

Linearbetrieb im neuen Band

Ein 134-GHz-Transverter für SSB

Philipp Prinz, DL2AM

In den letzten 14 Jahren wurden von mir in der CQ DL Bauanleitungen für Funkanwendungen von 23 cm bis 241 GHz veröffentlicht. Da fehlt nur noch das neu dazugekommene 134-GHz-Band.



Zur Person

Philipp Prinz, DL2AM
Jahrgang 1939, Amateurfunkgenehmigung seit 1967
Ausbildung als technischer Zeichner, Mechanikermeister, Pädagogik für Lehrlingsausbildung, Refa-Ausbildung, seit 1980 Modultechnik, Herstellung und Vertrieb von Linears bis 2003

Anschrift:
Riedweg 12
88299 Leutkirch
prinz.dl2am@t-online.de
www.dl2am.de

Jürgen, DCØDA, hat in [1] einen 134-GHz-Empfänger und separaten Sender beschrieben. Dieses Konzept hat mir keine Ruhe gelassen, da ich gerne ähnliche Verhältnisse haben wollte wie bei meinem bereits beschriebenen 122-GHz-Transverter, um dann auch auf 134 GHz ein Zweiwege-SSB-QSO machen zu können. Meine Überlegung war nicht so einfach, denn es war hier ein Verstärker für 44,9 GHz mit einer Leistung von minimal 180 mW erforderlich, wobei mit höheren Kosten zu rechnen ist. Ich fragte Armando, I3OPW, ob er mir einen solchen Verstärker mit einem vorgeschalteten Vervierfacher dieser Frequenz anfertigen kann.

Schnell bekam ich eine Zusage (**Bild 1**). Mit Michael, DB6NT, besprach ich, welche Frequenz wir dazu verwenden sollen. Wir einigten uns auf 134,928 GHz.

Mein Frequenzkonzept

Nun hatte ich mein ganzes Konzept vor Augen (**Bild 2**): $LO\ 11,232\ GHz \times 4 = 44,928\ GHz$ (180 mW) $\times 3 = 134,784\ GHz$ $+ 144\ MHz\ ZF = 134,928\ GHz$,

Oberwellen-Mixer für Senden und Empfang.

Ich wollte die von mir bereits früher verwendeten DL2AM-Mixer-Gehäuse sowie die DB6NT-PCB Nr. 47 [2] für 122 GHz nehmen (**Bild 3**). Auch musste ich darauf achten, dass alle Komponenten gut zu handhaben sind. Als ZF wollte ich die PCB Nr. 26 mit zusätzlichem 100- Ω -Poti, von außen bedienbar, für die 144-MHz-Ansteuerleistung verwenden. Auch musste ein neues DC-PCB angefertigt werden für die Stromversorgung des Verstärkers mit Schutzschaltung plus Multiplier sowie Sende/Empfangs-Umschaltung mit Leistungsminderung des Verstärkers bei Empfang und Senden. Die Lösung war

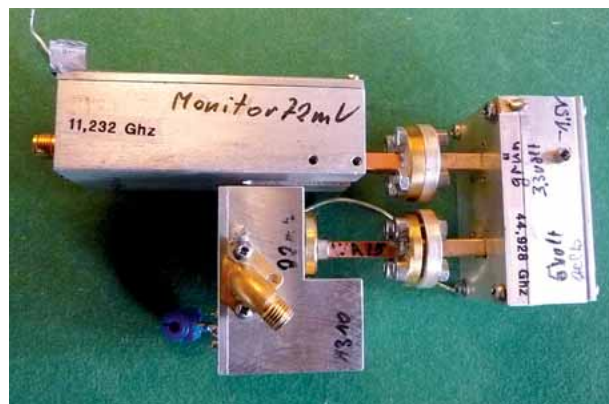


Bild 1:
Die von Armando, I3OPW, gelieferten Multiplier und Verstärker

Mauro und einem weiteren OM aus Italien. Da konnte ich Armando schon den ersten Transverter mit seinen zwei Bausteinen zeigen (**Bild 6**). Ich erklärte ihm, wie ich alles mit HL WR 19 zusammengebaut hatte und dass ich nach dem 44,9-GHz-Verstärker einen WR 15 verwendete, um die Oberwellen von der Aufbereitung zu unterdrücken, da das Cutoff beim WR 15 bei 40 GHz liegt. Als Ausgangs-HL nach dem Mixer wählte ich den WR 8, den ich auch für 122 GHz benutzte.

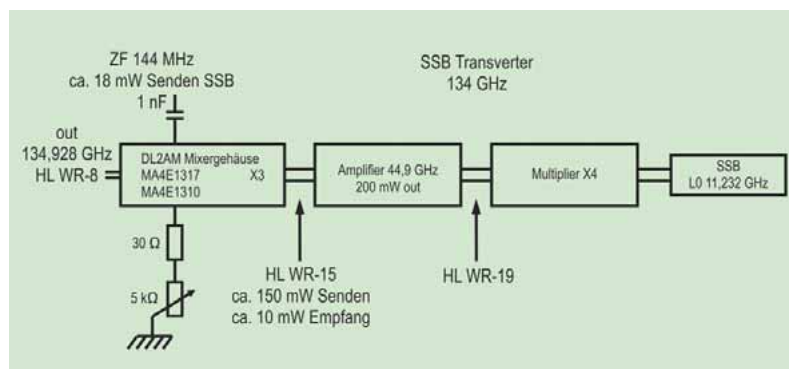


Bild 2:
Aufbaukonzept eines 134-GHz-Transverters

schnell gefunden, denn ich änderte die PCB vom LO von DB6NT. Dem letzten FET gab ich von außen eine einstellbare Spannung. So konnte ich die Ausgangsleistung des LOs 11,232 GHz von ca. 1...20 mW regeln und so den Multiplier, je nach eingestellter Spannung, auf der DC-PCB ansteuern (**Bilder 4 und 5**). Eine ähnliche DC-PCB habe ich schon in [3] beschrieben.

Besuch im Labor

Am Abend vor der HAM RADIO 2012 besuchte mich Armando mit Dino und

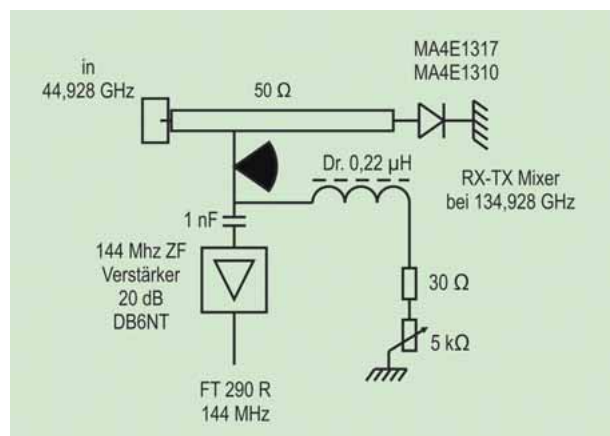


Bild 3:
Rx-Tx-Mixer

Michael, DB6NT, lieferte mir den schon beschriebenen LO mit 10-MHz-PLL.

Die meiste Zeit beanspruchten wieder die mechanischen Arbeiten, zumal ich zwei gleiche Geräte aufbaute, eines für meinen Funkpartner (**Bild 7**). Diese Arbeiten habe ich sehr gerne gemacht, obwohl ich mir darüber im Klaren war, dass dies ein halbes Jahr in Anspruch nahm.

Das Gehäuse ist dasselbe wie bei allen meinen vorhergehenden Transvertern [4].

Bild 4:
Das DC-PCB

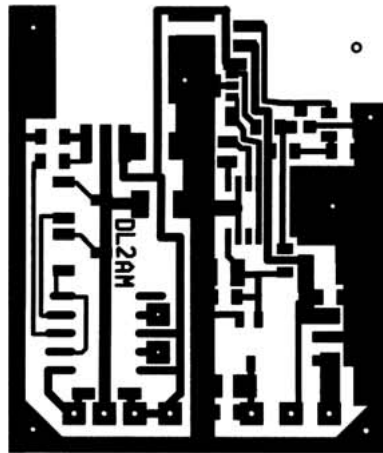


Bild 6:
Ein 134-GHz-
Transverter, fertig
aufgebaut



Bild 7: Die beiden 134-GHz-Transverter des Autors

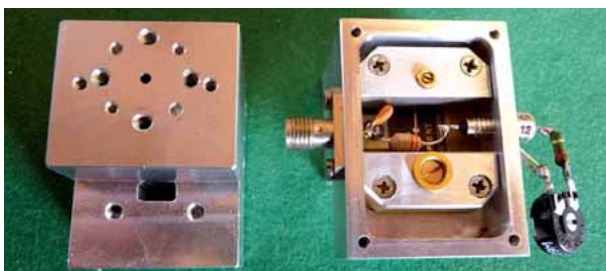
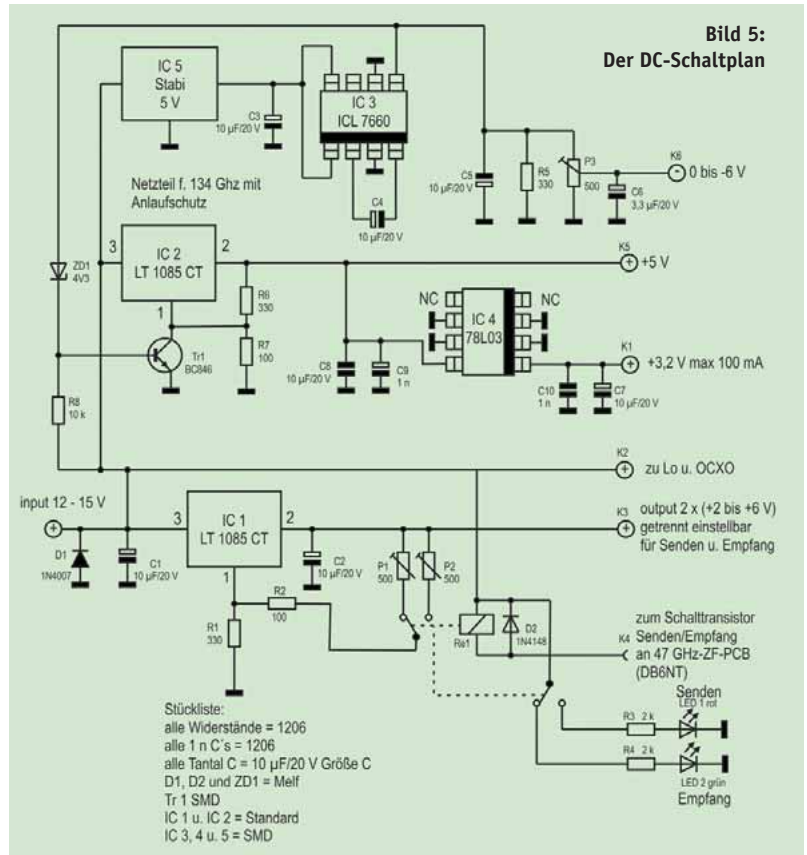


Bild 8: Mixer-Gehäuse 134 GHz mit 1-nF-Koppel-C und 0,22-µH-Drossel



Als Mixer-Diode versuchte ich zuerst die MA4E1317 Single. Den Oberwellen-Mixer habe ich so ausgeführt, dass in der ZF-Leitung einen Kondensator 1 nF in Serie und für die Vorspannungserzeugung der Mischerdiode eine 0,22-µH-Drossel vor dem 5-kΩ-Poti schaltete (**Bild 8**). Die Erfahrung hat mich gelehrt, dass davor ein Widerstand 33...47 Ω liegen sollte. Daher kann man den Gesamtwiderstand nicht auf 0 Ω drehen, was die Mischerdiode schützt. Beim zweiten Transverter verwendete ich die MA4E1310.

Als erstes musste ich alle Parameter am Eingang des Multipliers $\times 4$ und am Ausgang des 44,9-GHz-Verstärkers feststellen, damit ich im eingebauten Zustand eine Kontrolle hatte (**Bild 9**).

Erste Ergebnisse

Die ersten Tests mit den neuen Bausteinen von Armando verliefen ganz gut. Ich konnte mit dieser Einrichtung die richtigen Pegel sende- und empfangsmäßig vom LO zum Multiplier und daraus die resultierende Leistung des 44,9-GHz-Verstärkers am Sende- und Empfangspoti auf der DC-PCB einstellen. Eine MA4E1317 habe ich gleich am Anfang zerstört, da sendemäßig der Pegel auf 44,9 GHz zu hoch und die Anpassung zum Ausgangssignal nicht gut war. Ich musste eine neue Diode

einbauen. Nach erneutem Test ist mir aufgefallen, dass das Signal des oberen Seitenbands, welches verwendet wird, nicht besonders groß war. Beim zweiten Transverter mit der MA4E1310 war es etwas besser.

Optimierung der Sender

Zuerst war ich der Meinung, dass ein Abgleich des 44,9-GHz-Signals auf der 50-Ω-Leitung zur Diode nicht erforder-

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Jürgen Dahms, DCØDA: 134-GHz-Empfänger und separater Sender, DUBUS 4/09
- [2] Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg, www.kuhne-electronic.de
- [3] Philipp Prinz, DL2AM: „Neue Gehäuse für 47–76 und 122 GHz“, CQ DL 6/07, S. 411ff.
- [4] Zeisler-Gehäuse, Bürklin OHG, Grünwalder Weg 30, 82041 Oberhaching, www.buerklin.com
- [5] Philipp Prinz, DL2AM, DUBUS 2/12, S. 114
- [6] Jürgen Dahms, DCØDA: „134-GHz-Empfänger + CW-Sender“, DUBUS 4/09
- [7] Philipp Prinz, DL2AM: „Ein 122-GHz-Transverter mit neuem Multiplier“, CQ DL 6/06, S. 412 und „122-GHz-Transverter – ein Nachtrag“, CQ DL 12/06, S. 873ff.
- [8] Philipp Prinz, DL2AM: „50 % mehr Output auf 122 GHz“, CQ DL 2/12, S. 114 ff.

lich ist, da ich ja genügend Leistung auf dieser Frequenz zur Verfügung habe. Dies war weit gefehlt, wie man in den **Bildern 10 und 11** erkennen kann. Durch diesen Abgleich habe ich ca. 6 dB gewonnen. Dies ist nur mit einem Spektrum-Analyzer mit Mixer bis 134 GHz feststellbar. Die Mischerdiode ist durch diese Maßnahme besser angepasst, was die 6 dB brachte. Mit dem 5-k Ω -Poti kann man die OSB-Leistung noch maximieren und gleichzeitig das Signal/Rausch-Verhältnis bei Empfang verbessern.

Wenn ich am Spektrumanalyzer das OSB bei 134,928 GHz angeschaut habe (**Bild 12**) und dabei die Ansteuerung auf 44,9 GHz und gleichzeitig die 144-MHz-ZF langsam erhöhte, konnte ich sehr gut erkennen, wenn eine Sättigung der Ausgangsleistung eingetreten war und die Mischerdiode vor der Zerstörung stand. Bei solchen Versuchen habe ich schon manche Diode „gekillt“. Als optimierender Techniker will man es ja nicht glauben. Beim Senden benötigte ich eine LO-Leistungsbegrenzungs-Spannung von ca. 3,7 V. Das sind genau 5,7 mW bei 11,232 GHz, die in den Multiplier gelangen, und bei 44,9 GHz 152 mW, die von dem Verstärker in den Mixer gehen. Die ZF-Leistung betrug ca. 18 mW am Mischer. Leider habe ich beim Senden in SSB beim OSB nur ca. 83 μ W erreicht, beim ersten Transverter mit der MA4E1317. Beim zweiten mit der MA4E1310 konnte ich 92 μ W messen. Bei diesem Aufwand hatte ich mir mehr versprochen. Ich hoffe, dass durch die geringeren Sauerstoffwerte bei 134 GHz die Streckendämpfung wesentlich niedriger sein wird als auf 122 GHz. Wenn etwa die gleich große Leistung wie auf 122 GHz zur Verfügung steht, sollten mindestens gleich große Entfernungen erreicht werden können.

Test der Empfänger

Nun ging es daran, die beiden Empfänger zu testen. Die 70-dB-Dämpfungsglieder von Flann, die ich in [5] erwähnt habe, funktionieren auf dieser hohen Frequenz nicht mehr zufriedenstellend. Somit konnte ich nur ungenaue Messungen machen. Mit dem Poti auf Empfang der DC-PCB konnte ich jede Ausgangsleistung des Verstärkers für die Mixer-Diode einstellen. Ganz eindeutig hat der Transverter mit der MA4E1310 einen höheren Rauschanteil. Bei der MA4E1310 war die Leistungsbegrenzungs-Spannung 2,1 V, das sind ca. 1,5 mW, und bei der MA4E1317 waren es 2,4 V bzw. 1,8 mW, die in den Multiplier gelangen. Bei 44,9 GHz waren es ca. 10 mW. Dies ergab etwa eine gleiche S-Meter-Anzeige beim FT-290R. Bei diesen Spannungen war der beste Rauschabstand festzustellen.

Die ersten Indoor-QSOs gelangen in 16 m Entfernung.

Weitere Ideen

Auch habe ich mir überlegt, einen Transverter für SSB und CW zu bauen für 122 und 134 GHz mit zwei PLL-LOs 10 MHz, Vervierfacher, Verstärker für 44,9 GHz und nur einen Mixer bzw. für 122 GHz mit einem Verdreifacher mit mindestens 150 mW Ausgangsleistung bei 40 GHz und auch nur einem Mixer – dies alles in einem Gehäuse (**Bild 13**).

Ich hoffe, mit diesem Beitrag mehr Nutzer für das neue Band zu gewinnen und freue mich schon auf die nächste Herausforderung. Bedanken möchte ich mich bei Armando, I3OPW, für die Anfertigung der gebondeten Verstärker und Multiplier, bei Michael, DB6NT, für die LOs sowie PLL und bei Werner, DK5TZ, für das Herstellen der DC-PCBs sowie bei Hubert Krause für das Anfertigen der Gehäuse. **CQDL**



Bild 9: Feststellung aller Parameter

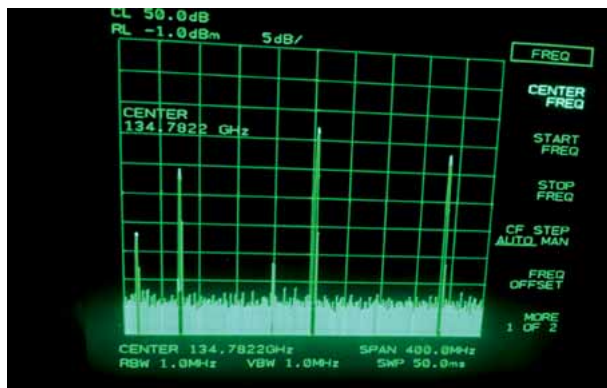


Bild 10: 134 GHz oberes Seitenband + LO ohne Abgleich der 44,9 GHz

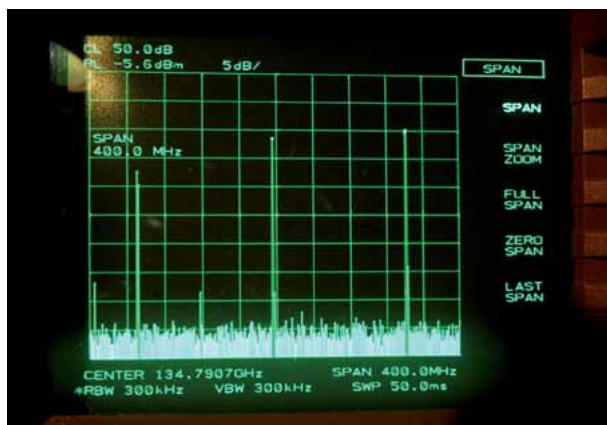


Bild 11: 134 GHz oberes Seitenband + LO mit höherer Ausgangsleistung des OSB durch Abgleich des 44,9-GHz-Signals

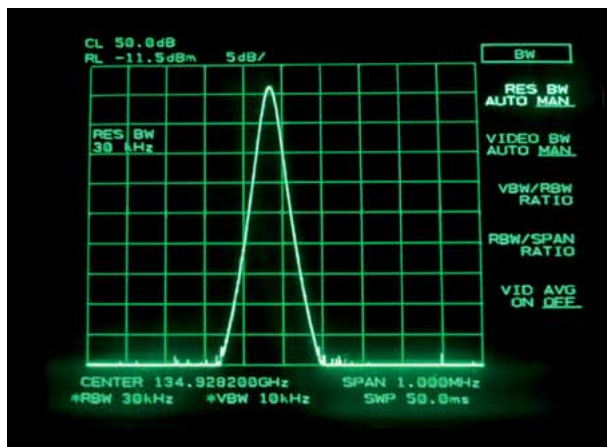


Bild 12: Analyzerbild bei 134,928 GHz

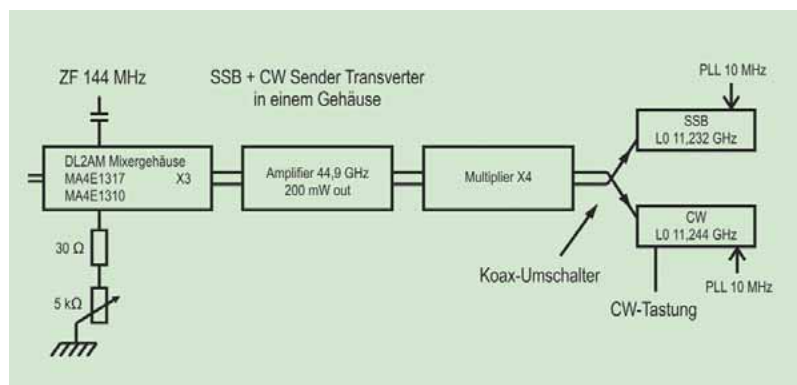


Bild 13: Weitere Versuchsaufbauten für 122 und 134 GHz