

Von 12 auf 24 GHz für koaxiale Einspeisung

47-GHz-Transverter konzeptionell überarbeitet

Philipp Prinz, DL2AM

In jüngster Zeit sind auf Amateurfunk-Märkten 24-GHz-Leistungsverstärker mit koaxialen Anschlüssen zu tolerierbaren Preisen angeboten worden. Dazu passend habe ich auf der Webseite von DGØVE [1] einen Verdoppler von 11,7...12,5 GHz auf 23...25 GHz gesehen.

Das hat mich inspiriert, da etwas zu versuchen. Guido Windscheif [2] fertigte mir neue Gehäuse für 47 GHz mit koaxialer Einspeisung bei 23,5 GHz. Als Mixer-PCB nahm ich die Nr. 48 von DB6NT [3]. Am Eingang dieser PCB ist

ein Koppel-C von 0,5 pF vorzusehen. Dazu trennte ich die 50-Ω-Leitung auf, was mit einem scharfen Skalpell gut gelingt (Bilder 1 und 2). Das Einkleben der PCB und der Doppel-Diode MA4E1318 ist ja schon mehrmals von mir beschrieben worden.

Verwendete Teile

Von [1] besorgte ich mir den Verdoppler mit der Bezeichnung „Ver23g-25g“ und von [3] den Local Oszillator (LO) + PLL „MKU LO 12 PLL“. Die Eingangs-Buchse für 23,5 GHz muss eine Micro-Strip-SMA-Buchse mit 2,1 mm Durchmesser Teflon sein. Somit konnten die ersten Tests schon erfolgen.

Für 23,472 GHz nahm ich vorerst mein HP83650L und danach eine DL2AM Amp. Zur Leistungsanzeige verwendete ich den ML83 plus den 40...60-GHz-Messkopf WR 19 von Anritsu. Für die ZF von 144 MHz benutzte ich vorerst den HP8648B. Bild 3 zeigt die Messanordnung. Damit konnte ich alle Parameter von der ZF und LO kontinuierlich einstellen.

Nachdem ich eine LO-Leistung bei 23,472 GHz von etwa 120 mW eingestellt hatte und die ZF bei 144 MHz ca. 12 mW direkt am Mixer vorhanden war, sah ich am Output des ML 83, dass eine Sättigung des DSB-Signals (Doppel Seitenband) eintrat. Dies konnte gut festgestellt werden, indem die ZF- und LO-Leistung nochmals leicht angehoben wurde. Mehr ging nicht.

Vorsichtig herantasten

Achtung! Man sollte versuchen, die LO- und ZF-Leistung Schritt für Schritt so weit zu erhöhen, bis eine merkliche Sättigung der HF bei 47,088 GHz feststellbar ist. Gleichzeitig ist die Tuning-Abstimm-Schraube immer wieder auf maximale Ausgangsleistung zu justieren, um dadurch gleichzeitig eine gute Anpassung am Ausgang zu erzielen. Nach dieser Methode gefährdet man die Mischer-Diode am wenigsten und kommt gefahrlos auf das Maximum Out bei 47,088 GHz. Diese Methode ist auch bei 76-, 122- und 241-GHz-DL2AM-Mischern anwendbar.

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

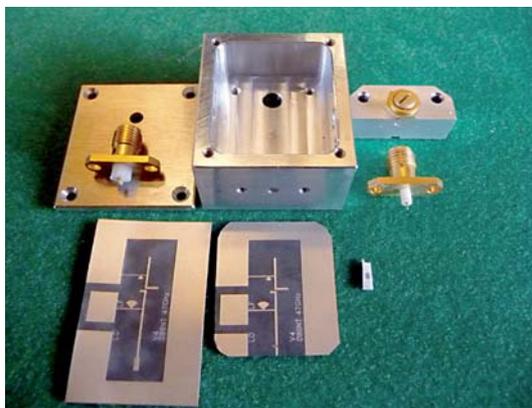


Bild 1: Gehäuse für koaxiale Einspeisung mit original PCB Nr. 48 und eingepasster PCB mit Koppel-C 0,5 pF

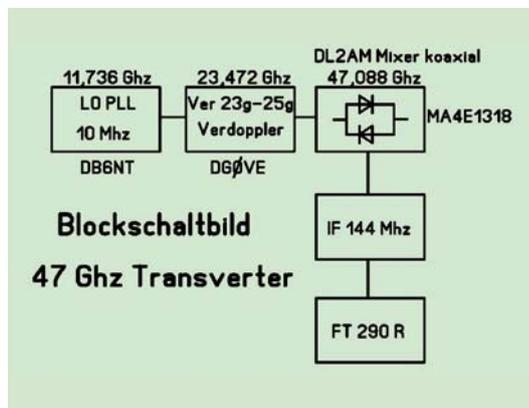


Bild 2: Blockschaltbild, wie alles aussehen wird

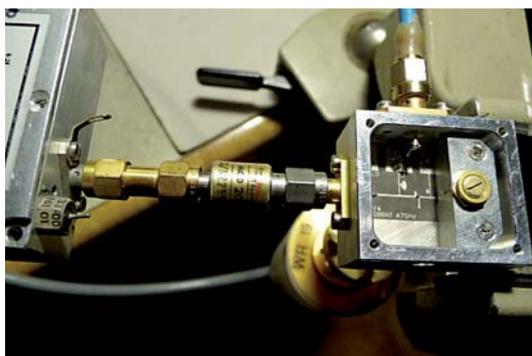


Bild 3: Erste 47-GHz-Tests

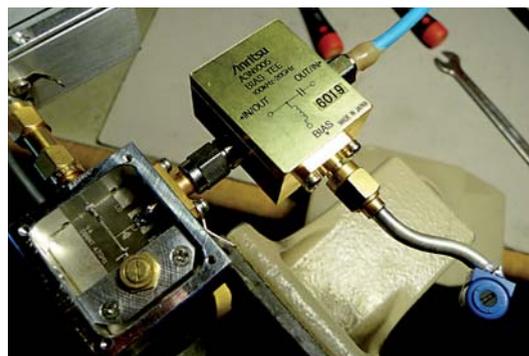


Bild 4: Ein Versuch mit einem Bias Tee



Bild 5: Ausgangsleistung 47 GHz am ML83

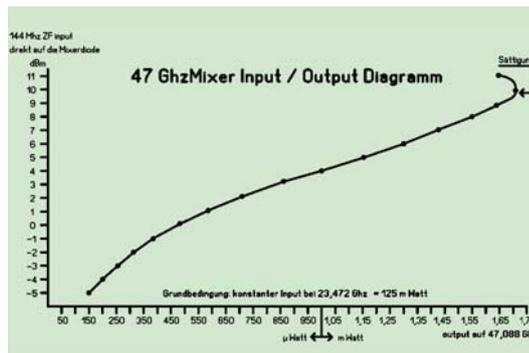


Bild 6: Leistungs-Diagramm mit viel Information

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Roberto Zech, DGØVE, Mikrowellentechnik: www.dg0ve
- [2] Webseite von Guido Windscheif: www.windscheif-cnc.de
- [3] Kuhne Electronic: www.kuhne-electronic.de

Ein Bias Tee am ZF-Eingang mit angeschlossener 5-k Ω -Poti brachte keinen Vorteil (Bild 4). Ein Abgleich-Fähnchen an der 50- Ω -Leitung der PCB brachte keine Verbesserung. Das ML83 zeigte jetzt 1,71 mW DSB an (Bild 5).

Die 23,5 GHz vom Eingang haben beim Hohlleiter WR 19 (Cutoff) bei 31 GHz eine große Dämpfung, somit muss die Leistungsmessung stimmen.

Versuch macht klug

Bei nochmaliger Erhöhung der ZF-Leistung zerstörte ich die MA4E1318-Diode. Ich klebte wieder eine neue Diode ein und machte einen neuen Versuch. Unbewusst gab ich zuerst das ZF-Signal von 11 mW auf den Mixer und danach die LO-Leistung von etwas weniger als beim ersten Versuch. Die Mixer-Diode war sofort wieder „im Eimer“. Nun wollte ich es wirklich wissen und machte denselben Versuch mit einer neuen Diode. Diese Diode war auch sofort kaputt. Es zeigte sich keine HF auf 47 GHz. Ich weiß nicht, warum das so ist, aber jetzt reichte es mit dieser Folge-Anordnung der Einspeisung.

Erst mit der vierten Mixer-Diode gelang es mir, 1,65 mW DSB zu erreichen – aber mit zuerst zugeschaltetem LO. Jetzt kontrollierte ich wieder die Parameter, die bei der Sättigung der Mixer-Diode entstanden sind. Die 144 MHz ZF-Leistung lag bei 12 mW, und die LO-Leistung bei 23,425 GHz bei 125 mW.

Verdoppler kommt ins Spiel

Jetzt schloss ich den Verdoppler von DGØVE und den LO von DB6NT an, mit entsprechendem Dämpfungsglied, da die Leistungswerte bekannt waren.

Ich benutzte auch die ZF PCB Nr. 26 [3] im Alu-Gehäuse von DL2AM. So war es möglich, die ZF von meinem FT-290R, den ich auf 500 mW eingestellt hatte, auf 12,5 mW mit dem Poti von außen einstellbar zu justieren. Auf diese Weise konnte ich die Mixer-Diode nicht überlasten (Bilder 6 und 7).

Der Transverter zeigte gute Mess-Ergebnisse: 1,71 mW DSB Ausgangsleistung. Auch habe ich mit dieser Anordnung und zugeschaltetem ZF-Verstärker mit der

Rauschquelle HPO347B ohne 47-GHz-Filter Messungen vorgenommen. Der HP8970A zeigte 16 dB Noise an – das ist ein guter Wert. Nach dem Einbau des 47-GHz-Zweikreis-Filter an das Mischergehäuse von DB6NT [3] hatte ich noch 560 μ W OSB (Oberes Seitenband) gemessen (Bild 9). Diese geringere Leistung kommt durch das Loss des Filters und das fehlende USB-Signal (unteres Seitenband) zustande (Bilder 9 und 10). Ein Wendeverstärker kann bei dieser OSB-Leistung gut betrieben werden, vor allen Dingen wenn er im Leistungsbereich noch 21...22 dB verstärken könnte. Ich habe nochmals einen zweiten Mischer für den 47-GHz-Transverter aufgebaut und dabei festgestellt, dass die DSB-Ausgangsleistung bei etwa gleichem Input der ZF und HF leicht bis 2,1 mW hochging. CQDL

Bild Nr. 9/10: Am HP 8563C-Diagramm sieht man, dass der LO um 55 dB und das USB 42 dB bei eingebautem 47 GHz Filter unterdrückt ist

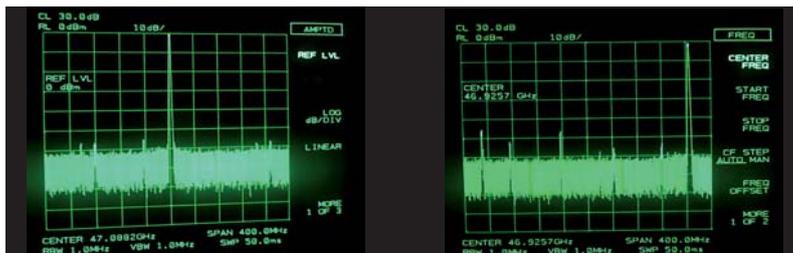


Bild 7: Gesamt-Anordnung des 47-GHz-Transverters



Bild 8: Mit angebautem 47-GHz-Filter (OE9PMJ†)

Ergänzung: 47-GHz-Transverter mit Wendeverstärker

Da auf 23,472 GHz (LO) genügend Leistung zur Verfügung steht, versuchte ich zwei antiparallele Mischer-Dioden MA4E1318 auf die PCB Nr. 48 von DB6NT [3] im Mixer-Gehäuse von DL2AM einzukleben, was keine Probleme verursachte. Der Silberleitkleber sollte großflächig aufgetragen werden, um die entstehende Wärme der Chip-Dioden ableiten zu können.

Auch das 0,5 pF Koppel-C in der Größe 0402 lässt sich mit einer Löthilfe (Bild 11) gut einlöten. Wichtig ist, dass unter den Kondensator der PCB eine kleine Keramik-Scheibe oder ähnliches gelegt wird, um die Wärmeableitung beim Löten zu verringern. Diese selbst gebaute Löt-einrichtung lässt sich auch bei anderen Micro-Bauteilen gut verwenden.

Nun machte ich wieder meinen gewohnten Testablauf. Zuerst stellte ich 100 mW LO-Leistung bei 23,472 GHz ein und danach

die ZF-Leistung von vorerst 15 mW. Das Power-Meter bewegte sich schon weit nach oben. Die Tuning-Schraube drehte ich immer wieder auf maximal out. So drehte ich die HF- und ZF-Leistung Schritt für Schritt nach oben, bis eine Sättigung der HF eintrat. Dieses Spiel machte ich so lange, bis die 5,5 mW out DSB erreicht waren (Bild 12).

Gefühlsmäßig war jetzt das Optimum erreicht. Diese hohe Leistung hätte ich nie erwartet. Die LO-Leistung beträgt jetzt 175 mW und die ZF 24 mW direkt am Mixer. Diese hohe Ausgangsleistung ist notwendig, um z.B. bei einem Wendeverstärker diesen bei 47 GHz voll aussteuern zu können. Mit den gemessenen 1,9 mW OSB nach dem 47-GHz-Filter kann schon über 100 km ein QSO gemacht werden.

Warum mit zwei parallelen Dioden die Leistung so viel höher ausfällt als gegenüber einer Diode, verstehe ich nicht. Da gibt

es wohl mehrere Gründe. Man sollte nie aufgeben und immer wieder neu versuchen.

Bedanken möchte ich mich bei Roberto, DGØVE, für das Anfertigen des Verdopplers VG23G-25G für dieses Projekt.

(Aus CQ DL 4/10, Dubus 1/10)



Bild 11: Löt-Hilfe für Micro-Bauteile



Bild 12: Ausgangsleistung DSB bei 47 GHz