

Reparaturbericht und Frequenzaufbereitung des Yaesu FT757GX II KW-Transceivers

Erwin Hackl OE5VLL



Wie es dazu kam:

Auf Grund eines momentanen Einfalls habe ich mir in ebay einen als defekt ausgewiesenen FT757GX2 ersteigert. Zusätzlich gab es die Angabe „Frequenzen werden angezeigt, Rauschen kommt aus dem Lautsprecher, keine Testmöglichkeit“. So ein Gerät bekommt man natürlich wesentlich preisgünstiger als ein voll funktionsfähiges, dafür steht aber die Reparatur an und diese Herausforderung wollte ich annehmen.

Erste Funktionstests:

Ein erster einfacher Empfangstest ergab, dass das Gerät zwar augenscheinlich funktioniert, allerdings eine Station welche auf einem Vergleichsgerät gut zu empfangen war, auf dem 757er nicht zu hören war. Es stellte sich bald heraus, dass die Empfangsfrequenz von der angezeigten Frequenz um einige kHz abwich.

Damit war klar, dass die frequenzbestimmenden Quarze auf Grund ihres Alters von ca. 30 Jahren doch schon starke Abweichungen aufwiesen.

Bei üblichen Quarzoszillatorschaltungen bedeutet das, dass die in Serie liegende Kapazität verringert werden muss (liegt parallel zum Abstimm-Kondensator).

Die Frequenzaufbereitung:

Wenn man bei einem Funkgerät an den frequenzbestimmenden Bauteilen zu „kurbeln“ beginnt, sollte man wissen, was man tut, da ansonst sehr leicht der Fall eintreten kann, dass anschließend noch weit mehr „verdreht“ ist als vorher.

Leider ist es so, dass die Service-Manuals zwar Abgleichanleitungen enthalten, aber keinen Frequenzaufbereitungsplan. Erst ein solcher aber kann einem einen Überblick über das „Frequenzgeschehen“ im Gerät bieten.

Nun habe ich schon in früheren Jahren solche Pläne von Funkgeräten erstellt und wusste daher, dass das ziemlich viel Arbeit bedeuten kann, aber dafür hat man anschließend einen sehr guten Überblick über das Gerät.

Rx	0 - 30 MHz	Mix	47,06 MHz	Mix	8,215 MHz	Mix	455 kHz	Demod.
		47,060 - 77,059 MHz		38,84xx MHz		8,670 MHz		455 kHz

Tx	NF	Mix	8,21xx MHz	Mix	47,06 MHz	Mix	0 - 30 MHz	
		8,21xx MHz		38,84xx MHz		47,060 - 77,059 MHz		

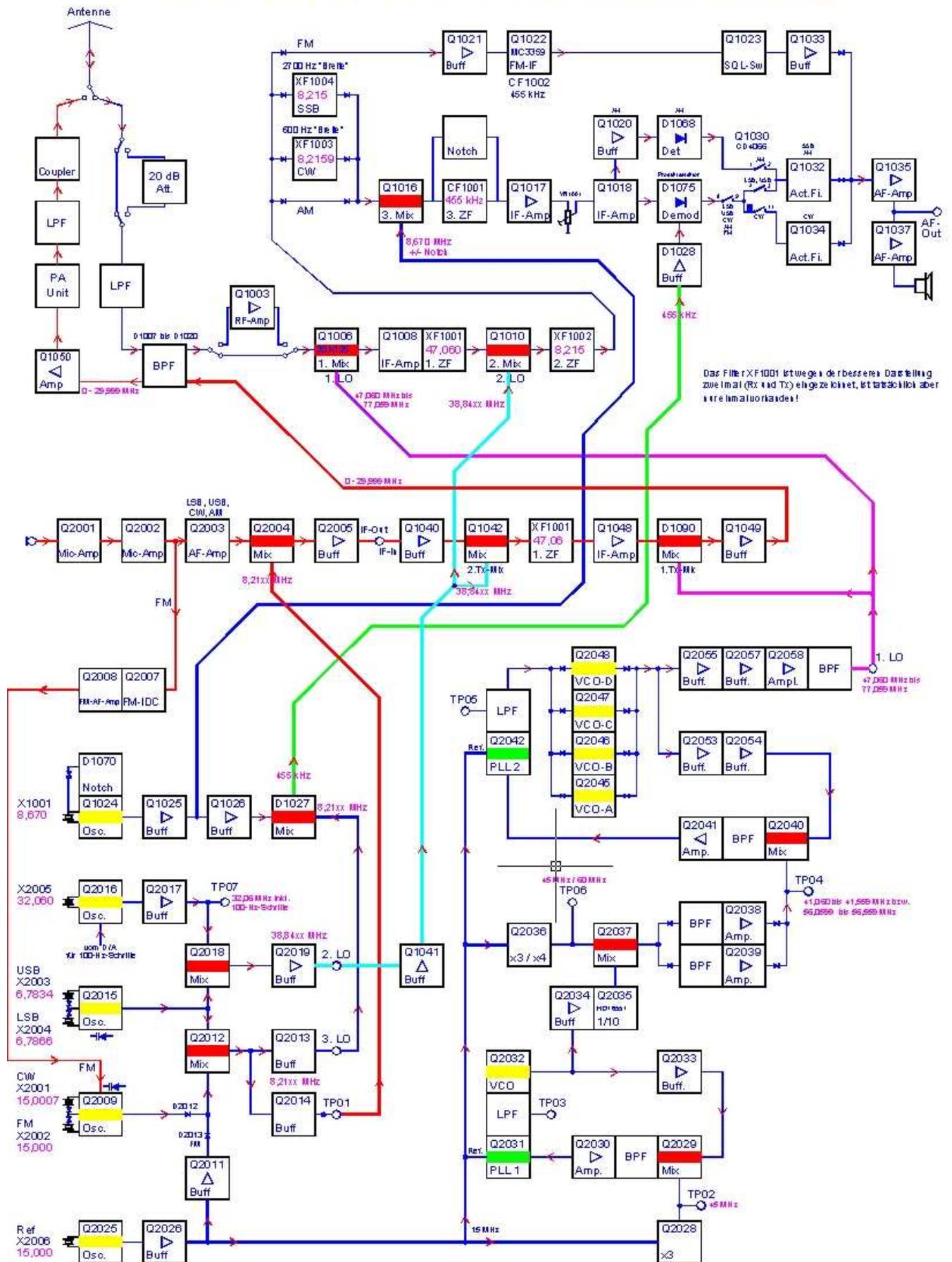
Einen sehr einfachen Einblick ergeben obenstehende Tabellen. Diese sagen aber noch nichts über die tatsächlichen Details aus.

Somit wurde bei der Gelegenheit von mir ein Frequenzaufbereitungsplan erstellt.

In verkleinerter Form findet er sich anschließend im Bericht. Das dient der schnelleren Übersicht.

Er wird aber auch in Form zweier DIN-A4-PDFs zum Download bereit stehen. Werden diese beiden A4-Seiten ausgedruckt und zusammengeklebt, hat man einen gut lesbaren Plan zur Hand.

Yaesu FT757GX II - Frequenzaufbereitung



Beschreibung des Frequenzaufbereitungs-Plans:

Dieser Plan dient nur der Übersicht über die Frequenzaufbereitung und ist deswegen nicht vollständig und auch nur schematisch dargestellt.

Die Dioden auf den Verbindungsleitungen sollen nur darstellen, dass hier mittels Schaltdioden umgeschaltet wird, die Pfeile stellen die Richtung des Signalfusses dar. Die eingezeichneten Kapazitätsdioden stellen dar, dass der jeweilige Oszillator zusätzlich mittels Kapazitätsdioden in seiner Frequenz verändert werden kann.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde das Filter XF1001 sowohl im Empfangs- als auch im Sendezweig eingezeichnet – es kommt tatsächlich nur einmal vor und wird mittels Schaltdioden in den jeweiligen Schaltungszweig eingebunden.

Die quadratischen Felder entsprechen denen des Blockschaltbildes. Die obere Bezeichnung (z.B. „Q1021“) entspricht ebenfalls der Bezeichnung der Baugruppe im Blockschaltbild. Sind in einer Baugruppe im Blockschaltbild zwei Bezeichnungen, z.B. Q1006 und Q1007, so ist aus Platzgründen nur die erste der Beiden eingetragen.

Zu bemerken ist auch, dass die vierstelligen Bezeichnungen des Blockschaltbildes (z.B. Q2017) so zu lesen sind, dass die vorderen zwei Ziffern den Plan definieren (In diesem Beispiel steht die „20“ für das „Local Unit Schematic Diagram“), und die „17“ für die Baugruppe „Q17“ in diesem Plan. Somit muss beachtet werden, dass es auch im „RF Unit Schematic Diagram“ eine Baugruppe „Q17“ gibt, welche im Blockschaltbild aber als „Q1017“ ausgewiesen ist. Auch mir ist es einige Male passiert, dass ich versehentlich „im falschen Plan unterwegs war“.

Die farbigen Streifen dienen der besseren und schnelleren Orientierung (rot --> Mischer, gelb --> Oszillatoren und VCOs, grün --> PLL).

Im linken unteren Bereich sind alle Quarzoszillatoren zusammengefasst.

Q2005 (15,000 MHz) ist der wesentliche Oszillator für die Frequenzerzeugung. Er ist unter anderem für beide PLLs die Referenzfrequenz. Ist dieser Oszillator nicht auf seine korrekte Frequenz eingestellt, sind praktisch sämtliche Frequenzen des Funkgerätes falsch.

Um hier Missverständnissen vorzubeugen sei erwähnt, dass die untersten 500 kHz offiziell nicht „vorhanden“ sind, das Gerät sich aber sehr wohl z.B. auf 400 kHz einstellen lässt, dort aber „für nichts mehr garantiert“ wird. Die Frequenzaufbereitung funktioniert auch in diesem Bereich. Deshalb sind die Frequenzen auch für diesen Bereich angeführt.

Die Oszillatoren:

Im Gerät befinden sich mehr als 5 Quarzoszillatoren mit insgesamt mehr als 7 Quarzen, da bei zwei der Oszillatoren jeweils zwischen zwei Quarzen mittels Schaltdioden umgeschaltet wird. Im Bereich der Frequenzaufbereitung sind dies 5 Oszillatoren bzw. 7 Quarze. Weitere Quarze dienen der Takterzeugung für die Mikroprozessoren, sind aber für diese Betrachtung nicht von Belang.

Der wichtigste Oszillator ist „**Q2025**“ mit dem Quarz „X2006“, Frequenz 15,000 MHz. Er dient unter anderem als Referenzfrequenz für beide PLLs. Zusätzlich werden seine 3- bzw. 4-fache Frequenz als Mischfrequenzen im Rückkoppelkreis der beiden PLLs verwendet. Auch für den FM-Zweig ist dieser Oszillator zuständig.

Die Oszillatoren **Q2009**, **Q2015**, **Q2016** und **Q1024** dienen der Erzeugung der Frequenzen für die diversen Mischer-Baugruppen.

Oszillator **Q2009** erzeugt je nach „eingeschaltetem“ Quarz einen 700-Hertz-Versatz für CW (Quarz 15,0007 MHz) und dient der FM-Modulation (Quarz 15,0000 MHz). Diese FM ist auch der Grund, warum es einen zweiten Quarz mit 15 MHz gibt, da der andere 15-MHz-Quarz nicht in der Frequenz variiert werden darf.

Q2015 ist an der Erzeugung der Frequenzen für den 2. LO und den 3. LO beteiligt. Quarzfrequenzen: X2003: 6,7834 MHz für USB und X2004: 6,7866 MHz für LSB laut Plan. Tatsächlich ist es aber so, dass dieser Oszillator für die Erzeugung von drei Frequenzen zuständig ist. Die dritte Frequenz wird durch Zuschaltung einer Kapazitätsdiode erreicht, deshalb auch das Schaltzeichen dieser Diode im Frequenzaufbereitungsplan. Genauer zu diesem Thema weiter unten.

Q2016 (Quarz X2005 - 32,060 MHz) ist an der Erzeugung der Frequenz für den 2. LO beteiligt. Außerdem werden über diesen Oszillator mittels Kapazitätsdiode die 100-Hz-Frequenzschritte erzeugt. Tatsächlich werden sogar noch kleinere Frequenzschritte erzeugt, was aber im Display des Gerätes nicht angezeigt werden kann.

Q1024 (Quarz X1001 - 8,670 MHz) erzeugt die Mischfrequenz für den 3. Mischer im Empfangszweig. Weiters ist er an der Erzeugung der Mischfrequenz für D1075 (Demodulator für SSB und CW, auch Produktdetektor genannt) beteiligt. Seine Frequenz kann mit dem „Notch“-Poti um ca. +/- 2,9 kHz variiert werden. Ist das Poti in Endstellung (Gegen-Uhrzeigersinn) eingerastet, liefert er seine Nenn-Frequenz.

Die PLL's:

Es gibt 2 PLLs, wobei die erste PLL (Q2031) für die Generierung der 1-kHz-Schritte zuständig ist, die zweite PLL (Q2042) deckt den gesamten Frequenzbereich ab. Beide PLLs arbeiten mit dem MC145157 von Motorola.

Erste PLL:

Der gesamte Frequenzbereich von 30 MHz wird in 60 Einzelbereiche à 500 kHz unterteilt. Innerhalb eines jeden dieser 60 Bereiche wird von der ersten PLL eine Frequenz zwischen 34,41 MHz und 39,40 MHz erzeugt. Jeweils am unteren Ende der 60 Einzelbereiche wird mit der Frequenz 39,40 MHz begonnen. Mit jedem 1-kHz-Schritt Richtung höherer Frequenz erzeugt die erste PLL eine um 10 kHz niedrigere Frequenz, bis nach 500 Schritten die unterste Frequenz von 34,41 MHz erreicht ist.

Diese Frequenzen werden dann mit 45 MHz gemischt (erzeugt durch den Frequenzverdrehfacher Q2028) und ergeben 5,60 MHz bis 10,59 MHz, welche dann der PLL-IC MC145157 mit der Referenzfrequenz 15 MHz vergleicht und damit den VCO Q2032 steuert.

Weiters werden die erzeugten Frequenzen nach dem Buffer Q2034 einem 1:10-Frequenzteiler zugeführt (Q2035) und dadurch auf 3,940 bis 3,441 MHz in 1-kHz-Schritten erzeugt.

Diese werden dem Mischer Q2037 zugeführt und mit entweder 45 MHz (0 bis 14,999 MHz) oder mit 60 MHz (14,500 MHz bis 29,999 MHz) gemischt. Dabei entstehen Frequenzen von 41,060 MHz bis 41,559 MHz (0 bis 14,999 MHz) und 56,060 bis 56,559 MHz (15,000 bis 29,999 MHz). Diese werden dann über getrennte Bandpassfilter und Verstärker (Q2038 bzw. Q2039) verstärkt und dem Mischer Q2040, welcher bereits zur zweiten PLL gehört, zugeführt. Außerdem können diese Frequenzen am Messpunkt 04 abgegriffen werden.

Zweite PLL:

Die zweite PLL Q2042 steuert je nach Frequenzbereich einen von vier VCOs an. Die von den VCOs erzeugte Frequenz ist um 47,060 MHz höher als die am Funkgerät eingestellte Frequenz. Diese 47,06 MHz sind identisch mit der Frequenz der ersten Zwischenfrequenz (1. ZF).

		VCO-Frequ.		f-in des PLL-IC	
VCO	Baugruppe	1.LO	Funk-Freq.	TP 04	Q2041
VCO-D max	Q2048	77,059 MHz	29,999 MHz	56,559 MHz	20,500 MHz
VCO-D min		68,560 MHz	21,500 MHz	56,060 MHz	12,500 MHz
VCO-C max	Q2047	68,559 MHz	21,499 MHz	56,559 MHz	12,000 MHz
VCO-C min		61,560 MHz	14,500 MHz	56,060 MHz	5,500 MHz
VCO-B max	Q2046	61,559 MHz	14,499 MHz	41,559 MHz	20,000 MHz
VCO-B min		54,560 MHz	7,500 MHz	41,060 MHz	13,500 MHz
VCO-A max	Q2045	54,559 MHz	7,499 MHz	41,559 MHz	13,000 MHz
VCO-A min		47,060 MHz	0,000 MHz	41,060 MHz	6,000 MHz

Obenstehende kleine Tabelle verdeutlicht, warum es eine Verdrei- bzw. Vervielfachung der 15 MHz gibt. Der Grund ist dass der PLL-IC MC145157 für keine höheren Frequen-

zen am f-Eingang spezifiziert ist. Somit bleibt man mit diesem „Kunstgriff“ unterhalb 20,5 MHz, was genau genommen die Spezifikation des IC´s bereits überschreitet. Die erzeugte Frequenz wird über die Baugruppen Q2055, Q2057 und Q2058 ausgekoppelt und verstärkt und steht dann nach dem Durchlaufen eines Bandpasses als 1. LO zur Verfügung. Dieser wird im Empfangsfall dem ersten Mischer zugeführt, im Sendefall dem letzten (dritten) Mischer.

Weiterführende Info zu PLLs:

Wer sich genauer für die Funktion einer PLL interessiert findet hierzu unter

www.oe5.oevsv.at/technik/baugruppen/d-netz

den Bericht über „SRD4000B aus der Motorola-Transceiver-Kassette SLF3710A“

Hier wird unter anderem auch detailliert beschrieben, wie so ein PLL-Baustein programmiert werden kann.

Empfangszweig:

Im Empfangszweig werden je nach Modulationsart unterschiedliche Baugruppen durchlaufen. Außerdem werden von den Oszillatoren zum Teil unterschiedliche Frequenzen erzeugt. Dies wird in den folgenden Frequenzangaben mit „ca.-Angaben“ berücksichtigt. Welche genauen Frequenzen verwendet werden wird in einem anschließenden Kapitel erläutert.

Der Empfangszweig führt nach dem Rx-/Tx-Umschalter entweder direkt oder über den wahlweise zuschaltbaren 20-dB-Abschwächer und einem Tiefpassfilter zum Bandpassfilter. Dieses wird sowohl empfangs- als auch sendeseitig verwendet. Die Umschaltung erfolgt mittels Schaltdioden (nicht eingezeichnet).

Anschließend gelangt das Empfangssignal direkt oder über einen wahlweise zuschaltbaren 20-dB-Vorverstärker (Q1003) an die erste Mischstufe (Q1006). Hier wird das Empfangssignal mit dem Signal vom „1. Local-Oscillator“ (1.LO) gemischt und anschließend im ZF-Verstärker Q1008 (47,060 MHz) verstärkt.

Nach dem Passieren des 1. ZF-Filters (XF1001 - 47,06 MHz) folgt die 2. Mischstufe Q1010, wo das Signal mit dem 2.LO von ca. 38,84 MHz heruntergemischt wird.

Die Angabe „ca. 38,84 MHz“ ist deswegen, weil je nach Modulationsart die Frequenzen unterschiedlich sind. Dies trifft auch noch auf weitere Baugruppen zu.

Nach dem Passieren des Filters XF1002 mit rund 7 kHz Bandbreite spaltet sich der weitere Signalverlauf in vier unterschiedliche Wege auf.

AM:

3. Mischer im Empfangszweig. Das Signal mit 8,215 MHz wird mit 8,67 MHz von Oszillator Q1024 gemischt und durchläuft das Keramikfilter CF1001 (455 kHz). Das alternative Notch-Filter wird hier außer Acht gelassen. Nach der Verstärkung in Q1017 und Q2018 splittet sich der Weg des Signals wiederum.

Bei AM wird der Buffer Q1020 durchlaufen und in D1068 demoduliert.

Der CMOS-Schalter Q1030 (CD4066) übergibt das Signal an das Filter Q1032 und danach treffen sich wieder die Wege aller Modulationsarten.

Es folgt die NF-Verstärkung in Q1035 und Q1037 und danach wird die NF mittels Lautsprecher dem menschlichen Ohr übergeben.

SSB (LSB und USB) und CW-w:

Bei SSB- und CW-w-Empfang durchläuft das Signal nach dem breitbandigen Filter XF1002 das schmalbandigere Filter XF1004 (Bandbreite 2700 Hz).

Danach wieder derselbe Weg wie bei AM: Mischer Q1016, Filter CF1001, Q1017 und Q1018.

Danach wird das Signal aber an den Produktdetektor D1075 übergeben, welcher eigentlich auch nur ein Mischer ist, aber mit dem Unterschied, dass das Ausgangssignal bereits die NF ist.

Gemischt wird mit einer Frequenz von rund 455 kHz, welche aber abhängig von der Modulationsart unterschiedlich ist. Es wird durch Mischen der Signale von Q2015 (ca. 6,78 MHz) und Q2025 (15 MHz) die eine Frequenz von ca. 8,21 MHz (3. LO) erzeugt, diese wird mit 8,67 MHz von Q1024 auf die angegebenen rund 455 kHz heruntergemischt und dem Produktdetektor D1075 zugeführt.

Danach wird über den CMOS-Schalter Q1030 und über das Filter Q1034 an den NF-Verstärker übergeben. Der weitere Weg wieder wie bei AM: Q1035, Q1037 und Lautsprecher.

CW-n (CW-narrow bzw. Schmalbandtelegrafie):

Bei CW-narrow durchläuft das Signal anstatt des Filters XF1004 das mit 600 Hz Bandbreite schmalere Filter XF1003. Zu beachten ist hier, dass dieses Filter eine abweichende Mittenfrequenz von 8,2159 MHz statt 8,2150 MHz besitzt. Nähere Erklärungen hierzu in einem späteren Kapitel. Der weitere Weg des Signals ist wie bei SSB aber mit abweichenden Frequenzen.

FM:

Bei FM wird nach dem Filter XF1002 ein komplett anderer Weg eingeschlagen. Er führt über den Buffer Q1021 direkt zur Baugruppe Q1022 mit dem IC MC3359. Dieser übernimmt die ZF-Verstärkung und die FM-Demodulation und übergibt das Signal nach Q1023 und Q1033 an die NF-Baugruppen Q1035, Q1037 und den Lautsprecher.

Sendezweig:

Der Sendezweig teilt sich nach der Verstärkung der NF vom Mikrofon (Q2001 und Q2002) in den FM- und AM-SSB-CW-Bereich.

Der AM-SSB-CW-Bereich besteht nur aus dem Verstärker Q2003.

Bei FM wird die weiter verstärkte NF (Q2007, Q2008) als Modulationsspannung dem Oszillator Q2009 zugeführt und mittels Kapazitätsdiode als Frequenzmodulation der Oszillatorfrequenz von 15,000 MHz aufgeprägt. Danach werden diese 15 MHz in Q2012 mit 6,78 MHz auf 8,21 MHz heruntergemischt und via Q2014 an Q2004 weitergeleitet. Dort trifft sich der FM-Zweig wieder mit dem AM-Zweig. Zu beachten ist, dass es sich hier um den Oszillator Q2009 mit dem Quarz X2002 handelt und nicht um den Oszillator X2006 mit dem Quarz X2006, welcher der Referenzoszillator ist und in der Frequenz variiert werden darf! Beide Quarze schwingen mit 15,0000 MHz!

Anschließend folgen die Buffer Q2005 und Q1040. Danach wird das Signal in Q1042 mit dem 2. LO (38,84 MHz) auf 47,06 MHz hinaufgemischt und durchläuft das Filter XF1001, welches auch im Empfangsfall verwendet wird. Aus Gründen der besseren Übersicht ist dieses Filter sowohl im Empfangs- als auch im Sendezweig eingezeichnet, obwohl es tatsächlich nur ein mal vorhanden ist und mittels Schaltdioden in den jeweiligen Zweig geschaltet wird.

Nach einer weiteren Verstärkung im Buffer Q1090 wird das Sendesignal ein letztes Mal gemischt, und zwar in D1090 mit dem 1. LO (47,060 bis 77,059 MHz) auf die tatsächliche Sendefrequenz von 0 – 29,999 MHz.

Anschließend wird das Signal im Buffer Q1049 verstärkt, durchläuft das auch im Empfangsfall verwendete Bandfilter und gelangt via Verstärker Q1050 in die Endstufe. Danach folgt noch ein Tiefpassfilter und der Richtkoppler für die Vor- und Rücklaufleistungs-Messung. Mit der Sende- / Empfangsumschaltung ist dann das Ende des Sendezweiges erreicht und das Signal wird über die Antenne abgestrahlt.

Detaillierte Erklärung der Aufbereitung der Frequenzen:

Die Abläufe in den PLLs wurden bereits in einem vorigen Kapitel erklärt. Nun wird unter anderem an Hand von Frequenztabellen versucht, die detaillierte Aufbereitung der Frequenzen in diesem Funkgerät zu erklären.

AM:

In der linken Tabelle sind die mathematischen Zusammenhänge der Frequenzen angeführt.

Im rechten Teil werden durch die Bögen die Abhängigkeiten der Frequenzen dargestellt. Genau genommen ist die Empfangsfrequenz Rx eigentlich von 1. LO und 1. ZF abhängig, wurde aber hier wegen der besseren Darstellung anders herum angegeben. Wesentlich ist, dass man hier sehr einfach optisch erfassen kann, wie die Frequenzen durch Mischung erzeugt werden.

AM			AM		
Rx	14,0100	MHz		14,0100	Rx
1. LO	61,0700	MHz		61,0700	1. LO
1. LO - Rx =				47,0600	1. ZF
1. ZF	47,0600	MHz		47,0600	1. ZF
Q2016	32,0600	MHz		32,0600	Q2016
Q2015	6,7850	MHz		6,7850	Q2015
Q2016 + Q2015 =				38,8450	2. LO
2. LO	38,8450	MHz		38,8450	2. LO
1. ZF - 2. LO =				8,2150	2. ZF AM
2. ZF	8,2150	MHz		8,2150	2. ZF AM
Q1024 =	8,6700	MHz		8,6700	Q1024
Q1025 - 2. ZF =				0,4550	3. ZF
3. ZF	0,4550	MHz		0,4550	3. ZF
Demodulation					
NF					NF

LSB:

In dieser Tabelle sind wiederum die Abhängigkeiten der Frequenzen aufgeführt. Dass sich die NF mit 0 Hz ergibt ist deswegen, weil hier nur der theoretisch auftretende Fall eines SSB-Signals ohne Modulation dargestellt ist. Tatsächlich ist aber bei SSB der Träger unterdrückt, was aber für diese Darstellung unerheblich ist, da es hier nur auf die Abhängigkeiten der Frequenzen untereinander ankommt. Man kann aber auch sehr deutlich erkennen, dass die Abhängigkeiten bei SSB gegenüber AM bereits wesentlich vielfältiger und komplizierter sind.

LSB			
		14,0100	Rx
		61,0700	1. LO
		47,0600	1. ZF
		32,0600	Q2016
	fix	6,7866	Q2015
		38,8466	2. LO
		8,2134	2. ZF CWn
	fix	8,6700	Q1024
		0,4566	3. ZF
	fix	15,0000	Q2025
		8,2134	3. LO LSB
		0,4566	Demod-Osz.
		0 Hz	NF

Die zweite Tabelle zeigt die mathematischen Zusammenhänge. Hier ist auch dargestellt, welche Frequenzen sich bei fünf unterschiedlichen Modulations-Tönen ergeben. Abgesehen davon ist auch hier wieder die Darstellung „ohne Ton“ nur theoretischer Natur wie bereits bei der vorigen Tabelle erwähnt.

LSB	Gegenstation sendet auf Empfangsfrequenz tonmoduliert mit:						
	"unmoduliert"	500 Hz	1 kHz	1500 Hz	2 kHz	2500 Hz	
Rx	14,0100	14,0095	14,0090	14,0085	14,0080	14,0075	MHz
1. LO	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	MHz
1. LO - Rx =							
1. ZF	47,0600	47,0605	47,0610	47,0615	47,0620	47,0625	MHz
Q2016	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	MHz
Q2015	6,7866	6,7866	6,7866	6,7866	6,7866	6,7866	MHz
Q2016 + Q2015 =							
2. LO	38,8466	38,8466	38,8466	38,8466	38,8466	38,8466	MHz
1. ZF - 2. LO =							
2. ZF	8,2134	8,2139	8,2144	8,2149	8,2154	8,2159	MHz
Q1024 =	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	MHz
Q1025 - 2. ZF =							
3. ZF	0,4566	0,4561	0,4556	0,4551	0,4546	0,4541	MHz
Q2025 =	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	MHz
Q2025 - Q2015 =							
3. LO =	8,2134	8,2134	8,2134	8,2134	8,2134	8,2134	MHz
Q1024 - 3. LO =							
Osz.-Demod. =	0,4566	0,4566	0,4566	0,4566	0,4566	0,4566	MHz
Osz.-Demod. - 3. ZF =							
NF =	0	500	1000	1500	2000	2500	Hz

USB:

Für USB ist die Darstellung dieselbe wie für LSB, nur dass sich für das andere Seitenband die Frequenzen anders ergeben.



Auch für die zweite Tabelle gilt dasselbe.

USB	Gegenstation sendet auf Empfangsfrequenz tonmoduliert mit:						
	"unmoduliert"	500 Hz	1 kHz	1500 Hz	2 kHz	2500 Hz	
Rx	14,0100	14,0095	14,0090	14,0085	14,0080	14,0075	MHz
1. LO	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	MHz
1. LO - Rx =							
1. ZF	47,0600	47,0605	47,0610	47,0615	47,0620	47,0625	MHz
Q2016	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	MHz
Q2015	6,7834	6,7834	6,7834	6,7834	6,7834	6,7834	MHz
Q2016 + Q2015 =							
2. LO	38,8434	38,8434	38,8434	38,8434	38,8434	38,8434	MHz
1. ZF - 2. LO =							
2. ZF	8,2166	8,2171	8,2176	8,2181	8,2186	8,2191	MHz
Q1024 =	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	MHz
Q1025 - 2. ZF =							
3. ZF	0,4534	0,4529	0,4524	0,4519	0,4514	0,4509	MHz
Q2025 =	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	MHz
Q2025 - Q2015 =							
3. LO =	8,2166	8,2166	8,2166	8,2166	8,2166	8,2166	MHz
Q1024 - 3. LO =							
Osz.-Demod. =	0,4534	0,4534	0,4534	0,4534	0,4534	0,4534	MHz
Osz.-Demod. - 3. ZF =							
NF =	0	500	1000	1500	2000	2500	Hz

CW-narrow:

Für CW-n ergab sich ein ganz spezielles Problem. Nachdem ich den Abgleich der Oszillatoren „nach Anleitung“ durchgeführt hatte, funktionierten alle Modulationsarten (AM, FM, LSB, USB und CW-w) ausser CW-n.

Ich verbrachte viele Stunden damit, das Rätsel aufzuklären, kam aber zu dem Schluss, dass CW-n mit den für den Abgleich angegebenen Frequenzen nicht funktionieren kann.

In der Abgleichanleitung sind für den Punkt „J2008“, welcher der 3. LO ist, folgende Frequenzen einzustellen:

LSB mit TC2005 auf 8214,4 kHz
CW mit TC2004 auf 8215,9 kHz
USB mit VR2006 auf 8216,6 kHz

LSB und USB sind ok. Wird aber für CW (genau genommen ist hier nur CW-narrow gemeint) auf 8215,9 kHz abgeglichen, dann ergibt sich für die 2. ZF eine Frequenz von 8215,2 kHz. Diese liegt aber außerhalb des Filters XF1003. Dessen Spezifikation ist 8215,9 kHz und 600 Hz Bandbreite, was einen Frequenzbereich von 8215,6 kHz bis 8216,2 kHz ergibt. Damit können die sich ergebenden 8215,2 kHz niemals durch das Filter, da vom Durchlassbereich des Filters 400 Hz entfernt.

Nach viel Rechnerei und vielen Versuchen habe ich sozusagen das Pferd von hinten aufgezäumt und die Berechnung der Frequenzen von hinten nach vorne durchgeführt, und bin dabei auf eine für CW-w einzustellende Frequenz von 8216,6 kHz gekommen, welche gleich mit der Frequenz für USB ist. Als ich dann diese Frequenz eingestellt habe, funktionierte auch CW-n.

Sollte mir jemand nachweisen, dass meine hier aufgeführten Überlegungen falsch sind, bin ich gerne bereit, mir die Argumente dazu anzusehen – ich kann ja auch nicht ausschließen, dass mir doch irgendwo ein Fehler unterlaufen ist.

Detail am Rande:

Es ist zusätzlich etwas verwirrend, dass mit den angegebenen Reglern tatsächlich die Frequenz des Oszillators Q2015 mit den Quarzen X2003 (6783,4 kHz) und X2004 (6788,6 kHz) eingestellt wird, gemessen aber die durch Mischung mit Q2025 (SSB, 15000,0 kHz) bzw. Q2009 (CW-n, 15000,9 kHz) sich ergebende Frequenz von 8,21 MHz wird. Siehe dazu darunter liegende Tabelle der Abhängigkeiten.

In den beiden Tabellen darunter links die Frequenzen, welche sich laut meiner Berechnung ergeben haben, rechts die Darstellung, welche sich laut Abgleichanweisung ergibt.

CW-n		CW-n Laut Abgleichanleitung:	
	14,0100 Rx		14,0100 Rx
	61,0700 1. LO		61,0700 1. LO
	47,0600 1. ZF		47,0600 1. ZF
fix	32,0600 O2016	fix	32,0600 O2016
	6,7841 O2015		6,7848 O2015
	38,8441 2. LO		38,8448 2. LO
	8,2159 2. ZF CW-n		8,2152 2. ZF CW-n
fix	8,6700 O1024	fix	8,6700 O1024
	0,4541 3. ZF		0,4548 3. ZF
fix	15,0007 O2009	fix	15,0007 O2009
	8,2166 3. LO CWn		8,2159 3. LO CWn
	0,4534 Demod-Osz.		0,4541 Demod-Osz.
	700 Hz NF		700 Hz NF

Diese Tabelle zeigt die Berechnung der Frequenzen. 0 Hz ist hier nur symbolisch gemeint, da bei CW gar nicht moduliert wird. Es soll nur ausgedrückt werden, dass die Gegenstation mit 0 Hz Abweichung empfangen wird. In den Spalten rechts davon ist dargestellt, wie sich die Frequenzen verhalten, wenn die Gegenstation mit einem Frequenzversatz empfangen wird.

CW-n	Gegenstation sendet auf tieferer bzw. höherer Frequenz:						
	0 Hz	-200 Hz	-100 Hz	0 Hz	+100 Hz	+200 Hz	
Rx	14,0100	14,0098	14,0099	14,0100	14,0101	14,0102	MHz
1. LO	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	61,0700	MHz
1. LO - Rx =							
1. ZF	47,0600	47,0602	47,0601	47,0600	47,0599	47,0598	MHz
Q2016	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	32,0600	MHz
Q2015	6,7841	6,7841	6,7841	6,7841	6,7841	6,7841	MHz
Q2016 + Q2015 =							
2. LO	38,8441	38,8441	38,8441	38,8441	38,8441	38,8441	MHz
1. ZF - 2. LO =							
2. ZF CW-n	8,2159	8,2161	8,2160	8,2159	8,2158	8,2157	MHz
Q1024 =	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	8,6700	MHz
Q1025 - 2. ZF =							
3. ZF	0,4541	0,4539	0,4540	0,4541	0,4542	0,4543	MHz
Q2009 =	15,0007	15,0007	15,0007	15,0007	15,0007	15,0007	MHz
Q2025 - Q2015 =							
3. LO =	8,2166	8,2166	8,2166	8,2166	8,2166	8,2166	MHz
Q1024 - 3. LO =							
Osz.-Demod. =	0,4534	0,4534	0,4534	0,4534	0,4534	0,4534	MHz
Osz.-Demod. - 3. ZF =							
NF =	700	500	600	700	800	900	Hz

FM:

Für FM gelten eigentlich die selben Frequenzen wie für AM. Der Unterschied liegt eigentlich nur darin, dass für die 3. ZF im Unterschied zu AM die Baugruppe Q1022 mit dem eigenen Keramikfilter CF1002 (455 kHz) zuständig ist.

FM			FM		
Rx	14,0100	MHz	14,0100	Rx	
1. LO	61,0700	MHz	61,0700	1. LO	
1. LO - Rx =			47,0600	1. ZF	
1. ZF	47,0600	MHz	47,0600	1. ZF	
Q2016	32,0600	MHz	32,0600	Q2016	
Q2015	6,7850	MHz	6,7850	Q2015	
Q2016 + Q2015 =			38,8450	2. LO	
2. LO	38,8450	MHz	38,8450	2. LO	
1. ZF - 2. LO =			8,2150	2. ZF AM	
2. ZF	8,2150	MHz	8,2150	2. ZF AM	
Q1024 =	8,6700	MHz	8,6700	Q1024	
Q1025 - 2. ZF =			0,4550	3. ZF	
3. ZF	0,4550	MHz	0,4550	3. ZF	
Demodulation					
NF					NF

Zusätzliches zur Frequenzmischung bei SSB und CW:

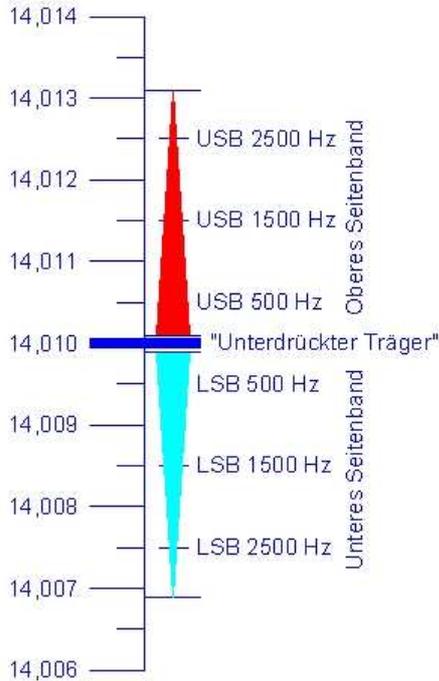
Werden zwei Frequenzen gemischt, entstehen klarerweise sowohl die additiven als auch die subtraktiven Produkte. Erst durch die anschließende Filterung werden die gewünschten Frequenzen erhalten.

Wie auf den nachfolgenden Zeichnungen zu ersehen ist, kann es dabei dazu kommen, dass bei SSB das obere und das untere Seitenband „vertauscht“ werden. Dies geschieht aber nur, wenn die umzusetzende Frequenz mit einer höheren Frequenz heruntergemischt wird. Bei den anderen 3 Möglichkeiten wird nicht vertauscht!

Das folgende Bild soll die Verhältnisse beim Empfang im FT757GXII verdeutlichen.

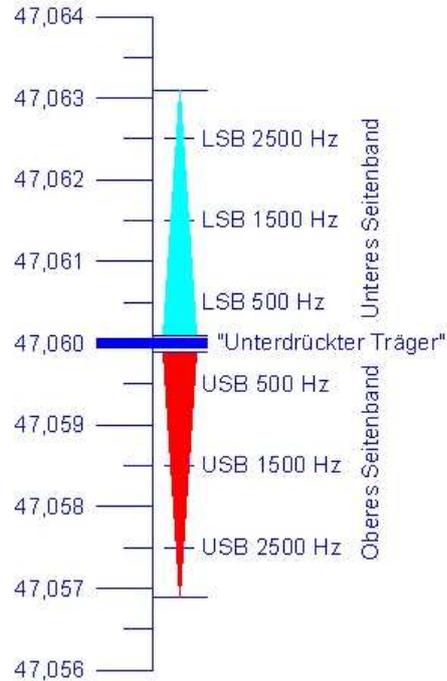
Empfangsfrequenz

Beispiel: 14,010 MHz



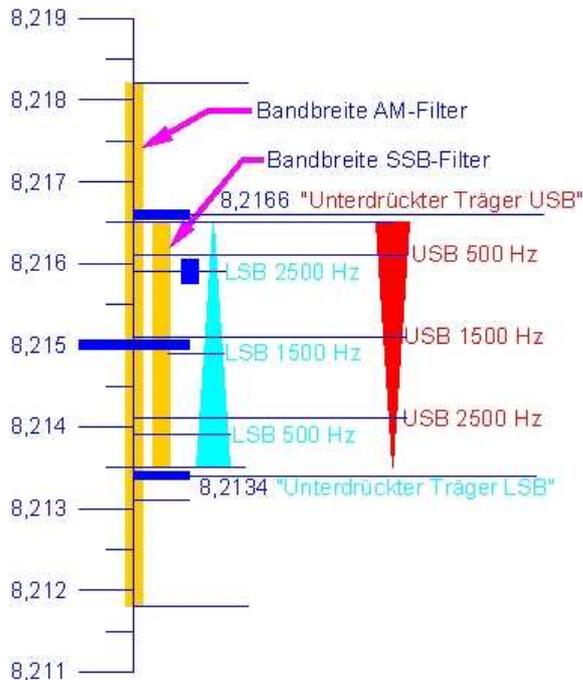
1. ZF (47,060 MHz)

1. LO - Empf.Frequenz



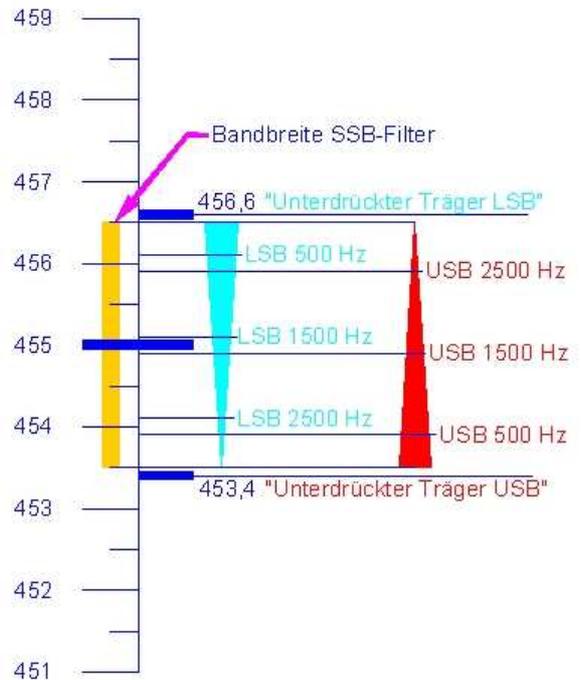
2. ZF (8,215 MHz)

1. ZF - 2. LO



3. ZF (455 kHz)

Produkt-detektor



Sende- und Empfangsfrequenzen bei CW, SSB, AM, FM:

Es gibt immer wieder mal Schwierigkeiten, auf welcher Frequenz tatsächlich gesendet bzw. empfangen wird.

Bei **AM** und **FM** ist das klar: Trägerfrequenz ist die Nennfrequenz (am Funkgerät eingestellte Frequenz). Das gilt natürlich für Tx und Rx. Wird das Signal moduliert, kommen noch die beiden Seitenbänder hinzu.

CW:

Wird gesendet, so „erscheint“ ein Träger auf der Nennfrequenz. Es gibt in dem Sinn keine Modulation des Trägers – „moduliert“ (die Informationsübertragung) geschieht durch „Träger ein – Träger aus“.

USB:

Wird nicht moduliert, gibt es auch kein Trägersignal, da ja genau dieser Träger (und das zweite Seitenband) unterdrückt wird.

Wird ein 1-kHz-Ton gesendet, so „erscheint“ ein Träger 1 kHz oberhalb der Nennfrequenz.

Wird ein 2-kHz-Ton gesendet, so „erscheint“ ein Träger 2 kHz oberhalb der Nennfrequenz.

Dieser scheinbare Träger ist aber jeweils nur ein Teil des in diesem Fall oberen Seitenbandes. Da in diesem Beispiel aber „nur ein Ton“ gesendet wird, sieht das gesendete Signal „wie ein Träger aus“.

LSB:

Kein Träger wie bei USB. Aber nun wird das untere Seitenband abgestrahlt.

Wird ein 1-kHz-Ton gesendet, so „erscheint“ ein Träger 1 kHz unterhalb der Nennfrequenz.

Wird ein 2-kHz-Ton gesendet, so „erscheint“ ein Träger 2 kHz unterhalb der Nennfrequenz.

Die eigentliche Reparatur:

Wie schon weiter oben beschrieben wurde als Erstes festgestellt, dass der Empfang zwar prinzipiell funktionierte, aber Stationen, welche auf einem anderen Gerät empfangen werden konnten, nicht hörbar waren.

Eine Überprüfung mit dem Messsender ergab dann relativ schnell, dass die Frequenzen um einige kHz verschoben waren. Also ging es an den Frequenzabgleich.

Begonnen wurde klarerweise mit dem Referenzoszillator Q2025, Quarz X2006, Nennfrequenz 15,0000 MHz.

Das Problem mit dem für den Frequenzzähler zu schwachen Signal und dessen Lösung mittels eines MMIC-Verstärkers wird in einem späteren Kapitel beschrieben.

Hier war das Problem zu lösen, dass sich der 30 Jahre alte Quarz nicht mehr auf seine Sollfrequenz ziehen ließ. Die Abhilfe bestand dann darin, dass der parallel zum Abgleichkondensator geschaltete 20-pF-Kondensator durch einen mit kleinerer Kapazität ersetzt werden musste. Der vorhandene 20-pF-Kondensator wurde einseitig abgezwickelt und weggedreht und nach ein paar Versuchen ein 2-pF-Kondensator bauteilseitig dazu gelötet. Das Dranlassen des Originalkondensators hat den Zweck, dass relativ einfach der Originalzustand wieder hergestellt hätte werden können. Außerdem musste bei dieser Vorgehensweise die Platine nicht ausgebaut und von der Lötseite her zugänglich gemacht werden. Danach wurde der Oszillator möglichst genau auf seine Sollfrequenz von 15,0000 MHz eingestellt.

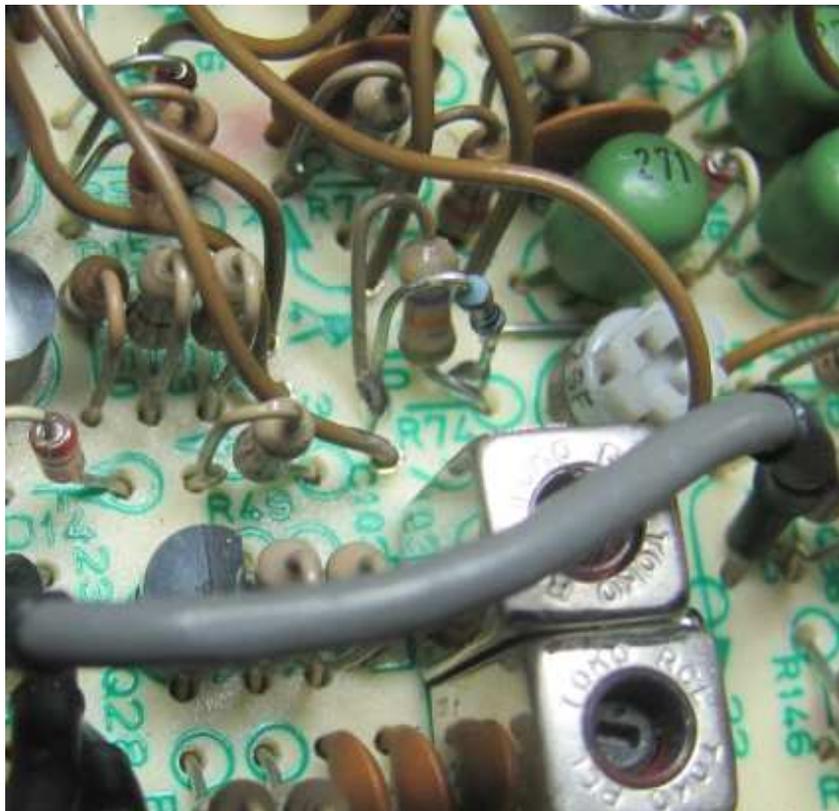
Auf dem Bild sieht man rechts neben dem Quarz den Abgleichkondensator und darüber den neuen grauen 2-pF-C. Links von diesem befindet sich der noch einseitig eingelötete braune Original-C mit schwarzer „Kappe“.



Bei den Quarzen X2001 bis X2004 war zum Teil eine komplette Entfernung des fixen Serienkondensators nötig, um auf die richtige Frequenz zu kommen.

Ein spezielles Problem ergab sich beim Oszillator „Q2015“. Hier sind nach Abgleichvorschrift nicht nur die beiden Quarze X2003 (8,2134 MHz) LSB und X2004 (8,2159 MHz) CW abzugleichen, sondern auch eine „dritte Frequenz“ (8,2166 MHz) für USB, welche über das Trimpoti VR2005 einzustellen ist. Das Poti war aber bereits auf Anschlag (ergab ca. 1,25 Volt). Eine genauere Betrachtung der Schaltung ergab, dass das 10-kOhm-Poti über einen Vorwiderstand von 47-kOhm gespeist wird. Eine Verringerung des Vorwiderstandes auf ca. 10-kOhm brachte den gewünschten Erfolg und die „dritte Frequenz“ konnte eingestellt werden. Zu diesem Zeitpunkt ahnte ich allerdings noch nicht, welche Probleme es mit diesem Oszillator noch geben sollte, aber das wurde weiter oben bereits ausreichend beschrieben.

Auf dem Bild kann man in der Mitte gut den kleinen parallel dazugelöteten Widerstand erkennen.



Der Oszillator „Q1026“ (X1001) hat laut Schaltplan kein Bauteil zur Abstimmung. Es stellte sich aber heraus, dass die Serien-Induktivität sehr wohl einen „Abgleichkern“ besitzt, mit welchem die exakte Frequenz eingestellt werden kann. Bei diesem Oszillator war keine Änderung der Bauteile nötig.

Überprüfung der erzeugten Frequenzen:

Um die im Gerät erzeugten Frequenzen überprüfen zu können und zusätzlich das Verständnis über das Gerät zu vertiefen, erstellte ich eine Excel-Tabelle, in welche ich diverse Frequenzen eintrug. Dabei stellte sich heraus, dass mit dem 1.LO – Signal etwas nicht stimmt. Am Spektrumanalysator konnte man sehen, dass das Signal manchmal sehr „unrein“ war und auch die Amplitude zum Teil sehr klein wurde. Speziell in den oberen Frequenzbereichen und da unter anderem bei eingestellten Empfangsfrequenzen um 23,120 MHz. Der Fehler war auch hörbar (1-kHz-Signal vom Messsender).

Da war zur Fehlersuche der mittlerweile bereits fertiggestellte Frequenz-aufbereitungsplan extrem hilfreich. Eine schnelle Überprüfung des Signals am Testpunkt TP-04 ergab, dass dieses Signal im Fehlerfall aber in Ordnung war.

Nun kam nicht mehr viel in Frage – im Prinzip nur mehr die zweite PLL. Mit Kältespray konnte die Ursache sehr bald eingegrenzt werden – die Ursache war der Mischer-IC „Q2040“, ein SN76514 von TI.

Der Fehler ließ sich oftmals reproduzieren, indem der IC mit Heißluft etwas angewärmt wurde. Eine anschließende Abkühlung mit ganz wenig Kältespray sorgte dann wieder für die korrekte Funktion des IC's.

Da ich diesen IC nicht vorrätig hatte, bestellte ich ihn kurzerhand in Hongkong.

Als der IC 11 Tage später bei mir eintraf, wollte ich den Fehler vor dem Tausch noch einmal reproduzieren. Interessanterweise gelang dies aber nicht mehr. Unterschiedlichste Versuche brachten den Fehler nicht wieder zum Vorschein – möglicherweise gibt es ja bei IC's auch so etwas wie bei Zahnarztbesuchen – wenn es so weit ist, tut es nicht mehr weh – hi.

Nach dem Prinzip „never change a running system“ beschloss ich, den IC vorerst nicht zu tauschen sondern auf Lager zu legen. Im Bedarfsfall kann er ja dann trotzdem relativ schnell gewechselt werden.

Dieser IC-Typ ist übrigens auch in der anderen PLL-Schaltung vorhanden.

Auf dem Foto ist in Bildmitte der besagte IC (SN76514N) deutlich zu sehen.



Skalenbeleuchtung:

Die Skalenbeleuchtung war in einem erbärmlichen Zustand, wie das untere linke Bild zeigt. Ein Ersatz der beiden Glühlämpchen durch LEDs zeigt den Erfolg im rechten unteren Bild. Die beiden LEDs stammen aus einem zerlegten LED-Streifen. Der Vorwiderstand von 150 Ohm auf dem LED-Streifen (gedacht für 12 Volt, 20 mA) wurde ergänzt um einen Widerstand von 47 Ohm, was den LEDs bei 13,5 Volt einen Strom von rund 23 mA beschert, was aber noch im Bereich der Toleranz ist. Sie leuchten nur ein bisschen heller als das Original mit 12 Volt. Da der LED-Streifen immer erst nach 3 LEDs teilbar ist, wurde die dritte LED einfach im Gerät belassen – sozusagen als Geräte-Innenbeleuchtung – hi.

Stromsparen ist an dieser Stelle zwar nicht wesentlich, trotzdem sei aber folgendes angemerkt. Die beiden Glühlämpchen verbrauchten bei 13,5 Volt 160 mA, was 2,16 Watt ergibt. Die 3 LEDs inklusive Vorwiderstand verbrauchen 0,31 Watt.



Zusätzlicher „Service“ am Funkgerät:

Die an der Frontplatte befindlichen vier Doppel-Poti (z.B. Mic und Drive) lassen sich manchmal nicht so betätigen, dass sich die zweite Achse nicht mitdreht. Das ist unter Umständen nicht nur lästig. Es wird üblicherweise durch verhartetes Fett oder Öl verursacht. In solchen Fällen bewährt sich, die Knöpfe abzumontieren und die Achsen ganz wenig zu ölen. Nach anschließender Montage der Drehknöpfe erwartet einen wieder eine ordentliche Bedienbarkeit des Gerätes.

Geringste mögliche Sendeleistung:

Da ich das Gerät speziell für WSPR-Aktivitäten angeschafft habe, war für mich die Leistungsregelung eine sehr wesentliche Eigenschaft des Gerätes.

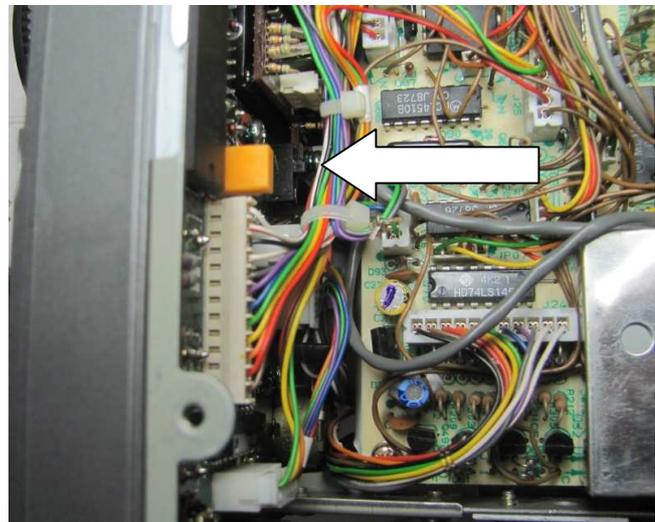
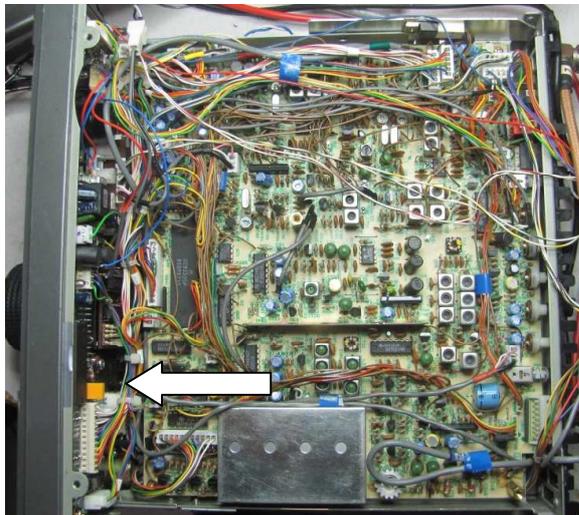
Messungen haben ergeben, dass sich die Sendeleistung mit dem „Drive-Poti“ auf unter 10 Milliwatt herunterregeln lässt (maximale Sendeleistung 100 Watt).

Bei FM wurden 48 μ Watt, bei CW 21 μ Watt gemessen.

Dies dürfte für alle Ansprüche bezüglich niedriger Leistung bei WSPR-Aktivitäten reichen.

„Freischalten“ des Gerätes:

Um das Gerät z.B. auch im zukünftig möglicherweise freigegebenen 60-m-Band auch „sendemässig“ betreiben zu können, muss das Gerät „freigeschaltet“ werden. Dies geschieht durch einen Umschalter. Allerdings ist dieser Schalter in den offiziellen Plänen nicht eingezeichnet und im Gerät sehr gut versteckt.



Im linken Bild sieht man das geöffnete Funkgerät von oben, Front links. Die Position des „Freischalt-Schalters“ ist unterhalb des orangenen Bauteils.

Auf dem rechten Bild eine vergrößerte Aufnahme. Man kann zwischen dem Pfeil und dem orangenen Bauteil den schwarzen Schalter erkennen. Position des Schiebeschalters hier auf dem Bild: Oben ist freigeschaltet, nach unten geschoben ist Originalzustand.

Achtung Falle: Kein Sendebetrieb möglich!

Nachdem ich das Gerät bereits wieder zusammengebaut und seinem vorläufigen Verwendungszweck zugeführt hatte, trat plötzlich ein „neuer Fehler“ auf: Senden war nicht möglich. Es leuchtete zwar die rote Sende-LED im Display auf, aber an der Antennenbuchse war keine HF feststellbar. Nach Überprüfung aller Einstellungen an der Frontseite des Gerätes kam ich zu dem Schluss, dass boshafter Weise ein neuer Fehler aufgetreten sein musste.

Bei der Suche nach dem Fehler stieß ich auf den Mischer Q1042 / Q1043. Beide „kommenden“ Signale (ZF mit 8,21 MHz und 2. LO mit 38,84 MHz) waren da, das Mischprodukt (47,06 MHz) war zwar nachweisbar, aber viel zu klein.

Da es im Empfangszweig einen sehr ähnlich aufgebauten Mischer gibt (Q1010 / Q1011), beschloss ich diesen für Vergleichsmessungen heran zu ziehen. Die Gleichspannungsmessungen an den beiden Transistoren ergaben, dass im Empfangsfall eine Spannung an den Gates von ca. 0,1 Volt zu messen war. Im Sendefall aber eine Spannung von -3,44 Volt auftrat.

Beim anderen Transistorenpaar war diese negative Spannung (hier -4,4 Volt) in beiden Fällen zu messen.

Die Ursachenforschung führte dann über Q1063 an den CMOS-Schalter Q1050. Hier war am Pin 9 des MC14011 ein „nicht korrektes High“ von ca. 1,5 Volt feststellbar, welches aber zumindest 5 Volt hätte betragen müssen, um einen Umschaltvorgang am Gatter zu bewirken.

Hier ergeben sich 5 mögliche Signalquellen als Fehlerursache. Q1059 und D1059 konnten ausgeschlossen werden und die beiden Dioden D1097 und D1098 waren in dem Gerät gar nicht vorhanden. Also blieb nur D110. Die Signalverfolgung führte dann zur Platine 2 (Local Unit) und auf dieser zur Baugruppe Q2073. Diese wird unter anderem vom „Linear-Switch“ angesteuert. Dieser kann von der Rückseite des Funkgerätes bedient werden und dient dazu, im Sendefall eine externe PA anzusteuern, ohne dass die interne PA mit angesteuert wird.

Beim Hantieren mit dem Gerät hatte ich anscheinend diesen Schalter betätigt ohne es zu bemerken. Es handelt sich hier um einen sogenannten „Drucktaster“. Dieser funktioniert wie ein Kugelschreiber, einmal drücken ist „EIN“, noch einmal drücken ist „AUS“. Ist er „gedrückt“ sieht man das nicht so ohne weiteres, da auch in diesem Fall die Tasterkappe noch einige Millimeter hervorsteht. Erst wenn man den Schalter dann noch einmal betätigt, merkt man, dass dieser „eingeschaltet“ war. Somit fällt einem die „falsche“ Schalterstellung bei normalem Hinsehen nicht auf. Deswegen in der Überschrift „Achtung Falle“.

Diese „Fehlerquelle“ ist sehr ärgerlich, da man z. B. beim Anheben des Gerätes diesen Schalter sehr leicht unabsichtlich betätigen kann. Damit mir das in Zukunft nicht mehr passieren kann habe ich den Schalter mechanisch blockiert.

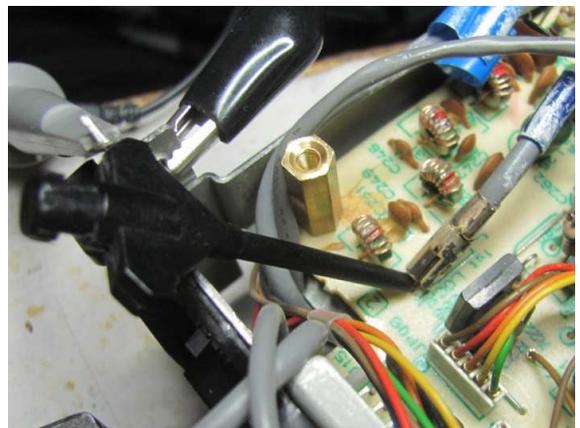
Schlecht erreichbare („schlecht anklemmbare“) Messpunkte:

Es kommt immer wieder bei Messungen in Geräten vor, dass der angepeilte Messpunkt schlecht erreichbar ist, weil z.B. extrem kurzes „Anschlussbeinchen“ eines Transistors oder ein einzelnes IC-Beinchen. Hier haben sich sogenannte „Mikroklemmen“ sehr bewährt. Mit solchen lassen sich Klemmverbindungen herstellen, welche aus unterschiedlichen Gründen (zu grob, zu schwer, etc.) mit z.B. normalen Oszilloskop-Tastköpfen nicht möglich sind. Wird so eine „Mikroklemme“ mit einem Anschlussdraht von ca. 1 cm Länge versehen, kann dann daran ein normaler Tastkopf angeklemmt werden.



Diese Klemmen sind so klein, dass man damit ein einzelnes IC-Beinchen „mittendrin“ anklemmen kann, ohne dass die benachbarten Beinchen berührt werden. Dies gilt aber nicht für den eigentlichen Anklemm-Vorgang. Dabei sollte unter Umständen die Stromversorgung des Gerätes abgeschaltet sein, da ungewöhnliche Kurzschlüsse ungewöhnliche Auswirkungen haben können.

Aus Erfahrung weiß ich, dass Rauch, welcher z.B. einem IC entwichen ist, so gut wie nie wieder zurück in den IC gebracht werden kann. Blöd ist in solchen Fällen dann, wenn man keinen Ersatz-IC zur Hand hat.



Auf diesen beiden Bildern ist die Anwendung der Mikroklemmen zu sehen.

In anderen Fällen kann es auch hilfreich sein, für die Messarbeiten an die gewünschte Stelle ein Stück Draht anzulöten. Man sollte aber nach Abschluss der Arbeiten nicht vergessen diesen wieder abzulöten.

Sollen Messungen an Kabeln durchgeführt werden, deren Enden nicht oder nur sehr schwer zugänglich sind, kann eine Stecknadel hilfreich sein, welche durch die Isolierung gestoßen wird. Gilt natürlich nur für einadrige Kabel. Da aber auch Stecknadeln oft nur eine relativ grobe Spitze haben, spitze ich solche auf einem Schleifbock zu. Diese sind dann auch für sehr dünne Kabel noch relativ gut verwendbar. Auch als „verlängerte Messspitze“ für Tastköpfe sind solche Nadeln gut verwendbar.

Problem: Signal für den Frequenzzähler zu schwach:

Um die Frequenz an bestimmten Punkten mit einem Frequenzzähler messen zu können, musste das Signal verstärkt werden. Deshalb wurde für diesen Zweck ein einfacher MMIC-Verstärker auf einer bereits „auf Lager liegenden“ Platine aufgebaut. Diese Platinen sind so gestaltet, dass MMICs inklusive zugehöriger (SMD)-Bauteile innerhalb von Minuten fertig aufgebaut werden können.

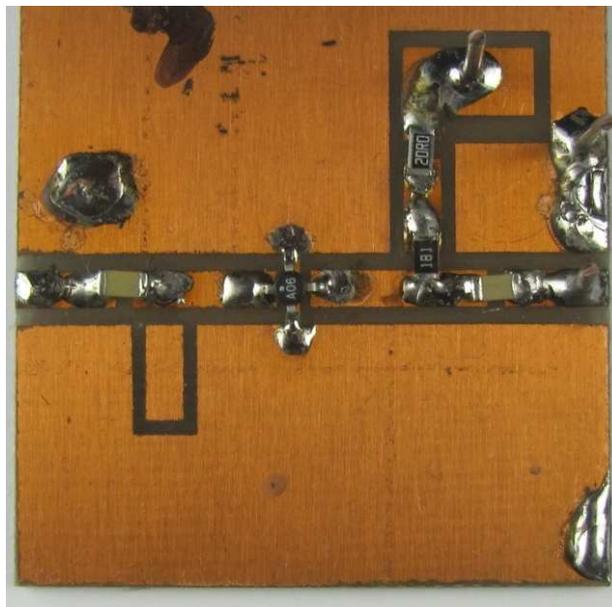
Die Auswahl des MMIC erfolgte nach zwei Kriterien:

1. Die Frequenz, welche verstärkt werden soll. Hier ist zu beachten dass sehr viele MMIC's erst ab 0,1 GHz spezifiziert sind, deshalb war es notwendig ein Exemplar auszusuchen, welches bereits am Besten ab DC (0 Hz) verstärkt.
2. Die Verstärkung sollte möglichst hoch sein.
3. Das MMIC sollte sich auch in meinem Besitz befinden.

Gefunden wurde der MSA-0686 (Marking-Code „A06“).

Dieser MMIC ist spezifiziert für DC – 0,8 GHz, Gain 18,5 dB.

Es hat sich im praktischen Einsatz als Messverstärker förderlich für den Einsatzzweck erwiesen, dass die Platine kurzerhand an einem Abschirmblech im Inneren des Funkgerätes mit der eigenen Masse-Fläche angelötet wurde (siehe auf dem Foto die beiden Lötstellen am rechten Rand). Die Verbindung zum Messpunkt wurde dann durch ein kurzes Stück Draht hergestellt (Lötstelle Mitte links). Der Frequenzzähler an der Stelle Mitte rechter Rand. Die Platine hat die Abmessungen 37,4 x 37,4 mm. Außer dem IC sind nur noch zwei Kondensatoren (eingangs- und ausgangsseitig), ein Widerstand und zwei Lötstützpunkte aufgelötet.



Später hat sich dann herausgestellt, dass die Frequenzmessungen mit dem Spektralanalysator auch ohne Messverstärker durchgeführt werden konnten, was die Messungen am Gerät sehr vereinfachte.

Schlusswort:

Warum schreibt man eigentlich so einen Bericht?

Ein Grund könnte sein, dass man anderen zeigen will, was man nicht alles kann. Aber um das zu erreichen wäre der Aufwand ziemlich hoch. Außerdem gibt es genügend andere, welche das noch weit besser können. Allerdings ist es aber eine gewisse Selbstbestätigung, wenn man so eine Reparatur erfolgreich zu Ende bringen konnte. Man hat einfach danach das gute Gefühl, wieder einmal etwas geschafft zu haben. Das allein wäre aber zu wenig.

Somit kommt die „soziale Ader“ ins Spiel. Wenn man schon einen großen Aufwand treibt („die Reparatur“), dann kann man ja den Aufwand gleich noch höher treiben („der Bericht“). Dann haben auch andere was davon. Speziell sollen „andere“ auch dazu ermutigt werden, eventuell selber mal so eine Reparatur in Angriff zu nehmen und aus „Schrott“ wieder ein brauchbares Gerät zu machen. Gerade in Zeiten der „Wegwerfgesellschaft“ kann man hier ein „gutes Zeichen“ setzen. Und genau für diejenigen soll dieser Bericht eine Unterstützung und Hilfe bieten. Aber auch für jene, welche sich nur ein Mal für das Innenleben eines solchen Gerätes interessieren. Und wer will schon nicht zu den „besser Informierten“ gehören.

Würde mich freuen wenn es viele OM's gäbe, denen dieser Bericht gefällt oder nutzt. Rückmeldungen via email sind willkommen.

Einen herzlichen Dank auch an diejenigen, welche mir geholfen haben, diesen Bericht mit möglichst wenig Fehlern und Unstimmigkeiten zu gestalten.

Viel Reparatur- und Informations-Spaß wünscht Euch

Erwin Hackl OE5VLL, email: erwin.hackl@pc-club.at

