

# Egy nagyon sokoldalú műszer: a VNA 2.

János János Sebestyén hőfizikus mérnök, irányítástechnikai szakmérnök, HA5GN

## Különböző VNA-k a piacon

A fentiek ismeretében hasonlít-suk össze ezt a VNA-t egy profi da-rabbal (ld. **1. táblázat**). Idézek a RT 2007/8 és 2007/9 számából (azt a cikket friedrichshafeni vá-sárról írtam): „Az azért látszik, hogy akinek a R&S ZVL jutott, az nem rohan majd, hogy miniVNA-ra cserélje. De lehet, hogy néhány paraméter nem egészen világos.

*Dinamika tartomány* – a jeladó és jelfogadó áramkörök egy doboz-ban vannak; ha nagy az áthallás, nehéz a rákötött kristálysűrőt megmérni. A ZVL a szűrőt -120 dB elnyomásig tudja mérni, a miniVNA-val még a -60 dB-es sáv-szélesség se mérhető ki, de a -55 dB-es már igen. Ugyanez vonatkozik a miniVNA beépített reflektométerére is: az „előre” jel-ből legfeljebb -35 dB-nyi mindig megjelenik a „visszavert” ágon is, tehát 1:1,04-nál jobb SWR-t a készülék már nem tud mérni.

*Kimenő jelszint* – a ZVL esetén mérőjel nagysága 1 nanowatt és 10 milliwatt között lehet, a VNA esetében ez fixen 1 milliwatt. A szignálgenerátor funkcióhoz tehát az utóbbi esetben külső osztó kell, de a kettős árnyékolás hi-ányában ez sohasem ér utol egy igazán jó szignált.

Az *S paramétereiről* csak annyit, hogy bármelyik (folyamatos átvitelű) négy-pólust jellemezni lehet négy db komplex függvényvel (lineáris esetben 4 db komplex számmal). A ZVL ezeket képes meghatározni és kirajzolni; a mi-niVNA csak az ernyőkép tetején lévő funkciókat ismeri. Tetemes a különbség a feldolgozás sebes-ségében is – de ugye az árban is.

Ha a profi szintet nem is éri el, az amatőr igényeket egy ilyen szerkezet nagyrészt kielégítheti. A teljesség igénye nélkül néhány

hasonló, kapható készülék (ré-gebbi – újabb, teljesen analóg – részben digitális): Timewave TZ-900S (1300 USD), Autek RF1 és VA1 (200-300 USD), MFJ-259B/MFJ-269 (300-400 euró), AEA CIA-HF (380 euró), AEA VIA (600 USD), FA NWT01+Linux SW (kitűnő, a Funkamateur újság támogatott konstrukciója), TenTec TAPR, Anritsu, Agilent, stb. stb. (Az árak erősen változhatnak.) Ren-geteg leírás található az interneten. Aki a fenti kulcsszavakat esetleg a „network analyzer”-rel együtt beírja a keresőkbe, talál-atok százaiban dúskálhat”.

A fenti 2007-es leíráshoz hoz-zátenném, hogy nyilván az árak is változtak (valahogy mégsem lefelé), és azóta népszerűvé vált DG8SAQ VNA-ja is, kitűnő szer-kezet (ld. **7. ábra.**). Ára 20% áfa esetén 474 angol font, nálunk ugye az áfa 27%. A miniVNA-hoz is megjelent egy kiegészítő készülék (extender), ami kiter-jeszti a frekvenciatartományt 1,5 GHz-ig. A neten mindezeknek utána lehet nézni.

Térjünk vissza a miniVNA-hoz, és nézzük a funkciókat! Itt jegyzem meg, hogy a miniVNA-hoz öt különböző program is lé-tezik, mindegyik jobb, mint

amelyik a bemutatott grafikonokat produkálta, de ez volt az egyetlen, amely egész kis képer-nyő felbontással is működik, ráad-sul több pixel vastag vonalat is hajlandó húzni, így képe nyom-dailag rekonstruálható.

## A miniVNA funkciói

A gyártó szerint lehet használni:  
– 100 kHz és 180 MHz között generátorként,  
– lehet mérni tápvezeték elektromos hosszát, ebből rövidü-lési tényező ismeretében fizi-kai hosszát, fizikai hossz ismeretében rövidülési tényezőt,  
– antennaimpedanciát, mint  $|Z|$ -t és  $\varphi$ -t, ugyanebből  $R_s$ -t és  $X_s$ -t, a frekvencia függvényében,  
– SWR-t és reflexiós veszteséget (ez a kettő ugyanaz, csak más-képpen kifejezve),  
– négy-pólusok frekvenciafüggő átviteli csillapítását és fáziské-sését (pl. szűrők).

A gyártó által felsoroltakon kívül – ugyanezen funkciók felhasználásával – én még az alábbiakra is sikerrel használom:

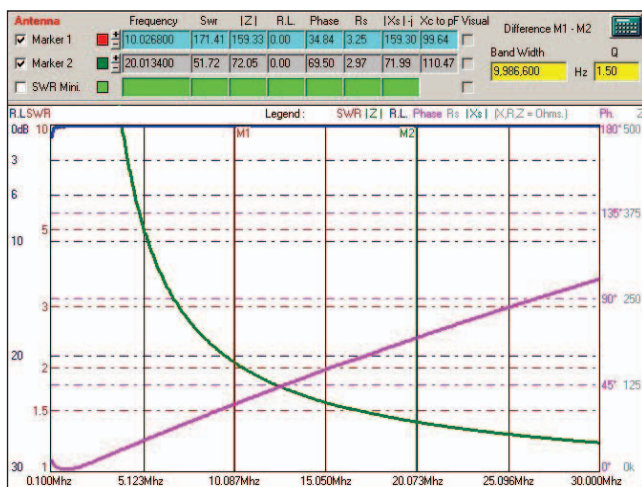
– kondenzátorok kapacitásának és veszteségének frekvencia-függő mérésére,  
– induktivitások és veszteségeik

## 1. táblázat

Paraméter	Rohde&Schwarz ZVL	miniVNA
Frekvencia tartomány	9 kHz - 6 GHz	100 kHz - 180 MHz
Dinamika tartomány	> 120 dB, tip. 125 dB	>50 dB, tip. 55 dB
Reflektométer dinamika	nincs adat	35 dB, min 1:1,04
Kimenő jelszint	-60 ... +10 dBm	0 dBm
Mérés pontok száma	max. 4000	max. 2000
Mérési sebesség, pont/millisec	200 p / 60ms @ 100kHz	600 p / 500 ms
Mérések	Mind a 4 "S" paraméter	ld. ernyőkép
Trace noise	kb. 0,005 dB	Nincs adat
Kiértékelés	Önjáró, saját CRT	Külső PC
További szolgáltatás	Spektrum analízátor	Nincs
Tömeg, méret	kb. 7 kg	9 x 5,5 x 3 cm
Ár	kb. 15 000 USD	255 EUR



7. ábra



8. ábra

- frekvenciafüggő mérésére,
- oszcillátorba és szűrőbe való kvarcok válogatása, minősítése,
  - fojtók rezonanciáinak megkeresésére és mérésére,
  - frekvenciától függő permeabilitású vasmagok (ferrit!) tekercseinek induktivitás, impedancia, veszteség mérésére ... balunok(!),
  - tápvonalak veszteségének és hullámimpedanciájának (!) meghatározása (trükkös),
  - mivel folyamatosan jelzi azt a frekvenciát, ahol az SWR minimális, így GDO-ként is használható, tnx HASDH (egy kis induktivitást rövid mérőkábel végére kötve mutatja a legerősebb elszívás frekvenciáját).

Mielőtt a különböző mérési módszerekre rátérnék, tekintsük át, mit is jelentenek a képernyőn látható mennyiségek!

**SWR és RL – állóhullámarány és visszaverési veszteség**

Régen, amikor még nemigen voltak SWR-, illetve teljesítménymérők kaphatók, az irány-

csatolós vagy ferritgyűrűs műszereket magunk készítettük. Skálát magunk nem nagyon rajzoltunk, maradt az eredeti – rendszerint 100 µA. Ilyenkor „oda” irányba kapcsolva a műszert végkitérésbe állítottuk, majd „vissza” irányba kapcsolva leolvastuk, mit mutatott. Az állóhullámarány értékét az alábbiak szerint számoltuk ki:

$$SWR = \frac{"oda" + "vissza"}{"oda" - "vissza"} = \frac{1 + \frac{"vissza"}{"oda"}}{1 - \frac{"vissza"}{"oda"}} = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_{ref}}{P_{for}}}}{1 - \sqrt{\frac{P_{ref}}{P_{for}}}}$$

Ha "oda" = 100 µA és "vissza" = 50 µA, akkor: "vissza"/"oda" = 0,5; innen SWR = 1,5/0,5 = 3

Az RL (Return Loss, a visszaverődés során elszenvedett veszteség):

$$RL = -20 \log \left( \frac{"vissza"}{"oda"} \right) = -20 \log \left( \sqrt{\frac{P_{ref}}{P_{for}}} \right) = -10 \log \left( \frac{P_{ref}}{P_{for}} \right)$$

Az SWR formula jobb oldalán a négyzetgyökös kifejezés a korrekt, de teljesítményfüggetlen antennaimpedancia esetén a „négyzetgyök teljesítmény” arányos a „feszültséggel”, amit műszerünk mért. Látható, hogy mind az SWR, mind az RL ugyanabból az „oda” és „vissza” értékből származik, tehát köztük a megfeleltetés teljes.

Elkerülve a formulákat, az értékeket a táblázatba gyűjtöttem. A „vissza”/„oda” aránytól (0,0 ... 1,0) függően a 2. táblázat szerinti SWR és RL értékeket kapjuk.

Miért használunk ugyanarra két mennyiséget? Nyilván, ha „vissza” meg sem lendül a mutató, akkor az SWR 1 lesz, ha félig tér ki (0,5), akkor SWR 3, és ha teljesen, azaz oda-vissza ugyanaz, akkor az SWR végtelen. Ohmos vagy közel ohmos

**Ageta méréstechnika**

FLUKE, Tektronix, Agilent Technologies, metrix, GW INSTEK, TTT, UNI-T, RIGOL, OWON

MÉRŐMŰSZEREK, OSZCILLOSKÓPOK, ANALIZÁTOROK, JELGENERÁTOROK, TARTOZÉKOK .....

Ageta Kft. <http://shop.ageta.hu> ; email: [ageta@ageta.hu](mailto:ageta@ageta.hu) ; Tel.: 30/2564-288 ; Fax: 96/214-342