

DE TELEFOON.

DOOR

Dr. E. VAN DER VEN.

II.

Reeds in den aanvang dezer beschouwingen (bladz. 311) merkten wij op, dat de telefoon, zooals die door BELL de wereld werd ingezonden, een graad van volkomenheid bezat, dien men hoogst zelden aantreft bij werktuigen, wier inrichting op eene gansch nieuwe toepassing berust van bekende werkingen der natuurkrachten. Het is dan ook opmerkelijk dat voor zoover betreft *het weergeven der klanken* Bell's telefoon door geen andere tot nog toe is overvleugeld, dat als »hoorder" die nog steeds en in elk stelsel wordt aangewend. Men moge daaraan eenen anderen vorm hebben gegeven of eenige niet te versmaden verbeteringen hebben aangebracht, den grondslag, waarop zijne werking berust, heeft men nooit door eenen anderen, laat staan dan beteren, weten te vervangen. Zoodat wij, in de hope dat eenmaal de wetenschap ons een telefoon zal schenken, die op regelmatige wijze eene op grootere afstanden verstaanbare taal doet hooren, nog steeds ons er mede hebben te vergenoegen, dat een Bell-telefoon de hem toevertrouwde geheimen ons in het oor fluistert.

Gansch anders is het gegaan met het werktuig, dat dienen moet om de *voortgebrachte klanken op te vangen*, met dat gedeelte dus, dat wij, »den spreker" noemden. En hierin was, wilde de telefoon op eenigzins grooten schaal zijne diensten bewijzen, verandering noodzakelijk. Mocht toch een Bell-telefoon volkomen in staat zijn om op kleine afstanden het opgevangen woord over te brengen, op grootere

was dit niet meer het geval. Niet slechts verzwakte dan de weerstand van den draad, waaraan de stroomsterkte bijkans omgekeerd evenredig is, die intensiteit dermate, dat haar golvend beloop bijna werd vernietigd; ook elke invloed van buiten, voornamelijk de induceerende werking van nabij gelegen telegraafdraden en de uit deze langs de palen en den bodem afgeleide stroomen, veroorzaakte spoedig in den hoorder een gedruisch, dat de werking van die uiterst flauwe golvingen geheel overstemde.

Inderdaad moest men aan deze versterking van den stroom, die zonder dat daarbij een batterij in het spel kwam niet was te verkrijgen, de volkomen omkeerbaarheid van het stelsel opofferen; met andere woorden, de dienst eischte nu aan elk der verbonden stations een batterij en een telefoon. Toch was deze opoffering niet zóó groot als men, oppervlakkig beschouwd, zou meenen; want het oproepen van den correspondent, dat door den Bell-telefoon niet dan zeer gebrekkig geschieden kan, eischte reeds het gebruik van een elektrische schel, en evenzoo deed dit het sein, dat de correspondent de oproeping had vernomen. Dit dubbel doel — opschellen en antwoorden, spreken en antwoorden — kan dan wel langs dezelfde lijn geschieden, mits men daarin een stroomwender plaatse en liefst wel een, die als het ware automatisch werkt of ten minste zóó dat men, van den toestel gebruik makende, aan het omzetten niet afzonderlijk behoeft te denken. Bij de Bell-telefonen met schelinrichting nu was hierin voorzien op eene wijze, volkomen analoog met de inrichting der tegenwoordig meest gebruikelijke telefonen.

Wanneer aan beide stations de telefonen aan hunne haken waren opgehangen, dan was *tusschen hen* de geleiding verbroken maar dan behoefde men ook slechts op den schelknop te drukken om den stroom van zijn eigen batterij te laten gaan door de schelinrichting van zijn correspondent, die dan op dezelfde wijze antwoorden kon. Namen daarop beide hunne telefonen uit den haak, dan verbraken zij het verband tusschen de lijn en de schellen en herstelden dat tusschen beide telefonen, zoodat het gesprek kon gevoerd worden. Hingen zij, na afloop daarvan, de telefonen weder aan de haken, dan werd de toestel als van zelf weder gebracht in den toestand, die vereischt werd als de correspondenten elkander tot een nieuw gesprek wilden oproepen.

Het is duidelijk dat de basculeerende haak, waaraan elke telefoon hing, een hefboomsarm was die, onder den invloed van het gewicht van den telefoon, den stroomwender zóó omzette, dat de stroom door de schellen gaan kon en die, van dat gewicht ontlast, terugkeerde

in den stand, waarbij beide telefonen geleidend waren verbonden.

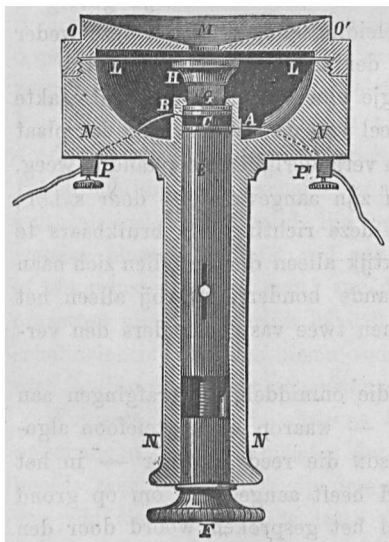
De mogelijkheid lag nu voor de hand om, door eenige uitbreiding te geven aan deze inrichting met veranderlijk stroomverband, met behulp van ééne verbindingslijn den stroom van een lokale batterij beurtelings te brengen door de schelinrichting en door den hoorder van het corresponderend station. En op welke wijze men dan aan dien stroom het golvend beloop kon geven, waardoor alleen het overbrengen van gearticuleerde klanken wordt gewaarborgd, was reeds sedert lang bekend. Immers men behoefde daartoe slechts terug te keeren tot de door GRAY en BELL gelijktijdig ontworpen maar door den Bell-telefoon op den achtergrond gedrongen inrichting, waarbij (bladz. 316) het golvend beloop van de stroomsterkte het onmiddellijk gevolg is van een dergelijk beloop van den geleidings-weerstand en deze weder een getrouw beeld van de vibratiën der trilplaat.

Bij beide toestellen bracht een laagje vloeistof, dat deel uitmaakte van de geleiding en wiens dikte geheel van de trillingswijze der plaat in den spreker afhankelijk was, dezen veranderlijken weerstand te weeg. Maar hoewel er sedert wel pogingen zijn aangewend — door SALET, LUVINI, RESIO en anderen — om in deze richting iets bruikbaars te leveren, zoo hebben toch tot de praktijk alleen die toestellen zich baan gebroken en zich daar kunnen staande houden, waarbij alleen het meer of minder innig kontakt tusschen twee vaste geleiders den veranderlijken weerstand vormt.

Wanneer wij de jaren nagaan, die onmiddellijk voorafgingen aan het tijdstip — het najaar van 1877 — waarop BELL's telefoon algemeen bekend werd, dan is het EDISON die reeds vroeger — in het voorjaar van 1876 — het denkbeeld heeft aangegeven om op grond van het zoo even genoemd beginsel het gesproken woord door den stroom *over te brengen*. Wij cursifeeren dit woord, omdat lichtelijk bij iemand de vraag zou kunnen oprijzen, waarom dan, als men aan EDISON de toepassing is verschuldigd van een denkbeeld, waarop de werking van den hedendaagschen telefoon berust en deze het omkeerbare stelsel van BELL geheel heeft verdrongen, niet ook EDISON's naam bij voorkeur aan deze uitvinding is verbonden. Wien zoo vraagt toch, willen wij doen opmerken, dat *overbrengen* en *teruggeven* twee verschillende zaken zijn; dat terwijl er meerdere manieren zijn om het eerste te bewerkstelligen er tot nog toe maar één weg is gevonden, waar langs men komen kan tot het goed verstaanbaar teruggeven van hetgeen overgebracht wordt. En deze weg ligt uitsluitend door den Bell-telefoon.

Intusschen is men de ontdekking — of minstens de eerste grondige beschouwing — van het feit, waarop de werking der hedendaagsche telefonen — sprekers — met veranderlijken weerstand berust, evenmin aan EDISON verschuldigd als aan BELL. Reeds in 1856 vestigde DU MONCEL er de aandacht op en later, als andere onderzoekingen hem daartoe aanleiding gaven — in 1864, 1872, 1874 en 1875 — kwam hij, in mededeelingen o. a. aan de *Acad. des sciences de Paris*, daarop terug. Terwijl men namelijk langen tijd algemeen van oordeel was, dat twee metaal-oppervlakken elkander slechts behoeften aan te raken om een volkomen geleiding van den stroom te doen plaats hebben, en dus

Fig. 4.



meende, dat de stroomsterkte bij eenen uit meerdere, elkander rakende deelen bestaanden geleider alleen van zijne afmetingen afhing, nam hij waar, dat de doorgang door elk punt van aanraking op zich zelf eenen vrij belangrijken weerstand in het leven riep. Hij bevond, dat de drukking, die in de punten van aanraking de stukken tegen elkander uitoefenden, van grooten invloed was op de stroomsterkte en dat een verandering in die drukking bij minder goede geleiders eene grootere verandering in die sterkte teweeg bracht dan bij de metalen. Onder de middelmatige geleiders nu bekleedt de kool eene eerste en bekende plaats en het is dus niet te ver-

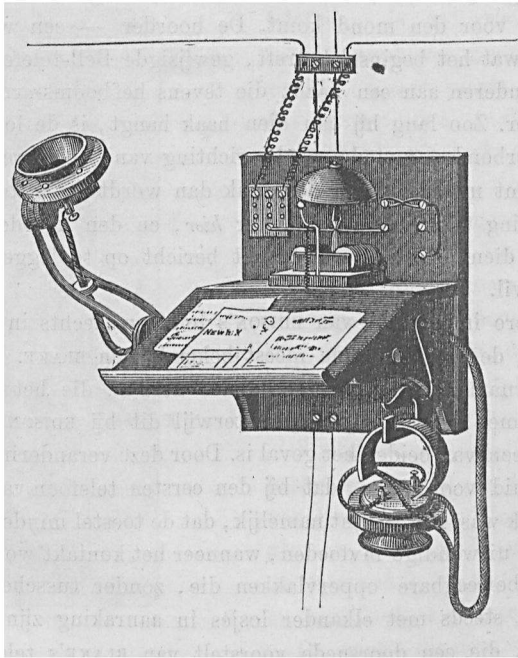
wonderen, dat EDISON op het denkbeeld kwam het onder den invloed van de vibreerende trilplaat veranderend contact van kooloppervlakken te bezigen tot het voortbrengen van een weerstand, en daardoor van een stroom, die een golvend beloop had.

De allereerst door EDISON vervaardigde telefoon, die door zijnen vorm den Bell-telefoon sterk nabootst, is in fig. 4 afgebeeld; het veranderlijk contact heeft daarin plaats tusschen twee metaal- en twee kooloppervlakken. Ofschoon in dezen vorm die telefoon, zoover mij bekend is, nooit in de praktijk is gebracht, is toch zijne historische waarde groot genoeg om zijne samenstelling eenigzins in bijzonderheden

na te gaan. Alles wat later in deze richting is tot stand gebracht, kan als een variatie op ditzelfde thema beschouwd worden.

OO' is het mondstuk met de opening M; dit is van hout of van eboniet en geschroefd op den huls N...N van den telefoon in wiens verbreed bovenstuk een holte is uitgespaard. In een sleufje, dat van boven in het holle handvat is uitgeboord, ligt, tusschen twee platina-plaatjes, een schijfje kool — hier sterk saamgeperst roet van petroleum — dat een weerstand heeft ongeveer gelijk aan dien van 100 meters gewoon telegraafdraad. Het bovenste plaatje B is door een draad

Fig. 5



verbonden met de eene pool P, het onderste A met de andere pool P' van een batterij. De trilplaat LL' drukt door middel van een kurken cilinder H, een stukje van een caoutchoucuis G en een dun ebonieten schijfje op het bovenste platinaplaatje B; zoo doende is er een eenigszins elastisch verband tusschen de plaatjes in kontakt en de trilplaat, zoodat de bewegingen van deze niet door den weerstand van gene belemmerd worden. Met behulp van den schroefkop F, die eenen in den hollen cilinder E verschuifbaren piston voortstuwt, kan

men, als al de onderdeelen van de inrichting op hare plaats zijn, de drukking tusschen deze zoo wijzigen, dat de klanken, door den hoorder weergeven, hun maximum van sterkte bereiken.

EDISON heeft later nog eenige wijzigingen in de inrichting van zijnen telefoon gebracht; ook heeft hij daaraan den, trouwens geheel onnoodigen, vorm ontnomen, waardoor die van een Bell-telefoon werd nagebootst en wel door de lange schroef FE te laten vervallen. In fig. 5 ziet men de inrichting van zijn telefoonstelsel, zooals dat in de praktijk optreedt.

Links is de van zijn langen steel ontdane spreker bevestigd aan een dubbel geleden arm, dien men zoo kan buigen, dat het mondstukje juist voor den mond komt. De hoorder — een wel wat den vorm, niet wat het beginsel betreft, gewijzigde Bell-telefoon — hangt rechts van onderen aan een haak, die tevens hefbooms-arm is van een stroomwender. Zoo lang hij aan dien haak hangt, is de lokale batterij geleidend verbonden met de schel-inrichting van het corresponderend station. Neemt men hem van den haak dan wordt de batterij gebracht in de geleiding tusschen den spreker *hier*, en den hoorder *daar*. Het lessenaartje dient slechts om er het bericht op te leggen, dat men overseinen wil.

Eene andere inrichting, van EDISON's telefoon slechts in bijzaken afwijkende, is de hier te lande meest bekende van BLAKE. Het verschil bestaat voornamelijk daarin, dat beide deelen, die het veranderlijk kontakt vormen, bewegelijk zijn, terwijl dit bij EDISON's inrichting slechts met een van beiden het geval is. Door deze verandering wordt het krakend geluid voorkomen, dat bij den eersten telefoon van deze soort zoo hinderlijk was. Het schijnt namelijk, dat de toestel minder gevoelig is voor allerlei uitwendige invloeden, wanneer het kontakt wordt gevormd door twee beweegbare oppervlakken die, zonder tusschenkomst van de trilplaat, steeds met elkander losjes in aanraking zijn.

In fig. 6, die een doorsnede voorstelt van BLAKE's telefoon, loodrecht op het voorvlak, ziet men op welke wijze dit van de trilplaat onafhankelijke kontakt wordt verkregen. Daarin is *d* een veer, wier vrije uiteinde *g* bezwaard is door een stukje metaal, waaraan een plaatje kool *h* is bevestigd, dat eenerzijds het kontakt moet vormen. Die veer is — bij *r* — bevestigd aan een metalen stuk F, dat ook beweegbaar is doordien het — bij *j* — zelf aan een stalen veer is opgehangen. Men kan den stand van dit geheele onderdeel der inrichting regelen door middel van de schroef *l*, wier punt in G tegen een hellend vlak

drukt en daardoor het geheel iets meer of minder naar voren beweegt.

Anderzijds wordt het kontakt gevormd door een stukje platinadraad, dat, bij een middellijn van 1 millimeter, een lengte van 1.5 mM. heeft en door de veer *c* met zijn eene uiteinde tegen het plaatje kool *h* wordt gedrukt. Als het instrument naar behooren is geregeld, dan raakt het andere uiteinde de trilplaat. Op deze wijze is de gemiddelde drukking in *h* onafhankelijk van de trilplaat, wier vibratie daarin

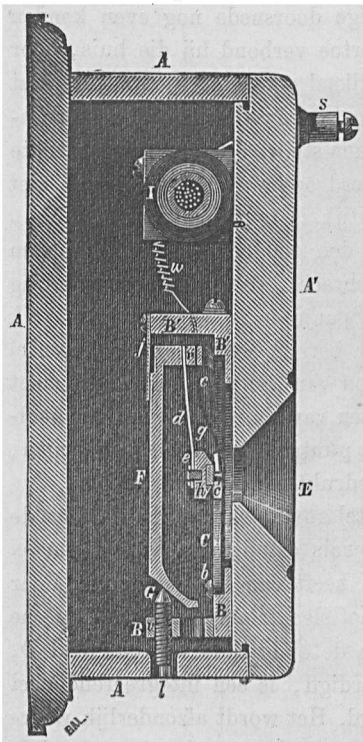
slechts die veranderingen brengt, welke een haar nabootsende golven in den weerstand veroorzaakt.

In de beide zoo even geschetste telefonen is de geleiding slechts in één punt verbroken, bestaat er slechts op eene plaats een kontakt, dat onder den invloed van de stem wordt versterkt en verzwakt. Krachtiger nog dan door deze worden klanken overgeseind door die toestellen, waarin de stroom door meerdere van zulke punten van veranderlijk kontakt moet gaan. Telefonen van deze soort, die van **ADER**, stelden in 1881 op tot nog toe onovertroffen wijze de bezoekers van de elektrische tentoonstelling in de gelegenheid, om in een der nevenzalen van het Paleis de l'Industrie getuigen te zijn van de voorstellingen in de Grand Opéra, de Opéra-comique en het Théâtre Français.

De eerste, die deze vermeerdering der punten van kontakt in praktijk

bracht, was de kolonel der artillerie van het Belgische leger **NAVEZ**. In zijn telefoon maakt dan ook een kolom van twaalf, boven op elkan- der geplaatste koolschijfjes deel uit van de geleiding. Eene verdere vermeerdering van dit aantal schijfjes bracht geene versterking te weeg in de overgebrachte klanken; eene omstandigheid, die wel daaraan zal zijn toe te schrijven, dat verhooging van de gevoeligheid van het instrument door vermeerdering van de punten, waar de stroom verbroken

Fig. 6.



is, de stroomsterkte dermate kan verzwakken, dat, hetgeen men wint aan de eene zijde aan de andere verloren gaat. Intusschen schijnt, naar onderzoekingen van BOUDET, de gevoeligheid van den toestel niet alleen afhankelijk te zijn van het *aantal* kontaktpunten, maar vooral ook daarvan of in al die punten eene zelfde drukking heerscht. Eene voorwaarde, waaraan zeker in den telefoon van NAVEZ niet wordt voldaan, waarin de laagst gelegen schijfjes sterker tegen elkander worden gedrukt dan de hooger gelegene. BOUDET zelf trachtte door eene inrichting, waarbij kleine bolvormige stukjes kool van gelijke middellijn in een glazen buis van ruim dezelfde inwendige doorsnede nog even konden glijden, dat bezwaar op te heffen. Daartoe verbond hij die buis, door middel van een scharnier, aan een vertikaal geplaatst voetstuk, zoodat men die naar willekeur elken stand kon geven tusschen den horizontalen en den vertikalen en haar dus zóó kon stellen, dat de overgebrachte klank tot zijn maximum van sterkte werd opgevoerd. Toch is mij niet gebleken, dat zijn telefoon in de praktijk is opgenomen.

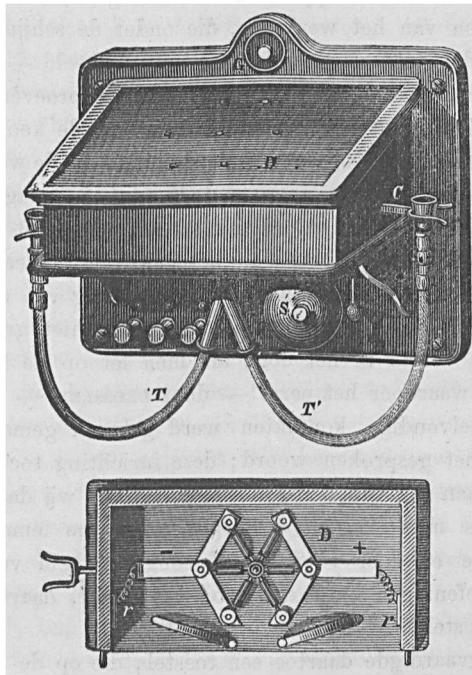
Gansch anders is het gegaan met den telefoon, onder den naam GOWER-BELL-telefoon in den handel gebracht, die noch tegenwoordig in verschillende landen, met name in Spanje en in Egypte in gebruik is. Wat de inrichting van den spreker betreft wijkt deze in beginsel niet af van den bovengenoemden telefoon van ADER; in beide toch moet de stroom gaan door verschillende punten van aanraking tusschen kooloppervlakken en worden deze, daar die punten in hetzelfde vlak liggen, ongeveer even sterk tegen elkander gedrukt.

Fig. 7 is een afbeelding van den toestel GOWER-BELL. Uit het bovenste gedeelte van die figuur blijkt dat, evenals dit bij den toestel EDISON het geval is, het geheel de gedaante heeft van een lessenaar. Maar hier dient het blad van dien lessenaar niet slechts om daarop de *dépêche* te leggen, die men overseinen wil; aan de onderzijde van dat blad D, dat van zeer dun dennenhout is vervaardigd, is een integreerend deel van het werktuig, de spreker, bevestigd. Het wordt afzonderlijk weergegeven door het onderste gedeelte van onze figuur, dat de onderzijde van het blad afbeeldt, nadat dit met de beide zijwanden en den voorwand van den lessenaar is weggenomen. De stervormige figuur in het midden is de spreker. Hij bestaat uit zes koolstaafjes, die als stralen uitgaan van een blokje kool en elk in het bijzonder uitloopen in een blokje kool, dat, even als het eerste, aan den deksel is bevestigd. De zeven punten van bevestiging zijn in het bovenste gedeelte der figuur zichtbaar. Zoowel in het middelste blokje als in die aan den omtrek

zijn holten geboord, waarin de zes staafjes met hunne uiteinden rusten. Overigens zijn aan de van den deksel afgewende uiteinden de blokjes drie aan drie geleidend verbonden en elk drietal weder het eene met de positieve, het andere met de negatieve pool van de batterij.

Er bestaan hier dus twaalf punten van zeer veranderlijk kontakt en in elk van deze zal de drukking ongeveer dezelfde zijn. De veeren r, r , die men ook aan den deksel ziet bevestigd, hebben rechtstreeks geen verband met het beschreven deel van het werktuig. Als de lesse-

Fig. 7.



naar gesloten is, drukken zij tegen twee dergelijke, aan den achterwand bevestigde veeren aan en brengen dan de spreker in geleidend verband met de lijn, die naar het corresponderend station loopt. Spreekt men boven het veerkrachtig blad van den lessenaar, dan geraakt dit, op de wijze van een klankbodem, in trilling en de trillingen brengen dan in de innigheid der kontakten de veranderingen te weeg, die noodig zijn om aan de stroomsterkte het golvend beloop te geven dat haar afspiegelt.

Aan al de laatstelijk beschreven inrichtingen met veranderlijk kontakt, hetzij dat het in één, hetzij dat het in meer punten plaats hebbe, heeft men den naam van mikrofoon-telefonen gegeven. De reden daarvan is gemakkelijk te gissen door hen, die in der tijd met belangstelling de verrassende verschijnselen hebben nagegaan, door den mikrofoon van HUGHES te weeg gebracht. Inderdaad worden met behulp van dit werktuigje in een Bell-telefoon geluiden duidelijk hoorbaar, die door het ongewapend oor in het geheel niet worden waargenomen en is ook de grond van zijne werking gelegen in de veranderingen, die het kontakt van twee kooloppervlakken ondergaat, als zij in verband staan met deelen van het werktuig, die onder de schijnbaar nietigste invloeden — den tred van een vlieg, bij voorbeeld — trillen. Wel werden — ten minste oorspronkelijk — bij de proeven van HUGHES de trillingen uitsluitend door vaste lichamen op de koolstaafjes overgebracht en trad het overbrengen door de lucht van de werking van geluidgolven daarbij niet op den voorgrond. Maar als men nagaat, dat onder die proeven ook deze was, dat een luchtstroom, die het werktuig trof, zich in den telefoon deed hooren als het geruisch van een verwijderde beek, dan was van de oorspronkelijke aanwending van den mikrofoon tot die in den Gower-Bell-telefoon de overgang niet groot.

Dit valt ook vooral in het oog, als men let op de inrichting van het werktuig, waardoor het eerst — door CROSSLEY — van het hulpmiddel der veelvoudige kontakten werd gebruik gemaakt ter overbrenging van het gesproken woord; deze inrichting toch herinnert in alle opzichten aan die van den mikrofoon, zooals wij daarmede in den aanvang kennis maakten. Er was sprake van om iemand, die nabij Halifax woonde en door voortdurende ongesteldheid verhinderd was de godsdienstoefeningen in de kerk bij te wonen, daartoe toch in de gelegenheid te stellen.

CROSSLEY vervaardigde daartoe een toestel, die op de volgende wijze was ingericht. Een stuk perkament werd op een raam, als een trommel gespannen en daarop werden vier blokjes kool bevestigd, die de hoekpunten vormden van een vierkant. In het bovenvlak dezer blokjes werden sleuven gemaakt en daarin rustten met hunne uiteinden vier koolstaafjes, die de zijden van het vierkant vormden en elkander niet raakten. De pooldraden eener batterij van twee Bunsen-elementen werden elk in het bijzonder verbonden met twee tegenover elkander geplaatste blokjes, zoodat van den stroom, die bij zijn intreden in den toestel zich in twee deelen splitste, elke helft gedwongen was te gaan door

de vier punten van kontakt, die hij op zijnen weg ontmoette. Door middel van dezen mikrofoon, die geplaatst werd op den rand van de predikstoel, op ruim drie engelsche voeten afstand van den mond des predikers, was men in staat om, twee engelsche mijlen van daar, in een gewonen Bell-telefoon de rede te volgen. Het gezang der gemeente klonk daarenboven op aanzienlijken afstand van den telefoon door de kamer.

Het is niet te verwonderen dat, bij eene zoo groote overeenkomst tusschen de inrichting en de uitwerking van beide instrumenten er strijd ontstond tusschen EDISON en HUGHES over de prioriteit der uitvinding; al is het te betreuren, dat deze strijd, door dagblad-artikelen aangezet, niet altijd werd gevoerd op eene wijze, twee zoo verdienstelijke mannen waardig. Inderdaad komt — wij zeiden dit reeds boven (bladz. 354) — wat het beginsel betreft, waarop de werking berust, aan geen van beiden de eer der uitvinding toe. Terecht merkte dan ook reeds in den zomer van 1878, toen de strijd het hoogst liep, Sir WILLIAM THOMSON, in een brief aan het engelsche weekblad *Nature*, het volgende op:

»Het is waar, dat het beginsel, waarvan EDISON in zijn telefoon en HUGHES in zijn mikrofoon uitgaan, hetzelfde is; maar even waar is het, dat dit beginsel het eerst in 1866 is toegepast door den heer CLÉAC, ambtenaar bij de administratie der fransche telegraaflijnen, in zijn *buis met veranderlijken weerstand*, die in dien tijd door HUGHES bij vele zijner proeven gebruikt is. En eigenlijk zelfs berust de werking van al deze toestellen zonder onderscheid op een feit, dat reeds lang door den heer DU MONCEL was geconstateerd, het feit, namelijk dat *een vermeerdering in de drukking tusschen twee geleiders, die elkander raken, eene vermindering te weeg brengt in hunnen elektrischen weerstand.*»

Waarbij wij, ter verduidelijking voor den lezer, alleen dit hebben te voegen, dat de genoemde buis van CLÉAC niets anders is dan een soort van rheostaat, bestaande uit een glazen buis gevuld met potloodpoeder, in welks open uiteinde een metalen plaatje door een schroef kan worden voortgestuwd; aan dit plaatje is een der pooldraden van de batterij gevestigd, terwijl de andere draad in geleidend verband is met het potlood onder in de buis. Wanneer men nu, door de schroef in de eene of andere richting te draaien, het poeder meer of minder samenperst, dan neemt daardoor de weerstand af of toe; en bepaalt men proefondervindelijk de afhankelijkheid tusschen deze veranderingen

in den weerstand en den stand van de schroef, dan kan de toestel als rheostaat dienst doen.

Hebben wij tot nog toe uitsluitend de verbeteringen nagegaan, die men in de werktuigen zelve heeft aangebracht, thans willen wij nog een blik slaan op de pogingen, die, niet zonder vrucht, zijn aangewend om de inrichting van de lijn zóó te wijzigen, dat de klanken duidelijker konden worden aangebracht. Vooral wanneer het groote afstanden gold, was in dit opzicht wijziging gewenscht. Want het bleek al spoedig dat met eene inrichting, waarbij men eenvoudig den stroom eener batterij door den spreker en den hoorder liet gaan, op kleine afstanden een betrekkelijk veel gunstiger resultaat werd verkregen dan op grootere.

In de hoofdzaak moet deze omstandigheid niet zoozeer daaraan worden toegeschreven, dat bij grooteren afstand de weerstand op de lijn grooter en daardoor het gemiddelde van de stroomsterkte kleiner wordt, als wel daaraan, dat de veranderingen, in die sterkte door den spreker voortgebracht, dermate worden verzwakt, dat de geringste invloed van buiten in staat is hare regelmatigheid te verstoren. En het zijn toch inderdaad slechts deze golfswijze plaatsgrijpende veranderingen, die de klanken overbrengen op den verwijderden klankbodem.

De eerste pogingen, die men in deze richting heeft in het werk gesteld, bestonden daarin, dat men den spreker niet in den hoofdstroom plaatste, maar in eenen uit den hoofdstroom nabij de polen der batterij afgeleiden stroomtak. Uit de wetten, die ter bepaling van stroomsterkte en stroomverdeeling gelden, kan men dan ook afleiden, dat op deze wijze, *als de weerstand in de lijn zeer groot is in verhouding tot dien in den spreker*, de totale stroomsterkte in den hoorder wel kleiner wordt dan wanneer de spreker in den hoofdstroom staat; dat daarentegen de veranderingen in den weerstand van den spreker op die stroomsterkte een grooteren invloed hebben.¹

¹ Zij r de weerstand in de batterij en in het onverdeelde gedeelte van de geleiding, L de weerstand in de lijn, waarop de hoorder staat, T die in den tak waarvan de spreker deel uitmaakt en E de elektromotorische kracht der batterij.

Staan de spreker en de hoorder in den hoofdstroom, dan is

$$I^o = \frac{E}{r + L + T} \dots (1)$$

Maar mocht dan ook al bij de toepassing — o. a. in den telefoon van HERZ — dit in derivatie opstellen van den spreker eenigszins aan de verwachting beantwoorden, het bracht in de duidelijkheid, waarmede op verre afstanden het gesproken woord werd overgebracht, de gewenschte verbetering niet. Het bleek, dat door de gelijktijdige verzwakking, die de gemiddelde stroomsterkte daarbij onderging, de invloed der door uitwendige invloeden geïnduceerde stroomen aanmerkelijk toenam; zoodat men op de zekerheid, waarmede in alle omstandigheden het werktuig dienst moet doen, niet kon rekenen. De telefoon zou dan ook in de praktijk zich met een meer bescheiden rol hebben moeten vergenoegen dan thans het geval is, indien men niet op het denkbeeld was gekomen de veranderingen, die de stroomsterkte in den spreker ondergaat, door inductie op de lijn over te brengen.

In alle tegenwoordig gebruikelijke telefonen gaat dan ook de stroom van de batterij door den spreker en door den primairen draad van een inductie-klos. In dezen draad, die weinig weerstand biedt, komen de veranderingen in de stroomsterkte, door den spreker te weeg gebracht, volkomen tot haar recht, terwijl in den secundairen draad door haar stroomen worden opgewekt, die, telkens wanneer eene versterking van den stroom in een verzwakking overgaat, van teeken wisselen. Wegens de groote snelheid, waarmede in den primairen draad de overgang van het maximum van stroomsterkte tot het minimum plaats heeft, ont-

staat daarentegen de spreker in derivatie, dan is de stroomsterkte in het onverdeelde gedeelte der geleiding:

$$I = \frac{E}{r + \frac{TL}{T+L}},$$

in den tak waarin den spreker staat:

$$I' = \frac{E}{r + \frac{TL}{T+L}} \cdot \frac{L}{T+L} = \frac{E}{r + T + \frac{T}{L}r}$$

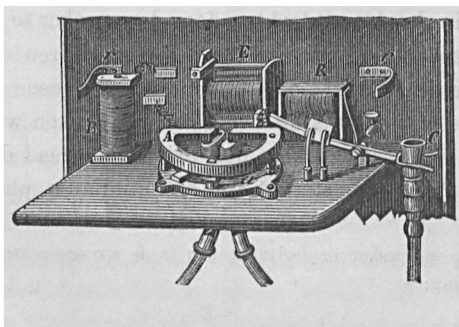
en in dien, waarin de hoorder staat:

$$I'' = \frac{E}{r + \frac{TL}{T+L}} \cdot \frac{T}{T+L} = \frac{E}{r + L + \frac{L}{T}r} \dots (2).$$

Als nu het aantal eenheden in L aanzienlijk grooter is dan dat in T, dan zal wel $I'' < I'$ zijn zoodra $\frac{Lr}{T} > T$ is; maar dan hebben ook in (2) de variatiën in T een grooteren invloed op de waarde van den noemer dan in (1).

staan er in den secundairen draad inductie-stroomen van aanmerkelijke spanning; terwijl evenzoo wegens de groote snelheid, waarmede de oogenblikken elkander opvolgen, waarop de stroomsterkte in den primairen draad een maximum of een minimum en dus oogenblikkelijk standvastig is, in den secundairen draad het elektrisch evenwicht met bijna onmerkbaaren tusschenpoozen hersteld wordt. En het zijn deze twee omstandigheden, die den storenden invloed van buiten op het regelmatig golvend beloop van den geïnduceerden stroom kleiner maken dan op dat van een direkten stroom van veranderlijke sterkte. Wil men eene graphische voorstelling hebben van hetgeen bij deze inrichting gelijktijdig in den primairen en in den secundairen draad en dus ook in den spreker en in den hoorder geschiedt, dan brenge men de golflijnen van fig. 2 (bladz. 315) in verband met die van fig. 3 (bladz. 319). Met dien verstande dat men met elke grootste en kleinste afwijking

Fig. 8.



van de lijn AB in de eerste een snijpunt met de as in de tweede overeenbrengende. Daar toch met die afwijkingen oogenblikken van standvastige stroomsterkte in den primairen draad overeenkomen, moeten daaraan in den secundairenden draad oogenblikken beantwoorden, waarop in hem de stroomsterkte *nul* is.

Keeren wij nu noch even terug tot onze afbeeldingen van in de praktijk doorgedrongen telefonen, dan zien wij in die van BLAKE (fig. 6 bladz. 357) den inductieklos bij I in doorsnede. In het GOWER-BELL-stelsel, waarvan het inwendig maaksel in fig. 8 wordt voorgesteld, is B die klos.

Met betrekking tot dit laatste stelsel moeten wij nog opmerken, dat — zooals reeds fig. 7 (bladz. 359) in overweging gaf — telefonen,

die als hoorders dienen en los zijn van het gansche werktuig, daarbij ontbreken. In den bodem van den lessenaar ligt de trilplaat α van den hoorder en het in den vorm van een hoof gebogen lichaam A is de magneet, zooals die door GOWER in zijn gewijzigden Bell-telefoon wordt aangewend. De buizen die men hier — en duidelijker nog in fig. 7 — van den bodem des lessenaars ziet uitgaan, zijn buizen, waardoor de klanken, die de trilplaat teruggeeft, gelijktijdig naar de beide ooren worden geleid. Hangen die buizen aan beide stations aan de haken C, dan zijn de lokale batterijen in geleidend verband met de wederzijdsche schelinrichtingen — B in fig. 7 —; neemt men hen daaruit dan wordt, door omzetting van den in fig. 8 duidelijk zichtbaren stroomwender, verband gebracht tusschen die batterijen en de wederzijdsche sprekers en hoorders.

Haarlem, 14 Juli 1886.