

10GHz-Kompakttransverter

Auf Grundlage eines 10.5 GHz Transvertermoduls von Cambridge Broadband Networks soll ein kompakter Transverter für das 3 cm Amateurfunkband entstehen.

Analyse

Da keine oder nur teils fehlerhafte Dokumentation für das Modul vorhanden ist, wird es komplett analysiert. Die Baugruppe besteht aus zwei Platinen:

- IF/LO-Board: generiert alle nötigen Oszillatorsignale und konvertiert die im Bereich von 2.5..2.9 GHz liegende Zwischenfrequenzsignale auf niedrigere Frequenzen
- RF-Board: vervielfacht den Lokaloszillator und beinhaltet mit LNA und PA alle 10 GHz-Bauteile.

IF/LO-Board

Das IF/LO-Board ist in mehrere Quadrate unterteilt, die jeweils eine Funktionseinheit bilden. Am oberen Platinenrand befinden sich zwei Steckverbinder für die Empfangs- (J3) und Sendeseite(J5).



Alle Logiksignale sind mit Bustreibern (74VHCT541) gepuffert. Ein 3V-Regler(LM29415) versorgt den Empfangspfad und Teile des Sendepfads.

Steckverbinder

J3(RX):

Pin	Description	Pin	Description
1		2	
3	GND	4	GND

Pin	Description	Pin	Description
5	REF	6	REF
7	GND	8	GND
9	IF	10	IF
11	GND	12	GND
13	GND	14	GND
15		16	GND
17	SCK ADF4252B/SCK EEPROM	18	SDI ADF4252B/SDI EEPROM
19	GND	20	LE ADF4252B
21	CS IF EEPROM	22	GND
23	GND	24	RF Switch(U45A6)
25	GND	26	AD8370 CLK
27	AD8370 DAT	28	GND
29	AD8370 LE	30	1st IF Pad V1 (U45A7)
31	GND	32	TRV RX enable (U45A4)
33	1st IF Pad V2 (U45A5)	34	GND
35	RX PAD(U45A8)	36	
37	SDO EEPROM	38	MUXOUT(RX)
39	GND	40	GND
41	GND	42	VTemp
43	GND	44	GND
45	VIN	46	VIN
47	GND	48	GND
49		50	

Alle Pad-Signale sind für minimale Dämpfung auf High zu schalten. Das Signal 'RF-Switch' steuert zwei Schalter um ZF-Filter umzuschalten.

J5(TX):

Pin	Description	Pin	Description
1		2	
3	GND	4	GND
5	REF	6	REF
7	GND	8	GND
9	QP	10	QN
11	GND	12	GND
13	IP	14	IN
15	GND	16	GND
17	ADF SCK (U37A1)	18	ADF DAT (U37A2)
19	GND	20	4106 LE (U37A3)
21	CS RF EEPROM	22	GND
23	TRV ON/OFF	24	I/Q-Mod enable (U36A2)
25	GND	26	1dB Pad (U36A4)
27	2dB Pad (U36A5)	28	GND
29	8dB Pad (U36A7)	30	16dB Pad (U36A8)
31		32	31dB Pad (U36A1)

Pin	Description	Pin	Description
33	4dB Pad (U36A6)	34	GND
35		36	4360 LE (U37A4)
37		38	MUXOUT TX
39	TRV TX enable	40	TRV TX enable
41		42	TRV Temp
43	GND	44	GND
45	+8V	46	+8V
47	GND	48	GND
49	V-	50	V+

J6(TRV):

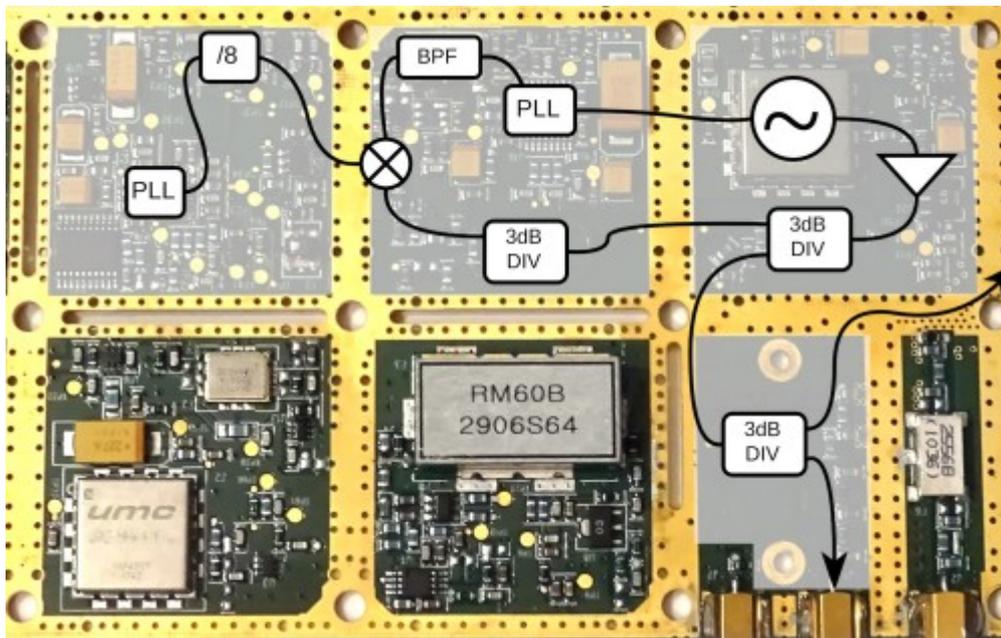
Pin	Description	Pin	Description
1	V-	2	V+
3	GND	4	GND
5	+8V	6	+8V
7	GND	8	GND
9	TRV ON/OFF	10	TRV RX enable
11	TRV Temp	12	TRV TX enable
13	GND	14	
15	DI EEPROM	16	SCK EEPROM
17	CS EEPROM	18	
19	TRV TX enable	20	

Oszillatoraufbereitung

Das RFLO-Signal für den TX-Modulator und den 10GHz-Teil wird mit einer Offset-PLL generiert. Mit einer integrierten VCO/PLL-Kombination und anschließendem /8-Teiler kann ein Signal im Bereich von ca. 256 MHz bis 306 MHz generiert werden. Dieses wird mit dem VCO-Signal gemischt und anschließend bandpassgefiltert. Das so entstandene Zwischensignal dient als Rückkopplungssignal für die Hautp-PLL. Die VCO-Frequenz ergibt sich dann zu $f_{out} = f_{offset} + f_{main}$ mit $f_{main} = 2250 \dots 2270 \text{ MHz}$ und $f_{offset} = 256 \dots 306 \text{ MHz}$.

- VCO/PLL: ADF4360-1
- Teiler: HMC434
- PLL: ADF4106
- VCO: UMC UMV-2550-R16-G

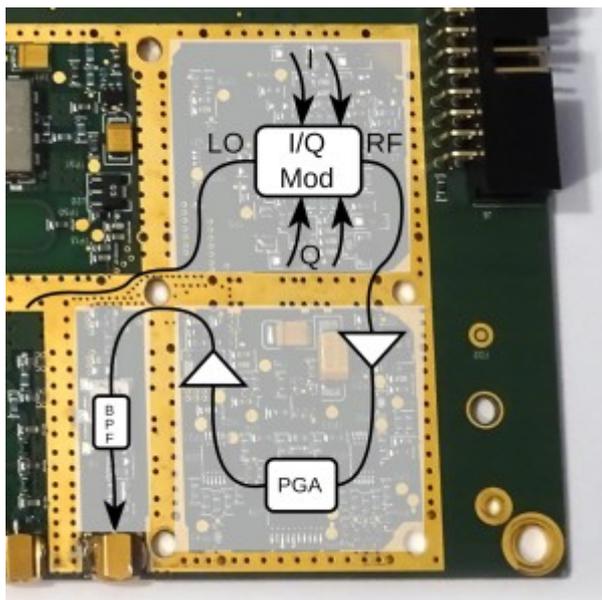
Die beiden MUXOUT-Signale der PLLs sind und-verknüpft per 'MUXOUT TX'-Signal zur Lock-Detektion verfügbar.



Sendezweig

Der Sender basiert auf einem HMC495 als Quadraturmodulator, dessen differenziellen I/Q-Signale werden mit ca. 12 MHz Grenzfrequenz tiefpassgefiltert werden. Der Modulator-Oszillator ist der RF LO, somit ergibt sich die Sende-Frequenz immer zur vierfachen LO-Frequenz. Das Ausgangssignal durchläuft im nächsten Quadrat eine Kombination aus Verstärkern und einstellbaren Dämpfungsgliedern (PGA) zur Einstellung des ZF-Pegels. Danach wird es noch bandpassgefiltert und ist dann an der MMCX-Buchse verfügbar. Durch den Bandpass ist eine ZF-Frequenz im Bereich zwischen 2510 MHz und 2590 MHz möglich.

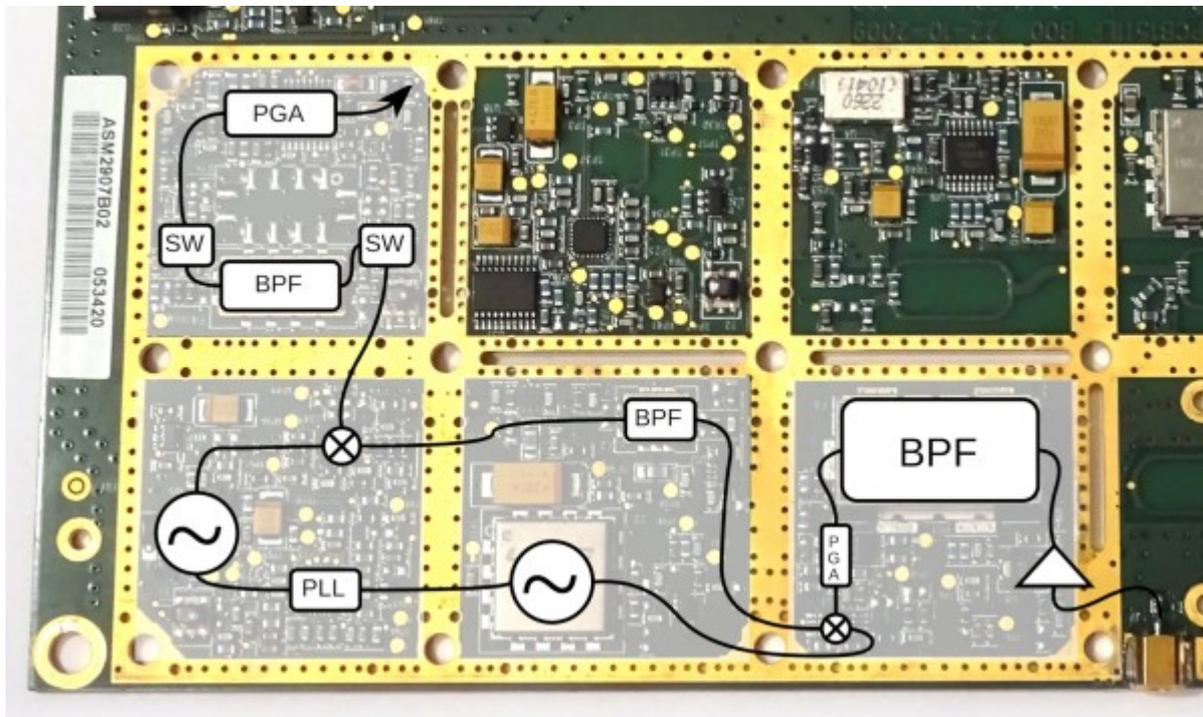
Die Versorgungsspannung des Modulators und des PGAs, als auch die Dämpfungsglieder sind schaltbar.



Empfangszweig

Das Eingangssignal wird verstärkt, bandpassgefiltert, einstellbar gedämpft(PGA) und auf eine zweite Zwischenfrequenz konvertiert. Dies geschieht ein zweites Mal und die dritte Zwischenfrequenz durchläuft zusätzlich verschiedene einstellbare Verstärkerstufen und ist als differentielles 'IF'-Signal verfügbar.

- 1. ZF: 2886 bis 2946 MHz
- 2. ZF: 319 bis 334 MHz
- 3. ZF: 70 MHz



RF-Board



Steckverbinder J2:

Pin	Description	Pin	Description
1	V-	2	V+
3	GND	4	GND
5	+8V	6	+8V
7	GND	8	GND
9	TRV ON/OFF	10	First Stage LNA enable
11	TRV Temp	12	PA Driver Enable
13	Second Stage LNA enable	14	
15	DI EEPROM	16	SCK EEPROM
17	CS EEPROM	18	
19	TX Gain Block enable	20	

Verwendung im 3cm-Band

Das SSB-Aktivitätszentrum im 3cm-Band ist im Bereich von 10368 bis 10369 MHz. Durch die Beschränkungen der verwendeten Bauteile kommt nur eine TRX-seitige Zwischenfrequenz von 50 MHz in Frage.

Frequenzplan

- TRX ZF 50 .. 51 MHz
- RF 10368 .. 10369 MHz
- TX:
 - ZF $2579.5 + 50..51 = 2629.5..2630.5$ MHz
 - RF LO $2579.5*3 = 7738.5$ MHz
 - Main LO PLL 2260 MHz
 - Offset LO PLL 2556 MHz
- RX:
 - 1. ZF 2886..2887 MHz
 - RF LO $2494*3 = 7482$ MHz
 - Main LO PLL 2260 MHz
 - Offset LO PLL 1872 MHz
 - 2. ZF 320..321 MHz
 - 2. LO 2566 MHz
 - 3. ZF 50..51 MHz
 - 3. LO 270 MHz

Modifikationen

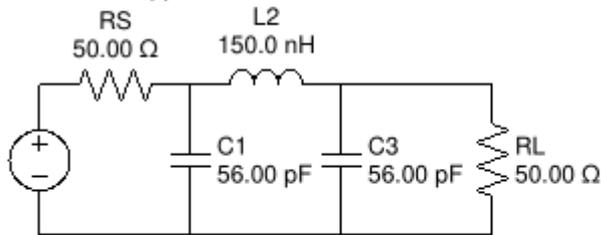
RX

Für die angestrebte Zwischenfrequenz muss das 3. ZF-Filter ersetzt werden. Als ZF-Filter wird ein Tiefpass 3. Ordnung verwendet, da später das schmalbandige Eingangsfiler des Transceivers folgt für weitere Selektion.

3rd Order Chebyshev Lowpass

Cutoff Frequency = 61.00 MHz

Passband Ripple = 0.1 dB

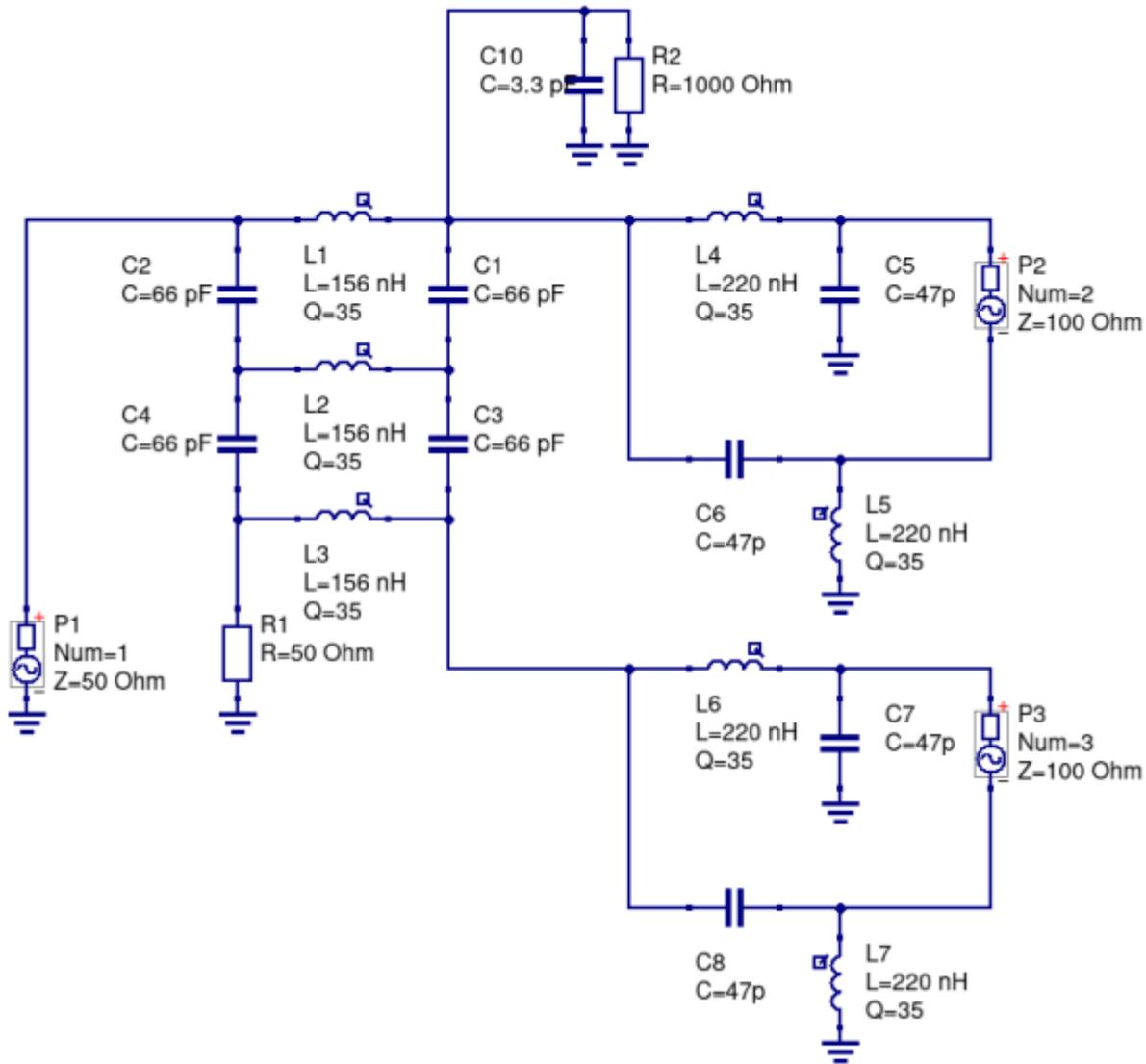


rf-tools.com | Sep 08, 2021

TX

Der TX-Modulator wird als Image Reject-Mixer konfiguriert. Der I/Q-Modulator hat differentielle I/Q-Eingänge. Vor den I/Q-Eingängen gibt es ein differentielles Filter, das mit einem 60 MHz Tiefpass ersetzt wurde. Die Eingänge benötigen eine DC-Beschaltung für den Arbeitspunkt (470 Ohm gegen Masse) und zur Trägerkompensation (10 kOhm Poti zwischen den differentiellen Signalen und Masse) sowie ein Quadraturhybrid um den I/Q-Modulator als Upconverter zu benutzen. Dafür wird vor den I/Q-Modulator ein LC-Balun und LC-Hybrid für $f_0=50$ MHz geschaltet. Für den LC-Hybrid gilt: $L = \frac{Z_0}{2 \pi \cdot f_0}$; $C = \frac{1}{Z_0 \cdot 2 \pi \cdot f_0}$.

Der LC-Balun transformiert von einem unsymmetrischen Signal (Z_{unbal}) in ein symmetrisches Signal (Z_{bal}). Es gilt: $Z_c = \sqrt{Z_{\text{bal}} \cdot Z_{\text{unbal}}}$; $\omega = 2 \pi \cdot f_0$; $L = \frac{Z_c}{\omega}$; $C = \frac{1}{\omega \cdot Z_c}$.



R2 und C10 dienen zur Amplituden- und Phasenkorrektur für maximale Seitenbandunterdrückung. Am Prototypen wurden mit dieser Beschaltung 50 dB Unterdrückung erreicht.

Die nötige ZF von 2630 MHz ist mit dem eingebauten leider nicht realisierbar, deswegen muss die Filterung extern erfolgen, da kein passender Ersatz gefunden werden konnte. Ein Pipecap-Filter mit 28 mm Pipecap unterdrückt alle Seitenbandsignale effektiv auf weniger als -60 dBc.

RF

Der 48 V-DC/DC-Wandler wird ausgelötet um die nötigen 7V extern zuzuführen.

Prototyp

Mit den erlangten Wissen aus der Analyse und den notwendigen Modifikationen für die Verwendung im 3 cm-Band ist ein Kompakttransverter als Prototyp entstanden.

Dazu wurden folgende Bauteile hinzugefügt:

- TX-ZF-Platine mit Hybridkoppler und Balun
- RX/TX-Referenzplatine zur Verteilung der 10 MHz-Referenz
- MCU-Board für PLL-Programmierung und Sequencing
- Adapterplatinen für Signalrouting
- Stromversorgung aus einem LM2596-Modul gefolgt von zwei Linearreglern(LT3080/LT3083) für 6.5V und 7V
- ZF-Umschaltung mit Relais und Dämpfungsglied im TX-Zweig
- 10 GHz-Umschaltrelais



- Software

10g_cambridge.zip

From:

<http://loetlabor-jena.de/> - **Lötlabor Jena**

Permanent link:

<http://loetlabor-jena.de/doku.php?id=projekte:3cmcompacttrv:reversing>

Last update: **2022/03/20 11:27**

