

Kapacitív illesztésű mágneses hurokantenna az 5 - 18 MHz sávokra

Tarkovács Sándor HA7WM, okl. villamosmérnök, tksandor1@gmail.com

A mágneses hurokantennákat (Magnetic Loop Antenna, MLA) kapacitív illesztéssel ritkán alkalmazzák. Az a vélemény terjedt el róla, hogy bonyolult a konstrukciója, és körülményes a hangolása.

Jómagam többféle megoldást kipróbáltam már, de tapasztalatom szerint nem is olyan komplikált a kivitelezése, kezelése, beállítása, mint a csatolóhurkos táplálásúaknak. Egyik nagy előnye, hogy szorosabb csatolást lehet vele megvalósítani, emiatt jobb a hatásfoka.

Némi töprengés után egy („lapátra tett”) 1 m átmérőjű hevenyészett deszkamodellt készítettem 7 MHz-re két-erű műanyagszigetelésű villanyvezetékéből, melynek két erét sorbakötöttem {**1. ábra**}.

Az első próbálkozásomat mindjárt siker koronázta, amint az a **2. ábrán** is látható. Soha ilyen jó antenna SWR-t még nem mértem! Az egész procedúra nem tartott tovább fél óránál...

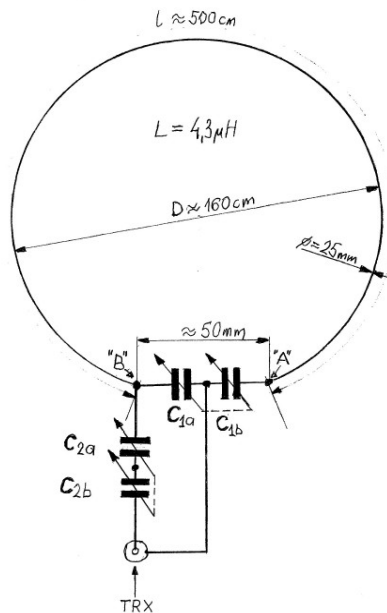
Mivel lakóhelyemen nincs módom „rendes” méretezett antenna telepítésére, ezért ezt a mágneses antennatípust fejlesztettem tovább. Kerültem a csatolóhurkos megoldást (nekem soha „nem jött be”...), a drága vákuumforgót, a távvezérlést, az átkapcsolásokat, és törekedtem az egyszerű, olcsó mechanikai kivitelre. A reprodukálhatóság érdekében mindent méréssel ellenőriztem, és dokumentáltam {**3. ábra**}. Az antennát kizárólag csak beltéri, QRP használatra szántam.



1. ábra. Az első deszkamodell összeállítás...

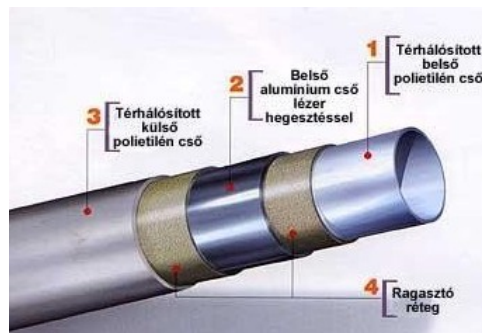


2. ábra. ...és a biztató eredmény



3. ábra. A hurokantenna kapacitív hangolás-illesztés megoldása, és főbb méretei

Az alábbiakban ismertetett mágneses hurokantenna anyaga **26 mm** külső átmérőjű ötrétegű műanyag fűtőcső, amelyben a köpeny alatt 22 mm átmérőjű 0,2 mm falvastagságú alumínium cső rejtőzik. Ebből egy **5 m-es** darabot vettem. A rézcső jobb, de nehezebb, és drágább. A fűtőcső is tekercsben kapható, és kézzel könnyen alakítható, belső szerkezete a **4. ábrán** látható.



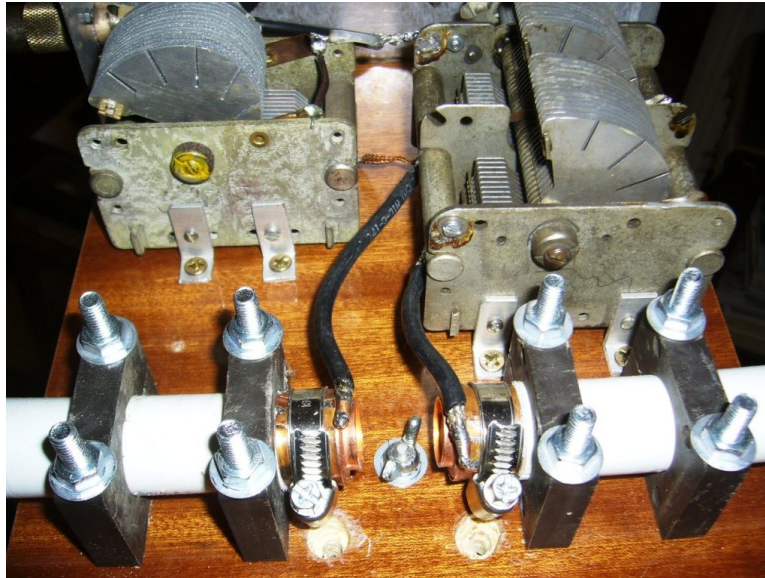
4. ábra. A műanyag fűtőcső szerkezete

A tekercsben vásárolt műanyagcsövet a padlóra helyezve először kiegyenesítettem, szó szerint „kitapostam” a fölösleges görbületeket, majd kézzel-lábbal(!) a kívánt méretűre hajlítgattam. A cső végeitől **25 mm-re** a külső műanyag borítást éles késsel (Snicer-rel) óvatosan körben bemetszettem az Alu rétegig, nagyon ügyelve arra, hogy bele ne vágjak a vékony Alucsőbe. Ezután hőlégfúvóval melegítve eltávolítottam a külső műanyag köpeny részt. Az előbukkanó Alucsőről kihűlés után a ragasztóréteget levakartam, és a cső felületét fémtisztára csiszoltam. Az Alucső végeit rézfólia csíkokkal tekertem körbe, rajtuk egy-egy forrfullet alakítottam ki, hogy majd ezekhez forrasztom az illesztőtől jövő vezetéseket. A cső végeit szorosan beleillő 18 mm átmérőjű felhasított rézcső darabokkal, és ebbe beleütött fadugókkal megerősítettem, hogy befogásukkor ne deformálódjanak. A meghajlított hurok végeire két-két 26 mm-es belső furattal ellátott műanyag befogó idomot húztam, és ezeket kapupánt csavarokkal fogtam az alaplaphoz. A két csővég között 5 cm a távolság **{5. ábra}**. Többféle befogási mód is lehetséges, azonban a kifogástalan Al-Cu kontaktus a legfontosabb.

A 3. ábrán látható vázlat szerint a hurok átmérője: **D = 160 cm**, mért induktivitása **L = 4,3 uH**. A **C₁**: **2 x 420 pF**-os nagylégré sú régi típusú Orion vevő kettősforgó. A **C₂**: **500 pF**, szintén egy hasonló régi Orion egyes forgó. Nagyon fontos a forgórész leszedő érintkezőinek megbízhatósága.

A forgókondenzátorokat szigetelt tengelytoldóval vezettem ki, és áttételen keresztül forgatom. A C_1 forgó a hangolást, a C_2 az illesztést végzi. A bekötő vezetékek RG58/U koax kábeldarabok, a fonott külső árnyékoló vezetőt és a belső eret összekötöttem, a külső műanyag burkolatot meghagytam. Törekedtem a kapacitás-szegény szerelésre.

Vigyázat! Az „A”-„B” pontokon még a betáplált 10 Watt teljesítmény mellett is több száz voltos nagyfrekvenciás feszültség lép fel, és igen nagy áramok folynak!



5. ábra. A hurok befogása, csatlakozása, és a hangoló-illesztő elemek

A hurkot és a forgókondenzátorokat egy **25 x 35 cm** méretű 2 cm vastag bútorlapra (pozdorja lemezre) szereltem, amely elfogadható veszteségű olcsó anyag, megmunkálása könnyű, és szükségképpen elég súlyos is. Ezután M5 x 65-mm-es kapupánt csavarokkal (+ alátétek), és facsavarokkal az alaplapra szereltem mindent. Az AWAB bilincsekkel a hurok végeit a rátekerített rézfóliával együtt összeszorítottam, és az előre kialakított forrűlekhez forrasztottam az illesztőhöz menő két kábelt. A kábeleket közvetlenül a bilincsekhez is forraszthattam volna, de azok acéllemezből készülnek. Előlapot is készítettem 1,6 mm-es Alu lemezből a finommeghajtó áttételek rögzítésére és az Amphenol aljzat számára. Az előlapra szerkeszthetünk skálákat is, hogy könnyebben megtaláljuk a sávonkénti optimális lehangeléshez megfelelő forgó állásokat. A talplemez aljára gumilábakat csavaroztam.

A legnagyobb betáplált teljesítmény **15 Watt**, ezt a forgók lemezei közötti légrés is korlátozza. A megadott paraméterekkel a hangolási tartomány **5 - 15 MHz**, ahol behangelva az **SWR** jobb, mint **1:1,5**. Más hurokméret és kapacitás értékek mellett a használható frekvenciatartomány természetesen változtatható.

A mágneses hurokantenna iránykarakterisztikája a vízszintes síkban elvileg nyolcas alakú, a fő sugárzás iránya a hurok síkjába esik, de ez az elhelyezésétől is függ. Sávszélessége az L-C viszonytól függően változó: 50 – 150 kHz. A hurok illesztését sávonként csak egyszer kell jól beállítani, mivel a digitális üzemmódoznál kötött az üzemi frekvencia.

Ez a hurokantenna beltéri használatra készült. Használatakor biztonságos távolságra kell elhelyezni élőlényektől (lásd az erről szóló külön Megjegyzést!*), fém berendezési tárgyaktól, a TV, rádió, csillár, asztali lámpa, villany és fűtés vezetékektől.

Az antennát eddig kizárólag FT8 digitális üzemmódban használtam. A könnyű hangolás, a jó illesztés, és a folyamatos ellenőrzés érdekében a tápvezetékbe mindig SWR mérőt iktatok, így skála nélkül is minden sávon könnyen beállítható az 50 ohmos „talpponti” impedancia.

A hurokantennát egy fényképezőgép állványra erősítve is használom {6. ábra}, vízszintesen asztalra fektetve pedig körsugárzót kapunk.



6. ábra. Az elkészült mágneses hurokantenna

Az eddig leírt, és elkészített mágneses hurokantenna a 3. ábra szerinti méretekkel nem megy 18 MHz-ig, pedig ezt a sávot is szeretném használni.

Ezért készítettem egy másik, rövidebb hurkot is **3,5 m hosszú, 18 mm** átmérőjű lágy vörösrézcsőből, kézzel hajlítva **D = 108 cm** átmérőjűre. A mért induktivitása **L = 2,7 uH**, és ugyanerre az alapra szereltem a fűtésű helyett, így a **7 – 10 – 14 - 18 MHz-es** sávokon használhatom {7. ábra}.



7. ábra. A 18 MHz-re is használható rézcső hurok csatlakozása

Az antenna az Alu előlapra szerelt Amphenol aljazaton keresztül csatlakozik a rádióhoz kb 10 m hosszú RG-58C/U típusú koax kábellel. A későbbiekben még az illesztő forgókhöz menő 1:1 áttételű szimmetrizáló transzformátort, és egyszerű SWR mérőt szándékozom beépíteni.

Eddig 160 m-től 6 m-ig készítettem kapacitív csatolású mágneses hurokantennákat. Kísérleteim azt igazolják, hogy mindegyik antenna általában 3 sávra jól lehangolható, és azokon használható. Tulajdonképpen három külön antennával az egész 160 - 10 m-ig terjedő HF tartomány lefedhető, a sávváltás így esetenként antennacserével történik.

Az antennák természetesen minden üzemmódban jól működnek. Az FT8 software-nek van Tune (hangolás) funkciója is, amivel folyamatos adásra kapcsolva az antennák pontos hangolása elvégezhető. Az antennát tőlünk 4-5 m-re szükséges elhelyezni az SWR mérővel együtt, és távvezérlés hiányában oda kell mennünk lehangolni...

A mágneses hurokantenna kitelepülésre, vagy NVIS célra is jól használható. Csak vevőantenna céljára a hurok vastagabb huzalból is készülhet, és az illesztőkörben az ún. PVC zsebrádió forgók is alkalmazhatók.

A mágneses hurokantennákat egy Bp. XI. ker. háromszintes ház I. emeleti lakásában **{8. ábra}**, vagy az erkélyén használom **{9. ábra}**, amely 4-5 emeletes épületekkel, és magas fákkal van körülvéve. A környezeti zaj igen magas, huzalantennával - sávtól, napszaktól függően - S7-S9+ közötti, amely a mágneses hurokantennával kisebb kb S5-S8. Szerencsére az FT8 software a zajküszöb alatt -15, -20 dB-el kisebb szintű jeleket is kifogástalanul dekódol, ebben rejlik az alkalmazott program egyik óriási népszerűsége **{lásd a 10. ábrát}**.

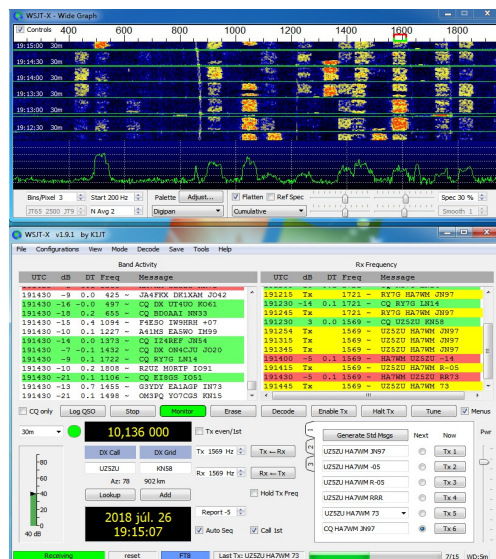
Az erkélyen folyó munkálataim az utcai járókelők kíváncsiságát is felkeltették, emiatt cselhez folyamodva egy ideig álcáztam az antennámat **{lásd 9. ábra}**...



8. ábra. A rézcsőből készült Indoor Loop 7-18 MHz-re



9. ábra. Álcázás. Hol van itt antenna...?



10. ábra. Egy 30 m-es QSO teljes monitorképe

A mágneses hurokantennákat általában szükségantennának tekintjük, a vele elérhető eredmények azonban meglepően jók. Ezért különösen ajánlom antennatelepítési gondok miatt passzivitásba kényszerült amatőrtársaimnak. Városi környezetben is igen jól alkalmazható, és viszonylag kevés munkával lehet olcsó, kevés eszközzel megépített antennánk. Ráadásul háztetőre, árbóca sem kell mászni, és az is lényeges, hogy a villámvédelemmel sem kell vesződni! Csodát persze nem várhatunk tőle, de mégis megnyugtató érzés, hogy QRP teljesítménnyel is meghallanak, és visszahívnak bennünket.

Az FT8 programmal való forgalmazás kissé vontatottnak tűnhet, eleinte magam is idegenkedtem tőle, azonban rövid idő alatt megkedveltem...

A kapacitív illesztésű mágneses hurokantenna kezelése egy kézi antennahangolóhoz hasonló módon történik: az adott frekvencián a C_1 forgóval előbb durván vételi zaj maximumot keresünk, utána a két forgóval felváltva megkeressük a legjobb SWR-t.

Könnyebben létesíthetünk összeköttetést, hogyha olyan állomásokat hívunk, akiknek 0 dB körüli vételi riportot ad a software. CQ hívásunkra pedig úgyis csak azok válaszolnak, akik jól vesznek

bennünket. Természetesen minden összeköttetés erősen terjedésfüggő, ezért rendszeresen megnézem az aktuális terjedést a [Latest Ionogram](#) Weboldalon.

A 2018.10.23.-2018.11.12. közötti Log kivonatam:

Idő UTC	Sáv	Hívójel	Adott dB	Kapott dB	QRA	Megjegyzés, QRB
2018.10.23, 14:20	60 m	HB9HFM	3	-5	JN36	60 m-en: 5357 kHz
14:25	60 m	DL5WF	4	-8	JO60	551 km
14:34	60 m	DL3ANK	-4	-8	JO50	673 km
14:50	60 m	DL5NDJ	-4	-9	JN59	631 km
15:04	60 m	IK6FWJ	-7	-13	JN63	646 km
15:26	60 m	EA6VQ	-7	-20	JM19	1556 km
15:43	60 m	DK3NSN	-5	-12	JN59	631 km
15:48	60 m	IN3ZWF	-12	-17	JN56	618 km
15:48	60 m	DF1JM	0	-12	JO30	938 km
15:58	60 m	OH1NHU	-8	-24	KP10	1470 km
16:24	60 m	PG3N	-9	-21	JO21	1105 km
16:35	60 m	IW4AOT	2	-4	JN54	703 km
16:44	60 m	DK1MAX	-3	-13	JN58	1334 km
17:20	80 m	OV1T	-7	-14	JO56	1140 km
17:45	80 m	DO6AZ	-7	-24	JO50	673 km
17:52	80 m	LZ4TL	2	-14	KN22	729 km
18:18	80 m	YL3FW	-11	-17	KO06	1011 km
2018.10.24, 12:31	20 m	OH3GBW	-6	-17	KP21	1604 km
12:34	20 m	UA6HBJ	-10	-8	LN04	1730 km
12:44	20 m	RA3UAG	-5	-10	LO06	1800 km
12:48	20 m	OH1PH	-8	-11	KP01	1564 km
12:50	20 m	G3PXT	-1	-11	JO02	1400 km
13:30	20 m	EA3NG	-4	-21	JN01	1574 km
13:45	20 m	OH3BY	-7	-10	KP20	1498 km
13:48	20 m	SV5DKL	-9	-20	KM46	1473 km
14:09	40 m	LY3BG	-7	-9	KO24	885 km
14:16	40 m	DH8WC	-1	-24	JO50	673 km
14:39	40 m	RA3QH	-14	-17	KO91	1509 km
14:56	40 m	RM5W	0	-11	KO81	1373 km
20:30	40 m	RK4FD	1	-24	LO23	1948 km
20:44	40 m	R2AL	9	-9	KO85	1527 km
2018.10.25, 15:20	20 m	LB0OG	-10	-13	JP32	1831 km
15:24	20 m	IT9RZR	-6	-21	JM76	1265 km
20:37	80 m	OK1HEH	-8	-24	JN79	370 km
2018.10.26, 13:21	20 m	OH3GBW	-1	-9	KP21	1604 km
13:23	20 m	RM5W	-1	-13	KO81	1373 km
17:31	40 m	OZ1TMK	-13	-22	JO45	1126 km
17:46	40 m	ON3CQ	-10	-21	JO21	1105 km
18:02	40 m	DQ3F	-7	-24	JO40	803 km
18:22	40 m	ER1PB	4	-5	KN47	753 km
20:01	80 m	SQ3SKN	-7	-19	JO72	625 km
2018.10.27, 13:53	20 m	G8NDL	-8	-12	JO01	1373 km
18:43	40 m	UR5ZGY	7	-8	KN57	903 km
18:46	40 m	OZ3K	-10	-14	JO45	1126 km
18:50	40 m	UT9LB	-1	-24	KN89	1345 km
19:11	40 m	SV1SDA	1	-17	KM27	1214 km
19:19	40 m	PD0LEO	-7	-14	JO22	1144 km
2018.11.12, 12:42	15 m	CT1END	-14	-24	IM58	2474 km
14:26	30 m	TF5B	-13	-24	IP05	3000 km

Azt hiszem, hogy az eredmények önmagukért beszélnek...

A mágneses hurokantennákról egyébként az Interneten bőséges, hasznos információ, leírás található, de a kapacitív csatolásúakról kevesebb. Írjuk be a keresőbe: „[capacitive coupling magnetic loop antenna](#)”, és érdekesnél-érdekesebb megoldások között válogathatunk. Szívesen böngészem a „Pinterest” ötlet sorozatát is. Az egyik legjobbnak tartom a [grp-loop-tuner-80-20m-g8ode-iss-1-32](#) című cikket, illetve méretezéshez a <http://www.66pacific.com/calculators/small-transmitting-loop-antenna-calculator.aspx> Web oldalt. A gyors kalkulációhoz hasznosak még a rezgőköri rezonanciafrekvencia számoló programok (pl. www.morgoelektronika.hu).

***Megjegyzés:** A RadCom 2017. júniusi számában Dr Kal Siwiak (KE4PT) „Biztonságos távolságok a HF hurokantennáknál” című írásában közzétette számításait arról, hogy a hurokantennáktól milyen távolságban biztonságos tartózkodnunk. Ez különösen ajánlott azon személyeknek, akik valamilyen - nem csak elektronikus - orvostechikai eszközt viselnek.

Eszerint egy **1 m átmérőjű hurok síkjára merőleges irányban** (tehát nem is a fősugárzási irányban!) a felsőtestünk magasságában a frekvenciától, és a betáplált átlagteljesítménytől függő alábbi legkisebb távolságokat kell betartanunk állandó elektromágneses térben való tartózkodás esetén:

10 Wattnál	7 MHz-en	2,9 m	100 Wattnál	7 MHz-en	4,3 m	400 Wattnál	5,2 m
„	14 MHz-en	2,9 m	„	14 MHz-en	4,7 m	„	6,5 m
„	18 MHz-en	2,7 m	„	18 MHz-en	4,4 m	„	6,9 m
„	21 MHz-en	2,5 m	„	21 MHz-en	4,2 m	„	7,1 m
„	28 MHz-en	2,1 m	„	28 MHz-en	3,9 m	„	7,3 m

A közölt értékek az ú.n. „legrosszabb eset”-re szólnak, és szabványosításra ajánlják. Javasolom, hogy mi az első oszlopbeli értékeket felfelé kerekítve alkalmazzuk.

Ezekre a számításokra HA5WH Bandi barátom hívta fel a figyelmemet. Köszönet érte!

Kísérleteim során komoly segítséget jelentett a BME MRC-től kölcsönkapott digitális L-C mérő és Antenna Analizátor, amivel minden elem paraméterét könnyen, és pontosan le tudtam mérni. Mni Tnx!

73! Sanyi

P.S.

A kapacitív csatolású mágneses hurokantennákkal kapcsolatos gyakorlati megoldásokról szóló írásaim kéziratát 2018-ban átadtam a Rádiótechnika c. folyóirat Szerkesztőségének közlés végett, amelyeket a hozzájárulásommal átszerkesztve, és rövidítve a folyóirat három számában leközltek.

A most ismertetett dokumentumok ugyan egyes részeikben egyezhetnek a megjelent cikkek tartalmával, és az így megjelentetett cikkek már nem tekinthetők saját szellemi tulajdonomnak, azonban a BME MRC Archivuma részére az eredeti kézirataimat ezennel tisztelettel felajánlom szabad felhasználásra.

Budapest, 2019.10.02.

Tarkovács Sándor HA7WM