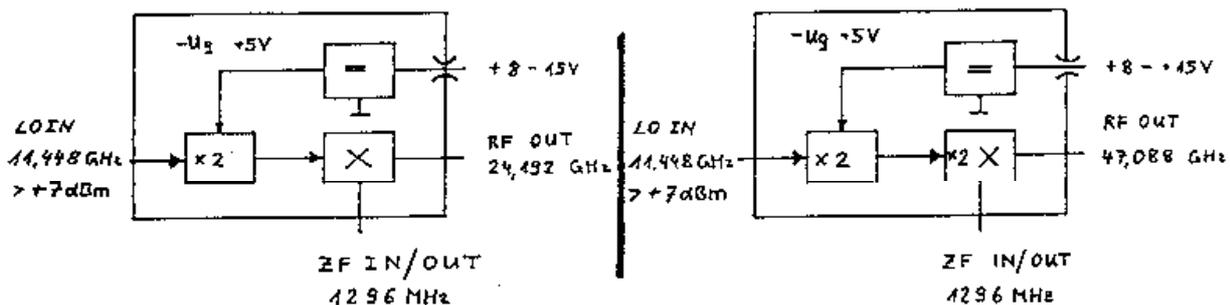


SSB-Millimeterwellen-Baugruppen 24 und 47 GHz

Erich Zimmermann, HB9MIN
CH-4579 Gossliwil

1. 11,5 auf 23GHz LO Verdoppler, 24GHz Mischer

Die von mir an der VHF-UHF München 1988 vorgestellten Schaltungen (12 auf 24GHz Verdoppler, Mischer) wurden auf einem Print vereinigt, auf welchem auch die Spannungsversorgung in SMD Technik integriert wurde. Der Vorteil dieser Baugruppe liegt darin, dass sie auf der halben LO-Frequenz von 11,5GHz angesteuert werden kann. Der Mixer ist für Senden und Empfang geeignet. Das Modul lässt sich mit Filter, Relais und Verstärker zu einem Transverter weiter ausbauen.



Das 11,5GHz LO Signal von min. 5mW gelangt an den GaAsFet, wo es verdoppelt wird. Die am Drain angeschlossene, auf der Eingangsfrequenz $\lambda/4$ -lange Leitung, unterdrückt die 11,5GHz am Ausgang. Ihre Länge und Position beeinflusst entscheidend den Wirkungsgrad. Die exakte Länge beträgt für die Eingangsfrequenz 11,44GHz: 4,65mm. Für 432 MHz ZF, $F_{LO} = 11.88GHz$: 4,48mm. Die GaAsFet-Verdoppler können bei zwei verschiedenen Arbeitspunkten betrieben werden: bei $V_{gs} = 0V$ oder V_{gs} etwa 1V unterhalb der Pinchoff-Spannung. Mit dem Poti kann V_{gs} auf den besten Wirkungsgrad eingestellt werden. Nach gutem Abgleich stehen auf 24GHz ca. 5mW zur Verfügung. Der nachfolgende Rat-Race Mischer hat sich mehrfach, mit guten Eigenschaften bezüglich LO Unterdrückung und Conversion Loss bewährt. Versuche, gehäuste BAT 14 zu verwenden, schlugen fehl. Auf Anhieb Erfolg bringt der Einsatz von Beam-Lead-Dioden mit max. 0,15 pF C_t (hp HSCH 5312, HSCH 5310, BAT 14-110S). Erreicht wurden 7dB Mischverlust und 20dB LO Unterdrückung. Die max. erzielbare ESB Ausgangsleistung liegt bei 1mW.

2. Aufbauhinweise

Die Leiterplatte aus PTFE (RT 5870 Er2.33 0,25 mm) ist 40x27mm gross. Bei den im Bestückungsplan eingezeichneten dicken Balken ist eine Massedurchkontaktierung aus dünner Kupferfolie erforderlich. Mit einem Skalpell wird die Leiterplatte aus ca. 2mm Länge geschlitzt, die Kupferfolie durchgestossen und beidseitig umgebogen, flach gepresst und verlötet. Der Radialstübchen im Mischer wird an dessen Spitze mit einem 0,1mm dünnem Draht durch kontaktiert und an Masse gelegt (im Bestückungsplan mit Punkt gekennzeichnet).

Besonders beim Fet ist eine saubere Erdung wichtig. Danach wird die Leiterplatte ins Gehäuse geklebt oder gelötet. Nach dem Bestücken und Prüfen der Spannungsversorgung wird der Fet eingelötet. Noch ein Hinweis zu den HF Koppel C's: für 12GHz eignen sich 0,5pf SMD Chip der Grösse von 0805. Für 24 GHz können die C's aus 0,12mm dickem RT-Duroid selbst hergestellt werden. Bevor man als Letztes die Beam-Lead-Dioden mit Silberkleber einbaut, muss die Schaltung mit Nitroverdünner, Freon o.ä. von Flussmittelresten gereinigt und mit Pressluft ausgeblasen werden. Um Aufbautoleranzen aufzufangen und den Einsatz von verschiedenen GaAsFet's zu ermöglichen, sind die Anpasselemente nicht gedruckt. Der Abgleich geschieht, in dem man die abgeschnittenen Fet Anschlussfahnen wie angedeutet in Länge und Position verschiebt.

3. Abgleichvorgang

1. Speisespannung anlegen, Vgs auf ca. 5mA Drainstrom stellen.
2. - 10dBm LO Ansteuerung geben.
- Eingangsanpassung auf max. Drainstrom abstimmen.
3. - Ein 24192Mhz Filter vor dem Powermeter anschliessen,
10mW ZF einspeisen.
- Anpassung am Verdoppler Ausgang auf max. Ausgangsleistung abstimmen.
4. LO Eingangsleistung auf 5mW reduzieren, mit Vgs den optimalen Arbeitspunkt suchen. Ein- und Ausgangsanpassung des Fet's nochmals optimieren.
5. Zum Schluss wird die ZF-Anpassung auf kleinstes VSWR optimiert.

Aufbauhinweise

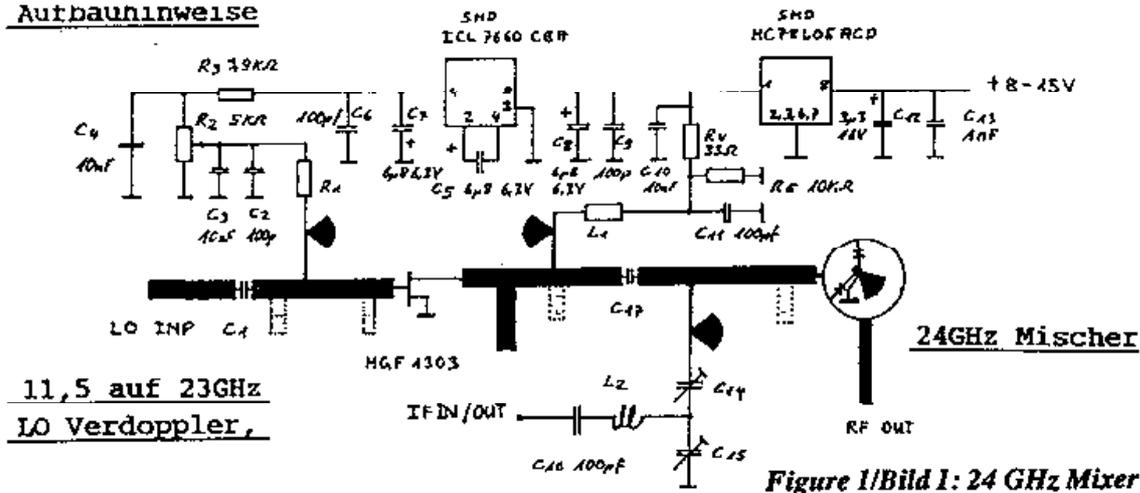


Figure 1/Bild 1: 24 GHz Mixer

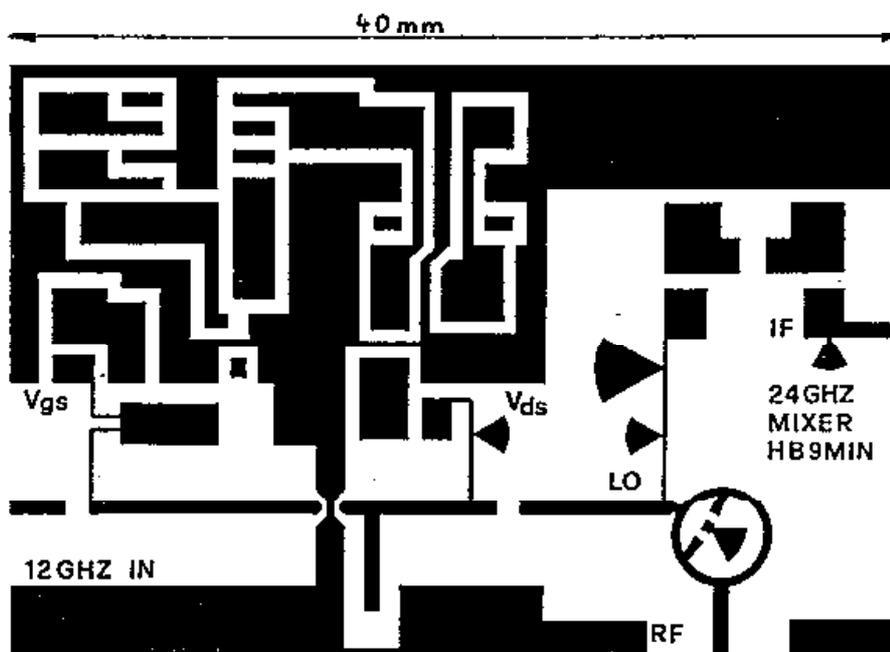


Figure 2/Bild 2: PCB 24 GHz Mixer

1. 24 GHz Mixer with LO-Doubler

In 1988 the circuits for a 24 GHz mixer and a 11.5 to 23 GHz doubler have been introduced on the VHF/UHF convention in Munich. These circuits have been integrated onto one PCB including the power regulation circuits. The mixer can be used with an ordinary 11.5 GHz LO and is applicable as an up-converter for transmit and as a down-converter for receive. By completion with a relais, filter and amplifiers a complete transverter module for 24 GHz can be built.

The LO-signal with a power level of 5 mW at 11.5 GHz is doubled with the MGF-1303 LO-doubler. A quarter wave line at the output cares for supression of the 11.5 LO-signal and determines the doubling efficiency of the GaAs-FET. It's length is 4.65 mm for 11.44 GHz LO-frequency (i.e. IF-frequency of 1296 MHz) and 4.48 mm for a 11.88 GHz LO-frequency (i.e. IF-frequency of 432 MHz). The GaAs-

Technical Reports: SSB-Millimeterwellen-Baugruppen by HB9MIN

2. Apply LO with an power of -10 dBm. Adjust input circuit of doubler for maximum Id.
3. Connect power meter to 24 GHz output. Include Filter. Apply + 10 dBm of IF-power. Adjust matching on doubler output for maximum output on 24 GHz
4. Reduce LO-power to 5 dBm. Adjust Vgs for maximum output. Adjust input and output match again.
5. Adjust IF-match for lowest return loss.

4. Bauelemente/Components

C1 0,5pf SMD Keramikkond. 0805
C2, C4, C6, C9, C10, C11, C13, C16 SMD Keramikkond. Grösse 0805
C5, C8, C12, SMD Tantal Kondensatoren 2,8 x 3,4mm.
C14, C15 optimieren auf gutes ZF-VSWR
L1 TDK SMD ferritperle oder 10 wird Grösse 0805
R1, R3, R5 SMD Widerstände Grösse 0805
R1 Potmeter SMD 8 EVM-7YS Panasonic
IC TCI 7660 CBA, MC78L05ACD in S08 Gehäuse
5310, 5312, BAT 14-110S
Dioden Beam-Lead HSCH

47 GHz Subharmonic Mixer

Diese Baugruppe basiert auf dem beschriebenen 24GHz Verdoppler-Mischer Modul mit dem Unterschied, dass der Mischer durch ein Oberwellenmischer ersetzt wurde. Diese Schaltung ist mit 0,1mW Ausgangsleistung und 15dB Umsetzverlust sicher nicht optimal, aber für die ersten Versuche gut geeignet. Als beste Lösung scheint mir das 23GHz LO Signal auf 100mW zu verstärken und anschliessend zu verdoppeln. Das ergibt ca. 8mW, was ausreicht um ein Rat-Race Mixer anzusteuern. Die ersten Versuche in dieser Richtung waren erfolgsversprechend.

6. Aufbau und Abgleich

Wie in der Einleitung gesagt, entspricht der Fet-Verdoppler in Aufbau und Abgleich dem des 24GHz Moduls. Die PTFE Leiterplatte hat die die gleichen Abmessungen 40x27mm (RT 5870 Er 2,33 0,25mm). Der Mischer benötigt zwei antiparallel geschaltete Beam-Lead-Dioden mit möglichst kleiner Kapazität, kleiner 0,1pf (HSCH 5310 oder GaAs Beam-Lead-Diode HSCH 9101 C max. 0,05pf). Der HF- Ausgang lässt sich mit einem Stück UT85 SR-Kabel (ohne Mantel) als Koax-Hohlleiterübergang realisieren. Natürlich eignen sich auch Koaxstecker, jedoch ist auf eine Impedanz gerechte Konstruktion des Überganges Stecker-Gehäusewand- Streifenleitung zu achten. Als Stecker eignen sich RPC65 CS, SSMA, K-Stecker, 2,4mm Stecker. V-Stecker.

Technical Reports: SSB-Millimeterwellen-Baugruppen by HB9MIN

Auch bei diesem Modul wird vor dem Einbau der Beam-Lead-Dioden die Schaltung gereinigt.

Als Abgleichinstrument ist als Folge der vielen verschiedenen vorhandenen Frequenzen wegen, ein Powermeter ungeeignet. Hier hilft nur ein Spektrumanalyzer. Zum Abgleich wird 10mW LO und 1mW ZF Leistung eingespiessen. Nun wird die Anpassung mit Stub's auf max. Nutzsinal bei 47,088GHz optimiert. Zuerst der Verdoppler abstimmen und erst danach den Mischer anpassen! Zuletzt wird noch das ZF-seitige VSWR verbessert.

47GHz harmonischer Mischer

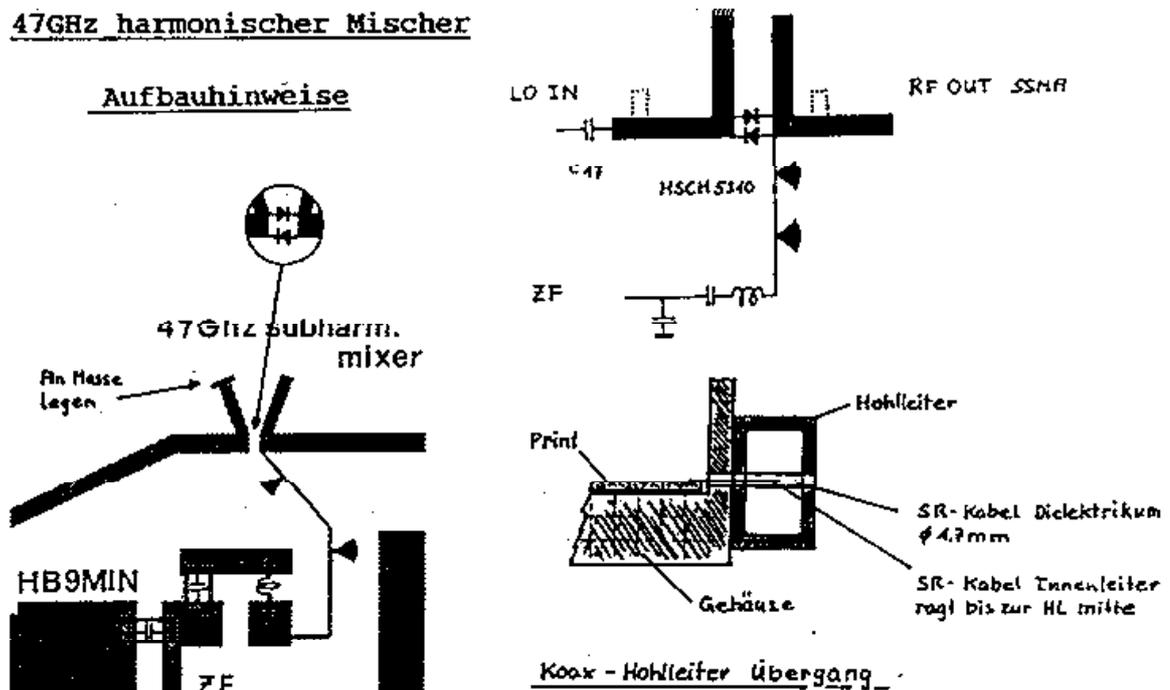


Figure 4/Bild 4: 47 GHz Subharmonic Mixer

5. Lo-doubler to 23 GHz and 47 GHz subharmonic mixer

The 47 GHz converter is roughly the same as the 24 GHz module. The main difference is the construction of the mixer, which has been chosen as a subharmonic mixer. This circuit achieves a conversion loss of 15 dB and has a maximum output power of 0.1 mW. That's not an optimal solution but works fine for the first trials on 47 GHz. A better solution would be to amplify the 23 GHz LO to 20 dBm (100 mW) and construct a doubler for 47 GHz. A power of 8 mW can be achieved. That's sufficient for a rat-race mixer on 47 GHz. First experiments into this direction have been undertaken by the author.

6. Construction and Tuning

Construction is roughly the same as for the 24 GHz module. The subharmonic mixer uses two beam-lead diodes with a very small junction capacity, i.e. the HP-HSCH5310 or even better the HP-HSCH9101. The output can be constructed as a waveguide transition with a piece of UT85 semirigid cable with sleeve removed. Coaxial connector, which can be used, are the RPC65SS, SSMA, K-type, V-type or 2.4 mm connectors.

Technical Reports: SSB-Millimeterwellen-Baugruppen by HB9MIN

For tune up a power meter is not recommended, because of the many frequencies which are part of the output spectrum. Only a spectrum analyzer can be used under these circumstances. For tune up a LO-power of 10 mW is necessary. The IF-power can be choosen as 1 mW. At this power level the ouput signal at 47.088 GHz is optimized. First the doubler has to be tuned and afterwards the mixer should

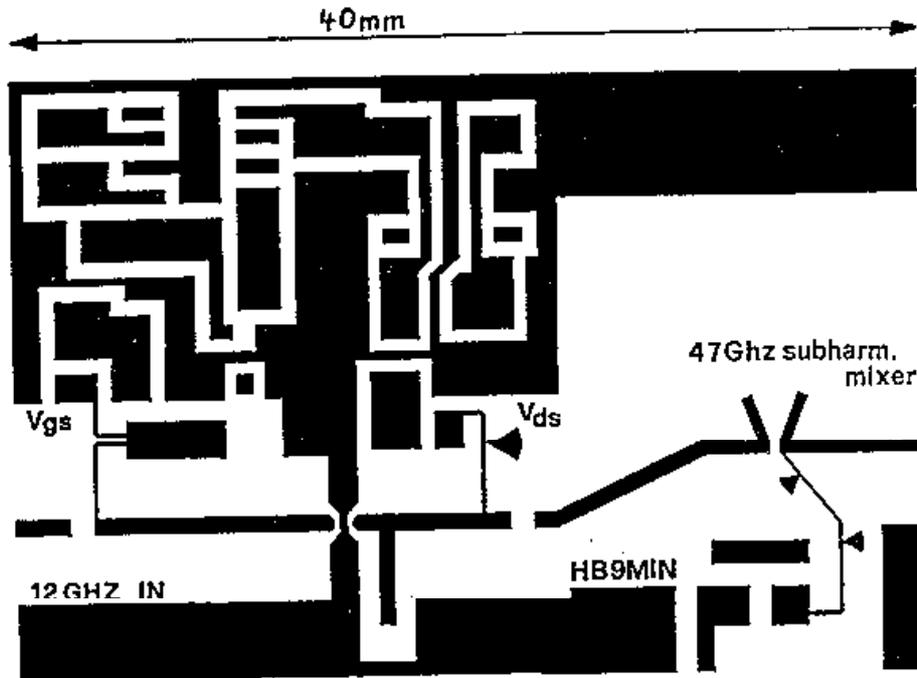


Figure 5/Bild 5: 47 GHz Subharmonic Mixer PCB

be matched! As a last step the IF-port can be tuned to minimum VSWR.