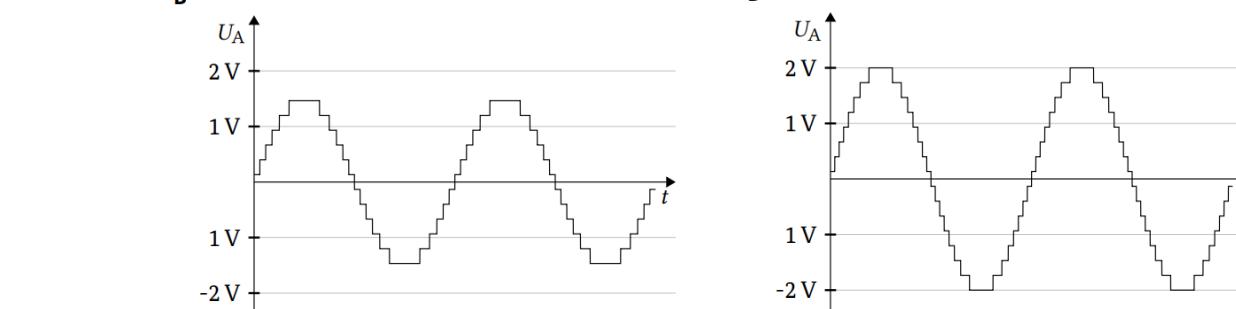
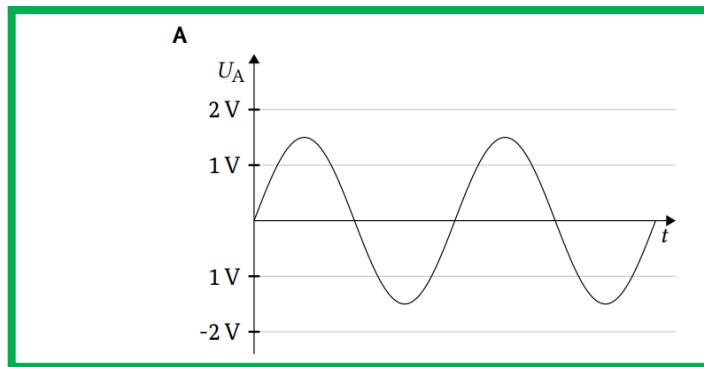
Da 1,5 V innerhalb des Quantisierungswertebereichs liegen, muss dieser Spitzenwert innerhalb der Quantisierungsmöglichkeiten korrekt abgebildet werden, d.h. Antwort D scheidet aus.

Nach einer A/D-D/A-Umwandlung kann sich keine wertkontinuierliche Funktion ergeben. Die D/A-Umwandlung kann verloren gegangene Informationen nicht restaurieren. Daher scheiden auch Antworten B und C aus.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF613 Eine Sinusschwingung mit einem Spitzenwert von 1,5 V wird in einen A/D-Umsetzer eingegeben, dessen Ausgang direkt mit einem D/A-Umsetzer verbunden ist. Beide Umsetzer arbeiten linear mit einer Auflösung von 12 bit und einem Wertebereich von -2 V bis 2 V. Welches Signal ist am Ausgang des D/A-Umsetzers zu erwarten?



Lösung / Rechenweg:

$$2^{12} = 4096 \quad 12 \text{ Bit Auflösung} = 4096 \text{ Stufen}$$

$$\frac{4 \text{ V}}{4096} = 0,976 \text{ mV Stufenhöhe}$$

Stufe	Wert
0	-2,00000
1	-1,99902
2	-1,99805
510	-1,50195
511	-1,50098
512	-1,50000
513	-1,49902
514	-1,49805
3582	1,49805
3583	1,49902
3584	1,50000
3585	1,50098
3586	1,50195
4092	1,99609
4093	1,99707
4094	1,99805
4095	1,99902

Antwort C und D scheiden aus, weil sich durch die A/D-D/A Wandlung keine Spitzenwerte von 1,5 auf 2 V verschieben – nicht bei einer Auflösung von ca. 1 mV je Quantisierungsstufe.

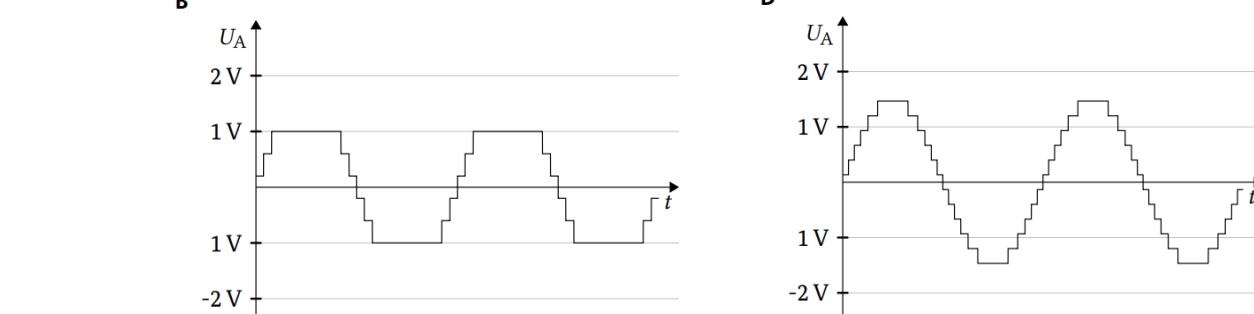
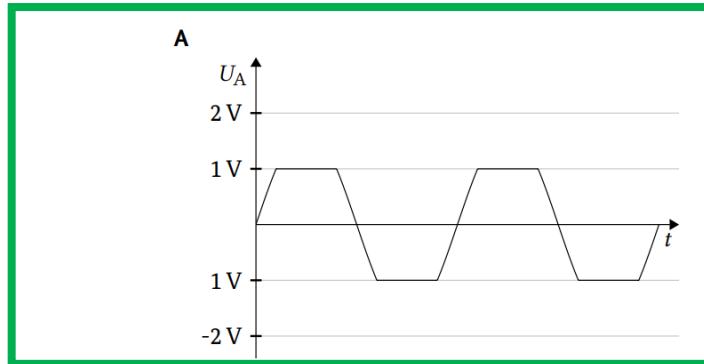
B scheidet aus, weil die Werte nicht mit einer Auflösung von 4096 Stufen quantisiert sind.

A ist korrekt, bei 4096 Stufen ergibt sich für das Auge der Eindruck eines kontinuierlichen Werteverlaufs.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF614 Eine Sinusschwingung mit einem Spitzenwert von 1,5 V wird in einen A/D-Umsetzer eingegeben, dessen Ausgang direkt mit einem D/A-Umsetzer verbunden ist. Beide Umsetzer arbeiten linear mit einer Auflösung von 12 bit und einem Wertebereich von -1 V bis 1 V. Welches Signal ist am Ausgang des D/A-Umsetzers zu erwarten?



Lösung / Rechenweg:

Antwort C und D

Die Werte liegen außerhalb des Wertebereichs der A/D-D/A Wandlung. Das ist nicht möglich.

Antwort B

Scheidet aus, da sich die 12-bit Auflösung (4096 Stufen mit einer Stufenhöhe von 0,488 mV) der A/D-Wandlung im Diagramm nicht wieder findet.

Antwort A

Überschreitet die Eingangsspannung den Wertebereich, kommt es zu einer Übersteuerung des A/D-Wandlers, und der Wandler wird diese Spannungswerte auf den äußersten Wert des zulässigen Bereichs abbilden (1V bzw. -1 V). Die Spitzen der Sinuskurve werden „abgeschnitten“. Es entsteht das sogenannte Clipping.

Antwort A zeigt eine hohe Auflösung (12-bit) und damit für das Auge einen sinusförmigen Verlauf im Wertebereich von -1 bis 1 V.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF615 Wie ist die Abtastrate (Samplingrate) eines A/D-Umsetzers definiert?

- A** Abtastungen je Zeiteinheit
- B** Abtastungen mal Zeit
- C** Abtastungen je Hertz
- D** Abtastungen mal Samples

Erklärung:

A:

Das ist die korrekte Definition.

B:

Keine sinnvolle Einheit.

C:

Hertz ist bereits eine Frequenz. Hieraus erfolgt auch keine sinnvolle Einheit.

D:

Das wäre eine Mengeneinheit, aber keine Rate.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Abtasttheorem

Abtasttheorem = Nyquist-Shannon-Abtasttheorem = WKS-Abtasttheorem

Ein bandbegrenztes Signal kann exakt rekonstruiert werden, wenn es mit einer Frequenz abgetastet wird, die mehr als doppelt so hoch ist wie die höchste im Signal enthaltene Frequenz.

Wichtige Implikationen

- Es ermöglicht die exakte Rekonstruktion eines kontinuierlichen Signals aus diskreten Abtastwerten.
- Es definiert die minimale Abtastrate, die notwendig ist, um Informationsverlust und Aliasing-Effekte zu vermeiden.
- Es ist grundlegend für die digitale Signalverarbeitung in verschiedenen Bereichen wie Nachrichtentechnik, Audiotechnik und Bildverarbeitung.

Abtasttheorem

$$f_{\text{abtast}} > 2 \cdot f_{\text{max}}$$

In der Praxis wird oft eine höhere Abtastrate verwendet, um reale Filterunzulänglichkeiten und Quantisierungsfehler zu kompensieren. Beispielsweise verwendet die Audiotechnik Abtastraten von bis zu 384 kHz, obwohl die theoretische Grenze für menschliches Hören bei etwa 20 kHz liegt.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF616 Welche Aussage trifft auf das Abtasttheorem zu? Das Theorem

...

- A** bestimmt die für eine fehlerfreie Rekonstruktion eines Signals theoretisch notwendige minimale Abtastrate.
- B** besagt, dass theoretisch eine unendliche Abtastrate erforderlich ist, um ein bandbegrenztes Signal fehlerfrei zu rekonstruieren.
- C** bestimmt die maximale Bandbreite, die durch eine Übertragung mit einer bestimmten Datenübertragungsrate theoretisch belegt werden kann.
- D** besagt, dass unabhängig von der Art der vorherrschenden Störungen eines Übertragungskanals theoretisch eine unbegrenzte Datenübertragungsrate erzielt werden kann

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Alias-Effekte I

Alias-Effekte

- Fehler in der digitalen Signalverarbeitung, die auftreten, wenn das Abtasttheorem verletzt wird.
- Sie entstehen, wenn im abzutastenden Signal Frequenzanteile vorkommen, die höher sind als die halbe Abtastfrequenz (auch Nyquist-Frequenz genannt).

Hauptmerkmale

- **Fehlinterpretation von Frequenzen**
Höhere Frequenzen werden als niedrigere Frequenzen falsch interpretiert.
- **Entstehung von Störsignalen**
Es erscheinen Signale, die im Originalsignal nicht vorhanden waren.

Auswirkungen

- **Audiotechnik**
Störgeräusche und verzerrte Töne
- **Bildverarbeitung**
Moiré-Muster, Treppenstufen-Effekte
- **Computergrafik**
Unerwünschte Muster in Bildern

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Alias-Effekte II

Ursachen

- Zu geringe Abtastfrequenz (Verletzung des Abtasttheorems)
- Unterabtastung bei der Digitalisierung analoger Signale
- Downsampling eines bereits abgetasteten Signals

Vermeidung

- Einsatz von Tiefpassfiltern (Anti-Aliasing-Filter) vor der Digitalisierung
- Verwendung einer ausreichend hohen Abtastrate (Oversampling)
- Bei Bildern: Farbliche Angleichung benachbarter Punkte

Achtung

- Es ist wichtig zu beachten, dass eine nachträgliche Korrektur von Alias-Effekten nicht möglich ist.
- Daher müssen präventive Maßnahmen vor der Digitalisierung oder dem Downsampling implementiert werden.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF617 Unter dem Alias-Effekt werden Fehler verstanden, die ...

A bei der Abtastung von Frequenzanteilen auftreten, die höher als die halbe Abtastfrequenz sind.

B bei Mehrwegeausbreitung mit Laufzeitunterschieden auftreten, die höher als die halbe Dauer einer Schwingung des Trägers sind.

C beim Empfang eines Signals auftreten, von dessen Spektrum mehr als die Hälfte gestört ist.

D beim Senden mit mehrelementigen Richtantennen auftreten, deren Elementabstand größer als die halbe Wellenlänge ist.

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF618 Ein analoges Signal mit einer Bandbreite von f_{\max} soll digital verarbeitet werden. Welche der folgenden Abtastraten ist die kleinste, die Alias-Effekte vermeidet?

- A knapp über $2 \cdot f_{\max}$
- B knapp über f_{\max}
- C knapp unter $\frac{f_{\max}}{2}$
- D knapp unter f_{\max}

Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie

Das Abtasttheorem ist im Hilfsmittel genannt:

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF619 Ein analoges Sprachsignal mit 4 kHz Bandbreite soll digital verarbeitet werden. Welche der folgenden Abtastraten ist die kleinste, die Alias-Effekte vermeidet?

Lösung / Rechenweg:

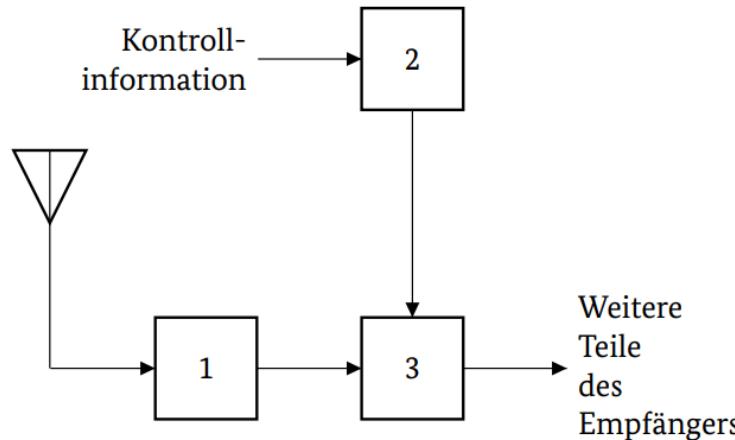
- A 9600 Samples/s
- B 4800 Samples/s
- C 4000 Samples/s
- D 2400 Samples/s

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF620 Welche Funktionen haben die einzelnen Blöcke im dargestellten Blockschaltbild eines digitalen Direktempfängers?

Lösung / Rechenweg:



A 1: Antialiasing-Filter, 2: Abtastratengenerator, 3: Analog-Digital-Umsetzer

B 1: Analog-Digital-Umsetzer, 2: Antialiasing-Filter, 3: Abtastratengenerator

C 1: Analog-Digital-Umsetzer, 2: Abtastratengenerator, 3: Antialiasing-Filter

D 1: Abtastratengenerator, 2: Antialiasing-Filter, 3: Analog-Digital-Umsetzer

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF621 Bei einer Abtastung mit einem A/D-Umsetzer mit 24 bit Auflösung wird ein Oszillator mit starkem Taktzittern (Jitter) eingesetzt. Welche Auswirkung wird das Zittern haben?

Lösung / Rechenweg:

- A** Es entsteht zusätzliches Rauschen im Abtastergebnis.
- B** Das Abschirmblech des A/D-Umsetzers wird durch Vibration störende Geräusche erzeugen.
- C** Aufgrund der großen Auflösung bleibt die Schwankung ohne Auswirkung.
- D** Das Abtastergebnis wird verbessert (Dithering).

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF622 Welcher Filtertyp ist geeignet, um Alias-Effekte zu vermeiden, und wo ist das Filter zu platzieren? Lösung / Rechenweg:

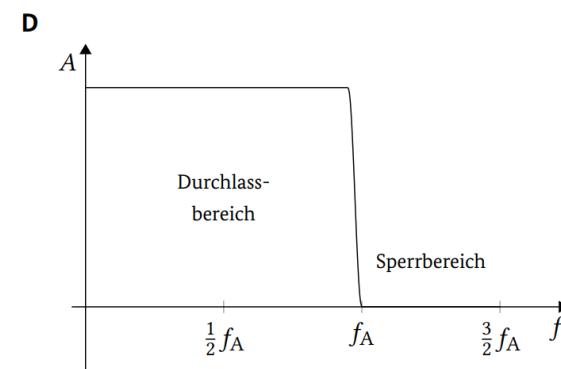
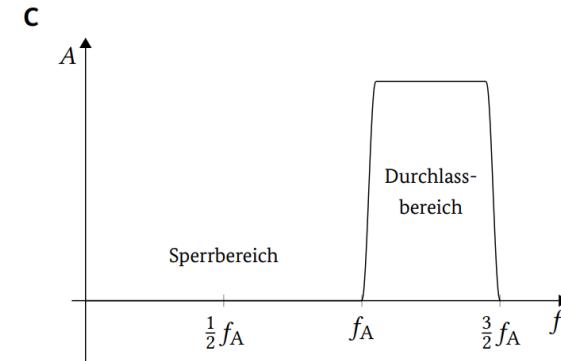
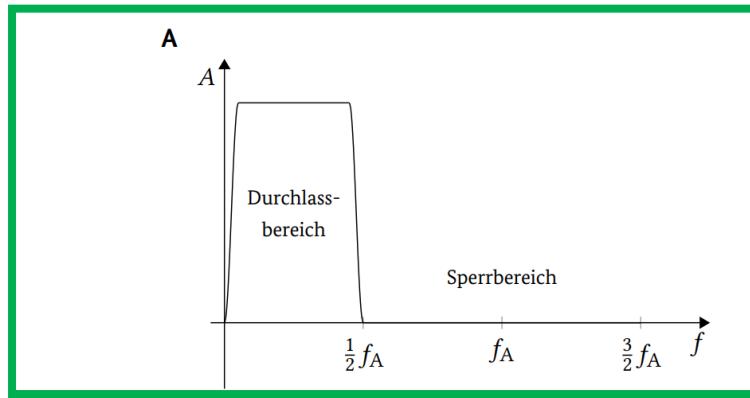
- A Tiefpassfilter vor dem A/D-Umsetzer
- B Hochpassfilter vor dem A/D-Umsetzer
- C Tiefpassfilter nach dem D/A-Umsetzer
- D Hochpassfilter nach dem D/A-Umsetzer

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF623 Sie wollen ein Sprachsignal mit einer Abtastrate von $f_A = 8000$ Samples je Sekunde digitalisieren. Vor dem A/D-Umsetzer soll ein Anti-Alias-Filter eingesetzt werden. Welcher Amplitudengang ist für das Filter am besten geeignet?

Lösung / Rechenweg:



5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF624 Welcher Filtertyp ist als Rekonstruktionsfilter geeignet und wo ist das Filter zu platzieren? Lösung / Rechenweg:

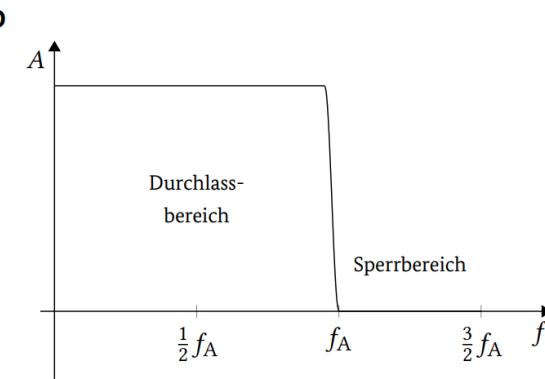
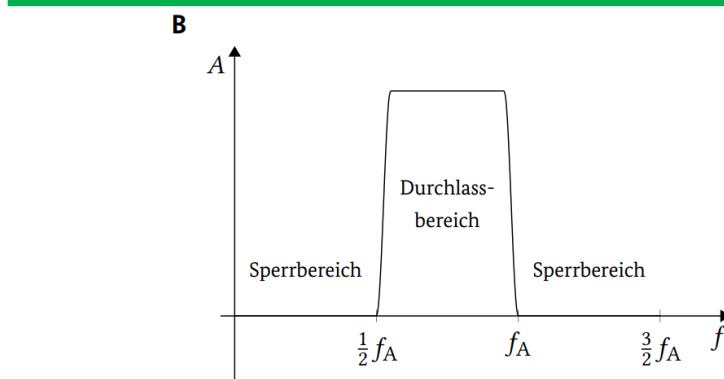
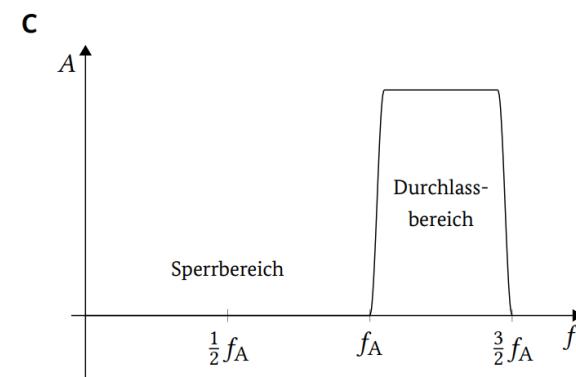
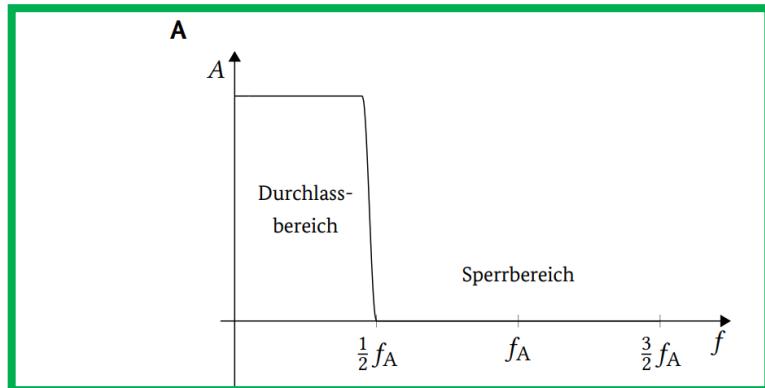
- A Tiefpassfilter nach dem D/A-Umsetzer
- B Hochpassfilter nach dem D/A-Umsetzer
- C Tiefpassfilter vor dem A/D-Umsetzer
- D Hochpassfilter vor dem A/D-Umsetzer

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF625 Sie wollen ein Sprachsignal mit einer Abtastrate von $f_A = 8000$ Samples je Sekunde rekonstruieren. Nach dem D/A-Umsetzer soll ein Rekonstruktionsfilter eingesetzt werden. Welcher Amplitudengang ist für das Filter am besten geeignet?

Lösung / Rechenweg:



5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Blockschaltbilder Quellencodierer/-decodierer und deren Funktion

Quellencodierer

Codiert die Informationsquelle (z.B. Audio-, Video- oder Textdaten) so, dass sie effizient übertragen, gespeichert oder verarbeitet werden kann.

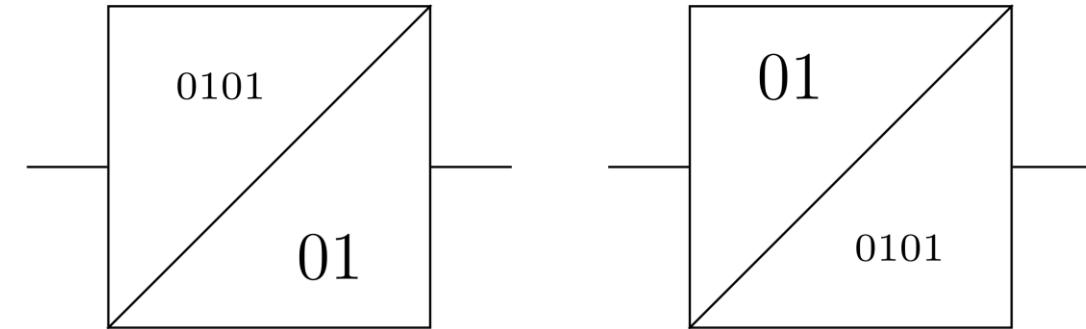
Der Quellencodierer optimiert die Darstellung von Daten, indem er die Redundanz und Unregelmäßigkeiten in den Quelldaten entfernt, um den benötigten Speicherplatz oder die Übertragungsbandbreite zu minimieren.

Datenkompression und Redundanzreduktion

- Daten werden komprimiert, indem redundante und unwichtige Informationen entfernt werden – dadurch wird Speicherplatz gespart
- verlustfrei (z.B. Huffman-Codierung) oder verlustbehaftet (z.B. MP3 für Audio)
- Ziel ist es, den Datenstrom zu verkleinern, ohne wesentliche Informationen zu verlieren oder durch kontrollierte Verluste (bei verlustbehafteter Kompression) die Qualität auf einem akzeptablen Niveau zu halten.

Anpassung an die Quelle

- Quellen sind an die Merkmale der spezifischen Datenquelle angepasst. Beispielsweise kann die Quellencodierung von Sprache (z.B. durch Codecs wie GSM oder AAC) anders ablaufen als bei Musik oder Video. Jede Quelle hat bestimmte Eigenschaften, die ausgenutzt werden können, um die Effizienz der Kompression zu maximieren.



5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Blockschaltbilder Kanalcodierer/-decodierer und deren Funktion

Hauptaufgabe des Kanalcodierers

Fehlererkennung und -korrektur

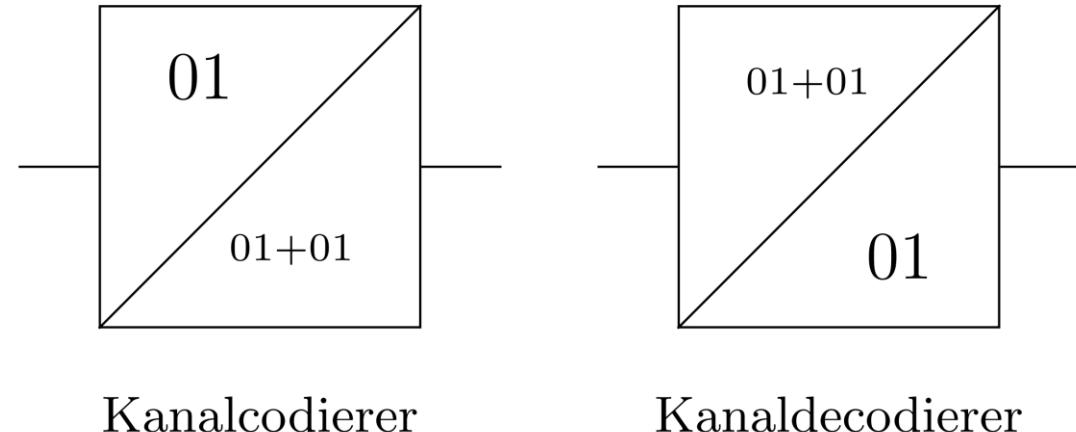
Der Kanalcodierer ergänzt die ursprünglichen Daten mit zusätzlichen Bits (Fehlerkorrekturcode). Diese Redundanz ermöglicht es dem Empfänger, Übertragungsfehler zu erkennen und zu korrigieren. Fehler können durch Rauschen, Interferenzen, Signalverluste oder andere Störungen im Kommunikationskanal entstehen.

Funktionsweise

- Zusätzliche Bits werden den Daten hinzugefügt, um beschädigte oder fehlende Informationen rekonstruieren zu können.
- Die Redundanz wird so gestaltet, dass sie die Bandbreite oder den Speicherplatzbedarf nur minimal erhöht, während die Fehlerkorrekturfähigkeit maximiert wird.
- Selbst bei fehlerhaften Signalteilen kann der Empfänger mit hoher Wahrscheinlichkeit die ursprünglichen Daten korrekt wiederherstellen.

Robustheit und Effizienz

- Die Datenübertragung bleibt zuverlässig, auch bei gestörten Kanälen.
- Die Balance zwischen zusätzlicher Redundanz und Bandbreitennutzung sorgt für eine optimale Fehlerkorrektur.

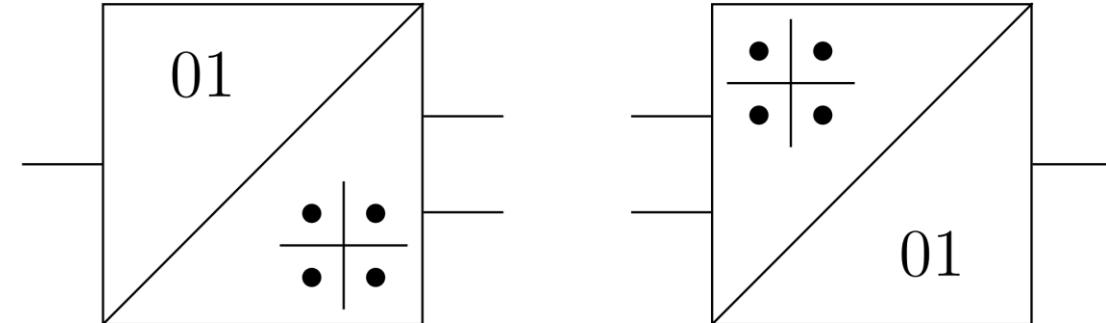


5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Blockschaltbilder Mapper und De-Mapper und deren Funktion

Aufgabe des Mappers

- Umwandlung binärer Eingangsdaten in komplexe Symbole, die nachfolgend zur Modulation verwendet werden.
- Der Mapper gibt vor, wie digitale Daten nachfolgend in physikalische Signale übersetzt und letztlich ausgesendet werden.



Funktionsweise

- Die Binärdaten werden nach einem festgelegten Modulations-schema (z. B. QPSK, 16-QAM) in komplexe Symbole abgebildet. Jedes Symbol repräsentiert eine Gruppe von Bits.
- Die Symbole bestehen aus einem Real- und einem Imaginärteil, die in einem Signalraum (Konstellationsdiagramm) dargestellt werden – d.h. es gibt eine geometrische Darstellung der Symbole, die genutzt wird, um bestimmte Modulationsparameter (Amplitude, Phasenwinkel) einzustellen.
- Mapper können für unterschiedliche Modulationsformate angepasst sein: PSK, QAM, ...
- Die erzeugten komplexen Symbole werden an den Modulator weitergegeben, der sie in ein analoges Signal umwandelt.

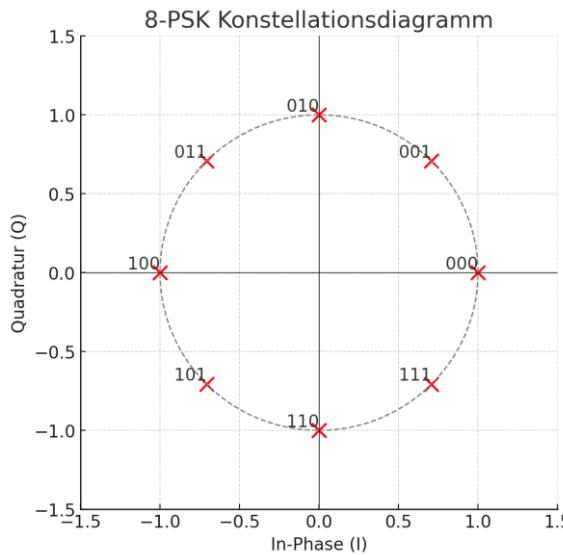
Mapper

De-Mapper

5.6 Sender und Empfänger

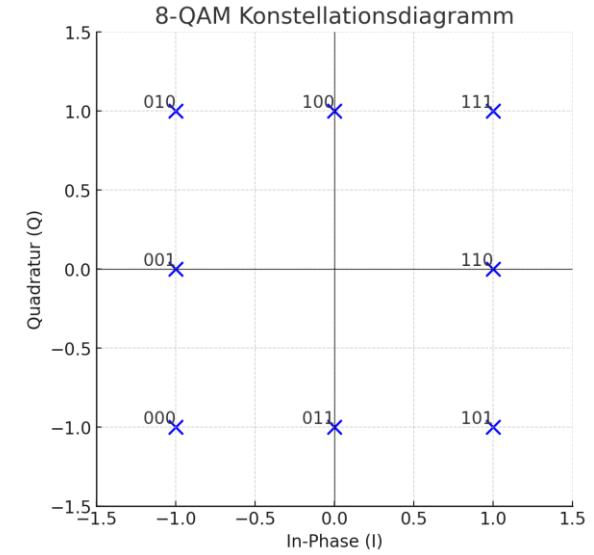
5.6.6 Digitale Signalverarbeitung / Mapper – Beispiele zur Verdeutlichung: 8-PSK und 8-QAM

Bitfolge	000	001	010	011	100	101	110	111
	Symbol 1	Symbol 2	Symbol 3	Symbol 4	Symbol 5	Symbol 6	Symbol 7	Symbol 8
8-PSK Phasenwinkel	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
8-QAM I und Q-Werte	(-1,-1)	(-1,0)	(-1,+1)	(0,-1)	(0,+1)	(+1,-1)	(+1,0)	(+1,+1)



8-PSK

- Bei DVB-S (Satellitenfernsehen) und GSM (Mobilfunk) verwendet – konstante Amplitude, wichtig bei Leistungsbegrenzenden Systemen wie Satelliten.



8-QAM

- Bei WiFi, LTE und Satellitenkommunikation genutzt – bessere Fehlertoleranz bei geringem Signal-Rausch-Verhältnis, da die Punkte weiter auseinander liegen.

5.6 Sender und Empfänger

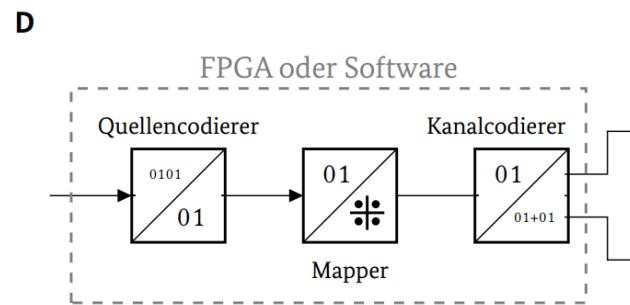
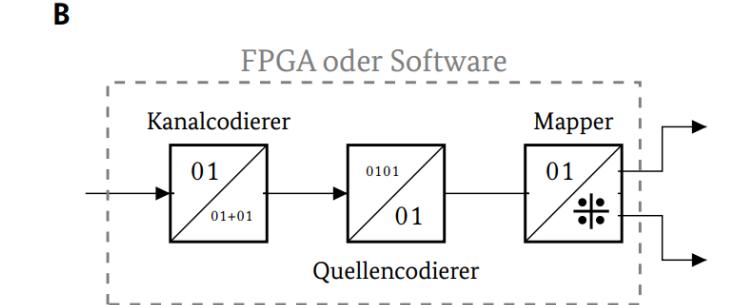
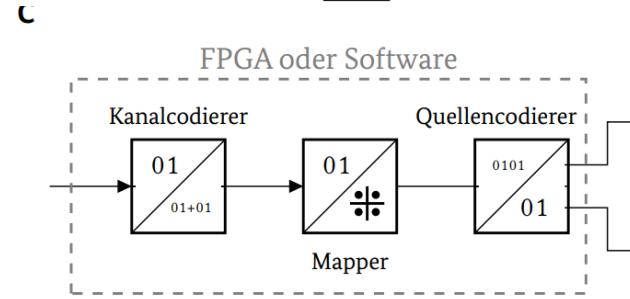
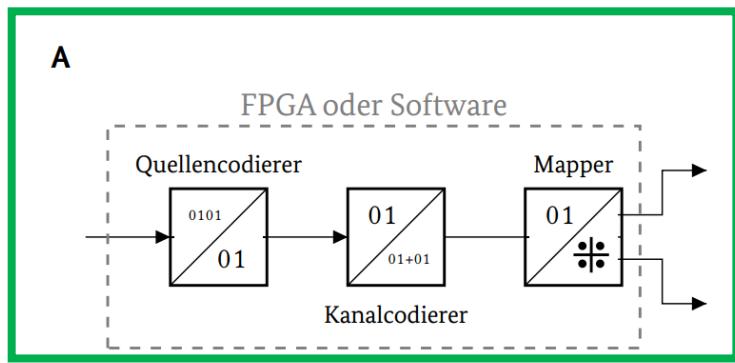
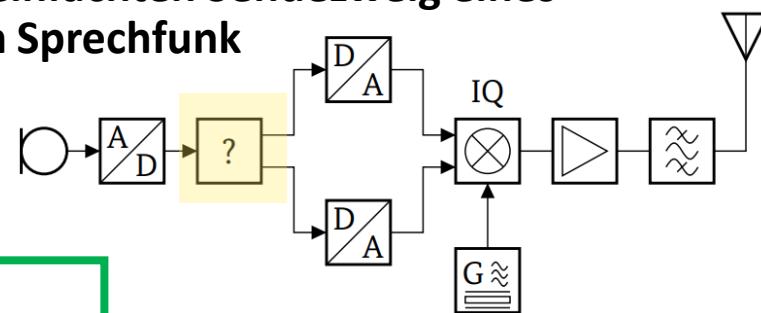
5.6.6 Digitale Signalverarbeitung – Sinnvolle Abfolgen im Blockschaltbild

d

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF626 Welcher der nachfolgenden Blöcke vervollständigt den dargestellten, stark vereinfachten Sendezweig eines Funkgeräts für digitalen Sprechfunk korrekt?



Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

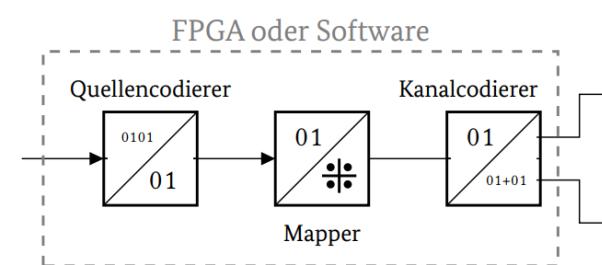
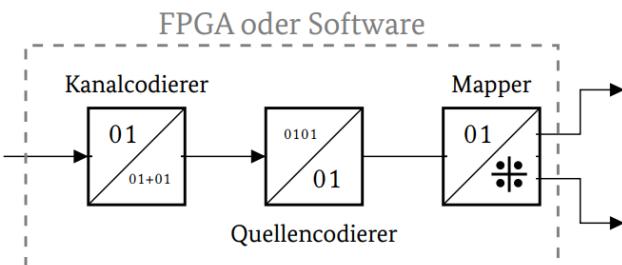
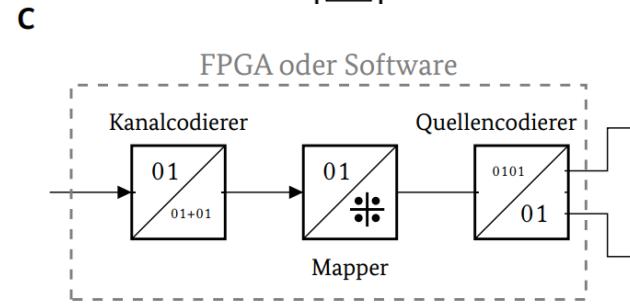
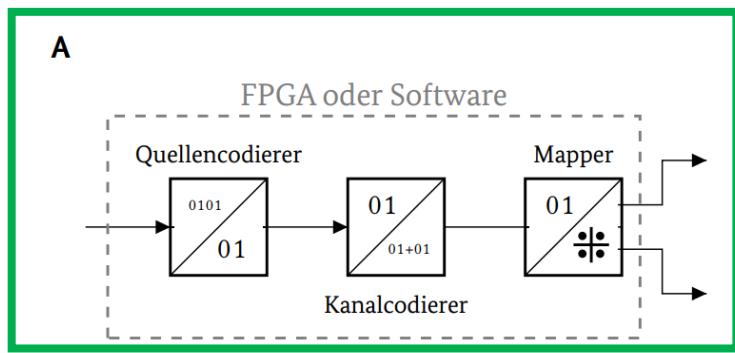
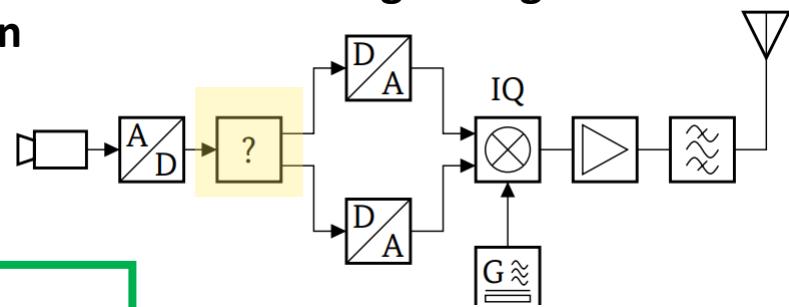
Fragen AF626 – AF629:

Die richtige Antwort hat immer den Kanalcodierer bzw. Kanaldecodierer in der Mitte.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF627 Welcher der nachfolgenden Blöcke vervollständigt den dargestellten, stark vereinfachten Sendezweig für digitales Amateurfunkfernsehen (DATV) korrekt?



Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

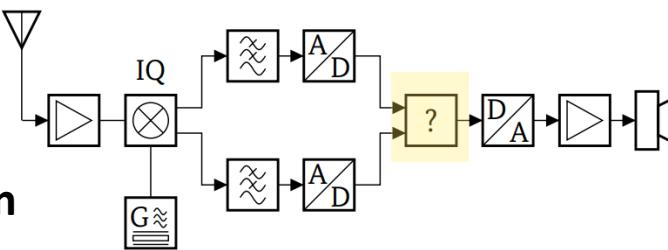
Fragen AF626 – AF629:

Die richtige Antwort hat immer den Kanalcodierer bzw. Kanaldecodierer in der Mitte.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF628 Welcher der nachfolgenden Blöcke vervollständigt den dargestellten, stark vereinfachten Empfangszweig eines Funkgeräts für digitalen Sprechfunk korrekt?



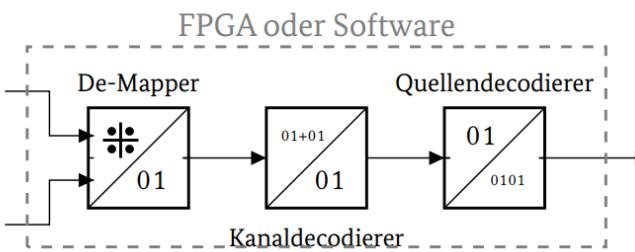
Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

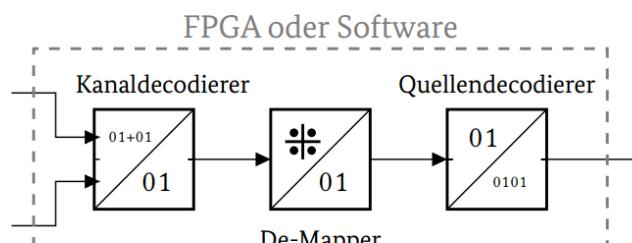
Fragen AF626 – AF629:

Die richtige Antwort hat immer den Kanalcodierer bzw. Kanaldecodierer in der Mitte.

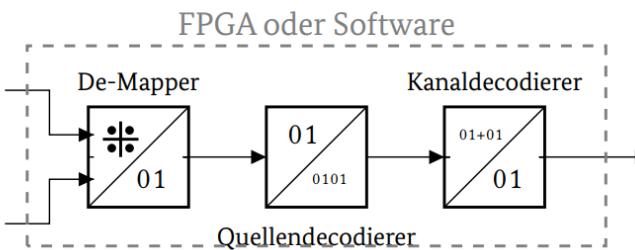
A



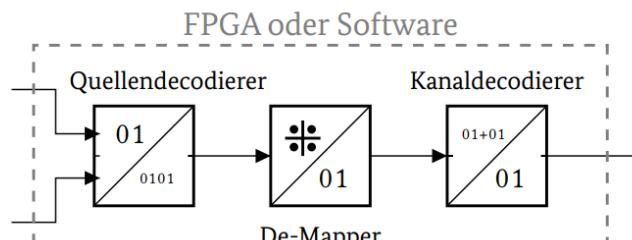
C



B



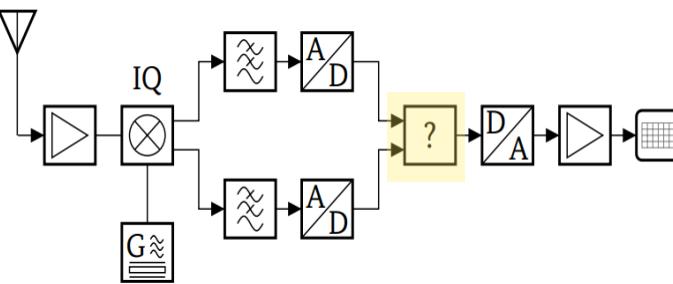
D



5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF629 Welcher der nachfolgenden Blöcke vervollständigt den dargestellten, stark vereinfachten Empfangszweig für digitales Amateurfunkfernsehen (DATV) korrekt?



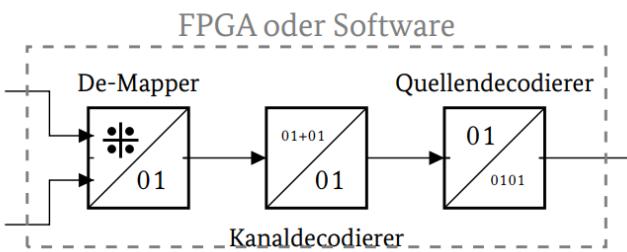
Erklärung:

Siehe vorhergehende Folien

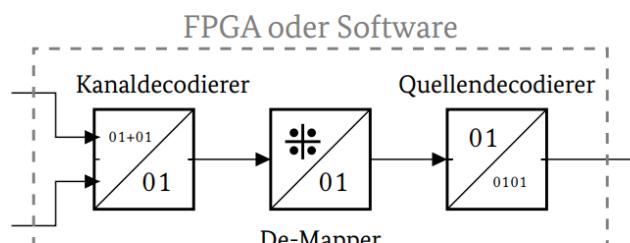
Fragen AF626 – AF629:

Die richtige Antwort hat immer den Kanalcodierer bzw. Kanaldecodierer in der Mitte.

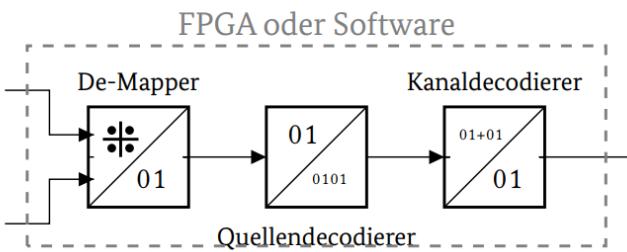
A



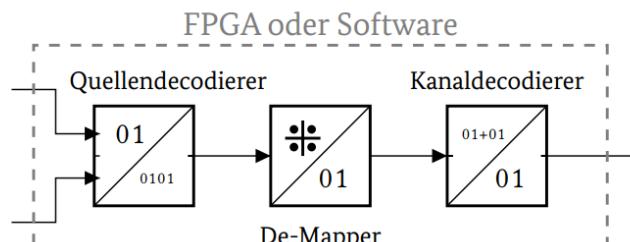
C



B



D



5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF630 Wozu dient die diskrete Fouriertransformation mittels FFT? Es ist eine schnelle mathematische Methode zur Umwandlung ...

Lösung / Rechenweg:

- A eines zeitdiskreten Signals in ein Frequenzspektrum.
- B eines zeitdiskreten Signals in ein analoges Signal.
- C eines diskreten Widerstandswertes in eine Impedanz.
- D eines Widerstandswertes in einen diskreten Leitwert.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF631 Welche der folgenden Aussagen zu digitalen Filtern ist richtig? Lösung / Rechenweg:
Digitale Filter können ...

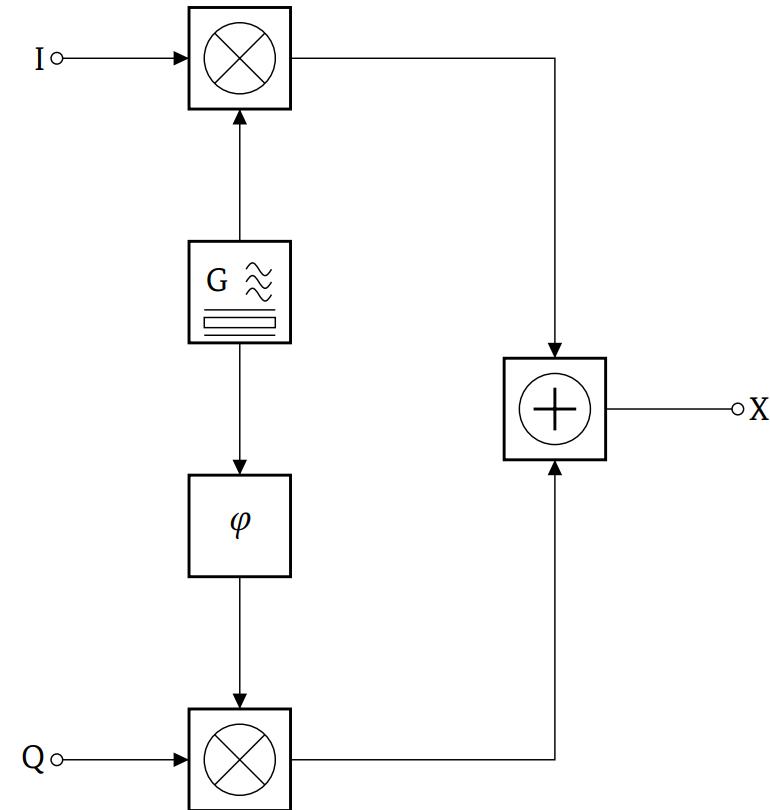
- A** als FIR- oder IIR-Filter realisiert werden.
- B** ohne Latenz realisiert werden.
- C** nicht in Hardware realisiert werden.
- D** nicht in Software realisiert werden.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF632 Wie groß muss die Phasenverschiebung φ in der dargestellten Modulatorschaltung sein, damit eine korrekte Quadraturmodulation vorliegt?

- A 90°
- B 180°
- C 0°
- D 45°



Erklärung:

Eine Quadraturmodulation hat immer zwei Komponenten mit 90° Phasenverschiebung.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF633 Was bildet der I- bzw. der Q-Anteil eines I/Q-Signals ab?

Lösung / Rechenweg:

- A** Die phasengleichen (I) bzw. die um 90° phasenverschobenen (Q) Anteile eines Signals in Bezug auf eine Referenzschwingung
- B** Den Wechselstrom (I) in Abhängigkeit der Güte (Q) eines Schwingkreises bei seiner Resonanzfrequenz
- C** Den Stromanteil (I) und den Blindleistungsanteil (Q) eines Signals
- D** Die erste (I) bzw. die vierte (Q) Harmonische in Bezug auf ein normiertes Rechtecksignal

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF634 Welchen Frequenzbereich (z. B. in Bezug auf eine Mitten- oder Trägerfrequenz) kann ein digitaler Datenstrom entsprechend dem Abtasttheorem maximal eindeutig abbilden, der aus einem I- und einem Q-Anteil mit einer Abtastrate von jeweils 48000 Samples pro Sekunde besteht? Den Bereich zwischen ...

Lösung / Rechenweg:

- A -24 kHz und 24 kHz.
- B -48 kHz und 48 kHz.
- C 0 Hz und 96 kHz.
- D 0 Hz und 6 kHz.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF635 Welchen Frequenzbereich (z. B. in Bezug auf eine Mitten- oder Trägerfrequenz) kann ein digitaler Datenstrom entsprechend dem Abtasttheorem maximal eindeutig abbilden, der aus einem I- und einem Q-Anteil mit einer Abtastrate von jeweils 96000 Samples pro Sekunde besteht? Den Bereich zwischen ...

Lösung / Rechenweg:

- A -48 kHz und 48 kHz.
- B -24 kHz und 24 kHz.
- C 0 Hz und 192 kHz.
- D 0 Hz und 9,6 kHz.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF636 Welchen Frequenzbereich (z. B. in Bezug auf eine Mitten- oder Trägerfrequenz) kann ein digitaler Datenstrom entsprechend dem Abtasttheorem maximal eindeutig abbilden, der aus einem I- und einem Q-Anteil mit einer Abtastrate von jeweils 10 Millionen Samples pro Sekunde besteht? Den Bereich zwischen ...

Lösung / Rechenweg:

- A** -5 MHz und 5 MHz.
- B** -10 MHz und 10 MHz.
- C** 0 Hz und 512 kHz.
- D** 0 Hz und 1024 kHz.

5.6 Sender und Empfänger

5.6.6 Digitale Signalverarbeitung

AF637 Was wird in der digitalen Signalverarbeitung unter Latenz verstanden und in welcher Einheit kann sie angegeben werden?

Lösung / Rechenweg:

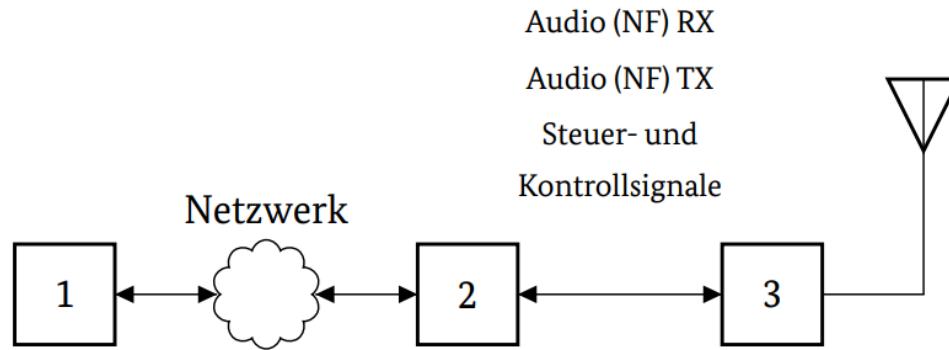
- A Laufzeit bzw. Verzögerung eines Signals in Sekunden**
- B Geschwindigkeit eines Signals in Metern pro Sekunde
- C Schwankung der Frequenz eines Signals in Hertz pro Sekunde
- D Schwankung der Amplitude eines Signals in Volt pro Sekunde

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF701 Sie wollen Remote-Betrieb mit dem im Blockdiagramm dargestellten Aufbau durchführen. Welche Geräte könnten Sie als Block 1 verwenden?

Lösung / Rechenweg:



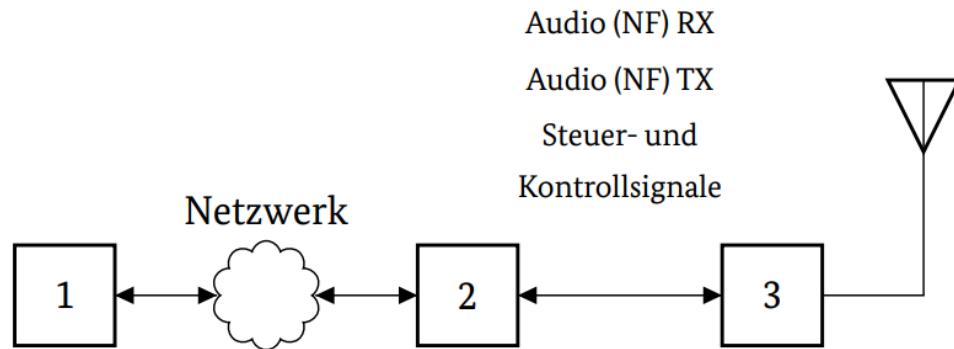
- A Computer oder Bedienteil
- B Tuner oder Transceiver
- C Verstärker oder Netzteil
- D Verstärker oder Computer

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF702 Sie wollen Remote-Betrieb mit dem im Blockdiagramm dargestellten Aufbau durchführen. Welche Geräte könnten Sie als Block 2 verwenden?

Lösung / Rechenweg:



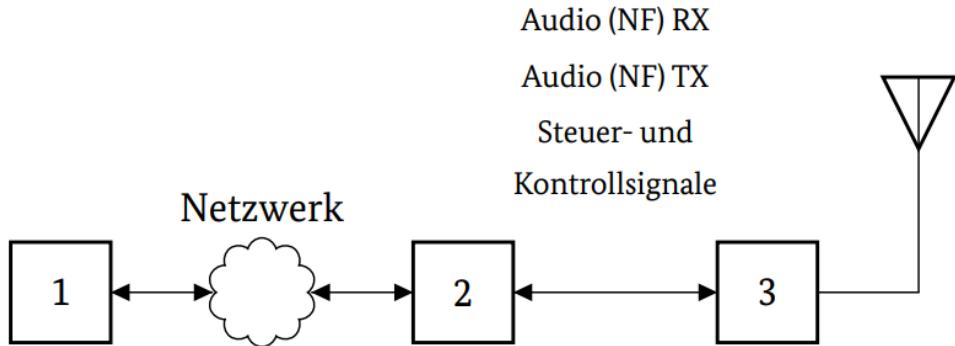
- A Computer oder Remote-Interface**
- B Computer oder Netzteil**
- C Remote-Tuner oder Transceiver**
- D Verstärker oder Netzteil**

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF703 Sie führen Telefonie im Remote-Betrieb mit dem dargestellten Aufbau durch. Welche Komponente wandelt Audio- und Steuersignale des Operators in Datenpakete für die Übertragung im Netzwerk um?

Lösung / Rechenweg:



A Block 1

B Block 2

C Netzwerk

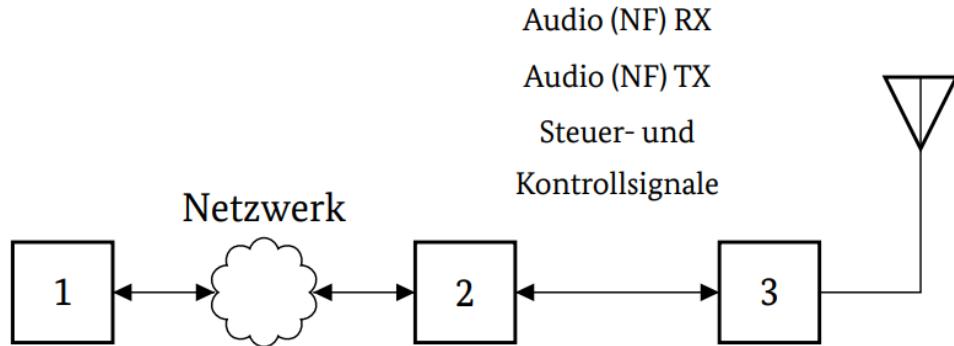
D Block 3

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF704 Sie führen Telefonie im Remote-Betrieb mit dem dargestellten Aufbau durch. Welche Komponente wandelt Datenpakete aus dem Netzwerk in Audio- und Steuersignale für die Aussendung um?

Lösung / Rechenweg:



A Block 2

B Block 1

C Netzwerk

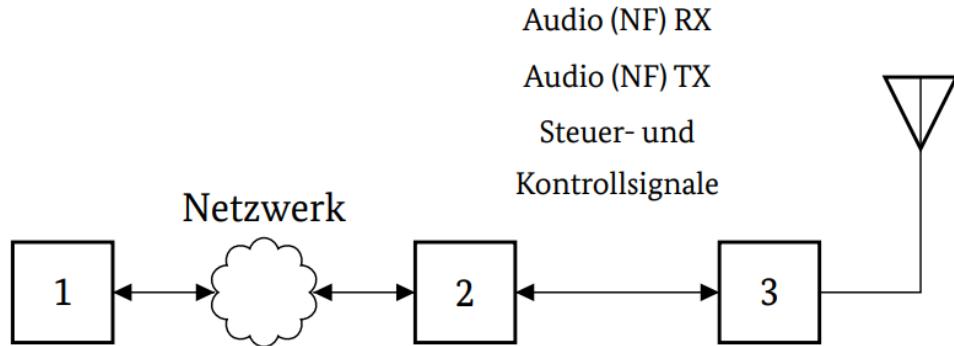
D Block 3

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF705 Sie führen Telefonie im Remote-Betrieb mit dem dargestellten Aufbau durch. Welche Komponente erzeugt den auszusendenden Hochfrequenzträger?

Lösung / Rechenweg:



A Block 3

B Block 1

C Block 2

D Netzwerk

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF706 Sie nutzen Ihre weit entfernte Remote-Station. Es kommt zu problematischer Einstrahlung oder Einströmung durch ihre eigene Aussendung. Was kann dadurch beeinträchtigt werden?

Lösung / Rechenweg:

- A** Der Transceiver oder dort befindliche Komponenten für die Fernsteuerung
- B** Die Abspaltung der Antennenanlage
- C** Das Mikrofon oder der Lautsprecher des Operators
- D** Das lokale Netzwerk des Operators

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF707 Sie führen FM-Sprechfunk über Ihre Remote-Station durch. Aufgrund einer Fehlfunktion des Transceivers reagiert dieser nicht mehr auf Steuersignale. Wie können Sie die Sendung sofort beenden?

Lösung / Rechenweg:

- A** Fernabschalten der Versorgungsspannung, z. B. mittels IP-Steckdose
- B** Unterbrechen des Audio-Streams, z. B. durch Abschalten des VPNs
- C** Herunterfahren des Internetrouters auf der Kontrollseite
- D** Herunterfahren des Internetrouters auf der Remoteseite

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF708 Wodurch kann bei Remote-Betrieb verhindert werden, dass der Sender trotz Ausfall der Verbindung zwischen Operator und Remote-Station dauerhaft auf Sendung bleibt?

Lösung / Rechenweg:

- A Watchdog**
- B VOX-Schaltung beim Operator
- C Firewall
- D Unterbrechungsfreie Spannungsversorgung

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF709 Welche technische Besonderheit bei der Nutzung einer Remote-Station wirkt sich auf den Funkbetrieb aus?

Lösung / Rechenweg:

- A Die Signale kommen verzögert an.
- B Die Signale kommen zu früh an.
- C Die Impedanz der Netzwerkverkabelung ist größer als 50Ω .
- D Die Impedanz der Netzwerkverkabelung ist kleiner als 50Ω .

5.6 Sender und Empfänger

5.6.7 Remote-Station

AF710 Was bedeutet Latenz im Zusammenhang mit Remote-Betrieb? Lösung / Rechenweg:

- A Die zeitliche Verzögerung bei der Übertragung zwischen Nutzer und Remote-Station**
- B Der vorübergehende Ausfall der Verbindung zwischen Nutzer und Remote-Station**
- C Eine begrenzte Datenübertragungsrate der Netzwerkverbindung zur Funkstation**
- D Eine begrenzte Sprachqualität durch Kompression der Sprachübertragung**