



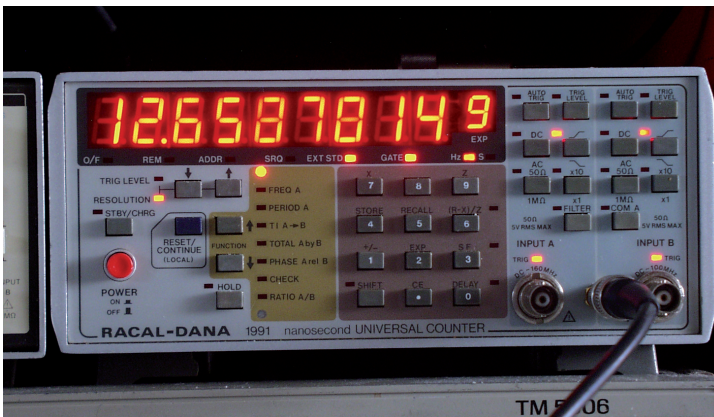
*Ralph Berres, DF 6 WU*

## Erweiterung eines RACAL DANA 1991-Frequenzzählers für 12 GHz

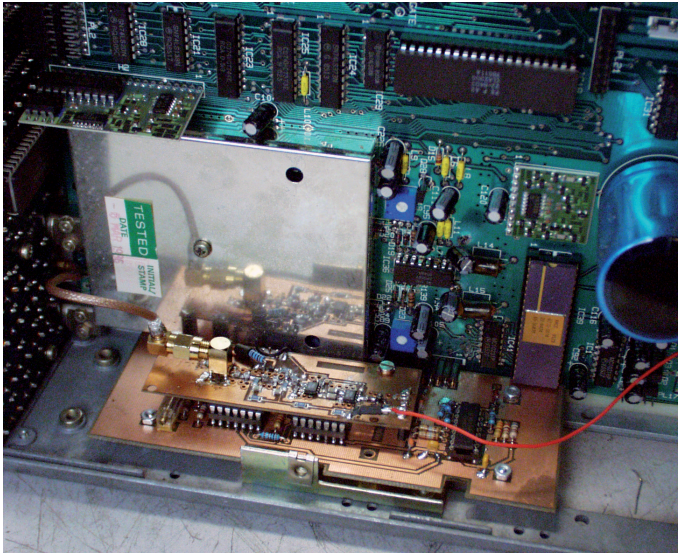
### 1. Einleitung

Auf dem Surplus-Markt gibt es preisgünstige Frequenzzähler von RACAL DANA. Der Frequenzzähler vom Typ „1991“ hat 2 Eingänge, wobei der Haupteingang bis 160 MHz und der zweite Eingang immerhin bis 100 MHz spezifiziert sind. Unter der Bezeichnung „1992“ gibt

es eine Version mit einem dritten Eingang bis 1,2 GHz. Beide Frequenzzähler haben eine 9-stellige Anzeige. Als Option gibt es beispielsweise eine IEEE488-Schnittstelle. Es gibt noch weitere Zähler, teils 1- oder 2-kanalig, der Serie „19.91 - 1998“.. die alle die gleiche Grundplatine verwenden, damit haben sie den gleichen Anschlußpin für den Kanal. Ebenfalls überall gleich ist



**Bild 1:**  
Ansicht auf den  
Zähler „1991“  
nach der Modifi-  
kation mit 12,65  
GHz-Signal auf  
der Anzeige



**Bild 2:**  
Das Gerät in Seitenlage; man sieht die montierte Baugruppe im Gerät, die aus zwei Platinen im Huckepack besteht, wobei die obere die HF-Platine ist. Links von der Baugruppe ist die Frontplatte, oberhalb, im abgeschirmten Gehäuse, der Eingangsteil Kanal A und B des Zählers

der Steckplatz für die Zusatzplatine, damit können sie für einen weiteren Kanal aufgerüstet werden.

Der Messbereich des „1991“ reicht nur bis 160 MHz, wobei er tatsächlich fast bis 220 MHz arbeitet. Mit Hilfe der Serviceanleitung von [1] konnte die Funktionsweise des dritten Kanals näher untersucht werden. Es ist im wesentlichen ein Vorverstärker mit einer passiven Pegelregelung und einem Teiler durch 64. Hinzu kommt noch eine gewisse Logik-Schaltung...

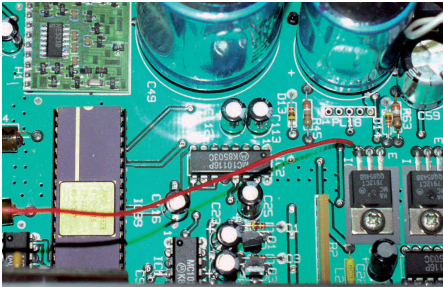
Hier wird ein Teiler durch 64 eingesetzt und trotzdem ist das Gerät nur bis 1,3 GHz einsetzbar? Da muss eigentlich noch mehr möglich sein!

Um auszuloten, welche Frequenz der Zähler tatsächlich verarbeiten kann, werden provisorisch die entsprechenden

Steuerpins auf der Hauptplatine aktiviert, als wäre der dritte Kanal vorhanden. An den entsprechenden Pin, der das durch 64 geteilte Signal aufnimmt, wurde vom Signalgenerator ein HF-Signal mit einem Pegel von +13 dbm angelegt und die Frequenz soweit erhöht, bis der Zähler anfang, falsch zu zählen. Die so ermittelte Frequenzgrenze lag bei fast 240 MHz.

Man braucht also nur nachzurechnen, um die maximal mögliche Eingangsfrequenz zu erfahren:  $240 \text{ MHz} \cdot 64 = 15,36 \text{ GHz}$ . Warum also nicht gleich einen dritten Eingangskanal bauen, der wenigstens das 3-cm-Band noch zählt. Nach einiger Entwicklungsarbeit wurde aus dem RA-CAL DANA 1991 ein Gerät mit 3 Kanälen und einer um den Faktor 10 höheren Frequenzgrenze.

Nachfolgend wird die Modifikation des



**Bild 3:** Die rote Leitung ist der Abgriff der 12 V-Versorgung direkt aus dem Netzteil

Zählers beschrieben.

## 2. Die Modifikation

Nach genauem Studium der Originalschaltung reifte der Entschluss, die Schaltung des Steuerteils zu übernehmen und das neue HF-Teil auf einer getrennten Platine Huckepack auf die Steuerplatine aufzusetzen. So war es möglich mit preiswerten Teilern und Vorverstärker-ICs einen Zähler bis z.B. 3 GHz aufzubauen. Dafür musste nur die HF-Platine neu konstruiert werden.

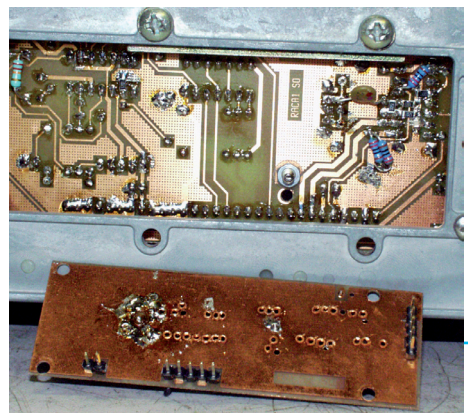
Auf der Steuerplatine sitzt ein ECL-Trippl Line Receiver vom Typ MC10116. Er enthält 3 Receiver mit 2 ns Schaltzeit und einer Schmitt-Triggereigenschaft. Dieses IC lässt sich durch handelsübliche ICs leider nicht so einfach ersetzen.

Die Arbeitswiderstände des MC10116 wurden für den höheren Frequenzbereich entsprechend angepasst.

Wie die Originalschaltung, beinhaltet die neue Baugruppe einen Signaldetektor, der den Zähler nur dann freigeben soll, wenn der Pegel zum Zählen ausreichend

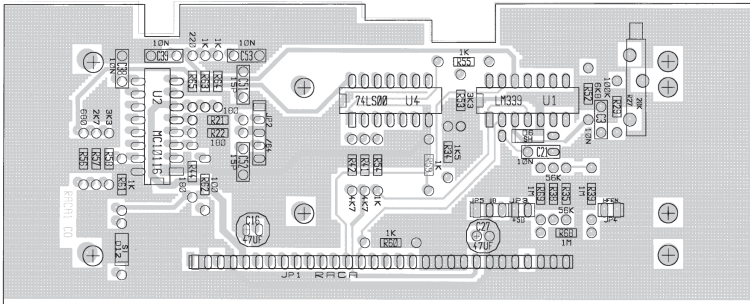
hoch ist. In der Originalplatine wurde der Pegel direkt vor dem Teiler : 64 abgegriffen. Beim ersten Muster funktionierte der Signaldetektor zwischen 7 und 10 GHz nicht zuverlässig. Darum wurde der Signaldetektor beim Mustergerät außer Funktion gesetzt. Der Abgleichtrimmer R27 ist auf Anschlag gedreht, wo er ganz sicher nicht sperrt.

Auf der Steuerplatine ist nachträglich ein 2,2 pF-Kondensator hinzugekommen. Er ist dem Widerstand R21 180 Ohm parallel geschaltet und kompensiert einen Pegelabfall bei 150 MHz. Das entspricht auf der HF-Seite 12,5 GHz. Die beiden Kondensatoren C51, C52 (15 pF) entfallen. Zwischen Pin4 und Pin5 des IC U2A wurde ein SMD-Widerstand von 180 Ohm eingelötet, der eine Übersteuerung des ICs U2A verhindert. Es machte sich in der Form bemerkbar, dass er bei niedrigen Frequenzen (unter 1 GHz) mitunter die doppelte Frequenz anzeigte. Die Widerstände R39, R68, R69 entfallen ersatzlos.

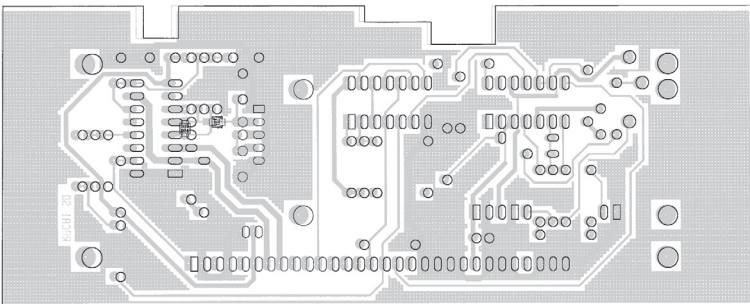


**Bild 4:** Blick von außen auf die rechte Seite des Zählers. Man sieht durch den Seitenträger des Zählers auf die Lötseite der Steuerplatine; darunter liegt die neue HF-Platine





**Bild 6:**  
Layout und Bestückungsplan des Steuerteils



**Bild 7:**  
Layout der Masseseite des Steuerteils

Die Hysterese des Signaldetektors wurde so groß, das er mitunter nicht mehr öffnete. R62 wurde in 100 Ohm, R29 in 18 kOhm geändert.

Auf den Fotos ist noch das alte Platinenlayout mit nachträglich aufgelöteten Bauteilen zu sehen. Die Platinenlayouts sind auf den aktuellen Stand geändert (Lediglich R29 ist im Schaltbild 100 kOhm, anstatt 18 kOhm.

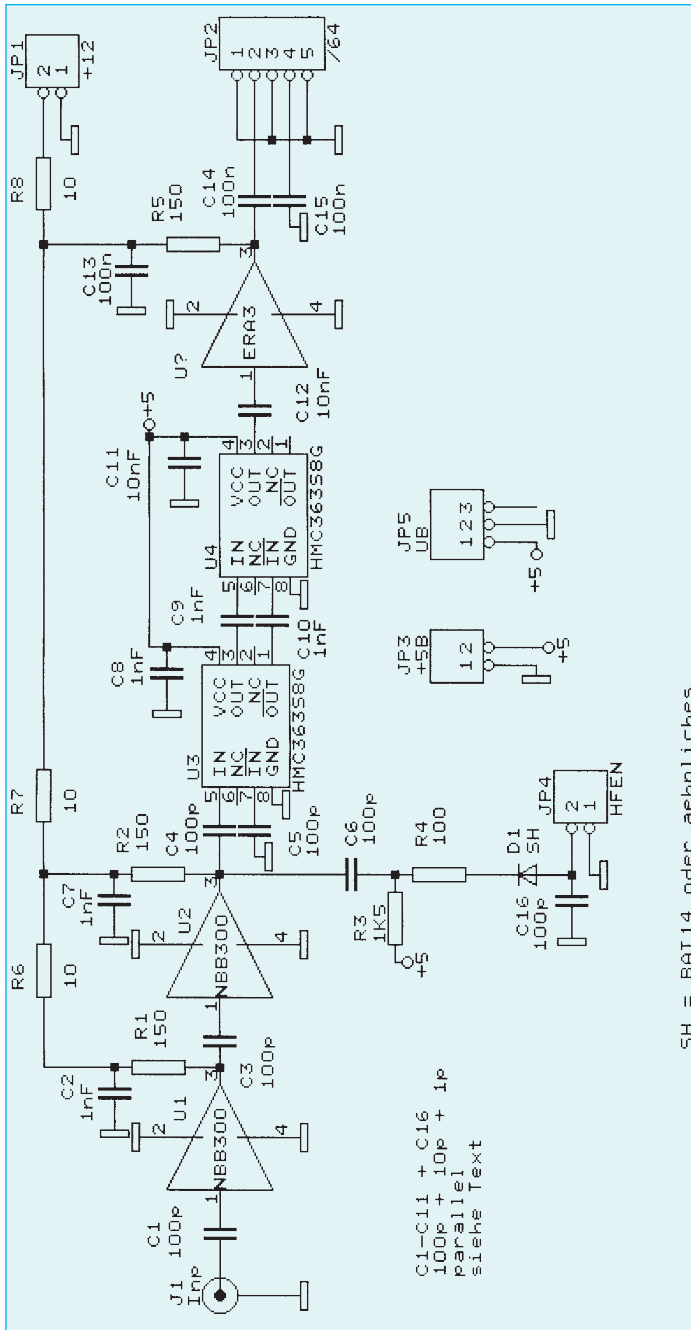
Die HF-Platine besteht aus 0,8 mm dickem FR4-Leiterplattenmaterial. Die Leiterbahnbreite ist nicht genau auf 50 Ohm Impedanz ausgelegt; die Impedanz liegt hierbei ca. 65 Ohm, was noch akzeptabel ist.

Sämtliche Koppel- und Abblockkondensatoren auf der 12 GHz-Ebene bestehen

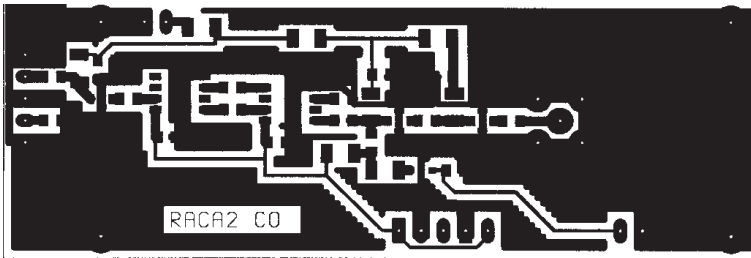
aus einer Parallelschaltung von 100 pF +10 pF + 1 pF. Insbesondere der 1 pF-Kondensator ist bei 12 GHz wichtig. Die größeren Kondensatoren verhalten sich bei dieser Frequenz schon induktiv.

Als Eingangsverstärker dienen zwei kaskadierte NBB300 der Firma RFMD. Es sind Gainblocks bis 12 GHz mit 12 dB Verstärkung. Es folgen zwei kaskadierte Teiler durch 8 vom Typ HMC36358G der Firma HITTITE, ebenfalls bis 12 GHz spezifiziert.

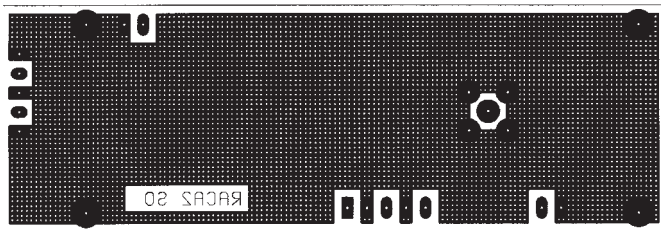
Es folgt ein Breitbandverstärker vom Typ ERA3, der das Signal des Teilers auf den erforderlichen Pegel für die Steuerplatine anhebt. Die Versorgungsspannung von 12 V wird direkt aus dem Netzteil des Zählers entnommen (**Bild 3**).



**Bild 8:**  
Schaltbild des neuen  
HF-Teils



**Bild 9:**  
Layout der HF-Platine von der Bestückungsseite



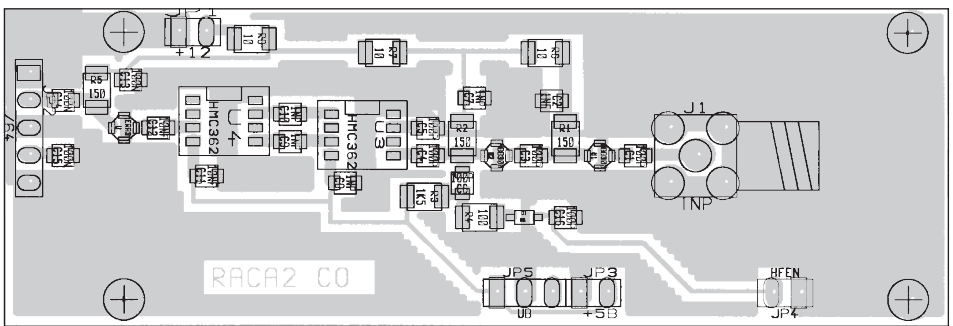
**Bild 10:**  
die Unterseite der HF-Platine mit Massefläche

### 3. Aufbauhinweise

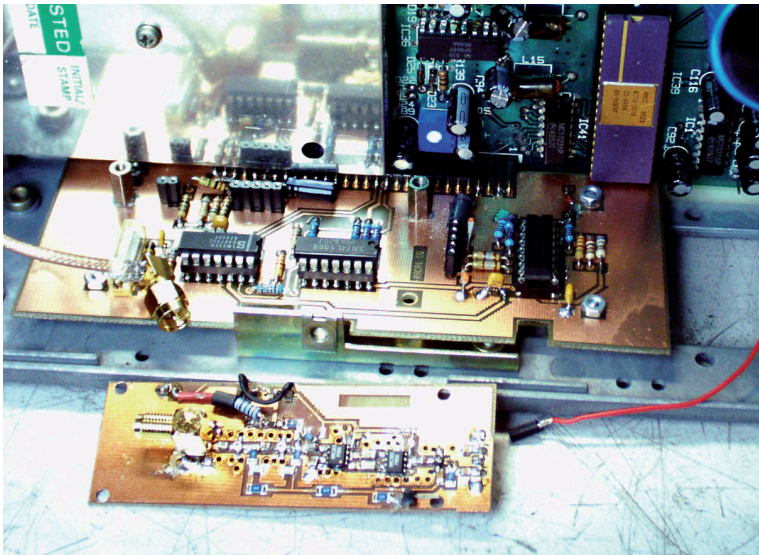
Die Steuerplatine ist, bis auf zwei SMD-Bauteile, mit bedrahteten Bauteilen aufgebaut.

Es gibt IC-Sockel mit Präzisionskontakten, deren Plastikkörper etwa 1,5 mm über

der Platine stehen. Es ist ratsam, solche zu verwenden, als erstes zu bestücken und mit einer feinen Lötspitze an die Kontakte auf beiden Seiten anzulöten. Als Sockel für die HF-Platine werden Präzisionsbuchsenleisten für Steckerleisten mit 0,64 mm<sup>2</sup> Kontakten verwendet. Für die Steckerleiste zur Hauptplatine ist eine



**Bild 11:** Bestückungsplan der neuen HF-Platine



*Bild 12:  
Ansicht der  
eingebauten  
Steuerplatine  
noch ohne HF-  
Platine*

gewinkelte Buchsenleiste erforderlich. Einige Bauteile sind auf dem Foto (**Bild 4**) nachträglich dazugekommen, z.B. der 150 Ohm SMD-Widerstand am Eingang des U2A.

Die HF-Platine besteht aus 0,8 mm beidseitig kupferkaschierter FR4-Platine, welche ausschließlich mit SMD-Bauteilen, Kondensatoren Bauform 0602, Widerstände 0804 bestückt wird.

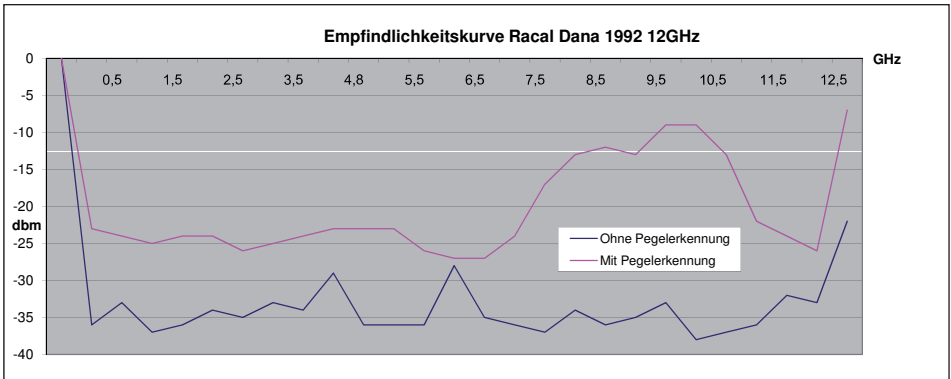
Als allererstes werden entlang der HF-Bahnen und an den Masseanschlüssen der HF- und Teiler-ICs alle 5 mm ein Loch für eine Hohl Niete zur Durchkontaktierung gebohrt und mit Hohl Nieten durchkontaktiert.

Es ist wichtig, dass die Masseunterseite bei 12 GHz das selbe Potential hat wie die Masseoberseite, sonst funktioniert die ganze Platine nicht.

Die SMD-Bauteile werden danach bestückt. Bei den 12 GHz-führenden Kondensatoren werden die 100 pF- und 10 pF-Kondensatoren senkrecht direkt nebeneinander gelötet. Danach wird der 1 pF-Kondensator auf die zuvor verlöteten Kondensatoren aufgelegt und angelötet. Die beiden Teiler-ICs werden erst an zwei schräg gegenüberliegenden Beinchen mit Lötunkten fixiert. Zuvor ist etwas Lötpaste auf die Massefläche unter dem Teiler-IC aufzutragen, aber nicht so dick, dass es in die Anschluss pads läuft. Mit einem Löt Kolben wird die Unterseite der Platine unter dem Teiler-IC so lange erhitzt, bis ein direkt neben das IC gehaltenes Lötzinn anfängt zu schmelzen. Erst jetzt werden die restlichen Anschlussbeine gelötet und die Verstärker-ICs aufgelötet.

An den HF-führenden Leitungen sollte





**Bild 13:** Die Empfindlichkeitskurve, bei welcher die Pegelerkennung ausser Betrieb war, die zweite Kurve wurde aufgenommen, nachdem die Pegelerkennung so eingestellt wurde, dass der Zähler ohne Signal eine 0 im Display angezeigt hatte. Das Signal wurde dann bei jeder Frequenz soweit erhöht, bis der Zähler sinnvolle Ergebnisse angezeigte

man möglichst sparsam mit Lötzinn umgehen.

Die SMA-Buchse wird mit einem Abstand von ca. 2 mm auf die Platine gelötet. Erst werden die 4 Massebeinchen sowohl von unten, als auch von oben gelötet. Dann wird von unten mit dem LötKolben der Innenleiter erhitzt und im Spalt ein wenig Lötzinn zugeführt.

Hier sollte man ein Markenprodukt verwenden, das bis 12 GHz vergoldet und teflonisoliert sein sollte!

Von den Befestigungslöchern der HF-Platine werden nur 2 genutzt um diese mit Hilfe von 10 mm Sechskant-Abstandshaltern auf die Steuerplatine zu setzen. Dazu müssen in der Steuerplatine passende Löcher gebohrt und auf der Platinenunterseite der Steuerplatine Isolierscheiben eingesetzt werden.

Die Steuerplatine wird mit Abstandshalter an das Seitenteil geschraubt. Die

Steuerplatine ist entlang der Außenkante auszusägen, damit sie in das Gerät passt.

## 4. Einbauhinweise

Das Gehäuse des Zählers wird geöffnet, indem man den hinteren Druckgussrahmen, welcher mit 2 Schrauben befestigt ist, entfernt. Man kann danach das Schalengehäuse nach hinten wegziehen.

Als nächstes wird die IEC-Bus-Platine entfernt. Sie ist mit 2 Schrauben vorne an 2 Winkeln befestigt, und mit 2 Schrauben an der IEC-Bus-Buchse befestigt. Nach Lösen derselben lässt sich die Platine vorsichtig herausnehmen. Sie ist jetzt noch mit einem Flachbandkabel in einer IC-Buchse verbunden. Diese kann man vorsichtig lösen.

Als nächstes wird die Fronteinheit entfernt. Dazu sind die beiden Befestigungsmuttern der BNC-Buchsen und seitlich 4

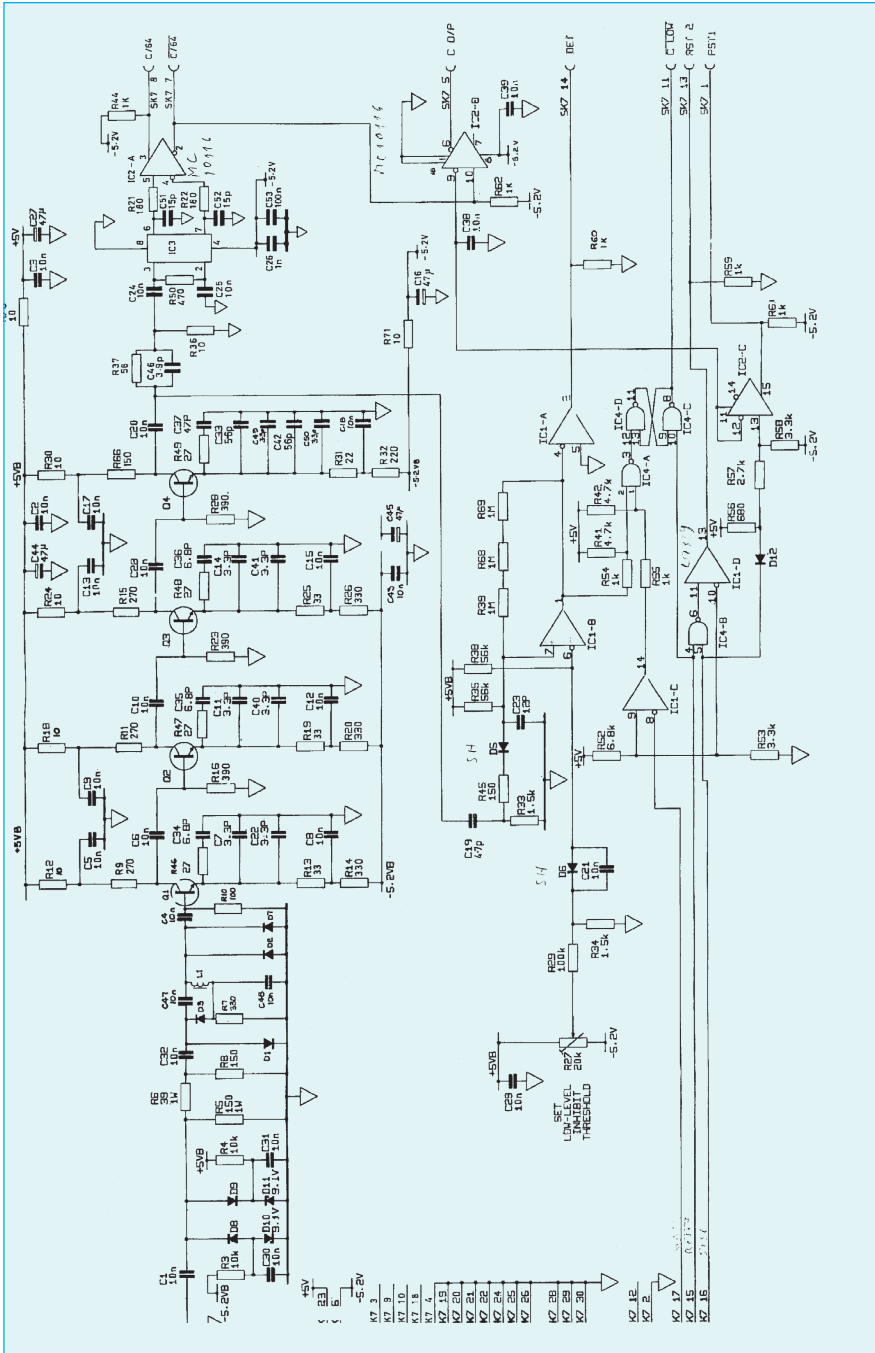


Bild 14: Auszug aus dem Original-Schaltbild RACAL DANA 1992, Kanal 3 (C)



Senkkopfschrauben zu entfernen, die die Fronteinheit an den Seitenteilen hält.

Die Leiterplatte an der Front ist mit 4 Schrauben befestigt, die zu entfernen sind.

Nach Entnehmen der Leiterplatte sind bei der senkrecht angeordneten LED-Lochreihe für die Funktionen über und unter der LED-Reihe jeweils ein Loch noch verschlossen. Mit einem Glasfaserstift kann mit drehenden Bewegungen in diesem Loch die Deckschicht entfernt werden, bis ein gleichmäßig rundes durchsichtiges Loch in der Folie sichtbar wird. Die dazugehörigen LEDs sind bereits bestückt. Der RACAL 1991 unterscheidet sich vom 1992 nur durch die fehlende Baugruppe für den dritten Eingang und eine anderen Frontplattenfolie.

Als nächstes wird ein passendes Loch für eine SMA-Buchse an der vorhandenen Vorbohrung der Frontplatte in die Folie gebohrt. Achtung die Mitte von vorne anzeichnen, weil der Ausschnitt in der Fronteinheit seitlich eine Verdrehsicherung für die BNC-Buchse hat. Da reißt man leicht an der falschen Stelle den Lochmittelpunkt an.

Als SMA-Buchse sollte man eine Ausführung nehmen, an welche hinten ein Koaxkabel gecrimpt werden kann. Am anderen Ende des Koaxkabels wird ein SMA-Stecker vorgesehen.

Hat man die Buchse mit samt Kabel montiert und fixiert, beginnt der Zusammenbau der Fronteinheit in umgekehrter Reihenfolge, Vorsicht beim Aufstecken der Fronteinheit auf die Hauptplatine. Hat man die Frontplatte erst mal wieder befestigt, sollte man den Zähler kurz aus-

probieren ob noch alles funktioniert.

Jetzt kann man als nächsten Schritt erst mal nur die Steuerplatine in die dafür vorgesehene Stiftleiste stecken.

Das Gerät müßte jetzt nach dem Einschalten zu einem „1992 mutiert“ sein, und sich auch so melden.

Mit den Funktionstasten sind nun zwei neue Funktionen erreichbar, welche durch die zuvor freigekratzten Löcher in der Frontplatte durch LEDs angezeigt werden. Nach oben ist jetzt der dritte Eingangskanal anwählbar und ganz unten ist das Frequenzverhältnis zwischen Kanal 3 und Kanal 2 anwählbar.

Wir wollen aber nur den dritten Eingangskanal anwählen also 1. höher als Kanal A.

An die Stiftleiste JP2 Pin 2 schließt man über einen Koppelkondensator (1 nF) einen Signalgenerator an; die Masse wird an Pin 5 gelegt. Der Pegel sollte etwa 0,5 V betragen. Es sollte jetzt die Frequenz des Signalgenerators mal 64 im Display erscheinen. Das Poti R27 ist zuvor so einzustellen, dass der Schleifer ganz unten steht, also Verbindung mit R35, R38 hat. Ist bis hierhin alles in Ordnung, kann man das Gerät abschalten, die HF-Platine auf die Steuerplatine stecken und verschrauben. Auch kann man das Koaxkabel mit SMA-Stecker, welches von der Frontplatte kommt, an die HF-Platine anschließen.

Schaltet man das Gerät ein und wählt Kanal C, sollte ein wildes Schwingen im Display angezeigt werden; irgendetwas zwischen 6 und 8 GHz. Ein Anschließen eines Mikrowellensignalgenerators sollte jetzt Klarheit schaffen, ob diese Baugruppe auch funktioniert. Es sollte einwandfrei

die vom Generator gelieferte Frequenz anzeigen. Die Empfindlichkeit darf dabei zwischen ca. -30 dbm bei 100 MHz und -15 dbm bei 12,5 GHz schwanken. Zu sehen ist das im Diagramm (Bild xxx), welches beide Empfindlichkeitskurven zeigt.

Mit Poti R27 stellt man die Schwelle ein, bei der gerade noch kein Schwingen angezeigt wird.

Doch ist die Empfindlichkeit bei weiten nicht so hoch. Insbesondere zwischen 7 und 10 GHz ist der erforderliche Pegel schon -9 dbm, bevor der Zähler freigegeben wird. Ursache ist der HF-Detektor im HF-Teil der bei 7 bis 10 GHz wesentlich unempfindlicher ist als im restlichen Bereich.

Ist bis hier alles zur Zufriedenheit verlaufen, beginnt der Zusammenbau des Zählers in umgekehrter Reihenfolge. Ein umfassender Funktionstest des komplett verschlossenen Zählers schließt den Umbau ab.

## 5. Bezugsquellen der Spezialteile

Mögliche Lieferanten sind:

Für das IC: MC10116

<http://www.abra-electronics.com>

Für NBB300 :

<http://farnell.com/>

Für den Teiler: HMC363S8G

<http://www.hittite.com/>

Servicemanual Racal Dana 1991/1992:

<http://bama.edebris.com/manuals/racal/1991/>

Für die Hohlknoten:

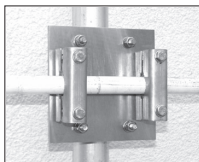
<http://www.reichelt.de>

Artikel-Nr.: NIETEN 0,6MM

## 6. Literaturhinweise

[1] Service-Manual zu Racal Dana 1991: <http://bama.edebris.com/manuals/racal/1991/> ANZEIGE

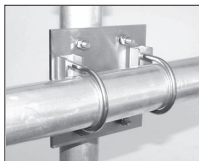
### ANZEIGE



#### CP 3/50, V2A-Kreuzklemme NIRO

Solide Kreuzungsplatte / Boomklemme; V2A  
2 x U-Bügel M8 und 2 x Gegenschelle; V2A  
Ø 20 - 35 mm auf Ø 30 - 52 mm  
150 x 150 x 140 (mm) Gewicht 1,9 kg

Art.Nr. 02318



#### CP 1/63, V2A-Kreuzklemme NIRO

Massive Kreuzungsplatte / Boomklemme; V2A  
4 x U-Bügel M8 lang u. 4 x Gegenschelle; V2A,  
Ø 45 - 63 mm auf Ø 45 - 63 mm  
150 x 150 x 170 (mm) Gewicht 1,9 kg

Art.Nr. 02062