

24 GHz Transverter with HEMT's

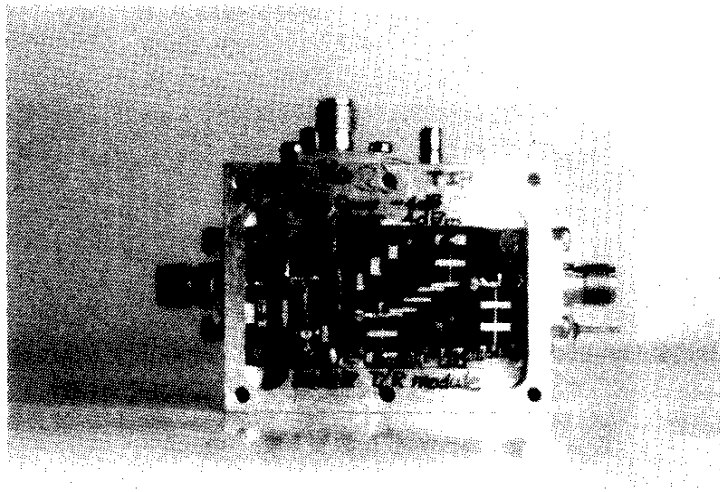
Toshihiko Takamizawa, JE1AAH
Parktown 21-502 946-16
Kitahassaku-cho Midori-ku
Yokohama 226, Japan

(Part II)

1. 24 GHz T/R-Module

1.1 Design

The 24 GHz T/R-Module (Figure 1) uses active mixers for RX and TX with HEMT's, and a stripline bandpass filter for the TX-chain. Active mixers are preferred, because some trials with 1SS105 diode mixers indicated a conversion loss of 12 - 14 dB. The 24 GHz Bandpass filter is a 3 element side coupled



Bild/Figure 1: 24 GHz T/R-Module

filter on teflon board.. Figure 4 indicates a loss of 6 dB and a bandwidth of 500 MHz. This type of filter is integrated for the TX-chain and used in an extra cabinet for the RX-side. Details of the T/R-module circuit can be seen from Figure 2. The artwork is shown in Figure 5.

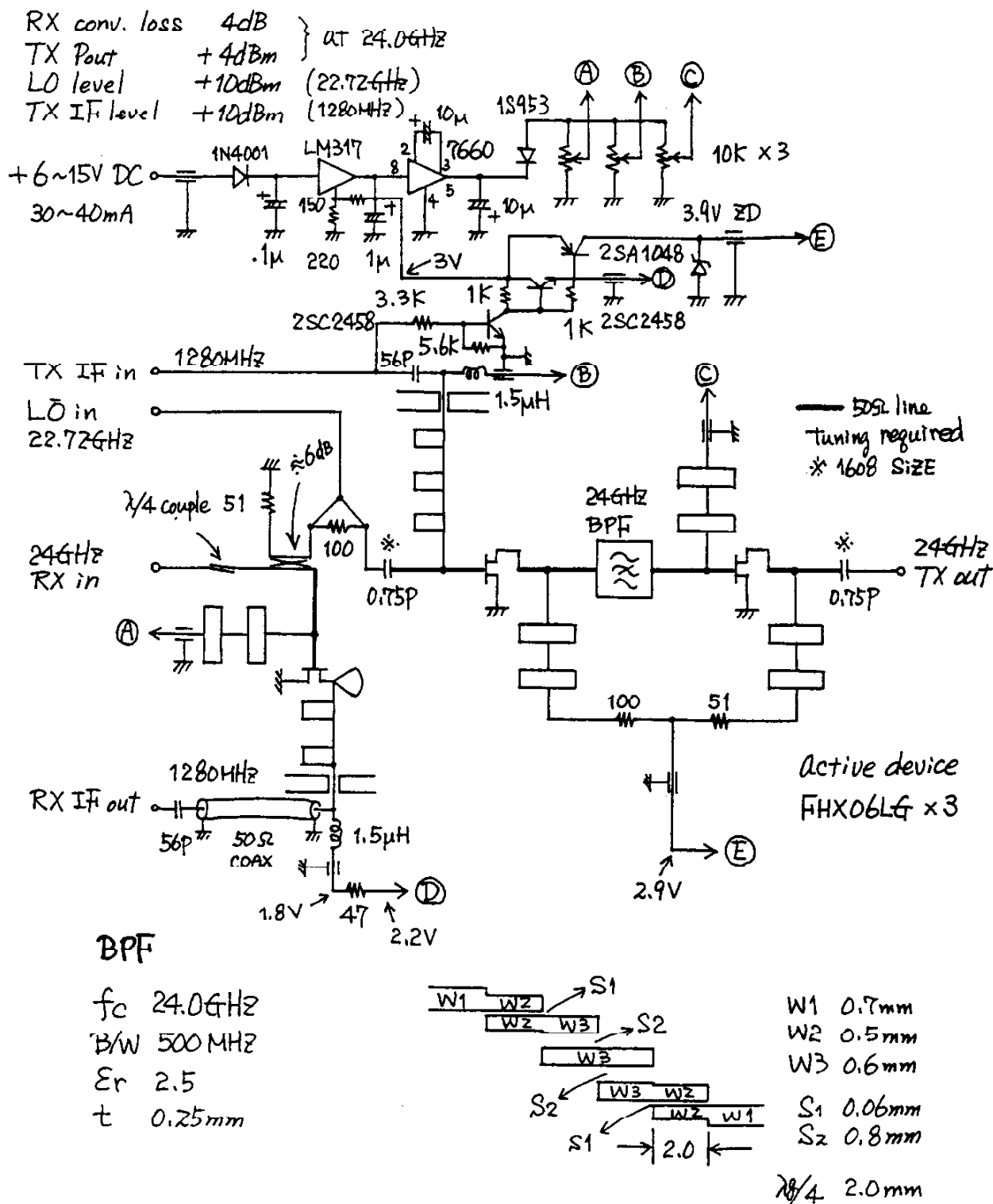
mm. As an example the construction of a $\lambda/4$ coupling slit is demonstrated in Figure 4. A knife is only used for error correction of inadequate etching time.

1.2 Construction

Because of a misunderstanding of the editor the fabrication technique of the PCB should be clarified. In fact is an chemical etching process, but there is no photographic technique involved. Instead the pattern is directly taped to the board. This tape is available in sizes from 0.05 to 4

* Sorry, I mixed the explanations of Toshi in the first part of the article. DJ9BV, Editor.

24 GHz T/R Module



Bild/Figure 2: 24 GHz T/R-Module Circuit Diagram

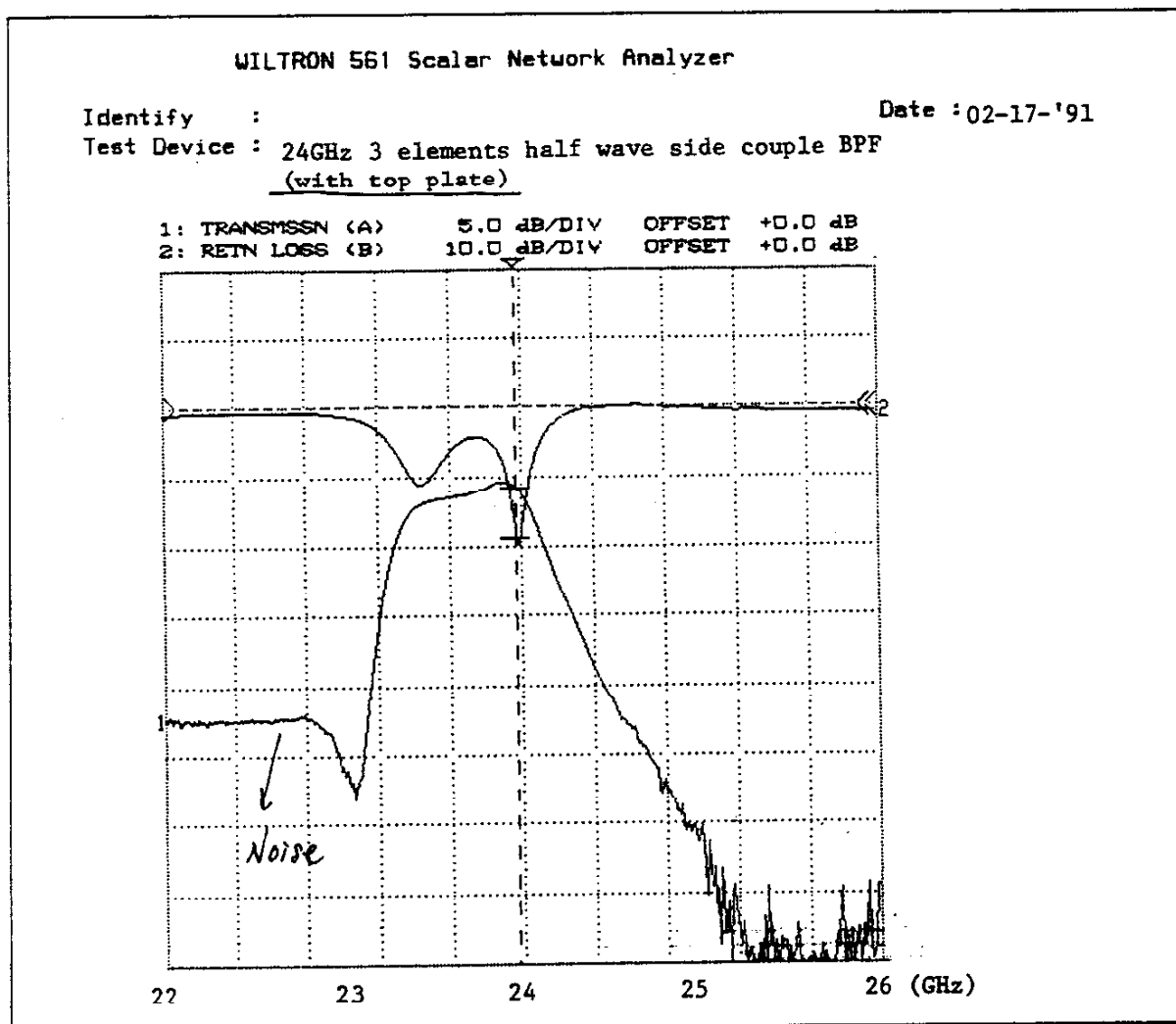
The cabinet of the T/R-module is a standard aluminium box Of 20 x 40 mm size, which seems rather small for such a complex circuit.

1.3 Results

Performance data on 24 GHz are as follows:

RX Conversion loss: 3.5 dB
TX Output Power: 4.5 dBm
LO Input Power: 10 dBm @ 22.72 GHz
IF Input Power: 10 dBm @ 1280 MHz
TX Spurious Level: < - 40 dBc

Figure 6 shows output spectrum of the 24 GHz transverter over the full range. It seems to be exceptionally clean for such a microwave circuit. Close in performance is shown in figure 7.

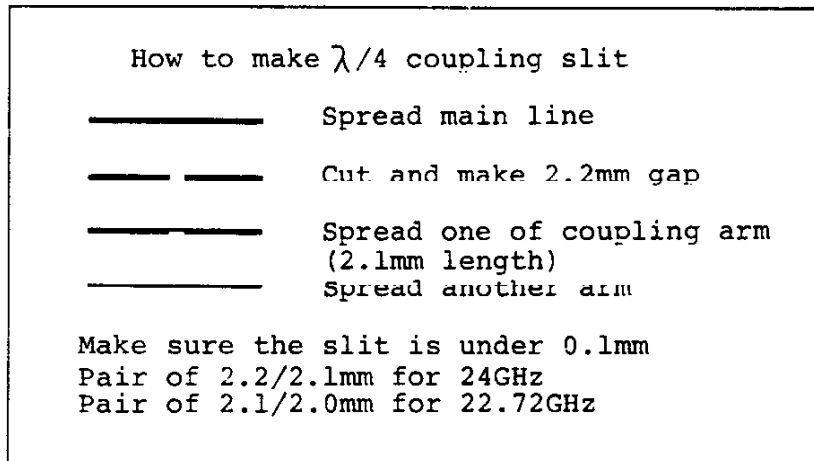


Bild/Figure 3: 24 GHz BPF Gain&Return Loss

1. 24 GHz T/R Modul

1.1 Design

Das T/R-Modul (Bild 1) benutzt aktive Mischer mit FHX06 HEMT's für den Sende- und Empfangszweig. Nach Versuchen mit Diodenmischern (1SS105), die eine Durchgangsdämpfung von 12 - 14 dB zeigten,



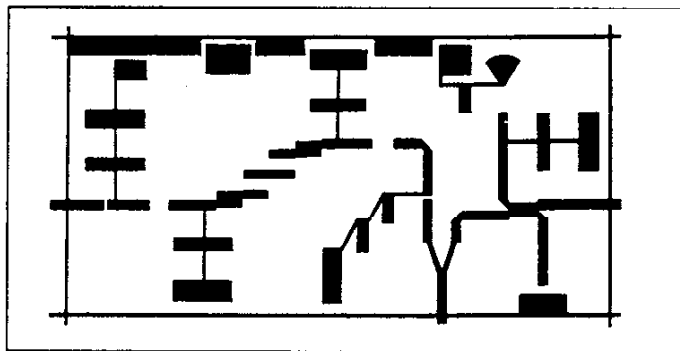
erwiesen sich die aktiven Mischer als problemloser. Das 24 GHz Bandfilter im Sendezweig ist ein 3-poliges seitengekoppeltes Striplinefilter auf dem Teflonsubstrat. Bild 4 zeigt eine Durchgangsdämpfung von 6 dB bei einer Bandbreite von 500 MHz. Die Details der Schaltung sind in Bild 2 zu erkennen. Das Layout zeigt Bild 5.

Bild/Figure 4: Etching Technique for Slits

1.2 Konstruktion

Wegen einer mißverständlichen Beschreibung im letzten

Heft folgt noch mal eine kurze Darstellung des Herstellungsprozesses der gedruckten Schaltung. Die Schaltung wird mit 'Tapes' auf das Teflonboard aufgebracht und dann chemisch geätzt. Das ist für mich einfacher als ein photographisches Verfahren. Diese 'Tapes' gibt es in Breiten von 0.05 bis 4 mm. Als Beispiel wird in Bild 4 die Herstellung eines $\lambda/4$ Kopplungsschlitzes gezeigt. Ein Skalpell wird nur zur Korrektur von Fehlern, die durch falsche Ätzzeit entstehen, benutzt.



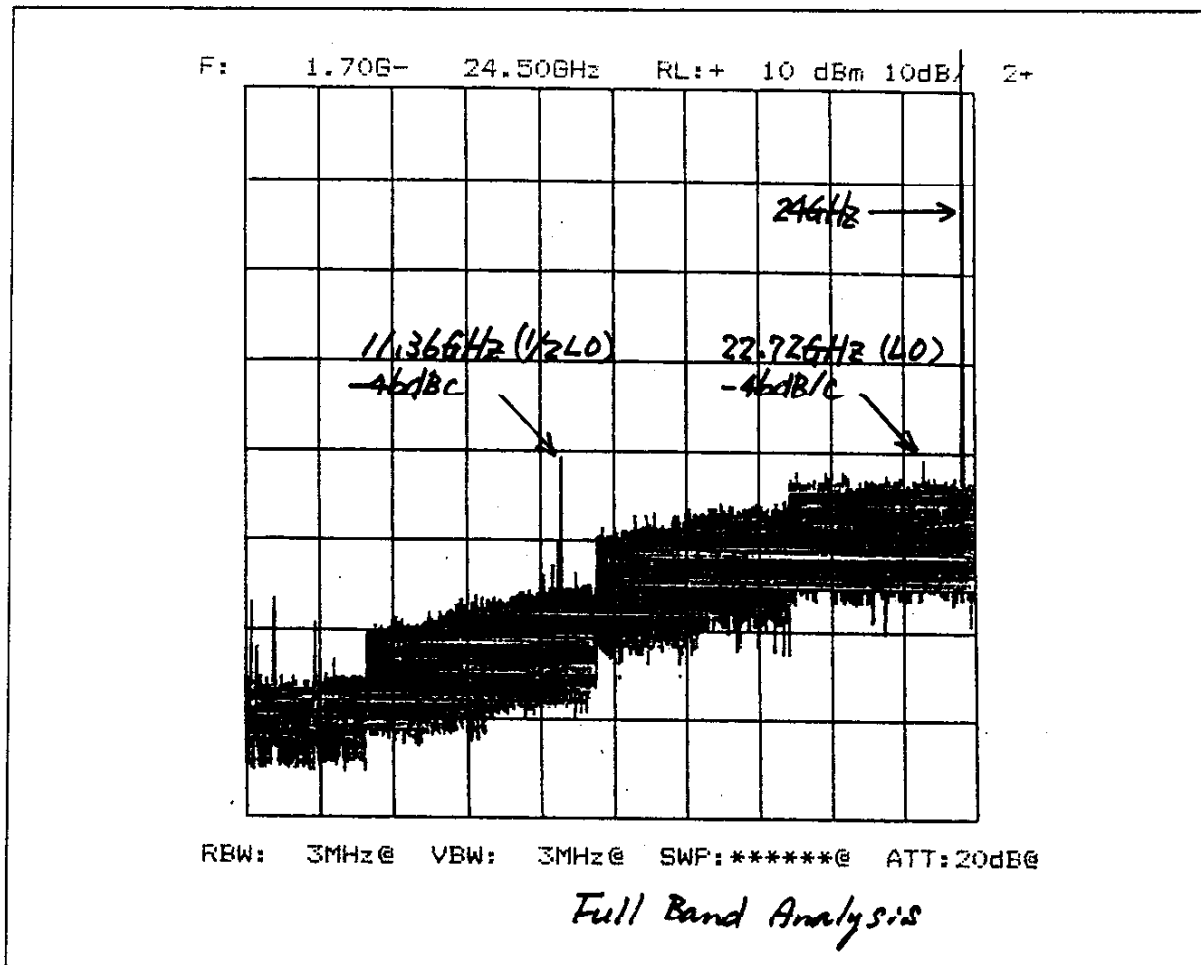
Bild/Figure 5: T/R-Module Artwork

1.3 Meßwerte

Die Meßwerte des T/R Moduls auf 24 GHz zeigt die folgende Tabelle:

RX Mischdämpfung:	3.5 dB
TX Ausgangsleistung:	4.5 dBm
LO Eingangsleistung:	10 dBm
ZF Eingangsleistung:	10 dBm auf 1280 MHz
TX Nebenwellen:	< -40 dBc

Das Ausgangsspektrum des Transverters zeigt Bild 6 über den vollen Bereich von 1,7 GHz bis 24,5 GHz. Die Nahbereichsnebenwellen zeigt Bild 7.



Bild/Figure 6: Output Spectrum

2. 11.36 GHz LO

2.1 Design

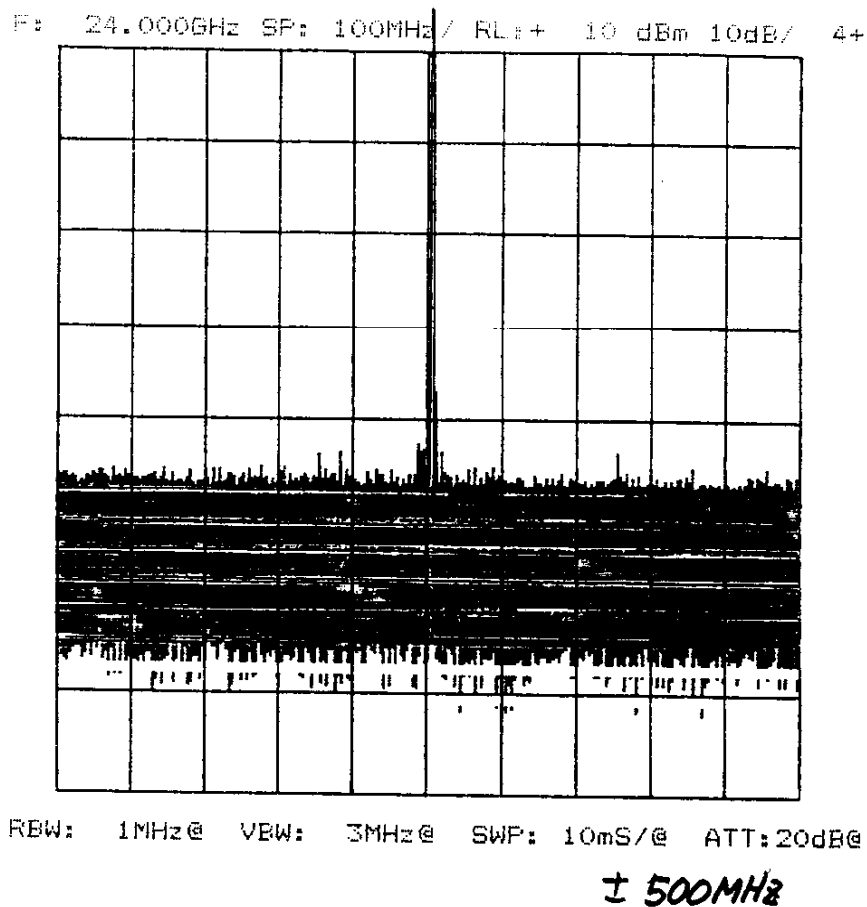
Because of availability problems the development of the 11.36 GHz PLL has been delayed. It will follow in Part III at the end of 1991.

To have the transverter ready I decided to construct a x 10 multiplier for my 1136 MHz PLL-oscillator, which has been used successfully in the 10 GHz and 5.7 GHz transverters. The circuit diagram is shown in Figure 8. After a x 5 multiplier and a stripline bandpass an amplifier with a MGF1402 raises the level for the last doubler stage with a MGF 1403. Three bandpass-filters in microstripline technique are involved for maximum spectral purity and no tune operation.

The 5.76 GHz filters can be seen in Figure 9 and Figure 10. The 11.36 GHz filter is shown in Figure 111.

2.2 Construction

The module is shown in figure 12. PCB-Layout is shown in Figure 13.



Bild/Figure 7: Output Spectrum Close In +/- 500 MHz

2.3 Results

Phase noise of the oscillator is not very good because of the high multiplication factor of 20. This suffices for NFBM but may be a bit noisy for SSB. Spurs on the output signal can be seen in Figure 14, which shows the 12.8 MHz sidebands of the basic PLL on 1136 MHz.

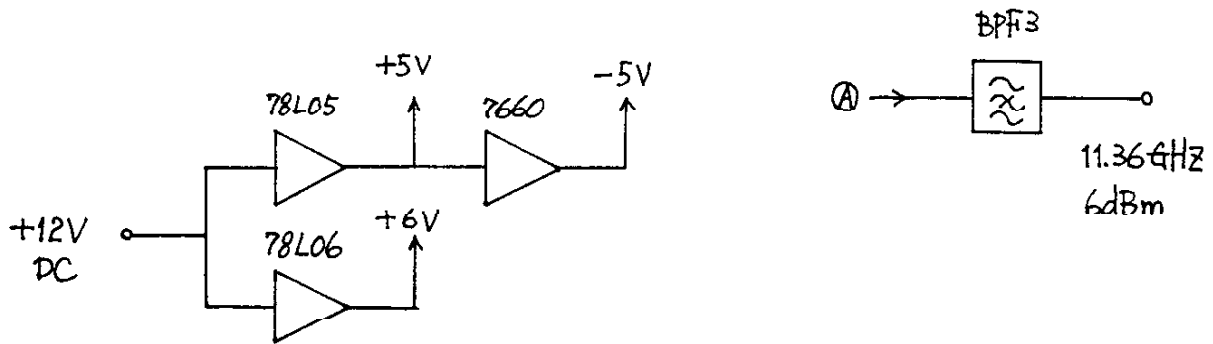
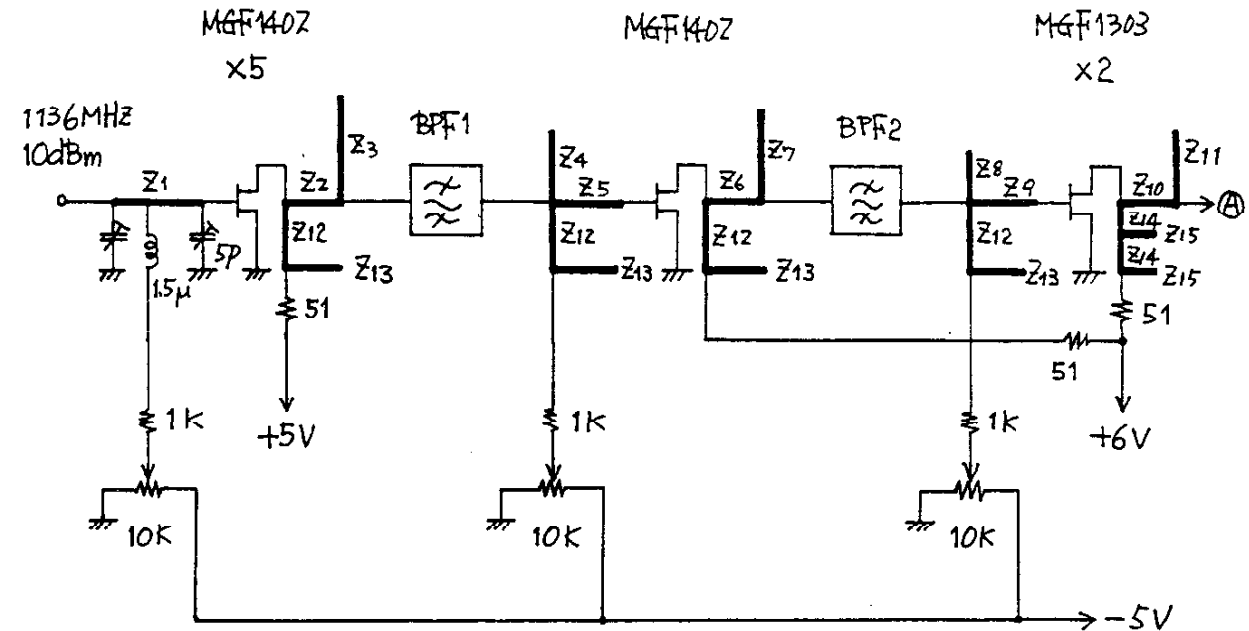
2. 11,36 GHz LO

2.1 Design

Da es Beschaffungsprobleme gab, wurde die Entwicklung des 11,36 GHz DRO-PLL's verzögert. Diese Beschreibung folgt in Teil III Ende 1991.

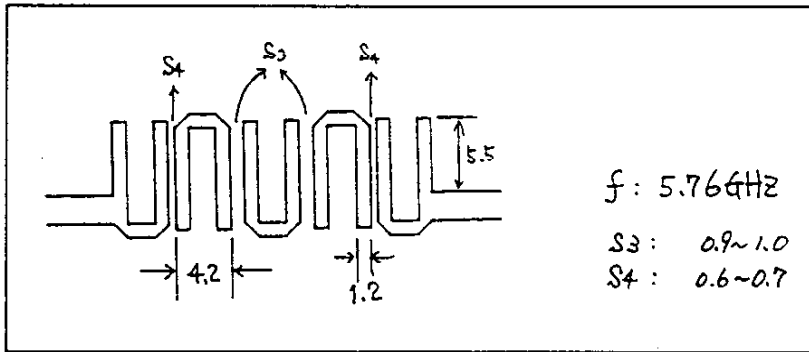
Um schon mal den Transverter betreiben zu können, habe ich einen Verzehnfacher konstruiert, der mit dem 1136 MHz PPL-Oszillator, wie er in meinem 10 GHz Transverter verwendet wird, ein 11,36 GHz Signal erzeugt. Das Schaltbild zeigt Bild 8. Nach einer Verfünffacher-Stufe folgen ein Microstriplinc-

11.36GHz Multiplier



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	
imp.	50	—————→										120	40	120	40	(ΩL)
length	17.0	2.5	11.6	5.9	4.2	2.5	11.6	7.2	6.1	2.8	2.8	9.2	8.9	4.6	4.5	(mm)

Bild/Figure 8: x10 Multiplier Circuit Diagram



Bild/Figure 9: 5.76 GHz Bandpass

Bandfilter, eine Linearstufe, wieder ein Filter und dann ein Verdoppler mit nschgeschaltetem Filter auf 11,36 GHz.

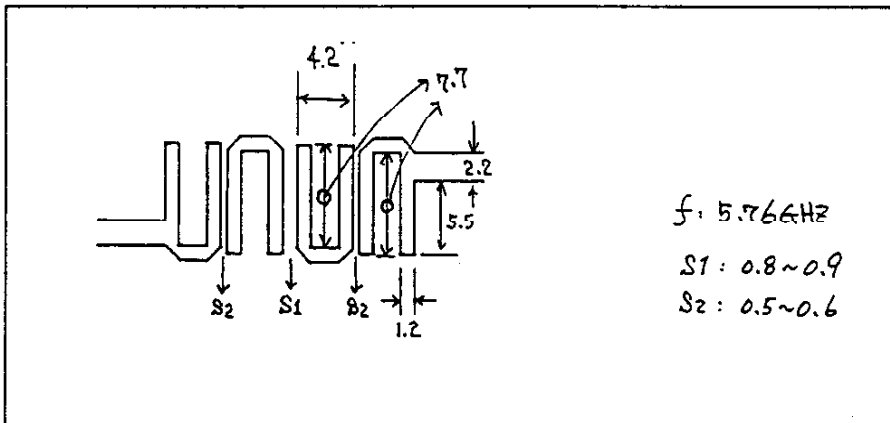
Der Aufbau der 5,76 GHz Filter wird in Bild 9 und 10 gezeigt. Das 11,36 GHz Filter zeigt Bild 11.

2.2 Konstruktion

Das fertige Modul im Aluminium-Gehäuse zeigt Bild 12.

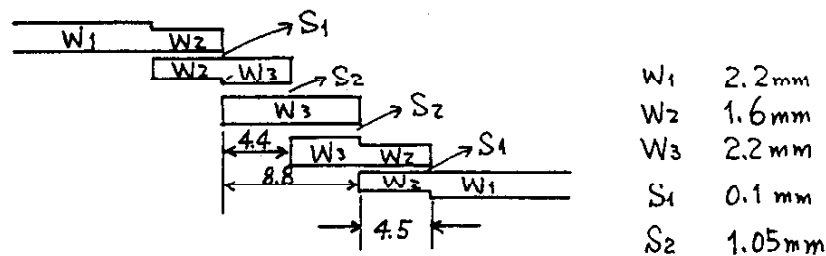
2.3 Meßwerte

Da der Multiplikationsfaktor mit 20 sehr hoch liegt, wird das Phasenrauschen des 1136 MHz PLL's nochmal um mindestens 26 dB schlechter. Daher ist dieses LO-Signal eher für NFBM-Betrieb als für SSB-



Bild/Figure 10: 5.76 GHz Bandpass

Betrieb geeignet. Das Ausgangssignal auf 24 GHz zeigt Bild 13.

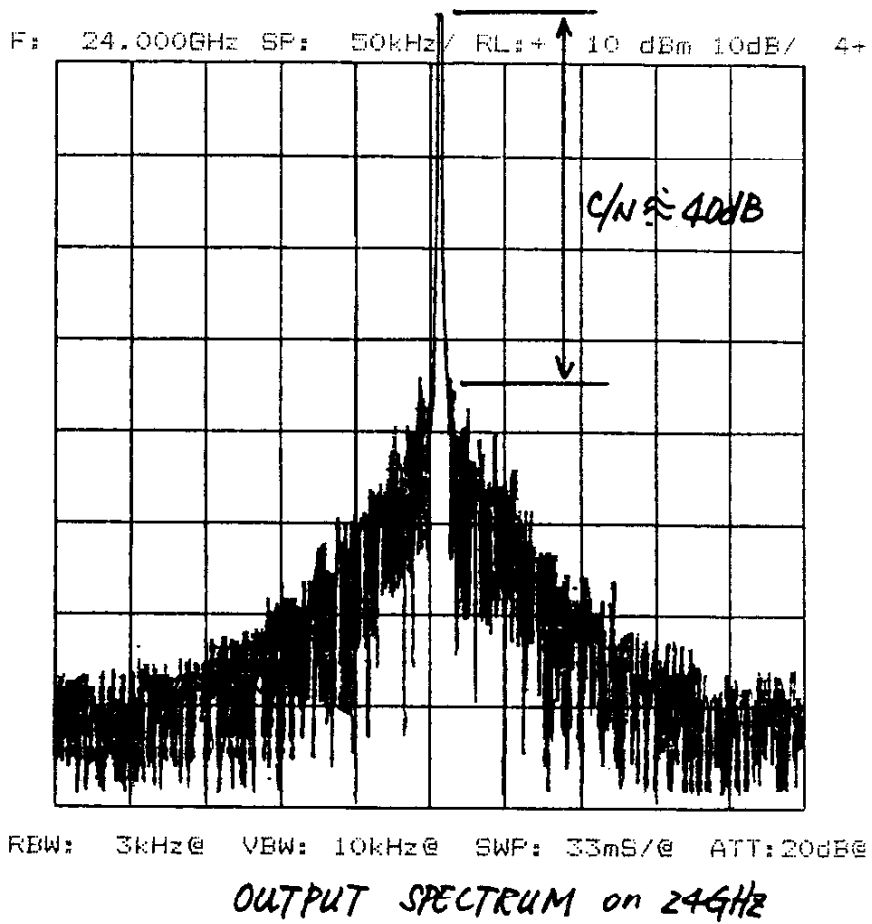


3dB B/W 500MHz
 $f_c 11.36\text{GHz}$

Bild/Figure 11: 11.36 GHz Bandpass



Bild/Figure 12: x10
Multiplier



Bild/Figure 13: Output Phase Noise on 24 GHz