

A RÁDIÓAMATŐR

ELŐADÁSSOROZAT 73–84. rész

2016.

(II. kötet)

Szerző: Zentai Tibor HA2MN

Lektor és szerkesztő: Papp József



**HAJDÚ QTC
2017.**

**A kiadvány szabadon terjeszthető,
ára kizárólag a nyomdai előállítás költségét fedezi!**

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	3
A frekvenciamoduláció alapelve – A rádióamatőr – 73. rész	5
A frekvenciamoduláció jellemzői – A rádióamatőr – 74. rész	6
A frekvenciamoduláció és a digi módok – A rádióamatőr – 75. rész	8
Antennák – a hullámhossz – A rádióamatőr – 76. rész	10
A rezonáns antenna – A rádióamatőr – 77. rész	12
A félhullámú antenna – A rádióamatőr – 78. rész.....	14
Félhullámú antenna méretezése – A rádióamatőr – 79. rész	15
A félhullámú antenna táplálása – A rádióamatőr – 80. rész	17
A dipól antenna jellemzői – A rádióamatőr – 81. rész	19
A negyedhullámú antenna – A rádióamatőr – 82. rész	20
Nem rezonáns antenna – A rádióamatőr – 83. rész	22
Nem rezonáns antenna táplálása – A rádióamatőr – 84. rész.....	24
Függelék (Az I. kötet tartalomjegyzéke)	26

ELŐSZÓ

E sorozat célja a rádióamatőr hobbi bemutatása, népszerűsítése, megszerettetése mindazokkal, akik érdeklődést mutatnak a kommunikáció – távközlés egy mára már unikálisnak számító formája iránt. Kiadványunkban a Hajdú QTC adásaiban eddig elhangzott sorozat korábbi, az első kötetet alkotó 72 rész után új kötetet nyitva e második kötetben újabb 12 rész (73–84. előadás – 2016.) kerül szerkesztett formában az olvasó kezébe.

A rádióamatőr tevékenység ma, egy több mint másfél száz évvel ezelőtt kialakult – a vezetékes távírász, majd a rádió feltalálásával annak továbbfejlődött változataként a rádiótávírással, rádióoperátor – szakmának hobby szintű folytatása, átöröklődése civilekre. A technika fejlődése következtében a professzionális távírási szakma gyakorlatilag kihalt, a globális kommunikációt ma már a távírásszokhoz, rádió operátorokhoz képest mérhetetlenül gyorsabb gépek biztosítják.

A rádióamatőr a régi szakma kezdeteitől elkezdte utánozni a rádiótávírásszokat, de otthonról, hobby céljából épített és üzemeltetett rádióállomást azért, hogy hasonló érdeklődésű rádióamatőrökkel létesítsen rádiókapcsolatot a környező településeken, az ország különböző pontjain, a szomszédos országokban, a saját kontinensen, és mint a legizgalmasabb, más, távoli kontinenseken. S ma már természetesen a világűrben szolgálatot teljesítő amatőrtársakkal is megteheti ezt, vagy éppen a föld körül keringő rádióamatőr műholdakon keresztül elérheti a föld legtávolabbi pontjait. Igazi kihívás például a Hold rádióamatőr felhasználása, ugyanis a Holdra sugárzott, célszerűen megválasztott rádióhullámok visszaverődnek, s mindenütt vehetővé válnak a földön, ahol a Hold éppen, ha szemmel nem is, de a rádióhullámok szempontjából látható.

A rádióamatőr – ellentétben a csak a célállomásokkal forgalmazó professzionális rádiótávírásszal – véletlenszerűen találkozik társaival az éterben, továbbá nem célja üzenetek, információk közvetítése, továbbítása. A cél maga a kapcsolat létrehozása, megteremtése, amely a rádióhullámok terjedési sajátosságai miatt nem mindig zavartalan vagy megvalósítható. A rádióamatőr kapcsolat megteremtésének lehetősége bővíthető megfelelő hullámterjedési ismeretekkel, a rádióállomás műszaki feltételeinek javításával – manapság itt elsősorban a jó antennára kell gondolni. E hobbi egyfajta vadászszenvedély kiélését teszi lehetővé, hiszen az éterben vadászni kell a világ különböző országaira, a hat kontinensre, de nem könnyű azt sem elérni, hogy minden magyar megyével amatőr rádiókapcsolatot létesítsünk. S ha sikeresek vagyunk, elmondhatjuk, hogy a világ sok országával, az összes kontinenssel rádióztunk karosszékünkben, s végül sikerült az összes hazai megyét is begyűjteni, az állomásnaplóban vezetett összeköttetések listájának tanúsága szerint.

A rádióamatőr forgalmi tevékenység hatósági engedélyhez kötött. Ahhoz, hogy valaki engedélyt szerezhessen, rádióamatőr vizsgát kell tennie. A tananyag részben a hivatásos nemzetközi rádiótávírási ismeretek könnyített változata, s mivel a rádióamatőr akár saját építésű készülékkel is rádiózhat, némileg ismernie kell az elektrotechnika és a rádiótechnika alapjait. Fontos továbbá az elektromos biztonságtechnika, a hazai és a nemzetközi jogi szabályozás alapvető ismerete. Amikor kilépünk az éterbe, hazánkat képviseljük és saját személyi képességeinket mutatjuk meg a világ rádióamatőrjei előtt.

A 2000-es évek első évtizedének közepétől a morzetávíró ismerete már nem kötelező a rádióamatőr tevékenységhez, noha mégis ez a legizgalmasabb, nehéz körülmények között is a legmegbízhatóbb üzemmód. Ma az üzemmódok széles választéka áll rendelkezésre, a morze mellett forgalmazhatunk távbeszélő módban, de ugyanúgy választhatunk az úgynevezett rádióamatőr digitális üzemmódok széles spektrumából, beleértve képek és mozgóképek továbbítását is.

Rögzíteni kell, hogy a rádióamatőr tevékenység nem csak rádióépítésből, forgalmazásból áll. Mindenki rádióamatőr, aki a hobbin belül hozzájárul az étermunkához akár szoftverekkel, akár antennatervezéssel, speciális elektronikával, digitális segédáramkörökkel vagy bármi egyébvel, ami az étermunkában hasznosnak bizonyul. Ezért a hobbi sokkal kiterjedtebb annál, mintsem gondolnánk.

A rádióamatőr egymagában nem is képes átfogni a hobbi ágazatait, s amit ezekből kedvel és művel, azt is egy életen keresztül tanulnia kell. E témákról folyik a soha véget nem érő, mindig újdonságokat tartalmazó diskurzus az éterben, miközben mások távoli, egzotikus összeköttetésekre vadásznak, s megint mások éppen azt kíséreltezik ki, hogy két antenna közül melyik bizonyul a jobbnak.

Mozgalmas és izgalmas hobbi ez. Alapjainak elsajátítása után egy, szó szerint és átvitt értelemben is új világ tárul elénk. Ehhez kívánok sok sikert!

Budapest, 2017. február

HA2MN

A frekvenciamoduláció alapelve (A rádióamatőr – 73. rész)

Az előző részekben alaposan kiveséztük az amplitúdómoduláció elméletét és gyakorlatát. Levezettük az oldalsávtechnika lehetőségeit, az amatőr gyakorlatban történő alkalmazhatóságát és előnyeit. Továbbá bevezetést nyertünk az AFSK üzemmódokba.

Az amatőrök számára az oldalsávtechnika kiváló energia- és sávszélesség-takaros megoldás főleg rövidhullámon, ahol a rendelkezésre álló sáv tartomány igen csak szűkös. Műsorszórás szempontjából viszont kézreeső megoldás az amplitúdómoduláció, noha hi-fi minőségű és zavarmentes átvitelre teljesen alkalmatlan.

Az ultrarövidhullámú és a nagyon rövid hullámú sávok spektruma – bár csak a látóhatárig tart a hullámterjedés – sokszorosa a rövidhullámú tartománynak. Ezért e sávokban nem szükséges túlságosan korlátozni egy adás sávszélességét. A műsorszórás igénye az, hogy a hangátvitel spektruma fedje le a hallhatósági tartományt (ez embernél 16 kHz), a zenei adás dinamikája tetszőlegesen nagy legyen, azaz a halk, kis energiájú hangok is jól hallhatóak legyenek és a lehető legzavarmentesebb vétel legyen biztosítható a vételi oldalon. Ehhez jön még az az igény, hogy a sztereó hangátvitel is biztosítható legyen.

Ezen igények kielégítésére az amplitúdómoduláció alkalmatlan. Más megoldást kell keresni!

Ha egy rezgőkör frekvenciáját valamilyen modulálójellel megváltoztatjuk, a következő jelenséget észleljük; a modulálójellel arányosan megváltozik a frekvencia. Ezt fizikailag úgy lehet elérni, hogy vagy a rezgőkör induktivitását vagy a kondenzátor kapacitását befolyásoljuk a moduláló jellel. Az utóbbi, azaz a rezgőköri kondenzátor befolyásolása egyszerűbb, ugyanis a kapacitásdióda a rákapcsolt feszültségtől függően változtatja meg a kapacitását.

Ezt a fajta modulációt frekvencia vagy fázismodulációnak nevezzük. Jellemzője az, hogy ellentétben az amplitúdómodulációval itt nem jelkeverés történik, hanem egy állandó nagyságú vivőhullám van jelen, amelynek frekvenciája a moduláció jel nagyságának ütemében változik.

Itt álljunk meg egy pillanatra.

A hangfrekvenciával történő modulációnál 3 paramétert kell figyelembe venni. Alapvető paraméter a hang frekvenciájának és a hangerőnek a nagysága, továbbá a minőségi hangátvitelnél a legkisebb és a legnagyobb átvihető hangerő nagysága. Ez utóbbi paramétert dinamikatartománynak nevezzük, amely amplitúdó-

modulációnál maximum 100 % lehet, annál nagyobb tartományban már torz lesz a modulált jel. A frekvenciamodulációnál ez a tartomány nullától több száz százaléig terjedhet, amelynek határt csak az elektronikus hangrögzítő és átvivő rendszerek dinamikatartománya szab. A nagy dinamika a zenei átvitelnél a legfontosabb tényező, mert a vételi oldalon visszaadja a halk és a hangos részek közötti valódi különbséget, míg az AM erre képtelen, mert a halk részek igen kis energiát (amplitúdót) képviselnek az oldalsávokban.

A frekvenciamodulációnál a hangerő változása szabályozza a frekvenciaváltozást, a hang frekvenciájának változását viszont a vivőhullámban a hangerő által okozott változások gyakorisága jeleníti meg.

Mivel a vivőhullám energiája állandó, egy FM adót egy adott fix helyzetű vevőben mindig azonos térerővel veszünk. Mivel a vivőhullám frekvenciaváltozása és a frekvenciaváltozás gyakorisága hordozza a hangerő és a hangfrekvencia nagyságáról az információt, ezért a vételnél a jel nagyság limitálásával élhetünk, amely tovább javítja a vételi zavarérzéktelenséget. Például elég jelentős térerőváltozás sem okoz jelentős vételromlást az FM esetében.

Természetesen van egy alsó térerőhatár, amikor már az alacsony térerő miatt bezajosodik a vétel. Erről és a frekvenciamoduláció egyéb sajátosságairól majd a későbbiekben értekezünk.

– *** –

A frekvenciamoduláció jellemzői (A rádióamatőr – 74. rész)

Az előző részben belevágtunk a frekvenciamoduláció bemutatásába.

Megállapítottuk, hogy frekvenciamodulációnál a hangerő változása szabályozza a vivőhullám frekvenciaváltozást, a hang frekvenciájának változását viszont a vivőhullámban a hangerő által okozott változások gyakorisága jeleníti meg.

Ezt a tényt igen fontos ismernünk a frekvenciamodulációról, amely fizikájában lényegesen eltér a korábban tárgyalt keverési elvű amplitúdómodulációtól.

A következő kérdés az, hogy mekkora sáv szélesség szükséges egy bizonyos hangfrekvenciás spektrum átviteléhez. Mint közismert a rádióamatőr szabályozás SSB üzemmódban maximum 2,7 kHz-es sáv szélességet enged meg a beszéd spektrum számára, amely még jól érthető beszédátvitelt biztosít.

A frekvenciamoduláció esetében ez a beszéd spektrum átvitel maximum 3 kHz-ig terjedhet, de ez nem azonos az adás által lefoglalt tényleges rádiófrekvenciás spektrum nagyságával.

Mivel a frekvenciamodulációs jel sávszélessége a modulációs indextől függ, a 3 kHz-es spektrumú beszédátvitelt 12,5 kHz-es rádiófrekvenciás sávszélesség jól biztosítja. A VHF és UHF tartományú amatőr frekvenciamodulációs üzemmódok számára fenntartott amatőrsáv szegmenseket ezért csatornákra osztották, amelyek távolsága egymástól 25 kHz-re van, és szabványos jelöléssel rendelkezik. E spektrumban csak a kijelölt csatornákon lehet FM forgalmazást végezni.

Ha egy adott VHF és UHF amatőrsávban kijelöltek egy minden üzemmódra engedélyezett spektrumot, akkor szabadon megválaszthatjuk az FM adás frekvenciáját, azzal a megkötéssel, hogy az adásunk által lefoglalt spektrum nem lóghat ki a kijelölt sávszegmensből.

Mivel az adás sávszélessége túlmoduláció esetén meghaladhatja a 12,5 kHz-et, még olyat is tapasztalhatunk, hogy az adás eltűnhet a csatornából, azaz nem lesz vehető pillanatnyilag. Erre azt mondjuk, hogy az adás frekvencialöketete túl nagy. Ezt kerülni kell, mert a frekvenciaeltérés beleugorhat a szomszédos csatornába, ahol jelentős zavart okozhat.

Amennyiben az adás lökete kicsi, ez azt jelenti, hogy igen halkan, alig érthetően lesz hallható a vett rádióállomás, azaz a löket csak néhány kHz spektrumban van jelen az ideális 12,5 kHz helyett. Ilyenkor a modulációs hangerőt kell növelni.

A hangerő tehát arányos a lökettel.

Abban az esetben, ha távoli, gyenge térerejű FM állomással találkozunk, a zajmentes vétel helyett bezajosodott, zavart, sercegő vételt tapasztalunk. Ilyenkor lehetséges megoldás a teljesítménynövelés kérése, esetleg antennacsere. A VHF és UHF sávok rádióamatőr rádiókon, amelyek jó része csak néhány wattos teljesítményű, általában lehetőség van a teljesítmény változtatására. Minimális teljesítménnyel is lehetőség van nagy távolságok áthidalására főleg közvetlen rálátás esetén és/vagy nagy nyereségű irány sugárzó antennák alkalmazásával.

Az FM üzemmód (nem számítva a különleges terjedési jelenségeket) általában a helyi rádióforgalom kiszolgálására szolgál a VHF és UHF sávokban. Ez alól kivételt képez az egyetlen rövidhullámú sáv szegmens, ahol az FM üzemmód engedélyezett, ez pedig a 10 méteres amatőrsáv 29 MHz-el kezdődő egyes szegmensei. Itt bonyolódik az FM DX forgalom és számos, a világ különböző pontjain elhelyezett FM átjátszó is található e szegmensben.

A rövidhullám terjedési sajátosságai miatt az FM itt csak akkor üzembiztos, amikor stabil, nem hullámozó terjedés alakul ki az egyes kontinensek között. A terjedés változása az FM adást bezajosíthatja, torzíthatja, sőt el is tűnhet az ellenállomás. Az FM dx-nek külön rajongótábora van a rádióamatőrök között, valóban izgalmas feladat a távoli országok, kontinensek rádióval történő "levadászása" ebben az üzemmódban.

– *** –

A frekvenciamoduláció és a digi módok (A rádióamatőr – 75. rész)

Az előző részekben áttekintettük a rádióamatőrök által használt modulációs eljárásokat. Megállapítottuk, hogy a távíró is egyfajta moduláció, ettől a mostani előadásban eltekintünk.

Megismerkedtünk az amplitúdómodulációval és annak a racionalizált, a leggazdaságosabb változatával, azaz az egyoldalsávú elnyomott vivőhullámú üzemmóddal, vagyis az SSB-vel. Bevezetést nyertünk a frekvenciamoduláció rejtjelmeibe, amelynek keskenysávú változatát a rádióamatőrök is használhatják (NBFM).

Az SSB taglalásánál szemügyre vettünk néhány úgynevezett digitális üzemmódot is, amelyek a hangfrekvenciás modulálójel változtatásával beszéd helyett kép és karakteres átvitelt tesznek lehetővé (AFSK módok).

Általánosságban elmondhatjuk, hogy az AFSK jelátvitel minden távbeszélő modulációs üzemmódra alkalmas berendezéssel megvalósítható, viszont a jelek előállításához és képpé vagy karakterré való visszaalakításához régen célhardverre, ma számítógépre van szükség.

Az NBFM üzemmódban is lehetőség van az AFSK jelek továbbítására, csak az a kérdés, hogy mennyire gazdaságosan. Ugyanis az FM módot az jellemzi, hogy a teljes adási periódus alatt teljes teljesítménnyel sugároz az adó. Emlékezzünk: az SSB esetén csak akkor, ha van moduláló jel, ha nincs, akkor az adó kimenőt teljesítmény nulla. Továbbá a kisugárzott jel teljesítménye a moduláló jel nagyságával arányos, tehát az energiaigény szempontjából az SSB gazdaságos üzemmód.

A digimódok közül az SSTV üzemmódot használjuk NBFM modulációval – és azt is csak kizárólag a VHF és az UHF sávokban tehetjük meg. Erre a célra fenntartanak kijelölt FM frekvenciákat, azaz csatornákat, és átjátszóállomások is segítik a képtovábbítást.

Van azonban egy különleges digitális modulációs eljárás, amit PACKET üzemmódnak nevezünk. Magyarul talán úgy lehetne legjobban jellemezni, hogy csomagkapcsolt digitális információátviteli technológiáról van szó. Ez a technológia szintén AFSK NBFM modulációval valósul meg, karakterek átvitele lehetséges. Igazi jelentősége abban volt a fénykorában, hogy képes volt értelmes szövegek és bináris fájlok (programok, speciális kép, hang és egyéb tartalmak) átvitelére, még hozzá olyan módon, hogy a packet üzemmódú rádiók felkapcsolódtak egy hálózatba és egymással kommunikáltak. Azaz a ma ismert internet korai állapotához hasonló rendszerről van szó, így egy, a rádióhullámok segítségével kialakított hálózatról beszélhetünk.

A hálózatot állandóan üzemben lévő csomópontok segítették, amelyek egyikéhez felcsatlakozva lehetett belépni a hálózatba és csetelni, szöveges üzeneteket küldeni, azaz címzett partnerrel levelezni, továbbá fájlokat fel- és letölteni. Az állandóan üzemű csomópontok úgynevezett faliújságja mindenféle hasznos információt, programokat tartalmazott, és fontos szolgáltatás volt az úgynevezett DX Cluster információs rendszer is. Mellékesen megjegyezzük, hogy két rádió között is lehet packet kapcsolatot létesíteni.

Mára a packet rendszer sok funkcióját átvette az internet, viszont fénykorában, a XX. század végén nagy népszerűségnek örvendett ez a megoldás. A kommunikáció sebessége nagyon alacsony volt, egy néhányszor 10 kbytesos fájl letöltése bizony néha napokat vett igénybe, de akkor még nem volt internet.

Ez az üzemmód SSB-ben rövidhullámon is megjelent egy ideig, noha az igen lassú adatátviteli sebesség és a felhasznált sáv szélessége miatt végül kiszorult rövidhullámról.

A VHF és UHF sávokban az összekapcsolt hálózat lefedte Európa lényeges részeit, a kontinenseket interneten keresztül kötötték össze. Az alkalmazott moduláció NBFM, korábban célhardvereket kellett építeni, ma a számítógép célszoftvere elegendő az adási és vételi, valamint a rádióvezérlési és a hálózati kapcsolat fenntartási funkciók biztosításához.

Ma is használatos a VHF/UHF packet rendszer, a speciális funkciókat ellátó APRS néven kereshetünk róla információkat az interneten.

– *** –

Antennák – a hullámhossz (A rádióamatőr – 76. rész)

Ahhoz, hogy egy rádió adóvevő készülék egyáltalán üzemeltethető legyen, a készülékhez antennát kell csatlakoztatni. Az antenna feladata az, hogy a készülék által előállított nagyfrekvenciás, megfelelő szintre erősített, valamilyen módszerrel modulált elektromos jelet elektromágneses hullámmá alakítsa és annak kisugárzásával egy másik, távoli antennában elektromos jeleket generáljon.

Azaz az antenna kettős szerepet tölt be, kisugározza az elektromágneses hullámot és elektromos jellé alakítja az őt érő elektromágneses hullámokat.

Ha antennáról beszélünk, elérkeztünk a nyitóelőadásokban oly sokat emlegetett kedvenc drótdarabunkhoz. Ahhoz, amely esetleg éppen ott hever a porban, s legyen bármilyen rövid vagy hosszú a drót, mindenféleképpen antennának is tekinthetjük. Vajon miért?

Korábban tudjuk, hogy a drótdarabot nagyfrekvenciás elektromos jellel vagy elektromágneses hullámmal megpengetve valami történni fog.

Ahhoz, hogy megtudjuk, vajon mi történik, meg kell ismerkednünk a hullámhossz fogalmával. Az elektromos rezgések, esetünkben a váltakozó áram frekvenciája az a szám, ami megfelel az egy másodperc alatt lefutott periódusok számának. Emlékezzünk vissza; egy periódus első felében pozitív, majd a másodikban negatív lesz a feszültség, amely szinuszosan változik. Ha azt mondjuk, hogy egy másodperc alatt 1 millió teljes periódusú fut le, akkor azt mondjuk, hogy a rezgés frekvenciája 1.000.000 Hz, rövidebben mondva 1 MHz. Ebből következik, hogy 1 Hz azt jelenti, hogy egy másodperc alatt egy teljes periódus fut le a váltakozó áram esetén.

Tudjuk, hogy az emberi hallás 16.000 Hz-ig terjed, de a hang nem elektromos rezgés, hanem a hordozó közeg nyomásváltozásának gyakoriságaként határozható meg.

A rádiótechnikában úgy 10.000 Hz környékétől szoktunk elektromágneses hullámokat generálni. Hogy miért nem kisebb frekvenciákról, később majd belátjuk.

A frekvencia mértékegysége a Hertz, használjuk még a kHz mértékegységet, amely 1000 Hz-et jelent, a MHz-et, amely 1.000.000 Hz-et jelent, a GHz-et, amely egy milliárd Hz-et, azaz 1000 MHz-et jelent, s így tovább.

A rádiófrekvenciák tehát valahol 10 kHz környékén kezdődnek. Az antenna által kisugárzott elektromágneses hullám a szabad térben fénysebességgel terjed, a hullám frekvenciája pedig megegyezik az őt generáló elektromos jel frekvenciájával.

Egy egyszerű képlettel meghatározható e hullámok hosszúsága méterben a fénysebesség és a hullám frekvenciájának ismeretében. Ez a képlet pedig így hangzik: a hullámhossz méterben egyenlő a 300 osztva a hullám frekvenciájával MHz-ben kifejezve. Ez egy nagyon fontos képlet az antennák szempontjából, ugyanis az antennákat a hullámhossz segítségével méretezzük.

A képlet matematikailag leírva a következő: $\lambda = 300/f$, ahol a λ a hullámhossz méterben, a 300 a fénysebességre utal, a frekvencia pedig MHz-ben van megadva.

Nézzünk egy példát: az 1 MHz-es frekvenciájú elektromos rezgés és elektromágneses hullám hullámhossza $300/1$, azaz pont 300 méter. A 10 MHz-esé 30 m, a 100 MHz-esé 3 méter, az 1000 MHz-esé vagyis az 1 GHz-esé 0,3 méter, azaz 30 cm lesz.

A hullámhossz tehát azt jelenti, hogy egy adott frekvencián egy teljes lefutású periódus hány méter utat tesz meg fénysebességű terjedés, azaz 300.000 km/másodperc sebesség esetén.

A hullámhossz tehát azért fontos jellemző, mert egy drótdarab tökéletes elektromos megpengetésével függ össze. Azaz bármilyen hosszú is a drótdarab, valamilyen hosszúságú elektromágneses hullám képes tökéletesen megpengetni.

Ezért, ha bármilyen drótdarabot is látok, rögtön az antennákra gondolok.

A következő részekben azt fogjuk vizsgálni, hogy milyen összefüggések tárhatók fel a drótdarab hossza és az elektromágneses hullám hossza között a tökéletes megpengetés szempontjából.

– *** –

A rezonáns antenna (A rádióamatőr – 77. rész)

Az előző részben az elektromágneses hullámokkal kapcsolatban nagyon fontos ismeretre tettünk szert. Kiszámoltuk egy megadott frekvenciájú elektromágneses hullám hullámhosszát, ami megfelel azon út méterben mért hosszúságának, amelyet a hullám egy teljes periódusa fénysebességgel terjedve megtesz. Ezt az utat hullámhossznak nevezzük, és úgy számolhatjuk ki méterben kifejezve, hogy a 300-at elosztjuk a frekvenciával, amely megahertzben van megadva.

A rádióhullámokat a kezdeti időkben hullámhossz szerint jellemezték, csak a későbbi időkben tértek át a frekvencia szerinti meghatározásra. Ma a frekvenciát használjuk a rádióhullámok mérésére és jellemzésére (a nagy pontossággal történő kifejezhetőség miatt), de a méter szerinti csoportosítás is megmaradt, amely az antennák szempontjából is előnyös. A hullámhossz szerinti felosztásra még visszatérünk.

Ha belegondolunk az elektromágneses hullám tulajdonságaiba, antenna kialakítás szempontjából két fő jellemzőt látunk a hullám természetét illetően. Az egyik a hullám polaritására, a másik a hullám polarizáltságára vonatkozik. – E jellemzőkkel a továbbiakban foglalkozunk.

Alcsoportként beszélhetünk még normál, csak mágneses hatású és csak elektromos hatású antennákról. Egyelőre a normál (elektromágneses) antennákkal foglalkozunk.

A hullám polaritása onnan ered, hogy egy periódus feléig a hullámot (azaz a félhullámot) az őt létrehozó pozitív polaritású szinuszos nagyfrekvenciás váltakozó feszültség gerjeszti, a második félhullámot pedig a negatív polaritású feszültség gerjeszti. Ennek következtében a hullámfolyamban így váltakoznak a polaritások. Ez azt jelenti, hogy a hullám mágneses és elektromos összetevői félperiódusonként ellenkező irányúak lesznek.

Ez pedig abból a szempontból fontos, hogy egy félperiódusnak megfelelő hosszúságú vezeték elegendő ahhoz, hogy tökéletes antennaként viselkedjen. Ugyanis ahogy a hullám változtatja a polaritását, ez a hatás pontosan leképeződik az antennában is, ha a hossza a hullámhossz fele. Értsük ezt úgy, hogy a hullám az első félperiódusban szinuszos lefolyású pozitív, a másodikban pedig szinuszos lefolyású negatív feszültséget indukál az antennában.

Ezzel leképeződik az elektromágneses hullám által hordozott információ, s ha ezt az antennában indukált kis feszültséget bevezetjük a rádiókészülékbe, szelektáljuk és tovább erősítjük, majd demoduláljuk, megkapjuk az eredeti rádióadást hang, kép, betű, stb. formájában a modulációs eljárástól függően.

A fentiek szerint tehát az antenna alapformájában akkor tökéletes, akkor adja a legnagyobb indukált feszültséget, ha fizikai hossza a hullámhossz felének felel meg. Ezt az antennát félhullámú dipólnak nevezzük. Az elektromágneses hullám hatására az elektronok az antennán belül ide-oda áramlanak, ez az elektron-áramlás feszültséget jelent, amit az antenna kapcsairól vezetünk el.

A szabad térben elhelyezett félhullámú antenna tehát a hossza miatt nevezhető rezonánsnak, ugyanis egy szempontból úgy viselkedik, mint a rezgőkör rezonanciagörbéje. Ha növekszik vagy csökken az elektromágneses hullám frekvenciája, azaz a hullámhossza változik a drótdarab mérete által megszabott ideális hullámhosszhoz képest, az antennában indukált feszültség a rezonanciajelenséghez hasonlóan csökkenni fog. A legnagyobb feszültség tehát akkor indukálódik az antennában, ha a hossza pontosan a hullámhossz felének felel meg. Ugyanez vonatkozik az adásra használt félhullámú antennára; akkor a legnagyobb a le-sugárzott teljesítmény, ha az antenna hullámhossz-rezonáns.

A fentiek elméleti megfontolást tükröznek, a félhullámú antennák gyakorlatilag mindig kicsivel rövidebbek, mint a hullámhossz fele. Erre majd visszatérünk.

A rezonáns antenna azonban semmiképpen sem feleltethető meg a rezgőkörnek (induktivitás kapacitás), mert a rezonanciát a fizikai hossz megfelelése biztosítja. A rezonanciagörbéje azonban hasonló a rezgőkörhöz.

Az elektromágneses hullám másik jellemzője a polarizáció, amely attól függ, hogy a kisugárzó antenna a földdel párhuzamos (ezt horizontális polarizációnak nevezzük) vagy a földre merőleges elrendezésű (ezt vertikális polarizációnak nevezzük). Ellentétes polarizációjú antennák közvetlen fizikai rálátás esetén hullámtani szempontból jóformán nem látják egymást, ilyen esetben mindig azonos polarizációjú antennát kell alkalmazni.

A rövidhullámok esetében az antennapolarizáció a távolsági átvitelnél alig számít, ennek okairól szintén később fogunk értekezni. A következő részben maradunk a félhullámú antennák titkainak megismerésénél.

A félhullámú antenna (A rádióamatőr – 78. rész)

Az előző részben megtárgyaltuk az elektromágneses hullámok és az azokat elektromos jellé alakító, vagy az elektromos jelet elektromágneses hullámként kisugárzó antennák összefüggéseit.

Legfontosabb megállapításunk az volt, hogy a hullámhossznak megfelelően méretezett antennát nevezünk rezonáns antennának.

Helyezzünk el egy félhullám-hosszúságú drótot a szabad térben, mindentől távol. Vizsgáljuk meg azt, hogy az adott hullámhosszon mit tapasztalunk az áram és a feszültségeloszlás szempontjából e drótdarab teljes hosszában szemlélve az összefüggéseket.

A drótdarab az adott hullámhosszon rezonáns, az elektromágneses hullám első félperiódusa mondjuk pozitív, a második félperiódusa negatív előjelű elektronnyomást okoz a drótdarabban. Azért mondjuk elektronnyomásnak a jelenséget, mert a drótdarab nem táplál fogyasztót, de a hullám hatására az elektronok hol az egyik végére, hol a másik végére igyekeznek tömörülni. Ez pedig azt jelenti, hogy a drótdarab végein feszültségmaximum alakul ki, ami a drótdarab fizikai közepére (azaz a negyedhullámú szakasznál) a feszültség minimumra csökken. Itt kell megjegyezni, hogy mivel ebben a drótdarabban áram alakul ki, ez a drótdarab az általa felvett teljesítmény felét adóantennaként elektromágneses hullámként kisugározza.

A fentiekből következik az is, hogy a drót fizikai közepén árammaximum alakul ki, amely a végein minimumra csökken. Ezzel meg is határoztuk a félhullámú drótdarab végeire és közepére a feszültség és az árameloszlást (a végein feszültségmaximum, a közepén árammaximum van). Közbenő helyen a fizikai végek és a közép között átmeneti állapot alakul ki, vegyük úgy, hogy az áram és a feszültségeloszlás a szinuszcörbe szerint megy végbe a fél hullámhosszúságon.

Vágjuk középen ketté a drótot is innen vezessük le a jelet egy rádióba. Ez már áramkör, hiszen az elektronok elindulnak az egyik levezető vezetéken át a rádióba, majd onnan a másik levezető vezetéken keresztül visszajutnak az antennába. A vevőbe bejutó és az onnan kilépő elektronok feszültség/áramváltozást jelentenek, amelyet a vevőben erősítünk, demodulálunk és hangjellé alakítunk.

Ezt a típusú antennát dipólnak nevezük. Ha a dipólt szabad térbe, mindentől távol képzeljük el, akkor a végein az elméleti impedancia 1 kohm, közepén pedig, ahonnan a hasznos jelet levezetjük, elméleti 73 ohm lesz. Ez onnan adódik, hogy a végeken feszültségmaximum és áramminimum van, középen pedig fordított a helyzet. Az impedancia pedig az U/I -vel egyenlő és szinuszosan oszlik el.

Ha ugyanez a dipól a föld közelébe kerül telepítésre (márpedig a legtöbb esetben csak úgy tudjuk telepíteni) a végen az impedancia több kohm-ra növekszik, középben pedig 50 ohm körül alakul ki az impedancia. Ebből következik, hogy olyan levezetést kell alkalmazni, amely 50 ohm körüli impedanciát biztosít (erre a célra szolgál a koaxiális kábel, amelyet részletesen a tápvonalaknál tárgyalunk majd).

A vevő akkor illeszkedik legjobban az antennához, ha szintén 50 ohmos impedanciájú a bemenete.

Ugyanez az antenna adás céljára is alkalmazható. Az 50 ohmos adókimeneti impedanciát 50 ohmos koaxiális kábelrel csatlakoztatjuk a dipólra, amely az itt bevezetett nagyfrekvenciás energiát elektromágneses hullámmá alakítja és ki-sugározza az éterbe. Egy jól méretezett dipól a kapcsaira bevezetett energia 98%-át lesugározza.

A dipól antenna lényegében a tér minden irányába sugároz, ezért körsugárzó antennának nevezzük. Persze nem ennyire egyszerű a helyzet, erről majd később szót ejtünk.

A következő részben folytatjuk a dipólantenna tulajdonságainak elemzését.

– *** –

Félhullámú antenna méretezése (A rádióamatőr – 79. rész)

Az előző részben megismertedtünk a félhullám hosszúságú dipól antennával. Ez az antenna egyaránt alkalmas adásra és vételre – egy adott hullámhosszon és annak szűk környezetében. Azt is tudjuk már, hogy az antenna fizikai hossza valamivel rövidebb, mint a hullámhossz alapján számított elméleti hossz.

Ennek oka az, hogy az elektromágneses hullám terjedési sebessége vákuumban megegyezik a fénysebességgel, ugyanakkor a terjedési sebesség elektromos vezetőben valamivel kisebb lesz a fénysebességnél. Emiatt az antenna számított elméleti hosszát úgynevezett rövidítési tényezővel csökkenteni kell.

A rövidítési tényező az antennavezeték átmérőjétől függ. Minél kisebb a vezeték átmérője, annál inkább közelít a rövidítési tényező az egyhez, minél vastagabb az átmérő, annál kisebb lesz a rövidítési tényező egynél. Egy átlagos dipól antenna rövidítési tényezőjét 0,95-nek vehetjük.

Az elmondottak alapján egy átlagos dipól antenna valós fizikai hosszát a következőképpen számíthatjuk ki:

Dipól hossz méterben egyenlő a 300 osztva az üzemi frekvencia megahertzben megadva és szorozva a rövidítési tényezővel, majd az eredményt osztani kell kettővel. A 300 a fénysebességet jelenti.

Méretezzünk egy dipól antennát a 40 m-es amatőrsávra. A sávközép frekvenciája 7100 kHz, azaz 7,1 MHz, a rövidítési tényező legyen 0,95.

A dipól "l" hossz méterben egyelő 300/7,1 szorozva 0,95-el és az eredményt osztva kettővel. Elvégezve a számítást 20 méter és 7 cm lesz a 40 méteres amatőrsávon sávközepére méretezett dipól antenna valós fizikai hossza.

Mivel arról is szó volt már, hogy az antenna sáv szélessége a rezonanciagörbéhez hasonlóan alakul, a sáv széleken, tehát 7 MHz-en a sáv elején és 7,2 MHz-en azaz a sáv végén az antenna már kisebb hatásokkal működik. A 7 MHz-es sáv esetén ez nem okoz gondot, a 40 méteres amatőrsáv viszonylag kis sáv szélessége miatt.

Más a helyzet a 80 méteres sávban, ahol 3,5 és 3,8 MHz között engedélyezett az amatőr tevékenység. Ha sávközépre méretezzük az antennát a sáv eleji távíró DX szegmensben és a sáv végén lévő SSB DX szegmensben az antenna már érezhetően kisebb hatásfokú lesz a sávközéphez képest. Ezért a 80 méter esetében döntenünk célszerű arról, hogy mi a kedvenc rádiózási szokásunk, a távíró DX munka, az SSB DX munka vagy a hazai SSB összeköttetések létesítése. Az utóbbi esetben megfelel a sávközépre történő méretezés, míg az első két esetben a sáv elejére, illetve a sáv végére kell méretezni az antennát.

A nagyobb frekvenciákon, azaz a kisebb hullámhosszakon (úgy mint 30, 20, 17, 15, 12 és 10 méteren) már nem igazán okoz gondot a dipól sáv szélessége, nem beszélve a 10 méternél kisebb hullámhosszokról, bár az amatőrsávok szélessége esetleg ilyen esetekben is méretezési megfontolások tárgyát képezheti. Ugyanis mindig az ideális állapot megközelítésére, illetve elérésére törekszik a rádióamatőr.

Felmerül a kérdés, hogy mitől függ a dipól antenna sáv szélessége. Minden esetben az antennavezeték vastagsága, azaz a fizikai átmérője vagy az elektromos átmérője határozza meg az antenna sáv szélességét. Minél kisebb a vezeték átmérője, annál kisebb a dipól antenna sáv szélessége. Példaként említsük meg, hogy igen kis átmérőjű (néhányszor tizedmilliméteres) huzallal megépített dipól a 80 méteren néhányszor tíz kHz sáv szélességű.

Ilyen antenna nem is öntartó, mert a néhányszor tizedmilliméteres vezeték képtelen megtartani saját súlyát, kibírni a szélnyomást és a deresedést.

Az elektromos átmérőt úgy kell elképzelni, hogy rövidhullámon egy elméleti henger palástján elhelyezett több párhuzamosan kapcsolt huzallal építjük meg a dipólt. Így az elektromos átmérő többször tíz centiméter is lehet. Ez az úgynevezett vastag dipól vagy a varsa antenna, amely esetleg több MHz-es sáv szélességet is biztosít.

Alapvető szabály, hogy minél vékonyabb átmérőjű (azaz karcsúbb) a dipól, a rövidítési tényező annál jobban közelít az egyhez. A vastag dipóloknál az átmérőtől függően akár 0,7 – 0,5 is lehet a rövidítési tényező.

A következő részben folytatjuk a dipól antenna tulajdonságainak megismerését.

– *** –

A félhullámú antenna táplálása (A rádióamatőr – 80. rész)

Az előző részekben megismerkedtünk a dipól antenna főbb tulajdonságaival. Megállapítottuk, hogy az antenna akkor rezonáns, ha a hosszúsága megegyezik a rádióhullám hosszának felével, fizikai, azaz a megvalósítandó hossza pedig a rövidítési tényezővel megszorozva biztosítja a rezonanciát.

Az antenna a sáv szélességét tekintve hasonlóan viselkedik a rezgőkör rezonancia-görbéjéhez. A sáv szélesség függ a dipól karcsúságától, ami alatt a hossz és az antennavezeték elektromos átmérőjének viszonyát értjük, azaz minél vastagabb az elektromos átmérő, annál nagyobb a sáv szélesség. Az elektromos átmérőtől függ az antenna rövidítési tényezője is.

A dipólantenna táplálása, azaz az adókészülékből történő energiaátadás egyszerűen megoldható. Mint már szó volt róla, az antenna közepén árammaximum van, ahol a talpponti impedancia a legkisebb. Az elméleti (a teljesen szabadtérben elhelyezett) dipóloknál a talpponti impedancia 73 ohm, a gyakorlatban megvalósítható antennáé ennél kisebb, azaz közel 50 ohm körül alakul.

A korszerű adóvevő készülék kimenete fix 50 ohm minden sávon, tehát a dipól antenna közvetlenül, hangoló nélkül csatlakoztatható az adókészülékhez. Ehhez az 50 ohmos koaxkábel, mint tápvezeték alkalmazhatjuk.

A koaxos tápvezeték esetén a dipólt a közepén el kell vágni és a két negyedhullámú tagot egymástól el kell szigetelni. Ide, a szigetelésnél az egyik negyedhullámú tagra csatlakoztatható a koaxkábel belső ere, a másik oldalra csatlakoztatható a koax külső árnyékoló harisnyája. Természetesen a csatlakoztatás alatt for-

rasztást értünk, a táplálást pedig technikailag úgy kell megoldani, hogy az időjárásálló és a mechanikai terheléseket tűrő legyen.

A koaxkábellel táplált dipólantenna tehát két egymástól elszigetelt negyedhullámú tagból áll. Ebből következik, hogy a dipól szimmetrikus antenna, amelyet koaxszal nem szimmetrikus módon táplálunk meg. Ugyanis a koax kábel külső árnyékolóharisnyája sűrű szövésű rézszövet, maga a tápkábel pedig elvileg tetszőleges hosszúságú lehet. Természetesen törekedni kell arra, hogy az adóvevőt és az antennát minél rövidebb tápkábellel kössük össze.

Felmerül a kérdés, hogy vajon hatással van-e az antennára ez a megoldás. Megváltoztatja-e az antenna hullámhosszát az, hogy az egyik táplálási pontra egy tetszőleges hosszúságú vezetőt (a koax árnyékoló harisnyáját) kötjük?

A válasz az, hogy elvileg nem követünk el hibát, a rezonanciát nem befolyásolja ezen aszimmetrikus táplálási megoldás. Valójában azonban nem ideális megoldás a táplálás ezen módja. Ennek több oka van, így azt a megoldást szokták alkalmazni, hogy az antenna talppontjában helyeznek egy úgynevezett szimmetrizáló transzformátort, amely az aszimmetrikus 50 ohmos impedanciát szimmetrikus 50 ohmos impedanciává transzformálja, s ezen keresztül már szimmetrikusan táplálják meg a dipólt.

A dipólt más módon is meg lehet táplálni. Ilyen esetben az antennát nem a talppontban tápláljuk meg, így el sem kell vágni az antennavezetékét. Pl. 300 ohmos tápvonal esetén (neve macskalétra és szimmetrikus), a dipól elméleti középpontját alapul véve, attól bizonyos, előre kiszámított távolságban csatlakoztatjuk a tápvezetéseket. E két pont pontosan 300 ohm impedanciájú terhelést biztosít, így a teljesítménycsere ideálisan, eleve szimmetrikusan biztosítható. Ezt a megoldást delta illesztésnek nevezzük.

Ismeretes az úgynevezett végtáplálási (feszültségtáplálási) megoldás is. Ilyenkor a koaxkábelt egy toroid magra tekercseljük, amelynél e tekercsnek az üzemi frekvencián legalább 5000 ohmos impedanciájúnak kell lennie.

Az első negyedhullámú antennatag maga a koaxkábel lesz a tekercs után, itt elvágjuk a kábelt és a belső érre csatlakoztatjuk a másik negyedhullámú antennatagot.

Az itt ismertetett két utóbbi megoldást ritkábban alkalmazzák, az illesztőtranszformátorokkal pedig később majd részletesen foglalkozunk.

A következő részben folytatjuk az ismerkedést a dipól antennával.

– *** –

A dipól antenna jellemzői (A rádióamatőr – 81. rész)

Az előző részekben mélyebben foglalkoztunk a dipól antennával. Azonban maradtak még bizonyos témakörök, amelyek megtárgyalását most folytatjuk.

A dipól antennára az mondjuk, hogy elvileg körsugárzó antenna. Ez azonban nem teljesen igaz. A fő sugárzási irány az antennahuzal kifeszítési irányára merőleges, minél inkább közelítünk a huzal feszítési irányához, annál kisebb térerőt mérhetünk. Az iránysugárzási karakterisztikát úgy kell értelmezni, hogy az antenna körüli síkban megmérjük térerősséget és megkeressük az azonos térerősségű pontokat és ezek koordinátáit rögzítjük. Ekkor kirajzolódik, hogy melyik vagy melyek az antenna fő sugárzási irányai (azaz a legtávolabbi csúcspont vagy csúcspontok). Ha az antennát körülvevő térben függőlegesen is elvégezzük a méréseket, megkapjuk a kilövési irányokat (mert rövidhullámnál nem mindegy, hogy az égbe sugározzuk a jelet, vagy alig valamivel a horizont fölé, hogy az ionoszféra minél távolabb verje azt vissza).

A dipól antenna esetében ez a jelleggörbe a síkban két kör lesz, a legnagyobb térerő a huzalkifeszítési irányára merőlegesen tapasztalható mindkét oldalon. Ebből következik, hogy a dipól antenna nem igazán nevezhető körsugárzó antennának, de nem is kimondottan iránysugárzó, mert nincs egyetlen kitéüntetett fő iránya. Ritkán, de előfordul, hogy a dipól antennát forgatják a legideálisabb adási/vételi irány megkeresése érdekében.

Megállapíthatjuk azt is, hogy a kisugárzott elektromágneses hullám polaritása horizontális, azaz a földdel párhuzamos. Két egymást látó pont közötti fix rádió összeköttetés szempontjából akkor ideális a dipólok elhelyezése, ha mindkettőt horizontálisan vagy a földre merőlegesen, azaz vertikálisan helyezik el. Ellenkező esetben jelentős térerőcsökkenés tapasztalható. Rövidhullámú szempontból a horizonton túli összeköttetéseknél lényegében közömbös a két dipólantenna elhelyezési pozíciója, ugyanis az ionoszféráról történő visszaverődés során a hullám polarizációja véletlenszerűen változik. Erről majd később értekezünk.

A dipól félhullám hosszúságú, rezonáns, azaz egy frekvencián és annak szűk környezetében használható antenna. Ideális esetben a megtápláló nagyfrekvenciás teljesítmény 98 százalékát sugározza ki elektromágneses hullám energiaként.

A dipól rezonáns antenna marad akkor is, ha egészhullámú méretben építjük meg. Az egészhullámú dipól már jobb iránysugárzó tulajdonsággal rendelkezik, de egy nagy problémával találjuk magunkat szembe. Ez pedig a következő:

Azt mondtuk, hogy a félhullámú dipól végein feszültségmaximum és áramminimum van. Ebből következik, hogy két félhullám hosszúságú huzalból megépített (azaz az egészhullámú) dipól antenna esetében a középpontjában lévő

betáplálási pontban feszültségmaximum és áramminimum lesz, ez pedig igen nagy impedanciás táplálást igényel, amely a megszokott és a gyakorlatban használható tápvonalakkal nem oldható meg. A talpponti impedancia több ezer ohm lehet, amely ráadásul állandóan változik az időjárás hatásai miatt (szél, hőmérsékleti huzaltágulás, azaz megnyúlás, összehúzódás, nedvesség, zúzmara, stb.).

A félhullámú dipólt megépíthetjük hurokantennaként, amelynek neve hurokdipól. Ez azt jelenti, hogy a közepén megtáplált dipóltól bizonyos kis távolságban párhuzamosan kifeszítjük a félhullámú huzalt, amelynek végeit a dipól végeihez kötjük. A hurokdipólban az antennaáram mindkét vezetékben párhuzamosan halad, talpponti impedanciája pedig négyszerese a normál dipólnak, elméletileg 300 ohm körül alakul. Gyakorlatilag a környezeti hatások miatt 200-240 ohmmal számolhatunk és ez az antenna szintén szimmetrikus táplálást igényel.

A legegyszerűbben kivitelezhető hurokdipól változat az úgynevezett TV-kábelből (párhuzamos erű, műanyag szigetelésű szalagkábel) építhető meg. Ebben az esetben a tápvonal és az antenna is azonos kábelből készül. Sajnos a TV-kábel már nem kapható vagy nagyon drága, ugyanis a TV antennák tápkábeleként manapság már 75 ohmos koaxkábelt alkalmaznak.

A hurokdipól kevésbé érzékeny a környezetből származó zavarokra, sőt meg nem erősített források szerint 1 decibel nyereséggel is rendelkezik. Ha ez a nyereség igaz, akkor azt jelentené, hogy 10 W bevezetett teljesítménynél 12,7 wattnyi teljesítménynek megfelelő elektromágneses hullámteljesítményt sugároz ki az antenna. A TV-kábelből készült dipól könnyen hordozható, telepíthető kitelepülő antenna lehet.

A következő részben a vertikális negyedhullámú antennákkal kezdünk foglalkozni.

– *** –

A negyedhullámú antenna (A rádióamatőr – 82. rész)

Az előző részekben már szó esett arról, hogy a dipól antennát szerelhetjük a talajjal párhuzamosan (horizontálisan) – persze minél nagyobb magasságba a tereptárgyakhoz viszonyítva. De szerelhetjük függőlegesen is a talajra (vertikálisan), itt is tanácsos a dipól alsó végét minél magasabban elhelyezni a tereptárgyaktól mérten.

A klasszikus, talajszintre elhelyezhető antenna, az úgynevezett vertikális rezonáns alapantenna hossza negyedhullámú. Azonban a másik negyedhullámú hosszú szakasz hiányzik ahhoz, hogy az antenna fizikai méretében a kívánt hullámhosszon valóban rezonáns legyen. Ehhez az szükséges, hogy a hiányzó negyedhullámú szakaszt a talajban tükrözzük. Mivel a talaj vezetőképessége (ellenállása)

kiszámíthatatlan, a talaj fölé vagy a talajban kis mélységben vezetőket kell elhelyezni, még hozzá egymást keresztező, a középpontban találkozó félhullám hosszúságú vezetőket. Ebből következik, hogy ezek a vezetők az antenna telepítési középpontjától számítva negyedhullámú horizontális távolságig tartanak. Általában négy ilyen egymással derékszöget bezáró, vízszintes negyedhullámú vezető kielégíti az antennával szemben támasztott hatásfok követelményeket. Több ilyen, különböző irányú negyedhullámú vezető elhelyezése a hatásfokot már alig, de azért valamilyen kis mértékben javítja. Ezeket a vezetőket ellensúlynak nevezzük.

Ezt a típusú antennát ground-plane antennának nevezzük. Az adóvégfok földjét a sugárzó vertikális tag alatt az ellensúlyok keresztező pontjára, a teljesítménykimenetet a függőleges szakasz talpszigetelővel elválasztott alsó pontjára vezetjük. Az antenna talpponti ellenállása elméletileg a klasszikus dipól felének, azaz 36,5 ohmnak felel meg. Ez az érték azt mutatja, hogy a ground-plane antennát a talppontban illeszteni kell az adó 50 ohmos kimenete és a tápkábel 50 ohmos impedanciája miatt.

Az antenna vertikális részén a talppontnál feszültségminimum, azaz árammaximum van, míg a felső végén pont ellentétes a helyzet. Ahhoz, hogy az 50 ohmos adókimenethez tápkábelhez illeszteni tudjuk az antennát, ezért nem közvetlenül a talpponton tápláljuk, hanem kicsit magasabban, amely pontot magasságát számításokkal és/vagy kísérletezéssel tudjuk megkeresni. Ennek az illesztési eljárásnak az elve hasonló a dipólnál ismertetett delta illesztéshez, bár ez esetben az állíthatóság biztosítása miatt az illesztőtag nem delta formájú lesz.

A jól kivitelezett ground-plane antenna főbb jellemzőiben azonos a dipóllal, viszont tökéletes körsugárzó és a kisugárzott hullám vertikális polarizációjú. E polarizáció abból a szempontból előnyös, hogy a hullám kezdetben a talajjal párhuzamosan halad, majd a föld görbülete miatt rövidhullámon az antennától a lehető legtávolabb éri el az ionoszférát, azaz az első visszaverő réteget. Így a visszaverődő hullám sokkal nagyobb távolsági ugrásra képes a dipólhoz viszonyítva.

A negyedhullámú vertikális antenna, a ground-plane emiatt kiváló antenna a rövidhullámú, nagy távolságú (dx) rádióforgalomra. Telepítési környezetében nem lehet terepakadály, annak érdekében, hogy ne szenvedjen csillapítást, vagy elnyelést a kisugárzott rádióhullám. Fizikai méretéből adódóan ez az antenna a rövidebb hullámhosszak esetén akár háztetőkre vagy más tartókra is szerelhető, de az ellensúlyokat mindenféleképpen biztosítani kell.

Ultrarövidhullám és az annál kisebb hullámhosszak esetében az antennát a tereptárgyaktól való kiemelés céljából akár árbocra is szerelhetjük az ellensúlyokkal együtt. A mechanikailag kis méretek miatt az antenna öntartóan kivitelezhető. Ezekben a hullámhosszakon a másik rádióknak (az ellenállomásnak) is vertikális polarizációjú antenna szükséges, mert az URH és az annál rövidebb hullámhosszak esetében közvetlen rálátás szükséges a rádiókapcsolathoz, így az ionoszférás visszaverődés hiánya miatt a kisugárzott hullám polaritása nem változik meg.

Ilyen hullámhosszakon az antenna kiválóan alkalmas járművekre szerelt mobil-antennának. A sugárzó mérete kicsi (a hullámhossz negyede), az ellensúlyt pedig a jármű fémkarosszériája biztosítja.

A tereptárgyakkal tűzdelt környezetben mozgó mobil rendszereknél fennáll a hullámreflexió esélye, ami azt jelenti, hogy a tereptárgyak a kisugárzott hullámot visszaverik, azaz megtörik, ami polaritásváltozással jár. Emiatt kialakulhat olyan helyzet, hogy a vevőoldalon a vett jel erőssége folyamatosan változik, akár pillanatokra el is tűnhet. Ezt a jelenséget mobileffektusnak nevezzük.

Meg kell említeni még azt is, hogy a vertikális negyedhullámú antenna hurok-antennaként is kivitelezhető, ez esetben a talpponti ellenállás négyszerese lesz a ground-plane antennának, elméletileg 145 ohm, gyakorlatilag 110-120 ohm körüli értékre számíthatunk.

A következő részben folytatjuk az antennákkal kapcsolatos eszmefuttatásunkat.

– *** –

Nem rezonáns antenna (A rádióamatőr – 83. rész)

Az előző részekben megismerkedtünk a rádiózásban használatos két rezonáns antenna típussal, a félhullámú dipólanntennával és negyedhullámú vertikális – más néven a ground plane antennával.

Amikor ezt az előadássorozatot elkezdtük majd hét évvel ezelőtt, említésre került, hogy a szerző kedvence az a drótdarab, ami akár a porban hever, akár kifeszített szűrítőkötélként szolgál; a szerzőnek egy dolog jut eszébe róla; a rádióantenna.

Valóban, bármely drótdarab funkcionálhat antennaként, csak feleljen meg a kívánt hullámhossznak megfelelő méretnek és kellő magasságban és környezetben legyen elhelyezve ahhoz, hogy az elektromágneses hullámok hatására a legnagyobb feszültség indukálódjon benne, amit a rádiónk tovább erősít.

És igen. Egy nem méretezett, a kívánt hullámhosszal semmilyen összefüggést nem mutató drótdarabot is lehet antennaként használni. Még a hosszúsága sem befolyásolja funkcióját mint antenna. Ugyanis az elektromágneses hullámot mindenféleképpen elektromos feszültséggé alakítja. De azért itt álljunk meg egy pillanatra.

A hosszúság az antenna hatásfokát meghatározó tényező; az előző előadásokból már ismerjük e tény. A rezonáns antenna eddigi ismereteink szerint fél- vagy negyedhullám hosszú (vagy annak többszöröse), ugyanis ekkor teljesül az a feltétel, hogy az adott hullámhosszú elektromágneses hullámot a legjobb hatásfokkal alakítja elektromos feszültségé, az adóból belé vezetett elektromos teljesítményt pedig a legjobb hatásfokkal alakítja át elektromágneses hullámmá.

A rövid antennák annál rosszabb hatásfokúak, minél rövidebbek a kívánt hullámhosszhoz képest, a hosszú antennák hatásfokát pedig az rontja le, hogy az antenna hossza mennyivel haladja meg a félhullámú szakaszt vagy annak többszöröseit.

Amennyiben rövidhullámra kifeszítünk egy tetszőleges hosszúságú drótdarabot, amelynek mérete mondjuk, legyen 15 méter (mert ennyi helyünk van az antenna-építésre), azt tapasztaljuk, hogy az antennát ugyan a teljes rövidhullámú tartományban használni tudjuk, de minél hosszabb a hullámhossz, annál gyengébb az antenna, a rövidebb hullámhosszak esetén pedig az antenna bizonyos hullámhosszakon jól működik, bizonyos hullámhosszakon pedig nem.

Ezt a fajta, nem méretezett antennát hosszú drótnak nevezzük, angolul longwire a neve, rádióamatőr rövidítése pedig lw.

A példának vett 15 méter hosszú antenna a méreteiből adódóan a 30 m-es hullámhosszon fél lambda hosszú rezonáns, csakúgy mint a 15 m-es hullámhosszon, ahol egész lambda hosszúságú. A lambda a hullámhosszat jelenti méterben kifejezve. A többi hullámhosszon csak kompromisszumokkal használható – például némi teljesítményt még 160 és 80 m-en is lesugároz, de igen rossz hatásfokkal.

Amennyiben ragaszkodunk a sokszávos üzemhez és csak 15 méter hosszban tudunk antennát kifeszíteni – meg kell alkudnunk azzal, hogy csak ez a lehetőség adott. A rádióamatőr a műszaki megoldásaiban a legjobbra törekszik, az adott körülmények között azonban bele kell nyugodni a rendelkezésünkre álló lehetőségbe. Még mindig jobb megoldás számunkra, hogy van antennák és ott lehetünk a hullámsávokban, mintha nem lenne antennánk, s emiatt nem tudnánk bekapcsolódni az amatőr rádióforgalomba.

Ilyen esetekben némi vigaszt nyújt, hogy a rövidhullámok nem is ritkán kiemelkedő terjedést mutatnak, ami kompenzálja a műszakilag nem tökéletes megoldásokból fakadó hátrányokat. Igazi élményt nyújt, hogy tökéletlen antennánkkal mégis be tudjuk rádiózni a világot.

Felmerül azonban egy igen fontos kérdés; hogyan tápláljuk meg és illesszük le a longwire antennát a rádióberendezésünkhöz.

A következő részben megpróbálkozunk megoldást keresni e fontos kérdésre is.

Nem rezonáns antenna táplálása (A rádióamatőr – 84. rész)

Az előző részben vizsgálni kezdtük a hosszú drót – azaz a longwire – antennát. Megállapítottuk, hogy bármilyen hosszúságú drótdarab működhet antennaként, viszont az antennahatásfok függvénye a hullámhossz és az antennahosszúság viszonyának. Elméleti szempontból a legjobb hatásfokot akkor érjük el, ha az antenna rezonáns.

A véletlenszerűen hosszú drót antennáknál azonban zűrzavaros állapotokkal találjuk magunkat szembe. Ugyanis ezeknek az antennáknak nem méretezett a hossza, továbbá a táplálásuk – ellentétben a dipóllal és groundplane-nel nem meghatározott impedanciájú zárt tápvonallal, hanem szintén véletlenszerű hosszúságú dróttal történik. Ez a tápláló huzal nyitott tápvonalnak számít, tehát maga is antennaként viselkedik.

A hosszú drót antenna alakilag lehet középen táplált (ez az úgynevezett „T” antenna), lehet végén táplált (ez az úgynevezett „nem rezonáns fordított L” antenna), illetve a teljes hossz mentén bármelyik pontban táplálható az antenna, beleértve a végtáplálást is (azaz közvetlen csatlakoztatást az adóhoz).

Ezek az antennák alkalmasak általános vevőantennának. A korai műsorvevő készülékek (főleg a detektoros rádiók, majd a kis érzékenységű csöves rádiók) korszakában kiválóan tették dolgukat. A rádióműsorszórás jellemzője a hosszú, a közép és rövidhullámokon az, hogy nagyon nagy teljesítményű rádióadók sugározzák a műsort, hogy a vevőoldalon kisméretű, nem rezonáns antennákkal is kielégítő vételt lehessen elérni.

Rádióamatőr viszonylatban kicsi teljesítményű rádióadások vételéhez méretezett rezonáns antennák dukálnak azért, hogy a kis térerejű, távoli adóállomásokat is kielégítően lehessen venni, illetve forgalmazni velük. A másik fontos dolog, hogy az antennát megfelelő tápvonallal csatoljuk a készülékhez, méghozzá zárt rendszerűvel, amely nem viselkedhet antennaként.

Amikor rákényszerülünk arra, hogy egyhuzalos táplálású, véletlenszerű hosszúságú antennával vegyünk részt a rádióamatőr forgalomban, számos problémával kell szembesülni. Ezek a következők: az antenna nem rezonáns – tehát rossz a hatásfoka, a tápvonal sugároz, az adókészülékhez csatlakoztatva az antennát le kell hangolni annak érdekében, hogy az adó kimeneti impedanciájához illesszük az antenna ismeretlen impedanciáját, vagyis így tudjuk az adó teljesítményét ki-csatolni az antennára.

Az illesztést antennahangolóval tudjuk megoldani, amely sokszávos üzem esetén változtatható kondenzátorokat és induktivitásokat tartalmaz. Fontos, hogy az adó a lehangolt antenna esetében úgy lássa, hogy a teljes teljesítményt átadta az antennának, így az adót nem melegíti a bent maradt, ki nem csatolt teljesítmény.

Ezzel a megoldással elértük azt, hogy a teljesítmény kikerül az antennára, de hogy ebből a teljesítményből milyen hatásokkal lesz kisugárzott elektromágneses hullámenergia, már igencsak bonyolult kérdés.

Előfordulhat olyan eset, hogy a véletlenszerűen hosszú huzalantennának nincs levezető szakasza, tehát a végét közvetlenül az adóra – antennahangolóra kötjük. Ilyenkor kerülni kell azt, hogy az antenna hossza megegyezzen a használni kívánt hullámsávok hullámhosszának felével vagy azok többszörösével. Ugyanis a félhullám hosszúságú vagy annak egész számú többszörös hosszával rendelkező drót végein túl nagy az impedancia, emiatt leillesztése az adó kimeneti impedanciájához kritikussá válik.

Az előző részben említett 15 méteres drótdarab vége tehát leilleszthetetlen lesz a 30 méteres (mert itt fél lambda hosszú) és a 15 méteres (mert itt egész lambda hosszú) hullámhossznál.

A véletlenszerűen hosszú, egyhuzalos táplálású longwire antennák hátrányai a következők:

- antennaillesztőt kell alkalmazni,
- a tápláló drót a hangoló csatlakozás pontjától kezdve maga is antenna és az adó közvetlen közelében is sugároz, ami nagyobb teljesítmények esetében megzavarja az adó elektronikáját,
- továbbá a fenti ok miatt zavart okoz a környezetben
- és maga az antenna ismeretlen hatásokkal sugározza le a belevezetett teljesítményt.

Ezért az egyhuzalos táplálású hosszú drót antennákat kompromisszumként, kis teljesítmények esetén (néhányszor tíz wattig) használhatjuk, lehetőleg olyan környezetben, ahol nem okozunk saját és környezeti zavart a rádióadásunkkal.

A következő részben tovább ismerkedünk az antennákkal.

- *** -

FÜGGELÉK

Az I. kötet (2010–2016.) tartalomjegyzéke

Előszó	7
A „drótdarab” – A rádióamatőr – 1. rész	9
Rádióamatőr tevékenység – A rádióamatőr – 2. rész	10
Mágneses antennahatás – A rádióamatőr – 3. rész	11
Elektromos és mágneses jelenség, villámlás – A rádióamatőr – 4. rész	12
Elektromágneses hullám – A rádióamatőr – 5. rész	13
Az adó- és vevőantenna elve – A rádióamatőr – 6. rész	14
Elektronáramlás – A rádióamatőr – 7. rész	15
Áramvezetés, áramkör – A rádióamatőr – 8. rész	16
Vezetők, szigetelők – A rádióamatőr – 9. rész	17
Félvezetők – A rádióamatőr – 10. rész	18
A dióda és a tranzisztor – A rádióamatőr – 11. rész	19
Vezérelt tranzisztor és az elektroncső – A rádióamatőr – 12. rész	20
Kapcsoló tranzisztor, integrált áramkör – A rádióamatőr – 13. rész	22
A tranzisztoros erősítés elve – A rádióamatőr – 14. rész	23
A tranzisztoros erősítés tulajdonságai – A rádióamatőr – 15. rész	24
FET tranzisztor – A rádióamatőr – 16. rész	25
Az elektroncső – A rádióamatőr – 17. rész	26
Passzív eszközök: ellenállások – A rádióamatőr – 18. rész	28
Az ellenállás és az Ohm törvény – A rádióamatőr – 19. rész	29
Az ellenállások fizikai jellemzői – A rádióamatőr – 20. rész	30
Potenciométer (soros kapcsolás) – A rádióamatőr – 21. rész	31
Párhuzamosan kapcsolt ellenállások – A rádióamatőr – 22. rész	32
A tekercs (induktivitás) – A rádióamatőr – 23. rész	34

A kondenzátor – A rádióamatőr – 24. rész	35
Áramforrások – A rádióamatőr – 25. rész.....	36
A szárazelem – A rádióamatőr – 26. rész	37
Áramforrások belső ellenállása – A rádióamatőr – 27. rész.....	39
Az akkumulátorokról – A rádióamatőr – 28. rész	40
Akkumulátor alaptípusok – A rádióamatőr – 29. rész.....	41
Az időben változó áram – A rádióamatőr – 30. rész	43
A változó áram jellemzői – A rádióamatőr – 31. rész	44
Periódusidő és frekvencia – A rádióamatőr – 32. rész.....	45
A kondenzátor és a változó áram – A rádióamatőr – 33. rész.....	47
Az induktivitás és a változó áram – A rádióamatőr – 34. rész	48
A váltakozó áram – A rádióamatőr – 35. rész.....	49
A szinuszos váltakozó áram – A rádióamatőr – 36. rész.....	50
Körfrekvencia – A rádióamatőr – 37. rész	51
Passzív alkatrészek és a váltakozó áram – A rádióamatőr – 38. rész	52
Reaktanciák frekvenciafüggése – A rádióamatőr – 39. rész	53
Passzív alkatrészek veszteségei – A rádióamatőr – 40. rész	54
Az impedancia – A rádióamatőr – 41. rész	56
Soros rezgőkör – A rádióamatőr – 42. rész	57
Párhuzamos rezgőkör – A rádióamatőr – 43. rész.....	58
Rezonanciagörbe – A rádióamatőr – 44. rész	59
Veszteséges rezgőkör – A rádióamatőr – 45. rész.....	60
Rezgőkör jósága és sávszélessége – A rádióamatőr – 46. rész	61
A legegyszerűbb rádióevő – A rádióamatőr – 47. rész.....	62
A detektoros rádió – A rádióamatőr – 48. rész	63
A detektoros rádió tulajdonságai – A rádióamatőr – 49. rész.....	64
A detektoros rádió és a rövidhullámok – A rádióamatőr – 50. rész	66
Detektoros rádió Q-sokszorozóval – A rádióamatőr – 51. rész.....	67
Detektoros rádió segédoszillátorral – A rádióamatőr – 52. rész	68
A rezgéseltő - azaz az oszcillátor – A rádióamatőr – 53. rész.....	69

A visszacsatolt egyenesvevő – A rádióamatőr – 54. rész	71
A szinkrodin vevő – A rádióamatőr – 55. rész	72
Gondolatok a szelektivitásról – A rádióamatőr – 56. rész	73
Sávszélesség követelmények – A rádióamatőr – 57. rész	74
A jelkeverési elvről – A rádióamatőr – 58. rész	76
Kétsávós szupervevő – A rádióamatőr – 59. rész	77
A szupervevő felépítése – A rádióamatőr – 60. rész	79
Rádióamatőr üzemmódok – A távíró – A rádióamatőr – 61. rész	80
Az amplitúdomoduláció I. – A rádióamatőr – 62. rész	82
Az amplitúdomoduláció II – A rádióamatőr – 63. rész	84
A DSB – A rádióamatőr – 64. rész	85
Az SSB I. – A rádióamatőr – 65. rész	87
Az SSB II. – A rádióamatőr – 66. rész	88
Az SSB III. – A rádióamatőr – 67. rész	89
Digitális jelátvitel – A rádióamatőr – 68. rész	90
Az RTTY I. – A rádióamatőr – 69. rész	91
Az RTTY II. – A rádióamatőr – 70. rész	93
Az SSTV – A rádióamatőr – 71. rész	94
Egyéb digitális jelátvitel – A rádióamatőr – 72. rész	95