

GEÏSOLEERDE-SPOORSTAAFSCHAKELINGEN

(blad 24)

Zoals reeds elders vermeld, dient de geïsoleerde spoorstaaf om de trein automatisch een of andere werking in elektrische toestellen van een post teweeg te doen brengen.¹⁾

Doel

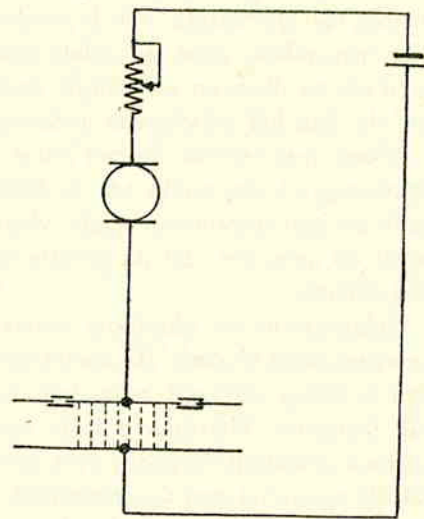
De betrokken spoorstaaf en het daartegenoverliggende been worden in elektrische verbinding gebracht met genoemde toestellen en vormen in de stroomketen daarvan de beide punten van een, bij onbezette spoor verbroken contact. Bij bezetting van de spoorstaaf sluit de trein dit contact en de stroom die daar door de betrokken keten gaat vloeien, dient bij de normale schakelingen om een relais te doen werken. (Zoals hierna blijken zal, moet onder „werken” zowel aantrekken als afvallen verstaan worden.) Door de werking van dit relais worden contacten daaraan verbroken, ondersch. gesloten, waardoor op hun beurt andere relais gaan werken en uiteindelijk b.v. een gelijkstroomvenster of -blokknopsper bekrachtigd wordt.

De schakeling welke aangegeven is in figuur a van deze aflevering wordt aangeduid als *arbeidsstroomschakeling*, welke naam ontleend is aan het feit, dat het in de keten opgenomen relais *aangetrokken* is bij *bezette* (dus kortgesloten) spoorstaven, en *afgevallen* bij *onbezette* spoorstaven.

Bij de schakeling, aangegeven in figuur b (zie blz. 2) is het relais daarentegen *aangetrokken* bij *onbezette* spoorstaven en *afgevallen* bij *bezette* spoorstaven. Deze schakeling noemt men daarom: *ruststroomschakeling*.

Bezien we eerst de *arbeidsstroomschakeling* (welke tegenwoordig niet meer toegepast wordt). Daar de isolering van de spoorstaaf nooit volkomen is, levert de batterij altijd stroom.

Is de isolatie goed, dan wordt weinig stroom geleverd; is de isolatie minder goed, b.v. in slechte grond of bij nat weer en slechte afwatering, dan kan er vrij veel stroom afgenomen worden. Het relais mag echter op deze stroomsterktewijziging niet reageren. Het mag pas aantrekken, wanneer de overgangsweerstand



Begrippen:
arbeidsstroom-
en ruststroom-
schakeling

Fig. a
Arbeidsstroomschakeling

¹⁾ Voor de uitvoering van de spoorstaafisolatie en -aansluitingen, zie: Mech. Bev. Buitenapp. afl. 5.

door het bezetten van de geïsoleerde spoorstaaf practisch geheel is weggevallen (hoe gering hierbij de weerstandsvermindering ook zijn mocht), terwijl men er tevens zeker van moet zijn, dat eenzelfde stroomwijziging in tegengestelde zin (wanneer de trein de spoorstaaf verlaat) het relais weer doet afvallen, Deze eis maakt het vinden van een, voor de schakeling geschikt relais zeer moeilijk.

In aanzienlijk mindere mate is deze moeilijkheid aanwezig bij de reeds genoemde ruststroomschakeling. Afgezien daarvan verkiest men deze schakeling toch reeds boven de arbeidsstroomschakeling, omdat, zoals hierna blijken zal, bij eerstgenoemde het door storing niet werken van een relais een stand daarvan veroorzaakt, overeenkomende met de stand die ingenomen wordt bij bezette spoorstaaf, dus met de gevaartoestand. Bij de arbeidsstroomschakeling daarentegen neemt het relais, indien het door storing niet werkt, eenzelfde stand in als bij onbezette spoorstaaf, dus bij veilige toestand.¹⁾

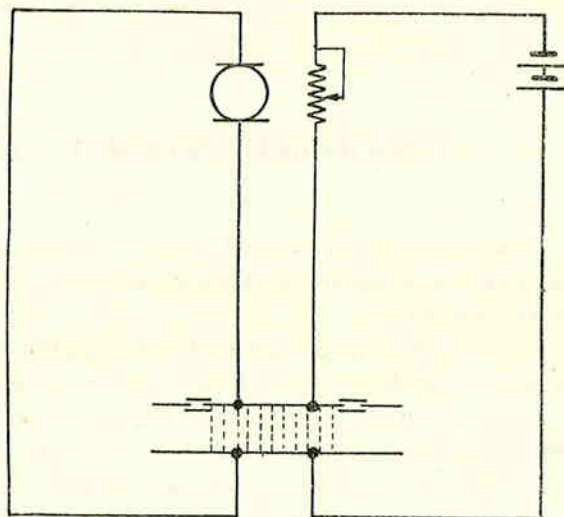


Fig. b
Ruststroomschakeling

Bij de ruststroomschakeling (zie fig. b) vloeit bij onbezette spoorstaaf een stroom van de batterij, via de voorschakelweerstand door het geïsoleerde been naar het relais, door dit relais naar het tegenoverliggende, niet-geïsoleerde been en, na daarvan een lengte doorlopen te hebben ongeveer overeenkomend met die van het geïsoleerde gedeelte, terug naar de batterij.

Naast deze stroom, die het relais doet aantrekken, is nog een tweede stroom aanwezig, n.l. die, welke via de dwarsliggers en aarde, van de geïsoleerde zijde naar de niet-geïsoleerde zijde vloeit en de *lekstroom* genoemd wordt. Er is reeds op gewezen, dat de grootte van deze stroom afhankelijk is van de mate van isolatie.

Relaisstroom en lekstroom vormen tezamen de stroom, die door de batterij geleverd moet worden. Bij kortsluiting van het spoor wordt de totale weerstand van de keten verlaagd, waardoor de door de batterij te leveren stroom belangrijk toeneemt. Hierdoor zal de spanningsdaling in de voorschakelweerstand en toevoerleiding eveneens veel groter worden, hetgeen tot gevolg zal hebben, dat de spanning aan de spoorstaaf en dus ook aan de klemmen van het relais, aanmerkelijk lager wordt (praktisch tot nul daalt), waardoor het relais afvalt.

Ook een afname van de overgangswaerstand door verslechtering van de isolatietoestand kan dus het afvallen van het relais tot gevolg hebben. Nogmaals wordt er op gewezen, dat dit een gunstige eigenschap van deze schakeling is, immers een afgefallen relais betekent: gevaartoestand.

¹⁾ Zoals later blijken zal, wordt bij de beveiligingen van de N.S. zoveel mogelijk het z.g. ruststroomprincipe toegepast, een principe dus, waarbij het niet goed functioneren van een of ander apparaat overeenkomt met de gevaartoestand.

Met nadruk wordt gewezen op de belangrijke functie van de voorschakelweerstand (waarbij hier tevens inbegrepen wordt de weerstand van de toevoerleiding). Zou deze weerstand niet aanwezig zijn, dan zou het bezetten van de spoorstaaf het relais niet doen afvallen; de batterij zou alleen maar een aanzienlijk grotere stroom moeten leveren (waartoe b.v. accu's en caustic-soda-elementen gedurende korte tijd inderdaad in staat zijn).

Een voorbeeld moge dit duidelijk maken:

Bij toepassing van een relais van b.v. 50 ohm, waarvan de afvalstroomsterkte 0.012 A bedraagt, zal bij een spanning aan de spoorstaaf van $0.012 \times 50 = 0.6$ V het relais juist afvallen. (De weerstand van de relaisdraden is hier duidelijkheidshalve verwaarloosd.) Een iets hogere spanning, b.v. 0.65 V, houdt het relais dus aangetrokken. Indien we nu aannemen dat de voorschakelweerstand (waarbij tevens inbegrepen is de weerstand van de toevoerdraden) ontbreekt, en de batterij 20 A kan leveren, dan zal zelfs een kortsluitweerstand van slechts $0.65 : (20 - 0.013) = 0.032$ ohm het relais nog niet doen afvallen. Wordt ter plaatse van de geïsoleerde spoorstaaf door de machinist van de zandstrooier gebruik gemaakt, of wordt de spoorstaaf slechts door een licht voertuig (locomotor) bereden, dan is het zeer goed denkbaar dat de kortsluitweerstand niet lager is dan 0.032 ohm. Het relais zou dus bij bezette spoorstaaf aangetrokken blijven.

Is in bovenstaand voorbeeld een voorschakelweerstand aangebracht van b.v. 10 ohm en een batterij van 2 V toegepast, dan zal, teneinde bij kortsluiting het relais te doen afvallen een spanning van $2 - 0.6 = 1.4$ V in de voorschakelweerstand vernietigd moeten worden. Daarvoor moet de stroom toenemen tot $1.4 : 10 = 0.14$ A. Deze stroom wordt bereikt bij een door kortsluiting veroorzaakte totale weerstandsvermindering tot $2 : 0.14 = 14.3$ ohm. Verwaarlozen we zelfs nog de parallel geschakelde relaisweerstand, dan blijkt dat reeds een kortsluitweerstand van $14.3 - 10 = 4.3$ ohm voldoende is om het relais te doen afvallen, waarmede de grote betekenis van de voorschakelweerstand duidelijk naar voren treedt.

Natuurlijk is deze voorschakelweerstand, die regelbaar is uitgevoerd, ook nodig om bij de ingebruikname van de spoorstaaf de voor de goede werking nodige stroomsterkte te kunnen instellen.

Bestaat het geïsoleerde gedeelte uit slechts één spoorstaaf en zijn er ook in het tegenoverliggende niet-geïsoleerde gedeelte geen lassen aanwezig, dan geschiedt de aansluiting van batterij en relais, als aangegeven in fig. 2 blad 24, dus met één potje met twee kabelinvoeren, en één potje met één kabelinvoer, welke beide potjes dan tegenover elkaar worden geplaatst.

Is daarentegen in het niet-geïsoleerde tegenoverliggende gedeelte wél een las aanwezig, dan worden beide potjes zo geplaatst, dat de stroom de doorverbinding doorloopt en zodoende het in goede staat zijn daarvan controleert (zie fig. 3).

Zijn zowel in het geïsoleerde als in het niet-geïsoleerde gedeelte lassen aanwezig, dan moeten om de hierboven genoemde redenen drie aansluitpotjes toegepast worden (zie fig. 4). Zou men deze montagewijze niet toepassen, dan zou mogelijkheid bestaan, dat het relais stroom krijgt over een gedeelte van de geïsoleerde spoorstaaf en het andere gedeelte bezet kan zijn zonder dat het relais direct afvalt.

Voor de bekabeling wordt gebruik gemaakt van z.g. „blokkabel”, waarvan de aders een doorsnede hebben van 1,5 mm².

Doel
voorschakel-
weerstand

Montage der
geïsoleerde-
spoorstaaf-
aansluitingen

Zoals uit het stroomloopschema en de montageschema's blijkt (men vergelijk de fig. 1 met de fig. 2, 3 en 4), moeten steeds drie draden geïsoleerd, dus over een aansluitpot, met de spoorstaven verbonden worden, n.l. de draad die van de batterij (eigenlijk van de weerstand) afkomt en de twee relaisdraden. De vierde draad, de aarddraad, mag van de pot als een blanke draad langs een dwarsligger naar de andere zijde van het spoor gevoerd worden.

Tempodwang

Bij het ontwerpen van een relaisschakeling is een eis, waaraan steeds voldaan moet worden, dat de schakeling de zekerheid biedt, dat het aantrekken, ondersch. afvallen van de relais steeds in de vereiste volgorde (het juiste „tempo”) plaats vindt, ook indien één van de relais enigszins traag mocht werken. De kans, dat de diverse relais niet even snel reageren is vooral aanwezig, indien in een schakeling relais van verschillende constructie toegepast worden, hetgeen b.v. bij de geïsoleerde spoorstaafschakeling het geval is.

„Eerste as” en „laatste as-werking”

Er bestaat zowel een geïsoleerde spoorstaafschakeling waarbij het beoogde doel bereikt wordt bij het *bezetten* van de spoorstaaf door de *eerste* as, als een schakeling waarbij de gewenste werking tot stand komt wanneer de spoorstaaf *verlaten* wordt door de *laatste* as.

Eerstgenoemde schakeling, uitgevoerd voor gelijkstroomvoeding, is afgebeeld in fig. 5. Men ga de werking van dit schema zelf eens na en argumentere de aanwezigheid der onderscheidene contacten¹⁾. Het handelcontact wordt gesloten bij het eind van de beweging van het handel en verbroken bij het begin van de teruglegging daarvan.

De tweede schakeling, dus die waarbij de sper of het venster pas vrij wordt wanneer de trein de spoorstaaf verlaat, is, eveneens voor gelijkstroomvoeding, afgebeeld in fig. 6. Dezelfde schakeling, echter uitgevoerd voor wisselstroomvoeding van het spoorstaafrelais, is aangegeven in fig. 7. Als spoorstaafrelais is hier toegepast een tweefasen-motorrelais, type V.E.S. Bij toepassing van een tweefasen-motorrelais, type G.R.S. is de aangifte van relais- en contactaansluitingen als vermeld in fig. 8 (de bij deze figuur geplaatste letters a en b verwijzen naar de overeenkomstige punten in fig. 7). Het tweede relais is hier, via een gelijkrichter, op de transformator aangesloten, opdat nadat de spoorstaaf ingeschakeld is, het afvallen en het daarna weer onder spanning komen van het net geen nabootsing van de trein tot gevolg heeft.

Keuze spoorstaafrelais

Voor een spoorstaaf die goed geïsoleerd is van zijn omgeving (goed waterdoorlatend ballastbed en goed isolerend lassen), past men in de regel een relais toe van 50 ohm.

Een relais van 16 ohm wordt voor wissels toegepast, en voor spoorstaven, indien de overgangsweerstand een lage waarde heeft (slechte isolatie door toestand ballastbed, enz.).

Keuze overige relais; bepaling nodige stroombron en weerstanden

Van de bepaling der sterkte van de batterij, nodig voor voeding van de relais voor een schakeling als b.v. aangegeven in fig. 6, volgt hier een voorbeeld:

Het is gebruikelijk bij de normale geïsoleerde spoorstaaf- en wisselschakelingen de batterij, zowel als de relais in het seinhuis te plaatsen waarin zich ook

¹⁾ In dit schema maken we kennis met de aangifte van een regelbare weerstand. De klemmen hiervan dragen de codenummers 051/052. Het getal 05101 (spreek uit 0-51-01) betekent dus een aansluitklem van weerstand No. 1.

Bij elektrische toestellen plaatst men vaak meer dan één weerstand in eenzelfde veld (max. vier). De weerstanden dragen dan als volgnummer het veldnummer; de aansluitklemmen worden dan genummerd: 051/052, 061/062, 071/072 en 081/082.

de sper of het venster bevindt dat door de medewerking van de trein vrijgemaakt moet worden.

Nemen we nu eens aan, dat de kabeladers van de post tot de geïsoleerde spoorstaaf een lengte hebben van 600 m en dat deze aders een doorsnede hebben van $1,5 \text{ mm}^2$, dan is de weerstand per kabelader van de post tot de geïsoleerde spoorstaaf $0,6 \times 12 = 7,2 \text{ ohm}^1$.

Het spoorstaafrelais, hier een relais, type G.R.S. van 50 ohm, heeft een stroomsterkte nodig van $\pm 0,021 \text{ A}$.

In de praktijk zorgt men altijd nog voor een 10% hogere stroomsterkte (dus $0,023 \text{ A}$), zodat de spanning welke aan de geïsoleerde spoorstaaf aanwezig moet zijn om van de goede werking van dit relais zeker te zijn, dus minstens $0,023 \times (50 + 2 \times 7,2) = \text{circa } 1,5 \text{ V}$ bedragen moet.

Nemen we verder aan dat de overgangsweerstand slechts 25 ohm bedraagt (hetgeen ongunstig genoemd kan worden, daar deze weerstand in de praktijk meestal zelfs belangrijk meer dan 50 ohm is), dan zal bij genoemde spanning de lekstroom bedragen $1,5 : 25 = 0,06 \text{ A}$.

In de leiding van de batterij naar de spoorstaaf vloeit dus een stroom ter sterkte van de relaisstroom plus de lekstroom, dus $0,023 + 0,06 = 0,083 \text{ A}$.

De totale spanningsdaling in de leidingen van en naar de batterij bedraagt dus $0,083 \times 2 \times 7,2 = 1,2 \text{ V}$.

De batterij moet dus minstens een spanning hebben van $1,5 + 1,2 = 2,7 \text{ V}$.

Gebruiken we nu voor de batterij twee in serie geschakelde accumulatoren, die in geladen toestand een spanning hebben van 4 V en in ontladen toestand een spanning van 3,6 V, dan moet in de toevoerleiding een weerstand worden geplaatst, waarin het teveel aan spanning moet worden vernietigd. De spanningsdaling in deze weerstand moet bij ontladen batterij bedragen $3,6 - 2,7 = 0,9 \text{ V}$, zodat de waarde van de weerstand minstens $0,9 : 0,083 = 11 \text{ ohm}$ moet zijn. Bij geladen batterij moet de spanningsdaling in de weerstand bedragen $4 - 2,7 = 1,3 \text{ V}$, zodat dan een weerstand voorgeschakeld moet zijn van $1,3 : 0,083 = 15,6 \text{ ohm}$.

In het volgende staatje zijn de regelbare weerstanden vermeld, welke voor de geïsoleerde-spoorstaafschakeling in normaal gebruik zijn. De eventueel nodige vaste (niet-regelbare) weerstanden kunnen door de Wps in elke gewenste waarde vervaardigd worden.

Weerstand in ohm	Max. toelaatbare stroomsterkte in A
0-20	1,2
0-40	0,5
0-65	0,5
0-135	0,5
0-300	0,5
0-1100	0,1

Uit de beschikbare spanning volgt, dat voor het tweede en het derde relais G-magneten moeten worden gebruikt. Plaatsing van weerstanden voor deze relais is niet nodig.

Het gelijkstroomvenster of de gelijkstroomblokknopsper verbreekt bij het vrij worden de gehele stroomloop. Men acht het, in verband met de korte tijd gedurende welke deze apparaten stroom ontvangen, bij deze spanning niet nodig een weerstand voor te schakelen.

¹⁾ Koperdraad heeft, bij een doorsnede van 1 mm^2 , een globale weerstand van 18 ohm per km

Bij de (later te behandelen) elektrische beveiligingen wordt als stroombron voor de geïsoleerde-spoorstaafschakeling in de regel de batterij benut die daar voor andere doeleinden reeds aanwezig is. Deze batterij heeft een spanning van 34 V. Bij de bepaling der waarden van de nodige voorschakelweerstand en van het tweede en derde relais moet dan dus met deze spanning rekening worden gehouden. Voor het gelijkstroomvenster of de gelijkstroombloknopsper wordt dan een vaste weerstand geplaatst van 300 ohm.

Instelling der
regelbare
weerstand

Bij de indienststelling van de geïsoleerde spoorstaaf moet men de weerstand zodanig instellen, dat men van de goede werking van het relais verzekerd is. Tussen de geïsoleerde en niet-geïsoleerde zijde van het spoor wordt dan in de praktijk een weerstand van 50 ohm geschakeld (waardoor bij een spoorstaafisolatie van 50 ohm de voor de berekening aangenomen 25 ohm overgangswaerstand ontstaat.) Verder wordt het venster- (of bloknopsper-) en het handelcontact doorverbonden en bij relais 1, tussen klem 151 en de kabelader een milli-ampèremeter geschakeld.

De regelbare weerstand wordt nu zodanig ingesteld, dat de milli-ampèremeter een stroom aanwijst van 0,021 A (de bedrijfsstroomsterkte van het relais), vermeerderd met 10%, dus 0,023 A, omdat bij het instellen de batterijspanning 10% hoger is dan in ontladen toestand.

Voor de berekening van een geïsoleerd wissel moet als overgangswaerstand aangenomen worden 5 ohm, terwijl bij het instellen van de regelbare weerstand dan 10 ohm parallel aan de spoorstaafisolatie verbonden moet worden. Ook daarbij moet de stroom door het relais 10% meer bedragen dan de bedrijfsstroomsterkte, in verband met het later dalen van de batterijspanning.

Ten einde de spanning tussen de geïsoleerde en niet geïsoleerde spoorstaaf zo laag mogelijk te houden en het stroomverlies bij lage overgangswaerstand dus te beperken, moet de weerstand van de draden van de spoorstaaf naar het relais laag gehouden worden.

Daartoe kunnen voor die leidigen twee of meer kabeladers parallel geschakeld worden of wel kan het relais in de onmiddellijke nabijheid van de geïsoleerde spoorstaaf in een kast opgesteld worden. Bij normale geïsoleerde spoorstaven geschiedt dit echter zelden, wel bij lange geïsoleerde sporen. Hierbij moeten de stroomtoe- en afvoerdraden aan het ene einde aangesloten worden en de relaisdraden aan het andere, waardoor tevens controle ontstaat op het in orde zijn van de doorverbindingen tussen de opvolgende spoorstaven; ook spoorstaafbreek is hierdoor reeds meermalen aan het licht gekomen.

Wordt een geïsoleerd spoor voornamelijk in één richting bereden, dan verdient het aanbeveling om het relais aan het begin van dat spoor aan te sluiten.

Elke draad moet met een afzonderlijke klembout of -pen aan de spoorstaaf bevestigd worden, ter voorkoming van verkeerde stroomloop door een defecte verbinding aan de spoorstaaf.