

Frequenzteiler für den Microwellenbereich

von E. Zimmermann, HB9MIN

1.) Einleitung

D. Zur Zeit kommen interessante Teiler-IC's auf den Markt, mit denen die Frequenzgrenze von UHF-Zählern bis auf 2.5 GHz erhöht werden kann.

1.) Introduction

E. At present, interesting prescalers which extend UHF counters up to 2.5 GHz range appear on the market.

CA3199	1.4GHz/4	RCA	abt. 20DM	SP8612	2GHz/10	Plessey	abt. 200DM
SP8612B	2.0GHz/10	Plessey	??	U822BS	2.3GHz/2	Telefunken	??

D. In verschiedenen Entwicklungslaboratorien wird an GaAs Teiler-IC's gearbeitet. Ähnliche IC's dürften erst in einigen Jahren erhältlich sein, außerdem wären sie kaum zu bezahlen. Hier einige Angaben:

E. Development of GaAs prescaler-IC's is world wide forced in different laboratories. Mentioned IC's will appear in some years on the market but seem to be rather expensive. Here some preliminary results:

GaAs	fmax= 3.5GHz/256	Mitsubishi	Si-trans.	f-max= 5GHz/8	??
GaAs	fmax= 6.0GHz	HP	GaAs (.7u)	f-max= 10.2GHz/2	LEP

As preamplifiers are suitable: Als Vorverstärker sind geeignet:

OM361	Verstärkung/gain	20dB	at/bei	1.3GHz	Philips	25DM
MSA0170	Verstärkung/gain	10dB	at/bei	3.0GHz	Avantek	60DM
CGY31	Verstärkung/gain	17dB	at/bei	2.5GHz	Siemens	150DM

2.) Frequenzteiler bis 1.4 GHz/4 mit Vorverstärker

D. Seit einiger Zeit gibt es ECL Frequenzteiler bis 1.4 GHz, die für den Einsatz in 900MHz CB-Geräten und TV-Tunern vorgesehen sind. Mit diesen IC's lassen sich preisgünstige Teiler aufbauen. Im folgenden Beitrag wird ein 1.4 GHz Teiler/4 mit Vorverstärker beschrieben.

Die Schaltungsbeschreibung: Das Eingangssignal gelangt über einen 3 dB-Abschwächer an den Vorverstärker. Er verstärkt von 10 MHz bis 1GHz 28dB und bei 1.4GHz noch 16dB. Über eine Drossel wird die Speisespannung dem Endtransistor zugeführt. Der CA3199 (RCA) wird mit einer stabilisierten Spannung von 5V betrieben und teilt die Eingangsfrequenz /4. R1 von 27kOhm unterdrückt Schwingneigungen des Teilers. Um am Zähler die richtige Frequenz ablesen zu können, muß beim Betrieb mit dem Vorteiler die Zeitbasisfrequenz ebenfalls /4 geteilt werden. Das geschieht mit dem SN7493. Mit dem Schalter wird die Zeitbasisfrequenz umgeschaltet und der Teilerbaustein mit 12-15V versorgt.

2.) Frequency Prescaler 1.4 GHz/4 with Preamplifier

E. Since some time now, ECL frequency scalars up to 1.4 GHz are available, which are produced for 900MHz CB and TV-tuner applications. Using such IC's, it is possible to realize cheap prescalers to extend UHF counters in their frequency range up to 1.4 GHz as described in the following article.

Circuit Description

The input signal passes 3dB attenuated into the preamp where it's amplified between 10 MHz and 1 GHz 28 dB and at 1.4 GHz still 16 dB. The final transistor is supplied via a choke. The IC CA3199 (RCA) is supplied by a 5V stabilized voltage and divides the input frequency by four. R1 (27kOhm) suppresses unwanted selfoscillations by the scaler. For reading the correct frequency, the timebase at the driven counter must be scaled by 4, too. This is done by IC SN7493.

Der Aufbau

D. Der Aufbau sollte streng UHF-mäßig sein. Kurze Anschlüsse, Entkopplungskondensatoren nahe am IC u.s.w. Die maximale Arbeitsfrequenz ist

auch abhängig vom Aufbau! Am besten eignet sich eine doppelt kaschierte CU-Epoxyplatte, wobei man die entsprechenden Lötinseln ausfräst. Die restliche Kupferfläche ist Masse, wobei beide Seiten miteinander verbunden werden, indem man kleine Löcher bohrt ( $\varnothing 0.9\text{mm}$ ), einen Draht durchstößt und beidseitig verlötet. Der OM361 wird liegend aufgebaut und zwar so, daß die Typenbezeichnung oben zu lesen ist. Beim CA3199 werden die Beine gekürzt, so daß man das IC stumpf auf den Print löten kann. Als Kondensatoren sind Chipausführungen am besten geeignet. Normale Kondensatoren können ebensogut verwendet werden, wenn sie kurz eingelötet werden.

Construction

E. The construction should be made in UHF performance, capacitors near the IC a.s.o. The maximal scaled frequency depends on the performance of construction! Recommended is a double clad through contacted epoxy pcb. The IC OM361 is situated in the way that type printing on the package is readable. On IC CA3199 the terminations are shortened and soldered as near as possible on pcb. Chipcapacitors are recommended, but standard ceramic types are usable with good success when leadwires are shortened as much as possible.

Technische Daten/Specifications

Speisespannung/Supplyvoltage:

min. 12 - max 15V

Stromaufnahme/Consumption:

max. 130 mA

Max. Eingangsfrequenz/Max. Inputfrequency:

1.4 GHz, typ. 1.45 GHz

Eingangsempfindlichkeit/Inputsensitivity:

144MHz=-50dBm, 432MHz=-50dBm

1296MHz=-40dBm, 1.4GHz=-14dBm

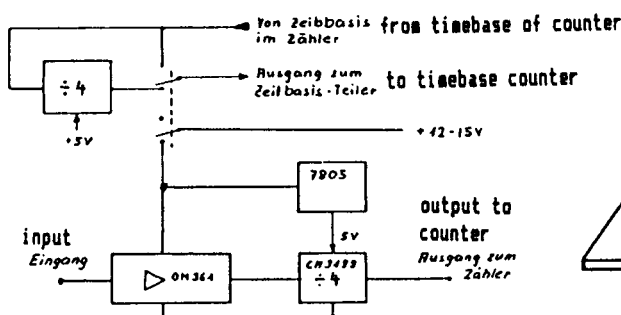


Bild.2 Blockschaftbild des Vorverstärkers  
block circuit diagram

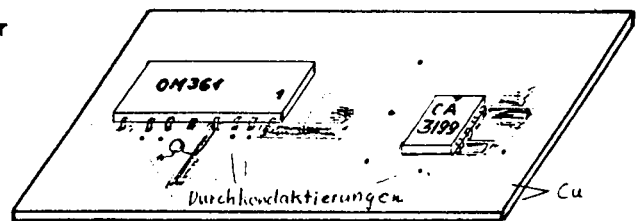
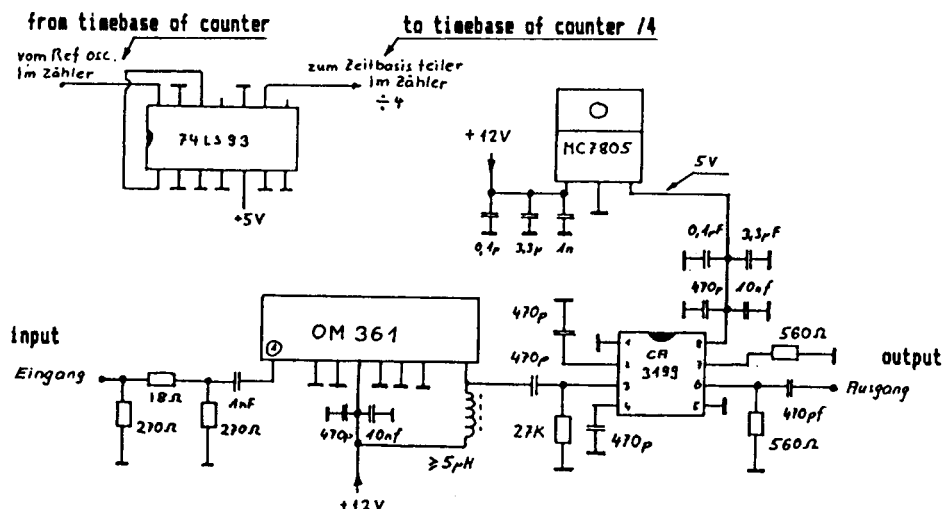


Bild 3 Beispiel eines UHF-mässigen Aufbaues



example of UHF performance

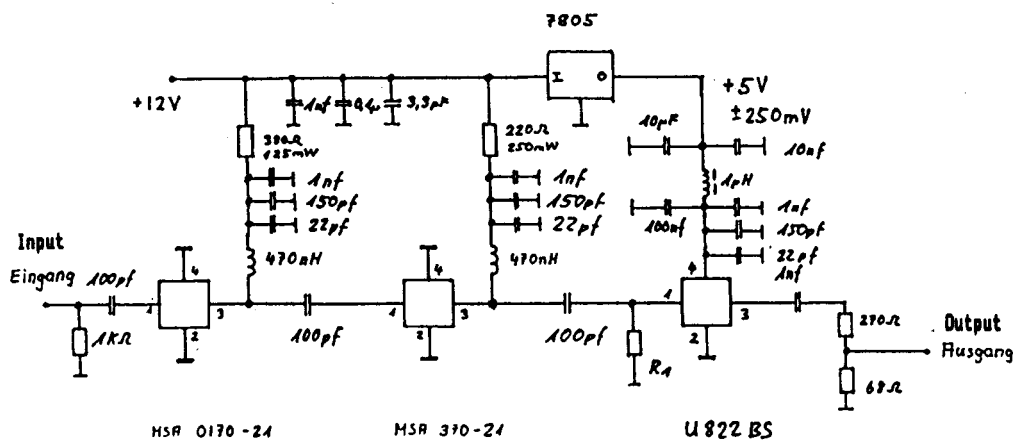
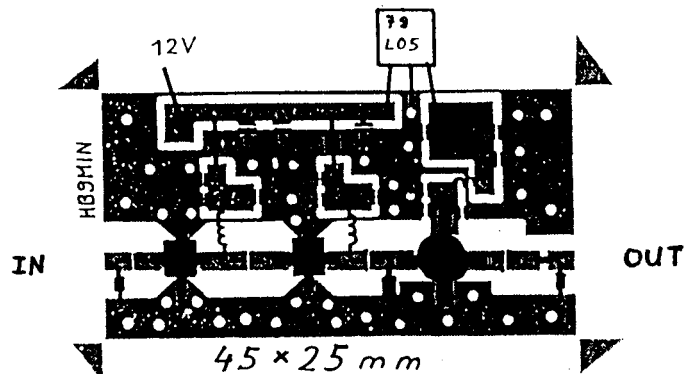
3.) 2.3 GHz Teiler / 2 mit Vorverstärker

Im Laufe des Jahres 1984 soll bei AEG-Telefunken ein 2.3 GHz Teiler erhältlich sein. Der Verfasser hatte das Glück ein Muster zu erhalten und einen Prototyp aufzubauen.

Das Eingangssignal gelangt zu einem 2-stufigen, integrierten Vorverstärker MSA0170-21 und MDA 0370-21. Sie sind in einem 100mil Transistor-Stripline-Gehäuse erhältlich. Die Verstärkung beider Verstärker zusammen beträgt 18 dB bei 3 GHz. Die Speisespannungen werden über HF-Drosseln zugeführt. Die Widerstände dienen zur Arbeitspunkteinstellung. Der U822 teilt das Signal /2. R1 dient zur Unterdrückung von Schwingneigungen. Die Speisespannung sollte mit mehreren Kapazitätswerten breitbandig abgeblockt werden. Weil die Ausgangsspannung an Pin3 nur ca. -10dBm beträgt, sollte vor den nächsten Teiler ein Vorverstärker geschaltet werden. (Z.B. OM361) Der U822 benötigt 5V +/- 240mV bei ca. 35mA. Auf gute Kühlung ist zu achten. Die max. Teilerfrequenz sinkt bei steigender Betriebstemperatur. Die maximale Teilerfrequenz kann noch durch Variieren der 5V Betriebsspannung im v.g. Bereich optimiert werden.

3.) 2.3 GHz Prescaler by 2 with Preamplifier

E. During 1984 a 2.3 GHz prescaler should be available from AEG-Telefunken. The writer already got a sample for testing. The input signal is amplified by two IC's MSA0170-21 and MDA0370-21. The gain at 3GHz amounts 18dB both amplifier together. The amplifier IC's are supplied via a rf choke. The resistors reduce the supplyvoltage down to 5 Volts. The IC U822 divides the input signal by two. Selfoscillation of U822 is suppressed by R1. Because the low scaled outputvoltage at pin 3 (abt. -10dBm) insertion of an amplifier to the next divider is recommended. (A.e. OM361) The power consumption of U822 amounts at 5V +/- 240mV abt. 35mA. Pay attention to sufficient heat dissipation. The max. prescaled frequency depends also on operationtemperature and decreases by increasing of temperature. The maximal prescaled frequency can be optimized by varying the 5V supplyvoltage within the specified range above.



**U 622 BS**

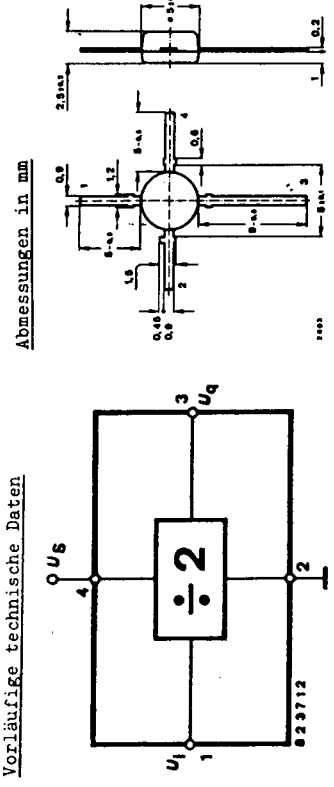
---

TELEFUNKEN electronic  
Postfach 1109  
7100 Heilbronn

Vorläufige technische Daten  
Preliminary specifications

---

Monolithisch integrierte Schaltung  
Anwendung: 2-GHz-Frequenzteiler  $\div 2$  für Satellitenempfangssysteme  
Vorläufige technische Daten



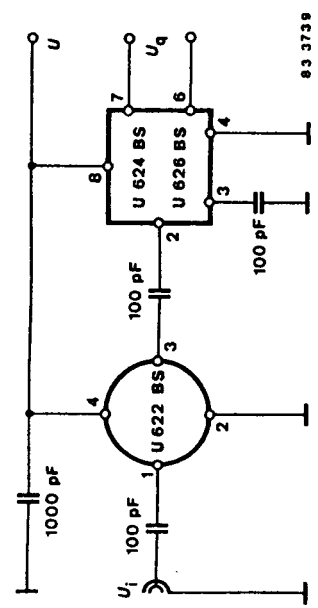
Bemerkung:  
Wenn kein Eingangsspegel vorhanden ist, schwingt der Schaltkreis bei ca. 1400 MHz

Fig. 1 Blockschaltung und Anschlußbelegung

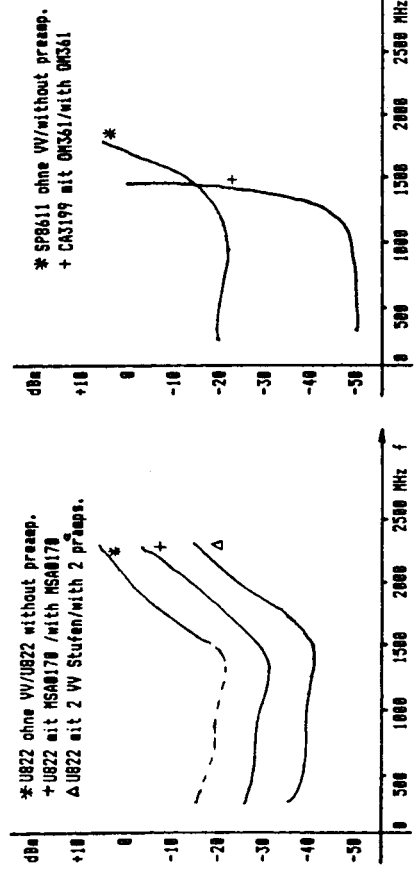
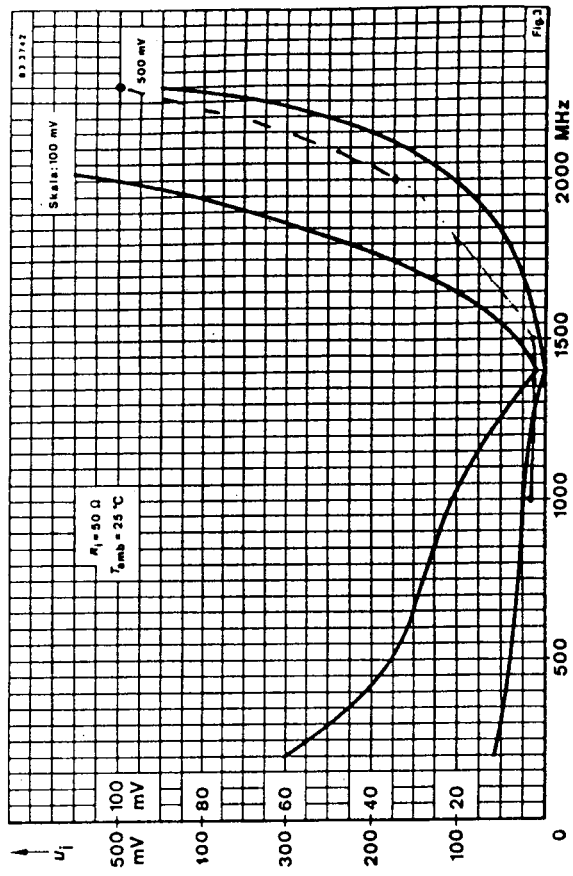
Elektrische Kenngrößen

$U_S = 5$  V, Bezugspunkt Pin 2,  $T_{amb} = 25^\circ C$

Versorgungsbereich	Pin 4	$U_S$	4,75	5,0	5,5	V
Versorgungsstrom	Pin 4	$I_S$				35 mA
Eingangsempfindlichkeit	Pin 1	$U_i$				150 mV
Ausgangsspannungshub	Pin 3	$U_q$				250 mV <sub>SS</sub>



83 3739

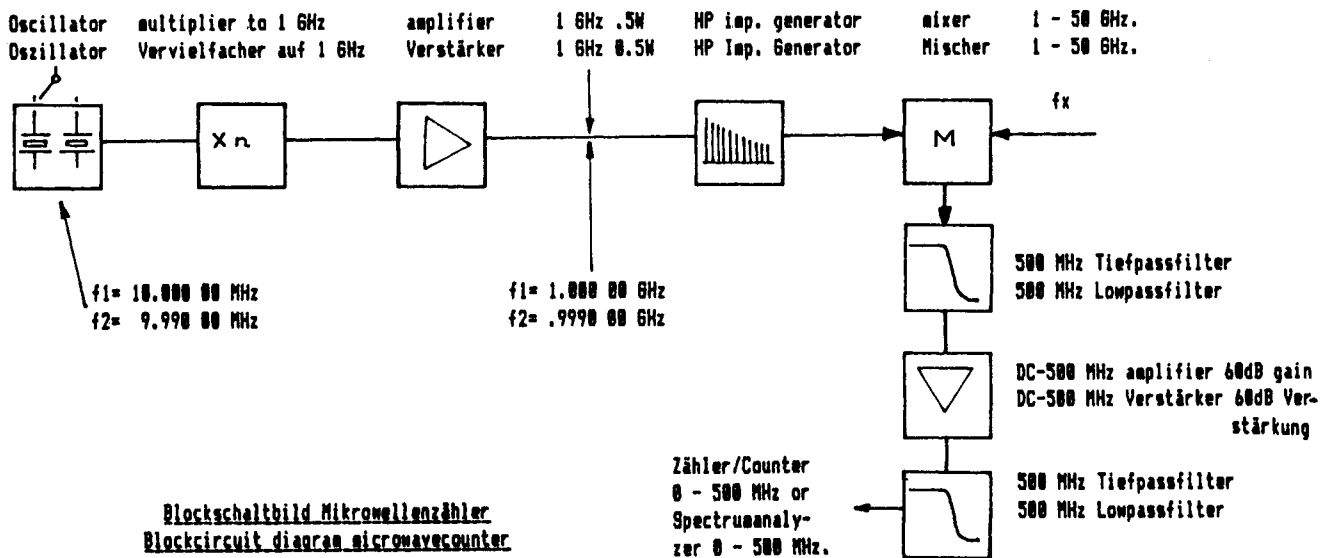


4.) Frequenzzähler mit Mischer bis 47 GHz

D. Für den Frequenzbereich oberhalb 2 GHz gibt es keine Direktzähler. Hier werden komplizierte Anordnungen mit Mischern, Vervielfachern, YIG Oszillatoren, PLL-Systeme verwendet, die von einem Rechner gesteuert werden. Preise eines solchen Zählers: mehrere 10.000 DM. Für den Funkamateure gibt es ein einfaches Konverterprinzip. Mit diesem Verfahren können Signale bis 47 GHz auf den 0-500 MHz Bereich gemischt werden. Damit kann man nicht nur Gunnoszillatoren mit einem 500 MHz Zähler eichen, sondern auch sein Signal sich in einem 500 MHz Spectrumanalyser ansehen. Hier wird nur das Meßprinzip erläutert. Der Verfasser hat einen kompletten Zähler aufgebaut, bei welchem die nachfolgend beschriebenen Meß- und Rechenvorgänge automatisch erfolgen. Ebenso werden Fehlmessungen als solche erkannt. Der Zähler hat folgende Eigenschaften: Zeitbasisfehler  $1 \times 10^{-8}$ . Frequenzbereich 1.0GHz-50GHz. Auflösung 1kHz. Empfindlichkeit bei 24 GHz  $1 \mu W = -30 dBm$ .

4.) Frequencycounter using mixer up to 47 GHz

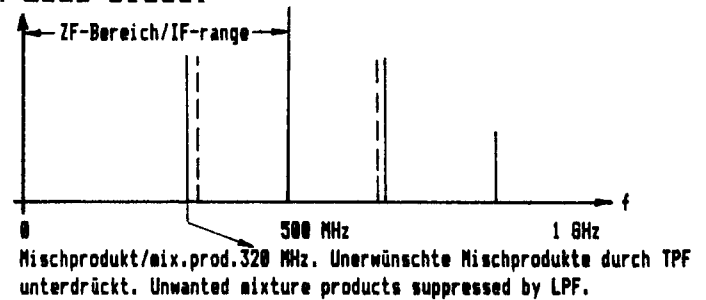
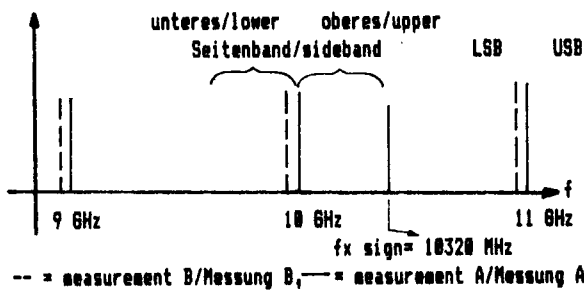
E. For the frequency range higher than 2 GHz are no direct counters available. Complicated configurations are normally used in commercial equipment like expensive (some tenthousand marks) microcomputer-controlled mixers, multipliers, YIG Oscillators and PLL-systems. For amateurradio use a simple down-converter system can be easily realized as the writer describes in this article. Not only Gunnplexer frequencies can be measured, also the spectral purity of microwave carriers when a spectrum analyzer is used as IF amplifier (0-500MHz). Now the measurement method will be illustrated. The writer constructed such a counter with following features: Timebaseerror:  $1 \times 10^{-8}$ . Frequency Range: 1.0 to 50 GHz. Frequency resolution: 1 kHz. Sensitivity at 24 GHz:  $1 \mu W = -30 dBm$ .



Blockschaltbild Mikrowellenzähler  
Blockcircuit diagram microwavecounter

D. Zwei hochstabile Oszillatoren von 10.000 MHz und 9.9900 MHz werden vervielfacht auf 1 GHz und auf 0.5W verstärkt; darauf folgt ein Vervielfachermodul von HP. Dies erzeugt sehr starke Oberwellen im Abstand von 1 GHz. Mit der unbekanntnen Frequenz gemischt, ergibt sich am ZF-Ausgang ein Signal, das ein Tiefpassfilter und einen empfindlichen Breitbandverstärker passiert. Durch ein äußerst steiles Tiefpassfilter werden die unerwünschten Mischprodukte unterdrückt. Der Vervielfacher und Mischer ist auf 0.25mm RT/DUROID aufgebaut. Der 2. Vervielfacher ist ein HP33005 Modul von HP. Als Mischer wird eine HP Low Barrier Beam Lead Diode HSCH 5330 verwendet. Ideal wäre eine 40 GHz Zero Bias Beam Lead Diode.

E. Two very stable 10.000 MHz and 9.9900 MHz crystal oscillators are multiplied to 1 GHz and amplified up to 0.5W. This signal drives a HP multiplier module which produces strong harmonics in a space of 1 GHz. Mixed by the unknown frequency, the IF passes through a lowpass filter into a low noise broadband amplifier of high sensitivity. Because the high shapefactor of lowpassfilter, the unwanted mixture products are suppressed above 500 MHz. The first multiplier is constructed on RT/DUROID pcb of 0.25mm thickness. The second multiplier is a commercial module typed HP33005 produced by HP. As mixer a HP Low Barrier Beam Lead Diode HSCH 5330 is applied. Much better would be to use a 40 GHz Zero Bias Beam Lead Diode.



**Messablauf**

A.) Der 10.000 MHz Oszillator wird eingeschaltet und erzeugt Oberwellen auf 1.000/2.000GHz usw., mit welcher die fx sich mischt. Am ZF Ausgang haben wir eine Frequenz von 330.250 MHz.

B.) Nun wird auf den 9.9900MHz Oszillator umgeschaltet. Dies ergibt Oberwellen von 0.9990/1.9980 GHz usw.; gemischt mit fx ergibt sich eine ZF von:  
 330.25 MHz oder 310.25 MHz

C.) Da die ZF-Frequenz steigt, sagt das uns, daß die fx im oberen Seitenband liegt. Die Frequenz von Messung B ist 10 MHz höher, dies sagt uns, daß fx sich mit der 10. Oberwelle gemischt hat. Jetzt schalten wir wieder um auf Osz. 1 und messen also 10.320.25 GHz.

Die ZF-Frequenz sinkt, dies sagt uns daß die fx im unteren Seitenband liegt. Die Frequenzdifferenz von 10 MHz besagt auch hier, daß sich die fx mit der 10. Oberwelle gemischt hat. Nun schalten wir wieder auf Osz. 1 und messen 320.25MHz. Um die richtige Frequenz zu erhalten, muß die ZF Frequenz von 10.000 GHz abgezogen werden = 9.679.75 GHz.

Frequenzmessungen sind nur innerhalb der 500 MHz ZF-Segmente möglich. Unter verschiedenen Bedingungen sind Fehlmessungen möglich; mit einem programmierbaren Zähler lassen sich solche eliminieren.

**Measurement Procedure**

A.) E. The multiplier is driven first by the 10.000 MHz Oscillator only, producing harmonics at 1.000/2.000GHz a.s.o., which are mixed by the unknown fx. At the IF output 320.25 MHz appear.

B.) Now the 2. Oscillator 9.9900Mhz is activated only and produces harmonics at .9990/1.9980GHz a.s.o., which are mixed by the unknown fx. At the IF output following frequencies appears:  
 330.25 MHz or 310.25 MHz

C.) IF frequency increases, that means that fx is situated at the upper sideband. The difference to the result of measurement B amounts 10MHz which means that fx is mixed by the 10th harmonic of the 1 GHz signal. Return to the 10.000MHz Oscillator measurement result will be 10.320.25 GHz.

IF-frequency decreases, that means that fx is situated at the lower sideband. The difference to the result of measurement B amounts 10MHz which means that fx is mixed by the 10th harmonic of the 9.9900 MHz signal. Now we return to oscillator 1 and the result is 320.25 MHz. To get the correct result, the IF frequency must be subtracted from the 10.000GHz = 9.679.75 GHz

Frequency measurements are possible only within a 500 MHz IF range. Under different conditions, erroneous measurements are possible, but can be eliminated by microcomputer controlling.