

A Morse-féle telegráf-berendezés általános ismeretes. Lényeges alkotó részei: a jeladó, a jelfogó, az összekötő vezető drót, melyek egy elektromos telepnek (pl. több Meidinger elemnek) áramkörébe vannak csatolva. A jeladó egy közönséges árammegszakító (Morse-kulcs), melynek csak az a szerepe van, hogy az áram zárását és nyitását könnyűvé tegye. A jelfogó egy írógép, melynek elektromágnes, ha az áram zárva van, rúgóra erősített tűt húz magához és így a folyton göngyölődő papirosszalagra jeleket csinál, melyek hosszabbak vagy rövidebbek a szerint, a mint az áramot a jeladó árammegszakítóval hosszabb vagy rövidebb ideig zárjuk. Hosszú és rövid vonalakból rakódik össze a Morse-féle *abc*.

Ez a telegráf-berendezés hasonlít a házi csöngőhöz; ha ez utóbbinak gombját megnyomom, az áramot zárom; a csöngő elektromágnes magához húzza a rugóra erősített kalapácsot, mire az áram megszakad, és így az elektromágnes elvesztvén mágnességét, elereszti a kalapácsot, a mivel az áram ismét záródik, tehát újra magához húzza a kalapácsot és így tovább. A kalapács ide-oda való mozgása közben ráver a csöngőre. Ez a mozgás addig tart, míg a gombot nyomom, vagyis az áramot zárva tartom.

Világos, hogy ha a vezető drót valahol megszakad, akkor a telegrafálás lehetetlen. Ez az eset állt be Angolországban *Oban* és *Mull* szigete között, melyeket 5 km széles csatorna választ el egymástól. A vezető drót – tengerbe fektetett kábel – hamarjában nem volt kijavítható; hogy a telegrafálás ennek daczára gyorsan visszaállítható legyen, a telegráf-mérnök *M. Preece* az inductio jelenségekhez folyamodott. Ismeretes, hogy ha valamely áramkörben az elektromos áramot zárjuk és nyitjuk, akkor egy másik drótvezetékben, még több méter távolságban is, szintén keletkeznek elektromos áramok (indukált áramok). *M. Preece* e jelenséget felhasználandó, a két tengerparton egymással szemben óriás drótvezetéseket állított fel. Ha az egyikben erős áramot zárt és nyitott (vagy másképpen: ha ebben váltó áram keringett), akkor a másikban az 5 km-nyi távolság daczára is létrejött az indukált áram. A jeladás ily módon tényleg lehetséges is volt.

Ez volt a vezeték nélküli telegráfjának első kísérlete, azonban költséges volta miatt a praktikus életben elterjedésre nem számíthatott.

Marconi, fiatal olasz mérnök az elmúlt évben feladatát sikeresebben oldotta meg; az ő módszerének többek között az az előnye is meg van, hogy a közönséges Morse-féle berendezésre minden különös költség nélkül alkalmazható. Hogy e módszert megérthessük, néhány megjegyzést kell előre bocsátanunk.

Mi a Morse-féle telegráfia fizikai értelemben? Az elektromos energiának a vezető drót közvetítésével az egyik állomásról a másikra való átvitele. A kérdés tehát a körül forog, lehetséges-e az elektromos energiát minden vezető drót nélkül egyik helyről a másikra átvenni?

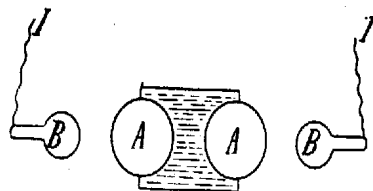
A physikában elég analog energia-átvitel szerepel. A kifeszített húr rezgéséről nagyobb távolságban is tudomást szerzünk. A rezgő húr ugyanis mozgásba hozza a szomszédos levegőt, a mely mozgását ismét az őt környező levegő részekkel közli és így megy ez tovább, míg a mozgás fülünk dobhártyáig jut; fülünk alkatrészeinek mozgását mi mint *hangot* halljuk. Azt mondjuk, hogy a rezgő húrtól a hanghullámok minden irányban terjednek, holott a mi terjed, az nem hang, hanem rezgő mozgás, kinetikus energia; hanggá csak fülünk végső részeiben – a jelfogó készülékben – válik. Eme jelenségnél a telegráfia – a távolba való jeladás – minden lényeges része meg van: van jeladó: a rezgő húr, mely kinetikus energiát kelt; van vezető közeg: a levegő, mely bennünket az energia megérkezéséről tudósít.

Hasonlóképpen, de sokszorta nagyobb sebességgel történik az energia át vitele a fénynél is. Az égő gyertya lángja a jeladó, mely energiát kelt; a levegő (vagy helyesebben beszélve: a mindenütt jelenlévő éther) az vezető közeg, mely az energiát minden irányban tovább adja; a szem (vagy az érzékeny fotograf-lemez), a jelfogó, mely az energiát felfogja. Ugyanígy áll a dolog a melegsugaraknál is.

Tehát ha a hang, a fény és a meleg energiája minden vezető drót nélkül terjedhet, nem állíthatunk-e elő olyan elektromos energiát is, melynek ugyanaz a tulajdonsága?

Erre a kérdésre *Hertz Henrik*, német professor kutatásai óta, melyeket a tudományos világgal 1887-ben közölt először, igenlőleg válaszolhatunk. Először is kimutatta, hogy az elektromos szikra igen sok egymásra következő s folytonosan gyengülő szikráknak sorozata; tehát nem rövid ideig tartó folytonos jelenség, hanem rezgés, miként az egyensúlyi helyzetéből kimozdított inga vagy húr mozgása is rezgés. Az inga rezgését szemünkkel is követhetjük, mert a rezgési idő nagy; a húr rezgéseit már nem láthatjuk, legfőlebb ujjainkkal érezhetjük, miután a rezgési idő jóval kisebb (kb. $\frac{1}{60} - \frac{1}{3000}$ mp.); az elektromos szikrában végbemenő rezgés szabad szemmel még kevésbé észlelhető; azonban *Hertz* gyorsan forgó tükörben vizsgálta a szikrát és folytonos sáv helyett világos és sötét sávok váltakozását látta, a mi világos bizonyítéka annak, hogy az elektromos szikra is rezgésszerű jelenség. Ily módon a rezgési időt a másodperc 60 – 1000 milliomod részének találta. Tehát az elektromos szikrában mp-enként 60 – 1000 millió váltakozó elektromos kisülés történik.

Elektromos rezgéseket könnyű szerrel úgy lehet létrehozni, hogy egy leydeni palaczk töltését két golyó között kisütjük. Azonban gondoskodni kell arról, hogy az elektromos rezgések folytonosan képződjenek. Leghasználatosabb a *Righi*-féle oscillator, melynek keresztmetszetét az 1. ábra mutatja.



AA két egyenlő átmérőjű (kb. 4 cm) sárgaréz golyó, melyeket czélszerű olajjal megtöltött üveghengerbe foglalni, de úgy, hogy a két oldalon a két félgömb kiálljon, miként azt az ábra mutatja. Ezekkel egy vonalban mindkét oldalon egy-egy kisebb gömb BB foglal helyet, melyek vagy az influenza-gép két elektródjával, vagy a Ruhmkorff két polusával vannak fémi összeköttetésben. Ha az influenza-gép, vagy a Ruhmkorff működik, a négy golyó között három szikra jön létre. A két szélső szikra – itt meg nem magyarázható okok miatt – alig kelt elektromos rezgéseket; ellenben a két nagyobb golyó között bőségesen jönnek azok létre.

A szikra elektromos rezgései a szomszédos közegben épp olyan módon keltenek újabb rezgéseket, miként a húr rezgései hangrezgéseket, vgy a láng rezgései fényrezgéseket; tehát kell, hogy az elektromos rezgések a közegben épp olyan módon terjedjenek el, mint a hang- vagy fény-rezgések. Minden rezgésre jellemző az, hogy folytonos közegben hullámszerűleg terjed, vagyis hogy a kiindulás pontjától egyenlő távolságban (tehát egy gömbfelületen) fekvő pontoknak ugyanazon időben mozgási állapotjuk van; ebből következik, hogy az elektromos rezgéseknek is hullámszerűleg kell terjedniök. Tehát elektromos hullámokról épp olyan joggal beszélhetünk, mint hang vagy fény hullámokról.

Tudjuk, hogy a hang-, és fény-hullámokat némely anyagok át bocsátják, mások ismét visszaverik. Ugyanez áll az elektromos hullámokra: a levegő, üveg, gyanta, olaj, viasz, stb., szóval mindazon anyagok, melyeket eddig rossz vezetőnek vagy szigetelőnek nevezünk, az elektromos hullámokat át bocsátják, vagyis ezekre átlátszó; ellenben a fémek vagyis a jó vezetők visszaverik őket.

A visszaverődés törvénye ugyanaz, mint a hang- és fényhullámoknál. Ha a haladó elektromos hullám saját irányára merőleges fémfalba ütközik, úgy a visszaverődött hullámok a haladókkal álló hullámokat képeznek. A csomó vonalakban nincs elektromos rezgés. Parabolikus tükör gyújtóvonalaiban keletkezett elektromos hullámok a visszaverődés után párhuzamosan lépnek ki.

Hertz és utána mások kimutatták, hogy mindazon jelenségek, melyek a fénysugarakkal létesíthetők, teljesen analog módon az elektromos hullámokkal is létesíthetők. Az elektromos hullámok terjedési sebessége a levegőben ugyanaz, mint a fényhullámoké, tudniillik 300000 km mp-enként.

Lássuk most, hogy miként ismerjük fel, hogy a tér valamely pontjába érkeztek-e elektromos hullámok? Vagy más szóval, mi lesz az elektromos hullámok felfogó készüléke? A hang, fény és meleg számára van érzékszervünk, de elektromosság számára nincs. Hertz segített e bajon. Tudjuk, hogy egy rezgő hangvilla rezgéseit egy másik, amattól több méternyi távolságra levő hangvilla átveszi és vele együtt zeng (rezonál). Ez ugyanazon jelenség mint az, melyet a közönséges életben magunk is többször tapasztalunk, mikor a zongora bizonyos hangjára vagy bizonyos énekhangra az ablaktábla is rezegni kezd. Az elektromosságnak is van resonantiája.

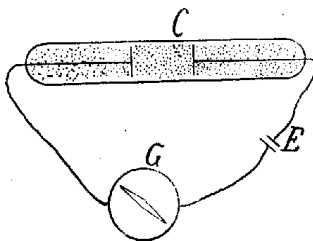
Vegyünk két épp olyan sárgarézgömböt (AA), mint a milyeneket fentebb leírtunk, vigyük a szoba bármely részébe; azt fogjuk tapasztalni, hogy ha az oscillator működik, emezek között is ugranak át szikrák; a két golyót tehát joggal tekinthetjük resonatornak. Az oscillator keltette elektromos hullámok elterjednek a térben, e közben érintik a resonator két gömbjét s ezek között is létesítenek elektromos rezgéseket. A jelenség teljesen ugyanaz, mint a hangvillánál.

Különben már régen tapasztalták, hogy ha elzárt sötét szobában működtetjük az influentiagépet (Holtz-féle gép), úgy a szoba távolabb eső részeiben is egymáshoz közel fekvő fémdarabok között elektromos szikrák ugranak át.

Ismeretesek továbbá a Geissler-féle csövek is, melyek ritkított levegőt vagy gázokat tartalmaznak; ezeken tanulmányozhatjuk az elektromosságnak ritkított gázokon keresztül való kisülését. A Geissler-féle csövek világítanak, ha elektromos hullámok érik őket a nélkül, hogy az oscillatorral bárminő fémi összeköttetésben állanának.

Íme tehát már kétféle módon győződhetünk meg az elektromos hullámok jelenlétéről. De mindkét módszer csak rövid távolságban használható.

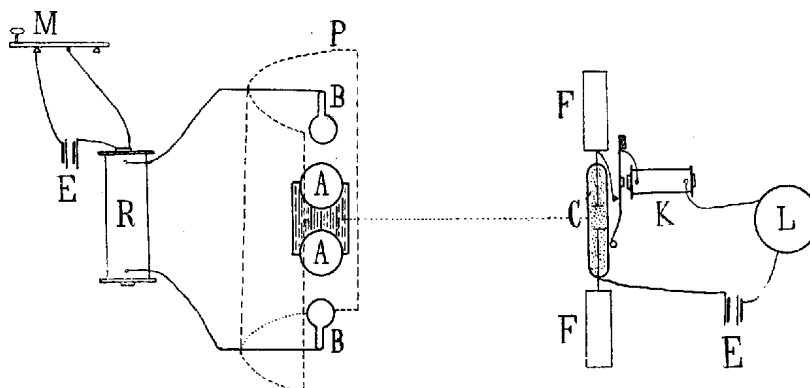
A harmadik eszköz, mely azonban az elektromos hullámok iránt nagy távolságban is érzékeny, a *coherer*, melyet a 2. ábra mutat.



Körülbelül 4 cm hosszú üvegcső fémporral van megtöltve, a két végéről platina elektródok nyúlnak be; ennyiből áll az egész eszköz. Czélszerű, de nem okvetlenül szükséges a levegőt megritkítani és azután a csövet beforrasztani. Ha ezen eszközt E elektromos elemmel és G galvanometerrel ugyanazon áramkörbe csatoljuk, tapasztalni fogjuk, hogy az ellenállása igen nagy: több ezer ohm; de ha elektromos hullámok érik, az ellenállás leszál 5-6 ohmra. Az ellenállásnak ezen óriás mértékű csökkenését a galvanometer nagyon megérzi, mert hiszen Ohm törvénye értelmében az áramintenzitás fordítva arányos az áramkör ellenállásával; ha tehát az ellenállás pl. 1000-szer kisebbedik, akkor az intenzitás majdnem ugyanazon mértékben nagyobbodik és így a galvanometer tűje ilyen arányban fog nagyobb kitérészt adni. A coherernek ezen kis ellenállása még akkor is megmarad, ha az elektromos hullámok már nem érik és csak akkor veszi fel újra eredeti nagy ellenállását, ha kissé megrázzuk.

Ezek után mindazon ismeretekkel fel vagyunk szerelve, melyek a Marconi-féle drót nélküli telegráfia megértéséhez szükségesek. Marconinak egész érdeme tulajdonképpen csak abból áll, hogy az elektromos hullámokat a coherer közvetítésével a praktikus telegrafiára alkalmazta.

A 3. ábra átmetszetben mutatja az egész berendezést, a baloldali rész a jeladó, a jobb oldali pedig a jelfogó.



A jeladó nem egyéb, mint a fentebb leírt Righi-féle oscillator, mely a pléből készült P parabolikus tükör gyújtóvonalában van elhelyezve. R Ruhmkorff tölti meg a BB golyókat. A Ruhmkorff elsődleges (vagy indukáló) tekercsét E elektromos telep táplálja, az önműködő megszakító (Neef kalapács) nincs kirajzolva. Az elsődleges tekercs áramkörébe M árammegszakító (Morse-féle kulcs) van bekapcsolva. Ha M segítségével az elsődleges tekercsben az áramot (váltó áramot) zárom, a másodlagos tekercsben létrejövő indukált elektromosság megtölti a BB golyókat, minek következtében BA , AA és AB között szikrák ugranak át, ezek közül a középső AA közötti szikrák elektromos rezgéseket keltenek, melyek a térben minden irányban hullámszerűleg terjednek el. Az elektromos hullámok nagy része a parabolikus tükörben visszaverődik, és visszaverődés után éppúgy mint a fénysugarak párhuzamosan lépnek ki és a tükör tengelyében terjednek tovább. Így elérkeznek a jelfogó állomásig. Szükséges tehát, hogy a tükör tengelye a jelfogó állomás felé legyen fordítva.

A jelfogó állomás lényeges alkotórésze C coherer, mely E elektromos teleppel L Morse-féle írógéppel és K elektromágnissal egy áramkörbe van csatolva. A rajzon látjuk még az FF fémlapokból készült szárnyacskákat, melyeknek az a hivatásuk, hogy az elektromos hullámokat összegyűjtsék és a cohererbe vezessék. Resonatorokként is szerepelnek, más oscillatoroknak más méretű szárnyacskák felelnek meg.

A jelfogó működése a következő. Az E telep árama mindig zárva van, azonban a coherernek az ellenállása természetes állapotában olyan nagy, hogy az áramintenzitás kicsinsységénél fogva nem képes az L írógépet működésbe hozni. Ha azonban a coherert elektromos hullámok érik, ellenállása rögtön majdnem ezerszer kisebb lesz, az áramintenzitás megnövekszik és így az írógépet mozgásba hozza; az írógép jelt csinál. Ugyanezen pillanatban a K elektromágnes (mely nem egyéb, mint egy közönséges házi csöngő) magához húzza a kalapácsot, mire az áram megszakad, a kalapács ráüt a cohererre, azt megrázza és újra természetes állapotába hozza, mikor is ellenállása több ezer ohm. Ha az elektromos hullámok még folyton jönnek, a coherer ellenállása újra leszáll, az írógép újra jelt csinál, a kalapács újra ráüt a cohererre és így tovább.

K elektromágnesre és a kalapácsra azért van szükség, mert e nélkül a coherer, ha az elektromos hullámok meg is szűnnek, még mindig megtartaná kicsiny ellenállását, tehát az írógép folyton csinálná tovább a jeleket.

A telegráfia már most következőképpen megy végbe. A jeladó állomáson az M megszakítóval hosszabb vagy rövidebb ideig zárják az áramot, az oscillatorból tehát hosszabb vagy rövidebb ideig áramlanak ki az elektromos hullámok és így a jelfogó cohererét is hosszabb vagy rövidebb ideig érik, tehát az írógép is több vagy kevesebb apró jelt csinál egymás mellé.

A tényleges berendezésben az írógépet külön áram mozgatja és a coherer árama a megfelelő pillanatokban az írógép áramát nyitja és zárja.

Ily fajt a kísérleteket végeztek Angolországban, Olaszországban és Németországban. A legnagyobb távolság, melyből jeleket tudtak adni, 25 km volt. Nálunk dr. Klupathy Jenő mutatta be először a nagy közönségnek.

Budapest.

Mikola Sándor.