



Ralph Berres, DF 6 WU

Bessere Oberwellenmessungen mit dem HP8555A

1. Einführung

Manchmal sind es die kleinen Dinge, an denen man sich die Zähne ausbeißen kann ...

Vor etwa zwei Jahren wollte ich das Ausgangs-Spektrum meines UKW-Tranceivers untersuchen und verwendete dazu meinen etwas betagten HP-Spektrumanalysator vom Typ HP141T, ausgestattet mit dem ZF-Einschub HP8552B und dem HF-Einschub HP8555A. Mit dem Messergebnis konnte ich absolut nicht zufrieden sein, denn mein Transceiver hatte, so dachte ich, eine viel zu schlechte Oberwellenunterdrückung.

Daraufhin suchte ich wochenlang die Ursache dieser angeblich zu schlechten Oberwellenunterdrückung meines Tranceivers. Die zweite Oberwelle war laut Anzeige des Spektrumanalysators nur knapp 50 dB unterdrückt.

Erst nachdem ich am Ausgang des Tranceivers einen Topfkreisfilter mit einer

Bandbreite von 500 kHz angeschlossen hatte und die Oberwellenunterdrückung immer noch nicht besser wurde, begann ich am Messergebnis zu zweifeln und die Ursache im Spektrumanalysator zu suchen.

Ein Studium des HP8555A-Einschub-Datenblattes ergab, dass man den Eingangsmischer nur bis maximal -40 dBm aussteuern darf, um intern -65 dB Oberwellenabstand zu erzielen.

Das Eigenrauschen des HP8555A liegt bei 1 kHz-Bandbreite bei -115 dBm. Um aber eine vernünftige Ablaufgeschwindigkeit einstellen zu können, muss man bei einer Darstellungsbandbreite von 2 GHz eine Bandbreite von 300 kHz einstellen, da ansonsten die Anzeige verfälscht wird. Das Eigenrauschen liegt dann bei -92 dBm. Es bleibt also lediglich ein nutzbarer Dynamikbereich des HP8555A von -92 dBm - -40 dBm = 52 dBm. Man kann den Dynamikbereich verbessern, indem man die ZF-Bandbreite reduziert. Das erforder-

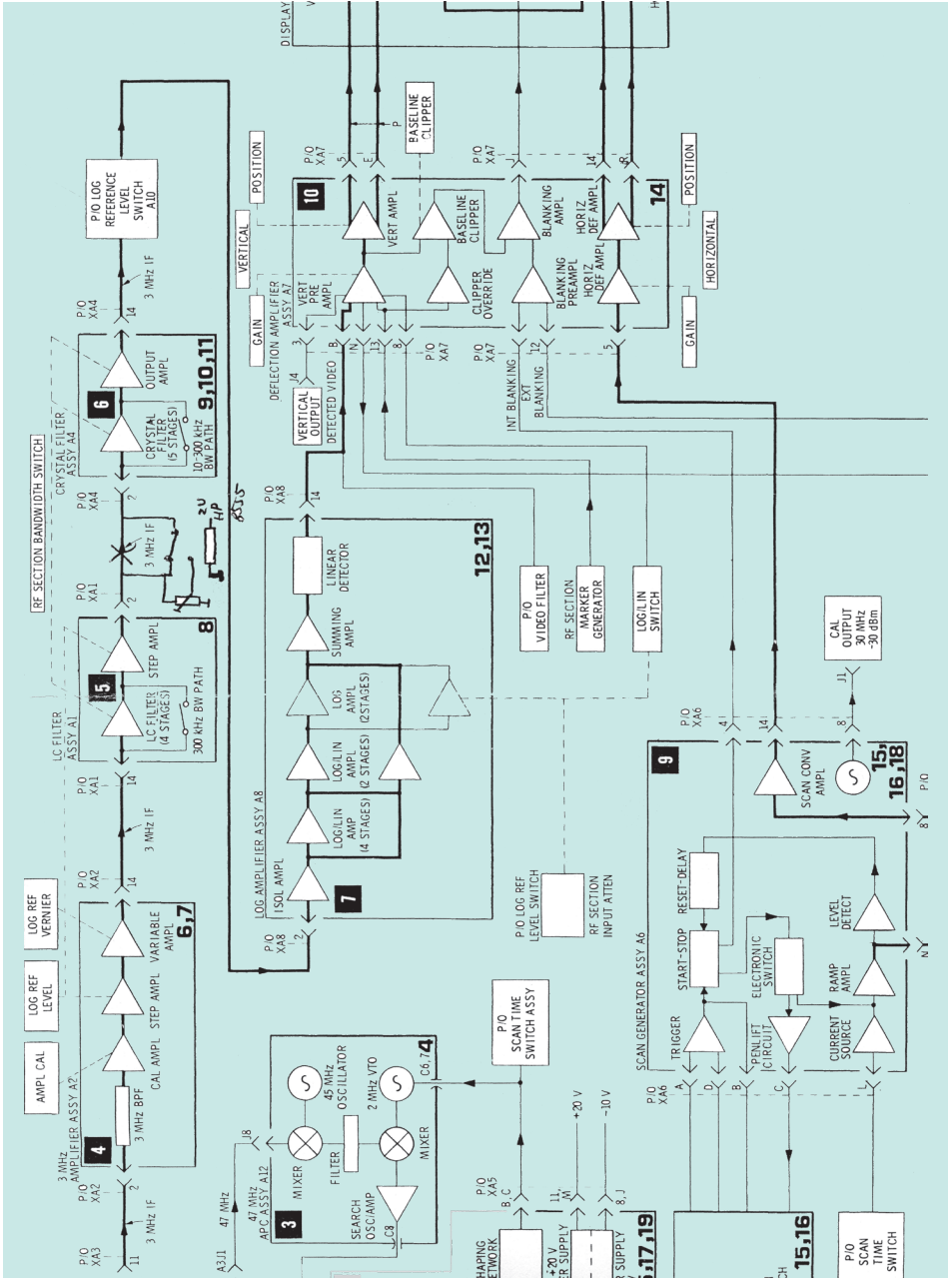


Bild 1: Auszug aus dem Blockschaltbild des HP8552B mit handschriftlich eingezeichneten Änderungen

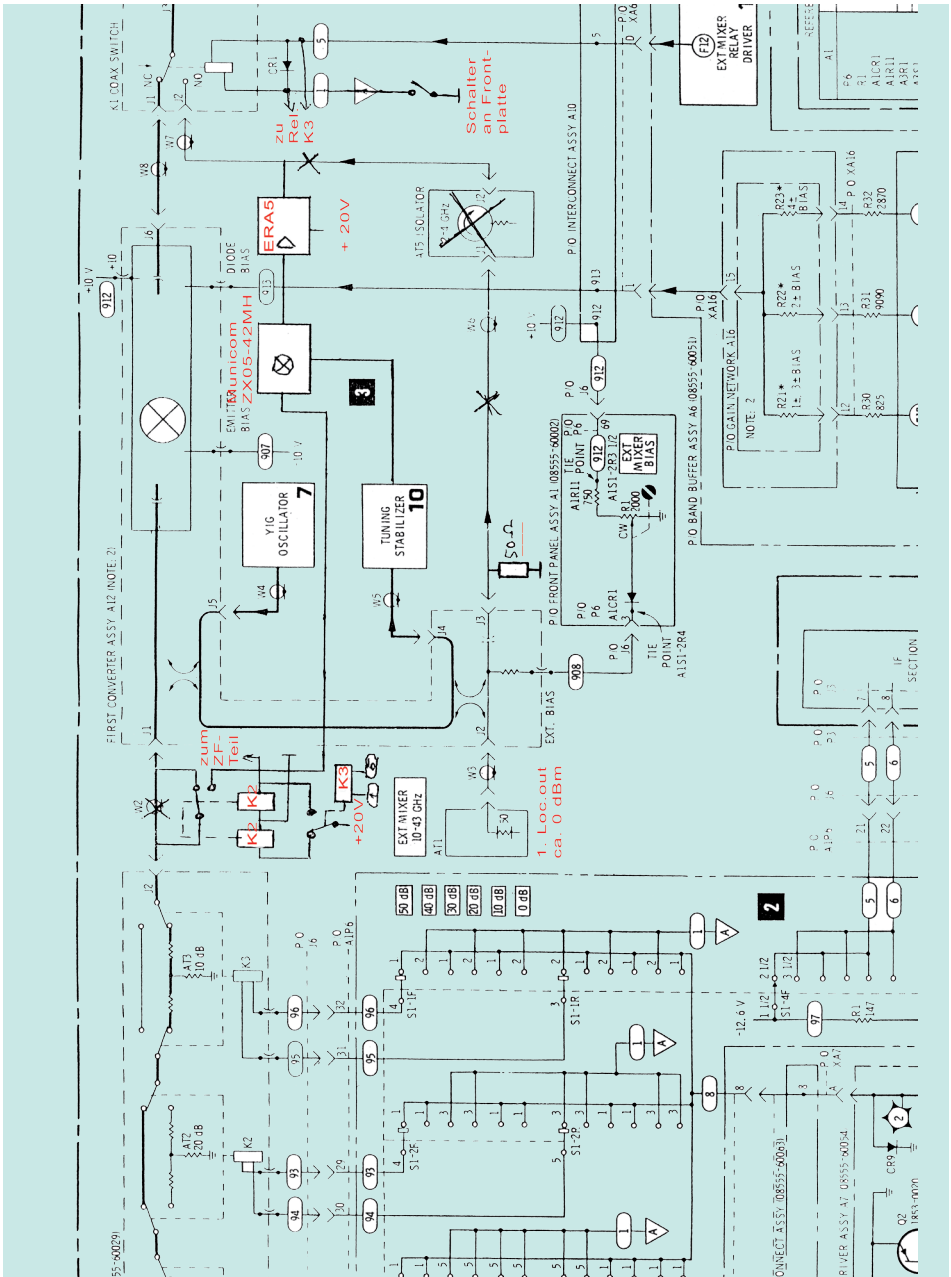


Bild 2: Auszug aus dem Schaltbild HP855A; hier sind die Änderungen und Ergänzungen z.T. farbig eingetragen

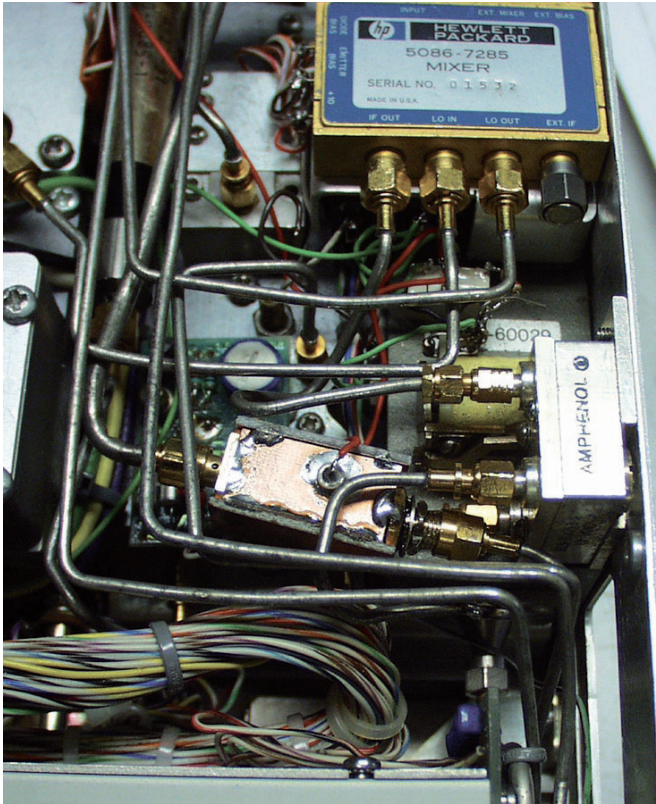


Bild 3: Das MMIC-Verstärkermodul, das nach dem „neuen“ Mischer folgt; eingebaut in ein Gehäuse aus Platinenmaterial

dert theoretisch jedoch Ablaufzeiten von 100 Sekunden und mehr. Ein sinnvolles Arbeiten (z.B. Abgleich eines Tiefpassfilters) ist so natürlich nicht mehr möglich. So gesehen sind die Daten des HP8555A stimmig; damit wollte ich mich allerdings nicht zufrieden geben.

Bei der genauen Durchsicht der Schaltungsunterlagen zeigte sich, dass der HP8555A lediglich einen Eintaktmischer

verwendet. Weil der erste Mischer des HP8555A bei den höheren Bändern, je nach gewähltem Band, selbst die 1. bis 4. Oberwelle aus dem Signal des Lokaloszillators bildet, und damit auch mischt, kann hier kein Gegentaktmischer eingesetzt werden, wie sonst bei Spektrumanalysatoren üblich.

Zudem koppelt der Mischerbaustein über einen Richtkoppler das Signal des Lokaloszillators nur mit 10 dB Dämpfung aus, so dass der eigentlichen Mischerdiode nur ca. +3 dBm Oszillatorpegel zugeführt wird. Bei Gegentaktmischern sind es üblicherweise +13 dBm.

Der Dynamikbereich des HP8555A kann also vom Prinzip her

gar nicht besser sein. Das Nachfolgemodell HP8559 und HP8569, sowie der Tektronix 492 sind vom Konzept her ähnlich aufgebaut und dürften demnach theoretisch auch nicht besser sein.

Verwendet man in den höheren Bändern das optionale Mitlauffilter vom Typ HP8444, tritt dieses Problem deswegen nicht auf, weil das Mitlauffilter die Grundwelle um mehrere 10 dB unterdrückt,

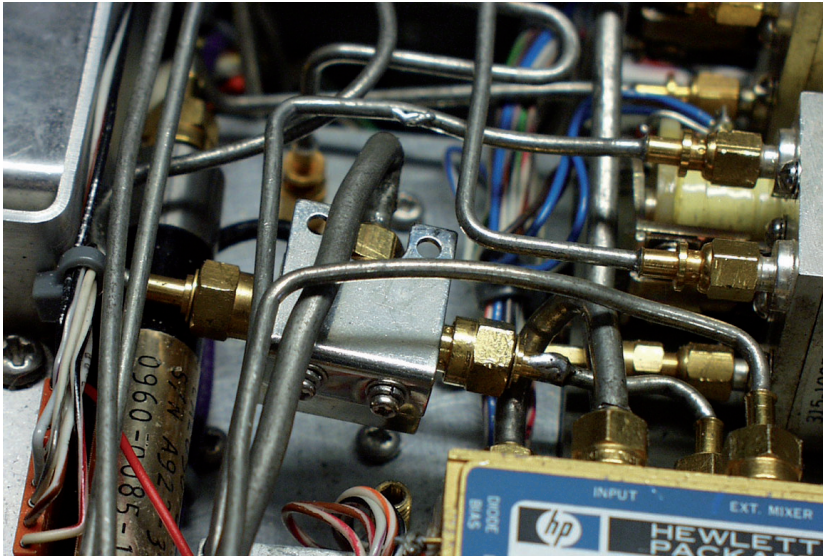


Bild 4: Der zusätzliche Mischer ist unter dem Metallwinkel befestigt; die Anschlüsse: links zum LO; Mitte ZF-Ausgang; rechts HF-Eingang

wenn im ZF-Filter gerade die Oberwelle erscheint. Das Mitlauffilter sollte man eigentlich grundsätzlich benutzen, weil nur so zuverlässig Mehrdeutigkeiten der Anzeige vermieden werden.

2. Lösungsansatz

Abhilfe kann man hier nur schaffen, indem man einen anderen Eingangsmischer verwendet. Darauf soll nachfolgend genauer eingegangen werden.

Es wird für den Grundwellenbereich bis 1,8 GHz einen gesonderten Mischer mit einem nachgeschalteten Verstärker benutzt. Dieser wird mit einem Pegel von +13 dBm am Lokaloszillatoreingang be-

trieben. Der nachfolgende Verstärker (**Bild 3**) hebt das Signal etwa um 13 dB an und dient hauptsächlich als breitbandiger Abschluss des Mixers.

Ohne diesen Verstärker wäre der neue Mischer durch das nachfolgende 3-kreisige Topfkreisfilter lediglich auf der ZF von 2,050 GHz mit einer Bandbreite von ca. 50 MHz einigermaßen sauber abgeschlossen. Er wäre damit genau so schlecht, wie der Original-Mischer.

Der neue Mischer ist ein dreifach balancierter Ringmischer aus dem Hause Murnicom. Er trägt die Bezeichnung ZX05-42MH und besitzt ein Gehäuse mit 3 SMA-Buchsen (**Bild 4**).

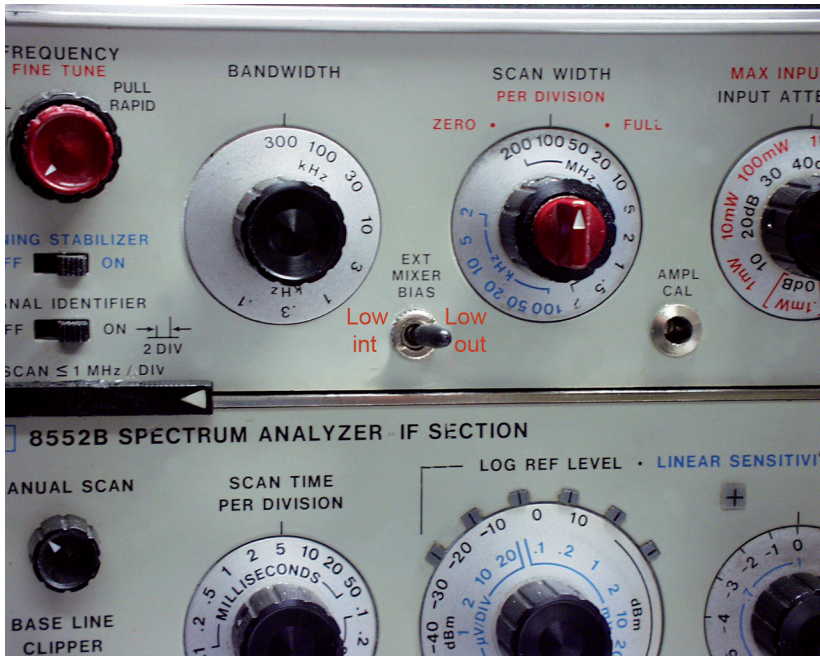


Bild 5: Anordnung des neuen Schalters an der Frontplatte

Der Verstärker ist ein MMIC vom Typ ERA5 mit ca. 18 dB-Verstärkung. Er wird mit +20 Volt betrieben und hat einen Arbeitswiderstand von 270 Ohm in der Zuleitung. Die überflüssige Verstärkung von ca. 10 dB könnte man hier direkt wieder vernichten, damit die Gesamtverstärkung stimmt. Es ist jedoch sinnvoller die überflüssigen 10 dB erst im ZF-Verstärker direkt vor dem Quarzfilter abzuschwächen. Dadurch erhält man, neben einer höheren Aussteuerbarkeit auch eine um 10 dB höhere Empfindlichkeit.

Erkauft wird dies mit dem Nachteil einer schlechteren Intermodulation 3. Ordnung, welche sich innerhalb der ZF-Band-

breite des ersten Filters bildet. Deswegen wurden die beiden Mischerzweige für den Grundwellenbereich umschaltbar ausgeführt.

Es ist anzumerken, dass mit dem zusätzlichen Mischer der zweite Mischer zu hoch angesteuert wird und somit keine Modulations- und Intermodulationsmessungen möglich sind.

Dafür ist die Rauschzahl jedoch um 10 dB besser. Man sollte also, wenn man schmalbandig misst, immer auf den Originalmischer umschalten. Dann wird auch, wegen der kleiner ZF-Bandbreite, der Dynamikbereich wieder besser, weil das Rauschen abnimmt. Den zusätzlichen

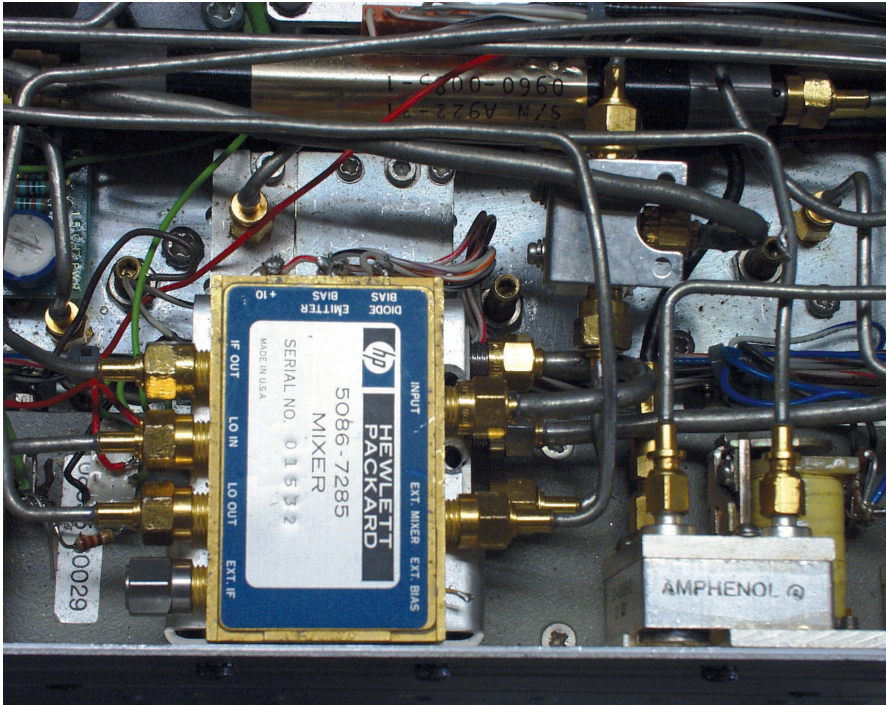


Bild 6: Das 18 GHz-Relais sitzt unter dem Originalmischer (im goldenen Gehäuse); links unten ist der SMA-Abschlußwiderstand zu erkennen

Mischer sollte man wirklich nur bei Oberwellenmessungen nutzen, da hierbei die Intermodulationen im nachfolgenden Mischer keine Rolle spielen.

Der Umschalter befindet sich an der Stelle der Frontplatte, an welcher sich normalerweise das Poti für den Bias des externen Mixers befindet (**Bild 5**). In den höheren Bändern wird immer automatisch auf den Originalmischer umgeschaltet.

Der Eingang des externen Mixers steht nach dem Umbau nicht mehr zur Verfügung.

An dieser Buchse steht jetzt das Signal des Lokaloszillators mit nunmehr 0 dBm zur Verfügung.

3. Nun zum Umbau

Benötigt werden für den Einbau des externen Mixers folgende Teile:

- 1 Eingangsmischer Municom ZX05-42MH
- 1 Koaxrelais bis 18 GHz, flache Ausführung, bistabil!
- 2 Miniatur DIL-Relais 2 x Um, 12Volt

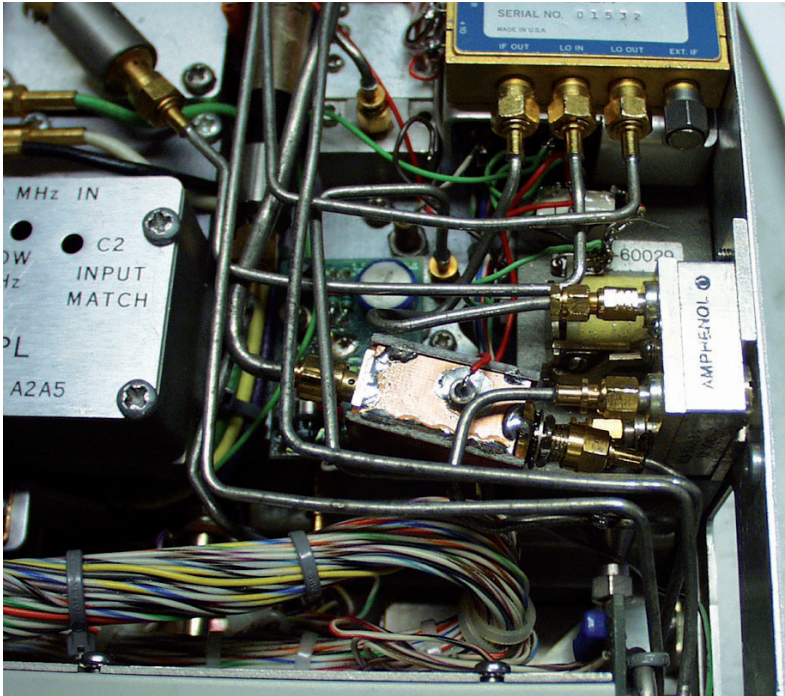


Bild 7: Sämtliche HF-Verbindungen sind mit starren Semirigidkabeln mit SMA-Steckern ausgeführt

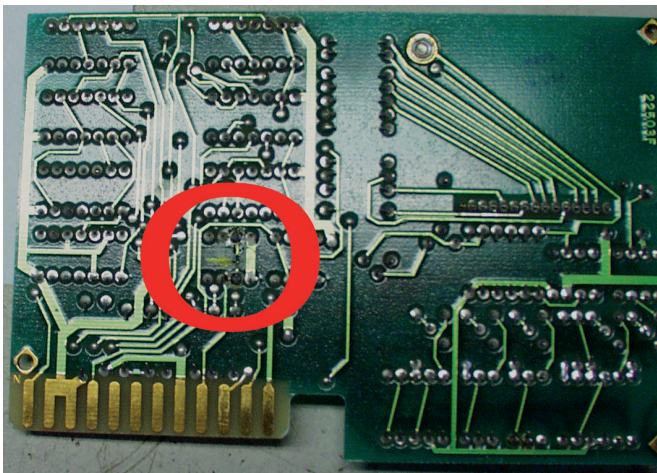


Bild 8:
Auf der Rückseite der Relaissteuerplatine wird eine Verbindung aufgetrennt

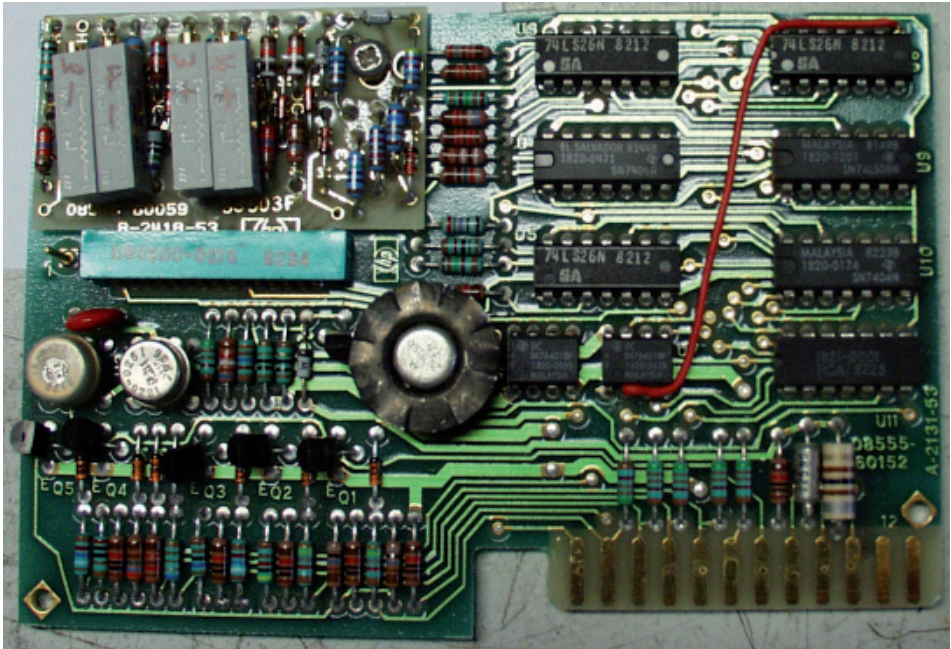


Bild 9: Auf der Vorderseite der Relaissteuerplatine wird eine neue Verbindung hergestellt

- 1 Miniaturschalter 1 x Um
- 1 Trimpoti 1 kOhm.
- 1 SMA-Abschlusswiderstand.

Weiterhin werden folgende Hilfsmittel benötigt, die aber sowieso vorhanden sein sollten:

Die Original Serviceunterlagen, sowohl vom HP8555A, als auch vom HP8552 geeignete Verlängerungskabel, um die Einschübe außerhalb des Grundgerätes betreiben zu können.

Verbindungskabel zwischen HF- und ZF-Einschub.

Spezialschlüssel für die SMA-Stecker; eine sehr schlanke und stabile Version.

Die Steckerverbinder für die Einschübe zum Grundgerät gibt es z.B. bei RS-Electronic. Die Steckerverbinder für die Einschübe untereinander gibt es u.a. bei der Fa. Conec.

Unter dem Montageblech, welches den neuen Eingangsmischer trägt, sitzt der Isolator AT5; er ist überflüssig und wird entfernt. Statt dessen findet hier das 18 GHz-Relais Platz. Es verbindet den Eingangsabschwächer mit den beiden Eingangsmischern (**Bild 6**).

Das Relais K1, welches bisher den Zwischenfrequenzteil auf den externen Mischereingang umgeschaltet hat, dient

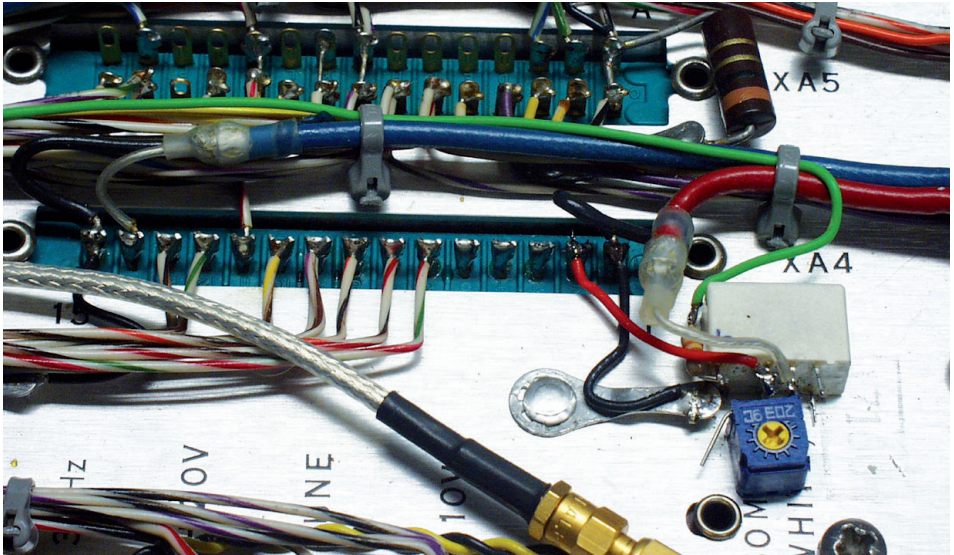


Bild 10: In der rechten unteren Hälfte sieht man die Anordnung des Relais und des Potis für die Pegelangleichung im ZF-Teil; siehe auch das Blockschaltbild in Bild 1

jetzt dazu, die Ausgänge der beiden Mischer anzuwählen.

Das zusätzliche Relais K3 liegt mit seiner Wicklung parallel zum Relais K1. Der +Pol des Relais K1 liegt nicht mehr an „-12,6 V Return“, sondern über den Schalter an der Frontplatte an Masse.

Mit dem Wechsler des Relais K3 wird das 18 GHz-Koaxrelais K2 und das Relais im ZF-Teil mit +20 Volt versorgt. Das 18 GHz-Relais ist eine bistabile Version und hat 2 Wicklungen, die sich selbst über interne Schaltkontakte unterbrechen, nachdem das Relais gekippt ist.

Am besten orientiert man sich an den handschriftlich ergänzten Schaltbildern (Bilder 1 und 2).

Am ursprünglichen Mischerbaustein wird dort, wo der Isolator angeschlossen war, ein 50 Ohm-Abschlusswiderstand (in SMA) aufgeschraubt. Der ursprüngliche Eingang für einen externen Mischer dient jetzt als Ausgang für einen Mitlaufgenerator, allerdings mit einem um 13 dB niedrigeren Pegel (jetzt 0 dBm). Der ursprüngliche Lokaloszillatorausgang wird jetzt auf der Einschubunterseite vom Ausgang des Samplers abgeklemmt. Statt dessen wird hier das Signal des Lokaloszillators für den zusätzlichen Mischer abgegriffen.

Für die Verbindung der einzelnen HF-Bauteile wurde vorhandenes Semirigid-Verbindungskabel mit starrer Abschirmung verwendet. Wenn man diese Kabel

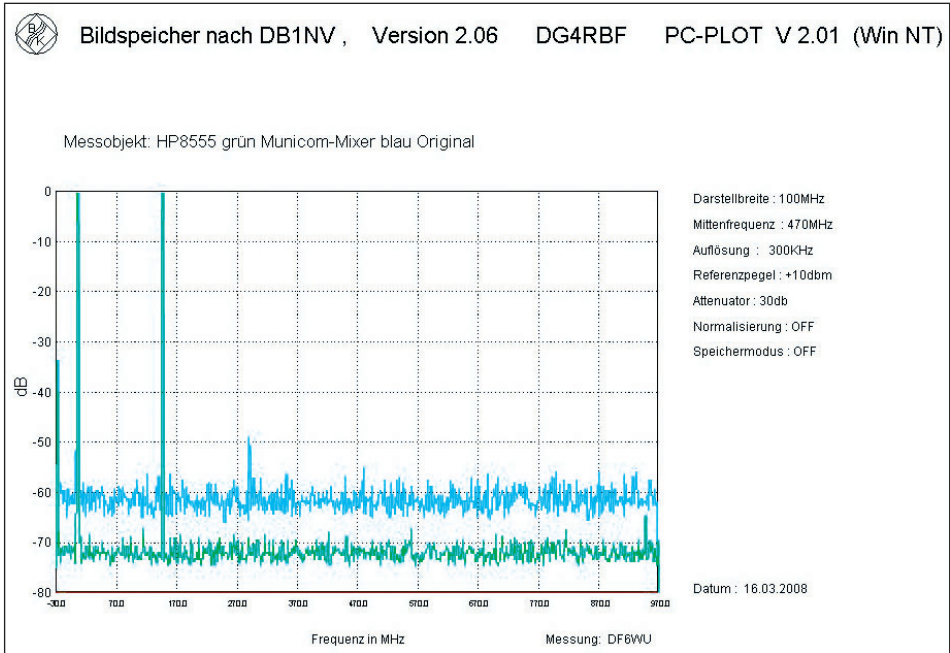


Bild 11: Diese Kurven dokumentieren den Unterschied zwischen „altem“ Original-Mischer (blaue Kurve) und zusätzlichem „neuen“ Mischer (grüne Kurve); die Einstellungen sind bei beiden Kurven identisch

mehrere Male biegt, sehen sie erstens nicht mehr schön aus, zweitens neigen sie dazu, dass die Abschirmung aufbricht. Außerdem hat man Mühe, die Teile wie Mischer und Verstärker, vernünftig positionieren zu können (**Bild 7**). Es gibt mittlerweile halbstarre Kabel, die sich wesentlich besser verarbeiten lassen.

Die Relaissteuerplatine aktiviert das Relais K1 im Originalzustand, wenn man den Spektrumanalysator auf ein externes Mischerband schaltet. Hier ist es erforderlich, dass der Relaisreiber ausschließlich

dann eine Spannung abgibt, wenn der Bereich 10 MHz bis 1,8 GHz gewählt wird, und auch nur dann!

Dazu trennt man auf der Unterseite der Relaisreiberplatine an IC U7, zwischen Pin 2 und Pin 7, eine Leiterbahn auf (**Bild 8**). Eine neue Verbindung stellt man auf der Platinenoberseite zwischen Pin 2, U7 und Pin 8, U8 her; siehe **Bild 9**. Im Originalschaltbild ist die Pinbelegung des ICs U8 falsch eingezeichnet.

Nacherfolgreichem Umbau wird abschließend lediglich mit dem neu hinzugefüg-

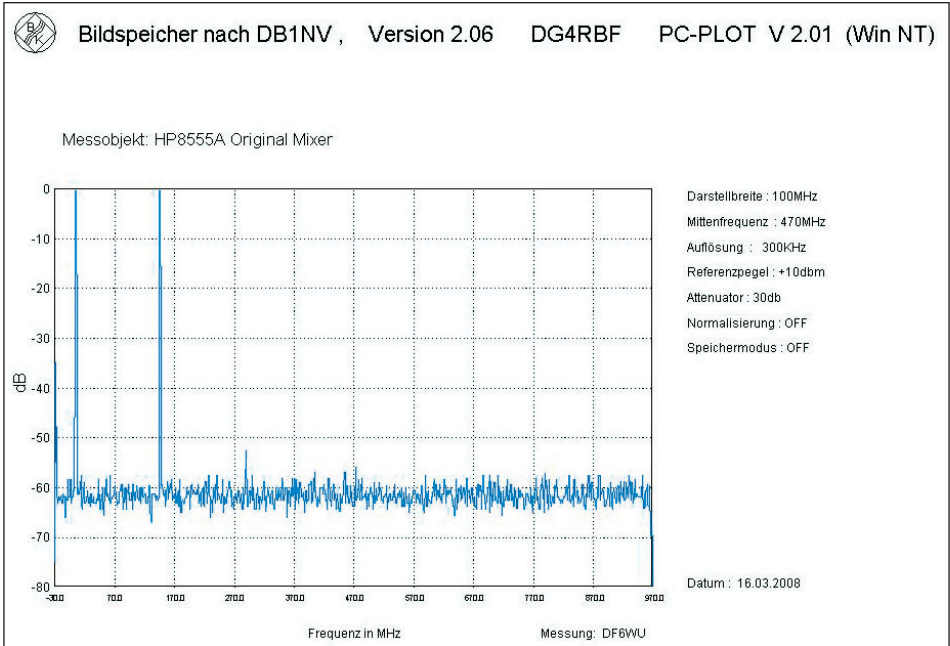


Bild 12: Hier im Detail die Messkurve mit dem Originalmischer

ten Einstellregler (**Bild 10**) im ZF-Teil die Verstärkung des neuen Mischerzweiges eingestellt. Dazu gibt man ein Signal auf den Eingang des Spektrumanalysators, schaltet zwischen den beiden Mixern hin und her, und stellt mit dem Einstellregler auf gleichen Pegel ein.

Damit ist der Umbau abgeschlossen.

4. Vergleichsmessung

Zum Abschluss wurde natürlich noch eine vergleichende Messung mit einem SMS2 als Signalquelle durchgeführt.

Um die Oberwellen zu unterdrücken wurden ein Tiefpass und ein Topfkreisfilter zwischen die Signalquelle und den Spektrumanalysator eingeschleift. Für die Messungen wurden exakt die gleichen Einstellungen am Spektrumanalysator und das gleiche Eingangssignal verwendet, lediglich der Mischer wurde umgeschaltet. Die Gegenüberstellung der Messkurven ist in **Bild 11** dargestellt.

5. Literatur

Folgende Unterlagen wurden hier verwendet:

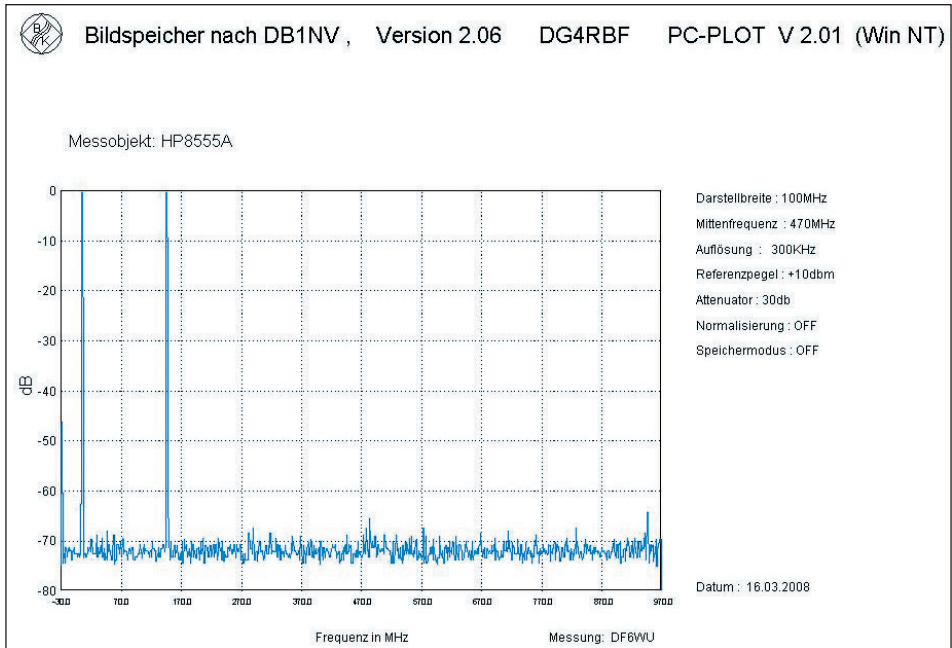


Bild 13: Hier die Messkurve mit dem neuen Mischer

[1] Servicemanual HP8555A

[3] Datenblatt Munich ZX05 42-MH

[2] Servicemanual HP8552B

[4] Datenblatt ERA5

ANZEIGE

Mikrowellen-CAD-Software

PUFF Version 2.1

- weiterhin lieferbar! -

DOS-Software auf Diskette
engl. Original-Handbuch

Art.Nr. 03407 **€ 25,-**





UKW-Berichte
Telecommunications

UKW-Berichte, Eberhard L. Smolka
 Jahnstr. 7, D-91083 Baiersdorf
 Tel. 09133-77980, Fax 09133-779833
 Email: info@ukwberichte.com
 www.ukw-berichte.de