

Vector Network Analyzer (VNA)

**Egy nagyon sokoldalú,
jól használható műszer**

Jánosy János Sebestyén HA5GN

Hivatkozások:

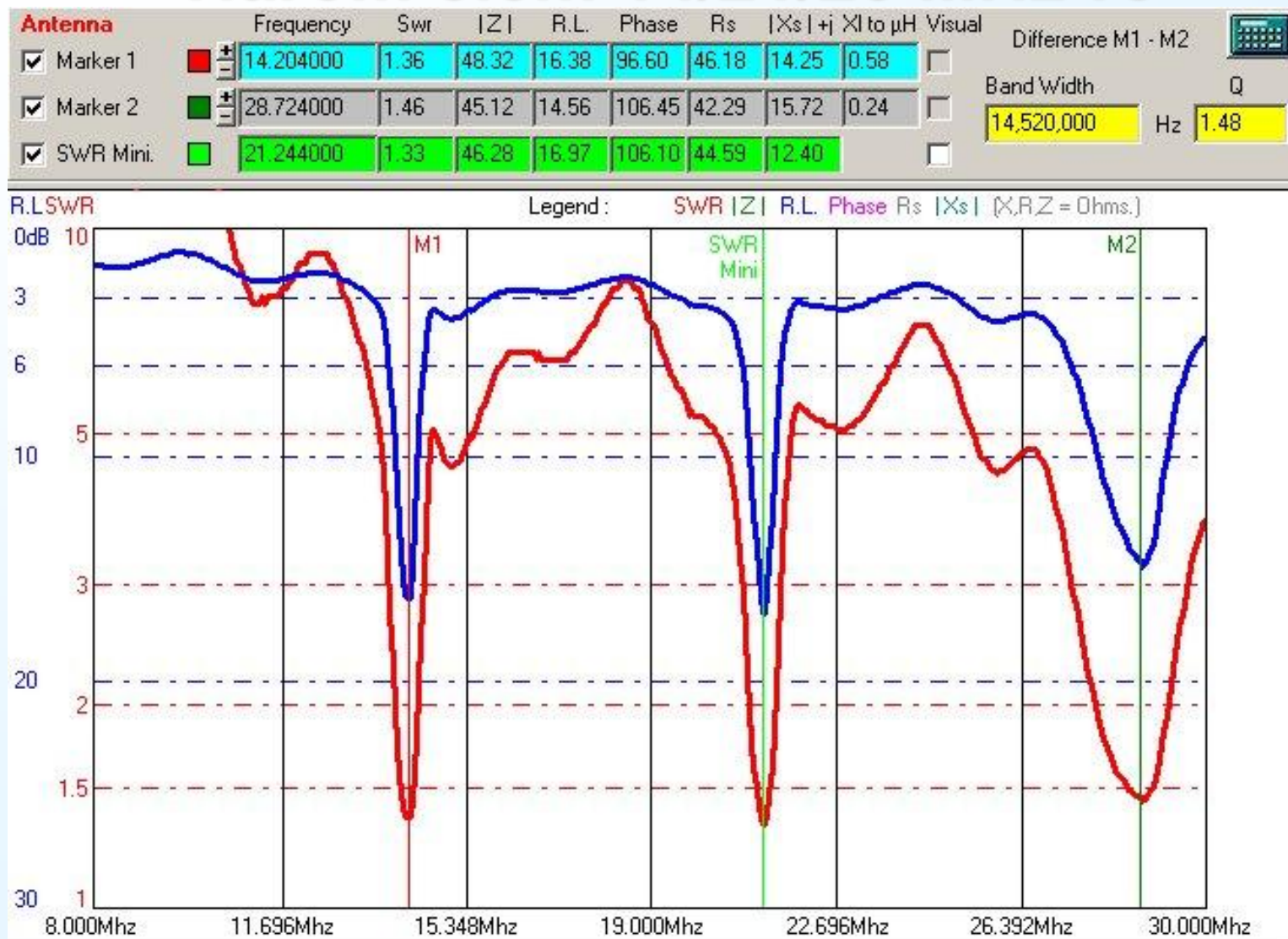
1. **Friedrichshafen-i tapasztalatok, gondolatok
(RT 2007/8, 2007/9)**
2. **Egy nagyon sokoldalú műszer: a VNA
(RT 2013/1 és folytatások)**

Megjegyzés:

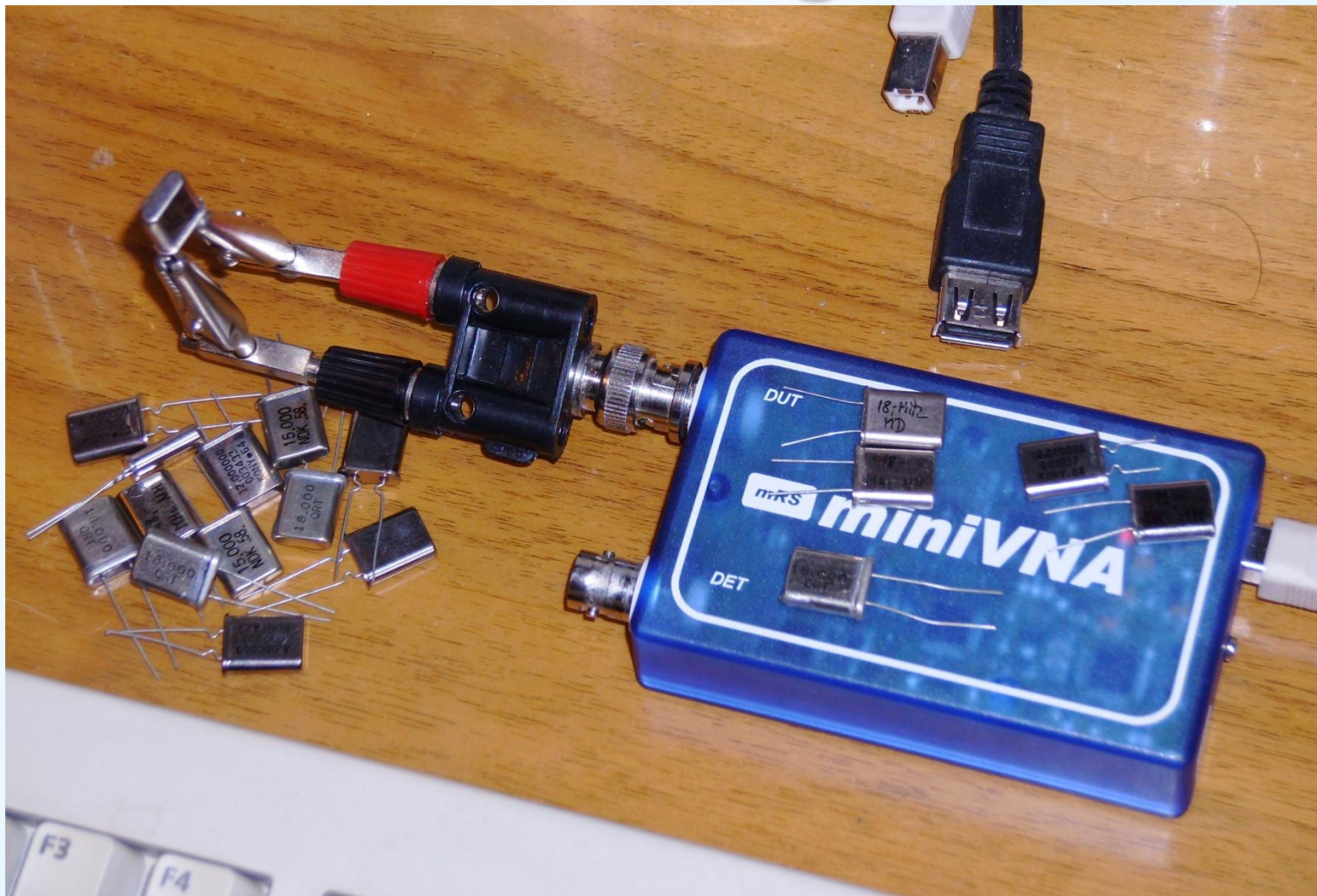
Már így is nagy terjedelme miatt ez az előadás nemigen tartalmaz szöveget, ami csökkenthette volna az ábrák méretét, így önmagában csak korlátozottan használható.

Folytatásokban, részletes magyarázattal a 2013. januári Rádiótechnikában kezd megjelenni.

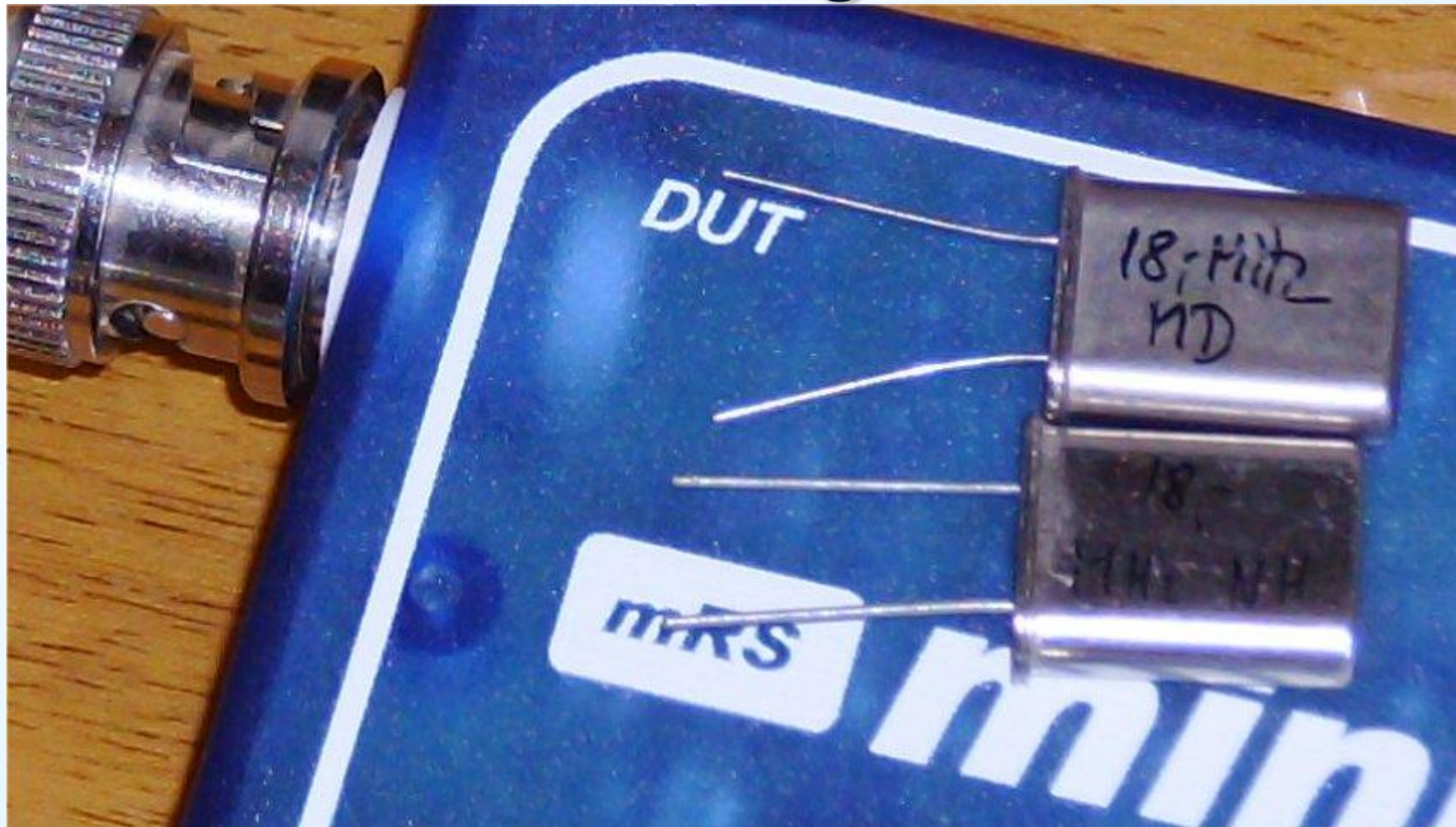
Három elem 14/21/28 MHz-re



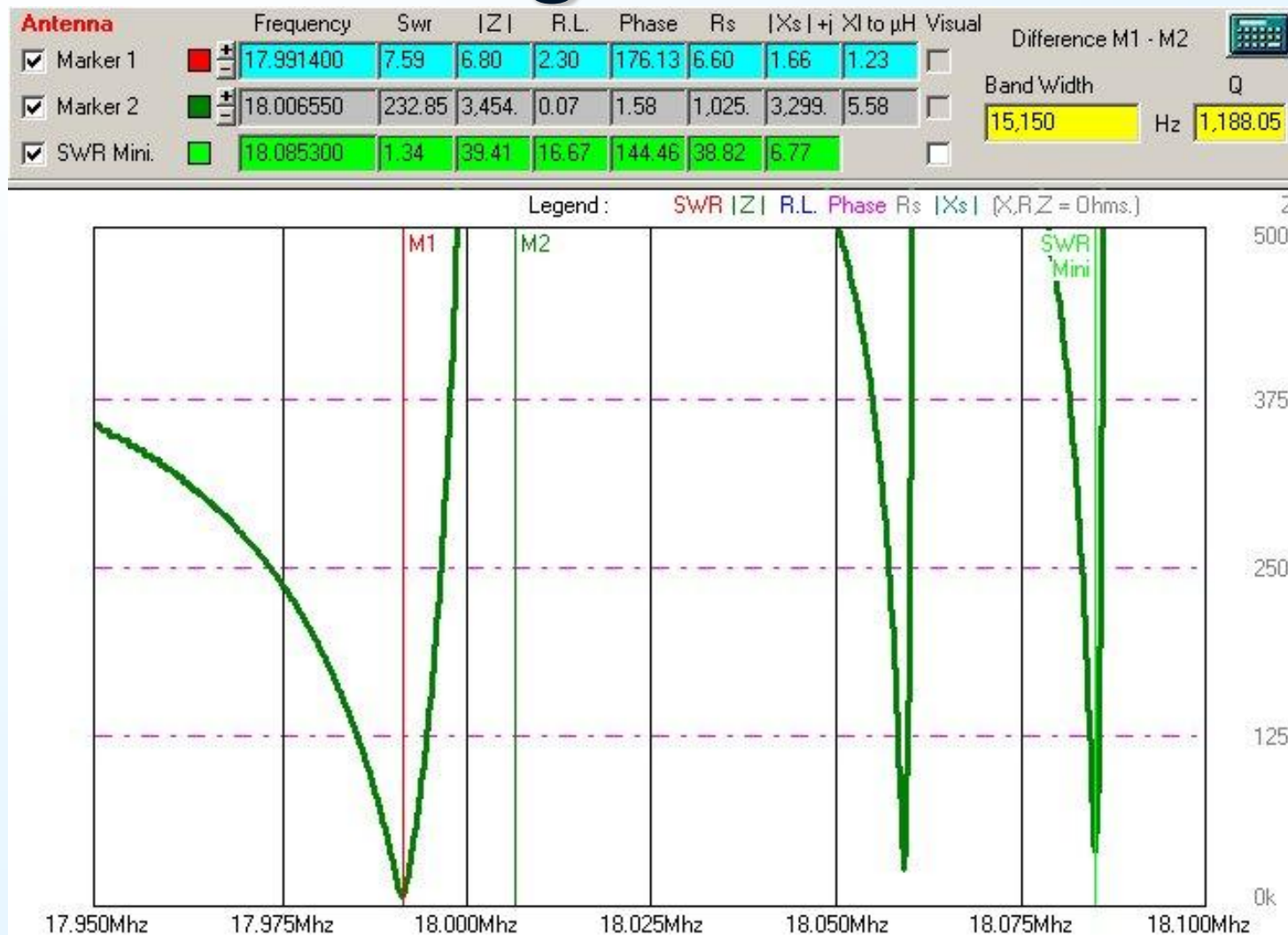
Kvarcok válogatása I.



Kvarcok válogatása II.



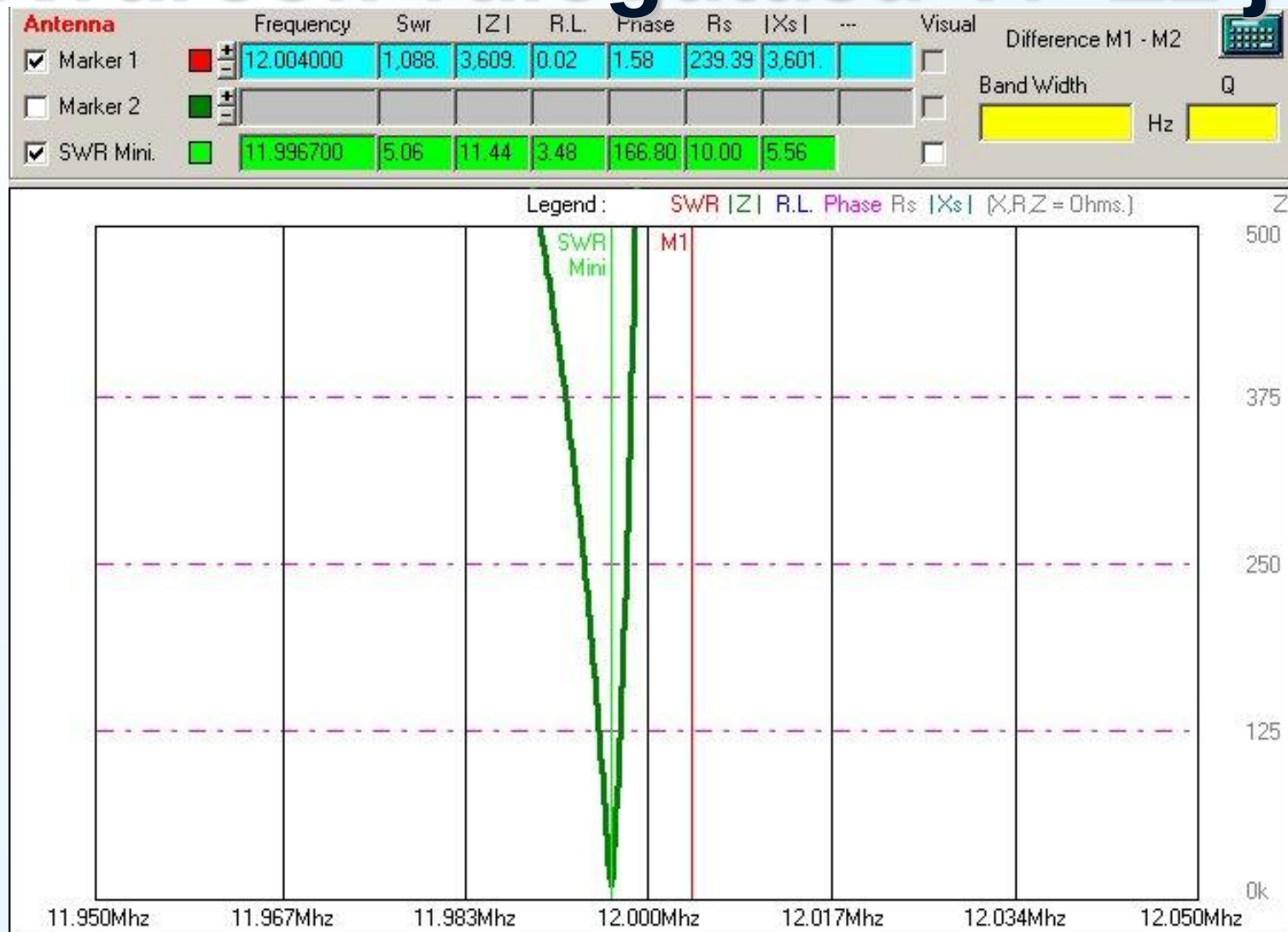
Kvarcok válogatása III. Ez rossz!



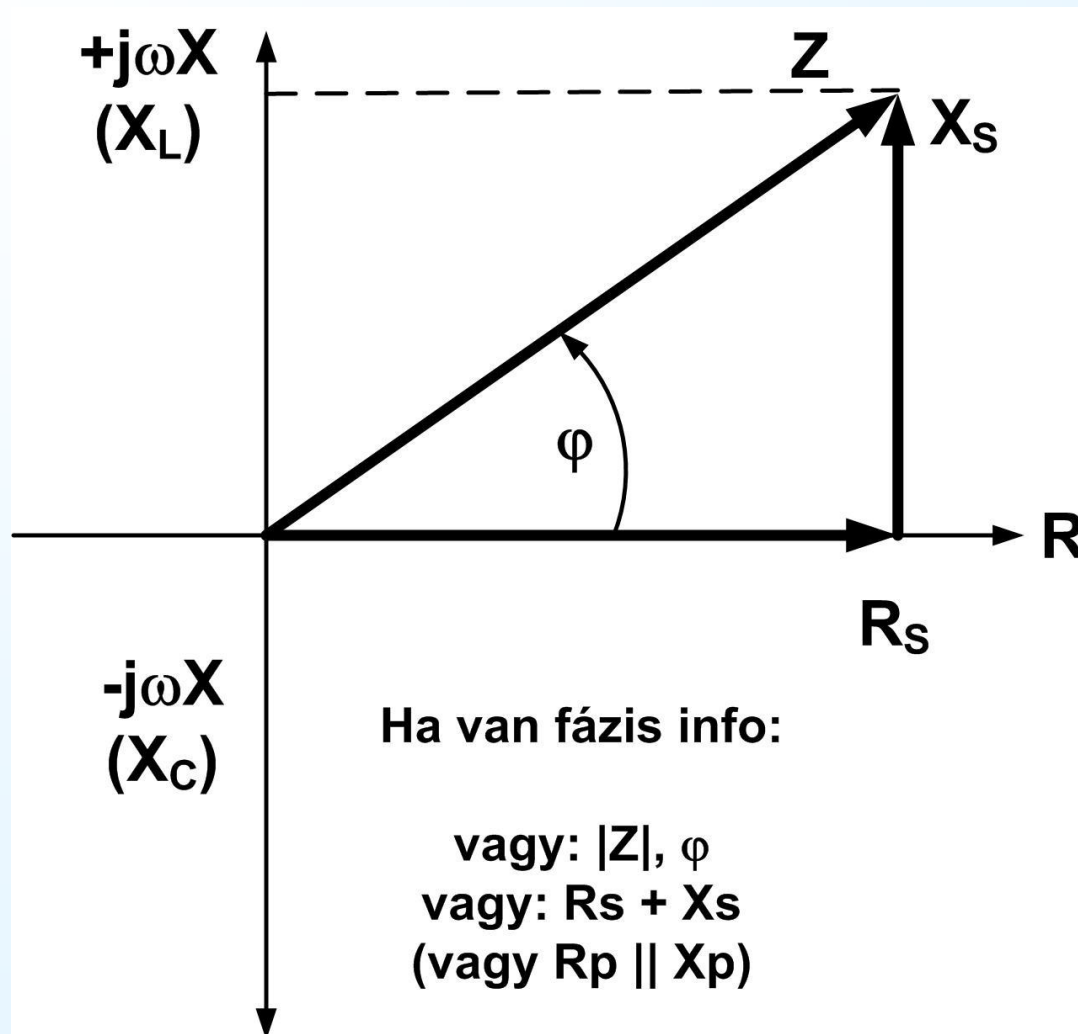
Kvarcok válogatása IV.



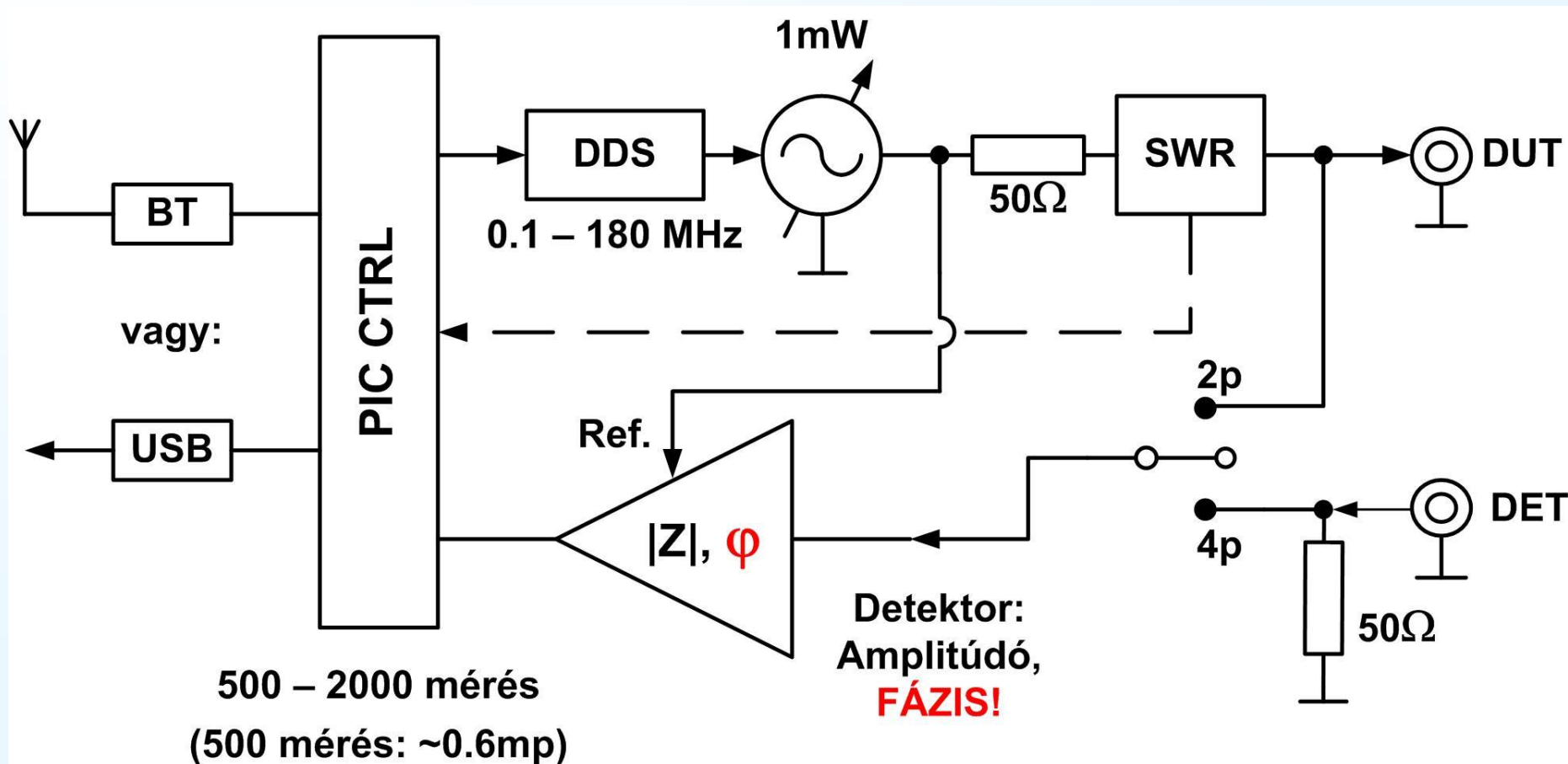
Kvarcok válogatása V. Ez jó!



Vektor vagy skalár? VNA vagy SNA?



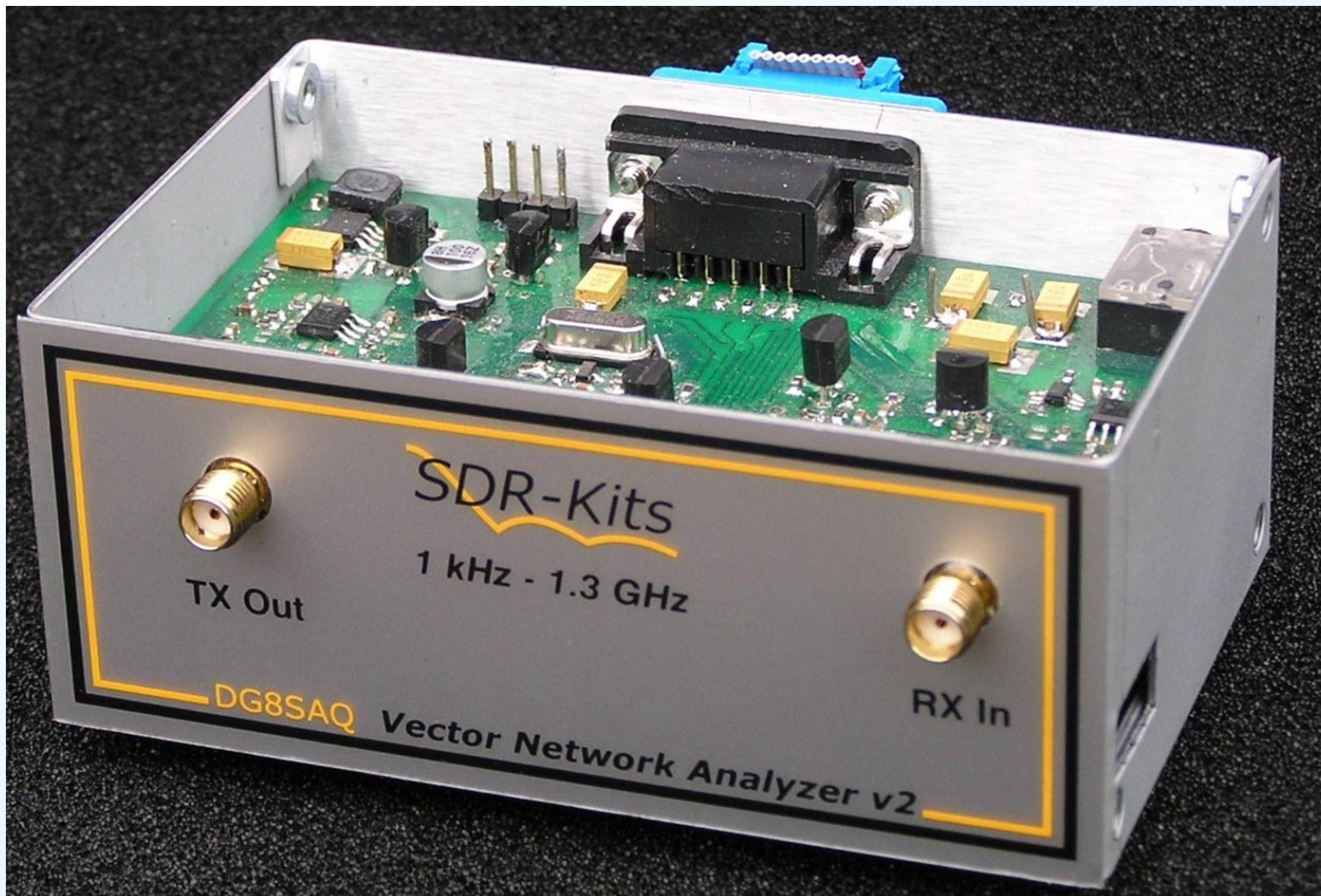
Elvi blokkvázlat - miniVNA



VNA – profi és amatőr

Paraméter	Rohde-Schwarz ZVL	miniVNA
Frekvencia tartomány	9 kHz - 6 GHz	100 kHz - 180 MHz
Dinamika tartomány	> 120 dB, typ. 125 dB	>50 dB, typ. 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

DG8SAQ – kb. 500 angol font



A miniVNA funkciói

A gyártó szerint lehet használni

- 100 kHz és 180 MHz között generátorként
- lehet mérni tápvezeték elektromos hosszát, ebből rövidülési tényező ismeretében fizikai hosszát, fizikai hossz ismeretében rövidülési tényezőt
- antennaimpedanciát, mint $|Z|$ -t és φ -t, ugyanebből R_s -t és X_s -t, a frekvencia függvényében
- SWR-t és reflexiós veszteséget (ez kettő ugyanaz, csak másképpen kifejezve)
- négypólusok frekvenciafüggő átviteli csillapítását és fáziskésését (pl. szűrők)

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

- kondenzátorok kapacitásának és veszteségének frekvenciafüggő mérésére
- induktivitások és veszteségeik frekvenciafüggő mérésére
- rezgő- és szűrőbe való kvarcok válogatása, minősítése
- fojtók rezonanciáinak megkeresésére és mérésére
- frekvenciától függő permeabilitású vasmagok (ferrit!) tekercseinek induktívitas-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 HA8DH (egy kis induktivitást rövid mérőkábel végére kötve mutatja a legerősebb elszívás frekvenciáját)

SWR és RL (return loss) I.

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

Ha "oda" = $100\mu A$ és "vissza" = $50\mu A$, akkor:

"vissza"/"oda" = 0.5; innen $SWR = 1.5/0.5 = 3$

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

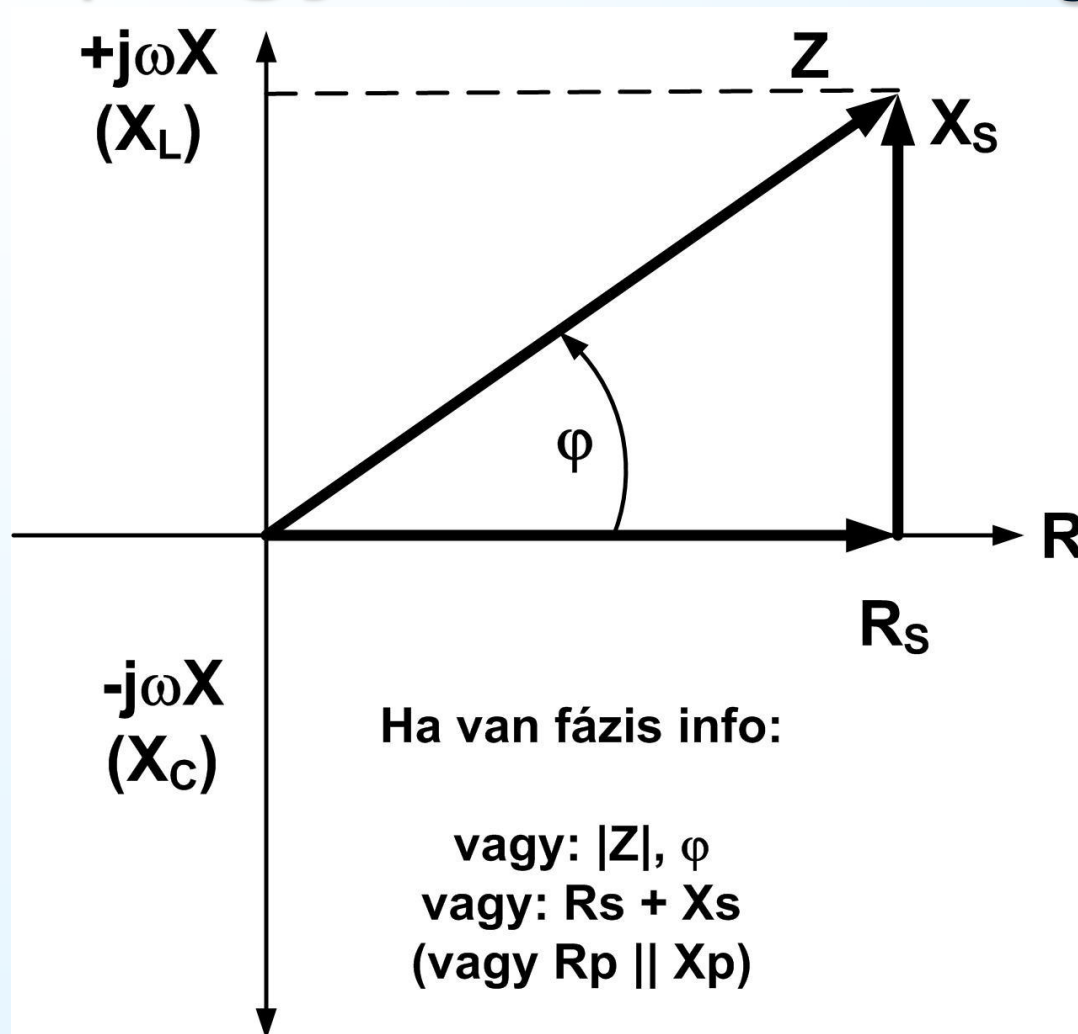
$$RL = -20 \log \left(\frac{"vissza"}{"oda"} \right) = -20 \log \left(\sqrt{\frac{P_{ref}}{P_{for}}} \right) = -10 \log \left(\frac{P_{ref}}{P_{for}} \right)$$

SWR és RL (return loss) II.

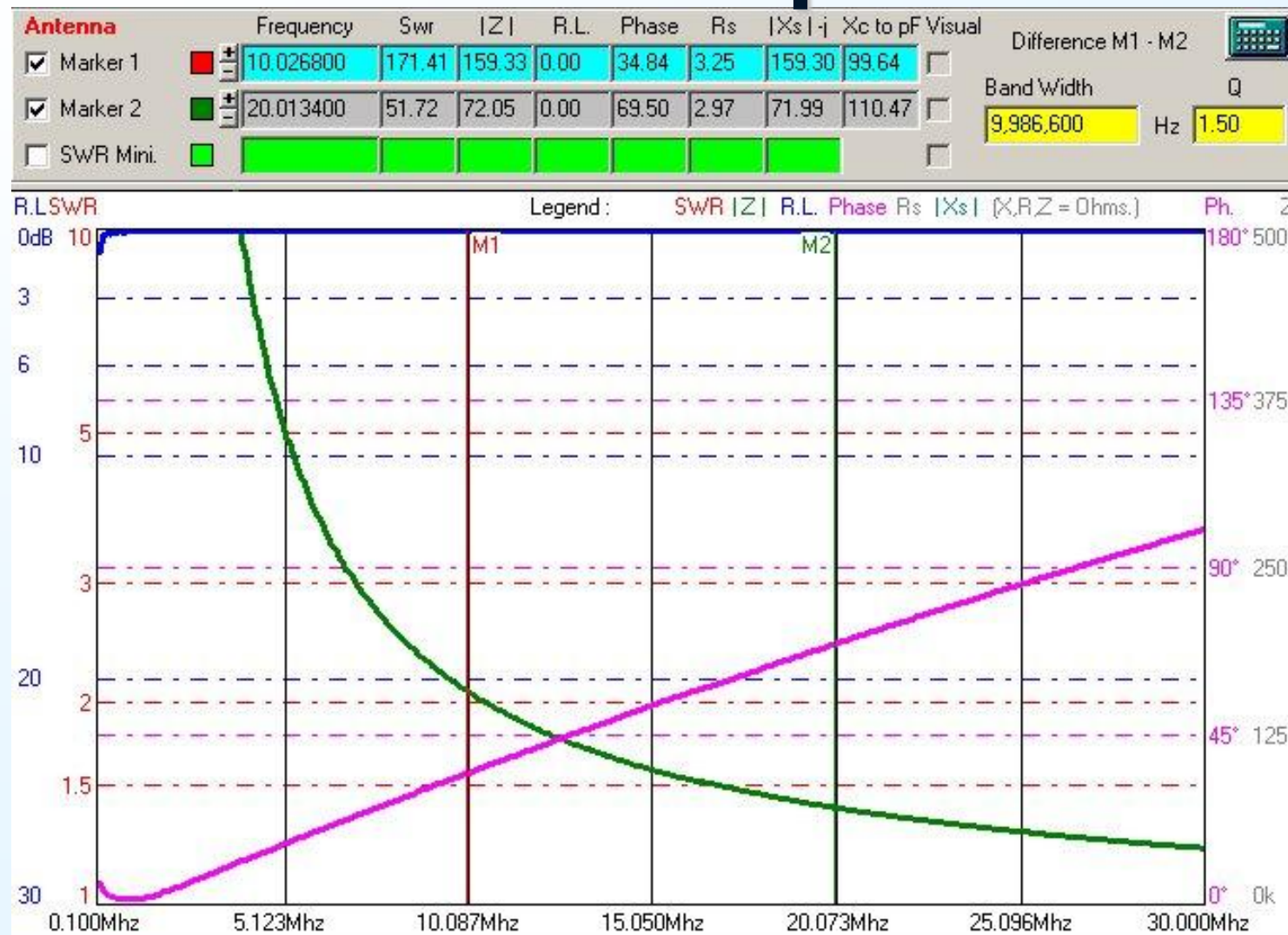
A „vissza”/„oda” aránytól (0,0 ... 1,0) függően az alábbi SWR és RL értékeket kapjuk:

„vissza”/„oda”	0,0	0,02	0,03	0,05	0,1	0,2	0,3
SWR	1	1,04	1,06	1,11	1,22	1,5	1,86
RL, (dB)	∞	34	30	26	20	14	10,5
„vissza”/„oda”	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
SWR	2,4	3	4	5,67	9	18	∞
RL, (dB)	8	6	4,4	3,1	1,94	0,92	0

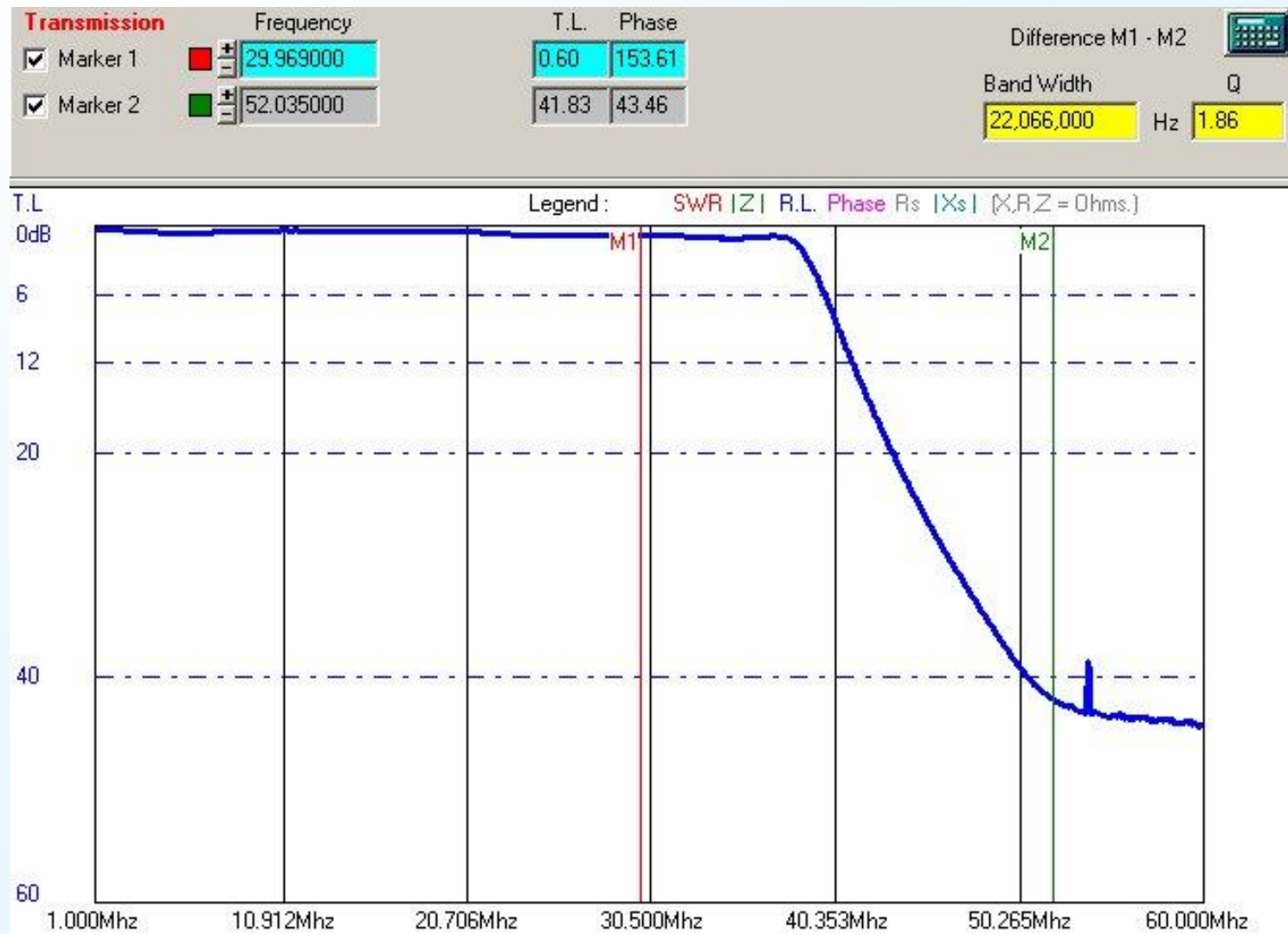
$|Z|$ és φ ugyanaz, mint R_s és X_s



Ellenőrzés: 100 pF mérése



RH felharmonikus szűrő



Földhurok bontása



Érintésvédelmi föld

Földelt konnektor
(„zöldsárga”)

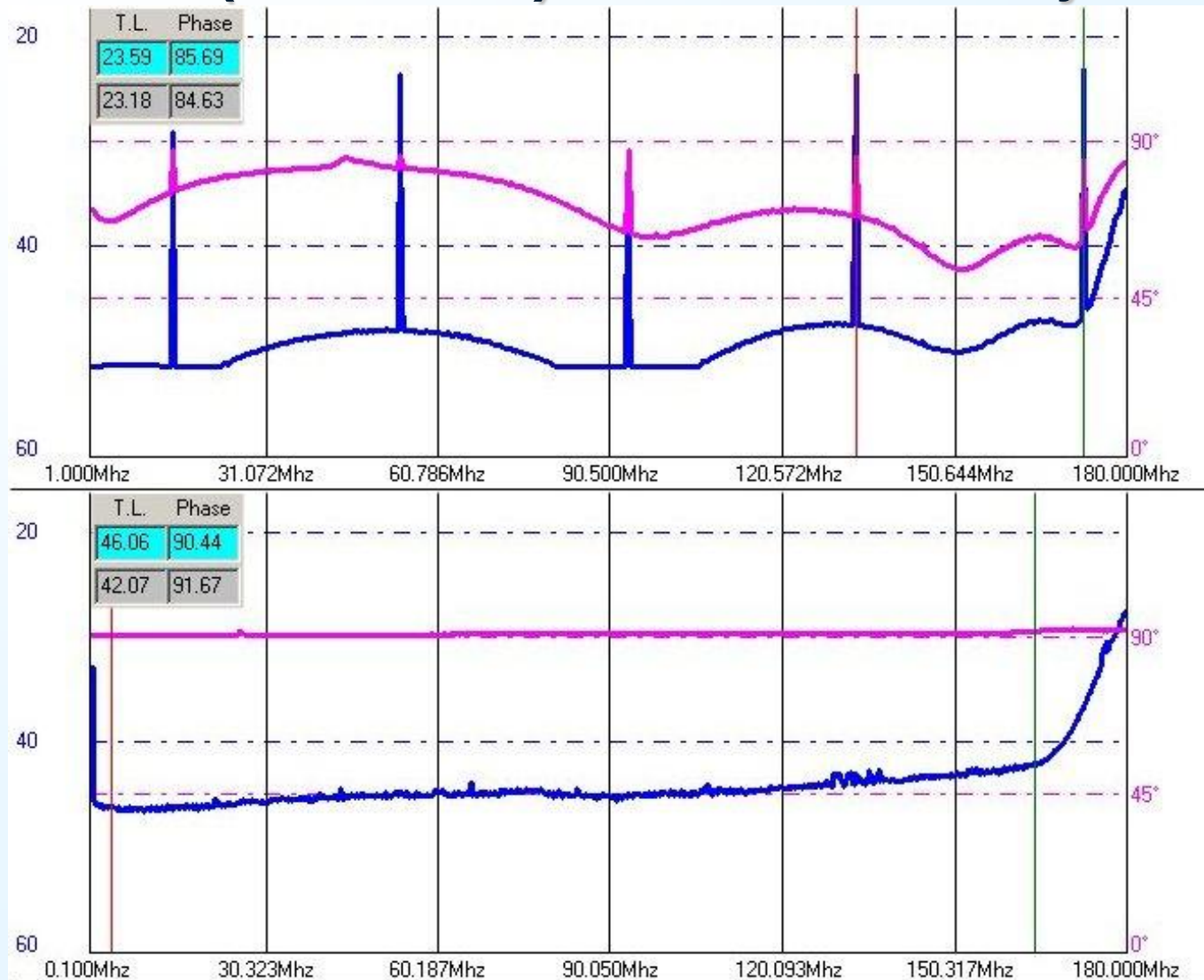
Laptop táp
negatív ága

USB csatlakozó
negatív ág

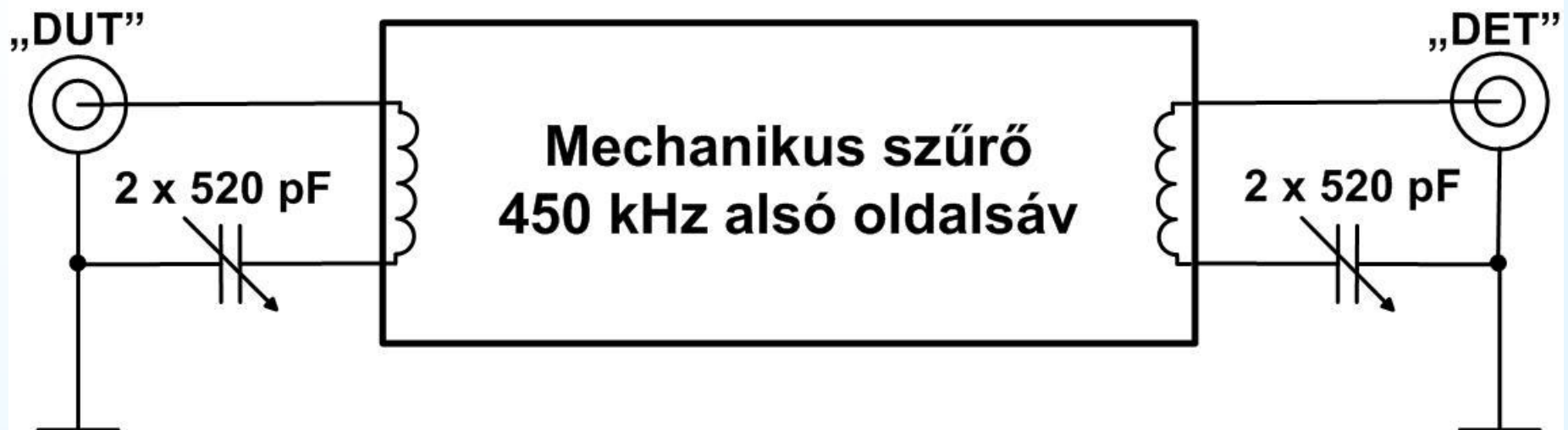
Antenna koax
köpenye

Villámvédelmi föld

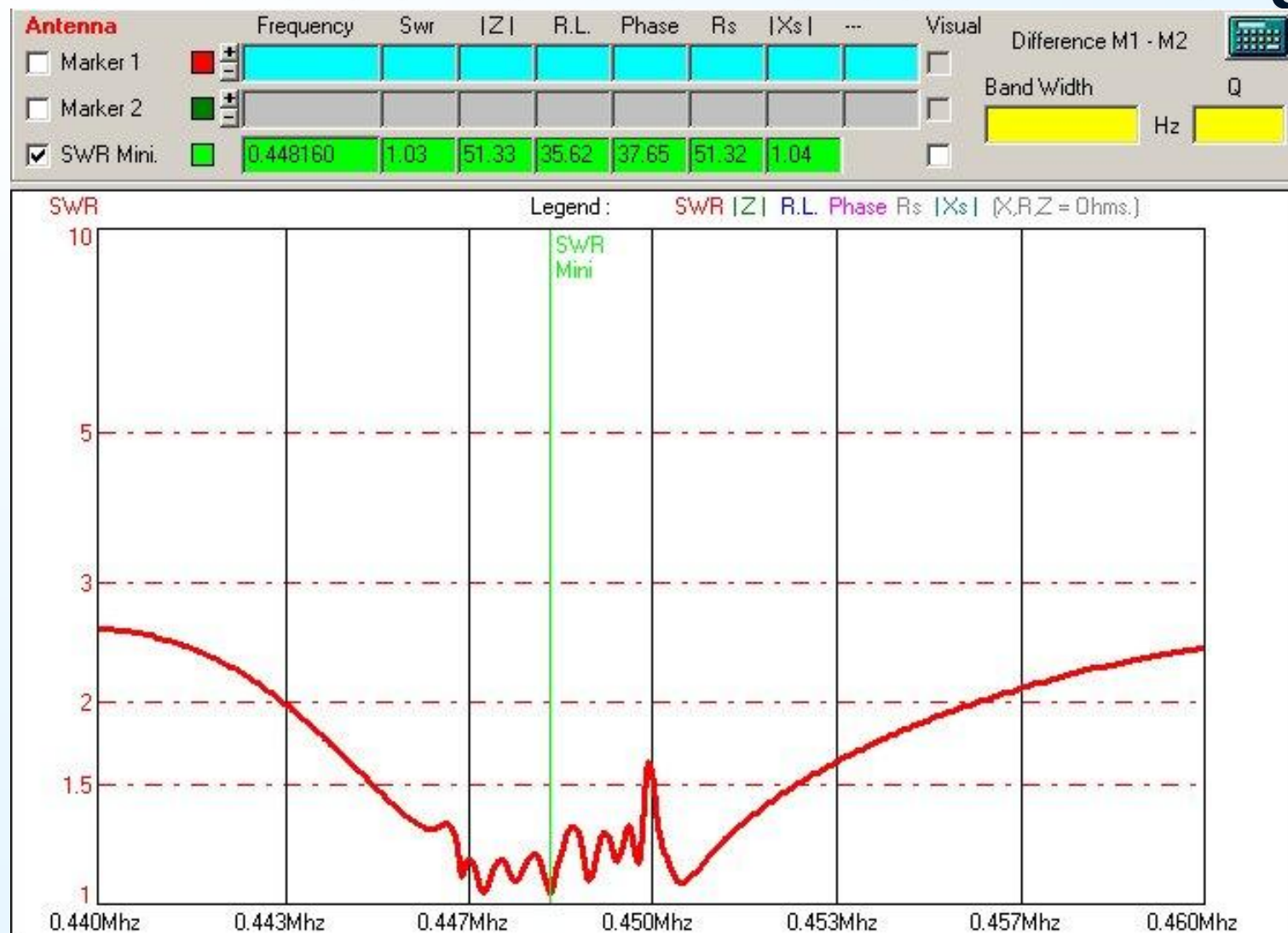
Zavart (WiFi router) és zavartalan üresjárat



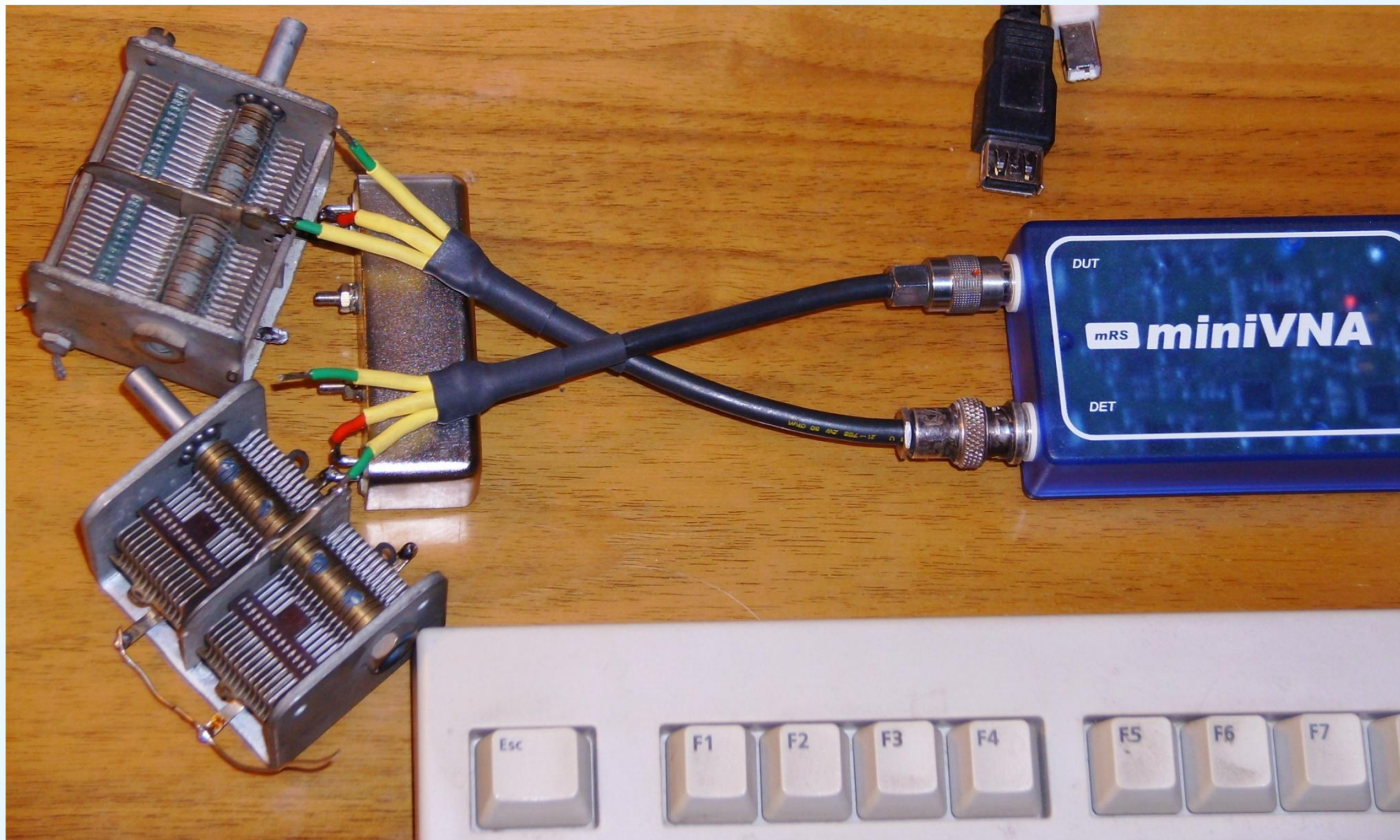
Mechanikus SSB szűrő mérése I.



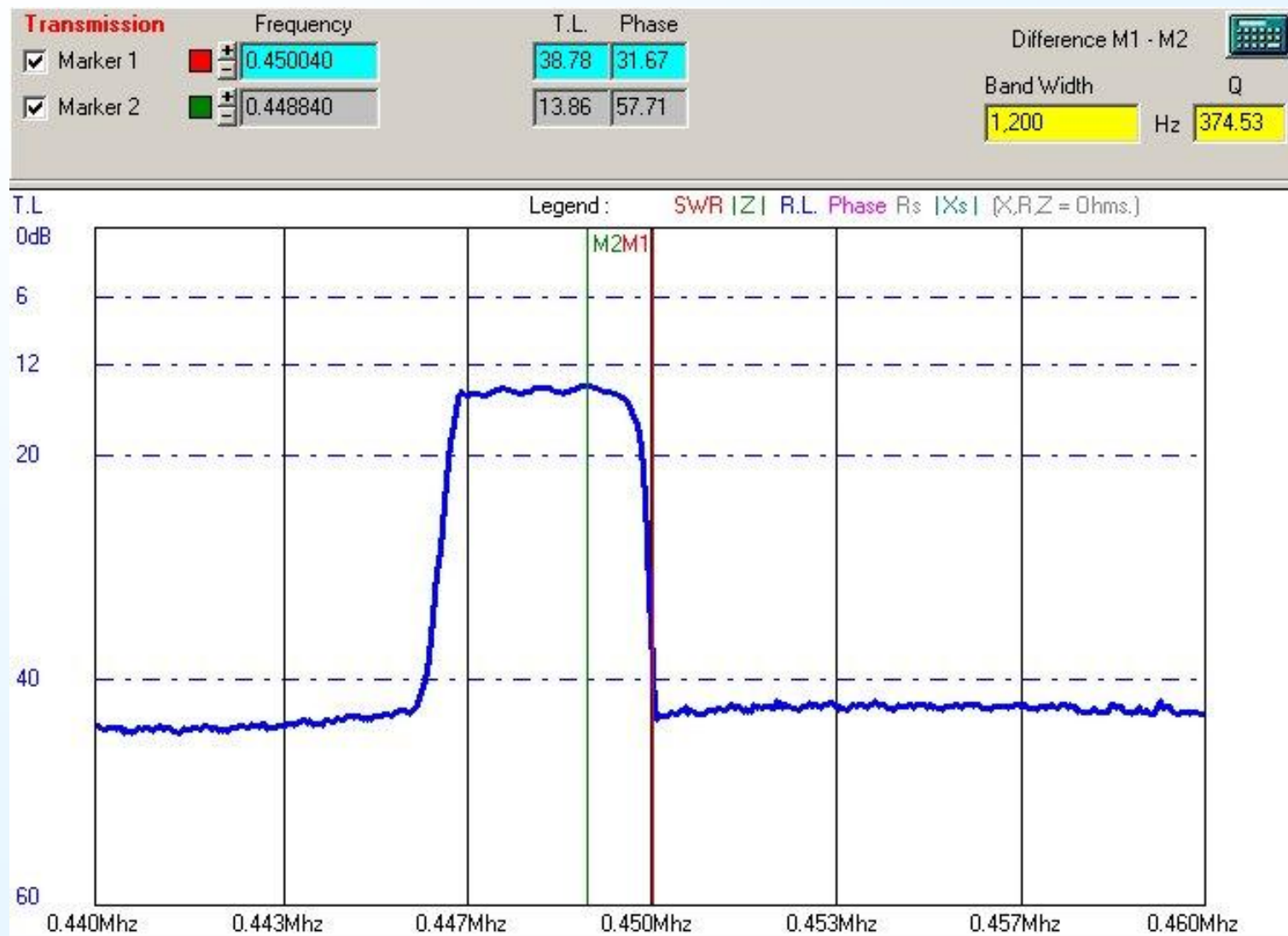
Mechanikus SSB szűrő mérése II. Kihangolás



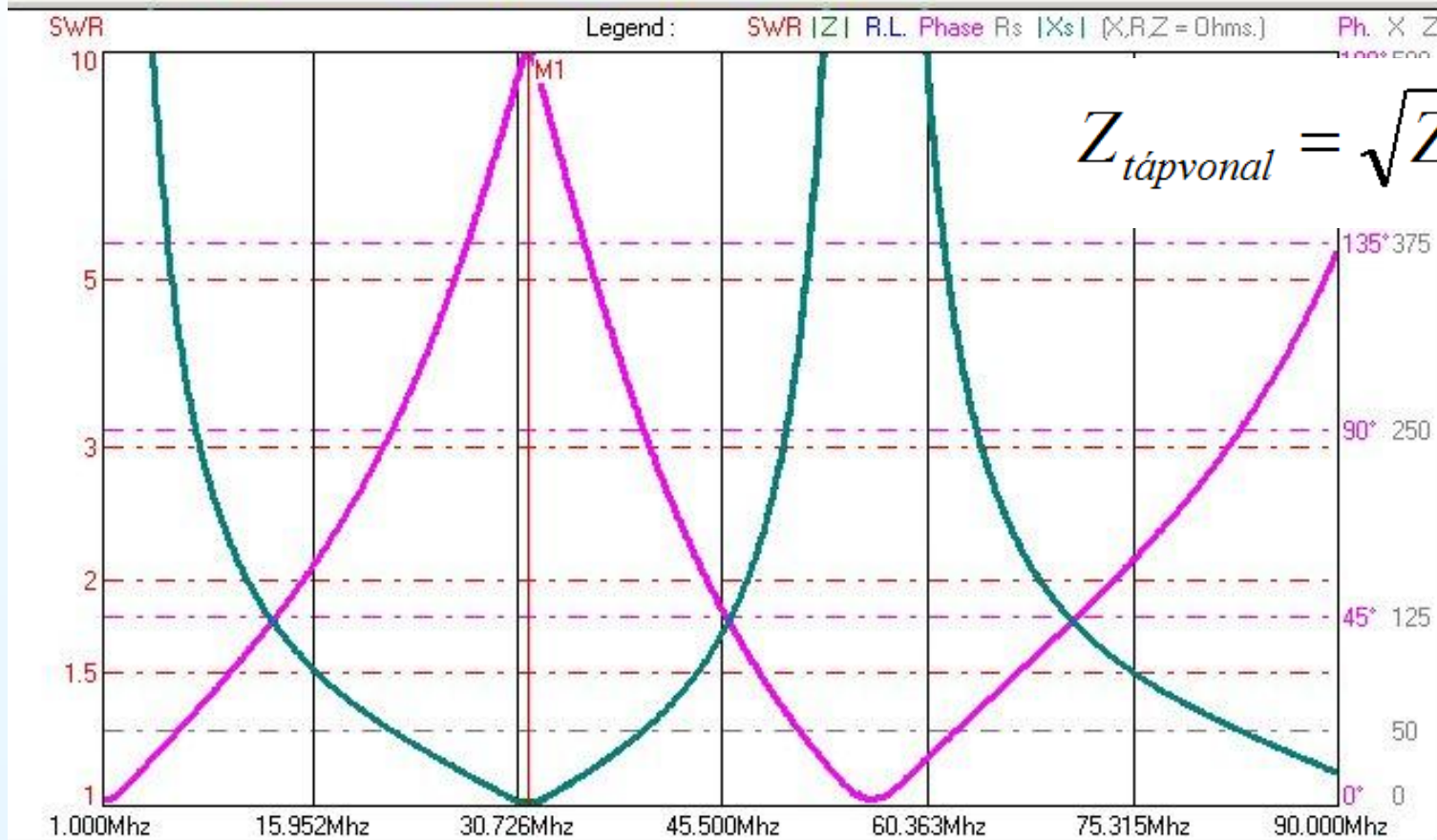
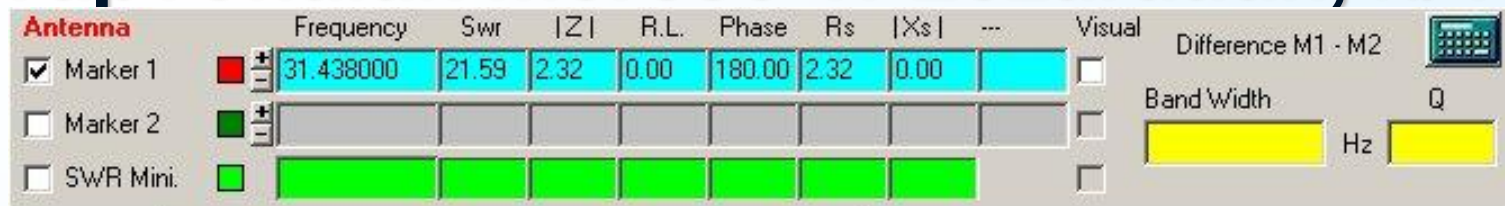
Mechanikus SSB szűrő mérése II.



Mechanikus SSB szűrő mérése IV.



Tápvonalak mérése 1: Lezáratlan, $\lambda/4$ meghat.

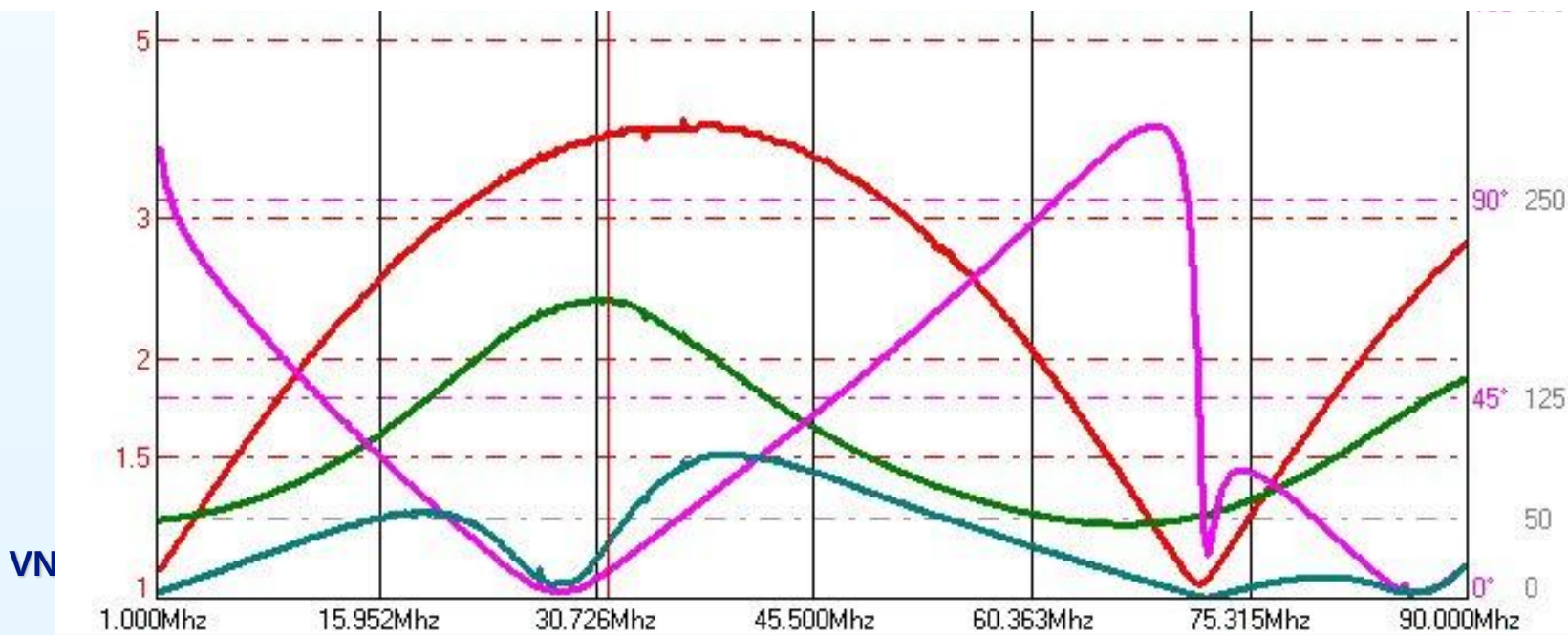


$$Z_{\text{tápvonal}} = \sqrt{Z_{be} Z_{ki}}$$

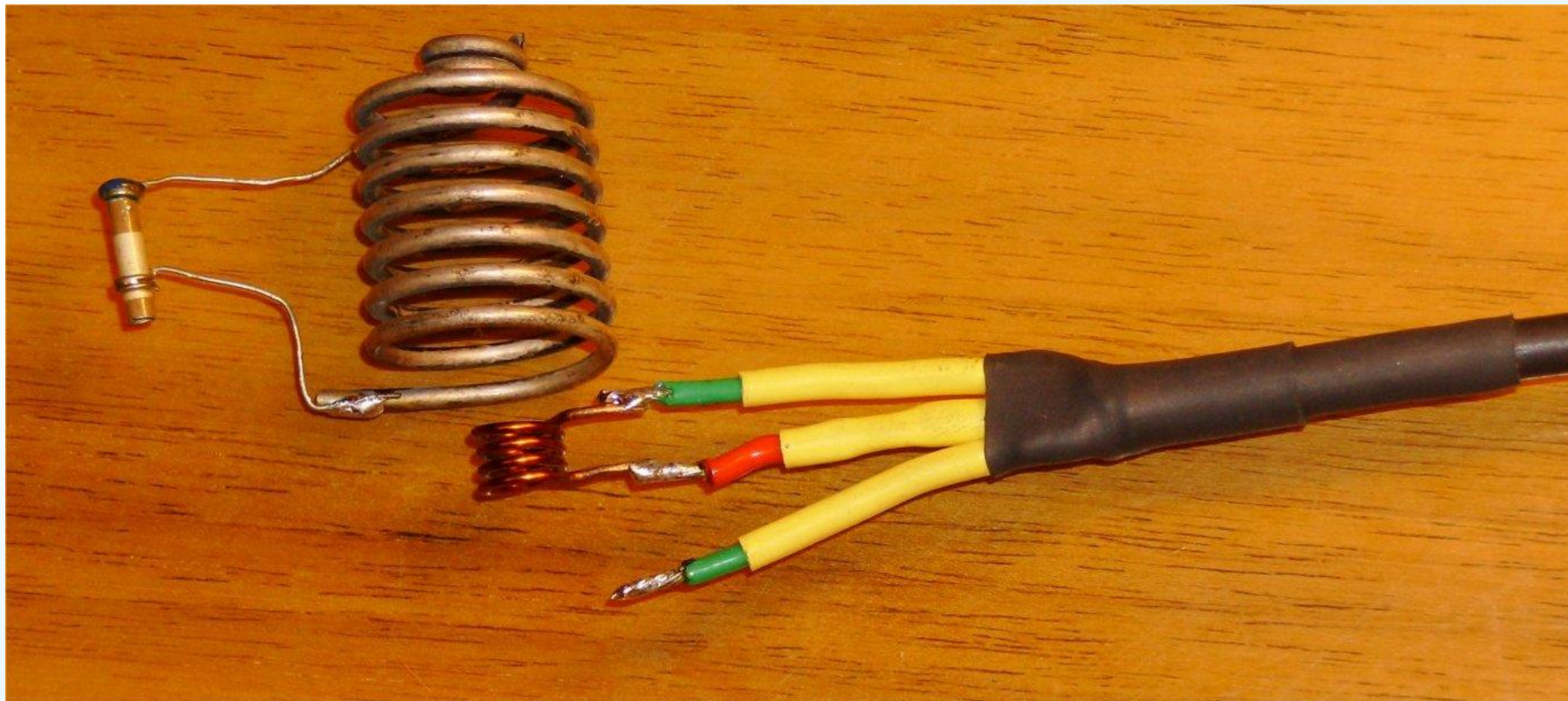
Mérés 2: Lezárva 50Ω-mal, Z_{ki} meghatározása



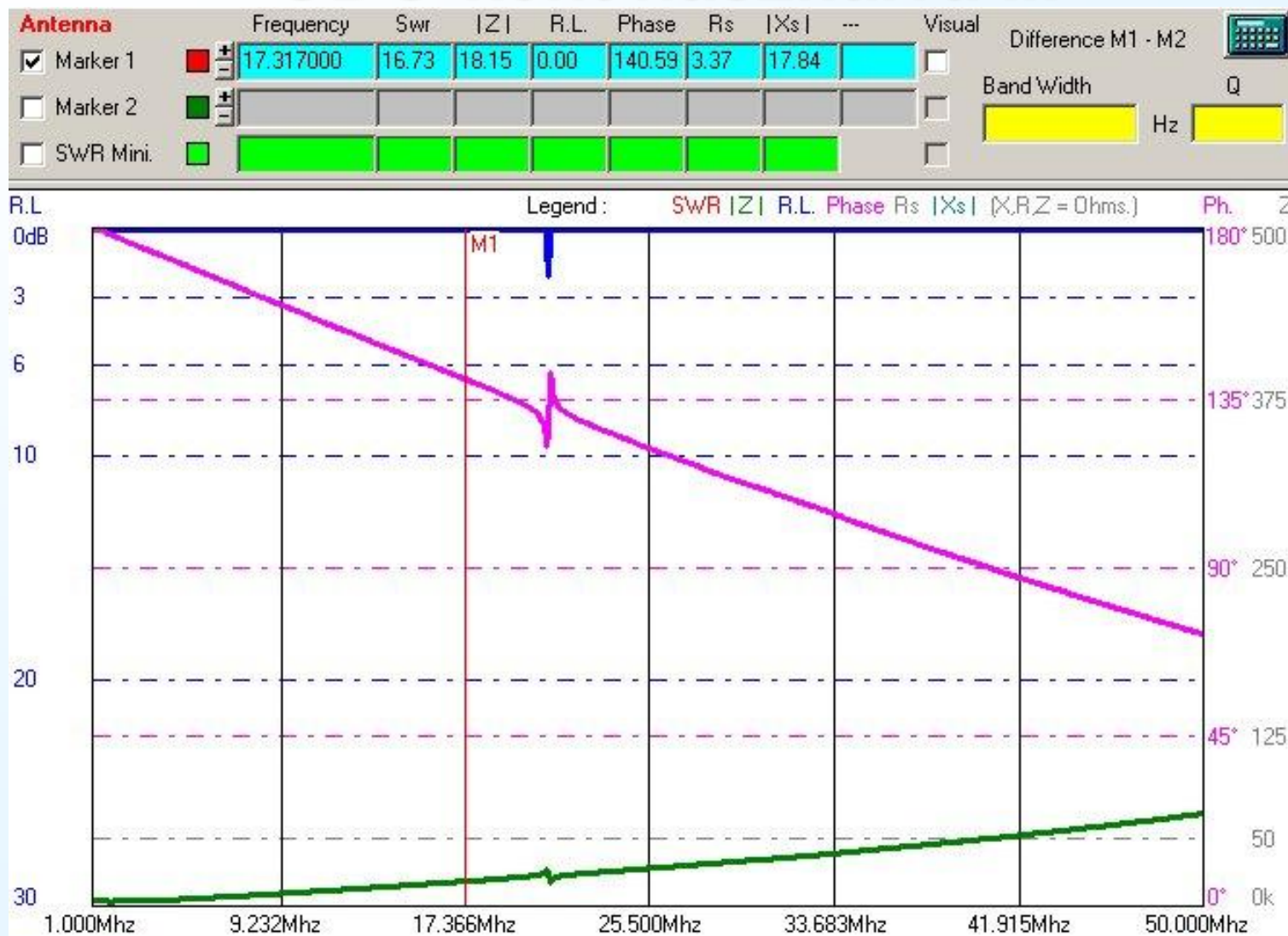
$$Z_{\text{tápvonal}} = \sqrt{Z_{\text{be}} Z_{\text{ki}}} = \sqrt{50 * 187.77} = 96.89\Omega \cong 100\Omega$$



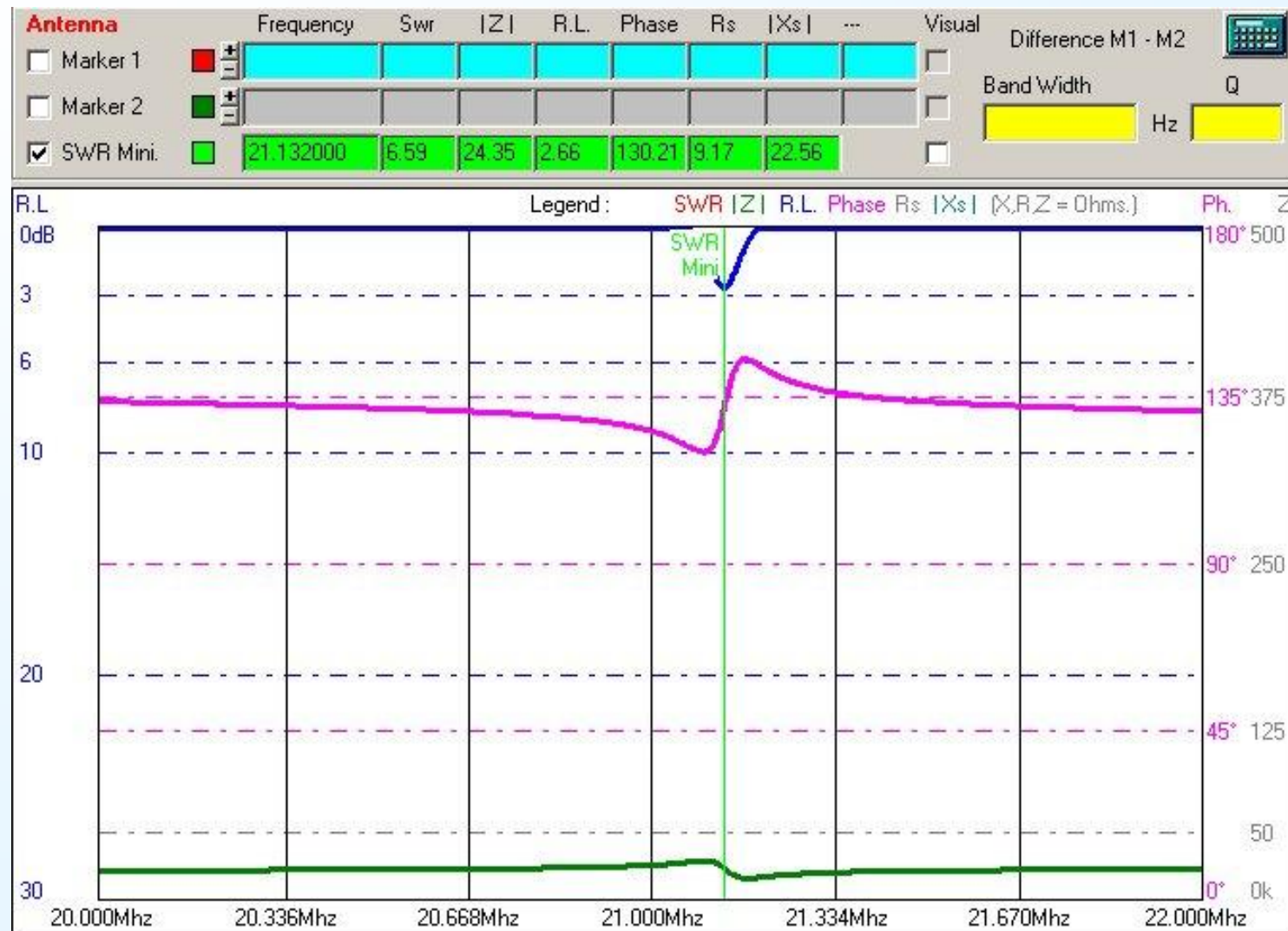
GDO-ként használva I.



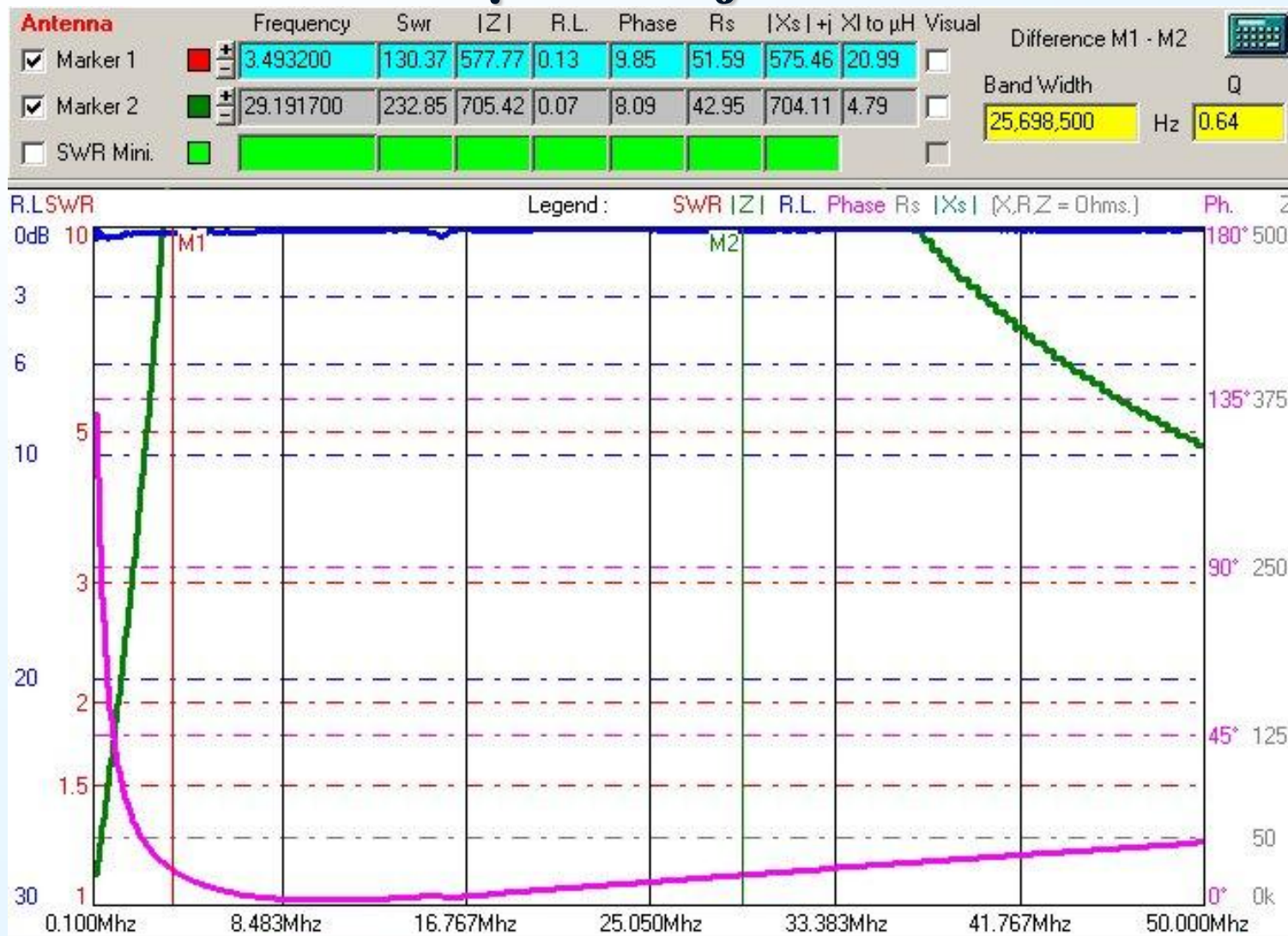
GDO-ként használva II.



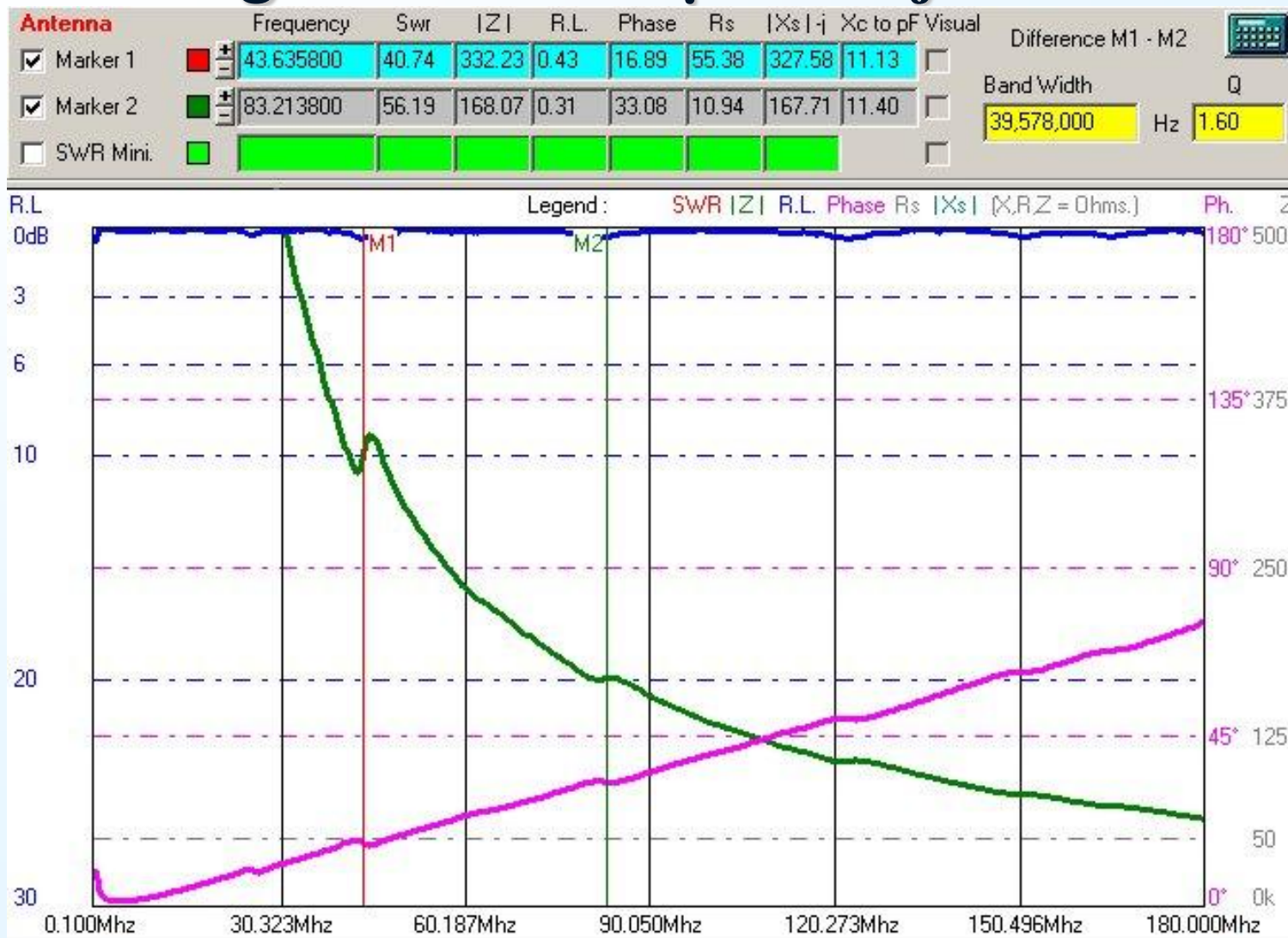
GDO-ként használva III.



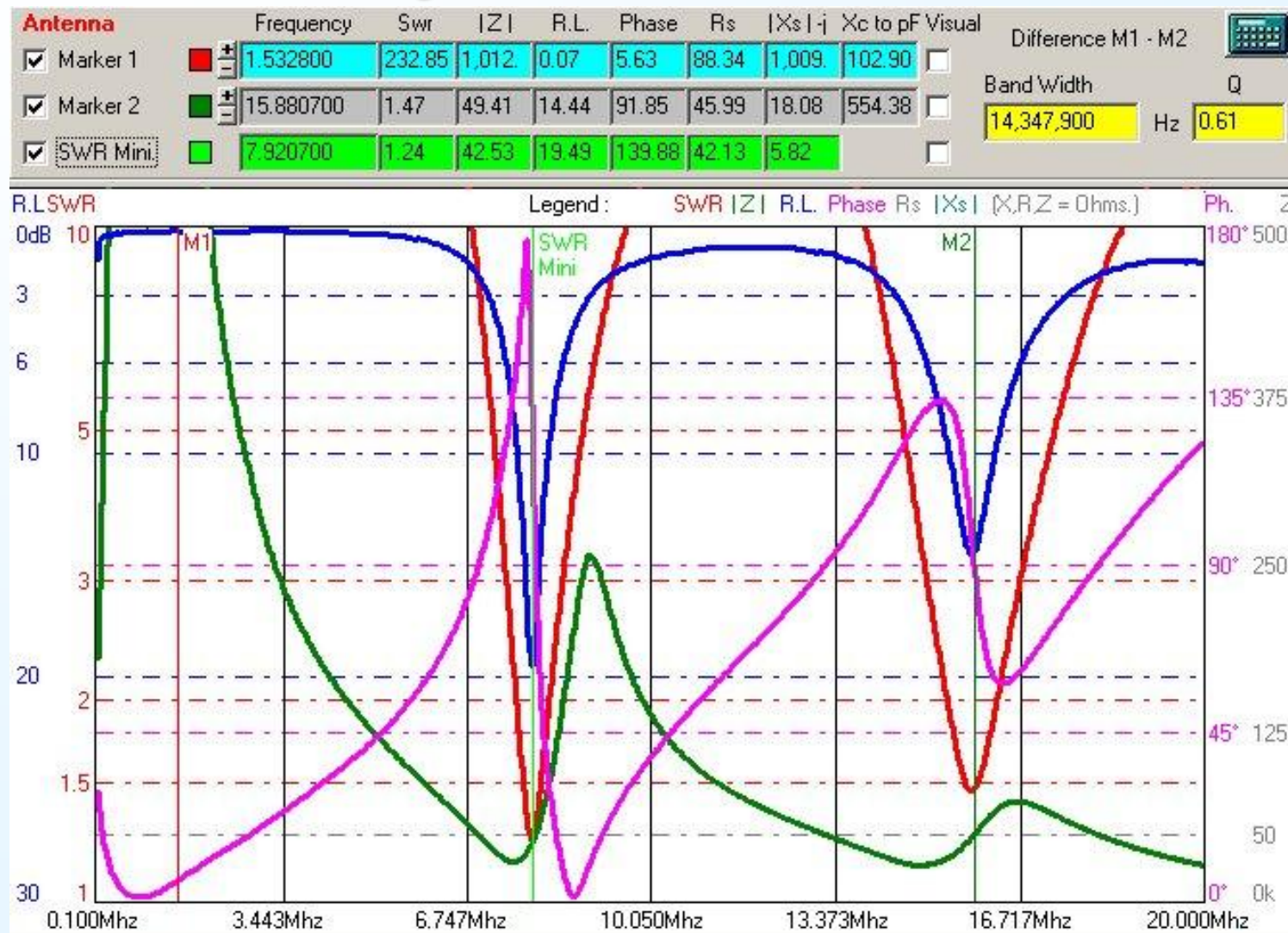
Jó 22 μ H-s fojtó mérése



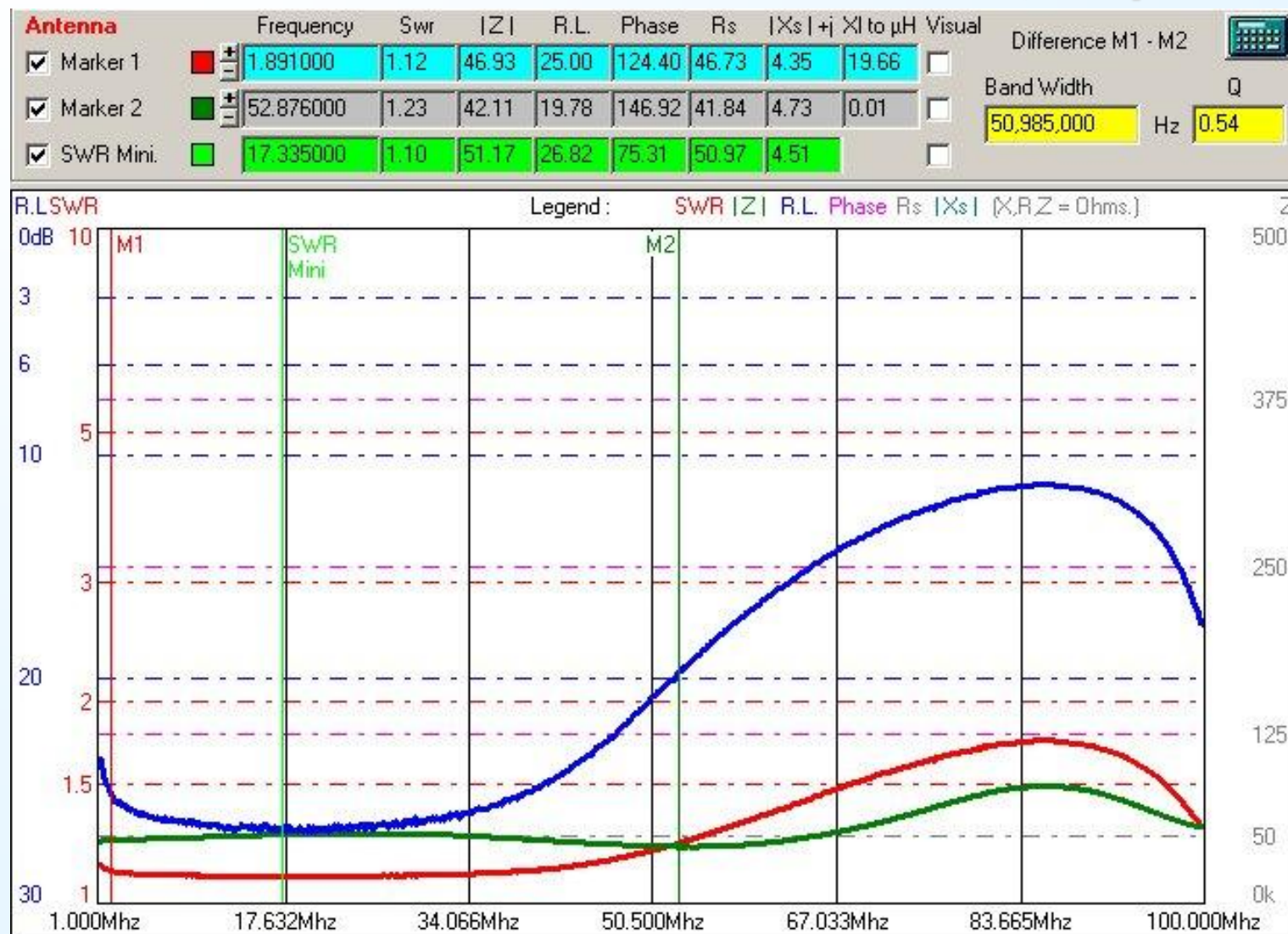
Elfogadható 100 μ H-s fojtó mérése



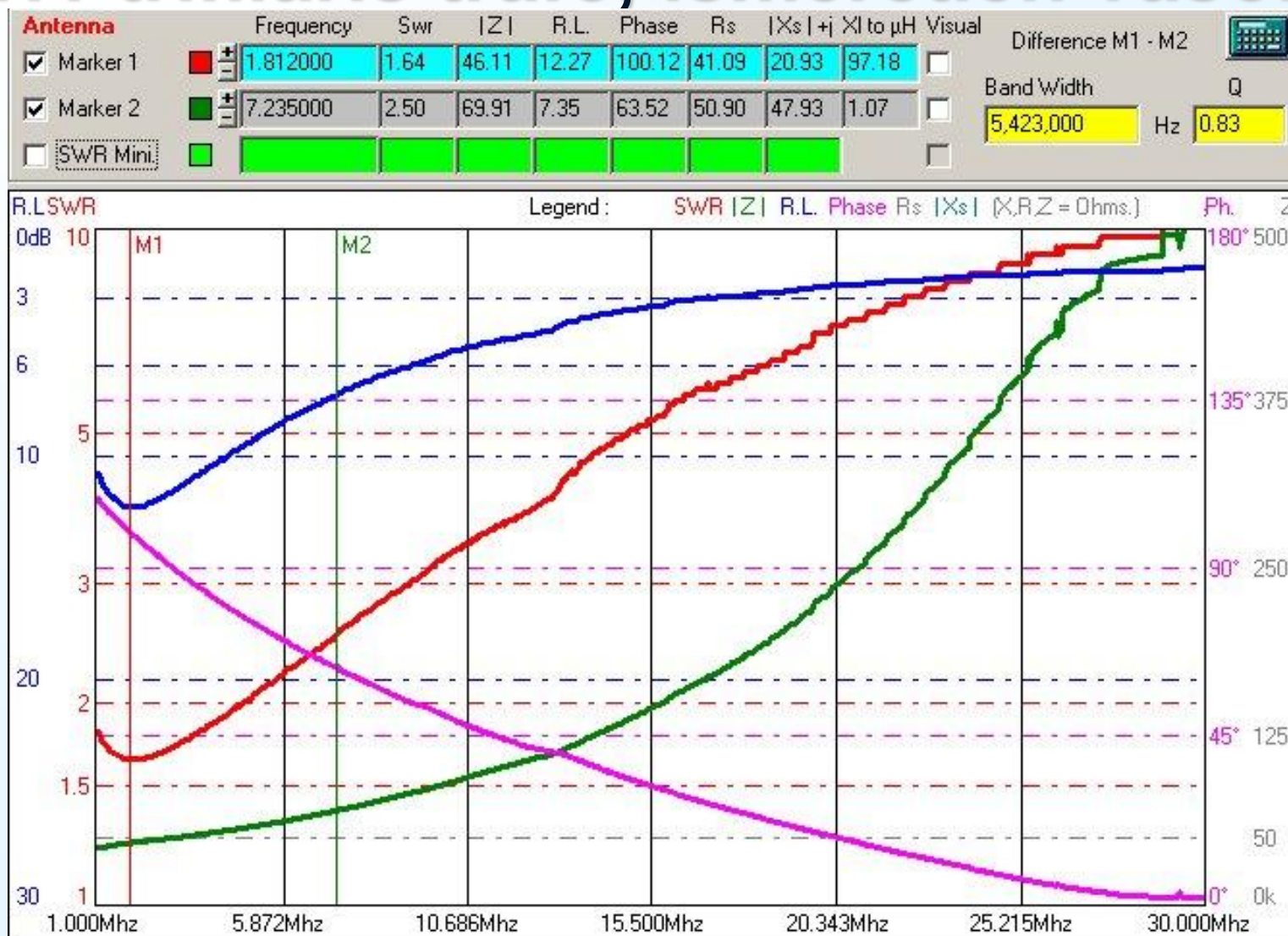
Ilyet nem szabad



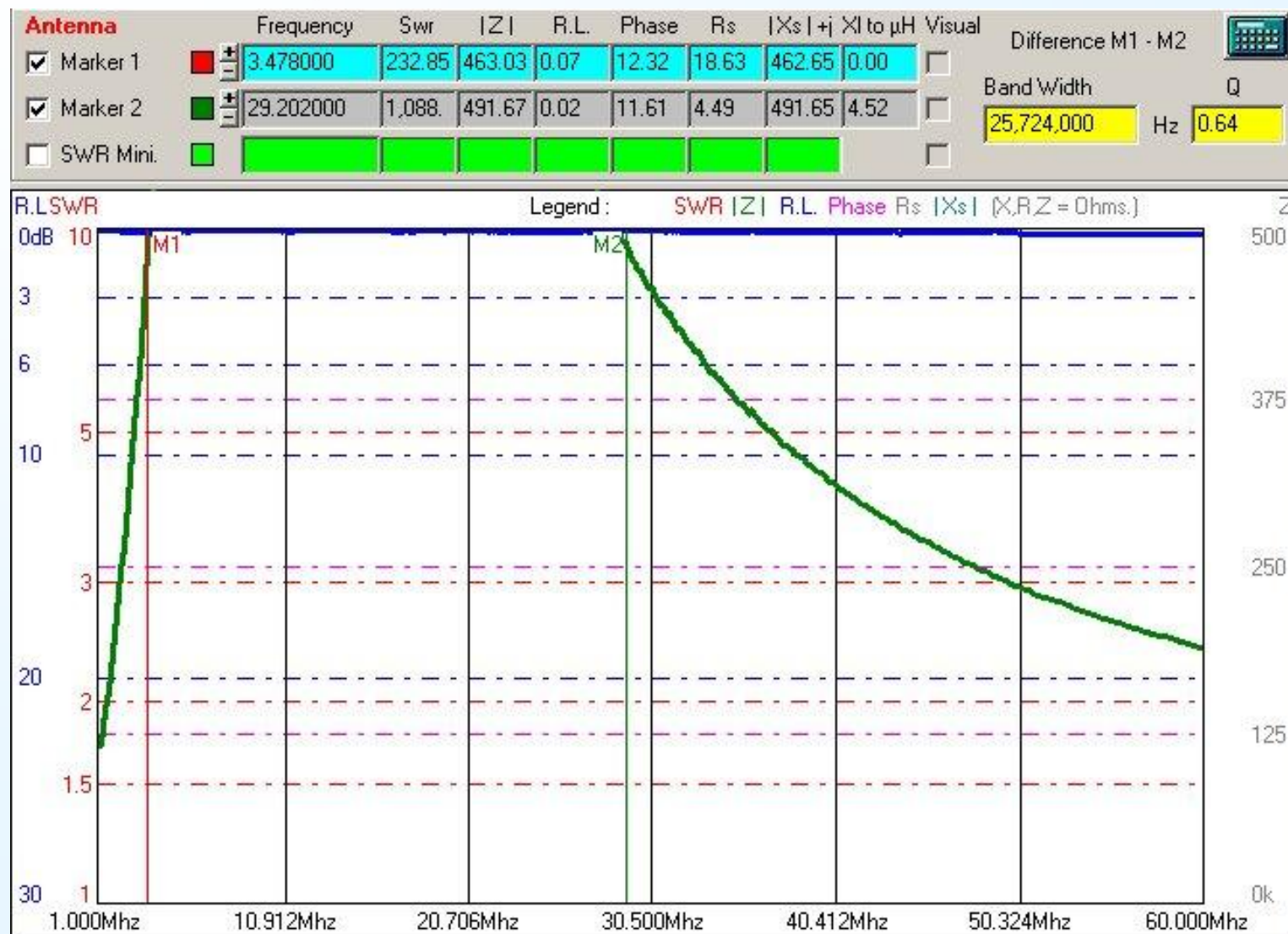
1:1 Fritzel balun 1-50 MHz 47 Ω -al lezárva, kétpólusként



1:1 trifiláris trafó, ismeretlen vason



Guarella áramfojtó, 18 bifiláris menet Kőporc N50-es ferriten



73 & DX de HA5GN Használjatok VNA-t! QRZ?

