

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

Referenzen

# AfuTUB-Kurs

## Technik Klasse A 13: Frequenzaufbereitung

DK0TU

Amateurfunkgruppe der TU Berlin

<https://dk0tu.de>

WiSe 2017/18 – SoSe 2018

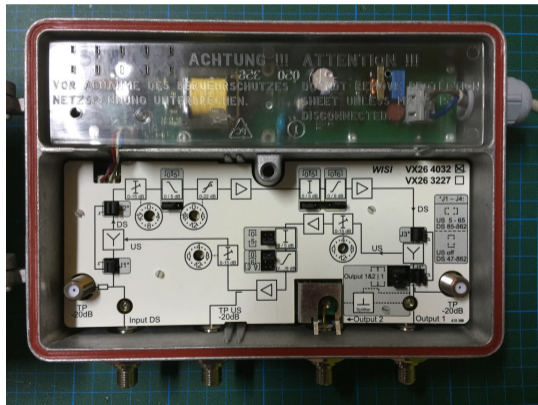


This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU, Stand: Thu Nov 16 19:02:10 2017 +0100

# Blockschaltsymbole

In dieser Lektion werden häufig Blockschaltsymbole verwendet. Diese stellen logisch ganze Baugruppen dar.



## Überblick

### Sender

- Vervielfacher
- Mischer
  - Einfachmischer
  - Balance-Mischer
  - Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

### Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

### Referenzen

Hausanschlussverstärker des Kabelfernsehen mit Blockschaltbildern (von DC4LW (eigene Aufnahme) ☺ )

Überblick

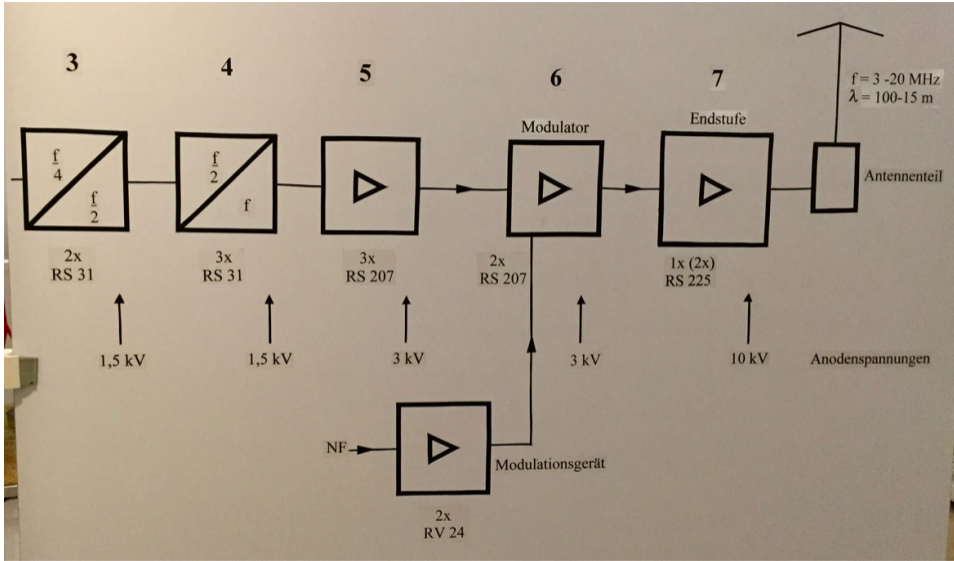
Sender

- Vervielfacher
- Mischer
- Einfachmischer
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

Referenzen



Blockschaltbild des Weltrundfunksenders Zeesen 1929 im Sender- und Rundfunkmuseum Königs Wusterhausen (von DC4LW (eigene Aufnahme) )

# Überblick

Bereits bekannt aus Kapitel *E15*:

Signal im Basisband muss für die Übertragung auf einen HF-Träger “aufgeprägt” werden.

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

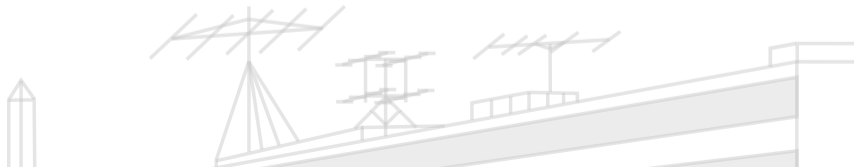
Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen



# Überblick

Wozu Frequenzaufbereitung?

Wo liegen die klassischen Kurzwellenbänder und was fällt dabei auf?

AfuTUB-Kurs

DK0TU

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

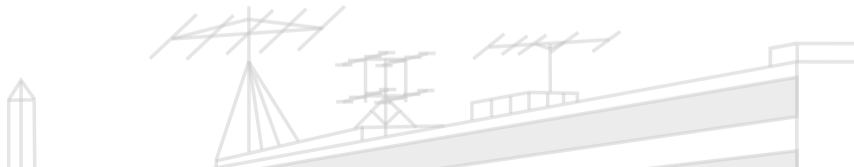
Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen



# Überblick

“Klassische” Amateurfunkbänder:

3,5 – 7 – 14 – 21 – 29 – 145 – 435 MHz (80m, 40m, 20m, 15m, 10m, 2m, 70cm)

Außerdem später hinzu gekommen:

1,8 – 5 – 10 – 18 – 25 – 50 (160m, 60m, 30m, 17m, 12m, 6m)

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen

# Überblick

“Klassische” Amateurfunkbänder:

3,5 – 7 – 14 – 21 – 29 – 145 – 435 MHz (80m, 40m, 20m, 15m, 10m, 2m, 70cm)  $3,5 \times 2 \rightarrow 7 \times 2 \rightarrow 14 \times 1,5 \rightarrow 21 \times 1,5 \rightarrow 29 \times 5 \rightarrow 145 \times 3 \rightarrow 435$  MHz

Außerdem später hinzu gekommen:

1,8 – 5 – 10 – 18 – 25 – 50 (160m, 60m, 30m, 17m, 12m, 6m)

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

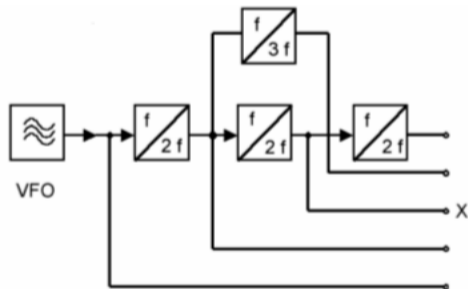
PLL

Converter

Transverter

### Referenzen

# Frequenzvervielfacher



- Oberwellen bleiben in Amateurfunkbändern
- Senderaufbau durch Frequenzvervielfacher
- aufbauend auf stabilen 3,5MHz Oszillator

TG103 (von BNetzA ☞ )

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

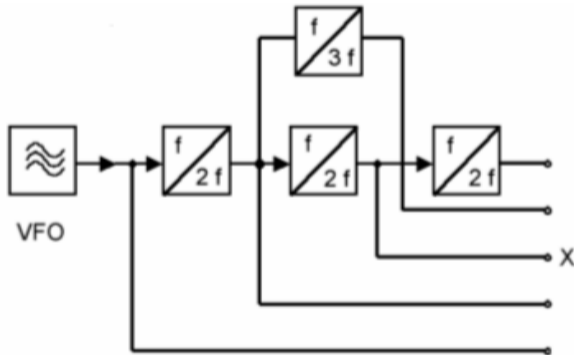
Transverter

### Referenzen



TG103

Das Blockschaltbild stellt einen Mehrbandsender dar. Welche Frequenz entsteht am Ausgang X, wenn der VFO auf 3,51 MHz eingestellt ist?



- |   |            |
|---|------------|
| A | 3,55 MHz.  |
| B | 7,02 MHz.  |
| C | 21,06 MHz. |
| D | 14,04 MHz. |

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

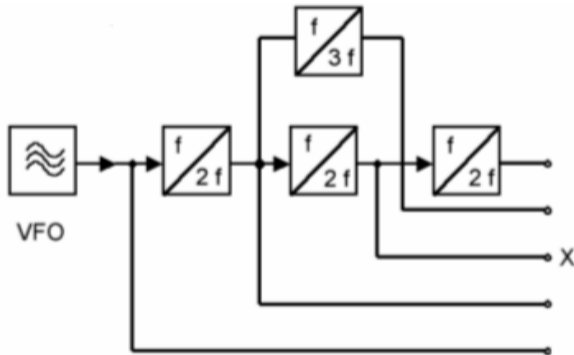
Converter

Transverter

Referenzen

TG103

Das Blockschaltbild stellt einen Mehrbandsender dar. Welche Frequenz entsteht am Ausgang X, wenn der VFO auf 3,51 MHz eingestellt ist?



- |     |            |
|-----|------------|
| A   | 3,55 MHz.  |
| B   | 7,02 MHz.  |
| C   | 21,06 MHz. |
| D ✓ | 14,04 MHz. |

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

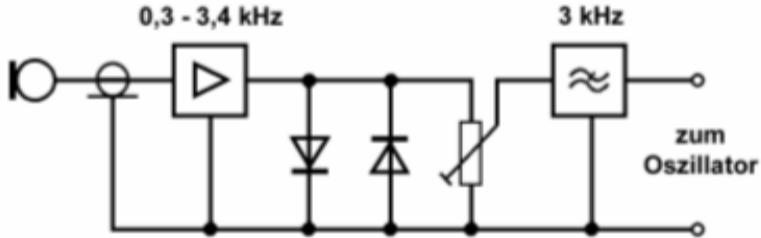
Converter

Transverter

Referenzen

# Frequenzvervielfacher

Bei FM darauf achten, dass sich auch der Hub vervielfacht!



TG102 (von BNetzA ⚡ )

Abhilfe z.B. durch Antiparallelschaltung von Dioden.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Einstellung durch den Widerstand

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

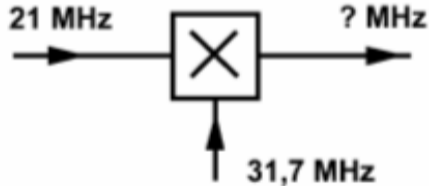
Converter

Transverter

Referenzen

# Einfachmischer

Vervielfachung ist nur bei CW und FM sinnvoll. Hub zeigt, dass Modulation "auseinandergezogen wird" – bei SSB würde das Seitenband auch entsprechend vervielfacht werden und der Abstand zum Träger gerät größer.

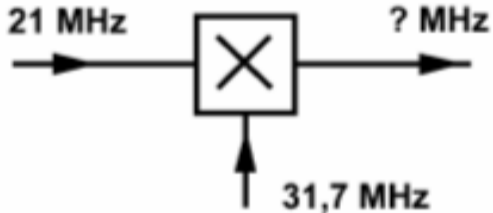


TG226 (von BNetzA ↗ )

Mischer sind bereits aus der Modulation bekannt. Anwendung hier:  
Up-/Downconversion.

TG226

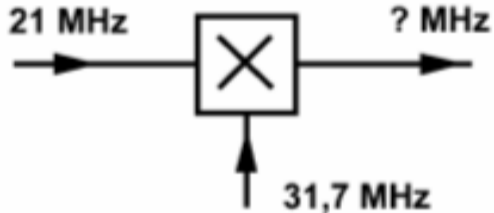
Welche wesentlichen Ausgangsfrequenzen erzeugt die in der Abbildung dargestellte Stufe?



- |   |                    |
|---|--------------------|
| A | 21,4 und 105,4 MHz |
| B | 42 und 53,4 MHz    |
| C | 21 und 63,4 MHz    |
| D | 10,7 und 52,7 MHz  |

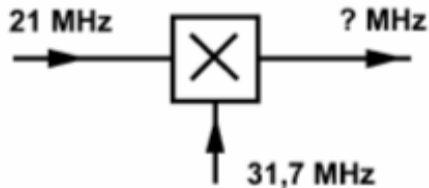
TG226

Welche wesentlichen Ausgangsfrequenzen erzeugt die in der Abbildung dargestellte Stufe?



- |     |                    |
|-----|--------------------|
| A   | 21,4 und 105,4 MHz |
| B   | 42 und 53,4 MHz    |
| C   | 21 und 63,4 MHz    |
| D ✓ | 10,7 und 52,7 MHz  |

# Einfachmischer



TG226 (von BNetzA ☞ )

- das unerwünschte Mischprodukt muss gut gefiltert werden
- eine Mischfrequenz wird von einem Quarzoszillator **CO** (crystal oscillator) hinzugefügt
- die andere Mischfrequenz wird von einem **VFO** (variable frequency oscillator) hinzugefügt
- damit wird die Ausgangsfrequenz variabel

## Mischung

$$CO = 9\text{MHz}$$

$$VFO = 5,0 \dots 5,5\text{MHz}$$

### Überblick

#### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

#### Empfänger

Doppelsuper

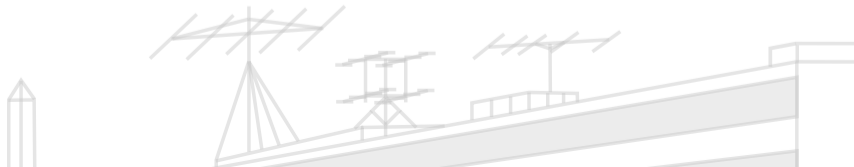
Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

#### Referenzen





## Mischung

$$CO = 9\text{MHz}$$

$$VFO = 5,0 \dots 5,5\text{MHz}$$

$$f_{H5,0} = 9\text{MHz} + 5,0\text{MHz} = 14,0\text{MHz} \quad f_{H5,5} = 9\text{MHz} + 5,5\text{MHz} = 14,5\text{MHz}$$

$$f_{L5,0} = 9\text{MHz} - 5,0\text{MHz} = 4,0\text{MHz} \quad f_{L5,5} = 9\text{MHz} - 5,5\text{MHz} = 3,5\text{MHz}$$

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen

## Mischung

$$CO = 9\text{MHz}$$

$$VFO = 5,0 \dots 5,5\text{MHz}$$

$$f_{H5,0} = 9\text{MHz} + 5,0\text{MHz} = 14,0\text{MHz} \quad f_{H5,5} = 9\text{MHz} + 5,5\text{MHz} = 14,5\text{MHz}$$

$$f_{L5,0} = 9\text{MHz} - 5,0\text{MHz} = 4,0\text{MHz} \quad f_{L5,5} = 9\text{MHz} - 5,5\text{MHz} = 3,5\text{MHz}$$

Welche Bänder sind das?

### Überblick

#### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

#### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

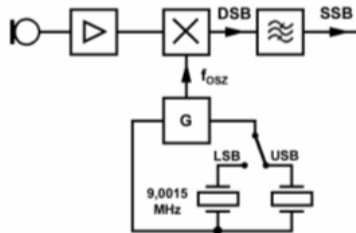
Converter

Transverter

#### Referenzen

# Balance-Mischer

SSB-Aufbereitung mit einem 9-MHz-Quarzfilter (balancierter Ringmischer)



TG106 (von BNetzA ♂ )

CO LSB: 9,0015 MHz; CO USB: 8,9985 MHz

Ein fester Bandpassfilter bei 9 MHz mit  $\pm 1,2$  kHz Bandbreite lässt nur eines der beiden Seitenbänder durch.

## Überblick

### Sender

- Vervielfacher
- Mischer
- Einfachmischer
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

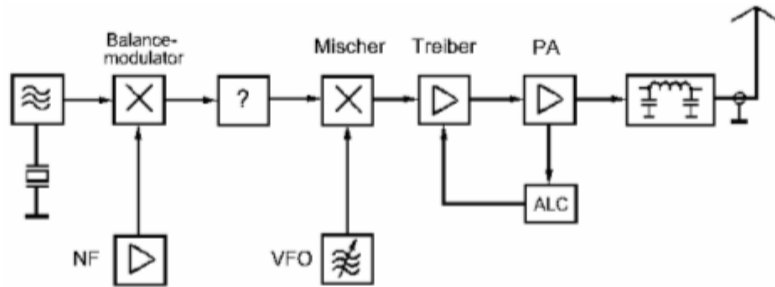
### Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

### Referenzen

# Balance-Mischer

Der gesamte Sendepfad würde so aussehen:



TG101 (von BNetzA ☞ )

Was wird nach der SSB-Mischstufe benötigt?

## Überblick

### Sender

- Vervielfacher
- Mischer
- Einfachmischer
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

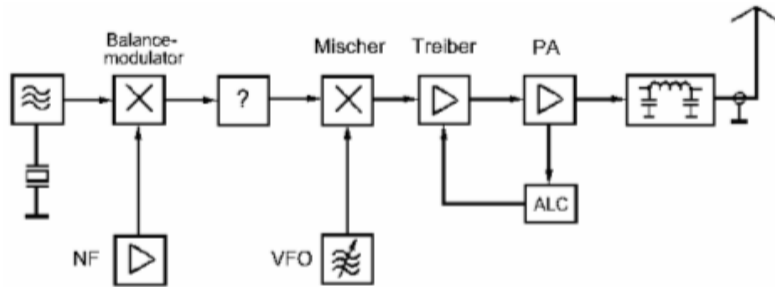
### Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

### Referenzen

# Balance-Mischer

Der gesamte Sendepfad würde so aussehen:



TG101 (von BNetzA ☞ )

Was wird nach der SSB-Mischstufe benötigt?

Ein Quarzfilter als Seitenbandsperre.

## Überblick

### Sender

- Vervielfacher
- Mischer
- Einfachmischer
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

### Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

### Referenzen

# Mehrfachmischerprinzip

- es gibt einen nicht umschaltbaren VFO
- Mischung mit der erzeugten SSB-Filterfrequenz
- erzeugt eine Zwischenfrequenz (ZF)
- die ZF wird durch Mischung zur Endfrequenz für die Antenne gebracht

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen

# Phasenregelung

Phasenregelschleifen dienen zum Angleichen zweier Phasen.

Hier: **VCO-PLL** (voltage controlled oscillator phase locked loop)

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

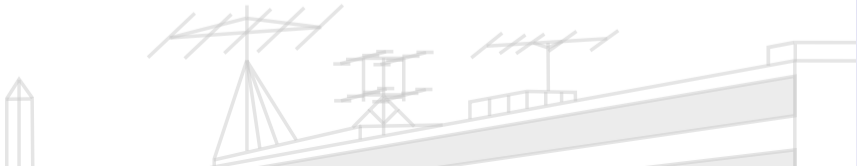
Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

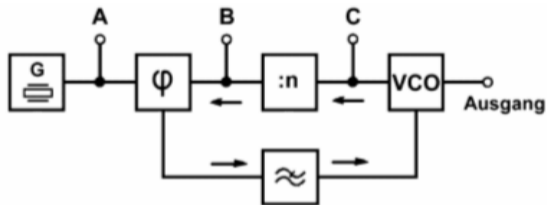
Converter

Transverter

### Referenzen



## VCO-PLL



TD701 (von BNetzA ⚡)

- VCO (voltage-controlled oscillator) ist das Herzstück
- Quarzgenerator erzeugt Referenzfrequenz
- Mikroprozessor steuert Teilerfunktion “:n” für die Ausgangsfrequenz
- Phasenkomparator  $\varphi$
- stabiler Zustand: Die Frequenzen an A und B sind gleich
- der Tiefpass erzeugt eine Gleichspannung vom Mittelwert des Pulses an C

## Überblick

## Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

## Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

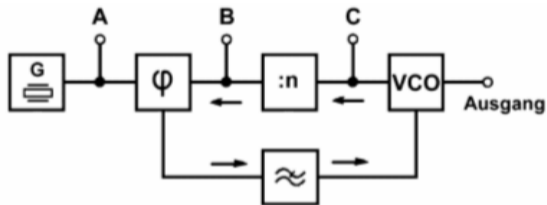
Converter

Transverter

## Referenzen



## VCO-PLL



TD701 (von BNetzA ⌘ )

- bei Phasenverschiebung der Frequenzen ergibt sich im Komparator ein Signal mit kürzeren oder längeren Pausen zwischen den Impulsen
- dadurch verschiebt sich die Spannung über den Tiefpass
- der VCO erhält eine andere Spannung und regelt nach

## Überblick

## Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

## Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

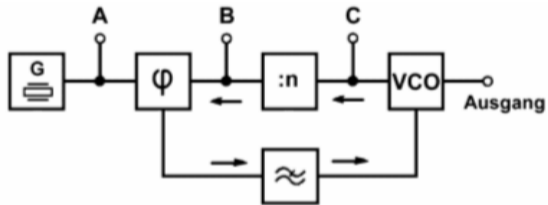
PLL

Converter

Transverter

## Referenzen

## VCO-PLL



TD701 (von BNetzA ⌘ )

- die VCO-PLL “lockt” auf ein Vielfaches der Quarzoszillatorfrequenz ein
- der Teiler bestimmt die gröÙe der Ausgangsfrequenz

## Überblick

## Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

## Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

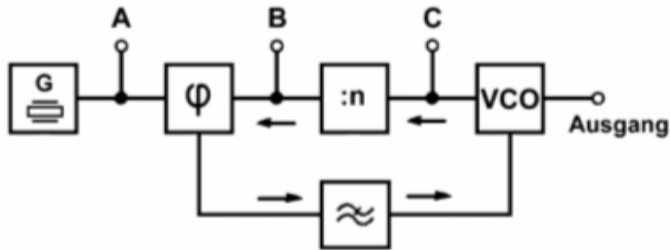
Converter

Transverter

## Referenzen

TD706

Die Frequenz am Punkt A beträgt 12,5 kHz. Es sollen Ausgangsfrequenzen im Bereich von 12,000 MHz bis 14,000 MHz erzeugt werden. Welchen Bereich muss der Teilerfaktor umfassen?



- |   |              |
|---|--------------|
| A | 300 bis 857  |
| B | 300 bis 1120 |
| C | 960 bis 857  |
| D | 960 bis 1120 |

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

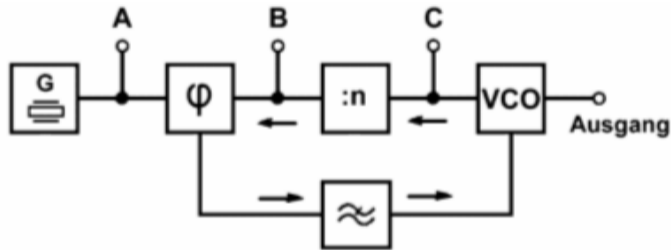
Converter

Transverter

Referenzen

TD706

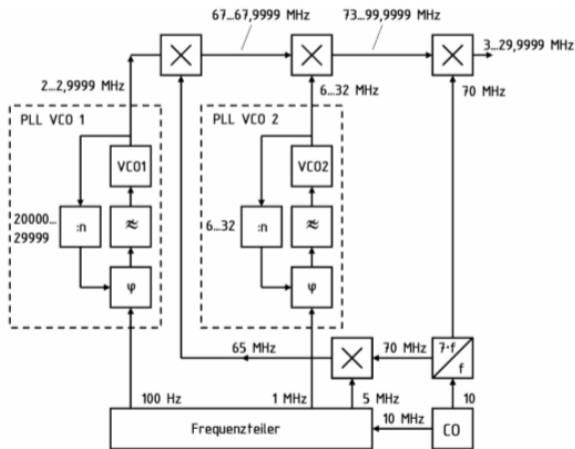
Die Frequenz am Punkt A beträgt 12,5 kHz. Es sollen Ausgangsfrequenzen im Bereich von 12,000 MHz bis 14,000 MHz erzeugt werden. Welchen Bereich muss der Teilerfaktor umfassen?



- |     |              |
|-----|--------------|
| A   | 300 bis 857  |
| B   | 300 bis 1120 |
| C   | 960 bis 857  |
| D ✓ | 960 bis 1120 |

$$n_1 = \frac{12000 \text{ kHz}}{12,5 \text{ kHz}} = 960 \quad n_2 = \frac{14000 \text{ kHz}}{12,5 \text{ kHz}} = 1120$$

# Mehrfach-Mischer



TG110 (von BNetzA ☞ )

- Nur ein CO
- zwei PLL-Schleifen
- Aufmischung zwischen  $3 \dots 30 \text{ MHz}$  möglich

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

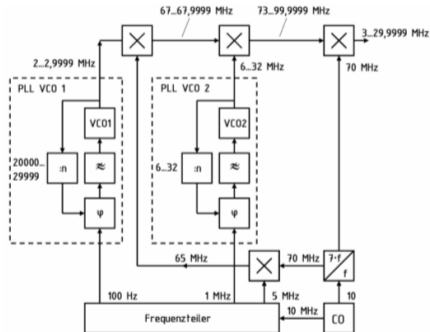
Converter

Transverter

### Referenzen

TG110

Im folgenden Blockschaltbild ist die Frequenzaufbereitung für einen Amateurfunk-Transceiver dargestellt. Welche Frequenz erzeugt der Sender, wenn VCO1 auf 2,651 MHz eingestellt und VCO2 auf 6 MHz eingerastet ist?



- A 6,651 MHz
- B 3,651 MHz
- C 8,651 MHz
- D 14,351 MHz

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

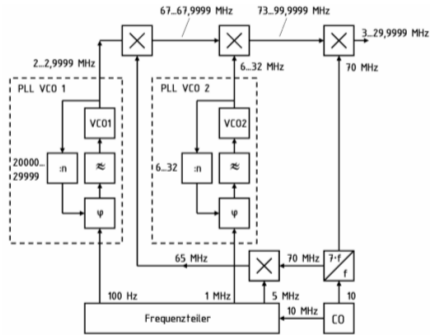
Converter

Transverter

Referenzen

TG110

Im folgenden Blockschaltbild ist die Frequenzaufbereitung für einen Amateurfunk-Transceiver dargestellt. Welche Frequenz erzeugt der Sender, wenn VCO1 auf 2,651 MHz eingestellt und VCO2 auf 6 MHz eingerastet ist?



- A 6,651 MHz  
 B ✓ 3,651 MHz  
 C 8,651 MHz  
 D 14,351 MHz

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Überblick

Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

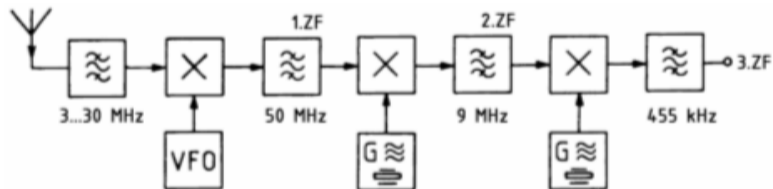
PLL

Converter

Transverter

Referenzen

# Doppelsuper



TF209b (von BNetzA ♂ )

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen



# Empfängerprinzipien

Doppelsuper: Niedrige zweite Zwischenfrequenz (ZF) für gute Trennschärfe.

Bei heutigen TRX: Die 1. ZF liegt höher als das Doppelte der maximalen Empfangsfrequenz  
Spiegelfrequenz außerhalb des Empfangsbereichs.

Nach der Filterung im Roofing-Filter (1. ZF) wird auf die 2. ZF im Bereich um 9 bis 10 MHz heruntergemischt.

Erste ZF-Filterbandbreite mind. so groß wie höchste benötigte Bandbreite.

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen

# Spiegelfrequenz

## Unerwünschte Frequenz beim Runtermischen auf die Zwischenfrequenz

$$f_S = f_E + 2 \cdot f_{ZF} \text{ für } f_{OSZ} > f_E$$

$$f_S = f_E - 2 \cdot f_{ZF} \text{ für } f_{OSZ} < f_E$$

Unterdrückung möglich durch

- geringe Bandbreite (Bandpassfilter am Eingang)
- Phasenverfahren (Mischung mit der phasengedrehten Spiegelfrequenz)
- Spiegelfrequenz weit außerhalb des Empfangsbereichs erzeugen (oder sogar unter 0Hz)

### Überblick

#### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

#### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

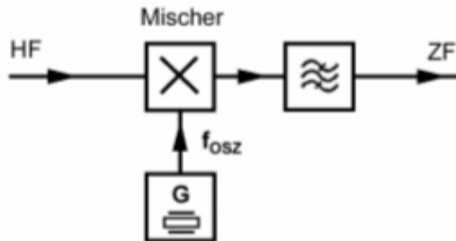
Converter

Transverter

#### Referenzen

TF201

In dieser Schaltung können bei einer Empfangsfrequenz von 145,6 MHz und einer Oszillatorfrequenz von 134,9 MHz Spiegelstörungen auftreten. Berechnen Sie diese Spiegelfrequenz.



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

## Überblick

## Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

## Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

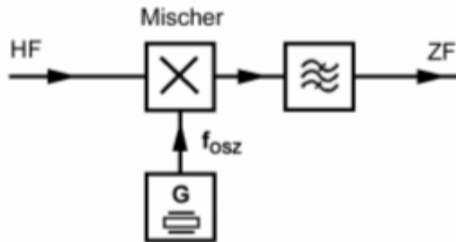
Converter

Transverter

## Referenzen

TF201

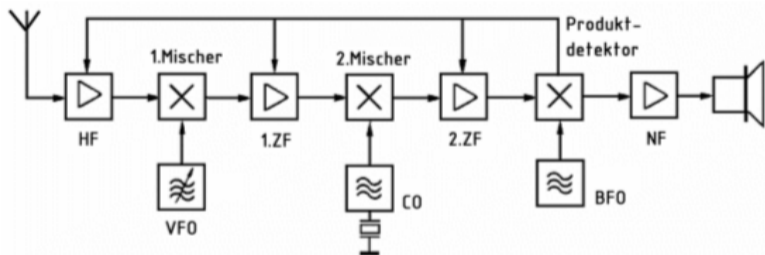
In dieser Schaltung können bei einer Empfangsfrequenz von 145,6 MHz und einer Oszillatorfrequenz von 134,9 MHz Spiegelstörungen auftreten. Berechnen Sie diese Spiegelfrequenz.



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

$$f_{ZF} = f_{HF} - f_{osz} \rightarrow f_{SP} = f_{osz} - f_{ZF} \text{ bei } f_{osz} < f_{HF}$$

# Doppelsuper



TF205b (von BNetzA ☞ )

- 1. ZF relativ hoch (oft um 10,8 MHz) → gute Spiegelfrequenzunterdrückung
- 2. ZF niedrig (oft bei 450 bis 470 kHz) → hohe Trennschärfe

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

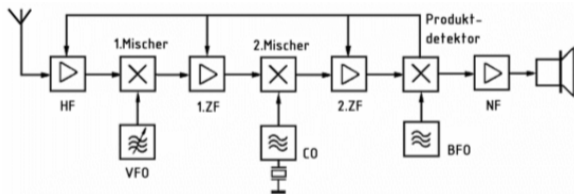
Converter

Transverter

### Referenzen

TF205

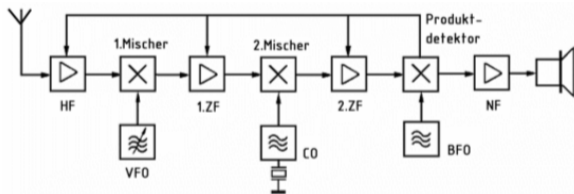
Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 10,7 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz. Die Empfangsfrequenz soll 28 MHz sein. Welche Frequenz ist für den VFO und für den CO erforderlich, wenn die Oszillatoren oberhalb des Nutzsignals schwingen sollen?



- A Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 12,24 MHz schwingen.
- B Der VFO muss bei 10,24 MHz und der CO bei 17,30 MHz schwingen.
- C Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwingen.
- D Der VFO muss bei 28,46 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwin-

TF205

Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 10,7 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz. Die Empfangsfrequenz soll 28 MHz sein. Welche Frequenz ist für den VFO und für den CO erforderlich, wenn die Oszillatoren oberhalb des Nutzsignals schwingen sollen?



- A Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 12,24 MHz schwingen.
- B Der VFO muss bei 10,24 MHz und der CO bei 17,30 MHz schwingen.
- C ✓ Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwingen.
- D Der VFO muss bei 28,46 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwin-

# Direktüberlagerungsempfänger

Prinzip wie der Einfachmischer beim TX. Eine Mischstufe mit VFO in nächster Nähe zur Empfangsfrequenz (Zuführung des Trägers).  
Produkt-detektor zur Demodulation

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

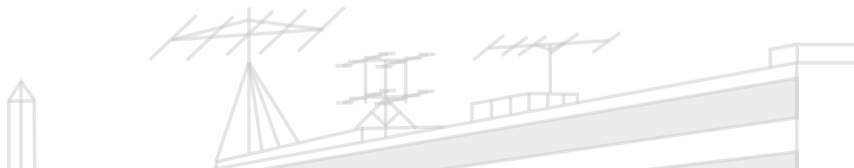
Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

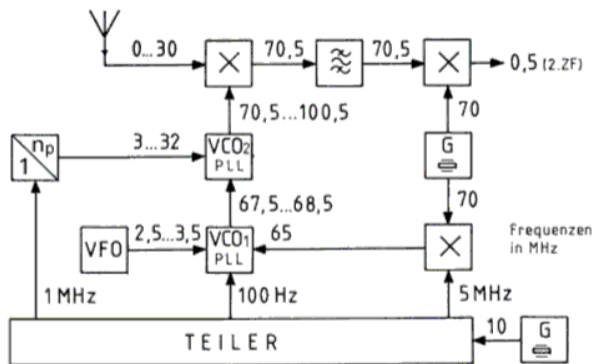
Transverter

### Referenzen





## PLL



TF213 (von BNetzA ⚡ )

Prinzip wie beim Sender

## Überblick

## Sender

- Vervielfacher
- Mischer
- Einfachmischer
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

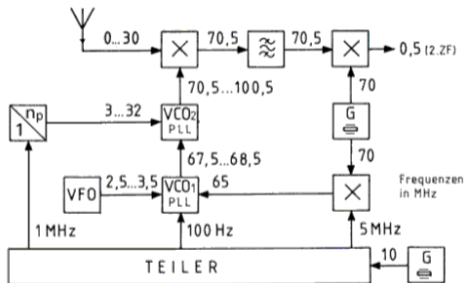
## Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

## Referenzen

TF213

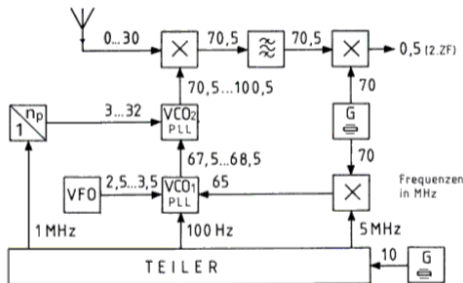
Dies ist das Blockschaltbild eines modernen Empfängers mit PLL-Frequenzaufbereitung. Es soll eine Frequenz von 15,0 MHz empfangen werden. Welche Frequenzen liefern  $VCO_1$  und  $VCO_2$ , wenn der programmierbare Frequenzvervielfacher  $n_p$  dabei 18 MHz liefert?



- |   |  |
|---|--|
| A | $VCO_1$ : 67,5 MHz, $VCO_2$ : 87,5 MHz |
| B | $VCO_1$ : 68,5 MHz, $VCO_2$ : 88,5 MHz |
| C | $VCO_1$ : 88,5 MHz, $VCO_2$ : 67,5 MHz |
| D | $VCO_1$ : 67,5 MHz, $VCO_2$ : 85,5 MHz |

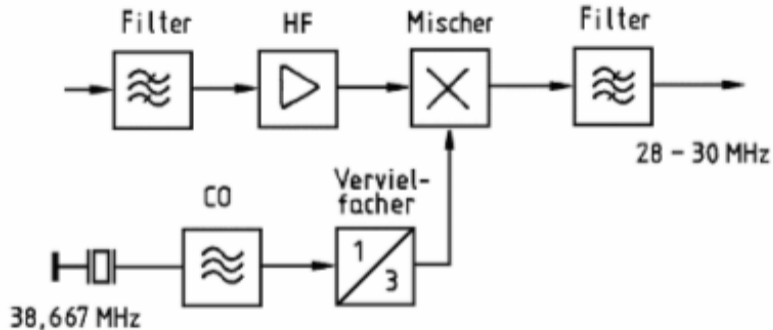
TF213

Dies ist das Blockschaltbild eines modernen Empfängers mit PLL-Frequenzaufbereitung. Es soll eine Frequenz von 15,0 MHz empfangen werden. Welche Frequenzen liefern  $VCO_1$  und  $VCO_2$ , wenn der programmierbare Frequenzvervielfacher  $n_p$  dabei 18 MHz liefert?



- |     |  |
|-----|--|
| A   | $VCO_1$ : 67,5 MHz, $VCO_2$ : 87,5 MHz |
| B   | $VCO_1$ : 68,5 MHz, $VCO_2$ : 88,5 MHz |
| C   | $VCO_1$ : 88,5 MHz, $VCO_2$ : 67,5 MHz |
| D ✓ | $VCO_1$ : 67,5 MHz, $VCO_2$ : 85,5 MHz |

# Converter



TF204 (von BNetzA ⚡)

2-m-Konverter für einen KW-Empfänger

## Überblick

### Sender

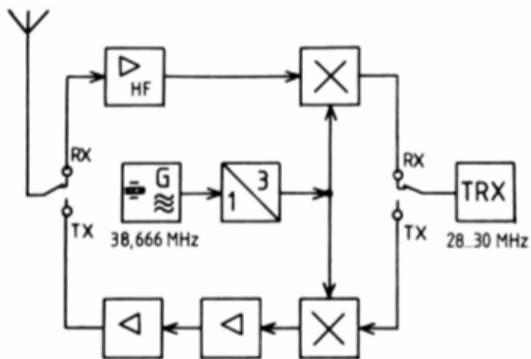
- Vervielfacher
- Mischer
- Einfachmischer
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- VCO-PLL
- Mehrfach-Mischer

### Empfänger

- Doppelsuper
- Direktüberlagerungs-empfänger
- PLL
- Converter
- Transverter

### Referenzen

# Transverter (Transceiver-Konverter)



TF209 (von BNetzA ♂ )

Transverter für das 2-m-Band

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen

# Referenzen/Links

[1] DARC Online-Lehrgang Lektion A13:

<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-ta/a13/>

[2] Fragenkatalog Bundesnetzagentur Technik Klasse A:

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/Amateurfunk/Fragenkatalog/TechnikFragenkatalogKlasseAf252rId9014pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Amateurfunk/Fragenkatalog/TechnikFragenkatalogKlasseAf252rId9014pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

## Überblick

### Sender

Vervielfacher

Mischer

Einfachmischer

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

VCO-PLL

Mehrfach-Mischer

### Empfänger

Doppelsuper

Direktüberlagerungs-  
empfänger

PLL

Converter

Transverter

### Referenzen