

Az 1906-os adriai szikratávíró-kísérlet eszközei

BALÁS DÉNES

temaforg@t-online.hu

A szikratávíró megvalósítása Heinrich Rudolf Hertz német egyetemi tanár híressé vált kísérleteiből indult. Az 1860-as évek végén Hertz a karlsruhei egyetemen szikrainduktorral elektromos hullámokat (nagyfrekvenciás rezgéseket) tudott előállítani és azokat egy dróthurokra szerelt szikraközzel indikálta. A szikrainduktor egyébként fiatal találmány volt, 1850-ben egy David Ruhmkorff nevű műszerész mutatta be Párizsban.

1. Előzmények

A Hertz-féle kísérlet hasznosíthatóságát Eduard Branly francia orvos találmánya, az úgynevezett kohérer hozta meg, (a németek fritternek nevezték, de sokan egyszerűen csak csőnek hívták), mert a dróthuroknál jóval érzékenyebb szerkezetnek bizonyult és nem kellett az észlelést sötét szobában végezni.

A kohérer lényege egy fémpor keveréket tartalmazó üvegcső, melynek két végéről elektródák nyúlnak be a fémporba. Alapállapotában a kohérerem nem lehet áramot átvezetni, szigetelőként viselkedik. Elektromos szikra által keltett elektromos rezgések hatására (ezt ma egyszerűen nagyfrekvenciás rezgéseknek hívjuk) a kohérer szemcséi összerendeződnek, egymáshoz tapadnak, kohézió lép fel közöttük és a cső elektromosan vezetővé válik. Ez az elektromos vezetőképesség mindaddig tart, míg a kohérert meg nem rázzuk, mert a mechanikai ütések hatására a szemcsék szétesnek és a kohérer újra szigetelőként viselkedik. Eleinte a kohérer szétrázására mechanikus óraszerkezeteket alkalmaztak, hasonlóan, ahogy az ébresztőóra kalapácsa ütögette a csengőt, majd Popov alkalmazott először villamos-csengőt és elérte azt, hogy a beérkező jel törli a kohérer vezető állapotát, alkalmassá téve egy újabb jel fogadására.

A kohérer áramvezető képessége azonban korlátozott, nem elegendő arra, hogy a rajta átfolyó áram működtessen egy távírógépet, vagy közvetlenül egy villamos csengőt, de arra elegendő, hogy egy érzékeny távíró relét behúzzon és annak munkaérintkezője már elvégzi akár egy csengő, akár a távírógép működtetését. Mindezeket a fogásokat Alexander Sztepanovics Popov kísérletezte ki és munkásságát 1895-ben a Szentpétervári Erdészeti Intézetben villámok regisztrálására hasznosította. Ugyancsak ő volt az, aki először villám-felfogó vezetékét kapcsolta a kohérerhez, megteremtve ezzel a máig antennának nevezett fontos vevő-alkatrészt. Az

1896. év tavaszán Szentpéterváron Popov szikratávíró-bemutatót tartott tudományos körök részére, majd pár hónappal később Londonban egy Marconi nevű fiatalember lépett fel hasonlóval és kért szabadalmat. Mindkettő szikrainduktort alkalmaztak adókészülékként és villamos-csengővel üttögetett kohérert vevőként.

Az Adrián folytatott 1906-os magyar szikratávíró kísérlet megmaradt fényképeit, kapcsolási rajzait és leírását tanulmányozva látszik, hogy két azonos szerkezetű állomást építettek fel. Mindkét állomás egy adóberendezésből és egy külön vevő berendezésből állt. Az egyiket, mint mozgó állomást az „Előre” hajóra, a másikat, mint parti állomást, a fiumei parton egy kis házikóba helyezték el, a vegyészeti gyár közelében.

2. Adóberendezések

A két állomáson egyformák az adók rezgőköri tekercsei, egyformák a kondenzátorok és feltétlenül hasonlóaknak látszanak a vevőszerkezetek. Szándékosan nem mondom készülékeket, hiszen minden alkatrész az asztalon volt elhelyezve, úgynevezett kiterített szereléssel.

Az adóberendezések fő része az úgynevezett szikrainduktor volt, mely stabilizáló izzólámpákon, Morsekulcson és mérőműszereken keresztül váltakozó áramot kapott. A szikrainduktor nagyfeszültsége két kondenzátor csoporton keresztül egy nagyméretű indukciós tekercsre, onnan pedig az antennára jutott.

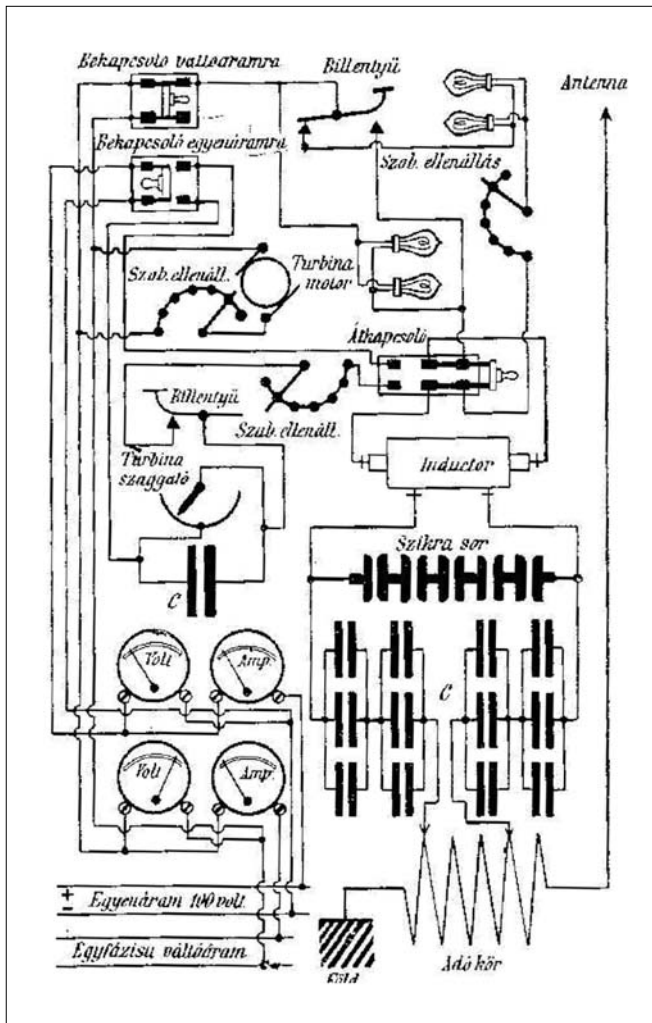
Az indukciós tekercs kialakítása Ferdinand Braun professzor 1900-ban alkalmazott rendszerét követte: elválasztotta az oszcillátor-kört az antenna-körtől. Bár a kapcsolási rajz szerint galvanikusan nincs szétválasztva a két áramkör, nagyfrekvenciásan külön kört képeznek.

Az állomás tervezője, Hollós József mérnök postai szakemberként rendkívül fontosnak ítélte az áramellátás biztonságát. Mindkét helyen tartalék áramforrást hoztak létre. Üzemszerűen a 100 Volt feszültségű, kb. 42 periódusú váltakozó áramot használták, de a hajón gondoskodtak akkumulátortelepről működtethető áramátalakító beépítéséről és ugyanilyen áramátalakítót telepítettek a parti állomáson is, csak ott a városi villamosvasút egyenáramú hálózatának akkumulátorait vették igénybe. Az áramátalakító lényegében egy egyenáramú motorra épített szaggató készüléket jelentett, mely a sima egyenáramból szaggatott, tehát impulzusszerű egyenáramot hozott létre, ezzel már táplálható volt a szikrainduktor.

Érdekes, hogy mindkét adóberendezésnél dupla műszerezést alkalmaztak: mindkét áramnemre – tehát a váltakozó és a szaggatott egyenáramra egyaránt – szabályozó ellenállásokkal (úgynevezett reosztátokkal) mindkét tápáramkör áramát be lehetett szabályozni, ebben a sorosan kapcsolt árammérők nyújtottak segítséget, majd egy átkapcsoló segítségével választhattak, hogy melyiket használják. Táviró forgalmazás közben, ha feszültségcsökkenést, vagy kimaradást észleltek (ezt úgy az árammérő, mint a szikraköz azonnal elárulta) egyetlen mozdulattal átkapcsolhattak a tartalék áramforrásra.

Ennél a megoldásnál a kísérletet vezető Hollós József korábbi tapasztalatai hasznosultak, mivel a magyar táviródnak ő kezdeményezte, hogy az áramellátásnál a Meidinger- és Lechlansché-elemekről térjenek át dinamó és akkumulátor-üzemre. 1902-ben könyve jelent meg „Dinamó üzem a központi telegráf-hivatalnál” címmel. Ebben részletesen taglalja a Budapesti Táviródnak is használt eljárást, nevezetesen, hogy párhuzamos és sorosan kapcsolt szénszálás izzólámpákkal, mint negatív hőfoktényezőjű kompenzáló elemekkel, a szükséges feszültségek például 25 Voltos lépcsőkben előállíthatók és a kompenzáló hatás következtében a terhelésfüggő feszültség-változás kis határok között tartható.

A hajón telepített adó kapcsolási rajza



Mindkét állomáson két Morse-billeentyűt használtak, az egyik a váltóáramú hálózat feszültségét kapcsolta a szikrainduktor primer oldalára, a másik az egyenáramú hálózatról szaggatóval átalakított egyenfeszültséget.

A hajón arról is gondoskodtak, hogy a morse-jelek szüneteiben a generátor terhelése és ezzel a feszültség ne változzon: a morse-billeentyű nyugalmi érintkezője segítségével izzólámpákból műterhelést kapcsoltak a vonalra.

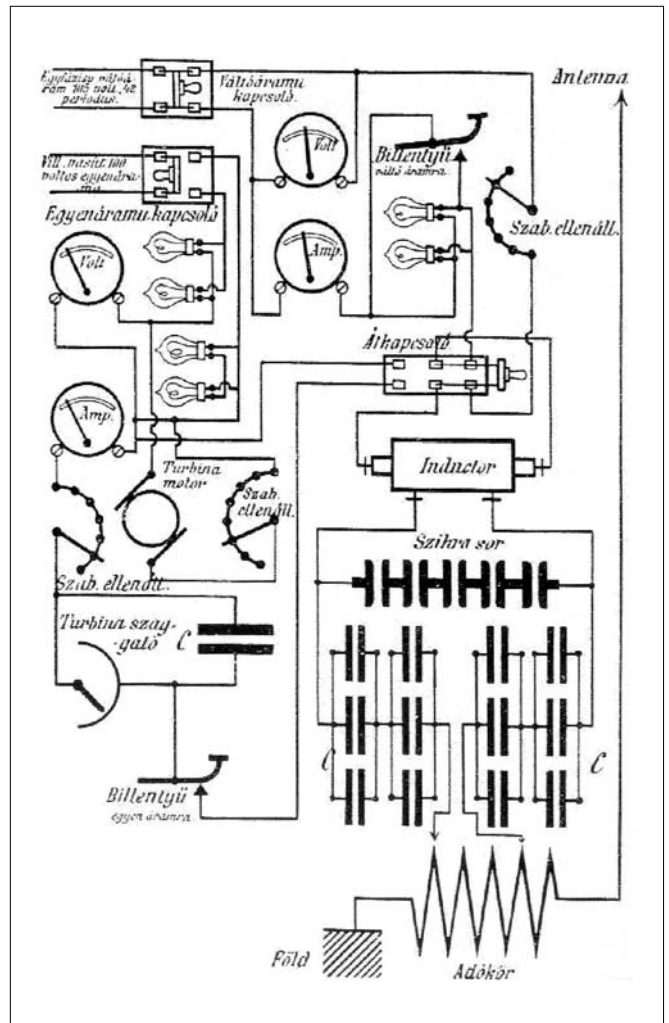
Természetesen a szikraadó jellegének megfelelően az antennán csillapított jelek (hullámok) jelentek meg.

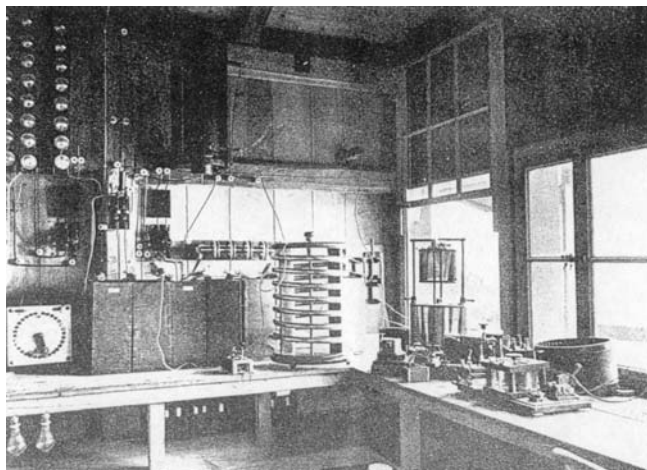
3. Az adóberendezések teljesítménye

Ahogy az eseménytől távolodunk az időben, ezt a kérdést egyre nehezebb megválaszolni. Mégis azért kell vele foglalkoznunk, mert az eltelt száz év alatt téves adatok kerültek forgalomba. Paskay Bernát 1935-ben kiadott könyvében 7,5 kW-os parti állomásról ír. Mivel ő nem vett részt a kísérletekben féltő, hogy visszaköszön az 1914-ben épített csepeli szikratáviró valóban 7,5 kW teljesítménye. (Azt is „első” szikratávirónak hívták...)

Hollós József könyve megemlíti, hogy a hajón egy 7 kW teljesítményű generátor szolgáltatta az energiát.

A parti állomás adójának kapcsolási rajza





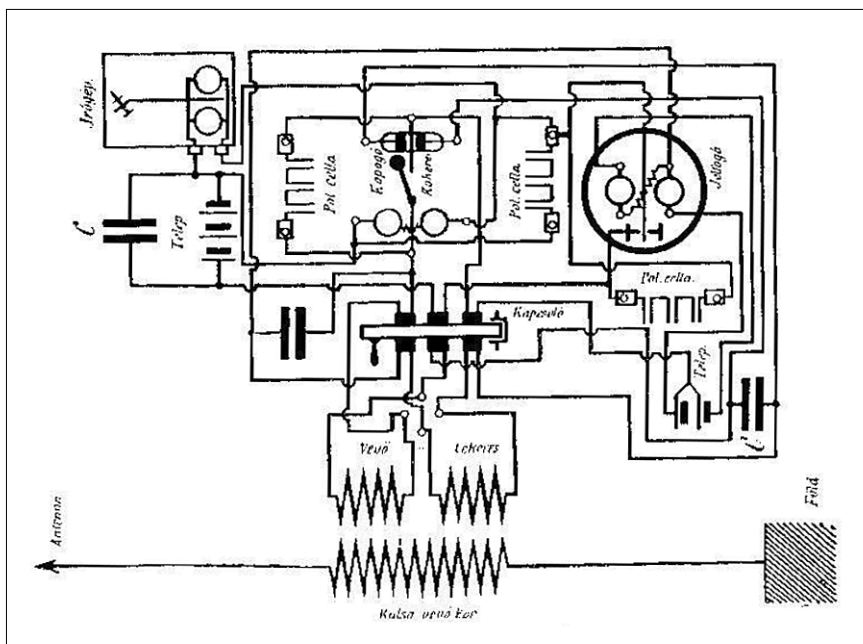
Parti állomás berendezése

Ahhoz, hogy 100 Volt hálózati feszültség mellett az említett 7 kW teljesítményt megkapjuk, 70 Amper áramot kellett volna bevezetni a szikrainduktorba. A fényképeket tanulmányozva azonban úgy tűnik, a szikrainduktor és a vezetékrendszer nem alkalmas 70 Amper fogadására. Az 1914-ben épült csepeli 7,5 kW-os szikradónak csak a nagyfeszültség transzformátora akkora volt, mint itt a teljes berendezés...

Támpontot jelent azonban, hogy szénszálas izzólámpákat kapcsoltak sorosan a szikrainduktorokkal, sőt a fiumei állomáson a tartalék áramforrás egyenáramát úgy állították elő, hogy a városi villamosvasút 500 Voltos egyenáramú hálózatához csatlakoztak és a feszültséget izzólámpákkal, mint előtét ellenállásokkal csökkentették 100 Voltra.

A fényképén baloldalt látható egy tábla 5 sor 8-8 db (sorba kapcsolt) izzólámpával. A 8 db lámpa bizonyára elegendő az 500 Volt csökkentéséhez, azonban mennyi áramot képesek átengedni? 70 Ampert biztosan nem!

Vevőkészülék kapcsolási rajza



A saját eszközeim között talált, szénszálas 110 Voltos izzólámpa teljesítménye 70 Watt. Ennek üzemi árama 0,63 Amper. Ebből 5 darabot vagy az 5 sort párhuzamosan kapcsolva 3,15 Ampert kapunk. Feltételezve, hogy 1906-ban ilyen 70 W-os (?) izzólámpákat használtak, a szikrainduktorra jutó energia: $105\text{ V} \times 3\text{ A} = 315\text{ W}$, azaz 0,3 kW! Még abban az esetben is, ha ma használt 100 Wattos izzókkal számolunk: 500 Watt, azaz 0,5 kW jön ki. Ez nem kevés teljesítmény, két évvel később a Trieszti rádiófelügyelőség egyik hajóján alkalmazott Telefunken szikratávíró pont ilyen erősségű volt.

4. Vevőkészülékek

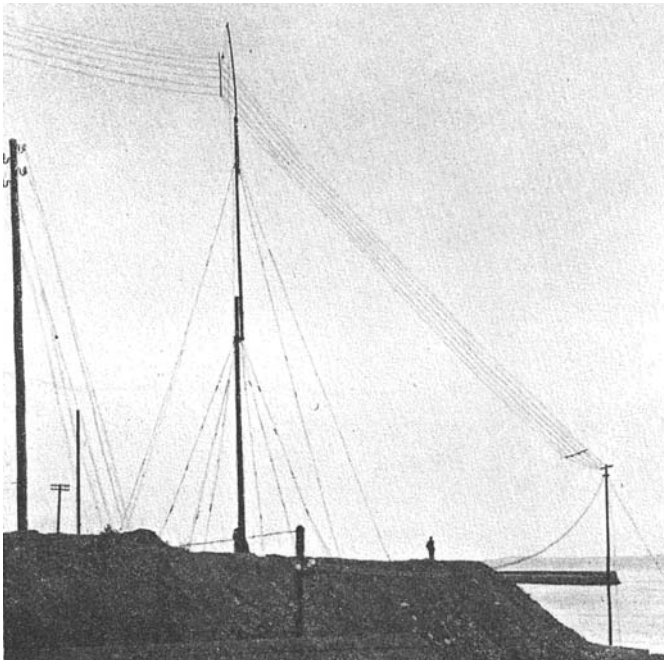
A vevőkészülékeken látszik, hogy az antenna-tekerces induktív csatolással elkülönül a rezgőkör tekercestől és a kohéris-kopogtató-relé egység gondosan kidolgozott. A pontos hullámhosszra hangolás forgókondenzátorral történt, sávváltás egy átkapcsoló segítségével volt lehetséges.

Hollós József leírása szerint a vevőkészüléket nem az ellenállomás frekvenciájára hangolták, hanem kissé mellé, ezzel azt lehetett elérni, hogy több energiát kapott a vevőkészülék. Az elvet Wien tanár magyarázta meg később: a kohéris működéséhez nem a rezonanciánál jelentkező feszültségcsúcs, hanem a kisugárzott energia minél nagyobb része szükséges. A csatlakoztatott távirógép miatt a vevőkészülék meglehetősen komplikáltra sikeredett. A kohéris kör először egy táviró relét működtetett, az kapcsolta a második áramforrást a kopogtatóra és vele párhuzamosan a Morse-gépre. A kopogtató végezte a kohéris aktiválását: szétrázta a csőben lévő fémszemcséket.

5. Antennák

A parton két okból települtek a vegyészeti gyár mellé: egyrészt itt kaphattak (kétféle forrásból) villamos energiát, másrészt a gyárnak egy szép, 50 méter magas téglakéménye volt. A gyár igazgatója készségesen segítette a kísérletezőket és megengedte, hogy a kéményhez rögzítsék az antenna végét.

A parti antenna párhuzamosan feszített öt szál bronzhuzalból lett kialakítva, a kéménytől először egy 30 méter magas árbocra, majd onnan egy 12 méteres oszlopra feszítették. Ez az oszlop gyakorlatilag már a tengerparton volt felállítva és az antennát a parton álló házikóval egy rövid légvezeték kötötte össze. Az antenna tehát ferdén lejtett a tenger felé és meglehetősen hosszú volt: 150-250 méterre becsüljük.



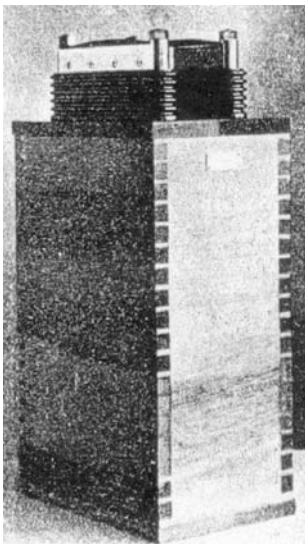
A parti antenna vége és az „Előre” hajó az antennákkal

A hajón nem volt lehetőség hasonló méretű antennákat felállítani és az árbocok – mivel gőzhajóról volt szó – eredetileg mindössze 12 méter magasak voltak. Mindkét árbocot megtoldották úgy, hogy harminc méter magasak lettek, majd ezek keresztmervítőire függesztettek fel fordított V-betű alakban huzalokat.

Négy V-alakot sikerült kialakítani és ezek összekötésével jött létre az antenna rendszer.

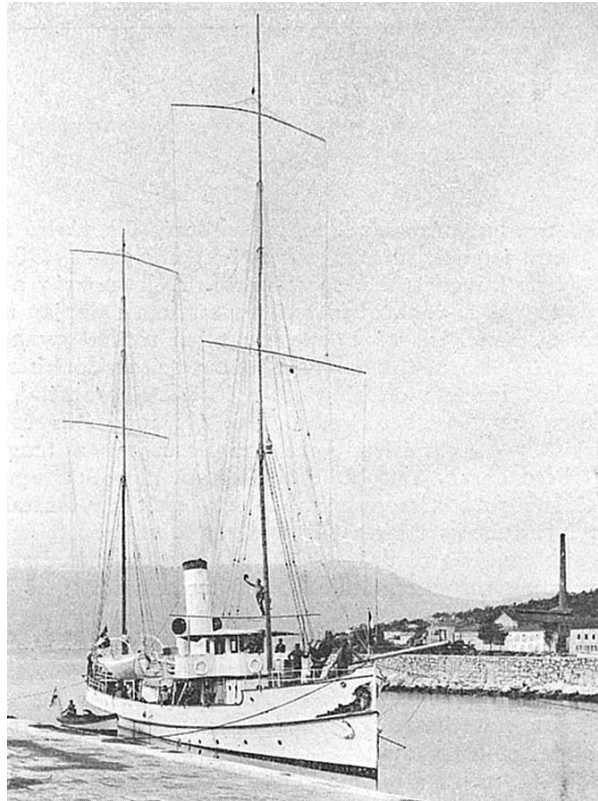
6. Korszerűség

Rendkívül korszerű megoldásnak számítottak a Szvetics Emil által gyártott és faládákban elhelyezett papírkondenzátorok, hiszen ugyanebben az évben a németországi Nauenban berendezett 10 kW-os Telefunken szikraadóban még terjedelmes méretű Leydeni palackokat használtak kondenzátorként.



Szvetics Emilről itt meg kell emlékeznünk. Az 1863-ban született mérnök Puskás Tivadar meghívására szerződött a budapesti Telefonhíradóhoz, majd Puskás halála után átvette annak vezetését. Később egy saját laboratóriumot alapított, ahol többek között galvanométereket és kondenzátorokat gyártott.

Az egyik Szvetics-féle kondenzátor



A milánói Telefonhíradót az ő tervei alapján építették, de a budapestinél is jelentős fejlesztést végzett: egy új típusú hallgatókészülékkel megoldotta a zeneátvitel problémáját. Az adriai kísérletnél használt kondenzátorai az 1944-ben kiadott Rádióhallgatók lexikona szerint „világhírűek” voltak.

Korszerű megoldás volt az is, hogy a szikrainduktort a német Slaby professzor és Georg Arco által szabadalmazott módon: a megszakító elhagyásával, váltakozó árammal táplálták. A megszakító mindig kényes és sok üzemzavart okozó alkatrésze volt a szikrainduktoroknak, megszakító nélkül az adóberendezések megbízhatóbbá váltak.

Korszerűség tekintetében figyelemre méltó az osztott szikraköz alkalmazása. Ez azt jelentette, hogy a szikrainduktorral párhuzamosan kapcsolt egyetlen szikraköz helyett, öt darab szikraközt kapcsoltak egymással sorosan. Ezt a megoldást, ellentétben a Marconi-rendszerrel, a német technikusok kezdték alkalmazni 1900 körül. A magyar postamérnökök felismerve Marconi megoldásának hátrányait vezették be ezt a technikai megoldást.

Miért volt ez olyan fontos? Az egyetlen szikraköz – kis belső ellenállása miatt – terhelte az antennakört, alig engedve ki az antennára a szikra energiájának csekélyke részét. A sorosan kapcsolt szikraközök viszont megnövelték a belső ellenállást, így sokkal nagyobb energia jutott az antennára. A nagyfelületű szikraközök egyben a rezgőkörrel párhuzamosan kapcsolt, bár kis értékű kondenzátorként is szolgáltak.

Korszerűnek tarthatjuk az adónál a Braun-rendszer alkalmazását is, mellyel sokkal jobb hatásfokot, kis energiával nagyobb hatótávolságot lehetett elérni.

7. Mit tartunk korszerűtlennek?

Nem ünneprontásként, hanem a tárgyilagosság kedvéért kell említenünk a nem túl szerencsés technikai megoldásokat.

Az adórezgőkör két pontjához két kondenzátorral csatlakoztatták a szikrainduktort. Ennek következtében a rezgőkör két frekvencián, két rezgést indított az antenna felé, egy rövidebb és egy hosszabb hullámhosszút.

A mérnökök – mint Hollós József leírta – a hosszabb, 1000 méter körüli hullámokat részesítették előnyben, mert tapasztalataik szerint ezek jobban „áthatoltak” a hegyeken. Ma ez a kettős frekvencia kisugárzás elképzelhetetlen lenne, abban az időben viszont igyekeztek a hátrányokat előnnyé formálni és a jelenséget hasznosra fordítani.

Az adriai kísérlet vevőkészülékeinél a kohéer használata idejétmúlt megoldás volt, Popov 1899-ben felfedezte a fejhallgató vételt, Marconi 1902-től már mágneses detektort alkalmazott, a Telefunken 1905-től gyártotta a kristálydetektoros vevőkészülékeket, például a Telefunken E-5 típust.

A detektoros vevőkészülékek hallás utáni vételt tettek lehetővé, a Postának azonban drótnélküli távírásra volt szüksége, arra a szolgáltatásra, mely vezetékkel már világszerte bevált módon, szalagra rögzítve közvetítette az üzeneteket, megbízhatóbban, mint a hajórádióknál alkalmazott, emberi tévesztéseket lehetővé tevő fejhallgató vétel.

A kohéerhez távírógépet lehetett kapcsolni, melyből szalagra nyomott táviratok jöttek ki. Ezek a távírógépek és a hozzá szükséges távíró relék a Postán már abban az időben is százával voltak alkalmazásban, a kísérletezőknek rendelkezésére álltak. Hollós József újítása volt a kékiró távírókészülék, mely tintával húzott jeleket a papírszalagra és jól olvashatóvá tette az addig használt dombornyomásos szalagokat.

8. Kik kezelték a berendezéseket?

Bizonyosra vehető, hogy úgy a hajón, mint a parti állomáson legalább két-két fő tartózkodott, mint kezelő és távírász. A kísérletet Hollós József postamérnök vezette és említésre került, hogy Tolnai Henriket (aki később a csepeli rádióállomást vezetője lett) maga mellé vette segítőnek. Az ő nevük feljegyzésre került, de bizonyára többen voltak. Az állomások berendezéséhez legalább két fő munkája volt szükséges, az antennaállításához nyilván igénybe vették a fiumei Távíróhivatal műszaki személyzetét. Az mindenesetre köztudott és több helyen említésre került, hogy az 1891-ben alapított Posta Kísérleti Állomás személyzete a most százéves adriai kísérletben közreműködött.

Hollós József a kísérletek után egy hónappal utazott ki harmadmagával a Berlieni Rádióértekezletre, ahol a szerzett tapasztalatok birtokában érdemben nyilváníthatott véleményt. A következő évben, 1907-ben „Drótnélküli Telegráfia” címen könyve jelent meg.

*Az 1396 méter magas Ucska hegy, Rijeka és Pula között.
1906-ban még Monte Maggiore volt a neve és a szikratávírózás akadályának számított.*





Hollós József megérdemli, hogy nevét és személyét röviden megemlítsük.

1862-ben született és egyike volt annak a tizenkét postamérnöknek, akiket 1887-ben még Baross Gábor miniszter szerződtetett a Postához. Feladatai közé tartozott a távíró vonalak, berendezések építésének felügyelete, és személyesen fejlesztett ki hazai használatra egy távírógépet. Magyarországon ő vezette be a duplex távíró üzemet, ő szervezte az 1896-os budapesti Világkiállítás távközlési részlegét és nem utolsó sorban említenünk kell, hogy a tulajdonossal közösen a pécsi Zsolnai-gyárban megteremtették a jó minőségű porcelán szigetelő gyártásának és helyszíni mérésének feltételeit. 1920-ban államtitkárként ment nyugdíjba, de utána még évekig dolgozott a Postának, illetve tanított a Műegyetemen.

9. Hol tartott a külföld a szikratávírók fejlesztésében?

Az 1906-os év nagyon jelentős dátum!

Az Egyesült Államokban Lee De Forest kipróbálja az első három elektródás elektroncsövet. Egy Alexander-n nevű mérnök ugyancsak az USA-ban, egy forgógépen, nagyfrekvenciás generátoron dolgozik, mely folyamatos hullámokat termel és alkalmas hangközvetítéshez. Kipróbálását az év végén Fessenden professzor végzi el, beszéd- és zeneközvetítésével kedves karácsonyi meglepetést okozva a partvidéken hajózó szikratávírárszok számára.

Marconi hatalmas, több száz kilowattos berendezések üzembeállításával befejezi élete főművét, az Atlanti-óceáni szikratávíró rendszer kiépítését.

Dániában egy Poulsen nevű mérnök használatba veszi saját fejlesztésű ívlámpaadóját. Ebben az évben készül el első rádióállomása.

Németországban a Telefunken cég Nauenban felépíti első, 10 kilowattos, kísérleti üzemre szánt szikraadóját.

Európában és az Egyesült Államokban műhelyek tucatjai fejlesztik és gyártják az új távközlő eszközt, a szikratávírókat...

10. Értékelés

A zömében hazai gyártású eszközökkel megvalósított magyar szikratávíró kísérletet úgy kell értékelnünk, hogy ebben a korszakban versenyképes, a világszínvonal átlagát elérő eszközökkel, jó eredményeket értek el. A hazai lehetőségek azonban nem tették lehetővé a további fejlesztéseket, a jól kiépített vezetékes távíró- és távbeszélő-hálózat mellett nem volt igazi igény a szikratávíróra. (Hasonlóan járt Poulsen is, ívlámpaadóira csak az Egyesült Államokban figyeltek fel és kezdték gyártani, ahol a hatalmas távolságok és a jelentős tengeri flotta igényelte a fejlesztést.) Mindezek ellenére, a magyar mérnökök és technikusok itt szerzett tapasztalatai segítettek abban, hogy később a Magyar királyi Posta sikerrel üzemeltesse a csepeli rádióállomást és hogy még a Világháború alatt az Egyesült Izzó elődje segítségével a Telefongyár megalkotassa első katonai rádiókészülékét.