

Ein zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den FA-NWT

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

Hardware und Software des FA-NWT sind bereits für den Anschluß eines zweiten logarithmischen Detektors mit dem AD8307 von ANALOG DEVICES vorbereitet. Damit eröffnet sich dem Anwender die Möglichkeit, in einem Bild zwei Kurvenzüge darzustellen, was bei vielen Messungen ausgesprochen praktisch ist.

Es wird dieselbe Schaltung verwendet wie für den auf der NWT-Hauptplatine befindlichen Detektor. Der IC AD8307 ist leichter in der SO-Bauform verfügbar, deshalb ist die kleine Leiterplatte dafür ausgelegt; alle übrigen Bauteile haben ebenfalls ein SMD-Gehäuse. Der Hintergedanke ist, diejenigen, die ihre Geräte noch ganz oder teilweise selbst bauen, behutsam an diese Technik heranzuführen, weil die nicht nur Nachteile hat, sondern auch große Vorteile.

Die Baugruppe benötigt zur Versorgung 12 V, man sollte sie nach Fertigstellung in einen Weißblechrahmen einbauen. Der Eingang ist mit einem Koaxialkabel auf eine BNC-Buchse an der Frontplatte zu führen, der Ausgang wird ebenfalls mit einem Koaxialkabel an den Port AN4 (Pin 7) des PIC angeschlossen. Ob man dabei die SMB-Stecker verwendet, ist eine Geschmacksfrage - die Kabel können ebenso gut direkt angelötet werden.

Die Leiterplatte ist aus doppelseitigem FR4 mit 1,5 mm angefertigt und hat die Abmessungen 45 * 30 mm. Die beiden SMB-Buchsen und der Stecker für die Spannungsversorgung werden auf der Masse-seite montiert, der (oder die) Abstandhalter zur Befestigung kommen auf die SMD-Seite.

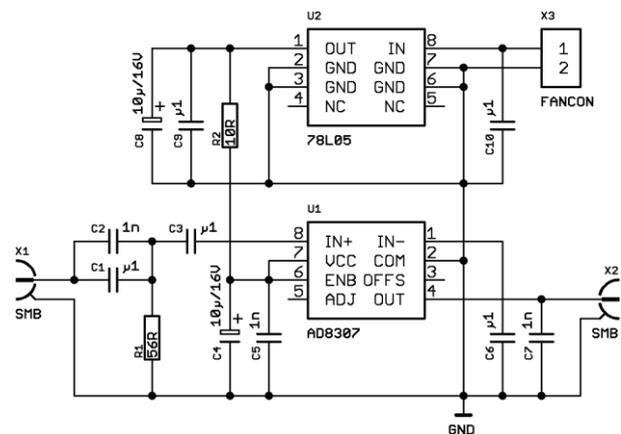


Abb. 1: Schaltplan des zusätzlichen Detektors

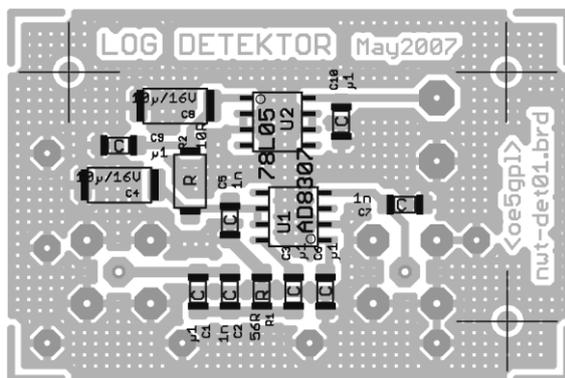


Abb. 2: Bestückungsplan Unterseite (nicht maßstabgetreu)

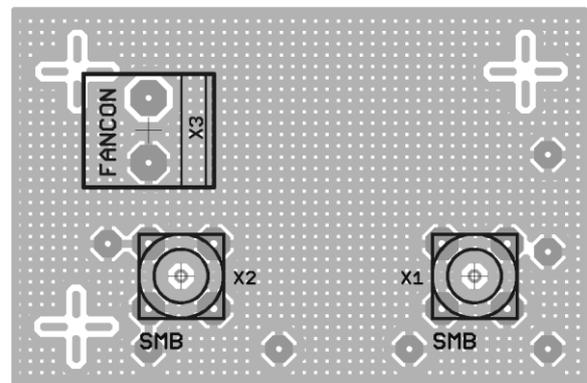


Abb. 3: Bestückungsplan Oberseite (nicht maßstabgetreu)

Die Qualität der im Elektronikladen erhältlichen fertig beschichteten Leiterplatten, die mit blauer Plastikfolie abgedeckt sind (Fabrikat BUNGARD), ist ausgezeichnet. Der Photolack ist bei diesem Produkt im Gegensatz zu den selbst beschichteten Leiterplatten dermaßen widerstandsfähig, daß man ihn nur mit Mühe und übermäßig großer Hitze durchlöten kann. Um sich Ärger zu ersparen, sollte man ihn deshalb auf der Lötseite vor dem Bestücken mit Spiritus restlos entfernen. Zum Schutz vor Oxidation ist die gereinigte Lötseite vor dem Bestücken mit Flux SK10 von KONTAKT-Chemie oder nach Bestückung und Funktionskontrolle mit glasklarem Acrylharzlack Plastik 70 (dieser Schutzlack läßt sich nachträglich durchlöten) zu beschichten.

Im Weißblechrahmen wird die Platine so eingebaut, daß die Anschlüsse oben sind. Einige Lötunkte am Rand der SMD- und Masseseite verbinden die Leiterplatte mit dem Weißblechrahmen. Damit wird die Baugruppe bestmöglich gegen unerwünschte Einstreuungen geschützt. Es hat sich gezeigt, daß ein Dekkel in diesem Fall nicht unbedingt notwendig ist.

Zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den NWT

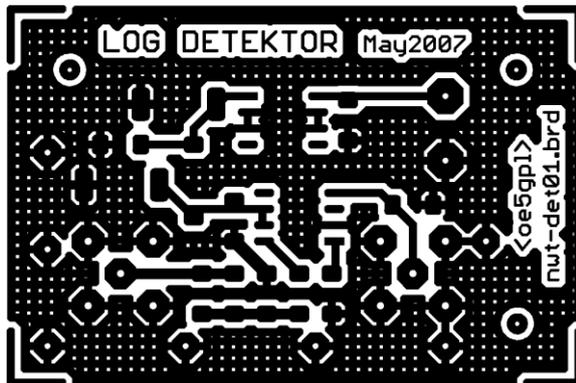


Abb. 4: Unterseite der Leiterplatte (nicht maßstabgetreu)

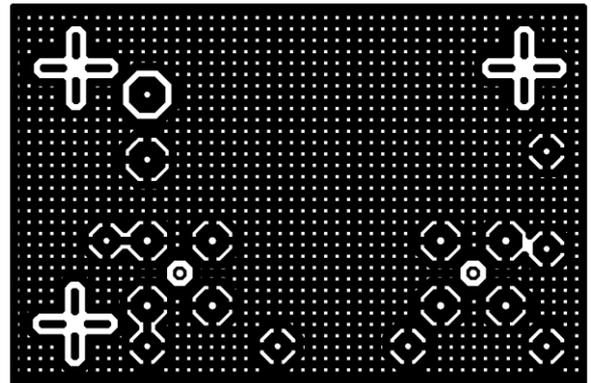


Abb. 5: Oberseite der Leiterplatte (nicht maßstabgetreu)

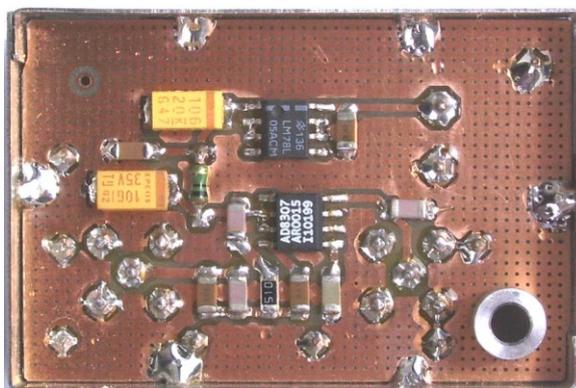


Abb. 6: Fertiger Detektor von der SMD-Seite gesehen



Abb. 7: Die SIEMENS-Baugruppe mit dem AD8307

Der AD8307 ist nicht ganz billig, deswegen noch ein Hinweis für Sparsame:

Auf Afu-Flohmärkten wird gelegentlich um geringes Geld eine von SIEMENS gefertigte Baugruppe aus der Telekom-Technik angeboten, die diesen IC im SO8-Gehäuse enthält (Abb. 7).

Das Auslöten der Bauteile erledigt man mit dem Heißluftgebläse [1], [2], wenn man nicht schon stolzer Besitzer einer Heißluft-Löt-Entlötstation ist.

Gemessene Werte

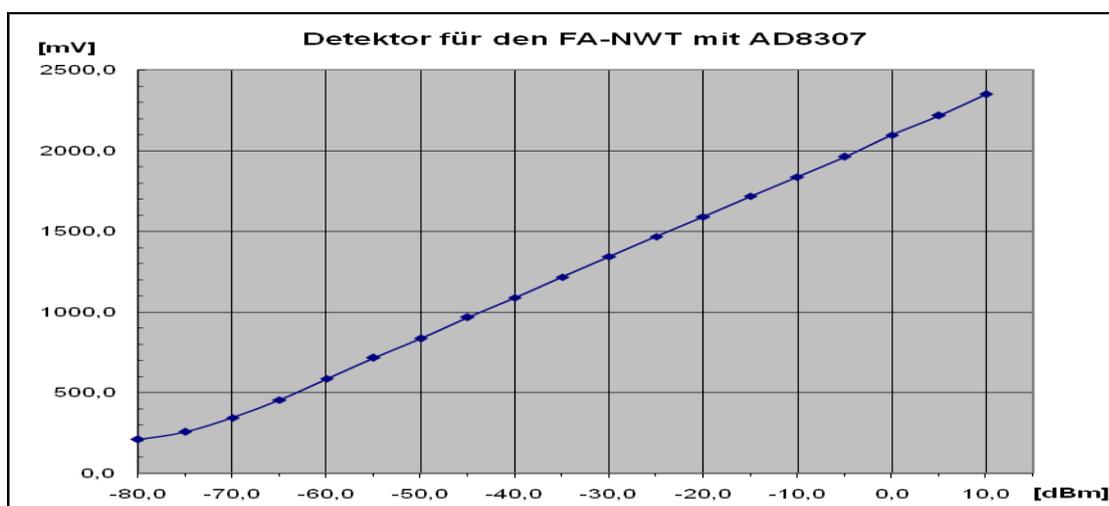


Abb. 8: Ausgangsspannung des Logarithmierers

Die beim Musterexemplar ermittelten Daten für die Linearität sind gemäß Abb. 8 sehr gut und entsprechen den Angaben im Datenblatt oder übertreffen sie. Der hier verwendete AD8307 stammt ebenfalls aus

Zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den NWT

einer SIEMENS-Baugruppe. Die Messung wurde bei einer Frequenz von 100 MHz durchgeführt. Das an den Detektor angelegte Signal kam aus einem Meßsender, dessen Ausgangsleistung mit 13 dBm begrenzt ist. Aus diesem Grund ist der 15-dBm-Punkt nicht mehr erfaßt, der Detektor ist jedoch für einen maximalen Pegel von +16 dBm geeignet. Die Anordnung deckt somit den Bereich zwischen -70 bis +16 dBm ab.

Das in den Detektor eingespeiste Signal aus dem Meßsender ist mit einem sehr genauen HF-Millivoltmeter, das einen Durchgangsmeßkopf hat, kontrolliert worden. Beim Mustergerät wird ein 50-MHz-Signal aus dem Meßsender nach dem Kalibrieren der Pegelmessung über einen Bereich von +10 bis -70 dBm vom FA-NWT mit einer Abweichung von nur 0,5 dB angezeigt! Allerdings ist diese Genauigkeit nur bei der Frequenz erreichbar, bei der man den Detektor kalibriert hat. Bei einer anderen Frequenz ist mit deutlich größeren Abweichungen zu rechnen.

Bei der Gelegenheit wurde auch untersucht, wie gut die Anpassung der Detektoren an die 50-Ohm-Systemimpedanz ist. Abb. 9, 10 und 16 zeigen das Ergebnis. Die Lage der Unstetigkeit in der Kurve knapp unter 100 MHz ist so gut wie gar nicht von der Länge der verwendeten Meßkabel abhängig, sie scheint ihre Ursache eher in den verwendeten Bauteilen zu haben.

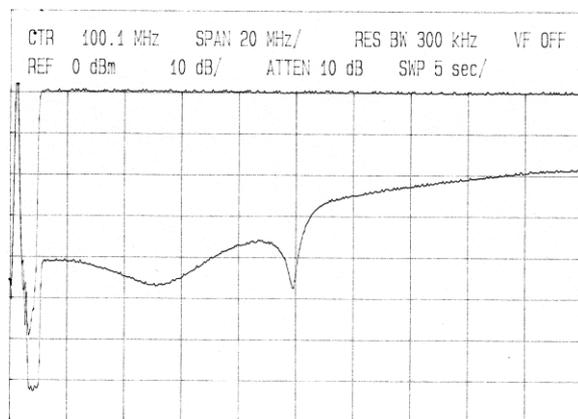


Abb. 9: Eingangsanpassung des hier beschriebenen zusätzlichen Detektors

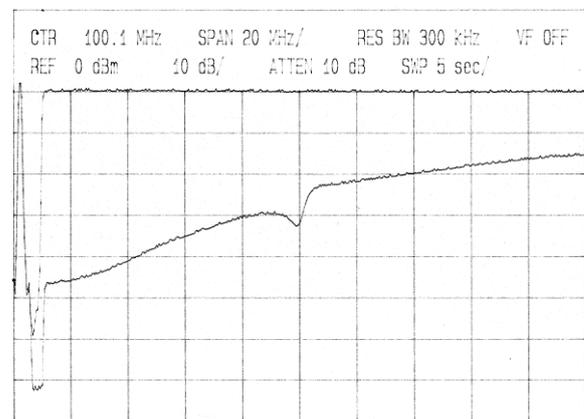


Abb. 10: Eingangsanpassung des auf der Hauptplatine befindlichen Detektors

Wie empfindlich ein solcher Detektor ist, zeigt ein leicht nachvollziehbarer Versuch: Biegt man das vom Generator kommende, mit einem Abschluß versehene und mit etwa 0 dBm gespeiste Koaxialkabel zu einer Schlaufe und bringt diese Schlaufe in die Nähe des AD8307, dann steigt das Ausgangssignal des Detektors je nach Abstand und Güte des Kabels sogleich um 10 oder gar 20 dB an. Ursache dafür ist die mäßige Schirmwirkung üblicher Kabel. Bei der Verkabelung ist deshalb peinlich genau darauf zu achten, daß keine ungewollten HF-Einstreuungen möglich sind (gute Kabel, großer Abstand).

Dateien

Alle Unterlagen sind in der gepackten Datei *nwt-det01.zip* enthalten:

- Bestückungsplan *nwt-det01d.pdf* auf A4 im Maßstab 2:1
- Leiterplatten-Layout *nwt-det01bt.ps*, *nwt-det01bb.ps* sowie die Datei *150mm.ps* als Vergleichsmaßstab

Das Layout und der Vergleichsmaßstab sind zwecks Maßanpassung an den jeweiligen Drucker im POSTSCRIPT-Format vorhanden. Wie man mit den *.ps-Dateien verfährt, ist unter [3] im Verzeichnis „Werkstatt-Tipps“ bei „Platinenentwurf“ nachzulesen.

Meßbeispiele

Nachstehend ein paar typische Beispiele, bei denen der Einsatz eines zusätzlichen Detektors dazu beiträgt, das Meßergebnis anschaulicher zu machen:

Zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den NWT

Mit der Meßanordnung nach Abb. 11 sind bei Verwendung von zwei normalen, gleichartigen Richtkopplern bei einem Filter mit 50 Ohm Ein- und Ausgangsimpedanz die Rückflußdämpfung und die Durchgangsdämpfung in einem Bild darstellbar. Dabei liefert der Richtkoppler, der vom Generator angespeist wird, den Meßwert für die Rückflußdämpfung und der andere den Wert für die Durchgangsdämpfung des Filters. Der Richtkoppler nach dem Filter kann auch durch ein Dämpfungsglied ersetzt werden, das dem Wert der Koppeldämpfung entspricht.

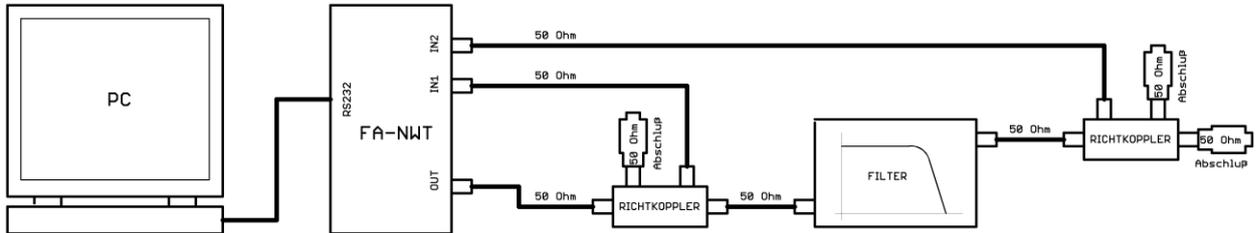


Abb. 11: Herkömmliche Messung eines Filters mit normalen Richtkopplern

Aufgrund der besonderen Eigenschaften des TDC-10 können bei einem Filter die beiden Kurven auch mit nur einem BX-066-Meßkopf dargestellt werden. Gemäß Abb. 12 speist dann der Generator am Anschluß 4 (Gen) ein, wobei die Anschlüsse 1 und 2 einen um die Koppeldämpfung reduzierten Wert liefern. Die Rückflußdämpfung liegt am Ausgang 2 an und die Durchgangsdämpfung steht am Ausgang des Filters zur Verfügung (Anordnung nach DM2CMB). Das Meßergebnis ist in Abb. 15 zu sehen. Das für die Versuchsmessung rasch zusammengebaute Tiefpaßfilter erhebt keinen Anspruch auf zweckmäßige Dimensionierung.

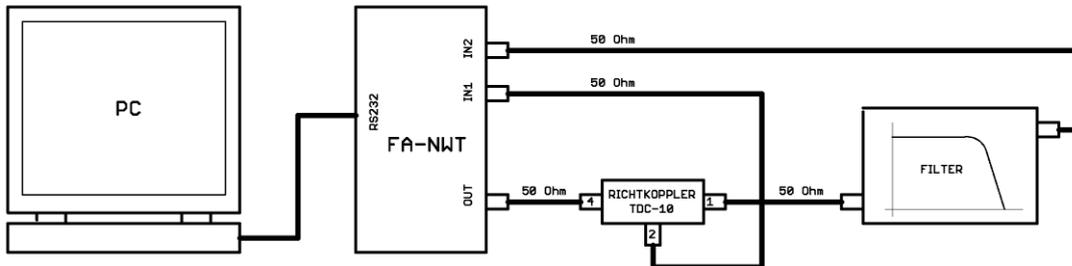


Abb. 12: „Schlaue“ Version der Filtermessung mit dem BX-066-Meßkopf, der den TDC-10 verwendet

Bei der Messung von Richtkopplern erhält man mit einer Anordnung nach Abb. 13 die Koppeldämpfung und die Rückflußdämpfung. Die Differenz der beiden Kurven stellt die Richtschärfe dar. Bei dieser Messung sind wiederum zwei gleichartige Richtkoppler notwendig, wobei in diesem Beispiel der vom Generator angespeiste Koppler den Wert für die Koppeldämpfung liefert, der andere mißt die Rückflußdämpfung.

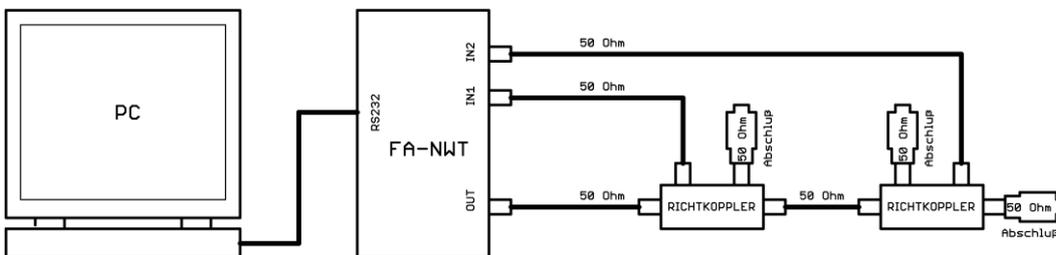


Abb. 13: Meßaufbau zur Ermittlung der Richtschärfe eines Richtkopplers

Die Güte der Anpassung der Detektoreingänge des FA-NWT läßt sich ebenso mit ‚Bordmitteln‘ entsprechend der in Abb. 14 gezeigten Anordnung feststellen: Der Anschluß ‚X‘ des Reflexionsmeßkopfes BX-066 kommt an den zu untersuchenden Eingang, der Anschluß ‚Umess‘ an den anderen Eingang und der Anschluß ‚Gen‘ ist mit dem Generatorausgang zu verbinden. Die in Abb. 16 ersichtliche Kurve gleicht weitgehend jener in Abb. 9, die mit angejahren, aber kommerziellen Geräten ermittelt wurde, was die Praxistauglichkeit des Netzwerktesters untermauert.

Zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den NWT

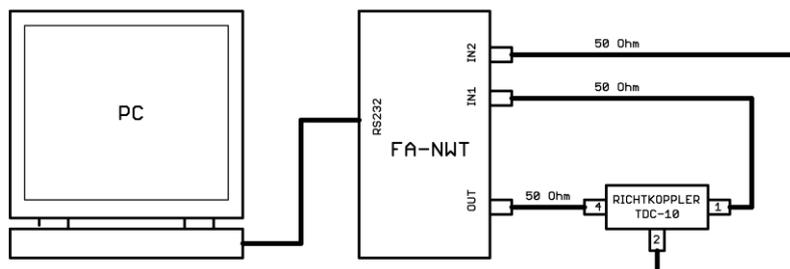


Abb. 14: Meßaufbau zur Ermittlung der Eingangsanpassung beim Detektor 1

Die Abb. 15 soll zeigen, daß zwei zusammengehörige Kurven in einem Bild aussagekräftiger sind als je eine Kurve in zwei getrennten Bildern und daß deshalb ein zweiter logarithmischer Detektor sinnvoll ist: Es ist gut zu erkennen, daß in Bereichen großer Rückflußdämpfung - also guter Anpassung - die Durchlaßdämpfung (rote Linie) geringer ist als in Bereichen mit geringer Rückflußdämpfung.

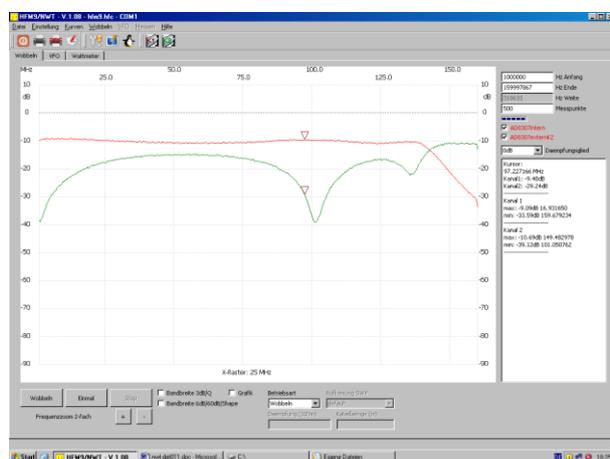


Abb. 15: NWT-Bildschirmkopie der Filtermessung nach Abb. 12

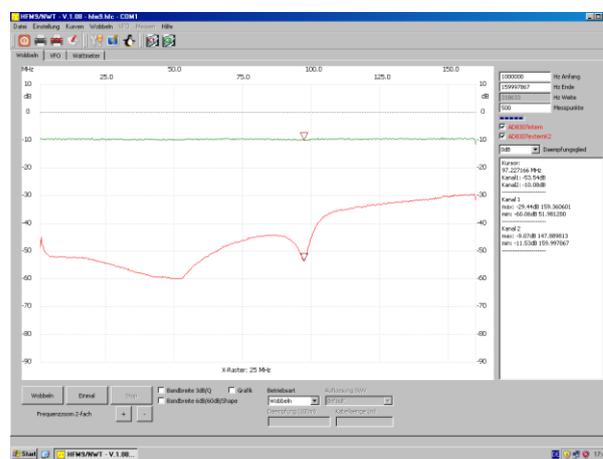


Abb. 16: NWT-Bildschirmkopie der Anpassungsmessung entsprechend Abb. 14

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt Anfertigung und Meßergebnisse eines zusätzlichen Detektors für den Netzwerktester. Viele Messungen lassen sich durch den unmittelbaren Vergleich der damit möglichen zwei Kurven besser und rascher deuten.

Mit dem Einbau des zweiten Detektors gewinnt man noch einen weiteren, sehr wertvollen Pluspunkt: An diesem Eingang kann man den maximalen Pegel des AD8307 von 16 dBm ausnützen, ohne den linearen Detektor AD8361 zu gefährden. Der ist nämlich nur für 13 dBm spezifiziert und liegt parallel zum AD8307 des ersten Eingangs!

Helmut, OE5GPL

Verweise und Quellen:

- [1] Stadelmeyer, Helmut, OE5GPL, Werkstatt-Tipp: Bauteile entlöten. FUNKAMATEUR 52 (2003) H. 6, S. 551
- [2] OAFV-HomePage, TECHNIK/WERKSTATT/TIPPS, Entlöten mit Heißluft: <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/>
- [3] OAFV-HomePage, TECHNIK/WERKSTATT/TIPPS, Platinenentwurf: <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/>
- [4] Wetterlin, S., Capacitor Bypassing Tests: <http://www.wetterlin.org/sam/BypassTests.pdf>

Zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den NWT

[5] OAFV-HomePage, TECHNIK/SOFTWARE/HELPER, Attenuator01.xls, Seite 4/5, Ermittlung der Resonanzfrequenz: <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/>

1. Nachtrag (März 2009)

Zur Leistungsmessung mit dem NWT noch ein Hinweis: Der vom AD8307 gelieferte Meßwert ist leider frequenzabhängig. Die Software von DL4JAL berücksichtigt das in Form von Korrekturfaktoren, ab der Version 2.06 kann der Anwender diese Faktoren für 10 frei wählbare Frequenzen sogar anpassen. Beschränkt man sich bei der Leistungsmessung auf den vom NWT abgedeckten Frequenzbereich von 200 MHz, dann ist es sinnvoll, die Korrekturwerte in 20-MHz-Schritten zu ermitteln und zwar für 10, 30, 50 MHz usw. An zwei Exemplaren des AD8307 sind solche Messungen gemacht worden. Die dabei ermittelten Korrekturwerte sind nachstehend angeführt und mit einem Texteditor (z.B. WordPad) in die Dateien defsonde1.hfm und defsonde2.hfm anstelle der dort vorgegebenen Werte einzufügen. Beide Dateien befinden sich im Verzeichnis

C:\Dokumente und Einstellungen\USER\hfm9.

Lohn der Mühe ist dann ein Leistungsmesser, der mit etwas Glück im Bereich von 1 bis 200 MHz ein auf ein halbes dB richtiges Ergebnis liefert. Wer ganz sicher gehen will, muß die Korrekturfaktoren mit einem genauen Leistungsmesser überprüfen und notfalls an seine AD8307-Detektoren anpassen.

Defsonde1.hfm:	defsonde2.hfm:
wattoffset0=0.000000	wattoffset0=0.000000
wattoffset1=0.300000	wattoffset1=0.300000
wattoffset2=0.600000	wattoffset2=0.600000
wattoffset3=0.900000	wattoffset3=0.900000
wattoffset4=1.200000	wattoffset4=1.200000
wattoffset5=1.500000	wattoffset5=1.500000
wattoffset6=1.800000	wattoffset6=1.800000
wattoffset7=2.100000	wattoffset7=2.100000
wattoffset8=2.300000	wattoffset8=2.300000
wattoffset9=2.600000	wattoffset9=2.600000
wattoffsetstr0=0 - 20 MHz	wattoffsetstr0=0 - 20 MHz
wattoffsetstr1=20 - 40 MHz	wattoffsetstr1=20 - 40 MHz
wattoffsetstr2=40 - 60 MHz	wattoffsetstr2=40 - 60 MHz
wattoffsetstr3=60 - 80 MHz	wattoffsetstr3=60 - 80 MHz
wattoffsetstr4=80 - 100 MHz	wattoffsetstr4=80 - 100 MHz
wattoffsetstr5=100 - 120 MHz	wattoffsetstr5=100 - 120 MHz
wattoffsetstr6=120 - 140 MHz	wattoffsetstr6=120 - 140 MHz
wattoffsetstr7=140 - 160 MHz	wattoffsetstr7=140 - 160 MHz
wattoffsetstr8=160 - 180 MHz	wattoffsetstr8=160 - 180 MHz
wattoffsetstr9=180 - 200 MHz	wattoffsetstr9=180 - 200 MHz

Andreas Lindenau, DL4JAL, der Vater der meistgenutzten NWT-Software, ist bemüht, das Programm immer auf dem aktuellen Stand zu halten und er nimmt Anregungen gerne entgegen, sofern sie für einen größeren Kreis von Anwendern von Interesse sind. Die derzeit letzte Version ist 3.04.02, die der letztgültigen Firmware 1.18.1 (gilt für die 400-MHz-Version mit 80-MHz-Quarz).

Weil sich gegenüber den Vorgängerversionen sehr viel geändert hat, ist eine Neukalibrierung der Meßsonden notwendig; das ist zum Glück nur eine Angelegenheit von wenigen Minuten. Vorher ist noch das Firmware-Update beim PIC zu machen, das ebenso im Nu erledigt ist.

2. Nachtrag (Jänner 2012)

Der seltsame Verlauf der Anpassungskurven bei 100 MHz in Abb. 9 und 10 hat keine Ruhe gelassen. Nach einigem Suchen im Internet zeigt ein dort gefundener Beitrag [4] die Ursache auf: Wir haben es ausschließlich mit nicht idealen Bauteilen zu tun, was bedeutet, daß auch ein SMD-Kondensator nicht nur

Zusätzlicher logarithmischer Meßeingang für den NWT

eine Kapazität, sondern auch eine Induktivität besitzt. Damit ist die Voraussetzung für einen Resonanzkreis erfüllt, der, wie Abb. 9 und 10 zeigen, auch prompt aktiv wird.

Die Schaltung des zweiten Detektors wurde seinerzeit direkt vom NWT übernommen. Am Eingang des Detektors sind, wie aus Abb. 1 hervorgeht, C1 mit 100 nF und C2 mit 1 nF parallel geschaltet. Das führt dazu, daß die Kapazität des 1-nF-Kondensators mit der Induktivität des 100-nF-Kondensators den Schwingkreis bildet und so die Kurven im Bereich um 100 MHz unstetig macht [5]. Die Änderung ist elektrisch einfach, beim Detektor auf der Hauptplatine mechanisch jedoch einigermaßen umständlich zu realisieren, denn der ist auf der Unterseite ja mit einem Abschirmdeckel versehen. Wer den damals über die gesamte Länge verlötet hat, besitzt für die Änderung keine guten Karten.

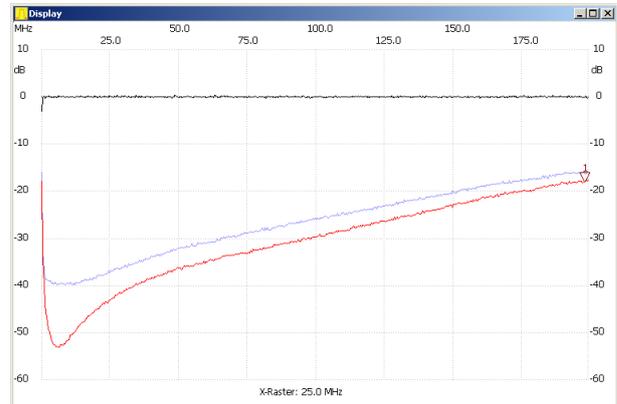


Abb. 17: Rückflußdämpfung der Detektoren nach der Änderung

Der 1-nF-Kondensator ist bei beiden Detektoren durch einen baugleichen 100-nF-Typ ersetzt und beim zweiten ist noch parallel zum 56-Ohm-Widerstand einer mit 820 Ohm huckepack darüber gelötet worden, um die Anpassung an 50 Ohm zu verbessern. Das Ergebnis zeigt Abb. 17, wobei die blaue Kurve für den ersten und die rote für den zweiten Detektor gilt. Vielleicht hätte es gereicht, lediglich den kleinen Kondensator zu entfernen, aber weil der Platz schon da ist und zwei parallele Bauteile die wirksame Induktivität halbieren, hat sich das angeboten.