

Klark-Teknik DN60 Real Time Analyzer (RTA)



Abbildung 1: Klark-Teknik DN60 und RT60

1 Einleitung

Akustik ist in meinen Augen ein wirklich anspruchsvolles Thema. Wer es auch nur ansatzweise beherrschen will, braucht -wie in vielen anderen Bereichen der Technik auch- zweifelsfrei geeignete Messmittel. Ein solches möchte ich heute vorstellen: es geht um den legendären Realtime-Analyzer "DN60" des englischen Herstellers "Klark-Teknik". Variierende Schreibweisen auf seinen Produkten beweisen zwar, dass er selbst nicht so recht weiß, ob man seinen Firmennamen nun lieber „mit“ oder „ohne“ Bindestrich schreiben sollte, aber ungeachtet dessen gehört er zweifellos zu dem Edelsten, was die Audio-Bühnenszene je so bislang hervorgebracht hat! Im Gegensatz zu den meisten Artikeln, die ich im Internet zu diesem tollen Gerät finden konnte, möchte ich in diesem Reparaturbericht etwas tiefer gehen: wir werden ihn nicht nur abgleichen, sondern auch eine kleine Reparatur daran durchführen.

2 Post!

Es klingelt. Mal wieder in Rekordzeit ist der über die Kleinanzeigen gefundene DN60 da: doch die Schnelligkeit hat leider auch ihren Preis. Ein bereits aus dem Paket durch eine ausge-rissene Kartonecke herausguckendes "Ohr" der Frontplatte des Analyzers lässt mich schon beim Auspacken das Schlimmste befürchten. Sicherheitshalber filme ich den kompletten Auspackvorgang mit dem Handy, damit ich hinterher auch immer nachweisen kann, dass das Paket schon so beschädigt ankam und die möglichen Schäden im Innern nicht durch mich verursacht wurden!

Wer viele Pakete schnellstmöglich transportieren muss, kann nicht jedem Karton einzeln ein Küsschen geben und ihm auch noch individuell eine gute Reise wünschen, das ist mir klar. Doch trotzdem stelle ich die Frage, ob der Transport nicht etwas sanfter erfolgen könnte, denn das, was ich nun aus dem beschädigten Karton ziehe, lässt mich vermuten, dass das Paket - direkt nach dem Küsschen und dem gute-Reise-Wunsch- mit voller Wucht aus größerer Höhe mit der Frontplatte voran auf einen harten Untergrund gefallen sein muss. Denn mal ehrlich: wie sonst schafft man es denn sonst, eine gut 5mm dicke, massive Aluminiumfrontplatte so zu verbiegen?!?



Abbildung 2: schlechtes Omen: ein aufgerissener Karton ist nie gut!

Man muss aber fairerweise leider auch demjenigen, der das Paket verschickte, einen Vorwurf machen: Pakete müssen so gepackt werden, dass die Ware sich im Innern nicht groß bewegen; also nicht hin- und her schleudern darf. Das steht so in fast allen den Beförderungsbedingungen der Paketdienstleister- und das aus gutem Grund! Das einfache Umwickeln mit Luftpolsterfolie und Ausstopfen mit Zeitungspapier reicht hier leider oft nicht. Doch trotzdem muss man auch aus Kundensicht fragen dürfen: wieviel G soll so ein Paket denn bitte aushalten müssen? Fordert man seitens der Paketversender derart "schüttelfeste" Verpackungen womöglich nur aus dem einzigen Grund, dass man die Pakete hinterher werfen und fallen lassen darf? Also ich meine jetzt nicht einmalig aus Versehen, sondern eher "systematisch"?



Abbildung 3: eine Menge Gewalteinwirkung ist notwendig, um so eine massive Frontplatte zu verbiegen!

Leute, bitte: verpackt Eure Pakete etwas robuster, aber zugleich geht mein Appell auch an die Logistikindustrie: gebt Euren Mitarbeitenden die Möglichkeit, dass sie ihre Arbeit machen können, OHNE Pakete permanent werfen und schubsen zu müssen! Es liegt nicht ausschließlich an den Pakete werfenden Zustellern/innen, sondern auch den denjenigen, die ihnen die entsprechenden Arbeitsbedingungen zugestehen- oder eben auch nicht!

3 Unboxing

Das erspare ich Euch. Wenn ihr zusehen wollt, wie andere Menschen Pappkartons öffnen und dazu begeistert euphorische Laute erzeugen, geht auf Youtube. Da gibt es mehr als genug solcher Videos.

Ich gehe stattdessen direkt über zum...

4 ...Aufschrauben!

Wenn ich ein gebrauchtes Gerät aus dem Karton hole und mich nach einer ersten Begutachtung traue, ihn an die Steckdose anzuschließen (vorher Isolation, Berührströme usw. messen, damit Ihr Euch nicht gefährdet, falls was kaputt sein sollte!), halte ich mich typischerweise nur kurz mit dem ersten Funktionstest auf. Denn die ersten Gedanken, die ich dann erst einmal habe, ist es, das Gerät aufzuschrauben und im Innern nach Auffälligkeiten und insbesondere nach den korrekten Betriebsspannungen (Netzteil!) zu schauen. Gerade bei den alten analogen Trümmern, die ich meistens kaufe, ist das vernünftig. Die Geräte sind oft schon zehn Jahre oder älter und je nach Gerätetyp und Design des Entwicklers können sich dort einige Bauteile vielleicht schon ihrem spezifikationsgemäßen Lebens-Ende genähert haben. Besonders thermisch stark beanspruchte Bauteile und Elektrolytkondensatoren sind oft eine Stelle, wo es sich zu gucken lohnt.

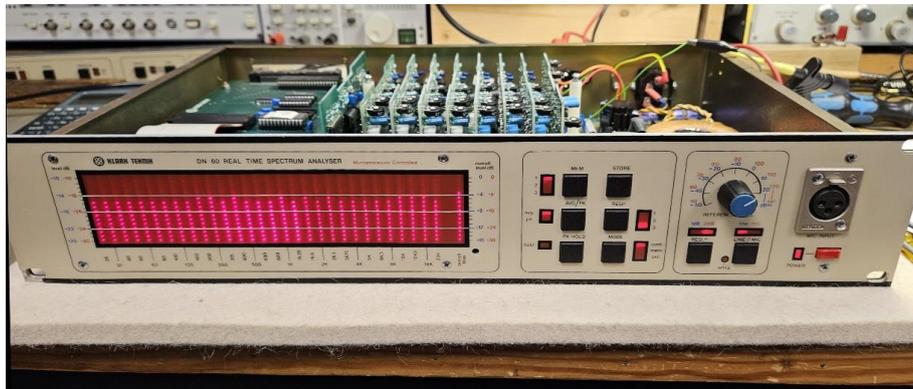


Abbildung 4: der DN60 mit geöffneter Motorhaube

Also auf mit der Haube, denn vorher habe ich natürlich erst einmal das eine "Ohr" wieder gerade gebogen. Ich bin wahrscheinlich der einzige auf der Welt, der dafür einen DN60 in einen Leinen Werkstattschraubstock gespannt und daran herumgezerrt hat.

Das Netzteil liefert 3 Nennspannungen: +5V für die Digitaltechnik, sowie +/-8V für die ganzen OpAmps. Die werden über 7808 und 7908 Spannungsregler erzeugt und stehen sauber an und sind quasi brummfrei. Mit gemessenen +7,7V und -7,8V sind sie vielleicht etwas gering, aber für mich noch kein Grund, misstrauisch zu werden.

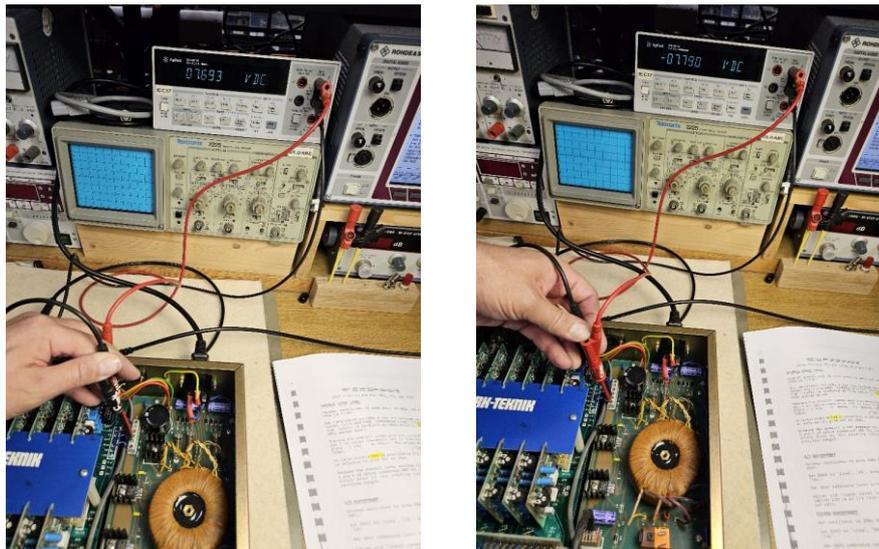


Abbildung 5: Prüfung der +/-8V Netzteilspannungen

Die +5V stehen "besser" an, dafür wird der verwendete Spannungsregler an der Geräterückseite jedoch auch relativ warm. Das schrieben aber schon andere DN60-Besitzer, daher halte ich das für normal und bin mit diesen Ergebnissen erst einmal zufrieden.

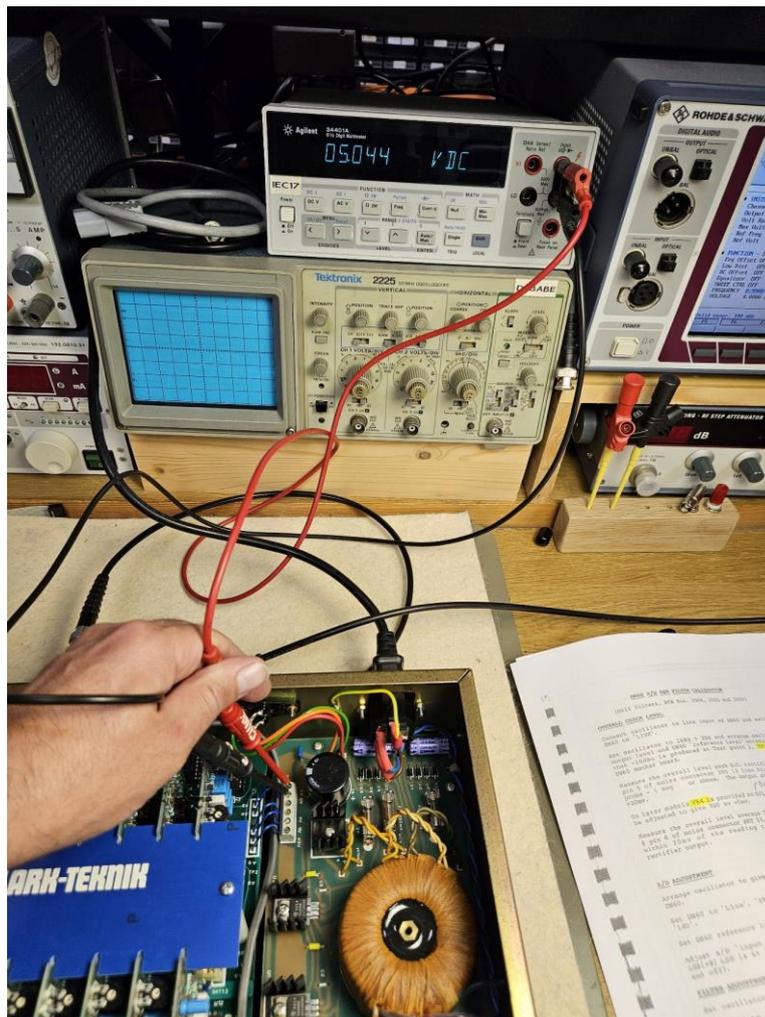


Abbildung 6: Messung der +5Volt

5 EPROM-Sicherung

Das nächste, das ich dann normalerweise mache, ist eine Sicherheitskopie der Firmware. Bei den alten Geräten ist das alles noch schön einfach, denn die benutzen oft noch EPROMs, die man aus den Fassungen zerreißt und mit meinem Batronix EPROM-Programmiergerät problemlos auslesen und danach auf Festplatte/Diskette/DVD,.. sichern kann. Erst wenn ich das hinter mir habe, atme ich eigentlich auf, denn dann sind die Hauptrisiken (Schaden durch Überspannung, Datenverlust) erst einmal größtenteils "im Griff".

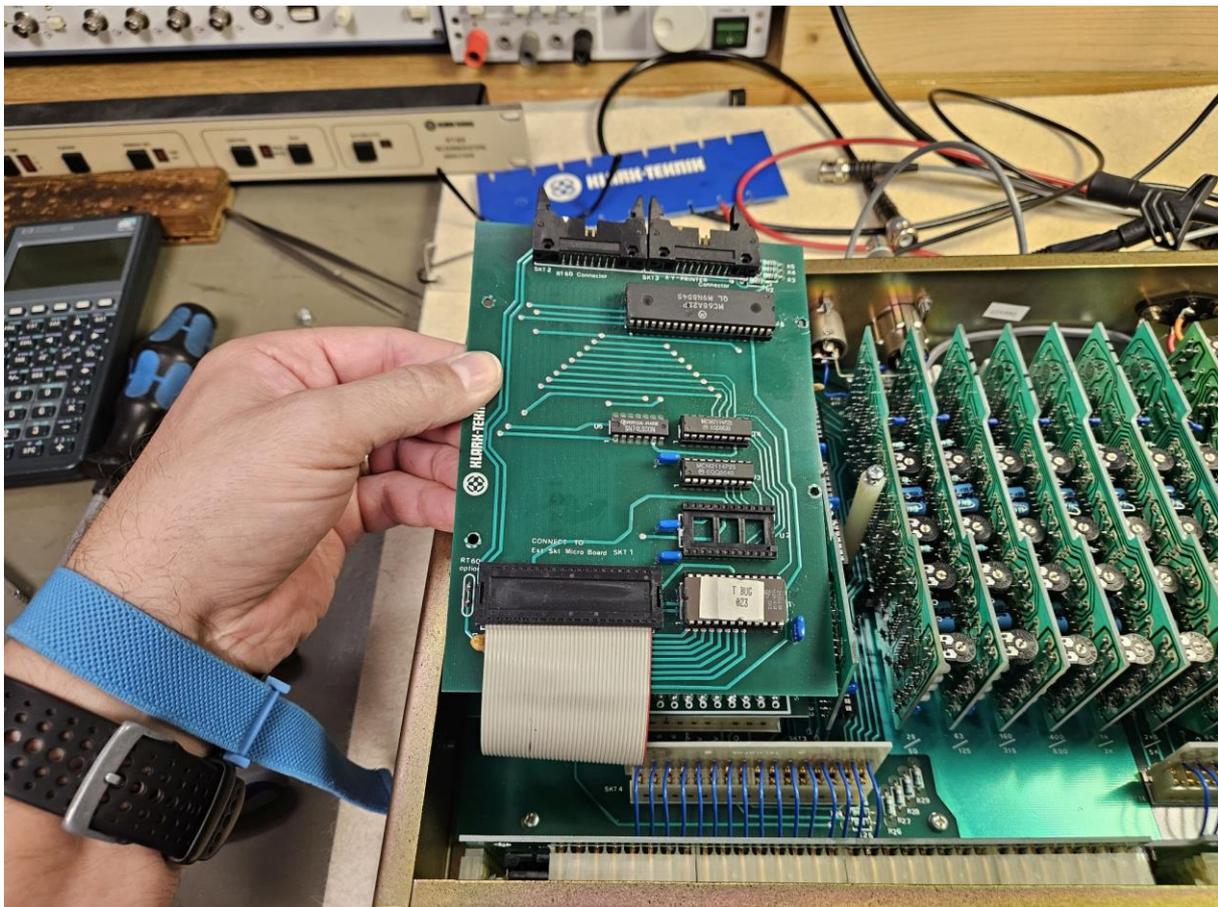


Abbildung 7: auf der Suche nach EPROMs- allerdings bitte immer mit angelegtem ESD-Schutz!

Warum ich mir das so "kompliziert" mache und es nicht einfach gut sein lasse nach dem Messen der Netzteilspannungen? Nun ja, stellt Euch vor, dass die EPROMs infolge eines Defektes irreparabel beschädigt ("geschossen") werden; z.B. durch eine Überspannung im Stromnetz.

Selbst wenn ich den DN60 danach elektrisch wieder repariert bekäme- ohne die entsprechende Firmware in den EPROMs würde er nicht funktionieren. Und die zu bekommen, würde sich zuweilen sehr schwierig gestalten. Aktuell kenne ich niemanden, der auch einen DN60 hat, also müsste ich in Foren herumschreiben und herumfragen oder andere DN60-Verkäufer nötigen, ihr Gerät vor dem Verkauf noch einmal aufzuschrauben und die EPROMs auszulesen. Sehr unwahrscheinlich, dass das überhaupt jemand könnte und dann auch tatsächlich machen würde. Und selbst dann ist es nicht gesagt, dass die Daten (SW) dann zu meinem Gerät kompatibel wären. Von daher: das Sichern der Dateninhalte als eine der ersten Maßnahmen ist in meinen Augen eine sehr vernünftige Idee und es wäre auch nicht das erste Mal, dass ich einem anderen "gestrandeten Bastler" diese EPROM-Daten zur Verfügung stellen und ihm damit eine sehr große Freude machen kann. Alleine das lohnt die Mühe schon.

Der DN60 hat zwei EPROMs vom Typ 2516 und wenn er noch -wie bei mir- die Schnittstelle zum RT60 Reverb Analyzer-Zusatz eingebaut hat, ein weiteres vom selben Typ.

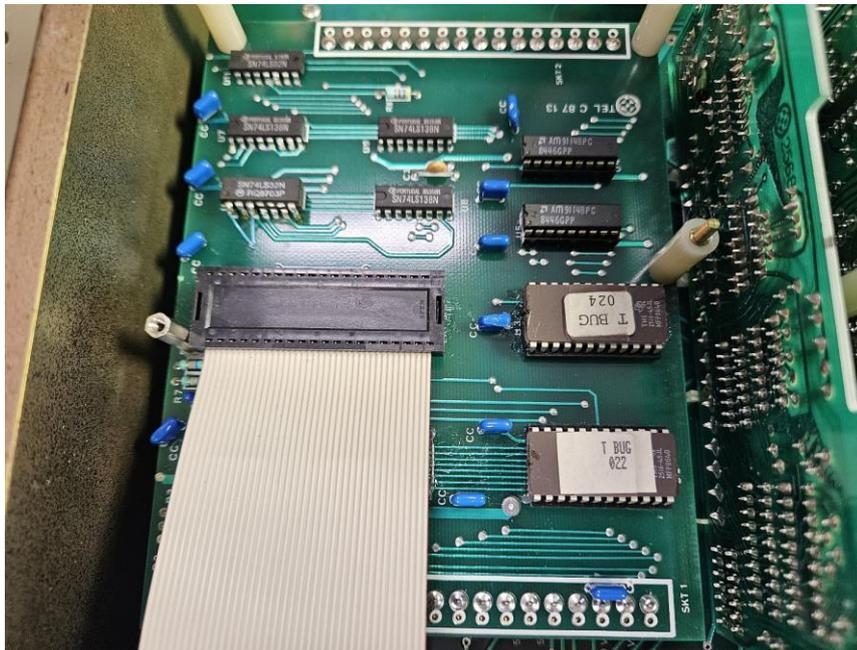


Abbildung 8: zwei EPROMs auf der Prozessor-Platine

Interessant ist, dass die EPROMs bei mir mit einem Silikon(?)-Tropfen in ihren Fassungen gegen Herausfallen gesichert waren- sicher eine Maßnahme in der weisen Voraussetzung, dass man das Gerät im Jahre 2023 einmal durch einen Pakete-werfenden Postdienstleister wird verschicken müssen ;-)



Abbildung 9: links: Sicherung mit Silikon; rechts: Auslesen des EPROMs

Das Auslesen selbst gestaltet sich völlig unproblematisch und da ich nicht plane, das Gerät so schnell wieder zu verschicken, verzichte ich beim Wiedereinstecken auch auf den Silikon-Tropfen. Viel wichtiger ist, dass der Schutzaufkleber auf dem IC-Fensterchen lichtdicht aufgeklebt ist und da ist man bei Klark-Teknik keinerlei Risiko eingegangen. Dick wie Pappe und fest aufgeklebt wie die Dampfsperre in einem Neubau schützen sie die EPROMs damals wie heute noch vor ungewolltem UV-Lichteinfall.

6 Erste Schritte

Nun ist es aber an der Zeit, das Gerät einmal richtig auszuprobieren. Der DN60 ist als "Real-time-Analyzer" ein Analysator, der NF-Signale auf seinen Frequenzinhalt untersuchen kann. Ähnlich wie bei einem Prisma für Licht, zerlegt auch er das zu analysierende Signal in seine verschiedenen Frequenz-Anteile -insgesamt 30*- , die er dann mittels verschieden hoher Leuchtbalken auf seinem beeindruckenden, rot leuchtenden LED-Matrixgrab zur Anzeige bringt. Einer der Gründe, weshalb ich in den DN60 gekauft habe, ist der Fakt, dass er das sehr, sehr schnell tut!

Quasi in Lichtgeschwindigkeit arbeiten die ganzen 30 parallel geschalteten Analysefilter Echtzeit-Parallel (Analogtechnik!) und liefern der LED damit "sofort" ihr Ausgangssignal. Wäre da nicht das (unvermeidliche) elektronische Multiplexen der ganzen LED-Anzeigen, würde auch das wirklich "verzögerungsfrei" funktionieren. Eine Eigenschaft, die ich an nahezu ALLEN heutigen Geräten vermisse, die mit teilweise so hohen Latenzen daherkommen, dass ich deswegen oft ihre analogen Vorfahren bevorzuge.

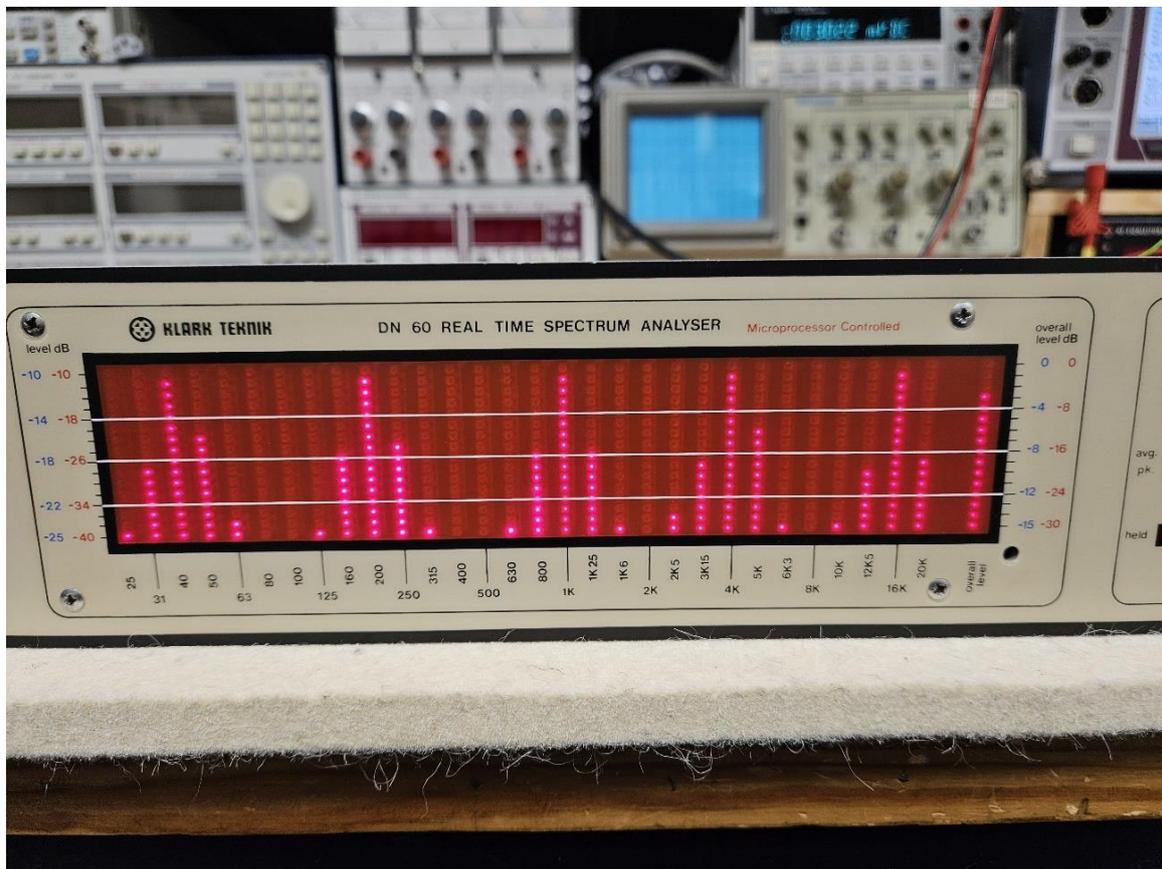


Abbildung 10: nein, perfekt "scharf" sind die Filter im DN60 nicht, denn sonst sähen wir hier nur 5 (bzw. 6) einzelne Striche ohne Nebenbouquets. Dafür aber schnell! Hier ein 5fach Multisinus, generiert mit einem R&S UPL Audioanalyzer

* Überlicherweise redet man bei "Terzband"-Analysatoren immer von 31 Bändern! Der DN60 macht da allerdings eine Ausnahme, denn er beginnt nicht bei 20Hz, wie sonst üblich, sondern bei 25Hz. Damit fehlt ihm das unterste Filterband (20Hz) und wir kommen auf nur 30 Filter- statt sonst 31. Ich persönlich finde das nicht schlimm, denn Praxisrelevanz hat ein 20Hz-Band für mich eh nicht, da ich auch keinen Subwoofer kenne, der diese tiefe Frequenz überhaupt noch ernsthaft wiedergeben könnte.

NF-Analysatoren wie der DN60 heißen daher auch "RTA"- Real Time Analyzer. (Also das Gegenteil der Deutschen Bahn, in der ich gerade wieder sitze und mir die Wartezeit wegen eines durch multiple Verspätungen und Zugausfällen kollabierenden Fahrplans mit Reparaturberichten vertreibe.) Ihr Funktionsprinzip gestattet eine quasi Echtzeitmessung; im Gegensatz zu den FFT-Analysern, die mit einer Fast-Fourier-Transformation immer erst eine Berechnung ausführen müssen, bevor sie ihr Ergebnis anzeigen können.



Abbildung 11: Bevor man "wiederkommt", muss man allerdings erst einmal "ankommen". Das hat die DB leider noch nicht geschnallt, denn eine Zugfahrt nach Stuttgart besteht aktuell aus 6 Etappen- von der bei mir nicht eine einzige(!) planmäßig verlief. Bei der Rückfahrt ebenfalls nicht; d.h. final 0 von 12 Etappen. Meine Frau musste mich am Ende nachts mit dem Auto aus Hildesheim abholen. Werbeplakate wie diese empfinde ich daher inzwischen als Verhöhnung von Fahrgästen.

Doch der Preis für das Warten (zumindest bei der FFT; bei der Bahn bin ich mir nicht sicher) kann sich lohnen: je nach Bewertungsfenster und Rechartiefe können FFT's irre Frequenzauflösungen bieten oder hohe Steilheiten, die konventionelle Filter niemals erreichen würden- oder nur bei irre langen Einschwingzeiten. Womit es dann mit der "Echtzeitfähigkeit" auch Essig wäre ;-)



Abbildung 12:...und das ärgert mich, denn wie gerne würde ich jedem das Bahnfahren als umweltfreundliche und entspannte Beförderungsalternative empfehlen! Doch sorry liebe Bahn- aktuell kann ich es wirklich nicht! Da nützt auch die hübscheste Beleuchtung nichts, wenn der Zug komplett ausfällt oder seine Anschlusszüge so gut wie nie erreicht.

Der DN60 als Vertreter der Terzbandanalyser (d.h. 31 logarithmisch verteilte Frequenzfilter von 20(25)Hz..20kHz) kann zwar mit heutigen FFT-Analysern wohl kaum mehr mithalten, allerdings hat er noch immer seine Berechtigung: ohne groß SW-lastiges Messsystem ist er in wenigen Sekunden einsatzbereit, hat keine Festplatte, die versagen kann, und auch kein Update, das misslingen kann. Er tut einfach seinen Dienst, so wie vor 30 Jahren auch, als das Gerät in etwa auf den Markt gekommen sein dürfte. Das macht allerdings auch seine technische Bedienung inkl. Reparatur so einfach und überschaubar. Bis auf den EPROM-Dateninhalt (den wir ja schon gesichert haben) gibt es am DN60 kaum etwas, das man nicht reparieren kann.



Abbildung 13: wenn man diese Taste länger drückt, aktiviert man das dB(A)-(Ohrkurven)Filter. Bei angelegtem rosa Rauschen kann man sehr schön sehen, wie das dB(A)-Filter in seinem Verlauf aussieht

Somit finde ich mich recht schnell die Bedienung und die Möglichkeiten des DN60 ein und stelle fest, dass der Verkäufer (der übrigens der Keyboarder einer international bekannten, deutschen Rockband war) Wort gehalten hat: das Gerät funktioniert bis auf einen leicht kratzenden Pegelwahlschalter einwandfrei! Und das nehme ich ihm nicht übel, denn dass bei so alten Geräten auch mal ein Poti kratzt, damit muss man einfach rechnen, wenn man was gebraucht kauft und ist auch für mich kein Reklamationsgrund.

Wir schreiben uns trotzdem zwei Themen auf unsere DN60-Willkommensliste:

1. einen Abgleich
2. die Reparatur des kratzenden Drehschalters

Mehr ist tatsächlich nicht zu machen!

7 Abgleich

Um es vorweg zu nehmen: viel nachzustellen war an diesem DN60 tatsächlich nicht. Ein paar wenige Millivolts oder einmal 1 dB hier und ein halbes dort- für ein so altes Gerät ist das erstaunlich wenig, was an Nachjustierung erforderlich war. Das zeichnet ein gutes Design des Herstellers aus, denn wenn es so langzeitstabil ist, kann es nicht schlecht gewesen sein.

Was genau und wie man abgleichen muss, steht im Service Manual des DN60. Dem Internet sei Dank, konnte ich es zum Download finden und da es sogar Schaltbilder enthält, ist das ein wichtiger Beitrag für ein langes Geräteleben.

8 Abgleich Schritt 1

Das Manual beginnt den Abgleich damit, die Ausgangsspannung der Peak- und Average-Gleichrichter zu kontrollieren bzw. zu justieren. Es spricht dabei von "O/L", was wohl "Overall" also mit "gesamt" zu übersetzen ist. Denn der DN60 hat ganz rechts in der Anzeige einen eigenen Leuchtbalken für die Gesamtsumme, die dort auch mit "Overall" bezeichnet ist.

Dieser wird -je nach eingeschaltetem Detektor- in "peak" oder "average" angezeigt und wird mit VR4 eingestellt.

Um diese Einstellung machen zu können, muss man jedoch eine wichtige Vorbedingung schaffen: man muss über den hinteren Line-in-Eingang eine 1kHz Sinus-Spannung derart einspeisen, dass am Testpunkt1 genau -10dBu anliegen. Ich gebe zu, dass auch ich erst nachschauen und nachrechnen musste, was "dBu" überhaupt ist. Lösung: 0dBu = 0,775Veff, somit entsprechen -10dBu in etwa 245mVeff.

Überprüfen kann man seine Einstellung am Testpunkt1 des Motherboards- doch leider ist bei meinem Gerät dort, wo ich eigentlich einen Lötstift oder zumindest einen Lötstift erwartete, nur ein Loch; d.h. der TP1 ist nicht bestückt. Dementsprechend kriegt dort auch nicht wirklich einen elektrischen Kontakt. Doch es gibt weitere Möglichkeiten: der nebenan verbaute NE5532 hat das Signal an seinem Pin6 anliegen. Noch einfacher ist es wahrscheinlich, es einfach den dem Molex-Verbinder SKT13 an Pin 4 abzugreifen.

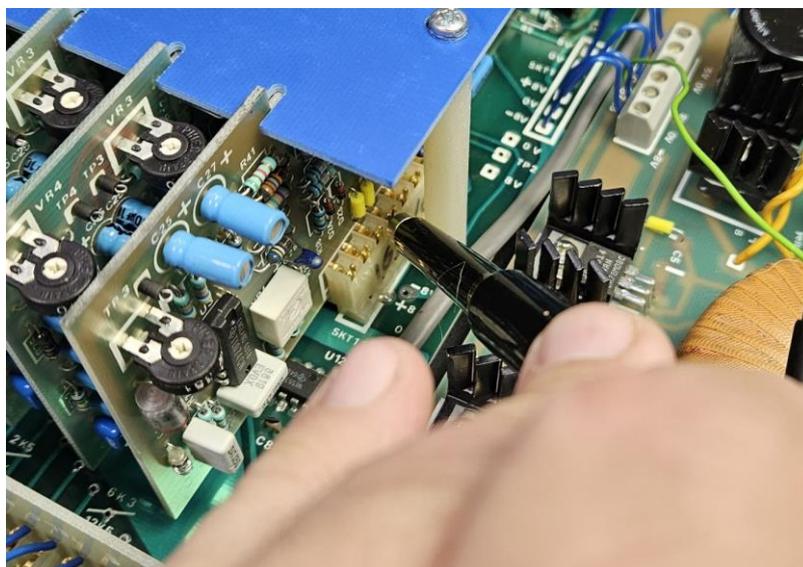


Abbildung 14: Überprüfen der eingestellten Prüfspannung an SKT13/Pin4

Etwas "kniffliger" ist es, die Signalmasse zu finden, denn soweit ich es messen konnte, liegt die NICHT auf dem Metallgehäuse. Doch hier nimmt man sich den Klemmblock am Netzteil zu Hilfe, der -Dank der sauberen Beschriftung- uns genau zeigt, wo zwischen die +/-8V die Bezugsmasse ("0V") versteckt ist. Dort schiebe ich einen kleinen Draht mit unter die Klemme (der kleine grüne Draht in Abbildung 14 und daran schließe ich nun meine Messtechnik an.*

Hat man die erfolgreiche Einspeisung der -10dBu nun nachgeprüft (z.B. mit einem Audio-Voltmeter), schnappt man ein hochohmiges Gleichspannungsvoltmeter seines Vertrauens und klemmt es am selben Steckverbinder (SKT13) an Pin5 an.

Das ist der Ausgang des Spitzenwertgleichrichters und sollte unter diesen Messbedingungen genau 900mV (+30/-0 mV) erzeugen.

Tut er das nicht, schraubt man an Poti VR4, das ein wenig versteckt auf der letzten der hochkant in SKT13 steckenden Platine zu finden ist.

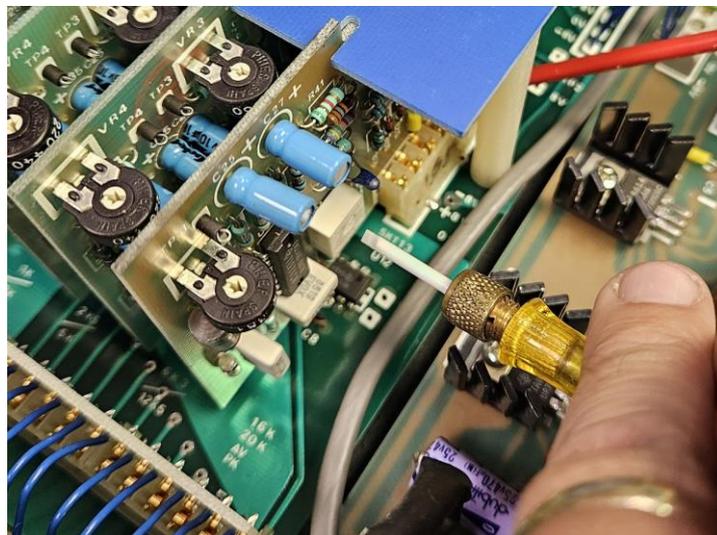


Abbildung 15: Abgleich mittels VR4

Bei mir konnte ich dort die 900mV bis auf das Millivolt genau einstellen.

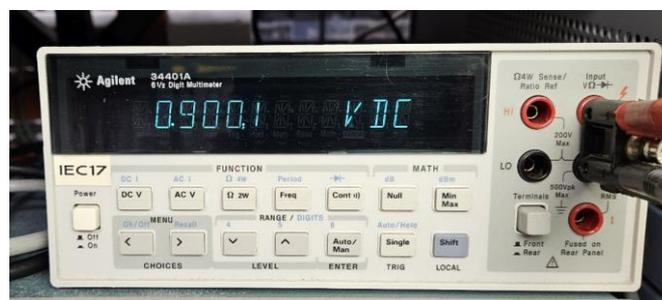


Abbildung 16: Abgleich Schritt 1 erfolgreich

* man hätte die Signalmasse auch an Pin1 des selben SKT13-Steckverbinders abgreifen können, aber das wusste ich zu diesem Zeitpunkt noch nicht!

9 Abgleich Schritt 2

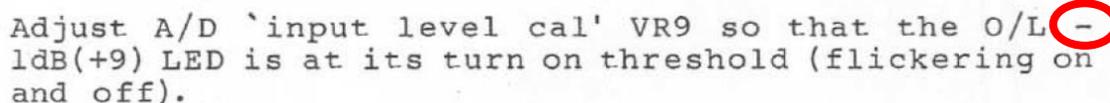
Mit demselben Messaufbau, lediglich einen Pin weiter (SKT13, Pin 6) steht das Ausgangssignal des Mittelwertgleichrichters an. Auch dort sähe das Manual gerne 900mV mit einer Toleranz von +/-20mV um den vorhin gemessenen Wert herum. Bei mir sind es 896mV und somit voll in Ordnung.

Für diesen Messpunkt gibt es leider keine Abgleichmöglichkeit. Erhält man also hier stark abweichende Werte, muss man sich wohl oder übel auf die Suche nach einem Fehler auf der Platine machen.

10 Abgleich Schritt 3

Jetzt wird er Analog-Digitalwandler eingestellt. Der ADC im DN60 ist letztendlich ein Komparator, der eine -vom Steuerrechner des DN60 vorgegebene Referenzspannung- mit der zu digitalisierenden Spannung vergleicht. Vermutlich mit der Methode der sukzessiven Approximation "probiert" der Rechner dann so lange variierende Referenzspannungen aus, mit er einen Wert findet, bei dem das Ändern um nur 1Bit gleich das Kippen der Komparatorspannung bewirkt. Der binäre Wert, bei dem genau das passiert, die der Wert der gesuchten, zu digitalisierenden Spannung! Also eigentlich eine Art "Ausprobier-Wandler". Geniale Idee, ist auch beim Analogmodul im Rohde&Schwarz CMT Funkmessplatz so zu finden.

Das Manual sieht vor, die Verstärkung der zu digitalisierenden Spannung mit Abgleichelement VR9 zu einstellen, dass bei einem Eingangssignal von +9dBu (=2,183Veff) die "-1dB"-LED der "Overall-Anzeige" gerade so zu flackern beginnt (Drehschalter auf +10dB). Ein wenig Tricky ist dabei der Beschreibung im Manual, denn dass das "minus" wirklich ein "minus" ist und zu der "1dB-Angabe" gehört und kein Satz-Trennzeichen ist, sieht man auch nicht gleich sofort (Abbildung 17).



Adjust A/D 'input level cal' VR9 so that the O/L -
1dB(+9) LED is at its turn on threshold (flickering on
and off).

Abbildung 17: Auszug aus dem Klark-Teknik DN60 Service Manual

VR9 sitzt auf der ersten, der ganzen hochkant eingesteckten Leiterplatten und ist etwas tief unten versteckt.

11 Abgleich Schritt 4a

Jetzt kommt der eigentliche "Kern" des DN60-Abgleiches- nämlich die ganzen Filter! Dazu muss man aber zu allererst das blaue "Klark"-Schildchen abschrauben, denn es verdeckt teilweise den Zugang zu wichtigen Einstellpotis.

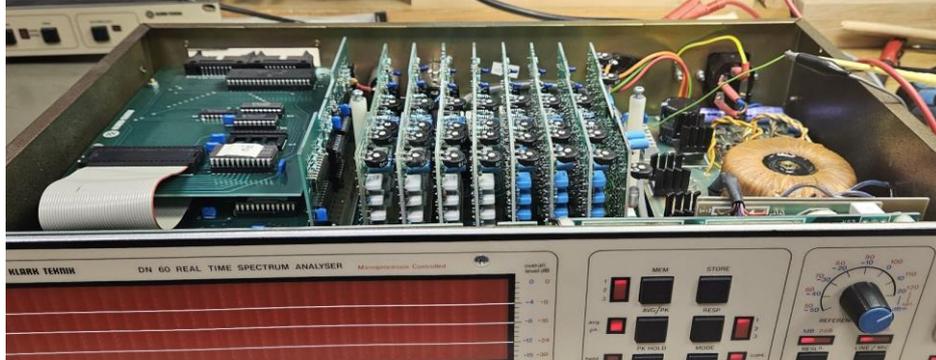


Abbildung 20: freier Zugang zu allen Einstellpotis der Filterbank

Der nun folgende Ablauf wird nun genau 30mal durchgeführt- also jeweils pro Filterstufe. Die erste hat ihre Durchlassfrequenz bei 25Hz, die zweite bei 31Hz, dann 40Hz, 50Hz,...usw...die letzte dann 20kHz.

Mit einem Pegel von -1dBu in den rückseitigen Line-Eingang gleich man die Pegel mit dem jeweiligen Poti (es gibt nur eins pro Filter!) nun so ab, dass der Anzeigebalken auf der -11dB-Position gerade so aufflackert. Der Wahlschalter soll dabei +10dB stehen und als Auflösung "1dB" gewählt, sein also gilt die blaue Skala. Leuchten alle LEDs bis ganz nach oben hin auf, wären das also -10dB. Die gesuchten -11dB wären genau dann erreicht, wenn alle LEDs -bis auf die Oberste!- leuchten.



Abbildung 21: die -11dB sind genau dann erreicht, wenn die zweit oberste LED gerade aufflackert (gelbe Linie)

Das Manual spricht hier von dem "Adjustment of the pre-set sharpness", was in meinen Augen etwas verwirrend klingt. Denn meiner Ansicht nach verändern wir mit dem jeweiligen Trimmer weder eine "Filterschärfe" (d.h. Güte) noch seine Charakteristik. Wie ich das verstehe, ändern wir damit all seine Verstärkung und dazu reicht der einzelne Trimmer auch locker hin.

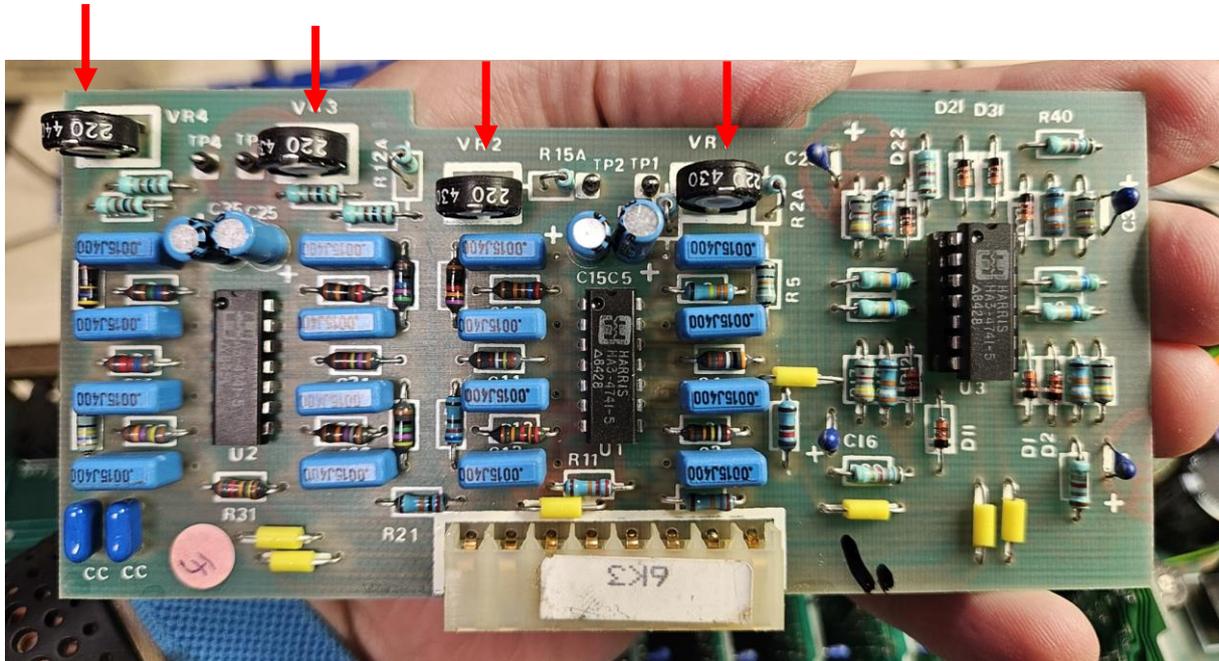


Abbildung 22: Exemplarisch hier eine der vielen Filterkarten. Bis auf eine Ausnahme sind dort immer vier Trimmer drauf- pro Filter je einer.

Wenn wir einen Blick auf eine dieser Filterkarten werfen (Abbildung 22), so erkennen wir durchweg hochwertige Bauteile. Das ist auch der Grund dafür, weshalb ich beim Nachgleichen nur sehr, sehr wenig nachstellen musste. Die Bauteile scheinen deswegen sehr langzeitstabil zu sein.

12 Abgleich Schritt 4b

Doch damit ist der Filterabgleich laut Servicemanual noch nicht ganz fertig. Klark-Teknik legt Wert darauf, dass die "-11dB" nicht bei der auf der Frontplatte aufgedruckten Frequenzen stimmen, sondern bei der "echten" Mittenfrequenz des Filters!

Ein Beispiel: ich habe gerade das 1kHz-Filter abgeglichen, dass die -11dB-LED gerade so aufflackert. Das zum Abgleich eingespeiste Signal hatte auch brav 1,000kHz bei -1dBu.

Nun möchte der Hersteller jedoch, dass wir den Abgleich bei der "richtigen"; also real ausgemessenen Mittenfrequenz wiederholen! (Fragt mich bitte nicht, warum er das nicht gleich im ersten Schritt so macht, man also erstmal bewusst "falsch" abgleicht, aber so steht es eben im Manual). Dazu müssen wir also nun unseren Signalgenerator um wenige Hertz nach oben und unten verstimmen, um das reale Signalmaximum zu finden.

In meinem Fall war das 1020Hz; d.h. also dass mein 1kHz-Filter seine wahre Resonanzfrequenz genau 20Hz höher hat, als auf der Frontplatte aufgedruckt.

Bei diesen 1020Hz wiederhole ich den Abgleich noch einmal; d.h. stelle wieder auf das Aufklackern der -11dB-LED ein. Erst dann ist das Filter richtig eingestellt, sagt das Manual.

Mal ganz ehrlich: ob es das jetzt wirklich noch "rausreißt" und den Aufwand lohnt, kann ich schlecht sagen. Möglicherweise ist da auch die Erfüllung bestimmter Normen mit im Spiel, weshalb es dem Hersteller so wichtig ist, dass die -11dB auch bei der "richtigen" Frequenz kommen. Sollte man den Abgleich wirklich so wie hier beschrieben machen, muss man sich allerdings bewusst sein, dass der Analyzer dann zwar für die tatsächlich ausgemessene Mittenfrequenz (in meinem Fall: 1020Hz) korrekt anzeigt, jedoch nicht mehr unbedingt für die auf der Frontplatte abgedruckte (1000Hz)!

Ob das so viel besser ist? Ich weiß nicht.

Ich bin mir daher auch nicht sicher, wie man den Abgleich wirklich machen sollte. Im Zweifelsfall natürlich nach Herstellervorgabe, jedoch ist es bestimmt nicht verboten, auch Herstellerangaben mit etwas Sachverstand zu hinterfragen.

Wenn ihr mich fragt, wie ich es bei mir gemacht habe?

Nun, als ich bei den ersten vier Filtern gemerkt habe, wie gering die tatsächlich gemessene Resonanzfrequenz von der theoretischen nur abweicht und wie gering diese beiden Pegel nur voneinander abweichen (bei mir kleiner 0,5dB), habe ich mir das finale Nachstellen auf die tatsächlich gemessene Mittenfrequenz wirklich erspart. Schande über mich! ;-)

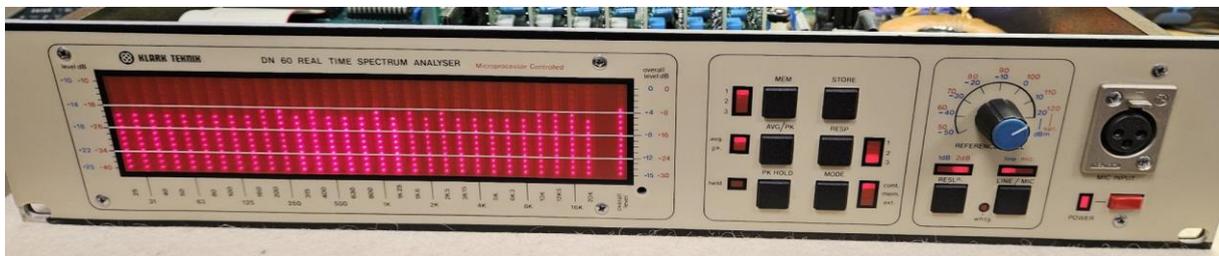


Abbildung 23: auch mit einem Rosa-Rauschsignal kann man im ersten Ansatz überprüfen, ob alle Frequenzbänder einigermaßen gleich anzeigen

13 Abgleich Schritt 5a

Das Manual nennt den nun folgenden Test "DC Offset". Zusammenfassend kann man sagen, dass wir nun zweimal den gesamten Frequenzbereich mit dem Signalgenerator durchsweepen (25Hz..20kHz). Einmal mit dem Pegel von -27,5dBu und ein weiteres mal mit -28,5dBu. Wenn alles richtig ist, ergibt sich dabei durch die aktivierte Peak-Hold-Funktion eine durchgehende Linie auf der zwei-untersten LED-Reihe; das andere mal bei der untersten.

Richtig "abgleichen" kann man das allerdings nicht, denn das Manual gibt unverdrossen zu, dass man im Fehlerfall eigentlich nur die betroffenen Filter durch Bauteiletausch reparieren bzw. trimmen kann. In sofern ist dieser Schritt strenggenommen kein Abgleich, sondern eine Verifikation!

Also: wir stellen unsere Signalquelle auf die geforderten -27,5dBu (=32,66mVeff) und sweepen langsam den kompletten Frequenzbereich von oben nach unten (oder andersherum, ist völlig egal) durch. Bei Frequenzen, bei denen nicht sofort die korrekte LED aufleuchtet (die zweit unterste), lohnt sich auch das separate Anfahren genau dieser Einzelfrequenz, denn oft dreht man aus Versehen da auch mal zu schnell drüber, so dass selbst die im Manual vorgeschriebene Zeitkonstante "1" nicht schnell genug reagieren kann.

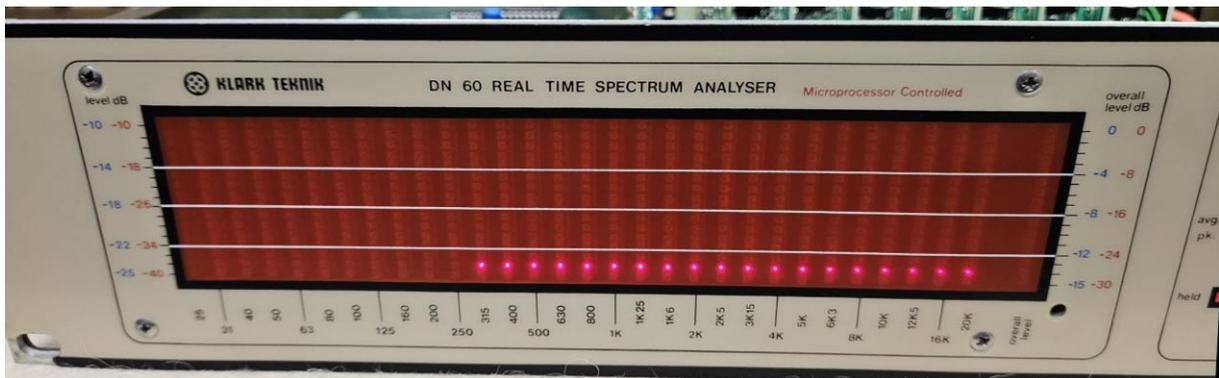


Abbildung 24: so sollte das aussehen. Wir haben von oben herab gesweept und sind gerade bei 315Hz

Am Ende, wenn alles ok ist, haben wir eine einzige leuchtende LED-Zeile (die zweite LED-Pixelreihe von unten) ohne irgendwelche Aussetzer.

Ist das so, gehen wir zum nächsten Prüfschritt.

14 Abgleich Schritt 5b

Wir drücken den STORE-Knopf (der eigentlich eher ein CLEAR-Knopf sein könnte), reduzieren unsere Generatorspannung um genau 1dB auf -28,5dBu (=29,11mVeff) und wiederholen den Sweep-Vorgang.

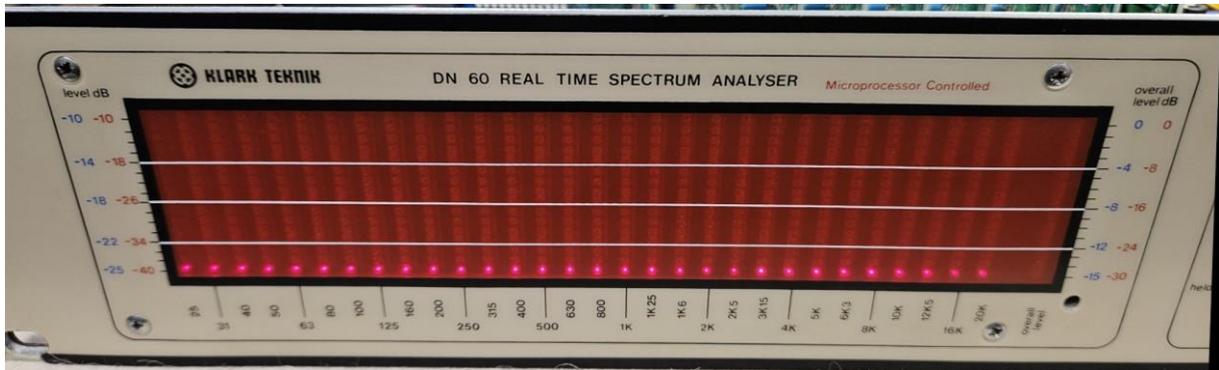


Abbildung 25: nun sollte nur noch die aller-unterste LED-Zeile aufleuchten

Wenn jetzt wirklich alles stimmt, leuchtet nur noch die unterste Pixelzeile auf, denn mit dem 1dB kleineren Signalpegel muss natürlich auch jedes Filter genau 1dB weniger Output liefern und entsprechend zur Anzeige bringen.

Einen Hinweis habe ich noch dazu:

der von mir verwendete R&S UPL kann leider das im Manual geforderte 23kHz-Signal nicht erzeugen, denn sein Generator endet bei 21,75kHz. Das macht aber nichts, denn die 23kHz braucht man nicht wirklich. Er muss lediglich "weit genug" oberhalb 20kHz arbeiten und die 21,75kHz des UPL sind für den DN60 "weit genug" oberhalb.

15 Abgleich Schritt 6

Das Manual nennt es "Overall Level DC Level Final Adjustment". Oha, was für ein heftiger Begriff.

Es ist die Rede vom Einspeisen eines 1kHz-Signals mit -18dBu (=97,5mVeff). Bei entsprechend auf "+10dB" eingestellten Drehschalter sollte an der Gesamtpegelanzeige ("overall level" nun die -28dB LED aufleuchten bzw. flackern (2dB Auflösung; d.h. rote Skala).

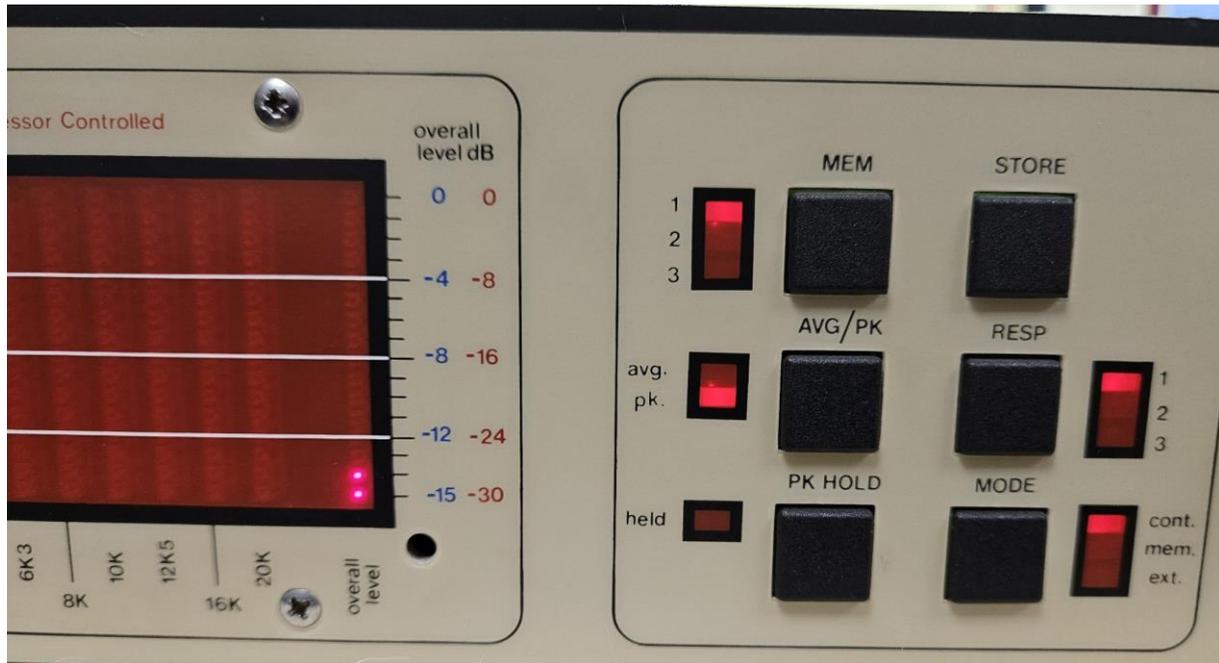


Abbildung 26: die -28dB-LED flackert brav

Durch Variation des Signalgenerators um 0,5dB soll man nun genau diesen Flackerpunkt finden und mittels R39 die Anzeige im DN60 so justieren, dass sie wirklich exakt auf -28dB (rot Skala, 2dB/Pixel) zum Liegen kommt.

Glücklicherweise tut sie das bei mir von Anfang an auch ohne irgendeinen Abgleich, denn das würde mich echt in Schwierigkeiten bringen: R39 finde ich weder auf der Platine noch im Schaltplan! Und wo nix ist, kann ich auch nix abgleichen!

Also fahre ich stumpf weiter fort im Abgleichprogramm.

16 Abgleich Schritt 7

Nun drehen wir am insgesamt letzten Poti: an VR3!

Dies liegt auf der uns bereits bekannten Platine mit dem 16/20kHz-Filter und den beiden Average- und Peak-Detektoren. VR4 hatten wir vorhin schon eingestellt, jetzt folgt VR3.

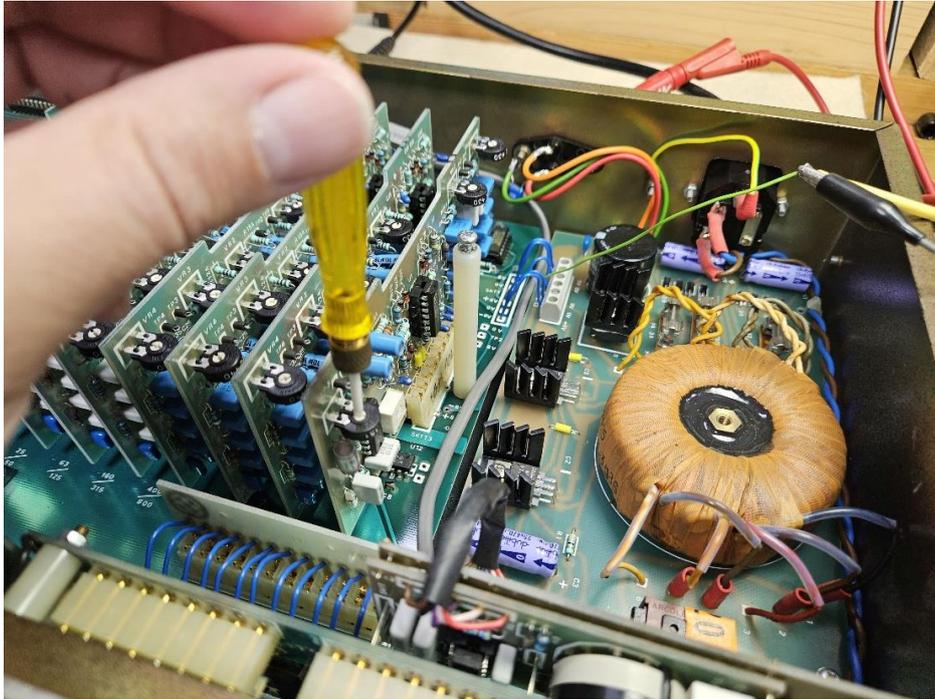


Abbildung 27: Abgleich von VR3

Ein auf -18dBu eingestellter 1kHz-Sinus soll an der overall-Anzeige nun ebenfalls die flackernde -28dB-Anzeige erzeugen; diesmal allerdings mit aktiviertem Average. Die LED-Lichterkette sieht genauso aus wie in Abbildung 26, daher verzichte ich jetzt auf die Wiederholung des Bilds.

17 Abgleich Schritt 8

Eigentlich war es das- doch das Servicemanual gibt uns noch eine letzte Aufgabe mit auf den Weg:

Measure frequency response @ Tp3 with reference to 1kHz

Abbildung 28: Auszug Service Manual Seite 22

Nun stimmt es zwar, dass scheinbar jedes Filter einen Testpunkt zu haben scheint, über den man seinen Frequenzgang messen kann. Doch dieser ohne einen Punkt abrupt endende Satz wird auf der Seite 23 des Manuals leider nicht fortgesetzt, sondern steht für mich irgendwie leicht "in der Luft". Auf der Folgeseite beschreibt Klark-Teknik einige Anforderungen der IEC225 für derartige Filter, weshalb ich davon ausgehe, dass man sich durch den letzten Satz auf Seite 22 nun motiviert fühlen soll, zuletzt noch alle Filterfrequenzgänge auszumessen und die Güten, Mittenfrequenzen, Verläufe usw. entsprechend der IEC225 gegebenen Toleranzen zu bewerten.

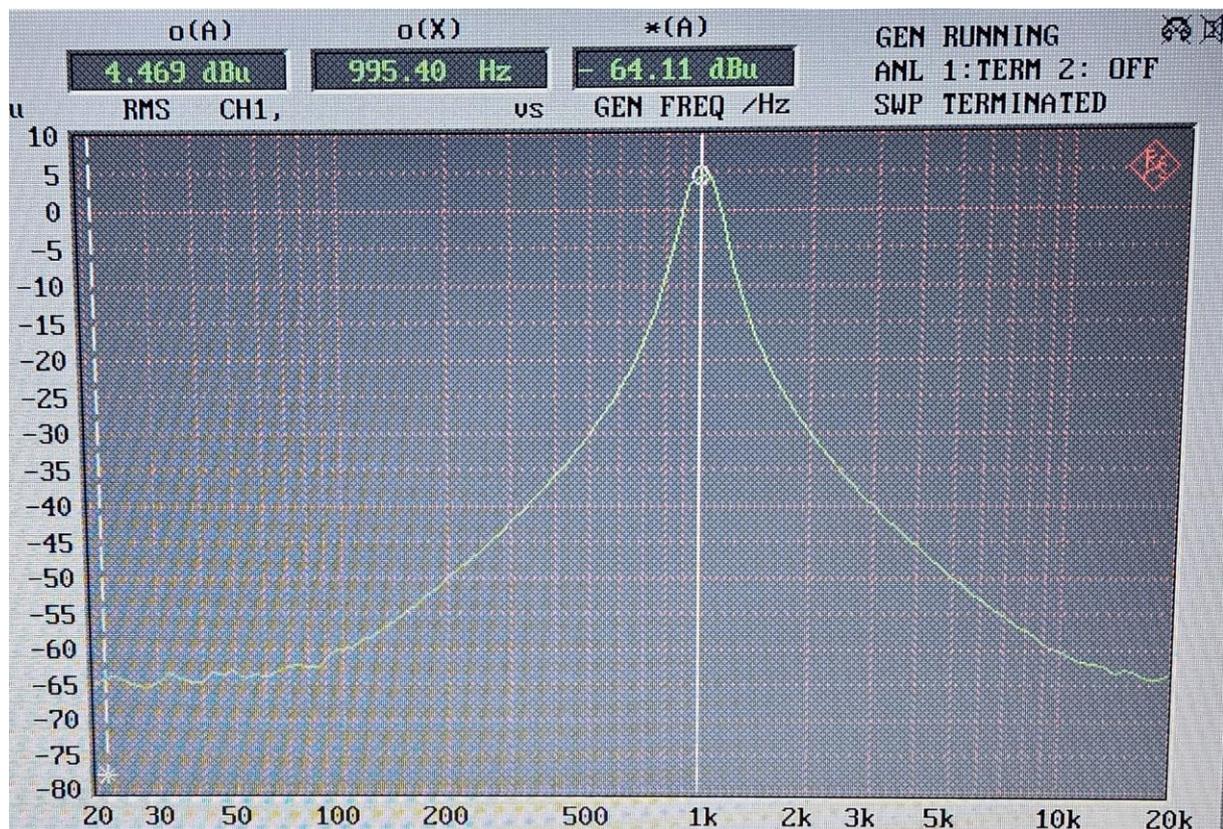


Abbildung 29: so sieht der Frequenzgang aus, aber die komplette Messung mache ich erst später, wenn der Drehschalter repariert ist

Eigentlich ein Riesenspaß, aber da wir noch einen kratzenden Drehschalter zu reparieren haben, konzentriere ich mich lieber erst einmal da drauf und erkläre den Abgleich für beendet.

18 Drehschalter-Reparatur

Kein Reparaturbericht ohne eine "richtige" Reparatur! Also kommen wir zu dem Drehschalter für die Bereichswahl. Es ist mir aufgefallen, dass er in einer bestimmten Position sehr berührungsempfindlich ist. Sprich: wenn man gerade einen 1kHz-Sinus auf dem Schirm hat, der -neben zwei kleinen Ausschlägen der angrenzenden Frequenzbänder vielleicht- eine saubere Linie auf das Display zaubert, dann erzeugt das bloße Anfassen des Drehschalters wahre "Explosionen" im Spektrum. Auch wenn ich das Signal nicht hören kann, so kann ich mir aber gut vorstellen, wie dieser Drehschalter "kracht" und "kratzt". Wir kennen das alle zu gut von Lautstärkepotis in alten Verstärkern. Genauso ist es wohl auch hier: der Drehschalter muss ausgetauscht oder wenigstens gut gereinigt werden!

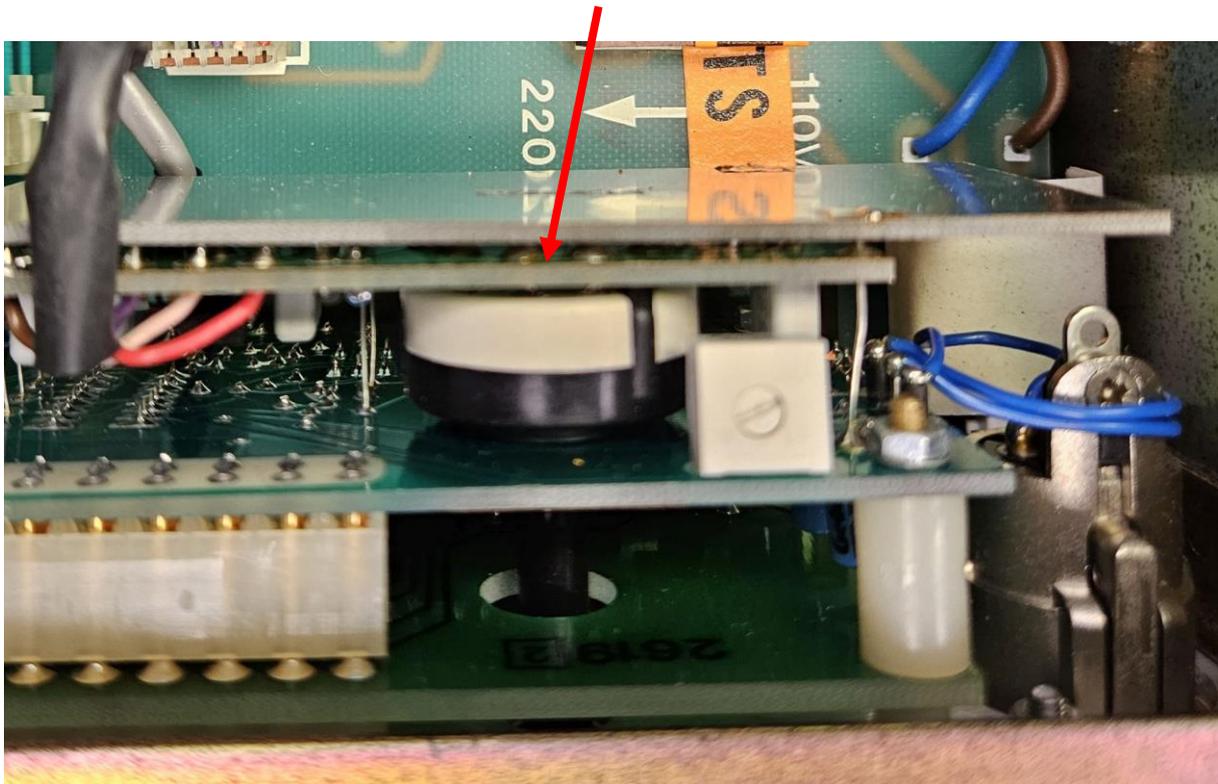


Abbildung 30: das ist der Drehschalter

Doch vorher müssen wir herausfinden, ob es wirklich das Bauteil selbst ist oder nur z.B. eine gebrochene Lötstelle. Denn auch so etwas gibt es nur zu oft: da leider auch die Klark-Teknik-Entwickler der Meinung waren, dass die Achse des Drehschalters frei durch die Frontplatte ragen darf und dort keine weitere mechanische Fixierung/Führung mehr braucht, werden die zum Bedienen notwendigen Kräfte seitlich nicht mehr abgefangen, sondern erzeugen zusammen mit der langen Achse des Drehschalters in seinem Fußpunkt durchaus nicht zu vernachlässigende Querkräfte! So eine Art der mechanischen Befestigung führt über Dauer durchaus zur Beanspruchung der Lötunkte und kann im schlimmsten Fall zum Reißen der Lötverbindung führen.

Also schaue ich mir die Rückseite an. Dazu muss ich ein vorgesetztes Stück Abschirmung ablöten, dann habe ich freie Sicht auf die Lötstellen.

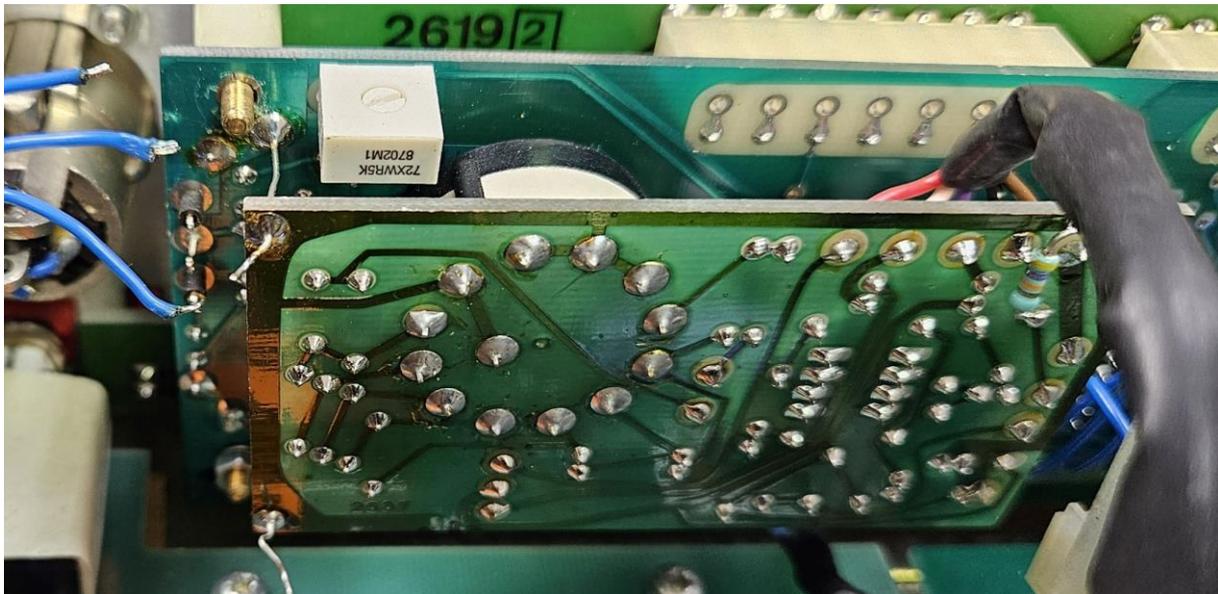


Abbildung 31: die Lötstellen des Drehschalters sind jedoch ok!

Doch da finde ich nichts auszusetzen. Sieht alles gut aus! Sicherheitshalber löte ich sie trotzdem noch einmal nach. Doch die Berührungsempfindlichkeit des Drehschalters bleibt!

Bedeutet: wir haben einen internen Wackelkontakt im Bauteil selbst. Ob das durch Reinigung behoben werden kann oder das Bauteil ausgetauscht werden muss, kann ich momentan noch nicht sagen. Das ist aber auch noch gar nicht wichtig: der Drehschalter muss in beiden Fällen raus, also ist der nächste Schritt erst einmal der Ausbau.

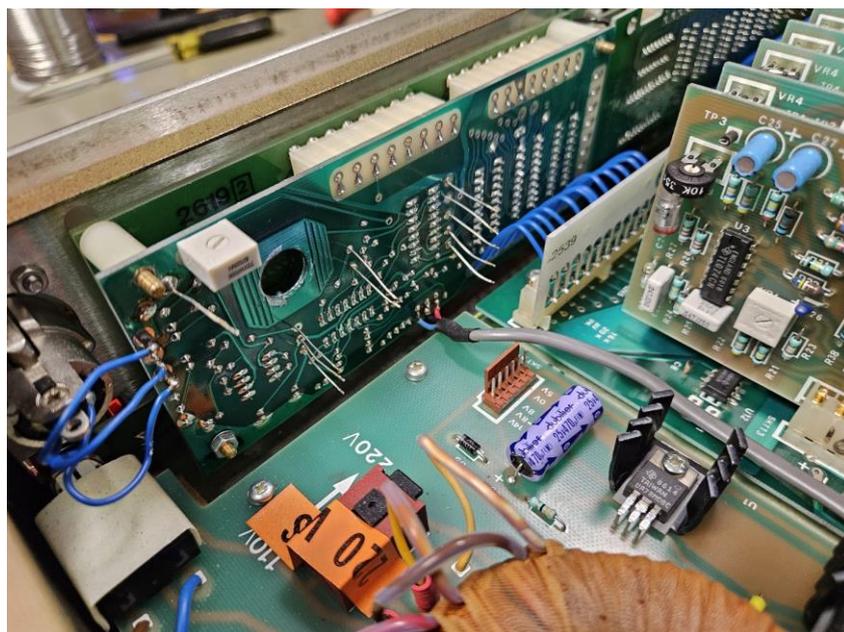


Abbildung 32: die Drehschalter-Platine hat mehrfache Verbindungen zur Grundplatte mittels Silberdrähtchen

Wie sich herausstellt, muss man zum Ausbau des Drehschalters erst seine 6Kant-Mutter auf der Achse lösen und dann einige Lötstellen von Lötzinn befreien, die die Verbindung per Drahtstückchen zur darunterliegenden Leiterplatte herstellen.

Gewiss, hier wäre ein weiterer Steckverbinder sicherlich eine servicefreundlichere Wahl gewesen, denn wie sich später beim Zusammenbau herausstellt, ist das Wiedereinfädeln der ganzen Drähtchen nur möglich, wenn man das komplette Gerät auseinanderbaut!

Was allerdings viel einfacher ist, als ich dachte, weshalb ich jedem, der den Drehschalter wechseln will, eine andere Ausbaumethode empfehle (siehe weiter hinten im Bericht)!

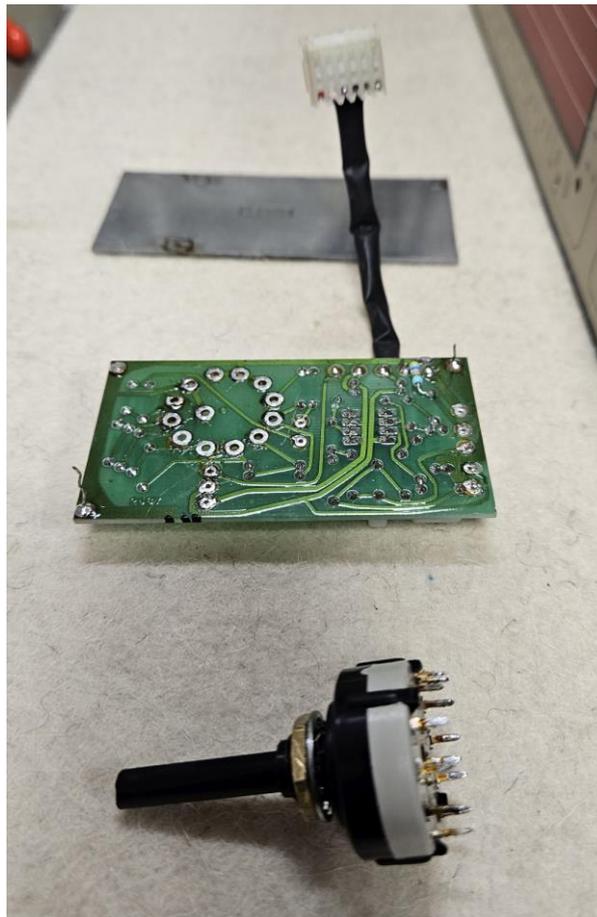


Abbildung 33: Drehschalter ist ausgebaut

Sobald ich die Leiterplatte mit dem Drehpoti draußen habe, lässt er sich jedoch sehr leicht auslöten. Wenig später habe ich ihn einzeln auf meinem Basteltisch.

Was nun? Einfach austauschen? Oder vielleicht sogar reinigen? Kriegt man das Ding überhaupt geöffnet?

19 Drehschalter messen

Ich habe mir die Position, an der das "Kratzen" am deutlichsten zu sehen war, mit einem Filzstift markiert. Hier messe ich mit einem Milliohm-Meter einen Übergangswiderstand von etwas mehr als 0,3Ohm. Das an sich ist kein Beinbruch. Schlimmer ist jedoch, dass sich dieser Widerstand extrem stark ändert, wenn ich am Drehschalter wackele. Will sagen: Wackelkontakt bestätigt!

Leider habe ich von dem Folgenden nur wenig Fotos. Ich habe zuerst herausbekommen, dass man den Drehschalter tatsächlich öffnen kann. Also stand einer Reinigung nichts im Wege und "neu kaufen" kann ich ja immernoch.

Also die vier Rasthaken leicht weggebogen und so konnte ich das schwarze Oberteil mit seinem Schleifkontakt sowie die Wanne mit ihren Kontaktflächen voneinander trennen und intensiv reinigen.



Und das hatten sie auch nötig, denn tatsächlich war hier eine Oxydschicht zu erkennen und die Schleifspuren der Kontaktmechanik. Eine Kur mit Kontakt60, Kontakt WL und anschließender Konservierung mit Siemens Wählerfett-Nachbau (weiße Vaseline + Petroleum) machte die Kontakte wieder schön:

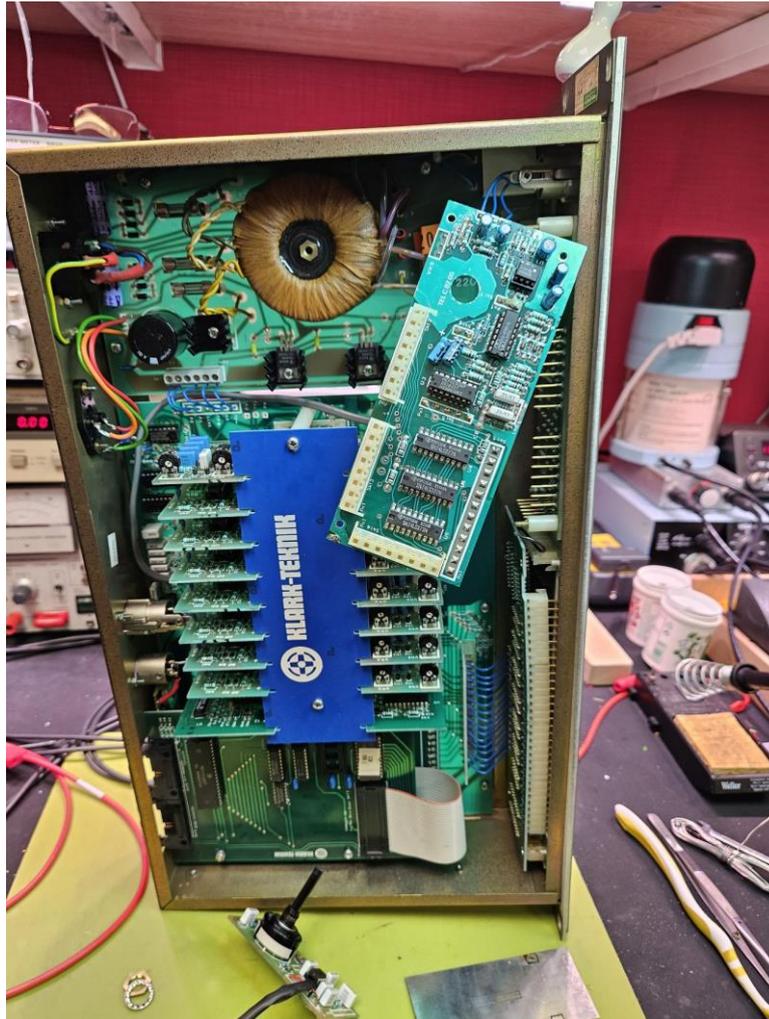


Bevor ich den Schalter wieder zusammensetzte, bog ich die Schleifkontakte noch etwas nach, damit sie etwas mehr Federkraft auf die Kontaktflächen bringen. Nach dem Zusammenbau reduzierte sich der gemessene Kontaktwiderstand auf unter 0,1Ohm- und zwar wackel- und ruckstabil! Der Wackelkontakt war beseitigt!

20 Zusammenbau: der DN60 zickt!

Dass die Reinigung des Drehschalters noch gar nicht das Schwierigste an der Reparatur war, ahnte ich zu diesem Zeitpunkt noch nicht!

Doch die Probleme gingen los, als ich versuchte, beim Zusammenbau der Sandwich-Leiterplatten erst einmal die ganzen kleinen Silberdrähtchen einzufädeln. Das ging nicht. Denn: drei der Drähtchen lagen HINTER dem Drehschalter, so dass ich dort weder mit einer Pinzette noch mit anderen Werkzeugen hingelange, um die Drähtchen in Richtung der Löcherchen zu biegen. Was nun?



Es half nichts: ich musste den DN60 weiter zerlegen. Nur in ausgebautem Zustand gelang es mir, alles richtig einzufädeln und zu verlöten.

Also zog ich auch die darunterliegende Leiterplatte heraus (die ist glücklicherweise nur gesteckt), so dass ich die beiden Einzelplatinen dann wieder zu einem „Sandwich“ verlöten konnte. Das war nicht einfach, denn die vielen kleinen Silberdrähte haben alle ein Eigenleben, aber mit Geduld und Spucke gelang es mir.

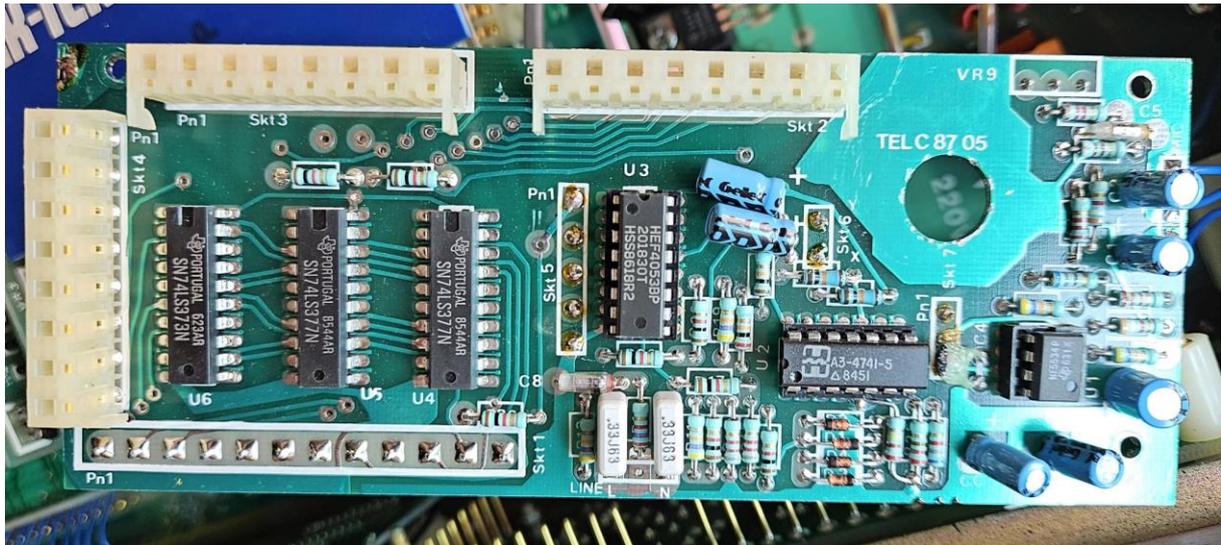


Abbildung 34: so sieht die Platine von vorne aus. Auf der Rückseite ragen die vielen Drähtchen heraus.

Als also nun alles wieder eingefädelt, verlötet und eingeschraubt ist und ich die Reparatur bereits zu Ende glaubte, das nächste Problem: einige der rechteckigen Bedientasten haken nun! Bei näherem Hinsehen bemerkte ich, dass sie nun an den Ausschnitten der Frontplatte schleifen und daher nach dem Drücken nicht mehr von alleine zurückfedern können. Verflixt!!!

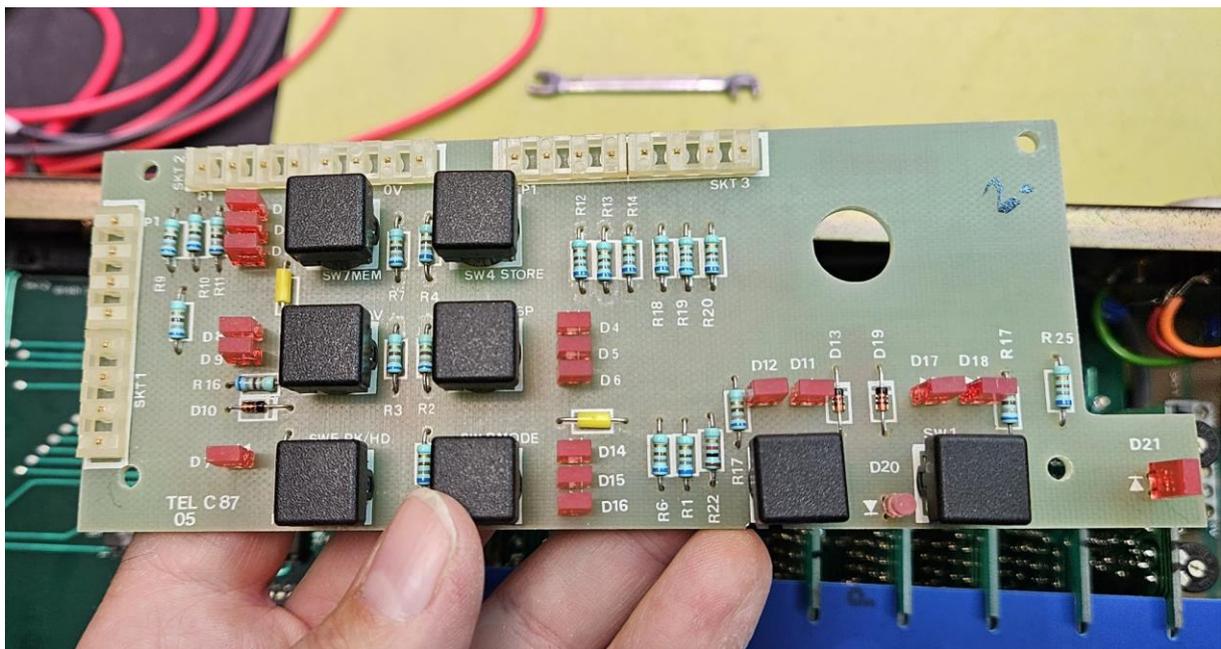


Abbildung 35: diese Leiterplatte mit den Tasten muss ganz exakt ausgerichtet werden, bevor sie festgeschraubt wird!

Was nun?!?

Ich musste lange rätseln. Aber das führte mich auch zu einer entscheidenden Vereinfachung:

durch das Lösen von nur 6 Schrauben kann man beim DN60 die Frontplatte komplett aus dem Gerät ziehen und vor sich auf den Tisch legen!! Hätte ich das einmal vorher gewusst, denn es hätte mir viel Gefummel erspart!

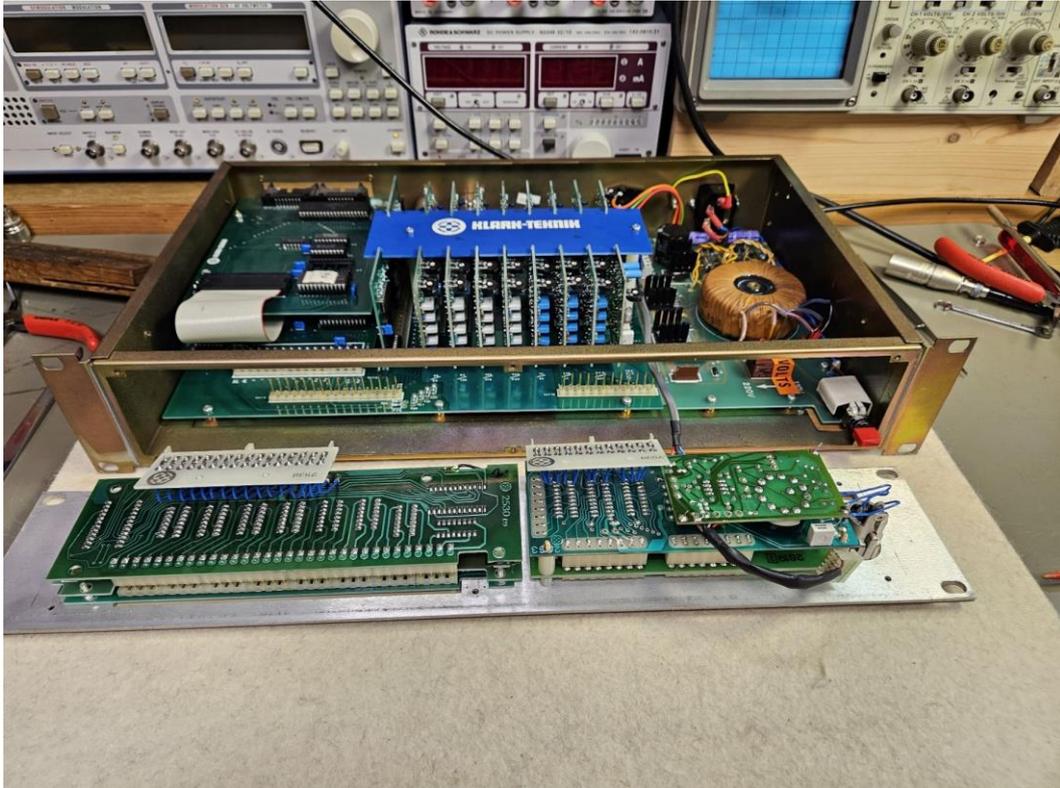


Abbildung 36: hätte ich früher wissen sollen: die Frontplatte lässt sich für Servicezwecke sehr einfach abschrauben!

Trotzdem muss ich den Klark-Teknik-Entwicklern nun doch etwas am Zeug flicken. Ich habe festgestellt, dass man die Leiterplatte mit den Tasten individuell an den Frontplattenlöchern ausrichten muss, bevor man sie anschraubt. Mehr noch: bei leicht gelösten Schrauben muss ich die ganze Tastenplatte mit deutlichem Druck in eine bestimmte Richtung drücken, damit sich erst dadurch ein Freilauf der Tasten durch die Ausschnitte in der Frontplatte ergibt. Bedeutet: man muss die Schrauben "unter mechanischer Spannung" anziehen, sonst klemmen nachher die Tasten.

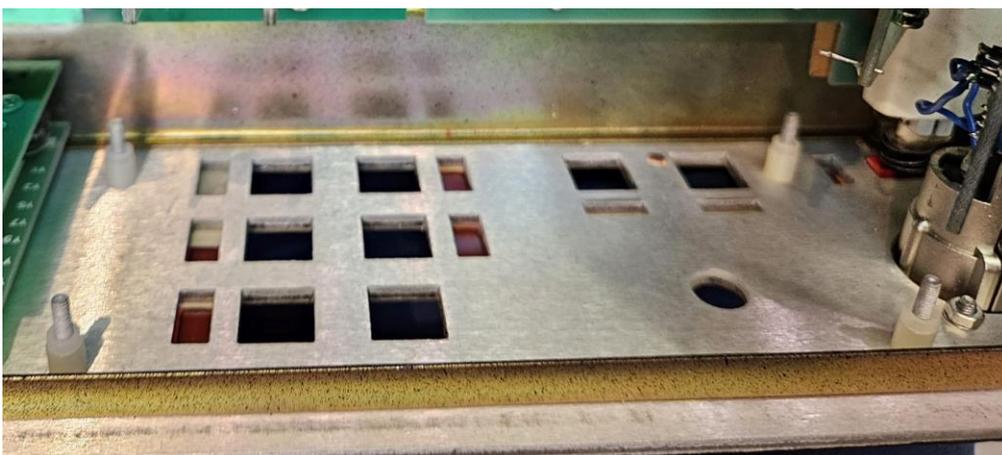


Abbildung 37: in diese Ausschnitte müssen die Tasten nachher passen!

Ich bin nun kein Mechaniker, aber allein mein gesunder Menschenverstand sagt mir schon, dass es keinem guten Montagekonzept entspricht, wenn solche Maßnahmen wie "hindrücken" notwendig werden, um ein Gerät zusammenbauen zu können.

21 Filtermessung

Als Belohnung, dass wir nun einen Drehschalter nachhaltig repariert und nicht weggeschmissen haben, so dass wir nun vermutlich(!) einen vollständig sauber funktionierenden DN60 unserer Eigen nennen dürfen, holen wir jetzt die Filtermessung aus dem Service Manual nach. Wir erinnern uns: in Kapitel 17 haben wir diese Messung doch zugunsten der Drehschalterreparatur vertagt. Das holen wir nun nach.

Das Service Manual schreibt dazu:

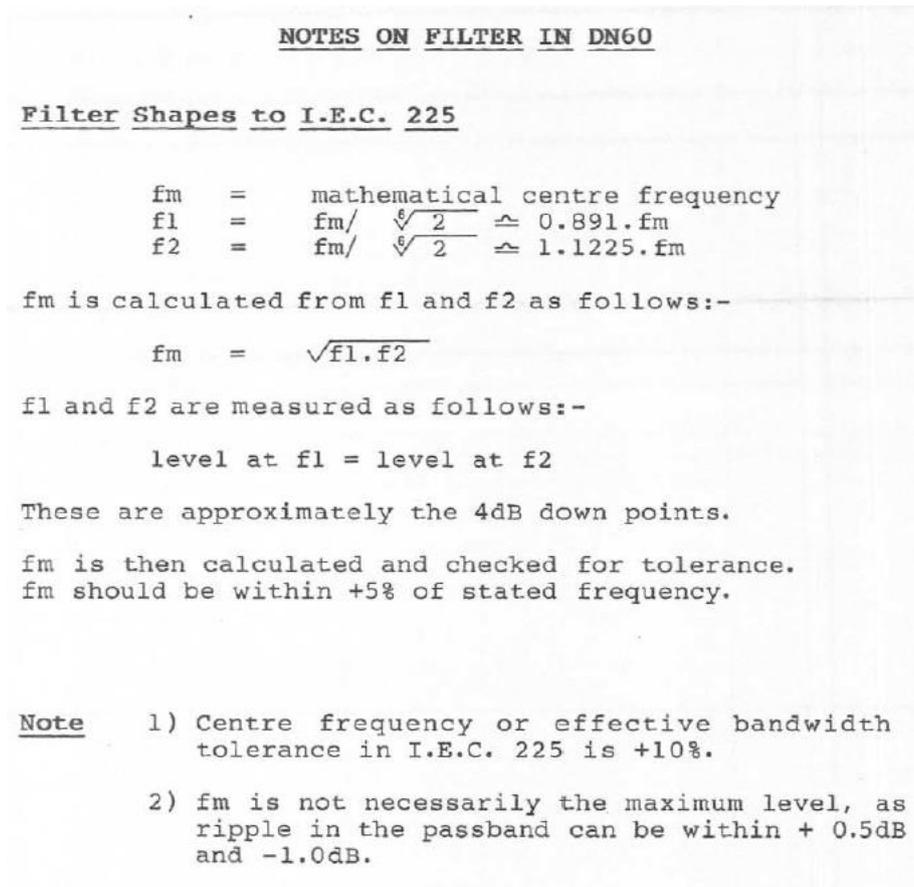


Abbildung 38: Quelle: Klark-Teknik Service Manual DN60, Seite 23

Also bemühen wir nun unseren Rohde&Schwarz UPL Audioanalyzer und wobbeln einmal exemplarisch das 1kHz-Filter durch. Dazu speisen wir wie üblich in die hintere Line-in-Buchse ein und greifen das Filtersignal am jeweiligen Testpunkt (dafür gibt es pro Filter einen) mit einem Tastkopf hochohmig ab.

Danach werde ich f1 und f2 ausmessen und daraus fm berechnen. (Btw: ich verstehe die Anleitung oben nicht: man kann auf einer solchen Kurve beliebig viele Punkte finden, wo Pegelgleichheit zwischen f1 und f2 gegeben ist! Ich vermute jedoch, man wollte die -4dB-Punkte haben, daher suche ich nun die Stellen, wo genau das gegeben ist und bestimmte f1, f2 dort.)

Der UPL spuckt einige interessante Kurven heraus, die ich mittels Cursor ausmessen und folgende Daten ablese (für das 1kHz-Filter):

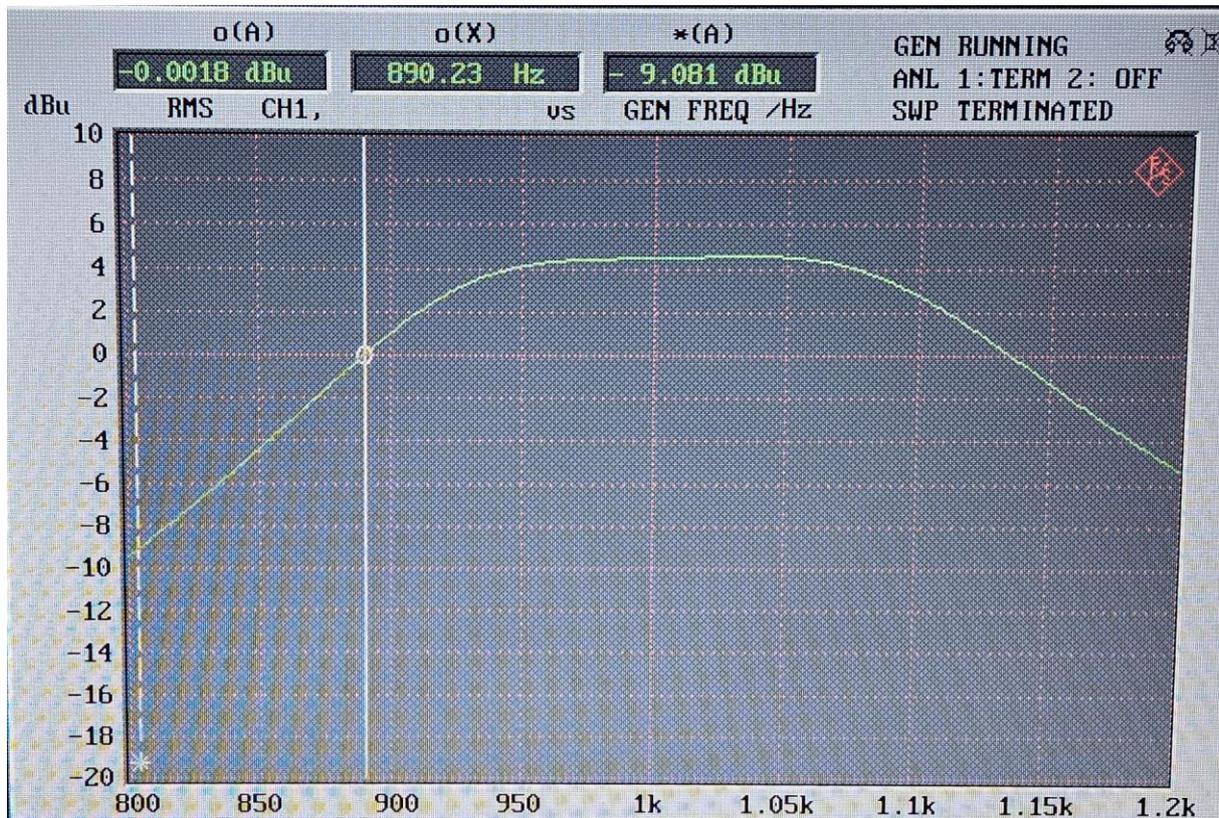


Abbildung 39: Ausmessen der Filterparameter am 1kHz-Filter

max. Pegel im Durchlassbereich: +4,5dBu

f1 (bei Pegel = 0dBu): 890Hz

f2 (dito): 1135Hz

fm = 1005,1 Hz

fm liegt damit +0,5% oberhalb Sollfrequenz (fsoll=1000Hz). Erlaubt wären nach dem obigen Sheet +10%. (Frage: warum nicht -10% oder +/-5%?), also damit vollkommen im Soll.

Mit der Kenntnis des Verlaufs der Filterkurve erkennt man auch, weshalb der letzte Abgleichschritt (17) aus meiner Sicht tatsächlich auch zur Diskussion gestellt werden könnte: zumindest bei dem hier untersuchten 1kHz-Filter liegt der "ripple", also die Welligkeit im Durchlassbereich bei etwa 0,1dB. Hierfür das Filter extra "schief" zu ziehen, ist einfach müßig bei einer höchsten Auflösung (nicht Genauigkeit!) des DN60 von zehnmal so viel: nämlich 1 dB! Will sagen: vergebene Liebesmüh! Ein Zehntel dB bei einer Auflösung von 1dB ändert am Ende fast NICHTS am Ergebnis. Der DN60 kann es noch nicht einmal auflösen, also wozu dann die Mühe?

Nun, die Klark-Teknik Entwickler werden einen Grund gehabt haben; vermutlich die Einhaltung bestimmter Spezifikationen oder Normen. Relevant für die Praxis ist es meiner Ansicht jedoch nicht.

22 Unschärfe

Beim genaueren Wobbeln des 1kHz-Filters fand ich auch noch etwas heraus: eine Bestätigung für die Höhe der Nebenzipfel in den Nachbarfiltern. Bei eingespeisten 0dBu, gesetzter 2dB/Pixel Auflösung und +10dB-Setting des Drehschalters lese ich in der 1kHz-Spalte einen Pegel von -12dB (rote Skala) ab.

Das linke Filter ($f=800\text{Hz}$) schlägt hier ebenfalls aus und zeigt einen Pegel von -26dB an. Also 14 dB weniger.

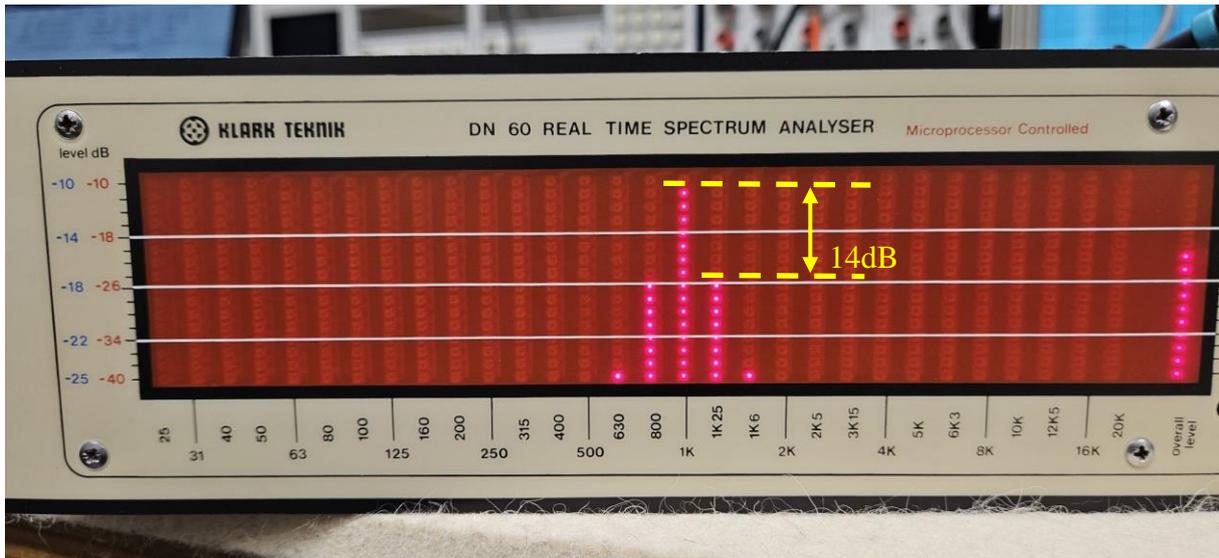


Abbildung 40: die beiden "Nebenzipfel" links und rechts neben dem 1kHz-Peak liegen bei -14dB

Wären die Filter ideal, würde das 800Hz-Filter bei einem 1kHz-Signal natürlich überhaupt nicht ausschlagen. Weil es aber real ist und nicht ideal; d.h. nicht unendliche Flankensteilheit in der Filterkurve besitzt, kommt auch etwas 1kHz-Signal durch das 800Hz-Filter durch und steuert es ungewollt etwas aus. Und genau diese 14dB sehen wir auch beim 1kHz-Filter:

Das Maximum ($f=1\text{kHz}$) liegt bei 4,5dBu.

Die Filterkurve bei $f=800\text{Hz}$ ist hier gesunken auf -9,5dBu.

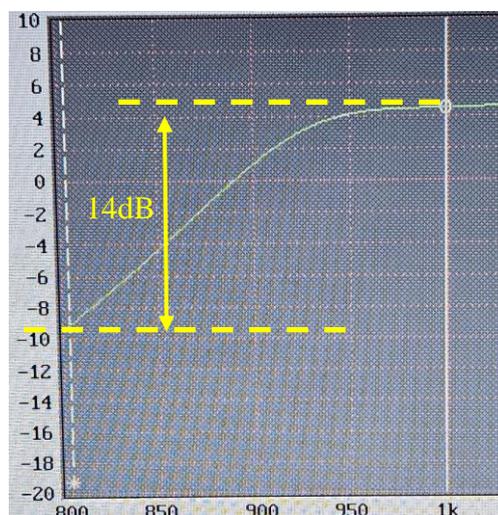


Abbildung 41: auch hier finden sich die 14dB wieder!

Sprich: der 800Hz-Punkt liegt beim 1kHz-Filter genau 14dB unter dem 1kHz-Punkt. Ein 800Hz-Signal würde als auch das 1kHz-Filter (mit 14dB weniger Pegel) ungewollt aussteuern und dort eine (ungewollte) Anzeige auslösen.

Und vice versa:

Wenn das beim 800Hz-Filter genauso ist (was ich einmal annehme, es ist identisch aufgebaut), dann ist es dort genauso: ein eingespeistes 1kHz Signal schafft es auch mit 14dB Pegelverlust durch das 800Hz-Filter und erzeugt dort eine Anzeige mit 14dB unterhalb des 1kHz-Ausschlags (vergleiche Abbildung 40).

Und genau das sehen wir hier! Sowohl die gemessene Filterkurve am R&S UPL zeigt 14dB Unterschied als auch der DN60 in seinen Leuchtbalken! Passt perfekt!

Aber was heißt das für uns?

Nun, erst einmal, dass der DN60 zwar gut, aber längst nicht perfekt ist! Die "Trennschärfe" (wenn man das sagen darf, wahrscheinlich wäre "Trenndynamik" treffender) liegt hier bei lediglich 14dB! Das ist eigentlich ziemlich mager, wenn ihr mich fragt. Würde man böse formulieren, so hätte man lediglich 14dB Abstand (=Dynamik), bevor man schon die ersten Fehlmessungen sieht!

Das muss man sich mal auf der Zunge zergehen lassen.

Beim Spektrum Analyzer in der Hochfrequenz meckere ich schon, wenn der DANL (Noise floor, also das Grundrauschen) „nur“ 90dB unterhalb meines Referenzpegels liegt. Das ist aber immernoch um Zehnerpotenzen besser als der verfügbare Dynamikbereich des DN60!

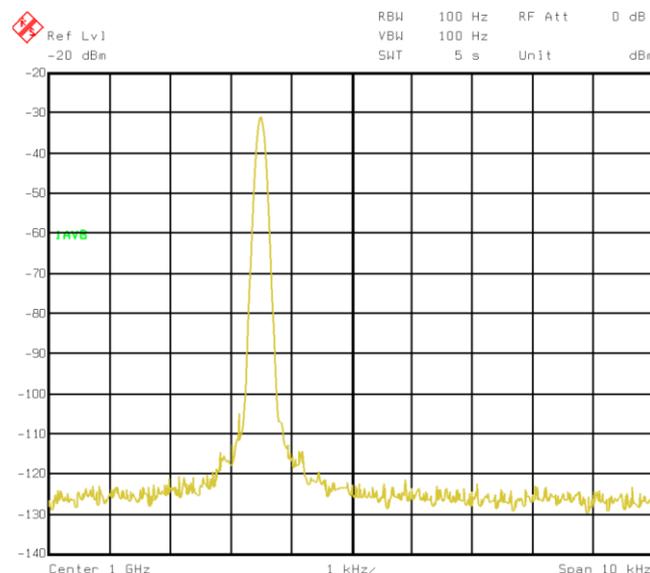


Abbildung 42: Vergleich beim R&S FSEB30 Spektrumanalyzer: selbst bei nur 100Hz Filterbandbreite habe ich hier mehr als 90dB Dynamik- und das reicht bei Extremmessungen oft nicht! (der FSE kann aber noch deutlich „besser“ 😊)

Und trotzdem hat es der DN60 zum unangefochtenen Industriestandard geschafft, weshalb selbst heute (Jahr 2023) dafür Preise um 500€ aufwärts(!) gezahlt werden. Verrückte Welt.

Aber da sieht man mal, dass es in der Akustik offensichtlich so eine irre Dynamik bzw. "Filter-Trenndynamik" in der Praxis oft gar nicht braucht. Denn wenn ein Schallereignis 14dB lauter ist als sein Nachbar, dann sinkt in der Tat die Relevanz des schwächeren Signals gegenüber dem starken Signal ab, denn es wird für das menschliche Ohr teilweise "maskiert". Auf diesen psychoakustischen Effekten basieren auch die ganzen Komprimierungsverfahren (z.B. mp3): sie lassen die Wiedergabe solcher maskierten Signale einfach weg und „sparen“ damit Daten ein :-)

Für Soundmischer (also die, die hinter einem Mischpult stehen) ist diese Erkenntnis ebenfalls wichtig, denn sobald ein bestimmter Frequenzbereich durch ein bestimmtes Instrument auf der Bühne schon „belegt“ ist, hört man ein zweites, das denselben Frequenzbereich benutzt, quasi nicht mehr! Stattdessen „matscht“ es irgendwie und man hört keines von beiden Instrumenten mehr sauber. Daher gibt es in der Tontechnik auch Equalizer, mit denen man das Frequenzspektrum von Instrumenten bewusst beschneidet, damit etwas Platz bleibt für andere. Ein Digitalpiano ist da z.B. ein sehr gutes Beispiel: filtert man bei dem am Mischpult die tiefen Töne nicht gnadenlos weg, interferieren sie mit dem Frequenzbereich des E-Basses und alles wird nur noch „wummerig“ und „matschig“. Bei Synthesizer-Klängen jedoch kann das Bassfundament aber hingegen bewusst benötigt werden.

So etwas zu erkennen und die Frequenzspektren der einzelnen Instrumente anzuzeigen- das ist genau das, wo der DN60 in seinem Element ist!

Und dazu reichen offensichtlich die 14dB Dynamik aus!

23 Einmal alles, bitte!

Aber nun genug der Erklärung. Am Ende hat es mich gereizt, noch einmal eine Übersicht der ganzen Filter zu bringen und ob ich dort noch irgendwelche Auffälligkeiten sehe. Ich rechne dazu zwar nicht jede Mittelfrequenz einzeln aus, doch sweepe ich mit dem R&S UPL jedes zweite Filter (angefangen bei 25Hz; also jeweils TP1 und TP3 jeder Filterplatine) und trage es in ein gemeinsames Diagramm ein. Vielleicht lernt man daraus nach noch etwas?

Frage:- warum nur jedes zweite Filter?

Antwort: weil der R&S UPL nur maximal 17 Kurven gleichzeitig in ein gemeinsames Diagramm bringen kann und ich keine Lust habe, alle 30 Kurven separat aus dem UPL zu exportieren und mittels Datenimport händisch in ein Excel-Diagramm zu bringen, nur damit man alle Kurven im selben Diagramm hat. Ich mache es mir diesmal leicht und fotografiere einfach den Bildschirm des UPL mit dem Handy. Für eine Übersicht wird es reichen.

Und hier ist sie, die Filtermessung. Ich habe logarithmisch aufgeteilt und immer 400 Punkte messen lassen, damit ich eine möglichst schön glatte Kurve kriege.

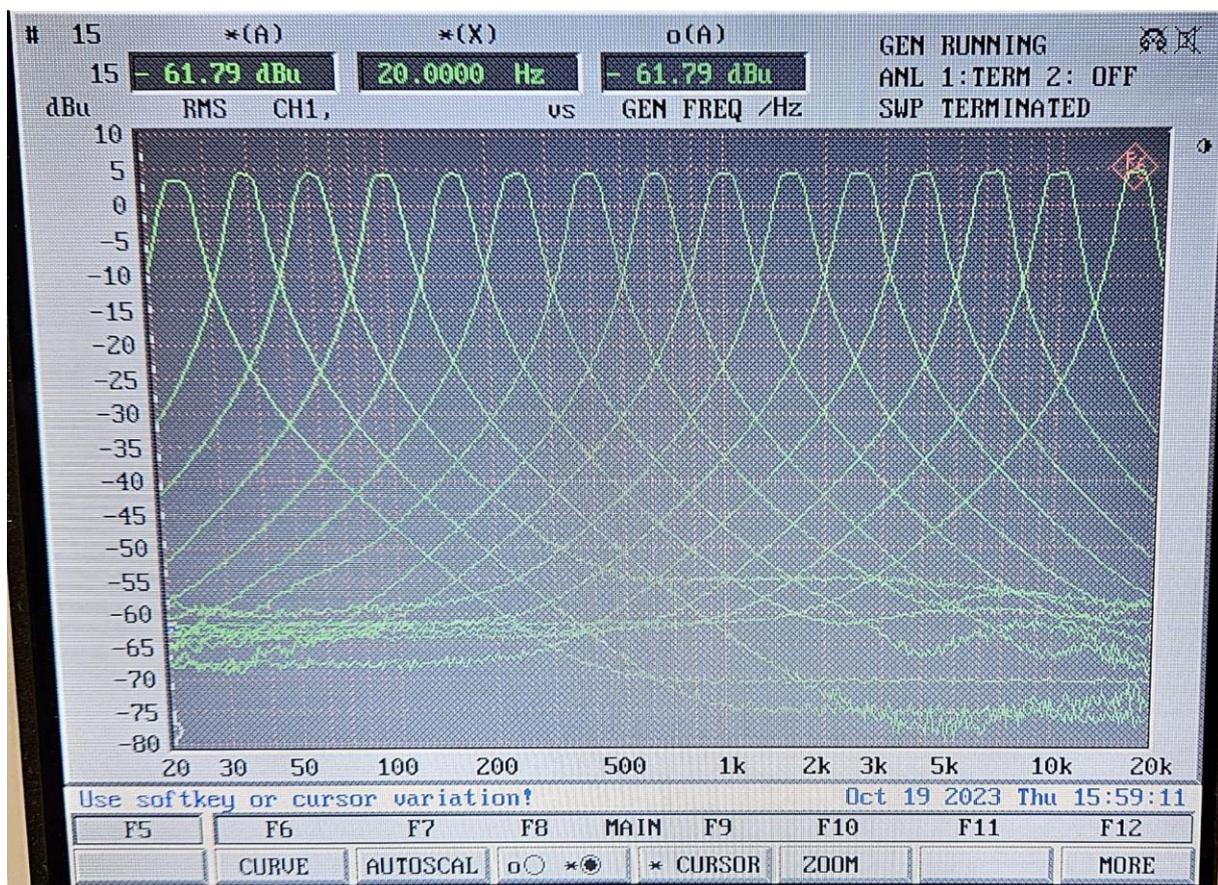


Abbildung 43: Filterkreise des DN-60 (1.Set)

Was erkennen wir daraus?

Ich denke, am offensichtlichsten ist, dass die Filterfrequenzen schön gleichverteilt sind. Ihre Filtermaxima sehen perfekt symmetrisch aus und ihre Schnittpunkte mit ihren Nachbarn auf einer Linie. Das heißt, dass auch ihre Steilheit durchweg gleich ist und keiner z.B. durch einen defekten Kondensator unzulässig bedämpft wird.

Dann erkennen wir, dass der Noisefloor nicht für alle Filter gleich ist. Tatsächlich unterscheiden sich einige Filter im Design auch leicht von den anderen (siehe dazu Schaltbild im Service Manual), so dass dies eine mögliche Erklärung sein könnte, weshalb einige Kandidaten nicht unter -55dBu Rauschlevel kommen und andere um fast 20dB besser sind und -75dBu erreichen.

Trotzdem: grundsätzlich hat jedes einzelne Filter einen Dynamikbereich von mehr als 60dB (möglicherweise mehr, denn mit 0dBu Anregung bin ich bestimmt längst nicht an der Aussteuerungsgrenze!) und ich wüsste keinen Grund, weshalb dies für einen maximal anzuzeigenden Display-Anzeigebereich von 30dB nicht mehr als ausreichen sollte. Von daher: alles super.

Und weil es mir so viel Freude machte, mache ich die Messung noch einmal für die andere Hälfte der Filterbank (also jeweils TP2 und TP4) auf der Filterplatine.

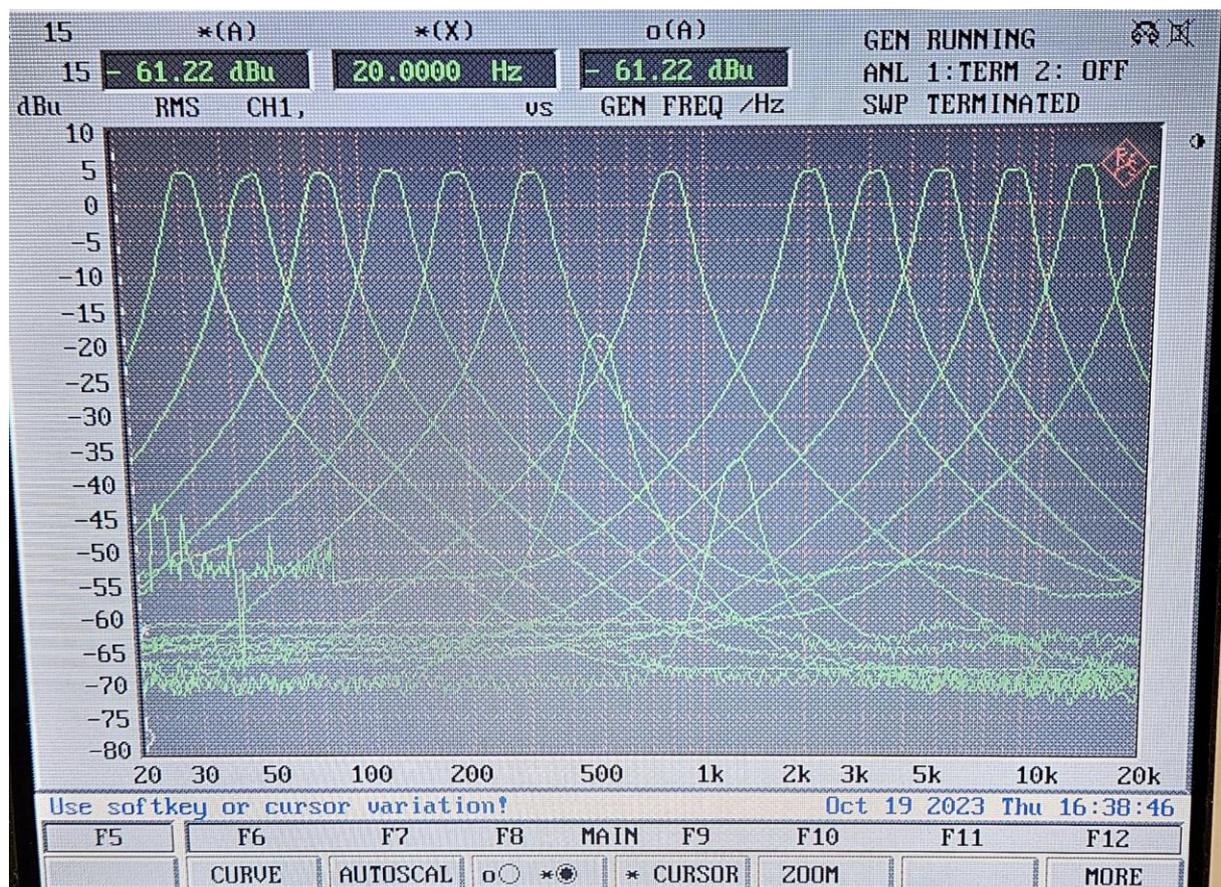


Abbildung 44: Filterkreise des DN-60 (2. Set)

Au weia! Was ist denn da los bei der 500Hz-Kurve und der 1,25kHz-Kurve?!?!?

Das war auch mein erster Gedanke. Nach dem Aufnehmen der ersten "Schrott-Kurve" (500Hz) hatte ich erst an eine Wiederholung der Messung gedacht, doch leider ist das beim R&S UPL nicht so einfach. Man kann keine einzelne Kurve aus der Kurvenschaar löschen und dann nachmessen. Ich entscheid mich also dazu, die gesamte Messung erst zu Ende zu bringen und dann lieber noch einmal individuell nachzuforschen. (Leider hatte ich während der Schrottmessung nicht auf das Display des DN60 geschaut, ob auch dort ebenfalls ein Pegelabfall sichtbar war oder nur am Audioanalyzer.)

Jedoch muss es sich eigentlich um Fehlmessungen handeln, denn wenn an den Filtern etwas kaputt wäre, wäre mir nie der korrekte Abgleich gelungen. Bedenke: die Kurven sind hier teilweise 20, bzw. fast 40dB zu gering gemessen, also mehr als überdeutlich bemerkbar!

Ich tippe auf Kontaktprobleme meines Oszilloskop-Tastkopfes am jeweiligen Testpunkt. Also nochmal neu messen und darauf achten, dass die Prüfspitze fest am Testpunkt sitzt.

Nachdem die Kurvenschar komplett ist, wiederhole ich die 500Hz-Messung. Und die sieht sofort besser aus. Es war wirklich ein Messfehler durch schlechte Kontaktierung. Die erneute Messung ergibt genauso eine schöne, saubere Kurve wie der Rest.

Dann die 1,25kHz. Auch die Messung wiederhole ich. Auch hier ergibt die Nachmessung eine saubere Messkurve. Uff! Also alles ok!

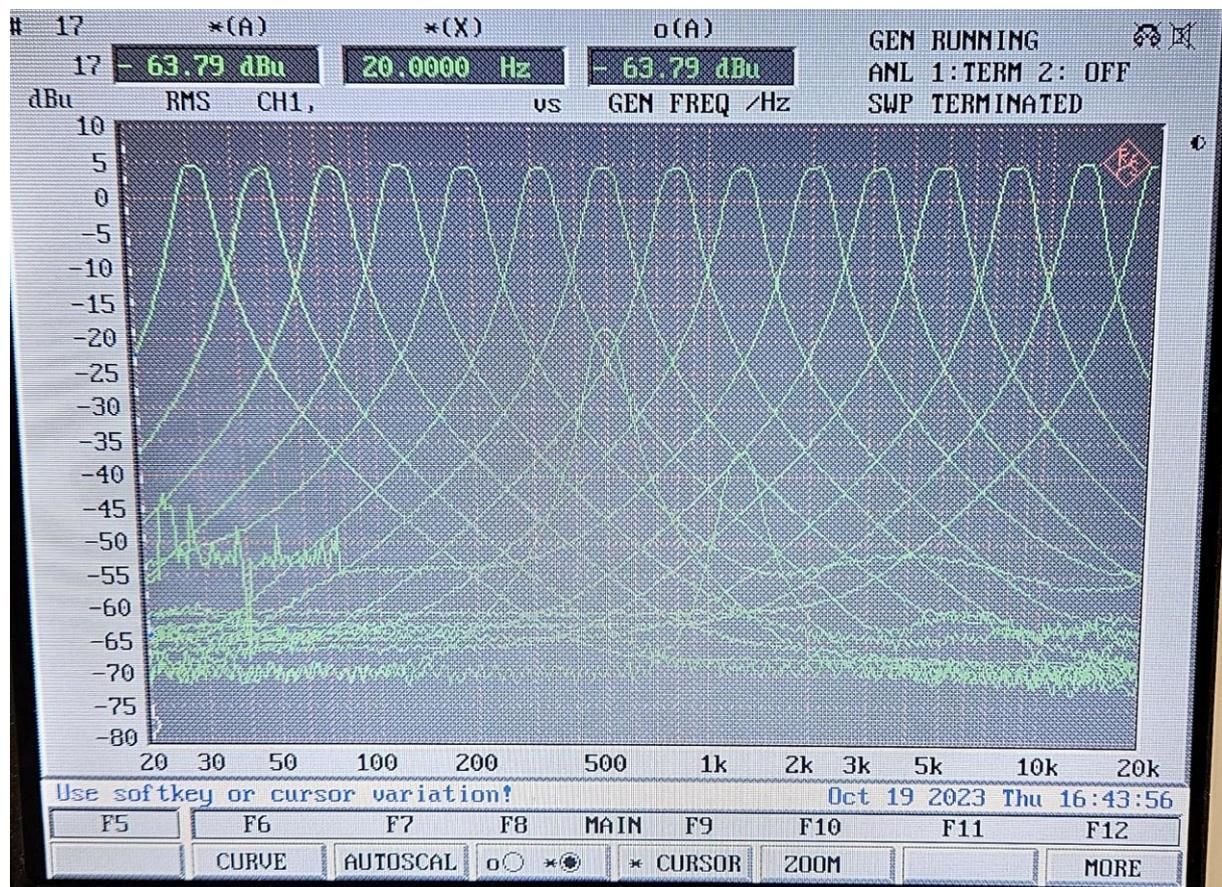


Abbildung 45: nochmal nachgemessen: jetzt stimmt alles!

Um wirklich GANZ sicher zu gehen, speise ich am Ende noch einmal rosa Rauschen in den DN60 ein und wackele während der Messung heftig an den Leiterplatten. Denn nicht nur ein Kontaktierungsproblem am Tastkopf könnte so eine verwarzte Messkurve erzeugen, sondern auch eine nicht richtig kontaktierende Filterplatine auf dem Mainboard.

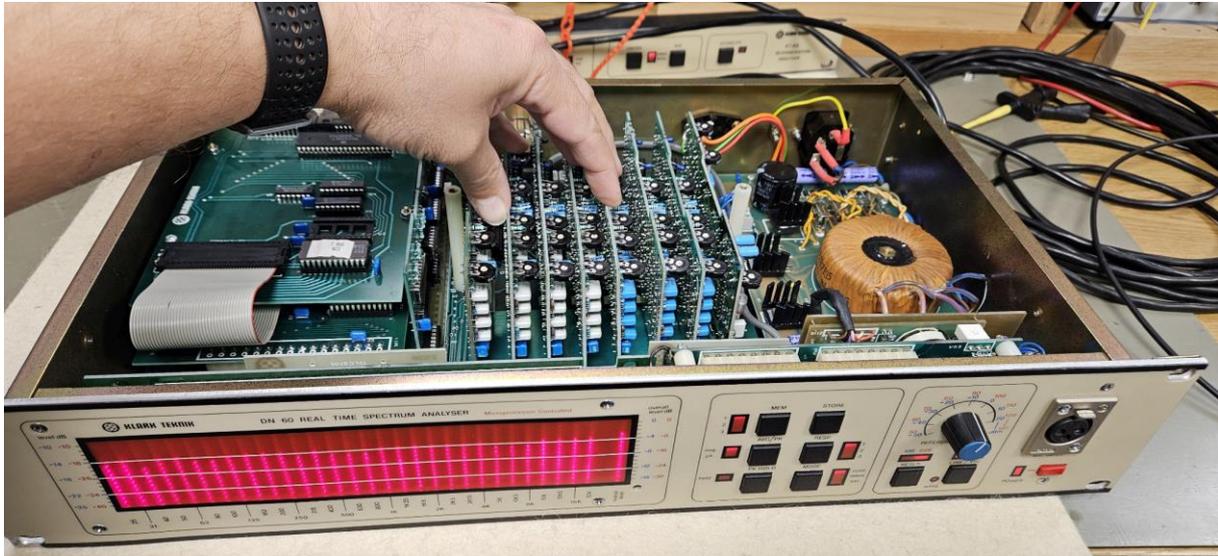


Abbildung 46: zur Sicherheit wackele ich noch einmal an allen Modulen, falls nicht doch irgendwo noch ein versteckter Wackelkontakt lauert- tut er aber nicht ☺

Doch so sehr ich auch an den Modulen wackele: in jedem der 31 Filter steht brav und stabil der Pegel an und lässt sich weder durch Klopfen noch durch Wackeln beirren. Es war wirklich ein Kontaktierungsproblem am Testpunkt durch meinen Oszi-Tastkopf. Viel Wirbel um nichts. Der Klark ist einsatzbereit!

24 Einsatz!

Das war nun wirklich die allerletzte Wartungsarbeit und der DN60 darf seinen Dienst antreten. Aber Moment mal- welche Art von Dienst soll er denn eigentlich verrichten??

In erster Linie soll mir der DN60 dabei helfen, eine PA (=eine Tonanlage für Veranstaltungen) einzurauschen. Das bedeutet, dass man ein Messmikrofon im Zuschauerraum aufbaut und das Lautsprechersystem mit rosa Rauschen füttert, was es dann möglichst originalgetreu abstrahlt.

Das aufgestellte Messmikrofon erfasst dann den gesamten Übertragungsweg- wobei der rein elektrische ja eine ziemlich gerade Linie erzeugt, wie wir inzwischen wissen (Abbildung 23). Die akustische Komponente ist hier üblicherweise die schwierige und etwaige Raumresonanzen des Zuschauerraums werden hier ebenso im Spektrum sichtbar wie Schwächen des Lautsprechersystems selbst (z.B. durch schlecht dimensionierte Frequenzweichen in den Lautsprechern oder schlichtweg „schlechte“ Lautsprecher).

Auch wenn man mit einem grafischen Equalizer die erkannten Raumresonanzen nicht beseitigen, sondern nur etwas weniger anregen kann (schließlich beeinflusst ein einfacher Schieberegler im 19Zoll-Rack ja nicht die Bauphysik des Raumes), so ist allein die Kenntnis solcher Auffälligkeiten für den interessierten Tonmann schon wichtig und er kann sich überlegen, ob er ggfs. besondere Maßnahmen ergreifen muss (z.B. Vorhänge, Schallfallen, Lautsprecher anders aufstellen usw.).



Abbildung 47: Messung der Nachhallzeit RT60: bei mir im Messplatzzimmer sind es trotz Fliesenbodens nur 90ms- die installierte Akustikdecke zeigt deutliche Wirkung 😊

Und auch wenn am Ende nicht ein Messgerät, sondern unsere eigenen Ohren das finale Urteil fällen sollten, so hilft ein DN60 doch sehr dabei, den Weg zu diesem „finalen Ergebnis“ zu finden. Ich selber habe mit dem Einrauschen von PA's sowohl sehr gute als auch schon sehr schlechte Erfahrungen gemacht, daher kann und will ich hier keinen Pauschalrat geben. Für mich ist es so, dass ich inzwischen sehr gerne eine Anlage am Anfang „einrausche“ und ab dann mit mir gut bekannten Audio-CDs das Ergebnis kontrolliere und ggfs. Finetuning mache. Wobei ich da vornehmlich Stücke abspiele, wo viel Gesang drauf ist (gerne mehrstimmig), denn auf die menschliche Stimme ist unser Gehör am Besten trainiert und erkennt daher die feinsten Unterschiede. Komplette ungeeignet sind aus meiner Sicht zum Anlagen-Einstellen Techno-Stücke oder irgendwelche modernen Hiphop-Stücke, die man leider auf Youtube sehr oft zum PA-Einstellen hört. Mag sein, dass den Content-Providern das auch mit solcher Musik gelingt. Ich hingegen könnte das nicht. Ich brauch' da was Menschliches. 😊

25 Schlussfoto

Kurz vor seiner offiziellen In-Dienst-Stellung kaufte ich mir noch so ein günstiges Kunststoff-Tragerack von thomann, denn ein solch teures Gerät möchte ich nicht ungeschützt auf die Bühne stellen. Zudem der RT60-Zusatz (den wir hier ja noch gar nicht richtig ausprobiert haben) ja nur lose an einem Flachbandkabel hängt und das erste sein wird, was mir dann zielsicher kaputt geht.

Also gebe ich die knappen 90€ noch einmal aus und bestelle mir so ein Case. Natürlich ist das nicht so steif und unkaputtbar wie ein „richtig“ individuell gezimmertes Flightcase aus Birkenmultiplex, allerdings auch längt nicht so schwer und auch nicht so teuer. Beides ist für meinen Anwendungsfall sehr willkommen, denn ich vermute, dass ich den DN-60 eher etwas „mobiler“ einsetzen werde- ihn also doch hin und wieder einmal transportieren werde. Und da ist „leicht“ = „gut“, also schraube ich das Teil in das Case und freue mich darüber, wie mobil man mit diesem 3-HE-Kasten noch ist.

Und so sieht er aus:



Abbildung 48: fertig zum Einsatz!

Schick, was? Finde ich auch.

Dass dieser edle Kasten nur magere 14dB „echte“ Dynamik auf die Waage bringt, sieht man ihm so gar nicht an ;-)

Marc Michalzik
NOV2023

26 Zugabe



Abbildung 49: Sonnenaufgang im November 2023 bei mir zu Hause

27 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 wider. 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 elektrischen 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. V1_10, DEC2023, Marc Michalzik. Korrekturen von Klaus eingearbeitet.