

OPMERKINGEN BETREFFENDE HET METEN VAN AFSTANDEN, TEN DIENSTE VAN KUSTBATTERIJEN.

(Met schetsen op Plaat XIX.)

De kustartillerie zal in den regel haar vuur moeten richten tegen bewegende doelen, met name schepen. De tijd in aanmerking genomen, die gevorderd wordt tot het omzetten van het zware kustgeschut, het opnieuw laden en het wederom richten, maakt het bezwaarlijk, zich in te schieten volgens dezelfde regels, die bij de vestingartillerie voor het vuren met granaten tegen bewegende doelen zijn voorgeschreven; alleen wanneer de vaartsnelheid van het vijandelijk schip gering is, zal het wellicht mogelijk blijken met eenzelfde vuurmond achtereenvolgens meerdere schoten tegen hetzelfde doel te richten.

Zoodra men evenwel met een nagenoeg stilliggend doel te doen heeft, doordat bijv. een schip in ontredderden toestand is geraakt, heeft het geen bezwaar om dergelijke schietregels, als de vestingartillerie gebruikt, toe te passen en behoeft men dus niet tot bijzondere hulpmiddelen zijne toevlucht te nemen.

Wij zullen ons echter alleen bezighouden met het vuur tegen bewegende doelen.

Daar een vereischte voor eene goede vuuruitwerking is, het zoo nauwkeurig mogelijk bekend zijn met den afstand, waarop het doel zich bevindt, zoo zal men dien langs den een of den anderen weg snel moeten kunnen bepalen. Men zoekt bijgevolg den geometrischen afstand, terwijl in verband met de eigenaardigheden van vuurmond, lading en atmosferischen toestand, vooraf eenige correctiën moeten aangebracht worden om den artilleristischen afstand zooveel doenlijk nabij te komen.

Men kan in het algemeen tot het meten van afstanden ten dienste van kustbatterijen gebruik maken van driehoeksmeting, op welk beginsel dan ook verschillende methoden gebaseerd zijn. Zoo heeft men tot voor korten tijd bij ons te lande de basis-planchetafstandmeting van den Deenschen artillerie-officier MADSEN gevolgd. Deze methode is thans op practische wijze gewijzigd volgens de denkbeelden van den 1ste luitenant der artillerie HESTA (1).

(1) Zoo o. a. in Frankrijk bedient men zich van den electrischen afstandmeter LE GOARANT DE TROMELIN, eveneens gegrond op het principe van driehoeksmeting. Zie *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens* 1883, blad. 28.

Het zij ons vergund met het oog op later te maken gevolgtrekkingen, beide methoden in algemeene trekken te beschrijven.

De afstandmeting MADSEN berust op het meten van de hoeken, waaronder het doel van uit de eindpunten van een basis van bepaalde lengte (800 à 900 M.) wordt gezien. Hiertoe bevindt zich in elk eindpunt een waarnemingspost (eind- en hoofdstation); van uit het eindstation wordt de gemeten hoek naar het hoofdstation telegraphisch overgeseind.

In het hoofdstation is een kaart van het vaarwater aanwezig, waarop o. a. ook de basis is uitgezet. De plaats van het doel wordt hierop als volgt aangegeven.

De kaart is ingericht als planchet, waarover twee linialen, draaiende in de uiteinden der basis, beweegbaar zijn. De overgeseinde hoeken kunnen met behulp van deze linialen en twee aanwezige graadbogen worden uitgezet, terwijl dan het snijpunt der linialen, gemarkeerd met behulp van een naald, blijkbaar de gezochte plaats aangeeft. Dit is echter niet voldoende; men moet die plaats ook aan de betrokken vuurmonden mededeelen, en deze moeten op hunne beurt hieruit zoo spoedig mogelijk, elk voor zich, den afstand tot het doel kunnen afleiden.

Daarom is het planchet verdeeld in ruiten, die in werkelijkheid zijden bezitten van 600 en 60 M. De groote ruiten, die derhalve 100 kleinere bevatten, worden met zware lijnen aangegeven en door eene letter onderscheiden; de kleinere ruiten daarentegen zijn met dunne lijnen getrokken en van 0 tot en met 99 genummerd. Men is nu in staat de plaats, waar het doel zich bevindt, vrij nauwkeurig aan te geven door de letter der groote en het nummer der kleine ruit; eene nadere plaatsbepaling in de kleine ruit geschiedt met behulp van eene in elken hoek van het planchet geplaatste letter.

Letter en nummer van de ruit worden dan ook door het hoofdstation naar een derden post (batterij-station) geseind en van daaruit aan de batterij bekend gemaakt door het uithangen van borden.

Bij elken vuurmond is voorts een dergelijk planchet als het bovenbeschrevene aanwezig, doch geteekend op kleinere schaal. Hierop zijn van uit de standplaats van den vuurmond op bepaalde afstanden cirkelbogen getrokken, waarbij naast den afstand tevens de bijbehorende opzethoogten zijn vermeld. Op dit vuurmondplanchet kan derhalve, in verband met het door het batterijstation gegeven sein, de plaats van het doel worden gemarkeerd en gelijktijdig afstand en opzethoogte worden afgelezen.

Opdat de waarnemingen in hoofd- en eindstation zooveel mogelijk gelijktijdig geschieden (hetgeen blijkbaar een vereischte is), hebben deze plaats bij elken slag van een synchronische electrische klok, die zoodanig kan worden geregeld, dat zij naar verkiezing 3, 4 of 5 slagen in de minuut geeft. Het zal evenwel de vraag zijn, of men in werkelijkheid meer dan 3 plaatsbepalingen per minuut aan de batterij kan bekend maken.

Bij de afstandmeting HESTA blijft de wijze van waarneming dezelfde. Het

planchet is hier echter door lijnen, evenwijdig aan de basis in strooken van 100 en 20 M. werkelijke breedte verdeeld. De breede strooken worden met zware lijnen en eene letter aangegeven; terwijl de 5 smalle strooken, waarin zij onderverdeeld zijn, met dunne lijnen en door de cijfers 1, 2, 3, 4 en 5 worden onderscheiden. In het hoofdstation wordt nu op dezelfde wijze, als bij de methode MADSEN, de plaats van het doel gemarkeerd; men meet echter thans den loodrechten afstand van het doel tot de vuurlijn of haar verlengde en in plaats van ruitletter en -nummer worden nu strookletter en -cijfer aan de batterij medegedeeld, waartoe voor iederen vuurmond in het algemeen twee wijzertelegrafen noodig zijn, één voor de letters en één voor de cijfers. Daar verder de vuurmonden onder bepaalde hoeken ten opzichte van een vlak loodrecht op de vuurlijn (0° , 5° , 10° enz. tot 45°) worden opgesteld, kan uit de waarde van den gemeten loodrechten afstand door eenvoudige berekening den afstand van het doel tot den vuurmond worden afgeleid op het oogenblik dat dit, zich evenwijdig aan de batterij bewegende, in het richtvlak is gekomen. Zij toch in fig. 1 AD de richting van de vuurlijn, E het doel en is de vuurmond in den stand α geplaatst, dan wordt derhalve de lengte ED gemeten; beweegt het schip zich nu in de richting EB, dan is dus $BC = ED$ en de gevraagde afstand $AB = BC \sec. \alpha$. Men kan vervolgens de afstanden AB voor elken hoek α (0° — 45° , opklimmende met 5° , zoowel rechts als links van AF) berekenen, en daarbij tevens de waarde BC laten veranderen tusschen de grenzen, welke de gesteldheid van het vaarwater aangeeft. De uitkomsten zijn in tafels (afstandstabellen) verzameld, waarvan bij elken vuurmond een exemplaar aanwezig is, zoodat met behulp van den gegeven loodrechten afstand dadelijk de verlangde afstand tot het doel kan worden opgezocht.

Voor het geval zich het doel in eene schuine richting ten opzichte van de vuurlijn beweegt, kan men deze methode eveneens toepassen door namelijk op het planchet een twee- of drietal plaatsen, waar het doel zich achtereenvolgens bevindt, te markeeren, voorts langs deze punten een linaal te leggen en na te gaan in welke strook het doel, koershoudende, is gekomen, wanneer dit het richtvlak van den vuurmond passeert.

Zooals gemakkelijk valt in te zien, laat de methode-HESTA eene snellere waarneming toe dan de methode-MADSEN, terwijl ook een mindere geoefendheid en eene geringer getalsterkte van het personeel voor de uitvoering vereischt worden.

Wij hebben getracht deze methoden zoo beknopt mogelijk te beschrijven; hieruit moge echter voldoende gebleken zijn, dat beide nauwkeurige waarnemingen toelaten, althans voor zooverre betreft de plaats- of afstandsbeplating, op zichzelf beschouwd. Wanneer evenwel meerdere doelen gelijktijdig moeten worden geobserveerd — dit toch zal in het algemeen eer regel dan uitzondering zijn — zal het aantal waarnemingen over die verschillende doelen moeten worden verdeeld en dus voor elk doel op zichzelf minder

bedragen. Niet alleen dat met het aantal in het schootsveld der batterij verschijnende doelen de moeilijkheden aan observatie en vuurleiding verbonden toenemen, maar ook zullen waarnemingen, met eene eenigszins groote tusschenruimte gedaan, gelijk te stellen zijn met onvoldoende waarnemingen. De vuuruitwerking zal dus verminderen.

Voorts kan het geval zich voordoen — en ook daarmede heeft men in oorlogstijd rekening te houden — dat één der stations buiten gebruik moet worden gesteld, terwijl men toch de afstandmeting onmogelijk kan missen.

Hoe stelt men zich alsdan voor, den noodzakelijk gevorderden afstand te leeren kennen?

Kunnen verder de hierboven beschreven methoden voor alle kustbatterijen doelmatig worden toegepast?

Hoe, ten slotte, zal men, wanneer de oorlogstoestand onverwacht intreedt, in de nog niet geheel gereed zijnde afstandmeting kunnen voorzien?

Voor al ook dit laatste is eene zaak, welke ernstig overweging verdient.

De welwillende lezer verwachte van ons geen volledige beantwoording van deze vragen; doch als beginsel stellende, dat men alle mogelijke voorzorgen moet inachtnemen, opdat de afstandmeting (plaatsbepaling) *te allen tijde* verzekerd zij, hebben wij alleen naar *hulpmiddelen* gezocht, welke bij onze kustartillerie wellicht tot aanvulling der bestaande methoden kunnen dienen en alsdan hetzij van tijdelijke, hetzij van blijvende toepassing konden zijn.

Bedoelde hulpmiddelen hebben betrekking op:

I. Afstandmeting met behulp van één observatiepost.

II. Telephonische overbrenging.

I. Afstandmeting met behulp van één observatiepost.

Zij k (fig. 2) de standplaats van den vuurmond, die in den stand II' zekeren hoek α maakt met de vuurlijn VV' . Zij verder O de observatiepost, welks afstand tot den vuurmond $KO = b$ bekend is, evenals de hoek θ , die OK maakt met die vuurlijn; dan kan men voor iederen hoek δ , waaronder het doel D van uit O waargenomen wordt, den afstand $KD = l$ berekenen, zijnde de afstand tot den vuurmond, waarop het doel zich bevindt, wanneer dit in het richtvlak is gekomen. Immers, in $\triangle KOD$, $\angle OKD = \alpha - \theta = \gamma$ stellende, is

$$l = b \frac{\sin \delta}{\sin (\gamma + \delta)} \quad \text{of:} \quad l = b \frac{\sin \delta}{\sin (\alpha - \theta + \delta)} \dots \dots \dots (1)$$

Laat men nu den vuurmond slechts in bepaalde standen vuren, aangegeven door de hoeken α , die bijvoorbeeld onderling 5° verschillen; dan zal men met behulp van deze vergelijking afstandstabellen kunnen samenstellen, waarin voor die verschillende standen en in verband met de hoeken δ , de afstanden l zijn opgenomen.

Eenzelfde observatiepost O kan evenwel ook gebruikt worden voor een

groep van vuurmonden $K_1, K_2, \dots$ (fig. 3), zonder dat voor elk hunner afzonderlijk de hoeken $K_1OD, K_2OD, \dots$ behoeven te worden geseind. Men maakt in dit geval gebruik van een hulplijn OH, welker azimuthen $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots$ ten opzichte van $b_1, b_2, \dots$ bekend zijn. De vergelijking (1) gaat dan over in:

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= b_1 \frac{\sin(\delta + \epsilon_1)}{\sin(\alpha_1 - \theta_1 + \delta + \epsilon_1)} \\ l_2 &= b_2 \frac{\sin(\delta + \epsilon_2)}{\sin(\alpha_2 - \theta_2 + \delta + \epsilon_2)} \\ &\text{enz.} \dots \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

Voor het geval dat OH evenwijdig aan de vuurlijn wordt genomen en daardoor $\theta_1 = \epsilon_1, \theta_2 = \epsilon_2, \dots$ is, heeft men

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= b_1 \frac{\sin(\delta + \theta_1)}{\sin(\alpha_1 + \delta)} \\ l_2 &= b_2 \frac{\sin(\delta + \theta_2)}{\sin(\alpha_2 + \delta)} \\ &\text{enz.} \dots \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2a)$$

Men kan nu wederom afstandstabellen inrichten, die voor elken in O waargenomen hoek δ , in verband met de standen der vuurmonden α , de afstanden l doen kennen.

Voor de toepassing van dit beginsel zal het noodig zijn, reeds in vreedstijd verschillende emplacementen, van waaruit het waarnemen goed en zooveel mogelijk veilig kan plaats hebben, uit te zoeken, te markeeren en hiervoor de afstandstabellen gereed te maken, terwijl men ook, wanneer de in gebruik zijnde post om de een of andere reden moet verlaten worden, nog over eene reserve-opstelling moet kunnen beschikken. Neemt men hierbij in aanmerking, dat, bij het in gebruik nemen van den reservepost, de telephonische gemeenschap gemakkelijk kan hersteld worden, zooals later duidelijk zal blijken, dan is de waarneming als voldoende verzekerd te achten.

Het is bovendien niet noodig, aan de waarnemingsposten een groot dekkingsvermogen te verleen; veelal zal eene schervvrije dekking, soms zelfs in enkele gevallen een gezichtsdekking voldoende kunnen zijn (1).

Wanneer men nu dit beginsel van afstandmeting ongewijzigd zoude willen toepassen, dan is het maken van groote fouten niet uitgesloten; fig. 4 maakt dit duidelijk. Stel, het doel bevindt zich bij opvolgende waarnemingen in de punten $D_1, D_2, \dots$, terwijl de vuurmond gericht is volgens KS. KS is dus de begeerde afstand, doch voor opvolgende waargenomen hoeken $\delta_1, \delta_2, \dots$ geeft de afstandstabel alleen de lengten $Kd_1, Kd_2, \dots$ aan. Is het doel in het punt D_n gekomen op het oogenblik, dat de laatste

(1) Wellicht dat koepelconstructiën, als verplaatsbare Grusonpantser (Schumann'sche Schützen-grabenpanzer) hier toepassing konden vinden.

richting met de elevatie-stang moet gegeven worden, dan kan het lengteverschil $KS - Kd_n$ of de fout Sd_n — waarvan de grootte afhankelijk is van den afstand KS , den hoek α , de mijlsvaart van het schip en de snelheid van waarneming — toch nog vrij aanzienlijk zijn, ook al tracht men het bedrag van die fout te verminderen door bij benadering den afstand KS uit de voorgaande waarden $Kd_1, \dots, Kd_n$, af te leiden. Hierbij moeten wij echter opmerken, dat de vuurmond, om gemakkelijk te begrijpen redenen, zelden in de uiterste standen op de bedding zal geplaatst worden, terwijl men het aantal waarnemingen op 10 à 15 in de minuut mag schatten, zooals later zal worden opgehelderd.

Men zal evenwel ook den navolgenden weg kunnen inslaan, om het maken van groote fouten te vermijden (zie fig. 5).

Stel, het doel beweegt zich van rechts naar links; het kanon is onder één hoek VKR_1 opgesteld. Men maakt nu gebruik van een tweede stel richtmiddelen van doelmatige inrichting, aangebracht aan de nog vrije zijde van den vuurmond; men is dan in staat een hulprichtvlak KS te markeren, dat een kleinen hoek van φ° met het vlak KR_1 maakt, terwijl het doel bij zijne beweging eerst het vlak KS , daarna het vlak KR_1 moet snijden. Is dus nu het kanon volgens $\angle VKR_1 = \alpha + \varphi^\circ$ gesteld, dan staat het hulprichtvlak KS derhalve onder α° ten opzichte van de vuurlijn.

Men neemt nu nauwkeurig waar, wanneer het doel het hulprichtvlak passeert en zoekt bij den hoek δ , welke ongeveer op hetzelfde oogenblik geseind wordt, met behulp van de afstandstabel den afstand KS behoorende bij α° . Om evenwel den begeerden afstand KR_1 te kennen, zal men KS moeten herleiden. Deze herleiding geschiedt zeer eenvoudig, indien men veronderstelt, dat het doel zich over den kleinen afstand R_1S evenwijdig aan de vuurlijn beweegt. Men heeft dan:

$$KR_1 = KS \frac{\cos SKT}{\cos R_1KT} \quad \text{en} \quad \angle SKT = \alpha - 90^\circ = \mu \text{ stellende, is:}$$

$$l_{\alpha+\varphi} = l_{\alpha} \frac{\cos \mu}{\cos (\mu + \varphi)} \dots \dots \dots (3)$$

zijnde de verlangde afstand.

Beweegt het doel zich van links naar rechts, dan plaatst men het kanon in den stand aangegeven door den hoek $\alpha - \varphi^\circ$, zoodat het doel wederom eerst het hulprichtvlak KS , daarna het richtvlak KR_2 passeert. De begeerde afstand wordt nu:

$$KR_2 = KS \frac{\cos SKT}{\cos R_2KT}$$

$$\text{of:} \quad l_{\alpha-\varphi} = l_{\alpha} \frac{\cos \mu}{\cos (\mu - \varphi)} \dots \dots \dots (4)$$

Er zullen derhalve correctiën op de afstanden moeten gegeven worden.

Beschouwen wij nu eens een geval, waarbij die correctiën nog al groote

verhoudingen aannemen. Zij bijv. $\alpha = 130^\circ$ (volgens de thans op de bedding aangebrachte graadverdeeling komt dit overeen met den stand van 40°) en $f = 24^\circ$, dan is dus:

$$\alpha + f = 132\frac{1}{2}^\circ,$$

$$\alpha = 130^\circ,$$

$$\alpha - f = 127\frac{1}{2}^\circ,$$

en in verband met de vergelijkingen (3) en (4):

$$\cos 42\frac{1}{2}^\circ = 0,737 \qquad \frac{\cos 40^\circ}{\cos 42\frac{1}{2}^\circ} = 1,039$$

$$\cos 40^\circ = 0,766$$

$$\cos 37\frac{1}{2}^\circ = 0,793 \qquad \frac{\cos 40^\circ}{\cos 37\frac{1}{2}^\circ} = 0,966$$

Derhalve heeft men:

$$l_a + f : l_a : l_a - f = 1,039 : 1 : 0,966.$$

Leest men dus met behulp van de afstandstabel voor l_a bijv. eene waarde af 2000, dan moet men, als het doel nadert van de rechter- (linker-) zijde, dien afstand vermeerderen (vermindern) met $3,9\%$ ($3,4\%$) of met 78 M. (68 M.). Het ligt voor de hand, dat men de aan te brengen correctiën in de tabellen zal opnemen en wel afgerond in tientallen van meters, zoodat in plaats van 2000 wordt gevonden bijv. 2000 ± 70 (of zoo men wil, 2070 (2080) of 1930).

Wij hebben in dit voorbeeld $f = 24^\circ$ genomen, doch men kan even goed aan f andere waarden toekennen, die in de eerste plaats verband moeten houden met de afstanden, waarop het beslissend artilleriegevecht zal plaats hebben; deze afstanden zijn op hunne beurt afhankelijk van de gesteldheid van het vaarwater, de bewapening der kustbatterijen, de hoogte van de vuurlijn boven het vaarwater, de pantserdikte en de artilleriebewapening der te verwachten vijandelijke schepen e. d. Bovendien zal men bij het vaststellen van de waarde voor f rekening moeten houden met de vaartsnelheid, waarmede men zich voorstelt, dat de vijandelijke schepen de batterij zullen passeeren (1).

Deze wijze van afstandmeting moge, oppervlakkig beschouwd, samengesteld schijnen, in de toepassing zal dit geenszins het geval zijn, ook al worden

(1) BARABINO schat deze snelheid bij een aanval op kustbatterijen op hoogstens 3 zeemijlen = 5556 M. per uur of op niet meer dan $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ van de maximumvaart; o. m. verwijst hij naar de instructie voor de Italiaansche marine, volgens welke de schepen bij zulk een aanval zich alleen met die snelheid zullen bewegen, welke volstrekt noodig is om het doel in het schootsveld te behouden.

KRIWANEK geeft als maximum-vaartsnelheid op: 90 M. per minuut. Zie *Mitth. u. G. d. A.-u. G. W.* 1883, p. 573. Der Angriff auf Küstenbefestigungen und die Vertheidigung derselben.

Trachten de vijandelijke schepen het vaarwater te forceeren, dan zullen zij, zoo eenigszins mogelijk, van groote vaartsnelheden dienen gebruik te maken.

Wat het opnemen van de mijlsvaart betreft, zijn wij met vele anderen van oordeel, dat dit van uit de batterij geschieden moet en niet tot het gebied der afstandmeting behoort.

voor de bediening de verrichtingen met een paar eenvoudig uitvoerbare vermeerderd, en al bevatten de afstandstabellen eenige meerdere kolommen.

Heeft men met tegemoetkomend of met vervolgend vuur te doen, dan zal men den gewenschten afstand K_n (fig. 6) moeten schatten uit de voorgaande K_a , K_b , K_c , en maakt men dus geen gebruik van het hulprichtvlak (1).

Het bovenstaande kan voldoende geacht worden om althans een denkbeeld te geven van de wijze, waarop de afstandmeting met behulp van één observatiepost zoude kunnen worden uitgevoerd. Alvorens omtrent sommige punten in eene nadere beschouwing te treden, wenschen wij het tweede gedeelte van dit opstel af te handelen.

II. Telephonische overbrenging.

De *telefoon*, waaronder men in het algemeen den magneto-electrischen toestel verstaat, die van het type BELL is afgeleid, kan men gebruiken tot het overbrengen of -spreken, zoowel als tot het ontvangen of afluisteren van mondelinge berichten op groote afstanden. Dezelfde toestel kan dus als »overbrenger» en als »ontvanger» dienst doen, waarin ontegenzeggelijk een belangrijk voordeel ligt opgesloten.

Wordt de afstand te groot, of wel, verlangt men op kortere afstanden een gemakkelijker correspondentie, dan dient men zijne toevlucht te nemen tot de *microfoon* als overbrenger; deze toestel bezit nl. als zoodanig eene veel hoogere mate van gevoeligheid dan de telefoon, die nu alleen de rol van ontvanger blijft vervullen. De microfoon echter vereischt eene galvanische batterij, en daar aan het gebruik hiervan steeds eigenaardige bezwaren zijn verbonden, zal men in sommige omstandigheden de microfoon moeilijk kunnen toepassen.

Dergelijke toestellen, waarbij het gebruik van tele- en microfoon gecombineerd is, dragen den naam van *tele-microfoon*; in den regel zijn zij van eene *wekkerinrichting* voorzien.

Op het artilleristisch proefveld, in den vestingoorlog en bij de verdediging der kusten o. a. zal men telefoonposten noodig hebben op kleine, zoowel als op grootere afstanden, mobiele zoowel als tijdelijke en permanente.

Hiermede rekening houdende, moet men uit de groote verscheidenheid van bestaande toestellen eene goede keuze doen, en zal het daarom dienstig zijn, alvorens over te gaan tot het beschrijven van die toestellen, waaraan wij de voorkeur geven, een en ander in herinnering te brengen omtrent de algemeene inrichting en het gebruik van telefonen, microphonen, wekkerinrichtingen

(1) Wellicht dat men in sommige gevallen zou kunnen gebruik maken van den afstandmeter Paschkewitsch.

en telefoongeleidingen, om voorts, voor zooveel noodig, een oogenblik stil te staan bij de beginselen, waarop de werking van telefoon en microfoon berust. Wij zullen trachten de zaak zoo eenvoudig mogelijk voor te stellen.

De *telefoon* bestaat in het algemeen uit een magneetstaaf, hetzij recht, hetzij gebogen (hoef-, cirkel- of S-vormig), om welker ééne, eventueel beide polen, een houten klos is aangebracht, omwonden met geïsoleerd dun koperdraad. Wanneer beide polen van den magneet van draadklossen voorzien zijn, behooren de pooleinden in eenzelfde plat vlak te liggen.

Tegenover één of beide polen, en op geringen afstand ervan, dus in het magnetisch veld, bevindt zich een dun plaatje (trilplaatje of diaphragma), hetwelk zoodanig met zijn rand aan den toestel bevestigd is, dat het middelste gedeelte vrij kan trillen onder invloed der geluidsgolven, door de omringende lucht op dit plaatje overgebracht.

Dit samenstel is geheel of gedeeltelijk opgesloten in een houten, ebonieten of wel metalen koker of doos. Eene daaraan verbonden inrichting, veelal eene eenvoudige schroef, dient om den toestel te regelen, d. w. z. het trilplaatje korter bij, of verder van den magneet te brengen. Het gedeelte van den koker tegenover het trilplaatje heeft den vorm van een geluidbeker, waardoor de luchtgolven gemakkelijk worden opgevangen. Onder het trilplaatje is, ter versterking van het geluid, eene ledige ruimte gelaten, welke dus tot geluidtrommel dient. De beide uiteinden der draadomwindingen zijn ieder in het algemeen aan een klemschroef bevestigd, die zich aan de buitenzijde van den toestel bevindt.

Aangezien de sterkte van het magnetisch veld, waarin zich de draadomwindingen en het trilplaatje bevinden, van grooten invloed is op de gevoeligheid, dus ook op de duidelijkheid van de telefoon, heeft men op velerlei wijzen getracht dat veld zoo krachtig mogelijk te maken. Dit doel heeft men o. a. bereikt door de *beide* polen van den magneet tegenover het trilplaatje te brengen, of door van een magnetisch magazijn gebruik te maken. Tot hetzelfde doeleinde heeft men ook soms den draadklos over één der beide magneetpolen geschoven en de andere pool, in den vorm van een ring, daaromheen gelegd.

Verbinden wij nu twee telephonen A en B met elkander door middel van geleiddraden, bevestigd aan de reeds genoemde klemschroeven, dan vormt deze geleiding met de draadomwindingen der klossen een gesloten keten (fig. 7).

Spreekt men vervolgens voor het trilplaatje van de telefoon A, dan worden de geluidstrillingen door de omringende lucht op het plaatje overgebracht, dat derhalve afwisselend dicht bij de magneetpool komt of zich ervan verwijdt.

Hierdoor ontstaan wijzigingen in het magnetisch veld en de richting der krachtlijnen, welke in de omwinding van den draadklos inductie-stroomen

opwekken; de richting en de electromotorische kracht dier stroomen volgen daarbij de bekende wetten. Diezelfde stroomen circuleeren echter ook door de draadomwinding van de telephoon B en brengen aldaar geheel overeenkomstige wijzigingen in het magnetisch veld te weeg. Hierdoor geraakt het trilplaatje van deze telephoon in dezelfde trillende beweging als dat van de telephoon A en doet op zijne beurt geluidsgolven ontstaan.

Houden wij de telephoon B aan het oor, dan vernemen wij, wel is waar verzwakt maar toch zeer duidelijk, het voor de telephoon A gesprokene, terwijl zelfs het eigenaardige stemgeluid van den spreker te herkennen is.

Spreekt men met gewone stemverheffing, dan zijn de bewegingen van het trilplaatje niet veel grooter dan één duizendste millimeter; de electriciteits-hoeveelheden, welke hier in het spel treden, zijn dus uiterst gering.

Bij het correspondeeren met behulp van telephonen verdient het aanbeveling, in elken post twee toestellen te gebruiken, en wel één om te hooren, den anderen om er tegen te spreken. Zoodoende kan een gesprek worden gevoerd, alsof men zich in elkanders onmiddellijke nabijheid bevond. Voor militaire doeleinden in het bijzonder, mag de telephoon niet spoedig eene nieuwe regeling vereischen, of moet de regeling, zoo noodig, zonder bezwaar en vlug kunnen plaats hebben.

Wanneer zich in den weg, dien een electriche stroom volgt, een onvolkomen contact bevindt, dan zal elke wijziging in dat contact eene stroomvariatie ten gevolge hebben.

Zij bijv. de electromotorische kracht (1) E van een LECLANCHÉ-element 1,3 volt; de weerstand (2) R van dit element 2,5 ohm en de weerstand r van den sluitdraad 2 ohm. Bevindt zich voorts in de geleiding een onvolkomen contact van één ohm weerstand, dan is de stroom-intensiteit (3):

$$I = \frac{E}{R + r + 1} = \frac{1,3}{5,5} = 0,236 \text{ ampère.}$$

Brengt men den weerstand in het contact terug tot 0,5 ohm, d. w. z. maakt men het contact beter, dan is,

$$I = \frac{E}{R + r + 0,5} = \frac{1,3}{5} = 0,26 \text{ ampère,}$$

en dus grooter dan in het voorgaande geval.

(1) De electromotorische kracht van een element wordt bepaald door het spannings- of potentiaal-verschil, dat tusschen de beide polen bestaat. De eenheid van electromotorische kracht is de volt, ongeveer overeenkomende met die van het DANIELL-element.

(2) De eenheid van electriche weerstand is de ohm, ongeveer overeenkomende met den weerstand van een kwikzilverkolom, hoog 106 cm. en 1 mm². in doorsnede, bij 0° C.

(3) De eenheid van stroomsterkte of electriche intensiteit is de ampère. Zij is gelijk aan de intensiteit van een stroom, die door een geleider vloeit, welke de eenheid van electriche weer-

Vermeerdert men daarentegen den weerstand in het contact tot 1,5 ohm, d. w. z. maakt men het contact slechter, dan is ook,

$$I = \frac{E}{R + r + 1,5} = \frac{1,3}{6} = 0,217 \text{ ampère,}$$

en dus kleiner dan boven.

Is in den sluitdraad tevens een telefoon opgenomen, dan zal daarin bij elke wijziging in het contact een tik worden waargenomen. Deze tik zal des te harder zijn, naarmate de wijziging van den weerstand tusschen de contactpunten, en daardoor ook van de stroomintensiteit, grooter is; wanneer deze weerstandsveranderingen elkander maar snel genoeg opvolgen, zal het mogelijk zijn, de telefoon een toon te doen voortbrengen.

Bij de eerste microfoon, (fig. 8) van den bekenden professor HUGHES, bestaat het onvolkomen contact uit twee stukjes kool *a* en *b*, bevestigd tegen een plankje, terwijl een derde koolstaafje *c* zoodanig verticaal tusschen *a* en *b* is geplaatst, dat het vrij kan trillen. De stukjes kool *a* en *b* zijn met een element en een telefoon in dezelfde geleiding geschakeld. Men heeft dus twee onvolkomen contacten, nl. één tusschen *a* en *c* en het tweede tusschen *b* en *c*.

Spreekt men nu tegen het verticale plankje, dan geraakt het koolstaafje *c* aan het trillen, er ontstaan wijzigingen in den weerstand der contacten en de telefoon geeft zeer duidelijk het gesprokene weer. Een meer doelmatige inrichting verkrijgt men door de stukjes kool op te sluiten in een kastje, waarvan één der zijden gevormd wordt door het genoemde verticale plankje of »trilplankje.»

Naarmate het aantal contact-punten grooter is, zijn ook, tot zekere hoogte, de stroom-variaties grooter, terwijl weer tengevolge hiervan een sterker geluid in de telefoon wordt waargenomen.

stand bezit (1 ohm) en twee polen verbindt, waartusschen een spannings- of potentiaal-verschil bestaat gelijk aan de eenheid van electromotorische kracht (1 volt).

Noemt men *I* de intensiteit, *E* de electromotorische kracht van een electrischen stroom en *W* den weerstand van den geleider, dan is volgens de wet van OHM:

$$I = \frac{E}{W}$$

Is *r* de weerstand van een element, *l* die van den sluitdraad, dan is $W = r + l$

of:
$$I = \frac{E}{r + l}$$

Verbindt men *n* elementen naast elkander, d. i. de gelijknamige polen onderling, dan is

$$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + l}$$

Verbindt men deze *n* elementen achter elkander, d. i. de positieve pool van het eene met de negatieve van het andere element, dan is,

$$I = \frac{nE}{nr + l} = \frac{E}{r + \frac{l}{n}}$$

Is *l* groot ten opzichte van *r*, dan verdient dus de inschakeling achter elkaar, in het omgekeerde geval die naast elkaar de voorkeur.

Men heeft dan ook naar het type-HUGHES verschillende microphonen vervaardigd, waarbij het aantal contact-punten zeer uiteenloopt. Nu eens zijn de kooltjes achter, dan weer naast elkander, of wel ten deele achter en gedeeltelijk naast elkander in den stroomloop opgenomen. Bij sommige constructiën wordt voor een der contact-punten een metaal gekozen of wel het microphonisch contact wordt gevormd door kool- of graphietpoeder.

Uit het voorafgaande blijkt duidelijk het groote onderscheid, dat er bestaat tusschen de telephoon en de microphoon. Bij het gebruik van de telephoon toch is aanvankelijk geen elektrische stroom aanwezig; deze wordt door magnetische inductie eerst opgewekt, telkens verbroken en opnieuw geïnduceerd. Bij het gebruik van de microphoon daarentegen circuleert *steeds* een stroom, welks intensiteit bij het spreken voortdurend wijzigingen ondergaat en daardoor in een golvenden toestand verkeert.

Veronderstel (1) dat twee plaatsen A en B door eene geleiding zijn verbonden; in A is een microphoon-HUGHES, dus met twee contacten, benevens eene batterij en in B een telephoon ingeschakeld. Men kan dan de stroomsterkte in de lijn berekenen, mits bekend zijn: 1°. de weerstand in elk koolcontact, bijv. 1 ohm; 2°. de weerstand van den geleiddraad, bijv. 100 ohm; 3°. de weerstand in den draadklos van de telephoon, bijv. 80 ohm; 4°. de weerstand van de batterij, bijv. 2,5 ohm; 5°. de weerstand van de aarde tusschen A en B, bijv. 25 ohm; 6°. de electromotorische kracht der batterij, bijv. 1,3 volt. Dan is nl.:

$$I = \frac{1,3}{2 + 100 + 80 + 2,5 + 25} = \frac{1,3}{209,5} = 0,006205 \text{ ampère.}$$

Zoodra door eene kleine beweging van het trilplankje de weerstand in elk contact bijv. 0,5 ohm wordt, ondergaat de stroomsterkte eene wijziging en doet bijgevolg de telephoon een tik hooren. Op dit oogenblik is:

$$I' = \frac{1,3}{1 + 100 + 80 + 2,5 + 25} = \frac{1,3}{208,5} = 0,006235 \text{ ampère.}$$

De waargenomen tik is dus een gevolg van eene wijziging in de stroomsterkte, groot 0,00003 ampère. Stellen wij $100 + 80 + 2,5 + 25 = W$, dan is:

$$I = \frac{1,3}{2 + W} \text{ en } I' = \frac{1,3}{1 + W},$$

waaruit blijkt, dat de invloed van de weerstandsveranderingen der contacten op de stroomsterkte des te grooter zal zijn, naarmate W , d. i. de uitwendige weerstand, kleiner wordt. Hoe geringer W is, hoe beter de microphoon dus zal werken en het is daarom zaak, W zoo klein mogelijk te maken. Beschouwen wij hiertoe nader de verschillende factoren, waaruit W is samengesteld.

In de eerste plaats zij vermeld de weerstand van de geleiding. De practijk stelt hier hare grenzen; men kan echter de microphoon in een lokalen

(1) Zie ook: „Handleiding voor het technisch onderricht aan leerlingen-telegrafist.”

stroom opnemen door gebruik te maken van een inductie-klos met twee omwindingen.

In de primaire omwinding, bestaande uit een dikken, korten draad, die hoogstens een weerstand van een paar ohm bezit, is de microfoon, benevens de batterij ingeschakeld. De secundaire omwinding, bestaande uit een dunnen, langen draad, die een weerstand van 50 tot 100 ohm bezit, is met het eene uiteinde aan de lijn en de daarin geplaatste telefoon, met het andere einde aan eene aardplaat verbonden. Fig. 9 stelt deze verbindingen voor; daarin is M de microfoon, I de inductie-klos, B de batterij, T de telefoon, L de lijn en A eene aardplaat. De aarde tusschen de beide platen vervangt de teruggeleiding.

Een andere factor van W, de weerstand van de batterij, kan klein gemaakt worden door meerdere elementen »naast elkaar» te schakelen of wel, wat eenvoudiger is, door gebruik te maken van elementen met geringen weerstand, zooals het LECTANCHÉ-element met samengeperste koolbruinsteenplaten, d. i. eene cel zonder poreuzen pot (1), waarvan de gemiddelde weerstand hoogstens 1,5 ohm bedraagt.

Is de weerstand der primaire omwinding van den inductie-klos 2 ohm, dan is W dus teruggebracht tot $1,5 + 2 = 3,5$ ohm. Daardoor worden respectievelijk :

$$I = \frac{1,3}{2 + 3,5} = 0,236 \text{ ampère}$$

en $I' = \frac{1,3}{1 + 3,5} = 0,289 \text{ ampère.}$

Terwijl boven de stroom-intensiteit met 0,00003 ampère was toegenomen, is thans, voor eenzelfde weerstandsverandering in de contacten, die toename aanzienlijk grooter geworden, nl. 0,053 ampère.

Deze intensiteitstoename wekt in de secundaire omwinding van den inductie-klos een stroom op, die in den corresponderenden post het trilplaatje van de telefoon doet aantrekken. Door tegen het trilplankje te spreken ontstaat eene aaneenschakeling van afwisselende stroomversterkingen en -verzwakkingen; eene fluctuatie, die in de secundaire draadomwinding golvende inductiestroomen opwekt, welke hunnerzijds in de verwijderde telefoon geluidstrillingen voortbrengen, die eene verzwakte herhaling vormen van het gesprokene.

Het is thans ook duidelijk, waarom deze microfoon-inrichting toelaat op grooteren afstand te corresponderen dan met de telefoon alléén mogelijk is. Bij het gebruik toch van de telefoon als »overbrenger», is de electromotorische kracht van den geïnduceerden stroom beperkt door de zeer geringe trillende beweging van het diaphragma; bij de microfoon-inrichting

(1) In het algemeen verhoogt de poreuze pot den weerstand. Hij kan echter niet gemist worden, wanneer men twee vloeistoffen in het element gebruikt. Zooals men weet, is in het Lectanché-element slechts ééne vloeistof, ééne salmomiak-oplossing, aanwezig.

kan men den in de secundaire draadomwinding van den klos opgewekten inductie-stroom, althans binnen zekere grenzen, versterken, door gebruik te maken van een krachtiger batterij, of wel door een grooter aantal dunne draadomwindingen aan te brengen.

Men moet bij microphonen voor militair gebruik, die niet altijd met de noodige voorzichtigheid kunnen behandeld, en menigmaal zelfs over minder begaanbare wegen getransporteerd moeten worden, hooge eischen stellen aan het microphonisch contact, opdat dit zoo min mogelijk aan beschadiging blootstaat, terwijl ook het regelen geen moeilijkheden mag opleveren; het contact in korrelvorm verdient daarom de voorkeur.

Met betrekking tot de *wekkerinrichtingen* diene het volgende aangestipt.

Bij sommige telephonen, o. a. bij die van SIEMENS, GOWER en PERRODON, maakt de wekkerinrichting min of meer deel uit van de telefoon zelve; in het algemeen echter maakt men gebruik van een magneto-electrischen wekker. Een wekker met batterij is, wel is waar, zeer eenvoudig, doch heeft het nadeel, dat men het aantal elementen met den afstand moet wijzigen; dit aantal wordt reeds voor afstanden van enkele kilometers vrij groot.

Een wekker, geschikt voor militaire doeleinden, moet zoodanig zijn ingericht, dat hij onmiddellijk, zonder voorafgaande regeling en op alle in de practijk voorkomende afstanden (van een tiental meters tot vele kilometers) is te gebruiken. Aan dezen eisch nu beantwoordt een magneto-electrische wekkerinrichting in alle opzichten, terwijl bovendien door het gemis van batterijen ook geene bijzondere zorgen voor onderhoud gevorderd worden. De magneto-electrische wekker is te allen tijde gereed, om met de geleiding verbonden en dadelijk in dienst gesteld te worden.

Wat ten slotte de *telefoon geleidingen* aangaat, daartoe kan soortgelijk materieel gebezigd worden, als bij de militaire telegraphie in gebruik is. Het zal geheel afhangen van de bijzondere omstandigheden, waaronder men verkeert, of men van een zwaarder kabel, b. v. voor geleidingen onder water of onder den grond, dan wel van een lichter kabel, moet gebruik maken.

Wanneer op twee evenwijdig loopende telefoon draden, die aan hunne uiteinden met den grond in verbinding staan, gesproken wordt, kan, tengevolge van de induceerende werking, op den eenen draad worden afgeluisterd, wat in den anderen wordt overgebracht. Het eenige middel om op afdoende wijze deze inductie te voorkomen of liever te neutraliseeren, is het gebruik, voor iedere keten, van een dubbelen draad, waarbij dus de aardverbinding vervalt. Zoo kan men ook meerdere draden in eenzelfden kabel gebruiken, wanneer men slechts zorgt, dat de bij elkaar behoorende draden, de heen- en teruggaande van iedere keten, symmetrisch ten opzichte van elkander liggen.

Het beste resultaat te dien aanzien wordt verkregen, wanneer het vlak, gaande door de beide draden van de eene keten, het vlak, waarin de beide draden der andere geleiding liggen, rechthoekig snijdt. Hieromtrent zijn zoowel in ons land bij de Rijkstelegraaf als in Duitschland en elders afdoende proeven genomen. Bij gebruik van een kabel met vier draden bijv. hebben de draden 1 en 3 (fig. 10) de eene, 2 en 4 de andere geleiding te vormen, in welk geval geene inductie wordt waargenomen. Laat men daarentegen de draden 1 met 2 en 3 met 4 die geleidingen uitmaken, dan komen de telephonische mededeelingen, tengevolge van de inductie, verward aan, wanneer gelijktijdig gesproken wordt.

Wij hebben uit de vele bestaande toestellen, in verband met de gestelde eischen, eene keuze gedaan, en stellen ons voor in de volgende aflevering de inrichting van deze toestellen te bespreken.

(Slot volgt.)