

Überblick

Aufbau von  
Sendern und  
Empfängern

- Direktüberlagerungsempfänger
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- Superhet
- Doppelsuper

Phase Locked  
Loop

- Motivation
- Aufbau einer PLL
- Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

Transverter

- Transverter

Referenzen

# AfuTUB-Kurs

## Technik Klasse A 13: Frequenzaufbereitung

DL0XK

Amateurfunk Forschungs Gruppe der TU Kaiserslautern

<https://www.amateurfunk.uni-kl.de/home/>

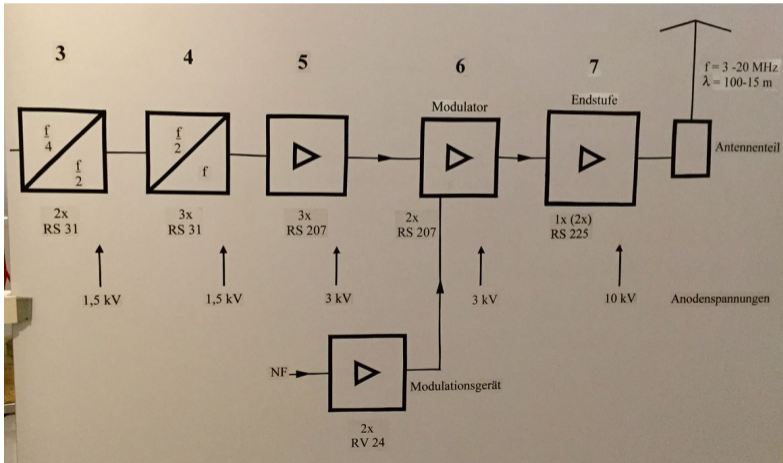


This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Kaiserslautern, DL0XK, Stand: Thu Jun 13 01:53:10 2019 +0200  
basierend auf dem Kurs der Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU

# Blockschaltsymbole

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



[4]

## Überblick

## Aufbau von Sendern und Empfängern

- Direktüberlagerungsempfänger
- Balance-Mischer
- Mehrfachmischerprinzip
- Superhet
- Doppelsuper

## Phase Locked Loop

- Motivation
- Aufbau einer PLL
- Mischen vs. Frequenzvervielfachung

## Transverter

- 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

#### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

#### Phase Locked Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs. Frequenzvervielfachung

#### Transverter

Transverter

#### Referenzen

# Prinzipieller Aufbau von Sendern und Empfängern

## Überblick

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

### Phase Locked Loop

Motivation

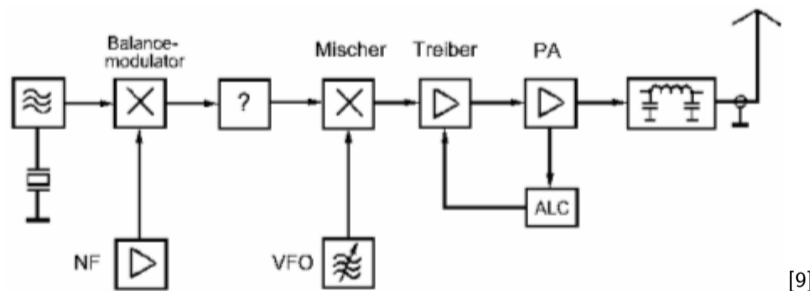
Aufbau einer PLL

Mischen vs. Frequenzvervielfachung

### Transverter

Transverter

### Referenzen



[9]

Abb. 2: TG101

# Direktüberlagerungsempfänger

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

AfuTUB-Kurs

Technik A 13

Überblick

Aufbau von  
Sendern und  
Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

Phase Locked  
Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

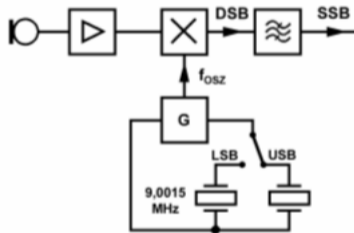
Transverter

Transverter

Referenzen

# Balance-Mischer

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



[8]

Abb. 3: TG106

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.

# 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

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

### Phase Locked Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

### Transverter

Transverter

### Referenzen

# Superhet

AfuTUB-Kurs

Technik A 13

## Überblick

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger  
Balance-Mischer  
Mehrfachmischerprinzip  
Superhet  
Doppelsuper

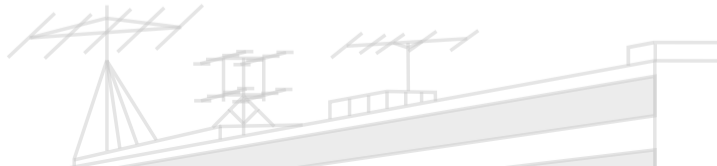
### Phase Locked Loop

Motivation  
Aufbau einer PLL  
Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

### Transverter

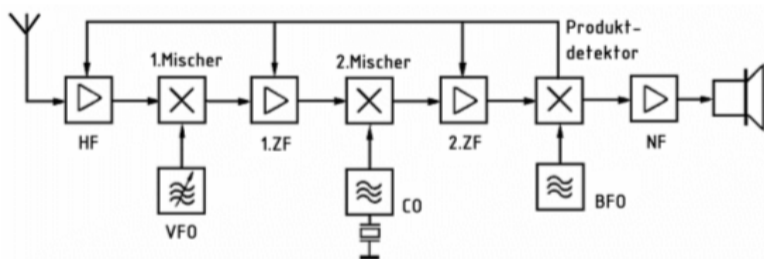
Transverter

### Referenzen





# Doppelsuper



[13]

Abb. 4: TF205b

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

## Überblick

## Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

## Phase Locked Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs. Frequenzvervielfachung

## Transverter

Transverter

## Referenzen

# Frequenzvervielfacher

## Überblick

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

### Phase Locked Loop

Motivation

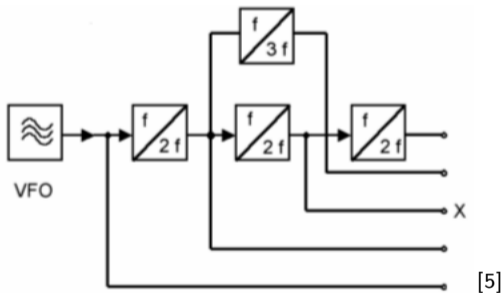
Aufbau einer PLL

Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

### Transverter

Transverter

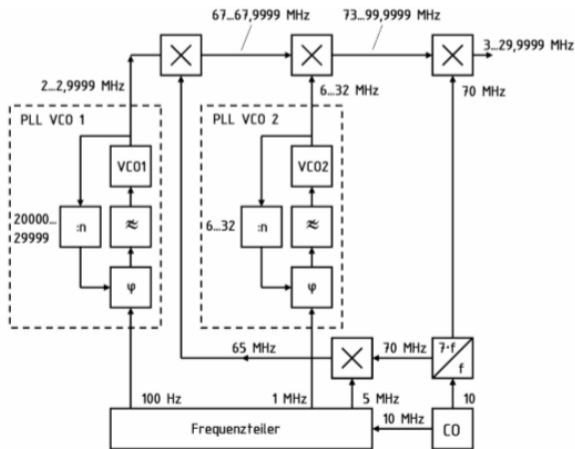
### Referenzen



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

Abb. 5: TG103

# Mehrfachmischer



- Nur ein CO (genaue Oszillatoren sind teuer!)
- zwei PLL-Schleifen
- Aufmischung zwischen  $3 \dots 30 \text{ MHz}$  möglich

[11]

## Überblick

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger  
Balance-Mischer  
Mehrfachmischerprinzip  
Superhet  
Doppelsuper

### Phase Locked Loop

Motivation  
Aufbau einer PLL  
Mischen vs. Frequenzvervielfachung

### Transverter

Transverter

### Referenzen

# Wie funktioniert eine PLL?

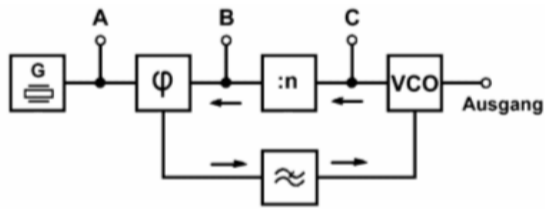


Abb. 7: TD701

AfuTUB-Kurs

Technik A 13

Überblick

Aufbau von  
Sendern und  
Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger  
Balance-Mischer  
Mehrfachmischerprinzip  
Superhet  
Doppelsuper

Phase Locked  
Loop

Motivation  
Aufbau einer PLL  
Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

Transverter

Transverter

Referenzen

# Mischen vs. Frequenzvervielfachung

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.

## Überblick

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

### Phase Locked Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

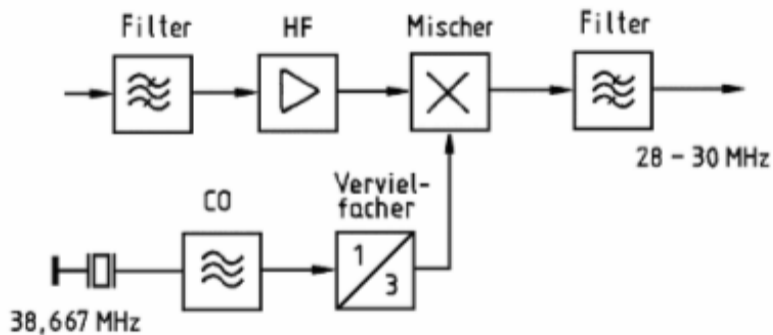
### Transverter

Transverter

### Referenzen

# Converter

(Ein Converter ist eigentlich auch nichts Anderes als ein Mischer...)



[15]

Abb. 8: TF204

2-m-Konverter für einen KW-Empfänger

# Transverter (Transceiver-Konverter)

## Überblick

### Aufbau von Sendern und Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger  
Balance-Mischer  
Mehrfachmischerprinzip  
Superhet  
Doppelsuper

### Phase Locked Loop

Motivation  
Aufbau einer PLL  
Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

### Transverter

Transverter

### Referenzen

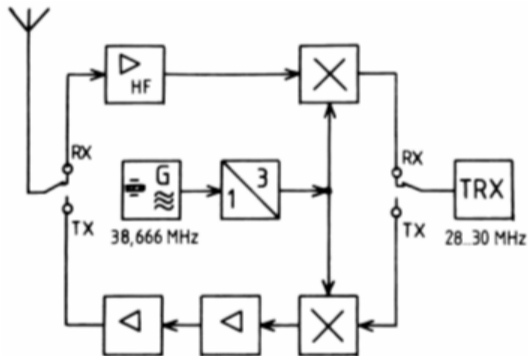


Abb. 9: TF209

Transverter für das 2-m-Band

# 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)

Abbildungen:

[3] Hausanschluss:

<http://dc4lw.de>

[4] Blockschaltbild:

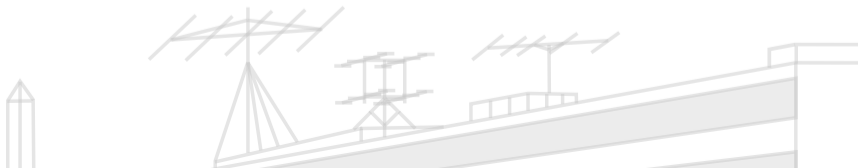
<http://dc4lw.de>

[5] TG103:

[6] TG102:

[7] TG226:

[8] TG106:



AfuTUB-Kurs

Technik A 13

Überblick

Aufbau von  
Sendern und  
Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

Phase Locked  
Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

Transverter

Transverter

Referenzen

 **AFG**  
AmateurfunkForschungsGruppe



DKØTU



[9] TG101:

[10] TD701:

[11] TG110:

[12] TF209b:

[13] TF205b:

[14] TF213:

[15] TF204:

[16] TF209:

alle <https://www.bundesnetzagentur.de/amateurfunk/>

AfuTUB-Kurs

Technik A 13

Überblick

Aufbau von  
Sendern und  
Empfängern

Direktüberlagerungsempfänger

Balance-Mischer

Mehrfachmischerprinzip

Superhet

Doppelsuper

Phase Locked  
Loop

Motivation

Aufbau einer PLL

Mischen vs.  
Frequenzvervielfachung

Transverter

Transverter

Referenzen