

miniVNA – der kleinste Netzwerkanalysator der Welt

Thomas Kimpfbeck, D03MT

Die kleine zigarettschachtelgroße Box misst Rückflussdämpfung und Übertragungsfunktion in Betrag und Phase. Alle Daten werden über USB an die PC-Software geleitet.

Vor zwei Jahren hatte Davide Tosatti, IW3HEV, die Idee, den Vektor-Antennenanalysator VNA1 zu entwickeln [1], der Impedanz, VSWR und Reflexionsfaktor misst, und die Daten via LPT-Port auf einen Rechner schickt. Damals musste man das Gerät noch selbst zusammenlöten und die Richtkopplerspule von Hand wickeln. Während der HAM RADIO 2006 wurde die Weiterentwicklung als miniVNA von miniRadio Solutions vorgestellt. Das Fertiggerät ist

mittlerweile bei Wimo [2] erhältlich. Der Analysator verfügt jetzt über zwei Messbuchsen, um neben Rückflussdämpfung (S11), Reflexionsfaktor (r), Impedanz (Z), VSWR (s) auch die Übertragungscharakteristik (S21) von Netzwerken wie Filter und HF-Leitungen zu bestimmen. Die Daten werden über USB an eine Upgrade-Software von G3RXQ und 6K2ECY geschickt, die alles bietet, was Antennen- und HF-Bastler messen möchten.



Zur Person

Thomas Kimpfbeck,
D03MT, DE3TKP
Jahrgang 1982,
Amateurfunkgenehmigung seit 1997
Studium der

Elektrotechnik an der Fachhochschule Rosenheim, zur Zeit Diplomarbeit bei Siemens AG Corporate Technology
Mitglied in DARC, VDE
Bücher: „Software für Funkamateure“ und „Software für Funkamateure 2“
Besondere Interessen: Digimodes, SWL, DX
Weitere Hobbys: Fremdsprachen, digitales Schaltungsdesign

Anschrift:
Stettener Str. 24
83209 Prien am Chiemsee
do3mt@dar.de

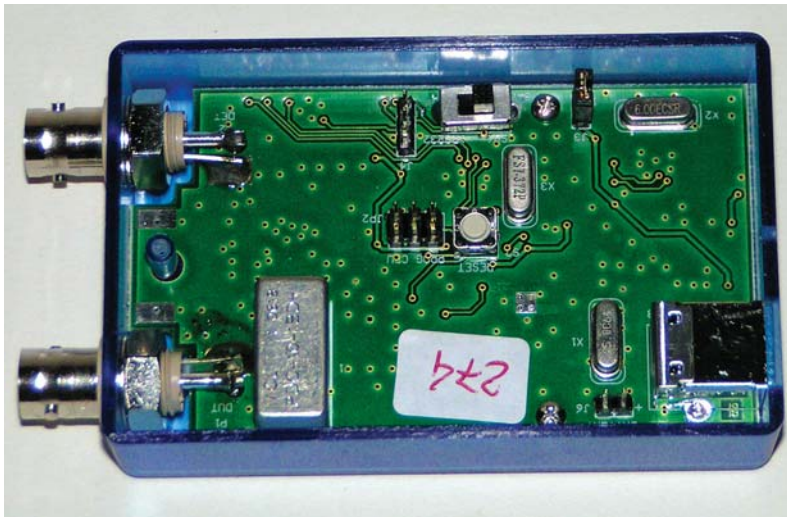


Bild 1:
Innenansicht
des miniVNA

Erstmals gibt es einen Vector Network Analyzer für den Amateur- und semi-professionellen Bereich zu einem erschwinglichen Preis, der damit Dipmeter, SWR-Brücken, MFJ-259 & Co. in den Schatten stellt.

Software

Der Hersteller liefert USB-Treiber und Bediensoftware auf CD mit, wobei in den vergangenen Wochen durch ein Internetforum bei Yahoo [3] so viele Wün-

sche und Anfragen an das Entwicklerteam gestellt wurden, dass es mittlerweile bessere und neuere Versionen im Internet zum Herunterladen gibt.

Neben der neuesten Version 2.2.9 für Windows 98/2000/XP findet man dort auch eine DOS-, Linux- und sogar eine PDA-Software für Pocket PC und Windows CE. Als Voraussetzung sollte ein PC mit 500-MHz-Prozessor zur Verfügung stehen, am besten eignet sich wohl ein Laptop, damit man das Gerät sowohl in der Werkstatt, im Labor, als auch im Shack verwenden kann.

Als Programmhilfe steht eine englische Anleitung als PDF zur Verfügung, sowie eine holländische Übersetzung bei [3].

Leider fehlt der Software noch eine Druckfunktion, sodass man für Bildausdrucke einen Screenshot in ein Grafikprogramm kopiert und es von dort ausdruckt. Am platzsparendsten dürfte allerdings das Abspeichern von CSV oder VEC Dateien sein, die nur die Messdaten enthalten. Ersteres Format kann mit Excel weiterverarbeitet werden, VEC dagegen ist ein spezieller miniVNA Dateityp.

Hardware

IW3HEV hat konsequent alle Schaltpläne (Protel), das Layout und die Mikrocontrollersoftware (Basic) offen gelegt und bietet sie auf seiner Seite [4] zum Download an.

Die Schlüsselbausteine des Analysators sind ein DDS-Generator AD9951, Detektor AD8302, der kommerzielle Richtkoppler PDC101BD und ein ATmega8L-Mikrocontroller. Die doppelseitig SMD-bestückte Platine befindet sich in einem Kunststoffgehäuse. Keine Bange, es kommt keine HF heraus und externe Störungen koppeln eher über ein unge-

schirmtes USB-Kabel oder die zu messende Antenne ein.

Der DDS-Chip erzeugt im Prinzip eine hochauflösende digitale Sinuswelle aus einem ROM. Zur Frequenzerzeugung werden Abtastwerte vielfach ausgegeben oder einige übersprungen. Dadurch entstehen digital variable Sinusperioden, die der DDS von Start- zu Stoppfrequenz in einstellbarem Raster mit 0 dBm durchwobelt. Die maximale Stoppfrequenz beträgt etwa 200 MHz. Die Samples werden über einen eingebauten 14-Bit-D/A-Wandler ausgegeben. Zur Nebenwellenunterdrückung ist ein Tiefpassfilter nachgeschaltet, das -3 dB bei 170 MHz und -6 dB bei 173 MHz erreicht, um einen maximalen SFDR (Spurious Free Dynamic Range) zu gewährleisten.

Für Reflexionsmessungen wird das so ausgesandte Signal im Device Under Test (DUT) teilweise zurück in den Richtkoppler reflektiert, der es in den Detektor leitet. PDC10 steht dabei für einen 400 MHz Plug in Bi Directional Coupler aus der bekannten HF-Schmiede Mini-circuits. Der Koppler besitzt bis 160 MHz maximal 0,75 dB Einfügedämpfung und eine typische Entkopplung von 35 dB. Damit kann man bis zur theoretischen Genauigkeit von VSWR 1 : 1,06 messen. Mehr zum Thema Richtkoppler für VNAs hat kürzlich der Funkamateur veröffentlicht [5].

Der AD-8302-Chip ist ein 2,7 GHz Amplituden- und Phasen-Detektor. Er ist ebenfalls von Analog Devices und genauso vollintegriert, wie der DDS. Als Dynamikbereich gibt der Hersteller -60 bis 0 dBm an, die nur für den Vorwärtsübertragungsfaktor (S21) im Transmission Mode voll ausgenutzt werden können. Zur zusätzlichen Empfindlichkeitssteigerung hat IW3HEV noch ein 10-dB-Dämpfungsglied eingefügt.

Der AD-8302-Detektor logarithmiert die am Richtkoppler anliegenden Werte der Rückflussdämpfung (40 dB) und Phasenlage (0-180°) und gibt sie als Spannungen 0 V bis 1,8 V aus. Die im ATmega8 befindlichen A/D-Wandler digitalisieren die beiden Größen und stellen sie am seriellen Ausgang zur Verfügung. Bessere Resultate für die Phaseninformation (0-360°) liefern freilich Profi-VNAs, von Rohde & Schwarz, Anritsu oder Agilent, die Mess- und Referenzsignal nach dem Superhet- oder Samplingprinzip auf eine feste ZF heruntermischen und dann vergleichen, solche Geräte kosten dann aber auch ca. 100 Mal mehr.

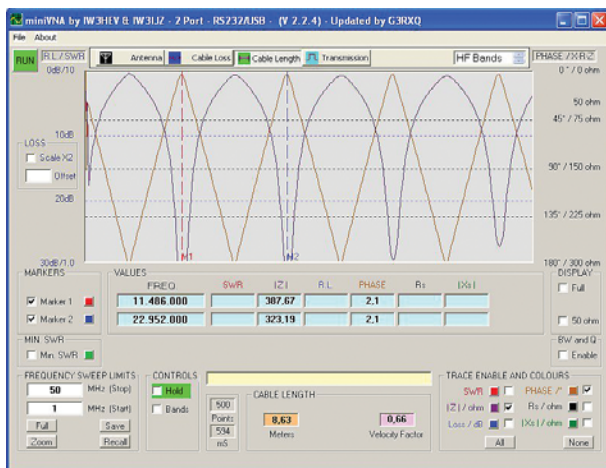
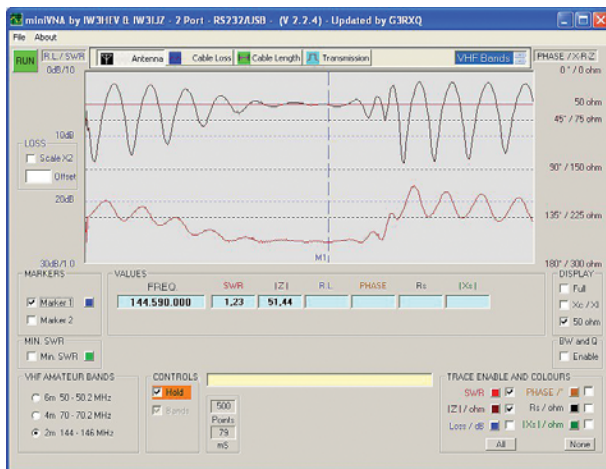


Bild 3: Kabellängenmessung

Antennen-/ Reflexionsmessung

Dazu die Antenne samt Koaxialkabel an die Amphenol-BNC-Buchse mit der Aufschrift DUT anschließen und in der Software den Button Antenna aktivieren, unter Bands das Amateurband auswählen und RUN klicken (Bild 2). Achtung, ein voller Sweep mit 1 mW von 1–180 MHz z.B. an einer starken Yagi würde unter Umständen den Radioempfang der Nachbarn stören, deshalb sollten Antennenmessungen nur auf den Amateurbändern erfolgen. Von besonderem Interesse sind hier der Impedanzverlauf über der Frequenz, den man grafisch auch an einer 50-Ω-Referenzlinie messen kann, sowie die Rückflussdämpfung (S11) bzw. daraus berechnet das VSWR. Ein kurzer Klick und das Programm bestimmt sogar automatisch die Frequenz für minimales VSWR. Wer genaueres ablesen möchte, bedient sich der Hilfe zweier Marker, die mit linker und rechter Maustaste gesetzt werden können.

Kabelmessung

Zur Messung der Kabellänge muss eigentlich nur der Abstand zwischen den Maxima stehender Wellen bestimmt werden und genau so funktioniert es auch mit dem miniVNA. Man steckt das Koaxialkabel nur an die DUT-Buchse und lässt das abgelegene Ende offen, schließt es also nicht (!) am Ende mit 50 Ω ab (sonst wären ja die stehenden Wellen weg). Besonders markant ist der Phasenverlauf, an dem man die Abstände leicht mit Markern bestimmen und dann die Länge in Metern von der Anzeige ablesen kann. Die meisten Koaxialkabel (z.B. RG-58) besitzen einen Verkürzungsfaktor von 0,66, dieser ist bereits voreingestellt (Bild 3). Wer andere Kabel vermisst, muss dazu den so genannten InputVelFactor in der Datei analyz.ini abändern. Sogar die Kabeldämpfung kann so bestimmt werden. Das ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Leitungen schon verlegt sind und man nicht an das ferne Ende für eine Transmissionsmessung herankommt. Die Antenne sollte dann allerdings abgesteckt sein.

Transmissionsmessung

Die zweite BNC-Buchse am Gerät bietet einen direkten Zugang zum Detektor, so lässt sich die genaue Übertragungscharakteristik von Filtern, Kopplern und Kabeln bestimmen. Zum Beispiel zeigt ein etwa 9 m langes RG-58-Kabel, dass bei 145 MHz

schon über 3 dB Dämpfung vorliegen, es also für diese Frequenzen nicht gut geeignet ist. Zur Messung aktiver Netzwerke wie Verstärker muss unbedingt die Verstärkung vor dem DET-Eingang durch ein Dämpfungsglied reduziert werden, um den Detektor nicht zu zerstören.

Da man Filter oder andere Baugruppen nie direkt anschließen kann, sondern nur mit Messleitungen, sollte man vorher die Messleitungen herauskalibrieren. Dazu bestimmt man einfach deren Dämpfung und trägt diese dann im Offset-Textfeld ein, dann rechnet die Software diese unerwünschte Abschwächung heraus.

Bei Profigeräten könnte man durch Kalibrierung mit genauen Standards (Open, Short, Load) sogar die Phasendrehung auf den Messleitungen und anderer parasitärer Effekte herausrechnen, was miniVNA nicht bietet. Allerdings kann man sich einfache Open und Shorts selbst bauen und versuchen, die Dämpfungsmessung zu verbessern. Im Transmissionsmodus sollte die Dämpfung für eine sehr kurze nahezu ideale Leitung 0 dB betragen. Der entsprechende Korrekturwert caloffsetx in der analyz.ini-Datei steht defaultmässig auf 115 (1/10-dB-Schritte), was in etwa dem eingebauten 10-dB-Dämpfungsglied entspricht. Mit Short und Open sollte man bei der Rückflussdämpfung etwa 0 dB erreichen, was man mit dem Wert caloffsety einstellt. Da die meisten Anwendungen für Funkamateure aber selten so hohe Genauigkeit erfordern, genügt die Werkseinstellung vollkommen.

Tipps für Profis

- Viele Fachleute möchten gerne das übersichtliche Smithdiagramm nutzen. In Kürze wird es dafür eine eigene Software von Dan Maguire, AC6LA, für MS-Excel geben [6]. Ich konnte dankenswerterweise schon die Betaversion bei OM Gerd Koetter, DO1MGK, ausprobieren, der am miniVNA Projekt mitarbeitet.

Das in Excel-VBA programmierte Zplots wird nicht nur die Daten im Smithdiagramm auswerten, sondern direkt den Analysator ansteuern und die Werte aktuell messen (Bild 4). Mit Zplots sind auch Direktausdrucke möglich. Das Bild zeigt eine ältere Version, die noch nicht miniVNA kompatibel ist.

- Ein weiteres nützliches Smith-Tool heißt PasanSE und ist von der YahooGroup [4] verlinkt.

- Vermisst man schmalbandige Antennen oder Filter ist es sinnvoll die Frequenzpunktanzahl zu erhöhen. In der analyz.ini ist Champ = 500 gesetzt, man kann es noch

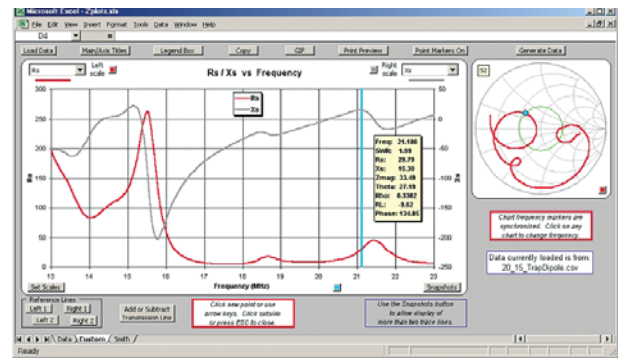



Bild 4: Zplots – ein Exceltool für Smith-Diagramme

bis 1000 ausdehnen. Dadurch verlängert sich aber auch die Sweepzeit ein wenig. Will man Messdateien mit befreundeten Funkamateuren austauschen, muss man dazu immer die Samplerate nennen, sonst kann das Programm die Daten nicht mehr auswerten.

- Als besonderes Feature kann man miniVNA über Bluetooth, z.B. auf dem Dachboden nahe der Antenne betreiben und die Daten wireless auf dem PC empfangen.

Fazit

Es lohnt sich fast für jeden engagierten Funkamateure sich so ein kleines tolles Messgerät anzuschaffen. Der Preis beträgt 260 €. Betrachtet man die hohen Stückpreise für den Koppler und die Chips, ist das wirklich preiswert. Ich konnte selbst nach vier Wochen noch nicht alle Messmöglichkeiten ausschöpfen. Damit dürften viele kompliziertere Bastelprojekte, seien es Antennen, Verstärker oder Filter für Amateure wieder machbarer werden.

Ich empfehle miniVNA aber auch für Fieldays und Portabelbetrieb, um mal schnell die Antennenanlage durchzumessen. Sicher wird es auch Elektrotechnikfirmen, sowie Berufs- und Hochschulen geben, die den kleinen miniVNA kaufen. Ich möchte mich abschließend sehr für die nette Zusammenarbeit mit OM Gerd, DO1MGK, bedanken. 

Stimmen über den miniVNA (aus dem Englischen übersetzt) von www.eham.net I2DMI: „... Fantastisch! Ich werde sofort meinen veralteten MFJ-269 verkaufen ...“ M3KXZ: „... Ich habe den miniVNA seit ein paar Tagen, konnte aber bisher noch nicht aufhören, zu messen ...“ DL5VZ: „... der Neue [miniVNA] ist wirklich ein must have für alle Amateure die Antennen bauen ...“ IZ3ATV: „...miniVNA ist das Beste, was ich für mein Hobby jemals gekauft habe ...“

Literatur

- [1] www.qsl.net/iw3hev/Antenna%20Analyzer%201.8-60%20MHz-Eng.htm
- [2] www.wimo.com/messtechnik_d.htm#minivna
- [3] www.miniradiosolutions.com/
- [4] http://groups.yahoo.com/group/analyzer_iw3hev/
- [5] H. Nussbaum, DJ1UGA: „Messung der Reflexionsdämpfung mit dem FA-Netzwerktester“, FA 12/06
- [6] <http://ac6la.com/zplots.html>
- [7] Application Note Agilent AN 1287-1: „Understanding the Fundamental Principles of Vector Network Analysis“