

Bay Zoltán Föld – Hold – Föld rádiókommunikációs kísérlete 1946

"....Gyermeki fantáziámat különösen a Hold izgatta. Késő estig játszottam az udvaron és megigézve néztem, miként húz el a Hold a templomtorony mögött...."



Az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. a magyar elektronikában az innováció zászlóshajója volt az 1930-as években.

A gyár tulajdonosa, Aschner Lipót a legtehetségesebb szakembereket gyűjtötte a vállalatához. Bay Zoltán volt a cég kutatási igazgatója, aki a tulajdonossal együttműködve 1938-ban megalapította a Műszaki Egyetemen az Atomfizikai Tanszéket.

A második világháború közeledtével egyre több ország kísérletezett a radar kifejlesztésével. Magyarországon is megkezdődtek a kísérletek a rádióhullámok visszaverődésével kapcsolatban, az ultrarövid hullámú tartományban.

A magyar Hold-radar-kísérletet Bay Zoltán, az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. műszaki igazgatója és laboratóriumvezetője, valamint munkatársai egy évvel Budapest ostroma után, 1946. február 6-án végezték el, amikor saját fejlesztésű radarberendezéssel sikerült kimutatniuk a Holdra sugárzott rádióhullámok visszaverődését az égitest felszínéről. Ez az esemény tekinthető a magyar űrtevékenység kezdetének.

A feladat fizikai nehézségét az adja, hogy a radaregyenlet szerint a visszaérkező jel teljesítménye a távolság negyedik hatványával csökken, ezért a kb. 363 000-406 000 km-es Föld–Hold-távolságot oda-vissza megtett rádiójel annyira legyengült, hogy nem lehetett kiszűrni a zajból.

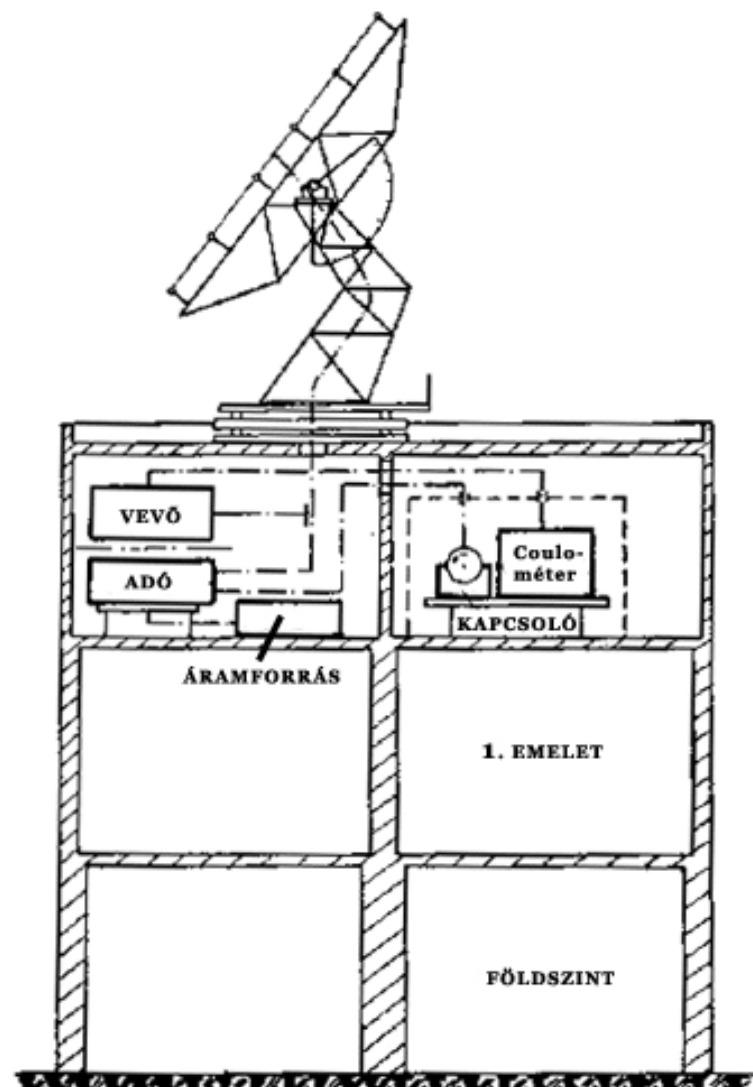
A megoldást Bay zseniális ötlete, a jelösszegzés módszere jelentette, ami azt jelenti, hogy ismétlődően kell sugározni a jeleket, és a visszavert impulzusokat össze kell gyűjteni és összegezni. A valószínűség számítás szerint az eljárás során a jelek összege az ismétlések számával egyenes arányban nő, míg a véletlenszerű zajok összege ennél lassabb ütemben.

A következő problémát a nagyon gyenge elektromos jelek közel egy órán át tartó gyűjtése okozta, mert a rendelkezésükre álló analóg áramkörök pontossága és stabilitása erre nem volt alkalmas, ezért Bay az elektronikában nem szokásos eszköz, a hidrogén-coulombmérő használatát javasolta. Az üvegcsővekből álló készülékbe töltött 30%-os kálium-hidroxid vizes oldatából az elektromos áram hatására a töltéssel arányos mennyiségű hidrogéngáz fejlődik, ami egy vékony csőben összegyűlik, és a folyadék felszínét az összegzett árammal arányosan tolja le. A jel pontosabb meghatározása érdekében a kutatók tíz párhuzamosan működő műszert használtak, melyeknek katódjait egy szinkronmotoros forgókapcsoló[2] sorban egymás után kapcsolta be az adóimpulzushoz igazítva, ezzel mindegyik coulombmérő meghatározott időpontban kapta az áramot a vevőkészülék kiemenő fokozatáról. A Holdról visszaérkező jel így mindig ugyanabba a készülékbe jut és ott összegződik, a többi csak a zajt észleli, ami véletlenszerűen pozitív és negatív előjelű, tehát statisztikusan átlagolódik. A jelösszegzésnek és a zaj relatív csökkentésének ezen módszere ma már általános a radarcsislásgászatban.

Az 1944 tavaszán végzett előzetes számítások biztatóak voltak,[4] de a háborús viszonyok miatt többször is költöztetni kellett a csoport telephelyét és a kísérleti eszközöket. 1944 nyarán az Egyesült Izzó laboratóriumában kezdtek el dolgozni, de Budapest bombázása miatt júniusban egy nógrádverőcei panzióba települtek, ahol magas deszkapalánk mögé állították fel a 3 méteres antennát. Itt végezték el az adó- és a vevőkészülékek hangolását és próbaüzemeltetését. Szeptember végén a front közeledte miatt a hadvezetőség visszatelepítette a csoportot az Egyesült Izzó újpesti gyárába, éppen időben, mert néhány nap múlva a nógrádverőcei panziót bombatalálat érte.

Budapest ostroma során, 1945. január 10-én a szovjet csapatok nagyobb harc nélkül elfoglalták Újpestet.

Március 28-án este egy 500 fős orosz katonai különítmény megszállta az üzemet, és közölték, hogy a teljes gyártóberendezést elviszik. A gépeket, műszereket, anyagokat, gyakorlatilag minden mozdíthatót leszereltettek a magyar munkásokkal és 700 vagonban elszállították. Kifosztották a műszaki könyvtárat és a laboratóriumokat, elvitték a Hold-radart és az antennát is, összesen tizenegy millió dollár értékű kárt okoztak.



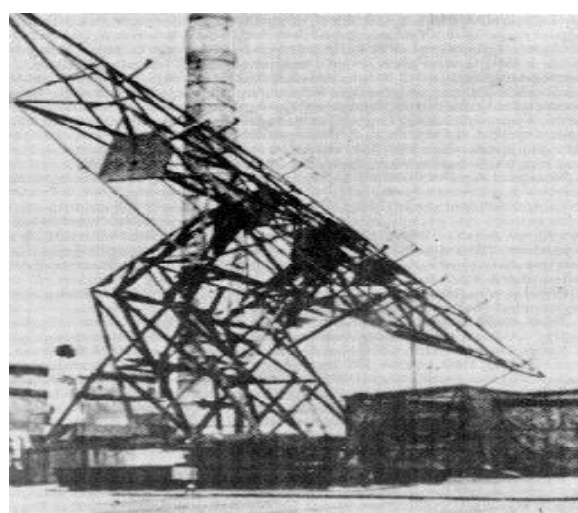
Az akadályok ellenére a fiatal kutatókkal és a hadifogságból visszatért Simonyi Károllyal kibővült csoport folytatta a kísérletet. Egy teljesen új radarberendezést kezdtek el építeni.

A teljes rendszer 1945 december végére állt össze, ekkor kezdhettek neki a tényleges kísérleteknek, amiket éjszaka kellett végezni, mert napközben az Elektromos Izzó üzemének elektromos zajszintje zavarta a vételt. Mivel a Hold kb. 15°/óra sebességgel halad az égbolton, az antenna irányát a szabadság-hegyi csillagdából kapott adatok alapján folyamatosan korrigálták, hogy a Hold égi koordinátáinak megfelelő szögben álljon, ezt az antennára szerelt távcsővel is ellenőrizték. Egy-egy kísérlet 50 percig tartott, amit egy „vakpróba” követett, ilyenkor a Holdtól eltérő irányba sugározva mérték a zaj szintjét. Mivel a berendezés különálló részeinek zavartalan együttműködése nehezen valósult meg, sok sikertelen próbálkozás történt, de 1946 januárjában egyre biztatóbb eredményeket kaptak, míg végül február 6-án a visszaérkező jeleket gyűjtő coulométer 4%-kal nagyobb értéket mutatott, mint a csupán zavart összegző kapillárisok. Ez az érték jóval a hibahatár felett volt, ezért a kísérletet sikeresnek tekintették, amit a következő napon sajtótájékoztatón jelentettek be. A berendezés technikai részleteit Bay Zoltán 1946. május 24-én ismertette a Magyar Elektrotechnikai Egyesületben, a kísérlet elméleti háttérét és gyakorlati megoldását tartalmazó angol nyelvű beszámoló a Magyar Tudományos Akadémia Hungarica Acta Physica című szaklapjában jelent meg 1947 januárjában, amit kissé árnyalt, hogy az Egyesült Államokban néhány héttel korábban, január 10-én sikeresen hajtottak végre egy hasonló kísérletet.

A berendezés paraméterei

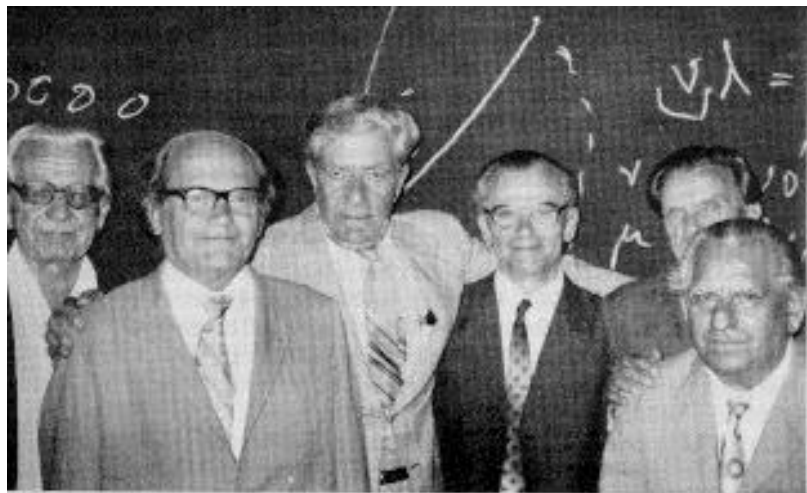
ADÓFREKVENCIA	120 MHz
ADÓ IMPULZUS-TELJESÍTMÉNY	10 kW
IMPULZUS ISMÉTLÉSI IDŐ	3 s
IMPULZUS HOSSZ	60 ms
IMPULZUS SZÁM	1000
ANTENNA AKTÍV FELÜLETE	6×8 m ²
VEVŐ BEMENŐ SÁVSZÉLESSÉGE	1 MHz
DETEKTÁLÁS	JELÖSSZEGZÉS (INTEGRÁLÁS)
KIJELZÉS (MEGFIGYELÉS)	HIDROGÉN COULOMÉTER

A Hold-radar 36 db dipólantennája 6×8 m²-es állványon



A Holdradar-kísérletet véghezvívők egy csoportja négy évtizeddel később:

Balról jobbra: Szemző Imre, Bodó Zalán, Bay Zoltán, Vámbéri Lőrinc, Simonyi Károly (kissé takarva) és Budincsevíts Andor



Műszaki megoldás

Az antennát az Egyesült Izzó kutatólaboratóriumának lapos tetején állították fel, a műszereket pedig a radar alatti két szobában helyezték el, a labor második emeletén. A berendezés legérzékenyebb részeit, a vevő végerősítő fokozatait és a coulométereiket a forgókapcsolóval egy elektromosan árnyékolt ketrecben tartották.

A nemzetközi sajtó elismerte a magyar kísérletek sikerét, kiemelve a jelösszegzés módszerének újszerűségét, szellemességét. Andrew J. Butrica amerikai kutatástörténész szerint a Bay-csoport megelőzte volna az Egyesült Államok híradós katonáit, ha nem háborús körülmények között kellett volna dolgozniuk. A magyarok igazi eredménye nem is ez, hanem a jelösszegzés eljárásának (long-time integration) kitalálása és gyakorlati kifejlesztése, amit a korszerű

radarcstillagászat ma is alkalmaz, természetesen a modern számítástechnikai eszközöket használva.

Amikor 1947-ben Bay Zoltán Amerikában meglátogatta a Diana-projekt laboratóriumát, a fejlett, költséges berendezéseket látva elállt a radarkísérletek folytatásától. A következő évben a kommunista rendszer kiépülése miatt kénytelen volt Amerikába távozni, mert az élete is veszélybe került. Később a tisztségeitől és magyar állampolgárságától is megfosztották.

2013–2014-ben Simon Judit rendezésében 52 perces portréfilm készült Bay Zoltánról A Hold válaszolt címmel, melyben felidéztek a sikeres Hold-radar-kísérletet

Bay egyedi módszerét, a jelösszegzés eljárását – amelyet egyébként nem ismertek és így nem is használtak az amerikai kísérletnél – a mai napig alkalmazzák a rádió- és radarcstillagászatban. Vagyis Bay Zoltán nemcsak elindította a radarcstillagászatot, hanem mind a mai napig az általa feltalált eljárást alkalmazzák. Másik ötletét, mely szerint úgy lehet óriási méretű rádiótávcsövet építeni, hogy egy földbe ásott katlant fémmel burkolnak be, az Arecibo Observatóriumnál valósították meg, amely 305 méteres átmérőjével a Föld második legnagyobb rádióteleszkópja.



Rádióamatőr tevékenység - ionoszféráról visszaverődő rádióhullámokkal

Az alacsonyabb frekvenciák azonban elnyelődnek illetve visszaverődnek az ionoszféra rétegeiről.

0-30 MHz között a naptevékenységtől, és az éjjelek-nappalok váltakozásától függően lehet a különböző sávokon kommunikálni:

1,8 > 3,5 > 5 > 7 > 14 > 18 > 21 > 24 > 28 MHz-es frekvenciák napi periódikussággal verődnek vissza az ionoszféra rétegekről, biztosítva ezzel a rádióamatőr kommunikációt.

A rádióhullámok a fényhez hasonlóan egyenesen terjednek, ezért a kisugárzott jeleket közvetlenül csupán az adó 20-30km-es körzetében foghatjuk.

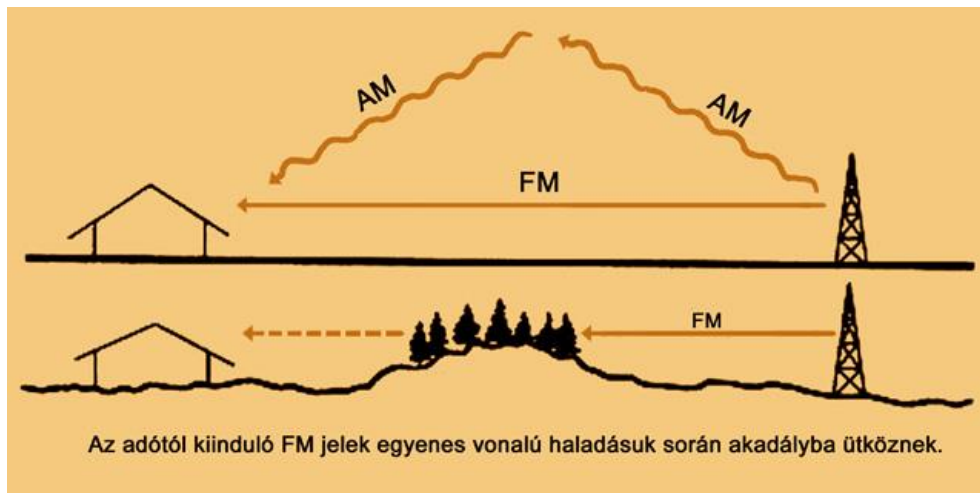
Amennyiben az adó, vagy vevőállomást magaslatra telepítjük, a föld görbülete kevésbé akadályozza a kommunikációt, így már akár 50-100 Km távolságban is vehetőek az adók jelei.

Az adó kisugárzott jele azonban visszaverődhet a légkör ionizált rétegeiről, és a kisugárzási helytől jóval messzebb ismét a talajra verődhet. Ezeken a pontokban –igaz fázishibákkal- vehetőek a jelek.

Azon a helyen, ahol a jelek az 100-300 km magasban lévő rétegeknél vannak, a talajszinten nem vehető az adó jele, ezt nevezzük holtzónának.

A rádiófrekvenciás jelek nem csak a töltéssel rendelkező molekulákról, hanem a vezető anyagokról is visszaverődnek, ezért lehetséges kommunikálni a nagy magasságokban elhaladó repülőgépek oldalán, a távoli zivatarfrontok esőfüggőnyeinél, és a meteorok, északi fény ionizált rétegein megpattanó jelekkel is.

A rádióamatőr kommunikációból fejlődtek ki a ma használt modulációs módok. (Moduláció: az információ ráültetése a rádióhullámokra) AM jeleket használunk a Morse, az SSB (USB/LSB) átvitelhez, FM jelekkel az internethez hasonló csomagkapcsolt adatokat tudunk továbbítani, vagy beszélgetni egy közeli átjátszón keresztül.



A rádióhullámok viselkedésének, a zajok, természeti jelenségekkel adódó anomáliák, interferenciák, antennák működésének kutatása miatt a föld hatóságai köszönetből ingyenesen biztosítanak a rádióamatőrök részére egyes sávreszeket.

Minden szegmensben található amatőr frekvencia, hosszú hullámtól egészen a mikrohullámokig. Ezeken a frekvenciákon az amatőr engedélyében meghatározott teljesítménnyel sugározhat. Az üzemmódokat, és a pontos frekvenciákat a nemzetközi szabványok rögzítik. A kommunikációban csak az amatőr tevékenységgel kapcsolatos információk adhatóak át, a berendezésekkel harmadik fél részére üzenetet közvetíteni nem lehet.

A rádióamatőr sport főbb szakágai: Rádió tájfutás; Gyorstávírászat; Rádió-kommunikáció

A Rádió-kommunikációban számtalan analóg és digitális üzemmód fejlődött ki, a távirótól a kontinensek közötti színes képtovábbításig.

A rádióamatőr szövetségek országos és nemzetközi versenyeket tartanak, melyeken az egyéni amatőrök saját otthonukból (QTH) a saját felszerelésükkel versenyeznek. A verseny jegyzőkönyveket a szövetségek részére elküldik, a nyertes az adott idő alatt legtöbbször és legmesszebbre kommunikáló rádióamatőr lesz.

Vészhelyzeti rádiózás – a társadalom utolsó lehetősége

Katasztrófa esetén a megszokott kommunikációs csatornák elnémulhatnak. Bonyolultságuk, elosztott hálózati elemeik sebezhetősége miatt akár egyetlen kábel kiesése, központ megállása az átviteli csatornák megállásával járhat, amely a 21. század emberét egy csapásra az 1920-as évekbe repíthet vissza. Telefon, internet, TV és Rádióadás nélkül hírek és a kommunikáció nélkül maradnánk – és ezen a helyzeten egyedül a rádióamatőrök és korlátozottan a katonák tudnak úrrá lenni.

Az általunk használt pont-pont összeköttetések mindaddig működnek, amíg a két végponton van elektromos energia.

Vészhelyzetben a törvények nem csak megengedik, hanem kötelezővé teszik a rádióamatőr állomások részére a tudásukkal és felszerelésükkel segíteni a vészhelyzet elhárítását, a segítség kérését.

Napfizika, geodézia, hullámterjedés, elektronika, mechanika, számítástechnika...mind-mind kell ehhez a tevékenységhez.

A Rádióamatőr tevékenység minden tudományos hobbi legjobbika!

Ha szeretnél csatlakozni a rádióamatőrök népes családjához, örömmel várjuk jelentkezésedet.