

V. R.:

BREZ ŽICE.



o je prvič naznanil Italijan Markoni svetu, da je iznašel nov način, po katerem je mogoče brzojavljati brez žice, niti občinstvo niti strokovnjaki niso hoteli verjeti. Saj smo že tako vajeni brzojavnih žic in drogov, da si elektrike brez žice skoro misliti ne moremo. In vendar so mnogoteri poizkusi zadnjega časa pokazali, da je tudi to mogoče, da še več: V rusko-japonski vojski že vidimo, da obe vojskujoči se stranki rabita brzojavljenje brez žic z velikim uspehom.

Opisati hočemo nekoliko načinov, po katerih je mogoče brez naravnostne žične zveze z elektriko pošiljati v daljavo znamenja ter jih sprejemati. Ozirali se bomo le na take naprave, ki so jih v zadnjem času z uspehom uvedli v uporabo, ali ki so po svojem bistvu velezanimive, pa še premalo dovršene, predvsem pa na brzojavljenje z električnimi valovi, katero imenujejo po iznajditelju tudi Markonijevo telegrafijo.

Da bo mogel vsak čitatelj slediti in umevati delovanje električnih tokov in valov, moramo najprej pojasniti osnovne zakone, ki urejajo vsak pojav elektrike.

Le-ta se nam prikazuje v najrazličnejših oblikah: Kot strelo jo pozna že ves človeški rod, statično ali mirujočo elektriko so opazovali že stari Grki na jantaru, ki so ga imenovali „elektron“, odkoder izvira tudi ime „elektrika“, galvanične tokove so raziskali v teku XIX. stoletja, dočim so električni valovi in njih praktična uporaba plod zadnjih desetletij.

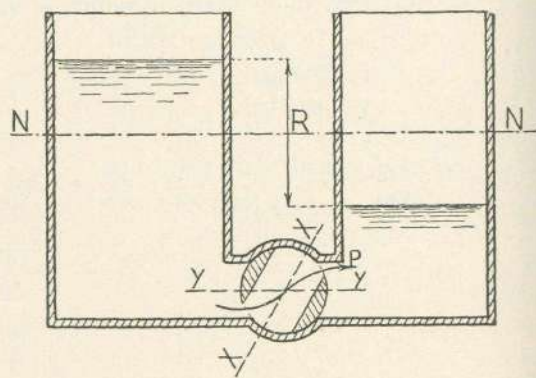
Vsi ti različni električni pojavi se vršé po istih zakonih, in so odvisni od istih vzrokov; da so jih našli in spoznali njih sodelovanje, je uspeh stoletnega truda naj-

genialnejših mož, kot so bili Galvani, Volta, Ohm, Amperè, Thomson, Maxwell, Hertz in cela vrsta slavnih fizikov.

Prirodni zakoni so enotni. Matematika, ki je podlaga fizikalni vedi, nam podaja izpeljave in zakone, ki veljajo tako za mehaniko, kakor za optiko, akustiko ali elektriko: Električni tok se ravna po prav istih zakonih, kakor tok vode, in akustični valovi se ne razločujejo matematično prav nič od električnih.

Če opazimo kak nov pojav, si ga torej raztolmačimo na podlagi pojmov, katere že poznamo; tako pridemo do umevanja novega pojava, in potreba je le še, da se ga privadimo, kakor se mora tudi otrok privaditi barv, da jih razločuje, čeprav mu jih kaže oko že prej, nego se je naučil jih spoznavati.

Iz navedenih razlogov rabimo tudi mi primeri, ki se mnogokrat uporablja v elektrotehniki in nam bo olajšala spoznavanje količin, od katerih je odvisen električni tok, kakor tudi zakonov, po katerih sodelujejo te količine pri vsakem električnem pojavu.



Sl. 1.

Mislmo si dve posodi, deloma napolnjeni z vodo, kakor nam kaže slika 1. Zvezani sta s kratko cevjo, katero lahko zapremo

z ventilom. Če stoji voda v obeh posodah enako visoko, ne opazimo nobene izpremembe, ako odpremo ventil.

Če pa nalijemo v eno posodo več vode, nego v drugo, tako da stoji n. pr. v levi za višino R višje nego v desni, in odpremo ventil prav malo, tako da stoji v smeri XX , teče voda iz leve posode skozi malo odprtino ventila, v smeri pšice p v desno posodo; nastane torej vodni tok, ki traja toliko časa, da se zenači razlika R površin v obeh posodah, in stoji na obeh straneh voda enako visoko v višini NN .

S tem primerom si že lahko razjasnimo osnovni zakon za istomerne, konstantne, električne tokove — Ohmov zakon — in količine, ki v njemu nastopajo.

Ko smo nalili vodo v levo posodo za višino R višje nego v desno, smo s tem napravili neko delo, kakor pravimo v mehaniki: Dali smo vodi v levi posodi za višino R večjo potencialno energijo.¹⁾

Še enostavnejše posode, kakor za tekočine, imamo za elektriko, če se smemo tako izraziti. Tukaj zadostuje n. pr. že navadna kovinska krogla, da naberemo na njej nekaj elektrike.

Tudi tu porabimo neko mehanično silo, da spravimo elektriko na kroglo ali kondenzator (kakor se imenuje sploh vsaka priprava, na kateri lahko nabiramo elektriko); napravimo torej neko delo, ki ga imenujemo „potencial“. Kakor ima v mehaniki vsako telo gotovo potencialno energijo, tako ima tudi v elektriki vsako telo gotov potencial. Nas zanima tu le mejsebojno razmerje ali razlika potencialov; da jih moremo primerjati, pravimo, da imajo tista telesa, ki imajo isti potencial kakor naša zemlja, potencial 0 (nič), ravno tako, kakor pravimo o telesih na morski površini, da je njih višina „nič“ nad morjem.

¹⁾ To energijo bi lahko imenovali tudi mirujočo energijo ali energijo lege (Energie der Lage), kajti vsako telo ima nekako mrtvo energijo že s tem, da se nahaja v gotovi višini, ki se pa koj oživi, če izpodmaknemo telesu stališče, tako da pade. Čim višje se nahaja kako telo, tem večjo mrtvo energijo ima; ker pa nimamo absolutne mere za višine, nas zanima tudi le mejsebojno razmerje potencialnih energij.

V prejšnji primeri smo videli, da povzroča razlika potencialnih energij v obeh posodah vodni tok v zvezni cevi, če odpremo ventil. Z ventilom reguliramo tako rekoč upor, ki se stavi vodnemu toku; ta je toliko večji, čim manjša je odprtina ventila, in postane največji, če zapremo ventil popolnoma.

Iz tega vidimo, da vpliva upor na jakost toka; če je upor največji ali ventil popolnoma zaprt, sploh ne nastopi tok; če odpremo ventil in zmanjšamo upor, je tok toliko močnejši, čim manjši je upor, odvisen je pa tudi od površinske razlike R , in je toliko močnejši, čim večja je ta razlika.

Jakost vodnega toka je torej sorazmerna razliki R , ki bi jo lahko imenovali tudi napetost vode, in obratno sorazmerna upor.

Isti zakon velja tudi za električne istomerne tokove in je imenovan po velezaslužnem fiziku Ohmu.

Če zvežemo namreč dva kondenzatorja, ki imata različne potenciale, tako da je med obema neka potencialna razlika ali elektromotorična sila, s kovinsko žico, ki ima v vsakem slučaju gotov upor, se pojavi električni tok v zvezni žici, čigar jakost je toliko večja, čim večja je napetost in čim manjši je upor žice.

V praktični uporabi električnega toka moramo imeti gotove enote, s katerimi merimo posamezne količine. Sestavili so jih na podlagi „centimeter-gram-sekundskega“ merilnega sistema; saj vsaka enota, bodisi za katerikoli prirodni pojav, je sestavljena iz treh dimenzij: dolžine, mase in časa.

Napetost toka merimo z „volti“, jakost z „amperji“ in upor z „omi“. Predaleč bi zašli, če bi hoteli pokazati, v kaki zvezi so te enote z omenjenimi tremi dimenzijami; vsaj nekoliko se pa pouči čitatelj o teh enotah, če napravimo nekaj primer z Ohmovim zakonom.

Če zaznamujemo število voltov z v , amperjev z a in omov z o , potem napišemo lahko Ohmov zakon takole:

$$a = \frac{v}{o}$$

Ako imamo na razpolago električni tok z napetostjo 100 voltov, ga lahko porabimo za električno razsvetljavo. Žarnica, ki naj ima okoli 32 normalnih sveč svetlobe in ki je odmerjena za 100 voltov, ima okoli sto omov upora; po obrazcu

$$a = \frac{v}{o} = \frac{100 \text{ voltov}}{100 \text{ omov}} = 1 \text{ amper}$$

izračunamo, da porabi taka žarnica 1 amper toka.

Produkt iz $a \times v$ nam pove moč električnega toka, ravno tako, kakor merimo moč vodnega toka s produktom iz njegove hitrosti in jakosti. Hitrost vodnega toka je odvisna samo od napetosti ali višine padca, jakost pa od števila litrov na sekunde, tako da nam pove že produkt iz višine vodnega padca in števila litrov na sekundo učinek vodnega toka v eni sekundi. Če hočemo dobiti učinek električnega toka, moramo tudi tukaj upoštevati čas; produkt $v \times a$ imenujemo „watt“, naša 32 svečna žarnica porabi torej $100 \text{ voltov} \times 1 \text{ amper} = 100 \text{ watov}$, in če gori eno uro, je napravil tok delo sto watskih ur. Število watskih ur plačuje odjemalec električnega toka; zapisuje jih avtomatično elektroštevec, ki ima nekoliko podobnosti z navadno uro.

Mnogokrat se govori o „kratkem stiku“ (Kurzschluß), ker lahko povzroči požar. To ne spada sicer k našemu predmetu, vendar ga hočemo na kratko razložiti, da se bolje seznanimo z Ohmovim zakonom.

Mislimo si žično omrežje za električno razsvetljavo! Kakor znano, obstoji to iz samih žičnih parov ali dvojic; obe žici vsake take dvojice sta skrbno izolirani druga od druge, ker vlada med njima napetost, ki jo proizvaja dinamo-električni stroj, n. pr. sto voltov, kakor v prejšnji primeri.

Če zvežemo tako žično dvojico z uporom, udari koj tok skozi njega, njegovo jakost pa določimo po Ohmovem zakonu, kakor smo prej izračunali za žarnico, ki ima 100 omov upora.

Po nesreči se včasih zgodi, da prideta obe žici po prav majhnem upor v dotiko, n. pr. če je izolacija slaba in se obe žici

dotakneta druga druge; upor je v tem slučaju zelo majhen, recimo 1 om, in tok, ki udari skozi, znaša

$$a = \frac{v}{o} = \frac{100}{1} = 100 \text{ amperjev.}$$

Tako jak tok zadostuje, da se raztopé več milimetrov debele žice, od česar se gorljive stvari lahko vnamejo; glasni pok še poveča strah, ki ga povzroči nenadni požar. Vendar se kratki stik zelo redko primeri, če je izolacija žičnih dvojic dobra; vrhutega se lahko zabrani z brankami (Sicherung).

Ohmov zakon, ki smo ga spoznali iz navedenih primer, velja samo za istomerne konstantne tokove; kakor hitro pa izpreminjajo ti svojo jakost ali celo smer, nastopijo nove količine, in Ohmov zakon potrebuje še dopolnitve, ki jo bomo lahko umeli, če se vrnemo k prvi primeri.

Mislimo si zopet, da stoji voda v levi posodi (slika 1.) za višino R višje nego v desni! Odprimo sedaj ventil hitro do polne odprtine v smeri YY , tako da je upor v zvezni cevi prav majhen. Vsled majhnega upora udari močen tok v desno posodo; ko dosežeta obe površini isto višino NN , ne prejenja tok, kajti vodna masa se je tako zaletela, da ne more v višini ravnotežja kar naenkrat obstati, ampak naraste v desni posodi za nekoliko višje, kakor je površina v levi. Posledica te nove površinske razlike je zopet tok, ki ima nasprotno smer; njegova jakost je v trenutku, ko se smer izpremeni, najmanjša, narašča potem do gotove največje količine, in pojema zopet do trenutka, ko izpremeni svojo smer. Največja količina toka pa je pri vsakem obratu manjša, kar je naravno, ker vedno nasprotuje upor v posodi in cevi, naj bo tudi zelo majhen, pretakanju; posledica je ta, da se voda sčasoma umiri.

Prav isto opazujemo pri navadnem nihalu, če ga poženemo, ali sploh pri vsakem periodičnem gibanju; v vseh slučajih je vzrok takega gibanja vztrajnost mase.

To vztrajnost opazujemo tudi v elektriki. Če zvežemo dve telesi, ki imata različen potencial, n. pr. obe oblogi vsakemu znane

lejdenske steklenice, ki smo jo napolnili z elektriko, z malim uporom, n. pr. s koncem bakrene žice, udari tako močan tok skozi, da ne more prejenjati v trenutku, ko sta potenciala obeh oblog steklenice enaka, ampak traja še nekaj časa. To pa povzroči, da dobita oblogi nasprotna potenciala: steklenica se takorekoč sama napolni, toda v nasprotnem smislu, in vsled tega nastane v žici nov tok, ki je prejšnjemu nasproten. Ta novi tok povzroči zopet sebi nasproten tok iz istega vzroka, in tako si sledé ti tokovi drug drugemu v nasprotni smeri; imenujemo jih zaradi tega izmenične toke. Jasno je, da bi trajali taki toki neprenehoma, ko ne bi bilo izgub vsled upora v žici itd.

Vzrok, da se pojavijo taki tokovi, je vztrajnost toka, ki jo imenujemo „samoindukcijo“, ker takorekoč vsak tok sam inducira v nasprotni smeri sledečega. Vsled izgub trajajo na ta način proizvajeni tokovi le zelo malo časa, ali bolje rečeno: sledi si le malo tokov. Če hočemo uporabljati izmenične tokove, jih proizvajajo z velikimi dinamskimi stroji, ki nam dajejo poljubno jakе tokove; ti periodično menjavajo svojo smer in jakost; rabimo jih lahko v iste namene, kakor istomerne tokove: za električno razsvetljavo, za prenašanje mehanske sile itd.

Njih jakost se pa ne dá določiti tako enostavno, kakor smo videli prej, iz napetosti in upora, ampak vedno moramo upoštevati samoindukcijo aparata, katerega hočemo s tokom napojiti; samoindukcija je odvisna od aparata samega, pa tudi od števila period toka, to se pravi, kolikorkrat v sekundi ta izpremeni svojo smer in jakost. Ker je stvar preveč zapletena, da bi pokazali, kako se matematično izračuni jakost izmeničnega toka, omenimo le še, da poveča v vsakem slučaju samoindukcija električni upor, in ker rase samoindukcija s številom tokovih period, ali kakor tudi pravimo, z njegovo „frekvenco“, postane lahko ta navidezni upor za mnogoperiodične ali visokofrekventne tokove tako velik, da se obnaša kovinska žica navita na vretenu, kakor izolator.

To dejstvo uporabljajo uspešno pri aparatih brezžičnega brzojava, ki deluje uprav z visokofrekventnimi toki.

Mnogo se je bavil z izmeničnimi, posebno visokofrekventnimi tokovi, znani Hrvat Nikola Tesla. Kake ideje so ga vodile pri tem, bomo spoznali pozneje, ko bomo proučili električne valove.

Visokofrekventni tokovi so tudi oni, ki jih opazimo, če sprožimo lejdensko steklenico z majhnim uporom; razločujejo se od navadnih izmeničnih tokov, ki nam služijo za električno razsvetljavo itd., in imajo razmeroma majhno frekvenco, tudi po svoji visoki napetosti.

Ta je tako velika, da vselej, kadar hočemo sprožiti lejdensko steklenico in hočemo napraviti stik obeh oblog s kovinsko žico, preskoči električna iskra, preden napravimo popolno zvezo. Ta iskra je samo vidni del izmeničnega toka v žici in mora imeti potem takem sama tudi isti značaj.

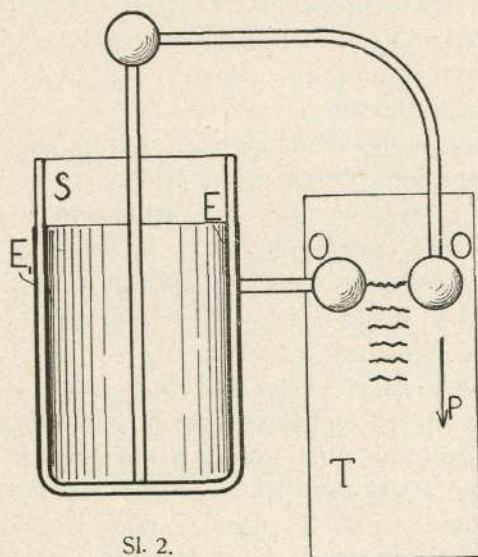
Prvi, ki je spoznal, da dobi taka iskra, če je upor zvezne žice majhen, značaj izmeničnega toka, je bil Thomson, ki je svojo trditev podprl z matematičnimi izpeljavami. Dejansko je to dokazal Feddersen, ko se mu je posrečilo napraviti fotogram take iskre.

Princip njegovega poizkusa nam kaže slika 2. E in E_1 sta obe oblogi lejdenske steklenice S ; vsaka je v zvezi po debeli žici s kroglijama $O O$, med katerima preskoči iskra, če ju dovolj približamo. Zadaž za kroglijama se premika z veliko hitrostjo svetlobno občutljiv trak T v smeri pušice p . Če sestoji električna iskra med $O O$ res iz posameznih tokov, ki si sledé drug drugemu, mora biti tudi iskra sestavljena iz posameznih bleskov, katerih podobe dobimo ločene na traku T^1). Ako vemo hitrost traka, s katero se je premikal, in seštejemo število fotografiranih isker, lahko izračunamo, koliko tokov si je sledilo v sekundi; na ta način določimo torej frekvenco iskre, ki je prav

¹⁾ Fotografijo take iskre po naravi priobčimo prihodnjič; na nji se dobro razločujejo temne in svetle proge.

velikanska, okrog 3 milijard na sekundo, ter je odvisna od veličine krogelj $O O$.

Ti dve krogli, med katerima oscilira električna iskra, tvorita takozvani oscilator,

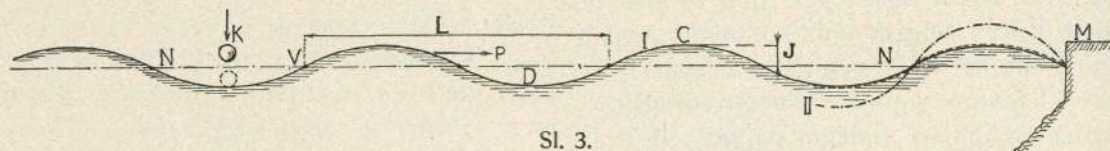


Sl. 2.

ki ima dostikrat posebno obliko, da je mogoče vplivati na značaj oscilatoričnih isker.

Na takih iskrh opazujemo še nekaj posebnega. Izmenično pretakanje elektrike v oscilatorju je že samo na sebi nekako valovanje elektrike, in ti električni valovi se širijo okrog oscilujočih isker na vse strani.

Nevenljivih zaslug za raziskavanje teh valov si je pridobil genialni Nemec Hertz,



Sl. 3.

ki je, delujoč z najskromnejšimi sredstvi, postavil temelj danes že tako razvitemu brezžičnemu brzojavu. Njegove poizkuse si hočemo nekoliko ogledati, prej pa še proučiti, kako se širijo valovi sploh.

Vsakdo ve gotovo za kak majhen ribnik v zatišju, kjer ga ne vznemirja nobena sapica, čigar površina je gladka kakor zrcalo.

Na tak kraj se podamo, če hočemo videti, kako nastanejo in se razširjajo vodni valovi. Izberemo si v ta namen lepo okrogel, ne prevelik kamen, ter ga spustimo nekoliko

oddaljeno od brega na mirujočo površino. Kamen vtisne v površino dolino, kroginkrog pa se napravi valni hrib in ta se razširja ter teče navidezno proti bregu; temu prvemu valu pa sledi takoj drugi in tretji, in ko prvi doseže breg, pokriva že celo površino enakomerno valovje. Če si ga mislimo počez prerezanega, nam pokaže slika 3. njegovo podobo.

K je okrogel kamen, ki smo ga spustili v smeri navpične pušice na vodno gladino. Nastali val hiti v smeri pušice p proti bregu, toda le navidezno; če bi mislili, da se res pomika površina vode proti bregu, bi se motili. Prepričamo se lahko o tem, če vržemo v vodo lahek predmet, n. pr. zamašek; tega ne vzame val s seboj, ampak guglje se na istem mestu gor in dol; enkrat ga vidimo, da jezdi na valovnem hribu, takoj nato pa se zopet pogrezne v dolino.

Iz tega razvidimo, da se lahko širi stanje vodne mase naprej, ta sama pa ostane na svojem mestu.

Prav tako si lahko razlagamo električni tok na podlagi Maxwellove etrske teorije. Eter, ki je prenašalec svetlobnih žarkov kakor tudi elektrike, ostane na svojem mestu, njegovo valovanje ali tresenje se pa razširja. V novjšem času izpodriva sicer to teorijo čimdalje bolj snovna tako-

zvana „ionska“ teorija, ki omogočuje tudi razlago Röntgenovih žarkov in več pojavov, ki so s temi v ozki zvezi. Iznajdba radija in njegovih čudnih lastnosti je sploh precej zmešala račune učenjakom, in kdo ve, kako novo presenečenje nam prinese najbližja prihodnost!

Vrnimo se k svojemu ribniku! V tem, ko so nam ušle misli za nekaj časa drugam, nam je pokazala površina njegova čisto drugo lice. Valovi, ki so hiteli prej na videz k bregu, stojé sedaj vsi na svojem mestu,

valni hribi skačejo sedaj z zamaškom vred gor in dol, ne premaknejo se pa s svojega mesta; med vsakim hribom in vsako dolino pa opazimo točko, ki miruje: imenujemo jo valni voz. Odkod pa ta izprememba?

Val, ki doseže breg *M*, tukaj ne izgine, ampak se reflektira ter teče zopet nazaj proti svojem izvoru; na tem potu pa se vjame z onimi, ki tečejo še proti bregu, ter tvori s temi združen, nov „stoječ val“ imenovan, ker se na videz ne premika.

V sliki smo zaznamovali prvotni val z *I*, in nastali stoječi val (pikasta črta) z *II*.

Dolžino med dvema hriboma ali sploh med dvema točkama, ki sta v isti „fazi“,

kakor na primer točke *V*, imenujemo valno dolžnost. Če vemo valno dolžnost in število valov v sekundi, katero lahko izračunamo, če seštejemo, kolikokrat pride zamašek na valni hrib v sekundi, izvemo tudi hitrost, s katero se širijo valovi proti bregu *M*.

Če ocenimo n. pr. dolžnost vala na približno en meter, in naštejemo v eni sekundi tri valove, hiti val s hitrostjo treh metrov na sekundo naprej, in produkt iz dolžnosti in števila valov je njegova hitrost. Ta osnovni zakon velja za vsa valovita gibanja in tudi za električne valove; s katerimi se hočemo v naslednjem baviti.

(Dalje.)



ANTON MEDVED:

TRNOLJE.

3.

Odkar je slavni Arhimed
vesel zaklical „hevreka“,
hvaležen boštvom daroval
obilo hekatomb goved,
odtlej se tresejo še zdaj
vsi biki, voli, kadarkoli
iznajde kdo kak nauk nov.

Vi vsi, ki vzeli ste patent,
da smete peti, pisati,
izdajati vse vrste knjig,
med sabo se hvalisati —
ne tresete se nič, videč,
da vstaja tu in tam talent,
ki ni mu mari vaš patent,
ki bode živel dlje od vas?



V. R.:

BREZ ŽICE.



ri poizkusu na ribniku smo videli, da je bil v vodo vrženi kamen izvor valovja, ki se je razprostiralo na vse strani, okrog točke, v kateri je zmotil kamen ravnotežje. Kakor tukaj teža kamna, tako v oscilatorju oscilujoča iskra povzroči električne valove, ki se širijo na vse strani.

Znani izumitelj mikrofona, Hughes, je prvi opazil, da učinkuje električna iskra v daljavo. Ko je poizkušal z mikrofonom, je slišal vselej, kadar je preskočila v obližju mikrofona električna iskra, nekak šum v telefonu, ki je bil zvezan z mikrofonom. Razlagal si je to popolnoma pravilno tako, da se širijo okrog iskre električni valovi, ki vplivajo na mikrofona in po tem tudi na telefon. On je tudi prvi izkušal uporabiti te električne valove za brezžični brzojav. Posrečilo se mu je že, da je dajal znamenja na več nego 100 metrov, ko je povabil najuglednejše strokovnjake newyorške, da so prisostovali njegovim poizkusom.

Ti so z zanimanjem sledili njegovim izvajanjem, vendar je izjavil tajnik društva „Royal Society“, profesor Stokes, da se ne strinja z njegovimi nazori o električnih valovih, ampak da si razlaga učinek električne iskre na daljavo na podlagi indukcije električnih tokov.

Ta izjava je Hughesa tako oplašila, da ni hotel objaviti svojih poizkusov, dokler se mu ne posreči znanstveno dokazati pravilnosti svoje trditve. Ta dokaz se mu sicer ni posrečil, vendar pa je čudno, zakaj ni svojih poizkusov odkril javnosti, ko je že Hertz dokazal istinitost električnih valov.¹⁾

¹⁾ Opis Hughesovih poizkusov se nahaja v izborni knjigi: „Die Telegraphie ohne Draht“

(DALJE.)

Hertz pri svojih poizkusih ni rabil mikrofona in telefona kakor Hughes, ampak takozvani resonator.

Kaj je resonanca v akustiki, je znano vsakomu: Pojoča struna na kateremkoli glasbilu spravi v tresenje vse druge strune in predmete, katere dosežejo akustični valovi, če imajo isti ali pa za celo oktavo različen ton, kakor prvotno udarjena struna.

Razlaga resonance je zelo enostavna. Mislimo si le kako težko telo, obešeno na niti! Ako hočemo to nihalo zazibati, ga nekoliko porinemo, in zaziblje se prav malo; porinemo ga še enkrat v isti smeri in ponavljamo te periodne sunke tolikokrat, da se nihalo krepko ziblje. Sunke moramo torej uravnati po periodnem številu nihala, ali, kakor tudi pravimo, jih moramo spraviti v resonanco z nihanjem nihala. Lahko pa tudi izpustimo vsak drugi ali tretji sunek, in dosegli bomo isti uspeh; v tem slučaju je število nihajev mnogokratnik števila sunkov.

Na prav isti način spravijo tudi akustični valovi v tresenje v glasu vjemajoče se predmete. Prvi sunek akustičnega vala pač še ne zadostuje, da bi zapela od prvotno udarjene nekoliko oddaljena struna, marveč mora slediti več zaporednih sunkov, da zapoje tudi ta. Mogoče je pa, da je že en sam sunek tako močan, da spravi v tresenje predmete, posebno če so lahki.

Tako na primer zaziblremo nihalo brez težave tudi z enim samim močnim sunkom; strel iz topa pa strese vse strune glasovirja, brez ozira, če se njih glasovi vjemajo z njegovim basom. Iz tega razvidimo, da stopi resonanca samo takrat v veljavo, če traja

(von Richi u Dessau. Druck und Verlag von Vieweg u. Sohn, Braunschweig), ki se odlikuje po skrbno sestavljenih literarnih podatkih. Na to delo se bomo še večkrat ozirali.

prvotno tresenje dalj časa, ali kar je isto, če le počasi pojema; dočim je resonanca izključena, kjer se pojavi prvotno tresenje z veliko jakostjo, pa tudi zelo hitro preneha. Na to dejstvo se bomo ozirali pri opisovanju ubrane telegrafije (Abgestimmte Telegraphie). Podobno, kakor v mehaniki in akustiki, se pojavlja resonanca tudi v elektriki.

Če pogledamo še enkrat sliko 2. (stran 550.) vidimo, da tvori lejdenska steklenica E ali kondenzator z zveznimi žicami in oscilatorjem OO tokovodni krog, v katerem oscilira elektrika, ki se kaže v oscilatorju v obliki isker. Število tokovih izmen ali električnih tresajev v oscilatorju določimo lahko matematičnim potom, če poznamo količino samoindukcije in kapacitete celega tokovega okrožja, kakor je pokazal že omenjeni Thomson. Kapaciteta je pred vsem odvisna od površine kondenzatorjevih oblog, samoindukcija pa od oblike zveznih žic; umevno je potemtakem, da odločuje razmerje teh dveh količin, kdaj da je izenačenje potencialno istomerno ali pa oscilatorično, če pomislimo, da je tudi v primeri sl. 1. (str. 546.) odvisno od razmerja vsebine obeh posod in prereza zvezne cevi, kdaj da se pojavi miren vodni tok, ali pa nastane valovito gibanje vodne mase. Če bi bili posodi zelo veliki in cev razmeroma tenka, se gotovo ne bodo pojavile oscilacije vodnega toka, pač pa, če ima cev ravno tak prerez, pa so posode manjše, tako da je cev v primeri s posodama debela.

Iz navedenega sledi, da tvori kondenzator z zveznimi žicami in z oscilatorjem popolnoma samostojen kompleks, ki povzroča v oscilatorju, če ga napajamo z elektriko, oscilacije električnega toka s popolnoma določeno frekvenco. Ta kompleks je podoben tudi napeti struni, katera ima tudi gotovo visočino glasu; Nemci ga imenujejo Schwingungskreis, mi ga pa hočemo nazivati tresajni krog.

Tresajni krog lahko oskrbujemo z elektriko na več načinov, na primer s podelitvijo, da približamo kondenzatorju elektrizi-

rano palico, kar pa je zelo nepripravno, po navadi le s pomočjo transformatorjev.

Njih princip je enostaven: Mislimo si dve žični tuljavi (Drahtspule) drugo v drugi! Ako pošljemo skozi eno izmeničen tok, inducira se v drugi tudi izmeničen sekundarni tok, ki ima isto število izmen v sekundi ali isto periodno število, njegova napetost pa stoji v istem razmerju k napetosti prvotnega toka, kakor število ovojev (Windungszahl) primarne in sekundarne tuljave. Ako ima n . pr. prvotni tok napetost 100 voltov in je razmerje ovojev $1 : 100$, ima sekundarni tok $100 \times 100 = 10.000$ voltov napetosti. V nasprotnem razmerju se izpremeni jakost: Če je imel prvotni tok 10 amperjev, ima drugotni le $1/10$ amperja; celotna vrednost toka ostane torej ista, če se ne oziramo na koristni uspeh (Nutzeffekt). Istomernih tokov ne moremo tako enostavno pretvoriti, ker se mora v drugotni tuljavi le tedaj inducirati tok, če izpreminja prvotna vsaj svojo jakost če že ne svoje smeri. Zato rabimo, kadar hočemo pretvoriti istomerne tokove, takozvane interruptorje ali prekinjala, s katerimi istomerni tok hitro zapored sklenjamo in prekinjamo, ter tako izpreminjamo njegovo jakost, da je sposoben za pretvarjanje.

Najbolj znana oblika takih prekinjal je Neefovo (beri Nif) kladvece, ki ga opisuje vsaka „Fizika“.

Posebno obliko je dal transformatorjem Ruhmkorff; imenujejo se po njem „Ruhmkorffovi induktorji“. Sedaj jih pri poizkusih z električnimi oscilacijami in v brezžičnem brzojavljanju skoro izključno uporabljajo. Ruhmkorffovi induktorji se odlikujejo vsled svoje konstrukcije po tem, da proizvajajo velikske napetosti, in ocenjujemo jih ravno po dolžini isker, katere proizvajajo vsled visoke napetosti.

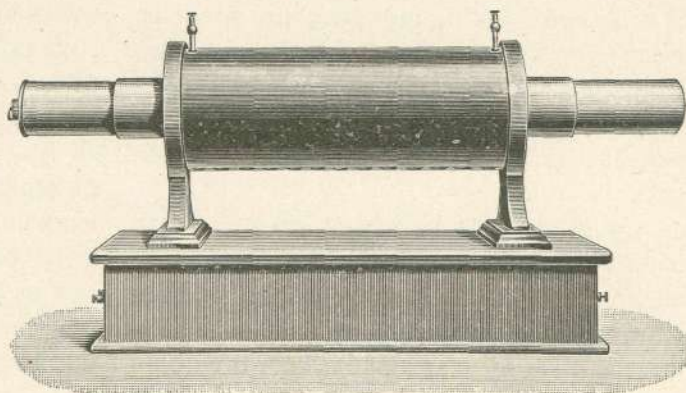
Slika 4. nam kaže tak indukčni aparat, kakor se rabi v brezžičnem brzojavu. Na obeh konceh vun moleči valj obstoji iz železnih paličic, ki so zložene v cilindar, krajši, toda debelejši pa obstoji iz prvotne debeložične tuljave, in drugotne, ki je zvita dostikrat iz več ko 30.000 metrov dolge, zelo

tenke, dobro izolirane bakrene žice. Na vrhu opazimo tečajeva vijaka, v katera se končujeta oba konca drugotne tuljave. Med njima vlada največja napetost, ki se kaže v pol metra in pri največjih takih aparatih tudi meter dolgih iskrar. Tako velik induktor ima novi elektrotehnični inštitut dunajske politehnike.

Slika 5. nam kaže prekinjalo za tako velike induktorje. Na desni stoji majhen elektromotor, ki vrti s pomočjo vrvice nazobčan cilindar na navpični osi v stekleni posodi. Navpična os je votla ter sesa na dnu posode nahajajoče se živo srebro ter ga brizga na zobe skozi tenko cevko. Vselej, kadar zadene živossrebrn curek na cilindrov zob, se tok sklone in prekine, kadar šine skozi presledek dveh zob. Izbrizgano živo srebro se zbira na dnu posode, odkoder nastopi zopet svojo prejšnjo pot.

Iskre, ki jih proizvaja induktor, porabimo lahko za polnjenje lejdenskih steklenic ali kondenzatorjev sploh v katerikoli obliki. Zvežemo pa tudi lahko obe kondenzator-

je pa odvisen samo od tresajnega kroga in ne tudi od induktorja, ki že dokonča vselej svojo vlogo, kadar se prično oscilacije toka.

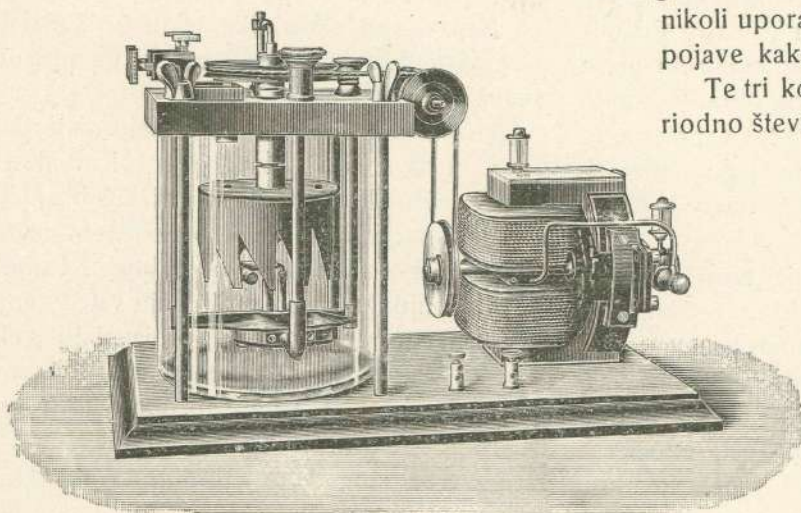


Sl. 4.

Tak neodvisen tresajni krog nam predstavlja tudi slika 2. (str. 550.).

Mislamo si pa lahko vsako kovinsko žico sestavljeno iz neskončno mnogo silno tenkih plasti, ločenih po takozvanem dielektriku, katere tvorijo v celoti žico, po dve in dve skupaj pa zelo majhen kondenzator. Vsi ti mali kondenzatorji so takorekoč zapored sklenjeni. Iz tega sledi, da ima vsaka kovinska žica tudi neko kapaciteto, ter poleg te tudi gotovo samoindukcijo. Seve ne manjka nikoli upora, ki spremlja vse električne pojave kakor svetlobo senca.

Te tri količine pa že določujejo periodno število, in tako uvidimo, da nam predstavlja v najenostavnejšem slučaju že kosec kovinske žice v katerikoli obliki tresajni krog, in sklepamo lahko še dalje, da pristojata sploh vsakemu telesu, ki vodi elektriko, gotovo število tresajev; lahko bi ga imenovali „lastno frekvenco“, kakor pristojata tudi akustično vsakemu telesu popolnoma določen ton, če



Sl. 5.

jevi oblogi naravnost s konci drugotnega ovoja induktorjevega, in v oscilatorju skačejo potem neprenehoma iskre, katerih značaj

ga udarimo; ta glas je zopet odvisen od mase in oblike in je posledica lastnih tresajev (Eigenschwingung).

Kakor potrebujemo tukaj nekaj mehanične sile za udarec, ki povzroča „lastno tresenje“ telesa, tako porabimo tudi nekaj električne energije, da spravimo telo v potencialno razliko, ki je kakor mehaničen udarec vzrok „lastne frekvence“. S to izpeljavo smo že prišli do Hertzovega resonatorja, ki ni nič drugega, nego kosec žice, zavrt v obroč z malim presledkom.

Hertz je namreč opazil, da ima kovinska žica, zvezana z eno kroglo oscilatorja, v različnih točkah različen potencial, kar je sklepal iz tega, da so se pojavile iskrice, ako se je približal konec te žice kaki njeni poljubni točki, in te iskrice so bile toliko močnejše, čim bolj oddaljeni sta bili obe približani točki iste žice. Iz tega sledi, da se širi vsakokratni potencial oscilatorjeve krogle, ki je zvezana z omenjeno žico, tudi na to, in sicer z neko gotovo hitrostjo, kajti če bi nastopil po celi žici naenkrat isti potencial, ne bi se mogla pojaviti med posameznimi točkami iste žice potencialna razlika. S tem je našel Hertz velevažno dejstvo, da napreduje električno stanje časovno, ali kar je isto, da ima električni tok gotovo hitrost. Hertz je pretrgal nato vsako zvezo med žico in oscilatorjem ter približal v bližini oscilujoče iskre oba konca kratkega žičnega kosca, tako da je nastal mal obroč z majhnim presledkom, ki ga je imenoval resonator. Opazil je tudi v tem slučaju iskrice, iz česar je sklepal, da se električne oscilacije v oscilatorju ne širijo samo ob dobrih prevodnikih in žicah, ampak da se razprostirajo tudi po ozračju naokrog in da povzročajo električno stanje na telesih, ki niso z oscilatorjem v nobeni zvezi.

Izpreminjal je tudi obliko in velikost resonatorja in našel, da so iskrice v gotovih razmerah najživahnejše in da odvisé tudi od razmer oscilatorjevih; prepričal se je torej, da mora vladati med oscilatorjem in žičnim obročem „električna resonanca“.

Dokazal je tudi, da napreduje električno stanje okrog oscilatorja v podobi valov, katerih značaj se prav nič ne razločuje od drugih valovitih gibanj, in da se lomijo in

reflektirajo ter interferirajo kakor svetlobni trakovi. Posrečilo se mu je tudi z reflektiranjem napraviti stoječe valove, kakor smo jih opisali na podlagi slike 3. (str. 550.) ter poiskati valne vozle in hribe. Ker vemo, da je dvojna razdalja dveh valnih vozlov enaka valovi dolgoti L (slika 3.), je našel na ta način tudi dolgot valov, ki je znašala pri njegovih poizkusih okrog devet metrov. Iz kapacitete in samoindukcije oscilatorja se dá izračunati po Thomsonovih izvajanjih število tresajev v sekundi ali periodno število, in iz teh količin že lahko določimo tudi hitrost električnih valov po istem obrazcu, kakor smo jo pokazali za vodne valove, namreč da je hitrost vala enaka produktu iz periodnega števila in valove dolgoti.

Na ta način je našel Hertz, da je hitrost električnih valov enaka hitrosti svetlobnih žarkov, namreč $3 \cdot 10^{10}$ cm ali 300.000 km v sekundi.

S tem je postavil Hertz Maxwellovo etrsko teorijo na trdna tla in bistvo elektrike in svetlobe na skupen temelj ter ustvaril prvo podlago Marconijeve brezžične telegrafije, ki igra danes že toliko vlogo, iznajditeljem in učenjakom pa je odprl široko polje plodonosnega delovanja.

Omenimo samo idejo, zmanjšati dolžino električnih valov v toliko, da bi se izpremenili v svetlobne, očesu vidne trakove, kateri se je posvetil posebno znani Hrvat Tesla, čigar fenomenalni poizkusi z visokofrekventnimi in torej kratkovalnimi tokovi so znani celemu svetu, dasi še ni dosegel z njimi svojega smotra; kajti najkrajši električni valovi, ki se jih je posrečilo dosedaj napraviti, so še vedno nekaj milimetrov dolgi, dočim merijo svetlobni komaj par desetisočink milimetra. Enostavne aparate Hertzove so izpopolnili različni fiziki, ki so se bavili z električnimi valovi; posebno pomembna pa je bila za brezžično brzoavljanje iznajdba takozvanih radiokonduktorjev, ki so stopili na mesto primitivnega Hertzovega resonatorja in ki ga v občutljivosti daleko prekašajo.

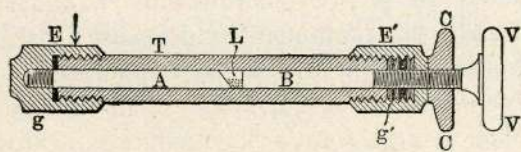
Že preden je Hertz objavil svoje poizkuse (l. 1888.), je opazil Calzecchi-Onesti, da izpremeni cevka iz izolujoče snovi, napolnjena z oksidiranimi kovinskimi opilki in sklenjena v krog galvanskega toka, svoj upor, če skačejo v njeni bližini električne iskre. Razlagal pa si je ta pojav potom indukcije.

Pozneje se je mnogo bavil s takimi opilnimi cevkami Brauly, kakor tudi Anglež Lodge, ki jim je dal ime koherer, katero lahko tudi mi pridržimo.

Delovanje kohererja razlagajo različno, Lodge na primer je mnenja, da zvarijo takorekoč električne iskricke, ki se pojavijo vsled električnih valov med posameznimi opilnimi zrnici, ta zrnca med seboj, in zmanjšajo tako upor cele cevke. Vendar se dajo navesti dejstva, ki nasprotujejo tej razlagi; jasnosti danes o tej stvari še nimamo vkljub mnogostranskim raziskavanjem in poizkusom.

Poleg Braulyjevega kohererja imamo še celo vrsto radiokonduktorjev, ki izvršujejo svojo nalogo z večjo ali manjšo točnostjo, vendar zavzema opilna cevka še vedno med vsemi prvo mesto, če izvezamo Marconijev aparat, ki je še občutljivejši in sestavljen na podlagi dejstva, da uničujejo izmenični tokovi remanentni magnetizem.

Slika 6. nam kaže koherer, ki se je v brezžični telegrafiji dobro obnesel. *A* in *B* sta kovinska cilindra, eden naravnost, drugi



Sl. 6.

pošev odrezan. Med obema nastali prostor *L* ni docela napolnjen z oksidiranimi nikljevimi opilki, katerim so primešani štiri odstotki srebrnih opilkov. S tem, da je en cylinder napošev odrezan, se lahko izpreminja občutljivost kohererja; kakor namreč zavrtimo cevko, premostijo opilki večjo ali manjšo razdaljo med obema cilindroma. Prevelika občutljivost kohererjev ni vselej na mestu,

ker se potem dostikrat oglasijo, ko jih nihče ne kliče.

Važen aparat pri proizvodnji električnih valov je oscilator, kajti njegove dimenzije odločujejo pred vsem dolgotrajnost električnih valov. Posebnih zaslug za sestavo oscilatorjev si je pridobil Righi, profesor v Bologni, avtor že večkrat navedene knjige. Raziskaval je posebno optične učinke električnih valov ter objavil plod svojih raziskavanj v knjigi: „Die Optik der elektrischen Schwingungen.“ Po njegovih podatkih sestavljeni oscilatorji so splošno v porabi. Njih bistvo obstoji v tem, da sta potaknjeni oscilatorjevi krogli v vazelininovo olje, kar poveča zanesljivost aparata; ti krogli tudi nista naravnost zvezani z induktorjem, ampak iskre morajo prekoračiti prej zračno pot. Tako se boljše izrazi velika napetost, ki jo proizvaja induktor.

Opisati moramo še člen, ki je pri brezžičnem brzojavu neobhodno potreben, namreč takozvano auteno. Našel jo je profesor Popov v Kronstatu, ko je raziskaval atmosferno elektriko. Rabil je pri teh poizkusih koherer, ki je bil zvezan na eni strani z dolgo žico, ki vodi visoko v ozračje, kakor kak strel vod, na drugi pa z zemljo. Obenem je zvezal obe kohererjevi strani z galvanskim členom in z električnim zvoncec

Če je preskočila v obližju zračne žice električna iskra iz oblaka v oblak, so dosegli spremljajoči jo električni valovi to žico, razprostirali so se po tej do kohererja in zmanjšali v njem upor. V tem trenutku je udaril lahko tok galvanskega člena skozi zvonec, ki je pozvonil. Upor ostane v kohererju toliko časa majhen, dokler se ne razdre dobri dotik med opilki, kar se doseže že z lahkim sunkom. Popov je postavil zaradi tega zvonec tako, da je njegovo kladvece tolklo po kohererju, ter dosegel s tem, da je zvonec zvonil samo toliko časa, dokler so dohajali električni valovi, kajti vsak udarec zvonca je uničil vodljivost kohererja. Mesto zvonca je sklenil Popov v kohererjev žični krog relais, to je navaden elektromagnet z zelo velikim številom ovojev. Če je padel

upor v kohererju tudi le prav malo, je zado-
stovalo že to, da je obkrožil prav slab tok
ovoje elektromagnetove; ta je potegnil malo
kotvico, ki je sklenila od prvega popolnoma
ločeni tokov krog z zvoncem. Tako je po-
večal Popov občutljivost svoje naprave in

je mogel kontrolirati zračno elektriko na
daljavo petih kilometrov.

Popov je hotel svojo napravo porabiti
tudi za brezžični brzojav ter jo v ta namen
še izboljšati, pa ga je prehitel Marconi.

(Konec.)



L. LENARD:

MAKSIMIR.

1.

Pred mano tihi drevored
se vije v mrak teman,
za mano mre življenja sled
in gasne vroči dan, —

in jaz hitim, hitim naprej
iz mesta v temno dalj,
v zelenje mirno senčnih vej,
kjer vtihne bol in žal.

Noči pokoj in sveži hlad
odjemlje dneva trud,
želja kipečih, rožnih nad
mi siplje v tesno grud.

V nemirnih prsih zve odmev
pozabljenih glasov
in v tiho noč zveni moj spev
do belih spet domov.

2.

V večernem mraku tih zefir
med vejami pihlja,
v daljavo temno moj nemir
odnaša iz srca.

Bolesti, ki jih dan je vroč
v nemirne prsi lil,
in v tesnem srcu boj pekoč
razburjenih čutil,

v prostrani, tihi, temni gaj
odnaša mi zefir
in v burna prsa mi nazaj
se vrača hlad in mir.

Kot spuščal bi se iz neba
krilatec božji zlat
in trosil bi mi v dno srca
nebeški mir in hlad,

na zemljo siplje bled se žar
in veje tih zefir,
ko spuščam se v tvoj tajni čar,
prelestni Maksimir.



V. R.:

BREZ ŽICE.



itatelj je gotovo opazil, da bi se dalo že s Hertzovimi pripravami brezžično brzojaviti. Mislimo si le, da bi si opazovalec resonatorja, vselej, kadar bi opazil iskrice v njem, napravil znamenje; če bi trajale iskrice dalj časa, in če bi nadziratelj pustil induktor dalj časa delovati, bi si naredil črto, za kratek interval pa piko, in iz teh črt in pik je že mogoče sestaviti Morzejev alfabet. Vendar ni Hertzu niti na um prišlo, da bi svoje poizkuse in iznajdbe porabil v ta namen; to pa ni nikakor čudno, kajti njegovi pripomočki so bili tako primitivni, da moramo le občudovati njegov genij, ki ni le slučajno naletel na kak nov pojav, ampak si ga je sam privedel po logični dedukciji.

Hertzove poizkuse so ponavljali, zboljšali so priprave za proizvajanje in opazovanje električnih valov, in kmalu so jih izkušali moške kakor Muirhead, Lodge, Preece, Popov uporabiti za brezžično telegrafijo ter delali v ta namen manjše poizkuse, ko se je mladi Guglielmo Marconi (roj. l. 1874.), slušatelj profesorja Righija, z vnemo priprijel te misli ter jo tudi uresničil.

Spretno je uporabil že obstoječe priprave, oskrbel tudi oscilator z auteno, katero je rabil že Popov pri prejemanu zvezano s kohererjem, ter pričel s poizkusi v bližini Bologne na posestvu svojega očeta.

Nato je šel na Angleško, kjer je našel moža, ki se je sam že bavil s takimi poizkusi, W. Preeceja, načelnika angleške brzojavne uprave, s čigar pomočjo je nadaljeval v večji meri te poizkuse, ki so se razmehoma ugodno obnesli, posebno, ko je zamenjal parabolične reflektorje z autenami.

(DALJE.)

Glas o njegovih poizkusih na Angleškem se je hitro raznesel, in kmalu je dobil Marconi od italijanskega vojnega ministrstva poziv, naj vodi brzojavne poizkuse vojne mornarice v zalivu pri Speziji. Marconi je našel pri tem važno dejstvo, da je odvisna daljjava, na katero se more brzojaviti, od dolžine auten, ter tudi od tega, če je pot med obema postajama prosta, če se takorekoč obe auteni vidita, ali pa če ji ločijo zadržki, kakor hribi, ali ladje na morju.

Pri Marconijevih poizkusih na Angleškem je bil navzoč tudi profesor Slabý, ki jih je



G. Marconi.

neodvisno od Marconija nadaljeval s svojim asistentom Arcom na Nemškem. Podpiralo ga je posebno nemško vojno ministrstvo; dalo mu je na razpolago zrakoplave, ki so nosili zelo visoke autene, s katerimi je bilo mogoče brzojavljati na večje razdalje. Pri teh poizkusih je zelo nagajala atmosferska elektrika, kajti dolge autene so bile obenem izboren strelvod, in udarci iz njega so bili dostikrat tako občutni, da se ni upal nihče v bližino. Popolna ločitev auten od dajalnih

in prejemalnih aparatov je ta nedostatek z uspehom zabranila. Slabý in Arco sta izdelala svoj zistem, ki se tudi po njima imenuje.

Tretji zistem je sestavil profesor Braun v Strassburgu; ta je v Nemčiji po tvrdki Siemens in Halske splošno vpeljan. Braun kakor Slabý sta zasledovala kot znanstvenika isti smoter: povečati razdaljo, na katero se more brzojaviti, obenem pa tudi gotovost brzojava. Znanstvenim potom sta prišla do istih rezultatov, dasi sta pričela pri različnih nazorih; posledica je bila patentna pravda za prvenstvo, ki je pa bila že pred par leti končana..

Da je nastalo več samostojnih zistemov, pa je krivo tudi to, ker je angleška „Marconijeva družba“, ki je kupila od Marconija patent za drag denar, izkušala izkoristiti novo iznajdbo z neprimerno visokimi cenami. Razne države, ki so morale svoja brodovja opremiti z novo napravo, če niso hotele zaostati za Angleži, so morale plačevati silno visoko vsote. Ker pa ima Marconijeva iznajdba res velikanski pomen za vojsko, kakor se ravno sedaj tako jasno kaže v rusko-japonski vojski, zato so različne države podpirale svoje izumitelje tako radodarno, kakor se sicer godi le malokdaj.

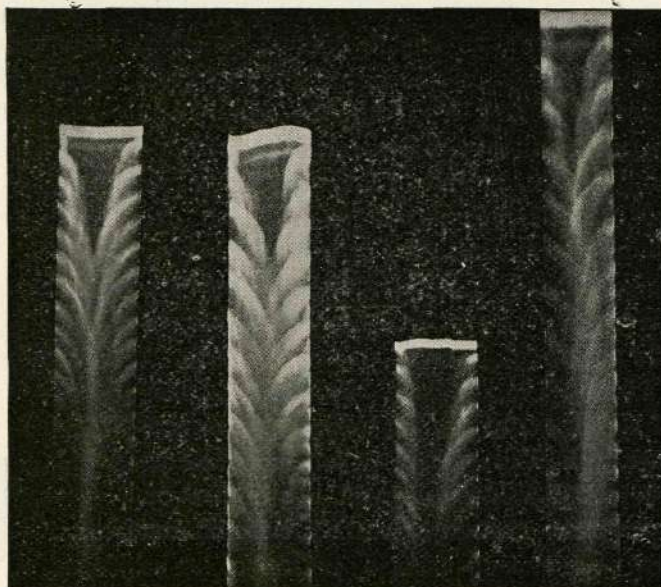
Pregloboko bi segli, če bi hoteli nadrobno raziskavati vse fineše in pripomočke, s katerimi so že omenjeni izumitelji izpopolnili svoje sisteme. Naj zadostuje, da si jih ogledamo v celoti, saj marsikaj ne bo težko umeti, če se bomo ozirali na že raztolmačene pojave.¹⁾

Sl. 8. in 9. nam kažeta shematično zvezo aparatov po Marconijevem sistemu, in sicer

¹⁾ Slika 7. nam kaže sliko oscilujoče iskre, kakor smo jo opisali na podlagi slike 2., str. 550. Ker ima iskra gotovo hitrost, in se obenem premika svetlobno občutljivi trak, niso podobe zaporednih isker ali svetljajev, iz katerih je sestavljena oscilujoča iskra, vzoredne, ampak so v smeri traka zavlečene.

kaže 8. dajalo (Sendestation), 9. pa prejemale (Empfangsstation).

V sliki 8. nam predločuje *I* primarno tuljavo Ruhmkorffovega induktorja, po kateri kroži tok galvanske ali akumulatorske baterije, ki ga sklepa in prekinja prekinjalo *B*. Vsled tega se inducira v sekundarni tuljavi induktorja (njegovo zunanjo obliko smo že podali v sliki 4.), zelo napet tok, ki oscilira skozi oscilator *E*, od katerega se širijo električni valovi na vse strani. Njih dolgost je precej majhna. Električni potencial napreduje pa tudi po auteni *a*, ki je visoko v zrak (po navadi 20 do 50 metrov) izpeljana tanka žica ter izolirano pritrjena na drogu, tako da ne



Sl. 7.

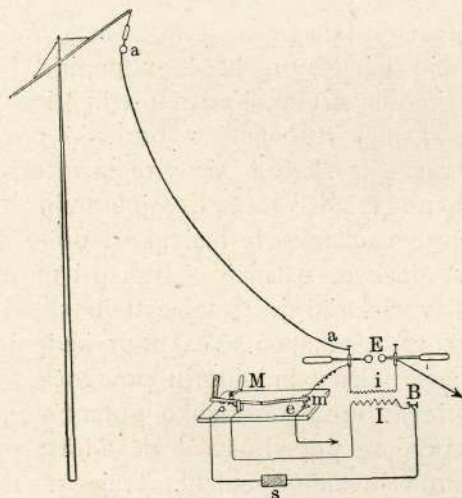
morejo uhajati električni valovi skozi drog v zemljo, s katero je zvezana druga kroglica oscilatorjeva. Autena zvezana z eno kroglo oscilatorjevo povzroča mnogo daljše valove, ki vplivajo na koherer prejemala, ne pa valovi oscilatorjevi, kakor so prvotno mislili. Zaradi tega je tudi Marconi kmalu opustil reflektiranje teh kratkih valov s paraboličnimi reflektorji, s katerimi je mogel brzojaviti le na krajše razdalje.

Vsakikrat, kadar sklenemo tok baterije s sklepalom *M*, prične delovati prekinjalo *B*,

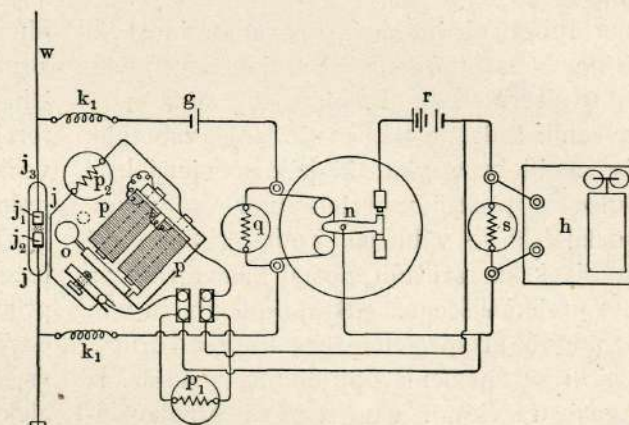
ter se širijo okrog autene valovi, ki dosežejo tudi auteno prejemala w (sl. 9.)

S prejemalno auteno je zvezana tudi ena kohererjeva elektroda j_1 , dočim ima druga j_2 zvezo z zemljo.

Paralelno s kohererjem jj_3 (v stranskem stiku) je galvanski člen g in pripraga (relais) n . Kakor hitro zadenejo valovi dajala auteno w , pade zelo veliki upor kohererja jj_3 , in tok galvanskega člena g teče lahko skozi koherer in skozi tuljave priprave n , ki potegne kladvece ter sklene tako tok galvanske baterije r , ki je zvezana z navadnim Morzejevim pisalnim strojem n , kakor se rabi v navadni telegrafiji.



Sl. 8.



Sl. 9.

Koherer obdrži, kakor smo že prej omenili, svoj zmanjšani upor, dokler ga ne stresemo z lahkim sunkom. Morzejev pisalni stroj ne bi delal pik in črt, ampak vlekel eno samo črto. Da pa moremo pošiljati znamenja, je potrebno, da deluje letà samo toliko časa, dokler dohajajo valovi do kohererja, to se pravi: Koherer mora takoj zavzeti svot prvotni veliki upor, ko nehajo dohajati valovi.

V ta namen je zvezan z baterijo r tudi navaden električen zvonec p , ki pozvoni vselej, kadar sklene pripraga n tok baterije. Zvončev trkalec o udarja hkrati tudi po kohererju, ki obdrži torej le trenutno svoj mali upor, kladvece priprave pa drži le toliko

časa sklenjen tok baterije r , dokler dohajajo valovi; ko ti prenehajo, ostane tudi upor kohererja velik, in prejemalo je zopet pripravljeno za sprejemanje znamenj, črt in pik, kakor dohajajo valovi dalj ali manj časa. Ta sestava sama pa bi bila še nepopolna. Valovi, ki pridejo po auteni do kohererja, ubero lahko tudi pot skozi galvanski člen g in skozi priprežne tuljave naravnost v zemljo. Da se to zabrani, so zvezane v paralelni tokov krog tudi žične tuljave k_1 k_2 , ki obstojé iz mnogih ovojev in imajo jedro iz železa. Take tuljave imajo veliko samoindukcijo in razmeroma majhen upor. Električni valovi, ki izhajajo iz visokofrekventnih tokov, ne morejo torej skozi te tuljave (glej stran 549.) ter morajo vplivati s celo svojo močjo

na koherer, dočim jih lahko prekorači istomerni tok.

Pokazale so se pa še druge nepravilike.

Baterija r je precej močna in povzroča vselej, kadar se prekine njen tok, bodisi v pripravi n , ali v Morzejevem pisalnem stroju h ali pa v zvoncu p , male prekinjalne iskrice (Unterbrechungsfunken), ki so vsled svoje bližine do kohererja dovolj jake, da motijo točnost in sigurnost prejemala. Da se zabrani njih vpliv, rabijo več sredstev; tako so v naši sliki naznačeni pri vsakem aparatu tuljave s , q , p_1 , p_2 , kojih električni upor je zelo velik, tako, da so izgube toka vsled vednega stika le majhne, samoindukcija teh tuljav pa mora biti majhna, da se ne pojavi

prekinjalna iskra, ki ima svoj izvor ravno v samoindukciji.

Velikanske važnosti je Marconijev brzojav za brodarje, ki se lahko domenijo s postajami na morskem obrežju, za varnostne naprave, svetilnike in ladje s svetilniki, ki so dostikrat brez vsake zveze s celino in ki imajo važno nalogo signalizacije nevarnih krajev na morju. Ker je pa tudi cela naprava mnogo cenejša, kakor napeljava navadnega brzojava, ali celo morskega kabelja, ki velja mnogo milijonov, je postal brezžični brzojav tudi važen tekmeec navadni, posebno pa kabeljski telegrafiji.

Autena dajalne postaje pošilja električne valove na vse strani in prestreže jih lahko vsakdo, ki ima na razpolago priprave prejemala, in to je največji nedostatek, ki ga ima brezžični brzojav. Pismena tajnost, ki je na ta način izdana ali vsaj v nevarnosti, bi se sicer dala še ohraniti s šifriranimi brzojavkami, toda ne dá se tako lahko zabraniti, da ne bi brzojavke, ki je namenjena kaki določeni postaji, sprejele tudi vse druge postaje, ki so v bližini. Tudi če bi bilo več brzojavk iz različnih postaj namenjenih za isto prejemališče na enkrat oddanih, bi bilo nemogoče jih sprejeti ločene drugo od druge, ker bi se znamenja popolnoma zmešala. Iz tega je razvidno, da brezžični brzojav nikakor ne bo mogel na suhem izpodriniti navadnega brzojava.

Navedeno dejstvo so že pri prvih poizkusih spoznali kot slabo stran nove iznajdbe, in izumitelji so obrnili takoj, ko so se obnesli poizkusi v večji meri, svojo pozornost na to, kako bi jo odstranili, ali pa vsaj zmanjšali. Prišli so kmalu vsi do istega rezultata: Da je treba spraviti dajalo s prejemalom v resonanco, in brzojav, ki sloni na tem principu, imenujemo ubrano telegrafijo (*abgestimmte Telegraphie*).

Ubrano telegrafijo nam predočujeta Braunov in pa Slabý-Arcov zistem.

Kakor vemo iz svojih prejšnjih izvajanj, je resonanca toliko popolnejša, čim bolj se vjemajo resonujoči aparati v številu tresajev v sekundi, bodisi da so tresaji mehanični,

akustični ali pa električni, in da je odločujoče za resonanco tudi to, če trajajo ti tresaji dalj časa, ali pa če hitro nastanejo in se hitro razgubijo. Čim dalj trajajo tresaji, tem popolnejša mora biti resonanca, hitro zamrjoči tresaji pa morejo spraviti v tresenje tudi telesa, ki niso v resonanci. Trajnosti tresajev si pa ne smemo predstavljati tako, kot da bi dolgo časa udarjali po struni, ampak če jo enkrat udarimo, jo slišimo zveneti najprej močno, nato čim dalje slabejše in končno obmolkne popolnoma. Napeta struna ima razmeroma veliko trajnost tresajev, in treba je izobraznega posluha, če hočemo spraviti dve struni v resonanco. Zelo lahko je opazovati resonanco na godalih z več strunami, na primer na citrah, s pomočjo jahačev — koščkov papirja, ki jih obesimo na struno. Kadar udarimo kako struno, ki je v resonanci z ono, ki nosi jahača, začne ta skakati. Vpliv resonance je torej ravno vsled velike tresajne trajnosti velik, če pa manjka le malenkost do popolne resonance, ostanejo jahači pri miru.

Tudi v elektriki je tresajna trajnost odločujoča za resonanco. Vsako prekinjenje primarnega toka v induktorju povzroča na oscilatorjevih kroglih razliko potencialov, vsled katere se pojavi oscilatorična iskra in električno valovanje v auteni. Trajnost teh valov je sila majhna; to se pravi: sledi si le malo tresajev, ki hitro pojemajo, kar izpoznamo že lahko s fotografije oscilujoče iskre (slika 7.), kjer vidimo, da je število bleskov razmeroma majhno, in da njih svetlost hitro pojema od enega do drugega. Ako bi na isti način fotografirali tresočo struno, bi videli, da napravi na stotine tresajev.

Ta kratka trajnost je kriva, da se dá resonanca v elektriki le nepopolno doseči, in iznajditelji izkušajo pred vsem povečati število tresajev. Teoretično matematično raziskavanje kaže, da je odvisna trajnost tresajev od razmerja med uporom tresajnega kroga in njegovo samoindukcijo. Čim večji je upor, tem hitreje pojenjajo tresaji, in trajajo toliko dalj časa, čim večja je samoindukcija;

to pravilo nam daje sredstvo, s katerim povečujemo trajnost z uporabo majhnih uporov in velike samoindukcije v tresajnem krogu. Na to so se več ali manj ozirali tudi v brezžični telegrafiji.

Da se morejo prekoračiti velike daljave, je treba posebno občutljivih aparatov pri prejemanju, odvisno je pa tudi od množine energije, katera izhaja iz autene dajala. Prvotno je bila ta zvezana s kroglo oscilatorjevo, kakor smo videli pri Marconijevem sistemu, in energija, ki se je prevajala v auteno, je bila razmeroma majhna.

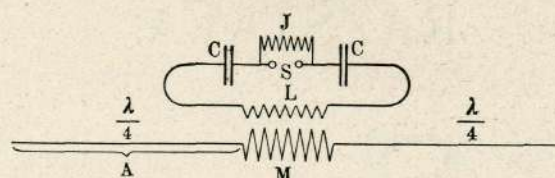
Braun je pa pokazal, da se poveča energija v auteni, če je tresajni krog v resonanci z auteno, in da je učinek najugodnejši, če znaša dolžina autene $\frac{1}{4}$ valne dolgoti. Električna resonanca nastopi tedaj, kadar se vjema število tresajev v sekundi, in to število je odvisno, kakor vemo že od prej, od razmerja med samoindukcijo in kapaciteto. Braun uporablja zaradi tega kot kapaciteto baterijo lejdenskih steklenic, katere sklone na pripraven način v tokov krog, ali pa jih izloči, ter na ta način izpreminja kapaciteto, dokler ne nastopi resonanca.

Uporaba kondenzatorjev (lejdenske baterije) pa ima še to prednost, da se na njih nabira dosti večja množina elektrike, ki potem oscilira, ter napaja auteno z mnogo močnejšimi valovi.

Braun je tudi ločil auteno od tresajnega kroga s kondenzatorji s pomočjo transformatorja, ki je docela podoben znanemu Teslovemu transformatorju za visokofrekventne tokove, katerega primarni zvitok obstoji iz nekaj ali celo samo enega ovoja iz debele bakrene žice, sekundarni pa iz več, dostikrat nad sto, ovojev tanke žice v eni legi. Ta ločitev je veliko vredna, ker se izključi na eni strani vpliv atmosfere elektrike, na drugi pa postanejo nevarni induktorjevi tokovi vsled tako visoke pretvoritve organizmu po-

polnoma neškodljivi, kar je našel že Tesla. Sl. 10.¹⁾ nam kaže shematični sestav Braunov.

J je Ruhmkorffov induktor, ki pa ne napaja tukaj naravnost oscilatorja S , kakor smo videli pri Marconijevem sestavu, ampak polni



Sl. 10.

kondenzatorja C, C , ki povzročata oscilujoče tokove skozi prvotni zvitok L transformatorja, ki ima gotovo samoindukcijo, in oscilator S . Kapaciteta kondenzatorjev C in samoindukcija L določujeta dolgot valov tresajnega kroga $CSCL$; oscilujoči tokovi v tem krogu inducirajo v sekundarnem zvitku M valove še večje napetosti, ki se širijo po auteni A in okrog nje na vse strani.

Tresajni krog $CSCL$ je popoln krog; v njem se pojavljajo v resnici električni tokovi. Nasprotno pa je M z auteno odprt krog, v katerem se ne morejo pretakati tokovi, ampak električno stanje se giblje v obliki stoječih valov; mislimo si njih postanek lahko tako, da napreduje v M inducirani potencial, kakor valni hrib v sl. 3. (str. 550) po auteni do njenega konca, kjer se reflektira in napravi stoječe valovje. Radi simetrije je tudi drugi konec zvitka M zvezan z žico, ki mora imeti iste razmere (isto kapaciteto in samoindukcijo), kakor autena A ; ni pa treba, da bi bila iztegnjena, ampak navita je lahko na tuljavo. Rekli smo že, da so razmere najugodnejše, če znaša dolgot autene $\frac{1}{4}$ valne dolgoti; v sliki znači λ dolgot valov kroga $CSCL$, in dolgot autene, kakor istovredne simetrijske žice je torej $\frac{\lambda}{4}$.

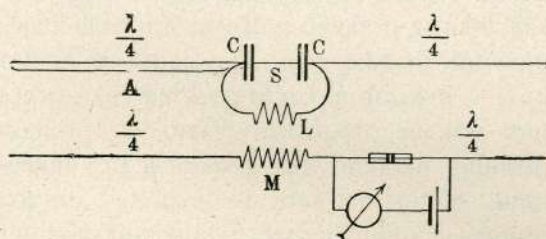
¹⁾ Righi-Dessau: Telegraphie ohne Draht.

V. R.:

BREZ ŽICE.



opolnoma sličen je obrazec prejemala, ki nam ga podaja slika 11. Dohajajoče valove prestrega zopet antena, ki jih pa ne pošilja koj kohererju, ampak jih zbira v popolno sličnem tresajnem krogu *CSC*; ta jih potom indukcije dovaja kohererju, ki je v zvezi s prav istimi aparati, kakor smo jih že našli pri Marconijevem zistemu. Antena prejemala mora biti v resonanci z anteno dajala, in ima tudi simetrijske žice $\frac{\lambda}{4}$. Na $\frac{\lambda}{4}$ mora biti ubran tudi krog s kohererjem, ki ima na drugi strani induksijskega sekundarnega zvitka *M* tudi simetrijsko žico $\frac{\lambda}{4}$.



Sl. 11.

Opisani Braunov zistem se je dobro obnesel, ter zadostujejo še nižje antene, kakor pri opisanem Marconijevem zistemu, pisemske tajnosti pa vendar še ne zagotovi, dasi igra dobra sintonija vseh delov veliko vlogo, ker se je posrečilo sestaviti tako občutljive valne indikatorje, da se ne brigajo, če so v obližju dajala, prav nič za resonanco.

Opisati nam je še zistem Slaby-Arco, ki je poleg že opisanih dveh tudi zelo razširjen.

Slaby je povdarjal, da se mora koherer zvezati z anteno na takem kraju, kjer nastopa največji potencial, in to je na gornjem

(KONEC.)

koncu antene. Ta je pa vsled svoje višine (ponavadi nad dvajset metrov) nepristopen, in Slaby je iznašel pripomočke, s katerimi se pojavi najvišji potencial tudi na lahko dostopnem mestu, namreč takozvane multiplikatorske tuljave, s pomočjo katerih je dosegel tudi prvi „večkratno telegrafijo“, da je mogel stopiti z različnimi postajami v zvezo, ne da bi motile druga drugo. Njegov celotni zistem se ne razločuje mnogo od Braunovega, saj sloni na istem pojavu električne resonance, v praksi se pa dobro obnaša, kakor že opisana dva: z vsakim se dá pošiljati brzojavko s popolno zanesljivostjo na sto in več kilometrov razdalje.

O pomenu brezžične telegrafije smo že prej nekoliko povedali, o njeni prihodnosti bi se pa dalo še mnogo ugibati. Vrhunec, katerega more doseči, je gotovo ta, da bi se vse priprave prejemala, kakor tudi dajala, lahko nosile v žepu kakor žepna ura. Kadar bi hotel stopiti s kom v zvezo, bi si naravnal svoj žepni brzojav na gotovo znamenje ali število, kakor ima n. pr. vsaka telefonska postaja svoje število, in zvedel bi takoj od njega samega, kje da je in kako se mu godi. Ne potrebovali bi v tem slučaju skoro nikake pismene pošte, tiskani časniki bi izgubili mnogo svojega novičarskega pomena in nežni spol bi opustil svoje imenitne pogovore ob čašicah kave. Vendar se smemo tolažiti, da se to ne bo zgodilo še tako hitro; taka iznajdba ni mogoča za enkrat, treba je za to še mnogoletnega razvoja, in z mirnim srcem še lahko naročam svoje časnike.

Brezžično telegrafijo na drugem načelu je osnoval Zickler. Porabil je dejstvo, ki ga je že Hertz opazil pri svojih slavnih poskusih, namreč da se sproži električna iskra

med drugotnimi induktorjevimi vijaki, če padajo nanje ultravioletni žarki, dasi so vijaki v večji razdalji, kakor je največja dolgost induktorjevih isker.

Znano je, da obstoji solnčna svetloba iz mavričnih barv, poleg tega se pa nahajajo na obeh straneh spektra še takozvani ultrardeči, oziroma ultravioletni žarki, ki so nevidni, zato pa tembolj kemijsko delavni. Imajo pa tudi to lastnost, da ne morejo prodreti skozi navadno steklo, pač pa skozi prozoren kremen. Te lastnosti je uporabil Zickler za svoj sestav takole:

V gorišče parabolnega reflektorja, kakor jih rabijo na primer bojne ladje, je postavil električno obločno luč, ki ima mnogo ultravioletnih žarkov, pred reflektor pa je postavil navadno stekleno ploščo. To je že dajalna postaja. Prejemalo obstoji iz navadne bikonveksne leče iz kremenca (steklena bi bila nerabna, ker ne prepušča ultravioletnih žarkov), ki osredotočuje svetlobne in z njimi tudi ultravioletne žarke na malo platinovo ploščo, ki je v zvezi z enim induktorjevim koncem. Njej nasproti je kroglica, zvezana z drugim induktorjevim koncem, v ravno toliko razdalji od platinove ploščice, da ne skačejo induktorjeve iskre.

Dokler je steklena plošča pred reflektorjem dajala, ne morejo prehajati ultravioletni žarki; kakor hitro jo pa odmaknemo, pridružijo se tudi ti ostalim svetlobnim žarkom ter povzročijo v prejemalu iskre induktorja. Čim dalje je plošča odmaknjena, tem dalje skačejo tudi iskric v prejemalu, ki prenehajo takoj, ko porinemo ploščo pred reflektor in tako prerežemo pot učinkujočim žarkom. Iz večje ali manjše trajnosti iskric se pa zopet lahko sestavi Morsejev alfabet.

Kakor je lep ta sestav v teoriji, ga v praksi vendar še niso uvedli, ker se z njim še ni posrečilo brzojaviti na večje daljave.

Njegova prednost obstoji v tem, da se na zunaj prav nič ne opazi, da prenaša svetlobni trak kake znake, ker so ultravioletni žarki nevidni in njih odsotnost na svetlobnem traku ne povzroči nikake izpremembe, ki bi jo bilo mogoče opaziti z očesom.

Tajnost brzojavk je torej pri tem zistemu mnogo bolj varna, kakor pa pri valni telegrafiji.

Posebno pripraven bi bil ta zistem za vojne ladje, ki so že itak opremljene z velikimi svetlobnimi reflektorji, ki bi potrebovali v to svrhu le majhne izpopolnitve.

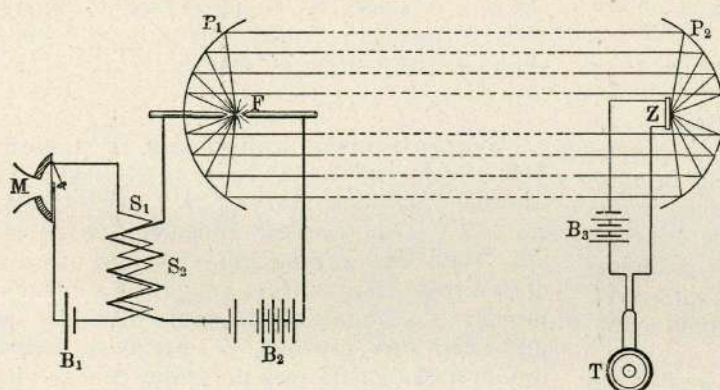
Še drug način brezžičnega brzojavljenja sta sestavila iznaditelj telefona Graham Bell in Summer-Tainter že mnogo pred Marconijevo iznajdbo na podlagi dejstva, da postane kristalni selen (žveplu zelo sorodna prvina) rabljiv za elektriko, če padajo nanj svetlobni žarki. Ta sestav sicer ni prodril v dejansko uporabo, pač pa tvori del pozneje iznajdene brezžične telefonije.

L. 1899. je opazil profesor Simon, da se dá tudi z obločnico telefonirati. Sklenil je v ta namen v krog obločnice tudi prvotni zvitek transformatorja, drugotnega pa je zvezal z mikrofonom in galvanskim členom. Če govori v mikrofoni, se stresa njegova membrana in se izpreminja njegov upor, in vsled tega tudi jakost toka v drugotnem zvitku transformatorja. Popolno analogni tresaji toka se pojavijo tudi v krogu obločnice; njen tok je zdaj jačji, zdaj slabši, kakor tokovi v mikrofoni, in to tresenje toka stresa tudi zrak in obločnica govori ter prenaša popolno naravno glas govorilca pri mikrofoni. Samo ob sebi se razume, da zna obločnica tudi žvižgati, peti in muzicirati ter ponavlja sploh vse, kar sliši mikrofoni.

To lastnost električnega loka so na vse strani raziskovali. Pri tem so našli še prav čudne, pa vendar zelo naravne pojave.

Dudell n. pr. je priklopil ogljema obločnice v paralelnem stiku tresajni krog, obstoječ iz kondenzatorjev in samoindukcijske tuljave, podobne kakor nam ga kaže sl. 2. (str. 550.); na mesto oscilatorjevih krogelj 00 si pa moramo misliti oglja obločnice, ki jo napaja posebna galvanska baterija. V tresajnem krogu se pojavi, kakor že znano, oscilujoč tok, ki valuje skozi lok obločnice; kakršna je ravno smer oscilujočega toka, ga krepi ali pa slabi; lok izpreminja torej svojo jakost, obenem tudi svojo toploto ter

spravi ozračje v tresenje, vsled česar se pojavi ton: obločnica je postala muzikalična. Kakor vemo, odvisi število period oscilujočega toka od razmerja kapacitete in samoindukcije tresajnega kroga, in ker lahko izpreminjamo to razmerje, če izpreminjamo kapaciteto, je mogoče proizvajati na ta način vse mogoče glasove, od najnižjega basa do tenkega cviljenja, vsled česar je po pravici dobila taka obločnica ime „muzikalična obločnica“.



Sl. 12.

Simon je porabil govorečo obločnico tudi za brezžično telefonijo. Zvezo posameznih delov nam kaže slika 12.¹⁾ M je mikrofoni, v katerega se govori, B_1 galvanski člen in S_1 drugotni zvitek pretvornika. B_2 je galvanska ali akumulatorska baterija, katere tok napaja obločnico ter se pretaka tudi skozi prvotni zvitek S_2 .

¹⁾ Righi-Dessau: Telegraphie.

Če govorimo v mikrofoni, govori tudi obločnica, ker izpreminja v njej lok svojo jakost, obenem pa izpreminjajo svojo jakost tudi svetlobni žarki loka. Ako te žarke z dobrim parabolnim zrcalom P_1 obrnemo na eno stran, ter jih v večji daljavi zopet vjamemo s podobnim zrcalom P_2 , ki ima v svojem gorišču selenovo spiralo sklenjeno v tokovni krog baterije B_3 , izpreminja ta svoj upor popolnoma analogno, kakor žarki svojo svetlobo, in v telefonu T slišimo glas, ki

govori v mikrofoni M . Mogoče je torej na ta način brez žice telefonirati, kar se je v resnici že posrečilo na razdaljo sedem kilometrov. Upamo, da s tem še ni dosežen vrhunec.

Iste prednosti kakor Zicklerjev sistem, odlikujejo tudi brezžično telefonijo, ki ima svojo gotovo prihodnost na morju, kjer ne ovirajo različni predmeti svetlobnih trakov; svetilniki bi pa na ta način lahko

dajali ladjam ne samo optičnih, ampak tudi akustična znamenja.

S tem smo opisali nekaj najvažnejših in najlepših elektrotehničnih iznajdeb novejšega časa; do malega vsem so podlaga raziskavanja Hertzova. Njega je ugrabila nemila smrt v najlepši dobi, njegovo delo je pa ostalo in rodilo tisočeren sad, in njegov genij bodo slavili še pozni rodovi.

