

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Ferdinand Pietsch

O systémech telegrafie bez drátu před Marconim

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 34 (1905), No. 1, 72--91

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123342>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1905

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Jsou tedy strany $\triangle A'B'C'$ úměrny stranám $\triangle ABC$, a musí tedy oba trojúhelníky býti podobny. Poměr podobnosti jest $\frac{1}{2 \sin \omega}$. Pro $\omega = 90^\circ$ jest poměr podobnosti $\frac{1}{2}$.

Označíme-li φ úhel sevřený s odpovídajícími stranami obou trojúhelníků (ku př. c a c'), jest $\varphi + \omega = 90^\circ$, jak by bylo možno snadno dokázati.

Ve zvláštním případě, kdy $\omega = 90^\circ$, jest $\varphi = 0$, a strany $\triangle A'B'C'$ jsou rovnoběžny se stranami $\triangle ABC$, t. j. oba trojúhelníky jsou podobné a podobně položené. Středem podobnosti je bod K dříve uvedený.

Samo sebou se rozumí, že vlastnosti dokazované pro trojúhelník $A_1B_1C_1$ platí analogicky i pro $\triangle A_2B_2C_2$.

O systémech telegrafie bez drátu před Marconim.

Napsal

Dr. Ferdinand Pietsch,
professor v Kutné Hoře.

Není dne, abychom nečetli v denních listech o telegrafii bez drátu. Dovídáme se každodenně, že opět došla nějakého zdokonalení, nebo že s prospěchem zavedena byla na některých místech.

Jest to telegrafie Marconiho, jež svými úspěchy pozornost celého světa na sebe obrátila, tak že princip její jest nyní téměř každému laikovi znám.

Méně známy jsou však telegrafie bez drátu, jež předcházely telegrafii Marconiovu; příčina spočívá v tom, že se nedopracovaly na poli praktickém takových úspěchů, jako právě telegrafie Marconiho. Tyto telegrafie, o nichž v tomto pojednání chceme pohovořiti, založeny byly ovšem na principech jiných, nežli telegrafie Marconiho.

Celkem známy jsou ze starších dob tři druhy telegrafii

bez drátu, a sice jsou to hydrotelegrafie, telegrafie indukci elektromagnetickou a telegrafie indukci elektrostatickou.

U telegrafie obyčejné jsou spojeny stanice drátem, jímž prochází stationární proud z jedné stanice na druhou uváděje v činnost přístroje zapisovací. Telegrafie tato došla velice rychlého rozšíření, neboť při své dokonalosti jest velmi jednoduchou.

- Pro síť telegrafní lze použití drátu železného, zpětné vedení děje se zemí; zdroje proudu i přístroje k telegrafování jsou poměrně jednoduché a trvanlivé, tak že celkové zařízení nevyžaduje velikého nákladu, a to jest v praxi činitelem rozhodujícím.

Jsou však případy, ve kterých telegrafické spojení dá se provésti jen se značným nákladem, ano stává se i nemožným.

Bývá to zvláště tehdy má-li se zavésti telegrafické spojení s krajinami zámořskými.

V tomto případě nutno použití kabelu, jehož kladení i udržování jest spojeno se značným nákladem. Mimo to nelze v tomto případě užití zapisovacího stroje Morseova, nýbrž je třeba přístroje jemnějšího.

Následkem toho, jakož i následkem značné kapacity kabelu, stává se telegrafování zdlouhavým a tudíž i drahým.

Telegrafie této nelze mimo to užití na místech těžce přístupných, jako jsou ku př. majáky a výstražné světelné lodě, jež jsouce pohyblivy, nemohou býti drátem spojeny.

Proto nahrazovala se telegrafie v podobných případech signály optickými, tak zvanými telefoty. Působení jich však bylo velice nedokonalé, neboť mohlo se jich užití na vzdálenosti nepatrné a za deště, bouře a mlhy, kdy bývá dorozumění nejžádoucější, vypovídaly službu úplně.

Není divu, že vyskytla se brzy myšlenka, nebylo-li by možno telegrafovati bez spojovacího drátu mezi oběma stanicemi. Historicky zajímavou okolností jest, že první na tuto myšlenku připadl geniální vynálezce telegrafie obyčejné, sám *Morse*. A sice stal se zakladatelem hydrotelegrafie.

Hydrotelegrafie.

Morse přišel na myšlenku tu náhodou. Na podzim roku 1842 chtěl v přístavu novoyorském spojit ostrov „Governors-Island“ s „Castle-Garden“ vedením pod vodou, maje v úmyslu přesvědčiti obecnstvo o možnosti takového spojení.

Když bylo již vše zařízeno a první zpráva šťastně došla, byla obě vedení proudem vodním přetržena. Nehoda tato uvedla *Morsea* na myšlenku užití vodivosti vody při telegrafování. I začal konati pokusy v tom směru, při kterých se mu podařilo obdržeti znamení na vzdálenost 80 stop.

První pokus telegrafovati bez drátu proveden byl tedy asi před šedesáti lety.

Nedlouho po tomto pokusu *Morseově*, jal se konati pokusy důkladnější *L. D. Gale*, aby vyšetřil podmínky pro docílení největší vzdálenosti. I podařilo se mu telegrafovati přes řeku *Susquehama* u *Hâvre de Grace* na vzdálenost půl druhého kilometru. Pokusy tyto popsány byly od jeho assistenta *Vaila* v knize vyšlé r. 1845 pod názvem „The American Electro-telegraph“.

R. 1843 konal také *Henry Tyler*, dovědév se patrně o pokusu *Morseově*, pokusy na řece *Serpentině* u *Londýna*, jichž výsledky však nebyly uveřejněny.

Také r. 1849 podal *J. W. Wilkins* v „Mining Journal“ návrh na hydrotelegrafické spojení *Anglie* s *Francií*, neboť tehdy nebylo ještě kabelu mezi oběma břehy. Nedlouho po té r. 1853 vyzval *Lindsey* společnost „Electric and International Telegraph Co.“ v *Londýně* k pokusu se zařízením od něho vynalezeným, jež se však od návrhů dříve uvedených principiálně neliší.

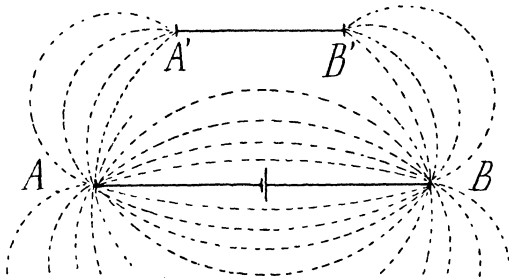
Ježto pak pokusy v malém se dařily, bylo zřízeno po obou stranách řeky *Tay* vedení, a podařilo se také přes řeku telegrafovati.

K dalším výsledkům pokusy tyto sice nevedly, nicméně staly se východiskem pro pokusy, jež několik desetiletí potom následovaly. Byly to pokusy obou *Rathenau-ů*, konané na jezeře *Wannsee* a pokusy anglického ředitele telegrafů *Preecea*.

Vedle těchto mužů zabývali se hydrotelegrafii také *Trowbridge*, *Bell* a s jistými změnami *Puertner*, *Dolbear* a *Stricker*.

V létech osmdesátých provedl i štáb rakouský pokusy v tom směru, ale výsledky jich nejsou známy. Obrátme se nyní k vylíčení podstaty hydrotelegrafie.

Základem této telegrafie jest elektrická vodivost vody. Zapustíme-li do vody v určité vzdálenosti od sebe dvě kovové desky *A*, *B*, (Obr. 1.), jimiž zavádíme do vody proud, tu nevyrovňuje se rozdíl potenciálů snad pouze ve spojovací přímce obou desek, nýbrž elektrina proudí různými směry v tak zv. vlákních proudových.



Obr. 1.

Vložíme-li na jiných dvou místech *A'* *B'* dvě podobné desky drátem spojené, tu „vsají“ do sebe určitý počet vláken proudových, který odpovídá rozdílu potenciálů místa *A'* a *B'*.

Drátem, jenž obě desky *A'* *B'* spojuje, probíhá tudíž zlomek hlavního proudu, a zachytíme-li tento slabý proud nějakým citlivým přístrojem, je možno dorozuměti se na určité vzdálenosti. K lepšímu porozumění uvedme pokus, jež provedli *E. Rathenau*, *W. Rathenau* a *Dr. Rubens*, chtějíce vyšetřiti rozdělení proudových vláken ve vodě.

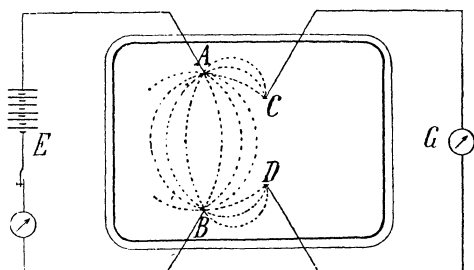
Do velké dřevěné vany povrchu asi 1 m² nalita byla voda, v níž rozpuštěno něco soli. (Obr. 2.)

Dvěma drátky platinovými do skleněných rourek zatavenými zaváděn byl proud do vody na místech *A*, *B*. Na místech

C D , zapuštěny pak rovněž drátky platinové, spojené vodivě s galvanometrem G . Když zaveden byl proud z batterie E , tu objevila se stálá odchyłka galvanometru G , což bylo důkazem, že do drátků C , D , vchází část proudu.

Tímto způsobem snažili se vyšetřiti, jak velikou část proudu hlavního lze zachytiti do vedení sekundárního při daných vzdálenostech \overline{AB} a \overline{CD} , jakož i rozmanitých kolmých vzdálenostech spojnice \overline{AB} od spojnice \overline{CD} .

Výsledek byl asi tento: Byla-li vzdálenost elektrod \overline{AB} rovna vzdálenosti elektrovod sekundárních \overline{CD} a rovnala-li se současně jedné desetíně vzdálenosti spojnic \overline{BA} a \overline{CD} , tu zachycoval se proudovodem sekundárním asi milliontý díl proudu



Obr. 2.

hlavního. Effekt závisí ovšem také na velikosti plochy elektrod sekundárních, ale již z tohoto pokusu, u něhož poměr elektrod ku vzdálenosti byl asi takový, jaký v praxi se dá realizovati, lze usouditi, jakého výsledku při praktickém použití se lze nadíti. Proud zachycený jest vždy velice slabý i nelze jím v činnost uvésti relais, jakého se užívá při telegrafii obyčejné, nýbrž nutno použití přístroje velmi citlivého. jenž by udával nejnepatrnější variace intensity. Takovým citlivým přístrojem jest ku př. Bellův telefon, kterého se při hydrotelegrafii také nejčastěji za přijímače užívalo.

Má-li se telegrafovatí tímto způsobem, upraví se tedy stanice asi takto: Na vysílací stanici zapustí se do vody dvě desky s plochou co možná největší a těmi zavádí se do vody

buď rytmicky přerušovaný proud ze silné batterie, nebo střídavý proud ze stroje dynamoelektrického.

Na stanici přijímací zapuštěny rovněž veliké kovové desky, jež spojeny jsou drátem, do něhož vepjat je telefon nebo jiný citlivý přístroj. Slabý proud, jenž deskami jakožto část hlavního proudu se zachycuje, a tudíž v témž rytmu se přerušuje jako proud hlavní, vede se do telefonu a budí v něm tón, jehož absolutní výška řídí se frekvencí přerušovače hlavního proudu. Užíváme-li proudu střídavého, závisí na frekvenci tohoto proudu.

Stiskneme-li ve stanici vysílací klíč, ozve se tedy ve stanici přijímací z telefonu tón delší neb kratší dle toho, jak dlouho klíč držíme stisknut. Tyto delší neb kratší tóny mají zde týž význam, jako tečky a čárky abecedy Morseovy. Ovšem jeví se zde pro praxi ta závada, že přijímací přístroj telegrammů viditelnými značkami nezaznamenává.

Tuto vadu lze odstraniti tím, že za přijímač užijeme přístroje, jenž může zprávu fotograficky zapisovati jako to bývá u kabelogrammů.

Uvedme nyní pokusy, jež provedli *E. Rathenau*, *W. Rathenau* a *Dr. Rubens*, vyzváni byvše německým úřadem námořním.

K pokusu svému zvolili jezero Wannsee u Postupimi, jež se rozprostírá na vzdálenost pěti kilometrů.

Desky, jichž povrch měřil 15 čtverečných metrů, zapuštěny byly ve vzdálenosti asi 500 *m* od sebe. Desky tyto spojeny pak kabelem, do něhož vepjata byla batterie, rheostat a rotující interruptor s frekvencí 150 per sek.

Ovšem bylo toto vedení opatřeno také klíčem, jímž bylo lze proud na kratší neb delší dobu uzavřítí.

Sekundární proudovod opatřen byl deskami o ploše čtyř metrů čtverečných, jež připevněny byly ke dvěma člunům. Tím bylo umožněno zapouštětí je v různých vzdálenostech od sebe. Při pokusu námi uvedeném obnášely tyto vzdálenosti 50 *m* až 300 *m*. Kabel, jímž obě desky byly spojeny, procházel dvěma telefony.

Ačkoli pak primární proud čítal pouze 3 Ampéry, přece bylo slyšeti zřetelně všechna znaménka telegrafická, tak že bylo

lze čísti depeše z jednotlivých míst jezera. Největší vzdálenost, při níž dorozumění bylo ještě možno, obnášela 4·5 *km*.

Chtějíce vyšetřiti vliv malých hloubek a ostrovů na zřetelnost znamének, zapustili desky jednou před ostrovem, po druhé za ostrovem. Vliv na jasnost znamének byl však nepatrný, neboť změna v síle tónu z telefonu vycházejícího nebyla větší než se dalo očekávati ze změny vzdáleností. Místo telefonu, jenž se svou jednoduchostí sice zamlouvá, ale viditelných znamének nezanechává, užil *Rubens* svého vlastního přístroje, jenž telegrafické značky fotograficky zaznamenával. Tento přístroj jest ještě daleko citlivějším než telefon a má mimo to tu důležitou vlastnost, že podobně jako optický telefon *Wienův* jest citlivým jen vzhledem k určité, konstrukcí jeho podmíněné periodě proudu. Pro střídavé proudy jiných period je necitlivým.

Místo vody lze u hydrotelegrafie ku rozvádění proudu použití také země nebo současně země i vody.

Místo do vody zapustíme pak dvě desky do země, jimiž zavádíme opět proud, jenž zemí se vyrovnává, a tu lze i v tomto případě na jiném místě dvěma deskami zlomek hlavního proudu zachytiti a citlivým přístrojem konstatovati. Ovšem že proudová vlákna nemají tak pravidelný průběh, jako ve vodě, jelikož půda není homogenní.

Země používal při hydrotelegrafii anglický inženýr *Preece*. Zapustil totiž ve vzdálenosti 12.000 *m* dvě desky, jimiž zaváděl silný proud do země. A tu bylo lze konstatovati stopy proudu ve vzdálenosti 800 *m* a to nejen ve směru spojnice primárních desek, nýbrž i ve směru na tuto spojnicu kolmém.

Podobný orientační pokus provedli v Anglii *Granville* a *Smith*, používše současně kondukce vodní i zemské. V blízkosti pobřeží zapustili do země desky kovové, jimiž vedli do země proud. Na moři pak několik set metrů od břehu nalézal se člun, po jehož stranách zapuštěny ve vzdálenosti čtvrt míle kovové desky, jež spojeny byly tedy vedením půl míle dlouhým, rovnoběžným s pobřežím. Jakmile zaveden proud na zemi, tu vychýlila se jehla v galvanometru na člunu a zůstala vychýlena, dokud proud primární trval.

Telegrafie tato byla také theoreticky značně propracována. Hlavně to byli *Lodge* a *Preece*, kteří na základě svých hypotéz

o kondukcii vodní a zemské snažili se vypočítati, jaký zlomek hlavního proudu lze zachytiti v stanici přijímací.

I ukázalo se, že při větších vzdálenostech dá se očekávati již jen proud o intenzitě velice nepatrné.

Zvětšení dorozumivací vzdálenosti bylo by lze docíliti těmito prostředky:

1. Sesílením proudu primárního.
2. Vhodnou volbou membrány u telefonu.
3. Sladěním frekvence proudu primárního s výchvěvy membrány.

4. Zvětšením vzdálenosti elektrod, jimiž proud se zavádí.

5. Podobně zvětšením vzdálenosti elektrod, jimiž proud se zachycuje. Místo telefonu lze užít přístrojů jemu podobných, ale citlivějších, u nichž by se dalo větší měrou využítkovati resonancí.

Přes to ovšem ztratila hydrotelegrafie význam praktický, neboť byla úplně zatlačena telegrafií Marconiovou, s níž co do vzdálenosti dorozumivací závoditi nemůže.

Telegrafie indukci.

U telegrafie této nutno lišiti telegrafii, jež užívá indukce elektromagnetické a telegrafii, jež ku přenášení zpráv užívá indukce elektrostatické.

Telegrafie prvnější jest již také dosti stará, neboť již r. 1868. počal konati Belgičan *Léon Lomzée* podobné pokusy; zařízení, jehož užíval, popisuje v patentu r. 1870. vydaném. V témž čase zabýval se telegrafií touto *Edison*.

Největšího vývoje dočkala se však teprve v posledním desítiletí a byla ze všech popisovaných telegrafií nejvíce pracována i co se týče stránky theoretické.

Nejvíce pěstována byla v Anglii, kdež největších zásluh o ni si dobyli *W. Preece*, *Evershed* a *O. Lodge*.

W. Preece zabýval se po celých patnácte let telegrafií indukci elektromagnetickou a podal také r. 1899. v sezení spolku inženýrů anglických v Londýně zprávu o výsledku svých prací.

Neméně důkladně zabýval se telegrafií touto *Evershed*, jenž hleděl rozřešiti otázku, jak nejhodněji využítovati daného materiálu k docílení největší vzdálenosti. Mimo to vynášel zvláštní relais na zjevu resonance spočívající.

Nejdůkladněji theoreticky zpracoval tuto telegrafii *Lodge*, zdokonaliv ji mimo to tím, že počal používatí kondensatoru.

Objasněme nyní princip této telegrafie. Telegrafie indukci elektromagnetickou zakládá se na známém indukčním účinku proudu na uzavřený proudovod. Máme-li dva uzavřené, poblíže sebe umístěné proudovody, tu víme, že při uzavření proudu v kruhu jednom vzniká v proudovodu druhém proud směru opačného, při otevření pak proud směru souhlasného. Ale nejen přerušeni a zavedení proudu, ale i každé jeho zesílení a zeslabení má v zápětí indukované proudy ve vodiči druhém.

Síla elektromotorická ve vodiči sekundárním vzbuzená jest úměrna intenzitě proudu primárního, při čemž koeficient úměrnosti závisí na tvaru obou proudovodů, jejich rozměrech, na vzájemné jejich poloze a vzájemné vzdálenosti.

Avšak účinku indukčního ubývá do dálky velice rychle, tak že se nepomýšlelo na to užití indukce k přenášení zpráv, dokud nenalezeny přístroje velice citlivé, jako je na př. telefon.

Zjev indukce byl dávno znám jako rušivý faktor v telegrafii a telefonii.

Běží-li dva dráty po značně dlouhé dráze vedle sebe, tu mohou v sobě navzájem indukovati proudy dosti značné, jež původní proudy buď zesilují neb zeslabují a tím znamenají telegrafická porušují.

Ovšem u telegrafie lze tento vliv lehce odstraniti, a mimo to neuzívá se u ní přístrojů tak citlivých, aby udávaly proudy intenzit minimálních.

Jinak je tomu však u telefonie, která užívá přístroje prozrazujícího proudy nesmírně slabé intenzity. Tak stává se často, běží-li dva telefonní dráty vedle sebe, že lze telefonem poslouchati rozmluvu vedlejším drátem se přenášející. Účinek tento lze pozorovati i tehdy, jsou-li dráty od sebe vzdáleny 10—20 m. Proto nutno v takovém případě dráty napínati křížem, čímž se indukce eliminuje.

Citlivost telefonu vůči slabým indukovaným proudům přispěla k tomu, že se začalo užívat také indukce k telegrafování bez drátu.

Přístupme nyní ku celkovému zařízení stanic.

Hlavní součástí jsou vždy dva uzavřené vodiče, v určité vzdálenosti od sebe postavené. Jedním probíhá silný, rytmicky přerušovaný, po případě střídavý proud, který indukuje v druhém vodiči proud téhož charakteru; tento indukovaný proud uvádí v činnost přístroj dávající značky telegrafické.

Primární proudovod jest zde tedy stanicí vysílací, sekundární pak stanicí přijímací.

Ovšem tyto dva proudovody mohou míti různou vzájemnou polohu a různý tvar, a dle toho sluší rozeznávat tři systémy této telegrafie.

U systému *Preeceova* užívá se proudovodů velkých dimenzí, jichž roviny jsou vertikální a spolu rovnoběžné. Co možná vysoko nad zemí napne se drát jehož konce vedou k deskám do země zapuštěným. Část drátu jest zde nahrazena zemí; tím obdržíme dva proudovody, jichž roviny mají takovou vzájemnou polohu, že účinek indukční jest největší. Zároveň však zapuštěním desek do země způsobí se, že mimo indukci přichází také k platnosti konduktance zemská. Tohoto uspořádání výhodno jest užití tam, kde tvar půdy umožňuje umístění drát ve značně vyšší nad deskami v zemi zapuštěnými.

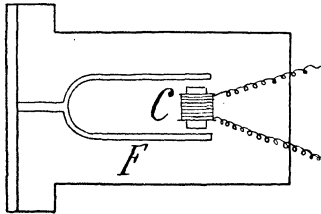
U druhého systému užívá se dvou vodičů tvaru kruhového, jichž roviny jsou horizontální. Účinek indukční jest při této vzájemné poloze proudovodů jen poloviční než v případě předcházejícím, ale výhoda spočívá v tom, že jsou odstraněny rušivé vlivy proudů zemských a vymýtním konduktance zemské lze snáze vše uvést v počet, neboť drát není spojen se zemí.

U třetího systému *Lodgeova* užívá se dvou gigantických cívek o několika závitěch, do nichž jest vepnut kondensátor. Roviny závitů těchto cívek jsou horizontální, jako v případě předcházejícím.

K zachycování telegrammů bylo užíváno přístrojů různých. Nejčastěji bylo použito telefonu Bellova, u něhož však cívka

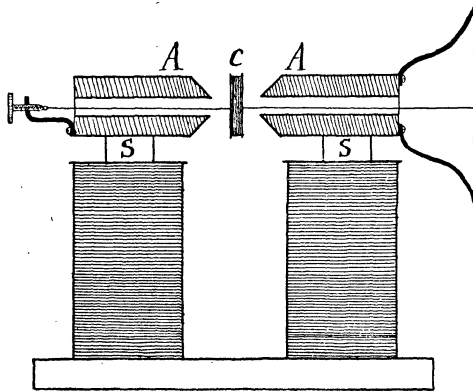
posunuta byla vždy co možná nejbliže k membráně, aby indukční účinek byl co možná silný.

Lodge užíval přístroje telefonu velice podobného (obr. 3.). Hlavní součástí jest ladička *F*, upevněná na skřínce resonanční a elektromagnet *c*, jímž probíhá proud indukovaný ve stanici přijímací. Tento proud, jenž v určitém rytmu mění svoji in-



Obr. 3.

tensitu i svůj směr, uvede ladičku v silné znění, ovšem jen tehdy, souhlasí-li rytmus proudu s rytmem, v němž ladička jest schopna kmitati. Ačkoli zvuk nedosahuje bezprostředně maxima intensity a nezaniká také okamžitě, lze přece dosti jasně jednotlivé tóny od sebe rozeznati.



Obr. 4.

Tento přístroj má tu výhodu, že jest citlivý jen vzhledem k určité frekvenci proudu.

Telefon Bellův sám jest přístroj dosti citlivý, neboť na membránu účinkuje znatelně již proud čítající 0·01 milliamp.

Jemné výchvěvy membrány, tímto proudem způsobené, pociťuje již náš orgán sluchový. Přístroj posledně popsany převyšuje však svou citlivostí i telefon.

Také se užívalo telefonu takto sestrojeného: Jak na obrazu 4. lze spatřiti, sestává z elektromagnetu, jehož armatury *AA* jsou provrtány.

Mezi armaturami umístěna jest cívka *c*, držena jsouc tenkým drátkem. Drát ten končí s jedné strany na resonanční desce, s druhé strany na regulačním šroubu.

Cívky na elektromagnetu jsou tak spojeny, že oběma probíhá proud týmž směrem; i vzniknou vedle sebe dva souhlasné póly *S*, *S*. Jelikož armatury jsou souhlasně magnetické, probíhají silokřivky mezi nimi směrem kolmým na osu armatury a tudíž i cívky *c*. Proběhne-li cívkou *c* proud, tu dle zákonů elektrodynamických pohne se cívka celá buď na pravo neb na levo, protínajíc tak svými závitými silokřivky. Prochází-li pak cívkou *c* proud přerývaný neb proud směr svůj měnící, rozkmitá se cívka a tudíž i deska resonanční a ozve se ton. Tento přístroj jest citlivým zvláště proti proudům střídavým.

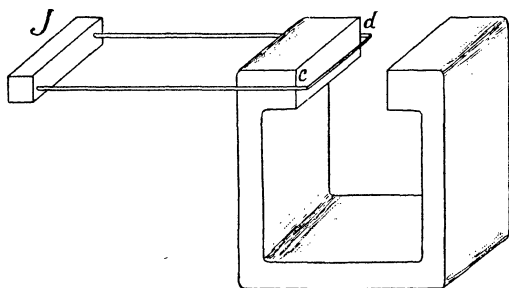
Má-li se telegrafovati, zavede se do primárního proudu, klíčem opatřeného, buď proud rychle přerušovaný, nebo ještě lépe střídavý proud ze stroje dynamoelektrického. Do sekundárního vedení vepne se telefon nebo některý z přístrojů popsanych. Kdykoli ve stanici vysílací stiskneme klíč, indukuje se na stanici přijímací proud stejně přerývaný, jako na stanici vysílací, a tudíž se v přístroji přijímacím ozve kratší neb delší ton, mající týž význam jako tečka a čárka abecedy Morseovy.

Ovšem jest vadou, že přístroje nezanechávají viditelných znamének. Proto sestrojil *Evershed* zvláštní relais, jež nazval relais komutativní.

Relais jest sestrojeno takto: Do izolující tyčinky *J* (obr. 5.) jest zasazen obdélník z drátu aluminiového, asi 4 *cm* dlouhého a 0·06 *mm* silného, jehož strana *cd* leží mezi póly silného magnetu. Nad částí *cd* v přiměřené výšce umístěna jest kontakt, pomocí něhož se uzavře batterie lokální, kdykoli se ho obdélník

dotkne. Protéká-li obdélníkem proud střídavý, tu pohybuje se část *cd* tak, aby protínala silokřivky.

Obdélník kmitá tedy nahoru a dolů. Je-li frekvence proudu v určitém poměru k době kmitu obdélníka, tu impulsy od jednotlivých proudů pocházející se sečítají a drát se i slabým proudem dostane záhy do pohybu. Dosáhne-li kmit určité amplitudy, dotkne se obdélník kontaktu a tím se uzavře místní batterie, jež uvede v činnost buď zvonek neb přístroj psací. Často užívá se také obdélníků dvou, jež se však spojí tak, aby proud jimi procházel směrem navzájem protivným. Následkem toho kmitají proti sobě, a jelikož jsou nad sebou, tu při určité amplitudě se dotknou a tím uzavrou batterii místní. Při mechanickém otřesu rozkmitají se tyto obdélníky směrem stejným



Obr. 5.

i nemůže otřesem nastati uzavření místní batterie jako u kontaktu.

Uvedme nyní některé pokusy, jež konány s touto telegrafií.

Nejvíce jich provedl Angličan *Preece*. S počátku užíval však uzavřených vodičů, jichž roviny byly horizontální, nepouštěje vodič do země. Tak na př. dva kabely byly rozloženy na zemi, tvoříce čtverce o stranách 400 *m*. Dorozumívání pomocí telefonu dálo se do dálky 600 *m*. R. 1886 rozloženy po obou březích řeky Severn proudovody formy trojúhelníkové. Nejdelší strany těchto trojúhelníků byly mezi sebou rovnoběžny, majíce délku 22 *km*. Střední vzdálenost jejich obnášela 7·2 *km*.

Ve vysílací stanici použito bylo proudu rychle přerušovaného intenzity 0·5 Ampère.

Přijímačem byl telefon.

Při dalších pokusech užíval *Preece* již vodičů se zemí spojených, jichž roviny byly vertikální. Uspořádání takové bylo mnohem pohodlnější.

R. 1892 konány byly pokusy v sousedství Cardiffu mezi Lavernockem a ostrovem Flat Holm ve vzdálenosti asi 5·3 *km*. Detaily zařízení *Preece* nepopisuje, ježto je často měnil. Vodič v Lavernocku měl délku 1200 *m* a byl to drát měděný, širokého průřezu. Ve Flat Holmu použito za vodiče kabelu délky 600 *m* guttaperčou izolovaného, do něhož vepnut byl telefon.

Ve vysílacím proudovodu užito bylo střídavého proudu intenzity 15 Ampère s frekvencí 192. Později změněno bylo zařízení tím způsobem, že místo proudu střídavého použito bylo proudu jednosměrného, náhle přerušovaného s frekvencí 400. Za těchto podmínek dalo se telegrafování velice snadno a rychle.

R. 1895 naskytla se příležitost k aplikaci této telegrafie. Kabel spojující ostrov Mull ve Skotsku se přetrhl; tu na jedné straně byl napjat drát 20 *km* dlouhý, na druhé straně položen izolovaný kabel délky 2·5 *km*. Vzdálenost obnášela 3 *km*.

Tím způsobem se telegrafovalo po celých 15 dní, dokud kabel nebyl opraven.

Další pokus byl spojení Anglie s Irskem. V Anglii napjat drát délky 225 *km*, jehož konce vedly k deskám do země zapuštěným. Podobně v Irsku byl napjat drát se zemí spojený téže délky. Vzdálenost drátů obnášela kolem 230 *km*.

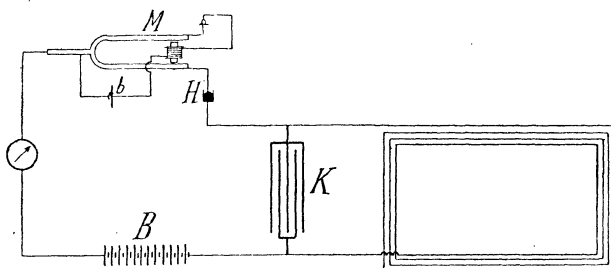
V telefonu bylo slyšet šumot, jenž patrně pocházel od proudů střídavých, jež probíhaly v blízkosti drátu. Ale mimo to ozýval se často v telefonu hukot, jenž vše ostatní přehlušoval a nedal se srovnati se žádným známým šumotem. Úkaz ten přičítal *Preece* proudům zemským kolujícím na povrchu zeměkoule. Telegrafovat se nezdařilo.

Uveďme nyní pokus *Evershedův*, jehož účelem bylo spojití pobřeží se světelnou lodí. K tomu cíli rozložen na dně mořském kabel v podobě kruhu pod světelnou lodí a spojen s pobřežím.

Loď sama byla obklopena několika závity drátů, jichž konce byly spojeny s přijímacím přístrojem na palubě.

Ukázalo se však, že dorozumění jest nemožné; neboť mořská voda působila na vlny elektromagnetické, tlumíc je tou měrou, že jen nepatrná část toku silokřivek ku přijímací stanici dorazila.

Také *Lodge* vykonal několik pokusů s touto telegrafií, při čemž hleděl hlavně použití resonance elektrické. Této resonance docíloval vkládáním kondensátorů a různou úpravou vodiče vzhledem k samoindukci.



Obr. 6.

Obr. 6. představuje nám takovou stanici vysílací. V jedné budově umístěn byl uzavřený vodič o několika závitech *A*.

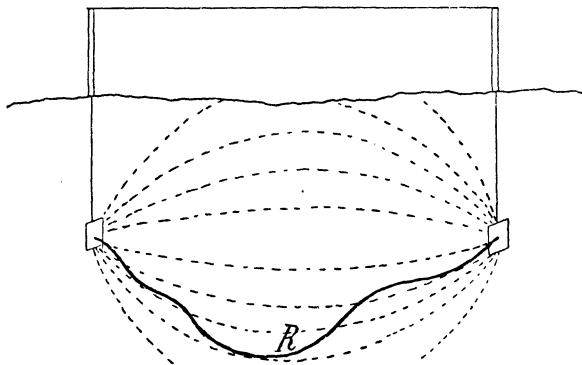
Tímto vodičem procházel proud z batterie akumulatorů *B* vycházející a přerušovaný pomocí rtuťového interruptoru *H*.

Interruptor ten spojen byl s ladičkou, jež ve chvíli udržována batterií *b* s příslušným přerušovačem *M*. Podobné zařízení bylo na stanici vysílací, kdež byl také uzavřený vodič o několika závitech s kondensátorem; do vedení veprnut byl pak telefon. Takovýmto způsobem telegrafováno bylo z jedné budovy do druhé. Na větší vzdálenost však pokusy ty konány nebyly.

Při systému *Preeceově* neděje se telegrafování pouze indukci, neboť proud vede se z vodiče deskami do země. Na stanici přijímací, jejíž vodič je také se zemí spojen, zachycujeme nejen proudy primárním proudovodem indukované, nýbrž také část proudů primárního, jenž se deskami primárního vodiče do země rozvádí.

Vzniká tedy telegrafování tímto způsobem součinností indukce a konduktce zemské.

Preece při svých výpočtech hleděl také k této okolnosti. Aby stanovil vzájemný indukční účinek obou vodičů hleděl nahraditi vodivost země myšleným vodičem tak zv. vodičem resultujícím, při jehož použití byl účinek stejný jako při použití země. Tento vodič nahrazoval zemi co do účinku indukčního uzavíraje s vodičem nad zemí plochu určité velikosti, na níž právě indukce závisí. *Preece* uvažoval při tom asi takto: Vodivost země jest sama sebou velice špatná, značnější stává se teprve vlhkostí. Kdyby hmota zemská byla homogenní a



Obr. 7.

zakončena vrstvou horizontální, tu by vlákna proudová byla tvořícími čarami rotačních ploch, spojujících obě desky v zemi zapuštěné. Všechny tyto linie proudové lze nahraditi výsledným vodičem *R*, jímž by celý proud procházel. Tvar a směr tohoto vodiče určen jest složením země. (Obr. 7.)

Jsou-li součástky země suché a různé, bude míti tento výsledný vodič tvar velice nepravidelný. Je-li však půda homogenní, jako jest tomu u dosti hlubokého moře, bude tvar vodiče pravidelný a vodič sám bude obsažen ve vertikální, oběma deskami položené rovině.

Preece konal také některé pokusy, při nichž se mu jednalo hlavně o určení hloubky tohoto výsledného vodiče. Neudává

však, jaké metody k tomu užil, nýbrž uvádí pouze výsledky. Tak na př. desky byly jednou zapuštěny ve vzdálenosti 100 *m*, a hloubka vodiče resultujícího byla taktéž 100 *m*. Na jiném místě při vzdálenosti desk rovné 440 *m* měl vodič onen hloubku 120 *m*.

Konečně při vzdálenosti desek kolem tří až šesti kilometrů byl vodič v hloubce kolem 300 *m*.

Rostla tedy hloubka resultujícího vodiče se vzájemnou vzdáleností desk jimiž se proud zaváděl.

Obtížnější bylo by stanovit resultující vodič země a vody současně.

Země sama není homogenní a tudíž vodivost její velmi různá. Nepatrná jsouc v hmotách skalnatých má velkou hodnotu v hmotách vlhkých. Mimo to jest země zbrázděna rourami kovovými, kolejemi, řekami a vůbec množstvím vodičů, jež mohou zpátečný proud od přímé dráhy značně uchýliti. Celkem však se zjistilo, že vodič resultující nalézá se v určité hloubce podí zemí. Proto jest také magnetická dvojrstva co do účinku indukčního vodič nahrazující mnohem širší nežli vrstva vertikální obsažená mezi vodičem ve vzduchu a projekcí jeho na zemi.

Pro telegrafování jest tedy systém *Preceau* nejvýhodnější, což jest způsobeno jednak polohou obou vodičů, a za druhé také účinkem rozvádění proudu v zemi, jímž se účinek indukce ještě podporuje.

Při výpočtu indukce však vadí ta okolnost, že je těžko zjistiti tvar resultujícího vodiče.

Avšak i u druhého systému, jehož hlavně *Evershed* užíval nelze opomenouti vliv země na telegrafování.

Roviny vodičů v tomto případě jsou horizontální a není tedy vodič spojen se zemí. Avšak blízkostí země způsobuje se jednak, že vodiče, jež by měli jinak kapacitu neatrnu, nabývají kapacity značnější. Dále reagují vodivé massy země tak jako sousední dráty nebo obaly kovové zmenšující vzájemnou indukci obou proudovodů. Konečně lze za to míti, že blízkost země může pozměnití pole magnetické od proudovodiče způsobené tak, že průběh silokřivek jest zcela jiný, než-li kdyby země nebylo. Jsou tedy tím modifikovány koeficienty samoindukce.

Theorie indukční telegrafie jest zbudována na různých hypotésách, které nejsou stejně oprávněny; mimo to nutno bylo pustiti se zřetele některé okolnosti, jež v praxi těžce lze určit. Proto nedá se vypočítati ku př. za jakých podmínek by bylo možno telegrafovati na vzdálenost značnější ku př. 100 až 200 *km*. V tomto případě zbývala by nám jen zkušenost. Zejména to platí pro systém *Preeceův*, kde vliv země se dá těžko stanoviti. Podobně i u ostatních systémů nebylo lze vliv země určit; zejména zůstalo nerozhodnuto, zdali a jakou měrou absorbuje země silokřivky magnetické. Pokusy s touto telegrafií konaly se na vzdálenosti příliš omezené, než aby bylo lze z toho vésti odůvodněné konkluse.

M. Lodge nedošel při svých pokusech dále než na 2 až 3 *km*, ačkoliv se nedá upřít, že kondensátory telegrafii značně zdokonalil. Podobné pokusy *Preeceovy* nedosáhly distance větší než 5 *km*.

V nynější době pozbyla tato telegrafie, kterou se tolik mužů po dlouhou dobu zabývalo, úplně praktické ceny, jakmile objevila se telegrafie *Marconiova*, ačkoli nepozbývá zajímavosti theoretické, poskytuje tak mnohou záhadu k řešení.

Přistupme nyní ke druhé telegrafii indukční jež užívá ku přenášení zpráv indukce elektrostatické.

Poprvé vyskytla se r. 1881, kdy *Smith* zadal si o patent na své zařízení, jež sloužilo ku přenášení zpráv z tratě do jedoucího vlaku. První tyto pokusy dály se tudíž na vzdálenost velmi nepatrnou, tak že je k telegrafii bez drátu zařaditi můžeme jen vzhledem k principu na němž jsou založeny. Také jiní mužové vedle *Smitha* vymyslili více méně důmyslné zařízení, jímž bylo lze telefonovati do jedoucího vlaku.

Na větší dálku telegrafovati bez drátu začali *Dolbear*, *Edison* a *Kittsee*, kteří sestrojili více méně složité stanice vyslací a přijímací.

Abychom pochopili podklad této telegrafie, vzpomeňme si na obyčejný kondensátor, na př. desku Franklinovu. Spojíme-li jeden polep se zemí, tu bude z tohoto polepu prouditi elektřina, kdykoli nastane na polepu prvním změna náboje. Při každém zmenšení neb zvětšení náboje nastane proudění elektřiny, zvláště intensivní, kdybychom nahradili náboj kladný negativ-

ním. Proud ty mění ovšem svůj směr dle toho, jaké má náboj znamení, a dle toho, zvětšuje-li se náboj nebo zmenšuje. Kdybychom tedy nabíjeli jeden polep kondensátoru indukovaným proudem tak, že bychom spojili onen polep s jedním pólem cívký sekundární, tu bude tento polep nabíjen střídavě kladně a záporně, a s druhého polepu budou vycházeti proudy střídavé mající stejnou frekvenci jako proud první polep nabíjející.

Této okolnosti se užívá u telegrafie indukci elektrostatičnou, při níž hlavní součástí jsou dvě desky kovové, v určité vzdálenosti od sebe postavené.

Mezi těmito deskami jest vrstva vzduchu tvořící izolator a obě desky tvoří tedy kondensátor, jehož kapacita pro značnou vzdálenost desek je ovšem velice nepatrná.

Nabíjíme-li tedy jednu desku proudem střídavě kladně a záporně, budou z druhé desky se zemí spojené vycházeti střídavé proudy intensity velmi slabé, jež můžeme však citlivým přístrojem zachytiti a ku dorozumívání užiti.

Uvedeme nyní celkovou úpravu stanic tak, jak byla navržena *Edisonem*.

Ve značné výši nad zemí umístěny jsou dvě kovové desky o značné kapacitě C , C' ; každá z nich jest spojena drátem s přijímacím přístrojem R a s jedním pólem sekundární cívký induktoria; druhý pól této cívký je spojen se zemí. Za přijímací přístroj užíval *Edison* elektromototelefonu.

Také lze ovšem použití telefonu nebo přístroje jiného, regulujícího na proudy střídavé. Primární cívka induktoria jest spojena pomocí klíče s baterií a mimo to ve větvi jest připojen rotující interruptor, který se uvede v činnost teprve tehdy, stiskneme-li klíč. Dokud držíme klíč stisknut, prochází cívkou primární silný přerušovaný proud. Tím budí se v sekundární cívce proudy střídavé, které nabíjejí desku střídavě kladně a záporně.

Tyto elektrostatičké impulsy vzbudí influencí podobné změny na desce C' , na které v rychlém sledu se objeví elektřiny kladné a záporné. Drátem, spojujícím druhou desku a přijímač budou procházeti k zemi střídavé proudy, jež ovšem budou velmi slabé, ale v citlivém přijímači vzbudí tón.

Podle toho, jak dlouho klíč držíme stisknut, ozývá se v přijímači delší nebo kratší ton, jenž má týž význam jako tečka a čárka abecedy Morseovy.

Desky C C' jsou proto značně vyvýšeny, aby se vymýtil vliv země. Neboť je-li deska blízko země, pak tvoří se zemí kondensátor, u něhož jedním polepem jest země, druhým deska, dielektrikem vzduch. Tu se ovšem část energie ztrácí; podobný absorbující vliv mají i budovy, pahorky, stromy, vůbec předměty vyvýšené.

Umístíme-li tedy desky C C' co možná vysoko, tu se škodlivý vliv země a předmětů, na ní se nalézajících, značně zmírní.

Také jiní mužové sestrojili podobná zařízení, která však není nutno uváděti, jelikož se principem neliší. Místo pouhé desky o značné kapacitě lze užiti jednoho, po případě i více kondensátorů, jako je tomu u metody *Dolbearovy*. Také *Kitsee* sestrojil stanice přijímací a vysílací, jež se liší pouze tím, že za přijímače místo telefonu užíval Geisslerových trubic.

Přese všechna zdokonalení nemá však ani tato telegrafie ceny praktické, nemohouc se měřiti s telegrafií *Marconiovou*.

Šikmý průmět šroubovice.

Napsal

Antonín Sýkora,
professor v Rakovně.

Abychom vyšetřili tvar šikmého průmětu*) šroubovice na rovinu, stojící kolmo na ose válce, na němž si myslíme šroubovici vytčenu, rozdělme výšku závitku šroubovice na n stejných dílů a vedme dělicími body roviny kolmé k ose.

Kruhové řezy těchto rovin s plochou válcovou dělí šroubovici na díly vespolek stejné. Promítneme-li tyto kruhové řezy i s body, v nichž šroubovici protínají, určitým směrem, nabudeme soustavy kruhův, jejichž středy jsou v průmětu osy válce a jsou od sebe stejně vzdáleny; na kruzích těch jsou průměty bodů

*) Anebo vržený stín za rovnoběžného osvětlení.