

Passend zum 134-GHz-Transverter

Ein CW-Sender für 134 GHz

Philipp Prinz, DL2AM

Den Autor erreichen Sie unter:
Philipp Prinz,
DL2AM
Riedweg 12
88299 Leutkirch
prinz.dl2am@t-online.de
www.dl2am.de

Mit großer Freude habe ich wahrgenommen, dass ein österreichisches GHz-Team mit einem 122-GHz-CW-Sender einen Weltrekord von 132 km aufgestellt hat. Dies motivierte mich, einen CW-Sender für 134 GHz zu konzipieren und aufzubauen.

Im Dubus-Magazin 4/2012 habe ich einen Transverter für 134 GHz beschrieben, und dazu würde ein CW-Sender passen, da dieser im Sendebetrieb 10...12 dB mehr Leistung bringen kann. Auch hierbei können weniger Geübte zum Erfolg gelangen. Ein Kochrezept ist es allerdings nicht.

Das Konzept

Die Frequenzaufbereitung wäre $11,244 \text{ GHz} \times 4 = 44,976 \text{ GHz} \times 3 = 134,928 \text{ GHz}$ (Bild 1 und 2). Ich wollte wieder eine Leistungsregelung, die von außen bedient werden kann und für verschiedene Tests von Vorteil ist. Von DB6NT bezog ich den Local-Oszillator (LO) 11,244 GHz mit 10-MHz-PLL und CW Key. Als HF-Regelung diente ein von 2 bis 20 dB variabler Dämpfungssteller für 8...12 GHz von Arra. Für die HF-Anzeige benutzte ich einen 10-dB-Koppler für 12 GHz und einen Detektor. Diese Komponenten sind leicht beschaffbar. Hinzu kam ein Multiplier $\times 4$ (von 11 auf 45

GHz) von Armando, I3OPW, www.i3opw.it. Er gibt maximal 6 mW bei 45 GHz ab und verträgt 40 mW Input. Am Ausgang ist ein Hohlleiter WR 19 angebracht.

Der teuerste Posten ist das Herz des Senders: der 45-GHz/230-mW-Verstärker von DB6NT, der maximal 2 mW Input verträgt (Bild 3). Er hat an Ein- und Ausgang einen WR 19. Dieser Verstärker ist notwendig, um den Frequenzfahrplan einhalten zu können bei guter Ausgangsleistung. Ein wenig Kühlung ist aber notwendig. Die beiden Verstärker benötigen 12 V. Für den Verdreifacher von 45 auf 134 GHz benutzte ich meine Mixer-Gehäuse. Ich baute davon vier Stück auf mit der PCB Nr. 47 von DB6NT. Die ersten drei habe ich mit den GaAs-Chip-Schottky-Barrier-Single-Dioden MA4E1310 bestückt und den vierten mit der Varactor-Diode MA46H146 (Bild 4). Ich weiß aus langjähriger Erfahrung, dass 130 bis 150 mW zur Ansteuerung der Dioden notwendig sind, um ein Maximum an



Ausgangsleistung zu bekommen.

Daher wählte ich die maximal größte Ansteuerung bei voll aufgedrehtem 20-dB-Steller so, dass höchstens diese 150 mW entstehen konnten. Dabei ist der 45-GHz-Verstärker noch voll geschützt. Diese PegelEinstellung kann mit einem Koax-SMA-Dämpfer erfolgen. Es ist auch möglich, beim LO die Verstärkung des letzten FETs herunterzusetzen.

Testergebnisse

Meine zwei 122-GHz-Sender geben 2,3 mW ab. Welche Leistung würden die vier Verdreifacher liefern? Das Limit der hier verwendeten Dioden ist erreicht, wenn die Ausgangsleistung bei 134 GHz nicht mehr ansteigt bzw. sogar zurückgeht – trotz höherer Ansteuerung bei 45 GHz. Dies ist mit dem 20-dB-Dämpfungsregler leicht möglich. Der Arbeitswiderstand der Diode liegt zwischen 300 und 500 Ω und muss bei jeder Veränderung des Inputs und der Tuningschrauben neu justiert werden. Meistens ist noch ein kleines Fähnchen an der 50- Ω -Leitung anzubringen.

Der schlechteste Verdreifacher gab nur 275 μW ab mit der Diode MA4E1310, der beste erreichte nur 650 μW mit der gleichen Diode. Mit der MA46H146 waren auch nur 480 μW zu erreichen. Ich habe solche Unterschiede immer wieder festgestellt, aber dass bei 12 GHz höherer Ausgangsfrequenz die Effektivität so abfällt, hätte ich nicht erwartet.

Aber ein GHz-Freak gibt nicht so schnell auf. Die Transformation von der Vervielfacherdiode auf den HL WR 7 ist wohl das größte Problem. Hat es vielleicht bei diesen Unterschieden mit der Positionierung der Diode zu tun, muss sie genau in der Mitte des Hohlleiters (HL) sein? Da ist noch einiges zu verbessern ... Wenn

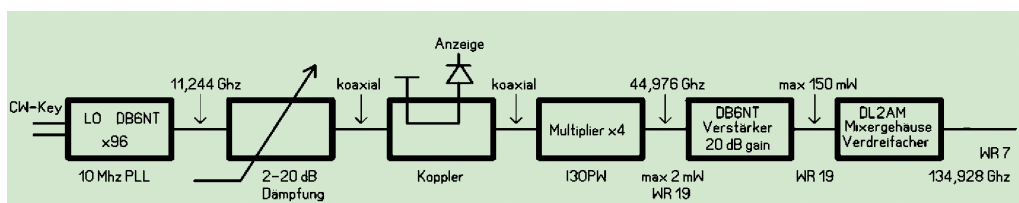


Bild 1:
Schematik des
134-GHz-CW-
Senders

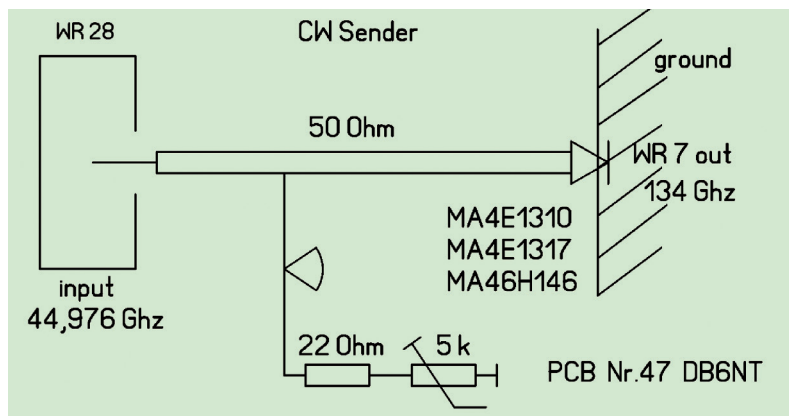


Bild 2: Schemata des Verdreifachers

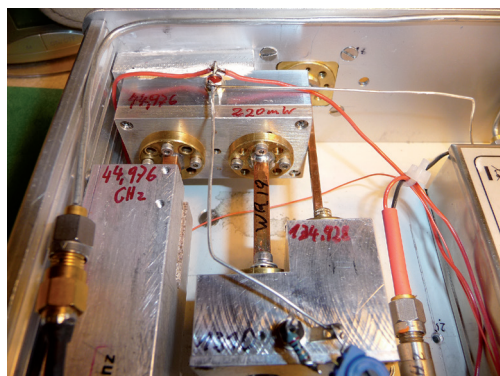


Bild 3:
45-GHz-Verstärker
mit 230 mW out

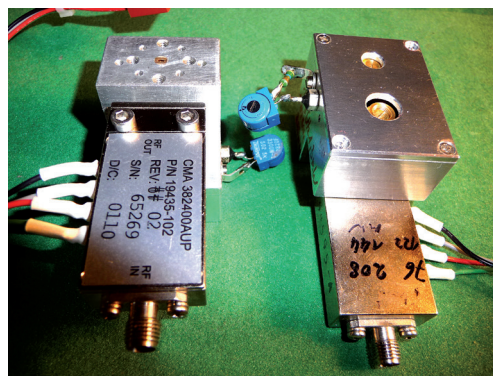


Bild 4:
DL2AM-Mixer-
Gehäuse als
Verdreifacher

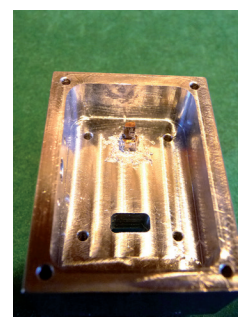
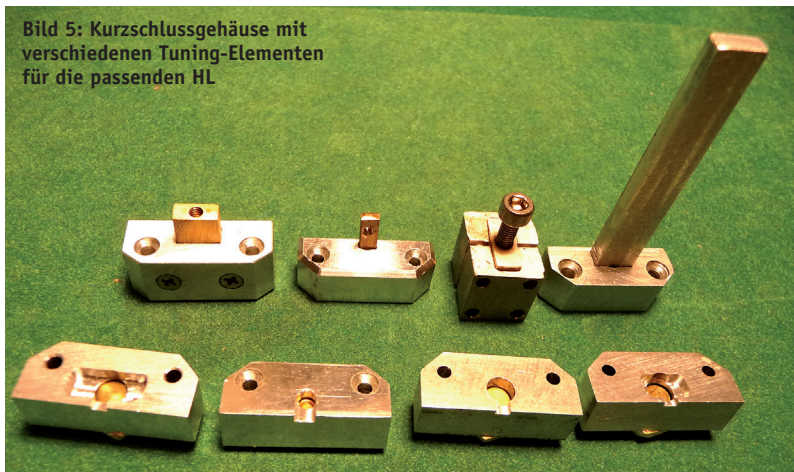


Bild 6:
Mixer-Gehäuse mit ein-
geklebtem HL WR 7

Bild 5: Kurzschlussgehäuse mit
verschiedenen Tuning-Elementen
für die passenden HL



ich die Frequenz von 11 bis 11,5 GHz verändere, sehe ich genau, an welcher Stelle bei 134 GHz der höchste Output entsteht. Meist nicht an der absoluten Ausgangsfrequenz.

Ich habe diverse Kurzschlussgehäuse mit verschiedenen großen Tuning-Elementen für unterschiedliche HL angefertigt und getestet (Bild 5). Bei allen Aufbauten von 47 bis 241 GHz sollten immer solche Gehäuse verwendet werden, um eine optimale Anpassung zu erreichen. Dadurch kann die Effektivität der Diode optimal ausgenutzt werden.

Noch ein Versuch

Das nicht gerade erfreuliche Ergebnis ließ mir keine Ruhe, und ich machte einen letzten Versuch: Ich nahm mein DL2AM-Mixer-Gehäuse und versuchte, einen HL WR 7 einzubauen. Ich bohrte die HL-Bohrung für den Ausgang auf 3,6 mm auf und drückte den 5 mm langen WR 7 in die Bohrung. Vorher bestrich ich Bohrung und HL mit Zweikomponenten-Silber-Leitkleber. Die Enden des HLs machte ich mit einem Holzpfeifen dicht, danach erhitze ich das Gehäuse auf 120 °C (Bild 6). Nach Abfräsen auf beiden Seiten (Bild 7) zog ich einen fusselfreien doppelten Perlonfaden mehrmals durch die HL-Öffnung, um diesen zu reinigen. Nun hatte ich aus einem

zirkularen HL einen rectangularen HL gemacht. Dies war eine sehr diffizile Arbeit. Ich nahm wieder eine PCB Nr. 47 und fräste in diese mit einem 0,2-mm-Scheibenfräser einen Schlitz für die Diode (Bild 8). Anschließend klebte ich die PCB mit dem Leitkleber so ein, dass der eingefräste Schlitz genau in der Mitte des HLs lag. Hilfreich ist, wenn die PCB vorher so zugeschnitten wird, dass keine Verschiebung beim Einpressen und Erhitzen möglich ist. Eine MA4E1310 klebte ich genau über den gefrästen Schlitz. Der Erfolg mit diesem neuen Verdreifacher war mäßig: 630 μ W.

Weitere Erfahrungen

Bei meinen vielen Versuchen ist mir auch aufgefallen, dass die Ausgangsleistung bei all meinen CW-Sendern nach 5 min Dauerträger bis zu 20 % abfällt. Dies ist mit der Erwärmung der Verdreifachdiode zu erklären. Abmildern kann man diese, indem man auf der Masseseite der Diode am WR 7 mehr Kleber aufträgt.

Durch die einstellbare Ausgangsleistung von 0 bis 650 μ W konnte ich meinen Transverter und einen Empfänger sehr gut mit einem Harmonic-Mixer testen (Bild 9). Dabei habe ich eindeutig festgestellt, dass der Empfänger mit dem Mixer und antiparallelen MA4E1318

mit der Aufbereitung von 33,5 auf 67 und dann auf 134 GHz etwa 6 dB bessere Empfangsergebnisse bringt als ein Oberwellen-Mixer mit der Single-Diode MA4E1317. Für die 33,5 GHz habe ich einen sehr kleinen Verstärker von M/A Com, den Am 94, benutzt, der von 26 bis 43 GHz geht und nur 80 μ W benötigt, um 400 mW zu erzeugen.

Zum Schluss

Ich freue mich, dass in Australien wieder mehr Aktivität auf 76 GHz stattfindet und kann aus vielen E-Mails mit angehängten Fotos ersehen, dass sich weltweit mehr Funkamateure mit Weitverbindungen auf 76, 122 und 134 GHz beschäftigen. Zum Weltrekord auf 76 GHz über 228 km in SSB und FM von Alex, DL2GWZ, und mir vor 2½ Jahren ist zu sagen, dass die Amerikaner diesen inzwischen schon mit 245 km überboten haben. Unsere Geräte waren gewichtsmäßig für den Contest Bayerischer Bergtag ausgelegt. Bedanken möchte ich mich bei Werner, DK5TZ, für die Layout-Zeichnung und die ersten Outside-Funkversuche.

CQDL



Bild 7:
Mixer-Gehäuse mit WR
7, abgefräst (rectan-
gular)

Bild 8 (oben):
Der 0,2-mm-Schlitz
kommt in PCB Nr.47
Bild 9 (unten):
Schnappschuss vom
Indoor-Empfängertest
auf 134 GHz

