

HET TELEFONEEREN,

DOOR

Dr. E. VAN DER VEN.

Gaven wij in een paar vorige afleveringen een overzicht van de wijze, waarop de telefoon werkt en van den gang der ontwikkeling van dit werktuig in het korte tijdperk van zijn bestaan, thans willen wij ook een blik slaan op zijne aanwending in de praktijk en op de bezwaren, die men daarbij ontmoet.

Daarbij zal het ons doel niet zijn in uitvoerige beschouwingen te treden omtrent die bezwaren, welke verbonden zijn aan het bezorgen eener geregelde telefonische correspondentie van de inwoners eener groote stad; veel minder nog zullen wij treden in een beschrijving van de hulpmiddelen, het eene al vernuftiger uitgedacht dan het andere, waardoor men die in nog geen tiental jaren achtereenvolgens is te boven gekomen. Behalve dat eene zoodanige bespreking van zaken van zuiver technischen aard in dit tijdschrift minder op hare plaats kan geacht worden, kunnen wij ons daarvan tegenover het nederlandsch publiek voldoende ontslagen rekenen, nu in de Nos 33—36 van *Eigen Haard* een uitnemend geïllustreerd stuk voorkomt, van de hand van dr. A. VAN OVEN, waarin de verbinding van het centraal-station te Amsterdam met de hulp-bureaux en de abonnés duidelijk wordt uiteengezet. En wij mogen dit te eerder, daar bij de wijze, waarop in andere wereldsteden in dezen dienst wordt voorzien, de inrichting te Amsterdam in geen deele achterstaat.

Waar wij dus over »bezwaren» spreken hebben wij geene andere op het oog, dan die onmiddellijk voortvloeien uit het wezen der tot

het leveren van dezen nieuwen heerdienst te dwingen natuurkracht; en dan dit liefst zóó, dat het geschiede op de minst kostbare wijze. Toch zal ook over deze nog slechts ten deele gehandeld worden; in zooverre wij de invloeden buiten beschouwing zullen laten, die van buiten op een net van telefoondraden werken en hier op dezelfde wijze storend optreden als bij de telegrafie. De plaatselijke ophooping, bij voorbeeld, van elektriciteit in den dampkring, de thermoelektrische stroomen, die aan de ongelijke verwarming van de verschillende deelen van het net hun aanzijn danken, de stroomen ook, wier ontstaan aan chemische werkingen — oxydatie, verschillende gesteldheid van den grond langs de beide aardplaten — het gevolg moeten zijn, deze allen zijn van te veranderlijken aard en gelukkig ook van te weinig kracht, dan dat het de moeite loonen zou, om, ware zulks mogelijk, hunnen invloed onschadelijk te maken.

Het spreekt van zelf dat men, spoedig na de uitvinding van den telefoon, het oog vestigde op het nut, dat de maatschappij daarvan zou kunnen trekken. Dit was van tweederlei aard; men kon, door zijn behulp, trachten te voorzien in de versnelde correspondentie der kleinere gemeenten onderling en met de grooteren, terwijl hij in deze, door bemiddeling van een centraal-bureau, verschillende abonnés met elkander in gemeenschap kon brengen.

De versnelde correspondentie der kleinere gemeenten door middel van de telegraaf, leverde groote bezwaren, waaronder het voornaamste wel dit, dat de opbrengst van elk station niet in evenredigheid was met de uitgaven, die het onvermijdelijk maakte. De kosten van eersten aanleg verschilden wel in beide gevallen niet zooveel, dat dit verschil voor den Staat een reden mocht, voor de particuliere industrie een reden kon zijn om, waar het publiek belang een telefonische verbinding gewenscht of uit een financieel oogpunt mogelijk maakte, een telegrafische achterwege te laten. De dagelijksche, de voortdurende kosten der bediening, vormden den hinderpaal. Deze toch eischte de aanstelling van een deskundig ambtenaar, van iemand speciaal voor deze bediening opgeleid; terwijl die van den telefoon overal, bij eenige oefening, kon geschieden door een ondergeschikt, ook met andere diensten belast ambtenaar, wien alleen de geschiktheid niet ontbrak het gehoorde behoorlijk op schrift te brengen en te adresseeren. Werden zóó de telegraafkantoren der grootere steden telefonisch verbonden met de kleinere gemeenten en deze onderling, dan werd over

bijkans het gansche land de bevolking in staat gesteld onmiddellijk van gedachten te wisselen.

Men toog dan ook in deze richting over bijna de gansche beschaafde wereld aan den arbeid: de Amerikanen in de voorste gelederen. Daarbij echter stuitte men op tal van wederwaardigheden, die wel niet geheel onvoorzien waren, daar zij uit den aard der elektrische werkingen voortsproten, maar dan toch sterker in den weg traden dan men had verwacht. De zwakte der stroomen, die bij de eerste telefoonstelsels in den spreker werden opgewekt, maakte het hoorbaar spreken op grooten afstand en daaruit voortvloeienden belangrijken geleidingsweerstand ondoenlijk. Hierin echter kwam dadelijk verandering toen, op de in onze vorige opstellen genoemde wijze, de telefoon met veranderlijk contact als spreker den oorspronkelijken Bell-telefoon verving. De batterijstroomen, die men daarbij door de primaire geleiding zond en daarmede de geïnduceerde stroomen langs de lijn, konden naar omstandigheden versterkt worden. Maar het lag voor de hand dat men, ter vermindering van de kosten, die het gebruik van een dubbelen metaaldraad — heen en terug — na zich sleepten, wenschte partij te trekken van de aardverbinding aan beide uiteinden, zooals daarvan bij de telegrafie partij wordt getrokken. En nu bleek het ras dat de verzwakking van den stroom niet zoozeer aan den met den afstand in gelijke verhouding toenemenden weerstand was toe te schrijven als wel daaraan, dat een groot gedeelte van den stroom werd afgeleid. Deze afleiding, die toeneemt naarmate de weerstand op de gansche geleiding grooter is, geschiedt langs de palen die den draad dragen en als zoovele aardverbindingen werken. De naastbijzijnde palen sluiten op deze wijze op den hoofdstroom in den draad een derivatiestroom, die langs den grond naar de batterij van het uitgangspunt terugkeert, terwijl zelfs, als het spanningsverschil op de lijn daartoe groot genoeg is, eene dergelijke derivatie door twee achtereenvolgende palen kan geschieden.

Men vindt vele merkwaardige voorbeelden van derivatie door bemiddeling van den grond vermeld. De artillerie-school te Clermont is telephonisch verbonden met het terrein aan den voet van den Puy-de-Dôme, waar — op 14 kilometers afstand van de school — de schietoefeningen plaats hebben. Nu heeft in het lyceum te Clermont de heer ISARN een metaaldraad gespannen, die een vijftigtal meters lang is en waarvan de uiteinden, het eene in het physisch laboratorium, het andere nabij de kamer van den concierge met de gemeentelijke gasleiding is ver-

bonden. Wanneer men nu ergens in dien draad een telefoon brengt dan kan men de gesprekken en militaire commando's hooren, die van het schietterrein telefonisch naar de school worden overgeseind. Toch is die draad geheel afgescheiden van de telefoongeleiding. Maar wat is het geval? De aardplaat in de artillerie-school ligt op een afstand van eenige weinige meters van de gasleiding. Dat een gedeelte van den aardstroom, door deze leiding wordt afgeleid en dat daarop de metaaldraad een tweede derivatie vormt verklaart dit telefoneeren door een draad, die schijnbaar met geen telefoon in elektrisch verband staat.

Aan een zelfde oorzaak moet worden toegeschreven, wat DU MONCEL vermeldt.

Leipzig en Dresden werden rechtstreeks aan elkander verbonden door een telegraafdraad die, over Chemnitz gaande, een lengte had van 164 kilometers; die draad was alleen te Dresden en te Leipzig geleidend verbonden met den grond. Terwijl nu Dresden en Chemnitz wel konden correspondeeren door den telefoon, was dit niet het geval met Dresden en het veel naderbij gelegen Leipzig; klaarblijkelijk doordien een groot gedeelte van den stroom onmiddellijk langs de palen werd afgeleid naar de grondplaat te Leipzig en zodoende op den hoofdstroom in de lijn een derivatie vormde, die zijne werking te Leipzig verzwakte. Tusschen Leipzig en Dresden liggen achtereenvolgens de stations Wurzen en Riesa, het eerste op 26.6 kilometer van Leipzig, het tweede op 49 kilometers van Dresden. Wanneer men de aardverbinding te Leipzig ophief, dan konden Dresden, Riesa en Wurzen toch nog elkander verstaan; er moesten dus langs de palen stroomen worden afgeleid die door den grond langs de aardplaat in de batterij te Dresden terugkeerden en dit schijnbaar telefoneeren door één draad mogelijk maakten. Ja zelfs wanneer men de beide uiteinden van den draad isoleerde konden Wurzen en Riesa nog met elkander spreken. Maar nu hoorde men te Riesa beter wat te Wurzen werd gezegd dan omgekeerd; waarschijnlijk doordien het grootere aantal palen tusschen Riesa en Dresden dan tusschen Wurzen en Leipzig een betere afleiding en daardoor een sterkeren stroom te weeg bracht in de eene richting dan in de andere.

Een ander middel ter vermindering van groote kosten bij den aanleg zag men te recht daarin, dat men langs groote afstanden den draad zou kunnen spannen langs de palen, die reeds aangelegde telegraaflijnen droegen. Hierbij deed zich echter een nieuw bezwaar voor. Niet alleen dat zich nu derivatiën van den telegraafstroom gingen mengen

met den telefoonstroom; prof. ISARN kon door zijn met de gasleiding verbonden metaaldraad ook het seinen van het telegraafkantoor te Clermont hooren, doordien ook daar de aardplaat op korten afstand van die leiding lag. Maar meer dan deze afgeleide stroomen kwamen geïnduceerden het mengelmoes vergrooten, dat door den telefoondraad ging. De telefoon is als hoorder een zoo gevoelig werktuig, dat alle elektrische veranderingen die in de nabijheid der geleiding plaats hebben tot het bewustzijn worden gebracht. In een laboratorium in den tuin van Teylers Stichting spande ik een der draden van een elektrische schel over een lengte van een vijftigtal meters volkomen geïsoleerd naast een van de draden eener heen en terug metalieke telefoonleiding, die naar mijn werkkamer, ongeveer honderd meters van den tuin verwijderd, loopt. En nu kon ik daar, door den telefoon, duidelijk hooren wanneer men van de schel gebruik maakte. In het *Telegraphic Journal* van 15 Juni 1878 leest men, dat men te Buffalo door den telefoon de zangers had kunnen hooren in een kamer, die telefonisch met een ander bureau was verbonden, maar volstrekt afgescheiden van de telegraaflijn waarlangs een concert telefonisch van Buffalo naar New-York werd overgeseind. Het bleek bij onderzoek dat op één punt de telefoondraad, die naar dat bureau liep — op een afstand van minstens 10 engelsche voeten (3 meters) — nabij den draad kwam, die de tonen overbracht.

Dat het telegrafeeren in een nabijgelegen draad storend moet werken op den stroom in een telefoongeleiding is duidelijk. Daarbij toch gaan door dien draad stroomen, die plotseling ontstaan en verdwijnen, zoodat alle voorwaarden voorhanden zijn om in den langs lange wegen op betrekkelijk kleinen afstand evenwijdig aan den telegraafdraad gespannen geleiding stroomen van — voor den telefoon ten minste — belangrijke intensiteit en van steeds omkeerende richting te doen ontstaan. Bij de bovenvermelde proeven tusschen Leipzig en Dresden hoorde men dan ook voortdurend het seinen aan de telegraafkantoren in beide plaatsen. Zoo dragen ook de palen, waar langs de telefoonleiding van de artillerie-school te Clermont loopt, langs een afstand van 300 meters een zevental telegraafdraden. Aan de school kan men dan ook duidelijk de *dépêches* verstaan, die langs de twee naastbij gelegen draden worden verzonden. Gelukkig maakt het getik van den Morse-sleutel het telefonisch overgebracht woord niet merklijk minder verstaanbaar.

Meer hinderlijk is het dat, uit den aard der zaak, verschillende

telefoonleidingen op deze wijze evenzeer induceerend op elkander werken. Van den Puy-de-Dôme zelf loopt, gedragen door dezelfde palen als de draad, die van zijn voet naar de militaire school gaat, een telefoonleiding naar het observatorium te Clermont. Beide draden raken elkander nergens en toch loopen de dépêches, die door beide gaan, door elkander, ja men heeft aan de school dépêches kunnen verstaan en beantwoorden, die voor het observatorium bestemd waren. Wij noemden deze terugwerking der verschillende telefoonleidingen op elkander vooral hinderlijk, omdat zij zich sterk moet doen gevoelen waar in de groote steden verschillende abonnés met een centraalbureau zijn verbonden en daarbij van éenen draad en van de aardleiding wordt gebruik gemaakt. Men is dan ook zeer ijverig geweest in het opsporen van middelen om dezen bezwaren, zoo niet op te heffen, dan toch te neutraliseeren.

Zoo stelde HUGHES voor, dat men elk tweetal elkander induceerende draden aan een der eindstations zou doen uitloopen in platte, in tegenovergestelden zin gewonden rollen van omwonden draad, die met elkanders vlakke zijden evenwijdig zouden worden opgesteld. In dit geval zal de eene rol in de andere stroomen induceeren, telkens juist tegenovergesteld gericht met die, welke de rechte draden in elkander opwekken, zoodat alleen het verschil van beide zal overblijven. Indien men dan de lengte dezer gewonden draden in verhouding brengt met die der te beschermen lijnen, zal men het zoover kunnen brengen, dat dit verschil ongeveer nul wordt. Inderdaad laat zich deze wijze, om in denzelfden draad voortdurend twee elkander tegenovergestelde krachten elkanders werking te doen vernietigen, uit een theoretisch oogpunt zeer goed aanzien. In de praktijk is zij echter, voor zoover mij bekend is, nooit aangewend; hetgeen wel hoofdzakelijk daaraan zal zijn toe te schrijven, dat aan de toepassing van dat middel groote kosten verbonden zijn, die daarenboven — zooals wij aanstonds zien zullen — ongeveer toereikend zouden zijn om een veel eenvoudiger genezing der kwaal aan te brengen.

Een ander middel wordt door EDISON aan de hand gedaan. Hij wil, dat men in de te beschermen lijn evenveel door omspannen draad omwonden ijzerkernen aanbrengt, als er draden zijn die induceerend op haar werken. Indien men dan elk dezer draden van eene dergelijke inductieklos voorziet, die in tegenovergestelden zin is gewonden, dan zal men de afstanden dezer klossen twee aan twee en de lengten hunner omwindingen zoo kunnen regelen, dat de wederkeerige werking

van elk paar, inductiestroomen in het leven roept gelijk en tegenovergesteld aan die, welke de rechte gedeelten der evenwijdige lijnen in elkander opwekken. Maar ook van dit hulpmiddel schijnt men in de praktijk zich niet te hebben bediend.

Het is dan ook duidelijk dat beiden, wat de kosten aangaat, eigenlijk daarop neêrkomen, dat men een draad zal gebruiken, wiens lengte nooit zeer veel zal verschillen van den dubbelen afstand der met elkander te verbinden punten. En wil men zich deze opoffering getroosten dan is niets eenvoudiger dan, van aardleiding afziende, een dubbele metalen geleiding aan te leggen, een metaaldraad heen en terug. Wanneer men dan deze beide draden, voldoende geïsoleerd, onmiddellijk naast elkander legt, desnoods om elkander strengelt, dan zal bijvoorbeeld het versterken en herstellen van den stroom in een nabijgelegen telegraafdraad, op beide draden in denzelfden zin en even sterk induceerend werken, zoodat er in elk dezer paarlingen stroomen worden opgewekt, die ten slotte, daar beide een geleiding vormen, elkander steeds zullen opheffen. Waarbij nog komt dat men bij deze inrichting, waarbij de gansche lijn, heen en terug, uit een volkomen geleider is vervaardigd, het minst zal hebben te lijden van derivatiën langs palen en andere gebrekkig geleidende voorwerpen, die met den draad in aanraking zijn. Richt men alle telefoongeleidingen die evenwijdig aan en op korten afstand van elkander gespannen zijn, op deze wijze in, dan is er van inductie in het geheel en van derivatie bijna geen sprake meer.

Deze moeilijkheid, om twee parallele telefoonleidingen voor elkanders invloed te beschermen, bestaat zelfs nog, nu door VAN RIJSSELBERGHE twee middelen aan de hand zijn gedaan, waardoor niet alleen de inductieve werking van nabij gelegen telegraafdraden op telefoonleidingen wordt opgeheven, maar men tevens wordt in staat gesteld langs dezelfde lijn gelijktijdig telegrafische en telefonische dépêches over te brengen. Deze inrichting is het eerst in ons vaderland duidelijk en nauwkeurig beschreven door den heer A. COLETTE in het *Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*, (Instituutsjaar 1883—84; Notulen, bladz. 95). Beide die middelen hebben hetzelfde onmiddellijk doel: te weten het vertragen — *gradueeren* noemt het VAN RIJSSELBERGHE — van den invloed der plotselinge verbrekingen en herstellingen van de geleiding op den stroom in den telegraafdraad, d. i. op den induceerenden stroom. Een verwijderd gevolg is dan, dat de geïnduceerde stroomen in de telefoonleiding zóó zwak worden, dat de telefoon daardoor niet meer tot spreken wordt gebracht. Want, zool

men weet, hangt de intensiteit van een in een draad geïnduceerden stroom af van de snelheid, waarmede of de beweegbare geleider, waardoor de induceerende gaat, nader bij dien draad wordt gebracht of daarvan wordt verwijderd, of de stroom in dien geleider wordt hersteld en verbroken.

Het eerste der bedoelde middelen nu bestaat daarin, dat men in den telegraafdraad, tusschen den sleutel en de batterij, of tusschen deze en de aardverbinding, een ijzerkern brengt waarom die draad, in vele windingen, gewonden is. Het verbreken en herstellen van den batterijstroom induceert dan in dien ijzerkern stroomen, die in het eerste geval dezelfde richting hebben als die stroom en in het tweede de tegenovergestelde richting. Wordt dus deze plotseling verbroken, dan werken zij nog een oogenblik na, wordt hij hersteld, dan werken zij een oogenblik tegen.

Het tweede middel is een condensator, die geplaatst is op een derivatie, welke aan weerszijde van de telegraafstellen — aan de lijnzijde en aan de grondzijde — hare eindpunten heeft. Zijn eene plaat is dus met de lijn, zijn andere met den grond geleidend verbonden. Wordt door den sleutel de stroom hersteld, dan laadt zich de bovenste plaat direct, de onderste door influentie, en die aftapping — als ik het zoo noemen mag — vertraagt de snelheid waarmede de stroom in volle kracht in de lijn optreedt. Wordt de batterijstroom verbroken, dan vloeit de op de bovenplaat vastgehouden electriciteit in de lijn terug en matigt daardoor het plotselinge van het optreden van den stroom.

Beide middelen werken dus direct de werking van den stroom op de schrijftoestellen in de telegraafkantoren tegen; maar zij doen dit in een mate die in de praktijk niet hinderlijk is. Men zou van beide afzonderlijk kunnen gebruik maken, indien men slechts bij den electromagneet het aantal windingen talrijk genoeg, bij den condensator de oppervlakte groot genoeg maakte. De praktijk heeft echter geleerd, dat een gelijktijdig aanwenden van beide middelen het best tot het doel voert. En zij heeft ook geleerd dat de op deze wijze gegradueerde stroom in telegraaffijnen niet zóó induceerend op daarmede evenwijdige telefoongeleidingen werken, dat men in den telefoon iets waarneemt van hetgeen in die lijnen geschiedt.

Dit resultaat gaf den heer VAN RIJSSELBERGHE aanleiding om twee telegraafkantoren en twee telefoonbureaux zich te laten bedienen van één draad, of liever, van draden die in elkanders verlengde lagen.

Wij hebben alsdan op dezelfde lijn vier grondverbindingen, in elk der verbonden plaatsen twee. Aan beide telegraafkantoren wordt de stroom gegradueerd door gelijktijdige aanwending der beide boven beschreven hulpmiddelen. Het telegrafeeren hindert dus aan het telefoneeren niet; en evenmin is in omgekeerden zin stoornis, aangezien de door het telefoneeren in het leven geroepen stroomen veel te zwak zijn om op de telegraaf toestellen te werken. Het eenige bezwaar, dat hierbij zou kunnen bestaan, zou zijn dat wel eens de telefoonstroomen op de plaats van afzending den weg: verbindingslijn tusschen bureau en kantoor en door de telegraaf toestellen langs den grond terug, konden kiezen boven den langen weg en heen en terug naar de corresponderende plaats. Ook zou in deze plaats nog een betrekkelijk te aanzienlijk deel van de telephoonstroomen over het telegraafkantoor langs den grond naar den afzender kunnen terugkeeren. Aan dit bezwaar wordt echter te gemoet gekomen, indien men slechts zorgt dat op de wegen, die de stroom door het telegraafkantoor zou kunnen, nemen weerstanden zijn geplaatst van zoo groot bedrag, dat dit den weerstand in de verbindingslijn tusschen de beide plaatsen eenige malen overtreft. Bij de proeven, die men in dit opzicht aan de kantoren te Amsterdam en te Haarlem met goed gevolg heeft genomen, bevond zich in de draden, die aan elk der beide kantoren den telefoon en den telegraaf toestel verbonden, een weerstand van 500 ohms, terwijl de weerstand op de telegraaflijn Amsterdam—Haarlem slechts 200 ohms bedraagt.

Haarlem, 13 Sept. 1886.