Nederlandse Spoorwegen

HET BEVEILIGINGSSYSTEEM BIJ NS

Dienst van Infrastructuur 6e afdeling 51.300
Staforgaan Juridische Zaken 054.42

Uitgave 10 juli 1981

juli 1981

Het beveiligingssysteem bij NS

blz.:

0. Inleiding: de vervanging van de klassieke beveiliging door moderne systemen 2
1. Uitgangspunten van het moderne relaissysteem 4
2. Geïsoleerde sectie en spoorrelais 5
3. Diverse relais 7
4. De opbouw van de schakelingen 9
5. Automatisch blokstelsel: "bediening" door de treinen 11
6. Toepassingen met centrale bediening 12
7. De bediening van NX-beveiliging op een station 14
8. Automatische beveiligingsinstallaties bij overwegen 15
9. Basisprincipes: Rust-stroom-principe; "fail-safe" beginsel 21
10. Bedrijfseisen te stellen aan beveiligings-installaties 23
11. Keuze van componenten 26
    11.3. relais 27
    11.4. voedingen 29
    11.5. verbindingen 31
12. Relatie tussen systeemtoepassing en mogelijke storingsfactoren 36
13. Summiere beschrijving van het ATB-systeem 39
    13.1. doel 39
    13.2. basisprincipe, algemene karakteristiek 39
    13.3. baanapparatuur 40
    13.4. treinapparatuur 41
    13.5. omvang toepassing 41
    13.6. slotopmerkingen 42

0. Inleiding: de vervanging van de klassieke beveiliging door moderne systemen

0.1. De voorgeschiedenis en het verloop van enkele civiele en strafrechtszaken, alsmede de toegenomen belangstelling voor het onderwerp die bij andere gelegenheden is gebleken, hebben de behoefte doen gevoelen aan een uiteenzetting omtrent het moderne beveiligingsstelsel van NS voor niet-technici.
In samenwerking tussen de afdeling Electrotechniek van de Dienst van Infrastruktuur en het Staforgaan Juridische Zaken van NS is ter voorziening in die behoefte onderstaande uiteenzetting tot stand gekomen.
Buiten beschouwing blijft het klassieke mechanische beveiligingssysteem dat gebruik maakt van armseinen en van deels electrische, deels mechanische uitsluitingen (linealenkasten). Dit systeem wordt geleidelijk aan overal vervangen en komt thans nog op enkele secundaire baanvakken voor.

Bij de vervanging door moderne beveiligingssystemen is niet overal hetzelfde nagestreefd, hetgeen uit het volgende historische overzicht moge blijken.

0.1.1. In 1953 werd besloten om op het geëlectrificeerde gedeelte van het net de klassieke beveiliging te vervangen door moderne beveiliging, en wel

0.1.1.1. automatisch blok met doorgaande spoorisolatie op de vrije baan,

0.1.1.2. op kleine stations AR (all-relais) beveiliging en

0.1.1.3. op enkele grote stations NX (entrance-exit) beveiliging.

0.1.2. In 1961 werd besloten om de beveiliging van het gehele net, aanvankelijk nog met uitzondering van 9 grote stations, te moderniseren, en om CVL (centrale verkeersleiding) in te voeren. CVL is een centraal sturingssysteem, dat tot aanmerkelijk betere beheersing van het proces, en tot arbeidsbesparing leidt, maar op zich zelf niet toe- of afdoet aan de veiligheid. Een dergelijk sturingssysteem kon met het moderne beveiligingssysteem gecombineerd worden omdat beide van de relaistechniek gebruik maken.

0.1.3. Tot zover bleef één ding bij het oude: het gaat om seinen die getoond worden, en die de machinist moet opvolgen. De ramp bij Harmelen in 1962 deed echter binnen en buiten NS het verlangen toenemen naar een systeem dat ook de fouten van de machinist zou ondervangen: een systeem dat langs technische weg de opvolging van de seinopdrachten afdwingt wanneer de machinist in gebreke blijft. Dit leidde in 1963 tot het plan het gehele net uit te rusten met ATB: Automatische Treinbeïnvloeding. Dit systeem kon eveneens op de relaistechniek van de moderne beveiliging geënt worden.

0.1.4. Toen echter in de loop der zestiger jaren de financiële positie van NS steeds moeilijker werd, is gezocht naar mogelijkheden om op secundaire baanvakken vereenvoudigde en daardoor goedkopere varianten toe te passen. De vereenvoudiging lag daarbij vooral op het sterk verminderde aantal ingebouwde exploitatieve mogelijkheden (bijv. minder rijweginstellingen op een emplacement) en het achterwege laten van doorgaande spoorisolatie op de vrije baan.
Dit laatste betekent, dat de toelating tot een heel baanvak wordt gecontroleerd door een sein dat alléén een toestemmend seinbeeld kan tonen indien geen andere treinen tot dat baanvak zijn toegelaten, hetgeen langs electrische weg met behulp van relais wordt gecontroleerd. Het vertoont dus gelijkenis met het oude blokstelsel, zij het met toepassing van moderne automatisch werkende componenten (relais) en moderne seinen; vandaar de naam: relaisblokstelsel. Alleen op baanvakken waar de maximaal toegelaten snelheid 100 km of minder bedraagt wordt dit relaisstelsel toegepast, en wel in twee varianten:

0.1.4.1. Ter plaatse bediend relaisblokstelsel (TPRB): door machinist of conducteur wordt een knop bediend, waarna het sein een toestemmend beeld vertoont als aan de voorwaarden is voldaan; bijv. Leeuwarden-Harlingen, Leeuwarden-Staveren;

0.1.4.2. Op afstand bediend relais blokstelsel, dat niet OARB heet, maar VCVL: vereenvoudigde centrale verkeersleiding. VCVL komt voor op de lijnen Groningen-Delfzijl en Zwolle-Wierden.

De afwezigheid van doorgaande spoorisolatie heeft - in vergelijking met het volledige, in de volgende hoofdstukken beschreven, systeem voornamelijk de volgende nadelen:
- er kan geen ATB worden toegepast,
- spoorstaafbreuk wordt niet gedetecteerd,
- een afgebroken treingedeelte wordt niet gedetecteerd,
- kortstondig uitvallen van de voeding kan het toegelaten zijn van een trein uitwissen; de hiertegen genomen maatregelen blijven in zekere mate van menselijk handelen afhankelijk.

0.1.5. Het zoeken naar goedkope oplossingen heeft voorts geleid tot toepassing van een geheel ander, aan de luchtvaart ontleend, systeem namelijk Centrale Radio Verkeersleiding (CRVL). Dit systeem werkt niet met seinen, maar met verplichte berichtenwisseling waarvan zowel de machinist als de verkeersleider aantekening houden. Het wordt toegepast op de lijn Sauwerd-Roodeschool, en op enkele uitsluitend voor goederenvervoer bestemde baanvakken. Afgezien van het nadeel dat ook hier geen ATB kan worden ingebouwd heeft dit systeem het bezwaar dat het van de op visuele waarneming getrainde machinisten plaatselijk een andere werkwijze en instelling verlangt.

0.2. Afgezien van de klassieke armseinen en de hiervoor genoemde CRVL zijn er vanuit de machinist gezien bij normaal functioneren geen wezenlijke verschillen tussen de verschillende systemen, omdat overal van dezelfde eenduidige lichtseinen gebruik wordt gemaakt.

0.3. Het in de volgende hoofdstukken beschreven volledige systeem wordt toegepast op de vrije baan en de emplacementen van het hoofdnet.

0.4. De beschrijving is voornamelijk geconcentreerd op de basisprincipes, de werking en de betrouwbaarheid. De betekenis en de toepassing van de seinen blijven over het algemeen buiten beschouwing.

0.5. Toegevoegd wordt een summiere beschrijving van het ATB-systeem dat nog niet op alle baanvakken van het hoofdnet is ingevoerd (hoofdstuk 13).

0.6 De aandacht wordt er op gevestigd dat in de practijk hier en daar bijzondere toepassingen en "mengvormen" voorkomen.
De onderhavige algemene uiteenzetting moet uiteraard tot de hoofdtypen beperkt blijven, en dergelijke - overigens niet essentiële - verschillen ter zijde laten.
In voorkomende gevallen zal het altijd van belang blijven ook over de precieze gegevens van de plaatselijke situatie te beschikken.

1. Uitgangspunten van het moderne relais systeem

1.1. Bij spoorwegverkeer met hoge snelheden (max 140 km/uur) en lange remwegen (max 1200 m) is "op zicht" rijden niet mogelijk. Om dergelijk verkeer op veilige wijze te laten plaatsvinden is een beveiligingssysteem nodig,

1.1.1. dat uitgaat van continu door seinen geleid verkeer,

1.1.2. waarbij op de informatie van de seinen absoluut vertrouwd kan worden, en

1.1.3. dat zodanig is ingericht dat een toestemmend sein voor een trein alleen mogelijk is als voorbij dat sein aan alle noodzakelijke veiligheidsvoorwaarden is voldaan.

1.2. Of een beveiligingssysteem aan deze eisen voldoet hangt af van

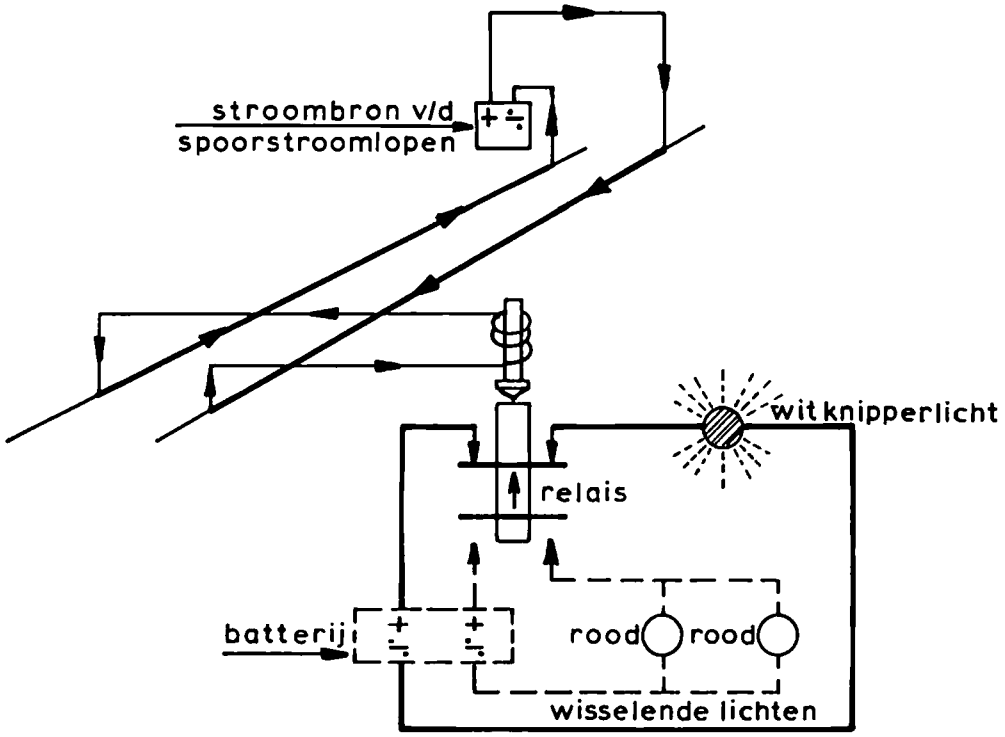
1.2.1. de kwaliteit van de apparatuur, en

1.2.2. de opbouw van de schakelingen, zodanig dat alle nodige veiligheidsvoorwaarden daarin correct zijn verwerkt.

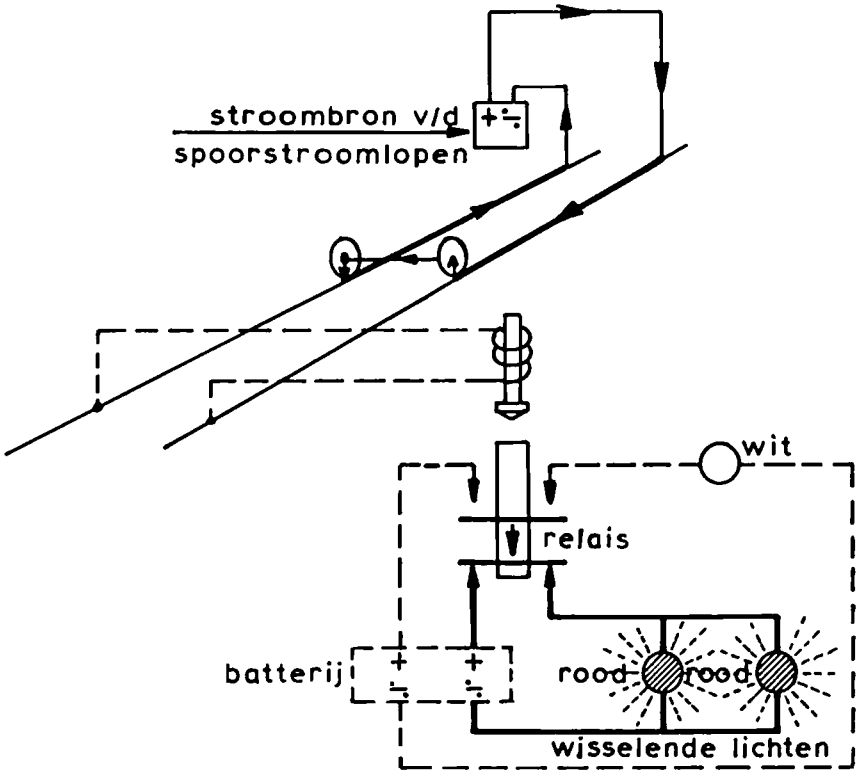
1.3. Of de toepassing van een aldus op zichzelf veilig systeem ook in feite resulteert in voldoende veiligheid hangt onder bepaalde omstandigheden mede af van de mate waarin machinisten en weggebruikers de seinen opvolgen. Het systeem van automatische treinbeïnvloeding (ATB) dat verplichte remmingen automatisch afdwingt, als de machinist deze niet op tijd uitvoert, voorziet in dit aspect van het veiligheidsprobleem voor wat de machinisten betreft, maar voor de weggebruikers bestaat een dergelijke automatische beïnvloeding niet.

2. Geïsoleerde sectie en spoorrelais

2.1. De basis van het systeem is de geïsoleerde sectie in een spoor (afb. 1). Daarmede wordt aangeduid een gedeelte van het spoor, in lengte varierend van 30 tot 1800 m, waarvan beide spoorstaven zijn geïsoleerd, zowel van de aansluitende spoorstaven als onderling, en opgenomen in een eigen stroomloopketen.

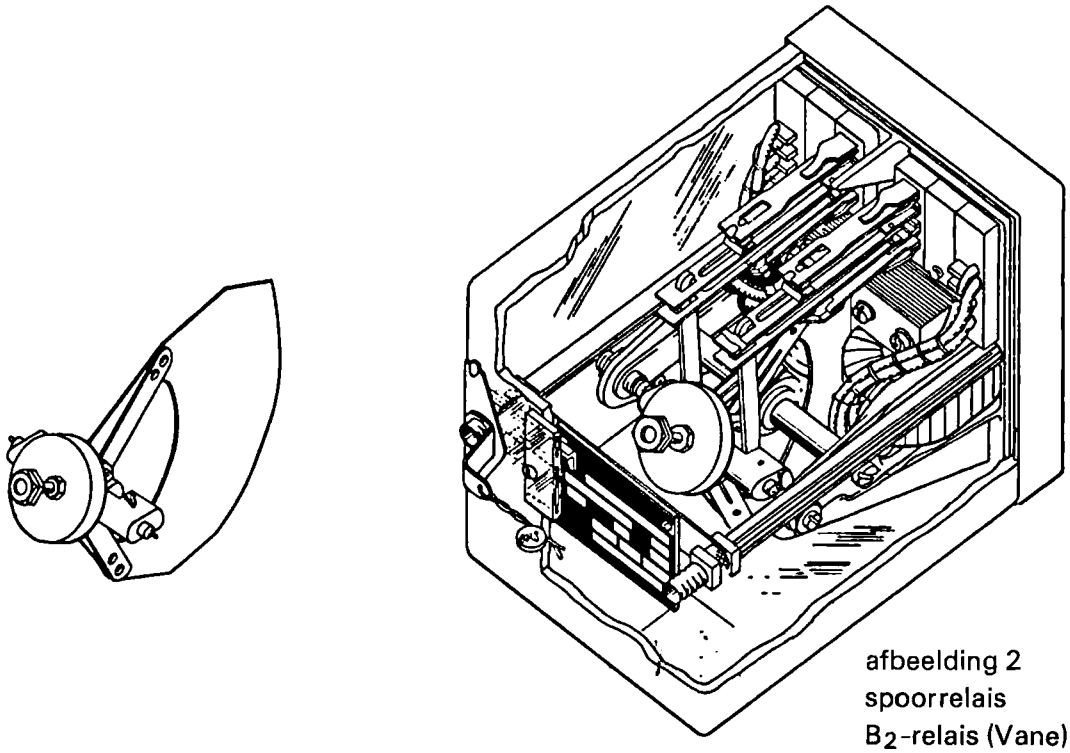


afbeelding 1[a]



afbeelding 1[b]

2.2. Deze stroomloopketen, een "circuit" genoemd, wordt continu door een stroom doorlopen (via een transformator meestal afkomstig van het eigen voedingsnet van NS) hetgeen wordt gecontroleerd door een in dat circuit opgenomen (spoor)relais (afb. 2) waarvan tengevolge van het stroom voeren van het circuit het deel, dat contacten kan bewegen (het zogen. "anker") in opwaartse stand wordt vastgehouden. Wordt het circuit kortgesloten door de assen van een trein, of verbroken door spoorstaafbreuk, het uitvallen van de netspanning, etc., dan wordt het bedoelde relais niet langer door de stroom doorlopen: door het wegvallen van de bekrachtiging "valt het (anker) af", zoals men het meestal noemt, en wel door zijn eigen gewicht.



afbeelding 2
spoorrelais
B_2-relais (Vane)

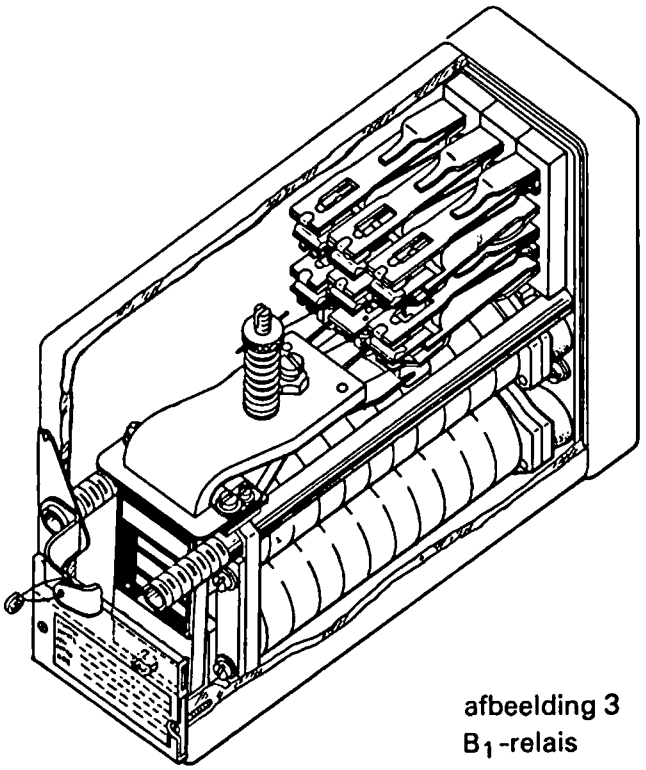
2.3. Het resultaat is: als het spoor bezet is (of als er storing is, zie 9.2.2.), is het spoorrelais af, als het spoor onbezet is (en er is geen storing), dan is het spoorrelais op.

2.4. De gefsoleerde sectie, zoals hier beschreven is typerend voor de basisprincipes volgens welke het systeem is opgebouwd en welke in hoofdstuk 9 nader worden toegelicht.

3. Diverse relais

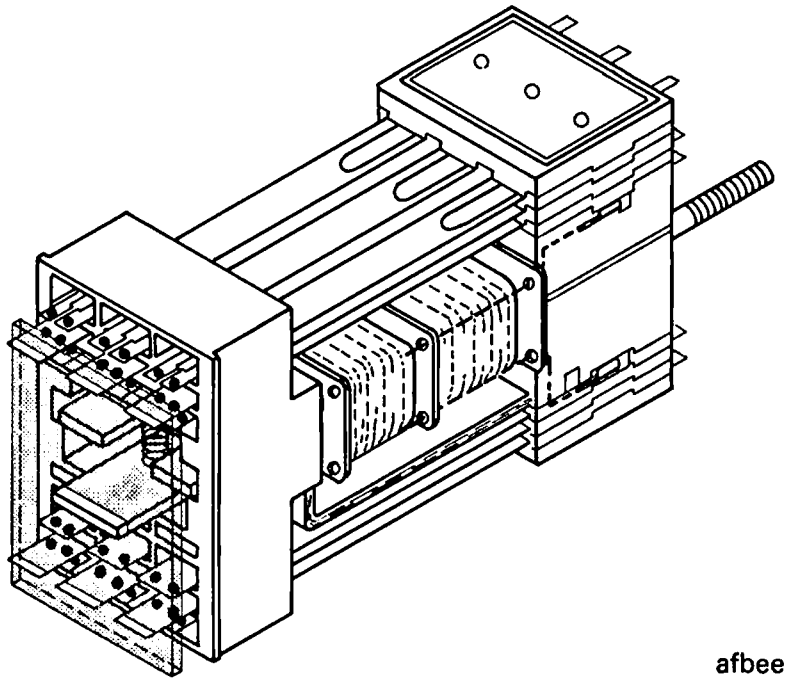
3.1. Behalve van het sub 2.2. genoemde spoorrelais maakt het systeem voorts gebruik van veiligheidsrelais (B-relais) (zie 3.2.) en stuurrelais (J-relais).
Relais zijn in feite electromagnetisch bediende schakelaars met meerdere contacten die, al naar gelang de bekrachtigingsspoelen al of niet door stroom worden doorlopen, twee standen kunnen innemen; te weten: aangetrokken/bekrachtigd/op, resp. afgevallen/onbekrachtigd/af (om de meest gebruikelijke synoniemen voor elke stand te noemen).

3.2. Bij het veiligheidsrelais (B-relais, afb. 3) veroorzaakt het door stroom doorlopen zijn van de spoel de electromagnetische aantrekking, in opwaartse richting, van het beweegbare gedeelte (anker) dat bij verbreking van het circuit ook weer afvalt door zijn eigen gewicht versterkt door een afdrukkende veer. Het anker brengt een aantal kontakten (normaliter 10) in beweging waarmede andere stroomcircuits - al naar de onderlinge schakeling - gesloten of verbroken kunnen worden, waardoor andere relais op hun beurt worden aangetrokken of afvallen. Dit verschaft de mogelijkheid om aan de stand van één relais tegelijkertijd diverse effecten te verbinden, nl. het intreden of uitschakelen van allerlei werkingen.



afbeelding 3
B_1-relais

3.3. Voor het stuurrelais (J-relais, afb. 4) geldt in beginsel hetzelfde. Omdat deze relais uitsluitend voor sturingsdoeleinden worden gebruikt, maar geen veiligheidsgaranties behoeven te geven of te vervullen, zijn ze lichter geconstrueerd: ze moeten wel aan een hoge standaard van bedrijfszekerheid, maar behoeven niet aan de "fail-safe" norm te voldoen, (zie daarvoor hoofdstuk 9).



afbeelding 4
J-relais

3.4. Naast genoemde relais zijn er nog relais, die principieel anders werken, in verband met geheel andere functies, zoals:

3.4.1. Vertragingsrelais, die een bepaalde werking uitstellen: bij AHOB's bijvoorbeeld begint het dalen van de halve bomen 5 sec. later dan het luiden van de bellen en het knipperen van de lichten begint,

3.4.2. Verschillende soorten tijdrelais, en

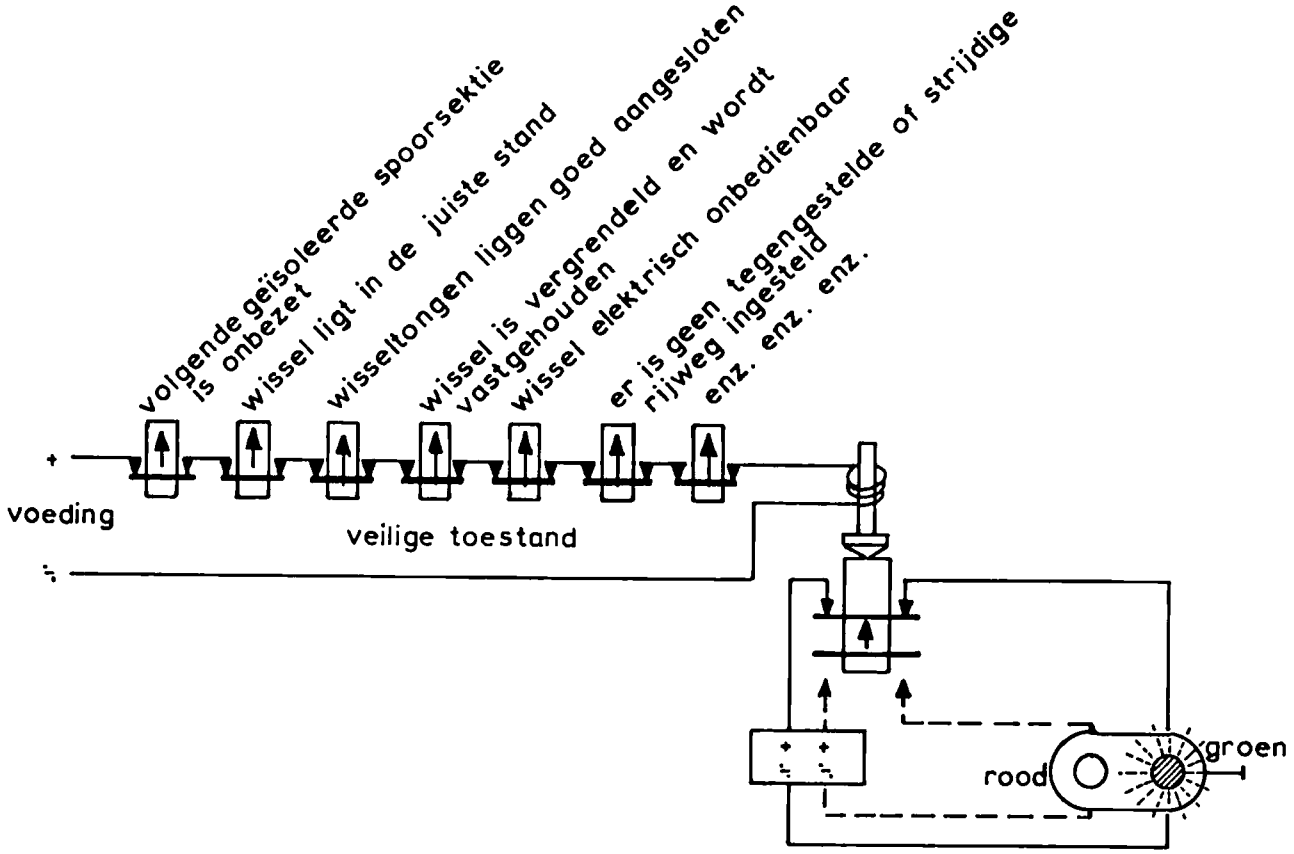
3.4.3. Codegevers: deze zorgen voor hetzij 75 (seinen), 45 (AKI's) of 90 (geel voorwaarschuwingslicht bij overwegen) knipperingen per minuut van een ingeschakeld lichtsein.

3.5. In hoofdstuk 11 wordt uitvoerig op deze relais teruggekomen.

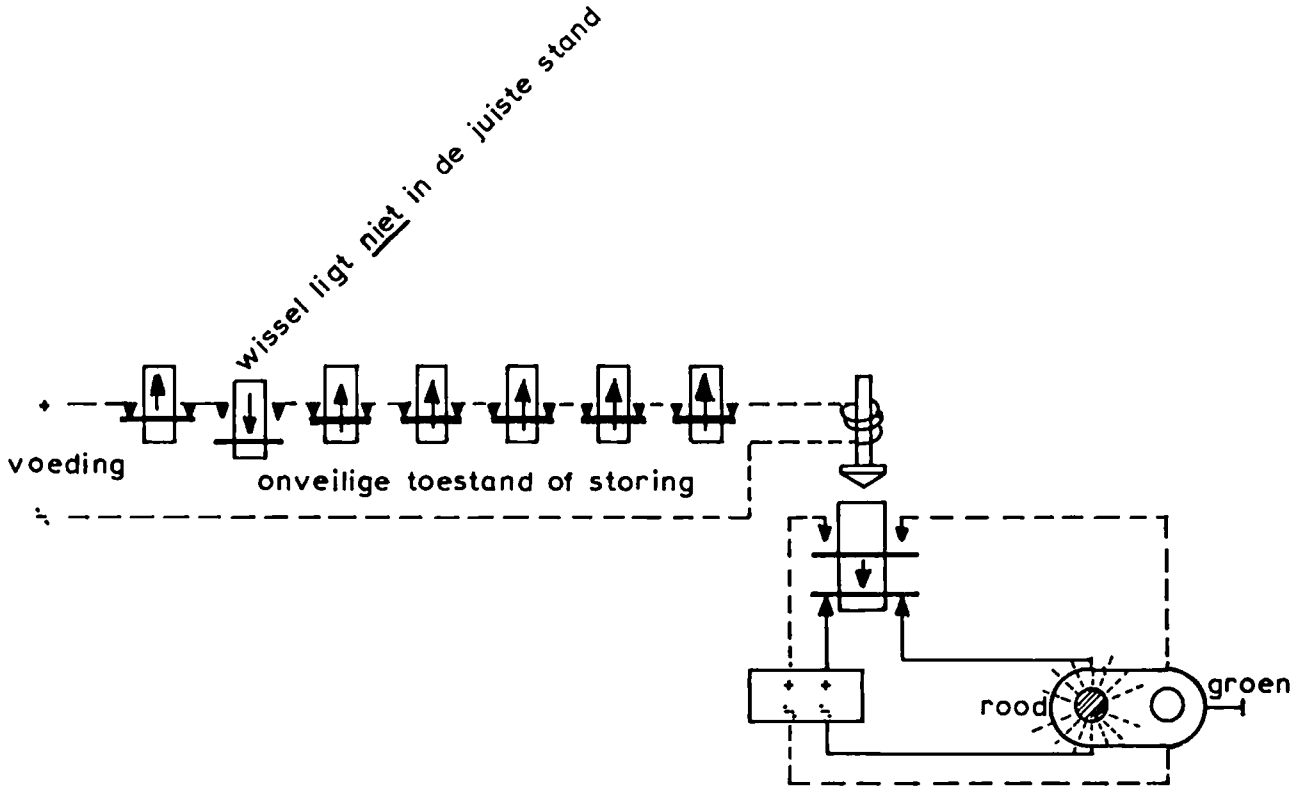
4. De opbouw van de schakelingen

4.1. Door een groot aantal gelijke relais onderling op bepaalde wijzen te verbinden, kan men elk relais een specifieke functie geven. Zo is het mogelijk een willekeurig aantal veiligheidsvoorwaarden in te bouwen, van welks vervuld zijn het branden van (bijv.) een groen sein of een wit knipperlicht in een AKI afhankelijk is.
Op die manier kan men elk buitengebeuren, dat van belang is door een relais laten controleren en vertalen in een voorwaarde waarvan andere werkingen afhankelijk zijn.

4.2. Daartoe wordt het vervuld zijn van elke voorwaarde hetzij gecontroleerd door een contact dat, zodra aan de voorwaarden is voldaan, een apart stroomcircuit sluit dat een controlerelais doet aantrekken, hetzij rechtstreeks afgeleid van de aangetrokken of afgevallen stand van een ander relais. Contacten van deze relais tezamen zijn zodanig geschakeld dat wanneer zij alle in de vereiste stand gekomen zijn een "verzamelcircuit" onder stroom komt, (afb. 5) dat de bekrachtiging veroorzaakt van een relais (het (sein-)bedieningsrelais), dat in aangetrokken stand het groene sein (of het witte knipperlicht bij een overweg) en in afgevallen stand het rode sein (of de rode knipperlichten bij een overweg) doet branden. Zodra aan één der voorwaarden niet voldaan is, valt het desbetreffende controlerelais af, raakt het verzamelcircuit verbroken en valt het seinbedieningsrelais af, waardoor in het betreffende sein het groene licht dooft en het rode gaat branden.



afbeelding 5[a]



afbeelding 5[b]

4.3. Hier volgen enige voorbeelden van veiligheidsvoorwaarden waarvan het vervuld zijn op bovenstaande wijze verzekerd pleegt te worden voordat een groen sein kan branden:

4.3.1. de sectie of het blok (een aantal secties) achter het sein is vrij;

4.3.2. het sein dat toegang geeft tot de volgende sectie of het volgende blok toont geel of groen;

4.3.3. toegang tot de sectie vanuit tegenovergestelde richting wordt door seinen verboden;

4.3.4. alle wissels in de sectie liggen in de beoogde stand;

4.3.5. alle wissels in de sectie zijn electrisch onbedienbaar (vergrendeld);

4.3.6. de tongen van deze wissels liggen goed d.w.z. de ene "sluit goed aan" en de andere ligt "ver genoeg open";

4.3.7. een bediende overweg in de sectie is gesloten.

4.4. Uiteraard zouden veel meer voorbeelden te noemen zijn en is de opzet van het systeem hiervoor zo eenvoudig mogelijk weergegeven. Vooral op een emplacement kunnen de door relais gecontroleerde complexen van onderlinge uitsluitingen honderden met elkaar verband houdende relais omvatten, hetgeen samenhangt met het instellen van rijwegen (met automatische sturing van wissels en seinen en de controle daarop). Daardoor ondergaan de factoren die op de beschreven wijze ter voldoening aan één veiligheidsvoorwaarde gecontroleerd moeten worden een enorme uitbreiding en variatie.

5. <u>Automatisch blokstelsel: "bediening" door de treinen</u>

5.1. De eenvoudigste toepassing van het systeem is die van het automatische blokstelsel op een voor het berijden in één richting bestemd gedeelte van "de vrije baan" (d.w.z. een stuk spoorlijn tussen twee stations).

5.2. Hierbij wordt het vrije baan traject tussen de stations A en B verdeeld in bijvoorbeeld 10 stukken ("blokken") van elk circa anderhalve kilometer lengte, die soms meerdere secties bevatten, die onderling van elkaar geïsoleerd zijn en op onbezet zijn worden gecontroleerd door in het eigen circuit opgenomen spoorrelais, als beschreven onder 2. Daarbij wordt de toegang tot elk volgend "blok" door een sein beveiligd.

5.3. De schakelingen zijn nu zodanig opgebouwd, dat voor elk blok het toegang gevende sein groen toont tenzij:

5.3.1. het blok (blok 1) bezet is door een trein: het toegang-gevende sein toont dan rood of

5.3.2. het op blok 1 volgende blok (blok 2) bezet is door een trein en blok 1 niet (meer):
het toegangssein tot blok 1 toont dan geel en het toegangssein tot blok 2 toont dan rood.

5.4. De betekenis van geel is: snelheid verminderen en rekenen op stoppen voor het volgende sein. De opzet is dat, indien een trein in blok 2 blijft staan, een achteropkomende trein in blok 1, dus vóór het rood tonende toegangssein van blok 2 tot stilstand kan komen; er komt dan nooit méér dan één trein in één blok; zodra de eerste trein blok 3 binnenrijdt en blok 2 verlaat "schuiven" de seinbeelden achter de trein "op": het toegangssein tot blok 3 wordt nu rood en het toegangssein tot blok 2 geel, terwijl het toegangssein tot blok 1 weer groen wordt. Volgt een trein op één blok afstand een andere, dan rijdt die tweede trein elk volgend blok met matige snelheid (het sein stond geel) binnen. Volgt een trein op twee blokafstanden, dan kan hij elk volgend blok met volle snelheid binnenrijden, omdat de toegang gevende seinen tot elk volgend blok tijdig van geel in groen veranderd zijn, indien tenminste de eerste trein ook normaal doorrijdt.

5.5. In dit systeem vindt geen seinbediening door personeel plaats: alleen de treinen "bedienen" de seinen, afgezien uiteraard van de reeds in 2.2. genoemde effecten van spoorstaafbreuken en andere storingen, die het sein van het desbetreffende blok in rood, en dus dat van het voorafgaande blok in geel doen veranderen. Verder is natuurlijk de eis dat voldaan is aan alle veiligheidsvoorwaarden, zoals de juiste ligging van bruggen en wissels, in de schakelingen ingebouwd.

5.6. De essentie van automatisch blok is dus dat een sein groen toont, tenzij niet aan alle ingebouwde, bij dat seinbeeld vereiste, veiligheidsvoorwaarden is voldaan. Alleen het laatste bloksein vóór een station is in beginsel geel, omdat het inrijsein van het station dat daarachter nog volgt normaliter rood toont.

5.7. Even eenvoudig is de situatie, die dubbelspoorbeveiliging genoemd wordt: een baanvak met twee sporen, waarvan elk spoor voor één rijrichting beveiligd is met een automatisch blokstelsel.

6. Toepassingen met centrale bediening

6.1. De uiterste tegenstelling, uit een oogpunt van bediening, tot de in hoofdstuk 5 beschreven toepassing, vormt de NX-beveiliging (entrance-exit) op een emplacement. Hier tonen de seinen rood tenzij:

6.1.1. een bedieningshandeling (instellen van een rijweg) heeft plaatsgevonden, en

6.1.2. aan alle bij een toestemmend seinbeeld vereiste veiligheidsvoorwaarden is voldaan.

6.2. Daarnaast doen zich mengvormen voor, waarbij het groene seinbeeld ten dele van een bedieningshandeling afhankelijk is, maar overigens automatisch tot stand komt zoals bij het automatische blokstelsel (hoofdstuk 5). Belangrijkste voorbeelden:

6.2.1. Een enkelsporig baanvak met automatisch blokstelsel, dat afwisselend in beide richtingen bereden moet kunnen worden. Hier tonen alle seinen in beide richtingen groen, totdat een rijweg naar dit baanvak wordt ingesteld: door die handeling gaan alle blokseinen voor de tegengestelde richting rood tonen.
In de ingestelde rijrichting tonen dan alle seinen groen. De hiervoor beschreven begintoestand, waarbij alle seinen voor beide richtingen groen tonen, wordt achter de trein weer hersteld, met dien verstande dat een voor de westelijke richting bestemd bloksein achter een oostwaarts rijdende trein pas weer groen wordt, nadat die trein het ten westen van dat sein liggende blok heeft verlaten. In sommige gevallen, afhankelijk van de onderlinge plaats der seinen, moet de trein nog één blok verder oostwaarts zijn gereden, alvorens datzelfde sein voor de westelijke richting weer groen wordt.

6.2.2. Dubbel-enkelspoor beveiliging: een dubbelsporig baanvak waarvan elk spoor beveiligd is als een enkelsporig baanvak met automatisch blokstelsel, dat in beide richtingen bereden moet kunnen worden: per spoor geldt het gestelde onder 6.2.1.

6.2.3. Beveiligd linkerspoor: een dubbelsporig baanvak, waarvan elk spoor voor het berijden in één richting met automatisch blokstelsel is beveiligd (rechtsrijdend), maar tevens is ingericht voor het berijden in tegengestelde richting zonder blokindeling; na instelling door middel van een aparte schakelaar van de tegengestelde rijrichting over het linkerspoor tonen alle blokseinen voor de normale richting rood en worden alle aankondigingssecties voor overwegen voor de normale richting overbrugd. Daarna kan pas een uitrijsein in de richting van het linkerspoor bediend worden.
Er kan dan slechts één trein tegelijkertijd op dit linkerspoor in de abnormale richting worden toegelaten, omdat dit in de abnormale richting één blok vormt.

6.3. Het is mogelijk dat een aantal stations met NX-beveiliging, waartussen een aantal baanvakken (met automatisch blokstelsel, daarbij al of niet ingericht met bijv. dubbelenkelspoor) ligt, tezamen van uit één punt bediend worden van waaruit dan ook de instelling van de rijrichtingen tussen die stations geschiedt:
dan is er sprake van Centrale Verkeersleiding (CVL).

6.4. Het is niet noodzakelijk om alle in de praktijk voorkomende varianten in detail te beschrijven, omdat daarmee geen essentiële verschillen gemoeid zijn. Voor een goed begrip van de werking van het systeem is het voldoende om de werking van de in 6.1. genoemde NX-beveiliging op een emplacement nader te beschouwen.

7. De bediening van NX-beveiliging op een station

7.1. De bediening van deze beveiliging geschiedt door het op het tableau van een bedieningstoestel instellen van rijwegen door de treindienstleider en zijn assistenten.

7.2. Het tableau is een paneel met een grote schematische weergave van het emplacement, in welk schema een aantal bedieningsknoppen en verklikkerlampjes is ingebouwd in overeenstemming met de plaats, die de installaties/secties, waarop deze betrekking hebben, in werkelijkheid innemen (soms zijn de informatiefunctie omtrent het buitengebeuren en de bedieningsfunctie gescheiden: men heeft dan een afzonderlijk "kijktableau" en een "bedieningspaneel").

7.3. Door het achtereenvolgens indrukken van één beginknop en één eindknop wordt dan één bepaalde route over het stationsemplacement in één richting berijdbaar gemaakt voor één treinbeweging. Daartoe gebeurt dan - als gevolg van die bedieningshandelingen - in zijn eenvoudigste vorm weergegeven, automatisch het volgende (aangenomen dat nog geen andere bedieningshandelingen, resp. treinbewegingen, hebben plaatsgevonden):

7.3.1. Alle in de rijweg gelegen wissels worden in de voor die rijweg juiste stand gestuurd;

7.3.2. De ingestelde rijweg wordt voor de aangegeven richting "vastgelegd" d.w.z. dat de stand van de wissels in déze rijweg niet meer door het instellen van een andere, met de eerste strijdige, rijweg beïnvloed kan worden;

7.3.3. Er wordt gecontroleerd of de wissels in de juiste stand gekomen zijn, of de tongen goed liggen, en of de "vastlegging" - zie 7.3.2. - gerealiseerd is;

7.3.4. Als resultaat van dit alles trekt het seinstuur-relais aan, waardoor in het sein dat de toegang tot de ingestelde rijweg beheerst groen licht (of een ander toestemmend seinbeeld - zie 7.6) getoond wordt;

7.3.5. Het in 7.3.4. genoemde seinstuurrelais stelt tegelijkertijd de wisselvasthouding in werking.
Dit betekent dat de wissels in de ingestelde rijweg nog een bepaalde tijd (bijv. 2 minuten) gefixeerd blijven, ook al zou het in 7.3.4. bedoelde sein om welke reden ook (herroeping, zie 7.5, of storing) onmiddelijk weer rood worden. Een trein die het groene sein nadert en plotseling door rood verrast wordt en doorrijdt, treft dan toch de bij groen behorende rijweg nog onveranderd aan.

7.4. De normale wijze waarop een ingestelde rijweg weer vrijkomt, is dat deze in de aangegeven richting door een trein wordt "afgereden". Elke sectie die deze trein achter zich laat, komt weer vrij: per sectie eindigt dan de vasthouding van de wissels, in die sectie gelegen, zoals omschreven in 7.3.2. en 7.3.5. Men noemt dit "sectie-gewijze vrijmaken".

7.5. Ingeval van herroeping van een sein (hetgeen wil zeggen dat het veilig staande sein dat toegang geeft tot de ingestelde rijweg door een afzonderlijke bedieningshandeling alsnog op rood wordt gezet) kunnen met de nu vervallen rijweg strijdige rijweginstellingen pas tot stand worden gebracht na een bepaald tijdsverloop na de herroeping, dat meestal op 2 min. is bepaald. Soms wordt een voorziening ingebouwd die de in 7.3.5. bedoelde vasthouding na herroeping alleen in stand houdt, indien op dat ogenblik een trein reeds binnen remweg-afstand tot het herroepen sein genaderd is.

7.6. Of het tot de ingestelde rijweg toeganggevende sein groen of geel toont hangt af van de stand van het volgende sein: toont dat rood dan kan eerstbedoeld sein geen "beter" seinbeeld dan geel tonen.
Ook kan soms door een bijzondere bediening van het toegang gevende sein een geel flikkerend licht (sein 214 SR) getoond worden, ten einde tot de ingestelde rijweg in dezelfde richting nog een tweede trein te kunnen toelaten, bijvoorbeeld om met de eerste te combineren; dit sein betekent dat met zeer gereduceerde snelheid op zicht moet worden gereden, en dat op reeds bezet spoor moet worden gerekend.

8. Automatische Beveiligingsinstallaties bij overwegen

8.1. Bij NS worden twee vormen van automatische beveiligingsinstallaties bij overwegen toegepast, die normaliter de volgende beelden opleveren:

8.1.1. De Automatische Knipperlicht Installatie (AKI) toont aan het wegverkeer een wit knipperend licht als er géén trein nadert; hij toont twee rode alternerend knipperende lichten en doet bellen luiden als een trein nadert;

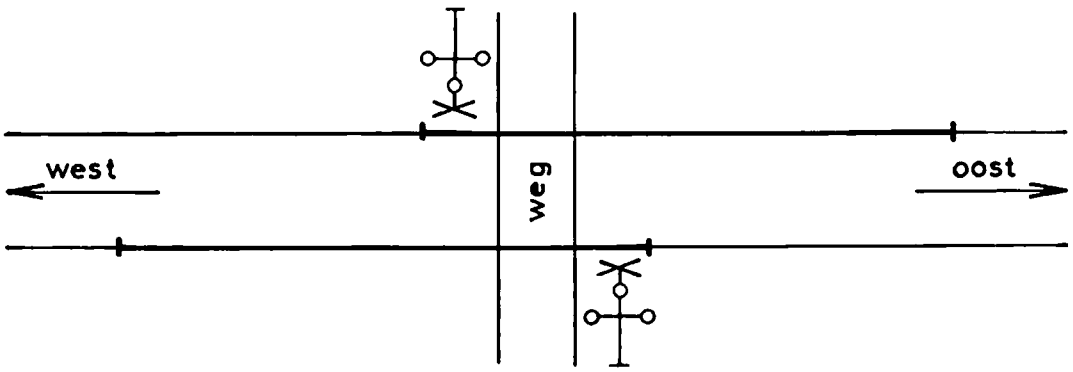
8.1.2. De Automatische Halve Overwegbomen (AHOB)

- heeft halve bomen in verticale stand staan zonder enig licht als er geen trein nadert,
- toont voor het wegverkeer alternerend knipperende rode lichten en doet bellen luiden, na ca. 5 sec. gevolgd door het dalen der bomen, als er wel een trein nadert.

8.2. Beide installaties zijn identiek voor zover betreft de toepassing van geïsoleerde secties (aankondigingssecties) en relaissystemen die ertoe leiden dat een naderende trein het overwegrelais doet afvallen, waardoor de waarschuwingsbeelden aan het wegverkeer getoond worden.
Het verschil in beeld ten opzichte van het wegverkeer maakt alleen noodzakelijk aan dat afvallen van het overwegrelais onderling verschillende effecten te verbinden. Afgezien daarvan, en van het nog te noemen verschil in aankondigingstijd (8.7) kan echter voor beide installaties met één beschrijving worden volstaan.
Voorts zal gemakshalve het branden van de rode lichten, het luiden van de bellen en het dalen van de bomen samengevat worden in de uitdrukking "in werking treden van de installaties" hoewel dit minder juist is: immers, de installatie "werkt" in principe altijd, (zie hoofdstuk 9, speciaal punt 9.2.2.).

8.3. De eenvoudigste situatie: <u>dubbelspoorbeveiliging op de vrije baan.</u>
Hieronder wordt verstaan een dubbelsporig baanvak, waarvan elk spoor is voorzien van een beveiliging voor het rijden in één richting (vgl 5.7.), hetgeen voor automatisch beveiligde overwegen betekent dat in elk spoor slechts aan één zijde van de overweg een aankondigingssectie is aangebracht, waarvan het spoorgedeelte in de overweg deel uitmaakt.

Schematisch weergegeven: afb. 6

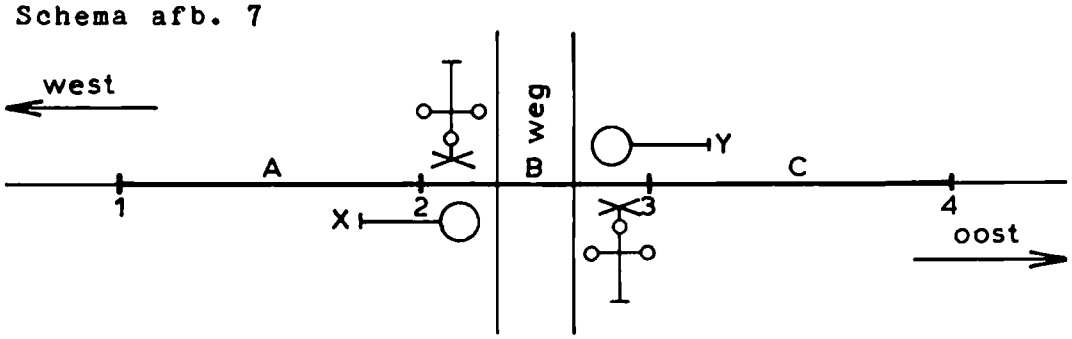


afbeelding 6

Elk spoor is slechts met één lijn aangegeven; de verdikking van die lijn geeft de aankondigingssectie weer, die door een geïsoleerde las - met een dwarsstreepje getekend - van het overige spoor wordt gescheiden. De aankondigingssectie wordt gecontroleerd door een spoorrelais, dat afvalt zodra de voorste as van een trein het circuit kortsluit: zie de beschrijving in hoofstuk 2. Het spoorrelais is zodanig geschakeld, dat het afvallen daarvan het afvallen van het overwegrelais veroorzaakt. Dit leidt dan tot de uitschakeling van het witte licht in de AKI en tevens tot de inschakeling van de rode lichten en de bellen, vgl. 4.1 en 4.2. Zodra de laatste as van de trein de isolatielas voorbij de overweg passeert trekt het spoorrelais van deze aankondigingssectie weer aan, waardoor het overwegrelais weer wordt aangetrokken, de witte lichten weer gaan branden, etc., tenzij inmiddels een trein uit de tegengestelde richting de andere aankondigingssectie zou hebben bereikt, waardoor het overwegrelais afgeschakeld en dus de installatie in werking blijft.

8.4. Enkelspoor, voor beide richtingen beveiligd (vgl. 6.2.1.).

8.4.1. Schema afb. 7



afbeelding 7

In deze situatie moet de overweginstallatie geactiveerd worden zowel indien de trein oostwaarts rijdt - dan is sectie A de aankondigingssectie - als wanneer hij westwaarts rijdt en sectie C de aankondigingssectie is.
Maar in beide gevallen moet de activering eindigen zodra de laatste as de middensectie (sectie B) heeft verlaten, ondanks het feit dat dan sectie C (west-oost) resp. sectie A (oost-west) nog door de trein wordt bereden (kortgesloten).

8.4.2. Dit wordt aldus bereikt:
De rijrichting is ingesteld voor een trein náar oost, zie 6.2.1.

Tijdstip 1:

Als de trein oostwaarts met de voorste as las 1 passeert valt AR, het spoorrelais van sectie A, af.
AR is zodanig geschakeld dat hierdoor tegelijkertijd:
- XR ("crossing relais", het overwegrelais) afvalt, gevolg: rode lichten etc.
- COR (overbruggingsrelais voor sectie C) opgebracht wordt.

Tevens wordt een tijdrelais (T) als bedoeld in 3.4.2. spanningloos.

Tijdstip 2:

De voorste as passeert las 2, waardoor BR (relais van sectie B) afvalt. BR is zodanig geschakeld dat hierdoor tegelijkertijd:
- XR af blijft
- COR aangetrokken blijft
- T spanningloos blijft

} zelfs al zou de trein (bv. een losse locomotief)sectie A inmiddels al verlaten hebben.

Tijdstip 3:

De voorste as passeert las 3, waardoor CR (relais van sectie C) afvalt.
CR is zodanig geschakeld dat indien die toestand reeds bestond ten tijde van het afvallen van CR - hierdoor tegelijktijd:
- COR aangetrokken blijft,
- de sturing van sein Y (dat toegang geeft tot B in de richting oost-west) onderbroken blijft, waardoor het sein rood blijft, en het daaraan voorafgaande hoogstens geel toont,
- T spanningloos blijft.

Tijdstip 4:

De laatste as passeert las 3, waardoor BR weer opkomt. Omdat COR aangetrokken blijft (zie tijdstip 3) kan nu ondanks het nog bezet zijn van setie C toch XR weer opkomen, waardoor de activering eindigt.
- T komt onder spanning.
- De sturing van sein Y blijft onderbroken; toelichting:
  in deze enkelspoorsituatie is het nodig te voorzien in de mogelijkheid, dat een trein, die normaal west-oost rijdt, alvorens sectie C te verlaten "gevolgd" wordt door een storing in die sectie, waardoor deze blijvend zou worden overbrugd en dus geen aankondiging zou geven als inmiddels vanuit de andere richting een trein zou naderen.
  Tegen dit gevaar keert zich de blijvende onderbreking van de sturing van sein Y, waardoor de veronderstelde tegentrein voor geel en vervolgens rood komt, zolang althans COR aangetrokken blijft.

Tijdstip 5:

De laatste as passeert las 4:
CR komt op,
COR valt af.
De sturing van sein Y wordt niet langer onderbroken (althans niet uit dezen hoofde, zie 6.2.1. slot).

8.4.3. Het hiervoor beschreven tijdrelais T, dat zodanig pleegt te zijn afgesteld, dat de beoogde werking intreedt zodra het ongeveer 5 minuten achtereen spanningloos is geweest, is gekoppeld aan het overwegrelais en dient ertoe:

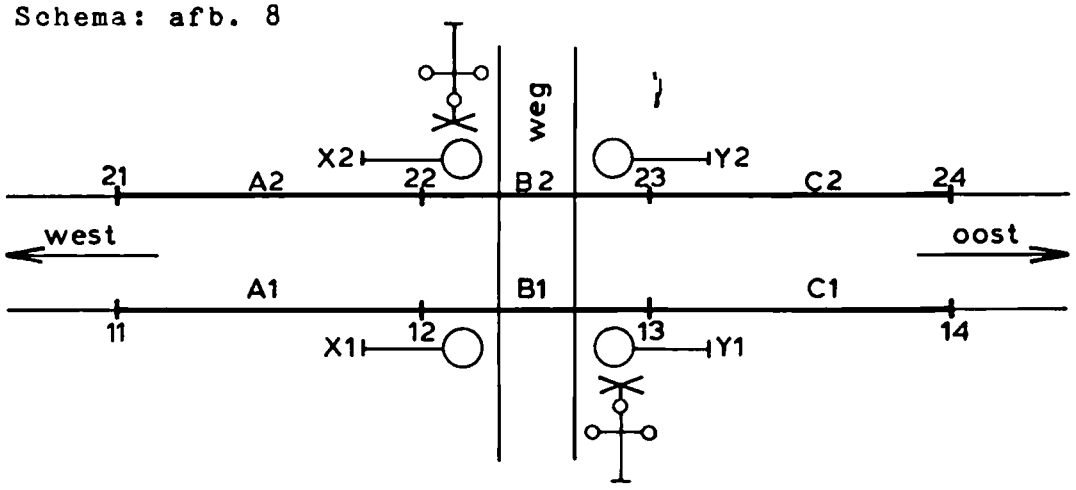
8.4.3.1. om aan de post die de treinenloop op het baanvak beheerst te signaleren indien er abnormaal veel tijd verloopt zonder dat de overweg weer in de rusttoestand komt, hetzij doordat een trein in een der secties blijft staan, hetzij doordat een storing de installatie in werking deed treden: in beide gevallen moeten er immers maatregelen worden genomen ter regeling van de treindienst en eventueel van het wegverkeer, en/of ter opheffing van de storing, en

8.4.3.2. om de bellen, en eventueel ook voorwaarschuwingslichten af te schakelen, teneinde een noodstroomvoorziening bij langdurige storing langer in werking te houden door beperking van het stroomgebruik.

8.4.4 Waar geen storingsmelding is (vlg 11.4.3.1., 11.4.4. en punt -8- en -12- bij relatieoverzicht in 12.4.) is de afschakeling de enige functie van T.

8.5. Dubbel enkelspoor (vgl. 6.2.2.)

8.5.1. Schema: afb. 8



afbeelding 8

In deze situatie wordt de overweginstallatie geactiveerd door alle treinen, die in welke richting ook een spoor berijden. Het scenario is dan als beschreven in 8.4. met dien verstande dat:

8.5.2.1. XR niet opkomt volgens dat scenario als inmiddels een trein op het andere spoor een aankondigingssectie binnenrijdt, en

8.5.2.2. T in dat geval na tijdtstip 4 ook spanningloos blijft; voor het vervullen van de voor storingsmelding benodigde tijd worden de passagetijden van de opeenvolgende treinen dus "bijeengeteld", indien de volgende trein reeds de aankondigingssectie binnenrijdt vóórdat de vorige trein de middensectie geheel verlaten heeft.

8.6. Diverse andere situaties

8.6.1. Al naar gelang ter plaatse het beveiligingssysteem verschillend is ingericht (vgl. diverse varianten in hoofdstuk 6) kunnen zich ook verschillende varianten voordoen m.b.t. de inrichting van de overweginstallatie en daarmee hangt samen dat er soms een tweede tijdrelais (T2) moet worden toegepast ter voorziening in het veiligheidsprobleem dat gesignaleerd werd bij tijdstip 4 onder 8.4.2. en waarin de blijvende onderbreking van de sturing van sein Y voor die situatie voorzag.

8.6.2. Er zijn namelijk dubbelspoorsituaties (zie 5.7.) die niet voorzien zijn van linkerspoorbeveiliging (zie 6.2.3.) maar waar niettemin overwegen zijn ingericht op het berijden in twee richtingen.
Het voordeel is dat, indien aldaar onder de waarborgen, vervat in het Dienstreglement bedoeld in art. 6 Spoorwegwet, met lastgeving van de treindienstleider "Verkeer Spoor" gereden wordt, die overwegen met normale snelheid bereden kunnen worden. Hier kan niet van onderbreking van seinsturing gebruik gemaakt worden om de verkeerd spoor rijdende trein op te houden voor of in een ten onrechte overbrugde sectie C.

8.6.3. Stel dat het spoor bedoeld in 8.4.2. alleen beveiligd is voor de richting west-oost, maar dat de overweg wel is ingericht voor het berijden in twee richtingen, met toepassing van T2 ter voorziening in het hier bedoelde probleem, dan kan de werking aan een normale treinbeweging van west naar oost volgens hetzelfde scenario als in 8.4.2. gedemonstreerd worden, waarbij we het tijdrelais genoemd in 8.4.2. verder T1 noemen:

Tijdstip 1:

Als 8.4.2.; behalve T1 wordt ook T2 spanningloos.

Tijdstip 2:

Als 8.4.2.; behalve T1 blijft ook T2 spanningloos.

Tijdstip 3:

Als 8.4.2., m.d.v. dat er geen sein Y is; behalve T1 blijft ook T2 spanningloos.

Tijdstip 4:

Als 8.4.2. , m.d.v. dat er geen sein Y is;
T1 komt dus onder spanning, maar T2 blijft nu spanningloos; zie de bij tijdstip 4 in 8.4.2. gegeven toelichting bij de onderbreking van de seinsturing.
Als nu de trein in sectie C blijft staan, of vóór het uitrijden door storing in die sectie "gevolgd" wordt, en de overbrugging van die sectie daardoor langer dan 5 minuten aanhoudt, dan doet T2 opnieuw het overwegrelais afvallen, waardoor de installatie weer in werking treedt, T1 spanningloos wordt en wéér 5 minuten later voor storingsmelding en afschakeling zorgt (zie 8.4.3.).

Tijdstip 5:

Als 8.4.2., m.d.v. dat T2 nu ook onder spanning komt.

8.6.4. Ook voor T2 geldt in deze dubbelspoorsituatie het gestelde in 8.5.2.2. dat, indien vóórdat de derde sectie vrijkomt inmiddels het overbruggingsrelais van het andere spoor wordt opgebracht, de tijden bijeengeteld worden.

8.7 De lengte van de aankondiging

Deze wordt afgestemd op de hoogste ter plaatse geoorloofde snelheid. Daartoe wordt bij een haakse kruising de lengte van de secties zodanig bepaald, dat een trein die met die snelheid de overweg nadert

8.7.1. een AKI activeert tenminste 20 seconden (bij enkelspoor) resp. 23 seconden (bij dubbelspoor) voordat hij de overweg bereikt;

8.7.2. een AHOB activeert tenminste 22 seconden (bij enkelspoor) resp. 25 seconden (bij dubbelspoor) voordat hij de overweg bereikt; bij de AHOB beginnen de bomen te dalen 5 seconden na de activering , en het dalen duurt ± 12 seconden; daarna duurt het dus nog 5 resp. 8 seconden voor de trein op de overweg is, tenzij het langer duurt omdat de trein langzamer rijdt dan ter plaatse geoorloofd is.

Een minder gunstige kruisingshoek of een groter aantal sporen geeft aanleiding tot een langere aankondiging.

9. Basisprincipes: Rust-stroom-principe; "fail-safe" beginsel

9.1. Indien een sectie in rust is, d.w.z. dat er geen treinverkeer in deze sectie is, dan mag een sein dat toegang geeft tot deze sectie geel of groen tonen, dit laatste als het volgende sein ook minstens geel toont.
Moet echter gevaar gesignaleerd worden, c.q. een verbod tot inrijden van de sectie gegeven worden, omdat

9.1.1. de sectie door een trein bezet wordt,

9.1.2. een tegengestelde rijrichting voor de sectie is ingesteld,

9.1.3. een wissel verkeerd ligt of niet goed aansluit,

dan moet het sein rood tonen. In vrijwel alle gevallen zal ook een gebroken spoorstaaf het seinbeeld rood ten gevolge hebben.

9.2. Nu kan men bij het ontwerp van het systeem uitgaan van twee tegengestelde gedachtengangen.

9.2.1. Men kan uitgaan van de gedachte, dat de detectie van een der feiten, genoemd in 9.1. moet leiden tot het sluiten van een stroomcircuit, dat zorgt voor een onveilige signalering, d.w.z. een rood sein;
m.a.w. voor de signalering van het feit dat de situatie niet in rust is, moet een stroomloop gecreëerd worden. Men noemt dit uitgangspunt het "arbeidsstroom-principe". Het nadeel hiervan is, dat defecten in beginsel kunnen resulteren in de onmogelijkheid tot signalering van een reëel gevaar.

9.2.2. Men kan ook uitgaan van de gedachte dat voor de bij een rusttoestand geoorloofde veilige signalering een stroomloop nodig is, die afhankelijk is van de continue controle door andere stroomlopen van het vervuld zijn van alle noodzakelijke voorwaarden; m.a.w.: de rusttoestand houdt constant een aantal circuits onder stroom, die de veilige signalering in stand houden. Dit uitgangspunt wordt genoemd het "rust-stroom-principe". Het nadeel hiervan is, dat storingen, ook als ze onbelangrijk zijn, leiden tot stagnatie door signalering van gevaar dat er niet is.
Maar het voordeel is, dat voor de signalering van onveiligheid de enkele afwezigheid van de stroomloop voldoende is, en dat alle mankementen en storingen inderdaad tot onveilige signalering leiden.

9.2.3. De in hoofdstuk 2 beschreven geïsoleerde sectie, gecontroleerd door het spoorrelais, vormt een duidelijke toepassing van het vorengenoemde ruststroomprincipe.

9.3. Het ruststroomprincipe is één van de principes, die beschikbaar zijn om een "fail-safe" beveiligingssysteem te realiseren.
Een beveiligingsinstallatie wordt "fail-safe" genoemd, wanneer iedere (ver)storing, hetzij in het systeem optredend, hetzij van buitenaf de werking van het systeem beïnvloedend, zich zal manifesteren door het tonen van meer restriktieve seinbeelden.

9.4. In de beveiligingsapparatuur zijn in vele gevallen "intrinsiek fail-safe" componenten toegepast. Een component wordt "intrinsiek fail-safe" genoemd, wanneer de constructie zodanig is, dat het optreden van bepaalde gedefinieerde fouttoestanden c.q. defekten onmogelijk mag worden geacht.

9.5. Een spoorwegbeveiligingsinstallatie zou in absolute zin fail-safe zijn indien tenminste:

9.5.1. Bij het tonen van welk toestemmend seinbeeld dan ook met alle voor de veiligheid relevante omstandigheden rekening gehouden zou zijn;

9.5.2. Alle toegepaste componenten, of intrinsiek fail-safe zouden zijn, dan wel d.m.v. intrinsiek fail-safe componenten gecontroleerd zouden worden onder gebruikmaking van het ruststroomprincipe.

Eerstgenoemde voorwaarde garandeert dat de installatie bij normaal funktioneren nooit toestemming zal kunnen geven tot het uitvoeren van enige onveilige treinbeweging, terwijl de tweede voorwaarde ervoor zorgt dat, in geval van storing altijd een restriktiever seinbeeld getoond wordt.

9.6. In die absolute zin is verwezenlijking van het fail-safe principe onmogelijk.
Het beveiligingssysteem van NS is echter in beginsel op het ruststroom-principe gebaseerd en in hoge mate volgens het fail-safe beginsel opgebouwd.
In de volgende hoofdstukken wordt uiteengezet hoe en in welke mate het fail-safe principe door NS wordt verwezenlijkt en volgens welke overwegingen, alsmede wat dit betekent voor de vaststelling van storingen zowel als van de oorzaken daarvan, en voor de beoordeling van beweerde storingen.

10. Bedrijfseisen te stellen aan beveiligingsinstallaties

10.1. Inleiding

In voorgaande hoofdstukken is al tot uitdrukking gebracht, dat een moderne beveiligingsinrichting is opgebouwd uit een samenstel van electrische circuits. Elk circuit bestaat in feite uit 3 belangrijke onderdelen n.l.:

10.1.1. een apparaat - in de meeste gevallen een relais - waarbij één of meer voorwaarden in de bekrachtigingsstroomkring zijn opgenomen en waaraan op die wijze een bepaalde functie wordt toebedeeld;

10.1.2. een electrische voeding opdat het apparaat kan werken;

10.1.3. de verbindingen tussen de voeding en het apparaat, in welke verbindingen gewoonlijk de onder 10.1.1. genoemde voorwaarden worden afgetast via de contacten van andere relais, van/uit wisselbedieningsinrichtingen, etc.

10.2. Belangrijkste kwaliteitscriteria
De kwaliteit van elk circuit afzonderlijk is mede bepalend voor de kwaliteit van de gehele installatie en kan beoordeeld worden op twee hoofdaspekten, nl.:

10.2.1. de bedrijfsvaardigheid, d.w.z. een zodanige mate van metterdaad functioneren als voor een vlotte bedrijfsvoering wordt vereist, en

10.2.2. de bedrijfsveiligheid, d.w.z. de mate waarin denkbare oorzaken van onveilig functioneren van het circuit zijn ondervangen.

10.3. Deze criteria liggen niet in elkaars verlengde: een bijkans perfekte bedrijfsveiligheid kan bijvoorbeeld bereikt worden d.m.v. een systeem dat veel stagnatie door, op zichzelf ongevaarlijke, storingen teweegbrengt, terwijl anderzijds een systeem denkbaar is waarbij een vlotte bedrijfsgang niet bedreigd wordt door de acceptatie van een zéér kleine kans op groot gevaar.

10.4. Denkbare oorzaken van onveilig functioneren zijn onder meer: defekten door overmatige slijtage en veroudering, alsmede beïnvloeding van buitenaf door bijv. extreme weersinvloeden en heftige trillingen; een aparte rubriek vormt kwaadwilligheid.

10.5. Norm voor de hantering van de in 10.2. genoemde criteria
Zoals gezegd in 3.2. en 3.3. wordt onderscheid gemaakt tussen stuurcircuits en veiligheidscircuits. Zo zijn bijvoorbeeld de circuits, die de in 7.1. t/m 7.3.1. beschreven functies vervullen stuurcircuits en die welke de in 7.3.2. t/m 7.6. beschreven functies vervullen veiligheidscircuits. Tot welke categorie een circuit behoort hangt af van de functie welke in de opbouw van het systeem aan het betreffende circuit wordt gegeven:

10.5.1. het is een Stuurcircuit indien het dient tot het in actie brengen van veiligheidscircuits (zie 10.5.2.), teneinde een bepaalde inrichting te bedienen zonder nochthans geheel of ten dele zelf direct als veiligheidscircuit te fungeren.
De opzet is zodanig dat het evt. foutieve functioneren daarvan in de seingeving of anderszins nooit tot een onveilige situatie kan leiden. Omdat de gevolgen van foutief functioneren echter voor de bedrijfsvoering uiterst hinderlijk kunnen zijn, worden aan deze circuits wel hoge eisen gesteld volgens het in 10.2.1. gestelde criterium, maar aan de fail-safe norm wordt niet altijd voldaan.

10.5.2. Veiligheidscircuits noemen wij alle circuits, die een functie vervullen in de controle op het vervuld zijn van alle veiligheidsvoorwaarden voor het tonen van toestemming gevende seinbeelden. Aan deze circuits wordt in dezelfde mate de bedrijfsvaardigheidseis gesteld als aan de stuurcircuits, maar bovendien wordt aan de veiligheidscircuits de eis gesteld dat een defekt niet mag leiden tot een onveilige situatie: toepassing van kwaliteitscriterium 10.2.2.

10.6. De scala van denkbare defekten en hun oorzaken is in zekere zin onbegrensd, terwijl de mate van (on-)waarschijnlijkheid van het optreden daarvan bijna oneindig varieert. Het spreekt vanzelf dat het systeem niet verder kan gaan dan het ondervangen van die defekten, waarvan het optreden op grond van ervaring althans zo waarschijnlijk moet worden geacht, dat maatregelen tot ondervanging redelijke zin lijken te hebben.

10.7. Daarnaast wordt gestreefd naar een zodanige constructie van het systeem, dat de oorzaken van dysfunctioneren zo goed mogelijk vaststelbaar zijn en met name niet in verborgen gebreken kunnen liggen. Vaststelling van oorzaken, eventueel gelijktijdig optredende zeer uitzonderlijke oorzaken, is immers van het grootste belang voor de beoordeling van de hiervoor genoemde waarschijnlijkheid.

10.8. Onder verwijzing naar 2.2., 3.2., 4.2. en 9.3. wordt herhaald dat voor de veiligheidscircuits zoveel mogelijk het ruststroomprincipe (zie 9.2.2.) wordt toegepast; een aantal voorbeelden treft men aan in 4.3. en in 7.3.2. t/m 7.3.5.; de in laatstgenoemd nummer bedoelde wissel-vasthouding wordt bereikt door het handhaven van een onderbreking van het bedieningscircuit van dat wissel.

10.9. Een voorbeeld van niet volledige toepassing van het ruststroomprincipe is het branden van een rood sein: als het lampstroomcircuit verbroken wordt, bijv. doordat de lamp defekt raakt, dan ontbreekt de onveilige signalering. De zeer hoge keuringseisen die m.b.t. lampen worden gehanteerd, en het steeds vervangen van de lampen binnen de garantietermijn, alsmede toepassing van gescheiden voedingscircuits voor gescheiden seingroepen met automatische overschakeling op een andere voedingsbron indien een voeding uitvalt, hebben geresulteerd in het zó sporadisch voorkomen van gedoofde seinen, dat het resultaat aanvaardbaar wordt geacht.

10.9.1. Overigens is, mede met het oog op andere oorzaken van gedoofd zijn (uitvallen voeding, kwaadwilligheid), bij bepaalde seinen voor de machinist de mogelijkheid gecreeërd tijdig het eventuele gedoofd zijn waar te nemen in welk geval hij moet stoppen, indien het voorafgaande sein geel toonde of óók gedoofd was; zie ook 12.4. punt -1-.

10.9.2. Zie ook art. 102 lid 2 RVV, zoals vastgesteld bij KB d.d. 15.7.1980 Stbl.400 (1980) voor de oplossing van dit probleem voor de weggebruikers.

11. Keuze van de componenten

11.1. De keuze voor zo ruim mogelijke toepassing van het ruststroomprincipe en het fail-safe principe laat nog de vraag open door middel van welk soort componenten men de in het systeem verlangde garanties wil bewerkstelligen. In principe bestaat de keuze uit twee mogelijkheden, te weten:

11.1.1. componenten die bij enkelvoudige toepassing in een circuit niet de vereiste garantie geven, maar bij serie - of parallelschakelingen en extra controlecircuits wel,

11.1.2. zodanig hoogwaardige componenten, dat de goede werking ook bij enkelvoudige toepassing binnen een nauw begrensde specificatie gegarandeerd is.

11.2. NS heeft zich bij haar systeemkeuze gebaseerd op het laatste uitgangspunt (11.1.2.) ondanks het feit dat een kostenafweging in engere zin evt. voor het eerste (11.1.1.) zou kunnen pleiten; op langere termijn is dit overigens de vraag omdat het toepassen van minder hoogwaardige componenten in een complexer geheel van schakelingen storingsgevoeliger is en derhalve ook meer preventief onderhoud vereist.
Ook hier geldt, dat een keuze niet helemaal totaal kan zijn en dat er op onderdelen toch ook wel volgens de methode van 11.1.1. wordt gewerkt. Een nadere toelichting op de keuze van componenten en de daarmee gepaard gaande problematiek volgt hierna.

11.3. Relais

Deze categorie componenten is onder te verdelen in de navolgende soorten:

11.3.1. Gelijkstroomrelais:

11.3.1.1. Normale relais (elektromagnetische schakelaar met veel kontakten) die weer zijn te onderscheiden in:
1. al of niet vertraagd aantrekkend (na moment van stroombekrachtiging)
2. al of niet vertraagd afvallend (na moment van stroomloos worden)
3. al of niet stroomrichtinggevoelig
4. al of niet met speciale kontaktuitvoering.

11.3.1.2. Code-relais, te weten:
1. Codegevers, waarvan de kontakten in een nauwkeurig gedefinieerd tempo sluiten en verbreken,
2. Code-volgrelais, die dienen om de door de codegevers geleverde impulsen in een groter aantal schakelingen te kunnen benutten (ook op afstand).

11.3.1.3. Tijdrelais; deze zijn te onderscheiden in:
1. Motortijdrelais, die het mogelijk maken een schakelfunctie met een nauwkeurig instelbare tijd (afhankelijk van het type, in minuten of seconden) te vertragen.
2. Kwik (overloop) tijdrelais
3. Luchtventiel tijdrelais

} Met deze tijdrelais kan bij benadering een tijd worden ingesteld.

11.3.2. Wisselstroomrelais

een 2 phase-relais dat is ontworpen voor toepassing als geïsoleerdspoorrelais en dat als zodanig binnen een vrij nauw ingesteld werkingsgebied bedrijfszeker moet funktioneren, zie 2.2..

11.3.3. Kwaliteitsaspecten van relais; fail-safe principe

Onder verwijzing naar het gestelde in 10.5.1. en 10.5.2. kan een deel van voornoemde relais bovendien worden onderscheiden in wel- en niet- veiligheidsrelais. De onder 11.3.1.1. genoemde relais bestaan ook in een lichtere uitvoering ten gebruike in stuurcircuits. In deze uitvoering zijn ze in vergelijking met veiligheidsrelais erg licht en eenvoudig van structuur en een produkt van massafabrikage.

De onder 11.3.1.3. sub 2 en 3 genoemde relais mogen alleen worden gebruikt in niet (direkte) veiligheidscircuits en dan soms nog alleen in 2-voudige (serie - of parallelgeschakelde) toepassing. Veiligheidsrelais zijn echter veel robuuster van uitvoering en zowel elektrisch als mechanisch (op de essentiele onderdelen) per stuk nauwkeurig gedimensioneerd. Daarbij is het relais met een doorzichtige kap (dus toch visueel kontroleerbaar) en onder fabrieksverzegeling afgesloten. Alleen de spoel- en kontaktaansluitingen zijn bereikbaar. De onder 11.3.1.1. genoemde relais zijn daarbij het eenvoudigst van uitvoering en hebben bij NS normaal een levensduur van ± 20 jaar.
Gericht uitgevoerde onderzoekingen, zoals periodieke metingen en speurwerk bij revisies (op fabriek), hebben aangetoond, dat de elektrische waarden konstant blijven en dat er geen noemenswaardige slijtage optreedt. De termijn van 20 jaar is dan ook hoofdzakelijk gebaseerd op het inschatten van mogelijke verouderingsverschijnselen van in het relais verwerkte materialen. Het relais ontleent hieraan zijn grote mate van bedrijfszekerheid, waarbij nog extra vermeld moet worden de uitvoering van de kontakten die in aangetrokken stand zijn gesloten. Deze zijn uitgevoerd als kool-zilver kontakten, hetgeen vastbranden t.g.v. onverhoopt grote stromen uitsluit en daarmee ook het als gevolg daarvan ten onrechte in aangetrokken stand blijven van het relais als het stroomloos wordt. Het relais voldoet derhalve aan het fail-safe principe zoals dat in punt 10.5.2. is aangegeven.

Het onder 11.3.2. aangegeven spoorrelais voldoet wezenlijk aan dezelfde voorwaarden, al is het relais zowel mechanisch als elektrisch complexer van opbouw. Deze complexere opbouw en de essentiële funktie die het relais vervult, maakt het echter wel noodzakelijk om meer aan preventief onderhoud te doen, zoals het periodiek beproeven van de geïsoleerd-spoorschakeling en de (gewoonlijk om de 6 jaar) specifieke kontrole van het relais. Ook voor dit relais wordt een max. leeftijd van 20 jaar aangehouden. Met inachtneming van genoemd preventief onderhoud voldoet ook dit relais aan het fail-safe principe. Ook de onder 11.3.1.3. genoemde motortijdrelais voldoen aan het fail-safe principe. Deze relais zijn eveneens vrij complex van opbouw, maar een eventuele hapering of defekt werkt altijd naar een toestand waarbij een kontakt niet of later gesloten wordt. Daardoor geschiedt ook de medewerking tot (het mogelijk maken van) een treinbeweging niet of later en kan dit nimmer een onveilige situatie tot gevolg hebben. De uitwisselingstermijn van deze relais is regulier 12 jaar. De onder 11.3.1.2. genoemde codegevers en codevolgrelais zijn eveneens hoogwaardige relais, maar zijn in deze categorie de meest kwetsbare vanwege hun konstruktie.

De codegevers sluiten en verbreken n.l. kontakten t.g.v. een slingerende draaibeweging van het anker waarvan het ritme wordt bepaald door o.m. het ankergewicht. De code-volgrelais zijn gevoelige en snelwerkende relais, die in principe vergelijkbaar zijn met de relais volgens 11.3.1.1. maar konstruktief daar nog al sterk van afwijken. Zij hebben ook niet de fail-safe kool-zilver kontakten. De kontakten van een code-relais vervullen over 't algemeen een funktie in arbeidsstroomcircuits. Bij bepaalde funkties zoals voor het bewerkstelligen van knipperspanning t.b.v. seinbeelden is echter in de installatie een codebewaking ingebouwd, waardoor bij wegvallen van de code de seinbediening wordt geblokkeerd, als gevolg waarvan het sein op rood komt, c.q. blijft.

11.4. Voedingen

11.4.1. Inleiding

Een eerste indruk uit het voorgaande zou kunnen zijn, dat voedingen voor beveiligingsinstallaties a priori aan het fail-safe principe voldoen. Ligt n.l. het toepassen van een hoogwaardig voedingssysteem t.b.v. een bedrijfszekere werking voor de hand, een eventueel uitvallen betekent toch altijd dat de circuits stroomloos worden en dit leidt dus tot het afvallen van relais, waarmee aan het fail-safe principe wordt voldaan. Hierna zullen de faktoren worden behandeld, die het probleem wat gecompliceerder maken.

11.4.2. Mogelijke voedingsstoringen

Een defekt in een voeding kan zich als volgt manifesteren:

11.4.2.1. uitval t.g.v. een defekt dat zonder ingrijpen niet kan worden opgeheven,

11.4.2.2. een kortstondige onderbreking,

11.4.2.3. een tijdelijke spanningsdaling,

11.4.2.4. frequentieafwijking.

11.4.3. Getroffen voorzieningen m.b.t. voedingsstoringen

11.4.3.1. Het uitvallen van een voeding kan plaatselijk optreden of een heel systeem omvatten. In beide gevallen manifesteert zich dit in gedoofde seinen. Zie 10.9. voor een aantal juridische en praktische maatregelen in dit verband. Overigens worden bij de automatische overweginstallaties batterijen toegepast. Deze zorgen dat na het uitvallen van het voedingssysteem (wisselstroom) de rode lichten van de aki's en ahob'n nog een bepaalde tijd blijven branden (dus alsof er een trein in aantocht is).

11.4.3.2. Een kortstondige onderbreking kan tot effekt hebben (indien geen nadere voorzieningen worden getroffen) dat bepaalde temposchakelingen in de circuits funktioneren alsof e.e.a. wordt bewerkstelligd door een trein, die achtereenvolgens bepaalde geïsoleerde spoorgedeelten bezet. Het gevolg hiervan kan zijn dat bepaalde, in een rijweg vastgelegde, wissels te vroeg vrij worden voor bediening, hetgeen een rechtstreekse gevaarsituatie zou betekenen in verband met treinbewegingen die gaande zijn. De voorziening, die hiertegen op de stations wordt getroffen is een spanningsbewaking, die zorgt dat de sein- en wisselbediening wordt geblokkeerd tot het bedienend personeel na terugkeer van de voedingsspanning een speciale handeling heeft verricht. Daarna duurt het nog een bepaalde tijd (3 min) voordat de blokkering wordt opgeheven, zodat het uitgesloten is, dat nog gevaarlijke sitaties kunnen optreden t.a.v. nog voortdurende trein- en rangeerbewegingen.

11.4.3.3. Tegen een tijdelijke spanningsdaling geldt eveneens de hiervoor beschreven "spanningsbewaking". Deze wordt daartoe zo kritisch afgeregeld, dat het spanningsbewakingscircuit als eerste circuit reageert op een spanningsdaling.

11.4.4. Toegepaste voedingssystemen

De onder 11.4.3. beschreven problemen hadden wel betrekking op voedingen, maar de daarbij aangegeven voorzieningen zijn toch zodanig verweven met het beveiligingssysteem dat zij niet sec tot het voedingssysteem gerekend moeten worden. Wat betreft de batterijen bij aki's en ahob'n met bijbehorende gelijkrichters blijft uiteraard discussie mogelijk. Voor de geautomatiseerde baanvakbeveiligingen en moderne stationsbeveiligingen, voor zover het de hoofdbaanvakken en -stations betreft, past NS een eigen voedingssysteem toe. Voor de vrije baan betekent dit, dat langs de baan een hoofdvoedingskabel is gelegd, welke een hoge spanning (3000 V) voert, waarvan naar behoefte puntsgewijs wordt afgetakt. Dit systeem kan van weerszijden worden gevoed vanuit twee, tot in het 150 KV net van het stroomleveringsbedrijf, onafhankelijke voedingen. Bij uitvallen van de normaliter ingeschakelde voeding aan de ene zijde wordt eenmalig automatisch omgeschakeld naar die aan de andere zijde. Op de stations is in wezen eenzelfde soort voedingssysteem aanwezig, dus een hoofdvoedingssysteem dat van twee zijden gevoed kan worden uit het net en/of een eigen aggregaat als noodstroomvoorziening.

Bovendien is er een uitgebreider bestand aan batterijen aanwezig. Dit omdat de beveiligingscircuits voor het overgrote deel met gelijkstroom worden gevoed vanuit een centraal punt en uiteraard aan deze stroombron een gelijkwaardige betrouwbaarheid moet worden gegeven als aan de wisselstroombron, derhalve niet alleen afhankelijk van de goede werking van een gelijkrichter. Op de secundaire baanvakken en stations volstaat men over 't algemeen met enkelvoudige plaatselijke voedingen uit het G.E.B.-net, dus zonder reserve voeding.

Op de NS-voedingssystemen is een signalering aangebracht, zodat het bedienend personeel direkt storingspersoneel kan oproepen als er een voedingsbron uitvalt, ook al heeft dit geen direkte gevolgen.

11.5. Verbindingen

11.5.1. Algemeen

Zoals onder 10.1.3. al is aangeduid, zijn in de verbindingen tussen apparatuur en voeding voorwaarden opgenomen, die in feite bepalen wanneer en hoe de apparatuur dient te werken. Het stellen van hoge eisen aan apparatuur en voeding heeft weinig zin als middels minderwaardige verbindingen de afhankelijkheid van deze voorwaarden geheel- of gedeeltelijk te niet gedaan zou worden. Ook ten aanzien van dit onderdeel van een circuit dient te worden nagegaan welke defekten zouden kunnen leiden tot een situatie waarin de bedrijfsveiligheid niet langer is gewaarborgd.

11.5.2. Mogelijke defekten

11.5.2.1. Onderbreking

Een onderbreking heeft tot gevolg dat een handeling voor het laten plaats vinden van een trein- of rangeerbeweging geen effekt heeft. Dit heeft bij het toegepaste ruststroomprincipe op zich zelf geen gevaarsituatie tot gevolg.

11.5.2.2. Een sluiting tussen beide aders van één circuit

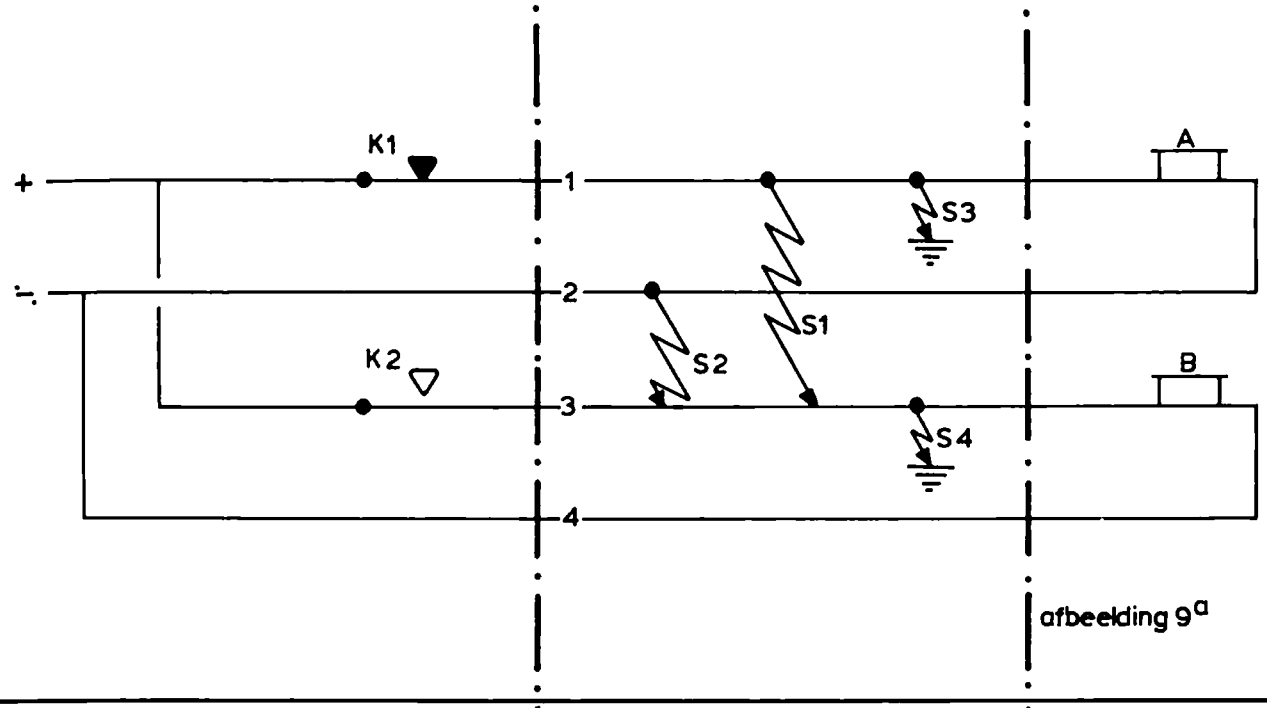
Een dergelijke sluiting heeft tot gevolg, dat het apparaat geen voeding krijgt, en kan dus evenmin een gevaarsituatie veroorzaken.

11.5.2.3. Een sluiting tussen 2 aders van verschillende circuits

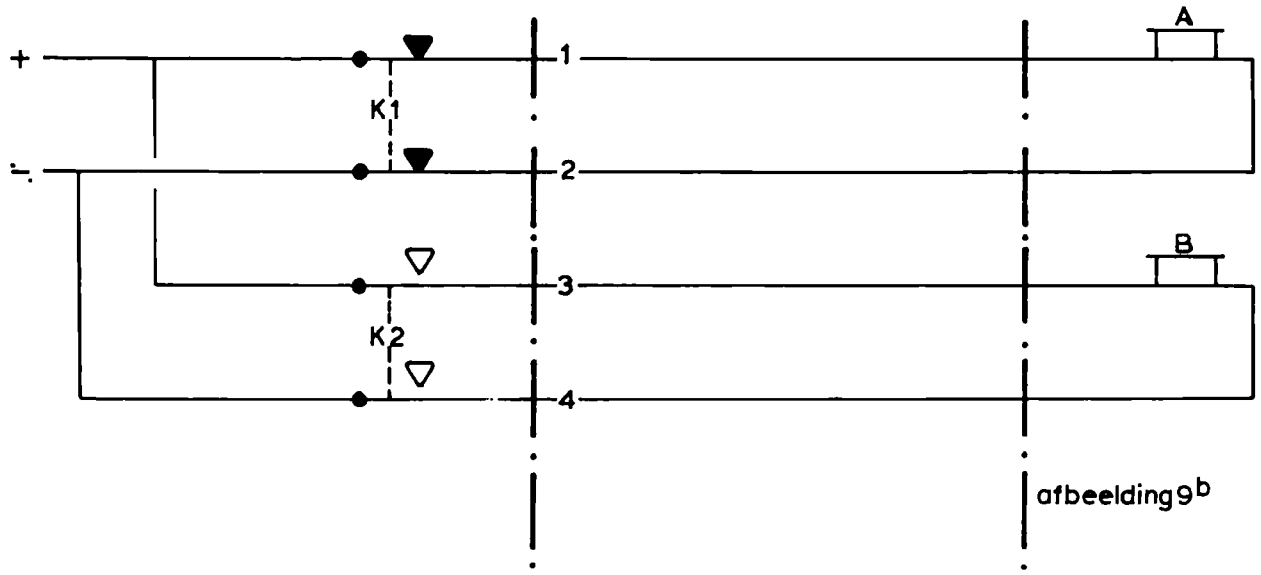
Het voert te ver om alle problemen, die zich met een dergelijke sluiting kunnen voordoen te beschrijven. De problematiek zal echter globaal met een paar voorbeelden worden verduidelijkt (zie afb. 9) In de hierop aangegeven figuren vervullen de kontakten K1 en K2 ten opzichte van de relais A resp. B precies dezelfde funktie, d.w.z. onder normale omstandigheden. In deze eenvoudige circuits is kontakt K1 normaal gesloten en relais A dus bekrachtigd en is kontakt K2 normaal verbroken en relais B dus afgevallen. Bij een sluiting volens S1 (fig.1) kan de + op ader 1 ook op ader 3 komen en kan relais B ten onrechte aantrekken n.l. vanaf de plus van de voeding - kontakt K1 - ader 1 - sluitingsplaats S1 - ader 3 - relais B - ader 4 - min van de voeding.
Hierdoor kan dus een gevaarsituatie ontstaan.
Bij een sluiting volgens S2 kan een relais niet ten onrechte aantrekken. Wel ontstaat er een sluiting tussen plus en min van de voeding over kontakt K2, wanneer dit wordt gesloten. Een dergelijke sluiting veroorzaakt dus geen gevaarsituatie en heeft bovendien het gunstige effekt, dat hij zich snel manifesteert (door de kortsluiting zal een zekering doorbranden).

11.5.2.4. Sluiting van één of meer aders tegen aarde

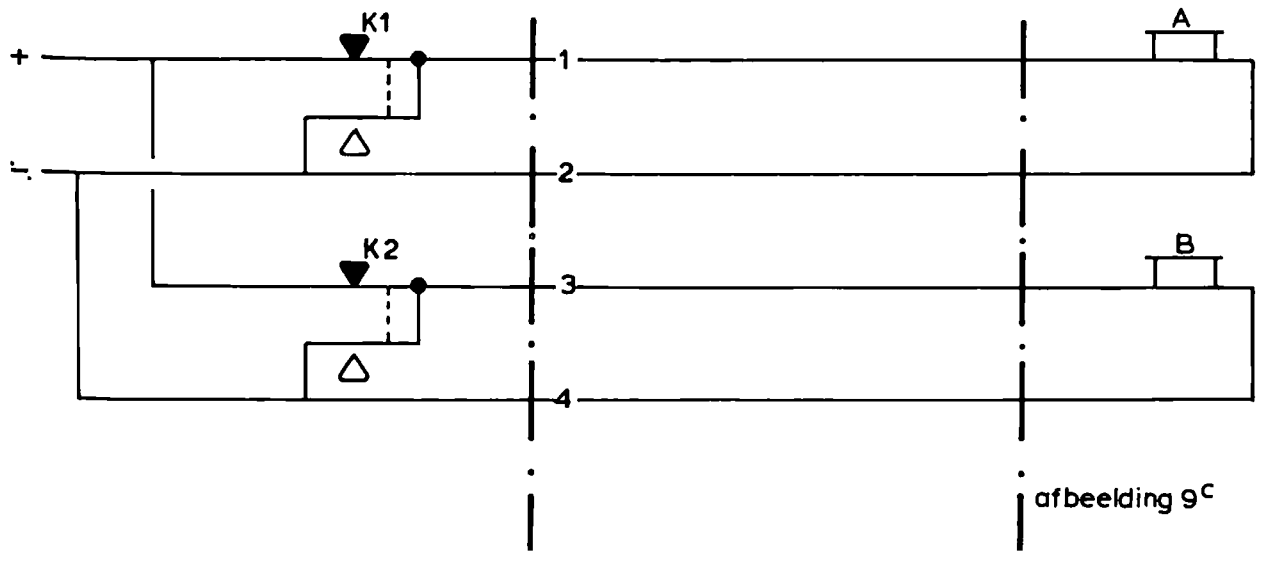
Zoals uit fig. 1 valt af te leiden heeft één sluiting tegen aarde (b.v. S3) geen gevolg. Een tweede optredende sluiting tegen aarde (b.v. S4) heeft hetzelfde gevolg als de onder 11.5.2.3. beschreven sluiting S1. De beide aders 1 en 3 zijn nu op de sluitingsplaatsen via aarde met elkaar verbonden.
Gesteld kan dan ook worden, dat één aardsluiting geen direct gevolg heeft maar een tweede aardsluiting een gevaarsituatie tot gevolg kan hebben.



afbeelding 9[a]



afbeelding 9[b]



afbeelding 9[c]

11.5.3. Mogelijke voorzieningen tegen gevolgen van sluiting tussen verbindingen (geleiders)

De verbindingen kunnen qua karakter worden onderscheiden in 2 categorieën n.l. "binnenbedrading" en "kabels" ("buitenbedrading"). In de figuren 1, 2 en 3 kan het gedeelte tussen de twee verticale streep-stippellijnen bestaan uit kabeladers en het overige deel uit binnenbedrading.
Binnenbedrading wordt uitgevoerd met speciaal hoogwaardig geïsoleerd draad. Deze met de nodige zorg aangebrachte verbindingen in relaishuizen en relaiskasten zijn vrijwel niet onderhevig aan mechanische of andere invloeden. Zij kunnen bij onderhoudsbeurten bovendien gemakkelijk worden gekontroleerd op kwaliteit (b.v. in verband met verouderingsverschijnselen).
De hierna beschreven voorzieningen zijn dan ook niet zozeer toegepitst op defekten in binnenbedrading, maar meer op die in kabels. Uiteraard wordt m.b.t. het beheer van het kabelnet getracht beschadiging zoveel mogelijk te voorkomen, maar waterdichte garanties zijn dienaangaande niet te realiseren. Ook kwaliteitsbeoordeling op zicht is uiteraard (uitgaande van de normale omstandigheid dat kabels worden ingegraven) niet uitvoerbaar.
De onder 11.5.2. aangeduide soort defekten zijn dan ook bij kabels niet zonder meer uit te sluiten. Voorzieningen die toegepast kunnen worden zijn:

11.5.3.1. Het 2-voudig toepassen van kontakten d.w.z. zowel in de plus als in de min verbinding volgens fig. 2. Dit noemt men het z.g. dubbelpolig schakelen zulks in tegenstelling tot het enkelpolig schakelen volgens fig. 1.
Veronderstelt men dezelfde sluitingen in fig. 2 als onder 11.5.2. bij fig. 1 is gedaan, dan kan vastgesteld worden, dat ze nu geen direkt gevolg hebben. D.w.z. geen gevolg waarbij een relais ten onrechte wordt bekrachtigd. Wel ontstaan er kortsluitingen tussen plus en min wanneer ook de kontakten K2 sluiten.

11.5.3.2. Het in gescheiden (2-draads) kabels uitvoeren van de verbindingen, die tot één circuit behoren. Hierbij hanteert men het gerechtvaardigde uitgangspunt, dat direkte sluitingen tussen 2 aders van afzonderlijke kabels niet optreden.
Bij enkeldraads schakelen (fig. 1) kunnen alleen nog twee aardsluitingen (b.v. S3 en S4) onaanvaardbare consequenties hebben, althans zolang er gebruik wordt gemaakt van een gemeenschappelijke voeding voor beide circuits.

11.5.3.3. Het op andere wijze toepassen van 2-voudige kontakten zodanig, dat bij verbroken circuits, het gedeelte van het circuit, waarin het relais is opgenomen, wordt kortgesloten. Een stoorspanning kan dan geen bekrachtiging van het relais tot gevolg hebben (zie fig. 3 waarin een K2-kontakt de aders 3 en 4 heeft kortgesloten).

11.5.3.4. Het scheiden van circuits met hoge spanning van die met lage spanning.
Een hoge spanning zal bij een minder goede isolatie tussen aders onderling of tussen een ader en aarde sneller tot doorslag leiden (veroorzaken van een sluitingsplaats) dan een lage spanning.
De veiligheidscircuits werken over het algemeen met lage spanning en om ze zo lang mogelijk tegen bovenstaand risico te vrijwaren, worden in dezelfde kabel geen circuits met hoge spanning opgenomen.

11.5.3.5. Het installeren van een aardfoutdetektiesysteem.
Met een dergelijk systeem worden de plus en min potentialen van de gelijkstroomvoedingen om en om (75 x per minuut) afgetast op een eventuele sluiting dan wel te lage overgangsweerstand naar aarde. Is op een bepaald moment een sluiting gekonstateerd (die dus ergens in een circuit aanwezig zal zijn) dan blijft de signalering daarvan continu - en voor het bedienend personeel zichtbaar - aanwezig. Dit opdat onderhoudspersoneel wordt gewaarschuwd om de fout te lokaliseren en op te heffen alvorens een tweede sluiting zich manifesteert.
Uitgangspunt hierbij is, dat één aardsluiting niet tot gevaarsituaties kan leiden en derhalve tijdig wordt opgeheven, voordat een tweede sluiting optreedt.

11.5.3.6. Het periodiek meten van kabels.
Met dergelijke metingen kan een verslechtering van isolatie veelal zo tijdig worden onderkend, dat er ruimschoots gelegenheid is tot het nemen van maatregelen alvorens een echte sluiting ontstaat.
Bij deze metingen wordt zowel de overgangsweerstand tussen de aders onderling als tussen de aders en aarde gemeten.

11.5.4. <u>Keuze in toepassing van voorzieningen tegen sluiting</u>

De hiervoor beschreven voorzieningen vinden toepassing al naar gelang de omstandigheden en aard van de circuits dit vereisen c.q. de toepassing het meest effectief is.
Zo vindt b.v. de onder 11.5.3.5. beschreven aardfoutkontrole toepassing bij stationsbeveiligingen, waar een complex geheel van circuits is en waar de onder 11.5.3.6. beschreven metingen moeilijker uitvoerbaar zijn.

De voorzieningen beschreven onder 11.5.3.1. en 11.5.3.3. zijn meer geschikt voor z.g. lijncircuits, zoals op de vrije baan veel vooorkomen.
De onder 11.5.3.2. genoemde voorziening is het meest geschikt voor locale circuits met vrij korte kabelverbindingen op nog al kwetsbare plaatsen. Een integrale toepassing zou n.l. niet alleen een kostbare maar ook een bijkans onuitvoerbare aangelegenheid zijn.

11.5.5. Geïsoleerde spoorcircuits (zie hoofdstuk 2)

Daar deze circuits nogal afwijkend zijn van de hiervoor beschreven circuits dienen ze hier apart genoemd te worden.
De voorwaarden waaronder het spoorrelais moet funktioneren zijn n.l. op bijzondere wijze in het circuit opgenomen. De spoorstaven vormen in feite een onderdeel van de plus respect, min verbindingen en het relais dient met afvallen te reageren op de kortsluiting, die de assen van de trein tussen deze geleiders veroorzaken. Hiermede is slechts de principe-werking aangegeven; factoren, die de schakeling vrij complex maken zijn:

11.5.5.1. Een vrij nauw begrensd werkingsgebied in relatie tot de kortsluitweerstand door de wielassen en de ballastweerstand (de overgangsweerstand via de grond) tussen beide spoorstaven; d.w.z. een zodanige afregeling dat bij een relatief hoge overgangsweerstand tussen de wielassen en de spoorstaven wel een effectieve verbinding tot stand komt, maar bij een relatief lage weerstand van een nat ballastbed nog niet.

11.5.5.2. Het geïsoleerde spoor moet (althans waar dit systeem geïnstalleerd is) ook een ATB-funktie vervullen (codestroom).

11.5.5.3. De spoorstaven vormen tegelijkertijd de retourverbinding van de tractiestroom (dus van trein terug naar voedingspunt (onderstation)).

12. Relatie tussen systeemtoepassing en mogelijke storingsfactoren

12.1. Inleiding

Ofschoon deze relatie in de vorige hoofdstukken al herhaaldelijk aan de orde is geweest, is het goed er in het onderstaande meer algemeen op in te gaan. Omdat het echter vrijwel ondoenlijk is een uitputtende beschrijving te geven van alle mogelijke storende beïnvloedingen van het beveiligingssysteem in al zijn facetten, is getracht op bladzijde 37A een globaal ovezicht te geven van het verband tussen de gekozen hoofdelementen van het systeem, de daaruit voortkomende subsysteemelementen en de mogelijke storingsbronnen.

Nog afgezien van het onvermijdelijk globale karakter van een dergelijk overzicht wordt opgemerkt, dat nieuwe technische inzichten en - ontwikkelingen vrijwel continu dwingen tot gewijzigde toepassingen, waardoor de relaties kunnen veranderen. Daardoor kan het overzicht geen absolute waarde hebben.

12.2. Opzet van het relatieoverzicht

In het overzicht zijn eerst verticaal de hoofdsysteemelementen vermeld en daarna de subsysteemelementen horizontaal gerangschikt. Op de knooppunten is met een kruisje aangegeven waar een duidelijke relatie bestaat. Idem is tussen de subsysteemelementen en de mogelijke storingsfactoren met een open cirkel aangegeven bij welke subsysteemelementen de voorzieningen gezocht moeten worden tegen deze storingsfactoren. Tevens is met een stip aanggeven welke systeemelementen gevoelig zijn voor bepaalde storingsfactoren, waarbij de grootte van de stip een grove gradatie aangeeft van de mate waarin dit het geval is.

12.3. Toelichting op het relatieoverzicht

Waar het wenselijk leek is op diverse relatieknooppunten in plaats van een kruisje een cijfer geplaatst dat verwijst naar de in 12.4. gegeven tekst.

12.4. Toelichtende tekst bij de cijfers op de knooppunten:

-1- Lampspanningsbewaking
In bijzondere gevallen wordt de lampstroom van het rode seinlicht bewaakt. Dit vindt n.l. paats indien 2 seinen, elk geldend voor een ander spoor zodanig zijn gesitueerd, dat een machinist op afstand moeilijk kan onderkennen welk sein nog brandt als het andere sein (b.v. door een defekte lamp) gedoofd is (vgl. 10.9.). De bewaking houdt in, dat indien één der seinen rood moet tonen en de lamp daarvan defekt is, het andere sein niet meer uit de stand stop kan komen (rood blijft tonen).

-2- De verdubbeling in toepassing wordt gekozen voor die componenten, die niet aan de "fail-safe" norm voldoen, zoals de onder 11.3.1.3. onder 2 en 3 aangegeven typen tijdrelais en de rode lampen van AKI's en AHOB's (seingeving aan weggebruikers).

-3- In punt 11.5.3.1. is beschreven dat enkelpolig schakelen m.b.t. veiligheidscircuits wordt toegepast zolang alleen van circuits met binnenbedrading sprake is.
De kwaliteit van kunststofgrondkabels werd indertijd gelijkwaardig geacht aan die van binnenbedrading, zodat bij toepassing van dit type kabels sindsdien enkeldraads wordt geschakeld. Inmiddels is besloten bij nieuwbouw van veiligheidscircuits voor kabelverbindingen weer algemeen op dubbelpolig schakelen over te gaan.

GLOBAAL RELATIEOVERZICHT TUSSEN HOOFD en SUBSYSTEEMELEMENTEN ALSMEDE TUSSEN DEZE EN DE STORINGSFACTOREN BIJ MODERNE BEVEILIGINGEN.

X = relatie tussen hoofd en subsystemen
○ = voorziening tegen storingsfactoren
• = geringe storingsbeinvloed. } op grond van ervaringsgegevens
● = matige " }
● = bovenmatige " }

Hoofd-systeemelementen:

I	Geïsoleerde sporen	
IIa	Relais	Stuurcircuits
IIb	techniek	Veiligheidscircuits
III	Seingeving	
IV	Autom. Treinbeinvloeding (A.T.B.)	
V	Aki-Ahob	
VI	Wisselbediening (+beweegb. afsluit.)	

Hoofd-systeemelementen	I	IIa	IIb	III	IV	V	VI
1 Gelijkstroomvoeding (enkel)			X				
2 " " + reserve batt.		X	X			X	X
3 50Hz voeding-enkel							
4 " + reserve voed	X			X		X	
5 75Hz " + " "	X			X	X	X	
6 Frequentiebewaking			X				
7 Spannings (daling) bewaking	X					X	X
8 Daglichtseinen				X		X	
9 Scotchlitemarkering				X			
10 Electromech. aandrijving							X
11 Arbeidsstroom		X		X	X	X	X
12 Ruststroom	X		X			X	
13 Bliksembeveiliging	X	X					
14 Aardfoutkontrole			X				
15 Lampstroombewaking				1			
16 Knipperspanningsbewaking		X	X	X	X		
17 Enkelvoudige component toepas	X	X	X	X	X	X	X
18 Verdubbeling " "						2	2
19 Niet selektieve component. keuze		X					
20 Selektieve component. keuze			X	X	X	X	X
21 Fail-safe componenten			X	X		X	X
22 Enkelpolig schakelen		X	3	3	X	3	3
23 Dubbelpolig schakelen			4	4	X	X	X
24 Scheiding zwak/sterk str.			X				X
25 " afzonderl. circ.	5					3	
26 Kunststofkabels	X	X					
27 Klassiekekabels (ook rubber)			3	3			
28 Robuuste uitvoering compen.	X		4	4	X	X	X
29 Beschermde toegankelijkheid	6	X	X	X	X	X	X
30 Kritische electr. afregeling	X	X			X		
31 " mech. "						X	X
32 " " tijd "			X			X	X
33 Preventief Metingen	X	X	X	X	X	X	X
34 Periodieke uitwissel. onderhoud	X	X	X	7	X	7	X
35 Korrektief Curatief onderhoud	X	X	X	X	X	X	X
36 Centrale storingssignalering						X	8
37							
38							

Circuits via kabels

Storingsfactoren	Sub-systeemelementen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Onweer	a	•	•		●	●			•					○									•	•	•	•	•	•		•									
Vocht	b										•																	○	9									
Pekel	c																												9									
Mech. kwetsbaarheid	d								●						○				○								●	○										
Baldadigheid	e								●	●									○								•	•	○	○								
Corrosie / vuil	f								•		•																		○						○			
Slijtage	g										•										○	○							○						○			
Defecte voeding	h	●	●		•	•	•	○	•	○			○			○	○												•							12	
Afwijkende voedingsfrequentie	i				•	•	11																							11								
Induktieve beinvloeding	j				•																									10				○				
Ontregeling (mech. of electr.)	k										•								○		○									•	•	•	○					
Geleiders — onderbreking	l	•	•		•	•					•		○			○							•	•	•	•	•			•								
" — sluiting onderling	m	•	•		•	•					•												•	⊙	•	⊙	•			•								
" — " tegen aarde	n	•	•		•	•					•				○								•	⊙	•	•	•											
" — " " frame	o	•	•		•	•					•																											
Inbranden kontakten	p										•											○						○							○			
Breken van kontakten	q										•											○						○										
Doorbranden (b.v. motorwikkeling)	r										•																	○										
Defekte lamp	s							●								1			2															○				
	t																																					
	u																																					

-4- Aansluitend op punt 3, geldt voor kabels van het meer klassieke type (kabels met olie-papierisolatie en rubberkabels) nog steeds het voorschrift van dubbelpolig schakelen.

-5- Circuitscheiding in afzonderlijke kabels (zoals aangegeven in punt 11.5.3.2.) vindt dáár toepassing, waar een enkele sluiting tussen kabeladers van afzonderlijke circuits een direkte gevaarsituatie kan betekenen. Een voorbeeld zijn de kabels naar geïsoleerde sporen waarbij elk spoorcircuit met aparte kabels is uitgevoerd. De kabels voor de lampcircuits van seinen werden vóór de toepassing van kunststofkabels eveneens op deze wijze uitgevoerd. Het al of niet weer toepassen van deze methode wordt op analoge wijze overwogen als het al- of niet toepassen van dubbelpolig schakelen (zie onder -3-).

-6- Dat op de geïsoleerd-spoorcircuits ook de beschermde toegankelijkheid van toepassing is, doet op het eerste gezicht wat vreemd aan, gezien de vrijwel onbeperkte toegankelijkheid van de spoorstaven. Wezenlijk is echter dat defekten aan (geïsoleerde) spoorstaven, inclusief de direct daaraan verbonden installatieonderdelen, wel een storing, maar geen veiligheidsstoring tengevolge kunnen hebben. Die apparatuur, waarbij dit tengevolge van beschadiging wel het geval zou kunnen zijn, is in relaishuizen of in relaiskasten ondergebracht.

-7- Een onderdeel, waarbij de periodieke uitwisseling het meest spreekt, is het lampje in de seinen, zowel in die voor het trein- als voor het wegverkeer. Deze lampjes worden nl. elk halfjaar vernieuwd. Bovendien wordt de aard van het defekt van tussentijds uitgevallen lampjes nagegaan t.b.v. het in samenwerking met de fabrikant bereiken van verdere kwaliteitsverbetering.

-8- Op de verkeersleidingspost kan men in het algemeen aan de hand van binnenkomende signaleringen op het bedieningstableau, de werking van de beveiligingsinrichtingen volgen. Op deze wijze kan dus ook een afwijkende werking (storing) worden vastgesteld.
Voor de Aki/Ahob installaties is echter op grote schaal een specifieke centrale storingsmelding gemaakt, die de verkeersleider in staat stelt om m.b.t. de veiligheid van het wegverkeer maatregelen te nemen.
Deze maatregelen bestaan gewoonlijk uit instrukties aan de machinist en/of het instellen van speciale bewaking bij de gestoorde overweginstallatie.

-9- De afregeling van geïsoleerde sporen (zie ook 11.3.2. en 11.5.5.1.) moet variaties in ballastweerstand door weersinvloeden kunnen opvangen. Excessieve weersomstandigheden (abnormaal veel regen of het strooien van pekel op overwegen in de winter) vergroten de storingskans.

-10- Geïsoleerde spoorschakelingen, die werken op 50Hz voeding kunnen inductief worden beïnvloed door hoogspanningsleidingen van stroomleveringsbedrijven (dus ook 50Hz) die binnen een bepaalde afstand (min of meer) parallel aan de spoorbaan lopen. Overigens kan een dergelijke beïnvloeding slechts effekt hebben in kombinatie met een bepaald defekt in de spoorstroomschakeling. E.e.a. is mede aanleiding geweest om op grotere schaal voedingen met 75Hz voor geïsoleerde spoorschakelingen toe te passen.

-11- Speciaal de geïsoleerde spoorschakeling is gevoelig voor frequentieafwijkingen. Aangezien de bewaking hiervan door de stroomleveringsbedrijven voldoende is, is een speciale frequentiebewaking alleen vereist voor eigen NS-aggregaten (zie ook 11.4.4.).

-12- Op grond van een principebeslissing zijn thans m.b.t. aki's en ahob's maatregelen in wording tot een stringentere bewaking van de batterijspanning middels de centrale storingsmelding (zie ook -8- hiervóór).

13. Summiere beschrijving van het ATB-systeem

13.1. Doel

Het systeem van automatische treinbeïnvloeding (ATB), reeds genoemd in 0.1.3., 0.5. en 1.3., sluit aan op het in de vorige hoofdstukken beschreven baanbeveiligingssysteem en is eveneens volgens het fail-safe beginsel (vgl 9.3 t/m 9.6.) ontworpen, zij het dat de verwezenlijking daarvan in verband met het gestelde onder 13.6.2 voor de treinapparatuur complexer is dan voor de baanapparatuur.
De ATB dient een tweeledig doel, n.l.:

13.1.1. te fungeren als hulpmiddel voor de machinist, door de seinbeelden van de vaste seinen langs de baan continu op een paneel in de cabine te tonen;

13.1.2. alsmede - voor het geval de machinist de gegeven opdrachten tot snelheidsvermindering of stoppen niet opvolgt - de trein door een snelremming tot stilstand te brengen.

13.2. Basisprincipe, algemene karakteristiek

13.2.1. Gekozen is voor

13.2.1.1. een continu systeem, hetgeen wil zeggen dat het rijden van treinen met een hogere snelheid dan 40 km/uur afhankelijk is van een continu in de baan aanwezige code die toestemming geeft voor een der hogere snelheidstrappen, terwijl bij gebreke van die code/toestemming slechts met lagere snelheid dan 40 km/uur gereden kan worden mits de machinist elke 20 seconden een "kwiteerhandeling" verricht: ook het nalaten hiervan leidt tot een snelremming.

13.2.1.2. Het tegenovergestelde is een intermitterend (puntbeïnvloedings-) systeem, waarbij het ontbreken van code toestemming tot rijden inhoudt; wanneer een restrictief bedoelde code tengevolge van storing zou wegvallen, zou dit systeem tot een onveilig resultaat leiden, vgl 9.2.

13.3.3. De diverse codes (vgl 13.2.3.) worden ter plaatse gegenereerd door z.g. "codegevers" die een slingermechaniek bevatten dat elektrische contacten opent en sluit in de vereiste frequentie.
Deze code wordt via een code-volgrelais in de spoorstaven gebracht wanneer een trein in de sectie aanwezig is en aan de veiligheidsvoorwaarden voor het aanbieden van de desbetreffende code is voldaan.

13.4. Treinapparatuur

13.4.1. De ATB-treinapparatuur kan worden onderverdeeld in
13.4.1.1. Rand-apparatuur (waarover in 13.4.2.) en
13.4.1.2. Kast-apparatuur (waarover in 13.4.3.)

13.4.2. De randapparatuur omvat
13.4.2.1. de opneemspoelen, die vóór de voorste wielen (vier per materieeleenheid, 2 vóór en 2 achter) bevestigd zijn en de eventueel aanwezige code via magnetische inductie "opsnuffelen";
13.4.2.2. in de cabine het paneel met cabinesignaleringslampjes, gong, bel, zoemer en drukknoppen;
13.4.2.3. de asgenerator (voor snelheidsmeting), de remdetector (die vaststelt of de remopdrachten worden uitgevoerd) en de ATB-remklep (die zo nodig de luchtdrukrem in werking stelt);
13.4.2.4. de bekabeling die al deze apparatuur onderling c.q. met de ATB-kast verbindt;

13.4.3. De kast-apparatuur omvat:
13.4.3.1. de decoderingsapparatuur, in het bijzonder de decoders, die elk op één der code's reageren, en deze vertalen in de juiste signalen in de cabine;
13.4.3.2. apparatuur die de informatie omtrent de snelheid en de bedieningshandelingen met de opdrachten vergelijkt, en zonodig in commando's vertaalt die de tractiestroom uitschakelen en de remmen in werking stellen.

13.5. Omvang van de toepassing

13.5.1. Zoals uit de inleiding (zie 0.1.4.2. en 0.1.5.) reeds bleek is toepassing van ATB niet op het gehele net mogelijk. In beginsel wordt ATB geïnstalleerd op het gehele hoofdnet dat wil zeggen op alle baanvakken waar de hoogst toegelaten snelheid meer dan 100 km/uur bedraagt, en op de daartoe behorende knooppunten. Per 1 jan 1981 was 1105 km baan van ATB-baanapparatuur voorzien; nog 700 à 800 km (afhankelijk van nader overleg met de overheid) zal eveneens van ATB voorzien worden. De betrokken baanvakken en het geplande installatieschema blijken uit de overzichtskaart op blz. 43.

13.5.2. De inbouw van ATB-apparatuur op de bestaande electrische krachtvoertuigen is nagenoeg voltooid: slechts een aantal Dieselelektrische twee- en driewagenstellen moet nog voorzien worden.

13.5.3. Enkele materieelsoorten zijn van de toepassing uitgesloten, hetzij wegens de bijna voltooide levensduur, hetzij in verband met het feit dat deze uitsluitend of bijna uitsluitend dienst doen op sporen, die niet voor ATB in aanmerking komen.

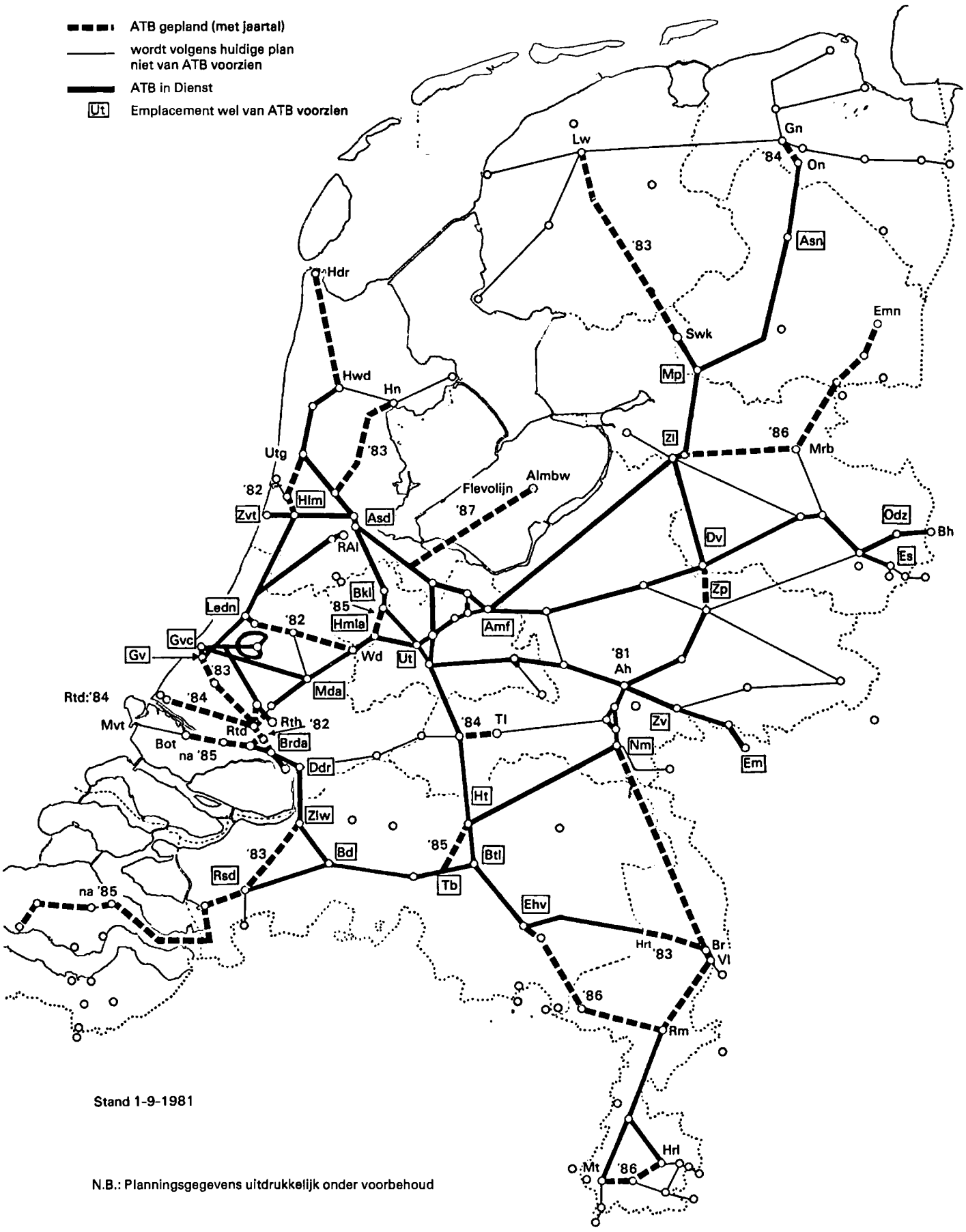
13.6. Slotopmerkingen

13.6.1. Deze summiere beschrijving van het ATB-systeem wordt toegevoegd enerzijds ter completering van het beeld, anderzijds ter adstructie van het feit dat het geheel gekoppeld is aan het daarvóór beschreven relaissysteem en het daarmede gerealiseerde technische betrouwbaarheidsniveau tot uitgangspunt neemt: het voegt daar opzichzelf niets aan toe. De toevoeging bestaat alleen in het onder omstandigheden automatisch ingrijpen in het rijgedrag van het materieel als de machinist in verzuim is.

13.6.2. Het in de vorige hoofdstukken beschreven relaisbeveiligingsstelsel bestaat voornamelijk uit componenten die slechts twee toestanden kennen: relais zijn "op" of "af", seinlampen branden of zijn gedoofd. Met name de treinapparatuur van het ATB-systeem is veel gecompliceerder, doordat een reeks verschillende toestanden, codes en tijdfuncties (reactietijd machinist, kwiteerintervaltijd bijv.) een rol speelt. Het aantal mogelijke defecten en de variëteit van storingsmogelijkheden waarmede bij het ontwerp rekening gehouden moet worden is daarom veel groter; dit geldt nog des temeer doordat de apparatuur op het rollend materieel sterk aan trillingen en temperatuurswisselingen onderhevig is.
Ofschoon dan ook voor een definitief oordeel een nog langere periode van ervaring en beproeving vereist is, geven de resultaten tot dusverre reden om aan te nemen dat in de huidige treinapparatuur hetzelfde veiligheidsniveau is verwezenlijkt als in de baanapparatuur.

13.6.3. Gezien het beperkte doel van hoofdstuk 13 (zie 13.6.1.) enerzijds, en de grotere gecompliceerdheid van de materie (zie 13.6.2.) anderzijds wordt ervan afgezien om ook ten aanzien van de ATB in te gaan op alle problematiek van de keuze en toepassing van componenten met het oog op eisen van bedrijfsvaardigheid en bedrijfsveiligheid.

ATB



Stand 1-9-1981

N.B.: Planningsgegevens uitdrukkelijk onder voorbehoud