

Felharmonikus szűrő építése a 2 m-es sávra

Balogh Sándor HA5BLK, Ganz Rádióklub SE, ha5blk@invitel.hu

A HA5KFZ Ganz Rádióklub fiatal operátorai rendszeresen dolgoznak a CQ-Budapest versenysorozaton, de ahogy belejötték a rádiózásba, úgy lett egyre unalmasabb a közös rádió használata. (Egymásnak írták a logot a fiúk, és váltva használták a 144 MHz-es rádiót.) Az elmúlt évben beszereztünk egy FTV700-as konvertert, amely egy FT-757 alapkészülék jelét keveri 432 MHz-es sávba. Az eddigi forgató tengelyére felkerült még egy antenna. A 7 elemes 2 m-es sávra készült Yagi alá, kb. 80 cm-re feltettünk egy 15 elemes új Yagit a 70 cm-es sávra.

Ezzel a fejlesztéssel lehetőségünk nyílt a két operátoros üzemre, de kezdettől élt a probléma: mi lesz, ha a kisugárzott 100 wattnyi 144 MHz harmonikusai leültetik a 70 cm-es konverter vevőjét? Mekkora zavart okozhat a gyári készülék harmadrendű kikeveredése a felsőbb sávban?

A próbák során kiderült: A vevőt nem ülteti le az 1 m-en belül kisugárzott 100 W, ezzel kivívta a konverter tervezője a legnagyobb tiszteletünket!

A 2 m-es adás alatt a 70 cm-es sávban azért nem volt minden rendben. A sávban 20-30 kHz-enként gerjedéseket hallottunk S2 szinttel, amely megnehezítette a vételt.

A 2 m-es rádió kapcsolóüzemű tápegységét áteresztő tranzistorosra cserélve a zajok egy része csökkent, de DX-munkára még mindig nem volt alkalmas a rendszer.

Az alsó sávban dolgozó adó ICOM7400 adatlapját vizsgálva kiderült: a gyár a vivőhöz képest 60 dB-lel kisebb szinten garantálja a felharmonikus elnyomását – itt indult ez a történet.

Elméleti tervezés

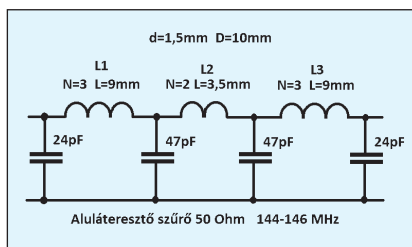
Tételezzük fel, hogy az antennák között -50 dB a csatolás értéke, a kimenőteljesítmény pedig 100 W. $100 \text{ W} = 50 \text{ dBm}$, tehát legrosszabb esetben: $+50-60-50 = -60$ dBm zavarjel a 432 MHz-es vevő bemenetén. Ez nem túl biztató! A zavarjel kisugárzódásán azonban könnyen lehet segíteni: Szűrőt kell építeni a jel útjába. A lehetőségek:



- Aluláteresztő szűrő beiktatása,
- 2 m/70 cm diplexer beiktatása lezárt 432 MHz-es kimenettel,
- $\frac{1}{4}$ hullámú „stub” alkalmazása a 3. felharmonikusra.

A diplexer használata a legegyszerűbb megoldás, mert a zavarjelek elemésztődnek az 50 ohmos lezáron, és nem verődnek vissza a rádió végfokozatába. Profi rendszereknél mindenképp ezt a megoldást alkalmazzák. A megoldás hátránya a dupla hangolás, (mindkét sávra hangolni kell az eszközt) és a kétszeres bonyolultság.

Az $\frac{1}{4}$ hullámú „stub”, azaz az átviteli hálózatba párhuzamosan kötött $\frac{1}{4}$ lambda hosszú lezárt végű koax kábel darab kiváló szűrést biztosít, de sajnos az így létrehozott lyukszűrő roppant keskeny sávban dolgozik. Ez csak állandó frekvenciájú jelek kiejtésére alkalmas.



1. ábra

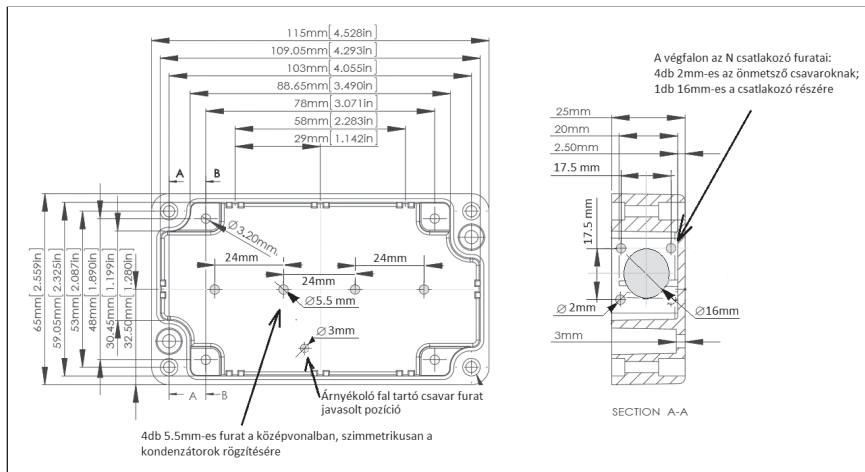
Mint kezdő „szűrőépítő”, az aluláteresztő mellett döntöttem, amihez begyűjtöttem négy nagyfeszültségű és megfelelő jóságú kondenzátort.

Az interneten számtalan szűrőterv megtalálható, az általuk elérhető minőség viszont leginkább a kivitelől függ. Hosszas keresgélés után 7 pólusú Csebiszev-szűrő megépítésére vállalkoztam, amelyhez a négy kondenzátor és 3 tekercs kell. (Ld. az 1. ábrát!)

Gyakorlati lehetőségek – a doboz fontossága

Az alkatrészek számából és valószínűsíthető méretükből kiszámolható lett a szükséges dobozméret, amelybe a szűrő kerül. Az elvárt minőség miatt vízzáró, alumíniumból készített (öntött, mart), legalább négy helyen csavarral zárt fedelű típust kerestem, amely biztosítja a por és nedvesség védelmet, rádiófrekvenciás árnyékolást, és mechanikai tartósságot. A LOMEX-nél, legnagyobb örömmre, találtam a célunk pont megfelelő festetlen példányt, de a magasságával gondjaim támadtak, mivel a beépített kondenzátorok felső csavarzata a fedél alatt kb. 2 mm-re volt, ezért tartottam az esetleges áthúzásától. A 2. ábrán a szóban forgó doboz méretezett rajza látható.

Hosszas tervezés után kiderült: ennél jobb dobozt nem találok, a kondik máshogy nem helyezhetők el, tehát a kondenzátorok magasságából kell csökkenteni.



2. ábra

Mivel a kondenzátor érintkezőit felületkezelt rézrudak alkotják, bennük menettel, óvatosan lekészörültem 1-1 mm-t mindkét végükből, ezáltal megoldódott az átütés problémája.

A ház két végére felkerült 1-1 darab N-aljzat, amelyek önmetsző csavarokkal lettek beépítve a doboz vastag falába. A öntvény egyébként sem engedné a metrikus csavar + anya alkalmazását, mert nincs hely mind a négy anya elhelyezésére a belső oldalon! (lásd a doboz aljának vastagságát).

A kondenzátorokat azonos távolságra csavarzattal rögzítettem a doboz aljába készített furatokba, és bekerült egy (véltetően) elválasztást javító alumínium fal a doboz közepére. A profi szűrőkben a fokozatok saját árnyékoló dobozrészükben foglalnak helyet, de ahhoz CNC géppel alumínium tömbből kimart egyedi házra lenne szükség, amely nyilván nehezebben lenne elérhető, ezért választottam a bemenetet a kimenettől eltakaró falat megoldásként.

A számítás szerint 2 db 25 pF, és 2 db 50 pF-os kondenzátorral épült volna a szűrő, de ezek beszerezhetetlennek tűnnek, hiszen egyik sem szabványos érték. A valóságban ezek a példányok 24 pF és 47 pF-osok voltak, 10% gyári tűréssel. Bízom abban, hogy a tekercsekkel ennyit biztosan ki lehet kompenzálni, ezért elkészítettem azokat az ajánlott méretek szerint:

L1, L2, L3: huzalátmérő 1 mm, magátmérő 10 mm, n=3, tekercshossz kb. 10 mm.

A beépítés után a kezdeti eredmények jók voltak, de az áteresztő tartományban nagyobb volt a csillapítás a vártnál, ezért kipróbáltam a tekercseket 1,5 mm-es ezüstözött huzalból is, ami végül maradt.

Hangolási tapasztalatok

Az L1 és az L3 tekercsek módosítása (mozgatás/rövidítés/nyújtás) tapasztalataim szerint a szűrő finomhangolására jó, mert azok mozgatása durva változást az átvitelben nem okozott.

Az L2 tekercset viszont igazán nehéz volt elkészíteni! Értéktől függ a zárótartomány kezdete, ahol a kapcsolat elkezd vág-

ni a spektrumot, és értéke mindezek mellett durván befolyásolja az áteresztő tartomány impedanciáját is.

Az utóbbi paraméter sokkal fontosabb, mint a 3 dB-es vágási pont helye: Tulajdonképpen mindegy, hogy a szűrő 146, vagy akár 200 MHz-en kezd vágni, ha 432 MHz-en megfelelően csillapít, viszont a 144,3 MHz-en pontosan beállított SWR adta a legkevesebb beiktatási csillapítást!

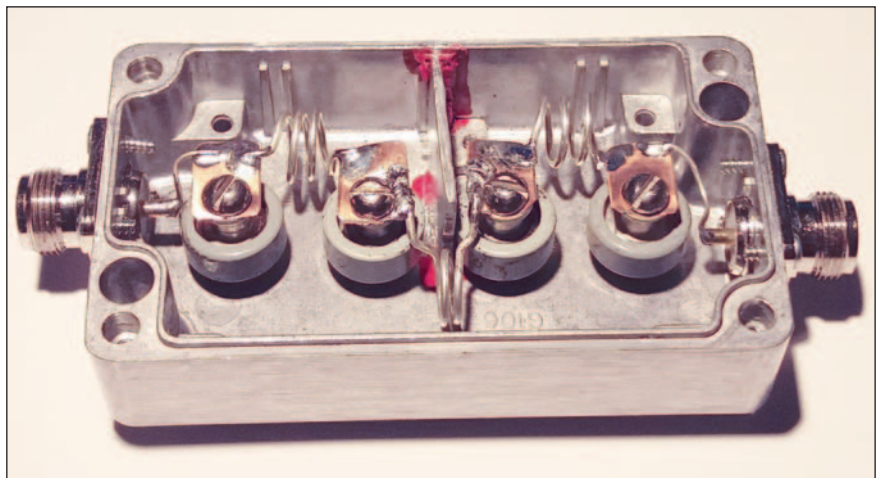
Ezt a tekercset legalább hat példányban készítettem el, mert a tervek szerinti három menetes már 140 MHz körül vágott, a két menetes ugyan 150 MHz-en kezdett vágni, de 144-en 1:1,3 körüli SWR-t okozott.

A beiktatási csillapítása alig -0,6 dB volt, de a rákötött ICOM az SWR-miatt leszabályozott kb. 40 W-ra.

Módosítás, próbálkozás, mérőpadon

Ez után kezdtem átviteli görbe helyett minimális SWR-re hangolni, ami további pár L2-es tekercs kipróbálása után vezetett eredményre.

A legjobb megoldást a 10 mm átmérőjű, 2 menetes tekercs adta, melynek menetei között a lehető legkevesebb helyet hagytam. Ennek a tekercsnek egy irányban állnak és a lehető legrövidebbek a lábai, valamint a lehetőségekhez képest nagy a jósága is.



3. ábra

Nem hozott jó eredményt a tekercsátmérő csökkentése és a növelése sem, mindkettőnél különböző mechanikai és minőségi problémákba ütköztem.

Amikor az L2 elkészült és az SWR (return loss) „leszívás” pont a megfelelő helyen volt a sávban, az L1 és L3 hosszának 1-1 mm-es mozgásával az SWR minimum értékét lehetett további 5-10 dB-lel javítani.

Ahhoz, hogy 1 mm feletti huzalátmérőnél a tekercsüket könnyen lehessen hangolni, a lábait tanácsos úgy beforrasztani, hogy azokat hossz irányban arább lehessen tenni. Ezért, a kondenzátorok tetejére lapos vörösréz lemezeket csavaroztam, melyekre a tekercs lábait pár mm-es térközben szabadon fölforraszthatók.

A tekercsek házban belüli magasságának állításával és a fedél felszerelésével is változik némileg a karakterisztika: általában 5-8 dB-t romlik a zárótartomány csillapítása, illetve 2-3 dB-t csök-

ken az SWR-jósága. Valószínűleg a zárt házban belül mértanilag középen elhelyezkedő tekercsek adnák a legjobb minőséget, mert ekkor vannak legtávolabb a falaktól.

De térjünk vissza a szűrő mérésére! Az SWR-re hangolt szűrő minden paraméterében megtalatosodott: A beiktatási csillapítása 0,2 dB, a záró tartományban a vágása min. 55 dB, az SWR-je alig mérhető (Return Loss min. -20 dB) A rádióra kötve az SWR-probléma teljesen megszűnt, a párhuzamosan üzemeltetett 70 cm-es vevőn pedig nyoma sincs a 144 MHz-es 100 W harmonikusainak.

Utánépítőknek

A szűrő teljes anyagköltsége 10 ezer forint alatt van, az építéséhez kb. 1 nap kell.

A cikkíró szerencséjére, hozzáfér ipari rádiófrekvenciás átviteltechnikai műszerekhez, melyekkel a hangolás folyamata pár

óra volt, de ezek nélkül jóval nehezebb a feladat elvégzése.

A kondenzátorok gyártási szórása, a kivétel különbözősége és a tekercsek mechanikai méretei jelentősen (5-10 MHz-cel) eltolhatják, megváltoztathatják a szűrő viselkedését.

Amennyiben az utánépítő csupán SWR-t tud mérni, akkor abból nem derül ki, hogy a tekercset rövidíteni vagy hosszabbítani kellene a jobb eredmény eléréséhez. Esetleg egy GDO használata már többet segíthet, de vigasztalja az a tudat, hogy a szűrő biztosan működik majd (tudja a fizikát), és a jó működéshez csupán az SWR-t kell beállítani valamilyen módon!

A beállításról, a mérések menetéről a www.ha5kfz.hu oldalon részletes videó beszámolót tettünk közzé, probléma esetén pedig szívesen segítünk. A szűrő utánépítéséhez nyújtanak segítséget a cikkben szereplő fényképek.

Sok sikert az építéshez és a használatához!



ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK

URBÁN ELEKTRONIKA Kft.

Budapest VII., Dózsa György út 16. (Dózsa-Jobbágy sarok)
Tel.: 322-8892, fax: 351-8340 Nyitva: H-P 10-17 óráig

szaküzlet – műszervásár – adásvétel

www.urbanelektronika.hu

Megnyílt a legnagyobb önkiszolgáló elektronikai böngészde!

Kínálat: műszerek, félvezetők, elektroncsövek transzformátorok, mechanikai elemek. Nagy választék, változó készlet.



Folyamatosan kapható elektronikai egységcsomag az RT-ben megjelent cikkeinkhez hangtechnika, fénytechnika, PIC-fejlesztők, műszerek kategóriában.

Részletes ismertető a www.urbanelektronika.hu honlapon

2008-02-Bn