Rohde & Schwarz SME42 (=SME 02) sowie SMT06

Arbeiten an der Ausgangsendstufe OPU1

1 Einleitung

Hallo liebe Leute, willkommen zu einer weiteren Rohde&Schwarz Messgeräteepisode. Heute wird es um die spannende Jagd auf einen Fehler in einem SME42 (=SME02) gehen, der einmal in seiner Baugruppe "A9 Summing Loop" ganz übel Bauchschmerzen bekam, dann werden wir Kühlbleche feilen, Elkos (richtig herum ;-) einlöten und zum Schluss bei einem SMT06 auf große Kurzschlusssuche in der HF-Ausgangsstufe gehen.

Ich verspreche Euch, dass dieser Bericht wieder sehr lehrreich für alle die sein wird, die sich hobbymäßig mit Messgeräten befassen und auch gerne mal was Geschriebenes darüber lesen. Dass es davon allerdings so viele gibt, war übrigens auch für mich eine Überraschung. Auf dem Messplatz unserer INTERRADIO Amateurfunkveranstaltung wurde ich dieses Jahr fast von Fans meiner Berichte überrollt. Ich war doch ziemlich perplex, wer so alles meine Abhandlungen liest. Ein besonders begeisterter Holländer schenkte mir sogar zwei AILTECH Rauschquellen, weil er meinte, dass ich damit vielleicht was anfangen könnte.



Abbildung 1: SME42 beim Ablauf der int. Pegelkalibrierung

Ich bin absolut begeistert, dass mein Messgerätehobby bei Euch allen so gut ankommt. Nach anfänglicher Verwirrung über die Funktionsweise der beiden holländischen Rauschquellen muss ich sagen, dass die beiden Teile sogar heile sind und funktionieren! Und dank eines weiteren Spenders aus dem schönen München, der ehrenamtliches Engagement ebenfalls gut findet, verfüge ich nun lückenlos über die komplette AILTECH Rauschquellenserie von 10MHz bis 18GHz. Ich weiß offen gestanden zwar noch nicht ganz, was ich damit machen werde, aber ich verspreche, dass es meinen Geist entsprechend anspornen wird.

All das vertieft nun nicht nur die Freundschafen zu den Randgruppengebieten Bayern und Holland (he he he ;-), sondern ich ackere nun auch intensiv an den deutsch- französischen Beziehungen. Ich habe festgestellt, dass man das Herz eines jeden Franzosen sofort öffnen kann, wenn man sich nur etwas Mühe gibt, und den Freunden von Pernot&Sonne gleich zu Anfang der Kommunikation ein paar dilettantisch hinbuchstabierte Worte ihrer Landessprache vor die Füße wirft. Es muss nicht toll sein, allein der Wille zählt und es reicht durchaus, wenn man ihnen in gebrochenem Französisch mitteilt, dass man eigentlich gar kein Französisch kann. Allein diese eine freundliche Geste des Bemühens bewirkt, dass selbst die schlimmsten Fauxpas' meiner Französisch-Versuche im Süden Europas freudestrahlende Begeisterung und eine facebook-Einladung auslösen. Schön, gute Nachbarschaftspflege kann doch so einfach sein :-)



Abbildung 2: typisch Frankreich: Sonne, schöne Gärten und Lebensfreude

Foto: M.Michalzik auf einem Vereinsausflug nach Créteil im September 2012

Aber nun zum SME. Den hatte ich inzwischen wieder repariert (im letzten Bericht hatte ich ja geschrieben, dass ich beim Einladen ins Auto den Netzschalter abgebrochen hatte) und ihm nagelneue R&S-Ersatzteile gegönnt. In dem Rahmen habe ich nicht gegeizt, sondern auch gleich alle fehlenden Plastikstöpsel, Griffabdeckungen und Gerätefüße nachgerüstet, denn wenn ich mit meinem Messkrams auf die Messe gehe, will ich auch, dass meine Geräte dort eine möglichst gute Figur machen- auch optisch.

Das gute Teil war also wieder in einwandfreiem Zustand, vom Feuerwerk des Vorjahres gut erholt und auch meine Dauerlauf-Tests hatte er problemlos überstanden. Also setzte ich ihn dieses Jahr mutig auf dem Kurzwellen-Messplatz ein. Es dauerte etwa bis zum frühen Nachmittag, als mir Bernd einige Gerüchte über spontane Pegelaussetzer von seinem Stand zu mir herüberfluchte. Erst wollte ich Bernd noch aufziehen und ihm den Konsum von mehr Möhrchen vorschlagen, (damit seine Augen besser funktionieren beim Ablesen des HF-Pegels), aber dann brachte das URV35 leider die schonungslose Wahrheit ans Licht: es bestätigte tatsächlich Pegelsprünge im Ausgangssignal, so ein Mist.

Weil wir den Funkmessplatz aber nicht zum ersten mal machen und wissen, welchen Stress der Messebetrieb auf unsere Messtechnik macht, rechnen wir schon immer mit Ausfällen und sind dementsprechend vorbereitet. Nach einem 5minütigen Umbau wurde der SME42 gegen meinen SME03 ausgewechselt, an Jochens zentrale 10MHz-Cäsiumnormal-Versorgung angeschlossen und schon konnte es mit Marsrover-Präzision weiter gehen.

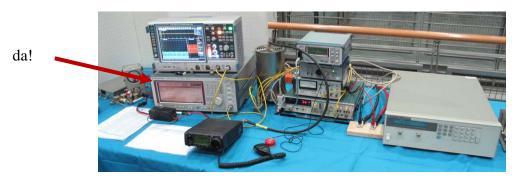


Abbildung 3: Einsatz des SME42 am KW-Messplatz

Den SME42 nahm ich also (schon wieder!) etwas traurig in Empfang- wieder in Richtung Kellertreppe, wie letztes Jahr auch.

Nachdem die INTERRADIO vorüber war, nahm ich mir etwas Zeit und sah mir den gefallenen Kameraden einmal etwas näher an. Nach etwas Herumspielen zeigte sich der Pegelabfall in seiner ganzen Pracht- in Kombination mit der Klassiker-Fehlermeldung "110: Output unleveled", die ich leider schon öfter bei defekten SME/SMT gesehen habe.

In so einem Fall frage ich erst einmal die ganzen Steuerspannungen der HF-Pegelregelung ab; das sind die Testpunkte ab Nr. 700. Daran sah ich, dass im Fehlerfall die ALC-Steuerspannung komplett aufgerissen ist, d.h. bei über +12V am Anschlag liegt. Meine Interpretation: der SME erkennt, dass der HF-Pegel durch irgendeinen Grund zu niedrig ist und versucht, durch Aufregeln der Steuerspannung den HF-Pegel wieder anzuheben. Zum Vergleich: normalerweise liegt diese Steuerspannung bei so etwa +1..+3Volt. Hier stimmt also wirklich was nicht.



Abbildung 4: Messpunkte abfragen (hier beim SME03)

Glücklicherweise habe ich mir mal für solche Art von Reparaturen bzw. Baugruppenprüfungen ein 64poliges Verlängerungskabel gelötet, das ich nun verwenden kann. Ich ziehe nämlich die Baugruppe A10 (Ausgangsverstärker 1,5GHz) aus seinem Kassettenfach, lege sie auf

den SME oben drauf und stelle mit Verlängerungskabeln die elektrischen Verbindungen zwischen Grundgerät und der Baugruppe her. Somit kann ich auch in der Baugruppe messen, während sie in Betrieb ist und auf dem SME draufliegt (und frei zugänglich ist).

Aber es kommt mir der diesjährige Feuerwerkswettbewerb zuvor. Letztes Jahr hat der SME ja schon daran teilgenommen und dieses Jahr hat er sich leider wieder zu einer Performance entschlossen. Der gefallene Kamerad zündet direkt vor meiner Nase auf dem Labortisch. Die aufsteigende Rauchschwade spiegelt sich malerisch im Sonnenschein der nachmittäglichen Wintersonne. Wieder ein neuer, bislang unbekannter Feuerwerkseffekt, aber Beifall will ich dafür trotzdem nicht klatschen.

2 Die Erkenntnis

In meinem letzten Reparaturbericht habe ich angedeutet, dass mein R&S-Diagnosetool in der Baugruppe A9 noch einige Auffälligkeiten gefunden hat. Das Manual zum SME sagt, dass so etwas durchaus normal sei auch bei einem heilen Gerät vorkommen könne; die Grenzen des Diagnoseprogrammes seien absichtlich sehr scharf und eng gesteckt, damit es möglichst viel erkennt. Das macht auch Sinn- allerdings kommen dadurch eben auch manchmal "Fehlalarme" heraus. Die damals ermittelte Abweichung habe ich letztendlich als einen solchen "Fehlalarm" eingeordnet, weil eine im Programm gesetzte 200mV-Grenze um nur wenige mV überschritten wurde. Nun wird sich zeigen, ob ich damit nicht doch etwas zu leichtfertig umgegangen war: nach kurzem Geruchstest und Verfolgung der Rauchschwade führt mich das genau zu dieser Baugruppe A9 (Summing Loop). Hmm....

Ich stecke also die gerade untersuchte A10 Kassette zurück an ihren Platz und pflücke stattdessen die noch handwarm rauchende A9 heraus. Nach etwas Sucherei und Check der Betriebsspannungen finde ich das Problem: die -15Volt werden irgendwo kurzgeschlossen, was zum Ausfall führt. Aber wo???

Eigentlich wollte ich darüber gar keinen Reparaturbericht schreiben, daher möge man mir nun verzeihen, dass ich nicht viele Bilder zu diesem Fehler gemacht habe. Es stellte sich nach etwas Suchen tatsächlich heraus, dass die Leiterplatte im Innern einen Kurzschluss bekommen hatte! So etwas habe ich bislang noch nie erlebt. Direkt hinter der HF-Drossel kann man definitiv einen Kurzschluss nach Ground messen- selbst wenn man alle Bauteile, die an diese Leiterbahn angeschlossen sind, ablötet!



Abbildung 5: Kurzschluss im Innern der Leiterplatte

"Das gibt's doch nicht", dachte ich erst. Aber das gab es trotzdem! Mit einem Zahnarztbohrer und einem Dremel legte ich das Innere der Platine direkt am Anschluss der defekten Drossel frei. Direkt um das Lötauge der Drossel herum konnte ich im Innern der Platinen einen schwarzen Belag finden, durch dessen Wegkratzen ich den Kurzschluss nach Masse verändern könnte. Nach dem vollständigen Reinigen war der Kurzschluss auf einmal verschwunden.

Hammer! Das schwarze Zeugs hat also tatsächlich zwischen der -15V-Leitung und der Massefläche um das Lötauge herum einen satten Kurzschluss erzeugt. Zur Sicherheit trenne ich den weiteren Verlauf der innenliegenden Leiterbahn ab und stelle die elektrische Verbindung lieber oberirdisch mit einem kleinen Kabel her. Ich will nicht weitere Defekte durch diesen eigenartigen Effekt riskieren. Die durch den hohen Strom stark beanspruchte Drossel tausche ich natürlich vorsichtshalber aus, messe vorher aber noch einmal deren elektrische Werte. Dann baue ich die Baugruppe wieder zusammen und stecke sie in den SME42 ein: Fehler weg (zumindest dieser;-), das Gerät fährt normal hoch!

Zur Sicherheit schnorchele ich noch einmal mit dem Diagnosetool hinterher und stellte weiterhin noch den korrekten Arbeitspunkt der Abgleichpunkte von A9 sicher. Das Tool zeigt sich nun zufrieden- und der SME auch.



Abbildung 6: Reparatur erfolgreich; Diagnosetool ist mit Baugruppe A9 zufrieden!

Was bleibt, ist jedoch der Fehler 110, hier muss ich also wieder ran.

3 Einschub

Die Popularität meiner Reparaturberichte hat leider auch seine Schattenseiten, wie ich inzwischen feststellen musste. Als Hobbybastler, der sich mit verschiedenen Geräten beschäftigt, daher auch hin und wieder was kauft, muss ich hin und wieder ja auch mal ein Gerät VERkaufen. Wenn ich das nicht täte, würde der Platz unter der Kellertreppe immer kleiner werden und ich irgendwann keine neuen Geräte mehr anschaffen können. Also kommt es halt auch

vor, dass ich mich mal von was trenne. In diesem Fall nutze ich natürlich auch das Internet, um einen Kaufinteressenten zu finden. Und es passiert natürlich das, was passieren muss: prompt googelt der potenzielle Käufer einen meiner Reparaturberichte, sieht dort sein zukünftiges Gerät gerade auseinandergenommen, aufbrennend oder qualmend- in jedem Fall aber nicht gerade im besten Licht, das sich ein Verkäufer zum Erzielen von Höchstpreisen wünschen würde.

Auch wenn meine Stories in der Regel ja erfolgreich ausgehen, wirkt die Kenntnis der (defekten) Vorgeschichte des Kaufobjekts oft nicht gerade preissteigernd (das ist so ähnlich wie beim Vermieten einer Wohnung, in der vorher ein Bankräuber erschossen wurde- da will dann auch nicht wirklich jemand mit Begeisterung drin wohnen). "Das war ja schonmal kaputt", höre ich dann und muss anschließend immer aufwändig erklären, dass Reparaturen bei professionellen Messgeräten "ganz normal" seien und absolut kein Grund zur Wertminderung sind- solange sie ordentlich durchgeführt wurden und nicht gepfuscht wurde. Wenigstens das kann ich mit meinen Reparaturberichten dann auch meist einleuchtend beweisen, aber ein wenig doof ist es schon, wenn man mit sowas konfrontiert wird. Ich muss also weiterhin immer sehr darauf achten, stets besonders ehrlich und aufrichtig zu sein und bei der Produktbeschreibung auch nichts zu vergessen, denn durch meine Berichte würde die ganze Geschichte eh rauskommen. Die Kehrseite der Medaille.

Andererseits: es gibt tatsächlich aber auch Leute, die sich sogar darüber freuen, dass ihr Kaufobjekt einmal gründlich durchrepariert wurde, so sind sie sich wenigstens sicher, dass alle wichtigen Messpunkte einmal geprüft wurden und teilweise kritische Bauteile wie Netzteilelkos usw. schon erneuert wurden. Stimmt- so kann man es auch sehen. Und dass ich bei meinen Geräten vor dem Verkauf oft noch einmal alle Tasten ins Ultraschallbad werfe, die Frontplatte abbaue und sogar die Rillen in den Drehregler-Knöpfen putze, das kann ich ja auch einmal positiv werbend für mich anbringen.

Nun gut, ich vermute also auch stark, dass irgendwann auch ein interessierter SME42-Käufer diesen Bericht hier lesen wird, daher schon einmal schönen Gruß an dieser Stelle unbekannterweise:-)

4 Baugruppe A10

Die "Summing Loop" A9 Baugruppe arbeitet also wieder ordnungsgemäß, was bleibt, ist der Defekt in der Ausgangsstufe A10 (und der Fehler 110). Nach einigem Messen finde ich erst aber keinen Fehler. Weil der Pegelabfall nur bei Frequenzen <93MHz auftritt, habe ich den Mixer-Teil im Verdacht. Also will ich dessen Frequenzgang wobbeln. Preisfrage: wie wobbelt man einen Mischer, der das eingespeiste Signal auf eine andere Frequenzebene umsetzt? Das Ausgangssignal erscheint hier beim SME um genau 600MHz zum Eingangssignal versetzt; man kann es also nicht einfach mit einem normalen Netzwerkanalysator messen! Der würde nämlich immer exakt genau auf der Sendefrequenz auch empfangen- und das darf er hier nicht. Für unsere Messaufgabe muss der Empfänger immer exakt 600MHz tiefer empfangen, als der speisende Generator!

Also- wie machen?

Folgende Idee: Ich benutze meinen SME03 und lasse den in der Sweep-Betriebsart innerhalb etwa 1 Minute langsam von 600 bis 700MHz hochfahren. Dieses Signal speist die Baugruppe A10 und der dort eingebaute Mischer-Schaltungsteil setzt es wunschgemäß auf den Frequenzbereich 0..100MHz um. Das heruntergemischte Signal am Ausgang von A10 stöpsele

ich auf einen Spektrumanalysator, der im "free run" von 0 bis 100MHz empfängt- bei aktivierter "Peak Hold" Funktion. Wenn man den Sender also langsam genug hochlaufen und den Speki schnell genug empfangen lässt, gibt es dann so viele gemeinsame Treffpunkte, dass sich insgesamt (dank der Peak-Hold-Funktion) ein nahezu geschlossener Kurvenzug der Übertragungsfunktion ergibt.

Gedacht, getan- und es funktioniert!

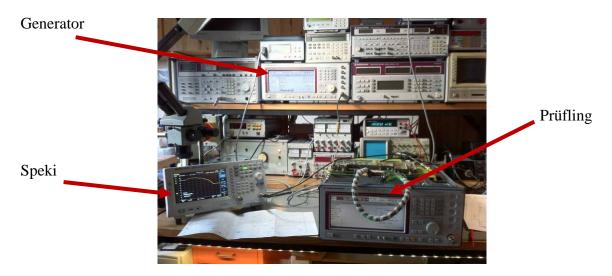


Abbildung 7: Messaufbau zum Wobbeln des A10-Frequenzgangs

Bei der Auswertung hätte ich jetzt irgendwas Außergewöhnliches erwartet- doch ich wurde enttäuscht! Ich sehe einen ziemlich "normal" wirkenden Übertragungsfrequenzgang ohne irgendwelche Auffälligkeiten wie Aussetzer oder Polstellen.

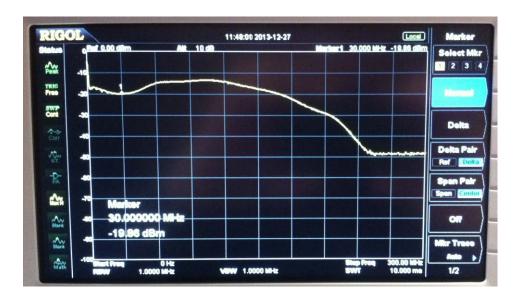


Abbildung 8: Wobbelergebnis von 0..300MHz

Doch was ist mit dem Ausgangspegel- stimmt der wirklich? Und wie stehen in diesem Moment die Amplitudenstellglieder im SME- immerhin ist die Ausgangsstufe ein ziemlich komplexes System bestehend aus Amplitudenregelung, AM-Modulator und dem sogenannten

LPRE-Stellglied, das eine interne Frequenzgangkorrektur übernimmt. Um den korrekten Übertragungsfaktor zu messen, müssten all diese Stellglieder eigentlich mit einer definierten, festen Spannung in einen ebenso definierten Zustand (z.B. "volle Pulle") gesteuert werden. Erst dann kann man absolut messen.

Gerade, also ich meine Unterlagen auf der Suche nach sinnvollen Steuerspannungen durchblättere, fällt mir etwas in die Hände, das ich damals mal vom R&S-Service bekommen habe: zwei Änderungsmitteilungen, die zwei Modifikationen der A10 Baugruppe beschreiben.

Ich lese interessiert weiter und werde stutzig: die eine Änderung beschreibt das Auswechseln eines Transistors im Mixer-Teil mit gleichzeitigem Einsatz eines Kühlblechs. Grund: der Transistor wird im Betrieb sehr heiß, geht zwar dadurch nicht kaputt, verliert aber über die Jahre etwas Verstärkung und führt letztendlich dann zur Fehlermeldung....tataaaa....."110: Output unleveled"!

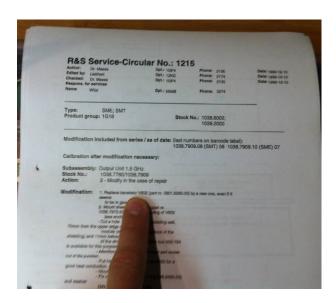


Abbildung 9: R&S Service-Circular No. 1215

Ich tippe mit dem Finger auf den besagten Transistor- und verbrenne mir fast die Pfoten! Haua haua ha, das ist wirklich heiß! Sollte der Transistor etwa....hmm.....was ist denn da drin...ein BFQ34...hmmm....



Abbildung 10: Transistor mit leichtem "Fieber"

Ich wühle in meiner Magazinwand, finde aber nur einen hochleistungs-chillenden BFR96. Der ist in seinen Parametern so ähnlich, kann jedoch nicht ganz so viel Strom wie ein BFQ34. Mit dem Wissen, diesen BFR96 jetzt etwas zu überlasten, löte ich ihn trotzdem ein. Und starte meine Wobbelmessung erneut. Und siehe da:

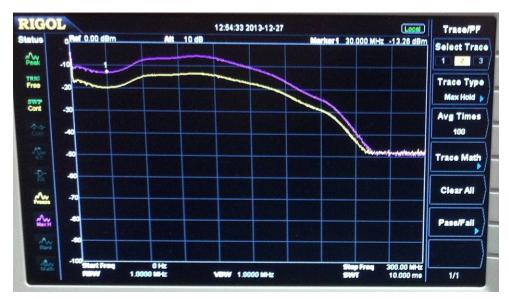


Abbildung 11: violett: neuer BFR96; gelb: alter BFQ34

generell etwa knappe 10dB mehr Verstärkung!!

Der Fehler 110 ist damit zwar leider noch immer nicht behoben, aber mir wird immer klarer, dass die Änderungsmitteilung so ganz unsinnig von R&S nicht war. Also suche ich im Internet nach einem Anbieter, der noch BFQ34 als Restposten vertreibt, denn den untermotorisierten BFR96 drinlassen will ich auch nicht- schließlich will ich hier vernünftig und langfristig reparieren und nicht pfuschen! Auch wenn die Transistoren leider verdammt teuer sind...aber was soll's, wenigstens kriege ich sie noch! :-/



Abbildung 12: neue BFQ34 im Tütchen - dank Internet!

Während ich auf die Lieferung warte, feile ich mir ein entsprechendes Kühlblech- so wie es in der Anleitung von R&S steht. Damit soll die Wärme des Transistors auf das umliegende Abschirmblech übertragen und damit die Betriebstemperatur gesenkt werden. Als die BFQ34 eintreffen, baue ich einen von den Kameraden ein, kleckse etwas Wärmeleitpaste auf das Gehäuse und die Seitenwand und setze den Kühlwinkel leise schmatzend ein. Das Anschrauben war ein wenig kniffelig, hier musste ich für die M2-Schraube ein passendes Loch in eine Ab-

schirmwand bohren, aber dank Dremel und Zahnarztbohrer war das dann auch irgendwann bewerkstelligt.

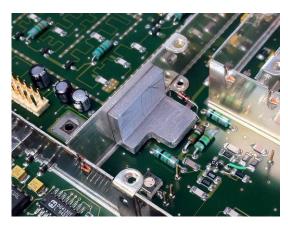


Abbildung 13: Feilen eines Kühlkörpers aus Aluminium-Profil

Der anschließende Finger-Antipp-Test zeigt, dass der Transistor nun <u>deutlich</u> kühler bleibt als vorher, mein Kühlwinkel funktioniert also!

(Leider habe ich die Temperaturen vorher/nachher nicht gemessen. Schade, wäre interessant gewesen.)

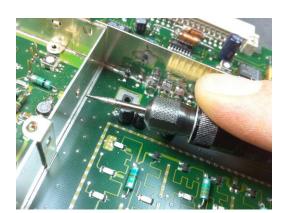




Abbildung 14: links: Bohrloch erstellen; rechts: Kühlkörper fertig angeschraubt

So, dieser wichtige Schritt wäre also erstmal gemacht.

5 Änderung #2

Auf der weiteren Suche nach dem Fehler 110 stoße ich unter meinem Lötmikroskop eher per Zufall auf einen offensichtlich verkohlten Widerstand. Ich wundere mich etwas, schaue dann im Schaltplan nach und stelle fest, dass dieser Widerstand in Reihe zu einem lokalen -5V-Regler und seinem Ladeelko liegt. Hmm....wie kann hier denn so viel Strom fließen, dass da ein Widerstand verkohlt? Ist da der Ladeelko vielleicht hin? Ohmsch in der Schaltung gemessen verhält er sich eigentlich unauffällig, aber irgendwie sieht das Teil bei genauerem Hinsehen leicht verbeult aus, also lieber raus damit und am LCR-Meter nachmessen. Ich fummele das Ding also raus, wollte für den Wiedereinbau gerade noch die Polarität auf der Platine kurz

markieren, da werde ich stutzig: also moment mal....müsste der nicht eigentlich andersherum....dann fällt mir die R&S Änderungsmitteilung #2 in die Hände und ich breche ich Lachen aus: tatsächlich, der Elko ist ab Werk verkehrt herum eingelötet und ist laut Anleitung zu ersetzen - aber diesmal richtig herum!

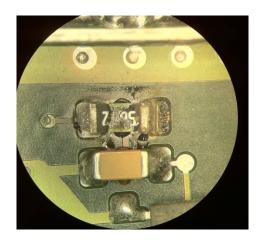


Abbildung 15: verkokelter Widerstand (oben)

Das erklärt mir jetzt auch den verkohlten Vorwiderstand. Ohne eine weitere Messung werfe ich den verbeulten Elko raus und löte einen neuen ein- natürlich richtig herum! Das 56Ohm Kohlehäufchen wird ebenfalls entfernt, die Lötstelle gereinigt und ein neuer 56Ohm SMD sauber eingelötet.

Vor der erneuten Inbetriebnahme erfolgt ein kurzes Schaltbildreview. Es zeigt sich, dass die -5V für die Amplitudenregelung benötigt werden- bingo! Wenn die nicht stimmt, dann arbeitet die ALC mit Sicherheit nicht korrekt!

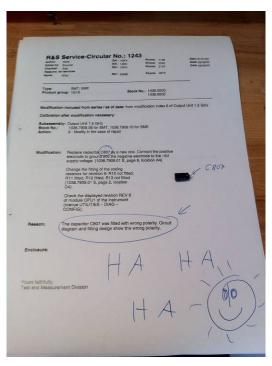


Abbildung 16: Humor ist, wenn man trotzdem lacht: R&S Service-Circular No. 1243

Und siehe da: nach dem Einschalten ist die Fehlermeldung 110 verschwunden und auch das Neukalibrieren mittels der eingebauten Abgleichfunktion läuft nun problemlos durch! Leute, ich denke, ich habe es geschafft, der SME42 läuft wieder!

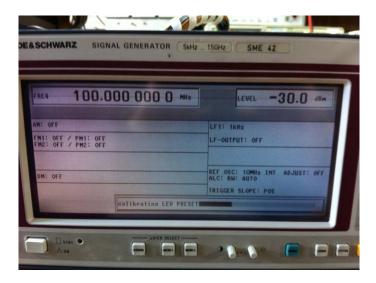


Abbildung 17: der Fortschrittsbalken zeigt endlich wieder Fortschritt!

Um die Änderung auch korrekt abzuschließen, ändere ich die Widerstandscodierung der Baugruppe wie von der Umbauanleitung gefordert, so dass nun auch der SME in seinem Konfigurationsmenü hier brav die REV06 anzeigt (vorher: REV04).

6 AUFRUF

Nach dieser Erfahrung kann ich also nur jedem SME/SMT-Besitzer raten, sich im CALIB-Menü die eingebauten HW-Stände der Module anzeigen zu lassen und nach dem Eintrag OPU1 zu suchen. Steht dort irgendwo eine REV kleiner als 06, solltet ihr unbedingt sowohl das Kühlblech am BFQ34 als auch den Elko und seinen Vorwiderstand checken!

7 SMT06

Gemacht, getan: mein neuester Zugang, ein gut motorisierter SMT06, protzt im Anzeigemenü der mit einem Ausgangsmodul OPU1 und dem Änderungsstand REV04. Mathematisch gesehen ist 04 definitiv kleiner als 06, also sollte hier die Änderung noch fehlen!



Abbildung 18: vertrauter Anblick: SMT06

Das geht für mich als Genauigkeitsneurotiker natürlich gar nicht, obwohl die Kiste derzeit problemlos läuft (und einzig allein das leicht gelbliche Display der derzeit einzige Kritikpunkt wäre), will ich mein Glück nicht herausfordern, sondern diese beiden Korrekturen dort ebenfalls mit einbauen.

Ich zerlege also den SMT, ziehe die OPU1 aus der Fassung (sie ist fast identisch zum SME-Ausgangsteil; lediglich der AM-Modulator ist anders bestückt) und schraube die Kassette auf. Dann die Überraschung: diese OPU1 HAT bereits das Kühlblech!

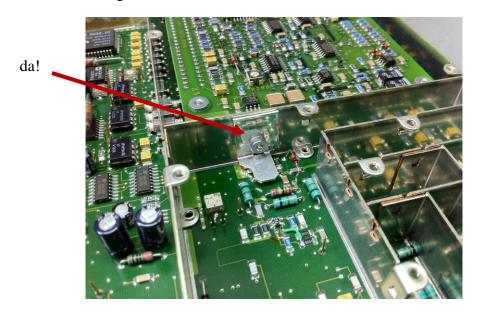


Abbildung 19: Kühlblech ist bereits montiert!

Auch der Elko ist richtig herum drin und ein See von ausgehärtetem Flussmittel um die Lötstelle herum zeugt von einer durchgeführten Änderung. Na sowas! Nach dem Reinigen der ganzen Sauerei (tut mir leid, ich kann sowas einfach nicht haben; Flussmittelreste in diesem Ausmaß haben auf einer Platine nichts zu suchen) ergänze ich die noch fehlenden SMD-Codierungswiderstände, damit in Zukunft auch die korrekte Rev-Version angezeigt wird, und schraube die Kassette wieder zufrieden zu.

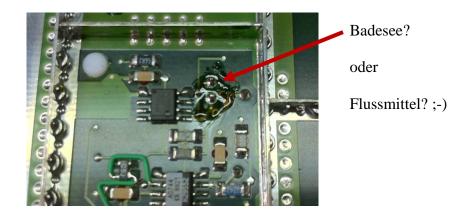


Abbildung 20: Elko-Korrektur wurde schon durchgeführt

Doch dann die Überraschung. Statt einem zufriedenen Surren eine Fehlermeldung auf dem Bildschirm! Welche? Na, ratet mal.....NATÜRLICH diese verflixte 110: Output unleveled!!

Ich schnappe nach Luft. Der 110er-Fehler verhält sich so, wie ein kampfeswütiger Bakterienstamm auf Territoriumsuche in der Grippezeit. Alles, was irgendwie angefasst wird, steckt sich an. Messsenderpandemie!

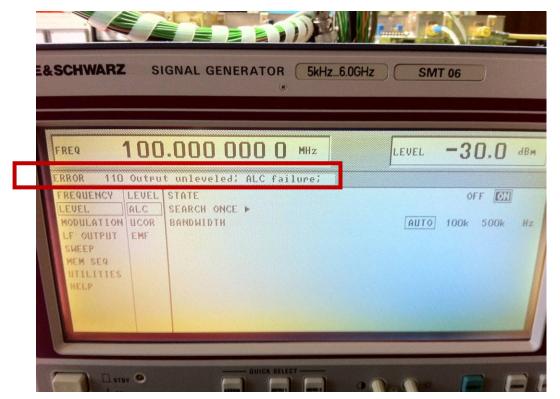


Abbildung 21: alter Bekannter zu Besuch: Fehler 110!

Aber erstmal ruhig bleiben und die Vorstellung des Bündels Geldscheine, die mich dieser 6GHz Synthesizer-Messsender gekostet hat, mutwillig von dem inneren Auge vertreiben. Erstmal wieder raus mit der Baugruppe A10, irgendwo habe ich beim Einbau der Revisions-Änderungswiderstände sicher Mist gebaut- denn sonst war ich ja nirgendwo dran!

Dachte ich erst. Aber lest weiter.

Vorsichtshalber also zurückgerüstet auf den vorherigen Zustand. Doch außer dem erfolgreichen Runter-Versionieren der Anzeige im Menü des SMT ändert sich nichts. Der Fehler 110 bleibt.

Ich schnappe mir also mein URV35 HF-Millivoltmeter und stöpsele meinen hochohmigen HF-Tastkopf da rein. Vom Eingang der SMT06-Baugruppe ausgehend tippe ich mich durch die einzelnen Verstärker- und Filterstufen und lerne: nichts! Am Eingang der Baugruppe liegt das Steuersignal nach wie vor sauber an, hinter dem Modulator messe ich etwa +4dBm. Dann verschwindet das Signal in den Bandfiltern. Verschwindet?

Nunja, leider ist der Aufbau der Baugruppe A10 hier meiner Meinung nach etwas unglücklich. Im oberen Bereich verdeckt eine zusätzlich aufgesteckte Platine (Sandwich-Bauweise) den Zugang zu der darunter liegenden Elektronik auf der Baugruppe. Und ausgerechnet in diesem Bereich scheint das Signal irgendwo zu verebben, denn hinter den Bandfiltern messe ich so gut wie keinen HF-Pegel mehr. Mist, hier müsste ich eigentlich messen, komme aber eben durch die aufgesteckte Platine mit meinem Tastkopf nicht dran. Und die aufgesteckte Platine ist wichtig zum Betrieb, kann ich also nicht einfach abstecken und weglegen. Was nun?



Abbildung 22: ALC-Platine versperrt den Weg

Ich rate etwas ins Blaue. In einem SME03 hatte ich einmal eine kalte Lötstelle entdeckt (siehe Reparaturbericht), daher versuche ich zu allererst mein Glück damit, vorsichtig auf die Platine zu klopfen und dran herumzudrücken, ob sich dabei irgendwas verändert. Und siehe da, meine Intuition war richtig: beim Lockern der Schrauben des rückseitigen Abschirmdeckels erscheint der Pegel auf einmal wieder am Ausgang, die Regelschleife rastet ein und die Fehlermeldung verschwindet. Nanu??!?

Denselben Effekt kann ich durch mechanisches Dran-Herumbiegen und Drücken an der Leiterplatte erreichen. Ich kriege einen furchtbaren Verdacht in Richtung "gebrochene SMD-Bauteile" oder -noch schlimmer- eine im Innern der Platine angebrochene Signalleitung. Aber trotzdem: weiter ruhig bleiben und die virtuellen, brennenden Geldscheine erst mal wieder aus dem Sinn wischen.

Die kalte Lötstelle im SME03 hatte ich damals nur durch langes Suchen gefunden- sowohl elektrische als auch optische Suche (mit dem Mikroskop). Es ist doch bestimmt eine gute Idee, diese Sandwich-Platine auszubauen und mit dem Mikroskop auch an der SMT06-Baugruppe einmal etwas genauer an dieser Stelle nach offenen Lötstellen oder Rissen in den SMD-Bauteilen zu suchen.

Also los. ESD-Armband dran, Kaltlichtquelle an, Mikroskop ausfahren, Möhrchen essen, Augen scharf machen. Ich suche. Und suche. Fummele hier, wackele da. Auf einmal ein Aufschrei: "JA! Was gefunden!".

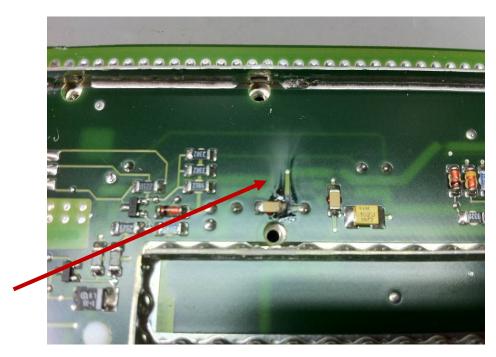


Abbildung 23: schon wieder ein Feuerwerk!

Scheut Euch bitte einmal Abbildung 23 etwas genauer an. Deutlich ist ein SMD-Bauteil zu erkennen, von dem aus richtige Schmauchspuren auf der Platine ausgehen. Hier hat doch definitiv was gequalmt! Und Qualm ist gaaaaaaanz böse in einem Messsender! Erst recht in meinem!

Ich untersuche den Brandherd etwas näher. Mein Lötmikroskop zeigt mir Folgendes:

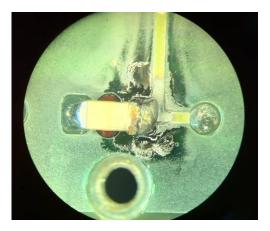


Abbildung 24: abgerauchter SMD-Kondensator

Ich muss das Bauteil noch nicht einmal nachmessen, um zu wissen, dass es hin ist. Anhand des Layoutbilds und des Schaltplans identifiziere ich, womit wird es zu tun haben.

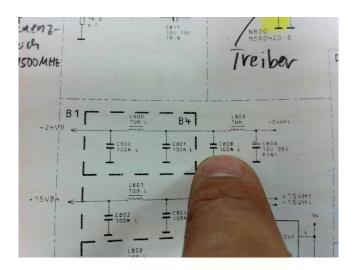


Abbildung 25: 100nF Abblock-Kondensator

Aha. Das Häufchen Asche war mal ein 100nF Siebkondensator für die +24V Betriebsspannung. Ich wechsele ihn aus, kriege aber leider nicht schlüssig geklärt, warum genau dieses Bauteil so aufgebrannt ist. Die in Reihe liegenden Drosseln jedenfalls sind beide heile und auch sonst kann ich keinen weiteren Schaden entdecken. Fakt ist allerdings, dass die HF-Endstufe auch mit diesen +24V versorgt wird, sollte hier der Kondensator einen kurzzeitigen Ausfall der Betriebsspannung verursacht haben (z.B. durch Kurzschluss), würde das einen Fehler 110 durchaus hervorrufen können. Eigenartig ist jedoch, dass diese Stelle *hinter* der Stelle liegt, die ich durch meine Messung mit dem HF-Tastkopf als Problemstelle identifiziert hatte! Sie kann also eigentlich gar nicht damit zusammenhängen!

So war es dann auch. Trotz ausgewechseltem 100nF SMD-Kondensator und positiver Überprüfung aller Spannungen und Widerstandswerte gegen Masse bleibt der Fehler 110. Wir müssen weitersuchen.

8 Die Suche geht weiter...

Wo ich mit dem Mikroskop so erfolgreich war, setze ich die Suche damit weiter fort.

Und tatsächlich: nur wenige Minuten später finde ich einen SMD-Kondensator, der wirklich nur mit einem Ende korrekt auf dem Lötpad sitzt, das andere Ende liegt aber so weit von dem gegenüberliegenden Pad entfernt, dass das Lötzinn das Bauteil gerade nicht erreicht hat. Eine offene Lötstelle also!

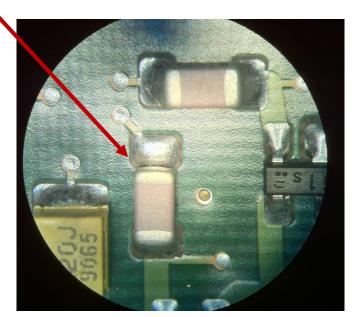


Abbildung 26: SMD-Kondensator mit offenem Ende

Aus meiner beruflichen Erfahrung habe ich mir eine gewisse methodische Arbeitsweise angewöhnt. Will sagen: ich begnüge mich meist nicht damit, den Kondensator einfach wieder anzulöten, sondern ich hinterfrage anschließend, ob dieses Teil überhaupt was mit dem Fehler zu tun haben könnte. Also Bauteil identifizieren und Schaltplan konsultieren:

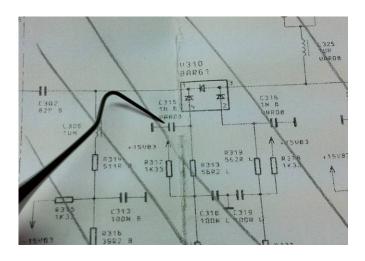


Abbildung 27: da ist das Bauteil!

Mein Verdacht war leider richtig: so wirklich erklärt diese kalte Lötstelle einen Fehler 110 nicht. Der offene Kondensator war vermutlich nur eine HF-Bremse am AM-Modulator im Signaleingang; durch seinen Wegfall könnte sich vielleicht der AM-Klirrfaktor ändern oder möglicherweise auch die Steilheit im Regelverhalten, aber einen kompletten Pegelaussetzer erklärt es für mich nicht.

Und so war es dann auch. Auch mit angelötetem Bauteil ändert sich nichts an meinen Pegelaussetzern.

9 Die Suche geht nochmal weiter...

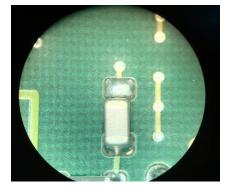
Ich sage mir: "Wo EIN Bauteil keine Verbindung hat, könnte irgendwo ja auch irgendwo ein zweites sein!" Und tatsächlich: nach 3 kg weiteren Möhrchen (für die Augen ;-) finde ich einen weiteren Kondensator mit offenem Ende!



Abbildung 28: noch eine kalte Lötstelle

Weil dieser Kamerad tatsächlich in der Filterbank liegt (also da, wo der HF-Pegel verschwindet), glaube ich erst kurzzeitig, den Fehler gefunden zu haben!

Das Schaltbild zeigt jedoch, dass auch dieser Kondensator kaum was mit dem Fehler zu tun haben kann. Und wieder: Fehler 110 bleibt hartnäckig. (Aber ich auch ;-)



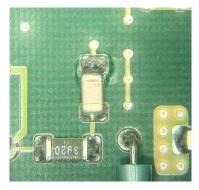


Abbildung 29: links: vorher kalte Lötstelle; rechts: hinterher sauber angelötet

Also weiter nachforschen. Motto: wo zwei sind, könnten ja auch drei.... Aber die weitere Suche bleibt ergebnislos. Alles super, keine weiteren kalten Lötstellen.

Die optische Inspektion war zwar erfolgreich (immerhin drei Fehler gefunden), aber hat mein Hauptproblem nicht gelöst. Ich muss das anders angehen. Ich muss es irgendwie hinkriegen, dass ich unter dieser verflixten Sandwichplatine im Betrieb messen kann! Ich sehe hier nur einen Weg: ich muss mir auch hier ein Verlängerungskabel bauen, mit dessen Hilfe ich die Platine abgesetzt im ausgebauten Zustand betreiben kann.

Nun hat dieses Stückchen Münchner Entwicklungskunst tatsächlich einen 60poligen Anschluss. Dafür von Hand was zu löten, würde mich wahnsinnig machen. Also bestelle ich mir von Reichelt die komplette Serie Schneidklemm-Verbinder von 10pol bis 60pol und bastele mir einen Satz Verlängerungs-Flachbandkabel. Sowas wollte ich schon immer mal haben!



Abbildung 30: fertiger Adaptersatz

Das führte zum Erfolg, denn nachdem ich die Aufsteckplatine abgesetzt am Flachbandkabel neben die Baugruppe legen konnte, war die Sicht endlich frei auf die darunterliegende Elektronik (Filter-Teil). Sofort schnappte ich mir wieder den HF-Tastkopf und merkte sehr schnell, dass der HF-Pegel hinter dem so genannten LPRE-Stellglied "verschwand". (Zur Info: das LPRE-Stellglied wird dazu benutzt, eine eingebaute Frequenzgangkorrektur zu realisieren. Es wird durch eine Gleichspannung angesteuert, je nachdem welche Frequenz der Sender erzeugen soll. Welligkeiten im Frequenzgang werden so wirksam ausgeglichen und gleichzeitig gewährleistet, dass die ALC stets im optimalen Regelpunkt arbeitet.)

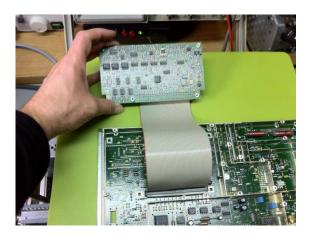




Abbildung 31: jetzt ist die Sicht endlich frei auf die darunter liegenden Bandfilter (rechts)!

Nun wollte ich natürlich wissen, warum genau das LPRE-Stellglied die vorne anliegende HF niedermacht. Ganz einfach: weil es mit 0Volt angesteuert wird- also die maximal mögliche Dämpfung erzeugt. Aha. Und warum macht es null Volt? Weil der Steuereingang einen Kurzschluss nach Masse hat!

Aha.





Abbildung 32: Kurzschluss am LPRE-Glied

Und wieder: warum?

Jetzt kommt's. Ich entferne den rückseitigen Abschirmdeckel. Sofort verschwindet der Kurzschluss. Ich äuge auf die Stelle, wo ich den Kurzschluss noch wenige Momente zuvor gemessen habe und breche schon wieder in Lachen aus: die Drossel, über die die Steuerspannung eingespeist wird, ist ein bedrahtetes Bauteil. Leider hat man sein Beinchen nach dem Einlöten ganz leicht zu lang abgeschnitten, so dass es nun so hoch aufragt, dass der Abschirmdeckel es gerade so berührt, sobald man die Schrauben bereits handfest anzieht!



Abbildung 33: Gefunden!!!!

Die Lösung des Rätsels ist weitaus aufwändiger gewesen als die Maßnahme: ich knipse einfach 2 Millimeter des zu hoch aufragenden Beinchens ab und schon kann man den Deckel so fest zuschrauben, bis der Schraubendreher abbricht. Pegelaussetzer ade!

Der Hammer!

10 Von Messsendern und Autowerkstätten

Ihr wisst ja, dass ich Autowerkstätten gegenüber eine recht kritische Einstellung habe. Leider habe ich da schon zu viel erlebt, was mich aufregt (in der Bremse "vergessener" Schraubenschlüssel, der noch auf dem Entlüftungsnippel des Bremsschlauches steckte; eine nach einem Bremsbelagwechsel blockierende Handbremse, mit der einen der Werkstattmeister abgebrüht vom Hof fahren lässt, oder zu wenig geschulte Mechaniker, die sich -mangels Sachkenntnisdurch bloßes Steuergerätetauschen auf bloßen Verdacht hin auf meine Kosten durch's Auto hindurch "reparieren").

Daher nehmt es mir den Vergleich mit meinen Autowerkstatt-Erfahrungen nicht nicht allzu übel. Aber einigen dieser Jungs würde ich eine "Reparatur" der Baugruppe A10 durch einfaches Locker-Drehen der Abschirmdeckelschrauben bedenkenlos zutrauen. Klar, der Fehler tritt dann in diesem Moment nicht mehr auf, weil der Abschirmdeckel sich nicht so stark durchbiegt und damit das Anschlussbeinchen des LRPE-Stellglieds nicht mehr berührt. Aber eine richtige Reparatur, bei der man wirklich den Fehler und seinen Wirkmechanismus verstanden hat, sieht anders aus.

Leider arbeiten viel zu viele Menschen nach dem Beispiel meiner Autowerkstatt, drehen die Schrauben einfach locker -ohne so richtig zu wissen, warum- und dann lieber ab damit in die online-Versteigerung. Tut mir leid, auch ich kann nicht immer 100%ig versprechen, dass meine verkauften Geräte nicht doch noch irgendwie versteckte Fehler enthalten (wer kann das schon- offensichtlich findet selbst der Hersteller nicht immer alles, he he he ;-) aber ein wenig Mühe muss man sich wenigstens geben. Alles andere ist nicht "reparieren", sondern "irgendwie hinfummeln". Und wir lesen hier ja "Reparaturberichte" und nicht "Fummelberichte", gell? ©

11 Fazit

Mann, was war diese Exkursion wieder lehrreich! Nicht nur, dass ich nun zwei Signal Generatoren wieder gut in Schuss gebracht habe, ich verfüge nun damit endlich auch über einen universellen Verlängerungs-Kabelsatz für 2,54mm Pfostenstecker. Ein wenig überraschen mich allerdings die kalten Lötstellen bei den SMD-Kondensatoren. Mir scheint es bald so, als ob die Kupfer-Landeflächen für diese Bauteilgröße (der Fachmann sagt "Shape" dazu) ein wenig zu weit auseinanderstehen, um das Bauteil für eine zuverlässige Lötverbindung in jedem Fall sicher zu erreichen. Das ist natürlich nur eine Mutmaßung, ich bin mir sicher, dass ein gestandenes Unternehmen wie Rohde&Schwarz hier jedoch nichts dem Zufall überlässt, sondern seine Gründe dafür haben wird, es genau so zu machen und nicht anders. Möglicherweise sollten parasitären Kapazitäten möglichst gering gehalten werden und man hat den Lötpadabstand daher so groß gewählt. Immerhin haben wir es mit 6GHz zu tun und das ist schon definitiv mehr als "leicht wellige Gleichspannung".

Trotzdem ist nicht von der Hand zu weisen, dass die Kombination aus Shape und Bauteil in meinem Gerät hier einige Probleme gemacht hat und es möglicherweise ein guter Rat an alle SME/SMT-Besitzer ist, sich bei auftretenden Problemen einmal die Lötstellen alle genau anzusehen, bevor man an Größeres denkt. Glücklicherweise sind die R&S-Schaltungen meist so robust und mit so großer Reserve ausgelegt, dass sich ein nicht angelöteter 100nF-Kondensator teilweise noch nicht einmal groß auswirkt- haben wir ja bei meinem SMT06 gesehen, denn der funktionierte über viele Jahre hinweg ja auch einwandfrei. Also: ihr müsst jetzt daher nicht alle panisch eure Lieblingsmesssender auseinanderreißen und nach kalten Lötstellen suchen. (Es schadet allerdings nicht, sich alle Lötstellen einmal genau anzusehen, wenn man das Modul sowieso aus irgendeinem anderen Grund gerade einmal aufgeschraubt hat.)

Wichtiger wäre aus meiner Sicht, die von R&S empfohlenen Service-Anleitungen umzusetzen; d.h. den BFQ34 Transistor auszuwechseln und mit einem Kühlblech zu versehen, sowie den möglicherweise falschherum eingelöteten Elko in der -5V Spannungsregelung zu ersetzen.

Damit am Schluss kein falscher Eindruck entstanden ist: nach wie vor stehe ich zu R&S-Geräten und deren Qualität! Alleine die Tatsache, dass der Hersteller Probleme erkennt, Service-Notes ausarbeitet und sich damit um seine Geräte "kümmert", zeichnet ihn aus! Fehler passieren überall und solange man dafür Verantwortung übernimmt, sich darum kümmert und eine Lösung anbietet, ist doch alles in Ordnung. Und -mal ganz ehrlich- wenn man nur genau genug hinsieht, findet man überall im Leben kleine "Unschönheiten", die einen manchmal vom ganz perfekten Ergebnis trennen. Sei es die eine defekte Lampe in der Weihnachtslichterkette im Kaufhaus, das nicht ideale Fugenbild der Fliesen in der öffentlichen Toilette oder die absolut dilettantisch konstruierte Wischerdüsen in meinem VW Fox, die -trotz Justierungstets äußerst erfolgreich den Scheibenwischer befeuchtet anstatt die Scheibe. Was soll ich mich da drüber aufregen....;-)

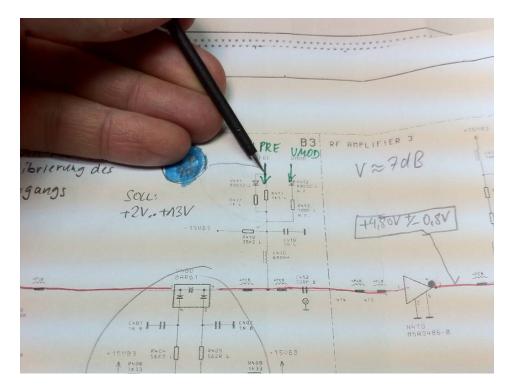


Abbildung 34: hier lag der Fehler: LPRE-Steuereingang im Ausgangsstufen-Modul OPU1

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, lassen Sie bitte lieber die Finger davon.
- 5. Die kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen.
- 6. Alle Meinungsäußerungen (insbesondere über Firmen oder Hersteller) sind stets rein subjektiver Natur und spiegeln nur meine eigenen Erfahrungen oder persönlichen Vorlieben wieder. Sie sind weder als Werbung noch Verunglimpfung dieser Firmen oder Hersteller zu verstehen, sondern als persönliche Meinungsäußerung aufzufassen.
- 7. Vor dem Veröffentlichen meiner Berichte bemühe ich mich stets im Vorfeld um eine Zustimmung der in meinen Berichten vorkommenden Personen/ Firmen. Wenn Sie der Meinung sind, dass das in Ihrem Fall einmal (unabsichtlich!) vergessen wurde und über bestimmte Darstellungen oder Beschreibungen verärgert sind, so setzen Sie sich zur Problemlösung bitte zuerst direkt mit mir in Kontakt (und nicht gleich mit Ihrem Anwalt ;-).

Kontakt: Marc.Michalzik@bymm.de

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. Alle Rechte vorbehalten. FEB2014. Marc Michalzik