

INHOUD:

Afl. No.	Bladz.	ONDERWERP	Tkgn. blad
1	1	Bovengrondse elektrische leidingen	1
	2	Draadsoorten	1
	3	Isolatiemateriaal	1
	5	Bevestiging der draden	1
	6	Steunpunten	2
	7	Overgang op kabel	
	8	Aardleiding	
	9	Inductievrije ophanging	
	10	Kruising telefoondraden	

Cursus voor opleiding tot
Technisch Ambteuaar

(Nadruk verboden)

BOVENGRONDSE ELECTRISCHE LEIDINGEN

De eerste elektrische leiding in ons land, welke in dienst was bij de spoorwegen, dateerde van 1845 en diende voor het telegrafisch verkeer tussen de stations Amsterdam en Haarlem. Deze leiding bestond uit enkele, niet-geïsoleerde draad van 3,5 mm diameter, die in gleuven in de kop van een serie palen was gelegd. De draad werd op die plaatsen waar hij met het hout in aanraking kwam, geïsoleerd met een lapje gomelastiek en met een spie in de gleuf vastgezet. Daar waar de draad naar beneden gevoerd moest worden (naar het wijzertelegraafstoel van Bréguet) werd hij eveneens in een gleuf langs de paal gelegd en met gomelastiek of zijde omkleed.

De leiding werd, zoals gezegd, enkelvoudig uitgevoerd, terwijl de aarde voor terugleiding werd gebruikt.

Spoedig werd het telegrafisch verkeer (dat ook tegen betaling voor particuliere doeleinden werd gebruikt) te druk voor één lijn, zodat uitbreiding met een tweede lijn volgde. In 1850 werd de tweede lijn aan het Rijk overgedaan, waarbij de H.I.J.S.M. verplicht werd de isolatie der draden te verbeteren. Deze verbetering werd verkregen door gebruik van isolatoren.

In 1880 kwamen de eerste bloklijnen langs de spoorwegen in gebruik en in 1885 ook telefoonlijnen.

Doordat de spoorbanen vrijwel rechte verbindingen vormden tussen de belangrijkste plaatsen, heeft het Rijk zijn telegraafleiding zoveel mogelijk langs deze spoorbanen aangebracht, waarbij de spoorwegmaatschappij het recht kreeg zijn blok- en telegraafdraden aan de Rijkspalen te bevestigen en wel onderaan en aan de van de spoorbaan afgekeerde zijde.

De draadsoorten welke voor elektrische leidingen in aanmerking komen, zijn: gegalvaniseerde staaldraad (volgens Normaalblad N. 385, verzinkt staaldraad genoemd), hard getrokken koperdraad (volgens Normaalblad N. 386, hard electrolytisch koperdraad B genoemd), bronsdraad (koper, dat teneinde de strekte te verhogen, met in hoofdzaak tin gelegeerd is, Normaalblad N. 385) en aluminium (ter vervanging van koper in oorlogstijd).

Draadsoorten

De eigenschappen der draadsoorten zijn in onderstaande tabel aangegeven:

DRAADSOORTEN	Electrische weerstand in Ohm/mm ² /km	Weerst. toename per °C in Ohm/mm ² /km	Trek- vastheid in kg/mm ²	Soort- gewicht
Verzinkt staaldraad	138	0.65	40	7.85
Hard electrolytisch koperdraad	17.86	0.068	43	8.89
Zacht electrolytisch koperdraad	17.54	0.068	22	8.89
Bronsdraad I	20.83	0.060	52.55	8.89
Bronsdraad II	27.78	0.050	66.24	8.65
Hard getrokken aluminiumdraad	28.80	0.104	17—18	2.70
Aluminium legering (Aldrey)	30.50—33.40	0.108—0.118	30—31	2.70

Bij de N.S. worden de volgende draadsoorten gebruikt:

- a. Verzinkt staaldraad volgens Normaalblad N. 385, middellijn 4 mm.
Deze draadsoort werd alleen in oorlogstijd toegepast en in de plaats van het vroeger gebruikte gegalvaniseerde ijzerdraad No. 8 (middellijn 4,3 mm).
Het werd uitsluitend benut voor blok- en telegraaflijnen.
2,5 mm.
Deze draadsoort, welke minder zwaar is dan de onder a genoemde, dus grotere paalafstanden toelaat, wordt thans alleen gebruikt, en zowel voor blok- en telegraaf-, als voor telefoonlijnen toegepast.
Men past tegenwoordig voor de lijnen alleen koperdraad toe, omdat dit een langere levensduur heeft dan staaldraad, vooral aan de zeekust. Ook worden bij gebruik van koperdraad de isolatoren minder gauw vuil dan bij staaldraad, waardoor het onderhoud minder tijd vergt.
De levensduur van koperdraad, welke in grote mate afhankelijk is van de plaats waar de draad gebruikt wordt, is op ongeveer 25 jaar gesteld, die van staaldraad op ongeveer 15. (De levensduur van een palenrij is ongeveer 20 jaar.)
- c. Voor de bevestiging van staaldraad aan de isolatoren: verzinkt zacht staaldraad, middellijn 1,5 mm (binddraad) volgens Normaalblad N. 385; toegepast in de plaats van het vroeger gebruikte zachte staaldraad No. 15, dat een middellijn had van 1,83 mm.
- d. Voor het lassen van staaldraden: verzinkt zacht staaldraad, middellijn 1 mm (las- of woeldraad), volgens Normaalblad N. 385; toe te passen in plaats van het vroeger gebruikte gegalvaniseerde ijzerdraad No. 20, dat een middellijn had van 0,95 mm.
- e. Voor de bevestiging van koperdraad aan de isolatoren: zacht electrolytisch koperdraad, middellijn 1,35 mm, volgens Normaalblad N. 699; toe te passen in plaats van het vroegere zachte koperdraad No. 16, dat een middellijn had van 1,65 mm.
- f. Voor aarddraad: zacht electrolytisch koperdraad, met 25 mm² doorsnede, volgens Normaalblad N. 699.
- g. Geïsoleerde buitenleidingdraad met een doorsnede van 2,5 mm², vroeger genoemd Hackethal draad.
Dit is een hard getrokken koperdraad, geïsoleerd met een vezelstof die bijzonder bestand is tegen chemische invloeden. Deze draad wordt op isolatoren gespannen, evenals blanke draad en, zo nodig, gebruikt bij kruising met sterkstroomdraden.
- h. Geïsoleerde binddraad. Hiervoor wordt draad gebruikt met een middellijn van 1 mm.
- i. Rubberaderdraad RA met een doorsnede van 1,5 mm².
Deze draad wordt gebruikt voor overgang van de bovenleiding naar de kabelkast, voor spandraad onder perronoverkappingen, enz.
- k. Getwiste rubberaderdraad; toe te passen voor overgang van dubbel-draadse telefoonbovenleidingen naar de kabelkast en voor verbinding van telefoondubbeldraden van verschillende eindmoffen.
- l. Ornamentdraad OD (vroeger kronendraad genoemd) met een middellijn van 1 mm, vertind; toe te passen voor montage draad in blok- en bedieningstoestellen, enz.
- m. Staaldraadkabel; samengesteld uit zeven verzinkte staaldraden en toe te passen voor trekschoren.

Bij de N.S. zijn drie soorten klokisolatoren in gebruik, n.l. type 1, 2 en 3. Het type 1 (fig. 1) is het grootste en moet steeds voor nieuw werk gebruikt worden. Het is geschikt voor doorgaande leidingen.

Behalve de witte isolatoren (die ook door het Rijk voor interlocale telefoon- en telegraafdraden gebruikt worden) gebruiken de N.S. isolatoren met één groene band (voor telegraaflijn A) en met twee groene banden (voor bloklijnen.)

Het type 2 (fig. 2), dat voor secondaire lijnen gebruikt werd, wordt door het Rijk en ook door de N.S. voor nieuw werk niet meer bezigd.¹⁾

Type 3, het kleinste type (fig. 3), wordt door het Rijk in locale- en radio-netten gebruikt, maar door de N.S. voor nieuw werk niet meer.

De isolatoren zijn zo geconstrueerd, dat de weg voor de leiding van de draad tot de stang langs het oppervlak van de isolator, de z.g. kruipweg, zo groot mogelijk is. Dit wordt verkregen door de isolatoren uit te voeren met een binnen- en een buitenmantel, waarvan de binnenste tegen regen beschermd is. De isolatoren zijn inwendig voorzien van schroefdraad en worden op de pennen geschroefd, die omwonden zijn met hennep, dat gedrenkt is in lijnolie. De olie dient om te zorgen, dat er geen vocht tussen pen en isolator komt, daar dit aanleiding kan geven tot stukvriezen. De isolator moet zo op de pen geplaatst worden, dat de gleuf in de kop van de isolator in de richting der leiding wijst, zodat bij het spannen der draad, deze in de gleuf van de isolator kan worden gelegd.

Op plaatsen, waar de isolatoren vaak kapot gegooid worden, kunnen isolatoren met beschermkap gebruikt worden (fig. 4).

Voor het afspannen van de draaden aan afhechtingspalen werden vroeger veel de z.g. champignon-isolatoren (fig. 5) gebruikt, die in een beugel werden vastgezet voor opname van de trekkracht. Deze isolatoren hebben echter een veel ongunstiger kruipweg (dubbel), n.l. naar boven en naar beneden, bieden dus een slechtere isolatie en worden alleen nog bij uitzondering voor het afhechten van staaldraad gebruikt. In de andere gevallen worden thans bij afhechtingen normale isolatoren No. 1 toegepast, bevestigd op afhechtingshaken (zie hierna), waardoor voldoende trek kan worden opgenomen.

Teneinde een waterdichte invoer te verkrijgen van draden in de houten kokers welke langs de afhechtingspalen zijn aangebracht en naar de kabelkasten voeren, gebruikt men porceleinen invoerbuisjes. Deze komen voor in twee soorten en wel als afgebeeld in fig. 6 en in fig. 7. Het invoerkapje volgens fig. 7 is algemeen in gebruik bij de P.T.T. en moet voor nieuw werk ook bij de N.S. worden toegepast. Deze invoerbuisjes moeten hoger aangebracht worden dan de isolator van waar de draad komt, zodat de invoerdraad niet aan de kap van het invoerbuisje raakt. Tevens moet de draad met zodanige bocht van de isolator naar het invoerbuisje worden gevoerd, dat het laagste punt van deze bocht lager ligt dan de isolator, zodat het regenwater niet langs de draad naar de isolator geleid wordt (zie fig. 14).

Isoleerrollen worden toegepast voor het spannen van draden langs overkappingen e.d. (fig. 8).

¹⁾ Isolatoren type 2 en 3 worden thans (najaar '48) nog gebruikt, zolang de grotere nog niet in voldoende mate verkrijgbaar zijn.

Isolatie-
materiaal
Klokisolatoren
(fig. 1 t/m 4)

Champignon-
isolatoren
(fig. 5)

Invoerbuisjes
(fig. 6 en 7)

Isoleerrollen

**Monterings-
materiaal**
De haakstang
(fig. 9)

Voor het plaatsen van één isolator type 1 wordt gebruikt de haakstang No. 1 (fig. 9). De doorsnede hiervan is vierkant met in de bocht een punt naar boven, waardoor eventueel de sneeuw er gemakkelijk afvalt.

Bij de haakstangen, waarop de draad afgehecht moet worden, zijn de zijden van de vierkante doorsnede horizontaal en verticaal geplaatst om een grotere weerstandsmoment tegen de op te nemen trekkracht te krijgen.

Consôles
(fig. 10 en 11)

Consôles bestaan uit een draadeind, waaraan een U-ijzer geklonken is. Op dit U-ijzer zijn pennen bevestigd, voorzien van een borst en schroefdraad. De consôles met twee pennen, waarbij de pennen op een onderlinge afstand van 20 cm zijn aangebracht, worden ondersteund door een steun, welke met twee houtdraadbouten tegen de paal bevestigd wordt (fig. 10).

Er worden ook consôles voor vier isolatoren toegepast (fig. 11). Deze worden met beugels aan de paal bevestigd. Op het U-ijzer worden hier twee pennen en twee haken geplaatst, waardoor de isolatoren om de andere hoog en laag geplaatst worden. De horizontale afstand tussen twee isolatoren bedraagt 15 cm, de verticale 12 cm (systeem Kronenberg, zie later).

Dwarsarmen
(fig. 12)

Dwarsarmen worden gemaakt van U-ijzer en uitgevoerd voor vier of acht isolatoren, welke in dit geval beurtelings op pennen en haken geplaatst zijn (fig. 12). Ze worden gemonteerd met de open zijde van het U-ijzer tegen de paal.

De dwarsarmen voor acht isolatoren worden slechts gebruikt voor dubbele palen of bokpalen.

**Afhechtings-
dwarsarmen**
(fig. 13)

Afhechtingsdwarsarmen worden gebruikt bij afhechtingspalen waarbij, teneinde de trek beter te kunnen opnemen, het U-ijzer met de open zijde omlaag is aangebracht. Op het U-ijzer waaraan, ter bevestiging aan de palen, hoekijzers zijn geklonken (fig. 13), worden dubbele afhechtingshaken (z.g. ossekoppen, zie fig. 14) geplaatst, waarvan in het algemeen maar één kant gebruikt wordt. Van deze haken is, teneinde beter de trekkracht te kunnen opnemen, de vierkante doorsnede in de bocht niet met de punt naar boven geplaatst, zoals dit bij de reeds genoemde haakstangen en haken het geval is, maar met twee zijden horizontaal.

Kruisingsijzers
(fig. 15)

Kruisingsijzers, welke uitgevoerd zijn met twee hoge en twee lage pennen (fig. 15), dienen om twee draden elkaar op de steunpunten te laten kruisen (zie later).

Lassen

De lassen der draden moeten altijd vlak bij een paal aangebracht worden. De afstand tot de paal mag hoogstens 5 m bedragen, teneinde het in elkaar slaan der draden, bij het heen en weer slingeren daarvan, te voorkomen.

Er bestaan verschillende soorten lassen, al naar gelang de aard van het te lassen materiaal en de omstandigheden.

Wikkellas
(fig. 16)

De wikkellas (fig. 16) wordt toegepast voor het lassen van verzinkt staaldraad met een dikte van 4 mm en meer.

De draadeinden worden ongeveer over een lengte van 75 mm langs elkaar gelegd, daarna worden ze met lasdraad met tegen elkaar liggende windingen omwonden, nadat eerst de lasdraad langs de las gelegd is. De beide einden van de lasdraad worden in elkaar gedraaid, de las wordt gesoldeerd en de draden tot een haakje omgebogen, ingevijld en afgebroken.

De torsadelas (fig. 17) wordt toegepast bij verbindingen van staaldraad, dunner dan 4 mm en bij verbindingen van koperdraad.

Torsadelas
(fig. 17)

De vrije uiteinden van de te lassen draden worden kruiselings over elkaar gelegd en aan weerszijden van het kruispunt wordt het einde van de ene draad tienmaal om de andere draad gewikkeld. De las in het koperdraad wordt niet gesoldeerd, omdat door verwarming het koperdraad plaatselijk zacht zou worden en zijn trekvastheid verliezen.

Voor koperdraad is het beter de wringlas (fig. 18) toe te passen, welke ook door het Rijk voor alle koperdraad wordt gebruikt en niet gesoldeerd behoeft te worden. Deze las wordt gemaakt met behulp van een lasbuisje. De draad-einden van de te lassen draden worden in het lasbuisje geschoven, waarna op het midden van het lasbuisje een wringtang gezet wordt. Vervolgens wordt eerst het ene uiteinde met een tweede wringtang getordeerd en daarna het andere, en wel zo dat, naar het midden der las gezien, het ene uiteinde linksom en het andere uiteinde rechtsom getordeerd wordt.

Wringlas
(fig. 18)

Indien een gebroken draad spoedig hersteld moet worden en de nodige gereedschappen niet bij de hand zijn, wordt de stormlas (fig. 19) toegepast. Het uiteinde van de ene draad wordt tot een oog gebogen en enige malen om deze draad gewikkeld. Het uiteinde van de andere draad wordt door dit oog gestoken, omgebogen en op dezelfde wijze tot een oog gevormd. Teneinde een goed contact te verkrijgen wordt een stukje binddraad langs de las gelegd en met vijf slagen om iedere draad gewikkeld.

Stormlas
(fig. 19)

Het bevestigen der draden aan de isolatoren geschiedt met het reeds genoemde binddraad, en steeds in de hals van de isolator.

Bevestiging
der draden

In rechte gedeelten wordt de draad aangebracht aan die zijde van de isolator, welke naar de paal gekeerd is, zodat de draad bij eventueel afvallen, op de haakstang, de consôle of de dwarsarm komt te liggen.

Bij bochten wordt de draad steeds aan die zijde van de isolator aangebracht, welke naar de buitenzijde van de bocht gericht is, zodat de draad tegen de isolator getrokken wordt en niet alleen door de binddraad wordt vastgehouden.

De verbindingen worden onderscheiden in *vaste* en *losse* verbindingen.

Vaste en losse
verbindingen

Vaste verbindingen worden aangebracht:

- 1e. in bochten (met uitzondering van zeer flauwe) op *alle* steunpunten,
- 2e. in rechte lijnvakken of flauwe bochten om de vijf palen (n.l. op die paal, waarvan het nummer op 0 of 5 eindigt),
- 3e. bij de palen, welke naast belangrijk hogere of lagere palen zijn geplaatst,
- 4e. bij palen, die op zeer grote afstand van de volgende paal geplaatst zijn.

Op isolatoren waar geen vaste verbindingen zijn aangebracht, of de draad is afgehecht, worden losse verbindingen toegepast (fig. 20). Hierbij wordt de binddraad twee slagen om de hals van de isolator en de draad gelegd, zodat de beide slagen elkaar op de draad niét kruisen. Ze komen aan de ene kant bóven en aan de andere kant ónder de te binden draad te liggen. De uiteinden van de binddraad worden aan de van de draad afliggende zijde van de isolator in elkaar gedraaid.

Voor de vaste verbinding (fig. 21) wordt de binddraad eerst vijftien tot twintig maal om de binden draad gewonden. De verkregen spiraal wordt in de hals van de isolator gelegd. Het rechtereinde van de binddraad wordt om de isolator geslagen en over de spiraal heen, rechts van de isolator, met tien wik-

kelingen op de te binden draad vastgezet. Het linkereinde van de binddraad wordt in tegengestelde richting om de isolator en over de spiraal geslagen en eveneens met tien slagen, links van de isolator, om de draad gewikkeld. De slagen van de binddraad mogen elkaar niet kruisen.

Steunpunten

Meestal zijn de spoorwegdraden bevestigd aan de Rijkspalen, waartoe de Spoorwegen een algemene vergunning hebben (Spoorwegtelegraafregeling B). De draden der N.S. zijn als regel aangebracht aan de van de spoorweg afgekeerde zijde van de paal, onderaan en op de onderste dwarsarmen.

Algemene voorschriften

De lijnen mogen nergens lager hangen dan 2,50 m boven de grondslag ter plaatse, bij kruising van overwegen niet lager dan 4,50 m boven de kruin van de weg en bij de spoorwegkruising niet lager dan 6,50 m boven de bovenkant spoorstaaf (zie „O-voorschriften”, hoofdstuk Bovengrondse zwakstroomgeleidingen). Als regel geldt verder, dat de palen zodanig worden geplaatst, dat de horizontale projectie der draden ten minste 3 m van de naastbij liggende spoorstaaf en elke draad ten minste 1 m van vreemde voorwerpen verwijderd blijft (zie art. 1, Spoorwegtelegraafregeling A).

Nummer- en pijlplaatjes

Iedere spoorwegpaal is voorzien van een nummerplaatje met *witte* cijfers op *zwarte* achtergrond. De Rijkspalen zijn genummerd met *zwarte* cijfers op *witte* achtergrond.

De palen op de vrije baan zijn voorzien van een pijlplaatje, waarvan de punt wijst in de richting van de dichtsbijzijnde telefoon- of telegraafpost (zie „O-voorschriften”).

De afhechtingspalen voor de spoorwegdraden worden door de N.S. zelf geplaatst.

Materiaal

De palen zijn meestal van vurenhout en kunnen, om bederf tegen te gaan, op verschillende wijzen worden bereid, n.l. met sublimaat (gekyaniseerd), met kopersulfaat (stelsel van Dr. Boucherie) of met creosootolie (gecreosoteerd).

Schoren en ankerhout zijn gewoonlijk van inlands grenenhout.

Plaatsing

De onderlinge afstand der palen bedraagt bij rechte lijnen hoogstens 60 m. In bogen is de afstand kleiner, maar in het algemeen niet minder dan 40 m.

Enkelvoudige palen, welke alleen in rechte geleidingen gebruikt kunnen worden, worden, tot 10 m lengte, over een vijfde van haar lengte ingegraven; langere palen tot 12 m, worden 2 meter ingegraven.

Elke paal wordt afgedekt met een zinken kapje, dat met twee verzinkte nagels wordt vastgezet.

Schoor- en bokpalen

In bogen worden palen met steek- of trekschoren gebruikt, of bokpalen. Bokpalen worden ook toegepast bij geleidingen met veel draden.

Bij palen met steek- of trekschoren behoren korte schoorpalen in de grond geplaatst te worden, waaraan de schoor wordt bevestigd.

De steekschoor moet geheel boven de grond blijven om de opname van vocht uit de grond te verhinderen (fig. 22).

De lus waarmede een trekschoordraad om de paal wordt bevestigd, wordt gemaakt met schoordraadklemmen. De bevestiging van de schoordraad aan de haakbout wordt gemaakt met peerkous en schoordraadklemmen. De haakbout krijgt lange schroefdraad, om de trekschoor te kunnen naspannen (fig. 23).

Voor het samenstellen van verschillende paalconstructies worden kleine en grote grote bokbouten (dik $3/4''$ ondersch. $7/8''$), schoorbouten ($3/4''$) en koppelbouten ($1''$) voor meer dan twee palen, alle met volgringen, gebruikt.

Paal-
constructies

Bij bokpalen worden de palen op 50 cm van de onderkant door een koppelhout dat 50 cm aan weerszijden uitsteekt, met grote bokbouten met elkaar verbonden en aan het topeinde schuin tegen elkaar passend bijgewerkt, zo, dat de top de middellijn van één paal krijgt; op 25 cm van de top worden de palen door een kleine bokbout met elkaar verbonden.

Overal waar palen bijgewerkt worden, moeten ze daarna met carbolineum bestreken worden.

De schuine stand is zo, dat de hartafstand der palen op 5 m uit de top, 1 m bedraagt.

Op de halve afstand tussen top en grond wordt een kalkhout aangebracht.

Bokpalen tot 7 m lengte worden ± 1.50 m in de grond geplaatst en bokpalen van 7 tot 9 m lengte, ± 1.75 m.

Bij bokpalen voor afhechtingen komt de bok in de richting van de draden en wordt één been loodrecht geplaatst, de palen worden aan de top met twee bouten verbonden op 20 cm, ondersch. 35 cm van de top. Een dergelijke paal krijgt twee ankerhouten (horizontale houten) in de grond, bij het verticale been boven het dubbele koppelhout en bij het schuine been er onder, om de grondweerstand te verhogen (fig. 24). Bij normale bokpalen worden in het algemeen bovenaan consôles geplaatst en daaronder dwarsarmen. Worden haakstangen aan weerskanten van een paal aangebracht; dan worden ze verspringend geplaatst.

De verticale afstand tussen dwarsarmen onderling en consôles bedraagt 35 cm.

Invoeringen in gebouwen, zoals seinhuizen, worden steeds met kabel gemaakt. De bovengrondse lijnen beginnen of eindigen dan op een afhechtingspaal. Op grote emplacementen zijn alle draden in kabels ondergebracht en aan beide zijden van het emplacement afhechtingspalen geplaatst.

Afhechtingen

Bovendien worden afhechtingen gemaakt bij aftakkingen, bij verbindingen tussen verschillende draadsoorten, bij scherpe bochten, bij lange overspanningen, aan hoge steunpunten en bij belangrijke kruisingen, zoals over de spoorweg en over sterkstroomleidingen.

De afhechting wordt gemaakt aan een gewone isolator, gemonteerd op een afhechtingshaakstang of een afhechtingshaak, door de draad twee slagen om de isolator te leggen en het einde tien slagen om de doorgaande draad te winden. Het uiteinde van de afgehechte draad wordt op een lengte van 5 cm afgeknipt en de tamp naar beneden gebogen (fig. 25). Om deze tamp wordt de kern van de geïsoleerde invoerdraad gewonden met twee maal vijf slagen. Alleen het laatste einde wordt gesoldeerd, om bij onderzoek de rubberdraad gemakkelijker van de bovenleiding te kunnen isoleren en bij breuk van de verbinding nog voldoende ruimte te hebben om de verbinding te herstellen.

De verbinding van de kabeldraden met de rubberdraden, die bij afhechtingen van de isolatoren af via een langs de paal aangebrachte houten koker naar beneden gevoerd worden, vindt plaats in een aan de onderzijde van een paal aangebrachte kabelkast. In zo'n kast bevinden zich de eindmoffen van de desbetr. kabels en de in de draden opgenomen bliksemafleiders.

Overgang in
kabel

Tot voor enige jaren gebruikte men veelal de z.g. Quantekast (aldus genoemd

naar de firma Quante). Daar de kasten thans ¹⁾ niet meer verkrijgbaar zijn en zij bovendien niet voldeden (condensatiewater), wordt de wijze van overgang van luchtleiding in kabel wederom opnieuw bestudeerd.

Aardleidingen Bij elke afhechtingspaal behoort een aardverbinding voor de bliksemafleiders aangebracht te worden. Verder bevindt zich bij elk seinhuis een aardverbinding als teruggeleiding voor telegraaf- en bloktoestellen, althans op niet-geëlectriceerde baanvakken.

De weerstand van de aardverbindingen moet in alle gevallen zo klein mogelijk zijn (lieft niet meer dan ± 5 Ohm): bij bliksemafleiders, teneinde zo goed mogelijk afleiding naar de aarde te geven, bij telegraafleidingen om het spanningsverlies klein te houden en bij blokleidingen om geen stroomvertakkingen te kunnen krijgen. Als de aardverbindingen hoge weerstand hebben, zal bij het bedienen van venster 1 door I de inductorstroom bij punt A behalve door de aardverbindingen ook over de vensters 3 en 4 naar de achterkant van de inductor terugvloeien (zie fig. a). Er moet op gelet worden, dat elk venster afzonderlijk met de aardstrook wordt verbonden, omdat het niet mag voorkomen, dat twee vensters onderling verbonden zijn terwijl door storing de verbinding met de aarde verbroken is, daar ook dan een verkeerde stroomloop ontstaat.

Een aardverbinding die normaal niet stroomvoerende is (bijv. bij bliksemafleiders), mag verbonden worden met een waterleiding, een gasleiding, de spoorstaven, enz. om de weerstand te verminderen. Aardverbindingen die als teruggeleider van een stroomkring dienen, mogen niet met de waterleiding of gasleiding verbonden worden en moeten gemaakt worden door het ingraven van aardplaten of, indien het grondwater te diep ligt, door het inslaan van aardpijpen. Aardplaten worden verticaal ingegraven tot 0.50 m onder de laagst bekende waterstand. Ze kunnen zijn van gegalvaniseerd plaatijzer, dik 3 mm, met opgeklonken strook van ± 4 m lengte, of van electrolytisch koper, dik 1mm. De laatsten worden bij voorkeur gebruikt voor telegraafaarde, omdat daar een constante gelijkstroom door vloeit en een ijzeren plaat vlugger corrodeert dan een koperen plaat. Aan de koperen aardplaat wordt een koperen strook gesoldeerd; aan deze strook wordt de aardleiding geschroefd. De aardleiding voor bliksemafleiders wordt aan de aardschroef onder aan de kabelkast bevestigd.

Aardleidingen moeten boven de grond in het algemeen door een ijzeren pijp beschermd worden.

Op geëlectriceerde baanvakken mogen de spoorstaven niet als aarde voor blok- of telegraafverbindingen gebruikt worden, ook niet op de op deze baanvakken aansluitende, niet-geëlectriceerde baanvakken. Dit geldt minstens tot de op laatstgenoemde baanvakken liggende eerstvolgende blokposten.

Bijzondere eisen voor telefoondraden.

Redenen voor
dubbeldraads
maken

Enkeldraadsgelidingen waarbij de aarde als terugleider dienst doet, zijn het sterkst onderhevig aan vreemde stromen. Zij staan ten eerste bloot aan stromen

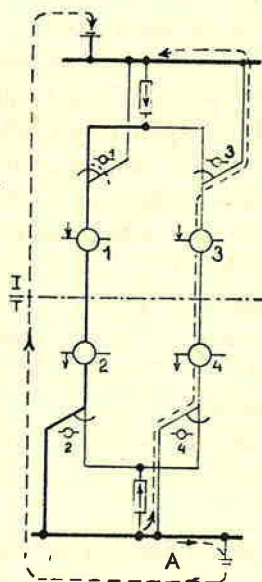


Fig. a

¹⁾ Juni 1948.

die evenwijdig aan de draad door de aarde gaan, waardoor een gedeelte van deze stromen zijn weg door de draad zal kiezen, daar deze als het ware parallel op de aardweerstand staat; verder zijn zij onderhevig aan inductiestromen die in de draad worden gevormd door wisselstromen die door evenwijdige draden gevoerd worden. Deze invloeden hebben er toe geleid, dat de enkelvoudige draden voor telefoonverbindingen niet meer gebruikt worden en deze steeds dubbeldraads worden uitgevoerd, waardoor de opname van vreemde stromen uit de aarde vervalt.

Voor opheffing der inductie moeten de draden op een bepaalde wijze langs de palen gespannen worden. Om iedere stroomvoerende draad wordt n.l. een magnetisch veld gevormd (waarvan de krachtlijnen cirkelvormig om de draad verlopen). Als er een wisselstroom door gaat, zoals bij een telefoondraad, wisselt ook het magnetisch veld en worden in de nabij gelegen, evenwijdig lopende draden stromen opgewekt, waarvan de sterkte afhangt 1° van de sterkte en de richting van het magnetisch veld ter plaatse van die draden, en 2° van de snelheid van de stroomwisseling (frequentie). Een cirkelvormige krachtlijn, getekend in een vlak loodrecht op de draad, geeft punten aan waarin de magnetische veldsterkte eenzelfde waarde heeft. Naarmate de krachtlijn dichter bij de draad ligt, is deze veldsterkte groter, en omgekeerd. Door een pijl in de krachtlijn geeft men de richting aan van de kracht, die op een eenheids-Noordpool wordt uitgeoefend. De pijlrichting die bij een bepaalde stroomrichting door de draad behoort, is dezelfde als de draairichting die behoort bij een rechtse schroef om deze in die richting te bewegen, welke aangegeven wordt door de stroomrichting in de draad.

De invloed van een draad waar een telefoonstroom door gaat op twee andere evenwijdige draden waarvan de doorsnede op eenzelfde krachtlijn liggen van het magnetisch veld van de eerste draad, is op beide draden even groot. Worden die twee draden in een stroomkring opgenomen, dan is de totale invloed van de stroom door eerstgenoemde draad op laatstgenoemde stroomkring gelijk aan nul.

De krachtlijnen van een telefoondubbeldraad a en b zijn getekend in fig. b. van deze aflevering. De invloed van deze dubbeldraad ab op een evenwijdige dubbeldraad cd is gelijk nul, als c en d liggen op eenzelfde krachtlijn, uitgaande

**Inductievrije
ophanging**

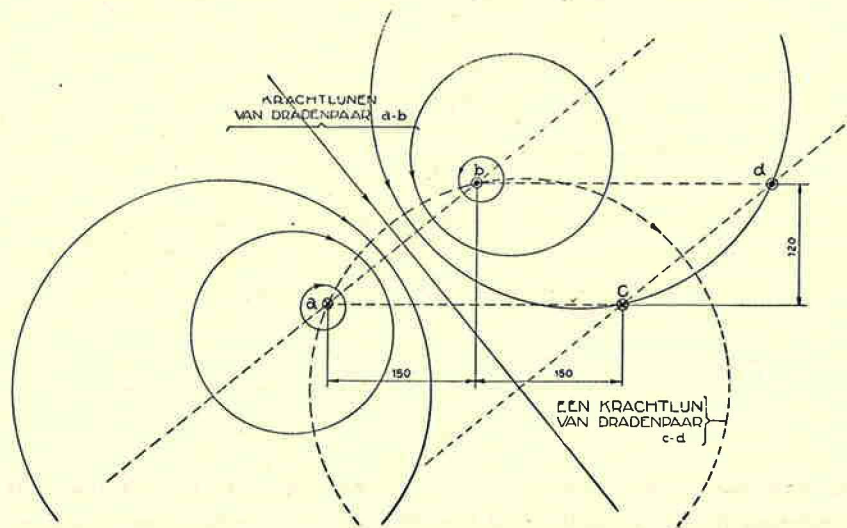


Fig b

van ab. Is dan bovendien de afstand c-d gelijk aan a-b en is de lijn getrokken door c en d evenwijdig aan die door a en b, dan maakt het geen verschil of de invloed van dubbeldraad ab op cd wordt beschouwd, of omgekeerd de invloed van cd op ab. De dubbeldraden ab en cd zijn dan ten opzichte van elkaar inductievrij. Dit is aangegeven in fig. b; c en d liggen op eenzelfde krachtlijn van de dubbeldraad ab maar ook a en b liggen op eenzelfde krachtlijn (gestippelde cirkel) van dubbeldraad cd. Wiskundig is te bewijzen, dat dit geval zich zal voordoen, als tussen de afstanden der draden de betrekking bestaat:

$\frac{ac}{ad} = \frac{bc}{bd}$ of $ac \times bd = ad \times bc$. Dit is het geval voor de ingeschreven maten, die gelden voor de vroeger beschreven ophanging op pennen en haken (Kronenbergprofiel).

Een bijzonder geval is dat, waarbij de lijn cd loodrecht staat op ab en bovendien de afstand van c tot ab gelijk is aan die van d tot ab. In dit geval zijn de dubbeldraden ook steeds inductievrij ten opzichte van elkaar.

Kruising van telefoondraden

Een ander middel om twee evenwijdige telefoondubbeldraden inductievrij ten opzichte van elkaar te maken, is het aanbrengen van kruisingen. Van twee evenwijdig lopende telefoondubbeldraden ab en cd, wordt ab door wisselende

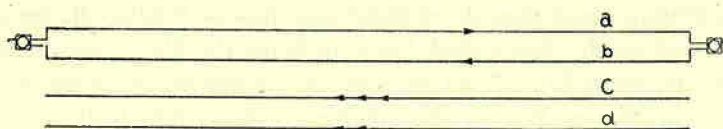


Fig. c

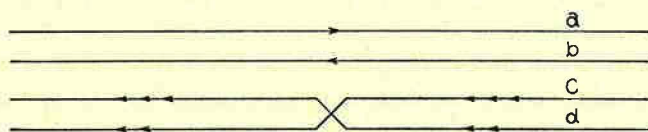


Fig. d

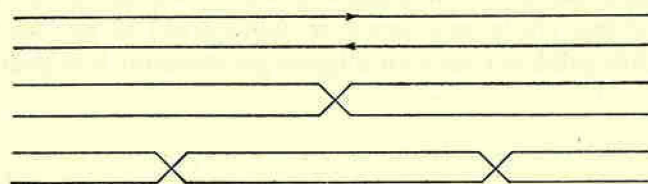


Fig. e

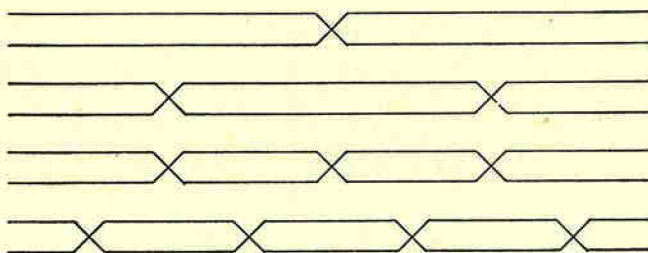


Fig. f

stroom doorlopen. De pijlen in a en b geven aan, dat op elk oogenblik de stroomrichting in a tegengesteld is aan die in b. De wisselstroom door ab zal in de leidingen c en d ten opzichte van elkaar verschillende spanningen in-

duceren. De grootte der spanning in elke draad wordt aangegeven door het aantal der dunne pijltjes (fig. c). Er zal dus in de stroomkring cd een kleine spanning overblijven. Wordt nu in het midden van de leiding cd een kruising aangebracht, dan zullen de geïnduceerde spanningen in c en d elkaar opheffen. Immers in het eerste gedeelte is de invloed van ab op c het grootst en in het tweede gedeelte is de invloed van ab op d het grootst, waardoor ten slotte de totale invloed van a en b op de draden c en d even groot is (fig. d).

Lopen zes draden evenwijdig dan moet men het tweede paar op de helft kruisen en het derde paar op $1/4$ gedeelte en $3/4$ gedeelte (fig. e), bij acht draden het vierde paar op $1/4$, $1/2$ en $3/4$ gedeelte. Kruisen we elke dubbeldraad op deze wijze verschillend, dan zijn alle dubbeldraden onderling inductievrij. Alle telefoondubbeldraden waarin op deze wijze één of meer kruisingen voorkomen, zijn ook inductievrij ten opzichte van een *enkeldraad*, die er over dezelfde afstand evenwijdig mede loopt. Daarom wordt meestal het kruisingssysteem toegepast volgens fig. f, waarbij men geen rekening behoeft te houden met het al of niet aanwezig zijn van enkeldraadsverbindingen.

Er behoeven niet meer dan vier dubbeldraden over een kruisingsvak (lijn-gedeelte waarop de beïnvloeding van andere lijnen of van de geleidingen aan dezelfde palenrij onderling over de gehele lengte als gelijk kan worden beschouwd) gekruist te worden, omdat de paren met hetzelfde aantal kruisingen dan reeds zo ver van elkaar verwijderd zijn, dat onderlinge invloed bijna niet meer merkbaar is.

De kruisingen kunnen het eenvoudigst gemaakt worden bij de steunpunten op de reeds genoemde kruisingsijzers (fig. 15 blad 2).

Voor verdere bijzonderheden over bovengrondse geleidingen wordt verwezen naar het „Handboek voor aanleg en onderhoud van lijnen”, uitgave van het Hoofdbestuur der Posterijen, Telegrafie en Telefonie te 's-Gravenhage.

Hieronder volgt nog een opgave van regelingen en voorschriften die voor bovengrondse leidingen van kracht zijn:

1. Spoorwegtelegraafregeling A: deze betreft het omleggen, herstellen en wijzigen van Rijkstelegraaf- en Telefoongeleidingen boven, langs en in de banen der Nederlandsche Spoorwegen.
2. Spoorwegtelegraafregeling B: deze betreft het plaatsen van spoorwegdraden aan Rijkstelegraafpalen en het bewaken en herstellen van Rijkstelegraaflijnen.
3. Instructie voor het bewaken en voorlopig herstellen van de Rijkstelegraaflijnen (gescheiden voor H.S.M. en S.S.).
4. O-voorschriften, hoofdstuk „Bovengrondse elektrische zwakstroomgeleidingen”. Het bewaken en voorlopig herstellen van de Spoorweg- en de Rijkseleidingen behoort bij de Opzichter van de weg.
5. Spoorwegsterkstroomregeling; deze betreft het aanleggen en gebruiken door de Nederlandsche Spoorwegen van bovengrondse elektrische geleidingen voor verlichting of overbrenging van kracht binnen de afstand van 6 m, in horizontale projectie gemeten, [welke afstand genoemd is in art. 1 onder 1a van het K.B. van 6 Maart 1905 (Staatsblad no. 90)] van bovengrondse geleidingen, behorende tot voor het openbaar verkeer bestemde teleggrafen en telefonen, voor zover eerstbedoelde geleidingen geen hogere spanning dan 500 V ten opzichte van de aarde hebben.
6. Voorschriften betreffende het kruisen of het samenlopen van sterkstroomlijnen met lage spanning en telegraaf- of telefoonlijnen (uitgave van het Hoofdbestuur der Posterijen en Telegrafie te 's-Gravenhage).

7. Voorschriften betreffende elektrische lijnen en geleidingen in, op of boven wegen, wateren en gronden onder beheer van het Departement van Waterstaat. Deze betreffen ook sterkstroomgeleidingen met hogere spanning dan 500 V tussen één der leidingen en aarde, en de rijdraden bij electrificatie.
8. Algemene Voorwaarden voor het verrichten van werkzaamheden en het uitvoeren van leveringen ten behoeve van Telegraaf-, Blok- en Telefoonleidingen der Nederlandsche Spoorwegen (A.V.S.E.).
9. Voorschriften voor de aanleg en het onderhoud van Rijkstelegraaf en Telefoonlijnen, vastgesteld bij beschikking van de Minister van Waterstaat d.d. 21 Sept. 1920 No. 9, afd. Posterijen en Telegrafie, met tekeningen.
10. Maatregelen ter voorkoming van aanraking tussen met de aarde verbonden voorwerpen en onder spanning staande delen der bovenleiding (van 11 Juni 1930. Dienst van Weg en Werken (B) V.T. 1a W1 no. 4090 en (N) V.T. 2 No. 13367 W7.) Hierin wordt onder 4e bepaald, dat geen bovengrondse sterk- of zwakstroomgeleidingen onder spanning staande draden van de elektrische tractie mogen kruisen en evenmin hieraan evenwijdig mogen lopen, indien de afstand der horizontale projectie 10 m of minder bedraagt.

Deze eisen zijn strenger dan die in alle oudere voorschriften gesteld, omdat bij eventuele storingen op de tractiedraden door aanraking met andere draden niet alleen de geleidingen gemoeid zijn, maar ook gevaar kan ontstaan voor de elektrische treinen.
11. Het concept-contact, dat de algemene en bijzondere voorwaarden bevat, waarop aan particulieren vergunning wordt gegeven om werken, strekkende tot geleiding, transformatie, verdeling of levering van electriciteit en de daarmee in verband staande beveiligings- en ondersteuningswerken alsmede onder- en bovengrondse niet voor het openbaar verkeer bestemde telefoonleidingen en de daarmee in verband staande ondersteunings- en bevestigingswerken in, op of boven spoorweggronden te maken, te hebben, te gebruiken en te onderhouden.