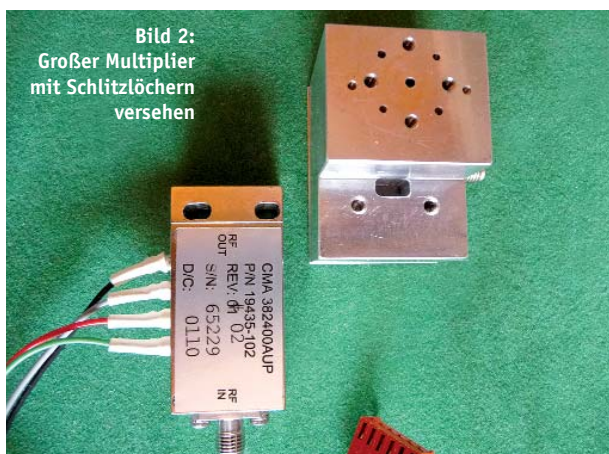
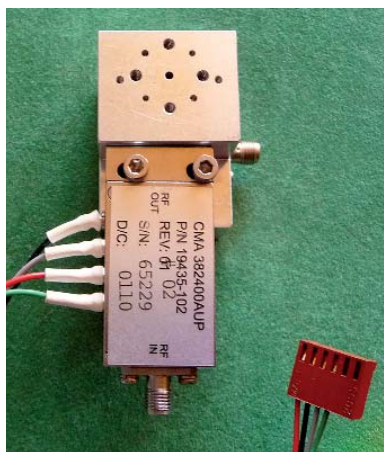


CW-Sender und -Transverter

50 % mehr Output auf 122 GHz

Philipp Prinz, DL2AM

Bei der Herstellung von drei Baken und drei Empfängern für 122 GHz für zwei Universitäten, die Atmosphären und Ausbreitungs-Forschung betreiben, bin ich auf nachstehende Verbesserungen gekommen. Bestimmt werden auch wir Funkamateure von diesen Forschungen profitieren.

Bild 1:
Großer und
kleiner MultiplierBild 2:
Großer Multiplier
mit Schlitzlöchern
versehenBild 3:
Großer Multiplier
auf Mischergehäuse
montiert

Beim Vermessen von den verwendeten Multipliern (Vervielfacher) in Bild 1 ist mir aufgefallen, dass durch seitliches Verschieben des Messhohlleiters auf den Multiplier-Hohlleiter eine höhere Ausgangsleistung auf 40 GHz erreicht wird.

Die Multiplier Nr. CMA 382400 AUP sind nicht optimal an die 50-Ω-Leitung der PCB von DB6NT Nr. 47 angepasst. Der Kurzschluss-Block mit Tuning-Element über der Einkopplung am Eingang der PCB reicht nicht aus, um eine gute Anpassung zu erzielen. Das Anbringen von zwei Anpass-Schrauben in den Hohlleiter des Mischergehäuses brachte keine merkliche Verbesserung. Die größte Ausgangsleistung bei 122 GHz erreichte ich, wenn der Multiplier auf die Seite verschoben wird, sodass die Hohlleiter nicht mehr aufeinander fluchten. Dies kann unter anderem dadurch geschehen, dass in den Multiplier zwei Schlitzlöcher von ca. 5 mm Länge gefräst werden. Achtung, es befindet sich Mikrotechnik im Multiplier. Die Verschiebung zur Seite ist ca. 1,9 mm (Bilder 2 und 3). Dabei muss das Tuning-Element vom Kurzschluss-Block nachgeglichen werden.

Der Multiplier benötigt auf seiner Auflagestelle am Mischergehäuse sehr guten Kontakt und muss vor dem Anschrauben gut angepresst werden. Durch diese Maßnahme erreichte ich jetzt mit einer MA4E1310-Diode eine CW-Leistung von 2 mW Out auf 122 GHz.

Auch kann eine Anpassungs-Blende aus 0,1 mm versilbertem Messingblech angefertigt werden (Bild 4). Diese Blende wird zwischen dem Multiplier HL und dem Mischer HL reingelegt und so weit verschoben, bis optimale Anpassung bzw. maximaler Output des Mischers

bzw. Vervielfachers erreicht ist. Durch diese Blende erreichte ich aber nur ca. 35 % mehr Ausgangsleistung. Ich denke das Problem liegt daran, dass dieser Multiplier bei 40,749 GHz außerhalb des vorgesehenen Frequenz-Bereichs von 38,25 bis 40,025 GHz betrieben wird und dies dadurch eine schlechte Anpassung ergibt.

Zu wenig Leistung

Das wirkliche Problem liegt bei den Multipliern aber daran, dass sie bei 40 GHz immer zu wenig Ausgangsleistung produzieren für unsere Mischer und Vervielfacher. Selten geben sie mehr als 100 mW bei 40,749 GHz ab, und die Dioden MA4E1317 bzw. MA4E1310 sowie MA46H146 werden erst bei höherer Ansteuerung munter, was ich schon früher berichtet habe. So ist auch zu erklären, wieso eine 50 %ige Leistungssteigerung durch diese verbesserte Anpassung erzielt wird.

Großer Zeitaufwand

Nach langwierigen Messversuchen mit mehreren Messaufbauten bin ich, wie bereits früher schon, zu dem Entschluss gekommen, dass bei einem 122-GHz-Transverter der beste Signal-Rauschabstand erzielt wird, wenn der Input beim Multiplier bei 13,567 GHz soweit erhöht wird, bis gerade eine leichte Sättigung des 40,7-GHz-Signals erreicht ist.

Bei Empfang ist die 5-V-Spannung des Multipliers soweit zu erniedrigen, bis größter S/N-Abstand vorhanden ist. Diese Spannung kann sich bis auf 2,8 V absenken. Wenn ich eine Rauschquelle mit 22 dB ENR hätte, wäre alles viel einfacher, und man könnte Messergebnisse vorweisen. Beim Senden kann die Spannung vom Multiplier bis 6,2 V sein, und dies gibt die höchste Ausgangsleistung.

Aufgefallen ist mir auch, dass der negative Inverter zur DC-Stromversorgung des Multipliers verdrahtete Mischprodukte erzeugen kann. Gute Abblockung und große Cs am Ein- und Ausgang des Inverters sind von Vorteil.

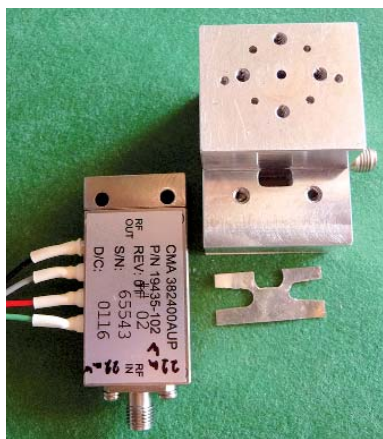


Bild 4: Anpassungsblende

Bei 76 GHz, das heißt bei 38,016 GHz des Multipliers, ist der Effekt einiges geringer. Meiner Meinung nach liegt dies daran, dass die Frequenz fast innerhalb des vorgesehenen Frequenzbereiches liegt und dadurch die Anpassung gut ist. Man sieht auch hier, eine gute „Anpassung“ ist das halbe Leben.

Zu den Abgleicharbeiten

Nochmals ein paar Worte zum Abgleich bzw. zur Anpassung einer 50- Ω -Leitung in PCBs von Verstärkern, Vervielfachern und Mischern im GHz-Bereich. Ich nehme verschiedene, z.B. bei 40 GHz 0,6 \times 0,6 mm kleine versilberte Plättchen, lege eines auf die 50- Ω -Leitung und verschiebe dieses mit einem sehr spitzen Holzstäbchen oder ähnlichem. Wenn ich optimale Anpassung bzw. maximalen Output erreicht habe, schiebe ich das Plättchen im 90° Winkel zur Seite. An der vorher gelegenen Stelle auf der 50- Ω -Leitung bringe ich mit einer spitzen Nadel ein klein wenig Zwei-Komponenten-Silberleitkleber auf. Nun nehme ich wieder eine



Bild 5: Kleiner Multiplier auf Mischer montiert

sehr spitze Nadel, tauche diese in ein weiches Kolofonium ein und pieke dieses Plättchen auf und lege es wieder auf die gleiche Stelle wie vorher schon gelegen, direkt auf den Silberleitkleber. Durch die spitze Nadel bleibt das Plättchen auf dem Silberleitkleber hängen und ich kann die Nadel abziehen.

Nun kann wieder mit einem sehr spitzen Holzstäbchen oder ähnlichem das aufgeklebte Plättchen nur gering verschoben werden, bis beste Anpassung bzw. maximaler Output erreicht ist. Ein weiterer Versuch kann auch auf diese Art an einer weiteren Stelle auf der 50- Ω -Leitung gemacht werden. Eine Aushärtung des Silberleitklebers durch eine höhere Temperatur ist nicht nötig. Mit einem guten Auge und ruhigen Händen lässt sich diese Arbeit ohne zusätzliche Hilfsmittel vornehmen.

Bereits früher habe ich bei Signal/Rausch-Verhältnis-Messungen festgestellt, dass ich bei einem bestimmten Transverter immer gute Werte hatte. Inzwischen ist mir durch Versuche aufgefallen, dass an diesem Transverter ein klei-



Bild 6: Vom Autor gebaute und verwendeten Transverter von 24–241 GHz

ner Multiplier S00-4079, der nur 9 V Versorgungs-Spannung benötigt, angeschraubt ist. Mit meinem neu erworbenen Attenuator von Flann, der bis 70 dB Dämpfung zulässt, habe ich nochmals ausführliche Signal/Rausch-Verhältnis-Messungen auf 122 GHz gemacht. Dabei stellte ich fest, wenn ich so einen kleinen Multiplier an dem Mischer anschraubte, erzielte ich immer um 3 dB bessere Noise-Werte als mit einem großen Multiplier CMA382400AUP (Bild 5). Die HF-Leistung auf 40 GHz stellte ich bei allen Versuchen auf den gleichen Pegel ein. Mein Resümee daraus kann nur sein, dass der kleine Multiplier ein geringeres Rauschen bei 40 GHz hat. Leider sind diese kleinen Multiplier nicht mehr zu beschaffen (Bild 1).

CQ DL

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

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Philipp Prinz, DL2AM: „Neue Gehäuse“, CQ DL 6/07, S. 411
- [2] Philipp Prinz, DL2AM: „SMT- und Mikrowellen-Gehäuse“, CQ DL 5/08, S. 312; Dubus 2/08, S. 47
- [3] Kuhne electronic, www.db6nt.de