

Reparatur eines Rohde&Schwarz CMS52 Radio Communication Tester (Funkmessplatz)

Messplätze kaufe ich eigentlich immer im Ruhrpott. Warum, weiß ich nicht. Es ergibt sich einfach nur immer so irgendwie. Die A2 zwischen Rehren und Lauenau ist über die Jahre schon quasi meine "Messplatzrennstrecke" geworden. So hat sie -außer unzähligen Staus- auch schon durch mich SMDUs, CMTs und nun auch einen CMS52 gesehen. Auf einem Rastplatz habe ich sogar einmal -unter den ungläubigen Augen von ein paar Truckerfahrern - einen kompletten SMPU an einen Käufer übergeben. Wer einen SMPU kennt, weiß, warum die Brummis da so gestaunt haben. Insbesondere, weil ich ihn in den Kofferraum eines Kleinwagens gequetscht hatte.



Abbildung 1: Rohde & Schwarz CMS52

Dieses Ereignis ist nun in sofern witzig, dass ich eher durch Zufall auf einen defekten CMS gestoßen bin- und zwar durch genau den Mann, dem ich selber vor nun fast zehn Jahren einen SMDU VERkauft hatte (der vorher natürlich auch über die A2 ging ;-)! Vermutlich durch meine Internet-Aktivitäten und nicht zuletzt über den Messplatz der Amateurfunkmesse INTERRADIO fiel ihm mein Name wieder ein, als es darum ging, mich nach Rat zur Reparatur seines CMS52 zu fragen.

Leider konnte ich ihm -außer ein paar rein spekulativer Mutmaßungen- nicht viel helfen, denn so ein modernes Gerät hat sich bislang noch nie bis zu mir verirrt und dementsprechend hatte ich bislang auch keine hilfreichen Erfahrungen vorzuweisen. Zugegeben- ich spekuliere ja schon längere Zeit mit diesem schnuckeligen Gerät, (habe sogar einmal bei eBay auf einen geboten) jedoch hat es eben bislang noch nie geklappt.

Nunja, das sollte sich nun ändern, denn eine Reparatur beim Hersteller kam für meinen Bekannten allein schon aus Kostengründen nicht in Frage und ein defektes Gerät nützt ihm natürlich nicht viel. Etwas erleichtert berichtete er mir, dass er glücklicherweise meinen alten SMDU noch immer besäße- und als treues und zuverlässiges Arbeitstier noch immer im Not-

fall eingesetzt würde. In Verbindung mit einem SMDU-Z1 Amplitudencontroller durchaus auch ein feines Gerät, und wer da anderer Meinung ist oder über alte Geräte schlecht reden sollte, der macht mit mir zusammen mal ein paar Messungen zum Thema "Einseitenbandrauschen"! ;-)

Nach dieser offenen Einladung zum Betreten der CMS-Welt begann ich, mich etwas ernster mit der Anschaffung eines CMS auseinanderzusetzen. Dazu wälzte ich erst einmal ein paar Datenblätter. Was ich jetzt schreibe, mag der R&S-Werbeabteilung vielleicht nicht so ganz schmecken, aber es kann ja jeder selbst nachlesen, daher schreibe ich sicher nichts Falsches, wenn ich sage: im direkten Vergleich der technischen Daten zwischen dem CMS52 und seinem Vorgänger (CMT52) sehe ich kaum einen Zuwachs an Genauigkeit, sondern eher das Gegenteil ist der Fall! Mindestens in den Disziplinen HF-Pegelfehler, Oberwellenabstand, Einstellfehler bei AM, und maximale Modulations-NF ist laut Datenblatt definitiv ein Performancerückgang gegenüber seinem Vorgänger zu beobachten! Ja sogar der maximal einstellbare Ausgangspegel ist auf nur 0dBm begrenzt (es sei denn, man bestellt eine Zusatzoption, die schaltet dann aber bei höheren Pegeln auf einen separaten, hinteren Ausgang um!), und sogar Selbstverständlichkeiten" wie ein CCITT-Filter oder ein -30dB-HF-Ausgang sind alle nur als Zusatzoptionen erhältlich. Ja warum sollte ich denn dann überhaupt vom CMT auf den CMS wechseln?

Um das Bild wieder etwas gerade zu rücken: Ich glaube, die Verkaufsstrategie des Herstellers für den CMS ist eine andere.

Oberstes Entwicklungsziel scheint nicht gewesen zu sein, ein Laborgerät zu konstruieren, dessen technische Daten denen von Einzelgeräten gleichkommen, sondern einen modernen Messplatz zu bauen, der möglichst klein und schnuckelig ist, damit man ihn überall hin mitnehmen kann. Dafür MUSS es zwangsweise hier und da Abstriche geben, denn sonst wären wir am Ende wieder beim SMPU und dem Kleinwagen auf der Tank- und Rastanlage Rehren/Lauenau. Verglichen mit dem sowieso schon als "kompakt" zu bezeichnenden CMT, wurden beim CMS die Abmessungen und das Gewicht erneut deutlich reduziert und seien wir mal ehrlich: kommt es wirklich bei JEDER Messung auf ein einzelndes dB an? Oft genügt ja nur ein einfacher Funktionstest mit dem Ergebnis einer einfachen "heile" oder "kaputt"-Diagnose. Wenn es letzteres auch tut, hat der nur 12kg leichte CMS52 dafür eine Menge zu bieten. Außerdem gibt es durch das große Grafikdisplay mindestens zwei sinnvolle Erweiterungen für alle die, auch schon mal auf einem Sendemast eine Filterweiche überprüfen mussten: einen kleinen Spektrum-Analyzer (R&S nennt es vorsichtig "Spektrum-Monitor") gibt es noch gratis- nur der ebenfalls erhältliche Tracking-Generator ist natürlich eine Zusatzoption, aber immerhin gibt es sie! Neuere CMS haben teilweise sogar einen Kabeltester mit an Bord, aber diese Information werde ich erst später lernen, nachdem ich mich etwas intensiver mit dem CMS beschäftigt haben werde.

Ich klettere zwar in der Regel nicht auf Sendemasten und brauche dafür eigentlich auch keinen "Sonntags-Ausgeh-Messplatz", aber dennoch steht für mich fest: als bekennender R&S-Liebhaber MUSS ich so einen CMS natürlich trotzdem haben. Alleine daher schon, weil ich damit so ziemlich "das Ende" der aktuellen Analogfunktechnik-Produktpalette erreicht hätte: als (vermutlich noch etwas weiterentwickelte bzw. modernisierte) Variante CMS54/57 steht dieser Messplatz bei R&S sogar noch im aktuellen Produktkatalog 2010/2011!

Mein Bekannter teilt mir mit, dass der zum Verkauf anstehende CMS52 ein paar Fehler habe. Gut so, ein wenig Spaß will ich ja auch damit haben, denn sonst wäre es ja auch zu einfach. Das Display flackert, es ist insgesamt sehr schlecht ablesbar (Kontrast + Helligkeit) und auch

viele schwarze Streifen zusammen mit einem Fiepen aus dem Geräteinnern habe er nach dem Einschalten schon gesichtet.



Abbildung 2: sehr schlechte Ablesbarkeit durch defekte Hintergrundbeleuchtung

Dieses Problem kenne er schon länger; neu sei allerdings, dass der CMS jetzt in den Messfunktionen aussetze; den Generator müsse man sehr stark aufdrehen für ein akzeptables Ton-signal im Empfänger und der Leistungsmesser und Modulationsmesser reagierten manchmal gar nicht.

Schon jetzt klingt das für mich schon sehr nach "Eichleitung", aber mit einem erfolgreich veröffentlichten Reparaturbericht über eine SMY01-Eichleitung stehe ich solch einer Fehlerbeschreibung erst einmal ziemlich gelassen und aufgeschlossen gegenüber.

An dieser Stelle möchte ich das beispielhafte Verhalten meines Bekannten einmal loben. Ich habe leider schon zu viele Internet-Auktionen gesehen, bei denen sich die Verkäufer ihre Ware mit Sprüchen wie "Gerät sieht ok aus, aber ich kenne mich auch nicht aus" schon zu Beginn eine Hintertür bei anschließenden Reklamationen schaffen. Wenn man dann mal nachforscht, stellt man fest, dass der Verkäufer noch einen Shop betreibt und dutzende solcher Geräte mit demselben Kommentar anbietet. Unter diesen Umständen wird es schwer zu glauben, dass jemand, bei dem sein Internet-Handel einen nicht von der Hand zu weisenden gewerblichen Charakter zeigt, nun wirklich keine Ahnung von dem haben soll, was er da verkauft??

Tut mir leid das zu sagen, Freunde, aber -selbst wenn man juristisch vielleicht nicht "Betrug" dazu sagen darf (ich kenne mich auf dem Gebiet nicht aus)- so ist es aber mindestens abgrundtief unfair und moralisch voll daneben.

Es ist meiner Ansicht nach sowieso fraglich, ob ich ein zwanzig Jahre altes Messgerät -trotz Prüfung- so ohne Weiteres ganz naiv als "heile" verkaufen darf. "Heile" bedeutet für mich zumindest "technisch keine Einschränkungen", also komplett so, wie es einmal war, als aus dem Herstellerwerk kam. Bin ich mir wirklich sicher, dass alle Arbeitspunkte, alle Filter, alle Quarze und Kondensatoren nach so einer langen Zeit noch so gut in Schuss sind, dass das Gerät jetzt noch alle Herstellerspezifikationen gemäß Datenblatt halten würde? Kann es nicht

doch sein, dass das Teil in irgendeinem Frequenzbereich aus der Toleranz gelaufen ist, damit also nicht mehr ganz "heile" ist?

Jeder, der seine Messgeräte auch mal zum Verkauf anbietet (mich schließt das übrigens ein, denn auch ich trenne mich hin und wieder mal von was, wenn ich es nicht mehr brauche!), muss sich diese Frage vorher stellen. Wie man sie beantwortet, ist natürlich jedem selber überlassen. Verantworen muss er sich später entweder vor dem Käufer, den Jungs von Inkaso-Moskau oder irgendwann dem lieben Gott. Also ich weiß nicht, wie es Euch geht, aber ich will mir von keiner der genannten Zielgruppen was vorwerfen lassen müssen. Und erst recht nicht Messgeräteschulden. Denn Messgeräteschulden sind Ehrensulden und das weiß auch der alte Herr ;-) (oder an wen immer ihr auch glaubt)

So, genug der Kurzpredigt. Ich fand es jedenfalls hoch anständig von meinem Bekannten, dass er mir gleich von Anfang an reinen Wein (oder sollte ich lieber sagen: "Bier"? siehe weiter unten) einschenkte. Ich habe das damals mit ihm genauso gemacht und daher können wir uns auch nach zehn Jahren noch mit gutem Gewissen in die Augen sehen. Auch, wenn die Sehschäre inzwischen vielleicht etwas nachgelassen hat ;-)

Apropos direkt in die Augen sehen...
weiter mit der Geschichte!

Schon kurz darauf fahre ich wieder den Messgerätehighway (A2). Ich habe Frau und Geld eingepackt, beides kann man beim Messgerätekauf gut gebrauchen. Und natürlich eine Kiste voller "Messknochen", damit ich den CMS52 vor Ort auch noch etwas genauer durchleuchten kann, als es von außen manchmal "durchschimmert". Was ich so typischerweise mitnehme? Naja, ein URV35 mit einem 10V/100V-Diodenmesskopf für HF-Pegel und Leistungsmessungen, dann einen Racal-Dana 1992 Frequenzzähler, einen Racal-Dana 9008 Modulationsmesser sowie ein URE3 für NF- und DC-Messungen. Und natürlich ein Handfunkgerät, um "mal eben" Sendeleistung zu machen. Leider machte es das nicht, wie ich später feststellen musste. Wie die Zeit vergeht, letztes Jahr ging es noch.*

*merkt man, dass ich nicht viel funke??

Mein Bekannter wohnt in der Nähe von Wuppertal und ich wusste noch aus der Erinnerung vom SMDU-Verkauf damals, wie tief mich dieses Fleckchen Erde beeindruckt hatte. Insbesondere der Berg, auf dem er wohnt (er gehört ihm nach eigener Aussage aber "nur" etwa zu einem Viertel; ich glaube ihm das aber nicht und denke, dass er auf diesem ganzen Berg so ziemlich der einzige Einwohner ist), ist für mich als Messplatz- und Naturliebhaber einer der idyllischsten Orte, die ich kenne. Man sollte nicht glauben, dass es hier noch eine Scheune mit einer Funkbutze gibt, in der ein kranker CMS dringend auf Medikamente wartet.

Die Untersuchung erfolgt gleich in derselben Scheune auf einem Bierzelttisch. Man muss es einfach einmal im Leben gemacht haben, um das Flair von High-Tech in der Scheune auch nur ansatzweise verstehen zu können.

Direkt nach dem Einschalten fällt mir eine wirklich sehr schwache Displayhinterleuchtung in grün/blauer Farbe auf. Daraus schließe ich schon einmal zwei Dinge: zum Einen handelt es sich beim dem CMS52 hier um ein ziemlich altes Gerät, denn die neueren haben inzwischen alle ein graues bzw. weißes Display.

Zum Anderen zeigt mir das Zucken in der Hintergrundbeleuchtung, dass da irgendwas entweder kaputt (Hochspannungserzeugung) oder zumindest verbraucht (evtl. CCFL-Lampe?) ist. Der Kontrastregler zeigt noch Wirkung, daher ordne ich dieses Problem gedanklich eher einem "kosmetischen" Fehler zu.

Zwischendrin bin ich der Meinung, dass das Zucken der Displaybeleuchtung mit einer Änderung der Lüfterdrehzahl mit einhergeht. Deshalb werde ich auf jeden Fall auch irgendwann später das Netzteil überprüfen, wenn ich das Gerät kaufen sollte!

Dann der erste Test: 0dBm, 100MHz, unmoduliert. Ich messe den HF-Pegel und erkenne etwa -3dBm. Hmm...schon ziemlich viel Abweichung, finde ich. Auf einmal dann das, worauf mich der Verkäufer schon vorbereitet hatte: der Pegel fällt wie von Geisterhand auf unter -50dBm; in diesem Zustand können auch keine Sendeleistungen oder Modulationsmessungen mehr gemacht werden. Es klingt für mich immer mehr nach Eichleitung...



Abbildung 3: eigentlich sollte da jetzt "0,00dBm" stehen....

In den kurzen Zeitabschnitten des sporadischen Funktionierens (d.h. Pegel > als 50dBm ;-)) nutze ich die Zeit für Frequenzmessungen, PLL-Abstimmsschritte, FM-Hub und Leistungsmesser. Wenn gerade mal Pegel da ist, funktioniert auch der Rest, das macht schonmal wieder optimistischer.

Der Tongenerator macht brav Töne, der Klirrfaktormesser misst sich selber zu ca. 0,2% klirr, der NF-Pegel stimmt auch- wie mir mein URE3 verrät. Also alles Banane, der CMS52 wechselt den Besitzer!

Nach einer kurzen Besichtigung der Hausbrauereianlage und eines überschüssigen 360L-Maischekessels schenkt mir mein Bekannter -nach dem reinen Wein- nun auch noch reines Bier ein. Als Reserve für die lange Rückfahrt, so meine ich zu ahnen. Zusätzlich kriege ich noch ein leeres Bierfass und ein ausrangiertes Kantinen-Rührgerät für meinen Kumpel Lars mit in den Kofferraum. Der braut nämlich auch Bier und in der Community hält man schließlich zusammen.

In der Messgeräte-Community übrigens auch! :-)

Zu Hause angekommen wandert der neue Geselle natürlich erst einmal auf den Labortisch. Mit Druckluft ist er schnell wieder sauber geblasen und mit Glasreiniger der Rest hübsch gemacht. Glücklicherweise war das Gerät bereits von Anfang an in einem guten optischen Zustand, so dass hier nicht viel zu tun war.

Erst jetzt stelle ich dabei fest, dass dieser CMS eigentlich laut Aufkleber noch viele tolle Optionen haben müsste, so z.B. auch den netten Duplex-Modulationsmesser (den ich an meinem CMT so liebe). Leider hat man die Optionen irgendwann einmal aus dem Gerät entfernt und so gehe ich diesbezüglich leer aus. Schade!!!

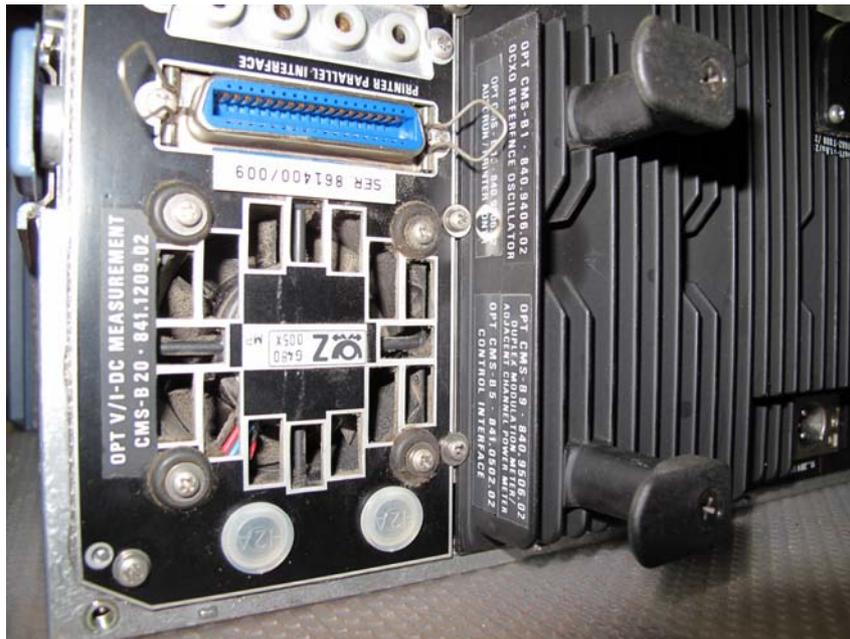


Abbildung 4: die vielen Options-Aufkleber sind leider nur "Fake"...

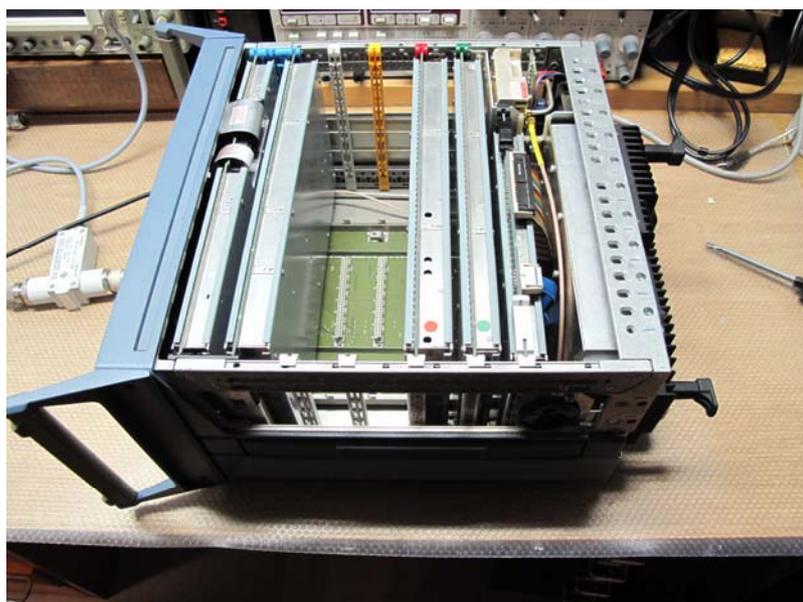


Abbildung 5: CMS52 geöffnet

1 ERSTER FEHLER

Aber bringen wir den Rest erst einmal zum Laufen. Die Reproduktion des Fehlers ist gar kein Problem. Nach dem Einschalten und Durchlaufen des Selbsttests (der aber weniger testet als man glaubt, denn er findet natürlich nix) gibt's wieder -54dBm am Ausgang statt 0dBm.



Abbildung 6: Messung des HF-Pegels am Generatorteil

Ich öffne den CMS und verfolge die Leitungen. Ich finde den HF-Generatorteil und seinen HF-Ausgang, der direkt auf die Eichleitung geht. Ich ziehe den Anschluss ab und messe dort...+5,9dBm! Bingo. Der Verdacht (defekte Eichleitung) ist auf dem Weg zur Gewissheit.

Jetzt baue ich das Eichleitungs-Modul komplett aus und wobble dessen Frequenzgang. Ergebnis: durchweg über 50dB Dämpfung mit weiterem Abfall zu tiefen Frequenzen hin. Typisch z.B. für einen gebrochenen SMD-Kondensator. Nicht gut! Sollte das aber daran liegen, dass sie vor dem Ausbau vielleicht gerade auf "50dB" eingestellt war? Ich baue mir also eine Leitungsverlängerung für die Ansteuerung (16pin Pfostenstecker) und lasse die Eichleitung während des Wobbels durch Verdrehen des HF-Pegels am CMS lustig klickern. Wenn ich jetzt auf "0dBm" stelle, bin ich mir auch sicher, dass sie wirklich auf "0dBm" programmiert ist. Ergebnis: die 50dB Grund-Dämpfung bleiben; lassen sich durch Schalten an der Eichleitung nur noch vergrößern.



Abbildung 7: Eichleitung eines CMS52

Erkenntnis: die Eichleitung schaltet. Immerhin. Sie scheint aber auf dem Weg durch die Eichleitung irgendwo eine Unterbrechung zu haben. Das zeigt auch eine ohmsche Messung vom Eingang zum Ausgang.

Maßnahme: Aufschrauben!



Abbildung 8: Wobbelmessung der Eichleitung. Diagnose: defekt!

Spätestens nach meinem Reparaturbericht zur SMY01-Eichleitung habe ich bei sowas keinen Skrupel mehr und auch der Aufkleber "Garantieverlust" schreckt mich auch nicht. Was denn auch- ich habe ja eh nichts mehr zu verlieren ;-)

Ich öffne den Deckel und stelle fest, dass R&S die Eichleitungen nun anders baut als früher. Statt Stößeln mit Kontaktbrücken werden nun richtige HF-Relais zum Schalten verwendet. Einige Pi-Glieder sind als normale SMD-Widerstände ausgeführt, es gibt aber auch nach wie vor einige Keramikplättchen, die aber nun hochkant eingelötet sind.

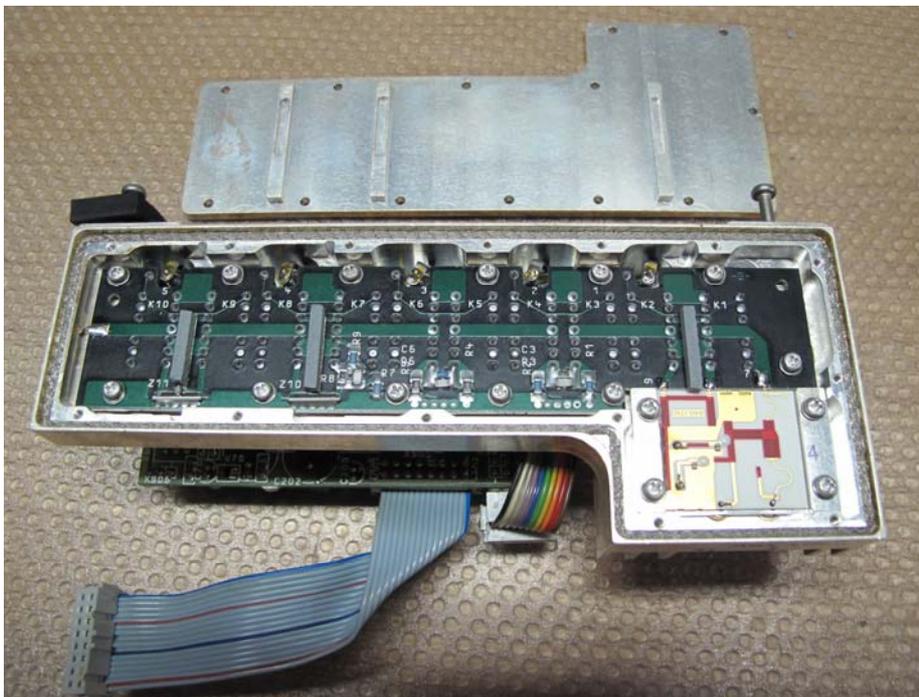


Abbildung 9: Eichleitung CMS52, brutal aufgeschraubt

Das größte Keramikplättchen hat etwa die Abmessungen einer Streichholzschachtel und beherbergt den Leistungs-Abschlusswiderstand. Glücklicherweise keine Spuren von thermischer Überlast, das war meine große Befürchtung. Jedoch fast genauso schlimm: beim Messen auf ohmschen Durchgang stelle ich fest, dass die Leiterbahn, die die Leistung zum Dummywiderstand führen soll, hochohmig ist. Erst kann ich das gar nicht verstehen, denn es ist nichts an Rissen oder Brüchen in der Leiterbahn zu sehen. Ich messe nochmal: hochohmig!

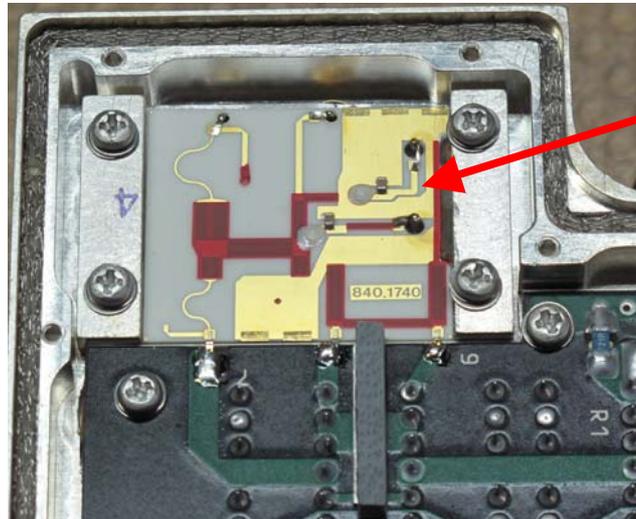


Abbildung 10: Eichleitung in Vergrößerung: das Leistungs-Dummyload

Ich frage mich, ob ich von dem Selbstgebrauten doch nicht so viel hätte naschen sollen und gucke mir die betreffende Leiterbahn unter dem Lötmikroskop an.

Mist!

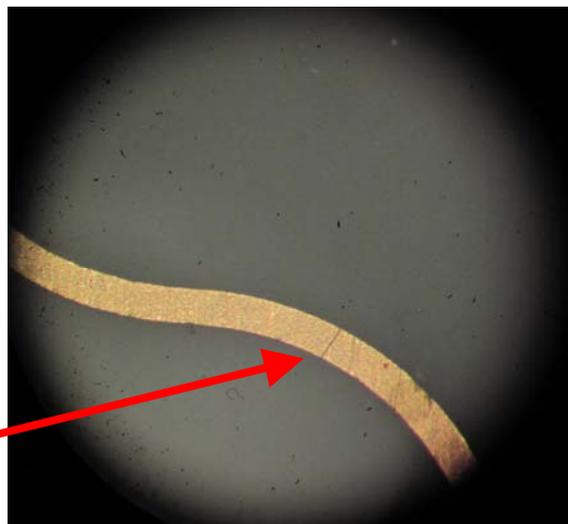


Abbildung 11: Zuleitung zum Dummyload (stark vergrößert)

Eine Ecke am Keramikplättchen ist gebrochen; der Riss verläuft genau durch die Leiterbahn und trennt sie ganz sauber durch!

Mit dem bloßen Auge nicht zu sehen, gibt es hier aber eindeutig eine Unterbrechung. Erst dachte ich an eine möglich sogar gewollte DC-Trennung, aber als ich dann unter schräg einfallendem Licht die Bruchkante über die Ecke des Keramiksubstrats sah, die rein "zufällig" genau durch meinen "DC-Blocker" läuft, war es mir klar: dieses Modul ist gebrochen und damit defekt! Fehler gefunden!

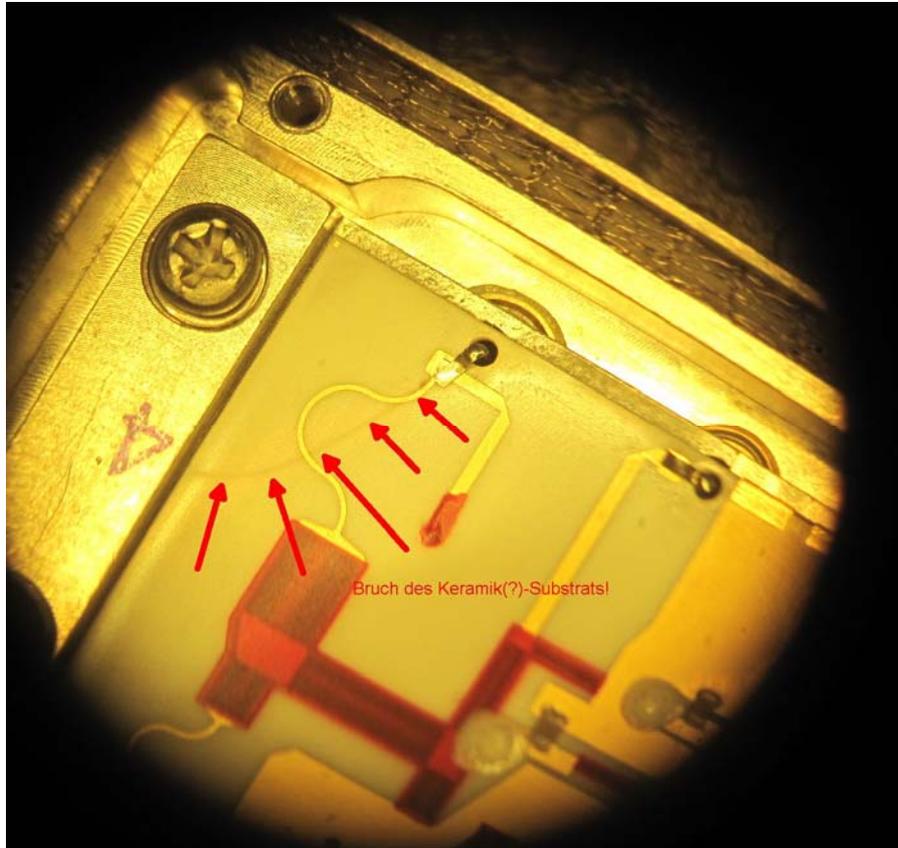


Abbildung 12: Riss im Keramiksubstrat!

Weitaus schwieriger gestaltet sich wohl die Reparatur. Ein Austausch kommt für mich aus Kostengründen nicht in Frage, denn eine Eichleitung ist ein gefrästes (und womöglich sogar handabgeglichenes) Präzisionabauteil, das in der Regel nicht bastelkassenkompatibel ist. So werde ich es irgendwie selber reparieren müssen. Doch gerade weil es so ein Präzisionsteil ist, kann ich vermutlich nicht einfach einen dicken Lötspitzen drauf machen: es würde vielleicht HF-mäßig eine Stoßstelle darstellen und damit die Rückflussdämpfung stark verkleinern (= die korrekte 50Ohm-Anpassung verfälschen). Außerdem könnte ein dicker Klecks eine größere Kapazität gegen das Metallgehäuse darstellen- und schon wieder wäre die Anpassung beeinträchtigt. Im Internet wird sogar von Fällen berichtet, wo man solche dünnen (Gold?)Leiterbahnen gar nicht löten kann, sondern sie mit der bloßen Berührung mit dem Lötspitzen "auflöst". Nunja, ich will mich ja hier nicht verunsichern lassen, aber etwas Vorsicht ist hier trotzdem bestimmt angebracht.

Ich frage meine Frau, denn die ist u.a. auch Chemikerin und hat oft gute Ideen (wie z.B. auch die, diesen Messplatz zu kaufen ;-). Zusammen kommen wir auf die Möglichkeit, ob man nicht Lotpaste aus der SMD-Technik in den Riss schmieren und dann mit einem Heißluftfön einschmelzen kann. Das erscheint mir im Moment eigentlich die beste Idee. Fraglich ist nur, welche Lotpaste am besten geeignet ist: wir fönen ja nicht unter Stickstoffatmosphäre, sondern an der Luft und außerdem scheint die Leiterbahn mindestens versilbert /oder sogar ver-

goldet und die Frage ist, wie sich das Zinn mit dem Lot auf Dauer verträgt. Andererseits sind viele elektronische Bauteile wie Stecker und Kontaktflächen ja auch vergoldet und die werden ja auch erfolgreich dauerhaft gelötet.

Eine weitere Idee ist das Aufreiben von Blattgold. Verwerfe ich aber, weil hier der Leiterbahnquerschnitt sehr klein würde: hier sollen HF-Leistungen bis 50W durchfließen (also bei $P = I^2 \cdot R$ immer hin 1A) und das durch die dünne Gold-Schicht? Hmm....ich weiß nicht recht.

Mein Kumpel aus dem Kalibrierlabor schlägt mir das Nachbiegen der Leiterbahnschleife aus Silberdraht vor mit anschließendem Anpunkten mit SMD-Lötzinn. Diese Idee wäre für mich die Lösung, wenn wirklich alles andere schief gelaufen und sonst nichts mehr zu retten ist. Ich kann mir jedoch vorstellen, dass meine Lotpasten-Rissverfüller-Idee näher an die originalen Eigenschaften herankommt als das nachträgliche Draußlöten eines Silberdrahts. Aber trotzdem: es wäre eine Alternative, die ich im Hinterkopf behalten werde.

1.1 REPARATUR

Lotpaste kriegt man in fast jedem gut sortierten Elektronikbastelladen und kommt meist in kleinen Spritzen daher. In Wirklichkeit ist "Lotpaste" ein Gemisch aus ganz, ganz kleinen Zinnkügelchen, die unter der Zufuhr von Wärme aufschmelzen. Die Idee ist, mit einer ganz dünnen Nadel ein paar dieser Kügelchen in den Leiterbahnriß zu drücken und dann mit meinem Weller GaslötKolben und Heißluftdüse dort hineinzuschmelzen.

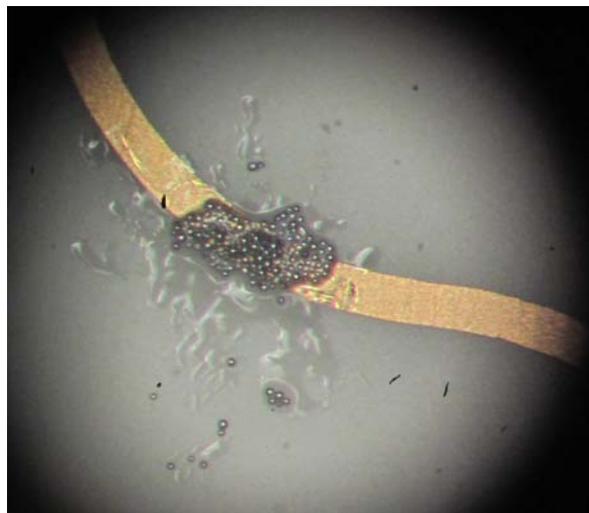


Abbildung 13: Lotpasten-Kügelchen auf der Riss-Stelle (stark vergrößert)

Klappt aber natürlich nicht. Erstmal kriegt man die Kügelchen nicht in den Riss "reingeschmiert", sondern allenfalls als Haufen auf die Risstelle geschoben. Dann produziert der GaslötKolben natürlich durch die Oxidation des Propan- (oder ist es Butan-?) gases Wasserdampf! Auf einer "normalen" Leiterplatte ist das kein Problem, wie meine ersten Versuche an einem alten Thermometerbausatz zeigten. Sobald der feuchte Heißluftstrom jedoch auf das extrem gut wärmeleitende Keramikplättchen trifft, erfüllt der darunter liegende Kühlkörper voll seine Funktion: der Wasserdampf kondensiert schlagartig und bildet Wassertropfen! In so einem Wassertropfen schmilzt natürlich kein Lot!

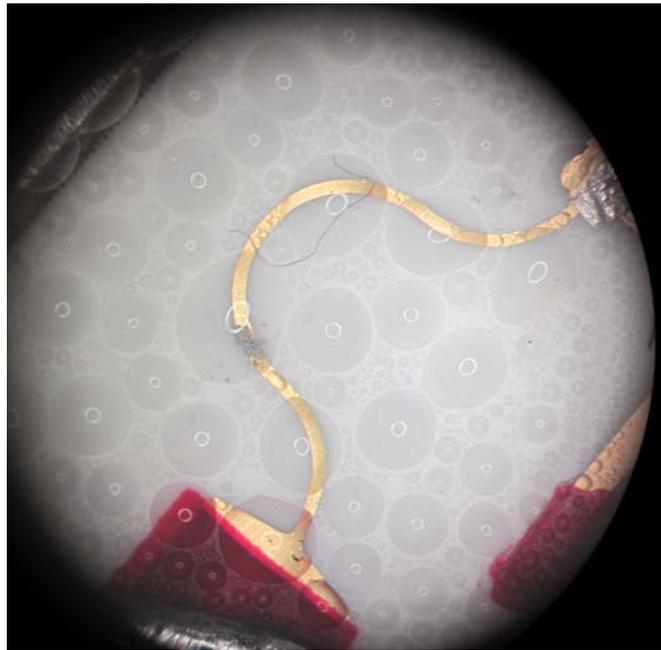


Abbildung 14: kondensierte Wassertropfen durch Gaslötcolben

Ich renne rüber zu Lars, meinem Bierbrauenden Nachbarn. Der grinst noch immer kreisrund über das mitgebrachte Bierfass und den Kantinenrührer. Ich weiß aber, dass er außer dieser neuen Errungenschaften auch eine ganz tolle Heißluftstation mit einem kleinen Röhrchen-Aufsatz hat. Die leiht er mir und ich versuche es erneut.



Abbildung 15: SMD-Heißluftstation

Aber selbst auf 450°C Luftstromtemperatur schmilzt nichts! Der Kühlkörper ist wirklich super; er entzieht der Lötstelle sofort alle Wärme und ein Löten per Heißluft wird vermutlich erst dann möglich, wenn alle anderen Bauteile auf dem Keramikplättchen so heiß geworden

sind, dass sie schon längst kaputtgegangen sind. Also breche ich die Aktion ab und schalte beherzt meinen 50W SMD-Lötkolben an.

Erst auf Maximaltemperatur (450°C) schaffe ich es, die Lotpaste aufzuschmelzen. Und selbst dann ist das Ergebnis eher "mäßig"; aber heißer kriege ich die Lötstelle nicht! So muss es einfach reichen, denn Abschrauben vom Kühlkörper will ich das Keramikplättchen nicht: der Riss im Substrat könnte schnell zum richtigen Bruch werden und endgültig abreißen! Dann wäre mehr geschadet als repariert.

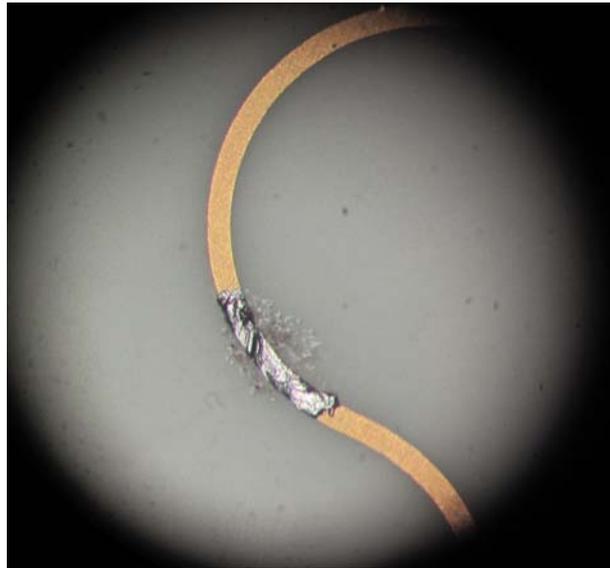


Abbildung 16: Leiterbahnunterbrechung repariert

1.2 ÜBERPRÜFUNG

Jetzt wird es spannend? Hat die Reparatur trotzdem geklappt? Ich hasse dieses bescheuerte auf-die-Folter-spannen, das man aus vielen Fernseh-Shows kennt. Ich sag's daher gleich frei raus: Ja, hat geklappt!

Ich messe mit einer Reflexionsmessbrücke die 50Ohm-Anpassung der Eichleitung bei minimaler Dämpfung. Im CMS-Datenblatt finde ich leider keine Angabe für die minimale Rückflussdämpfung, aber beim CMT finde ich einen Wert: das VSWR soll über den gesamten Frequenzbereich stets kleiner als 1,2 sein; d.h. eine Rückflussdämpfung von mindestens etwa 20dB muss erreicht werden. Da die CMS-Werte ja -wie schon oben geschrieben- nur selten die des CMTs aus eigenem Hause übertreffen, vermute ich, dass der CMS auch in dieser Disziplin "Rückflussdämpfung" nicht erheblich präziser abschneiden wird. Ich definiere also für mich: wenn die CMS-Eichleitung die CMT-Werte aus dem Datenblatt erreicht, ist sie für mich in Ordnung!

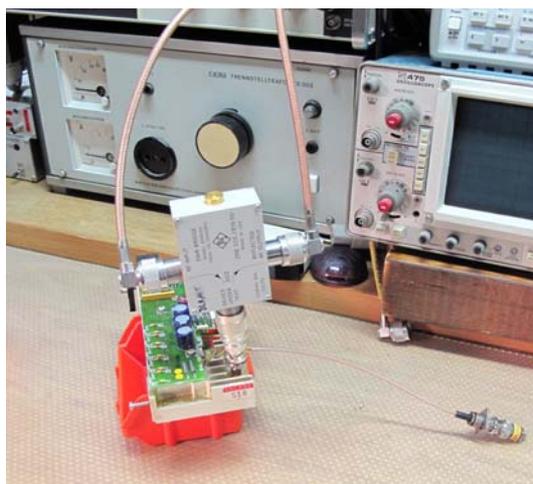


Abbildung 17: Reflexionsmessung

Ich wobble- und grinse! Die 20dB Rückflussdämpfung werden genau bis exakt 1GHz erreicht: Bingo! :-)

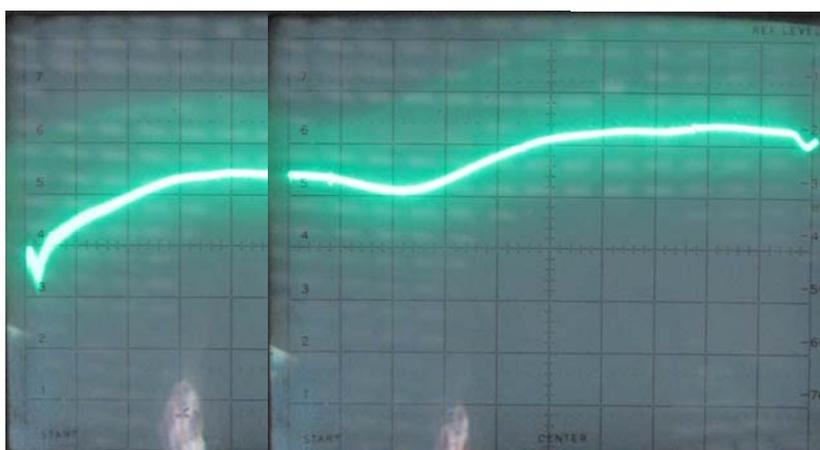


Abbildung 18: Rückflussdämpfung der Eichleitung (0..1,5GHz), Fotomontage

zum Bild: in X: 100MHz/Div; in Y: 10dB/div; Ref-Level: 0dB Rückflussdämpfung

Zur Kontrolle und Beseitigung meines chronischen Misstrauens mache ich dieselbe Prüfung bei meinem CMT: man sieht hier eine gewisse "Welligkeit" (vermutlich durch das Semi-Regid-Kabel von der Gerätebuchse bis zur Eichleitung), aber auch hier wird bis 1GHz immer mindestens 20dB Rückflussdämpfung (also $VSWR < 1,2$) erreicht! Der CMT liegt also definitiv hier im spezifizierten Bereich und -wenn man beim CMS die gleiche Messplatte anlegt- wäre auch die CMS-Eichleitung innerhalb Spezifikation. Prima, das sieht bis hierhin doch schon einmal gut aus!

1.3 DÄMPFUNG

Der zweite Test ist, die verschiedenen Dämpfungsstellungen der Eichleitung durchzuwobeln. Dazu schlieÙe ich sie wieder an den CMS an und lasse sie (durch Variieren des HF-Pegels) hin und herratern. Was ich auf dem Spektrumanalyzer sehen kann, sieht für mich ebenfalls gut aus und ich entschlieÙe mich, das Teil wieder zusammenzubauen und zurück ins Grundgerät zu schrauben.

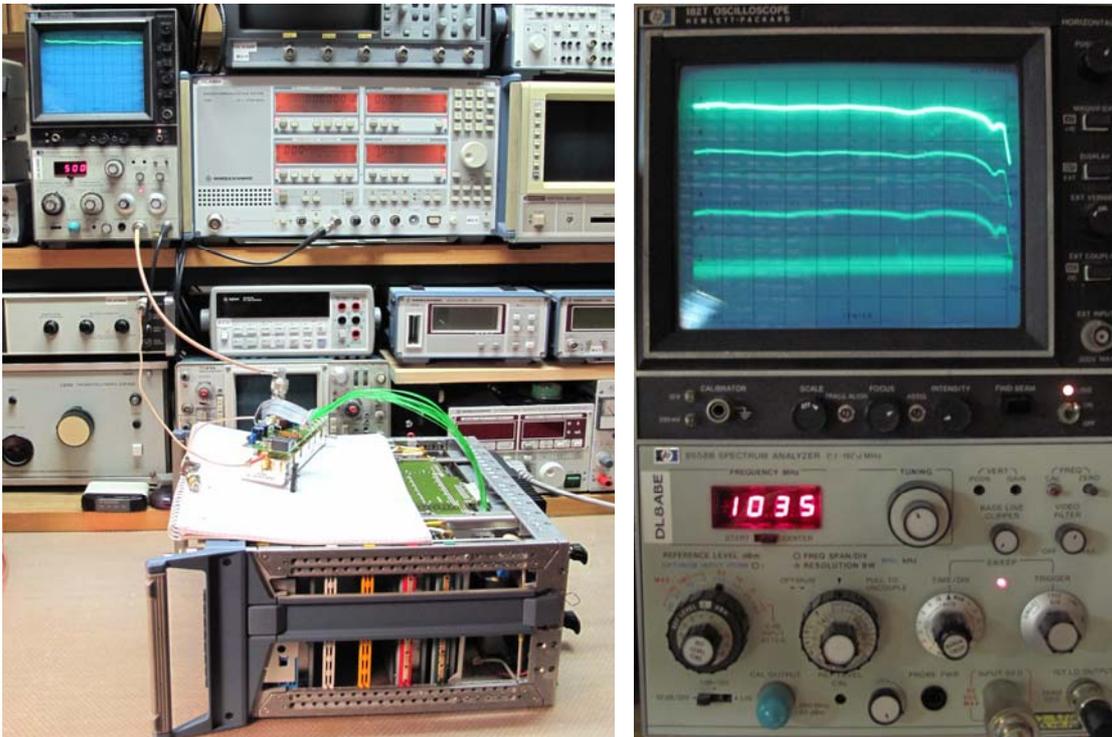


Abbildung 19: Wobeln des Frequenzgangs in verschiedenen Dämpfungsstellungen der Eichleitung

Zur Feier des Tages probiere ich noch was von dem köstlichen Tropfen aus der Hausbrauerei meines Bekannten und freue mich, dass ich nach dem Einbau zum ersten mal richtige Messungen mit dem CMS machen kann!

1.4 MÖGLICHE GEFAHREN

Ich will meinen Erfolg auf gar keinen Fall schmälern, aber ein paar böse Gedanken habe ich mir schon zu meiner Lötzinnreparatur schon noch gemacht. Ich glaube zwar nicht, dass der HF-Stromfluss reichen wird, um das Lot so weit zu erhitzen, dass es aufschmelzen wird (alle anderen Lötstellen in der Eichleitung wären sonst ja auch davon betroffen), aber ich bin mir nicht über die Langzeitwirkung sicher. Das ständige Aufwärmen und Abkühlen bei Senden und Empfang könnte thermischen Stress auf die Lötstelle und den Riss ausüben, so dass die Lötstelle vielleicht doch irgendwann wieder aufreißt? Ich kann es heute noch nicht sagen, die Zeit wird die Erkenntnis bringen müssen.*

*Wie Recht ich damit habe: weiterlesen!

1.5 R&S-SUPPORT

Zwischenzeitlich habe ich natürlich schon wieder Kontakt mit dem R&S-Support aufgenommen. Man kennt mich da ja schließlich schon :-)) und beliefert mich bereitwillig mit Datenblättern, dem Bedienungshandbuch und sogar EPROM-Inhalten für die Betriebssoftware. Ich muss sagen, so macht das Freude!

2 Zweiter Fehler: Displayhinterleuchtung

Aber natürlich lässt mir die schwache Displayhinterleuchtung noch keine Ruhe. So wird der gerade so schön reparierte CMS auch gleich wieder zerlegt, um an das Display heranzukommen. Die Drehknöpfe machen noch schnell das Freischwimmerabzeichen im Ultraschallbad, während ich die Fronteinheit abschraube. Das ist ziemlich fummelig, denn es sind sowohl alle Anschlusskabel für die BNC-Buchsen als auch die empfindlichen FPC-Flexfoil-Connctoren für Tastatur und Display vorsichtig abzustecken. Dann noch das Semi-Regid-Kabel von der Eichleitung abgeschraubt (wozu hatte ich es eigentlich gestern überhaupt angeschraubt? ;-)) und mit viel Hakelei das Frontmodul abgezogen. Ein paar Masse-Ösen an den seitlichen Anschraubpunkten des Gehäuserahmens kommen beim Abhebeln leicht mit, aber die kann ich nachher wieder geradebiegen. (Zu diesem Zeitpunkt wusste ich noch nicht, dass man vorher die beiden seitlichen Platinenführungen abschrauben muss, um das Verbiegen der Ösen zu vermeiden.)

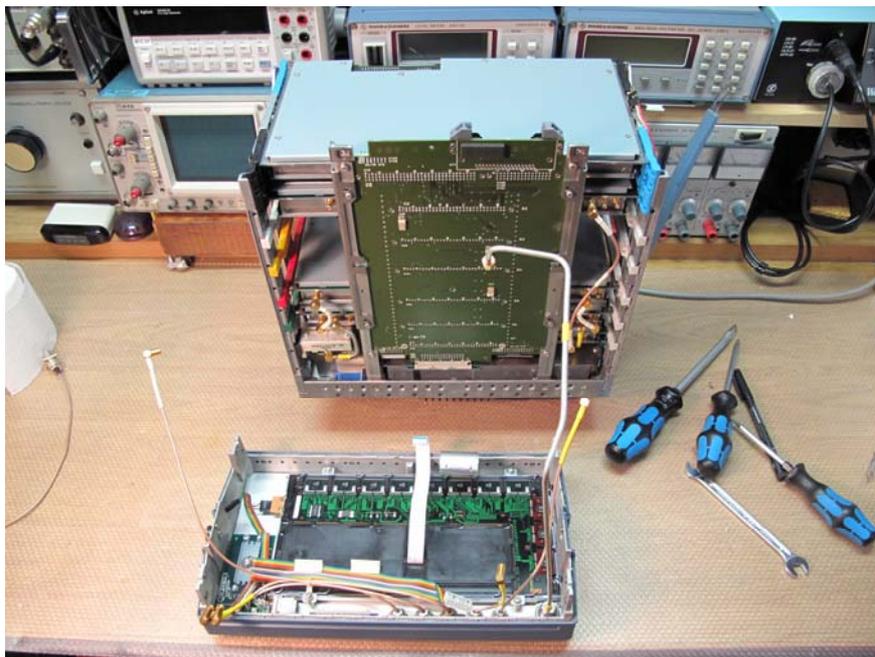


Abbildung 20: CMS wird zerlegt...mal wieder

Dann schraube ich das LCD-Modul aus der Frontkappe heraus und stelle fest, dass es durch eine ganz dicke Kunststoffscheibe (Makrolon?) vor den möglicherweise rauen Einflüssen der Außenwelt gut geschützt ist. Ich meine sogar ein feines Drahtgeflecht zum Schutz vor EMV in der Kunststoffscheibe zu erkennen. Gut gemacht, liebe Entwickler!

Kurz darauf halte ich das LCD-Modul in der Hand. Der Hersteller des Panels ist Sharp und das Modell ist ein LM64032, wie der Aufdruck verrät. Überraschenderweise finde ich dafür im Netz sogar ein Datenblatt! Und noch eine erstaunliche Entdeckung mache ich: die Hintergrundbeleuchtung ist ein so genanntes "EL Backlight"- also eine elektro-lumineszierende Leuchtfolie (man könnte meinen, das sei fast sowas wie 'ne breitgeklopfte LED, jedoch ist das Funktionsprinzip ein anderes!).



Abbildung 21: LCD-Modul des CMS52

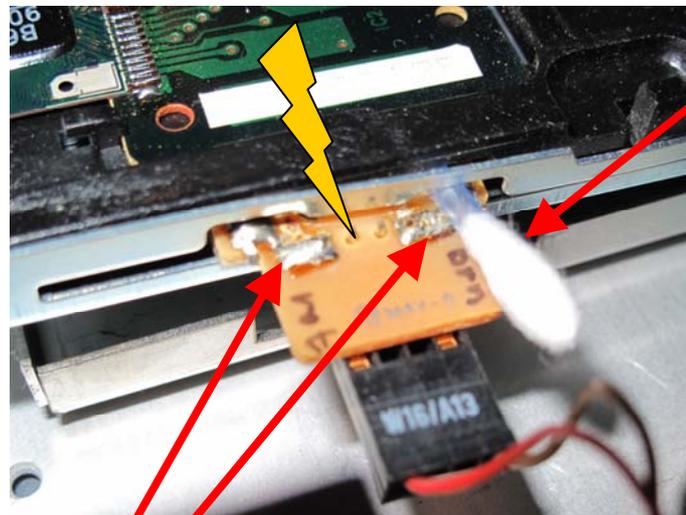
Und -noch toller- man kann sie -wie eine Kochschinkenscheibe aus einem Sandwich- einzeln herausziehen!



Abbildung 22: Leuchtfolie entnehmen

Dabei merke ich jedoch, dass der Anschlussstecker für diese Leuchtfolie mit seinen Lötanschlüssen in unmittelbarer Nähe des Metallchassis des Panels liegt! Nur zwei Millimeter hochdrücken (was ganz leicht geht) und schon fabriziert man einen super Kurzschluss! Soweit

ich weiß, werden solche elektroluminanz-Folien mit etwa 100V Wechselspannung betrieben es könnte also schon herbe krachen, wenn das passiert....moment mal....haben wir beim Ausprobieren in Wuppertal nicht ein Blitzen der Hintergrundbeleuchtung zusammen mit einer Drehzahländerung des Gerätelüfters bemerkt? War das am Ende vielleicht sogar dieser wackelige Displaystecker, der sporadisch Kurzschlüsse machte und damit das Netzteil belastete???



als Provisorium
eingesteckter
Q-Tipp

Abbildung 26: das ist Mist: Kurzschlussgefahr am LCD-Modul!

Kurzschlussgefahr am eigenen Gehäuse!

Ich glaube, ich bin hier wieder was Dickem auf der Spur.

Aber auch der R&S-Support war zwischenzeitlich was "Dickem" auf der Spur. Er meldet sich bei mir zurück: Er habe meine kurze Info über das angebrochene Keramikmodul in der Eichleitung gelesen und daraufhin intern nachgeforscht, ob mein Substratris ein Einzelfall war oder es sich dabei vielleicht um einen Fehlerschwerpunkte handelt. Ergebnis: nö, der CMS würde seit nunmehr über 20 Jahren (!!!!) produziert und eine Fehlerhäufung durch Risse im Keramiksubstrat sei hier nicht aufgetreten. Auch die Drehmomente für die Verschraubung des Moduls habe man sicherheitshalber noch einmal überprüft, aber alles in Ordnung!

Ich merke schon, bei R&S arbeitet man nach denselben strikten Qualitätsprozessen, die ich auch aus meinem Berufsleben her kenne. Alles wird verfolgt, jede noch so gering erscheinende Gefahr wird auf das Risiko hin bewertet und sogleich im Keim erstickt. Recht so, denn anders geht es bei derart komplexen Geräten auch nicht!

Während ich noch immer darüber staune, dass der CMS offensichtlich so ein Verkaufsschlagger ist (wo sonst gibt es bei einem nicht-militärischen, elektrischen Gerät denn sonst eine so lange Produktionszeit von über 20 Jahren!), konzentriere ich mich wieder auf das Display. Und prompt finde ich im Internet eine Adresse, wo es Sharp-Panels vom Typ LM64032 offensichtlich noch zu kaufen gibt! Toff! Also Telefonnummer rausgeschrieben und angerufen.

Und....Pleite! Nein, nicht der Laden, da hat sogar jemand abgenommen. Nur leider war die Suche nach dem Modul nicht erfolgreich. Und Leuchtfolien führen sie auch nicht mehr. Tja, die Technik geht eben weiter. Aber das hilft ja meinem CMS leider nicht...

2.1 NOT-ANKER

Ich klemme ich mich wieder hinter das Telefon und wähle eine Telefonnummer, die mir der R&S-Service gegeben hat. Dort meldet sich ein netter Herr und kämpft sich für mich tapfer durch's SAP System. Er nennt mir Preise für das Bauteil "LCD-Modul" als Ersatzteil und den "DC-AC-Wandler". Moment mal...wozu denn den Wandler? Wir stellen beide schnell fest, dass wir hier über ein anderes LCD-Modul reden- nämlich über eins mit CCFL-Hintergrundbeleuchtung! Und tatsächlich: ich bekomme den Typ "DMF 50161" vorgelesen. Ein alter Bekannter für mich (SME-03!), jedoch nicht hilfreich für meinen CMS52.

Der freundliche Mitarbeiter scheint mein trauriges Gesicht durch's Telefon ahnen zu können und nennt mir tatsächlich die Durchwahl zu einem Gruppenleiter aus der technischen Entwicklung in Memmingen*. Dieser kann mich tatsächlich zu einem seiner Mitarbeiter durchverbinden, der den CMS mitentwickelt hat. Ich bin baff! So etwas Geniales habe ich bislang nur noch einmal bei der Firma Sennheiser erlebt!**

* bitte fragt mich nicht nach dieser Telefonnummer; ich gebe sie nicht raus, keine Chance!

** aber auch da rücke ich keine Telefonnummer raus, sorry :-)

Ich muss zugeben, dass ich in dem folgenden Gespräch schon irgendwie etwas nervös war. Immerhin spricht man nicht jeden Tag mit einem seiner Entwickleridole (unbekannterweise)! Das Eis war schnell gebrochen, denn der Kollege hatte schon von mir gehört (boah, bin ich etwa irgendwie berühmt oder sowas??) und kannte sogar meine Fotos von der Eichleitungs-Reparatur. Ich staunte nicht schlecht! Der Herr aus dem Support hatte wohl ganze Arbeit geleistet und wirklich sämtliche Hebel in Bewegung gesetzt! Ich musste erzählen, wie ich das Modul schließlich reparieren konnte und weshalb ich nun sicher bin, dass es nun auch ok sei. Der Entwickler bestätigt meine Annahme mit der 20dB Reflektionsdämpfung und freute sich auch über den nachgemessenen Frequenzgang bis 1,5GHz. Technische Absolution auf ganzer Bandbreite also. Uff, das erleichtert! Ich bin auf Spur!!!



Abbildung 24: Rohde&Schwarz-Zentrale München

Quelle: www.rohde-schwarz.de

Dann erfahre ich, dass mein CMS tatsächlich aus dem Jahr 1989 stammen muss, ich also ein über 20 Jahre altes, defektes Gerät gekauft habe (da muss man Humor haben, oder? ;-). Der Entwickler jedenfalls hatte es, er lachte etwas amüsiert darüber, dass eine seiner "alten" Entwicklungen auch heute noch läuft. Er berichtet mir, dass es über die Zeit aber etliche Umentwicklungen gegeben habe- nicht zuletzt vermutlich auch wegen Bauteileabkündigungen und der Verfügbarkeit neuer Prozessoren. Irgendwann wurde dann auch das Display umentwickelt auf den DMF50161-Typ. Auch meinen alten 89er-CMS könne man nachträglich noch umrüsten, allerdings nicht so einfach: der Umbau sei sehr aufwändig und dementsprechend teuer. Ja, ich kenne den Preis, sage ihn hier aber nicht, sondern nur so viel: nicht Bastelkassenkompatibel. Ich muss also eine andere Lösung suchen.*

Ich verabschiede mich von dem netten Herrn am Telefon- nicht jedoch, ohne ihm vorher meine aufrichtige Ehrerbietung zu erweisen, denn an der Entwicklung solch eines tollen Gerät mit beteiligt gewesen zu sein, muss schon ein tolles Gefühl sein und davor habe ich echt Respekt.

* Neunmalkluger Sozialforscher würden das nie sagen, denn das klingt "negativ". Stattdessen "findet" man heute Lösungen- man "sucht" sie nicht mehr. Mir wirklich alles ziemlich Latte. Ich kenne mich mit Suchen aus, also darf ich dieses Wort auch benutzen. Lösungen gleich zu "finden", klingt mir zu einfach und wäre daher hier absolut unpassend.

2.2 NÄCHSTE SCHRITTE

Tja, ich darf mal kurz resümieren:

1. Mein 20 Jahre altes Display gibt es bei R&S nicht mehr als Ersatzteil.
2. Selbst wenn, wäre es vermutlich auch ziemlich teuer (es müssten schließlich 20 Jahre Lagerhaltung bezahlt werden)
3. Der Umbau auf einen neuen Displaytyp wäre zwar möglich, jedoch noch viel teurer (ca. Faktor 5).
4. Mein altes Display finde ich auch nicht zum Nachkaufen im Internet.

"Was ist denn eigentlich mein Problem?", höre ich mich fragen. Doch eigentlich nur, dass das Display mangels schwacher Hinterleuchtung schlecht ablesbar ist. Sonst ist ja nichts wirklich kaputt, sondern eben nur dunkel. Das heißt, entweder
a) weil die Leuchtfolie nach 20 Jahren zu schwach geworden ist oder
b) weil sie vom Netzteil nicht richtig gespeist wird.

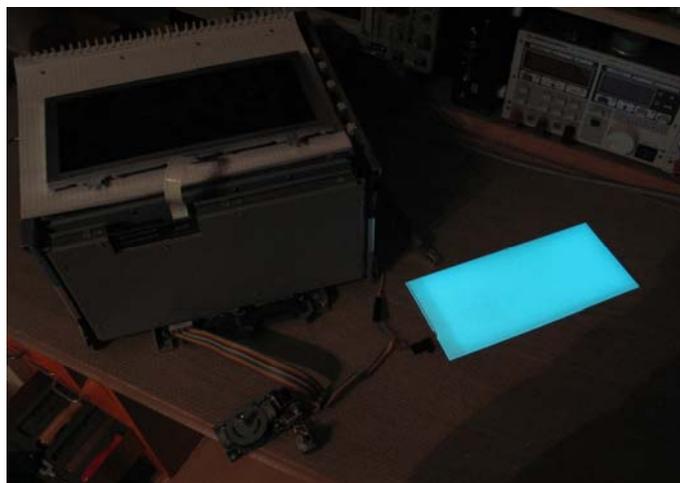


Abbildung 25: Leuchtfolie außerhalb des Displays betrieben

Eine Entscheidung kann ich erst dann fällen, wenn ich das Service-Manual habe, denn daraus muss ich erst die Wechselfrequenz für die Leuchtfolie wissen und dann im Gerät nachmessen, ob sie tatsächlich stimmt. Hoffentlich steht die da aber auch drin.....hmm.....

Ich erfahre, dass Leuchtfolien damals wie heute etwa maximal 10000h Halbwertszeit hatten. Das bedeutet, über die zwanzig Jahre müsste der CMS eigentlich jeden Tag nur für 1,36h gelaufen sein, dann wäre dieser Wert bereits erreicht. Das klingt gar nicht mal viel; für ein Gerät, das täglich gebraucht wird, wäre das schon durchaus möglich!

Dann finde ich im Netz einen Shop, der Leuchtfolien noch anbietet. Eine DIN-A4-Größe kostet dort etwa 50 EUR und soll mit der Schere auf die gewünschte Größe (ca. 245 x 114mm) zu bringen sein. Die Schnittkanten muss man anschließend laminieren, um Feuchtigkeitseintritt zu vermeiden. Vielleicht wäre das eine Alternative?

Aus Verzweiflung rupfe ich das LCD-Panel eines alten Laptops auseinander. Aus Sicht "CMS" ist das Ding echt neu: CCFL-Beleuchtung! Alles schön und gut, aber leider zu dick, um die Beleuchtungseinheit in mein Sharp LM64032 einbauen zu können. Also auch Sackgasse.

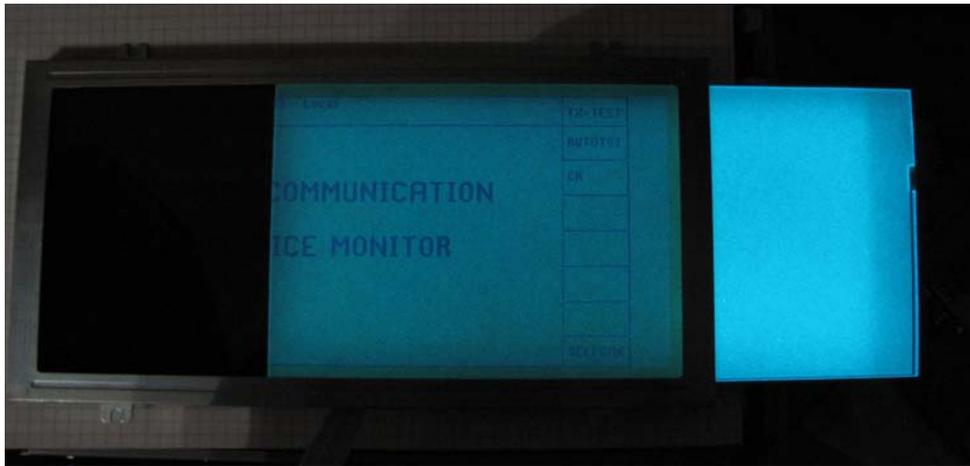


Abbildung 26: Leuchtfolie halb eingeschoben

Glücklicherweise erhielt ich kurz darauf von einem netten anderen Bekannten aus der Messgeräte-Szene (ich finde, wir sind eine echte "Community", oder?) das Service-Manual für den CMS. Ich sog es begierig auf. In einer Pin-Übersicht des Digitalteils entdeckte ich -eher zufällig- die Angabe "115V". Dort sitzt nämlich der Spannungswandler für die Leuchtfolie, die mit einer Wechselfrequenz betrieben werden muss. Ich baue den CMS also so weit auseinander, dass ich die Versorgungsspannung der Leuchtfolie im Betrieb messen konnte: 107Vrms, ca. 750Hz. Bingo! Zur Prüfung schließe ich die alte Leuchtfolie an meinen Fluke 5200A Wechselfrequenzkalibrator an und variiere die Frequenz. Jetzt kann es ja nur noch sein, dass die irgendwie nicht stimmt, denn diese Angabe habe ich nirgends im Manual gefunden. Beim Verdrehen von 750Hz ausgehend wird das Bild aber auch nicht heller; im Gegenteil: bei 1kHz verabschiedet sich die Leuchtfolie und beschließt, sich von mir in Zukunft nicht weiter ärgern zu lassen. Sie gibt entkräftet auf und leuchtet ab sofort nun GAR nicht mehr. Klasse, so liebe ich das: eindeutige Aussagen- eine neue Leuchtfolie muss her!

Beim Googeln im Netz werde ich auf das Grafik- und Designerbüro "Zigan" in Braunschweig aufmerksam. Dort werden auch Leuchtfolien für Schilder und Anzeigereklamen verwendet, so schreibt man auf deren Internet-Seite. Das klingt doch gut!

Braunschweig ist eine gute halbe Autostunde entfernt. Ich schnappe mir erneut Auto und Frau und mache einen Besuch bei Zigan. Dort hat man mich schon erwartet und hört sich geduldig meinen "komischen" Einsatzzweck an. Nur wenige Minuten später ist eine DIN-A4-Leuchtfolie mit einer großen Schlagschere auf die passende Größe geschnitten und die Kanten versiegelt. Ein kurzer Test- ja, klappt! Sie leuchtet! :-)



Abbildung 27: Leuchtfolien; oben: alt; unten: neu

Zu Hause muss ich natürlich sofort den Zusammenbau wagen! Schon im ersten Test in demontiertem Zustand zeigt sich, wie hell und gut ablesbar das Display nun auf einmal wieder ist. Das macht Vorfreude!

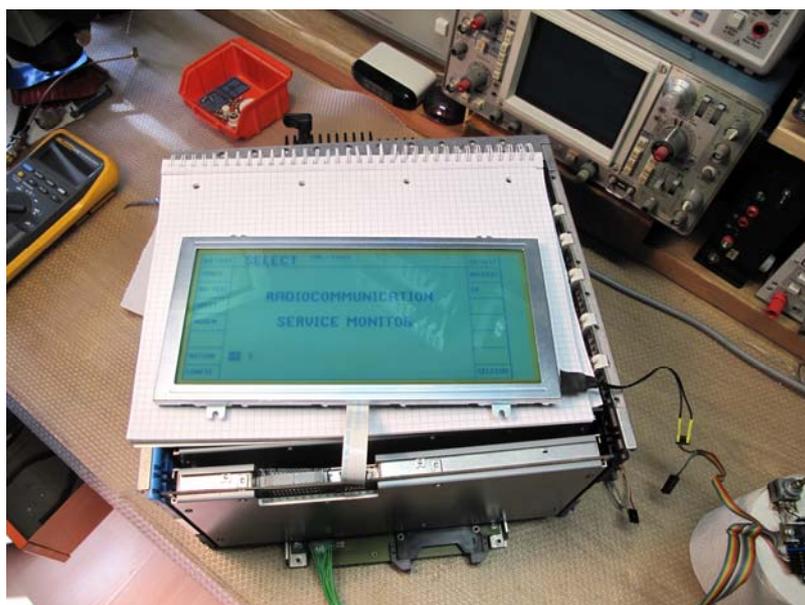


Abbildung 28: auf Erfolgskurs mit der neuen Leuchtfolie!

Leider gibt es beim Zusammenbau -wie soll es auch anders sein- erwartete Schwierigkeiten. Der Anschluss dieser Leuchtfolie ist nicht wie beim Original (oben), sondern unten.

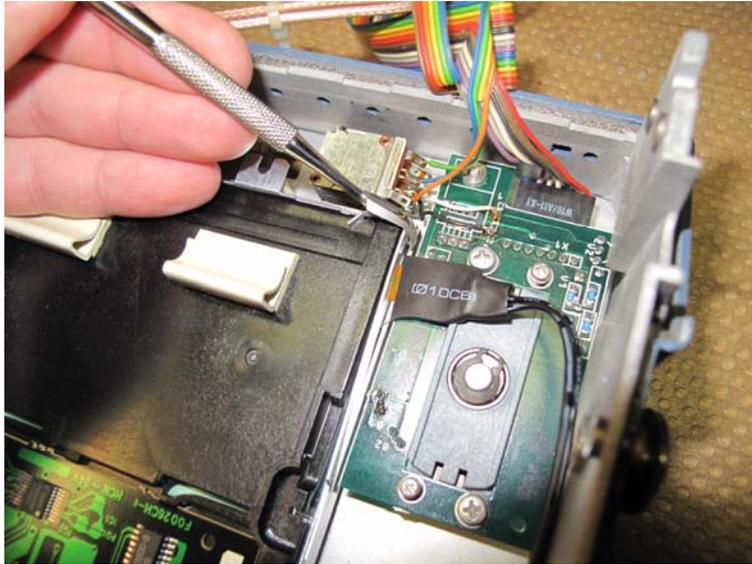


Abbildung 29: Anschluss der Leuchtfolie auf der "verkehrten" Seite

Es muss erst im Display-Rahmen ein Durchbruch an dieser Stelle geschaffen werden. Und auch dann ist an diesem neuen Austrittsort leider die Leiterplatte für den Impulsgeber (das VAR-Rad) ziemlich im Weg. Leuchtfolie darf aber bis zu einem Biegeradius von 15mm gebogen werden, so mache ich mir um das recht scharfe Abknicken dann keine großen Sorgen mehr. Dass diese naive Leichtfertigkeit vermutlich ein Fehler war, werde ich erst später schmerzlich feststellen.

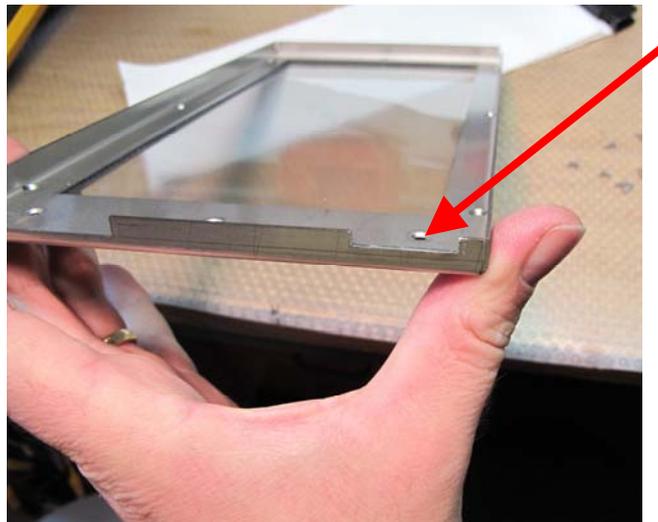


Abbildung 30: Durchbruch reingefeilt

Der CMS wird zusammengebaut. Ein wenig fummelig das ganze, da der CMS wirklich sehr kompakt aufgebaut ist und man schon sehr dünne Finger und/oder lange Pinzetten braucht,

um alle Kabel und Anschlüsse an den richtigen Stellen wieder einzufädeln. Nach ca. 1 Stunde ist es geschafft und er wird eingeschaltet. Hier ein vorher/nachher-Bild:



Abbildung 31: vorher (links) / nachher (rechts)

Toll!! So macht der alte 89er CMS ja wieder eine richtig gute Figur!
Freudestrahlend schreibe ich dem R&S-Support eine Erfolgsmitteilung, zu der man mich auch prompt beglückwünscht.

3 Dritter Fehler

Tja, es hätte so schön sein können. Aber ihr ahnt es sicher schon: das war es noch nicht!!

Ich wollte mit dem CMS noch rasch ein paar Performance-Tests machen (HF-Pegel zur Kontrolle noch einmal nachmessen und so), da erschrak ich: ich kann den HF-Pegel mit dem VAR-Rad nicht mehr verstellen! Die Anzeige schwankt bei Links- und Rechtsdrehung nur um 0,1dB hin und her- unabhängig von der Drehrichtung. Nanu?!? Was ist denn das schon wieder?!?

Erst tippte ich auf "Kabel irgendwo falsch aufgesteckt", aber es kommt schlimmer. Dieser Fehler zeigt sich in sämtlichen Feldern, in denen man per VAR-Rad irgendeinen Parameter verändern kann. Immer springt die Anzeige um ein einzelnes Digit hin und her, völlig unabhängig davon, ob ich gerade linksrum oder rechtsrum drehe.

Ich schaue in die Serviceunterlagen: die Drehimpulse kommen von der Impulsgeberplatine. Merkwürdig, das war doch genau die, wo ich das Anschlusskabel der Leuchtfolie so eng dranquetschen musste. Ob die hohe Wechselspannung dort irgendwo einstrahlt und was kaputtschießt vielleicht? Ich öffne den CMS schweren Herzens wieder und ziehe die Beleuchtung ab (hoffend, dass der DC/AC-Wandler mir den kurzzeitigen Leerlauf nicht übel nehmen wird). Aber der Fehler bleibt- auch bei abgezogener Leuchtfolie.

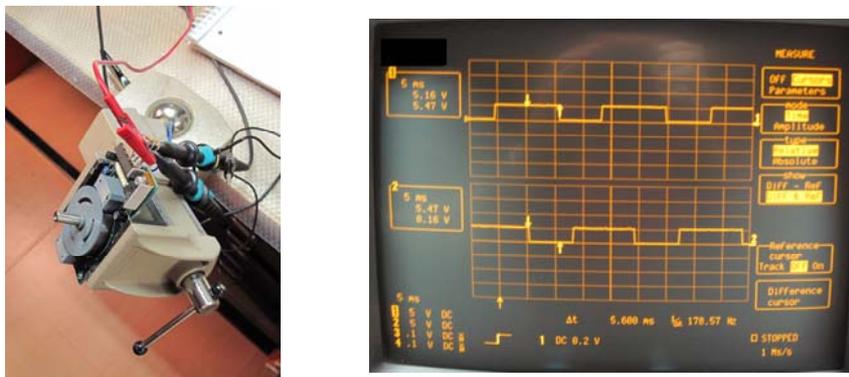


Abbildung 32: Impulsgeberplatine im Test

Im Servicemanual steht drin, wie man den Drehimpulsgeber testet. Also baue ich ihn aus (wieder das Gefummel!!!), bastele mir eine Kabelverlängerung und messe. Der Drehimpulsgeber liefert zwei saubere TTL-Pegel, so wie er es soll. Sogar die Phasenverschiebung habe ich ausgemessen: die 90° kommen in beide Richtungen ziemlich gut hin. Ich weiß allerdings nicht, welche Präzision hier genau gefordert ist. Das Manual schweigt sich darüber leider aus.

Ich verfolge das Signal bis zum Anschlussstecker zum Digitalteil. Dort steht es auch sauber an, der Fehler bleibt aber. Dann ein Blick ins Manual: Mist! Die beiden TTL-Signale verschwinden direkt in einem IC mit der Aufschrift "CLA3541". Die beiden Pullup-Widerstände (je 4,75kOhm) sind in Ordnung, also kann es jetzt doch eigentlich nur noch das IC sein?

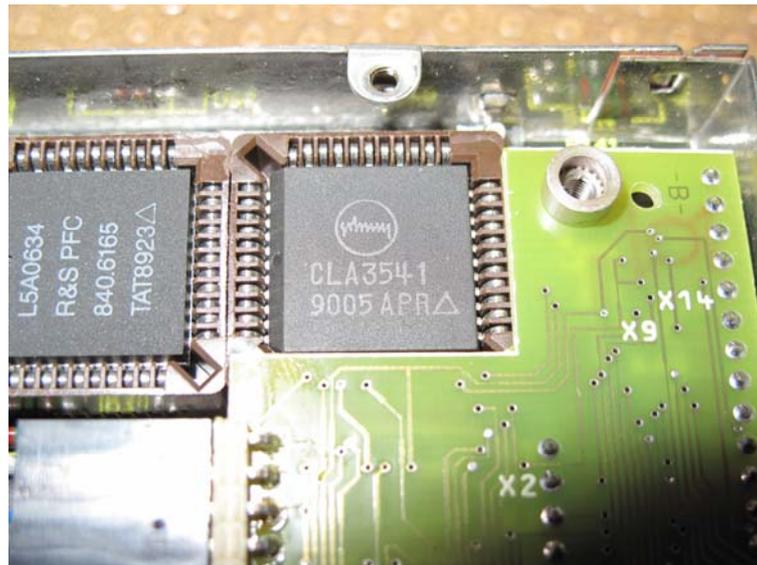


Abbildung 33: Spezial-IC defekt?

Ich stelle fest, dass es sich dabei um ein Gate-Array IC handelt. Ein befreundeter Funkamateurliebhaber, den ich immer frage, wenn ich digitaltechnisch nicht weiter weiß, sagt mir, dass das die Vorläufer von FPGAs gewesen seien. Also ein auf Kundenwunsch fertig programmiertes IC, das -in Hardware!- eine Logikschaltung nachbildet, die man vorher per Software designed hat (z.B. in der Programmiersprache VHDL). Ich erinnere mich dunkel: ja, im Studium hatten wir sowas mal!

Doch viel schlimmer ist: wenn das ein Kundenspezifisches IC ist und es kaputt sein sollte: wie kann ich es ersetzen? Wie komme ich da ran? Nur durch den Kunden selbst! R&S muss also wieder ran. Mann, jetzt bin ich aber blamiert...wo ich doch eben noch großkotzig verkündet habe, dass ich alles im Griff hätte.

Völlig schleierhaft ist mir aber noch immer, wie dieses IC denn kaputt gegangen sein soll. Alleine die Anwesenheit von ca. 150Vrms in der Nähe darf doch auf -mit 4,75kOhm doch relativ niederohmig- auf die Eingänge keine so hohe Spannung eingestrahlt haben, dass die kaputt gehen könnten! Aber wie sonst erkläre ich mir diesen Defekt?

Interessant ist weiterhin, dass dieses IC auch für das Abfragen von Tastatureingaben benutzt wird. Hier konnte ich jedoch keine Schwierigkeiten feststellen. Per Tipptasten reagiert der CMS einwandfrei auf alle Kommandos, die man drückt. So KOMPLETT defekt kann das Ding also auch nicht sein. Und auch der Abtransport der empfangenen Tastendrucke an den

Hauptprozessor (mal wieder ein 80C186, vermutlich liebt den R&S einfach;-) muss damit funktionieren, denn sonst könnte man das Gerät gar nicht bedienen.

Ich persönlich vermute, dass einer der beiden Eingänge, die das VAR-Rad abtasten, vielleicht defekt sein könnte. Mein Kumpel glaubt nicht an einen Defekt dieses Bausteins. Er schlägt mir vor, die ausgehenden Datentelegramme dieses GateArrays zu kontrollieren. Kann ich machen, allerdings kann ich sie inhaltlich nicht überprüfen. Ich kann nur feststellen, ob dieses IC irgendwelche Datentelegramme verlassen- oder auch nicht. Eine weitere Möglichkeit könnte in einer gebrochenen IC-Fassung liegen, so sagt er. Die PLCC-Fassungen brechen nach einigen Jahren gerne in den Ecken, so dass die Kontaktfedern dann nicht mehr so gut an die IC-Pins gedrückt werden und dadurch Wackelkontakte entstehen könnten. Es wäre wohl eine gute Idee, das besagte IC einmal vorsichtig aus der Fassung zu nehmen und auf potenzielle Probleme dieser Art hin zu untersuchen.

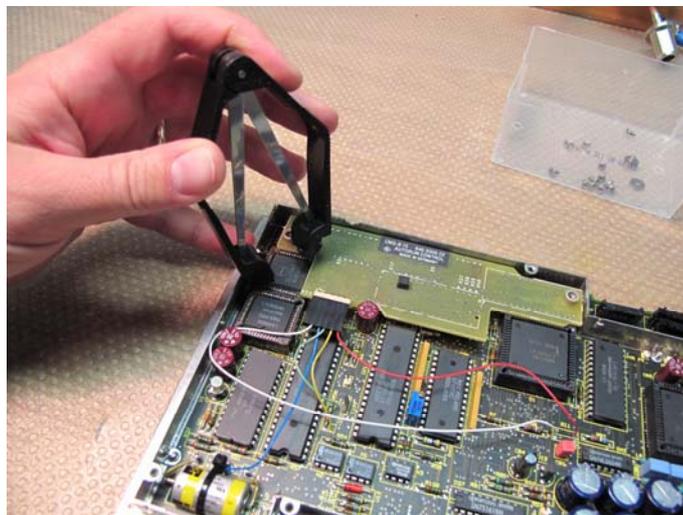
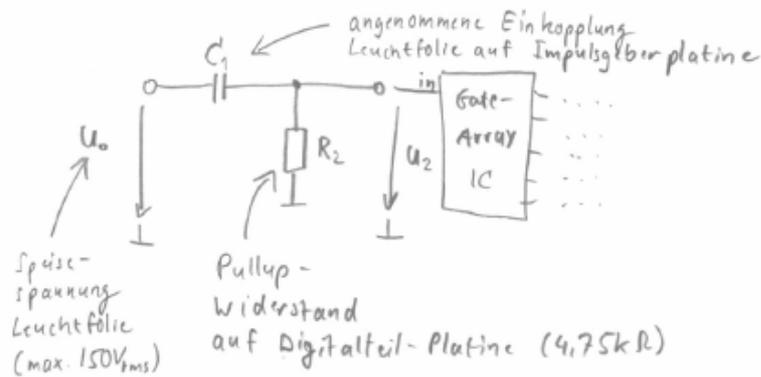


Abbildung 34: PLCC-IC herausfummeln

Aber vorher denke ich das Szenario "hochgeblasene IC-Eingänge" noch einmal genau durch. Könnte der Signaleingang dieses ICs wirklich durch eine ungewollte Einkopplung der Leuchtfolienwechselspannung auf die Leiterbahnen der VAR-Rad-Sensoren (das sind Hall-Elemente mit TTL-Ausgang) zerstört worden sein?

Ich überlege: Die Leuchtfolie wird von einem DC-AC-Wandler gespeist. Dieser liefert eine Wechselspannung von 150Vrms. Die läuft dann durch einige Kabelverbindungen auf ein kurzes Stück Folienleiterbahn in den Leuchtkörper. Nehmen wir an, dass diese Folienleiterbahn im schlimmsten Fall direkt auf der Impulsgeber-Leiterplatte aufliegt. Damit bildet sie mit der Leiterbahn der Impulsgeber-Platine einen kleinen Kondensator, über den ein Teil der Leuchtfolien-Versorgungsspannung auf die Hallgeber-Signalleitungen eingekoppelt werden könnte. Je hochohmiger diese Hallgeber-Signalleitungen gegenüber Masse bzw. der +5V Versorgungsspannung sind, desto leichter geht das. Auf dem Digitalteil sind diese Hallgeber-Signalleitungen mit jeweils 4,75kOhm gegen +Ub abgeschlossen. Das heißt, dass eine in diese Leitungen eingedrungene Störspannung einem Innenwiderstand von mindestens diesen 4,75kOhm gegenüber steht.

Ich male ein kurzes Ersatzschaltbild auf und rechne den Fall durch. Wenn ich annehme, dass die Einkoppelkapazität unverschämt hohe 100pF beträgt und die Leuchtfolien-Speisespannung 150Vrms (@750Hz) betragen soll, dann errechne ich eine theoretisch mögliche Störspannung von ca. 332mV rms.



$$\begin{aligned} \underline{U}_2 &= \underline{U}_0 \cdot \frac{R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_1}} \\ &= \frac{R_2}{\frac{R_2 \cdot j\omega C_1 + 1}{j\omega C_1}} \\ &= \frac{j\omega C_1 \cdot R_2}{j\omega C_1 \cdot R_2 + 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |U_2| &= |U_0| \cdot \sqrt{\frac{(\omega C_1 R_2)^2}{(\omega C_1 R_2)^2 + 1^2}} \\ &= |U_0| \cdot \frac{\omega C_1 R_2}{\sqrt{\omega^2 C_1^2 R_2^2 + 1}} \end{aligned}$$

mit $f = 750\text{Hz}$ $C_1 = 100\text{pF}$ $R_2 = 4,75\text{k}\Omega$
und $|U_0| = 150\text{V}_{\text{rms}}$

$$\begin{aligned} \rightarrow |U_2| &= |U_0| \cdot 2,215 \cdot 10^{-3} \\ &\approx \underline{\underline{332\text{mV}_{\text{rms}}}} \end{aligned}$$

Abbildung 35: Einkopplungs-Szenario

Und die wird eher nur noch kleiner, wenn ich einen gewissen Ausgangswiderstand der Hallgeber sowie einen Eingangswiderstand des Gate-Arrays berücksichtige. Also ich weiß nicht: sicher wäre eine solche Spannung nicht schön auf der Leitung, aber ob man damit gleich einen IC-Eingang so derbe zerschießen kann? Je mehr ich nachrechne, desto weniger kann ich das glauben.

Dann wähle ich meine Fotos zum Zeitpunkt VOR dem Umbau durch. Und- da! Auf einem Foto sehe ich ganz deutlich, dass die original von R&S verlegte Flachbandleitung (sie trägt ebenfalls die 150V) auch in direkter Tuchföhlung zur Impulsgeber-Leiterplatte verlegt ist. Also wenn ich hier wirklich von einem Einkopplungs-Problem spreche, dann muss es im Originalzustand damit aber auch Probleme gegeben haben.

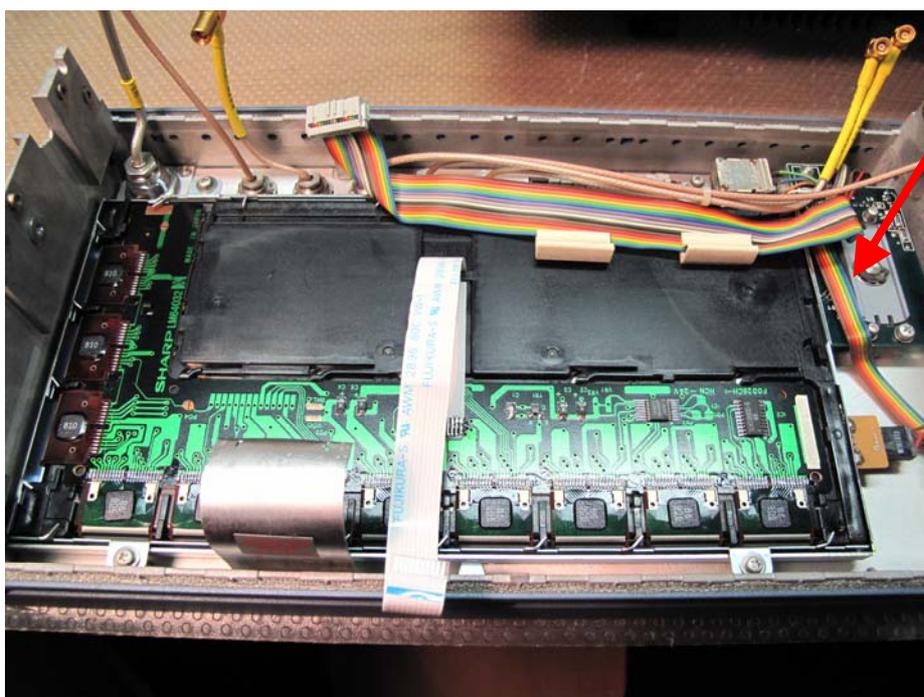


Abbildung 36: Rückblende: auch hier 150Vrms nahe an Impulsgeber-Platine!

Jetzt kann ich spekulieren, bis ich schwarz werde. Was hier jetzt hilft, ist eine ehrliche Messung. Also baue ich das Digitalmodul wieder aus und löte ein paar Mess-Drähte an die beiden Impulsgeber-Eingänge sowie den Ausgang des ICs, den mein Kumpel Frank als "seriellen Ausgang" vermutet hatte.

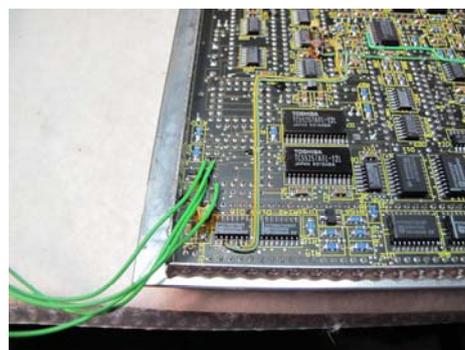
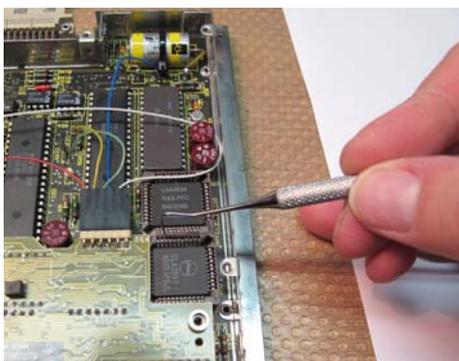


Abbildung 37: Pins nachbiegen und Messdrähte anlöten

Vorher prokele ich aber noch das IC selber raus und reinige seine Kontakte sowie die der PLCC-Fassung. Leider brachte das aber nichts. Auch nicht das Kontakt-Nachbiegen mit einem Zahnarzt-Piekser. Obwohl das mehr Spaß macht, mal selber das Zahnarztwerkzeug in der Hand zu haben - statt im Mund ;-)

Aber zurück zur Messung: Nach dem Zusammenbau messe ich die Eingangssignale, während ich das VAR-Rad schwungvoll herumdrehe:

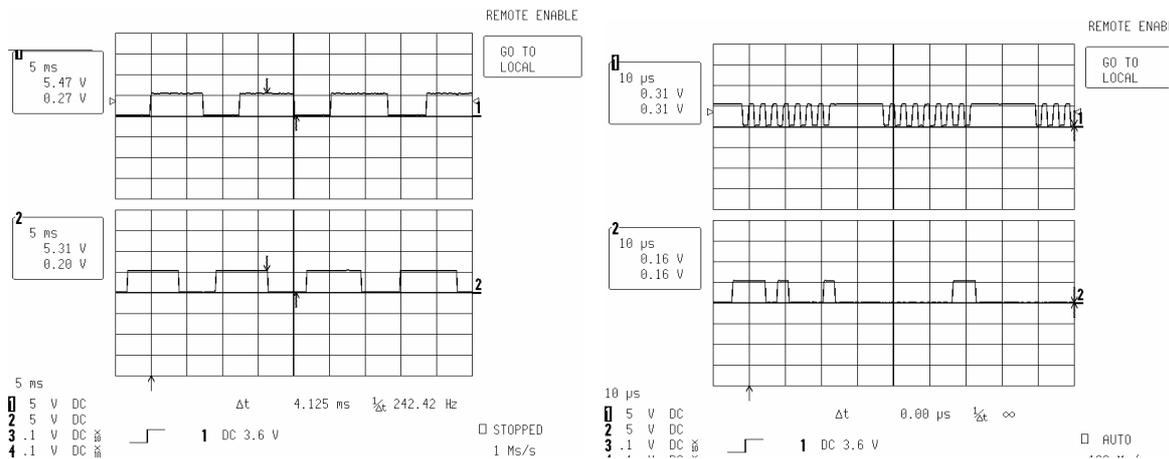


Abbildung 38: Ein-(links) und Ausgangssignal (rechts) des ProcIf- ICs

Wie erwartet, die Signale sehen gut aus. 4,13ms Versatz bei ca. 12,5ms Periodendauer bedeutet aber immerhin 119°. Hmm, so prall auch wieder nicht. Aber trotzdem noch "gut"? Oder nicht? Schade, das kriege ich nicht heraus. Andreas, ein anderer Kumpel, meint aber, das sei nicht so kritisch. Intern würden die beiden VAR-Rad-Signale wohl auf ein Flipflop geschaltet, das dann die Drehrichtung auswertet. Das würde auch mit anderen Phasenlagen funktionieren. Hauptsache ist, dass die eine Schwingung stets eindeutig "vor" der anderen liegt. Und das tut sie, wie man hier sieht.

Ich kann hier hin und her messen, scheinbar endet mein Latein in diesem verflixten GateArray-IC. Ja, meine Freunde, das ist der Grund, warum ich mich in der schnellschwingenden Analogtechnik doch eher zu Hause fühle. So ein flottes 1GHz-0dBm-Signal ist doch was Grundehrliches, wenn man ein paar kleine Dinge beachtet (z.B. konsequente Vermeidung von qualitativ schlechten N-auf BNC-Adaptern). Bei Digitaltechnik hilft wird's für mich schnell unübersichtlich. Und wenn man die Übersicht verloren hat, ist es meistens falsch. Das behauptete im Studium wenigstens ein Professor. Leider

- a) habe ich da oft die Übersicht verloren
- b) hatte er Recht.

Ich will etwas Letztes probieren, bevor ich mir die Blöße geben muss, und dem R&S-Support meine Niederlage beichte. Ich überprüfe das Netzteil, denn wenn hier die Spannungen nicht richtig stimmen, könnte ja sonstwas passieren. Normalerweise ist das eins der ersten Dinge, die ich an einem mir unbekanntem Gerät mache, also ist es höchste Zeit. Wer meine Reparaturberichte öfter liest, weiß das.

In den Serviceunterlagen zum CMS steht sehr schön drin, was das Netzteil unter welcher Bedingung können soll. Es gibt zum Testen sogar ein spezielles Service-Kit. Ich glaube, ich beschränke mich aber im ersten Schuss auf das einfache Messen der Spannungen im laufenden Gerät.

Vorgabe: 5,2V +/- 0,25V
max. 2mVeff Störspannung
IST: 5,255V; 1,63mVrms Stör => ok

Vorgabe: +10V +/- 0,5V
max. 2mVeff Störspannung
IST: 10,048V; 1,13mVrms Stör => ok

Vorgabe: -10V +/- 0,5V
max. 2mVeff Störspannung
IST: -10,227V; 0,418mVrms Stör => ok

Vorgabe: +24V +/-1V
max. 5mVeff Störspannung
IST: 24,38V, 0,229mVrms Stör => ok

Vorgabe: -27V..-66V
max. 10mVeff Störspannung
IST: -63,7V; ca. 28mVrms Stör => naja,...ok.

Ich muss also konstatieren, dass -bis auf den leicht erhöhten Störanteil auf den -63V- soweit alle Spannungen ok sind. Ich habe sogar brav mit dem im Manual vorgeschriebenen URE Voltmeter und aktiviertem 100kHz Tiefpassfilter gemessen, denn man hat's ja ;-)

3.1 Zusammenfassung- oder auch "BIS HIER HIN"

Die eigentlichen Fehler am CMS (unterbrochene Eichleitung, verbrauchte Leuchtfolie) konnten repariert bzw. erneuert werden.

Aus bislang nicht aufgeklärtem Grund lässt sich nun das VAR-Rad nicht mehr richtig bedienen. Mir ist es immerhin gelungen, den Fehler bis zum Eingang eines ICs auf dem Digitalteil zurückzuverfolgen. Weil dieses IC ebenfalls die Tastatureingaben bearbeitet (und die noch funktionieren), muss ich im Moment davon ausgehen, dass alles dahinter liegende aber einwandfrei funktionieren muss.

Es erhärtet sich also mein Verdacht, dass dieses IC (teilweise) defekt sein muss. Negative Beeinflussungen durch fehlerhafte Betriebsspannungen können durch eine erfolgte Netzteilmessung ausgeschlossen werden. Ebenso eine fehlerhafte Kontaktierung des ICs durch korrodierte Anschlüsse.

3.2 WEITER IM TEXT

Es hilft nichts, ich muss nun schweren Herzens beim R&S-Support anfragen, ob es dieses IC noch als Ersatzteil gibt. Viel Hoffnung mache ich mir allerdings nicht für ein Gerät, das vermutlich 1989 gebaut wurde und nun über 20 Jahre auf dem Buckel haben dürfte. Ich schreibe also die email und warte einfach ab.

Der R&S-Mitarbeiter gibt wieder alles im Kampf gegen sein SAP. Er erringt einen entscheidenden Teilsieg: obwohl meine Version der Digitalbaugruppe (840.5000.02) nicht mehr "im System gepflegt" ist (bedeutet: nix drin an Unterlagen), finden wir aber sehr ähnlich klingende Bauteile für die neuere Version 840.5400.02. Es lässt sich nicht ganz klären, welches Bauteil genau dem aus meinem alten Modul entspricht und ob dieses Bauteil dann auch in meinem alten Digitalteil funktionieren wird- aber was habe ich denn für eine Alternative?!?

Ich bin sehr dankbar für die Mühe, die man sich mit mir gibt. Ich habe bald das Gefühl, inzwischen ist mein CMS-Projekt bei R&S auch schon hinreichend bekannt und es etabliert sich hier eine Art "Teamgeist", so dass hier jeder alles gibt, um mit mir "gemeinsam" dieses Gerät wieder fit zu machen. Toll, das motiviert!

Trotz der Restunsicherheit über die Kompatibilität der ICs: die gute Nachricht ist, dass tatsächlich beide Bauteile noch im Lager erhältlich sind! Muss man sich mal reinziehen: nach über 20 Jahren kriegt man bei R&S noch einzelne ICs als Ersatzteil- und wir reden hier über kein militärisches Produkt mit vertraglich vereinbarten Ersatzteilversorgungsfristen, sondern von einem rein zivilen Funkmessplatz! Zwar muss ich bei der Bestellung dann die Seriennummer meines CMS angeben (man will verhindern, dass irgendein Händler gleich den ganzen Rest-Lagerbestand aufkauft und dann zu überhöhten Preisen selber verhökert) und ich kriege die Bauteile eben nur einzeln, aber letztendlich ist das ja auch in meinem Sinne und mehr wollte ich ja eh nicht! Und der Preis ist echt ok (das muss ich hier mal öffentlich sagen!); für das eine IC zum Beispiel werden gerade einmal 12Euro + MwSt fällig- das finde ich für ein von R&S speziell programmiertes und 20 Jahre lang Lagerkosten erzeugendes Bauteil echt richtig fair. Ich darf hier immer nur an den Vergleich mit einem bekannten amerikanischen Messgerätehersteller erinnern, der für eine bloße, einseitige DIN-A4 Schaltplankopie von mir fast das fünffache wollte! Ich sage dazu lieber nichts mehr. Bildet Euch Euer eigenes Urteil, wer hier kundenorientierter arbeitet.

Ich schreibe also flott eine Bestellung über die beiden ICs und faxe sie an den Ersatzteildienst. Bereits am nächsten Morgen habe ich eine Auftragsbestätigung in meinem Posteingang mit einem zugesicherten Versandtermin für den darauffolgenden Werktag. Ich erhalte auch eine R&S Kundennummer- toll, jetzt fühle ich mich fast so, als würde ich so richtig mit "dazugehören" ;-)

Nun bleibt mir nichts anderes, als einfach abzuwarten und mich auf das "im Zulauf" befindliche Paket zu freuen.

Ich nutze die Zeit und repariere noch schnell ein HP182T Mainframe und zwei R&S Messköpfe nebenbei. Das lenkt etwas ab.

Ich habe mir ja angewöhnt, in jedem Bericht ein schönes Urlaubsfoto zu zeigen. Hier mal was von einem Wochenende-Kurzurlaub in Berlin. Das ist schon eine wirklich außergewöhnliche Stadt, die man wenigstens ein mal in seinem Leben besucht haben sollte! Ihr Berliner könnt echt stolz sein auf unsere Hauptstadt!



Abbildung 39: Berliner Funkturm und die Weltzeituhr

3.3 ENDSPURT

Jetzt hält mich aber nichts mehr: unsere hübsche Nachbarstochter klingelt und bringt das ersehnte R&S-Paket, das dort von der Post für uns abgegeben wurde. Die beiden ICs befinden sich sauber eingetütet in ESD-Folie mit Begleitzettel. Jawoll, so wollen wir das haben!

Ich äuge auf die Aufschrift der beiden und stelle fest: beide ICs scheinen Gate-Arrays zu sein- deshalb hat das dem R&S-Service solche Probleme bei der Bestimmung bereitet! Glücklicherweise steht auf einem der kleine Zusatz "PFC" und auf dem anderen "ProcIf". Das reicht mir, um eine Wahl zu treffen: den Maikäfer mit der Aufschrift "TH 3041.1C" werde ich nun gleich in die PLCC-Fassung drücken! Vorher wird geerdet, was das Zeug hält. Ich will jetzt nicht noch einmal einen ESD-Schaden riskieren.

Das Herausfummeln des ICs aus der Fassung ist immer das schwierigste- mit der PLCC-Zange komme ich nicht richtig dran und über die Ecken darf man nicht hebeln, denn sonst

knacken die Fassungen gerne und zerbrechen. Mit etwas Geduld und Zahnarztbesteck klappt es aber. Das alte IC ist draußen und das neue wird mit zitternder Hand eingedrückt.

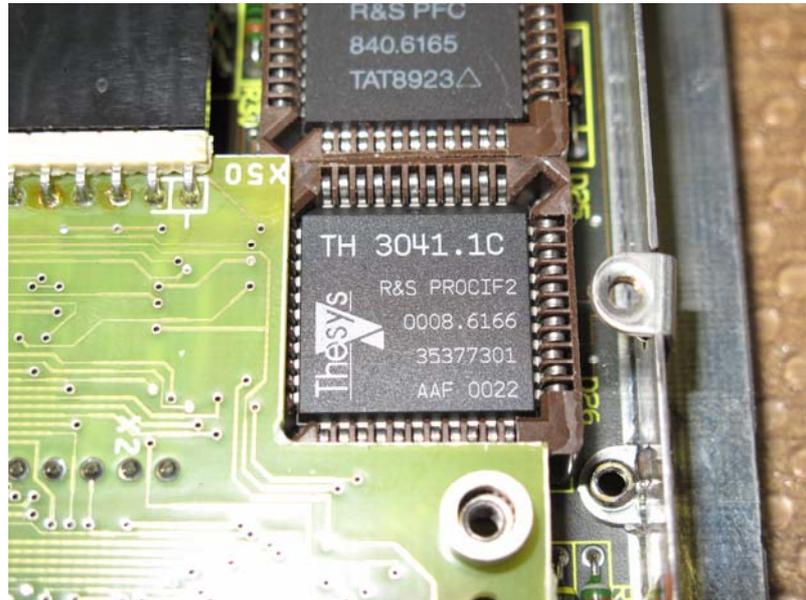


Abbildung 40: neues D26 im Sockel

Nach dem Einstecken der Baugruppe in den CMS und Anschließen der Flachbandleitungen für Display und Tastatur kommt der große Moment: jetzt Daumen drücken, denn wir wissen bislang ja nicht

- a) ob das der Fehler wirklich war und
- b) ob das IC überhaupt kompatibel zu meiner Baugruppenversion des Digitalteils ist!

Nur 20 Sekunden später weiß ich die Antworten.

zu a): ja

zu b): ja

Meine Frau, die gerade in der Küche eine leckere Soße für ein Zwiebelschnitzel zubereitet, hört einen kreischenden Jubelschrei aus dem Keller. Der Schrei war von mir und die Lautstärke bestimmt über 120dB. Als ich feststellte, dass das VAR-Rad jetzt wieder bedienbar ist, "ging" es einfach mit mir durch. Sogar die Katze hat sich erschreckt und buckelt mich verstoßen an, als ich die Kellertreppe hoch "fliege", um die gute Nachricht zu verbreiten (an Katze und Frau ;-).



Abbildung 41: Belohnung muss sein: Prost!

Um mir den Abend nicht wieder durch einen weiteren, möglicherweise überraschend gefundenen Fehler zu versauen, schalte ich den CMS sofort wieder aus und mache stattdessen -zur Freude meiner Frau- eine Flasche Sekt auf. Egal, ob das nun zu Zwiebelschnitzelsoße passt oder nicht- dieses Ereignis muss gefeiert werden! Eine umfangreiche Gesamt-CMS-Prüfung werde ich lieber ein andermal machen :-)

4 HÄRTETEST

Und das ist auch gut so, denn sonst wäre mir vermutlich der Sektkorken gleich durch die Decke geflogen, wenn ich gewusst hätte, dass ich den CMS schon gleich wieder "geschossen" haben würde. Der Zusammenbau hat aber erst einmal gut geklappt; man muss nur kurze Schraubendreher (oder Bits) haben und wissen, welche Schrauben man entfernen muss. Inzwischen habe ich da auch beim CMS einigermaßen den Durchblick bekommen. Trotzdem dauert der Zusammenbau gut und gerne eine knappe Stunde, wenn man es ordentlich macht. Aus Angst vor Einkoppeln der Hochspannung in die Drehgeber-Signalleitung habe ich mir fünf Maßnahmen überlegt:

1. Aufkleben eines Isolierband-Streifens direkt auf die Impulsgeber-Leiterplatte

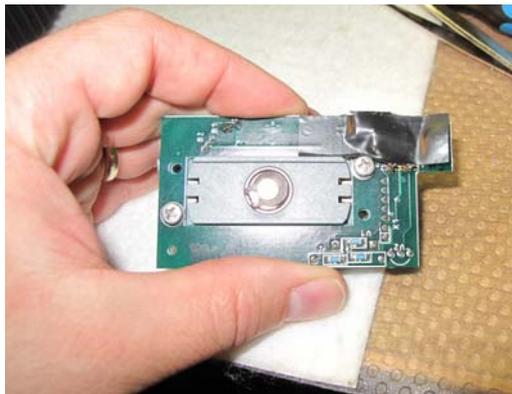


Abbildung 42: Maßnahme Nr.1

2. Überziehen eines dicken Isolations-Schrumpfschlauches direkt über den Leuchtfolien-Anschluss

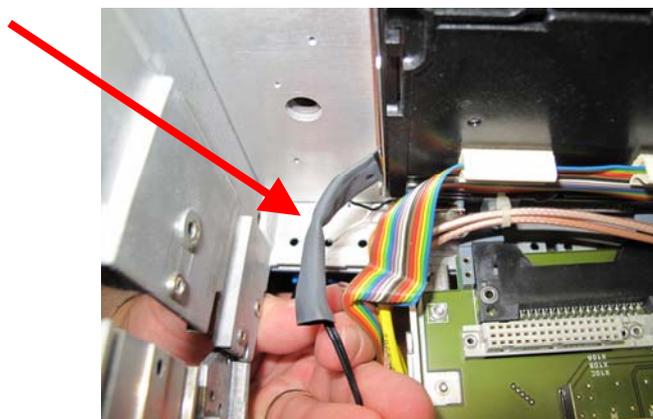


Abbildung 43: Maßnahme Nr.2

3. Schrumpfschlauch über die Steckverbindung "Leuchtfolie an Kabelbaum"

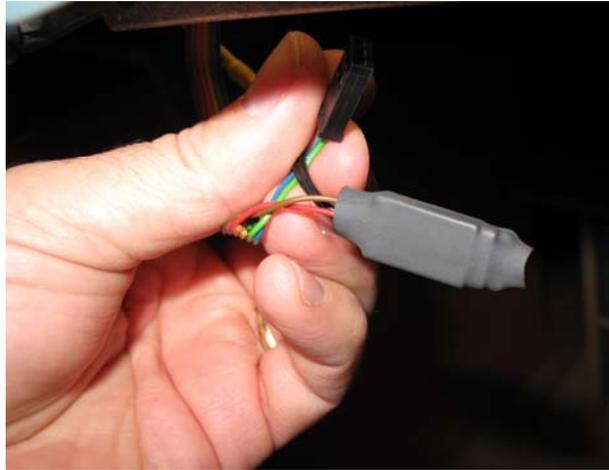


Abbildung 44: Maßnahme Nr.3

4. Sauberes Verlegen des Kabelbaums mit Kabelbindern, weg von den Leiterplatten.
5. Montage am CMS nur noch mit ESD-Schutz!



Abbildung 45: Maßnahme Nr.5

Das sollte reichen. Wenn jetzt wieder was kaputt geht, dann muss ich über Zenerdioden parallel zu den Eingängen des ICs nachdenken, aber ich hoffe, dass das nicht notwendig sein wird.

Nachdem ich den CMS also wieder zusammengebaut habe, wollte ich mal einen kleinen Funktionstest machen. Ich holte mein 2m SSB-Funkgerät aus dem Schrank (das steht da, weil ich eigentlich damit nicht funke, sondern damit nur Messplätze teste ;-) und sende damit fröhlich los. Das gute Stück macht so knappe 13W HF auf 145MHz. Nicht schlecht. Aber natürlich(!) reicht mir das wieder nicht. Wie sollte es auch! Jeder normale Mensch hätte sich damit jetzt zufrieden gegeben- nur ich wieder nicht!!!!

Ich komme also auf die tolle Idee, zu meinem Nachbarn Lars rüberzulatschen und mir sein 100W 2m+70cm Allmode-Gerät auszuleihen. Das MUSSTE ja schief gehen. Ich brate da also

mit wachsender Begeisterung locker flockig 50W HF durch meinen URV-Durchgangstastkopf in den CMS hinein und ärgere mich gerade noch so über die hohe Abweichung des Leistungsmessers (Anzeige URV: 50,0W; Anzeige CMS: ~46W), da passiert es: das Funkgerät regelt die Ausgangsleistung runter, die Leistungsanzeige im CMS bricht zusammen. Na, toll! Hätte ich mich nur mal weiter mit dem Zwiebelschnitzel beschäftigt!

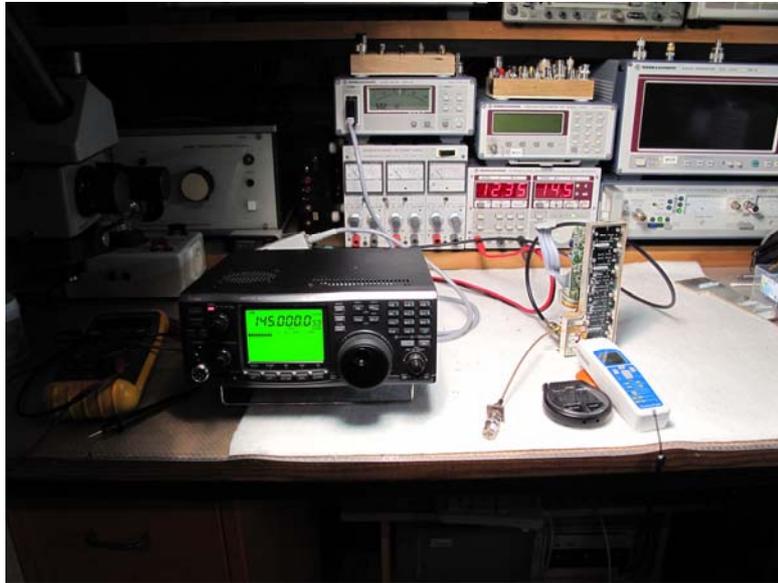


Abbildung 46: Was muss, das muss! Freigabe zum Abschuss mit 50W HF...

Da auch der Messender-Teil im Ausgangspegel betroffen ist, tippe ich so spontan einmal auf meine geschmolzene Lötstelle in der Eichleitung. Hat sie der hohe Belastung durch ca. 30 Sekunden 50Watt HF nicht stand halten können, sich dadurch das Lötzinn wieder verflüssigt und damit den Leiterbahntriss wieder wirksam gemacht? Aber normales, bleihaltiges Lötzinn schmilzt doch erst bei etwa 350°C, oder? Sollte es im Abschwächer partiell wirklich so heiß werden? Schwer zu glauben....

Ich überlege mir -sollte sich das Aufschmelzen der Lötstelle tatsächlich bewahrheiten- ich nicht notgedrungen die Variante "Silberdahtschleufe" umsetzen muss. Das geht vielleicht etwas auf Kosten des SWR, aber ist mit Sicherheit zuverlässiger im Hinblick auf hohe Leistungen und Temperaturen als mein Lötkecks. Na, ich werde das Teil erstmal aufschrauben und dann weiter mutmaßen.

5 Nebenbaustelle

Während ich noch so sinniere, wundere ich mich gerade über die NF, die aus dem Funkgerät ertönt. Es steht auf SSB und der CMS erzeugt einen unmodulierten Träger. Okay, der HF-Pegel stimmt nicht durch die geschossene Eichleitung- aber das hat doch mit der Stör-Modulation nichts zu tun! Dennoch höre ich sie ganz deutlich: ein kontinuierliches Brummen, das dem SSB-Überlagerungspfeifen deutlich überlagert ist.

Ich werfe meinen SME03 an und stelle fest: dieses Signal ist sauber- es erzeugt im Funkgerät einen klaren, reinen Ton.

Zurück auf den CMS: eindeutig eine überlagerte Störmodulation! Nur gering, aber hörbar. Ich schließe meinen Modulationsmesser an: sowohl bei FM als auch bei AM messe ich zwar Stör-Modulation, jedoch sowohl bei SME als auch bei CMS in vergleichbaren Größenordnungen.

Ich bin völlig aus der Bahn geworfen: hält der CMS nun noch eine fiese Überraschung für mich bereit? Ich schalte erst einmal aus und lasse die Erkenntnisse sacken. Für heute ist genug Schaden angerichtet.

Am nächsten Tag macht mein Bekannter aus dem Kalibrierlabor den Test: ein sehr schöner R&S ESVD -als Messdemodulator benutzt- zeigt an einem FFT-Analysator die ganze Wahrheit. Nur wenige kHz entfernt vom Träger entfernt, erzeugt der gerade zur Kalibrierung auf dem Tisch stehende CMS57 einige Nebenwellen, die gegenüber dem Haupt-Ton nur 30dB gedämpft sind. Als Folge davon hört man auch hier eine Art Fremdmodulation auf dem demodulierten SBB-Träger. Dasselbe mit einem zweiten CMS57 aus dem Lager. Der auch im Labor stehende R&S SMIQ hingegen erzeugt diese Fremdmodulationen nicht!

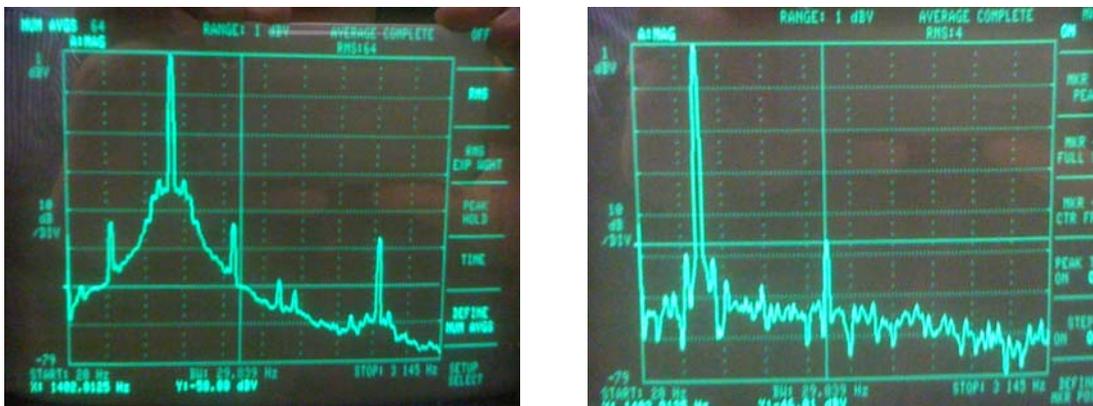


Abbildung 47: NF-Spektrum Leerträger CMS57 (links), SMIQ (rechts)

Also entweder reden wir hier nun über drei defekte CMS mit dem gleichen Fehler oder diese unschöne Eigenschaft ist tatsächlich konzept-bedingt! Ich hoffe, dass mir die Jungs von Rohde&Schwarz nun nicht die Schlinge um den Hals legen wollen, aber hier bin ich doch schon etwas ernüchtert. Sicher- die zugesagten Datenblattwerte für Stör-AM und Stör-FM werden eingehalten, soweit ich es beurteilen kann. Dennoch gibt es meiner Meinung nach Messplätze, die hier saubere Signale liefern. Vielleicht ist das eine der Kröten, die man für diese hübsche und kleine Verpackung einfach schlucken muss?

Ich mache jedenfalls noch schnell ein Foto mit dem Handy (siehe Abbildung 47), damit ich es später zu Hause vergleichen kann. Mein eigener Messempfänger (R&S ESVP) ist zwar eine Generation älter als der hier verwendete, kann aber ebenfalls Einseitenband-Modulation (auf dem Gerät mit "A0" beschriftet). Und außerdem ist das Neuere ja auch nicht immer in allen Eigenschaften besser, wie ich ja nun gerade lerne. Zufälligerweise besitze ich aber den gleichen NF-FFT-Analysator, so dass ich behaupte, dass ich hier durchaus eigene Vergleichsmessungen machen kann.

Mein Messaufbau für diesen Test sieht so aus: der CMS52 erzeugt einen Leerträger von -20dBm. Die HF geht direkt auf den ESVP Messempfänger (der große, rot leuchtende Klotz in der Mitte). Er ist auf Modulationsart "A0" mit 10kHz ZF eingestellt. Die demodulierte NF (= das Überlagerungspfeifen) wird auf einen HP 3561A FFT-Analysator (das grün leuchtende Ding links) geleitet und dort das NF-Spektrum beurteilt.

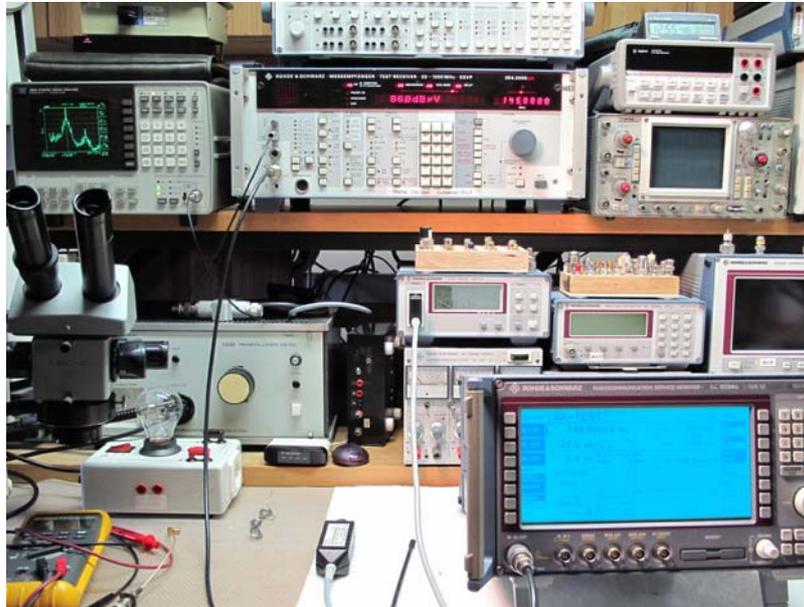


Abbildung 48: mein Messaufbau für "Störmodulation"

Ich stelle fest:

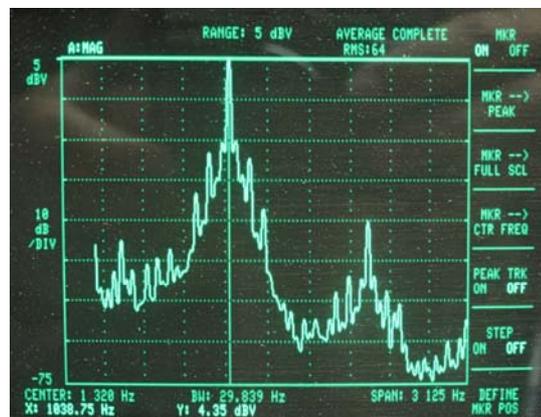


Abbildung 49: NF-Störspektrum beim CMS57 (links) und meinem CMS52 (rechts)

1. Die Digitalkamera meiner Frau ist sehr viel geiler als die intern eingebaute meines Handys.
2. Das Störspektrum bei meinem CMS52 ist mit etwa 5dB etwas intensiver als beim Vergleichsgerät (CMS57).
3. Grundsätzlich jedoch sind beide Messplätze von dieser unschönen Störmodulation betroffen.

Es ist gut möglich, dass sich durch Abgleich diese Störmodulation bei meinem CMS52 noch etwas verringern lässt. Es mag auch sein, dass R&S bei seinen neueren Modellen die spektrale Reinheit noch verbessern konnte. Wichtig ist für mich aber: ich habe hier offensichtlich keine weitere "Baustelle", sondern bin nur mal wieder auf was Interessantes gestoßen. Also genug des Ausflugs, zurück zur Eichleitung.

6 Weiter im Text (oder: "Eichleitung 2")

Im Ausbauen der Eichleitung habe ich ja nun schon inzwischen Routine. Ich brauche kaum mehr als 10 Minuten, um das Teil aus einem CMS herauszuoperieren. Passen Sie also auf, falls Sie mich mal mit einem Schraubendreher sehen sollten und Sie zufällig einen CMS dabei haben sollten ;-)

Eine mal eben schnell gewobbelte Reflexions-Dämpfungs-Messkurve zeigt durchgängig so gut wie "null Anpassung". Also aufschrauben.

Zu meiner Überraschung ist nicht die alte, gelötete Bruchstelle Ursache für den Ausfall, sondern eine weitere Leiterbahnunterbrechung! Auch diese liegt wieder in der Linie des Risses im Keramiksubstrat. Offensichtlich hatte sich die mechanische Spannung im Riss doch noch nicht so weit abgebaut, dass er zur Ruhe gekommen wäre. Infolge der starken Erwärmung bei 50W HF hat er sich wohl ausgedehnt und nun dieselbe Leiterbahn an einer anderen Stelle nochmals durchtrennt.

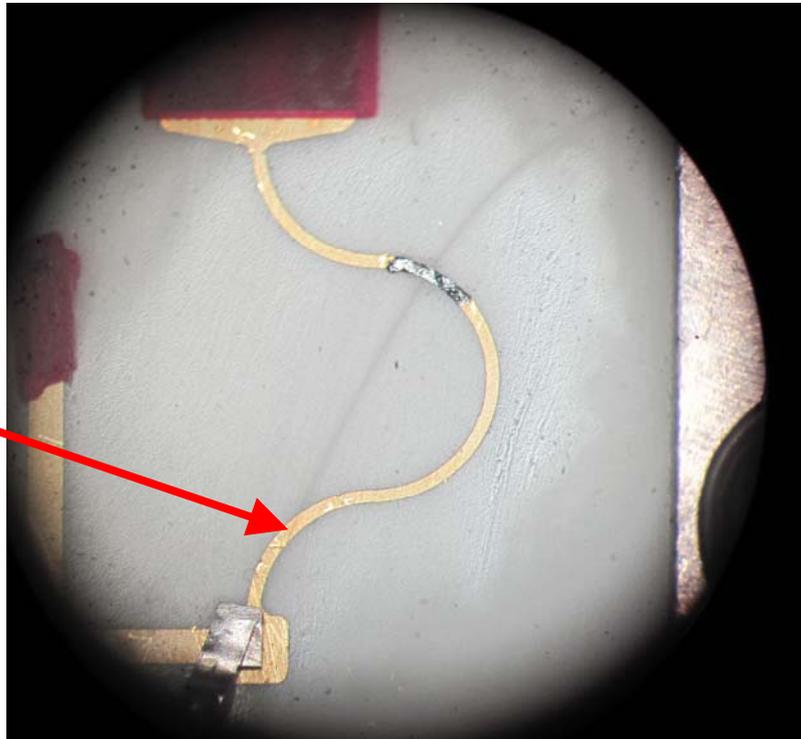


Abbildung 50: erneute Unterbrechung im Verlauf des Risses

Ich will nun auf Nummer Sicher gehen und biege die Leiterbahnstruktur aus einer Drahtschleife aus Silberdraht nach. Ein 3,5mm-Bohrer dient mir als Biegehilfe für den korrekten Radius. Mit einem auf volle Pulle eingestellten SMD-LötKolben löte ich die Drahtschleife deckungsgleich zur originalen Leiterbahn einfach oben drauf.

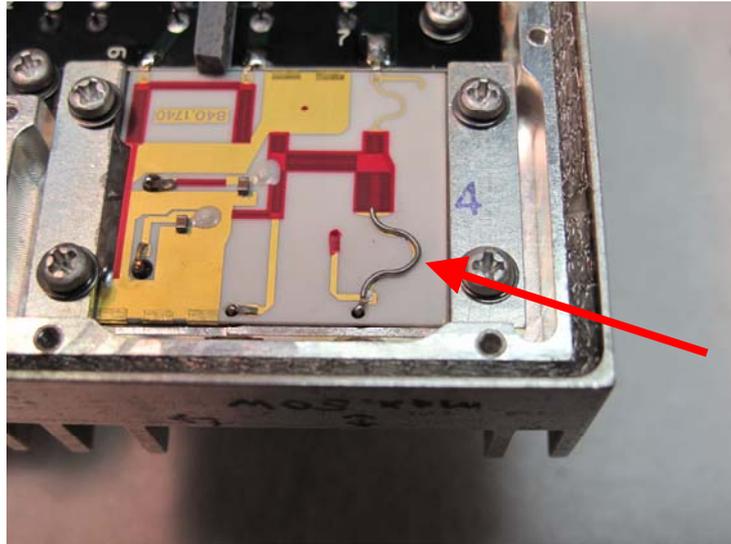


Abbildung 51: gut gemeint, aber elektrisch Müll: Silberdraht

Die elektrische Verbindung steht jetzt, nun kommt die Reflexionsmessung. Und damit die Ernüchterung. Mit mindestens 6 dB verllorener Reflexionsdämpfung bei 1GHz (vorher: 20dB; jetzt: 14dB) ziemlich enttäuschend.

So will ich das nicht stehen lassen. Ich schmeiße die Drahtschlaufe also wieder raus und überbrücke stattdessen auch diesen Riss einfach mit Lötzinn. Nachmessung: astrein, genauso wie vorher.

Glücklicherweise habe ich die Messung der Reflexionsdämpfung damals ja abfotografiert (siehe Abbildung 18), somit kann ich super vergleichen. Den schlechtesten Wert im Bereich von 0,01..1.,5GHz hat die Eichleitung dann bei 1,0GHz mit immernoch sehr respektablen 20dB Rückflusdämpfung! Das ist ein SWR von etwa 1,2:1. Ich erinnere mich an das Telefonat mit dem R&S-Entwickler, der 20dB Rückflusdämpfung als "ok" bezeichnete. Also bis hierhin alles.....ja.....wie soll ich sagen:.....einfach "ok". :-)

Damit ich sicherstellen kann, dass die Reparatur dieses Mal auch von Dauer sein wird und sich sämtliche mechanische Verspannungen im Keramiksubstrat nun endlich gelöst haben, die zu weiteren Rissen führen könnten, mache ich mit Lars' muskulösem Funkgerät nun den Eichleitungs-Härtetest. Zehn mal jeweils 1 Minute 50Watt HF in das Dings rein und sehen, ob's überlebt. Während eines Sendedurchgangs (von Zimmertemperatur aus startend) steigt die Temperatur auf der Oberfläche des Substrats um etwa 15K. Das messe ich mit einem Oberflächen-Infrarot-Thermometer, das ich vor das Keramikmodul der Eichleitung gestellt habe.

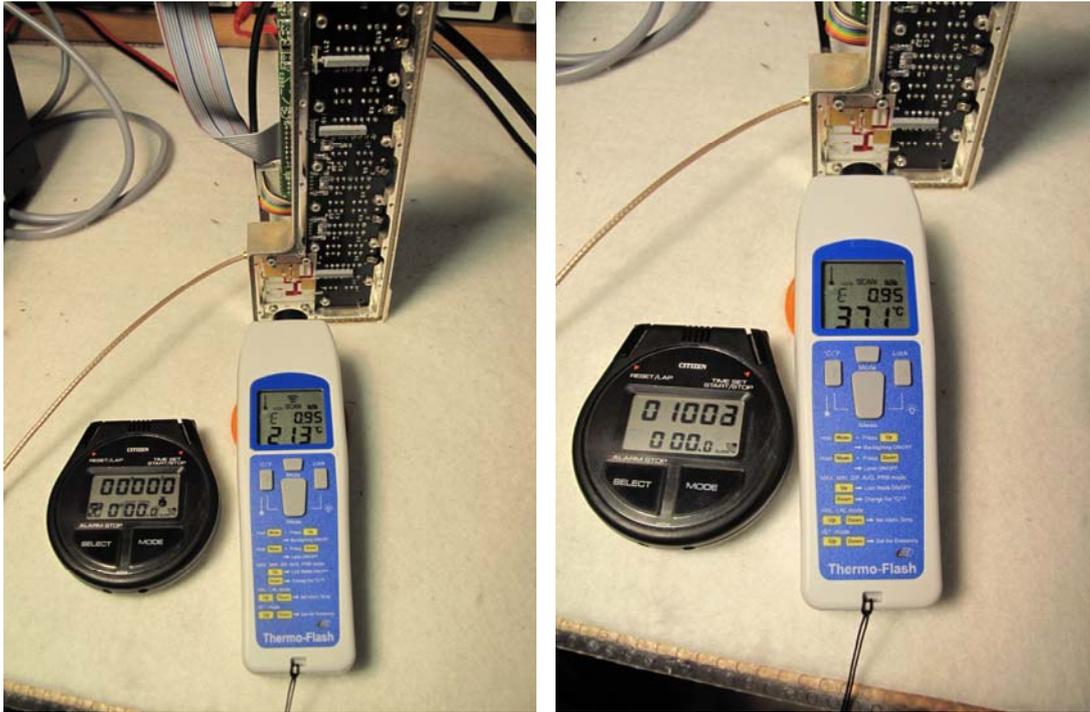


Abbildung 52: 50W HF für 1 Minute (links: Start, rechts: nach 1min)

Aber so sehr ich mich auch abmühe- es hält! Natürlich- wenn ich es jetzt darauf anlegte und die Eichleitung (in ausgebautem Zustand ohne Lüfterkühlung!) dauerhaft mit 50W belaste, werde ich sie mit Sicherheit irgendwie hochblasen können. Aber das ist ja nicht das Ziel: Ich will ja nur sicherstellen, dass meine Reparatur erfolgreich war und nicht anzweifeln, dass R&S keine Eichleitungen bauen kann, die 50W Dauerbelastung aushalten.



Abbildung 53: meine 50W-Kalibrierungsmessung

Interessant ist übrigens, dass ich weder im CMS Datenblatt noch im Bedienerhandbuch einen Hinweis auf eine Einschränkung bezüglich notwendiger Abkühlzeiten finde. Ich muss daher also davon ausgehen, dass die 50Watt im gesamten Betriebstemperaturbereich des CMS dauerhaft eingespeist werden dürfen. Aber ausprobieren möchte ich das trotzdem nicht. By the way: der alte CMT ist auch mit 50W HF angegeben, verträgt aber sogar bis zu 75W, wenn bestimmte Sende- und Abkühlzyklen eingehalten werden. Auch hier ist der gute, alte CMT also seinem kleinen Bruder eine kleine Nasenlänge voraus! ;-)

Ich beende meine Reparatur mit einem zünftigen 50W- 2Minuten-Dauertest, den der CMS52 nun brav besteht. Wenn man merkt, dass nach kurzer Zeit Sendebetriebs alle möglichen Lüfter beginnen aufzuheulen (Funkgerät, Netzgerät, CMS...), dann weiß man, dass das 'ne Menge Holz ist, was da gerade durch die Leitungen fließt.

Ich beende diesen Reparaturbericht mit einem sehr hübschen Messplatz-Nachdesign-Foto. Ich bedanke mich bei allen denen, die mich während dieser Reparatur unterstützt und meine nervenden Fragen wacker ertragen haben. Ich darf wohl sagen: es hat sich gelohnt!



Abbildung 54: Ende gut, alles gut: CMS52 Siegerfoto!

Vielleicht werde ich mich irgendwann einmal dransetzen und das Gerät neu abgleichen. Aber das ist eine andere Geschichte.... ;-)

Hinweise:

1. Wer auf dieser Grundlage bastelt, bastelt auf eigene Gefahr!
2. Das hier ist ein privat und hobbymäßig zusammengestellter Reparaturbericht. Ich übernehme keine Garantie für die Korrektheit der hier beschriebenen Inhalte.
3. Ich übernehme keine Folgekosten, die durch evtl. Anwendung der hier beschriebenen Informationen entstehen könnten.
4. Das Basteln in elektrischen Geräten kann für nicht Sachkundige ein hohes Risiko von Verletzungen aller Art bedeuten. Sollten Sie nicht Sachkundig sein, lasse Sie bitte lieber die Finger davon.
5. Die kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen.

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. Alle Rechte vorbehalten. 21NOV2010, Marc Michalzik