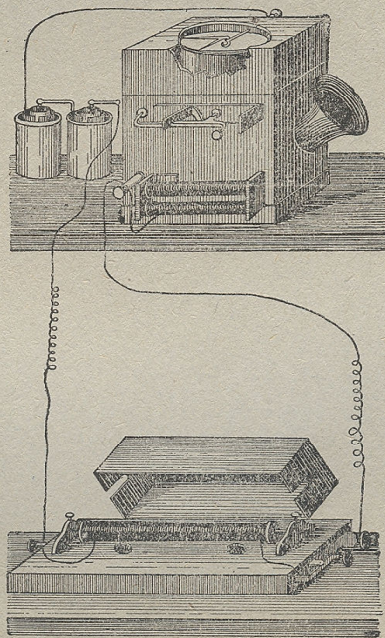


OPDEBEEK'S WETENSCHAPPELIJKE REEKS
VOOR DE JEUGD, ONDER LEIDING VAN
HERMAN DE ROOVER.

ARMAND VAN VEERDEGEM

DE TELEFOON OF VERRESPREKER



L. OPDEBEEK — UITGEVER — ANTWERPEN

OPDEBEEK'S WETENSCHAPPELIJKE REEKS
VOOR DE JEUGD, ONDER LEIDING VAN
HERMAN DE ROOVER.

ARMAND VAN VEERDEGEM

DE TELEFOON OF VERRESPREKER

L. OPDEBEEK — UITGEVER — ANTWERPEN

1927

Het woord *telefoon* werd afgeleid van twee Grieksche termen: *télé*=verre en *phôné*=stem. Letterlijk beteekent het dus: verre stem. En inderdaad, de telefoon is werkelijk een toestel, dat ons toelaat om van verre, doch langs een electrischen weg, tot elkander te spreken. Onze Nederlandsche benaming « verrespreker » is dus volkomen juist.

I

Wat is klank?

Vooraleer na te gaan hoe het geluid op afstand wordt voortgebracht, dienen we te weten wat de klank eigenlijk is en hoe hij ontstaat.

Het geluid wordt gewekt door het trillen van de deeltjes van een lichaam, trillingen, welke langs een veerkrachtig midden, als bijvoorbeeld de lucht, naar het oor worden overgebracht.

Het is gemakkelijk zich te overtuigen, dat een klankgevend lichaam trilt. Hang bijv. een bolleken vliermers aan een draadje zijde, zoodanig dat het bolleken de wanden van den kristallen beker raakt. Tik tegen het glas, zoodat ge den klank hoort: dadelijk krijgt het bolleken een schok en verwijderd het zich van het glas.

De bewegingen van het trillend lichaam worden overgezet, bijv. aan de omringende luchtlagen; deze gaan op hun beurt aan het trillen en, van luchtlaag tot luchtlaag komen de trillingen in ons oor, waar zij tegen het trommelvlies slaan, dat daardoor eveneens aan het trillen gaat. Het zijn deze trillingen welke door de gehoorzenuwen naar de hersenen worden gevoerd en daar de gewaarwording veroorzaken, welke wij geluid noemen.

De geluidsgolven planten zich naar alle richtingen voort, als immer grooter wordende sferen. Doch hoe grooter de sfeer wordt, hoe zwakker het geluid, zoodat de klank in der waar-

— 6 —

heid wegsterft en weldra onverneembaar is. Iedereen weet, dat de menschelijke stem enkel op korten afstand gehoord wordt.



Reeds vroeg zocht men naar middelen om de stem op grooten afstand te doen klinken. Het duurde echter tot in 1861 eer men eigenlijk een bruikbaar toestel vond.

II

Historisch overzicht

Van in de oudheid had men opgemerkt dat vaste lichamen, hout bijvoorbeeld, beter de geluidstrillingen overzetten dan de lucht. Men zocht daarin een middel om het geluid op afstand over te brengen. Doch vruchteloos...

Een Benediktijnermonnik van de abdij van Citeaux, dom Gauthy, bood in 1782 een accoustisch telefoon, door hem uitgevonden, ten onderzoek aan de Akademie van Wetenschappen te Parijs. Zijn stelsel bestond in het leggen van lange, looden buizen tusschen de twee eindposten. De klank, in die buizen, verliest weinig van zijn sterkte en dom Gauthy beweerde zelfs aldus te kunnen spreken op 100 kilometer afstand. Er werd een proef genomen op 800 meter lengte; men benuttigde de buizen van de waterleiding van Challet. De proef slaagde volkomen.

De toestand van de schatkist liet niet toe de proef op grooter schaal te ondernemen. Iedereen bewonderde den uitvinder... doch daarbij bleef het.

Van hetzelfde tijdstip dagteekent ook de zoogenaamde « touwtjestelefoon », het eenvoudige kinderspeeltuig dat iedereen kent en waar wij ons in onze jeugd mede vermaakten om elkander allerlei « sotternijen » over te seinen. Hij bestaat uit twee kleine cylinders in hout of karton, waarvan de bodem

eenig trilvlies is. De vliezen worden bij middel van een touwtje met elkaar verbonden. Men spreekt in de eene doos, men brengt de andere aan het oor; tusschen spreker en luisteraar wordt het touwtje strak gespannen. Men kan aldus tot op 40 en 50 meters afstand spreken.

Het zelfde principie werd in Amerika benuttigd om den mekanischen telefoon te vervaardigen. Deze bestaat uit een mondstuk waarin gesproken werd, een gespannen metaaldraad en als ontvangstpost een hoorbuis, van den zelfden aard als die welke de hardhoorige personen benuttigen. Die telefoon heeft een draagkracht van 6 tot 800 meters.

In 1851 vatte een ander Franschman, Charles Bourseul, de gedachte op de electriciteit te benuttigen tot het overbrengen van geluiden.

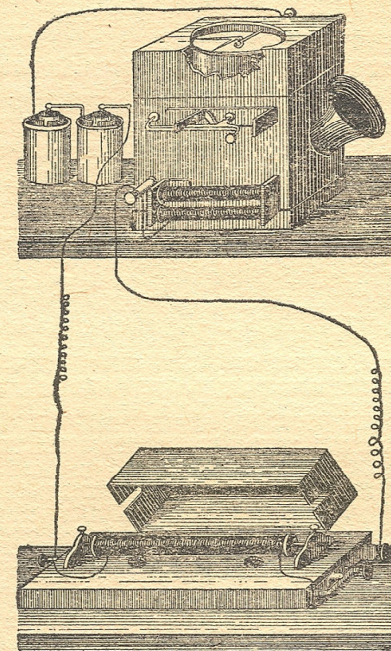
Charles Bourseul was een bescheiden ambtenaar bij de Fransche posten. Hij poogde den hoofdingenieur der Staats-telegrafie, M. du Moncel, voor zijn denkbeeld te winnen, doch gelukte er niet in. Een artikel in de « Illustration » was niet bij machte den uitvinder te doen waardeeren. En deze, bij gebrek aan geldelijke hulp, gelukte er niet in zijn uitvinding praktisch te maken.

Een Duitsche onderwijzer, Philip Reisz, leeraar aan de school van Friedrichsdorff, bij Homburg-aan-de-Hohe, was de eerste die een praktischen uitslag bereikte in 1861. Het is ook hij, die de benaming *telefoon* uitdacht en op zijn toestel toepaste. Deze telefoon bestond uit twee deelen: een klankgever en een ontvanger. De gever was een houten kastje, voorzien van een ronde opening vóór hetwelk een vlies van dunnen zwijndarm werd gespannen. In het midden van dat vlies was een stukje platina gelijmd, hetwelk door een koperen staafje in verband stond met eene batterij. Op het platinaplaatje rustte een platinastiftje, hetwelk vastgemaakt werd aan den onderkant van een licht beweegbaar hoekig stukje blik, zoodanig dat het trillen van het vlies ook dit stukje blik medebewegen deed.

De ontvanger bestond uit een dun ijzeren staafje, met geïsoleerden koperdraad omwonden en aan beide uiteinden door middel van twee staafjes vastgehecht op een klankbord.

Wanneer men in de spreekbuis van den klankgever klanken voortbrengt, dan doen de trillingen van de lucht zich gevoelen op het vlies, het platinaplaatje en het platinastiftje.

Nu, de electricische stroom vloeit van de batterij naar het platinaplaatje, vandaar langs het stiftje naar het ontvangsttoestel en dan terug naar de batterij. De trillingen hebben voor gevolg dat



het blikken plaatje min of meer aansluit tegen het platinastiftje, en dus den stroom min of meer gemakkelijk doorlaat. Die min of meer sterke stroomgolven doen het ijzeren staafje van den ontvanger « zingen ».

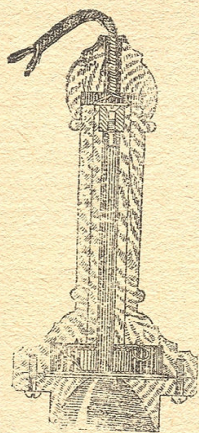
Het toestel van Reisz bracht natuurlijk en duidelijk de klanken en muzikale tonen over tot op een afstand van 100 meters; het gaf echter maar onvolkomen het gesproken woord weer. Het was een groote stap vooruit naar de oplossing van het vraagstuk, en diende zeker tot grondslag aan verdere zoekers.

Na de telefoon van Reisz, komen de toestellen van Elisa Gray, uit Chicago, en van Paul Lacour, uit Kopenhagen. Doch zij werden weldra allen verdrongen door de uitvinding van professor Alexander Graham Bell.

III

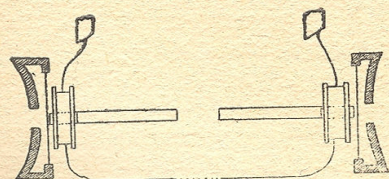
De Telefoon van Bell

« Ik heb het wonder der wonderen aanschouwd ! » riep Sir William Thomson in 1876 uit, op een vergadering van Britsche geleerden. Hij kwam terug van de wereldtentoonstelling van Philadelphia, en had aldaar gesproken en geluisterd in de eerste telefoon van Bell.



De telefoon, waarvan Bell in 1876 de eerste kern vond, is zeer eenvoudig van samenstelling. Zij bestaat hoofdzakelijk uit drie deelen: een magneetstaaf, een klos met koperdraad en een metalen trilvlies.

De magneetstaaf heeft een dikte van gewoon potlood. Aan het uiteinde van die staaf zit een klos waar rond dunne koperdraad, door zijde geïsoleerd, is gewonden. De beide uiteinden van dien koperdraad worden vastgemaakt aan dikkere koperdraden, die vast zitten aan de geleiddraden. Vóór de magneetstaaf, tegen de draadklos, is een dun plaatje van ijzerblik gespannen. Dit plaatje komt heel dicht tegen de magneetstaaf, zonder ze evenwel te raken.



Vóór het metalen trilplaatje wordt dan een trechtervormig mondstuk aangebracht waarin men spreekt.

Een volkomen gelijk toestel bevindt

zich aan het ander uiteinde van de lijn in den ontvangstpost.

Bij zijn eerste proeven gebruikte Bell een galvanische batterij; doch weldra bemerkte hij dat die batterij kon gemist worden, daar de magneten zelf als stroombron werkten.

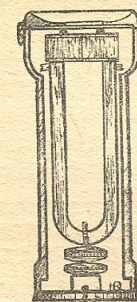
Inderdaad, de beroemde Ampère had reeds bewezen, dat rond een magneet gedurig elektrische stroomingen ontstaan,

min of meer krachtig naar gelang de sterkte van den magneet zelf.

Bell plaatste dus eenvoudig in het verzend- en in het ontvangstation twee telefoontoestellen, zooals we komen te beschrijven. Beide toestellen worden verbonden door geleiddraden van zink of geïsoleerd koper. Als men in het verzendbureel spreekt, vóór de trechtervormige opening, dan doen de trillingen van de lucht ook het metalen plaatje trillen. Telkens het plaatje de magneetstaaf nadert, wordt de magneetkracht van de staaf versterkt, en er ontstaat in den draadklos een elektrische stroom. Deze stroom loopt langs de leiddraden naar het ontvangstation en gaat daar de zeilkracht van de magneetstaaf versterken. Dit heeft voor gevolg, dat het trilplaatje aldaar dichter bij de magneetstaaf wordt getrokken. Het omgekeerde heeft plaats telkens het plaatje in het verzendbureel zich van de magneetstaaf verwijderd. Deze verwijdering moet ook kunnen geregeld worden. In onze figuur wordt die in- en uitdraaiing mogelijk gemaakt door de schroef als daar aangeduid.

Beide plaatjes, in het ontvangst- en in het verzendingsstation, trillen dus evenveel keeren en even snel. De geluidgolven,

welke opgevangen worden door het hoortoestel, zijn merklijk zwakker dan die welke voortgebracht worden in het spreektoestel, maar toch zijn ze volkomen gelijkkluidend: in het ontvangsbureel klinken dus dezelfde klanken en woorden als werden uitgesproken vóór het trilvlies van het verzendbureel, doch verzwakt.



Schroef
Magneet in den vorm van een
uitgetrokken hoefijzer.
(wanneer de draad of staaf magneet)

Deze verzwakking is aan allerlei oorzaken toe te schrijven. Zoo b. v. weten wij, dat zelfs de microfoon maar door een gedeelte van de uitgezonden geluidstrillingen wordt beïnvloed; dat de omzetting van het mechanisch arbeidsvermogen tot elektrische energie in den verzendpost, en omgekeerd, de omzetting der elektrische energie tot opnieuw mechanisch arbeidsvermogen in den ontvangstpost, kracht doet verliezen; dat een deel der geluidsterkte verloren gaat door het weerstandsvermogen van de geleiddraden.

Later werden echter middelen gevonden om, door de electriciteit zelf, de uitgezonden klanken naar noodzakelijkheid te versterken. De bescheiden afmetingen van dit werkje laten niet toe hierover in verderen uitleg te treden.

Het groote doel was bereikt: het spreken op afstand was mogelijk geworden.

Alras echter ondervond men dat die afstand begrensd was: de menschelijke stem werd duidelijk waargenomen op enkele kilometers afstand; verder niet meer. Toen ontdekte Hughes zijn microfoon, waarover wij straks spreken. En daarmee kreeg de telefoon ook zijn hedendaagsch uitzicht.

Immers, onze hedendaagsche telefoon berust op dezelfde principen als het toestel van professor Graham Bell. Er is echter één groot verschil: enkel als ontvanger gebruikt men het hooger beschreven toestel; als verzender benuttigt men een zoogenaamden microfoon of klankversterker.

IV

De Microfoon

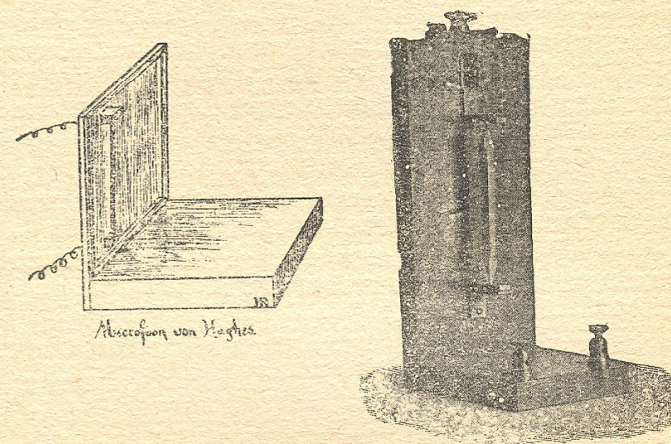
Dit toestel werd uitgevonden in 1875, door een Engelsch natuurkundige, Professor David Edwin Hughes (aan wien wij ook den typedruktelegraaf te danken hebben).

De eerste microfoon van Hughes bestaat uit een klankdoos, waarop loodrecht een klankbordje werd geplaatst, hetwelk twee plaatjes retortenkool draagt. Tusschen beide koolplaatjes wordt een cylindrisch koolstaafje gestoken. Heel het toestel wordt dan in een electrischen stroom ingeschakeld.

De kooldeeltjes zijn maar slechte geleiders van de electriciteit; maar natuurlijk, hoe inniger ze elkaar raken, hoe min stroom er verloren gaat. Wanneer men nu vóór het klankbordje spreekt, dan hebben de trillingen voor gevolg, dat de stukjes kool nu eens meer, dan weer minder met elkaar in aanraking komen. De trillingen van het klankbordje veranderen dus den overgangsweerstand van de staafjes en de electrische stroom wordt daardoor zwakker of sterker overgezet, zoodat de magneetstaaf van den hoorder in dezelfde mate verzwakt of versterkt wordt. Dit heeft voor gevolg, dat de hoortelefoon dezelfde

klanken weergeeft, welke vóór de microfoon werden uitgesproken.

De microfoon van Hughes heeft, zooals uit de figuur duidelijk is op te maken, twee contactpunten, in dewelke de

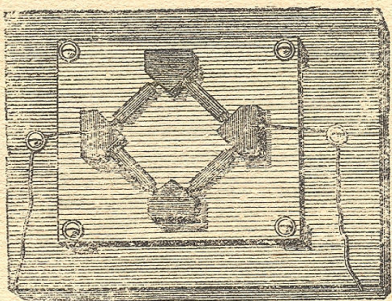


weerstand terzelvertijd wordt gewijzigd. Met een microfoon die slechts één enkel aanrakingspunt heeft, zijn de geluiden in den telefoon op verre na niet zoo sterk.

Dit is de telefonische klankversterker in haar grootste eenvoudigheid. De microfonen, welke thans in onze spreektoestellen benuttigd worden, zijn vrij wat ingewikkelder. Vooreerst schakelt men de microfoon niet meer rechtstreeks in de buitenleiding, maar door tusschenkomst van een inductieklos. De microfoon wordt omringd door een rol bestaande uit twee overelkaar gewikkelde spoelen van dunnen geïsoleerden koperdraad, waarin een bundel weekijzeren draad zit. De binnenste spoel wordt aan de microfoon verbonden. Dank aan dit toestel bekomt men sterkere electrische stroomen en werkt het toestel veel duidelijker. Hoofdzak is hier natuurlijk, dat de klank, door de stem uitgebracht, zoo nauwkeurig mogelijk worde weergegeven.

Men heeft microfonen met slechts één koolverbinding, zooals het stelsel van Blake. Andere hebben vier verbindingen (microfoon van Ader) en nog meer. Onze hedendaagsche toe-

stellen zijn samen koppelingen ontstaan uit den micro-telefonischen overzetter van Hughes en den magnetisch-ontvanger Bell. Zij zijn bijna alle ontstaan uit de uitvindingen van



Bert d'Arsonval, Ader, Bailleux, Solid-Back, Aubry, enz. De Britsche rijkstelefonie gebruikt het koolkorrelmicrofoon-stelsel Vielhaben-Lewert. Bij de koolkorrelmicrofonen wordt de afstand tusschen de twee koolplaatjes gevuld met koolkorrels; aldus wordt het aantal aanrakingspunten met veranderlijk weerstandsvermogen zeer groot. De toestellen munten uit door hun buitengewone klankrijkheid en komen daarom meer en meer in gebruik. Ook op het Belgisch telefoonnet wordt het koolkorrelstelsel benuttigd.

De ondervinding heeft geleerd, dat kool de beste stof is voor microfoon, zoowel voor de kern als voor het vlies, omdat kool niet of bijna niet onderhevig is aan de luchtgesteltenis. We zouden ook kunnen zeggen: omdat het bijna niet oxydeert, of omdat het gas hier door het oxydeeren voortgebracht, zich gemakkelijk een weg naar buiten kan banen.

Niet altijd echter wordt het trilvlies van kool gemaakt. Heden ten dage treft men veel microfonen aan in de zoogenaamde niet-oxydeerende metalen of uit een samenstelling van metalen.

Laten wij er nu ook nog aan toevoegen, dat een geoxydeerde microfoon dadelijk moet vervangen worden, omdat deze den weerstand beïnvloedt en kleine vonkjes doet ontstaan in de met elkander in contact zijnde deelen. Alle vochtigheid moet dus ook uit de microfoon worden geweerd en dit niet alleenlijk

om het oxydeeren te beletten, maar vooral omdat de vochtigheid een grooten invloed heeft op de weerstand.

In Nederland wordt de zoogenaamde « Berliner »-microfoon gebruikt omdat ze door haar groote gevoeligheid vooral voor lange lijnen is aan te bevelen. Zij bevat een metalen doos waarop een spreekhoorn is aangehecht, waarin een groote koolcilinder steekt. Op zijn beurt heeft deze cilinder vijf inkervingen met koolgruis gevuld, zich tusschen het trilplaatje van kool en den cilinder bevindende. Het gruis wordt er bovendien door een dunne laag vilt saamgehouden. De geluidsgolven komen aan het trilvlies door den spreekhoorn.

In dit soort microfonen kleefst het koolgruis soms samen, wat nu minder plaats heeft in de « Delville-microfoon », omdat de korreltjes beter van de buitenlucht zijn afgesloten.

Een goede microfoon mag deze van de Western-Electric-Company genoemd worden. Zij heeft een fabriek opgericht te Antwerpen en noemt haar microfoon de « Solid Back ».

In 1892 werd zij reeds gebruikt op de lijn New-York-Chicago. In deze microfoon is alles zoo wel uitgerekend, dat het om zoo te zeggen onmogelijk geworden is dat koolkorrels vochtig worden en aaneenplakken. Ze heeft twee glad geslepen contactvlakken van kool. Tusschen deze contactvlakken is zeer hard koolgruis gebracht, en alles is eindelijk met een ringetje in mica zooveel mogelijk luchtdicht gemaakt. Over de koolplaatjes liggen nu nog dunne laagjes koolpoeder welke de korrels die er tusschen liggen steeds even groot houden.

Verders is hier alles zoo nauwkeurig uitgerekend dat niets de trilling van het vlies zelf kan beïnvloeden.

Terecht mag deze microfoon aanbevolen worden. Zij kan zonder inductieklos worden geschakeld en hoeft weinig of geen onderhoud.

Hedendaagsche Telefoontoestellen

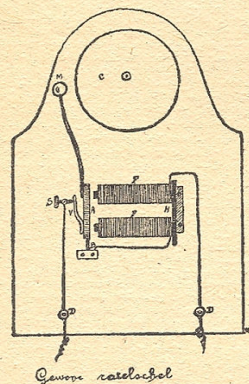
Onze hedendaagsche telefoontoestellen bestaan gewoonlijk uit een microfoon, een inductieklos, een hoortelefoon en een wekker, die aanslaat als iemand ons opbelt, en een inrichting om een ander te kunnen opbellen, te samen gebracht op een plankje of in een kastje, dat men aan den muur hangt, of op een tafel plaatst.

Onder inrichting verstaan wij hier een gewonen gelijkstroomwekkera met inductor die wisselstroomaanbrengt en een dito stroomwekkera doet aanslaan.

Men spreekt in de microfoon; men hoort door de telefoon. De electricische schel of wekker verwittigt dat men verlangt tot ons te spreken.

Microfoon en telefoon werden hooger beschreven. Zeggen wij eenige woorden over de electricische schel.

De electricische schel bestaat hoofdzakelijk uit een electro-magneet F, meestal uit twee klossen die met elkaar verbonden zijn door een metalen plaatje H. Klossen en plaatje worden vastgemaakt op een plankje, waaraan ook de overige deelen van de schel worden bevestigd. Vlak vóór de polen van den electro-magneet bevindt zich een staafje week ijzer A, dat gedragen wordt door een veer B. Aan dit staafje bevindt zich de klopper M welke tegen de eigenlijke schel C komt slaan. Het staafje week ijzer rust tegen een tweede veer V, welke in verbinding staat met een der twee koperen knopjes D, waar de uiteinden van de electricische leidraden aan vastgemaakt worden. Het eene



uiteinde van den geïsoleerden koperdraad die om de electro-magneetklossen zit, wordt bevestigd aan het knopje D'; het ander uiteinde aan de veer B.

Bekijkt nu even met aandacht de teekening, volgt den uitleg op die teekening, en ge zult gemakkelijk begrijpen hoe zulk een electricische schel werkt.

Vooreerst: het is een electro-magneet, 't is te zeggen een toestel, dat magnetisch wordt onder den invloed van een electricischen stroom. De uiteinden van den klosdraad worden in een electricischen stroomkring geschakeld, zoodat de electriciteit door den klosdraad stroomt. Onmiddellijk worden de weekijzeren staafjes in de klossen magnetisch, en ze behouden die magneetkracht zoo lang de stroom aanhoudt. Zoodra echter de stroom afgebroken wordt, houdt ook hun magneetkracht op.

Bezie nu goed de teekening: een der uiteinden van den electro-magneetdraad staat rechtstreeks in verband met de bron van electriciteit; het ander uiteinde staat in verbinding met het knopje D langs de veer B, het anker A, de veer B en de vijs S. De kring is gesloten: de electricische stroom vloeit door. Doch, zooals wij hooger zegden, zoodra de electricische stroom door den klosdraad vloeit, worden de ijzeren staafjes magnetisch.

Dit gebeurt dus nu.

Doch wanneer die staafjes magnetisch worden, trekken zij het weekijzeren anker A aan: dit plaatst zich tegen de polen van den electro-magneet. Maar daardoor rust de veer V niet meer tegen de vijs S. Er is dus een leemte in den stroomkring: onmiddellijk wordt daardoor de stroom afgebroken.

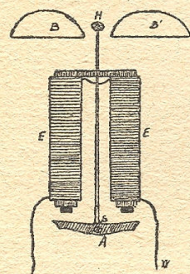
Doch onmiddellijk ook verliezen de staafjes van den electro-magneet hun magnetische aantrekkingskracht; ze kunnen het anker A niet meer vasthouden, en dit wordt door de veer B in zijn eersten stand teruggeplaatst, tegen de vijs S.

Weer stroomt de electriciteit door de windingen; weer worden de polen magnetisch; weer wordt het anker aangetrokken; weer wordt de stroom onderbroken. En zoo gaat het voort, zoolang een electricische stroom naar de knopjes D en D' wordt gezonden.

Het anker gaat dus gedurig over en weer tusschen de vijs S en de polen van den electro-magneet F. Even gedurig klopt het hamerke M tegen het schelbord C, en aldus rinkelt de bel.

Het beschreven toestel benuttigt een gelijkstroom. Doch de telefooninrichtingen werken meestal met wisselstroom. In dat geval ondergaat ook de schelinrichting een kleine wijziging. Meestal benuttigt men dan de zoogenaamde gepolariseerde schel.

Deze bestaat uit een kleinen hoefvormigen electro-magneet E, waarvan de draadklossen zoodanig gewikkeld zijn, dat een stroom met bepaalde richting aan beide einden der kernen twee *gelijkmatige* polen opwekt.



Gepolariseerde schel

(Daarom moeten op beide beenen de draadwikkelingen in dezelfde richting loopen.)

Onder de polen ligt als anker een staalmagneet A, die beweegt om de as S. Aan het anker zit het hamerken H vast, dat beurtelings slaan kan tegen de twee schellen B en B'.

Veronderstellen we nu dat een bepaalde electriche stroom door de draadwindingen vloeit: de uiteinden van den electro-magneet worden gelijknamige polen, b. v. Noordpolen.

De ankermagneet heeft natuurlijk een Noord- en Zuidpool. Nu, polen van gelijken naam stooten malkaaf; ongelijknamige polen trekken malkaaf aan. Daaruit volgt dat de Noordpool van den ankermagneet wordt afgestooten, de Zuidpool aangetrokken. Verandert de stroomrichting, dan ontstaat de tegenovergestelde beweging; en zoo verder.

Wisselstroomen geven dus aan den ankermagneet — en bijgevolg ook aan het hamerken — een snel heen en weer gaande beweging, welke het hamerken beurtelings tegen de eene en de andere schel doet slaan.

De inrichting om een ander te kunnen oproepen kan bestaan, zooals wij zegden, uit een gewonen gelijkstroom wekker met drukknop en batterij, evenals bij de gewone electriche schel. Meestal echter omvat zij een kleine magneto-machine, met anker, waarbij wisselstroomen worden opgewekt die een gepolariseerde schel doen aanslaan. Die magneto's zitten onder in de telefoonkast en worden in gang gebracht door een handdraaijer.

Bij grootere telefoonnetten, waar honderden abonnés moeten bediend worden, wordt de inductor, alsook de microfoonbatterij vervangen door toestellen die in het middenbureau worden ondergebracht.

Dikwijls is op het toestel zelf een bliksemafleider ingeschakeld, die het apparaat vrijwaart tegen bliksem en sterke electriche krachtstroomen.

Men is er echter nog niet in geslaagd de telefoonlijnen en telefoontoestellen zelf op een zeer veilige wijze te beschermen. De kracht van de electriciteit in de wolken (zie daarover meer in ons boekje « Bliksem en Donder ») is zoo verschillend en zoo sterk dat ze om zoo te zeggen onberekenbaar is.

De ondervinding heeft echter geleerd, dat het gevaar van den bliksem op het telefoonnet niet zoo groot is. In drukbewoonde steden, en dit door allerlei omstandigheden, is dit gevaar nog kleiner dan in den buiten. Daarbij ziet men in de groote centra meer en meer de buitenluchtdraden verdwijnen. Ze worden er vervangen door onderaardsche kabels, die bespreken we straks ook wel, en is aldus het gevaar zoo klein geworden, dat we mogen zeggen dat er geen meer bestaat.

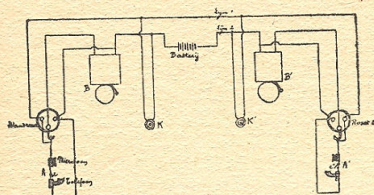
Bliksemafleidings, met op korten afstand van elkander gelegen koolplaatjes en van elkander door een mica-plaatje gescheiden, worden thans veel gebruikt en leveren de beste uitslagen op.

De Huistelefoon

Misschien voelt iemand onder onze lezers wel lust in zijn huis een telefoon aan te leggen? Als hij niet vreest de muren te zeer te beschadigen, zal dit niet veel moeite vragen. Immers, daar bij de huistelefonie slechts over korte afstanden gesproken wordt, laat deze de eenvoudigste schakelingen toe.

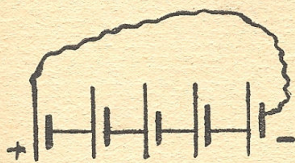
We hebben daartoe noodig: twee micro-telefoons, twee elektrische schellen, twee drukknoppen, eenige meters geleid-draad en de noodige elektrische batterij.

Een aandachtige blik op het bijgevoegde schema doet



(Uit «Hoe werkt de Telegraaf»
door Herman Bogaerd.

aanstonds zien dat de elektrische schellen, wanneer het toestel in rust is, in den elektrischen stroomloop van de batterij geschakeld zijn. Een druk op den knop K doet de bel klinken in B'. Daarna neemt men den tele-microfoon A van den haak. Daardoor wordt de bel uit den stroomloop geschakeld; doch integendeel zijn nu microfoon, telefoon en batterij in serie geschakeld, ten minste wanneer het contact C, dat in het handvat van den tele-microfoon zit, met de hand wordt gesloten. (1) De toestellen zijn in verbinding: men kan telefoneren. Is het onderhoud afgeloopen, dan hangt men den tele-microfoon weer aan den haak. Het contact C lost; dus de ketting telefoon-microfoon-batterij is verbroken; integendeel worden de schellen weer ingeschakeld.



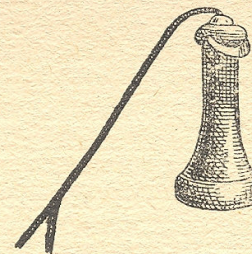
(1) Voor verdere begrippen over Electriciteit en schakeling van piken, verwijzen wij den lezer naar ons boekje «Radio».

Dit is natuurlijk de allereenvoudigste wijze van huistelefonie.

Het is reeds wat min eenvoudig wanneer men een wand-telefoon wil benuttigen. In den regel worden telefoon en microfoon in serie geschakeld, daar de afstanden immers zeer klein zijn. De batterij (gelijkstroom) werkt door het neerdrukken van een knop of sleutel; dezelfde batterij dient voor den microfoon, welke ingeschakeld wordt door het afnemen van den telefoon. Schema 2 duidt aan hoe elke post hoeft ingericht te worden.

Schema 2 voor huistelefoon

Het aanleggen van groo-tere huisposten, of van zulke waarbij vele toestellen tegelijk met elkaar moeten spreken, worden te ingewikkeld. Zij eischen reeds kleine centralen en gelijken in hoofdzaak op de inrichtingen der middenbureelen voor telefonie.



Telefonisch Hoortoestel

Middenbureelen voor Telefooninrichtingen

De toestellen, welke bij de particulieren geplaatst zijn, worden verbonden aan een middenbureel en krijgen elk een nummer. Die tusschenbureelen worden opgebeld wanneer men met een der aangeslotenen begeert te spreken, en stellen den vrager in verbinding met zijn correspondent.

Dit geschiedt op twee wijzen, volgens het aantal telefoonleidingen, die in een bureel samenkomen.

Wanneer dit aantal klein is, wordt elke geleiding verbonden met een electromagneet en een stopcontact. Zoodra iemand naar het middenbureel belt om verbinding te vragen, wekt dit bellen een wisselstroom op in den electro-magneet van het middenbureel. Een plaatje, dat het nummer draagt van de telefoon, die gebeld heeft, valt neer. De bediende, aldus verwittigd, schakelt zijn hoorbuis aan de leiding van den vrager en verneemt met welk nummer deze verlangt aan te sluiten.

Veronderstellen wij dat nummer 35 aansluiting vraagt met nummer 60. Elke geleiding eindigt, in het middenbureel, op een metalen gaatje. De bediende beschikt over zoogenoemde stopsleutels. Dit zijn koperen staafjes welke juist in die openingen passen, en door geïsoleerde koperdraden aan malkander verbonden zijn. De bediende steekt het eene einde van zijn stopsnoer in de opening van nummer 35, het andere einde in die van nummer 60. Nu zijn beide telefonen in verbinding en kan het gesprek gevoerd worden. Die nummermagneten staan gewoonlijk in kassen van vijftig. Meer dan drie van zulke kassen kan men niet gebruiken, omdat dan de stopsnoeren te lang worden.

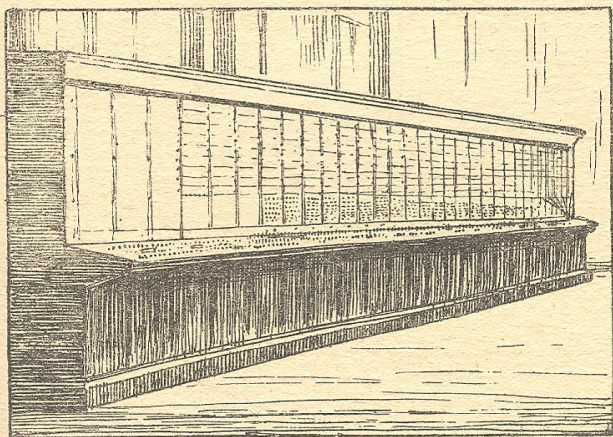
In bureelen, waar meer dan honderdvijftig leidingen samenkomen, gebruikt men veelvoudige omschakelaars. De werkwijze van die omschakelaars is te ingewikkeld om hier beschreven te worden. Zeggen wij enkel dat ze toelaten tien tot twintig duizend aansluitingen te bezorgen in weinig tijd.

Parijs had de eer de eerste groote telefoonlijnen te mogen inhuldigen, en Parijs-Brussel was de eerste internationale telefoonlijn.

Sedert dien zijn heel wat verbeteringen ingebracht. Thans werkt men om zooveel mogelijk overal automatische of zelfwerkende telefoonnetten aan te leggen.

Zelfwerkende Aansluitingstoestellen

In 1893 werd een zelfwerkend aansluitingstoestel uitgevonden door den Amerikaan Almon Strowger. Het geeft de verlangde aansluiting zonder de tussenkomst van een telefoonjuffer. Deze uitvinding was een prikkel tot verder zoeken, waarin zich vooral de Western Electric Co van New-York onderscheidde, samen met de American Telephon and Telegraphic Co. Na herhaalde proefnemingen besloot men een electromechanisch systeem aan te wenden. In 1911 kwamen Amerikaansche specialisten naar Antwerpen, dank zij de Bell Telephone Mfg. Co aldaar, met de eerste practische modellen. Nu begon Antwerpen ieverig mede te doen aan het vervaardigen, en verbeteren, der automatische telefonie.



Schakelborden in het hoofdkantoor te Bergen (Mons).

Na den oorlog moest het Beheer der Belgische Telefoonnetten alles herstellen wat door de Duitschers zoo sneed en stelselmatig vernield was geworden. Een reuzentaak!

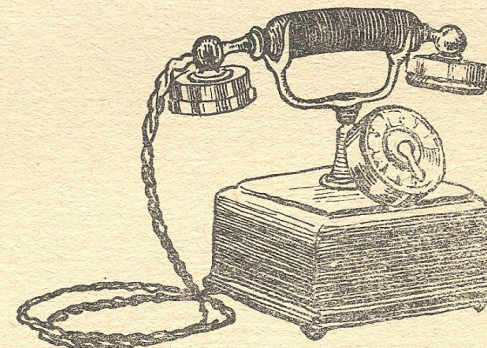
Te Brussel o. a. was enkel één van de vier middencentrales herstelbaar. Het sneltoenemende verkeer vergde daaren-

boven niet alleen dat de vroegere inrichtingen hersteld werden, maar ook nog dat nieuwe centrales werden opgericht. Van de gelegenheid zou men gebruik maken om die nieuwe centrales automatisch uit te rusten.

Sedert 1922 wordt een deel van het telefoonnet der hoofdstad aldus automatisch bediend. Ook de hoofdplaats der provincie Henegouw bezit sedert 1924 haar automatisch bureel, ingericht voor 2000 abonnés, wier aantal tot 8000 mag stijgen.

Het toestel is tamelijk eenvoudig. Elke abonnent beschikt over een soort wijzerplaat, kiesschijf, welke de cijfers van 0 tot 9 draagt. Een schijf, van een opening voorzien, draait rond die wijzerplaat.

Veronderstellen wij nu dat een abonnent een ander abonnent wil oproepen. Hij zal eerst zijn telefoon aan het oor brengen, zooals vroeger ook hoefde gedaan te worden. In plaats van nu de stem van een telefoonjuffer te hooren, zal hij weldra een voortdurend gegons vernemen. Gewoonlijk laat dit signaal zich niet wachten. Het kan nochtans gebeuren, vooral gedurende de uren van druk verkeer, dat dit gegons uitblijft. Dat beteekent dan dat al de bruikbare werktuigen in werking zijn,

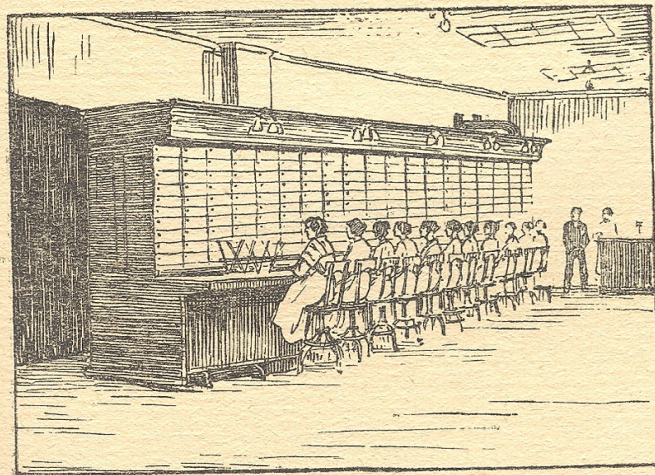


Automatisch telefoontoestel

en dat de abonnent wachten moet tot een machine vrij komt. Zulk een tegenslag is hoogst zeldzaam, daar er een voldoende getal machines is voorzien om te voldoen aan de vereischten van een zeer druk verkeer.

De abonnent heeft het gegons vernomen: hij mag nu zijn oproep zenden. Het nummer van den abonnent die opgeroepen

moet worden, is b. v. 19224. Hij steekt den vinger in de opening 1 der tienduizend; hij doet nu de kiesschijf draaien zoo ver het mogelijk is, in de richting der wijzers van een uurwerk. Dan laat hij de kiesschijf los, welke met bepaalde snelheid terug tot haar ruststand komt, bij middel van een kleinen regelaar, die zich van binnen in het toestel bevindt. Terwijl de schijf tot haar ruststand terugkeert, opent en sluit zij een zeker aantal keeren den stroom. Aldus doet men daarna met het cijfer der duizendtallen 9; met dat der honderdtallen, der tientallen, der eenheden. Wanneer de werking der kiesschijf geëindigd is, zijn enkele seconden voldoende in het middenbureau om de aansluiting te bewerkstelligen, wanneer de gevraagde lijn vrij is. Weldra verneemt de vragende abonnent een nieuw gegons, zwakker dan het eerste, zich telkens herhalend wanneer de bel bij den gevraagden abonnent klinkt; en zulks totdat de oproep beantwoord wordt.



Centraal kantoor te Piacenza (Italië)

En wat gebeurt er wanneer de lijn bezet is?

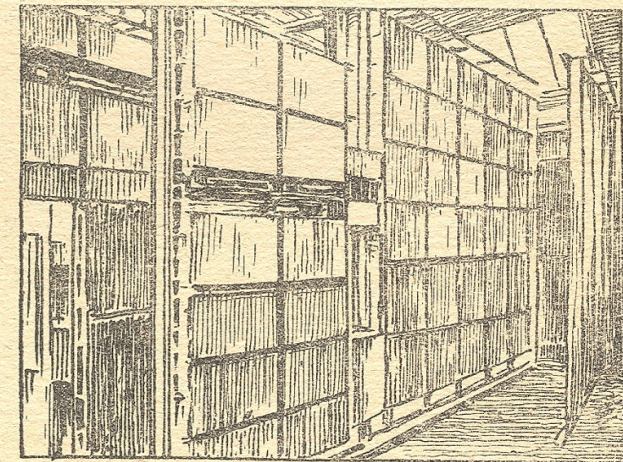
De vrager wordt verwittigd door een veel sterker gegons, zoo krachtig als het sein vóór het zenden der stroomstooten, doch nu afwisselend. Dan moet de vrager zijn telefoon terug in den haak hangen, eenige minuten geduld oefenen vooraleer te herbeginnen. Het is nutteloos met den hoorn aan het oor

te blijven wachten, en het is noodig eerst den hoorn terug te hangen om de hierboven opgesomde werkingen te kunnen herbeginnen.

Wat den opgebelden abonnent betreft, zijn taak is uiterst eenvoudig: hij moet maar, zodra zijn bel weerklinkt, den telefoon aan het oor brengen, om in verbinding te zijn met dengene die hem opbelde.

Er is enkel een halve minuut noodig, met dit stelsel, om de verlangde aansluiting te bekomen.

Onnoodig er op te wijzen, dat die automatische aansluiting een belangrijke verbetering is op het gebied der telefonie. Ook ziet men haar hoe langer hoe meer toegepast worden. De eerste centrale werd opgericht in 1914 te Darlington; thans zijn reeds ongeveer honderdduizend lijnen volgens dit systeem in dienst en talrijke andere in aanleg: Marseille en Angers, in Frankrijk; Darlington, Dudley en Hull, in Engeland; Den Haag en



Automatische schakelinrichtingen te Fleetwood (Engeland)

Scheveningen, in Holland; Christiania en Bergen, in Noorwegen; Landskrona, in Zweden; Zurich, in Zwitserland; zonder te gewagen van Australië en Nieuw-Zeeland, waar dit stelsel om zoo te zeggen algemeen is.

Wat wordt er op het oogenblik in België gedaan?

Volgens de « Chronique des travaux publics » meldt wordt thans alles in het werk gesteld om de automatische telefoon te veralgemeenen. Thans werken er slechts drie centrales, te weten een te Ukkel, een te Jette en een te Schaarbeek.

De vervorming tot zelfwerkende middenbureelen is thans begonnen in twee bureelen van Brussel, deze van de Stroo- en de Linthoutstraten. In 1927 zullen de werken daar klaar zijn. Het bouwen van een nieuwe centrale te Elsene is begonnen en deze zal in 1928 gebruikt kunnen worden.

De werken voor het leggen van onderaardsche kabels tusschen De Panne, Brussel en Herbestal zullen nog dit jaar voltrokken zijn, alsmede deze tusschen Brussel en Rosendael.

Midden 1927 zullen deze, welke Brussel en Rijsel verbinden, afgewerkt zijn.

Alle verbindingen met onderaardsche kabels zullen zoodanig worden ingericht dat ze het vierdubbele van hun heden-daagsch seinenverkeer kunnen opleveren.

De atmosferische storingen zullen daarbij tot een minimum worden teruggebracht.

Het leggen van een nieuwen onderzeeschen kabel is thans geëindigd. Hij verbindt België met Engeland.

Binnen enkele jaren zal men uit België kunnen spreken met bijna alle landen van het Vasteland.

Eindelijk bestudeert men de mogelijkheid om draadloos van hier met Amerika te kunnen spreken.

IX

Ondergrondse en Onderzeesche Telefoonnetten

Meestal worden de draadleidingen van de telefoonnetten op palen langs de wegen en over de daken van de huizen gespannen.

Dit stelsel, het goedkoopste, biedt evenwel tamelijk veel moeilijkheden aan : de draden belemmeren het verkeer ; op de huizen weegt een zware vracht ; bij onweer of storm worden de leidingen gemakkelijk verbroken. Soms vallen de draden zelfs op de kabels van de electrische trams of andere sterk-stroominrichtingen en kunnen aldus ongevallen veroorzaken. Om deze redenen is men, in sommige groote steden sedert een twintigtal jaren er toe overgegaan de telefoonleidingen onder den grond te leggen.

In dit geval moeten de draden beschut worden tegen de inbijtingen der zuren van den grond, tegen de vochtigheid, enz. De metalen leiddraad wordt eerst zorgvuldig in een omhulsel van katoen gewonden en geperst in een waterdichten lood-mantel, dan steekt men ze in buizen uit Portland-cement. Daar elke buis tientallen van leidingen bergt, zijn deze buizen zeer zwaar. Men rekent ongeveer 25.000 kgr. per honderd meter. Het leggen van zulk een buizenet eischt veel voorzorgen. Men moet er immers op rekenen dat er ook, onder den grond, een draadbreuk kan geschieden en dat er dus middel moet zijn om de schade te herstellen zonder al te veel arbeid.

Ook onderzeesche verbindingen werden weldra aangelegd. Bijzondere kabels, ongeveer gemaakt, zooals de onderzeesche telegraafkabels, worden op den bodem van de zeeën neergelegd. De langste onderzeesche telefoonkabel is die welke België met Engeland verbindt. Hij loopt van De Panne naar Saint-Margareth en meet 88 kilometer. Het leggen werd in 1901 ondernomen en geschiedde niet zonder moeite. Eerst ontdekte men een fout in het maaksel van den kabel. Men moest het

werk staken om een nieuwen kabel te doen vervaardigen. Toen kon de boot, die men bij het leggen gebruikte, niet meer worden benuttigd omdat de zee, nabij de kust, te ondiep was. Men bouwde een vlot, dat zonk zoodra de kabel er werd opgelegd. Eindelijk, na veel moeite en arbeid, was de kustkabel gelegd. Den 14^{en} April 1902, begon de stoomboot *Monarch* met het leggen van het tweede deel, in de diepe zee. Het werk ging thans vlug en zonder ongevallen vooruit en in het begin van 1903 kon de kabel ingehuldigd worden. Hij had 742.227 fr. gekost.

X

Nog een paar verbeteringen

De mensch is niet gauw tevreden. Nauwelijks was men er in gelukt over groote afstanden te spreken, of men begon te zoeken om zich min of meer vrij te maken van het telefoon-toestel zelf. Waarom moest men immer de hoorbuis aan het oor brengen? Was het niet mogelijk de telefoon luide genoeg te doen klinken om de gesprekken ook op afstand verstaanbaar te maken?

Zoo ontstond de luidsprekende telefoon. In 1896 kwam een Franschman, Dussoud, met het eerste practisch toestel vóór den dag. In 1898 werd een nieuwe luidspreeker gevonden door Gouillard. Deze laatste werd merkelijk verbeterd door Ducretet. Hij wordt echter maar benuttigd bij de draadlooze telefonie.

Thans bestaan er, voor de draadlooze telefonie, zooveel verschillende luidsprekers, dat het ons hier niet gegeven is over hun hoedanigheid te spreken. Er zijn er voor iedereen, dure en goedkoope en zooals het in den handel gaat, als wij de advertentiën willen gelooven, is elk merk het beste.

Een tweede verbetering is de zoogenaamde schrijftelefoon. Hij werd uitgevonden door den Deenschen ingenieur Walde-mar Poulsen en was voor het eerst te zien op de wereldtentoonstelling van Parijs in 1900.

Dit toestel schrijft in het ontvangsbureel de woorden op welke door het verzendbureel worden overgebracht.

In plaats van den gewonen magneet van de hoortelefonen, draagt de ontvangstpost hier een klein magneetje van enkele millimeter doorsnede. Ook het gewone trilplaatje is verdwenen; doch in de plaats loopt een stalen bandje, van één centimeter, in regelmatige beweging voorbij het magneetje. Wanneer men in het verzendbureel spreekt, komen de inductiestroommen werken op het magneetje van het ontvangstation, en wijzigen zijn magnetische kracht naar gelang de sterkte van de voortgebrachte geluidgolven.

Nu, zacht ijzer, dat magnetisch wordt gemaakt door een electrischen stroom, blijft enkel zeilkrachtig zoolang die stroom

doorgaat; staal integendeel behoudt de verworven magneetkracht. Het stalen bandeken in de ontvangstpost blijft dus getrouw de magnetische teekens bewaren van de klanken, die werden overgeseind.

Om die klanken te hooren, laat men het bandeken opnieuw afloopen, ditmaal vóór het magneetstaafje van een gewone hoortelefoon. De zeilkracht van het bandeken beïnvloedt het staal, versterkt dit of verzwakt het naar gelang zijn eigen magnetische kracht : het verwekt dus heelemaal dezelfde inductiestroomen als die, welke uit het verzendstation vertrokken... en wekt dus ook dezelfde klanken. Het nut van die uitvinding is duidelijk, al moeten wij bekennen, dat ze weinig gebruikt wordt. Immers, dank aan haar is het niet noodig thuis te zijn om een telefonisch bericht te ontvangen. Ge legt uw toestel aan en gaat dan maar gerust uit : bij uw terugkomst vindt ge de geseinde berichten getrouw door het stalen bandeken opgeteekend.

En daar de magnetische teekens gemakkelijk kunnen uitgewischt worden, kan hetzelfde stalen bandje geruimen tijd dienst doen. De telegrafoon geeft de menschelijke stem klaarder en duidelijker weer dan een fonograaf.

Laten wij besluiten met te wijzen op de snelle verspreiding van deze nuttige uitvinding. In 1877 werden de eerste geslaagde proeven gedaan; in 1925 is er bijna geen enkel handelshuis meer zonder telefoon. België heeft rond de dertig duizend abonné's op het rijkstelefoonnet zonder te spreken van de talrijke huistelefonen.
