

Transceiver-Konzepte

Transceiver (transmitter - receiver), Sendeempfänger (kurz trcvr oder trx), sind Geräte bei denen Sender und Empfänger in einem Gerät vereint sind. Vorteil: verschiedene Baugruppen werden von beiden Teilen gemeinsam (abwechselnd) genutzt (Frequenzaufbereitung, Quarzfilter, Netzteil, usw.). Eine weitere Vereinfachung ist das Fehlen äußerer Verbindungskabel und nur ein Antennenanschluß.

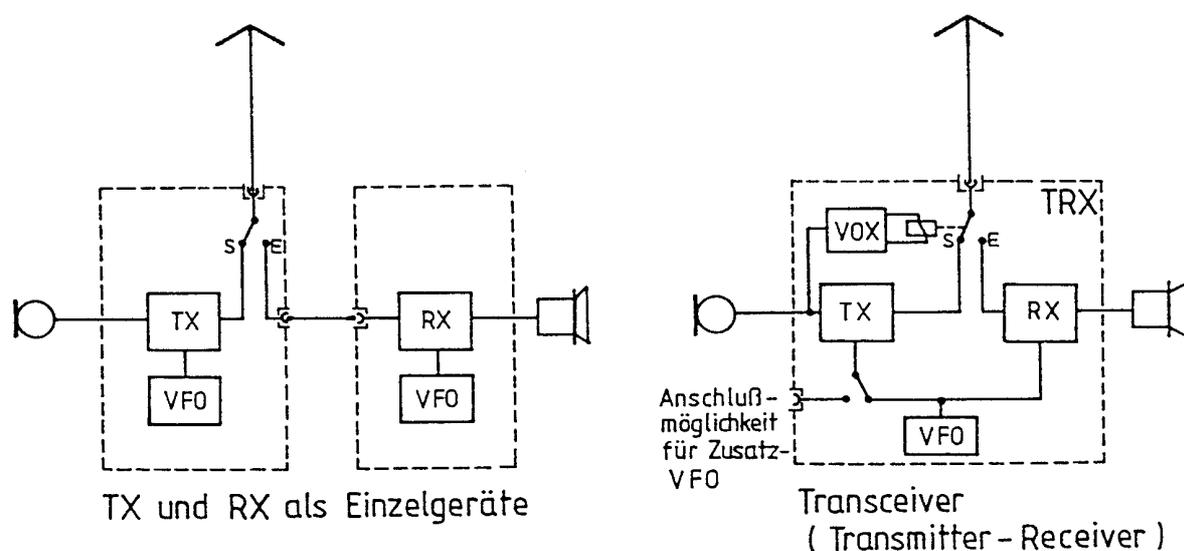
Das Bild unten zeigt zwei einfache Lösungen für Gleichwellen- und Splitbetrieb.

Arbeiten beide Stationen sende- und empfangsmäßig auf derselben QRG, sollte man den Sender-VFO mit dem eigenen Empfänger auf exakt die gleiche Frequenz 'einpfifen'. Falls die Gegenstation dennoch von der eigenen QRG abweicht, kann man den VFO bei Empfang geringfügig gegenüber der eigenen Sendefrequenz verstimmen (**RIT**, receiver incremental tuning). Man sollte allerdings nicht vergessen, sie gleich nach dem QSO wieder auszuschalten, um nicht selbst ein Verursacher zu werden.

Gleichwellenbetrieb ist nicht immer möglich. Ruft z.B. eine europäische Station auf 7060 kHz in J3E "cq USA" kann sie keine Antwort erwarten, denn diese QRG ist in den USA infolge abweichender Bandpläne (USA liegt in Region 2, DL in Region 1) nicht für SSB vorgesehen. Die Station wird den cq-Ruf daher mit dem Hinweis beenden, daß sie anschließend auf 7165 kHz hören wird (diese qrg kann sie z.B. gerade ohne Störungen gut empfangen). Die US-Station antwortet also auf der für sie erlaubten Frequenz 7165 kHz. Diese Betriebsart nennt man Splitbetrieb oder split frequency operation. Nachteil: die sowieso engen Bänder werden doppelt belegt!

Sinnvoll ist Split-Betrieb, wenn eine seltene DX-Station Betrieb macht. Auf ihrer eigenen TX-qrq könnte sie bei dem zu erwartenden Pile-Up bald nichts mehr ausrichten, da sie selbst nicht mehr durch käme. Sie wird also bei einem Ruf auf 14200 kHz ihren cq-Ruf mit "5 up" beenden, was bedeutet, daß sie 5 kHz höher hören wird: auf 14205 kHz also.

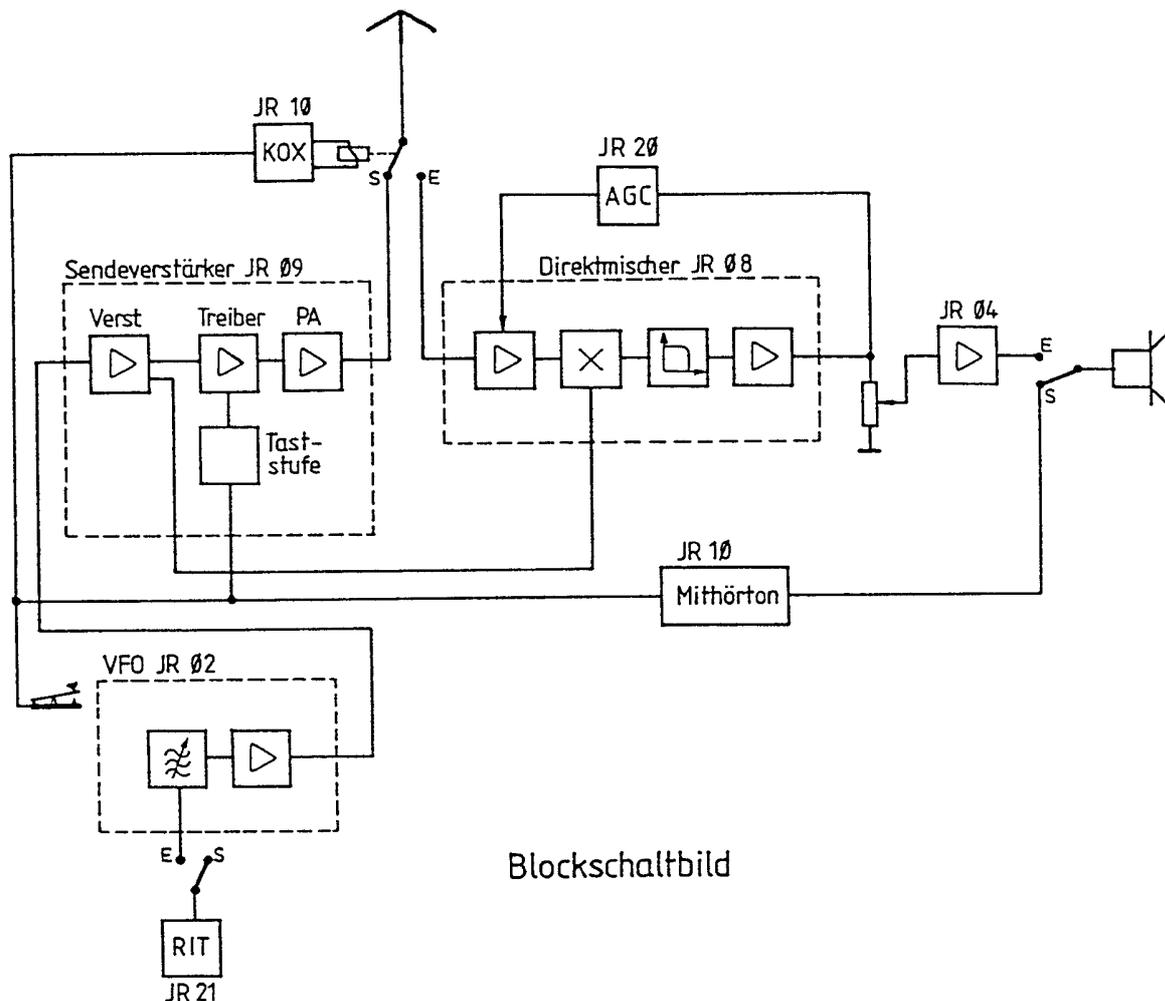
Bei diesem Betrieb müssen Sende- und Empfangsfrequenz unabhängig voneinander abstimmbare sein. Mit zwei Einzelgeräten ist das kein Problem. Moderne TRX haben aber mindestens 2 Speicher, in denen sie die Einstellungen von 2 virtuellen VFOs verwalten. Welcher der beiden VFOs (meist als VFO A und VFO B bezeichnet) für Senden und Empfang verwendet wird, ist gleichgültig. Vorteilhaft ist, daß man mit dem TX-VFO auch kurz hören kann, ob die QRG überhaupt frei ist.



CW-Transceiver mit Direktmischer

Der 80-m-CW-Transceiver des DARC-Jugendreferates ist eine Kombination von Geradeaus-Sender und Geradeaus-Empfänger mit Direktmischer. Das Gerät ist nur für Gleichwellenbetrieb geeignet. Damit man die Zeichen der Gegenstation hören kann, verstimmt die RIT bei Empfang den VFO um ca. 800 Hz, um den Überlagerungston zu erhalten.

Eine KOX (Key operated xmitter) schaltet auf Senden um, wenn die Morsetaste gedrückt wird. Der TRCVR ist also QSK-fähig (BK-Betrieb). Damit man seine eigenen Zeichen auch hört, ist ein vom Key mitbetriebener NF-Generator vorhanden.



PLL-gesteuerter VHF-FM-Transceiver

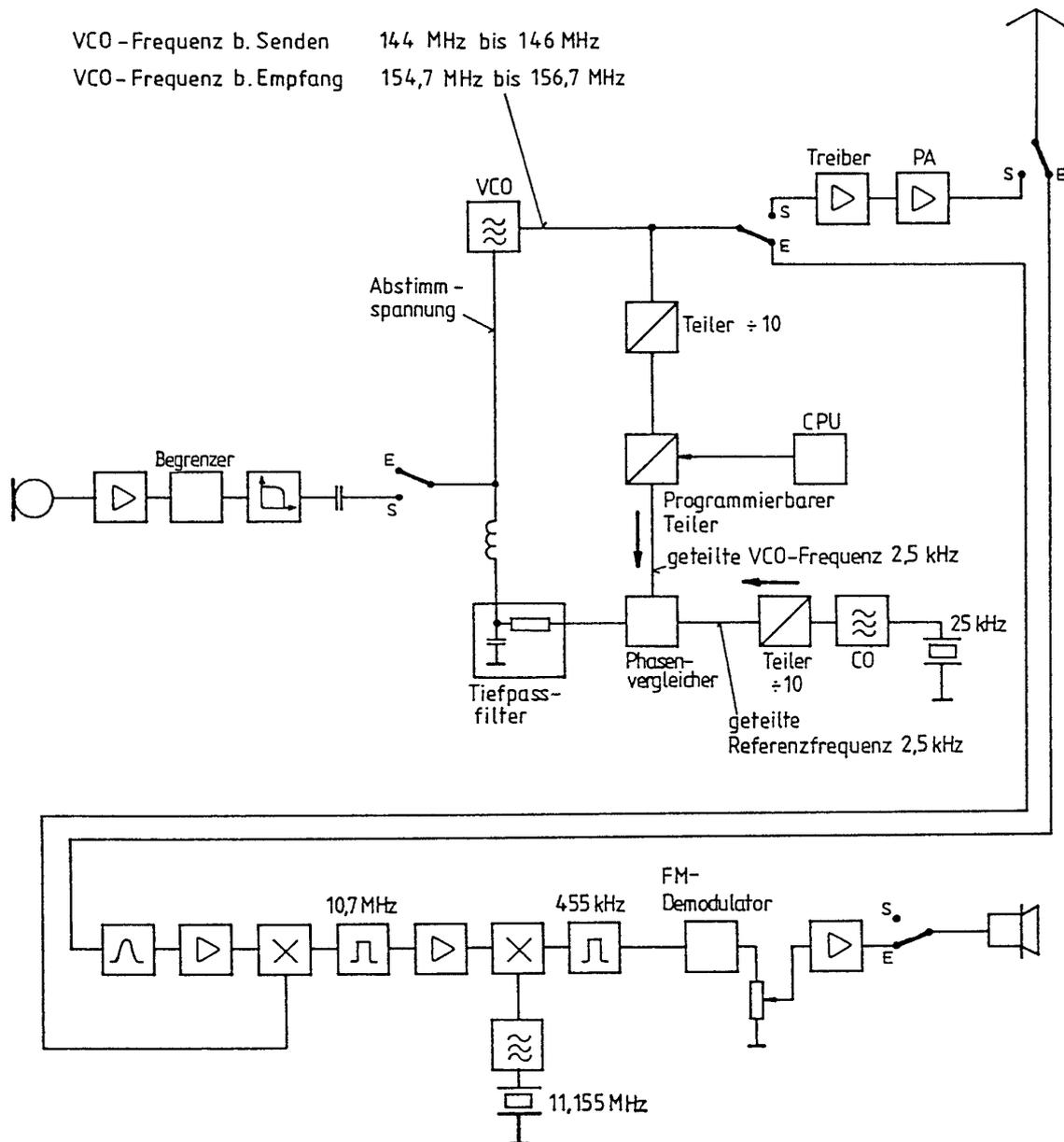
Der als Beispiel dargestellte Transceiver besteht aus einem Geradeaus-Sender, da der VCO direkt auf der TX-qrg schwingt. Das NF-Signal wird nach Verstärkung begrenzt und tiefpaßgefiltert, damit es zu keiner Übermodulation (Hubüberschreitung) kommt. Der VCO arbeitet bei Empfang auf einer um die erste ZF höheren Frequenz, wobei der Mikroprozessor die Einstellung des programmierbaren Teilers übernimmt.

Die Frequenz von 144 bis 146 MHz bzw. 154,7 bis 156,7 MHz wird zunächst durch 10 geteilt, weil sich programmierbare Teiler auf so hohen Frequenzen schlecht bauen lassen. Um den gleichen Wert wird auch die Quarz-Referenzfrequenz von 25 kHz geteilt, so daß der Phasenvergleich auf 2,5 kHz arbeitet. Ändert man den Teilerfaktor des programmierbaren Teilers um 1 ändert sich die Frequenz um 25 kHz.

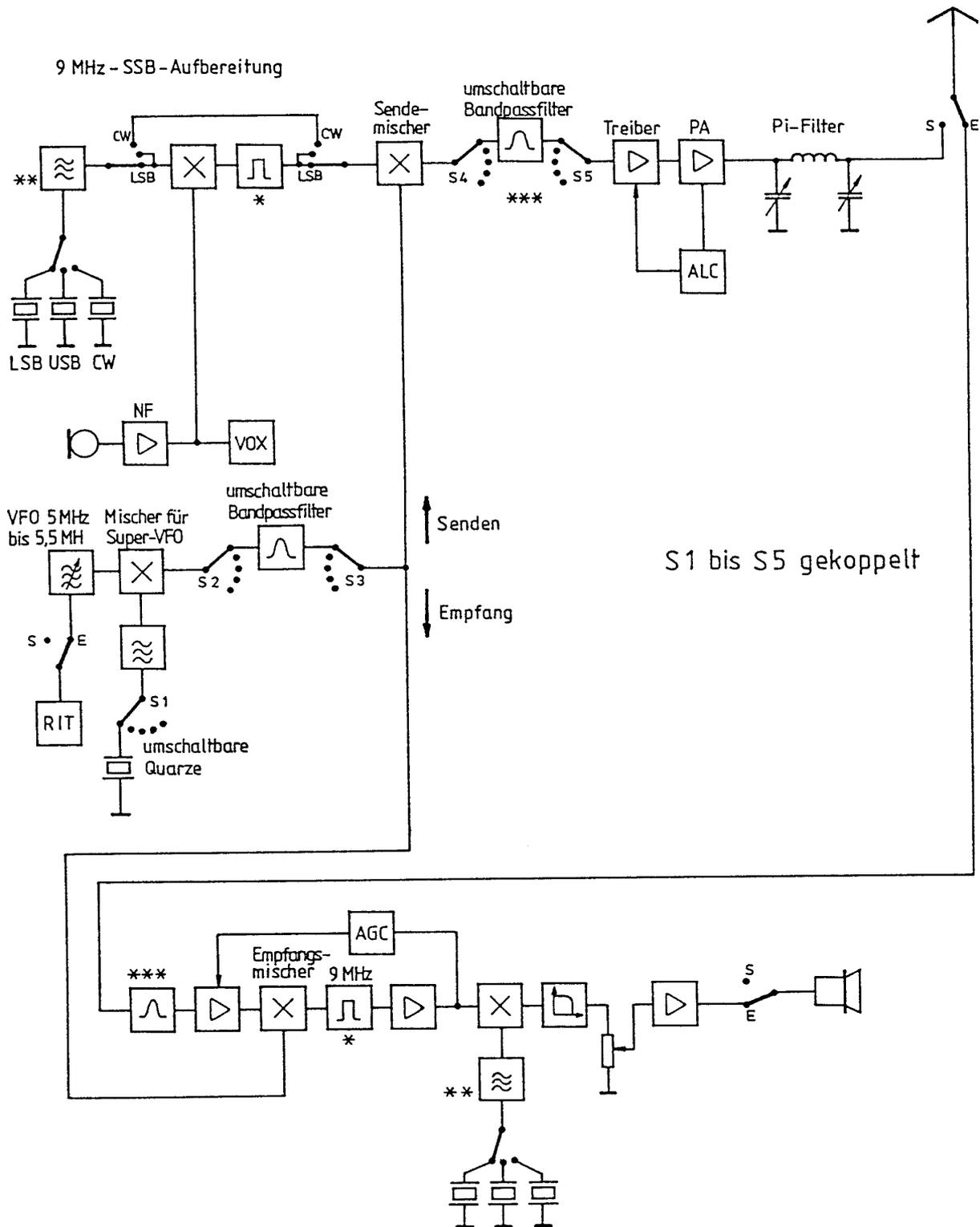
Die Teilerfaktoren bei Sende- und Empfangsbetrieb (ohne und mit Relaisablage 600 kHz) zeigt die Tabelle:

Sendebetrieb		Empfangsbetrieb			Mode
TX qrg	Teiler	RX qrg	VCO qrg	Teiler	
144,000 MHz	5760	144,000 MHz	154,700 MHz	6188	Simplexbetrieb
144,025 MHz	5761	144,025 MHz	154,725 MHz	6189	"
144,050 MHz	5762	144,050 MHz	154,750 MHz	6190	"
.....
146,000 MHz	5840		156,700 MHz	6268	"
145,000 MHz	5800	145,600 MHz	156,300 MHz	6252	Split
145,025 MHz	5801	145,625 MHz	156,325 MHz	6253	Split
145,050 MHz	5802	145,660 MHz	156,350 MHz	6254	Split
.....

Der Empfänger ist ein Doppel-Superhet und bietet ansonsten keine Besonderheiten.



SSB-KURZWELLEN-TRANSCEIVER



*, **, *** : Diese Teile sind nur einmal vorhanden, werden aber doppelt (RX und TX) genutzt

Blockschaltbild

SSB/CW-Kurzwellen-Transceiver

Der im Bild auf der vorigen Seite gezeigte Kurzwellen-Transceiver arbeitet mit einem 'Super-VFO', der von 5,0 bis 5,5 MHz einstellbar ist. Das VFO-Signal wird - abhängig von der Stellung des Bandwahlschalters - mit einer bestimmten Quarzfrequenz gemischt. Die hinter dem Mischer eingeschleiften umschaltbaren Bandpässe müssen jeweils ein Frequenzband von der Breite des gewünschten AFU-Bandes durchlassen. Die Frequenz liegt allerdings um die 9 MHz der SSB-Aufbereitung darunter oder auch darüber. Im 15m-Band (21 bis 21,5 MHz) liegt der Bereich z.B. bei 12 bis 12,5 MHz. Hinter dem Sendemischer wird der gewünschte End-Frequenzbereich herausgefiltert.

Da der Sender wie auch der Empfänger (ein Einfach-Superhet) mit einer ZF von 9 MHz arbeiten, arbeitet der Super-VFO bei Empfang und Senden auf der gleichen Frequenz.

Der Vorkreis des Superhet kann durch die Bandpaßfilterbank des Senders realisiert werden, wenn entsprechende Anpassungs- und Umschalteinrichtungen vorgesehen werden. Ebenso werden häufig das SSB-Quarzfilter und die Trägerquarze für Senden und Empfangen doppelt ausgenutzt. Für CW muß allerdings ein eigener Quarz vorgesehen werden, da man sonst auf Schwebungsnull arbeiten würde.

In der 9-MHz-Aufbereitung werden für CW der Balance-Modulator und das Quarzfilter überbrückt. Im Blockschaltbild sind ferner eine RIT und eine VOX (voice operated xmitter, sprachgesteuerte Sende/Empfangsumschaltung) eingezeichnet.

PLL-Kurzwellen-Transceiver

Handelsübliche "All-Mode-Transceiver" der gehobenen Preisklasse bieten dem Funkamateure viele Möglichkeiten. Nicht immer werden sie auch alle genutzt. Das Konzept eines solchen Gerätes soll kurz vorgestellt werden (siehe Bild auf der nächsten Seite).

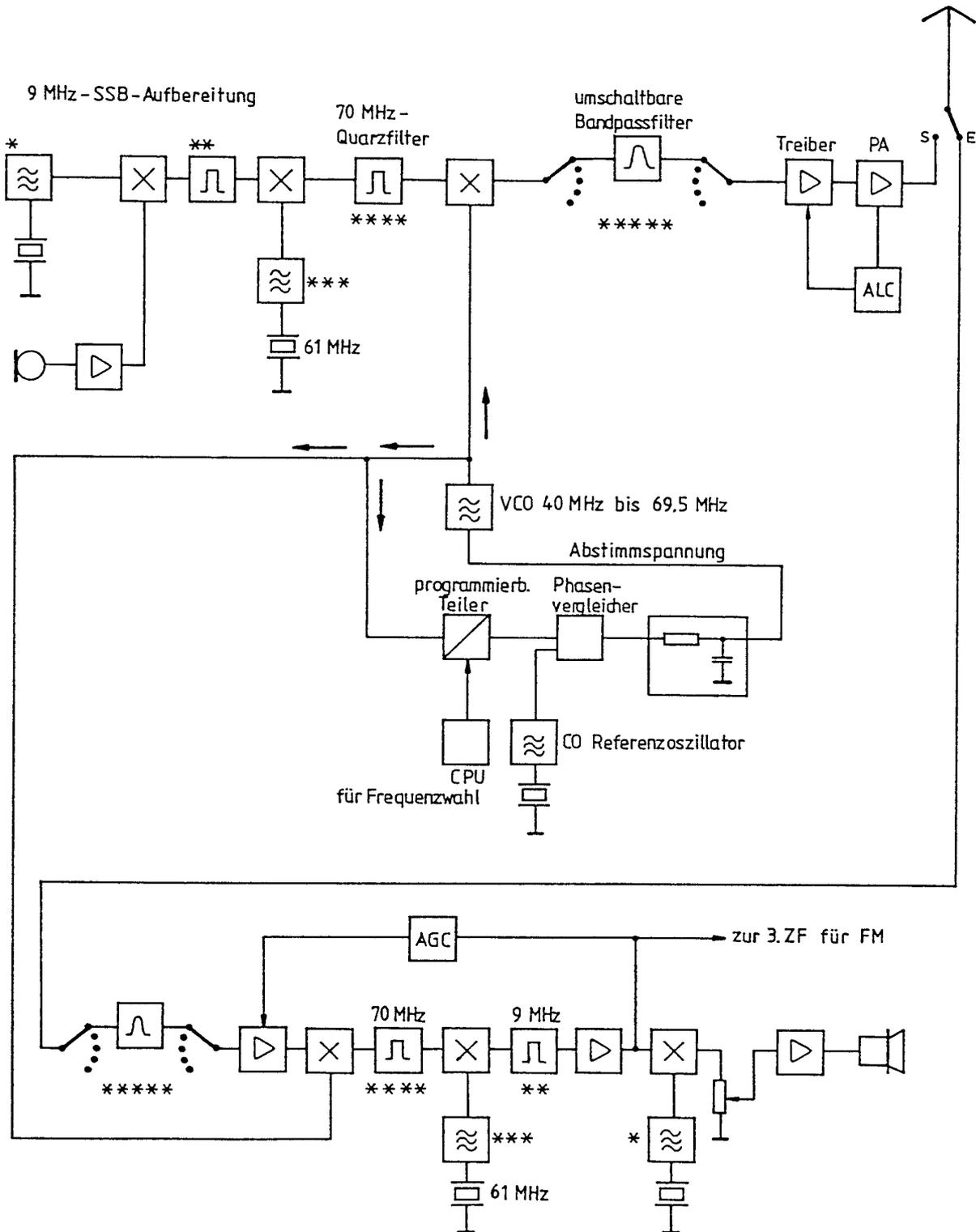
Der VCO ist über 29,5 MHz durchgehend abstimmbar und liefert ein Signal, das oberhalb aller Amateurfunkbänder liegt (40 bis 69,5 MHz). Es ist bei Empfang und Senden gleich.

Sender und Empfänger arbeiten mit Zweifach-Umsetzung und ZF-Frequenzen von 9 MHz und 70 MHz. Bei entsprechender Dimensionierung der Bandfilter ist der Empfänger über den ganzen Bereich von 500 kHz bis 30 MHz durchstimmbar. Die FM-Demodulation ist nicht dargestellt. Ebenso sind der Einfachheit halber weggelassen: Einbeziehung der 61-MHz und 9-MHz-Quarze in die Frequenzaufbereitung, der Sprachprozessor zur Regelung und Aufbereitung des NF-Modulationssignals, die FM-Modulation durch Addition zur VCO-Regelspannung, die Überbrückung von Balance-Modulator und 9-MHz-Filter bei CW und FM sowie die Umschaltung der Aufbereitung für AM.

Der Empfänger ist ein Doppelsuper mit sehr hoher 1. ZF, für FM sogar ein Dreifach-Super. Die Mischer und Quarzfilter werden im Sender und Empfänger genutzt. Gleichwellenbetrieb ist durch die gemeinsame Frequenzaufbereitung gewährleistet. Ebenso leicht kann man jedoch mit dem Frequenzteiler eine andere Empfangsfrequenz einstellen (Split-Betrieb).

Ein zweiter VFO wird durch Speicherung eines anderen Teilerfaktors nachgebildet. Durch Drehen am Abstimmknopf ändert man den Teilerfaktor, um den "eingeschalteten VFO" abzustimmen. Die Frequenzspeicher speichern einen solchen Teilerfaktor für die PLL. Sinnvoll ist es, wenn zusätzlich noch die Betriebsart (SSB, FM, CW) und sonstige Einstellungen mit gespeichert werden.

SSB-PLL-KURZWELLEN-TRANSCEIVER



*,**,***,****,***** : Diese Teile sind nur einmal vorhanden, werden aber doppelt (RX und TX) genutzt

Blockschaltbild

Konverter und Transverter

Ein Konverter (Empfangsumsetzer) empfängt einen bestimmten Frequenzbereich und setzt diesen durch Frequenzmischung auf einen anderen Frequenzbereich um.

Beispiel: Der Frequenzbereich 432 MHz bis 434 MHz (UHF) soll in den Bereich 28 bis 30 MHz (Kurzwele) umgesetzt werden. Das von der Antenne empfangene UHF-Signal wird zunächst in einer Vorstufe verstärkt und mit einer vervielfachten Quarzfrequenz gemischt. Die umgesetzten Signale können mit einem KW-RX (Nachsetzter) empfangen werden.

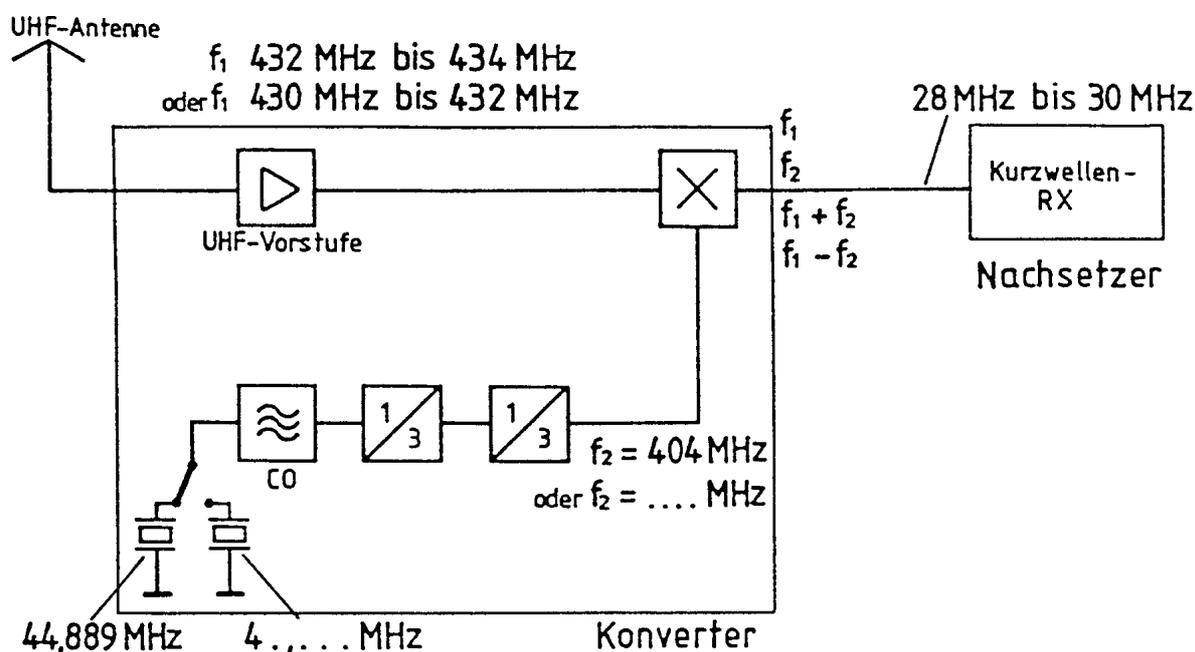
Zur Berechnung der vervielfachten Quarzfrequenz f_2 nehmen wir vereinfachend die Mitte des umzusetzenden Bereiches (433 MHz) als Eingangsfrequenz f_1 . Da die gewünschte Ausgangsfrequenz $f_3 = 29$ MHz niedriger liegt, muß sie als Differenz von f_1 und f_2 entstehen. Dabei gibt es 2 Möglichkeiten:

a) f_2 liegt oberhalb von f_1 : $f_2 - f_1 = f_3$ oder $f_2 = f_1 + f_3 = 29 + 433 = 462$ MHz

b) f_2 liegt unterhalb von f_1 : $f_1 - f_2 = f_3$ oder $f_2 = f_1 - f_3 = 433 - 29 = 404$ MHz

Wie entscheiden uns für die zweite Möglichkeit, da hier die höchste umzusetzende UHF-Frequenz auch am oberen Ende des umgesetzten Bereiches erscheint, denn es gilt: $434 \text{ MHz} - 404 \text{ MHz} = 30 \text{ MHz}$. Dasselbe gilt entsprechend auch für die unterste Frequenz. So können die kHz-Angaben der UHF-qrg direkt am KW-RX abgelesen werden.

Der Vorteil eines Konverters liegt auf der Hand: Man braucht statt eines kompletten UHF-RX zusätzlich zu einem vorhandenen KW-RX nur einen vergleichsweise einfachen Festfrequenz-Oszillator mit zwei Frequenzen, einen Vorverstärker und einen Mischer, um den gesamten UHF-SSB- und -CW-Bereich empfangen zu können.



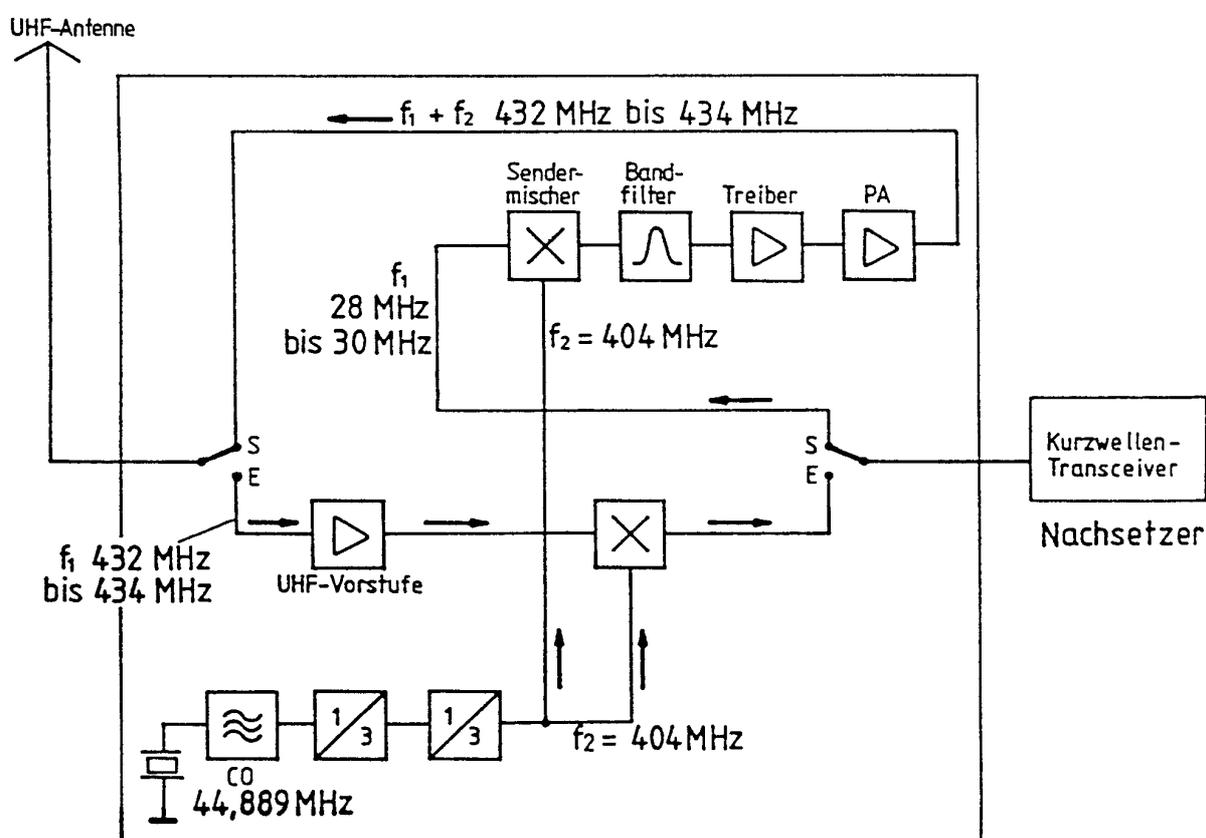
Konverter zur Umsetzung vom UHF- in den Kurzwellenbereich

Der Transverter

Ein Transverter (transmitter-converter), Sende- und Empfangsumsetzer besteht aus einem Empfangsumsetzer und einem Sendemischer, der ein Sendesignal des Nachsetzers in den gewünschten Bereich umsetzt. Der Nachsetzer ist also ein TRCVR und kein RX, wie beim Konverter.

Wir erweitern also den oben besprochenen Konverter um einen Sendemischer. Der Konverter setzt empfangene UHF-Signale in den Kurzwellenbereich um. Die Sendesignale des als Nachsetzer verwendeten Kurzwellen-Transceivers werden vom Sendemischer in den UHF-Bereich umgesetzt. Da der Mischer keine großen Leistungen verarbeiten kann, folgen noch eine Treiber- und UHF-Senderendstufe. Die Quarzfrequenzaufbereitung kann für Sendemischer und Empfangsumsetzer gemeinsam genutzt werden.

Vorteil: Im Vergleich zu einem kompletten UHF- oder SHF-Transceiver ist der Aufwand bei einem Transverter geringer. Man kann auf einfache Weise auf den höheren Frequenzen empfangs- und sendeseitig qrv werden.



Douband-VHF/UHF-Transceiver mit eingebautem Transverter

Bei VHF/UHF-Duoband-Transceivern, die mit zwei unabhängigen Empfängern ausgestattet sind, findet man oft eine eingebaute Transverter-Betriebsart. Durch die Mikroprozessor-Steuerung dieser Geräte ist eine fast beliebige Kombination von QRGs in beiden Bändern möglich. Man findet diese Funktion in fast allen FM-Portabel- und Mobil-Geräten.

Da Send- und Empfangssignal über die gleiche Antenne laufen, sind Empfangsfilter notwendig, die im jeweils 'anderen' Band ausgezeichnet sperren, weil es sonst zu Blocking kommt. Verboten ist natürlich die Kombination UHF-qrg = 3 * VHF-qrg !