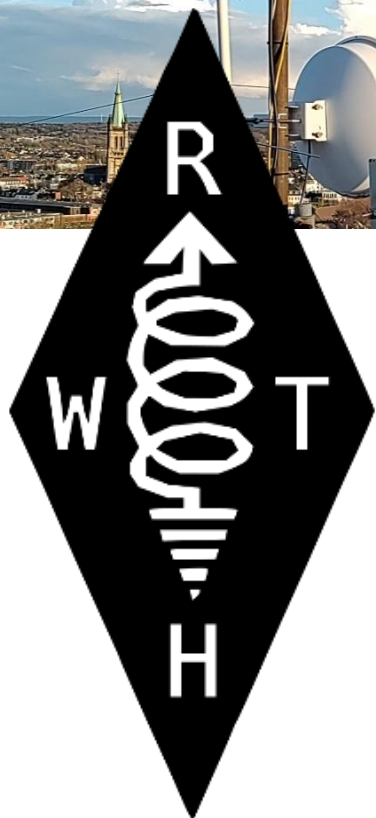




AFU-Kurs SS26

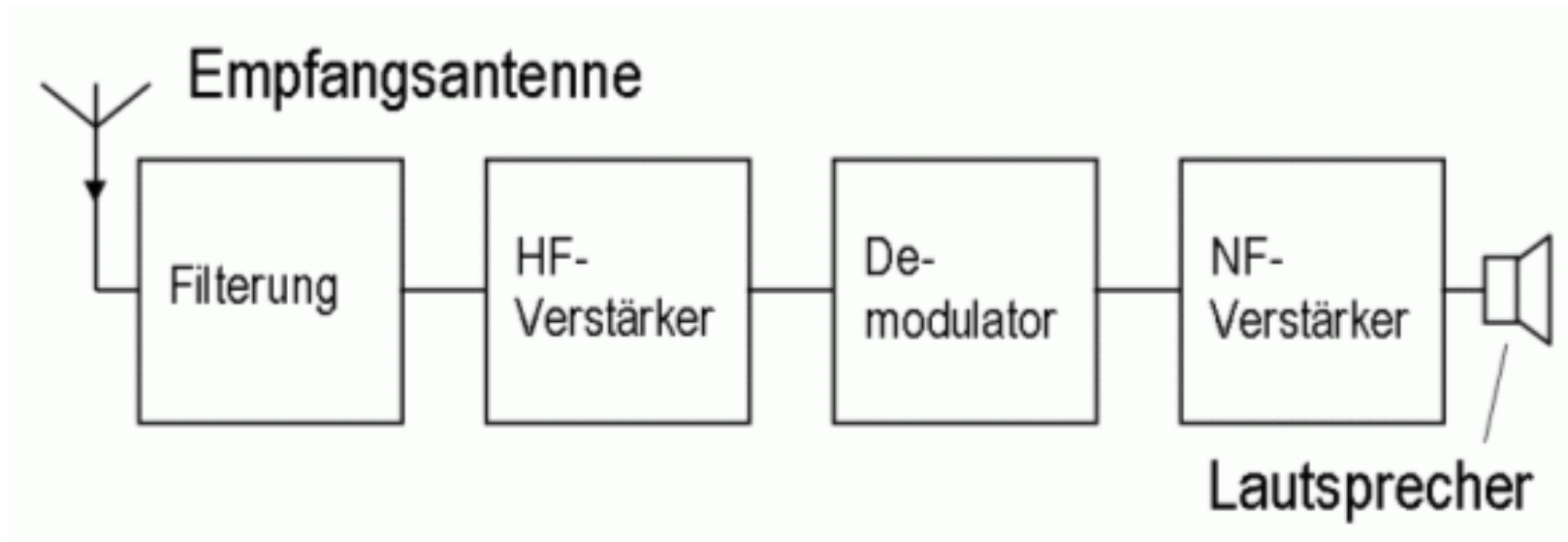
Termin 10

- Empfänger
- **Sender**

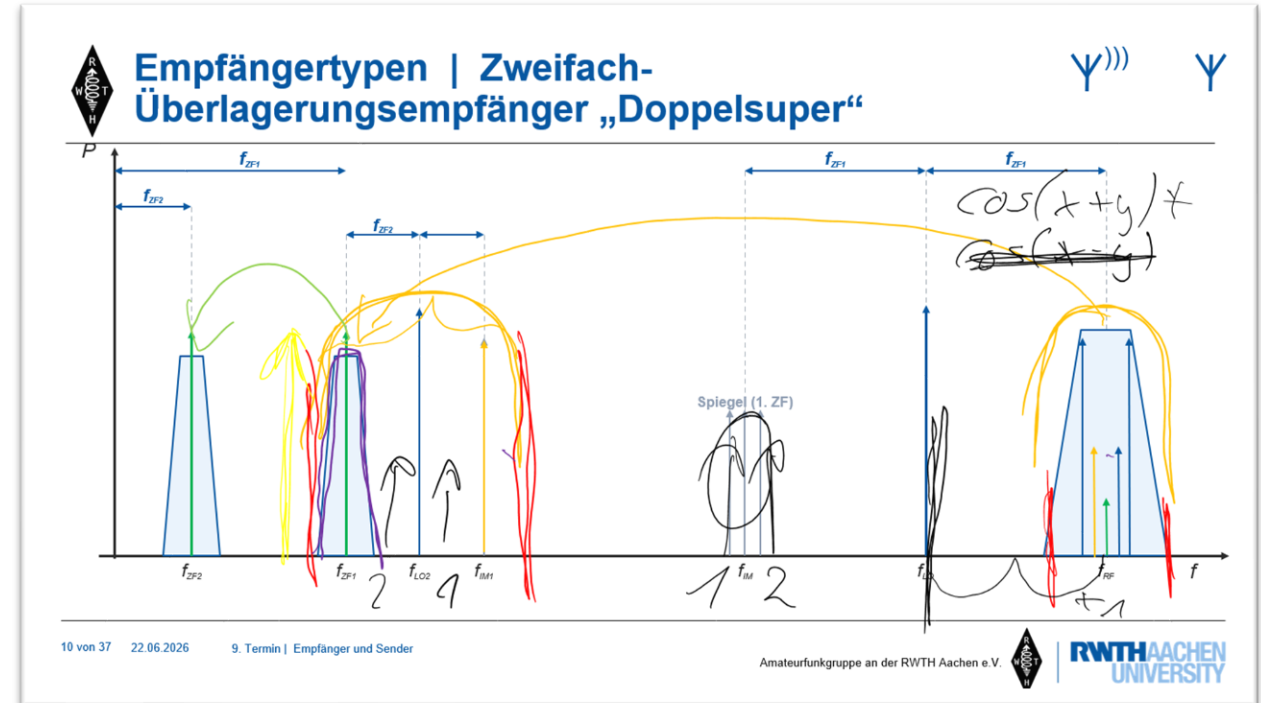


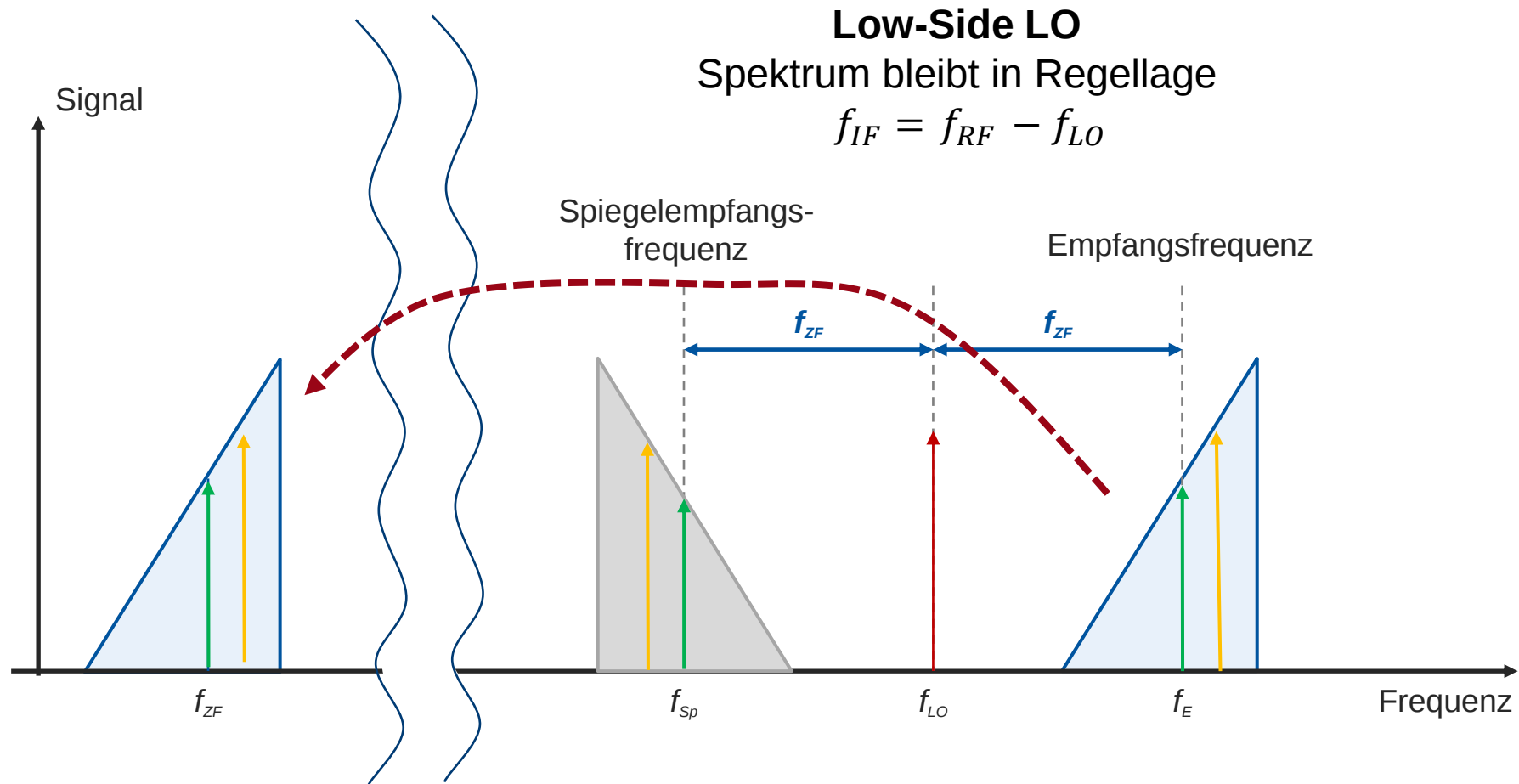


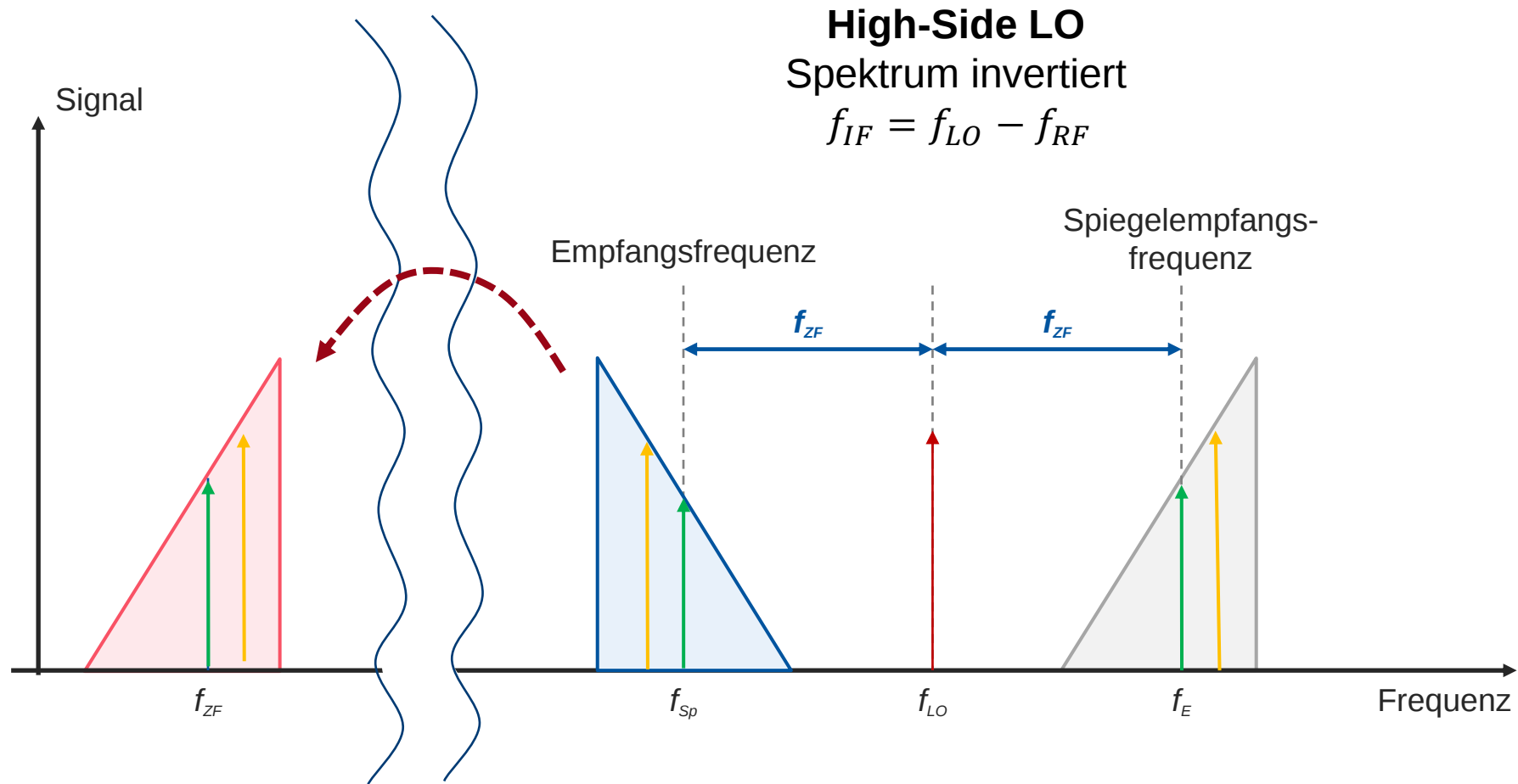
Rückblick | Prinzip eines Empfängers



- LO oberhalb oder unterhalb der RF?
 - Spektrum-Inversion
 - Spiegelfrequenzunterdrückung
 - Abstimmbereich und Phasenrauschen LO









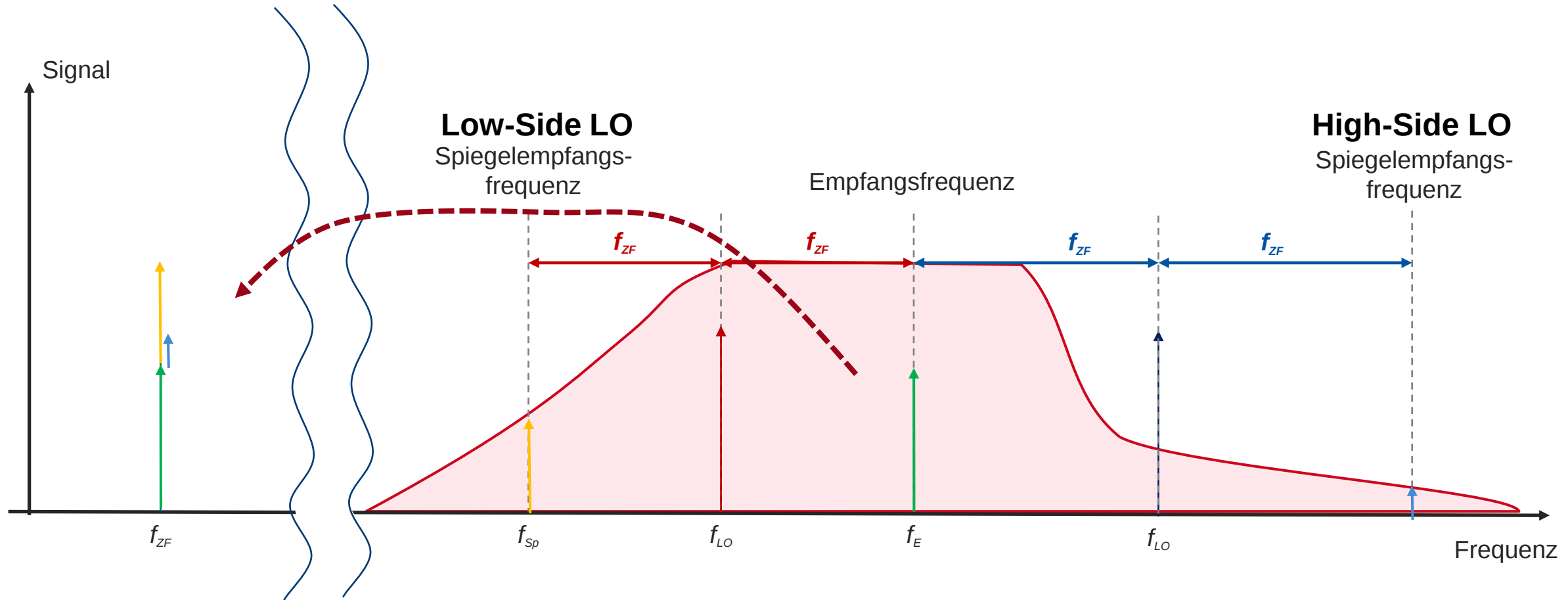
SuperHet | Spektrum inversion



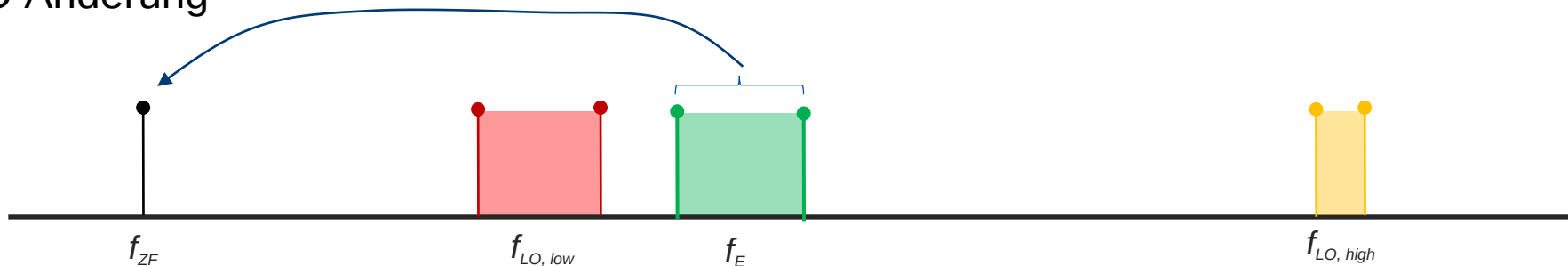
$$f_{IF} = 9 \text{ MHz}$$

Band	RF Frequenz	LO Typ	LO Frequenz	Signal Lage
80 m	3,5 – 3,8 MHz	High-Side	12,5 – 12,8 MHz	LSB -> USB
40 m	7,0 – 7,2 MHz	High-Side	16,0 – 16,2 MHz	LSB -> USB
20 m	14 – 14,35 MHz	Low-Side	5,0 – 5,35 MHz	USB -> USB
15 m	21 – 21,45 MHz	Low-Side	12,0 – 12,45 MHz	USB -> USB
10 m	28 – 29,7 MHz	Low-Side	19,0 – 20,7 MHz	USB -> USB

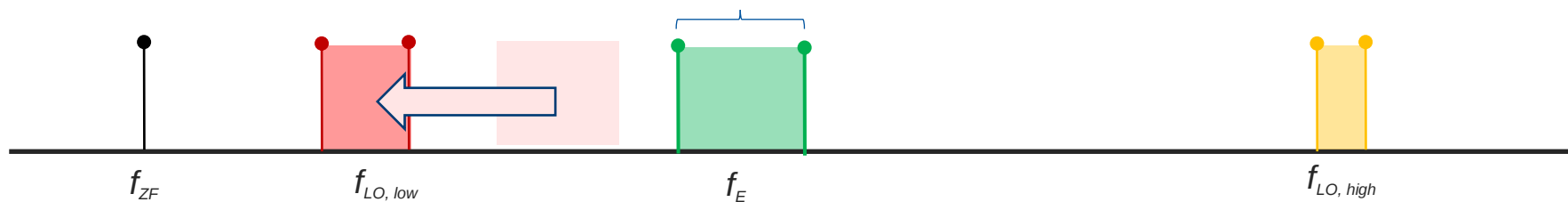




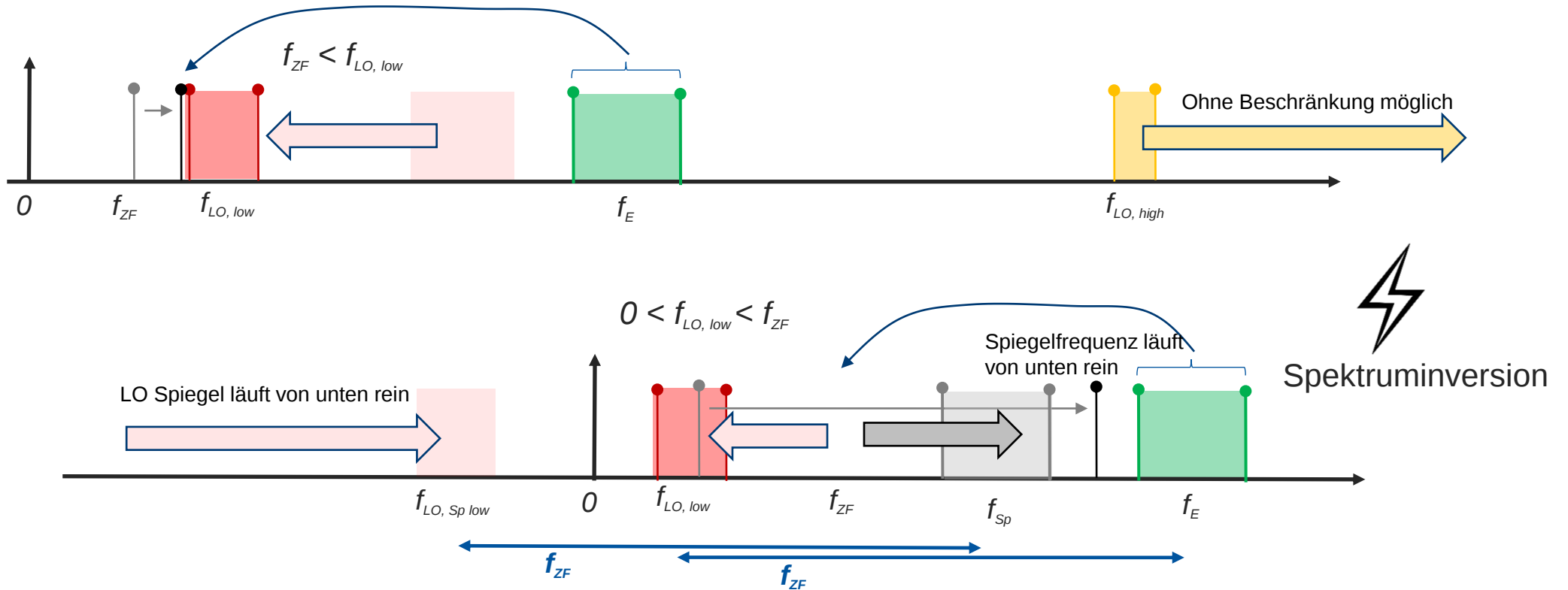
- High-Side LO ermöglicht größeren Empfangsbereich bei kleiner LO Änderung



- Warum nicht einfach Abstand Low-Side LO zur Empfangsfrequenz vergrößern?



- Warum nicht einfach Abstand Low-Side LO zur Empfangsfrequenz vergrößern?

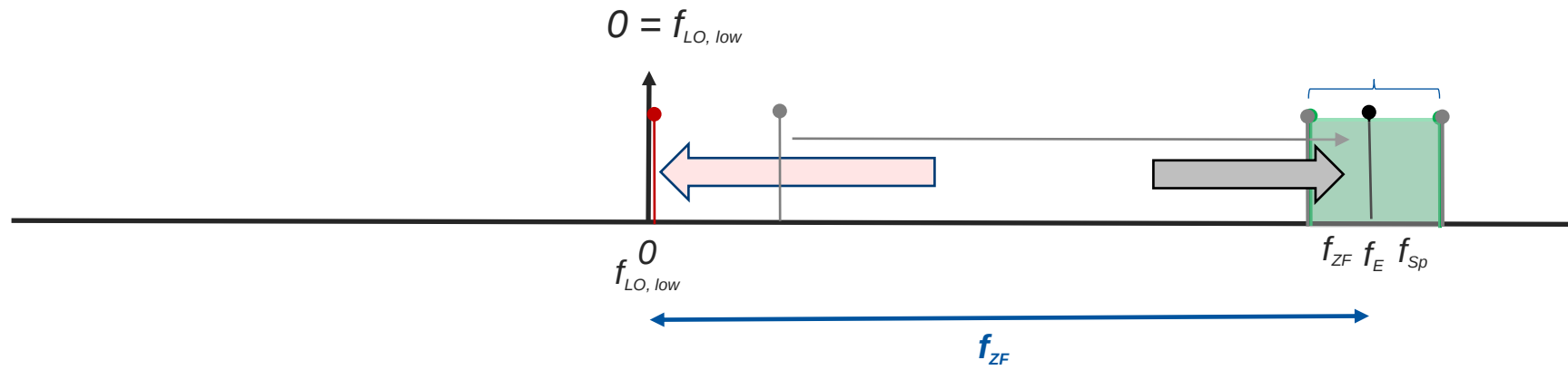


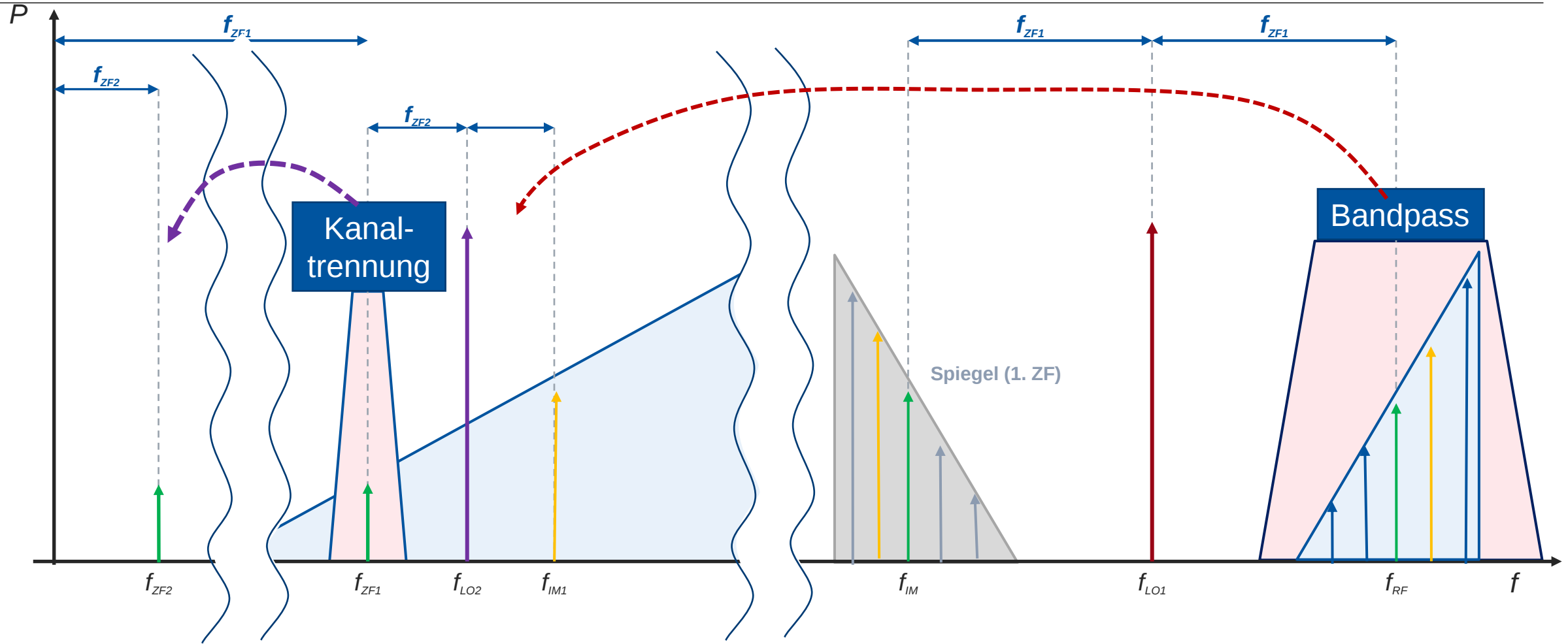


SuperHet | LO Lage | Abstimmungsbereich LO



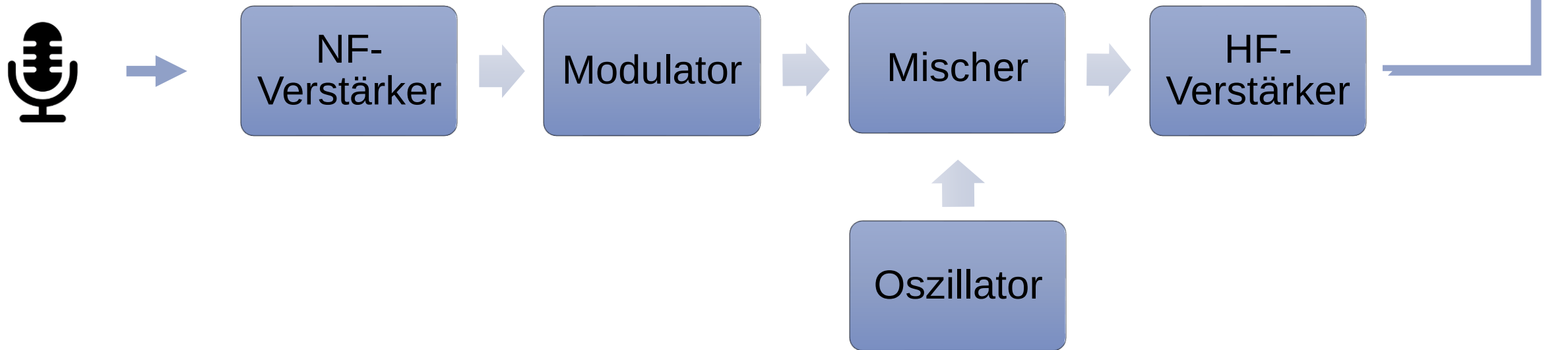
- Was haben wir jetzt?







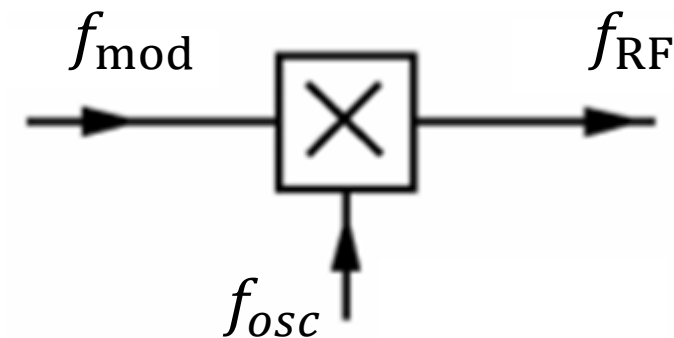
Prinzip eines Amateurfunktenders





Komponenten eines Senders

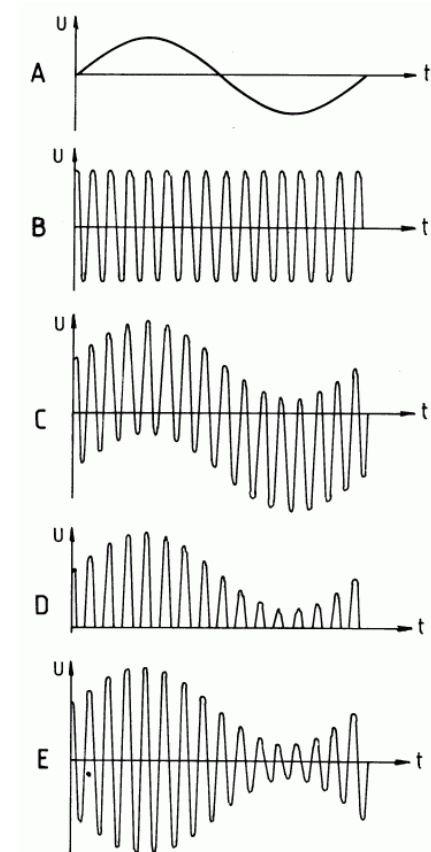
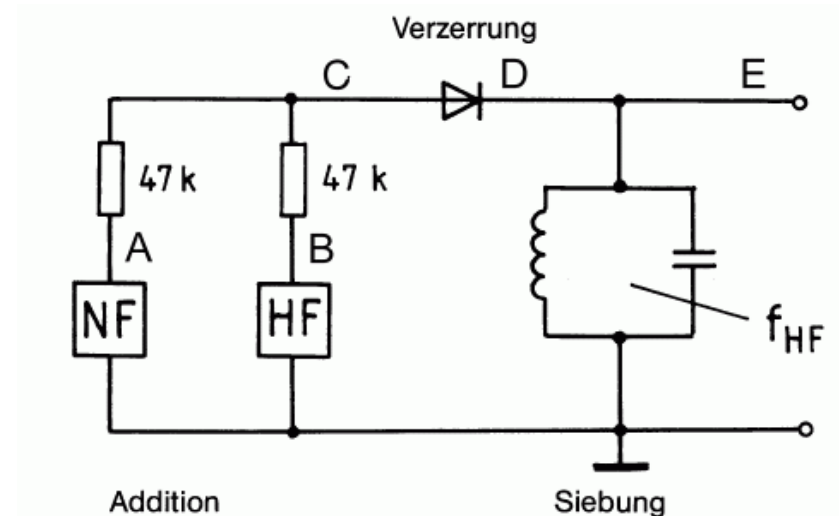
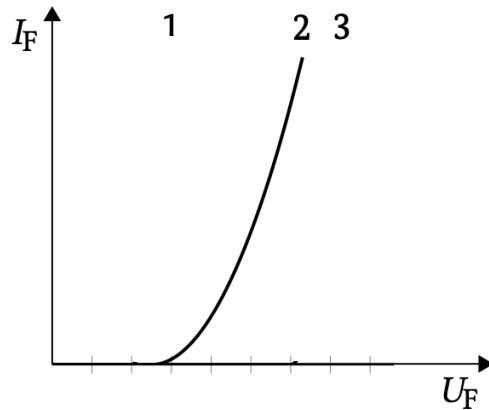
- Oszillator
 - Erzeugt HF-Signal mit möglichst genauer Frequenz
 - Verschiedene Ausführungen:
 - LC-Schwingkreis (Temperatureinfluss!)
 - CO (Crystal Oscillator)
 - VFO (Variable Frequency Oscillator)
 - PLL (Phased Locked Loop)
 - DDS (Direct Digital Synthesizer)
- Mischer
 - Zwei Ausgangsfrequenzen, ZF und Spiegelfrequenz:
 - $f_{osc} + f_{in}$
 - $f_{osc} - f_{in}$
 - Bei Sender nur eine Ausgangsfrequenz gewünscht: Filter!





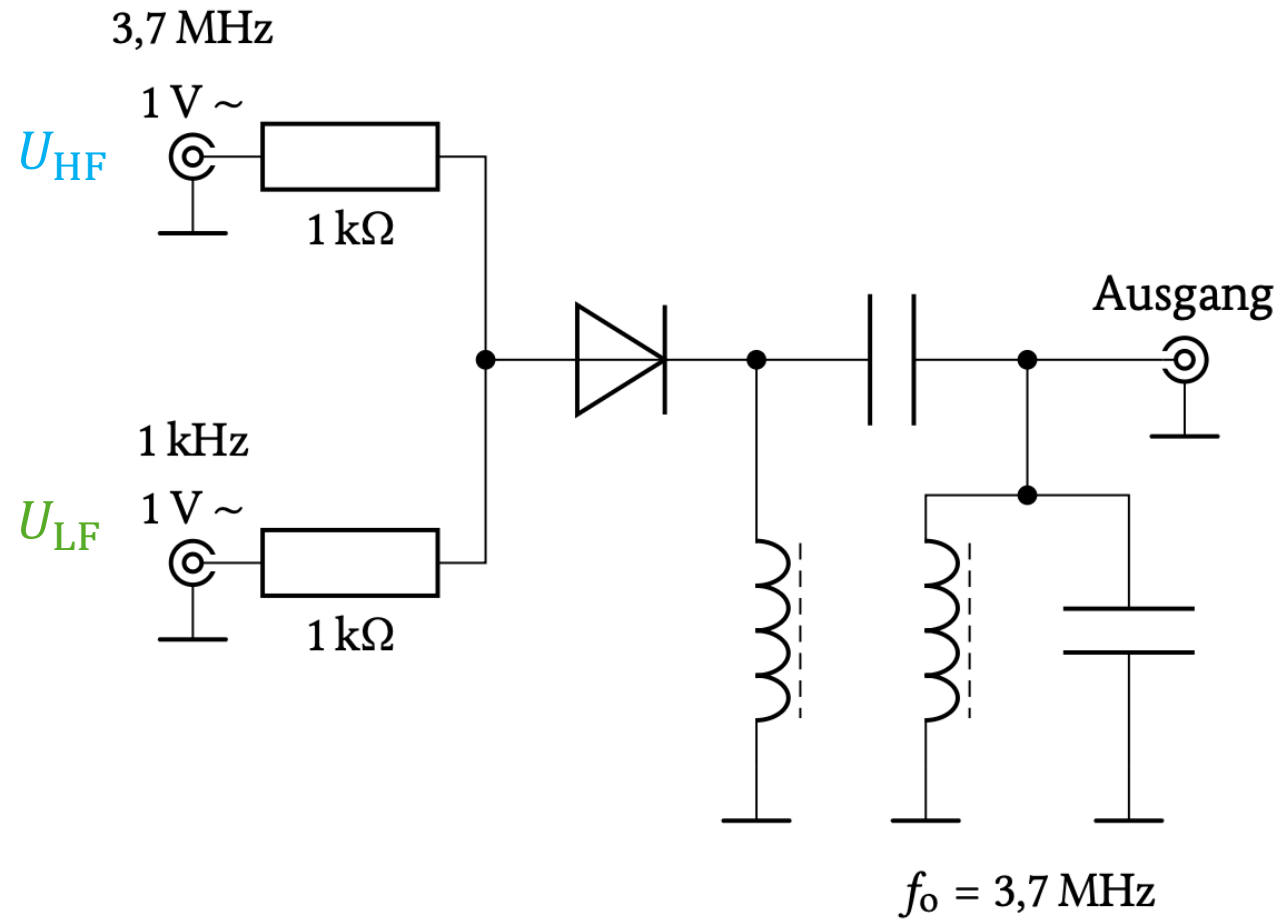
Modulatorschaltung | AM

- Addition von NF und HF
- Unterdrückung einer Halbwelle
- Regeneration der neg. Halbwelle durch Schwingkreis



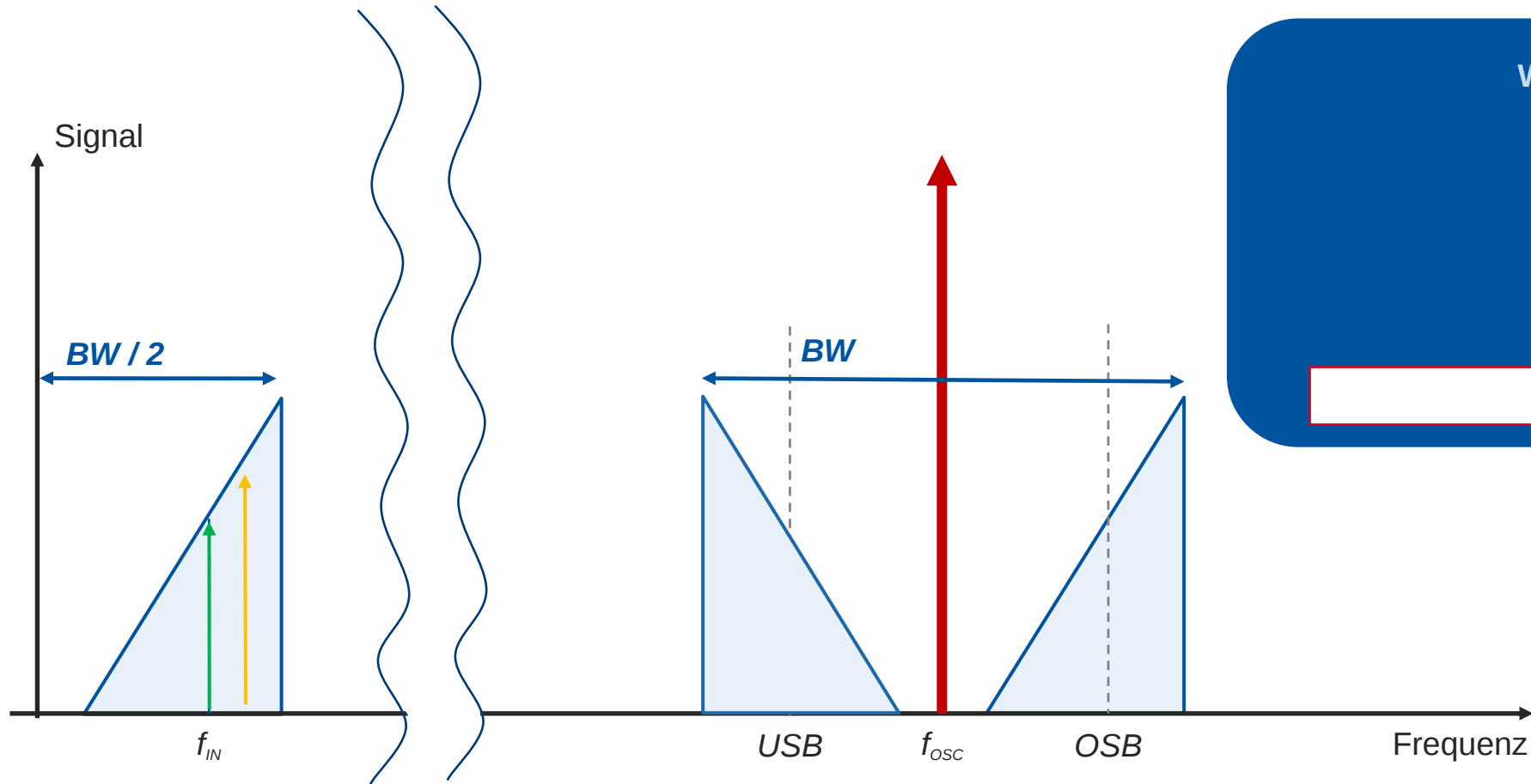


Modulatorschaltung | AM





Modulatorschaltung | AM | Spektrum



Wirkungsgrad η

$$\eta = \frac{P_{Nutz}}{P_{HF}}$$

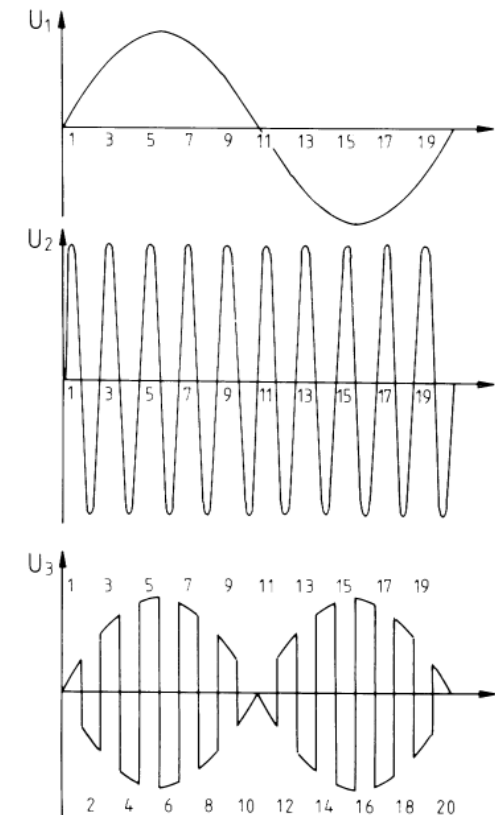
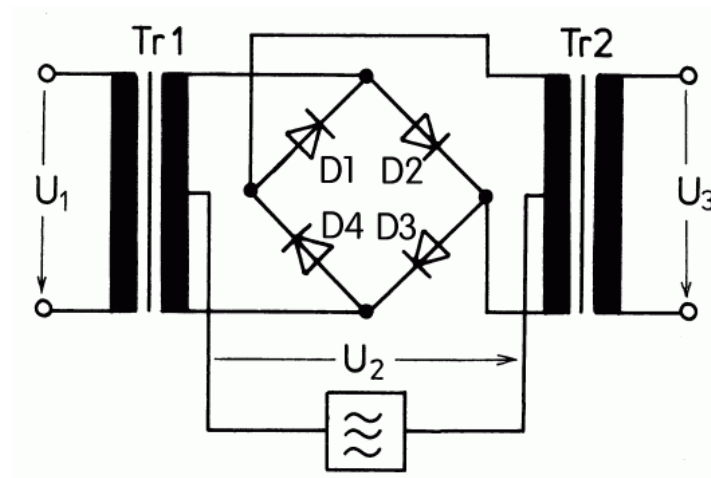
25% SB

75% Träger

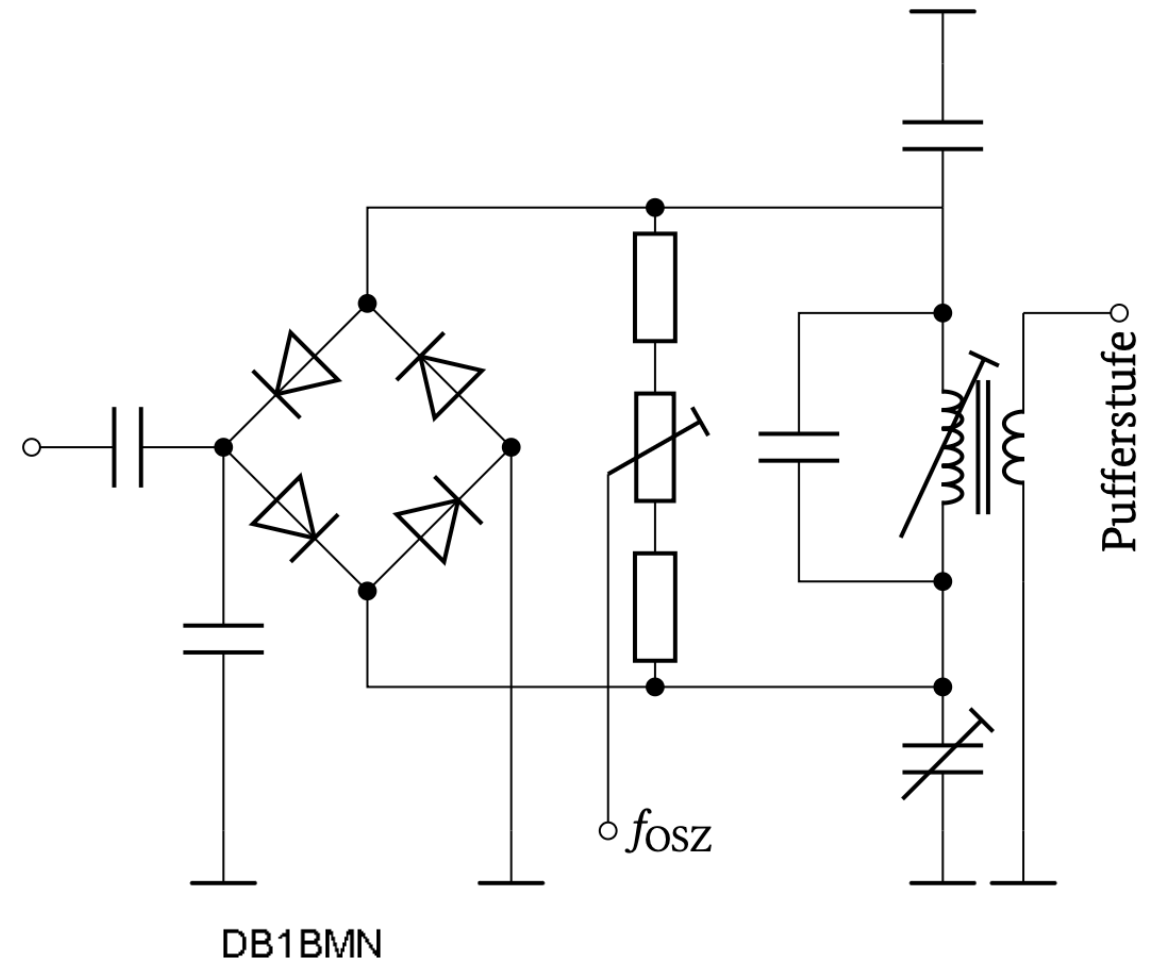
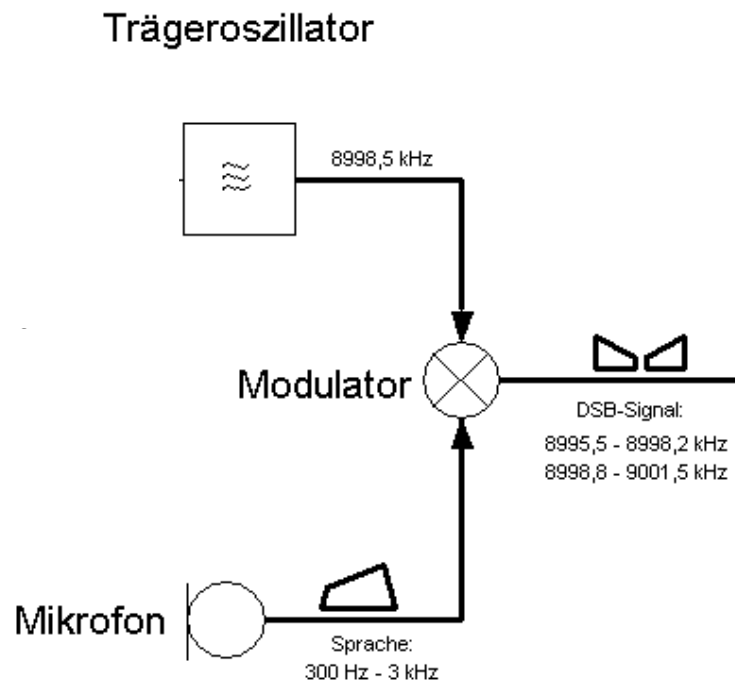


Modulatorschaltung | DSB

- Erzeugung von AM ohne Träger mittels Ringmodulator (auch: Balance-Mischer)
- Eingänge: NF (U_1) und HF (U_2)
- Ausgang (U_3): AM ohne Träger mit Phasensprüngen

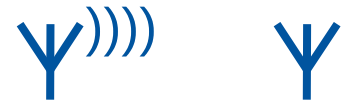


- AM Modulator mit unterdrücktem Träger



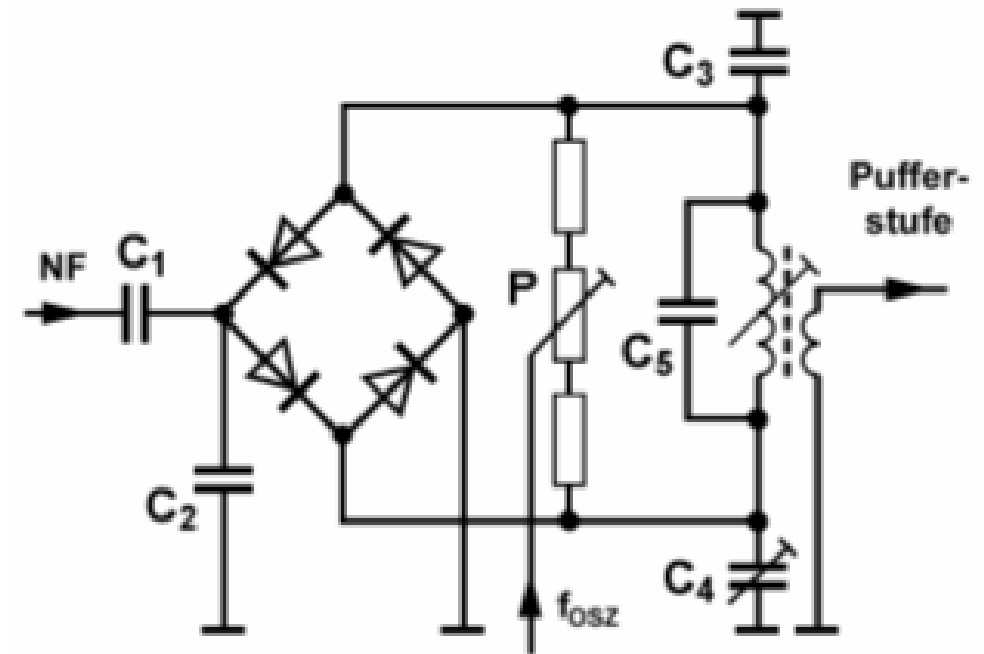


Modulatorschaltung | DSB



TF313: Wozu dienen P und C4 bei dieser Schaltung?

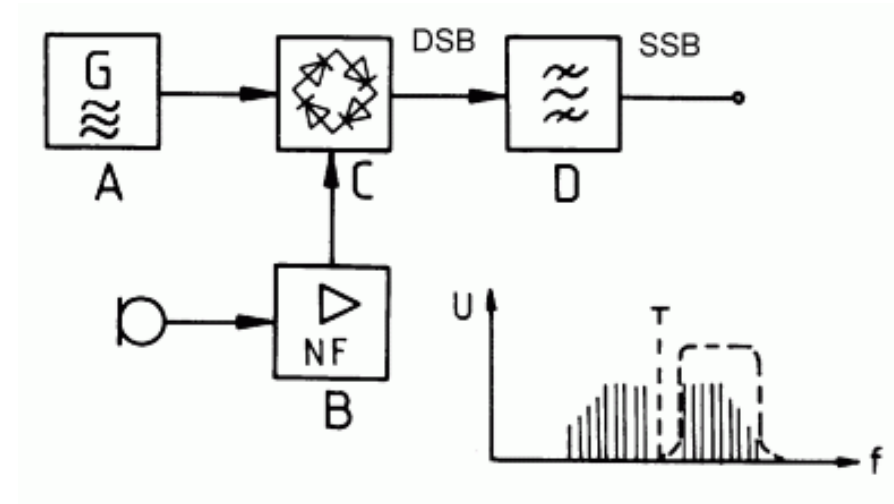
- a) zum Ausgleich von Frequenzgang- und Laufzeitunterschieden.
- b) zur Einstellung des Frequenzhubes mit Hilfe der ersten Trägernullstelle.
- c) zur Einstellung der Trägerunterdrückung nach Betrag und Phase.
- d) zur Einstellung des Modulationsgrades der erzeugten AM-Signale.





Modulatorschaltung | SSB

- Entfernung des 2. Seitenbandes per Filter
- Ausgangsleistung direkt abhängig von NF-Lautstärke
- Bandbreite unabhängig von NF-Lautstärke
- Genaue Einstellung oder Speech Processor

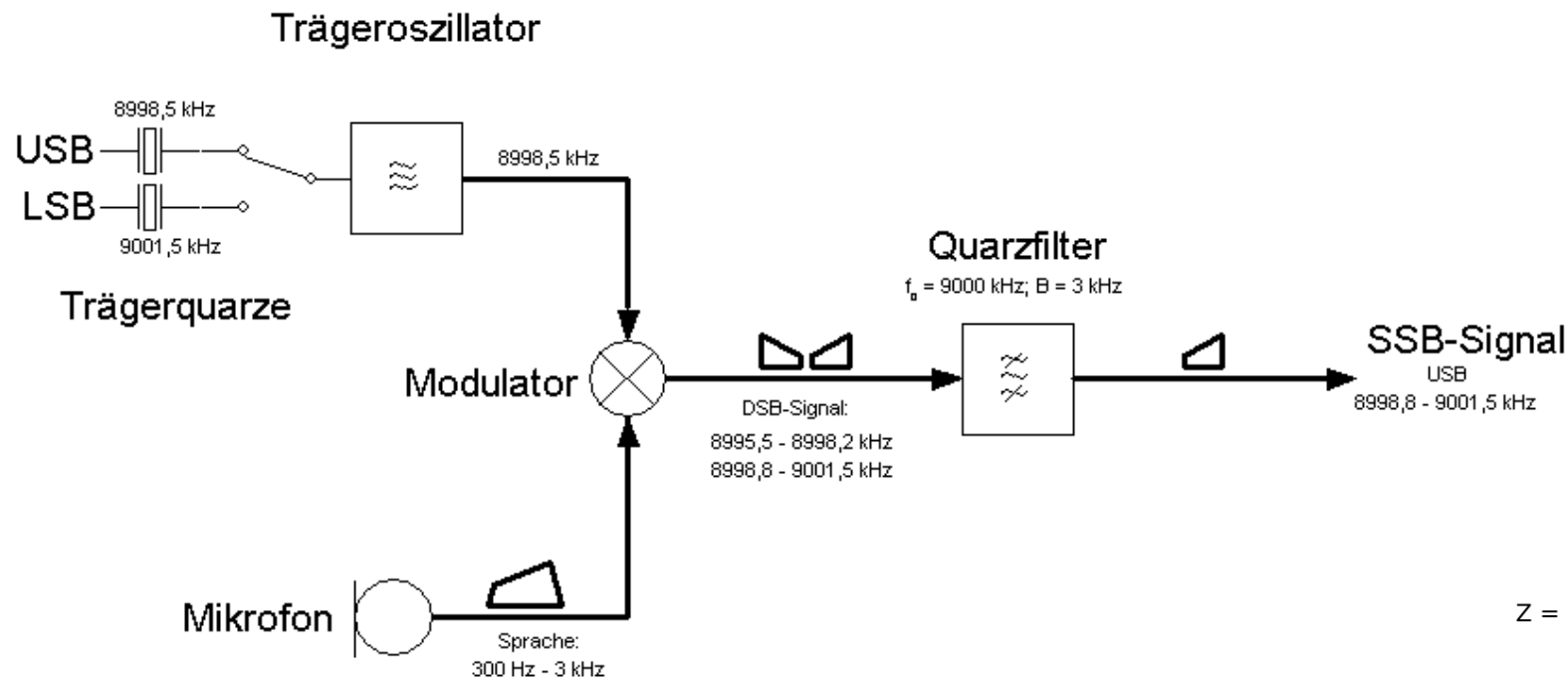


Bandgrenze
USB < 10 MHz < OSB
Auch...
LSB < 10 MHz < USB



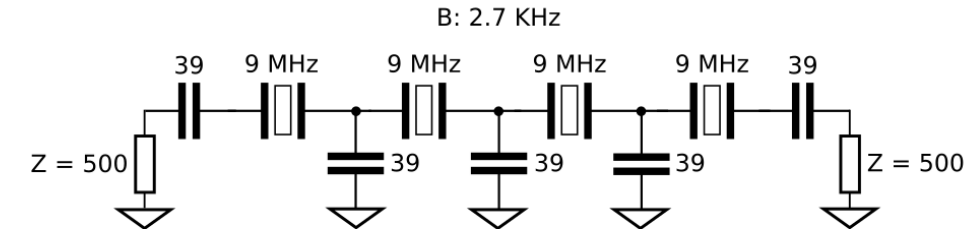


Modulatorschaltung | SSB



- Filtern des ungewünschten Seitenbands
 - Benötigt schmalbandige (teure) Filter

Quarz-Ladder-Filter



Wikipedia (Appaloosa)

DB1BMN

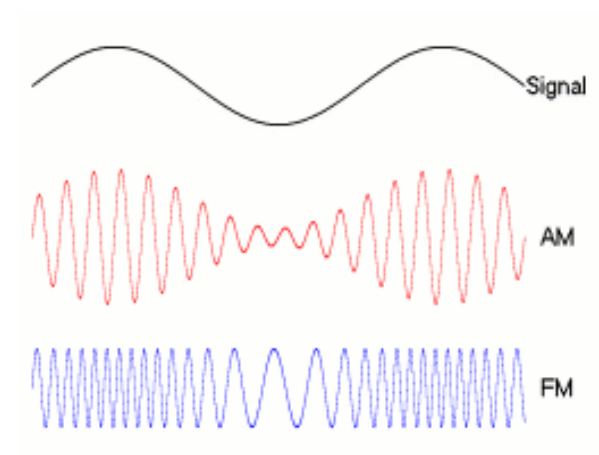
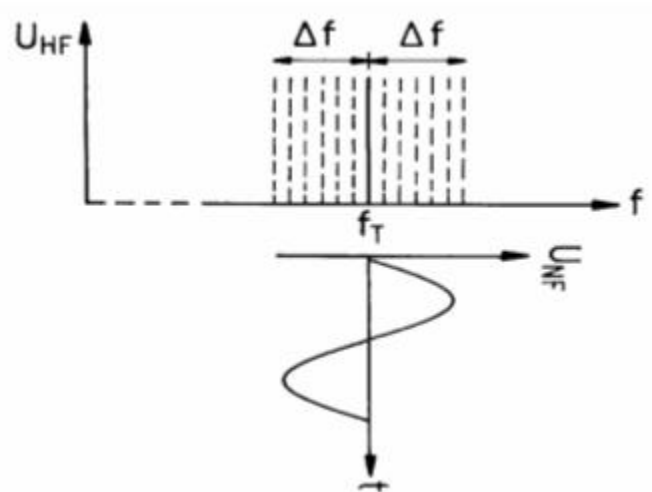




Modulatorschaltung | FM



- Kennwerte:
 - Hub Δf (abhängig von Lautstärke)
 - Modulationsindex m
 $m = \Delta f_T / f_{NFmax}$
 - Bandbreite B
 $B_{FM} = 2 \cdot (\Delta f_T + f_{NFmax})$
- Schmalband-FM ab etwa $m < 0,5$
 - $B_{FM} \approx 2 \cdot (f_{NFmax})$



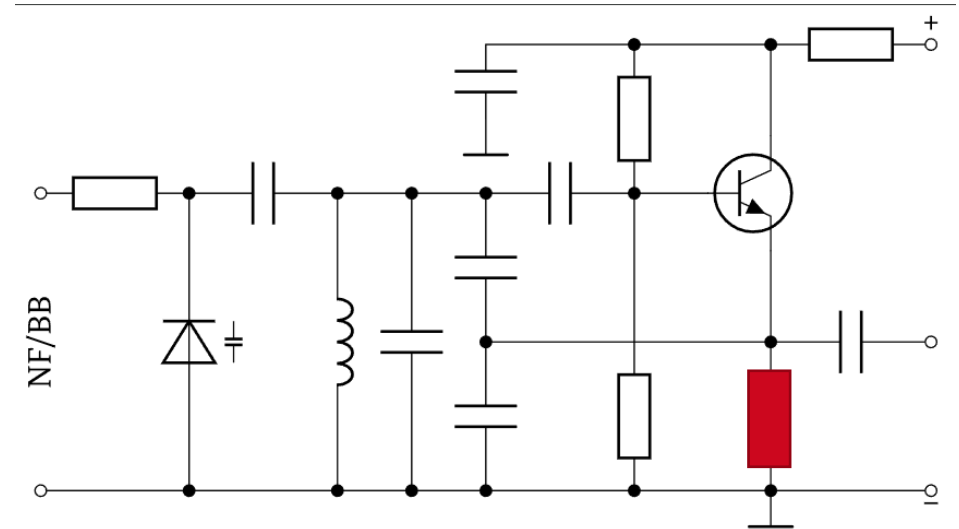


Modulatorschaltung | FM



AD508: Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen Modulator zur Erzeugung von ...

- a) Frequenzmodulierten Signalen.
- b) Phasenmodulierten Signalen.
- c) AM-Signalen.
- d) AM-Signalen mit unterdrücktem Träger.

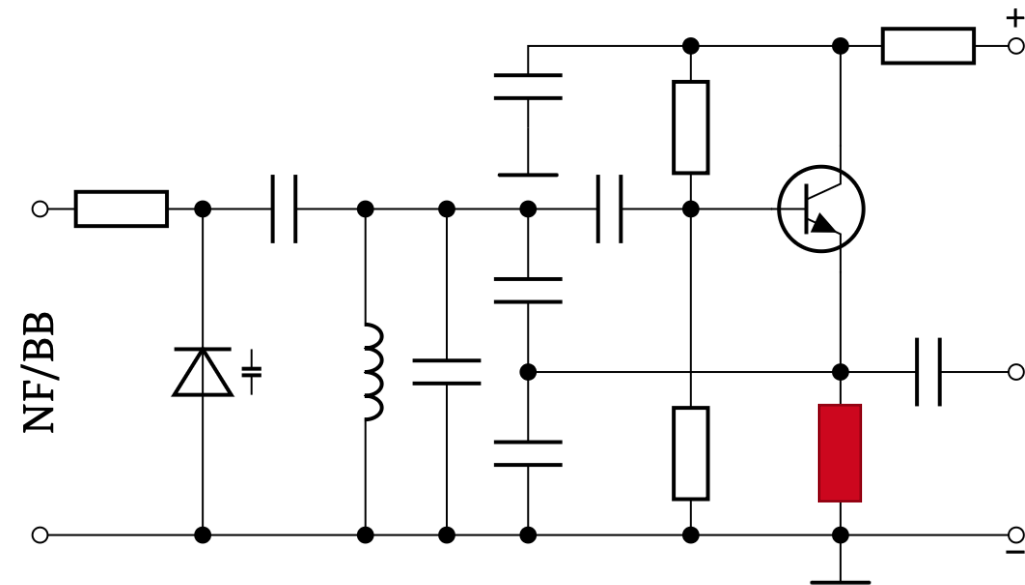




Modulatorschaltung | FM



- Clapp-/Colpitts-Oszillator
- Kapazitätsdiode (Varicap) parallel zu LC-Schwingkreis
- Zu großer Hub:
 - zu große HF-Bandbreite
 - Folge: Störung von Nachbarkanälen, Verzerrungen am Empfänger
 - Begrenzung von Lautstärke/Hub notwendig
- hier: HF-Leistung unabhängig von NF-Leistung!



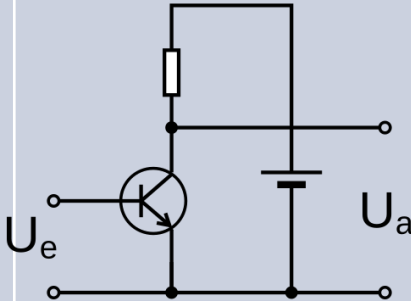
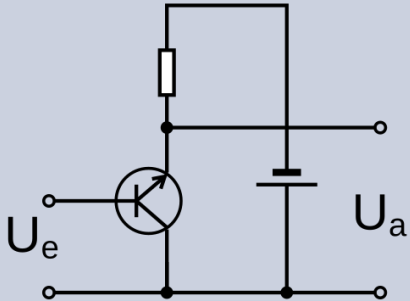
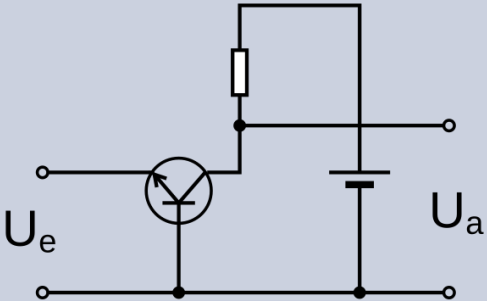
Aus: AD508





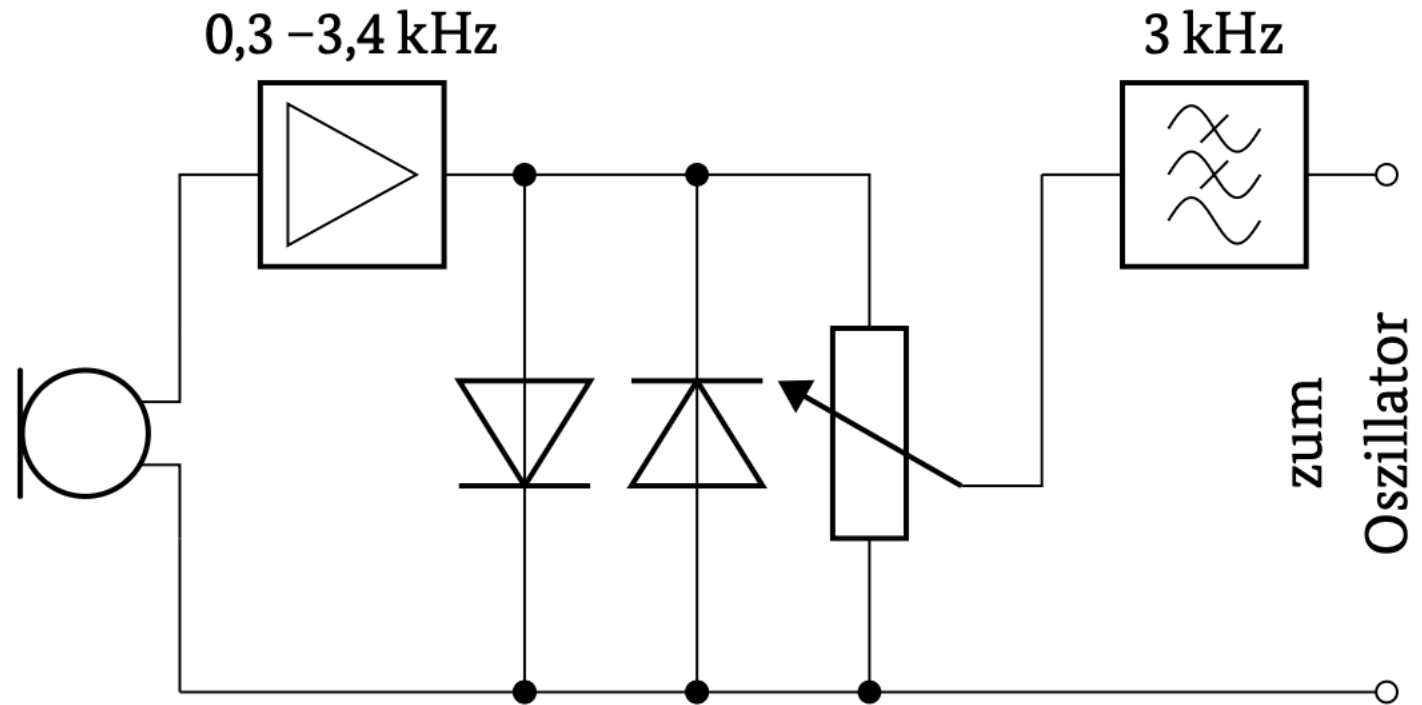
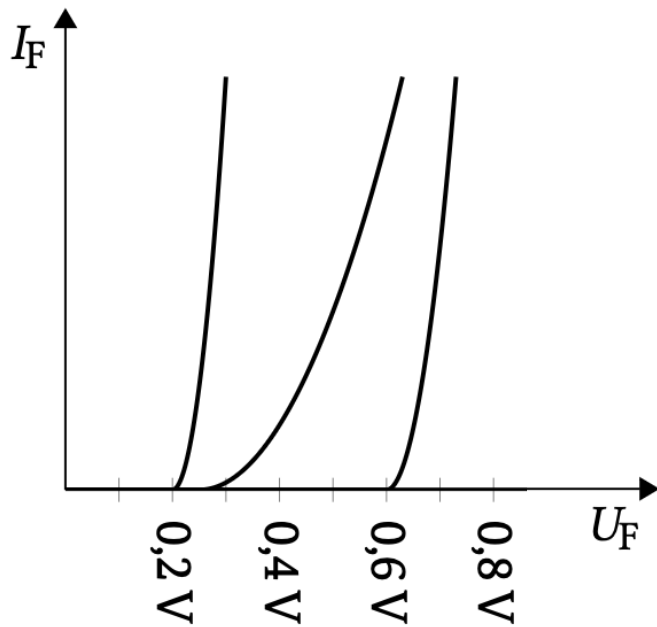
2 Minuten Know-How | BJT Schaltungen



	Emitterschaltung	Kollektorschaltung (Emitterfolger)	Basisschaltung
Signaleingang	Basis	Basis	Emitter
Signalausgang	Kollektor	Emitter	Kollektor
Spannungs-Verstärkung	Hoch	≈ 1	Hoch
Strom-Verstärkung	Hoch	Hoch	≈ 1
Eingangswiderstand	Mittel	Hoch	Niedrig
Ausgangswiderstand	Hoch	Niedrig	Sehr hoch
			



- Dioden öffnen bei ausreichend hoher Spannung





Quizpause 1 | Modulation



Beantwortet live über partici.fi:

AD507 · AF302 · AF303

Themen: Modulatoren



<https://partici.fi/71791027>

7179 1027





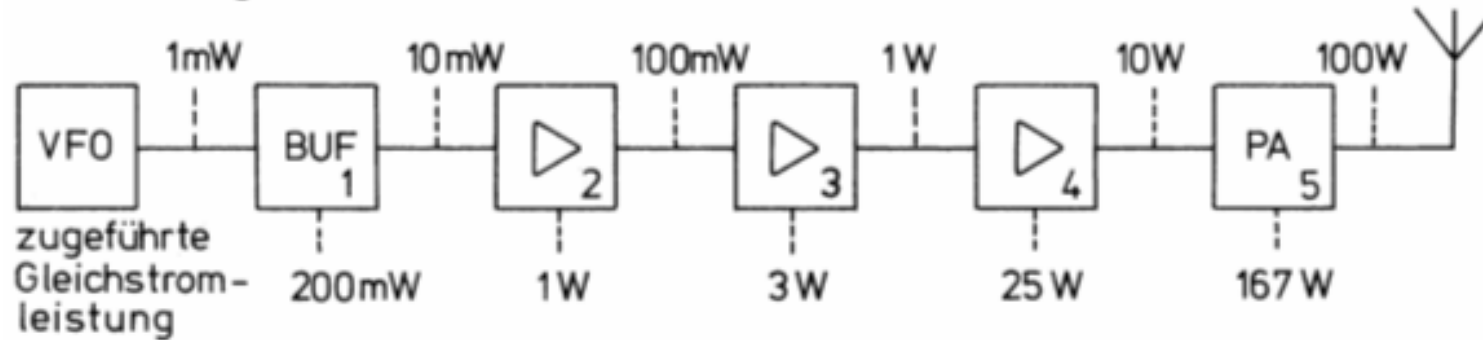
Verstärker | Endstufen



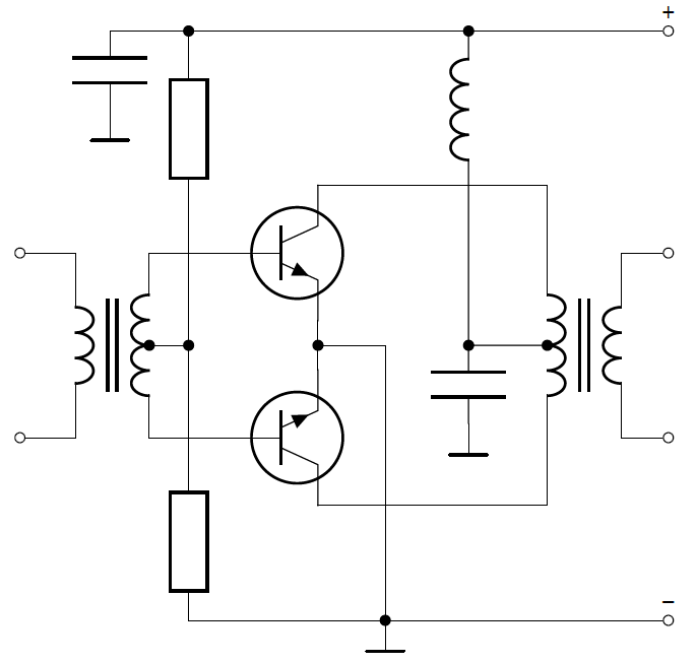
Je Stufe +10 dB Verstärkung, gesamt 50 dB

$$\begin{aligned}P_{\text{in}} &= 0 \text{ dBm} \\G_{\text{amp}} &= 5 \text{ dB} \\P_{\text{out}} &= 50 \text{ dBm}\end{aligned}$$

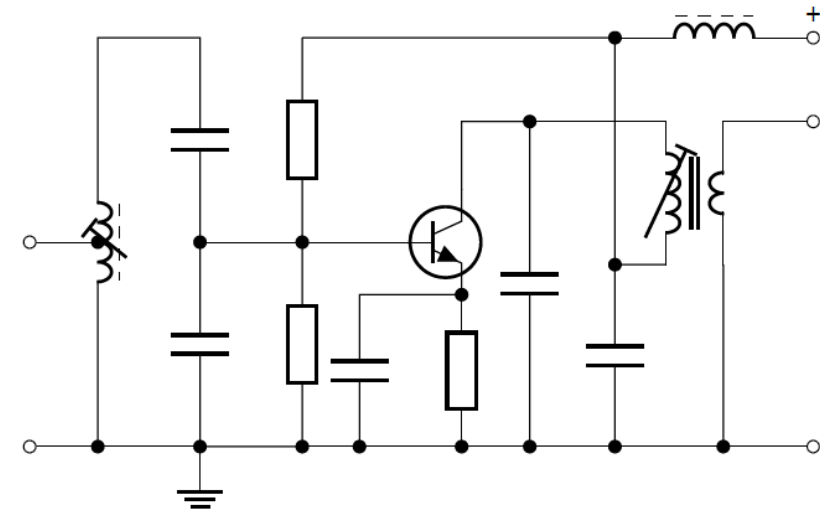
Hf-Leistung:



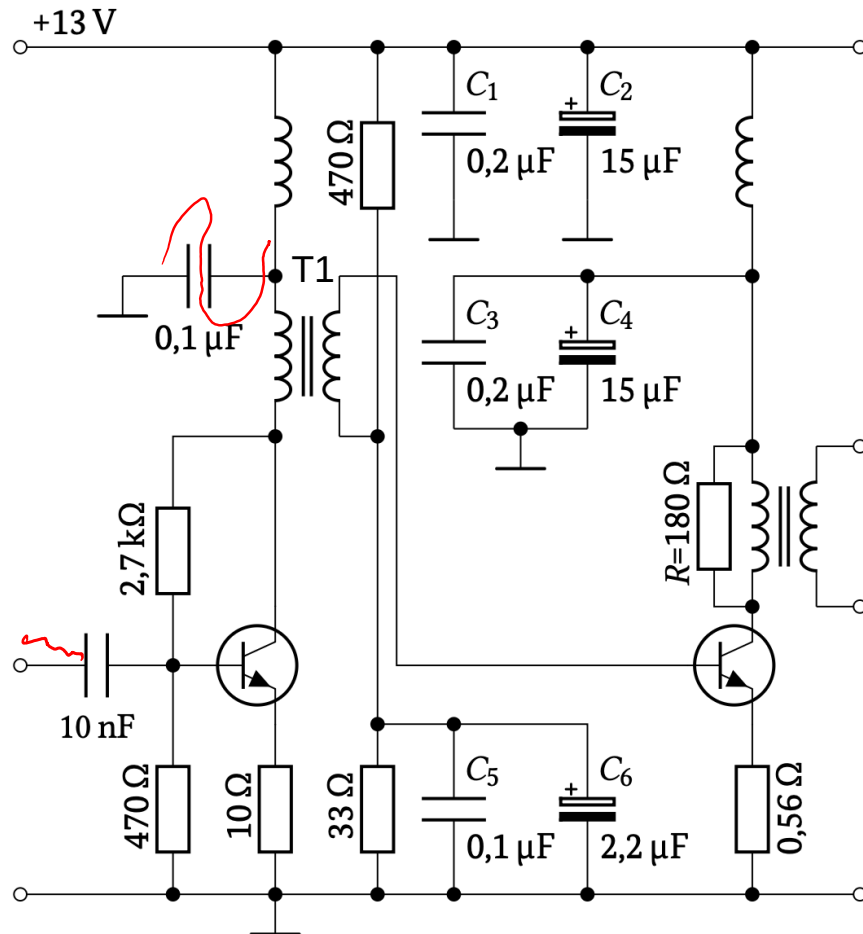
- Breitbandiger HF-Verstärker



- Selektiver HF-Verstärker



Bypass Kondensatoren



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

- a) zweistufigen Breitband-HF-Verstärker.

AF414: Wozu dient der Transformator $T1$ der folgenden Schaltung?

- a) Er dient der Anpassung des Ausgangswiderstandes der Emitterschaltung an den Eingang der folgenden Emitterschaltung.

AF415: Weshalb wurden jeweils $C1$ und $C2$, $C3$ und $C4$ sowie $C5$ und $C6$ parallel geschaltet?

- a) Der Kondensator geringer Kapazität dient jeweils zum Abblocken hoher Frequenzen, der Kondensator hoher Kapazität zum Abblocken niedriger Frequenzen.

AF416: Wozu dient der Widerstand R parallel zur Trafowicklung $T2$?

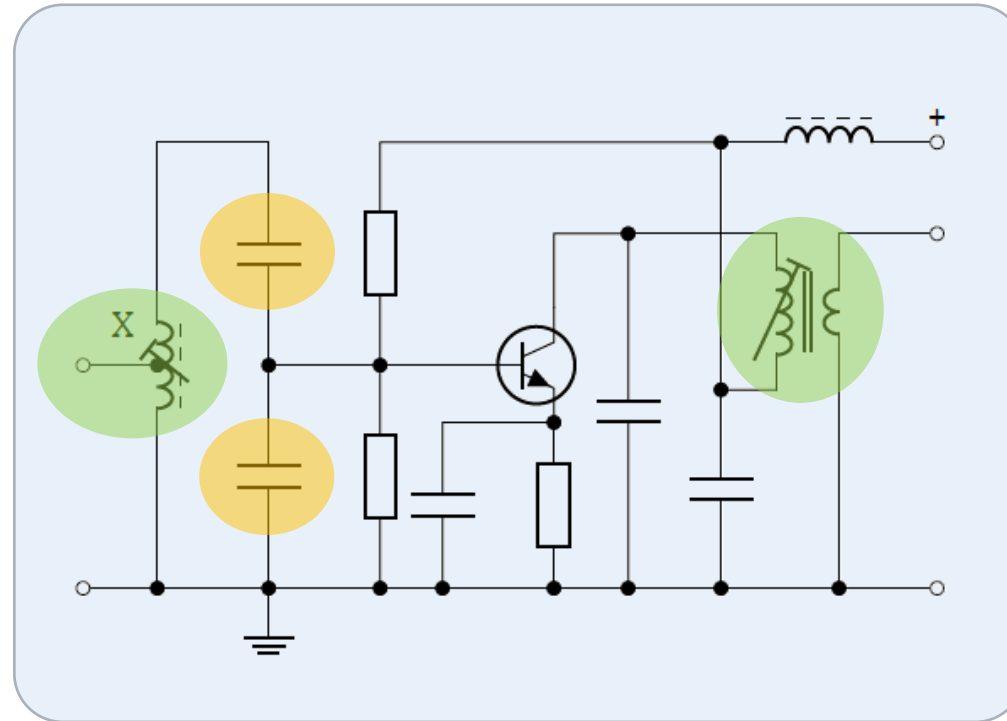
- a) Er soll die Entstehung parasitärer Schwingungen verhindern.



Impedanzanpassung



- Ziel: HF-Ausgangs impedanz einer Stufe an HF-Eingangs impedanz der nächsten anpassen
- Maximale Verstärkung, minimale Verzerrungen, optimaler Wirkungsgrad

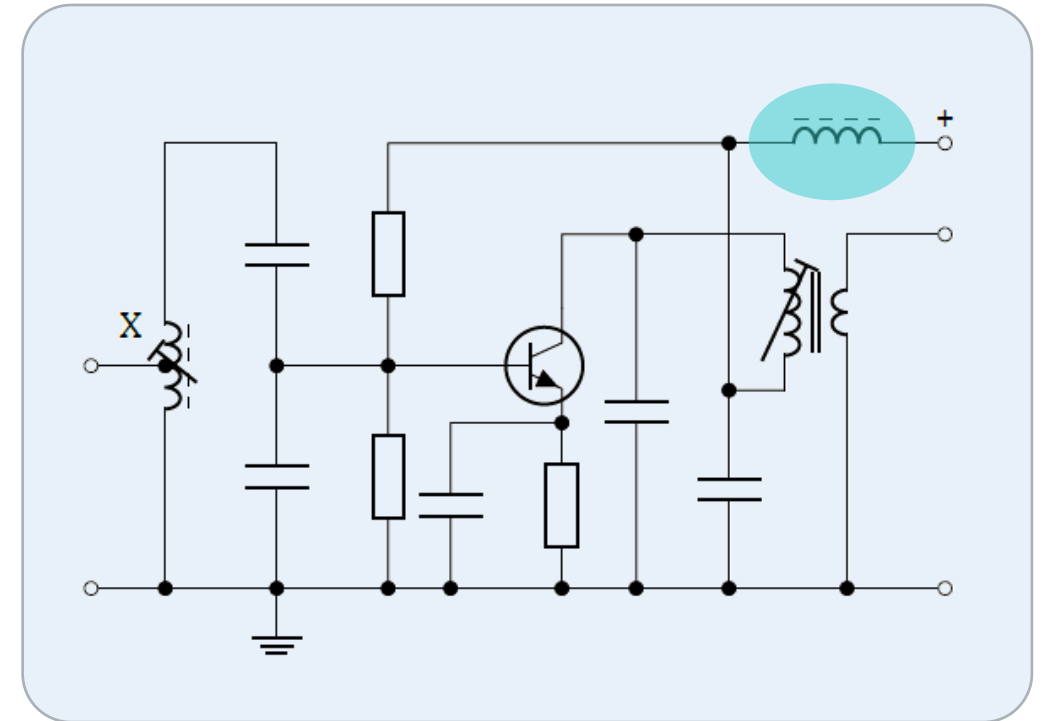




HF Entkopplung



- HF-Anteile auf der Versorgungsleitung
→ Kopplung zwischen Stufen
→ Schwingneigung
- Drossel (Spule) in Serie zur Versorgungsleitung blockt HF ab
- Abblockkondensatoren nach Masse leiten HF ab





Arbeitspunkteinstellung | BIAS

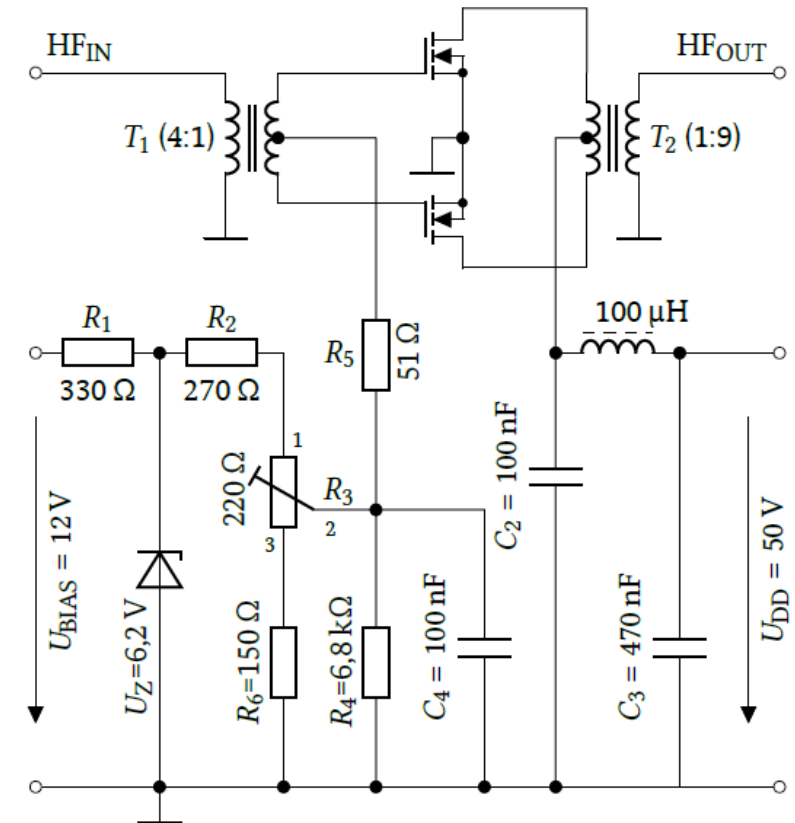


- Transistoren brauchen Gleichspannungs-BIAS für korrekten Betrieb
- Spannungsteiler aus Widerständen erzeugt BIAS-Spannung

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

- a) 2,7 V
- b) 3,7 V
- c) 3,5 V
- d) 0,45 V

LDMOS-Kurzwellen PA





Gesamtverstärkung | Wirkungsgrad

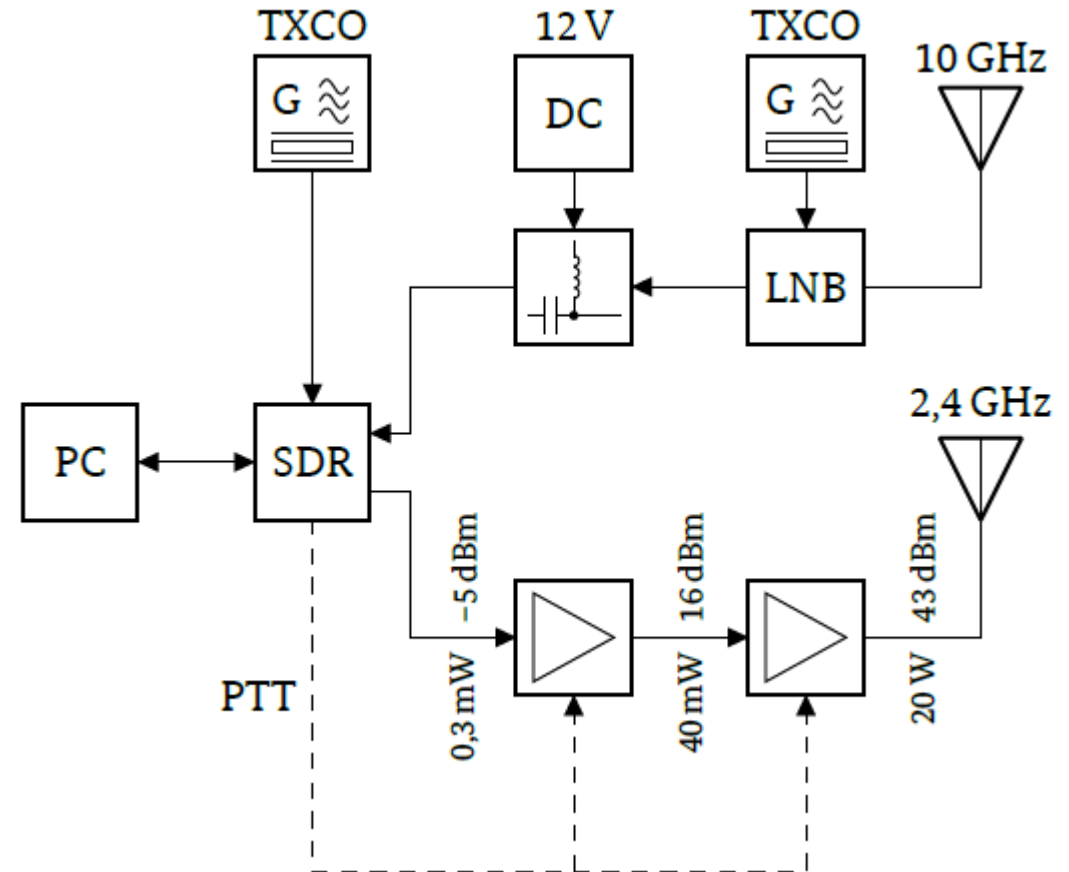


- Gesamtverstärkung = Summe aller Stufenverstärkungen in dB
- Beispiel:
 - 5 dBm Eingang
 - +20 dBm Ausgang
 - 25 dB Gesamtverstärkung

Wirkungsgrad η

$$\eta = \frac{P_{HF}}{P_{DC}}$$

Typ. 50%
(moderne LDMOS PA)





Quizpause 2 | Verstärker



Beantwortet live über partici.fi:

AF401 · AF415 · AF428

Themen: Wirkungsgrad, Schalt- und Pegelpläne



<https://partici.fi/71791027>

7179 1027





Parasitäre Schwingungen

- Entstehen durch unerwünschte Rückkopplungen in Leistungsverstärkern
- Ursachen: parasitäre Kapazitäten / induktive Kopplungen zwischen Bauteilen
- Parasitär
→ kein Bezug zur Betriebsfrequenz
- Schwankende Ausgangsleistungsanzeige
→ Hinweis auf parasitäre Schwingungen

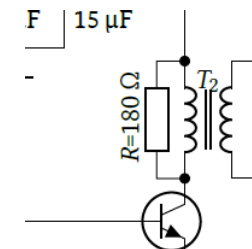
AJ217: Wie kann man bei einem VHF-Sender mit kleiner Leistung die Entstehung parasitärer Schwingungen wirksam unterdrücken?

- a) Durch Aufstecken einer Ferritperle auf die Emitterzuleitung des Endstufentransistors.



AF416: Wozu dient der Widerstand R parallel zur Trafowicklung T_2 ?

- a) Er soll die Entstehung parasitärer Schwingungen verhindern.

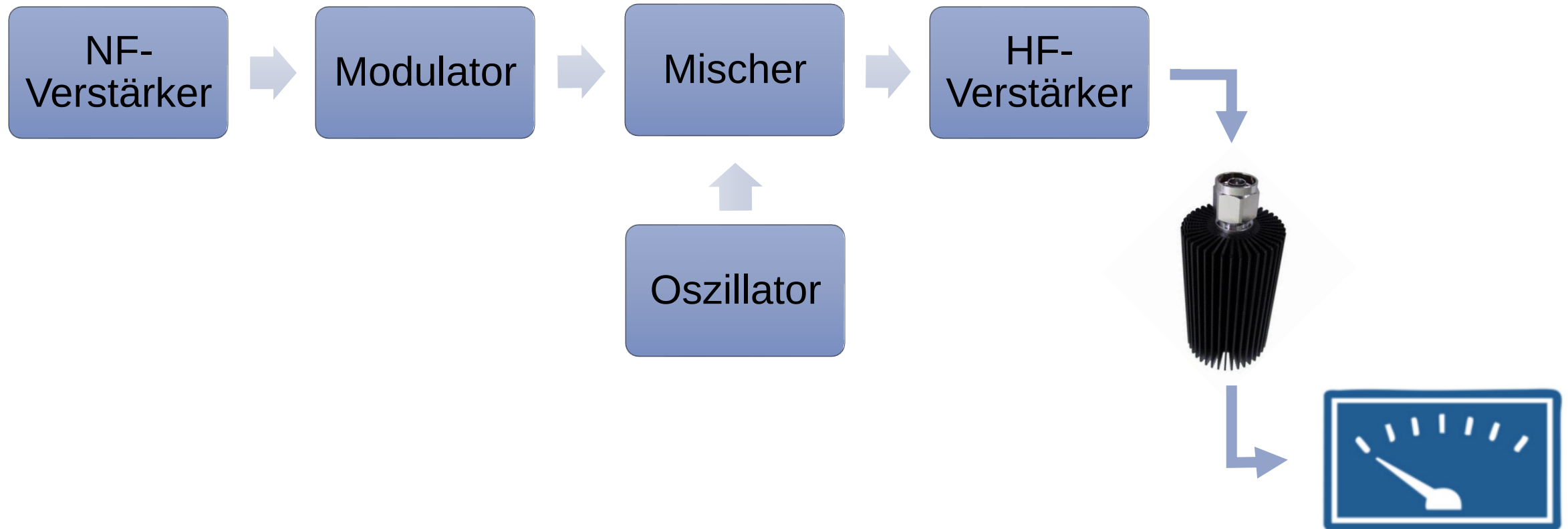




Sender | HF-Leistungsmessung



- Sender muss mit definierter Impedanz abgeschlossen werden: 50 Ω

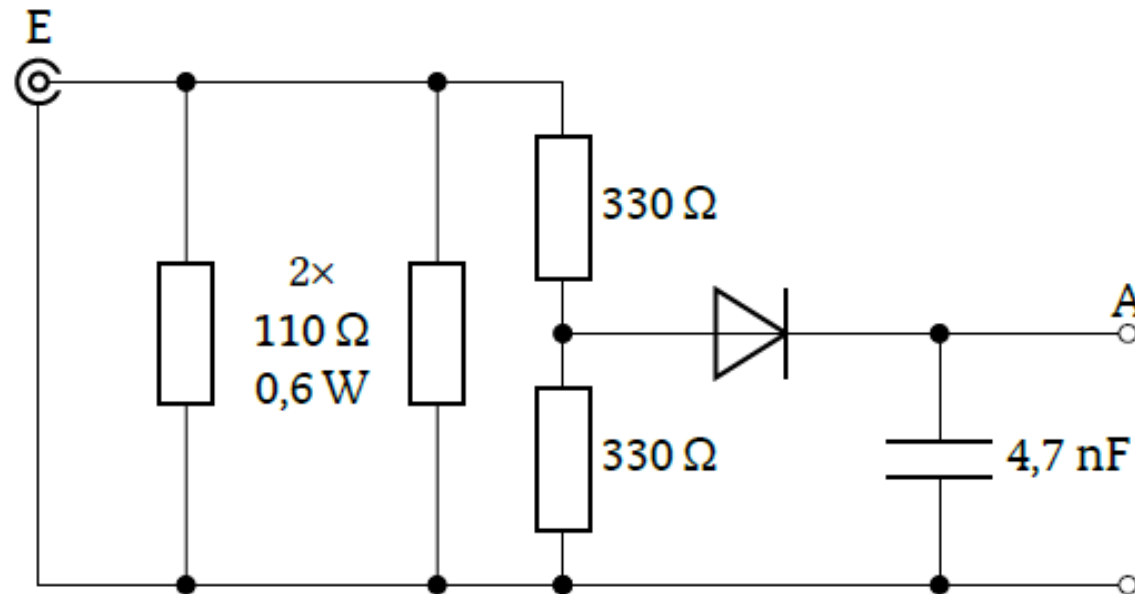




Sender | HF-Leistungsmessung



- HF Tastkopf

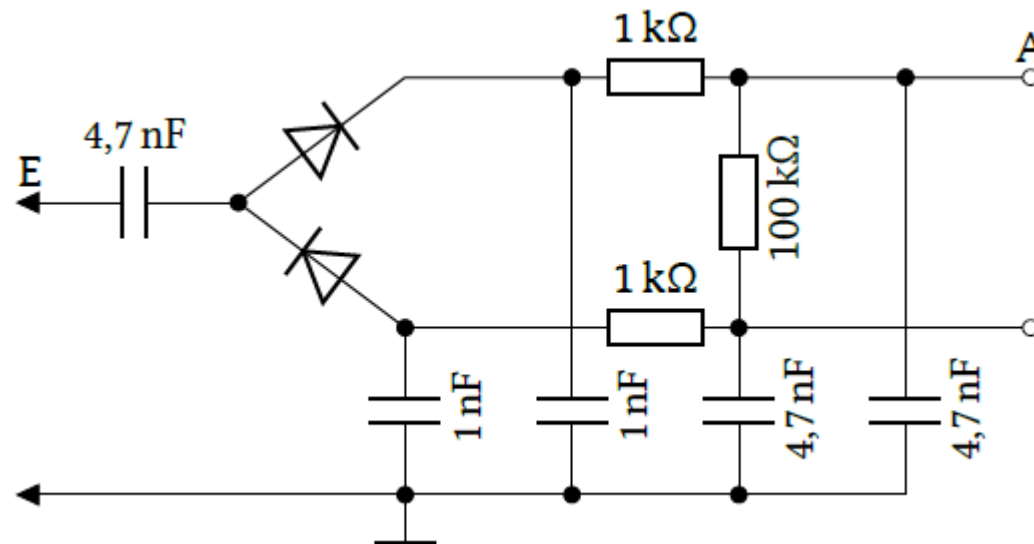




Sender | HF-Leistungsmessung



- Hochohmiger HF Tastkopf





Quizpause 3 | Oberwellen und Harmonische



Beantwortet live über partici.fi:

AJ204 · AJ210

Themen: Harmonische



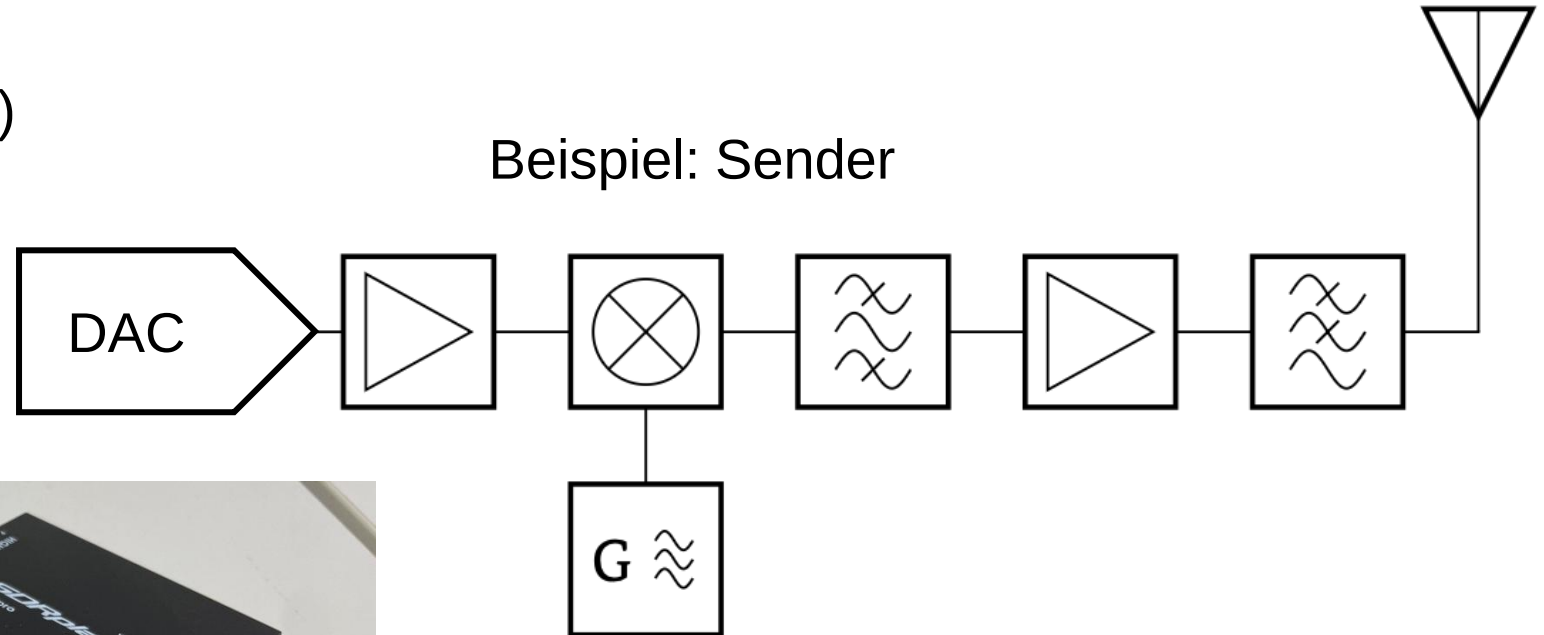
<https://partici.fi/71791027>

7179 1027



- Viel wird heute als Software Defined Radio (SDR) gebaut
 - Flexibel
 - Kosteneffizient

Beispiel: Sender



Eure Wunschthemen zur Prüfungsvorbereitung?



<https://partici.fi/04155430>

0415 5430

**Vielen Dank
für Eure Aufmerksamkeit**

