

A magyar holdradar kísérlet

Irházi Sándor, okl. villamosmérnök, HA5LR

*„A Holdat ott láttam elsétálni a torony mögött, s azt kérdeztem a felnőttektől:
Ha felmáshznék a toronyra meg tudnám-é tapogatni a Holdat?” (Bay Zoltán) [2].*

Tartalom

- Előszó
- Előzmények
- Az 1944-es tervezett radar-kísérlet
- Az 1946-os sikeres teszt
- A kísérlet rádiótechnikai vonatkozásai
- A teszt jelentősége
- Két mozzanat a kísérlet utóéletéből
- Zárszó
- Referenciák



1. kép Holdfogyatkozás

Előszó

2026. év februárjában emlékezünk meg az első sikeres magyar Hold-visszaverődéses radar kísérlet 80. évfordulójáról. Ez a rövidke írás - felidézve az akkor történeteket - emléket állít e nagyszerű magyar sikernek és tisztelettel adózik a résztvevő személyeknek. Az

eseményt sokan, sok helyen részletesen feldolgozták már, ezért itt teljességre nem törekedhetünk, inkább néhány technikai megoldást és a teszt előzményeit, következményeit emelnénk ki.

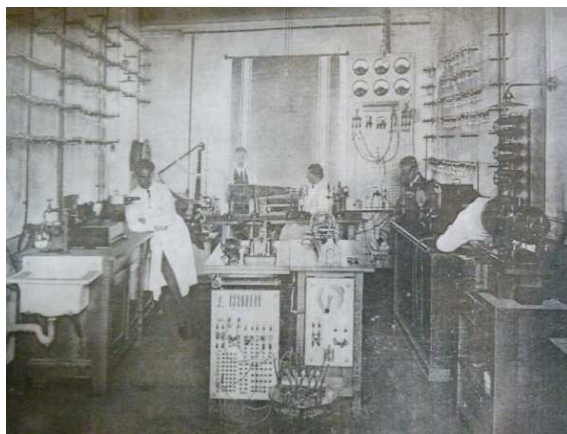
Előzmények

A történetet néhány évvel előbb kell kezdenünk. Az 1940-es évek elején, II. világháború kiteljesedésével egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy sajnos Magyarország sem kerülheti el a harcokat. Katonai szempontból szükség volt tehát az idegen repülőgépek előrejelzése, valamint a légvédelmi tüzérség támogatása érdekében a viszonylag új rádiótechnikai eszköznek, a radarnak alkalmazására. Ennek fejlesztésére igen alkalmasnak látszott az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt, más néven a Tungsram gyár. Itt már régóta gyártottak világ színvonalú elektroncsöveket, sikeres próbálkozások történtek azok mikrohullámú alkalmazására, és a rádiótechnikai fejlesztésekben is jártasak voltak. A Honvédelmi Minisztérium támogatásával létrehoztak egy körülbelül negyven fős, kutatókból és műszerészekből álló csoportot a feladat végrehajtására, vezetőjük dr. Bay Zoltán (2. kép)[3] lett, aki egyben a kutatólaboratóriumot is vezette (3. kép)[10]. Az újonnan kifejlesztett elektroncsövekkel sikerült



2. kép

mikrohullámú összeköttetéseket létesíteni, és már 1943. elején megtörtént az első radar észlelés, kb. 50 cm-es hullámhosszon: jól érzékelhető jeleket kaptak tereptárgyakról, repülőgépekről. Nem tudni, német vagy amerikai eredményeket ismertek-e, felhasználhattak-e a munkájukban. A fejlesztés ígéretesen haladt, az év második felében pedig már „hadra fogható” lokátorral rendelkeztek, és a Standard megkezdte a gyártást. Az elkövetkező hónapokban néhány darab, különféle rendeltetésű berendezés készült, a szakértők szerint igen jó paraméterekkel.



3. kép



4. kép



5. kép



6. kép



7. kép



8. kép

Az 1944-es tervezett radar-kísérlet

Az ország német megszállása és a közvetlen hadszíntérré válása után a csoport a radarkísérleteket nem folytathatta tovább, így került előtérbe a Hold, mint visszaverő felület. A gondolat nem volt új, de addig még senkinek sem sikerült a visszaverődött jeleket detektálni. Az ötlet ismételten Bay Zoltántól származik: - *"Meg fogjuk lokátorozni a Holdat, s megnézzük, miként érkeznek vissza a jelek!"* [2] – jelentette ki, és a csapat hozzákezdett megvalósítani a tervet. A teória, hogy rádiókapcsolatot lehet más égitessel létesíteni, igen csábítónak tűnt, de egyben rendkívül nehéz feladat elé is állította őket. A Hold nagy távolsága, az ismeretlen átviteli közeg (az ionoszféra átterjeszti-e a jelet, milyen a Hold visszaverő képessége? stb.), és a felhasználható eszközök hiányosságai miatt reménytelennek látszott a siker. A visszaverődött jelek az előzetes számítások alapján mélyen a detektálható szint alatt fognak maradni és elvesznek a zajban. Szintén a vezető Bay Zoltán adta a megvalósításhoz vezető ötletet: Ha sokszor elvégezzük a műveletet és összegezzük azok eredményét, lehetséges lesz a sikeres teszt. Ugyanis az összegzés során a zaj mindig csak az egyes értékek összegének négyzetgyökével arányosan adódik össze, míg a hasznos jelek összegződése egyenesen arányos. Tehát ha elegendően nagyszámú próbát végzünk, és ezeket a kapott jeleket összeadjuk, tároljuk, a hasznos jel egyre nagyobb lesz, végül „kidugja a fejét a zajból”. Ez volt az az ötlet, ami végül sikerre vitte a vállalkozást. Az összegző és tároló pedig egy, a rádiótechnikában szokatlan eszköz, a hidrogén voltaméter, más néven coulométer volt: az eljárás során képződő gáz mennyisége adta az összegzés eredményét. A számításaik szerint a rendelkezésre álló eszközökkel mintegy 1000 db mérés elvégzése kellett a kiértékelhető eredményhez. A Hold távolságából adódóan a kisugárzott jelek kb. 2,5 másodperces út után érkeznek vissza, ezért 3 mp-kénti ismétlést alkalmazva, ez hozzávetőlegesen 50 perces összegzést jelentett.

Az elvek tisztázása után a terv tehát elkészült, a megvalósítás következett, amelyet nagymértékben

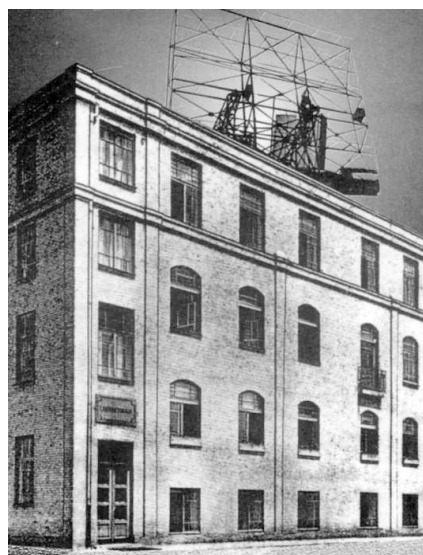
Az 1946-os sikeres teszt

A munka 1945. február végén folytatódott a megmaradt és fellelhető eszközökkel, a terv részleges átdolgozásával. Komoly akadályt jelentett, hogy a gyár berendezéseinek jó részét a szovjet csapatok leszerelték, elszállították. A csoport egy, a Standardtól kapott félkész felderítő radar mechanikáját használta fel, ez mozgatta megfelelő irányba az antennát. Feltételezhetően a SAS

segítettek az előzetes mikrohullámú lokátor kísérletek, a gyárban felhalmozódott anyagi és erkölcsi tőke, a tudás, a tapasztalat. Az előkészítés Újpesten, a Tungsram laboratóriumában kezdődött, de később, a bombatámadások miatt Nógrádverőcére, egy panzióba költözött a csoport. Mivel a már kifejlesztett, a földi radarhoz szükséges eszközöket is felhasználhatták, jól haladt a munka. Így 1944. szeptember elején már néhány, a Holdra irányított kísérletet is el tudtak végezni, de egyelőre eredménytelenül. Ennek oka a berendezések kiforratlansága mellett az akadozó áramszolgáltatás is volt. Szeptember végén a fővárosba visszaköltöztették a stábot, másnap bombatalálatot kapott a panzió. Azonban a közeledő háborús események, a nyilas uralom miatt már a fővárosban sem tudták folytatni a kísérleteket. A berendezéseket szétszedve elrejtették ugyan, de ennek ellenére a harcok során azok megsemmisültek, az oroszok hadizsákmányként elvitték, vagy elvesztek.



9. kép



10. kép

fedőnevű radarnak az elektronikáját építették be a holdradar rendszerébe, de emiatt az eredeti elképzeléshez képest alacsonyabb frekvenciára kényszerültek. Ez mintegy huszonötszörös veszteséget



15. kép

eredményessége a magyar tudományos élet háború utáni újjászületését is bizonyította.

A visszaemlékezések nem egyértelműek, ezért, ha teljességgel nem is, de próbáljuk meg közreadni a lokátor és holdradar fejlesztésekben és kísérletekben résztvevők névsorát: dr. Bay Zoltán, Bay Zoltán (unokaöccs), dr. Barta István (5. kép) [14], Bodó Zsolt, dr. Budincsevi Andor (6.kép) [6], Csiki Jenő, Dallos György, Detre László, Horváth Tibor, dr. Istvánffy Edvin (9. kép), dr. Jáky József (8.kép), Magó Kálmán, Nagy Pál Jenő, dr. Papp György, Patak János, Pintér János, dr. Pócza Jenő (7. kép)[16], dr. Simonyi Károly (4. kép) [10], dr. Sólyi Antal, dr. Szepesi Zoltán, Takács Lajos, Tari (Tary?) László, Vámbéry Lőrinc, Várbíró Emil, dr. Winter Ernő.

Ilt engedtessek meg egy személyes kitérő. Dr. Simonyi Károly és dr. Barta István nagyjából ötvenöt évvel ezelőtt tanáraim voltak a Budapesti Műszaki Egyetemen. Tisztelettel és köszönettel tartozom nekik.

A háború utáni időszak, az újjáépítés, a politikai változások nem kedveztek a további kísérletezéseknek. Tény, hogy az újjáépítés, a termelés megindítása hatalmas feladatokat rótt az egész országra, és néhány vállalat a politikai támadások keresztüzébe is került. 1948-ban Bay Zoltán az Egyesült



18. kép



16. kép



A Jövőnk, a Magyar Szovjet Művelődési Társaság képes hetilapja II. évf. 6. számának címlapján olvasható: „Kijutottunk a világűrbe – Bay Zoltán, a kitűnő magyar atomfizikus, amerikai és szovjet tudósokkal majdnem egyidőben, szerdán, február 6-án este rádiókapcsolatot létesített a Holddal...” Mellette az Egyesült Írók Kutatóintézetének tetején a Hold-radar kísérletekhez felépített antenna.

17. kép

Államokba távozott, munkatársai is más munkaterületre kerültek. Az antennát lebontották, a berendezés elemeit egyéb célra használták fel. Az esemény egy időre „feledésbe” merült, nem igazán illt beszélni róla. Ebből a korszakból származik a 20. [10] képen látható rajz.

Negyven évvel később Bay Zoltán így értékelte a történeteket: „Tisztán tudományos kísérletünkől akkoriban két kérdés megválaszolását reméltük. Kijutnak-e egyáltalán a mikrohullámok a világűrbe, és ha igen, miként veri vissza a Hold ezeket a hullámokat? Ma már az is elmondható, hogy a magyar és a vele párhuzamos amerikai kísérlet elindított egy folyamatot, amelynek nyomán új tudományág született, a radarc sillagászat. ... Különös örömet szerzett, hogy a gyerekkori álmom megvalósítása után mindössze negyedszázaddal a tévé képernyője előtt saját szemmel láthattam, amint embertársaim a Holdra lépnek.” [5].

Ugorjunk időben egy kicsit még későbbre! 1973-ban hazlátogatott Bay Zoltán, a repülőtéren készült a 21. [8] kép, Szentgyörgyi Albert társaságában. Felkereste volt munkahelyét, újra találkozhatott volt munkatársaival, egy ilyen későbbi látogatáskor készült a 22. [10] kép. Az Egyesült Államokban töltött munkássága alatt kiemelkedő jelentőségű a méterrendszernek a fénysebességhez való kötése. De ez már egy másik történet... A fizikus 1992-ban hunyt el, hamvai a gyulavári temetőben nyugszanak, Újpesten egy szobor őrzi emlékét (23. kép [10]).



19. kép



20. kép



21. kép



22. kép



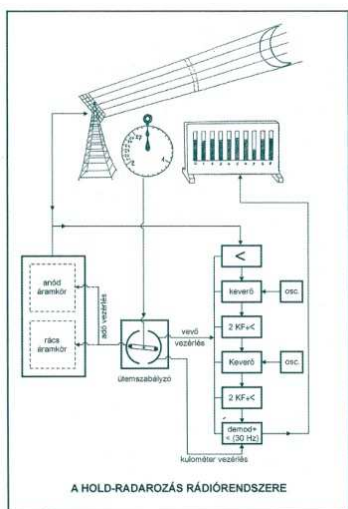
23. kép

A kísérlet rádiótechnikai vonatkozásai

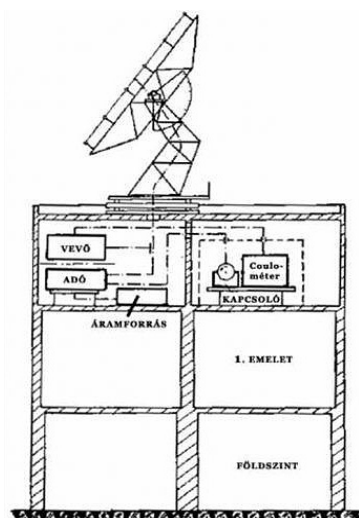
A kísérlet tárgyi eszközei közül alig maradt meg valami, sajnos ez is tipikusan magyar jelenség. A fennmaradt jegyzetek, visszaemlékezések is hiányosak, néhol ellentmondóak, de azért próbáljuk meg bemutatni ezt a speciális radarkészüléket! Két ábrát találtam, mely a rendszertechnikai felépítést mutatja, egyik a 13. képen, a másik 24. [9] képen látható. A következő lényeges elemeket különíthetjük el: az adásra és vételre egyaránt szolgáló antennát, az adókészüléket, a vevőkészüléket, a kiértékelő berendezést (coulométer), valamint az egész

rendszer együttműködését biztosító vezérlő időzítőt. A 25. [9] képen látható a berendezések elhelyezése az épületben, az egyik szobában volt az adó és a vevő (26. kép) [11], a másikban az egészet vezérlő kapcsoló szerkezet és a coulométer (27. kép) [11]. A leírások szerint árnycoló háló vette körül a zavarokra érzékeny elemeket.

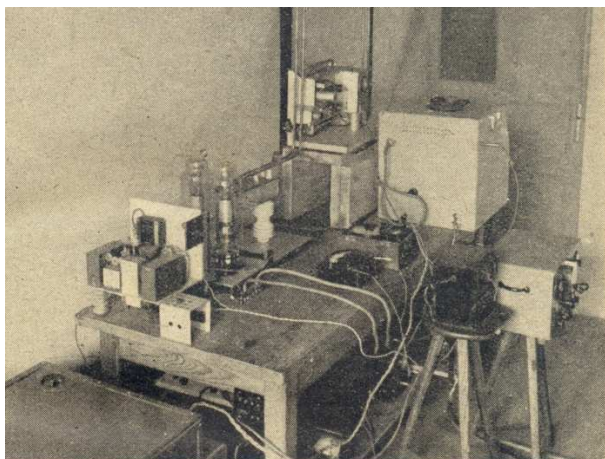
Röviden tekintsük át, milyen paraméterekkel rendelkező adó és vevő kell a megvalósításhoz! A Hold távolsága, átmérője ismert, a visszaverő képessége valószínűleg megegyezik a Földével. Első megközelítésben azt is feltételezhetjük, hogy a rádióhullámok lényeges csillapítás nélkül átjutnak a Föld ionoszféráján, oda- és vissza. A repülőgépek felderítéséhez használt radarokkal ellentétben itt nem volt cél a pontos helymeghatározás, ezért viszonylag hosszú adóimpulzust lehetett alkalmazni. Ennek persze a rendelkezésre álló adócső paraméterei szabtak határt. A radar technikában alapvető reciprok törvény szerint ehhez viszonylag kis sávszélességű vevő tartozhat, ez jó a kis zaj miatt, de az ebből adódó kicsi sávszélesség és a hozzá tartozó frekvencia pontosság azonban nem könnyen megvalósítható. Ráadásul számolni kell a Föld saját tengelykörüli, és a Föld-Hold rendszer egymáskörüli forgásából következő Doppler-effektussal is. Mindent összevetve, a lehetőségeket is mérlegelve, kompromisszumokat kötve sem volt elegendő jel a detektáláshoz, több



24. kép



25. kép



26. kép

nagyságrendnyi teljesítmény hiányzott. Ebből a reménytelen helyzetből jelentett kiutat a körülbelül ezerszeres jelismétlés és az adatok összegzése, tárolása.

A rendelkezésre álló visszaemlékezések szerint végül a következő alap paraméterekkel épült meg a radar: A frekvencia: kb. 120 MHz, impulzus szélesség: 60-70 ms, ismétlődési idő: 3 s, adóteljesítmény: 3...10 kW, vevőérzékenység kb. 0,5 (?) mikrovolt (30 Hz), vevő bemeneti sávszélesség 1 MHz, a coulométereket meghajtó végfokozat sávszélessége 20-30 Hz, az átlagolt jelek száma: 1000-1500 db, az antenna nyereség 15-16 (?) dB. Különböző adatokkal lehet találkozni a leírásokban, ezért ezek a széles határok.

Az adóberendezést valószínűleg a kapott, megmaradt, félkész lokátorból alakították ki, és a lehető legegyszerűbb volt. Két darab ellenütemben járatott OQQ 500/3000 típusú teljesítmény trióda (28. és 29. képek) [12], mint oszcillátor állította elő a szükséges, 120 MHz frekvenciájú, néhány kW csúcsteljesítményű jelet. Túlfeszített üzemben működtek, 6 kV anódfeszültséggel. Egy-egy impulzus szélessége 60-70 ms volt, ezek 3 s-ként követték egymást. A köztes időben a csövet egy mínusz 2 kV-os, a rácsra adott jel lezárta, ekkor „pihent” a cső. Pontos kapcsolási vázlat sajnos nem maradt fenn, lehet, hogy nem is létezett végleges formában, hiszen állandóan módosítottak, javítottak a rendszer minőségén, ilyenkor általában „fejben” vannak az aktuális adatok. A 26. képen jól látható a két nagy elektroncső, és valószínűleg a tőlük elvezető szimmetrikus tápvonal.

A vevőoldal már egy kicsit bonyolultabb. A leírások



28. kép

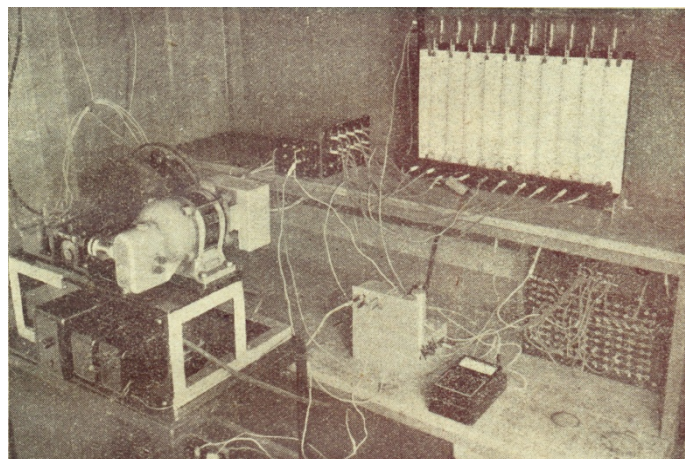


29. kép

A OQQ 500/3000 adócső



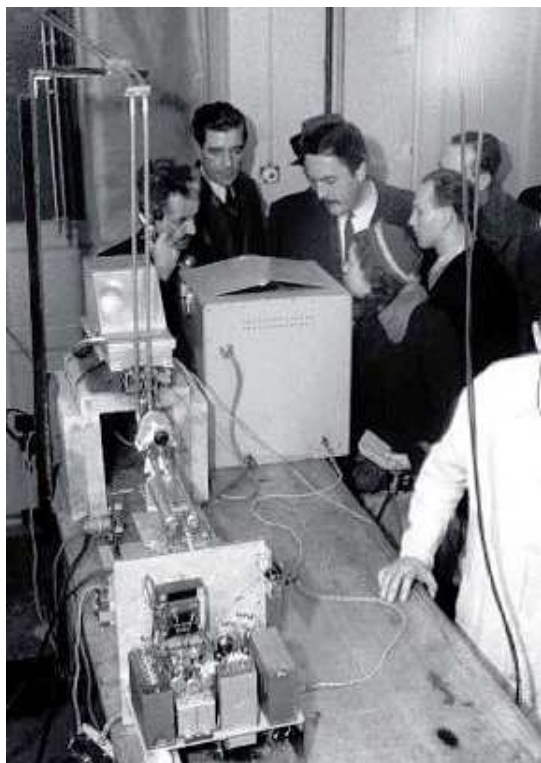
30. kép



27. kép

szerint egy kétszer transzponált vevőről beszélhetünk összességében, ami fizikailag is több részből állt. Szintén a fellelt adatok alapján a vevőbemeneten az akkor újonnan kifejlesztett nagy meredekségű EFF50 típusú csövet találjuk, ez volt az első keverőcső is. A 30. képen az egyszerűbb EF50 látható. Az első középfrekvenciának 4,3 MHz-t, a másodiknak 2,5 MHz-t választottak, mindkettőt kétfokozatú erősítővel. Az első oszcillátor négyeszeréssel állította elő a keveréshez szükséges jelet. A demodulátor után a 20-30 Hz sávszélességre leszűkített hangfrekvenciás végerősítő hajtotta meg a coulométereket. A végerősítő cső EL6 volt, feltehetően a kellő áramerősség biztosítására a hidrogén gáz fejlesztéséhez. A visszaemlékezések szerint a vevőoldal építéséhez egy katonai R/7 rádiót is felhasználtak [9].

Különös számomra az egész, szabadon futó oszcillátorok dolgoztak, egymástól függetlenül, beleértve az adót is. Persze valószínűleg nem volt más lehetőség. De emiatt, igen pontosan kellett ezek rezgésszámát beállítani, stabilizálni, ellenőrizni, ahhoz, hogy ez az egész rendszer „szét ne csússzon”, a visszaérkező jelek mindvégig a vevőkészülék vételi sávjában maradjanak. A leírások 1 MHz-es bemenő sávszélességet említenek, ez teljesen reálisnak tűnik, kevesebbet nemigen lehet létrehozni, többet meg minek, ha nem szükséges. Itt a „szükséges” lényeges szó, nem tudni, az adó frekvenciája mennyit változott az egyes impulzusok, és főleg az egyórányi teszt ideje alatt, különös tekintettel a melegedésre, a tápegységek és a hálózati feszültség esetleges instabilitására. A vevő oszcillátorok feltehetően állandóan futottak a kellő stabilitás miatt. Egyes források 200 kHz-es KF sávszélességet adnak meg, ez is

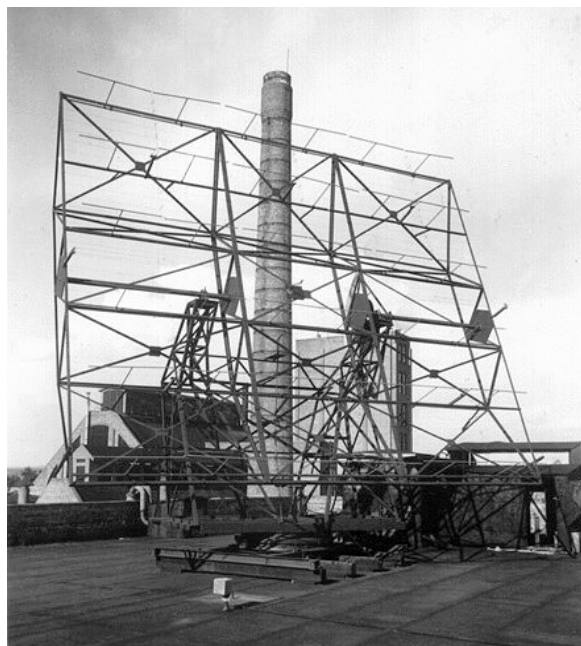


31. kép

lehetséges, bár az eleve keskeny sávú R/7 rádiót meglehetősen át kellett alakítani ehhez, az 1 MHz-hez meg még inkább. A lényeg: a teszt teljes ideje alatt a vevőnek „látnia” kellett a saját adóját, úgy vélem, ez volt az egyik, nagy odafigyelést kívánó, sarkalatos pontja a berendezésnek. Ehhez képest a Doppler jelenségből eredő, itt legfeljebb 300 Hz-nyi elcsúszás teljesen elhanyagolható volt. Nagy előnye volt ennek a rendszernek, hogy a 30 Hz-es sávszűkítést a demodulátor után már kényelmesen meg lehetett tenni. Persze ehhez lineárisnak, zavaroktól mentesnek kellett lenni a nagyfrekvenciás résznek. A felépítéssel, frekvencia-választással, - pontossággal kapcsolatosan a fenti, fellett adatokkal szemben némi fenntartások, kérdések merültek fel bennem, további kutatást kíván a részletek kiderítése.

Az egész rendszer kiértékelője, a „kijelző”, a coulométer volt, ez egy ceruza vastagságú üvegcsőből állott, amelyben az elektrolitból (kálium-hidroxid) hidrogén gáz szabadult fel az átfolyó áram hatására, azzal arányos mennyiségben. Ily módon ez, egyben az integráló és adat tároló funkciót is ellátta (32. és 33. kép) [6]. Tíz ilyen „fokozatból” állott a készülék, és a visszaérkező jelek várható idejében, idősorrendben kapták a vezérlést. Tehát a csövek sorszáma, vagyis az „X” tengely adta az időpontot, a folyadék felszín magassága, vagyis az „Y”, pedig a visszaverődött rádiójelek összegzett értékét. A csak zajt kapott csövekben is fejlődött gáz, ez képezte a rendszer alapszintjét. Rendkívül ötletes megoldásnak tartom. Ezt nem vitték el a szovjet katonák, talán teljesen értelmetlen, használhatatlan szerkezetet láttak benne.

A fent említett részeket egy szinkron-motor által meghajtott kapcsolószerkezet (34. kép) [1] vezérelte. Ez volt – ha nem is „mikro-”, de a – processzor az egész berendezésben, „órajelének” az erőáramú hálózat 50 Hz-es jele tekinthető. Az előzőek három (?), egymástól független jelétől immár a következő, a negyedik. Ezért a

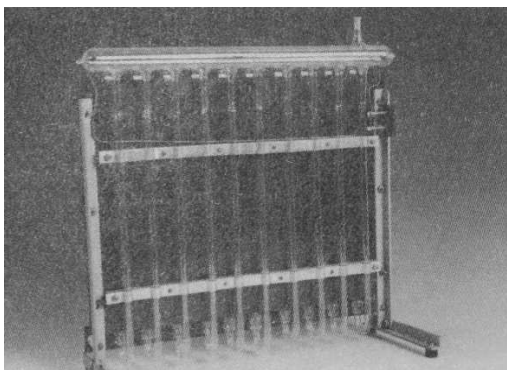


35. kép

kísérlet nagyjából egy órája alatt a hálózati 50Hz nem térhetett el több mint 0,5 Hz-el a kezdeti értéktől. 1946-ban, a háború után ez nem biztos, hogy teljesült, emiatt szerintem némi szerencse is szükségeltetett a sikerhez. A kapcsolótárcsa a megfelelő időben némította a vevőt, kapcsolta az adó anód- és rács feszültségeit, ezzel indította az impulzus kisugárzást. Ezután ellenkező sorrendben leállította az adót és felélesztette a vevőt, majd a visszaérkező jelek várható idejében (kb. a 2. és a 3. s között) a vevő kimenetet sorrendben a coulométer csöveire kapcsolta. Így azokban a kisugárzott impulzust követően mindig azonos időpontban jelent meg a jel, mindig ugyanabban az üvegcsőben keletkezett több gáz.

Tekintettel arra, hogy az 1944-es kísérlet parabola antennája elveszett, meg a frekvencia is más lett, új antennát kellett építeni, ennek tervezését Istvánffy Edvin végezte. Ez, az előzőtől eltérően egy 36 elemből álló „dipolfal” lett, - a táplálásból következtetve 18 db egészhullámú dipol sugárzóval, - meglehetősen nagy, 6x8 méter körüli mérettel (35. kép [3]). A kapott „BORBÁLA” radarból kialakított szerkezet forgatható, dönthető állványa lehetővé tette a Hold követését. Megjegyzendő, a „SAS” radar is hasonló, dipólokból álló antennával rendelkezett, és feltételezhetően a visszaverő felület itt is negyed hullámhossz távolságra volt. A pontos beállítás vagy közvetlenül, távcsöves módon történt, vagy – felhős időben – a szabadsághegyi Csillagdától kapott adatok alapján „vakon”, a tartószerkezetre szerelt beállító skála alapján. A sugárzók feszültség minimum helyen vannak rögzítve, táplálásuk szimmetrikus tápvezetékekkel nagyimpedancián történik a 36. ábra [17] szerint. Az antenna fényképén a bal felső sarokban kivehető a megcsavart tápvezeték. Az antenna mozgatásakor mindvégig tartani kellett a tápvezeték hullámimpedanciáját, ennek megoldása nem ismert, talán hajlékony vezetékből készített „tyúklétrát”, azaz szimmetrikus „szalagkábel” használtak fel.

Az összeállítás tápegységéről nem találtam leírást, csupán egy képet (37.) [18]), ami valószínűleg az adó táplálását hivatott nagyfeszültségű sokszorozó csöveket



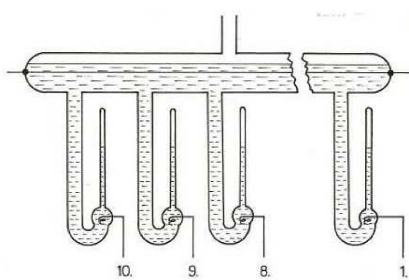
32. kép

ábrázolja. Baloldalt fent feltehetően egy előterhelésként működő, nagyteljesítményű ellenállást látunk. Minden bizonnyal egy hagyományosan felépített tápegység volt, vevőoldalon talán feszültség stabilizáló csövekkel (glimm) az oszcillátorok számára, ezek lála fénye tetszhetett a fent említett újságíróknak. Az adóoldali táplálás meglehetősen igénybevett lehetett az állandó ki-be kapcsolgatások miatt.

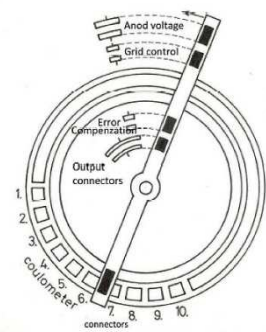
A 31. képen az adó és a vevőkészülék, valamint a résztvevő személyek láthatóak. Valószínűleg egy bemutató alkalmából készült a felvétel. Ezen készülék részlete vehető szemügyre a 38. képen.

A berendezés további sorsa nem ismert, az antenna 1949-ben még állt, később a tartószerkezet anyagáért lebontották. A coulométer ismét „megmenekült”, jelenleg a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeumban van. A mérés jegyzőkönyvét Tary László őrizte meg. Az eszközök más célra való felhasználásában - talán mondhatjuk „elherdálásában”, – alighanem politikai szándékot is feltételezhetünk.

A nyolcvanas évek végén Mészáros Sándor (Egyesült Izzó) elkészítette a kísérlethez használt antenna kicsinyített modelljét. Bay Zoltán így méltatta a munkát Mészáros Sándorhoz írt levelében: „... Nagyon igazad van, hogy a Holdantennát kár volt szétszedni pusztán az anyagáért. Történelmi műemlékként szolgálhatott volna annak dokumentálására, hogy a magyar tudomány szeretett mindég élen járni és nem csupán követni más



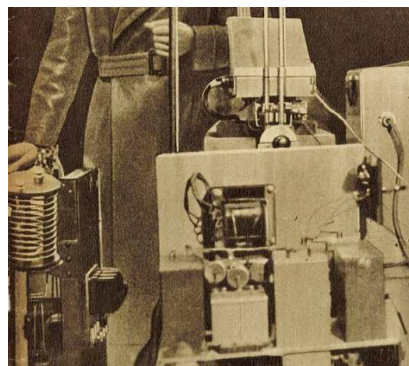
33. kép



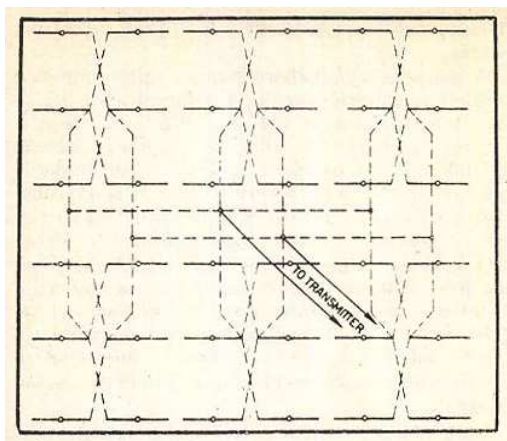
34. kép

népek fejlődését. De sajnos, abban az időben, amikor én elhagytam szeretett szülőházamat, az otthoni elnyomó rezsim nem méltányolta és segítette a tudomány és az emberi művelődés előrehaladását. Nagy szolgálatot tettél a tudománytörténetnek, hogy elkészítetted az antenna modelljét. ... Ugyancsak nagy eredmény, hogy összeköttetésbe léptél Tary Lászlóval s együtt megőriztéték és kiállításra vitték a Holdkísérletek naplóját. ... Egy 1982-ben Budapesten tartott előadásomon még jelen volt Símonyi Károly, Bodó Zsolt, Budincsevits Andor és ifj. Bay Zoltán. Ők még élnek, de „pusztulunk, veszünk”. Jó, hogy vannak emberek, mint Te is, akik igyekeznek történelmi emlékeket megmenteni. ... Washington, 1988. március 26.” [8].

A makett a 39. képen [10] látható egy kiállítási vitrinben, alatta az e témában íródott könyv [9].



38. kép



36. kép



37. kép



39. kép

A kísérlet jelentősége

A holdradar-kísérlet jelentőségét talán négy lényeges pontban lehetne összefoglalni:

Megindította az emberiség történetében az űrtevékenységet, a radarcsillagászat megszületését tekinthetjük e technikai próbálkozásban. Először sikerült egy Földön kívüli tárgyon kísérleteket végezni, tehát aktív módon vizsgálni a körülöttünk létező világot.

Jelentősen hozzájárult a mikrohullámú technika magyarországi fejlődéséhez, meghonosodásához. Kevés ország mondhatta el magáról a második világháború idején, hogy szellemi felkészültsége, ipara képes létrehozni ilyen, a világ élvonalába tartozó berendezéseket, képes jelentős tudományos

felfedezéseket megtenni. Mindezt egy nagy világégést követően, meglehetősen egyszerű, de ötletes módon.

Megmutatta a Holdon, majd a későbbi mesterséges holdakon alapuló hírközlés, információtovábbítás lehetőségét. Az előbbiek egy „informatikai robbanást” idéztek elő, amely nem csak a hírközlésben, de a „mindennapi életben” is alapvető változásokat idézett elő. Az informatika életünk minden területén jelen van, és ma már nélkülözhetetlen.

Végül, - de nem utolsósorban – a számítástechnika, a számítógépek hatalmas fejlődése indult el. Használatuk ma már sokkal szélesebb körű, mintsem az az első pillanatra látszik.

Két mozzanat a kísérlet utóéletéből

Az 1946-ban történeteket az évek során a különböző országokban meglehetősen sok elképzelés, kísérlet követte. Működő kommunikációs rendszerek, sőt hírszerzési tervek épültek a Holdról történő passzív

visszaverődés jelenségére. Ezek ismertetése meghaladja e rövid visszaemlékezés kereteit. Mégis, tegyük most kivételt egy nem túl régi kísérlet és egy egészen friss elismerés közöttételével!

A 2000. évi megismételt magyar radar-kísérlet

A Magyar Honvédség és a HM Haditechnikai Intézet Bay Zoltán születésének 100. évfordulóján megismételte az 1946-os Hold-radar kísérletet. A tesztre 2000. okt.12.-én került sor. A berendezés jelentősen eltért az eredeti Bay-féle tesztől használttól. Egy hasonló hullámhosszon működő, eredetileg felderítésre használt, szovjet gyártmányú, P-18 típusú lokátort irányítottak a Holdra. A megváltozott működési körülményeknek és célnak megfelelően átalakításokat kellett végrehajtani a készülékeken, a vezérlést, a megjelenítést és a kiértékelést számítástechnikai eszközök végezték.

A kísérletnél használt frekvencia 155 MHz volt, az adóteljesítmény 200 kW, tehát az 1946-os érték mintegy 60-70-szerese. Az impulzusok ismétlődési idejét 5 másodpercre választották, az impulzus szélességre nem találtam adatot. Az antenna beállítás most is a csillagászati adatok alapján történt. Egy mérés-sorozat tíz mérésből állt, amelyet elfordított antennával történő „vakmérés” követett. A következő két képen egy P-18-as lokátor, és a mérés képernyő-képe látható (40, 41. képek) [20].

Bay Zoltánról elnevezett kráter a Holdon 2025-ben

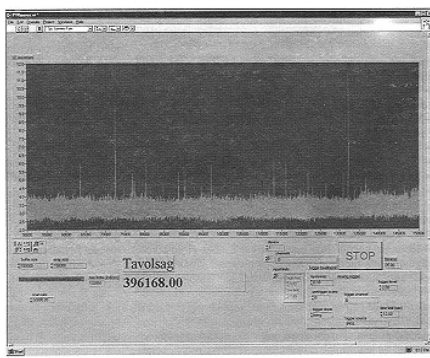
A magyar holdradar-kísérletnek és vezetőjének emlékére krátert neveztek el a Holdon 2025-ben. A kezdeményezés már évek óta megszületett, és most, a múlt év augusztus-szeptemberében fogadták el. Az erre hivatott IAU és USGS nemzetközi és amerikai

intézmények a Hold déli pólusa közelében egy eddig névtelen kráter neveztek el „Bay-crater” névre. A „keresztelő” magyar javaslatra történt [19, 21].

A kráter átmérője 3,5 km, a mélysége mintegy 700 m, holdrajzi koordinátái: déli szélesség 88,76 fok, nyugati hosszúság 36,85 fok. Tehát viszonylag kicsiny alakzatról van szó, egészen a Hold déli sarka közelében. Ha a Hold déli pólusán állnánk, nagyjából „északnyugati” irányban (tehát kissé „felénk, a Föld felé”), a pólustól körülbelül 45 km-re elsétálva, vagy Pavlics Ferenc autójával kocsikázva találnánk rá. A Földről állítólag nem látható, talán a kis mérete, az alacsony rálátási szög és a Hold „imbolygása” miatt. Az egészen „sarkvidéki” fekvése miatt csak a felső peremét világítja meg



40. kép



41. kép

időnként a Nap, a kráter belseje mindig sötét és hideg, és ez így van a kialakulása óta, de az életkorára nem találtam adatot. Talán egyszer még jeget is találnak az aljában.

A NASA LRO szondája által készített felvételek láthatók a 42, 43, 44. képeken, különböző nagyításban. Az első képen a teljes déli féltéke látható, az utolsón már csak a Bay-kráter és közvetlen környezete, mellette még több kisebb kráter is megfigyelhető. Azért kicsoda különbség van a még nem is túl régi, az első, a Holdat megkerülő szovjet űrszonda által készített felvételhez képest! Az is különös, hogy olyan természetesen említhetjük mindezt, mintha azt mondanánk: - A harmadik kráter után fordulj jobbra!

Zárszó

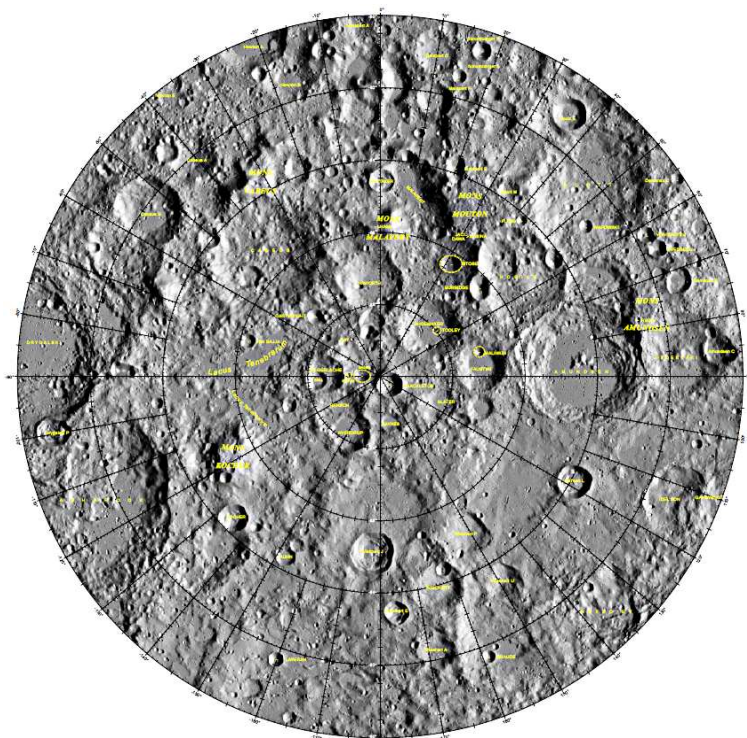
Végül ismét egy személyes kitérő: említettem, Simonyi Károly és Barta István tanáraink voltak, utóbbinál még vizsgáztam is. Milyen jó lenne odamenni az előadás szünetében hozzájuk, s rákérdezni: hogy is volt ez, tanár úr? Sajnos, már nem tehetem. Mészáros Sándort – szintén személyesen ismertem - is megkérdezném, mi inspirálta az antennamodell elkészítésére? Ezt sem tehetem. Idézet Wlassits Nándor fenti [9] könyvéből: „Jövőnk reményteljesebb lehet, ha tudunk *meríteni a múlt eredményeiből*; ezért *poroltuk le a feledést a magyar technikatörténeti sikerről*.”. Nos, ebben tudnánk igazán további példát mutatni az elmúlt évtizedekben elért eredményeink bemutatásával!

Utoljára, lazítsunk egy kicsit egy gyermek versikével!

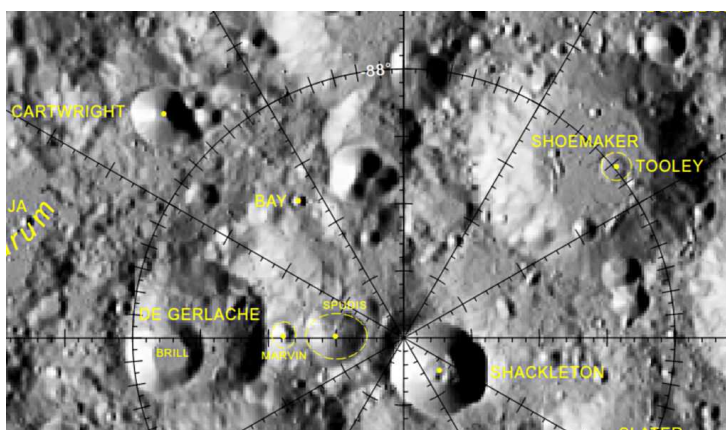
Csoóri Sándor: Moziba megy a hold

Moziba
megy a Hold,
vigyorog a képe,
tízfilléres csillagok
csörögnek zsebében.
Felhő-páholyan csücsül,
bámulja a földet,
pereg a film:
esti szél
zöld héjú dinnyét
görget.
Nem dinnye az:
vaddisznó!
Csörtet az erdőmélyből,
jujj! – a Hold
megijed, s lefordul a székről.

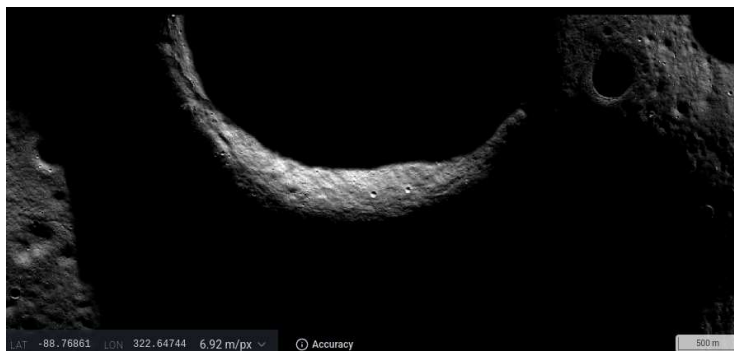
Budapest, 2026. január 15.



42. kép



43. kép



44. kép

Referenciák:

- [1] <http://astro.u-szeged.hu/szakdolgo/pribuszk/magyar/holdradar.html> (időzítő szerkezet).
- [2] <https://www.elektro-net.hu/uzlet/6950-hetven-eves-bay-zoltan-hold-radar-kiserlete> (idézet Bay Z-tól).
- [3] <http://www.old.bayzoltan.hu/oldal/70-evvel-ezelott-latott-napvilagot-a-magyar-holdradar-kiserlet> (Bay kép, antenna).
- [4] <https://vasarnap.hu/2019/02/06/a-radarcsilagaszat-szuletese/> (antenna modell).
- [5] Staar Gyula: Megszállottak, öt magyar fizikus. Tipotex kiadó, 1991. (Bay idézet).
- [6] Ilonka Mária: A Holdig pislákoló fény, Novella kiadó 2006. (Budincsevits kép, Dolgozók Világlapja kép, coulométer).
- [7] Emlékezés Bay Zoltán fizikus születésének 100. évfordulója tiszteletére. Előadás kivonat, 2000. júl. 24. (adatok).
- [8] Nagy Ferenc: Bay Zoltán pályája és példája, Better-OMIKK-Püski kiadás, 1993. 70.old. (jegyzőkönyv, Bay levél).
- [9] Wlassits Nándor: A magyar radar 1943-1946, Typografia Kft kiadó, Gyula, 2011. (blokkséma, műszaki adatok).
- [10] Saját felvételek. Simonyi emlékkiállítás, BME. (Simonyi kép, blokkséma, jkv, karikatúra, Bay szobor, antenna makett).
- [11] Rádióévkönyv az 1947. évre, Hungária kiadó. Dr Pócza Jenő: Rövidhullámú rádiójelek visszaverődése a Holdról. (Holdradar készülék képek).
- [12] EPA03054_meteor_2016_02_024-027 pdf. (labor épület, adócső).
- [13] A TUNGSRAM márka története, 14. rész. CD, Tungsram_Surguta.pdf, Mészáros Sándor kiadása. (újság képek).
- [14] vik.bme.hu/files/00003782.pdf (Barta kép).
- [15] www.arcanum.hu (Ludas Matyi kép).
- [16] http://old.mta.hu/mta_hirei/tudomanyos-ules-pocza-jeno-tisztelete-re-szuletesenek-100-evforduloja-alkalmabol-136980/ (Pócza kép).
- [17] Híradástechnika 1986/10. (Antenna elvi kép).
- [18] www.arcanum.hu (tápegység).
- [19] www.planetology.hu (2025.11.24) (Bay-kráter).
- [20] <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0103/prokob.html> (2000-es magyar teszt).
- [21] <https://www.csillagaszat.hu/tudastar/a-naprendszer-felepitese-kialakulasa/a-fold-es-a-hold/holdkratert-neveztek-el-bay-zoltanrol/> (Bay-kráter).
- [22] <https://www.physx.u-szeged.hu/hirek/szte-fi-2025-december/holdkratert-neveztek-el?objectParentFolderId=54821> (Bay-kráter).