

BEELDOVERBRENGING

BATAVIA—AMSTERDAM

door Dr. Ir. N. KOOMANS

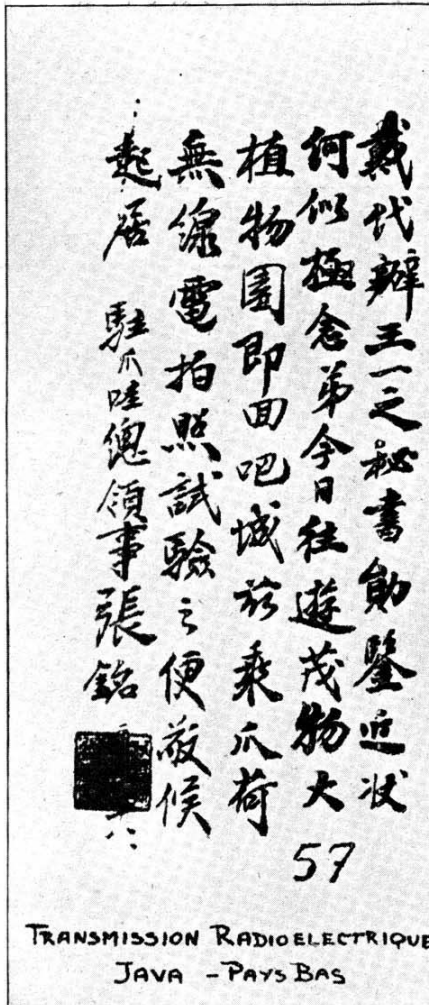


Fig. 1. Beeldtelegram met Chineesche letterteekens.

Op 1 Juni werd de beeldtelegraafdienst tusschen Nederland en Indië voor het publiek opengesteld. Beeldtelegrammen in den vorm van teekeningen en anderszins, in beslag nemende een oppervlak van ten hoogste $18 \times 9,3$ cm., kunnen thans in beide richtingen draadloos worden overgebracht.

Iets, dat langen tijd in het rijk van de toekomstdroomen heeft verkeerd, is daarmede door het experimenteerend stadium heen in de werkelijkheid getreden, hetgeen een gewichtige overgang beteekent. Wat eerst in de fantasie is gekiemd en daarna in de kassen van het onderzoek is opgekweekt, is thans uitgeplant in den kouden grond van de sociale realiteit.

Hoezeer dit resultaat verheugt, dient bedacht te worden, dat er veel is, wat het fantasiestadium niet heeft verlaten, terwijl er nog heel wat in de kassen is achtergebleven als zijnde niet bestand tegen de moeilijkheden des onbeschermden levens. In het rijk van de fantasie bestaat het ver-zien op onbepaalden afstand van alles wat zich daar mocht bevinden, in volle kleur en in volle beweging. In de beschermde plaats van het Laboratorium heeft men de mogelijkheid gekweekt om lichtintensiteiten in elektrische stroom-intensiteiten om te zetten, vice versa, waarbij men er in geslaagd is, deze omzetting in een minimum van tijd te doen plaats vinden, d. w. z. dat een uiterst kortstondige inwerking van een zekere lichtbron wordt omgezet in een even kortstondig electrisch stroompje, waarvan de sterkte een afbeelding is van de lichtintensiteit. Hierdoor is dus de mogelijkheid geschapen om afbeeldingen op afstand over te brengen.

Het overbrengen van een beeld moet uit den aard der zaak punt voor punt geschieden. De lichtintensiteit van elk der plaatselijk uitgezonden lichtbundels wordt dan in een electrischen stroom van een bepaalde sterkte omgezet. Al deze stroomstooten moeten in een of anderen vorm langs een lijn of door den aether worden overgebracht. Hiermede is natuurlijk tijd gemoeid, welke tijd korter zal zijn, naarmate het overbrengen van de lichtintensiteit van de verschillende punten sneller op elkander kan volgen.

Bij het nagaan, welke mogelijkheden technisch zijn te bereiken, is dus maatgevend de tijd die noodig is om één punt van het beeld over te brengen en het aantal punten waarin een beeld moet worden onderverdeeld om bij het samenstellen van de in punten verdeelde afbeelding een reproductie te verkrijgen, welke voldoende getrouw de werkelijkheid weergeeft. Het hangt er dus geheel vanaf, wat men wenscht over te brengen. Hierbij kan men verschillende mogelijkheden onderscheiden:

1^o: men kan genoegen nemen met het overseinen van stilstaande beelden, teekeningen, fotografieën, enz.;

2^o: men kan verlangen bewegende filmbeelden over te brengen;

3^o: men kan de bewegende werkelijkheid wenschen weer te geven, welke dan eerst in bewegende beelden moet worden omgezet.

Dit laatste is natuurlijk wel het hoogste, wat men kan verlangen. Hiervoor is noodig, dat een buitengewone snelheid van overbrenging wordt bereikt. Stel bijv. dat men de bewegende beelden wil projecteeren op een scherm van 10 bij 10 cm. en dat men ze wil onderverdeelen in punten van 1 mm.², dan stelt men aan de kwaliteit van de weergave nog lang geen

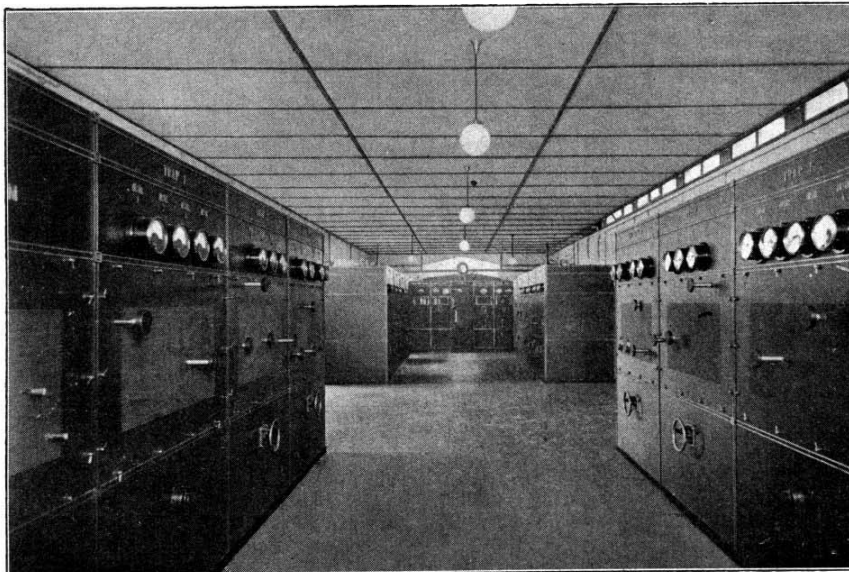


Fig. 2. Intérieur van een korte-golf zendgebouw te Kootwijk-radio. Met één van deze zenders worden de beeldteekens draadloos naar Indië verzonden.

overdreven eischen. Neemt men voorts aan, dat het voldoende is, per seconde 10 elkander opvolgende beelden over te brengen (de cinematografische film werkt met 16 beelden per sec.) dan moet men dus in staat zijn in één seconde, hetzij langs een lijn, hetzij draadloos, over te dragen $100 \times 100 \times 10 = 100.000$ achtereenvolgende stroomimpulsen, die ieder in sterkte moeten overeenkomen met de lichtintensiteit ter plaatse van het betrokken beeldpunt. Dit beteekent dus, dat men moet overbrengen een uiterst snel varierende elektrische stroom, m. a. w. een wisselstroom van zeer hoge frequentie.

Wil men nog verder gaan en een bewegend voorwerp of een landschap in de natuurlijke kleuren overbrengen, dan zou men dit in denzelfden tijd driemaal, bijv. door drie kleurfilters, achtereenvolgens moeten afzoeken en al die indrukken op de ontvangplaats tot één bewegend kleurenbeeld samenstellen. De stroomfluctuaties worden dan nog driemaal zoo snel.

Bij de overdracht van filmbeelden komen iets minder hoge snelheden te pas, tenminste, wanneer de geprojecteerde beelden slechts van beperkte afmetingen behoeven te zijn en aan de snelheid van opeenvolging der volledige beelden geen te groote eischen worden gesteld. Het gemakkelijkste is natuurlijk, in principe, het overbrengen van een gewoon stilstaand beeld, een fotografie of een tekening, omdat hierbij, op zichzelf genomen, de reproductie geen schade lijdt wanneer met de overbrenging een langeren tijd gemoeid is.

Aan de overdracht van bewegende beelden, dus zoowel aan televisie als aan filmoverbrenging, zijn in de praktijk, althans over groote afstanden, eenige moeilijkheden verbonden, welke helaas niet te ontgaan zijn. Wanneer namelijk de frequenties zeer hoog worden, kunnen de wisselstromen niet meer langs geleidingen worden voortgeleid. Zij nemen of hun weg in het geheel niet door de geleiders, doordat deze een kortsluiting beteekenen, of zij verlaten de geleidingen in den vorm van radiotrillingen.

Ook het overbrengen door middel van de radio zelf is, tenminste over lange afstanden, ondoenlijk om verschillende redenen, welke tezamen een onoverkomelijke moeilijkheid vormen. Om zulks in te zien, moet de door de omzetting der opvolgende lichtindrukken ontstane fluctueerende seinstroom iets nader worden beschouwd. Hierboven werd om de gedachten te bepalen aangenomen, dat deze stroom 100.000 maal per seconde in sterkte varieert. Dit is echter alleen het geval, indien in het gestelde voorbeeld lichte en donkere beeldpunten elkander voortdurend afwisselen. In werkelijkheid zullen in ieder beeld wel grootere of kleinere vlakken voorkomen, welke van een homogene lichtsterkte zijn, zoodat bij het afzoeken van die gedeelten de seinstroom een oogenblik niet varieert en dus voor een korten tijd den vorm van een gelijkstroom aanneemt. Het genoemde getal 100.000 is dus te beschouwen als het maximum aan wisselingen, dat in het gegeven voorbeeld kan optreden. Nu is het een ieder, die zich met radio-aangelegenheden heeft bezig gehouden, wel bekend, dat gelijkstroom en laagfrequente wisselstromen zonder meer niet voor uitstraling in de ruimte vatbaar zijn. Zij moeten eerst op een aanzienlijk hoogere „draagfrequentie” worden gemoduleerd, d. w. z. men moet deze draagfrequentie, welke voldoende hoog gekozen is, om als radiogolf te worden uitgezonden, in sterkte doen varieren in het rythme van de lager frequente spreek-, muziek- of beeldstromen, die aan de ontvangzijde door de detectie weder in hun oorspronkelijken vorm worden tevoorschijn gebracht. Door een eenvoudige berekening, welke hier achter-

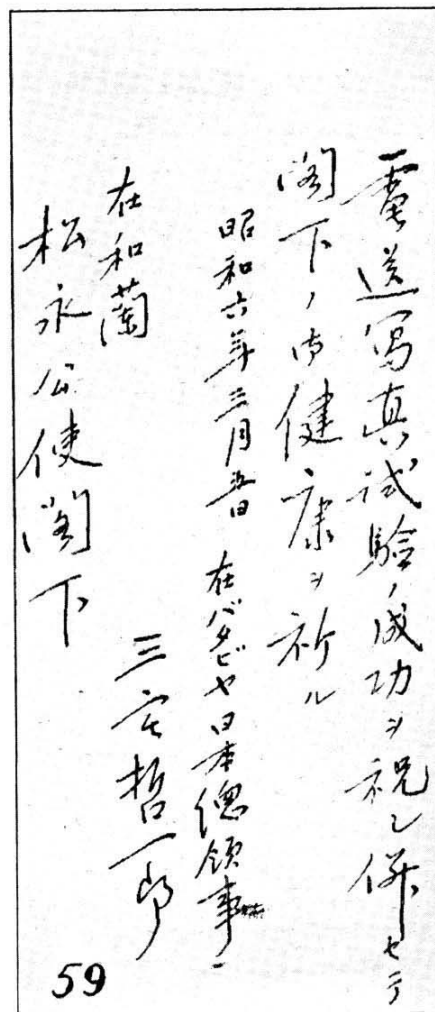


Fig. 3. Beeldtelegram met Japansch schrift.

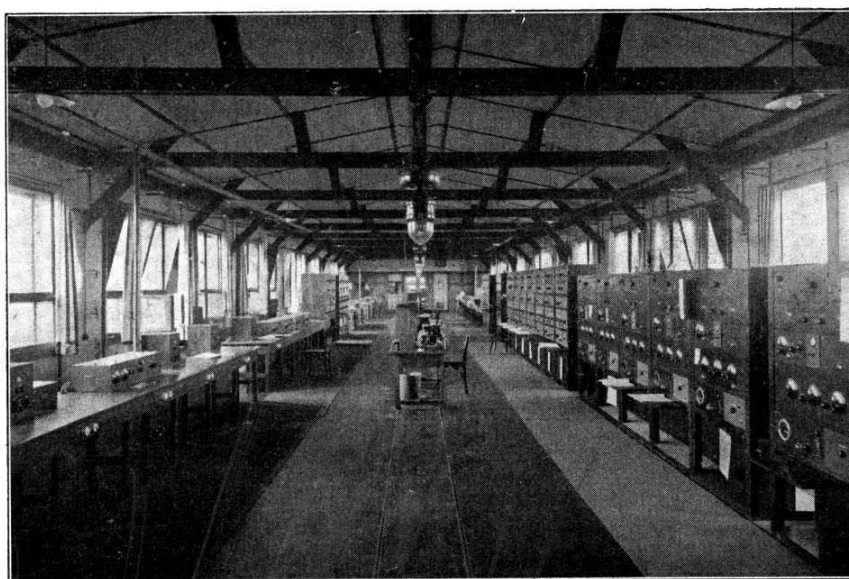


Fig. 4. Radio-ontvangststation te Noordwijk.

wege zal blijven, is aan te toonen, dat door het modulatieproces een reeks hoog-frequentie trillingen ontstaan, welke zich om de eigenlijke draagtrilling groepeeren en aan weerszijden van deze laatste een frequentieband, een z.g. zijband, in beslag nemen, welke even breed is als de hoogste modulatie-frequentie bedraagt. Bij de veronderstelde televisie-uitzending met een maximum beeldfrequentie van 100.000 per sec. zou dus in den aether een totale frequentieband in beslag worden genomen van 2×100.000 perioden, dat is een „breedte”, welke, indien de uitzending in een der omroepgolfbanden zou plaats vinden, aan meer dan 20 omroepstations het werken zou beletten.

Reeds om deze reden zou een goede televisie dus alleen kunnen worden bedreven in het ultrakorte-golfg gebied (golflengten korter dan 50 meter) waarin het aantal werkende stations tot nu toe minder dicht gezaaid is dan in het omroepgebied en welke golven zich bovendien bij uitstek leenen voor verbindingen over lange afstanden. (Ons telegraaf- en telefoonverkeer met Ned. Indië bijv. wordt in hoofdzaak op golflengten van 15 à 30 meter afgewikkeld).

Helaas komt echter op deze golflengten een tweede moeilijkheid tusschenbeiden. Wanneer de af te leggen afstand groot is, dan bereiken de uitgezonden beeldteekens het ontvangstation niet in den vorm van één enkele straal, doch heeft men te maken met een geheel bundel stralen, welke wegen van verschillende lengte afleggen. Deze komen met geringe tijdsverschillen op het ontvangstation aan, welke verschillen evenwel groot genoeg kunnen zijn om de uiterst kortstondige, elkander snel opvolgende beeld-impulsen door elkander heen te doen loopen.

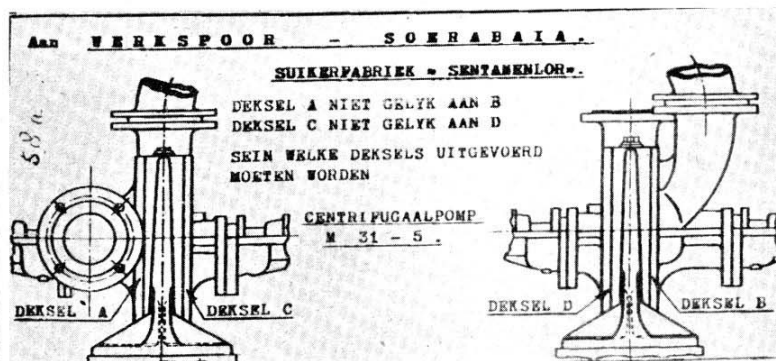


Fig. 6. Constructie-tekening, als beeldtelegram overgebracht.

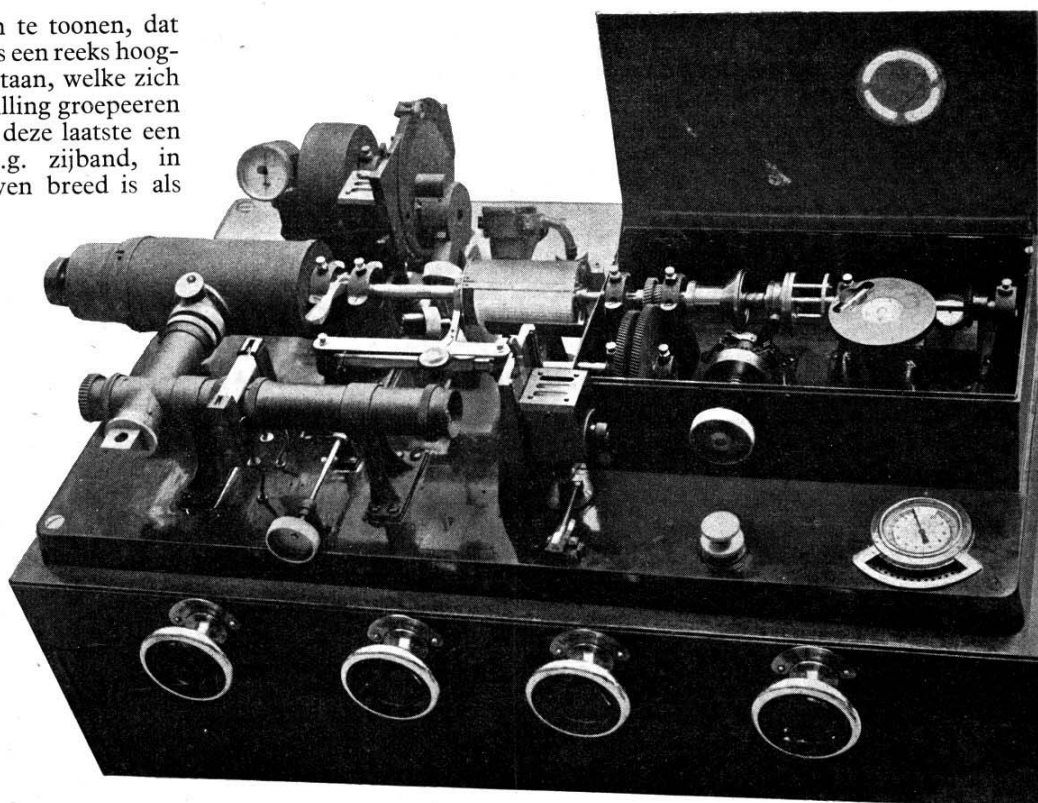


Fig. 5. Bovenaanzicht van het zend- en ontvangapparaat voor beeldtelegrafie.

Volledigheidshalve zij er nog op gewezen, dat op nog kortere golflengten, bijv. op golven van 7 à 8 meter, dit bezwaar zich niet meer voordoet. Daar zou dus inderdaad een bevredigende televisie of film-overbrenging mogelijk zijn. De werkingssfeer van deze golven reikt echter in verband met hun bijzondere eigenschappen niet verder dan de afstand waarop zender en ontvanger, tengevolge van de kromming van het aardoppervlak, elkander nog „zien” kunnen. Het praktisch nut van televisie komt daardoor dus voor een groot deel te vervallen.

Vër-zien of filmoverbrenging over grooten afstand is dus tot heden toe in het rijk van de fantasie gebleven, hoewel in de laboratoria de toestellen zijn uitgewerkt, welke op zich zelf snelheden veroorloven die, wanneer de overbrengende media maar niet de bezwaren hadden welke hierboven werden aangestipt, in staat zouden stellen veel van de stoute fantasieën te verwezenlijken.

Hetgeen nu tenslotte van dit alles in de werkelijkheid is aangeland, is dit, dat thans feilloos van hier naar Indië en omgekeerd kunnen worden overgebracht: z.g. zwartwit beeldtelegrammen, teekeningen, handschriften, enz., welke geen tusschennuances bevatten, niet grooter zijn dan $9,3 \times 18$ cm. en voor welke overbrenging een tijd van 8 minuten noodig is.

Dat men nog niet zoo ver gevorderd is, dat ook fotografieën kunnen worden overgebracht, is te wijten aan het z.g. fading-effect, dat willekeurige sterktevariaties in de beeldstroom aanbrengt, ook daar waar ze niet toelaatbaar zijn. Evenwel mag worden verwacht, dat hiervoor eerlang een praktische oplossing zal worden gevonden. Althans zijn in de laboratoria verschillende methoden in onderzoek en voorbereiding, die te zijner tijd hun weg naar de praktijk zullen vinden. In elk geval mag hieromtrent het gewone technische optimisme worden gekoesterd.

De toestellen welke bij den beeldtelegraafdienst tusschen Nederland en Indië gebruikt worden, zijn van het Telefunken-systeem, dat in zich zelf de mogelijkheid biedt van een groote seinsnelheid, aanzienlijk grooter dan in de praktijk voorshands wordt toegepast. Voor de uitzending en de ontvangst van de beeldteekens wordt gebruik gemaakt van de normale, door de P. T. T. diensten gebouwde kortegolf zend- en ontvanginrichtingen, welke zich aan deze zijde te Kootwijk, resp. Noordwijk bevinden. Aan het eigenlijke beeldapparaat, waarvan fig. 5 een bovenaanzicht toont, zijn drie deelen te onderscheiden: het zendgedeelte, dat via den kabel met het Radiozendstation is verbonden (fig. 2); het ontvanggedeelte, dat op één der toestellen van het ontvangstation is aangesloten (fig. 4) en het synchronisatiegedeelte, dienende om den gelijkloop tusschen het apparaat in Indië en dat in Holland te verzekeren. In fig. 7 is een algemeen principe-schema gegeven: links de zendinrichting, rechts het ontvanggedeelte, terwijl het synchronisatie gedeelte datvoor beide gemeenschappelijk is, tweemaal in deze figuur voorkomt.

Het te verzenden beeld wordt bevestigd op een cilindrischen trommel, welke rond draait en tegelijkertijd langzaam in de richting van zijn as opschuift. Een lichtbron werpt via een optische inrichting een scherp lichtpunt op een bepaald punt van den omtrek van den zendtrommel.

Door de beweging van den trommel wordt het geheele beeld door dezen lichtstraal punt voor punt volgens een schroeflijn afgezocht. Bevindt zich onder het lichtpunt een wit gedeelte van het beeld, dan wordt het grootste deel van het opvallende licht diffuus gereflecteerd op het gevoelige oppervlak van een foto-elektrische cel, het „elektrische oog”, dat den lichtindruk omzet in een elektrischen stroom. Bevindt zich het volgende oogenblik een zwart gedeelte onder het lichtpunt, dan wordt vrijwel al het licht geabsorbeerd, zoodat de foto-cel niet door gereflecteerd licht wordt getroffen. De op deze wijze ontstane stroomvariaties worden versterkt en naar den zender geleid.

In het ontvanggedeelte heeft het tegenovergestelde plaats. De ontvangen beeldteekens worden, na voldoende versterking, in den vorm van spanningsvariaties toegevoerd aan een z.g. Kerr-cel, welke de eigenschap bezit, het polarisatievlak van doorvallend gepolariseerd licht te draaien onder

invloed van de aangelegde spanning. Deze eigenschap wordt benut om, in combinatie met nicolsche prisma's, de intensiteit van een lichtbundel te variëren overeenkomstig de op de cel geplaatste spanningswisselingen. Deze lichtsterktevariaties worden vastgelegd op het op den ontvangtrommel gespannen fotografische papier.

Voor een goede overdracht is het vanzelfsprekend noodzakelijk, dat de zendtrommel aan de eene zijde en de ontvangtrommel aan de andere zijde van de verbinding evensnel loopen en bovendien in dezelfde fase verkeren. Dit synchronisme wordt verkregen, door aan beide zijden van de verbinding den aandrijfmotor te voeden met den versterkten wisselstroom van een elektrische stemvork, welke, voorzien van een temperatuurcorrectie, een wisselstroomgenerator vormt van bijzondere constantheid. De beide stemvorken zijn vooraf nauwkeurig aan elkander gelijk gemaakt.

Ter demonstratie van de toepassingsmogelijkheden zijn eenige tusschen Nederland en Indië overgebrachte beeldtelegrammen hierbij afgedrukt. De figuren 1 en 3 toonen beeldtelegrammen in Chineesch en Japansch schrift, terwijl fig. 8 een verkleinde reproductie van een overgebrachte werktekening voorstelt.

Al deze voorbeelden hebben met elkander gemeen, dat de inhoud zich aan figuren, vormen, in het algemeen dus aan beelden hecht en niet aan klanken, welke in letters zijn af te beelden en dus niet zooals dezen gewoon telegrafisch zijn over te brengen. Omdat wij phonetisch schrift bezitten, hebben wij langen tijd voldoende gehad aan de gewone lettertelegrafie, daar bijna alles in phonetische lettergroepen is uit te drukken. Waren wij, Westelingen, Chinezen geweest of hadden deze Oosterlingen inventief technische instincten gehad, dan zou de beeldtelegrafie wellicht reeds eerder als een noodzakelijkheid haar intrede hebben gedaan.

In elk geval is het een feit, dat de invoering van de beeldtelegrafie aan de gedachteswisseling met onze koloniën een belangrijke uitbreiding geeft.

Bij de vele dingen, die, zooals hiervoren werd aangegeven, nog niet tot de werkelijkheid zijn gebracht, stemt het tot voldoening, dat tenminste hetgeen voor verwezenlijking vatbaar was, voor Nederland en Indië van zoo groote beteekenis is.

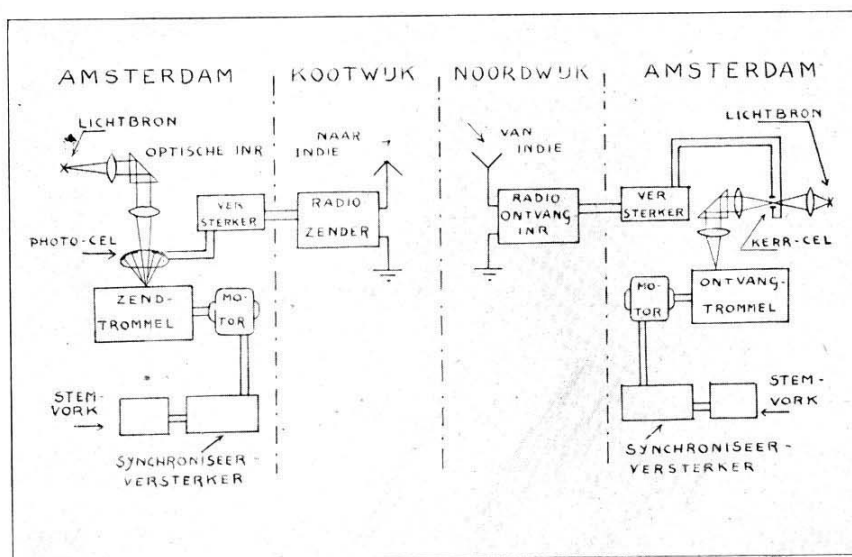


Fig. 7. Principe-schema van de beeldtelegraafverbinding (Hollandsche zijde).