

HP83630L Signal Generator bis 26,5GHz



Abbildung 1: Suchspiel! Wo ist der HP83630L versteckt?

1 Appetizer

So, meine Freunde des leicht welligen Schwachstroms, nun wird geklotzt. Es konnte so ja auch nicht weitergehen- ständig muss ich mir mit ansehen, wie ihr mir leicht süffisant lächelnd irgendwelche 18GHz-Signalgeneratoren auf den Tisch brettet, gepaart mit der leicht entsetzt modulierten Frage "wie jetzt....sowas hast Du nicht???", die einen gewissen Argwohn über meine eigene Enttäuschung nicht überspielen kann (oder will ;-).



Abbildung 2: Schon wieder ärgert mich jemand am Messplatz mit einem 18GHz-Sender!!- diesmal ist es Bastelfreund Dennis!

Am Anfang konnte ich Euch ja noch Bewunderung zollen. Inzwischen ist es aber so weit, dass ich mir selbst nur noch Mitleid zollen kann. Darauf gab es jetzt nur eine einzig richtige Reaktion: Angriff! Ab jetzt ist aber Schluss und es wird zurückgesendet!

Papa hat sich was gekauft (nein, eigentlich mehr was eingetauscht), denn die halbe Messgerätecommunity lacht sich inzwischen über meine Versuche mit nicht-ionisierender Gleichstrom-HF tot. Obwohl ich weiß, dass auch 6GHz-Generatoren selbst heute noch gar nicht so einfach an jeder Straßenecke zu kaufen sind, so musste es jetzt ein richtig dicker Schluck aus der Pulle werden, denn ansonsten mache ich mich bei Euch natürlich unglaublich. Also habe ich den Schluck genommen; dabei aber erstmal festgestellt, dass es im 26GHz-Bereich gar nicht mehr so viele "Pullen" gibt, aus denen man schlucken kann- selbst wenn man es denn wollte!

2 Viele Mütter- wenig Töchter

Wenn ich den Markt der Synthesizer-Modelle richtig im Blick habe, "mischen" da oben nur noch wenige Hersteller mit. Rohde&Schwarz schickt seinen SMP ins Rennen; Weinschel und Wiltron haben da was im Angebot, Gigatronics bietet was an und -natürlich- HP (=Agilent=Keysight). Die Wahl des Generators zeigt sich mir doch arg beschränkt: bei Rohde & Schwarz wäre ich auf den SMP03 festgelegt (Modelle wie der neue SMR kommen für mich rein finanziell nicht in Frage!), Wiltron hat auch nur 2 oder 3 Modelle am Gebrauchtmrkt. Am realistischsten für mich wird tatsächlich eine Auswahl des Herstellers HP, denn der scheint in meiner Geräteklasse tatsächlich am meisten Alternativen im Markt zu haben.



Abbildung 3: ein sporadisch zugelaufener SMP02 auf meinem Messplatz- habe ihn aber wieder abgegeben, weil er mir nicht "hoch genug" ging (20GHz) grins!

Warum, kann ich nur mutmaßen: so richtig "schön zweistellige" GHz-Sachen findet man derzeit eigentlich fast nur in den USA (z.B. ebay). In Europa scheint das irgendwie noch nicht ein Thema zu sein; daher werden die meisten 26GHz-Signalgeneratoren wohl in den USA gekauft. Dass die dort natürlich tendenziell eher inländische Hersteller wie HP wählen als eine ausländische Firma, scheint nachvollziehbar. Bei uns ist es ja ähnlich mit deutschen Herstellern, daher können wir ihnen das nicht verübeln.

Bei meinem neuen Projekt muss ich verflucht aufpassen, nun nicht in die Mühle zweier Messgerätegiganten zu kommen, denn wie ihr wisst, folge ich selbst normalerweise auch dem "europäischen Modell" und habe derzeit nur wenige Geräte von HP in meinem Bestand. Das liegt teilweise an persönlichen Erfahrungen, teilweise aber auch einfach an der Verfügbarkeit von Unterlagen und Ersatzteilen. HP benutzt meiner Erfahrung nach in ihren Geräten leider oft Spezialbauteile (oder druckt HP-spezifische Teilenummern auf die ICs), die eine Reparatur für einen Hobbybastler wie mich sehr oft deutlich erschweren. Und da ich meine Geräte meist in defektem Zustand kaufe, waren das für mich bislang immer wichtige Argumente, die mich

sehr oft in die Mühldorfstraße nach München trieben. (Also rein bildlich gesprochen, ich war bislang noch nie da, aber vielleicht kriege ich ja irgendwann einmal eine Einladung ;-)



Abbildung 4: noch jemand, der mich mit "ich kann höher!" ärgern will und mir was auf den Messplatz stellt: diesmal von Funkfreund Stefan ;-)

Nun bin ich aber etwas in der Zwickmühle, denn für mein 26GHz-Projekt werde ich dieses Risiko eingehen müssen: obwohl ich mich eigentlich im ersten Schuss nach einem R&S SMP03 umsehe, wird mir schnell klar: unerreichbar! Selbst, wenn in Deutschland überhaupt einmal einer angeboten würde (was im Moment gar nicht der Fall ist), so würde der Kaufpreis absolut meinen Rahmen sprengen. Schwierig macht es auch die Tatsache, dass ich mir unbedingt in den Kopf gesetzt habe, einen Generator ausgerechnet bis 26GHz haben zu wollen und nicht "nur" 18GHz. Natürlich habe ich damit im Hinterkopf, meinen R&S FSEM Spektrumanalyzer prüfen zu können und der geht aber leider nunmal bis 26GHz. Hier jetzt eine mit Platzpatronen bestückte 18GHz-Kanone anzuschaffen, wäre unsinnig. Wenn schon- denn schon!

3 Gefunden!

Ich muss also auch andere Alternativen zulassen und nach etwas Herumhören in der Messgeräte-Szene ist mir das Glück (tatsächlich mal wieder) hold: es steht ein herrenloser HP83630L zur Diskussion. Ein relativ modernes Gerät von HP, immerhin schon mit grüner Pixel"grafik"anzeige und nur knappe 20 Jahre alt! Ha ha!

Wer sich auf die zweistellige GHz-Autobahn begibt, muss doch etwas "umdenken" lernen. Was man von "normalen" Signalgeneratoren als "selbstverständlich" erachtet (z.B. AM/FM-Modulation), wird man bei vielen solcher GHz-Spezialisten vergeblich suchen. Auch eine Eichleitung ist bei derartigen Geräten nicht unbedingt Standard, weshalb sie normalerweise einen HF-Dynamikbereich von vielleicht 30 oder 35dB haben- mehr nicht!

Sowieso ist ein 26GHz-Sender sowas wie Ferrari-Fahren! Es hat niemand behauptet, dass es günstig und einfach sei, und nur wenige Leute haben überhaupt einen. In den richtigen Händen jedoch nahezu alternativlos und einfach nur "geil". Der Nachteil ist: wenn man das gute Teil schrottet, wird's sofort empfindlich teuer. Für einen solchen Hobel kriegt man eben keinen Ersatzpuff mehr bei Mati oder Unger Autoteile, sondern muss dazu in die Fachwerkstatt. Genauso wird es mir mit dem HP83630L gehen: wenn da was hin ist, wird's hässlich.

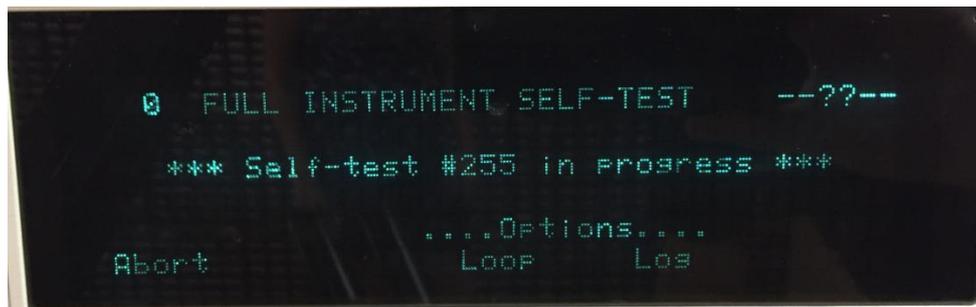


Abbildung 5: Cockpit des HP83630L

4 Ferrari

Wenn ich den Vergleich mit dem Ferrari mal aufnehmen und all die Eigenschaften zusammenfassen darf:



Abbildung 6: Nachschulungs-Fahrstunde im Ferrari (Geschenk von meinen Eltern, damit ich endlich mal nicht mehr so schleiche beim Autofahren. Geholfen hat es aber nichts ;-)

26GHz-Signalgenerator	Ferrari
minimale Modulationsmöglichkeiten	minimaler Kofferraum
eingeschränkter HF-Pegelbereich	eingeschränkte Bodenfreiheit (Karre liegt tief)
hohes Phasenrauschen (da YIG)	hoher "Noise level" (Auspuff ;-)
teuer in der Anschaffung und Unterhalt	dito
Wartung/Service/Spezialbauteile teuer	dito
extrem hohe Anforderungen an externe Teile (Leitungen, Stecker, Adapter)	extrem hohe Anforderungen an externe Teile (Reifen, Felgen, usw.)
geübter Bediener erforderlich	geübter Fahrer erforderlich
wenn's kracht, wird's teuer	dito

Tabelle 1: viele Gemeinsamkeiten

Dafür kriegt man bei diesem Abenteuer jedoch:

26GHz-Signalgenerator	Ferrari
extrem schnelle Schwingfrequenz	extrem schnelle Fahrgeschwindigkeit
nahezu alternativlos im GHz-Bereich	nahezu alternativlos bei $v > 320\text{km/h}$
macht 'nen Mords-Eindruck	dito

Tabelle 2: Benefits

Einen deutlichen(!) Unterschied gibt es aber doch:

26GHz-Signalgenerator	Ferrari
nur Nerds fliegen drauf	große Teile der Damenwelt fliegen drauf

Tabelle 3: Unterschiede



Abbildung 7: Unterschiede!

Links:

Wie man sieht: kaum steht ein Ferrari irgendwo herum, sind auch schon Frauen da. (Auch wenn es in diesem Foto nur exemplarisch meine Mutter ist ;-)

Rechts:

Der Beweis: kaum stehen Messgeräte herum, kommen nur männliche Nerds zum angucken! Keine einzige Frau!

(Bild bewusst verpixel)

Nun, ich habe beschlossen, in die Sportwagenwelt aufzusteigen, also bin ich mir über die ganzen Vor- und Nachteile im Klaren. Ich werde einige Golfs, Mercedesse und BMWs aus meinem (liebgewonnenen!) Fuhrpark opfern müssen, um mir den Ferrari leisten zu können. Aber egal, alleine dafür, dass ich für den nächsten Funk.TAG für Euch eine Packung Tränenwischtücher und eine Kinnstütze mitnehmen kann, ist es mir das wert. Einige BMW's und Audis stehen bei mir eh nur geputzt und frisch geföhnt in der Garage rum, also weg damit.



Abbildung 8: ohne Worte

5 Erste Freundschaft

Der Weg zum Ferrari führt mich ausnahmsweise mal nicht über die A2*, sondern in den Norden Deutschlands, mehr wird nicht verraten. Schon beim ersten Testen (Sweep von 10MHz bis 26GHz auf einen 26GHz Spektrumanalyzer, der auf "MaxHold" gestellt ist), zeigt sich folgendes Bild:

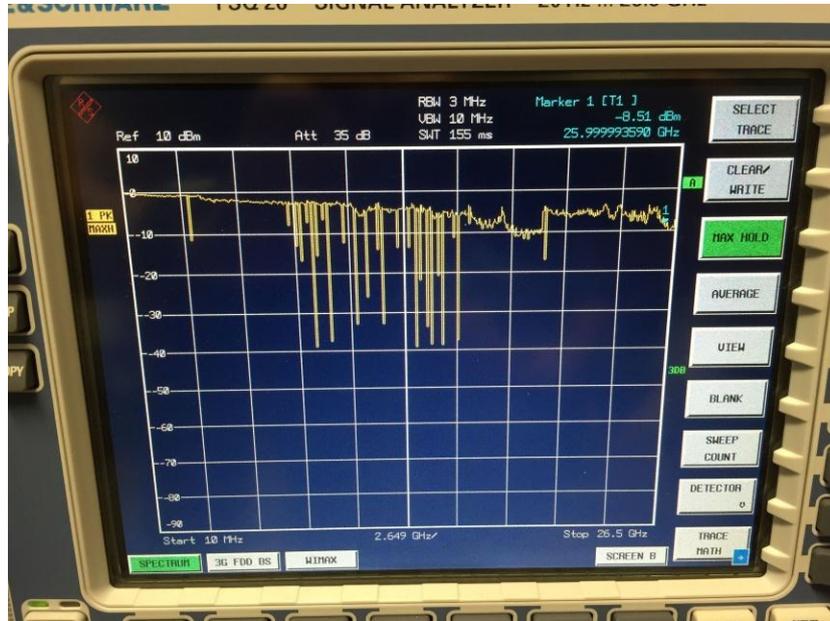


Abbildung 9: nur die Nerven behalten: alles ok!

Oha, Welligkeiten von fast 10dB. Ist hier was kaputt? Nein. Obwohl das angeschlossene Verbindungskabel zwischen Analyzer und Signalgenerator allerhöchster Qualität ist (3,5mm-Precision Standard), reicht eben schon das kleinste Steinchen auf der Fahrbahn, dass der Ferrari um mehrere dB von der Straße "abhebt". Zu Hause werde ich mit einem anderen Messaufbau sehen, dass das Teil bis zu V_{max} auf der Straße "klebt" (ca. $\pm 0,1\text{dB}$!).

Ich sage also beherzt "ja" und der HP83630L wechselt den Besitzer. Wahnsinn! Ich hab's echt getan! Mit einem "Ferrari an Bord" bringt mich mein Auto also mit gemütlichen 120km/h über die Autobahn sicher und komfortabel zurück nach Hause. Der HP im Kofferraum nimmt's gelassen. Ein Seat Diesel ist eben keine wirkliche Konkurrenz für einen echten Ferrari.

* Meine Elektronikhobby hat mich oft in den Ruhrpott geführt, daher ist die A2 meine "Messgeräteautobahn". Siehe Reparaturbericht zum Rohde&Schwarz CMS52.

6 Anlassen

Zu Hause angekommen und nach etwas Akklimatisierung im Messgeräte Keller wird der Ferrari gestartet. Dieser brüllt sofort los und ich notiere mir schonmal die Ersatzteilnummer für einen neuen Gerätelüfter. Aber ansonsten macht das Fahrzeug echte Freude; der Selbsttest mit über 300 internen Prüfpunkten läuft einwandfrei durch. Nur an die Menüführung muss ich mich noch gewöhnen; hier bin ich über die Jahre natürlich eher mit der R&S-Bedienphilosophie vertraut worden.



Abbildung 10: erste Probefahrt

Eines der ersten Dinge, die ich tue, ist es, den Ausgangspegel zu kontrollieren. Dazu steht mir seit Neuestem ein NRV-Z6 Diodensensor bis 26GHz zur Verfügung. Jetzt wieder schnell die Kinnladenstütze unterschieben, denn ich weiß, wie selten und schwer diese Dinger zu kriegen sind. Ich schraube also vorsichtig ein 26GHz-taugliches (3,5mm-Norm bzw. 2,92mm!) Doppelweibchen in die HF-Buchse des HP83630L und daran direkt den NRV-Z6 HF-Messkopf. Kürzer kann man die HF-Verbindungsstrecke also nicht mehr machen und für diesen Aufwand werde ich prompt belohnt. Nur sehr selten weicht der gemessene HF-Pegel um mehr als 0,1dB vom Sollwert ab- und das bis tatsächlich 26,5GHz! Ein fantastisches Ergebnis, denn solche hohen Frequenzen noch so genau erzeugen (und messen!) zu können, erfordert tatsächlich höchstwertige Technik. Mit so geringen Abweichungen unterwegs zu sein, beeindruckt mich selber. Noch ein paar Tests, und ich brauche die Tränenwischtücher bald selbst!

Dann stolziert meine Frau in den Keller und ärgert mich, dass mein Frequenzzähler nun untermotorisiert sei. Laut Spezifikation könne er nur bis 20GHz zählen. Wie sich zeigt, zählt er bei etwas mehr Pegel (0dBm) auch bis zu den gewünschten 26,5GHz. Trotzdem: ich hasse es, wenn sie Recht hat!



Abbildung 11: So, ihr ganzen Messgeräte-Nerds: jetzt bin ich mit dabei!

Mir wird immer stärker bewusst, auf welche HF-Rennstrecke ich mich hier begeben habe. Selbst mit einem soliden Golf (so gut das Auto auch sein mag) komme ich hier nicht wirklich weiter.

7 Kalibrierung eines R&S FSEM 26GHz Analyzers

Ich hätte nie gedacht, dass ich über dieses Projekt einmal werde schreiben können, aber manchmal hat das Leben doch die eine oder andere Überraschung für einen bereit. Es geht darum, meinen R&S FSEM 26GHz Spektrumanalyzer überprüfen zu können. Um das zu machen, beschreibt das Service Manual geradezu sadistische Anforderungen an Material und Messtechnik. Aber mit der Akquirierung meines Ferraris habe ich aber nun tatsächlich alles zusammen, was ich dafür brauche!

1. Eine 26,5GHz Signalquelle => HP83630L
2. Einen 26,5GHz Powersplitter => HP11667B
3. Einen 26,5GHz Powermesskopf => NRVS mit NRV-Z6

Ideal wäre der Thermistormesskopf NRV-Z55 (DC..26,5GHz), denn das ist tatsächlich der Genaueste und kann den Frequenzbereich auch in einem Rutsch. Der NRV-Z6 ist erst ab 50MHz spezifiziert, aber das soll uns hier nicht weiter stören. Unterhalb habe ich auch die N-Version des NRV-Z55; nämlich den NRV-Z51. Der geht von DC..18GHz mit der erforderlichen Genauigkeit. In Kombination mit diesen beiden Messköpfen komme ich allerdings hinreichend genau an den geforderten Z55 heran.

4. 26,5GHz-taugliche Verbindungstechnik (Kabel, Doppelweibchen, usw.) => hab ich

Mit diesem Equipment ist es mir tatsächlich möglich, eine absolut valide Prüfung der Anzeigeperformance meines FSEM Spektrumanalyzers durchzuführen. Indem man den Signalgenerator langsam von 10MHz..26,5GHz hochfahren lässt und den Analyzer mit Max-Hold-Funktion permanent laufen lässt, gibt es irgendwann so viele gemeinsame Schnittpunkte, dass sich Stück für Stück der Empfangsfrequenzgang des Analyzers auf dem Bildschirm ergibt.

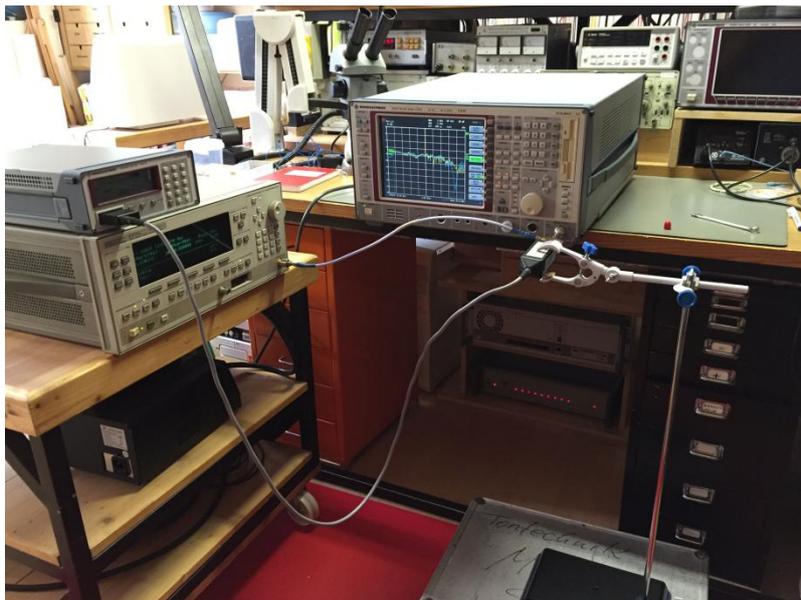


Abbildung 12: Messaufbau mit Laborklemme als Stütze

Sämtliche "Beulen", Extremwerte oder sonstige Auffälligkeiten kann ich dann danach noch einmal separat anfahren und mit einer richtigen Messung (Messkopf am Powersplitter sieht exakt dasselbe Signal wie der Prüfling) prüfen, ob diese Auffälligkeit vom Analyzer kommt oder vom Generator und seinen Verbindungsleitungen.

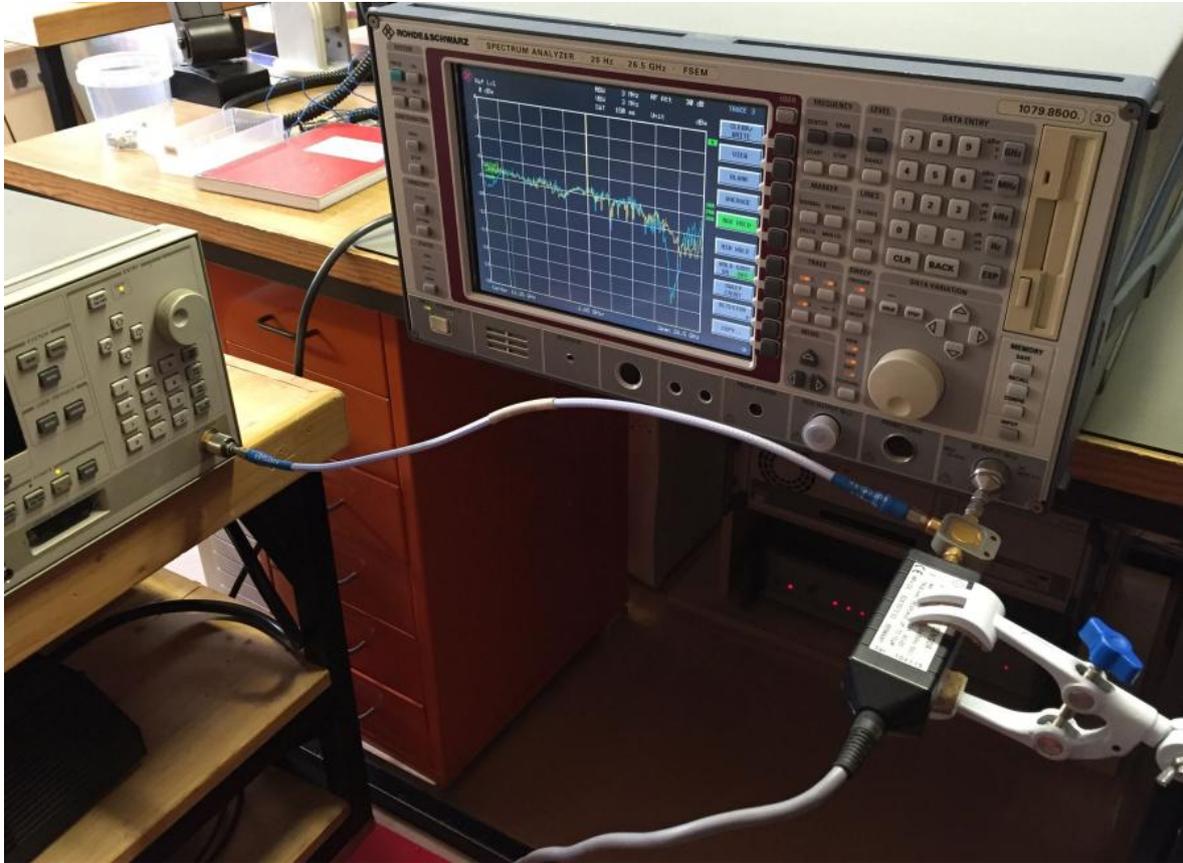


Abbildung 13: Messaufbau (Detail)

Zu große Abweichungen kann man manuell über Servicefunktionen wegprogrammieren, wie in meinem letzten Bericht über den FSEM gezeigt. Das kann man rein aus Aufwandsgründen natürlich kaum für alle der hundertten von Stützstellen machen (10MHz bis 26,5GHz!), aber für ein paar ausgewählte, die einen besonders ärgern, bestimmt!



Abbildung 14: Herz des Aufbaus: der HP11667B Powersplitter

Für eine Korrektur mit Hobbymitteln sind wir da sicherlich auch schon ganz weit vorne, wenngleich es auch mit einer Herstellerjustierung nicht mitkommt. Wie mir der Customer Service sagte, wird dort der Frequenzgang Punkt für Punkt per Computer aufgenommen und die Frequenzkorrektur-Gerade für jeden einzelnen Punkt neu berechnet und automatisch im Analyzer gesetzt.

Das Computerprogramm dafür ist jedoch weder öffentlich zugänglich noch verkäuflich, sondern nur den R&S Servicewerkstätten vorbehalten. Verständlich. Aber selbst wenn ich mich nur auf die "manuelle Methode" werde stützen können, wäre das schon ein riesen Fortschritt zu einem nicht kalibrierten Analyzer!

7.1 Vor-Messung

Ich beginne das große Abenteuer mit der Suche nach einem geeigneten HF-Anschlusskabel. Lacht nicht über diese Vorgehensweise. Bei 26GHz sind wir definitiv in einer "echten Männerdomäne" unterwegs- das ist nichts für Landeier oder E-Zigarettenbenutzer. 26GHz verzeiht nichts, daher muss man hier systematisch und Schritt für Schritt vorgehen.

Ich verbinde also den Ferrari mit dem FSEM über ein ca. 30cm langes Sucoflex 104 mit Precision SMA-Steckern. Solche Kabel haben in Prüflaboren normalerweise eine eigene Inventarnummer. Trotzdem macht mir das Sucoflex (obwohl nachweislich eines der besten HF-Kabel der Welt!) Sorgen. Der SMA-Stecker hat noch nichtmal die 3,5mm-Norm - wie es eigentlich für 26GHz erforderlich wäre. Ich versuche es trotzdem.

Den Ferrari stelle ich auf langsamste Sweep-Geschwindigkeit (200s) und lasse ihn von 10MHz bis 26,5GHz bei 0dBm zockeln. Den Analyzer stelle ich auf "Preset-"Einstellung, wähle als REF-Level vorsichtshalber +10dBm und stelle den Trace auf MAX HOLD.

Nun zuckelt der Graf nach und nach von unten nach oben und drückt die Messwerte nahe die 0dBm-Linie. Ein paar Wellen kriege ich dadurch weg, dass ich den Sweep nochmals wiederhole- hier haben sich offensichtlich Sweep-Frequenz und Analyzer-Frequenz in diesem Moment nicht optimal getroffen und so einen virtuellen Pegelbruch erzeugt (der in Wahrheit aber keiner ist).

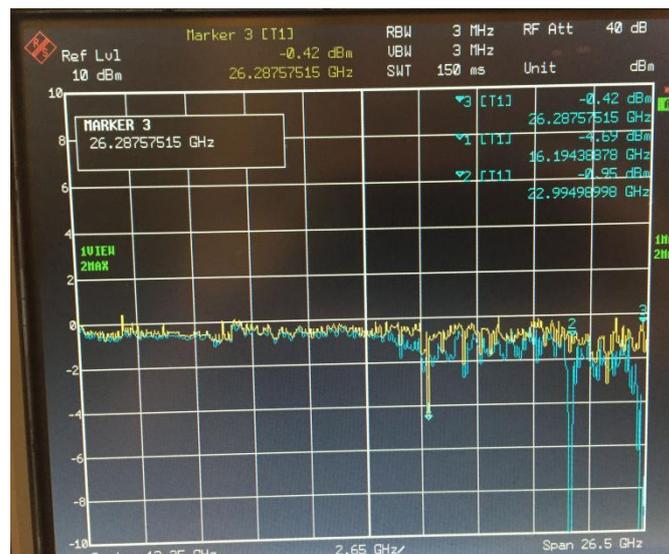


Abbildung 15: Sucoflex 104 (gelb) und Andrew Heliax FS 1057 (blau) im Vergleich (S21 @0dBm)

Das Ergebnis kann sich trotzdem sehen lassen. Dafür, dass der FSEM eine spezifizierte Ungenauigkeit von <2,5dB (18..26,5GHz) mitbringt, scheint ich das mit dem verwendeten Kabel und verwendeten Adapttern ja schon fast so bestätigen zu können.

Ich probiere dennoch ein zweites Kabel; ein Andrew Heliax FS 1057RN-50. Ein sehr starres, schwarzes Zeug, dem ich eigentlich noch einen besseren Verlauf zugetraut hätte. Trotzdem: es zeigt über 20GHz eine deutlich höhere Welligkeit und bei etwa 23GHz sogar eine Eigenresonanz! Das hätte ich so nicht erwartet! Weitere GHz-Kabel mit SMA-SMA habe ich nicht. Also werde ich das Sucoflex 104 benutzen.

7.2 noch 'ne Vor-Messung

Und ich lerne noch etwas: Es zeigt sich, dass selbst ein stark gebogenes Kabel bewirken kann, dass der SMA-Stecker nicht ganz scherkraftfrei auf sein Gegenstück aufgesetzt werden kann und damit nicht-Reproduzierbarkeiten im Frequenzgang verursacht! Am Ende musste ich tatsächlich meinen Rolltisch holen und die Geräte alle senkrecht zueinander platzieren, damit ich die HF-Verbindungen "kurvenfrei", und möglichst gerade und kurz herstellen konnte. Das Anziehen mit Drehmomentschlüssel (0,9Nm) gehört ebenso zum guten Ton wie das mechanische Abstützen des Laboraufbaus mit einer Laborklemme.

Ich lasse den Ferrari sweepen und den FSEM mit Max-Hold empfangen. Dann drehe ich den Powersplitter (HP11667B) um und wiederhole die Messung. Damit prüfe ich den Gleichlauf des Splitters, denn der wird später die Genauigkeit der Messung wesentlich beeinflussen. Wie man sieht, kommen die beiden Kurven fast deckungsgleich zum Liegen- eine sehr gute Voraussetzung für den späteren Abgleich.

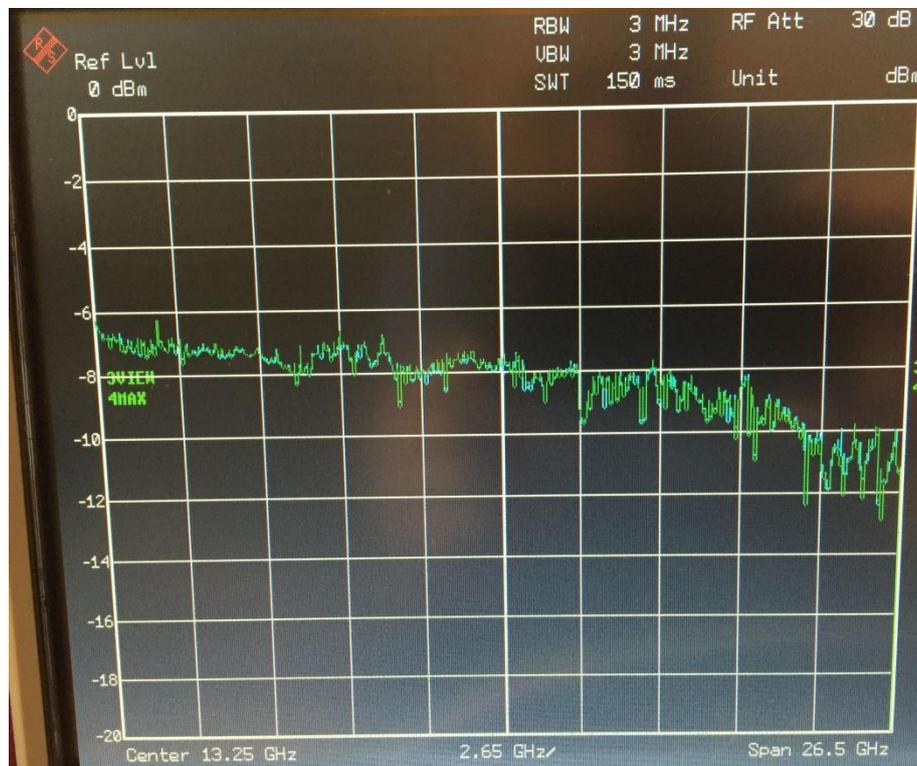


Abbildung 16: normaler (grün) und umgedrehter (blau) Betrieb des HP11667B

7.3 Die Messung

Nun wird es aber ernst. Die gefundenen "Welligkeiten" werden im Frequenzgang noch einmal separat mit dem Marker angefahren und dann mit dem angeschlossenen NRVS mit NRV-Z6 Messkopf beurteilt, ob der Analyzer hier nur eine Welligkeit anzeigt, oder ob da wirklich eine ist. Das Ende vom Lied ist, dass sämtliche Punkte, die mit auffällig erschienen, innerhalb der Spezifikation liegen ($<2,5\text{dB}$ innerhalb $18\text{...}26,5\text{GHz}$) und ich deshalb keinerlei Umprogrammierungen der Korrekturkurve vornehmen musste.

8 FAZIT

Obwohl dieses Projekt eines meiner "kleinsten" ist, war es dennoch sehr lehrreich. Zweistellige GHzen sind wie eine Mimose. Ein nicht 100%iger Kontakt rächt sich sofort in Nicht-Reproduzierbarkeiten und Eigenresonanzen des Messaufbaus. Nur die wenigsten Kabel und/oder Steckverbinder sind bis 26GHz verwendbar. Ein "normaler" SMA-Stecker ist üblicherweise bis etwa 8GHz spezifiziert; das damit kompatible $3,5\text{mm}$ -System (auch oft "Precision SMA" genannt) bis $26,5\text{GHz}$. Das $2,92\text{mm}$ -System bis 40GHz und darüber kenne ich mich selber auch nicht mehr aus. Die N-Norm jedenfalls endet bei 18GHz und meine Erfahrung ist, dass es bis 18GHz noch einigermaßen moderat zugeht. Die letzten 8GHz sind etwas die der "Kilometer 30" beim Marathon und gehen ins Eingemachte. Hier gibt es kaum noch Kabel oder Stecker, die wirklich bis dahin verwendbar sind. Ich vermute sogar, dass selbst das hier verwendete Sucoflex 104-Kabel eigentlich gar nicht bis 26GHz spezifiziert ist. In diesem Messaufbau war das jedoch nicht so kritisch, weil der verwendete PowerSplitter (HP11667B) prinzipbedingt eine schlechtere Quellimpedanz zulässt als ein Power Dividier (HP11636B), bei dem sich eine schlechte HF-Zuführung viel schlimmer auswirken würde.

All das muss man aber wissen und auch ich habe hier auch Lehrgeld bezahlen müssen auf dem Weg der stückweisen Erarbeitung von GHz-Wissen. Wer sich wirklich auf diesen Pfad begeben will, sollte durchaus einen vierstelligen Betrag für eine Grundausstattung an Kabeln, Adaptern, Abschlüssen, Powersplittern usw. in petto haben. Ein HP11667B kostet beispielsweise etwa alleine (gebraucht!) um die 700Euro und nur mit sehr viel Glück gelang es mir, ein Exemplar für knappe 400Euro zu ergattern. Kleiner Tipp: der HP11667B wird auch in HP's Network-Analysern verbaut, hier unter der Ersatzteil-Nummer 5086-7408; es ist genau dasselbe Teil- bloß ohne Typenschild. Dafür jedoch manchmal deutlich billiger bei weit aus weniger mitgemachten Steckzyklen an seinen Buchsen!!)

9 Take it apart!

Bevor dieser Bericht zu Ende geht, wollt ihr sicher noch einmal einen Blick unter die Haube meines "roten Flitzers" werfen. Also los, schließlich interessiert mich das auch!



Abbildung 17: HP83630L mit geöffnetem Deckel

Wow, das ist so schlecht nicht! Die grauen Koaxkabel sehen mir zwar alle etwas Plastikmäßig aus, aber ansonsten ist das technische Design erstmal durchaus gut!



Abbildung 18: Ferrari mit geöffnetem Deckel

Richtig Freude machen mir solche Details wie beispielsweise so etwas: etliche Drahtschlaufen auf einer Leiterplatte. Das sind alles Messpunkte, die man prima erreichen kann, OHNE die Leiterplatte überhaupt aus dem Gerät herausziehen zu müssen. Eine tolle Sache!



Abbildung 19: nettes Detail: überall Drahtschlaufen als Messpunkte

Dann das Netzteil: die Hochspannung ist ordentlich geschirmt in einem Aluminium Spritzgussgehäuse untergebracht. Dutzende LEDs (und tlw. aus Glühlampen!) informieren über den aktuellen Status des Netzteils. Geil gemacht, liebe HP-Entwickler!



Abbildung 20: gut gemacht, liebe Entwickler: das Netzteil im Diecast-Gehäuse und überall Status-LEDs
Natürlich wollte ich auch reingucken. So sieht es da aus:

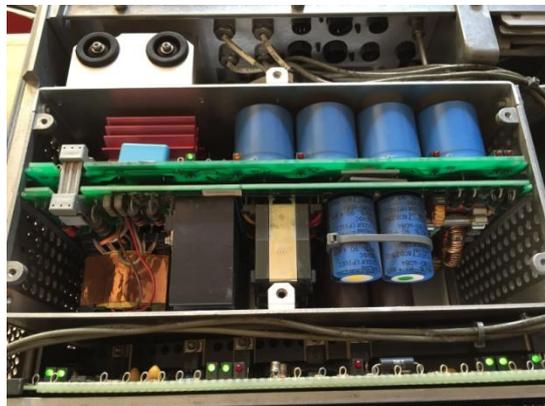


Abbildung 21: so sieht es im geöffneten Netzteil aus

Zieht man die Leiterplatte heraus, kommt das hier zum Vorschein.



Abbildung 22: eine der beiden Netzteilkarten

Absolut sauberes Design, Die Elkos schön weit weg von den wesentlichen Wärmequellen und die Transistoren alle mit dicken Kühlkörpern. Das spricht für ein langes Geräteleben.



Abbildung 23: Reglerkarte

Noch geiler wird es bei der nächsten Regler-Karte. Irre Konstruktion, sogar mit vergoldeten Leiterbahnen! Doch spätestens bei der Prozessorkarte geht mir echt einer ab! Gold, wo hin das Auge sieht.



Abbildung 24: eine echte Augenweide: die Prozessorkarte!

Lediglich diese Drossel scheint im Betrieb relativ gut beansprucht zu werden, wie die ganzen Risse in der Vergussmasse zeigen. Hier hätte man in der Dimensionierung wohl etwas großzügiger sein sollen.

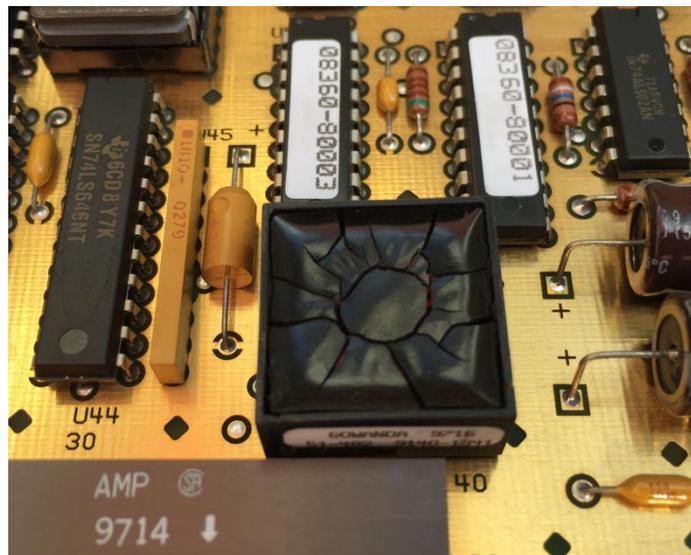


Abbildung 25: diese Drossel hat wohl schon einmal Wärme gesehen...

Trotzdem: ein absoluter Hingucker. Schade, dass man beim HP83630L am Ende wieder die Haube draufschauben muss, denn eigentlich sind die Baugruppen viel zu hübsch, um sie zu verstecken.

Apropos "Verstecken": so sehen bei HP die geschirmten HF-Baugruppen aus. Wo Rohde&Schwarz auf Weißblechgehäuse mit Federdeckel schwört, benutzt HP offensichtlich auch hier Aluminium-Druckgrusschassis. Was von beiden wirklich besser ist, weiß ich nicht. Da sie beide aber zweifellos zu den weltbesten Herstellern von Messtechnik gehören, werden sie wohl sehr genau wissen, warum sie was genau so machen und nicht anders.



Abbildung 26: so sehen bei HP die geschirmten HF-Baugruppen aus

Ich puste also mit Druckluft den ganzen Staub aus dem Ferrari, prüfe die Batteriespannung auf der Prozessorkarte, reinige den Lüfter (der daraufhin schon sehr viel ruhiger läuft) und schraube alles wieder zusammen. Dann mache ich den Phasenrausch-Test.

Oha.

Phasenrauschen ist ein Thema, das beherrscht werden will. Bei den "normalen" Signalgenerator bis ca. 6GHz ist die Performance meist so gut, dass ein Spektrumanalyzer (selbst einer mit Low-Noise-Option wie meiner) kaum mehr eine Chance hat, hier noch Seitenbandrauschen direkt zu messen.

Anders jedoch bei den Ferraris!

Die YIGs in den Kisten sind so rauschstark, dass bereits ein guter Analyzer ausreicht, das Phasenrauschen anzuzeigen.

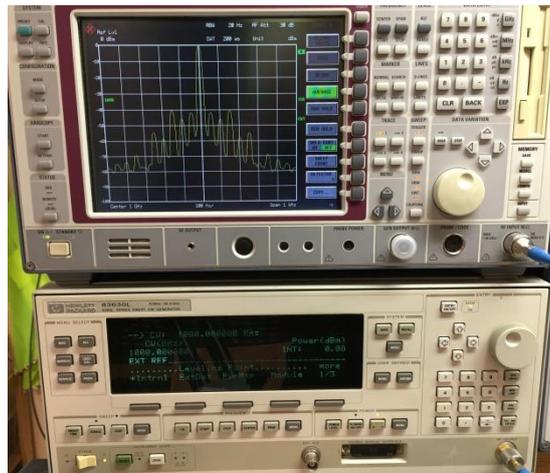


Abbildung 27: Messung des Phasenrauschens

So heftig ist das Phasenrauschen:

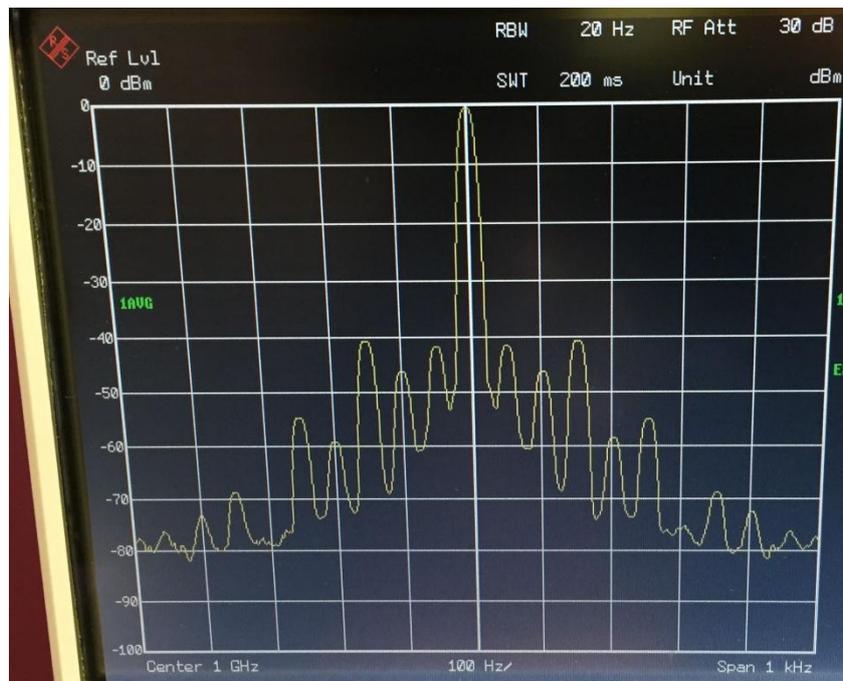


Abbildung 28: heftiges Phasenrauschen, aber das ist bei Ferrari normal!

Es ist so stark, dass man es sogar mit einem Messdemodulator direkt als "FM-Hub" messen kann (hier +/- 250Hz)!



Abbildung 29: Es ist so groß, dass man es sogar mit einem Modulationsanalyser sehen kann!

Man darf sich darüber allerdings nicht ärgern, denn das ist bei eigentlich allen Signalgeneratoren im zweistelligen GHz-Bereich so und ist Stand der Technik. Wenngleich ich zugeben muss, dass der R&S SMP laut Datenblatt hier etwa 10dB besser angegeben ist als mein HP83630L, aber irgendwie macht das den Kohl dann auch nicht mehr fett. Die GHz-Ferraris rauschen halt sehr viel stärker als die "normalen" PLL-Generatoren bis 1000MHz, aber dafür gehen sie eben auch fast 30mal so hoch in der Frequenz.

Für mich ist diese Eigenschaft gar kein großes Problem, denn ich wollte den HP83630L ja eigentlich nur zum Sweepen benutzen (das steht auf dem Gerät ja auch groß drauf)- und dafür ist die Phasenrausch-Performance eigentlich absolut unwichtig.

Reden wir zum Abschluss noch einmal über was Anderes. Und zwar:

10 Adapter!

Sobald man sich aber erstmal an Preise für Ferraris gewöhnt hat, fällt es einem auch auf einmal leicht, 150USD für einen einzigen 26,5GHz-tauglichen Koaxialadapter auf den Tisch zu legen und sich darüber auch noch diebstahlgelüchtig zu freuen, welches tolle Schnäppchen man damit doch gemacht habe. Ich rate hier jedoch in der globalen Familienkommunikation zur Vorsicht: nicht jedes Familienmitglied wird die Euphorie so spontan teilen, denn insbesondere die Küchentechnik -die ja aus historischen Gründen noch immer eher von der weiblichen Hälfte bedient wird- kommt mit 50Hz-Technik durchaus über die Runden und versteht daher nur selten, wozu man 26 499 999 950 Hz mehr braucht.



Abbildung 30: selbstgebaute Kiste mit meinen CAL-Standards

Gute GHz-Adapter erkennt man normalerweise daran, dass man längs durch sie durchgucken kann. Bei 26GHz ist nämlich bereits Teflon als Dielektrikum zu schlecht, so dass die richtigen Adapter nur noch einen Innenleiter haben, der bestenfalls durch gelochte Glimmer(?)scheiben an zwei oder drei Stellen in Position gehalten wird. Somit "schwebt" der Innenleiter quasi in der Luft und ist daher natürlich auch entsprechend empfindlich gegen Falsch- und Gewaltkontaktierungen. Sowie so zieht man Verbindungen mit solchen teuren Adaptern nur noch mit dem Drehmomentschlüssel an- idealerweise auch erst dann, wenn man vorher mit einer "Pin Depth Gauge" die korrekte Eintauchtiefe des Mittelpins ausgemessen hat. Aber ich bin ehrlich: derzeit verfüge auch ich nicht über solch einen Eintauchtiefenmessschieber, der normalerweise nur Bestandteil extrem teurer Kalibrier-Sets ist der 5000€-Klasse (gebraucht natürlich ;-). Einzeln kriegt man sowas so gut wie gar nicht.

Es muss also in unserem Hobbylabor ein geübter Blick auf den Kontaktpin reichen. Das sollte man sich auch angewöhnen: speziell dann, wenn man mal fremde Adapter, Kabel oder Messgeräte in die Hand bekommt. Der erste Blick muss immer der zur Anschlussbuchse sein. Sieht man dort bereits verbogene Pins oder optisch besonders herausstehende Mittelpins oder gar schiefe Pins, sollte man dort nicht unbedingt seinen besten und teuersten Koaxialadapter draufdrehen!

Apropos!

11 Calibration Grade

In diesem Zusammenhang lohnt es sich sowieso, seine Adapter in drei Klassen zu sortieren:

- a) **Kalibrieradapter** ("Calibration Grade")
- b) **GHz-Adapter** ("Lab Grade")
- c) **normale Adapter** ("Consumer Rubbish")

Adapter des Typs a) lagert man in einer schaumstoffgepolsterten Holzkiste und fasst sie wirklich nur dann an, wenn man damit Dinge kalibriert, andere Kalibrierstandards charakterisiert (also "Arbeits-Standards" herstellt) oder Messungen mit allerhöchster Genauigkeit durchführt.



Abbildung 31: meine 26,5/40GHz CAL-Standards

Hier liegt auch der (kalibrierte!) Drehmomentschlüssel und ggfs. auch ein paar Stoffhandschuhe zum Schutz der Adapter gegen Fettfinger. Die Kiste a) ist Eure interne Laborreferenz und sollte 99% seiner Zeit ungenutzt im Regal liegen! Laborreferenzen habt ihr natürlich hinsichtlich ihrer Performance irgendwann einmal ausgiebig getestet, mit anderen Standards verglichen und kennt deren Grenzen und Limits. Hier liegen Eure wahren Schätze und alleine diese Kiste mit Inhalt kann mal eben so viel kosten wie ein kompletter Modulationsanalyzer.

Die "normalen" Adapter zur Benutzung bei "guten" Messungen im Alltag liegen in der Kiste b). Hier greift man immer rein, wenn man Messungen macht, auf die es zwar ankommt, aber nicht gleich mit Laborreferenzen zu tun haben (z.B. Messberichte, Funkgerätestests, usw.). Adapter des Typs b) sollte man sich auch in eine Kiste legen, so dass man sie nicht mit dem normalen Kram vermischt. Ich habe mir dafür eine kleine Adapterkiste gebaut, in der ein dickes Eichenbrett mit Bohrungen liegt, wo ich die Adapter hochkant hineinstellen kann. Mit dieser Kiste werdet ihr die meiste Zeit arbeiten.

Alles andere, was so auf dem Messplatz herumfliegt, landet in der globalen Adapter-Wühlkiste. Ich nenne das auch etwas gehässig "Consumer-Kram". Hier ist es nicht so wichtig, ob es da ne Schmarre oder 'nen Kratzer gibt oder ob da sogar einer fehlt oder nicht. Consumer-Adapter nehme ich für "ich-brauche-mal-eben-schnell-nen-BNC-Röllchen", für NF-Sachen oder auch für die Messung von Prüflingen, deren Antennenbuchse mir nicht besonders vertrauenswürdig aussieht. Das meiste BNC-Zeug, was man so im Laden und beim Elektronikversender bekommt, gehört (leider) in diese Kategorie. Nur selten sind dort BNC-Adapter in wirklich guter Qualität zu finden.



Abbildung 32: allerhand nützliches GHz-Kram!

12 Schrott

Sobald man bei Adaptern -gleich welcher Kategorie- sowas wie Wackelkontakte oder mechanische Probleme feststellt, gehören sie entweder sofort repariert, oder -falls nicht möglich- sofort in die Tonne. Hier bin ich relativ gnadenlos. Auf der INTERRADIO habe ich vor etlichen staunenden Augenpaaren einmal von einigen meiner Kabel der 10MHz-Laborreferenzverteilung kurzerhand die BNC-Stecker abgerissen und weggeschmissen, weil sie beim Dranherumwackeln kurze Unterbrechungen produzierten. Ich habe an diesem Tag gut und gerne 10 BNC-Stecker feierlich in der Tonne versenkt. Ebenso feierlich haben sie einige Flohmarkthändler gleich danach wieder gewinn-geiernd aus der Tonne herausgefischt. Nun gut, ist ihre Sache. Vielleicht kannten sie meine Berichte noch nicht und wussten daher nicht um die Gefahren. Ich kann Euch aber nur raten: Finger weg von schlechtem Adapter- und Kabelkram, das bringt nur Ärger und Verdruss! Außerdem macht das Wühlen im Müll nicht wirklich besonders viel Spaß.



Abbildung 33: auch "Schrott": meine Laufschuhe nach einem Hash-Run im Urwald in Penang, Malaysia

13 Sonderfall CAL-Kit

Auch für das Calibration-Kit kann man so wie oben beschrieben vorgehen. Nicht für jede Systemfehlerkorrektur am VNA muss das gute 40GHz-Kram herausgezerrt werden. (Bedenke: jemand hat mir mal gesagt, SMA-Verbinder haben eigentlich eine maximale, spezifizierte Anzahl Konnektierungs-Zyklen von nur 40 Steckzyklen!!!)

Für die "normalen" Messungen reicht sicherlich das 6GHz-Kit locker aus, daher macht es auch hier Sinn, seine kostbaren "Laborstandards" nicht im täglichen Arbeitsalltag zu verheizen, sondern nur dann aus der Kiste zu nehmen, wenn man sie wirklich braucht: z.B. um neue "Arbeitsstandards" zu überprüfen oder Performancegrenzen zu evaluieren. Als N-Laborstandards setze ich hier z.B. 18GHz-Technik von Wiltron ein. Das hat mich auch einiges an Geld gekostet, aber dafür habe ich nun auch was, worauf ich mich verlassen kann. In 2,92mm bis 40GHz habe ich Radiall und Rohde&Schwarz, sowie Wiltron. Für die "normale Arbeit" nehme ich dann die Teile aus dem HP85032-Kit (bzw. Äquivalente).



Abbildung 34: Cockpit eines Ferrari

14 Qualität

Irgendwann, wenn man sich länger mit dem Kram beschäftigt, bekommt man so eine Art "Qualitätsblick" für HF-Adapter. Bereits am Material, am Mittelpin, teilweise am Glanzgrad des Metalls, lernt man die Typen a), b) oder c) (bzw. Mülltonne) voneinander zu unterscheiden. Dasselbe gilt übrigens auch für Kabel. Sucoflex 104-Kabel gehören sicherlich mit zu dem Besten, was man sich derzeit ins Labor legen kann, sind aber nicht für den täglichen Einsatz am KW-Funkgerät gedacht. Für Gore-Kabel gilt dasselbe- insbesondere bei Netzwerkanalysatoren kommt man um sie manchmal kaum herum, wenn es um präzise Messungen geht. Aber auch hier benutze ich sie nur, wenn die Messung (oder der Frequenzbereich) es erfordert, um die Abnutzung so gering wie möglich zu halten.

Als gute "Klasse-b)"-Alternative kann ich das Belden H155 empfehlen. Es ist nach meinen Messungen zig mal besser als das RG-58, genauso dick, möglicherweise ein wenig steifer, aber in Abschirmung, Reflexionsdämpfung und Durchgangsdämpfung um Klassen besser. Ich habe bei mir inzwischen für die BNC-Kabel eigentlich nur noch H155 im Einsatz.

Für normale SMA-Kabel kann man es auch einsetzen, aber gerade hier gibt es auch viele andere, tlw. sehr gute Kabel. Versteht mich bitte nicht falsch- ich bin kein expliziter RG58-Gegner. Für viele Dinge tut es durchaus gute Dienste. Z.B. als Wäscheleine, als Zugdraht für NYM-Kabel beim Hausbau, als Hundeleine oder als Edelmetallspende für die Kupfertonne. Notfalls kann man auch den einen oder anderen NF-Labora Aufbau damit verkabeln. Wenn es um richtige GHz geht, muss man sich allerdings was anderes suchen ;-)

15 Abschlussgedanken

Ich bin mal wieder abgeschweift, aber manche Leser sagen mir, dass genau DAS das Lesen meiner Geschichten so reizvoll mache. Ich will nicht widersprechen. Wichtig ist doch nur, dass ich mit meinem HP83630L nun endlich auch ein Fallusobjekt ersten Ranges in meinem Bastelkeller stehen habe (und das "L" im Produktnamen steht mit Sicherheit nicht für "Light", sondern eher für "LARGE!!" ;-).

Ich freue mich auf Eure dicken Krokodilstränen auf dem nächsten Funk.TAG.

Bitte tut mir doch den Gefallen :-)

Euer Marc



Abbildung 35: echte Krokodilstränen will ich sehen!

Jaja, ich weiß. Eigentlich sind das Alligatoren und keine Korokodile. Aber egal, Hauptsache die Tränen sind echt und richtig feucht ;-)

16 Bilderrätsel

So, dieses mal habe ich mir als Abschlussbild mal was ganz Besonderes für Euch ausgedacht!

Das folgende Foto zeigt einen ganz besonderen Punkt in (Nord)-Amerika. Weil der Punkt eben so besonders ist, wollen da alle hin und ein Foto davon machen. Wahrscheinlich gibt es inzwischen Millionen von Fotos von diesem Punkt, aber auch ich musste natürlich eins machen. Weil das alle wollen, bildet sich dort immer eine lange Schlange von Touristen, die sich zusammen mit diesem "Ding" ablichten lassen wollen. Was genau das "Ding" ist, müsst ihr selber herausfinden!

In dem Foto habe ich es ausgegraut, damit es nicht zu einfach wird. Die Silhouette habe ich in etwa nachgeahmt, das hilft vielleicht etwas beim Rätseln.



Abbildung 36: Bilderrätsel: was fotografieren die ganzen Touris da bloß?

Eine kleine Hilfe gebe ich noch. Das folgende Foto entstand ganz in der Nähe dieses gesuchten Punkts. Nunja, was für Amerikaner eben "ganz in der Nähe" heißt. Es ist nicht unmittelbar daneben, aber schon in derselben Region. Als Freizeitläufer musste ich natürlich ein Foto mit mir zusammen davon machen, auch wenn einige vorbeifahrende Autos dies mit Applaus- oder Protesthupen bekundeten, ha ha ha.

Mehr wird aber wirklich nicht verraten! Mit all diesen Hinweisen solltet ihr es jetzt herauskriegen können!

Alle die, die die Lösung wissen, dürfen mir eine email schreiben an

>>> Marc.Michalzik@bymm.de <<<

und mir den gesuchten Ort des Bilderrätsels nennen. Wenn es richtig ist, schicke ich Euch das originale Foto und einen Gruß als Email zurück!

Mal sehen, was jetzt so kommt :-)



Abbildung 37: kleine Hilfe!

Grüße,
Marc Michalzik
NOV2016

17 Disclaimer

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 ;-).

Die Berichte wurden von mir nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Disclaimer

Alle Artikel unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Keine unerlaubte Vervielfältigung, Aufführung, Weitergabe, Druck. Eine kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen. Weiterhin übernehme ich weder Gewähr für die Richtigkeit der Inhalte noch übernehme ich Haftung für Risiken und Folgen, die aus der Verwendung/Anwendung der hier aufgeführten Inhalte entstehen könnten. Nicht-Sachkundigen rate ich generell von Eingriffen in elektrische Geräten und Anlagen dringend ab! Insbesondere verweise ich auf die strikte Einhaltung der aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften von VDE und Berufsgenossenschaft über die elektrische Sicherheit!

Rechtliche Absicherung

Grundsätzlich berufe ich mich bei meinen Dokumenten auf mein Menschenrecht der freien Meinungsäußerung nach Artikel 5, Absatz 1 des Grundgesetzes. Dennoch mache ich es mir zu eigen, von den in den Berichten namentlich vorkommenden Personen vor der Veröffentlichung eine Zustimmung einzuholen. Wenn Sie jedoch der Meinung sind, dass Sie persönlich betroffen sind und das in Ihrem Fall versäumt wurde, und Sie sind darüber verärgert, so bitte ich um eine umgehende Kontaktaufnahme (ohne Kostennote!) mit mir. Das gilt auch für den Fall, wenn meine hier bereitgestellten Inhalte fremde Rechte Dritter oder gesetzliche Bestimmungen verletzen sollten. Ich garantiere, dass die zu Recht beanstandeten Passagen unverzüglich entfernt werden, ohne dass von Ihrer Seite die Einschaltung eines Rechtsbeistandes erforderlich ist. Dennoch von Ihnen ohne vorherige Kontaktaufnahme ausgelöste Kosten werde ich vollumfänglich zurückweisen und gegebenenfalls Gegenklage wegen Verletzung vorgenannter Bestimmungen einreichen.

Haftungshinweise

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehme ich keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Kontakt:

Marc.Michalzik@bymm.de

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. © ®. Alle Rechte vorbehalten. Keine Vervielfältigung, Nachdruck. 2016, Marc Michalzik