

Több hullámsávós antenna, tércsatolt sugárzókkal

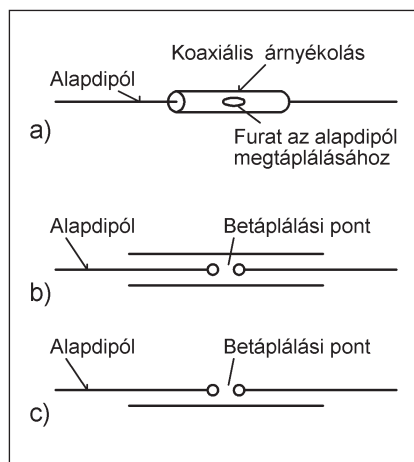
Ford.: dr. Sipos Mihály okl. villamosmérnök

Mint közismert, minden olyan vezető, amely egy antenna közelében található, kölcsönhatásba lép azzal. Bármilyen típusú is legyen antennánk, hatással lesz rá a közeli elektromos távvezeték, a vízvezeték csövek, véletlenül a közelben található vezetékdarabok és más fémtárgyak.

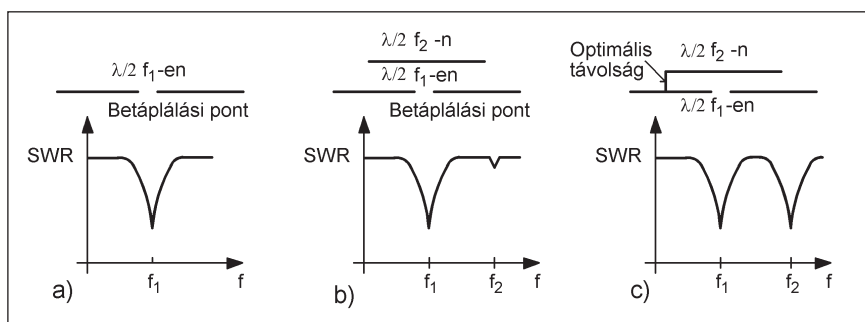
Elvi működés

Az 1940-es évek végén dolgozták ki a koaxiális sugárzójú antennát (**1.a ábra**). Ez két frekvencián is működőképes, amely az antennán elhelyezett vezető anyagból készült csőnek (azaz koaxiális sugárzónak) tudható be. Ezt az alap-dipól gerjeszti (de gerjesztheti pl. egy aszimmetrikus sugárzó is), és a dipól frekvenciájához képest magasabb frekvencián rezonál. Ezt a fajta antennát kezdték el „coaxial sleeve”-nek nevezni. Az ilyen antennákkal végzett kísérletek megmutatták, hogy cső helyett használhatunk két vezetékdarabot is (**1.b ábra**), melyeket az alapidipól két oldalán kell elhelyezni. Ez az antennaféleség az „open sleeve” nevet kapta.

Idővel a hasonló antennák fejlesztésével foglalkozó konstruktorok arra jutottak, hogy a magasabb frekvenciákon nem kötelező vezetékpárt használni, elegendő mindössze egy vezeték (**1.c ábra**). Ezen az elven működnek a Force 12 típusú többsávós antennák, ill. azok klónjai.



1. ábra



2. ábra

A fejlesztések eredményeként sikerült kidolgozni a többhullámsávós antennát, melyet egymáshoz nagyon közel elhelyezett, egymással elektromágneses tér által csatolásban álló dipólusok alkotnak. Ilyen rendszert írt le annak idején pl. Gary Breed K9AY (The Coupled Resonator Principle: A Flexible Method for Multiband Antenne - The ARRL Antenna Compendium, Vol. 5.). Ő javasolta, hogy az ilyen antennákat csatolt rezonátorosnak (coupled resonator, C-R) nevezzék. Ez teljesen jogos, mert az adott esetben a sleeve (angol: befed, beborít) nem teljesen korrekt, mert az sugallja, hogy az egyik vezetőnek a másikat minden oldalról körbe kell fognia. A két csatolt sugárzóból (rezonátorból) álló antenna esetében ez pedig nem áll fenn.

A következőkben részletezett konstrukciós elvet különböző többhullámsávós antenna-megoldásokban is fel lehet használni. Az alapsugárzó lehet szimmetrikus vagy aszimmetrikus dipól, negyedhullámhosszú függőleges sugárzó stb. A csatolt sugárzós (C-R) antennákat használhatjuk egyhullámsávós, szélessávú antennaként is (például a 3,5...4 MHz-es sáv lefedésére).

Ezen kívül a Yagi-antennákban az első direktort sokszor nagyon közel helyezik el az aktív sugárzóhoz, ami elengedhetetlenül kiszélesíti a működési frekvenciasávot.

Nézzük meg közelebbről a C-R antenna működési elvét. A **2.a ábrán** látható az a helyzet, amikor egy félhullámhosszú dipól körül nincs semmiféle vezeték. Ekkor a legalacsonyabb SWR-t a dipól az f_1 rezonanciafrekvencián mutatja. A **2.b ábrán** az az állapot látható, amikor egy f_2 rezonanciafrekvenciájú fémvezeték (vagy cső) az f_1 rezonanciafrekvenciájú félhullámhosszú dipól közelében van. Az SWR értéket a frekvencia függvényében bemutató grafikonon egy letörés látható a fémvezeték f_2 frekvenciáján. Ez az ábra szemléletesen mutatja be, hogyan hat kölcsönösen egymásra két vezeték, pontosabban az ezekben a vezeték körül ébredő elektromágneses terek, ha bennük RF áramok folynak. Ha a külső vezeték az alapidipólhoz még közelebb, az optimális távolságra helyezzük el, akkor a **2.c ábrán** látható állapotot kapjuk. Az f_2 frekvenciához tartozó letörés mértéke jóval nagyobb, közelít az SWR minimumhoz. Következően a dipól és a külső vezeték rezonan-

ciafrekvenciáin a dipól és a tápvonal között nagyon jó illesztettség fog fennállni, azaz a betáplálási pontban az antenna aktív impedanciájú lesz, amely értéke megközelíti a tápvonal hullámelállását.

Megnövelve a külső vezetékek számát olyan antennát kaphatunk, amely három, négy vagy több hullámsávban dolgozik, mint ahogy említettük, ez az elv használható a többhullámsávós függőleges antennákban is.

Ilyeténképpen, ha egy adott frekvencián működő dipól (vagy függőleges sugárzó) közvetlen közelében egy más rezonanciafrekvenciájú kiegészítő vezeték van elhelyezve, és ezen vezetők között optimális távolság van, úgy az ilyen konfiguráció kéthullámsávós antenna létrejöttéhez vezet el, amelynek az SWR-je mindkét rezonanciafrekvencián igen alacsony.

A 3. ábra grafikonján látható a C-R antenna vezetékai közötti távolság és a vezetők működési frekvenciájának aránya közötti összefüggés. A felső határfrekvencia 28,4 MHz. Ha a frekvenciák aránya nagyobb, mint 1,5 (például 28,4/18,1), akkor a vezetők közötti távolságtól való függés némileg csökken, lesimul, mintegy állandó értéket vesz fel - függetlenül a vezetők átmérőjétől. Ha a 28,4 és 18,1

MHz-es frekvenciákon 12 mm átmérőjű vezetéket használunk, úgy a közöttük szükséges távolság mintegy 100 mm.

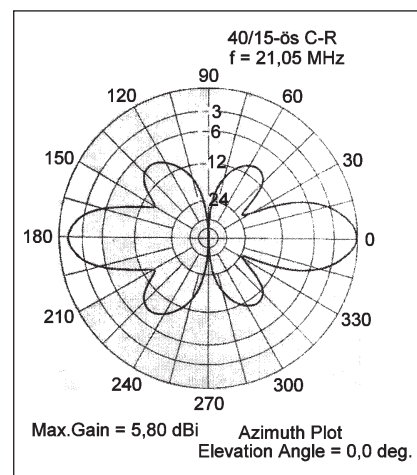
Előnyök, hátrányok

A C-R antennák előnyei:

- több hullámsávban is képesek működni anélkül, hogy speciális illesztő eszközöket kellene használni;
- minden hullámsávban jó antenna - tápvonal illesztést biztosítanak;
- az antennát minden hullámsávban pontosan frekvenciára lehet hangolni;
- számítógépes programokkal könnyen modellezhetők;
- a sugárzó elemek hangolása a kiválasztott frekvenciákra a vezetékek rövidítésével, vagy hosszabbításával könnyen végrehajtható;
- 7 vagy több hullámsávban is képesek működni;
- nagy a hatásfokuk.

A C-R antennák hátrányai:

- minden hullámsávhoz külön sugárzót kell használni;
- a mechanikai konstrukció elég bonyolult, sok szigetelő alkatrészt kell használni a sugárzó elemek közötti előírt távolság megtartása érdekében;
- sáv szélességük keskenyebb, mint az egyetlen dipólé.



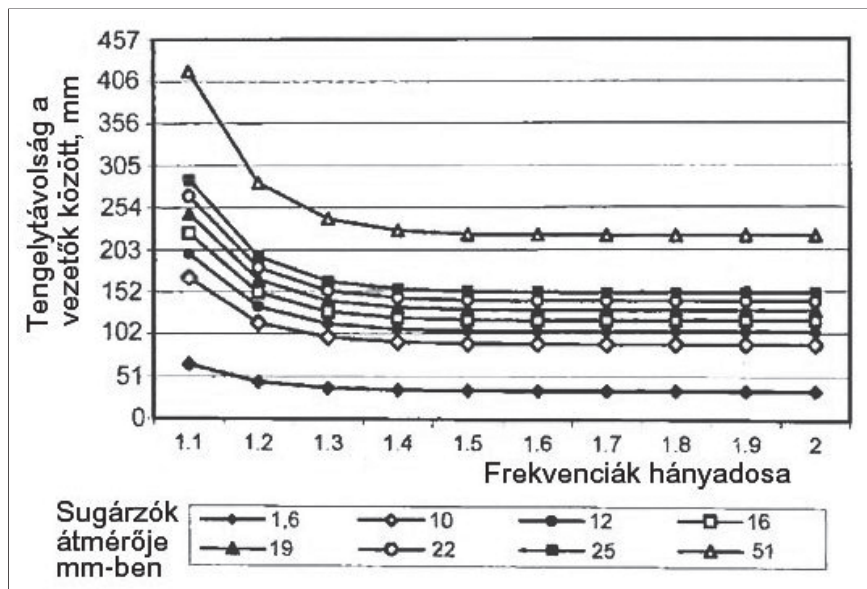
4. ábra

Ezen kívül figyelembe kell még venni, hogy a párhuzamos vezetők között parazita kapacitások is keletkeznek, ami miatt a vezetőket az egyetlen dipól hosszánál nagyobbra kell méretezni. C-R antennát tervezve 3 változó értékkel találkozunk:

- a vezetékek átmérője;
- a vezetékek hossza;
- a vezeték és az alap sugárzó egymáshoz képesti elhelyezkedése.

Ha lehetőség van ezen három változót figyelembe venni, akkor teljesen szabad kezet kapunk az antenna megtervezése során, mert lehetőségünk van arra, hogy minden hullámsávban biztosítani tudjuk a szükséges impedanciát. Más szóval: ha az egyik hullámsávban pontosan behangoljuk az antennát, az nem lesz hatással a többi hullámsáv rezonanciafrekvenciájára vagy az impedanciára, nem lesz probléma az antenna jó hatásfokával. Amikor a vezetékek egymás közelében vannak elhelyezve, akkor a közöttük fennálló csatolás jó hatásfokkal fog működni. A már említett, a többsávós antennák esetében szükségesnek tartott illesztőelemek ezzel szemben elkerülhetetlenül bevinnének jelentős veszteségeket.

Fentebb említettük a C-R antennák hátrányait. A konstrukció viszonylag bonyolult, több vezetékre is szükség van, amelyek közé távtartó szigetelő elemeket kell elhelyezni. Ezért a C-R an-



3. ábra