

Gyakorlati példa egy vektorhálózati elemző használatára

BL Burns, WA5VAH

2020/03/13

A közelmúltban észrevettem, hogy a 20 méteres házi készítésű vertikálom magas SWR-t mutat a rádióban. Ez az antenna eddig jól működött; azonban hirtelen leállt. Tehát a Vector Network Analyzer (VNA) segítségével megállapítottam, mi a hiba, vizuális ellenőrzés vagy a koax rendszer eltávolítása nélkül. Itt a történet.

HÁTTÉR

Ez a 20 méteres antenna egy 16 láb magas monopólium, amely $\frac{3}{4}$ "-es rézcsőből készül, az alján szigetelve, két ellenszeg huzallal, amely a függőleges alján található koaxiális pajzshoz van erősítve.

Kevesebb, mint 40 dollárba került az építés. Az antenna alja közelében egy 8-szoros koaxiális balunat kell felcsévélni. Ezen túlmenően, hogy az antennától a rádióhoz juthasson, a jel egy villámszabályzón és egy fal átmeneten halad keresztül.

A koaxiális rendszer egyes részei szintén vezetéken mennek keresztül, amely eltávolítást tesz szükségessé az ellenőrzéshez. Meg lehet tenni a teljes koaxiális rendszer eltávolítását; ugyanakkor időt és erőfeszítést igényelne, amely az itt alkalmazott megközelítésnél felesleges.

A VNA, amelyet használtam, az Amazon-tól vásárolt, de Kínában épült nanoVNA-F modell volt, a szoftver pedig nanoVNA-Saver, amelyet Rune Broberg írt, 5Q5R. A szoftver ingyenes, és a nanoVNA-F körülbelül 115–140 dollárra elérhető, attól függően, hogy hol szerezte be, és milyen gyorsan szállítja az ajtóra.

A nanoVNA készüléket 50 kHz-ről 30 MHz-re kalibráltuk, és a bemutatott adatok gyűjtésére használtuk. A nanoVNA-Saver szoftver a .slp fájlokat, amelyek S11 fájlok, viszonylag szabványos formátumban menti, amelyet különféle szoftverek, például a Microsoft Excel olvashatnak. Az itt létrehozott összes parcellát a nanoVNA-Saver szoftver segítségével hozták létre.

FOLYAMAT ÉS ADATOK

Összekapcsoltam a koaxot az antennával a rádiótól, és a koaxot hozzákapcsoltam a VNA-hoz, amelyet az 50 kHz-es és 30 MHz-es sávban kalibráltam.

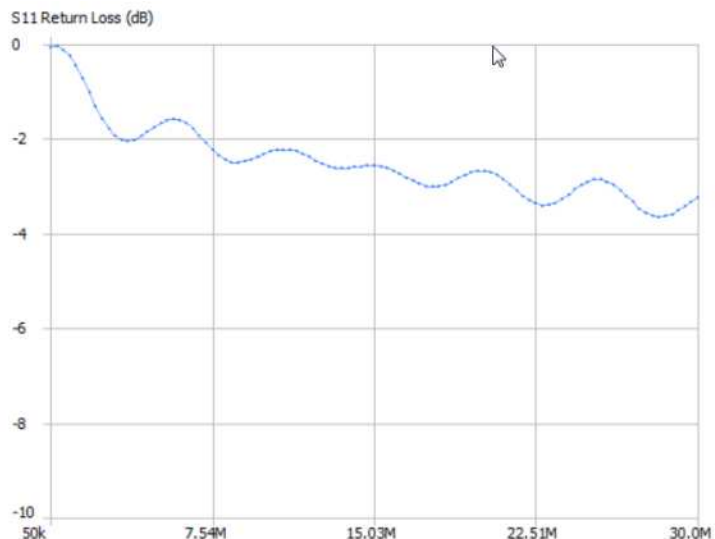
Az 1. ábra a mért visszatérési veszteséget mutatja a kábel lengő végén. Ez az ábra nem mutat jó visszatérési veszteséget 50 kHz és 30 MHz közötti frekvencián. Az adatkészletben csak 101 pont található. A frekvencialépcső mérete 299,5 kHz, ami megfelel a céljainknak.

A 2. ábra az SWR, és nem néz ki jobban. Mint tudjuk, ez a két cselekmény különböző módon vizsgálhatja ugyanazt a dolgot. Nyilvánvaló, hogy van egy probléma.

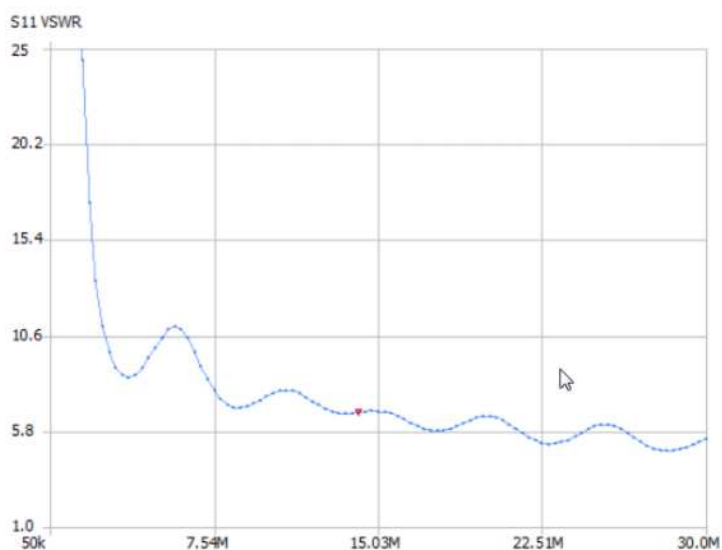
Gyakorlati példa egy vektorhálózati elemző használatára

BL Burns, WA5VAH

2020/03/13



1. ábra: Az antenna mért visszatérő vesztesége a koaxiális szár végén.



2. ábra: Az antenna mért SWR-je a koaxiális szár végén.

A visszatérési veszteséghez és az SWR méréséhez összegyűjtött adatok felhasználásával a PC-szoftverek és a VNA firmware kiszámíthatják az idő-tartomány reflexiópiát (TDR.). Alapvetően ez egy módszer a reflexiók keresésére és az impedancia mérésére az idő függvényében.

Olyan, mintha egy 30 MHz-es sávzélességet tartalmazó impulzust küldtünk az átviteli vonal mentén, és visszatükröződések kerestünk az átviteli vonal bemeneténél. Ha van egy jó átviteli vonalunk, amely a távoli végén nyitva van, akkor az átviteli vonal hosszának impedanciája 50 ohm lesz, amelyet az átviteli vonal hosszát meghaladó távolságra nagy impedancia követ, mivel az átviteli vonal nem szüntetni.

Gyakorlati példa egy vektorhálózati elemző használatára

BL Burns, WA5VAH

2020/03/13

A 3. ábra az antenna törött TDR funkcióinak ábrája.

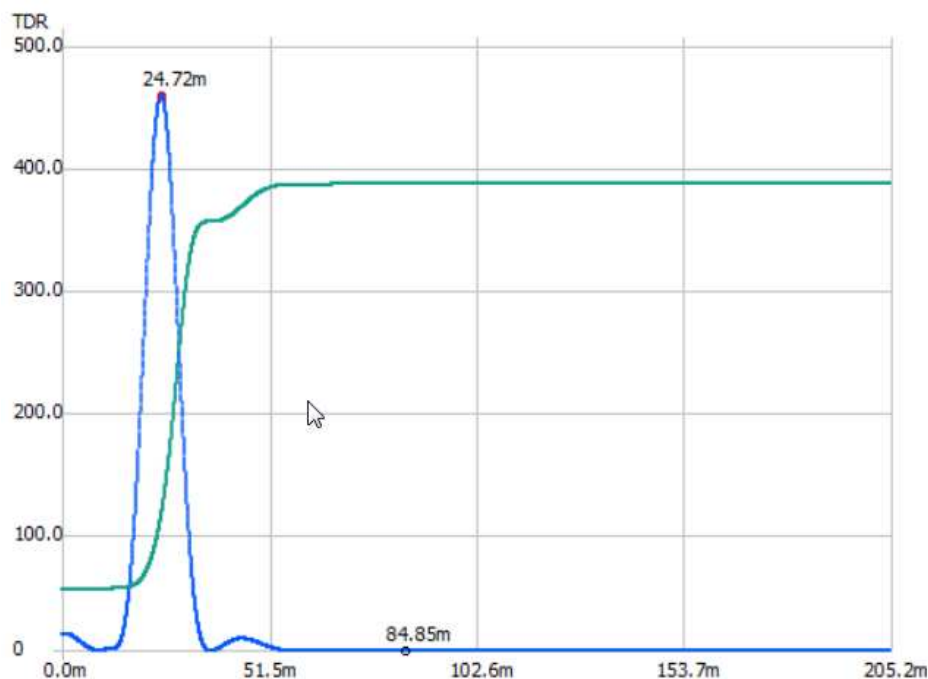
A kék diagram az átviteli vonalrendszer impulzusvála, a zöld ábra pedig a rendszer impedanciája az idő függvényében. A bal oldali skála az impedanciája ohmban van kalibrálva a zöld diagramhoz.

Nincs szükség az impulzusválasz kalibrálására. Ez egyszerűen egy normalizált funkció ebben a bemutatóban.

A zöld diagramból láthatjuk, hogy az impedancia körülbelül 50 ohm, amíg az átviteli vonal végéhez közeledünk, ahol az impedancia több száz ohmra emelkedik.

Ha megértjük a 3. ábrán látható két ábra jelentését, akkor gyorsan levonhatjuk azt a következtetést, hogy az egész átviteli vonal rendben van, de nagy az impedancia és valószínűleg egy nyitott áramkör az átviteli vonal végén. A kék cselekménynél láthatjuk, hogy van egy kis visszaverődés, amíg el nem érjük 24,72 m.

Ha nagyobb hűséget akarunk a távolságmérésnél, akkor nagyobb sávszélességet kell használnunk a mérésekben (például 50 kHz-től 100 MHz-ig). Céljainkhoz az 50 kHz-től 30 MHz-ig terjedő mérések elegendőek.



3. ábra: Az antenna TDR-je rossz visszatérési veszteséggel és nagy SWR-értékekkel.

A kábel sebességi tényezőjét (0,82) bele kell foglalni ahhoz, hogy ez a mért hossz hasonló legyen a kábel fizikai hosszához. Ebben az esetben a sebességi tényezőt beillesztettem a nanoVNA-Saver szoftverbe, amely előállította a TDR diagramot. Kiderül, hogy a kábel kb. 81 láb hosszú. A TDR-mérés megmutatja az első nagyobb visszaverődést, amely 24,72 méter magasságban fordul elő.

Ez megegyezik a 81,1 láb hosszú kábellel, amely nyilvánvalóan elég közel van a céljainkhoz.

Gyakorlati példa egy vektorhálózati elemző használatára

BL Burns, WA5VAH

2020/03/13

ELLENŐRZÉS ÉS JAVÍTÁS

Az antennának az alján végzett vizsgálata során kiderült, hogy a koaxiális közepső vezető és a függőleges antenna sugárzó elemének összeköttetése az idő és az időjárás miatt korrodálódott. Az egyetlen kapcsolat megtisztításával és fejlesztésével visszaállíthattam az antennát az üzembe. Nem kellett eltávolítani a teljes koaxiális rendszert, és minden hüvelykben nem kell ellenőrizni a problémákat. Ezeket az alkatrészeket mentesítették anélkül, hogy eltávolították volna, vagy szemrevételezéssel nem ellenőrizték volna őket. Mindezt már elvégeztük a fent bemutatott TDR-méréssel. Valójában a rádió alacsony SWR-t mutat a 20 m-es sávon is.

VNA ADATOK JAVÍTÁS UTÁN

A visszatérési veszteség mérését a javítás után a 4. ábra mutatja.

Az SWR-mérés a javítás után az 5. ábrán látható.

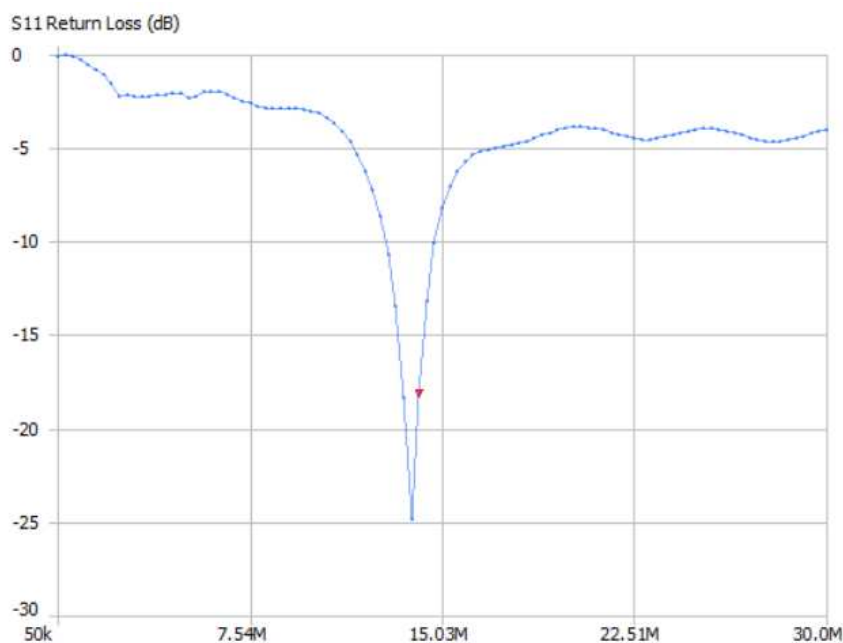
A 4. és 5. ábra piros jelölője 14,126 MHz-re van állítva, amely a 20 m-es sáv alsó végén van.

A visszatérési veszteség ezen a frekvencián $\sim -18,1$ dB, és az SWR $\sim 1,29$. Ezek a számok egyértelműen azt jelzik, hogy az antenna megfelelően csatlakozik a koaxhoz, és hogy az impedancia egybeesik a kábel résvégen.

Az antennát eredetileg úgy hangolták be, hogy alacsony sávszélesség-sebességgel rendelkezzen a sáv alsó végén, mert gyakran használom a PSK31-hez 14.07015 MHz-en és az FT8-on 14.074 MHz-en.

Ezek a mérések azt jelzik, hogy az antenna továbbra is a sáv ezen végére van beállítva.

Ha azonban más hangolásra van szükség, ezek az adatok olyan információkat szolgáltatnak, amelyek hasznosak lehetnek az antenna hangolásához a sáv másik részére.

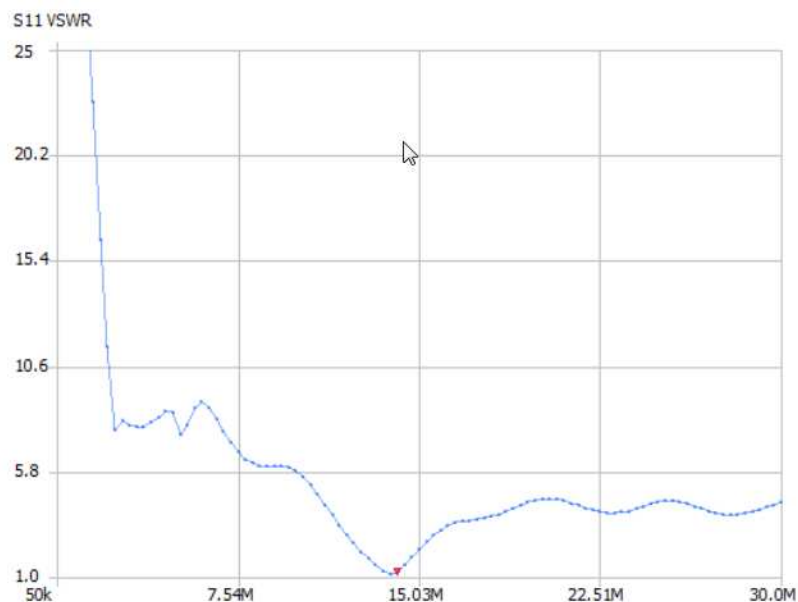


4. ábra: Az antenna mért visszatérő vesztesége a koaxiális szár végén javítás után.

Gyakorlati példa egy vektorhálózati elemző használatára

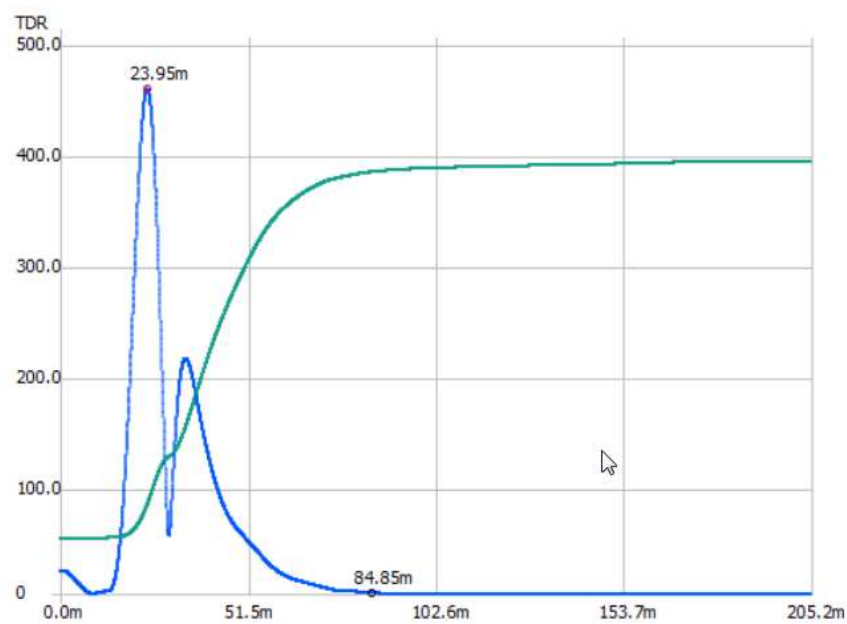
BL Burns, WA5VAH

2020/03/13



5. ábra: Az antenna mért SWR-je a koaxiális szár végén javítás után.

Noha a 4. és 5. ábrán látható ábrák egyértelműen elégségesek annak ellenőrzéséhez, hogy az antenna most megfelelően működik-e, érdekes megnézni a TDR-választ az egyszerű függőleges antenna javítása után. A 6. ábra az antenna TDR-diagramjait mutatja be javítás után.



5. ábra: Az antenna TDR-je javítás után.

Gyakorlati példa egy vektorhálózati elemző használatára

BL Burns, WA5VAH

2020/03/13

A két TDR-diagram gondos összehasonlítása fontos különbségeket mutat.

A kábel hosszán túli impedancia (zöld nyom) most határozottan eltér a korábbiaktól.

A kábel végén az impedancia lassabb emelkedését látjuk, mintegy 125 ohm eléréséig, ahol az impedancia kis távolságra kiegyenlül, majd az impedancia további lassú növekedése 400 ohm felé mutat.

Ennek az a következménye, hogy a függőleges radiátor most elvégzi a munkáját, amikor csatlakozik a koaxhoz. Ezen parcellák teljes megértése jóval meghaladja a dokumentum hatókörét.

A modellező szoftver könnyen elérhető, ha szükséges, hogy megkönnyítse ezt a megértést.

Remélem, hogy ez a példa segíti az embereket abban, hogy megértsék a VNA eszköz egyik hasznos alkalmazását a rádióantennák és az átviteli vezetékek megsértésére.

Íme néhány kulcsfontosságú pont:

1. Az antennarendszer meghibásodását az összes elem eltávolítása vagy szemrevételezés nélküli ellenőrzése céljából elkülönítették alkatrészek az átviteli vonalon és az antennarendszerben.
2. Megfelelő méréseket végeztünk olcsó VNA és ingyenes szoftver használatával.
3. Fontos tudni az antennarendszer koaxiális kábeleinek sebességi tényezőjét az ilyen típusú TDR képességek kihasználása érdekében.
4. A visszatérő veszteség és az SWR VNA-mérései könnyen ellenőrizhetik, ha van egy antennarendszer megfelelően működik impedancia-illesztési szempontból.
5. Noha a fenti adatok nem jelennek meg, a VNA által szolgáltatott adatok felhasználhatók az antenna más frekvenciára történő hangolására, ha a felhasználó ezt akarja.

73,

Bryan, WA5VAH

208-960-2001