Ir V. J. M. DE BLIECK

Electrotechnische aspecten van de NX-beveiliging

Ir V. J. M. DE BLIECK

Electrotechnische aspecten van de NX-beveiliging

Overdruk uit Voordrachten voor het K.I.v.I., 1951, No. 61

Ir V. J. M. DE BLIECK
Ingenieur bij de Dienst v.h. Seinwezen der N.S.

Electrotechnische aspecten van de NX-beveiliging [1)]

Bij een onderwerp van een dergelijke technische omvang als dat waarover ik U iets wil vertellen is het uiteraard niet mogelijk in kort bestek een min of meer volledig beeld te geven. Ik zal mij daarom, mede met het oog op Uw a.s. bezoek aan het seinhuis alhier, in hoofdzaak beperken tot de NX-beveiliging, wat tevens insluit, dat mijn onderwerp voornamelijk schakeltechnische problemen omvat.

Ik wil eerst in vogelvlucht iets vertellen over het NX-systeem voor wat betreft doel en werking, om vervolgens op een paar onderwerpen wat nader in te gaan.

Waarvoor dient een NX-toestel?

Het antwoord op deze vraag kan kort zijn: Een NX-toestel is een speciale uitvoeringsvorm van een electrisch bedieningstoestel, waarmede men van een bepaald punt uit, het seinhuis, de wissels en seinen op een emplacement kan bedienen. Onder het bedienen der wissels wordt verstaan het omleggen der wisseltongen met behulp van een electromotor.

Voor een vlotte verkeersafwikkeling moet deze bediening der wissels en seinen niet alleen snel kunnen geschieden, doch deze bediening moet voor alles veilig zijn m.a.w. *geen* wissel mag worden omgelegd en *geen* sein mag op veilig gesteld kunnen worden, als hierdoor gevaar zou kunnen ontstaan. Op de consequenties van deze veiligheidseisen hoop ik straks aan de hand van een voorbeeld nader terug te komen.

De seinen voor de machinist zijn uitgevoerd als lichtseinen en zijn op doelmatige wijze op verschillende punten van het emplacement langs de sporen opgesteld. Ze kunnen over het algemeen de kleuren rood, geel en groen tonen.

Beschrijving van het NX-toestel.

Het NX-bedieningstoestel bestaat uit een verticaal bedieningstableau waar-

---

[1)] Voordracht gehouden voor de Afdeling voor Verkeer en Verkeerstechniek en de Afdeling voor Electrotechniek op 13 Februari 1951 te 's-Hertogenbosch.

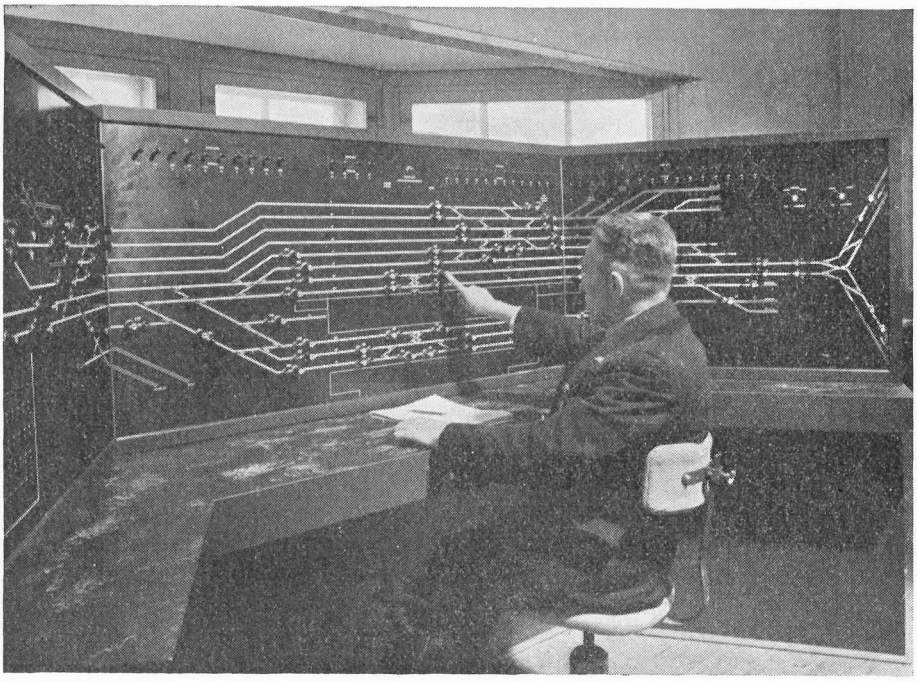


Fig. 1. Het NX-bedieningstoestel te 's-Hertogenbosch.

op de sporen en wissels van het betrokken emplacement zijn afgebeeld (fig.1). De wissels worden weergegeven door kleine beweegbare driehoekjes op het tableau. De stand van het driehoekje correspondeert met de stand van het wissel.

In de lijnen die de sporen weergeven bevinden zich de bedieningsknoppen. Men onderscheidt twee soorten bedieningsknoppen n.l. *begin-* en *eindknoppen.*

Nu wordt een route, ook wel *rijweg* genoemd, ingesteld door het drukken van twee knoppen n.l. een beginknop aan het begin en een eindknop aan het eind van de route (fig. 2). Deze bedieningswijze geeft tussen haakjes ook de verklaring voor de handelsnaam NX welke is gevormd uit de eerste lettergrepen van de woorden ENtrance en EXit. Het is nl. voor wat de bedieningswijze aangaat een entrance-exit system of kortweg EN-EX-system.

Ik zeide zoëven dat een rijweg wordt ingesteld door het drukken van een begin- en een eindknop. Onder het instellen van een rijweg wordt niet alleen verstaan het in de juiste stand brengen der wissels, doch ook het op veilig stellen van het sein dat toegang geeft tot deze rijweg. Het is n.l. zo, dat met elke beginknop, welke dus het begin van een rijweg voorstelt, een lichtsein op het emplacement correspondeert. Zodra een beginknop ingedrukt wordt gaat hierin een rood lampje branden welk lampje van rood in geel verandert, wanneer het sein op veilig is gekomen.

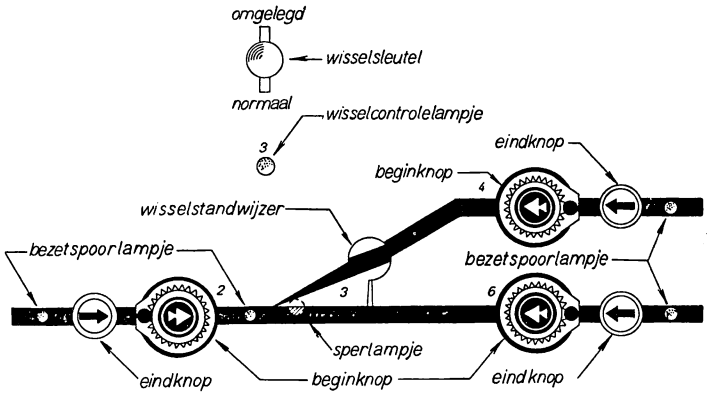


Fig. 2. Detail van een NX-bedieningstableau.

Tijdens het omlopen van de wissels op het emplacement ziet men ook de drie hoekjes, die de wissels voorstellen, de z.g.n. wisselstandwijzers, op het tableau omklappen.

Verder zijn in het tableau diverse lampjes voor indicatiedoeleinden aangebracht. Zo kan men b.v. de beweging van een trein op het emplacement volgen, men kan zien welke wissels gegrendeld zijn en welke wissels op een bepaald moment omlopen, enz.

Het aardige van dit systeem is ook dat, indien tussen een begin- en eindknop meer dan één rijweg mogelijk is, automatisch volgens een van te voren vastgestelde volgorde een vrije rijweg wordt opgezocht.

Verder is het in vele gevallen ook mogelijk om meerdere achter elkaar gelegen rijwegen in te stellen door slechts de *eerste* beginknop en de *laatste* eindknop te drukken.

Tenslotte kunnen de beginknoppen voor speciale doeleinden ook gedraaid worden in plaats van gedrukt. Dit is de reden dat de beginknop ook wat groter is uitgevoerd dan de eindknop die alleen gedrukt kan worden.

De werking van het NX-toestel

Ik zei zoëven reeds, dat een NX-toestel een speciale uitvoeringsvorm van een bedieningstoestel is. De NX-beveiliging is nl. van een type dat vooral de laatste jaren snel tot ontwikkeling is gekomen en wel het zgn. „all-relay"-type. Het is nl. zo, dat men vroeger zwoer bij mechanische koppelingen en uitsluitingen, omdat hiermede bij gebruik van deugdelijk materiaal en een robuste constructie een enorme betrouwbaarheid en dus ook een grote veiligheid kon worden bereikt.

Naarmate echter de toepassing van de electrotechniek bij het seinwezen meer veld won en geleidelijk tot verdere automatisering aanleiding gaf, begonnen bepaalde uitsluitingen welke *alleen* langs electrische weg verkregen konden

worden d.m.v. contacten een steeds grotere rol te spelen, zodat de mechanische koppelingen hun universele karakter begonnen te verliezen.

Dit leidde dan ook logischerwijze tot de toepassing van een ,,all-relay''-systeem, een systeem waarbij de mechanische koppelingen en vergrendelingen geheel vervallen zijn en waarbij deze functies door relais en hun contacten zijn overgenomen.

Voor het eerst in de Ver. Staten toegepast, is het een systeem dat thans vrij algemeen als het meest efficiënte wordt beschouwd en dat in veiligheid zeker niet behoeft onder te doen voor de mechanische systemen, doch deze bij een doelmatige opzet en uitvoering zelfs verre overtreft. Dit vooral door uitgebreide toepassing van automatisch werkende inrichtingen.

Een *tweede aspect* van het NX-systeem is, dat het een zgn. route-systeem is. Het is nl. zo dat in de meeste landen, waaronder vóór de invoering van het NX-systeem ook Nederland behoorde, uitsluitend individuele systemen werden en nog worden toegepast. Dit vereist een nadere toelichting.

Onder een *individueel systeem* verstaat men in de beveiligingstechniek een stelsel, waarbij een rijweg wordt ingesteld door eerst alle wissels in die rijweg d.m.v. een knop of handle in de juiste stand te leggen om vervolgens door een afzonderlijke knop of handle het sein te bedienen.

Bij deze toestellen moeten dus voor het instellen van een rijweg verscheidene bedieningshandelingen verricht worden.

Als een voordeel van het individuele systeem is o.a. te noemen de analytische opbouw welke leidt, of althans kan leiden, tot een eenvoudig technisch apparaat, dat bovendien makkelijk kan worden gewijzigd en uitgebreid m.a.w. soepel aangepast kan worden aan veranderende eisen van het bedrijf t.a.v. de exploitatie.

Bij het *routesysteem* wordt een rijweg ingesteld door middel van één knop, ofwel zoals in het hier beschouwde geval van een NX-toestel, door slechts *twee* knoppen.

Van het begin dezer eeuw af is er een strijd gevoerd tussen wat men de Franse school zou kunnen noemen, welke vurig voorstander was van de routebediening en de overige landen, die de voorkeur gaven en ten dele nog geven aan de individuele systemen.

Het routesysteem stelde de ingenieur weliswaar voor meer en veel omvattender problemen dan het individuele systeem, doch, gezien uit het oogpunt van bediening, is het evident dat het routesysteem de voorkeur verdient.

De ,,all-relay'' beveiliging nu gaf de ontwerper een soepel middel om deze problemen op te lossen, zodat we de balans nu ook zien omslaan naar de zijde van het routesysteem, dat men thans reeds vrij algemeen als de meest universele oplossing begint te zien, althans voor de grotere emplacementen.

Hoe zijn nu de stroomloopschema's opgebouwd?

Het is natuurlijk niet mogelijk om U hiervan in kort bestek een enigszins volledig beeld te geven. Deze zijn nl. nogal veelomvattend, en wel omdat door

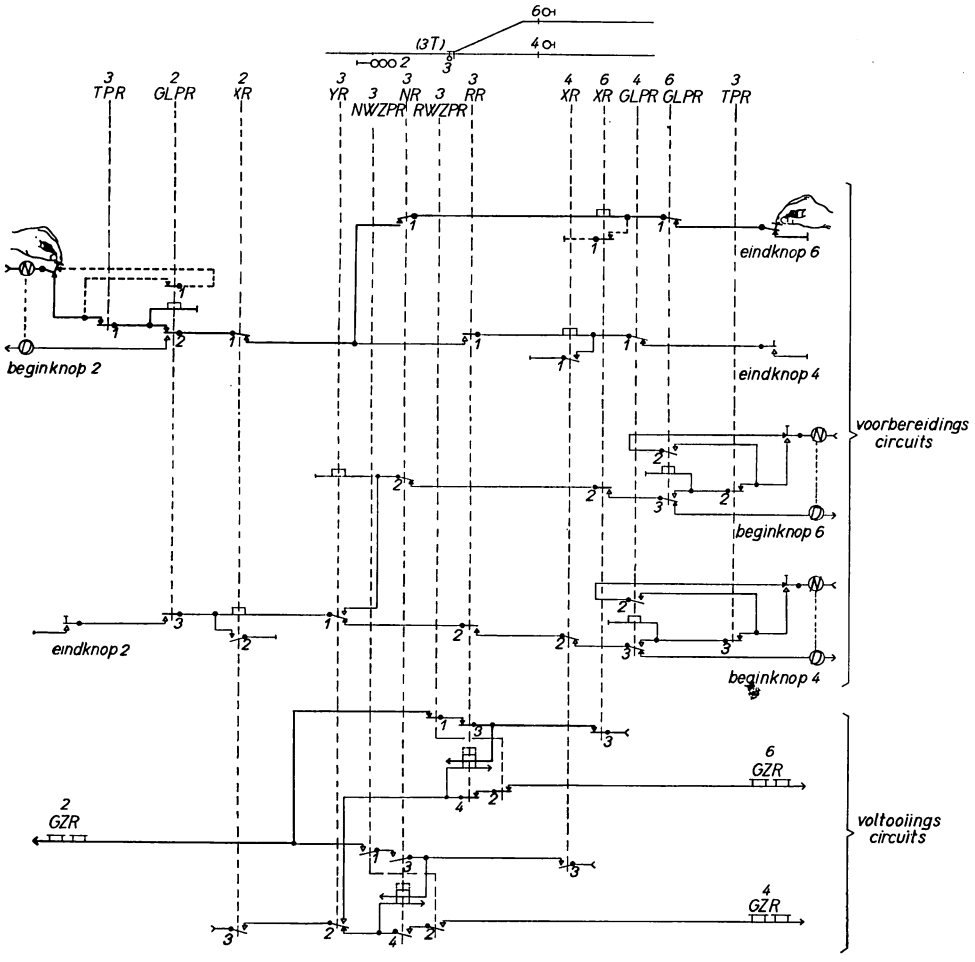


Fig. 3. De communicatiestroomlopen voor een NX-beveiliging.

het drukken van een begin- en een eindknop niet alleen een rijweg moet worden ingesteld, doch dit vóór alles en boven alles op veilige wijze dient te geschieden m.a.w.: door het instellen van een rijweg mag geen gevaar ontstaan voor een trein of rangeerdeel.

En juist deze veiligheidseisen zijn zeer talrijk en daardoor oorzaak dat het niet wel mogelijk is om in kort bestek een enigszins volledig beeld te geven.

We hebben bij de NX-beveiliging met twee hoofdgroepen van schema's te maken. De eerste hoofdgroep bevat de communicatieschema's, welke de diverse commando's uitsturen en de meldingen terug ontvangen. De tweede hoofdgroep bevat de veiligheidscircuits en heeft tot taak het toetsen van de commando's aan de veiligheidseisen, waarna deze zo mogelijk worden uitgevoerd.

Vervolgens wordt de verandering van stand der wissels en seinen teruggemeld.

De organisatie der *communicatiestroomlopen* is in korte trekken als volgt: Door het drukken van een begin- en een eindknop wordt een zgn. voorbereidingsstroomloop of startcircuit ingeschakeld. Hierbij wordt in een netwerk een stroombaan opgezocht, welke correspondeert met de in te stellen rijweg. Bij elk punt, waar twee rijwegen samenkomen, wordt de in te stellen rijweg nader bepaald door een zgn. Y-relais. Tot slot wordt een eindrelais (XR) bekrachtigd (fig. 3). Wanneer aldus door de relais in de voorbereidingsstroomloop de rijweg als het ware is uitgestippeld, wordt door het eindrelais het zgn. voltooiingscircuit ingeschakeld. Hierdoor worden in cascade de wisselrelais ingeschakeld van die wissels welke moeten worden omgelegd. Tot slot wordt een seinrelais ingeschakeld, dat voor het op veilig stellen van het sein zorgt.

Men denke echter niet, dat deze wissel- en seinrelais de betrokken apparaten direct bedienen. Deze schakelen nl. eerst weer één of meer bedieningsrelais in de voornoemde tweede hoofdgroep der veiligheidscircuits in.

Ik kan mij levendig voorstellen, dat de gedachte bij U opkomt, dat hier nodeloze complicaties worden gemaakt.

Ik wil daarom bij een voorbeeld even stilstaan om een en ander voor U duidelijker te maken.

Ik neem hiervoor het *seinrelais*. Dit is een relais in de zgn. communicatiestroomlopen zoals we zoëven zagen.

Het is duidelijk dat dit relais niet zonder meer kan dienen om het seinbeeld van het lichtsein b.v. van rood in groen te veranderen. Immers in dit stadium hebben we nog geen enkele zekerheid dat b.v. alle wissels in de juiste stand liggen. Het feit, dat de commandorelais hiervoor bekrachtigd zijn, geeft geen voldoende waarborg dat de wisselstellers ook zullen omlopen. Bovendien willen we bij het op veilig stellen van een sein de zekerheid hebben, dat de in de rijweg gelegen wissels vergrendeld zijn, dat geen tegenstrijdige treinbeweging in uitvoering is, dat het spoor waarop we de trein willen laten binnenkomen ook werkelijk onbezet is, enz.

Wat doen we dus? We schakelen met behulp van het seinrelais een seinbedieningsrelais in, waarbij de voornoemde veiligheidseisen eerst worden gecontroleerd.

Nu moet ik U er vooraf aan herinneren, dat een sein niet enkel rood en groen licht toont, doch ook geel licht en eventueel geel flikkerlicht. Het is vanzelfsprekend dat voor deze verschillende seinbeelden ook verschillende eisen worden gesteld. Deze verschillende eisen hebben weer tot gevolg dat het niet bij *één* seinbedieningsrelais blijft. In het algemeen kan men het zo stellen, dat er evenveel seinbedieningsrelais zullen zijn als er seinbeelden voorkomen. Het rode licht moet hierbij, als zijnde de normale stand, buiten beschouwing worden gelaten. Voor de onderlinge samenhang der verschillende seinbedieningsrelais zie fig. 4.

Als voorbeeld wilde ik nu met U nagaan, welke eisen we uit beveiligingsoog-

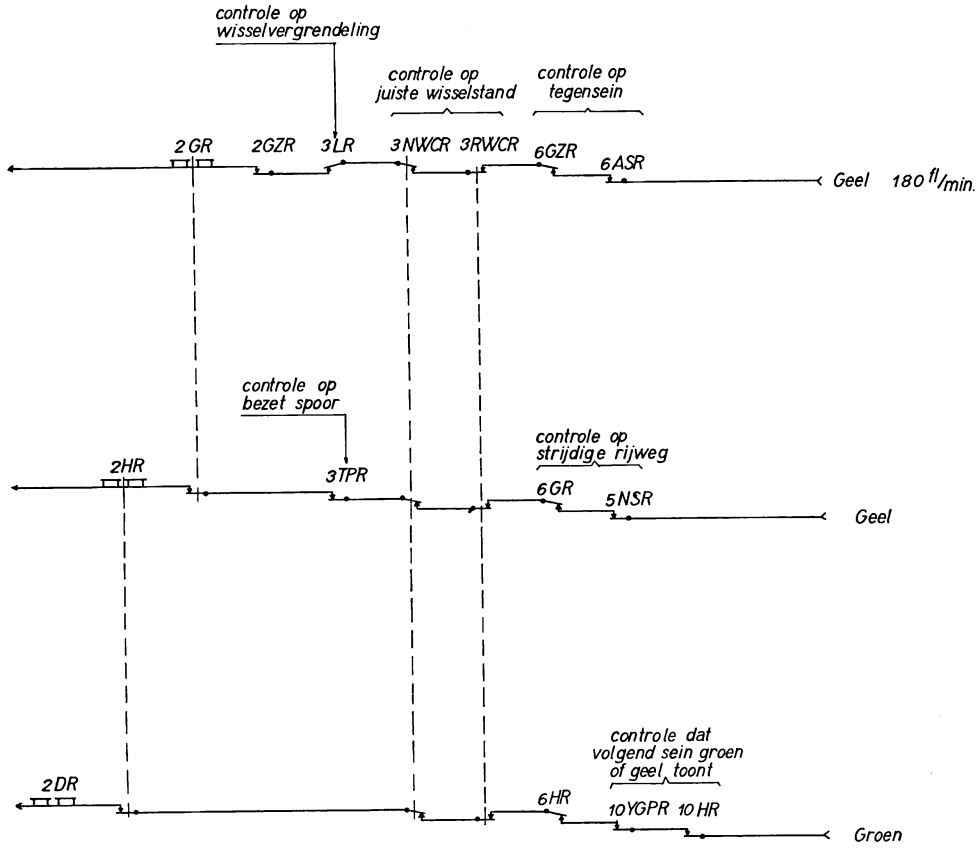


Fig. 4. Schakeling der seinbedieningsrelais.

punt in het algemeen moeten stellen alvorens een sein van rood in geel veranderd mag worden. (HR).

Wellicht ten overvloede zij vermeld dat een geel licht wil zeggen, dat de machinist er op moet rekenen dat de trein voor het eerstvolgende op remwegafstand hierachter gelegen sein tot stilstand moet worden gebracht.

Het is duidelijk, dat op de eerste plaats de te berijden wissels in de rijwegen de juiste stand moeten liggen, dat de aanliggende tongen van deze wissels goed moeten aansluiten en dat de overige wissels zoveel mogelijk afleidend gelegd moeten zijn.

Het is ook voor de hand liggend, dat de betrokken wissels eerst in de juiste stand vergrendeld moeten worden. Onder het vergrendelen is te verstaan: het uitsluiten van elke mogelijkheid om b.v. door het drukken van andere bedieningsknoppen een dergelijke wissel van stand te doen veranderen.

Hierbij valt op te merken dat deze vergrendelde wissels niet zonder meer

vrijgemaakt mogen worden als het sein, eenmaal veilig geweest zijnde, weer rood wordt b.v. door het herroepen der bedieningshandeling. Het is nl. zo, dat een veilig sein weer terug op onveilig, dus rood licht, kan worden gebracht door de betrokken beginknop uit te trekken. Dit op onveilig terugbrengen van het sein geschiedt overigens als regel automatisch en wel wanneer de trein het sein voorbijrijdt.

Het zal U duidelijk zijn dat van het moment af waarop het sein weer terug onveilig is, de koppeling, die tussen de wissels en het veilige sein bestond, waardeloos is geworden. Of om het nog anders en meer electrotechnisch uit te drukken: we zouden het aangetrokken zijn van het seinbedieningsrelais als criterium kunnen gebruiken om de wissels vergrendeld te houden, ware het niet dat dit relais afvalt alvorens deze wissels zijn overgereden.

Opgemerkt zij dat bij sommige beveiligingssystemen het sein in de veilige stand wordt vergrendeld totdat de wissels zijn overgereden. De koppeling tussen wissels en seinen geeft hier dus wel een afdoende oplossing voor het probleem der wisselvrijmaking. Het vóór en tegen van dergelijke stelsels hier in het midden latend, volsta ik met op te merken dat het bij de N.S. niet wordt toegepast.

Het enige criterium dat bepalend is voor het feit, dat de vergrendeling der wissels al of niet mag worden prijsgegeven, wordt in ons geval gegeven door de trein zelf, nl. de plaats waar deze zich op een bepaald moment bevindt. Hier komt dus de automatiek op de voorgrond.

Intussen zijn met de contrôle op de wisselstand en de vergrendeling der wissels nog niet alle te stellen eisen opgesomd. We zullen het sein in dit geval ook niet op veilig willen stellen, als het spoor van aankomst reeds bezet is door een trein of rangeerdeel. We spreken in dit verband van een automatische bezetspoorbeveiliging.

Vervolgens moet voorkomen worden, dat twee seinen gelijktijdig op veilig zouden worden gesteld, die elkaar snijdende treinbewegingen toelaten. Men spreekt van flankdekking.

En tenslotte zullen we, indien we een sein op veilig stellen, er voor dienen te zorgen, dat het tegensein niet veilig kan komen, teneinde een frontale botsing te voorkomen.

En eigenlijk is de lijst hiermee nog niet geheel compleet.

Zoals U dus ziet zijn de eisen, die worden gesteld alvorens een seinbedieningsrelais, dat een sein van geel in rood doet veranderen, bekrachtigd kan worden, groot in aantal en in diversiteit.

Ik zal U niet vermoeien met een bespreking van de stroomloopschema's die op dit alles betrekking hebben. Mijn doel was enkel U een indruk te geven van de beveiligingseisen en tevens van de omvang van een dergelijke apparatuur die van deze eisen het gevolg is.

Voor wat de schakeling der *lichtseinmechanismen* betreft, wil ik U nog op een merkwaardige moeilijkheid wijzen, die de nieuwe seinbeelden met drie lichten opleverden (fig. 5 geeft de schakeling van een lichtseinmechanisme weer).

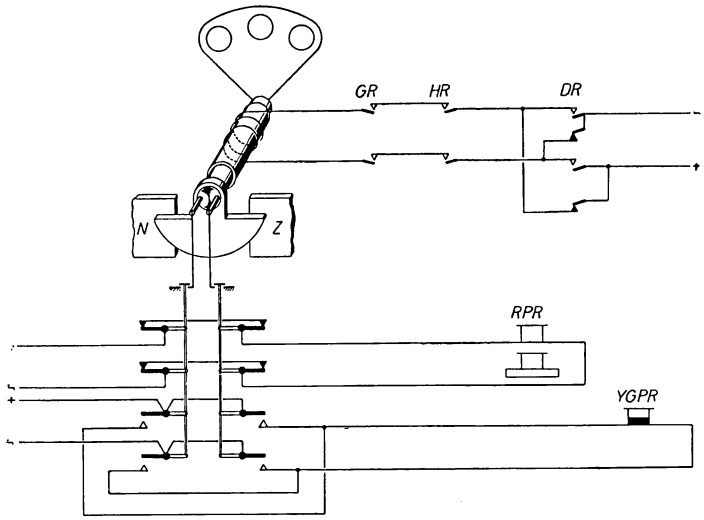


Fig. 5. Schakeling van een lichtseinmechanisme.

Het is nl. zo, dat een seinbeeld met twee groene lichten en één wit licht steeds een snelheidsvermindering aangeeft. De eerste gedachte was nu om het witte kleurfilter in het midden van de bril te plaatsen en het groene aan een zijkant, zodat dus bij onbekrachtigd mechanisme steeds wit licht getoond zou worden.

Bij storing waarbij het mechanisme spanningsloos wordt zou dan een eventueel groen licht in wit veranderen, gedachtig de regel dat door storing nooit een veiliger kleur mag worden gegeven.

Toch was in het onderhavige geval deze oplossing fout, omdat dan door storing in plaats van b.v. het seinbeeld groen/wit/groen het seinbeeld groen/wit/wit zou kunnen ontstaan. Het eerste sein betekent nl. ,,afremmen van volle snelheid naar lage snelheid'' en het tweede ,,doorrijden met volle snelheid''.

Als eenvoudigste oplossing werd nu deze gekozen, waarbij een extra kleurfilter, en wel een geel, wordt aangebracht in het midden van de bril, terwijl het witte en groene filter ter weerszijden hiervan worden geplaatst.

Bij de storing als boven beschreven zal het sein nu groen/wit/geel tonen, zodat een machinist, die dit seinbeeld waarneemt er op zal rekenen bij het eerstvolgende sein te moeten stoppen, althans zolang hij dit niet kan waarnemen. Tevens moet hij het abnormale seinbeeld rapporteren.

Ik merk hierbij nog op dat men bij de Zweedse Spoorwegen een dergelijk probleem schakeltechnisch heeft opgelost en wel door voor de voeding der beide seinen een balanstransformator toe te passen.

De stroomloop die hierop betrekking heeft laat ik hier verder buiten beschouwing.

De spoorstroomloop

Wel wilde ik op één stroomloop wat nader ingaan, omdat deze typerend is voor de automatiek in de beveiliging.

Ik moet hierbij even teruggrijpen op het besprokene. Resumerende hebben we gezien dat door het drukken van een begin- en een eindknop een rijweg wordt ingesteld. Dit gebeurde als volgt: In de voorbereidingsstroomloop worden eventueel Y-relais ingeschakeld en in elk geval tot slot een eindrelais. Dit eindrelais schakelt een voltooiingscircuit in, waardoor de wisselrelais en het seinrelais opkomen. Deze wissels- en seinrelais schakelen weer bedieningsrelais voor de wissels resp. het sein in, waarbij de stand van verschillende relais gecontroleerd wordt en weer andere relais electrisch vergrendeld worden.

Ook memoreerde ik reeds dat de seinen automatisch achter de trein op onveilig komen, waarbij nog toegevoegd moet worden, dat electrisch vergrendelde wissels achter de trein weer vrijgegeven worden.

Reeds een paar maal is de automatiek als een wezenlijk bestanddeel in de beveiliging genoemd en wellicht vraagt U zich af hoe men deze concretiseert. Welnu, hiertoe maakt men gebruik van de spoorstroomloop.

De *spoorstroomloop* is een electrisch circuit waarvan de spoorstaven een integrerend deel uitmaken. Indien men zich

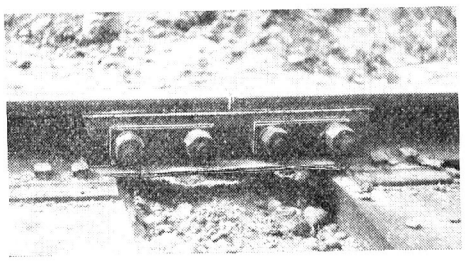


Fig. 6. Isolerende las.

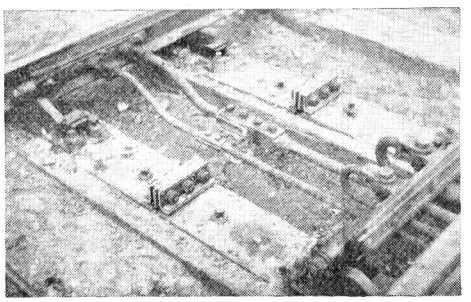


Fig. 8. Geïsoleerde wisselstangen en platen.

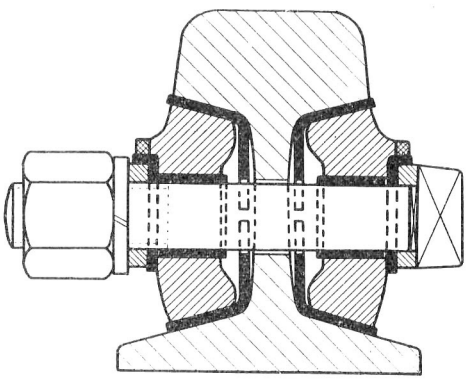


Fig. 7. Isolerende las (doorsnede).

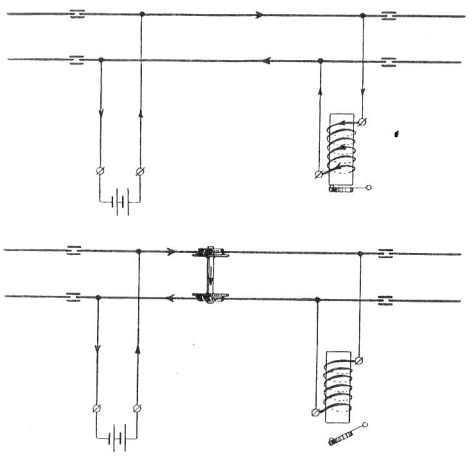


Fig. 9. Principe van de spoorstroomloop.

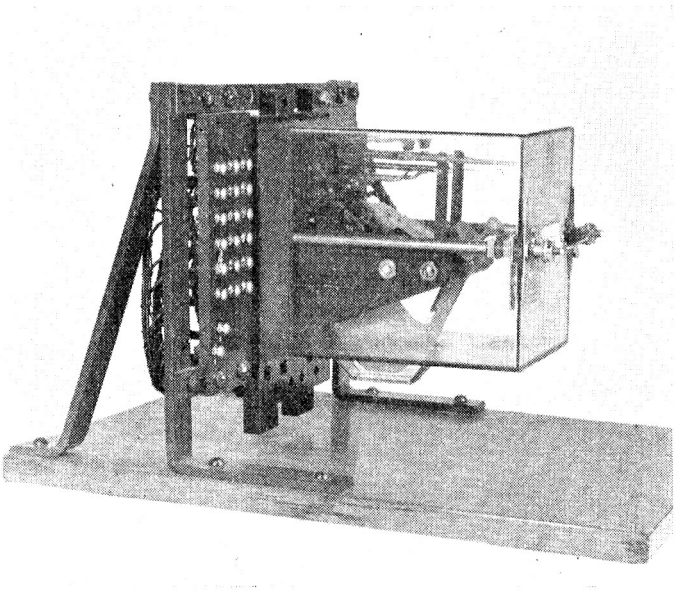


Fig. 10. 2-phasen spoorrelais.

een beeld wil verschaffen van een dergelijke stroomloop, kan men zich een spoor van b.v. een paar honderd meter lengte voorstellen, waarvan de spoorstaven met elkaar zijn doorverbonden door middel van koperen railverbindingen. De lasplaten aan het begin en aan het einde van dit spoor worden isolerend uitgevoerd en wel doordat voeringen van isolatiemateriaal worden aangebracht tussen de spoorstaven en de lasplaten. Verder wordt in de voeg tussen de spoorstaven een isolerend profielplaatje aangebracht en worden de bevestigingsbouten geïsoleerd van de lasplaten (fig. 6, 7 en 8).

Een dergelijke isolerende las vormt dus een onderbreking in de spoorstaaf als geleider.

We kunnen nu aan het begin van dit geïsoleerde spoor een stroombron op de beide geïsoleerde spoorstaven van het spoor aansluiten en aan het einde van dit spoor een relais en hebben aldus een spoorstroomloop gevormd. Een dergelijke spoorstroomloop is in fig. 9 weergegeven.

In de normale toestand, wanneer het spoor niet bereden wordt, is het anker van het relais, dat spoorrelais wordt genoemd, aangetrokken. Voor het spoorrelais zie fig. 10. De werking van de spoorstroomloop berust nu hierop, dat bij het berijden van het geïsoleerde spoor het spoorrelais door de treinassen wordt kortgesloten, waardoor dit relais afvalt. Zoals bekend, zijn de wielen van spoorwegrijtuigen op de assen gekrompen, zodat deze wielassen een goede kortsluiting verzekeren.

Het is de ontwikkeling van deze spoorstroomloop, die bij de automatische

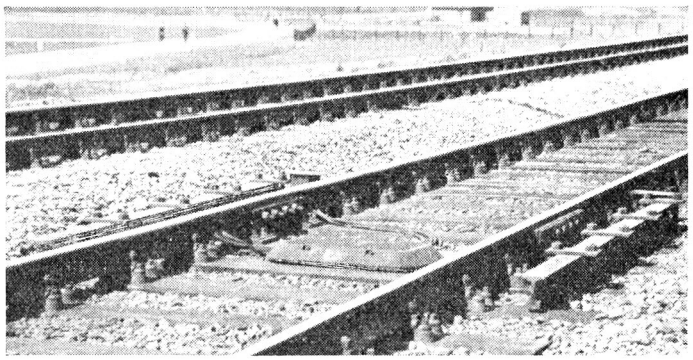


Fig. 11. Railspoel in het spoor.

spoorwegbeveiligingen de sleutel is gebleken voor de oplossing van vele seintechnische problemen. Het merkwaardige van het geval is, dat de spoorstroomloop helemaal niet zo'n recente ontdekking is. Het was nl. reeds in 1871 dat WILLIAM ROBINSON, een Amerikaan, op de gedachte kwam om een dergelijke stroomloop te benutten voor een automatisch blokstelsel.

Als gevolg van de grote gebreken, die deze spoorstroomloop aanvankelijk vertoonde, bleef toepassing op grotere schaal voorshands uit. Eerst na 1900 heeft de toepassing der spoorstroomlopen een grote vlucht genomen.

De grondgedachte van ROBINSON is tot in de huidige toepassingsvormen van de spoorstroomloop gehandhaafd: de idee nl. dat door kortsluiting d.m.v. de wielassen van een normaal bekrachtigd relais een hoge mate van veiligheid is te verkrijgen. Het is voor insiders in de beveiligingstechniek een uit ervaring bekend verschijnsel, dat door leken soms zeer vernuftige schakelingen voor automatische beveiligingen worden bedacht, die echter bij eventuele toepassing toch een stap terug zouden betekenen, daar ze niet voldoen aan dit voornoemde eenvoudige beveiligingsprincipe.

Intussen heeft de spoorstroomloop wel een grote ontwikkeling doorgemaakt en het ziet er ook niet naar uit, dat thans het laatste woord hierover reeds zou zijn gesproken.

Men begon destijds uiteraard met batterijvoeding en een gelijkstroomrelais. De electrificatie bracht het eerste probleem dat moest worden opgelost. Wel trachtte men aanvankelijk door toepassing van polaire relais en enkelbenige isolatie de gelijkstroomschakeling te handhaven, doch weldra zag men

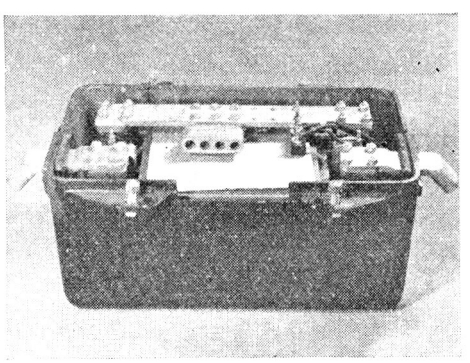


Fig. 12. Railspoel (deksel weggenomen).

zich toch genoodzaakt op wisselstroom over te gaan. Ook de gedachte om één rail te gebruiken als retourgeleiding voor de tractiestromen en de andere rail te isoleren voor de spoorstroomloop werd verlaten en men voerde de zgn. railspoel in, welke is op te vatten als een inductieve railverbinder (fig. 11).

Deze spoelen bestaan uit twee helften van dikke koperwikkelingen (zie fig. 12). De beide helften worden zodanig door tractiestromen doorlopen, dat afgezien van het geval van ongelijke verdeling der tractiestromen in de beide spoorstaven, de beide magnetische fluxen elkaar opheffen. Deze magnetische „balans" is van belang, omdat de spoelhelften door de wisselstroom voor de beveiliging in serie worden doorlopen en voor deze stromen een voldoend hoge impedantie moeten bezitten. Daar het overigens zeer wel denkbaar is, dat de tractiestromen in beide spoelhelften, als gevolg van onsymmetrieën, niet even groot zijn, is het ijzercircuit dezer spoelen voorzien van een flinke luchtspleet.

Wanneer ik U nu in het kort nog iets ga vertellen over de electrische eigenschappen van een spoorstroomloop, dan moet ik U toch vóór alles zeggen, dat deze stroomloop, hoe superieur die ook moge zijn in de ogen van de beveiligingsingenieur, voor de electrotechnicus zeer hinderlijke en ten dele zelfs inferieure eigenschappen bezit. Deze laatstgenoemde ongunstige eigenschappen vormen wel een der hoofdargumenten voor de verwachting, dat de ontwikkeling de eindphase nog lang niet heeft bereikt.

Waarom levert de spoorstroomloop nu zoveel electrotechnische problemen op?

Wel, in de eerste plaats bestaat het grootste deel van de geleiders in de keten uit stalen spoorstaven, waardoor zowel de wisselstroom vloeit voor de beveiliging als de gelijkstroom voor de electrische tractie. Het gevolg hiervan is, dat de eigenschappen moeilijk te reproduceren zijn en dat exacte berekening niet wel mogelijk is. Dit te meer omdat zich op ca. elke 18 m een lasplaats in de geleider bevindt, die, wat het electrisch contact betreft, geen constante waarde heeft. Tenslotte is het woord „isolatie" als toegepast voor geïsoleerde sporen, een nogal euphemistische uitdrukking, wat moge blijken uit het feit, dat de isolatieweerstand van 1 km spoor zeer hoog genoemd wordt, indien deze 8 ohm bedraagt. Tot overmaat van ramp is deze isolatieweerstand sterk van weersinvloeden afhankelijk. Bovendien vormen de eerder beschreven railspoelen ook geen verbetering van de electrische constanten van de spoorstroomloop.

Het is in beginsel natuurlijk mogelijk om voor elk bepaald geval de stroomverdeling bij benadering in een dergelijke stroomloop te berekenen, doch dit is practisch niet eenvoudig, omdat het spoor, althans bij grotere lengten, moet worden opgevat als een lange leiding. Daarom zijn bij de N.S. een aantal me-

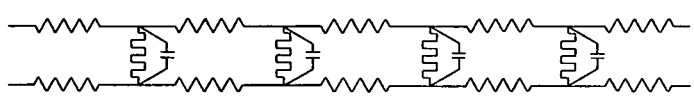


Fig. 13. Vervangingsschema van een lang geïsoleerd spoor.

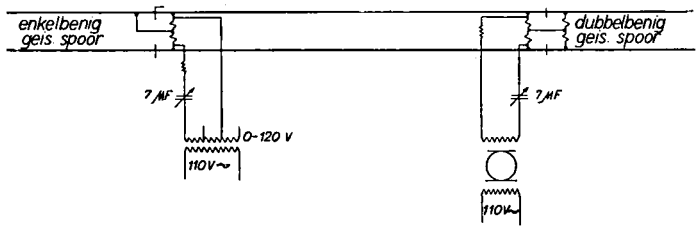


Fig. 14. Wisselstroomspoorstroomloop voor een geëlectrificeerd baanvak.

tingen uitgevoerd aan lange geïsoleerde sporen en aan de hand daarvan is een vierpool ontworpen, die we dus naar analogie van een kunstkabel een „kunstspoor" zouden kunnen noemen. Het vervangingsschema voor een lang geïsoleerd spoor is in fig. 13 weergegeven.

We hebben thans een dergelijk kunst-spoor voor geïsoleerde sporen van 500 m tot 2 km.

Misschien hebt U zich met enige verwondering afgevraagd, waarom we ons zoveel moeite getroosten om van te voren vast te stellen met welke stroom in de schakeling rekening is te houden. Wellicht zult U denken, dat het toch in orde moet zijn, als het relais maar voldoende stroom krijgt om het anker te doen aantrekken. Bovendien zou dan een flinke overmaat kunnen dienen om de veranderingen in de isolatieweerstand van het spoor, als gevolg van weersinvloeden, op te vangen.

Zo eenvoudig ligt de zaak echter niet. Zoals ik reeds vertelde wordt door kortsluiting van het relais door de treinassen een bepaalde werking teweeggebracht. Nu staat of valt de veiligheid bij automatische beveiligingen met het afvallen van dit spoorrelais, terwijl de kortsluiting door de treinassen niet altijd ideaal is in die zin dat de kortsluitweerstand onder alle omstandigheden verwaarloosbaar klein is te noemen. Om de veiligheidsfactor van de schakeling zo groot mogelijk te maken zouden we het spoorrelais het liefst vlak bij zijn aantrekwaarde instellen. De bedrijfszekerheid der schakeling eist echter een hogere instelling teneinde onafhankelijk te zijn van weersinvloeden, spanningsschommelingen, enz.

Men komt hier dus voor het probleem te staan om de constanten in de stroomloop zodanig te dimensioneren dat een compromis wordt gevonden tussen een veilige en een bedrijfszekere instelling. Ik zal hier niet ingaan op de verschillende factoren die daarbij in aanmerking moeten worden genomen. Een feit is, dat de oplossing voor wat de practische resultaten betreft zeer bevredigend is. Een normaal bij de N.S. toegepast schema van een wisselstroomspoorstroomloop is in fig. 14 weergegeven.

Dit over de toepassing van de spoorstroomlopen bij de N.S. Inmiddels is de ontwikkeling van de spoorstroomloop verder gegaan. In de Ver. Staten van Amerika past men thans wel stroomlopen toe, waarbij de stroom in een bepaald tempo, b.v. 120 maal per min, wordt onderbroken.

Deze spoorstroomloop, welke blijkens een rapport, uitgebracht in het onlangs te Rome gehouden Spoorwegcongres, in Europa nog slechts op proef wordt toegepast, noemt men de *gecodeerde spoorstroomloop*.

Wat beoogt men nu met deze codering? Wel, met behulp hiervan is het mogelijk om hetzelfde seinbeeld, dat men langs de baan geeft, d.m.v. de spoorstroomloop in de cabine te herhalen, nog sterker, men kan het sein langs de weg dan in vele gevallen geheel achterwege laten. Bovendien kan men dan tevens automatische beremming van de trein toepassen.

Om het sein in de cabine te kunnen ontvangen hangt men vóór de voorste wielen van de locomotief twee magneetspoelen vlak boven de spoorstaven op. Hierin worden stromen geïnduceerd, welke een gevolg zijn van de fluxveranderingen rond de spoorstaven, waar de gecodeerde stromen in vloeien. De in de ontvangspoelen geïnduceerde stromen worden vervolgens versterkt en dienen om in de cabine een bepaald sein te geven c.q. de remmen automatisch in werking te stellen.

Het zal U duidelijk zijn dat door codes van verschillende frequentie toe te passen verschillende seinen kunnen worden overgebracht. Het enorme voordeel van dit systeem voor cabineseingeving t.o.v. andere systemen, waarbij op een bepaald punt langs de baan een inductiestoot wordt gegeven, is, dat het continu werkt en hierdoor bij storing naar de veilige kant kan werken, d.w.z. het gevolg is dan een haltsein.

Een systeem met zgn. Punktbeeinflüssung, dus niet continu werkend, vindt o.a. bij de Zwitserse Spoorwegen toepassing. Bij een dergelijk systeem kan men de seinen langs de baan natuurlijk niet achterwege laten.

Een verdere ontwikkeling van de gecodeerde spoorstroomloop is nog, dat men de tijdsintervallen tussen de stroomimpulsen gebruikt om een code in de tegengestelde richting, een zgn. inverse code te geven. Deze inverse code zorgt dan voor bepaalde werkingen voor de trein uit en kan o.a. dienen om de trein op een station automatisch aan te kondigen, dan wel om bij nadering van een station de wissels op dit station te vergrendelen, of ook om op enkelsporige baanvakken de tegenseinen in de stand halt vast te houden.

Ik sprak in het voorgaande over een codering d.m.v. de frequentie. Naast deze frequentiecode kent men ook het equivalent van de pulse-time modulation, in de beveiligingstechniek tijdcodering genoemd. Vervolgens bestaan ook nog systemen met telcodering en met polaire codering.

Ook de niet-gecodeerde spoorstroomloop kent overigens diverse nieuwe schakelingen. Hierbij zijn o.a. te noemen de Westrak-stroomloop en de zeer recente „injector"-spoorstroomloop en de spoorstroomloop met phasedraaiing.

Ik hoop met het behandelde een idee te hebben gegeven van de spoorstroomloop, zijnde het belangrijkste element bij de automatische beveiligingen.

De oorspronkelijke uitvinding van de spoorstroomloop had tot doel het maken van een automatisch blokstelsel en ook thans nog worden spoorstroomlopen in hoofdzaak voor dit doel gebruikt, al zijn hiernaast verschillende andere toepassingsgebieden ontstaan.

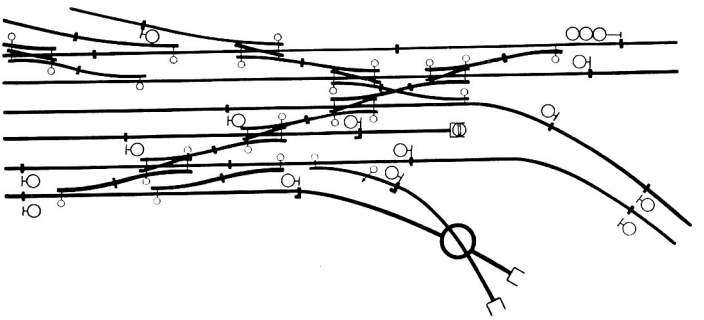


Fig. 15. Geïsoleerde secties te 's-Hertogenbosch (detail).

Zo kan ik onder meer noemen:

1. automatische waarschuwingsseinen voor overwegen.
2. melding voor spoorbezetting.
3. automatische treinaankondiging.
4. als criterium om de wissels achter een trein vrij te maken.
5. als detector voor het automatisch omleggen van wissels, resp. vergrendelen van wissels.

Waar ik in het voorgaande sprak van automatische werkingen, doelde ik steeds op werkingen d.m.v. spoorstroomlopen. Bij een NX-beveiliging worden

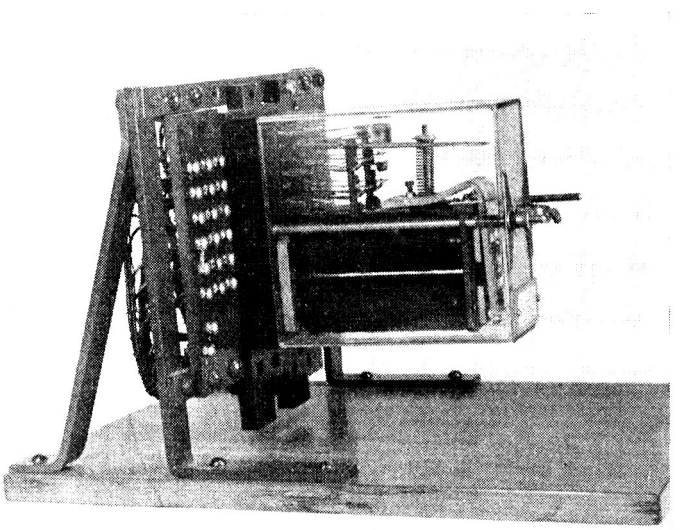


Fig. 16. Relais voor beveiligingsdoeleinden.

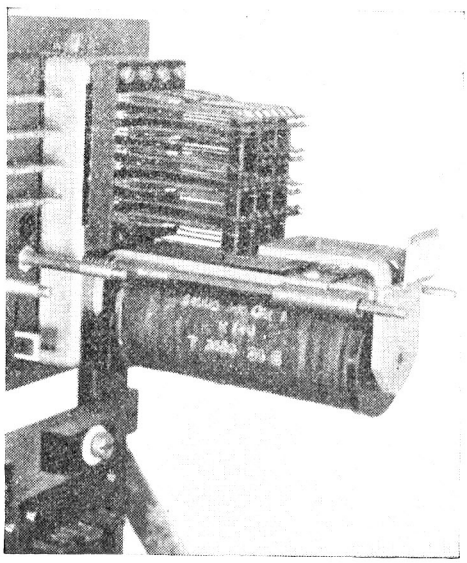


Fig. 17. Relais in communicatiestroomlopen.

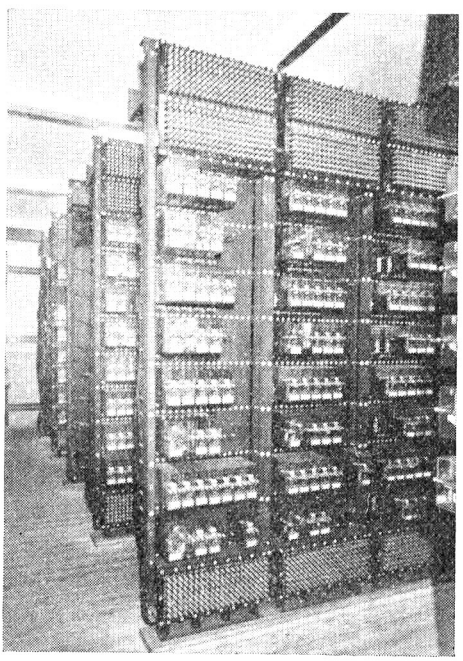


Fig. 18. Montage der relais op rekken.

alle wissels en sporen op het emplacement ingedeeld in electrisch van elkaar geïsoleerde secties. Elke geïsoleerde sectie is in een spoorstroomloop opgenomen. Zo worden te 's Hertogenbosch voor de beveiliging ca. 70 spoorstroomlopen toegepast. (Zie fig. 15 waarin een deel van het emplacement is weergegeven. De dwarsstreepjes geven de plaatsen der isolerende lassen aan.)

Contacten van de spoorrelais zijn in de diverse beveiligingscircuits opgenomen en brengen hierdoor alle voornoemde automatische werkingen tot stand.

Zo zorgen contacten van het spoorrelais, behorende bij de geïsoleerde sectie onmiddellijk achter het sein, er voor dat het veilige sein, nadat dit voorbijgereden is, weer terug op halt wordt gebracht.

De spoorrelais, behorende bij geïsoleerde secties, waarin wissels gelegen zijn, zorgen er voor, dat een bezet wissel niet kan omlopen en ook dat de vergrendeling van een wissel achter de trein wordt vrijgegeven.

Verder dienen de spoorrelais om de spoorbezetting op het bedieningstableau aan te geven, enz.

Apparatuur

Tenslotte nog enkele gegevens over de gebruikte apparaten. De *relais*, welke voor beveiligingsdoeleinden worden gebruikt, moeten zeer betrouwbaar zijn en zeer bedrijfszeker. Onder betrouwbaarheid versta ik in dit verband, dat het anker der relais in stroomloze toestand absoluut zeker moet afvallen. De betrouwbaarheid weerspiegelt zich vooral in een robuste en royale constructie.

Teneinde het afvallen zo goed mogelijk te verzekeren, moet gelet worden op een behoorlijke min. luchtspleet, een flink ankergewicht en een grote vrije ruimte tussen vaste en bewegende delen en tenslotte bevat de bovenste contactvinger van een sluitcontact een contactstuk van kool, waardoor vastbranden der contacten wordt voorkomen. Om toch een voldoend lage contactovergangsweerstand te krijgen zijn deze contactstukken met zilver geïmpregneerd (zie fig. 16).

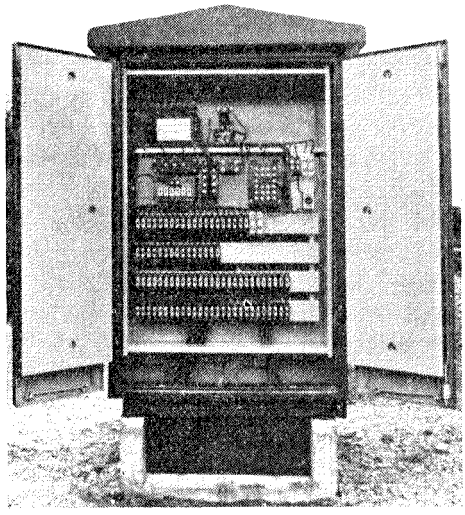


Fig. 19. Relaiskast langs de baan.

Speciaal aan de spoorrelais worden zeer hoge eisen gesteld voor de fabricage, ook uit electrotechnisch oogpunt, daar de verhouding tussen aantrekwaarde en afvalwaarde zo dicht mogelijk bij één moet liggen. E.e.a. met het oog op het eerder genoemde compromis tussen een veilige en een bedrijfszekere instelling van de spoorstroomloop.

Voor de relais, die in de z.g.n. communicatiecircuits zijn opgenomen, geldt alleen de eis van grote bedrijfszekerheid. Het aantal contacten moet vrij groot zijn. Voor deze relais wordt een verzwaard type telefoonrelais toegepast (zie fig. 17).

Alle bij de NX-beveiliging toegepaste relais zijn als stekerrelais uitgevoerd teneinde deze makkelijker uitwisselbaar te maken in geval van revisie of storing. De relais worden in een centrale ruimte op rekken aangebracht, zoals dit bij de telefoonmontage gebruikelijk is (zie fig. 18).

Alleen wanneer relais in kasten langs de baan opgesteld moeten worden, wordt een andere montage toegepast (zie fig. 19).

Ik heb hiermede getracht in grote trekken een indruk te geven van het doel en de werking van een NX-bedieningstoestel. Zoals ik reeds in de aanhef zeide, ben ik me er zeer wel van bewust, dat deze indruk niet volledig kan zijn.

Moge deze lezing er slechts toe bijdragen om Uw belangstelling te verlevendigen voor dit steeds groeiende technische gebied.

Beraadslaging

Ir J. H. Verstegen: Ik zou nog graag een illustratie willen geven van een onderdeel van wat de heer DE BLIECK heeft behandeld, nl. de codestroom. Wij zijn ook met een plan bezig geweest om deze toe te passen, maar er kwam een practi-

sche moeilijkheid aan te pas. Dit systeem moet nl. begrensd worden ingevoerd; op elke locomotief moet een apparaat zijn om die stromen op te nemen en toen leek het handiger om het vooreerst als proefneming in een gesloten systeem toe te passen. Wij hadden toen het plan voor de Z.H.E.S., waar in een beperkt gebied bepaalde treinen rijden. Wij konden hier de cab-signals toepassen (dit zijn dus de seinen in de cabine van de locomotief), en dan wilden wij de seinen langs de weg laten vervallen. Dat was daar zeer economisch, omdat alles toch nog nieuw ingericht moest worden. Toen echter de eis door het bedrijf werd gesteld, dat, indien de lijn Den Haag—Rotterdam op de hoofdlijn versperd zou zijn, ook andere treinen over de Zuid-Hollandse zouden moeten rijden, verviel meteen deze mogelijkheid om de seinpalen langs de weg geheel op te heffen. Daarmede verviel tevens dit plan, omdat het nu veel te kostbaar werd.

Ir A. F. Roozeveld v. d. Ven: Doet het strooien van zand op de spoorstaven nog afbreuk aan de kortsluiting van het spoorrelais door de erop rijdende assen?

Ir V. J. M. de Blieck: Inderdaad is het strooien van zand niet bevorderlijk om de z.g. kortsluitwaarde van de treinassen te vergroten. Er zijn echter slechts weinig gevallen bekend, dat het strooien van zand ernstige afbreuk aan de kortsluiting deed bij lange geïsoleerde sporen en in onze huidige practijk hebben wij bij de N.S. tot nu toe daar geen enkele hinder van ondervonden.

Iets anders ligt het bij korte geïsoleerde spoorstaven, die voor diverse beveiligingsdoeleinden worden gebruikt. Daar kan het voorkomen, dat door het strooien van zand het geheel niet goed meer functionneert. In dit speciale geval moet dus een oplossing worden gevonden en deze oplossing is veelal deze, dat men eenvoudig het geïsoleerde spoor verlengt. Het is duidelijk, dat een isolatie tussen beide spoorstaven bij bezet spoor een kleinere kans maakt, naarmate het aantal assen, dat zich gelijktijdig op het spoor bevindt, groter is.

Vraag: Welk isolatiemateriaal wordt toegepast voor de isolerende lassen? Wordt dit materiaal niet vernield bij de inklemming, omdat bij het overrijden een schuring teweeggebracht wordt, die tot vernietiging aanleiding geeft? Wordt dit materiaal niet door vocht aangetast?

Ir de Blieck: Wat het isolatiemateriaal betreft, is men nog steeds zoekende naar verbetering, want U zult wel begrijpen, dat wij haast onmogelijke eisen daaraan moeten stellen. Enerzijds zouden de mechanische eigenschappen van het materiaal die van staal moeten evenaren, anderzijds zou de isolatieweerstand hoog moeten zijn. De beste oplossing, die wij tot nog toe hebben, is een product van gebakeliseerd linnen, het z.g. Philitex. Wat de mechanische eigenschappen betreft, kan ik U mededelen, dat dit product zeer taai is en dat de practische resultaten redelijk zijn.

De isolatieweerstand neemt weliswaar af door inwerking van vocht, maar zoals ik reeds vertelde, vinden wij de isolatieweerstand al gauw erg hoog. Waar een totale isolatieweerstand groter dan 10 ohm voor een lang geïsoleerd spoor voldoende is, behoeft de isolatie van de lasplaat niet zo buitensporig hoog te zijn. Dat is dan ook de reden, dat, wanneer een isolatiemateriaal maar vol-

doende taai is, wij al gauw een product hebben, dat bruikbaar is voor ons doel.

Vraag: U heeft de mening uitgesproken, dat bij een continu beveiligingssysteem de seinen langs de weg gemist kunnen worden, terwijl bij een intermitterende werking dit niet mogelijk zou zijn. Zoudt U dit kunnen motiveren?

Ir de Blieck: De motivering hiervoor is deze. In principe kan men, wanneer continu een sein in de cabine gegeven wordt, de seinen langs de weg weglaten, waarbij ik in het midden laat of het uit een oogpunt van beleid (bedrijfszekerheid) verstandig is dit wel of niet te doen. Het kan echter gedaan worden, omdat dan het sein (b.v. groen licht) dat in de cabine gegeven wordt, bij elke storing verandert in rood licht.

Bij een intermitterend systeem past men een methode toe, zoals die b.v. bij de Zwitserse Spoorwegen in gebruik is. Deze berust steeds hierop, dat normaal, zonder enige werking van buitenaf, een groen sein in de cabine wordt gegeven, dat verandert in een waarschuwingssein door de inductieve beïnvloeding van een magneet op de locomotief en wel ter plaatse van het sein langs de baan.

De juiste en veilige werking hangt dus helemaal af van de overbrenging van deze inductiestoot op de cabine. M.a.w. elke storing leidt tot het niet ontvangen van het waarschuwingssein, zodat dus ten onrechte het veilige sein gegeven blijft. Wanneer men dus alléén op het cabinesein zou rijden, zou men bij storing door een onveilig sein kunnen rijden. U ziet dus dat het niet wel doenlijk is om het sein langs de baan te laten verdwijnen, want dan verliest men het laatste houvast.

Ik hoop dat deze toelichting voldoende duidelijk is.

Ir Verstegen: Naar aanleiding van de laatste vraag, zou ik nog een kleine aanvulling willen geven op het slot van mijn inleiding en wel deze, dat ik één instantie niet heb bedacht zoëven en dat is onze Dienst van Weg en Werken. Wij zijn nl. ontzettend blij, dat Weg en Werken bij ons werkt met houten dwarsliggers; in Zwitserland heeft men ijzeren dwarsliggers en dat maakt daar het vraagstuk wel enigszins anders dan bij ons.

Nu ik toch nog even aan het woord ben, zou ik ook nog iets willen zeggen over ROBINSON, die dezelfde fout bij zijn uitvinding van het „trackcircuit" heeft gemaakt, die alle uitvinders nog steeds maken, nl. dat men altijd begint met werkstroom in plaats van met ruststroom, zodat een storing in een veilig sein kan resulteren. En dan nog een enkel woord over onze electrische wisselsteller, waarvan U een afbeelding hebt gezien. Die steller beweegt elk der beide tongen afzonderlijk: nl. eerst beweegt de afliggende tong een klein stukje, ontgrendelt daarbij de aanliggende tong; daarna bewegen beide tongen en aan het eind grendelt de nu afliggend wordende tong de ander in de aanliggend geworden stand. Deze wisselsteller is nl. openrijdbaar: bij vanachter inrijden bij verkeerde stand van de wissel, kan de wissel de wisselsteller meenemen, zonder die te vernielen.

De Voorzitter: Wij zijn thans aan het einde van de vergadering gekomen en daarmede heb ik tevens de laatste gelegenheid om nog enkele woorden van dank te spreken tot de beide inleiders van hedenochtend.

Toen ik vanmorgen hierheen reed, heb ik bij mijzelf gedacht: het is met die N.S. toch wel een beetje vreemd gesteld; het is nog niet zo heel lang geleden, dat het met de N.S. niet zo heel erg goed ging. Het is ook nog maar enkele jaren geleden dat er iemand is geweest, die voor de N.S. de slagzin gemaakt heeft, die ook ingeslagen is: „Vlug, Veilig, (Verwarmd) en Goedkoop".

Nu moet ik zeggen, dat die slagzin een diepe indruk op mij gemaakt heeft en ik heb het gevoel, dat het grootste gedeelte daarvan op het ogenblik, waarop dit de wereld ingegooid werd, ook wel door het grote publiek als juist werd aanvaard. Voor een zeker ander gedeelte zal men het toen nog wel als wensdroom aangevoeld hebben.

Ik wil nu graag toegeven, dat die wensdroom voor een groot deel in vervulling is gegaan. Immers, de snelheid, waarmede de treinen rijden op het ogenblik (en dat is het eerste woord uit de slagzin) is ontzettend veel groter geworden. Wat de V 2 betreft, geloof ik, dat, na wat ons vanmorgen is voorgehouden, de veiligheid bij het Nederlandse spoorwegverkeer door het publiek altijd al als zeer bevredigend is beschouwd en ook wel voldoende is.

Nu is tevredenheid op dit gebied een heel gevaarlijk gevoel. Ik herinner mij een uitspraak van Multatuli: „Als iemand tevreden is over zichzelf, heeft hij reden om ontevreden te zijn over zijn tevredenheid". Uit wat beide heren gezegd hebben, heb ik het volgende geconcludeerd. Door de heer VERSTEGEN is in uitzicht gesteld, dat er nog gezocht moet worden, in velerlei richting, naar verbetering, naar misschien geheel andere wegen. De heer DE BLIECK heeft uitgesproken dat het systeem, dat op het ogenblik uitgewerkt en in werking is, nog lang niet tot zijn eindphase is gekomen. Ik meen dus dat wij van de beide heren mogen verwachten, dat zij onvermoeid verder zullen gaan op het pad, dat ons leiden zal tot nóg groter verbetering op dit terrein.

Voor wat zij ons beiden hier geboden hebben, zou ik hun uit naam van alle aanwezigen hartelijk dank willen zeggen.

Dan sluit ik hiermede de vergadering.