

## De computergestuurde modelbaan

Ruim 25 jaar geleden is door de HCCM de besturing van treinbanen met behulp van een computer geïntroduceerd. Daarbij worden de blokken waarin de baan werd gedeeld elk apart van rijspanning voorzien, afhankelijk van de erin aanwezige trein, vandaar de benaming *blokgestuurd*. In de laatste jaren zijn *treingestuurde systemen*, ook wel *digitale systemen* genoemd op de markt verschenen. Langere tijd werd het niet mogelijk geacht componenten van het blokgestuurde HCCM-systeem te gebruiken voor een treingestuurde systeem. Jan Vos, een actief lid van de HCCM, heeft echter aangetoond dat de meeste kaarten met een eenvoudig uit te voeren modificatie kunnen worden gebruikt in combinatie met in de locomotieven ingebouwde besturingslogica.

## 30 Treingestuurd HCCM- systeem

Het grootste voordeel ten opzichte van het blokgestuurde systeem is dat voor regeling van de snelheid meer stappen ter beschikking staan, het aantal stappen is praktisch tweemaal zo groot als bij het HCCM-systeem, 28 in plaats van 15. Door gebruik te maken van *rijregelaars met lastonafhankelijke snelheidsregeling* (cruise control) wordt bovendien een meer gelijkmatige loop verkregen. Andere functies, bij voorbeeld verlichting of rookgeneratoren, kunnen onafhankelijk van het rijden worden bediend. Al met al kan met een treingestuurde systeem het grootbedrijf mooier worden nagebootst.

### 30.1 Principe

Bij treingestuurde systemen wordt de informatie voor alle treinen gecombineerd met de rijspanning op de baan gezet. De informatie bestaat uit adressen (welke trein) en erbij behorende informatie (wat te doen). In tegenstelling tot blokgestuurde systemen waarbij de rijspanning per blok varieert is bij treingestuurde systemen de rijspanning – met de informatie voor alle treinen – overal op de baan gelijk en constant aanwezig. De in de locomotieven ingebouwde rijregelaars zijn in staat daaruit de voor hun adres (= trein) bestemde informatie te selecteren en om te zetten in specifieke stuuropdrachten, dat wordt *decoderen* genoemd, vandaar de algemeen gehanteerde benaming *locdecoder*.

Bij fabrieksmatige systemen gebeurt de bediening van wissels en seinen via eveneens op de digitale centrale aangesloten *functiedecoders*. Deze hebben net als de locdecoders een adres maar in plaats van een regelbare uitgang voor een motor beschikken zij over een aantal (veelal 8) schakeluitgangen. Bij het treingestuurde HCCM-systeem worden wissels en seinen bediend via LKK/EVL of IOK. Bij overgang van blokgestuurd naar treingestuurde kunnen deze kaarten en de bestaande bedrading worden gehandhaafd.

Het op de baan zetten van de informatie gebeurt met behulp van een *digitale centrale*. Dergelijke centrales hebben bedieningselementen voor het invoeren van de nodige informatie en uitleesvensters voor controle ervan. De informatie wordt in een speciale versterker, de zogenaamde *booster*, gecombineerd met de eigenlijke rijspanning. Veel centrales hebben een ingebouwde booster voor maximaal 3 A. Als meer rijstroom nodig is moet de baan fysiek in stukken worden verdeeld die elk door een eigen booster worden gevoed. Het stuur-sig-naal van de centrale wordt dan doorgelust.

Meerdere fabrikanten van treinen bieden een digitale centrale aan, toegesneden op hun eigen systeem, daarnaast is de Intellibox<sup>®</sup> van Uhlenbrock bekend. Hobbyisten hebben daarnaast programma's geschreven waarmee het mogelijk is oudere computers als digitale centrale te gebruiken, een van hen is Marco Roede. Met zijn programma MRdirect<sup>®</sup> is het mogelijk een onder MS-DOS werkende computer, Direct Drive PC (DD-PC) genoemd, te gebruiken. Omdat op deze wijze de kosten tot een minimum beperkt blijven heeft de HCCM voor deze oplossing gekozen.

## 30.2 Ombouw

Aangenomen dat de bestaande baan al met KOPLOPER<sup>®</sup> werd bestuurd moet voor de ombouw van blokgestuurd naar treingestuurd de hardware worden uitgebreid en software worden toegevoegd respectievelijk aangepast. Afbeelding 1 geeft een overzicht van het complete systeem.

### 30.2.1 Hardware

Het treingestuurde systeem kan op twee manieren worden toegepast:

- 1 Met het gebruik van een Direct Drive-PC (zie par. 30.2.1.2 en verder)
- 2 Sedert november 2008 ook met een centrale kaart waar DCC software is ingebouwd (TCK). (zie par. 30.2.1.1 Hardware met TCK)

#### 30.2.1.1 Hardware met TCK

Lees hiervoor verder in het informatieblad 31.3 (TCK voor treingestuurd gebruik).

#### 30.2.1.2 Hardware met DD-PC

De volgende (onder)delen moeten worden toegevoegd of gemodificeerd:

- Een Direct Drive PC (DD-PC), dit mag een oudere PC zijn, processortype 286 of nieuwer. Hij moet wel zijn voorzien van twee COM-poorten, een diskettestation, dat is nodig voor het laden van MRdirect, en een printerpoort.
- Een apart rek(je), hierin komen verder de vrij gekomen centralekaart (S- of MCK) en de nodige input/ouputkaarten (IOK) en/of latchkeuzekaarten (LKK). Uitgaande van één IOK en twee LKK hoeft dit rek in principe slechts vijf posities te hebben. Gegevens voor een zelf te bouwen houten rekje staan op aanvraag ter beschikking.
- Een aparte netvoeding hiervoor. Om onderlinge beïnvloeding te voorkomen kunnen de voedingen van het MCK- en het IFK-rek beter gescheiden worden gehouden.
- Een selectiekaart (SLK) voor het MCK-rek(je).
- Een S88-LPT-interface zie info-blad 31.2. Dat is nodig voor het aansluiten van de bezetmeldingen op de printerpoort van de DD-PC.
- Een interfacekaart IFK. Zie informatieblad 31.1. Die komt in het oorspronkelijke HCCM-rek op de plaats van de centralekaart (S- of MCK).
- Verbindingskabels tussen de PC's en de rekken, zie afbeelding 2
- Alle blokkaarten moeten worden gemodificeerd, zie info-blad 8.6.

### 30.2.2 Software

Omdat MRdirect niet onder Windows werkt en ook niet in een zogenaamde "DOS-box" moet de DD-PC met het van oudsher bekende besturingssysteem MS-DOS werken. De nodige bestanden **MRdirect** en **MRDsys** en eventueel **MRDprog.** moeten worden uitgepakt en op een diskette worden gezet. De

Het programma KOPLOPER<sup>®</sup> kan gratis worden binnengehaald van de site van de auteur [www.pahasoft.nl](http://www.pahasoft.nl)

HCCM-gg overweegt zijn leden waarvan de op het Internet aangesloten computer niet over een disktestation beschikt een *opstartdiskette* ter beschikking te stellen. *De voorwaarden voor het verkrijgen van een dergelijke diskette zullen later bekend worden gemaakt.*

Nadat de DD-PC is ingeschakeld en de diskette is geplaatst dient na de prompt A:\ de eerste keer **mrdirect dcc <enter>** te worden getypt om het startscherm van MRdirect op te roepen en MRdirect in de DCC-modus te laten starten.

Aan de KL-PC hoeft niets te worden veranderd. Aangenomen dat KOPLOPER<sup>®</sup> daarop reeds aanwezig was hoeft slechts de nieuwste versie binnen te worden gehaald.

### 30.2.3 Baan

Aan de baan en de bedrading hoeft in principe niets te worden gewijzigd, rijden met 4 bezetmelders (secties) per blok is zonder meer mogelijk. Omdat per blok echter maar 3 secties nodig zijn kan de overblijvende bezetmelding dienen voor het voeden van blokken die uit slechts één sectie bestaan, bij voorbeeld in wisselstraten, zie § 3.2.2.

Keerlussen vragen wel bijzondere aandacht. Bij digitale systemen is de rijspanning overal op de baan gelijk, daardoor ontstaat bij het rijden door een keerlus kortsluiting op het moment dat de trein terugkeert op het uitgangspunt. Om die te voorkomen moet het stuursignaal tijdens het rijden door de keerlus worden geïnverteerd, dat geeft hetzelfde resultaat als het omkeren van de rijspanning bij blokgestuurde systemen. Hiervoor worden twee oplossingen aangeboden:

- Voor met KOPLOPER bestuurde banen moet voor iedere keerlus een speciaal gemodificeerde blokkaart worden gebruikt, zie informatieblad (in voorbereiding).
- Voor zelfstandige automatische omschakeling van de keerlus wordt, gebaseerd op de door Henk Funk ontworpen schakeling, een speciale print geleverd, zie informatieblad (in voorbereiding).

Let op!

Het schema kan gratis worden binnengehaald van de site van de auteur [www.funkyrail.nl](http://www.funkyrail.nl)

### 30.2.4 Rijdend materieel

Het meest kostbare deel van de ombouw is de aanschaf van decoders en de montage ervan in de locomotieven en rijtuigen. Voor een optimale automatische besturing komen alleen locdecoders met lastonafhankelijke regeling (cruise control) in aanmerking. Het type decoder en de wijze van inbouw vallen buiten het bestek van dit informatieblad. Meerdere internetsites bieden op dit terrein informatie aan.

## 30.3 Systeemopbouw en test

Als alle hiervoor genoemde componenten aanwezig zijn kan het systeem stap voor stap worden opgebouwd en getest. Daarvoor verdient het aanbeveling uit een aantal blokken van de baan een testbaan samen te stellen waarin in beide richtingen rond kan worden gereden. Wissels die deel uitmaken van blokken vormen voornamelijk geen probleem. Wissel(straten) die apart via ABK of DBK werden gevoed moeten in deze fase via een normale blokkaart van rijspanning worden voorzien. De nodige modificatie van deze typen blokkaarten is nog niet uitgewerkt.

### 30.3.1 Netvoeding

De rijspanning (+RIJ) moet in verband met grotere spanningsverliezen in de blokkaarten circa 3 V worden verhoogd. Stabilisatie is niet nodig, afvlakcondensatoren zijn voldoende, een vuistregel is 2000 µF per Ampère. Voor de IFK en de blokkaarten is een gestabiliseerde spanning van +12 nodig met dezelfde GND als de rijspanning. Voor oudere blokkaarten is ook -12 V nodig.

---

**Let op!**

---

Voor de MCK, IOK, LKK en de stuurprinten onder de baan zijn een gestabiliseerde +12 V, GND en -12 V nodig. *Het verdient aanbeveling de GND van beide voedingen niet met elkaar te verbinden.*

### 30.3.2 Verbindingen DD-PC - IFK

In het rek moet de S- of MCK worden vervangen door de IFK, de SLK blijft op zijn plaats. Tevens moeten voor de betreffende (aanvullende of doorrij-)blokken de nodige **omgebouwde** blokkaarten 2BK worden geplaatst. Aan de bedrading van het rek hoeft niets te worden veranderd. In verband met het nummeren van de bezetmelders, zie § 3.2.2, kunnen de kaarten het beste aaneengesloten in het rek worden geplaatst, te beginnen met adres 0. De blokken worden daarop dan aangesloten in de volgorde van de testbaan. Later kan hier uiteraard naar geloven van worden afgeweken. Het rek wordt net als bij de blokbesturing gevoed met +RIJ, +12 V en GND, (later ook met -12 V als ook het oude type blokkaarten zal worden gebruikt). Als de spanning is ingeschakeld brandt op de IFK de groene led H4.

De communicatie tussen de DD-PC en de IFK verloopt langs twee wegen, de informatie voor de treinen en de kortsluitmelding verlopen via COM1 en de bezetmeldingen via de printerpoort LPT, zie afbeelding 1.

#### 30.3.2.1 Informatie

Deze verbinding van de DD-PC met de IFK bestaat uit een kabel met aan weerszijden een negenpolige connector (sub-D female), de bussen moeten één op één zijn doorverbonden, zie afbeelding 2. *Een nulmodemkabel is niet bruikbaar!* Voor aansluiting aan een 25-polige COM-poort zijn in de vakhandel adapters verkrijgbaar.

Om met een locomotief te kunnen rijden moet deze eerst worden ingevoerd, dat gebeurt als volgt, de tekst tussen<> duidt de naam van de toets aan:

- Verlaat het startscherm met <Esc> en bevestig de vraag met <j>, of vanuit A:\
- Type achter de prompt mrdsys <Enter>.
- Toets <L> en vervolgens <Insert>.
- Vul de gevraagde gegevens in; naam <Enter>, decodernummer <Enter>.
- Selecteer met <←> of <→> het decodertypen, (N1 voor DCC-decoders) en bevestig de keuze weer met <Enter>. De loc wordt nu in de database opgenomen.
- Toets voor de volgende locomotief weer <L>, <Insert> en herhaal de procedure.
- Verlaat MRdSYS met tweemaal <Esc> en bevestig de vraag met <j>.
- Type achter de prompt mrdirect <Enter>. Na de initialisatie verschijnt het startscherm, daarin staat/staan nu bovenaan de ingevoerde loc(s) vermeld.

In dit stadium is voor het testen van de verbinding het invoeren van één locomotief voldoende. Als MRdirect na de initialisatie weer actief is kan met de spatiebalk de baan worden ingeschakeld, op de IFK moet ook de tweede groene led branden ten teken dat de verbinding tot stand is gekomen. Met <F9> kan het licht worden in- en uitgeschakeld. en met <+> gaat de loc rijden en met <-> kan hij weer stil worden gezet. Zie voor details de handleiding van MRdirect.

#### 30.3.2.2 Bezetmeldingen

De bezetmeldingen verlopen via een oorspronkelijk door Märklin bedachte zesdraadsverbinding, de S88-bus. Deze wordt via het S88-LPT interface op de DD-PC aangesloten, zie informatieblad 21.2. De IFK verzorgt de omzetting van de parallelle meldingen van de blokkaarten in een serieel signaal, zie informatieblad 21.1. Dat heeft wel tot gevolg dat de nummering van de

bezetmeldingen moet worden aangepast. De S88-bus is gebaseerd op 31 bezetmelders met 16 ingangen, in totaal dus 496 meldingen. Die worden doorgegeven als 1.01 tot en met 1.16, vervolgens 2.01 tot en met 2.16 en zo verder tot ten slotte 31.16. In dat zelfde stramen moeten de vier bezetmeldingen *en de kortsluitmelding* van de blokkaarten worden ondergebracht. Daardoor kan *elke vijfde bit* van het seriële signaal *niet als bezetmelding* worden gebruikt. Verder gaan op de interfacekaart IFK de eerste drie bits verloren, daardoor wordt de eerste bezetmeldingen van blokkaart op adres 0 (eerste adres van rek 1) 1.04 van het seriële signaal. De drie verdere meldingen zijn dan 1.05, 1.06 en 1.07, 1.08 is de kortsluitmelding, die telt niet mee. De bezetmeldingen van blokkaart op adres 1 zijn dan 1.09, 1.10, 1.11 en 1.12. In tabel 1 zijn alle mogelijke bezetmeldingen ondergebracht.

Omdat in totaal 493 bits ter beschikking staan kunnen maximaal 493 gedeeld door 5, dat zijn de meldingen van 98 blokkaarten in het S88-signaal worden ondergebracht. Dat komt overeen met de A-kanten van alle 64 rekposities en verder de B-kanten van de rekposities 0 tot en met 33. *Op de grijs gekleurde posities van de rekken 3 en 4 kunnen geen ABK of DBK worden toegepast, die posities worden door de S88-bus niet gedekt.*

---

Let op!

---

Als MRdirect actief is en de baan met<spatiebalk> is ingeschakeld kan de status van de bezetmelders met <F12> worden opgeroepen. Onder in het scherm worden alle 31 melders met hun 16 ingangen getoond. De niet aangesloten ingangen tonen hun volgnummer, per bezetmelder van 1 tot en met 16, *alleen het laatste cijfer en zonder spaties*. De niet bruikbare drie eerste bits en de niet bruikbare kortsluitmelding van elke blokkaart worden getoond als aangesloten ingangen en met een stip aangegeven. De kortsluitmeldingen veroorzaken een duidelijk herkenbaar patroon, te beginnen met melding 1.08 is iedere vijfde bit een stip. Als de nodige kaarten in het rek zijn gestoken als hierboven voorgesteld begint de cijferreeks met een aantal stippen, overeenkomend met het aantal kaarten maal 5.

Aangenomen dat alleen blokkaarten 2BK worden gebruikt scant MRdirect 64 blokkaarten met elk vijf meldingen (inclusief de niet bruikbare kortsluitmelding), in totaal 320 bits. Omdat iedere scan van de S88-bus 496 bits lang is verschijnt na 320 bit opnieuw hetzelfde aantal stippen, min de drie die in het begin door de IFK verloren zijn gegaan nogmaals. Als later ABK en/of DBK worden gebruikt vertegenwoordigen de bits boven 323 de bezetmeldingen van de B-kanten.

### 30.3.3 Verbinding IFK-rek – baan

De bestaande bedrading kan worden gehandhaafd, voor een eerste test van het systeem kunnen in de software vier bezetmelders per blok worden ingevoerd, overeenkomstig het blokgestuurde systeem. In een digitaal systeem zijn in de vrije baan echter niet meer dan drie bezetmelders per blok nodig. Door het samenvoegen van de oorspronkelijke secties 2 en 3 komt van de betreffende blokkaarten één sectie (melding) vrij. Om loze bezetmeldingen (= S88-bits) te voorkomen, kunnen die secties worden gebruikt voor het voeden blokken die uit één sectie bestaan zoals in wisselstraten voorkomen, zie § 4.

### 30.3.4 Verbinding KL-PC – MCK

De MCK wordt op COM 2 aangesloten. De verbindingkabel is dezelfde als in het blokgestuurde systeem, zie afbeelding 2. Zie voor nadere informatie over de MCK informatieblad 6.

### 30.3.5 Verbinding MCK-rek – baan

Aan de bestaande bedrading hoeft niets te worden gewijzigd, zie voor nadere informatie betreffende stuurkaarten, wisselstuurprinten en –versterkers de informatiebladen 9.1, 9.2, 10, 10.1 en 12.

Het programma KOPLOPER<sup>®</sup> kan gratis worden binnengehaald van de site van de auteur [www.pahasoft.nl](http://www.pahasoft.nl)

Let op!

### 30.3.6 Verbinding KL-PC – DD-PC

In principe is voor de fysieke verbinding een driedraadsverbinding voldoende, er kan ook een volledige nulmodemkabel worden gebruikt, zie afbeelding 2. Hiermee wordt COM 1 van de KL-PC verbonden met COM 2 van de DD-PC.

Als VOOR het proefrijden een apart baantje met een tweede PC wordt gebruikt kan voor KOPLOPER een niet geregistreerde versie worden gebruikt, daarmee kunnen maximaal drie locs worden bestuurd, voor het rijden op een testbaan is dat voldoende. Bij het programma hoort een uitgebreide documentatie en voor beginners heeft Chris Burger een korte handleiding geschreven die eveneens van de site van Paul Haagsma kan worden binnengehaald.

Het beste kan voor het rijden op de testbaan een nieuwe database worden gemaakt. In "Instellingen per database" moet als digitaalsysteem "Intellibox/Twincenter" worden gekozen en "Toevoegen van HCCM wisselprotocol" moet worden aangevinkt. Voor het testen van de verbinding tussen beide PC's is "rijden met decoderstappen" voldoende. Later kunnen op de eigenlijke baan de snelheden worden geijkt. Voor het invoeren van de blokken en de locomotie(f)(ven) alsmede het tekenen van de baan wordt verwezen naar de hiervoor genoemde handleidingen.

*Bij het invoeren van de bezetmeldingen van de blokken moeten nu de nummers worden gebruikt zoals in § 3.2.2 is uitgelegd.*

Als de nodige gegevens zijn ingevoerd moet om de verbinding tussen de PC's tot stand te brengen eerst de DD-PC worden ingeschakeld. Als het startscherm van MRdirect is verschenen kan met <F5> op het toetsenbord van de KL-PC, of met de groene "pannenkoek" de baan worden gestart. In reactie daarop zal MRdirect de baudrate wijzigen in 19200. Als de baan in het MRdirect-scherm was afgeschakeld zal de baan worden geactiveerd. Door nu met de spatiebalk van het toetsenbord van de DD-PC de baan af te schakelen zal KOPLOPER melden dat de noodstop is geactiveerd. Door opheffen van de noodstop in het KOPLOPER-scherm zal de baan door MRdirect weer worden geactiveerd. Het laten rijden van *in beide programma's ingevoerde* locomotieven kan nu op drie manieren:

1. MRdirect activeren met <spatiebalk>, met de numerieke + en – toetsen kan met de geselecteerde loc (lichte achtergrond balk) worden gereden. Rijrichting wisselen gaat met <num5> (Num Lock uit!). Met <F12> kan het bezetmelderschermbord worden opgeroepen. Daarin kan (enigszins moeizaam) de werking van de melders worden gecontroleerd. Als KOPLOPER is gestart met *alleen* <F5> ("pannenkoek") kunnen de bezetmelders ook in het baanoverzicht worden gecontroleerd, aangenomen dat ze in het baanontwerp zichtbaar zijn opgenomen.
2. Handmatig in KOPLOPER in het locomotief-venster. Het resultaat is hetzelfde.
3. Automatisch door het slepen van het huidige en het volgende blok uit het locomotief-venster, gevolgd door <F8>, zie de handleiding van KOPLOPER.

Als de verbinding niet tot stand komt meldt KOPLOPER dat geen Intellibox of Twincenter kon worden gevonden. Als de verbindingkabel na controle in orde blijkt te zijn en het testen van de andere verbinding goed is verlopen blijven praktisch alleen de COM-poorten als boosdoeners over. Aanwijzingen voor het testen en/of repareren daarvan vallen buiten het bestek van dit informatieblad.

## 30.4 Hoe verder

Als voor de bedrading tussen rek en baan oorspronkelijk rangeerstroken zijn gebruikt kunnen hierop de secties 2 en 3 van de blokken van de vrije baan worden doorverbonden. Daar kunnen ook doorrijblokken met één sectie van wisselstraten met de vrijgekomen bezetmelder worden doorverbonden. *Bij het elders gebruiken van vrijgekomen meldingen moet er aan worden gedacht dat*

Let op!

HC

*beide rails van de meldsectie vanuit dezelfde blokkaart moeten worden gevoed.* Bij de hiervoor bedoelde wisselstraat secties moet dus ook de "doorgaande rail" met die van de betreffende blokkaart worden doorverbonden.

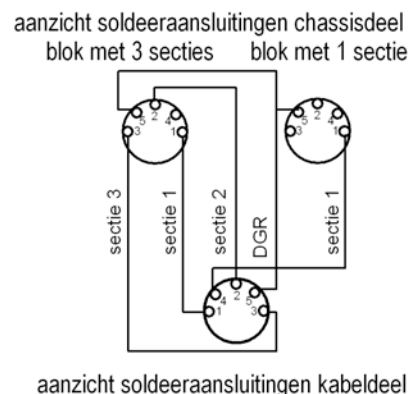
Als de bedrading van de blokken rechtstreeks doorloopt naar de connectoren achterop het rek kunnen "tweewegstekkers" volgens afbeelding 3 uitkomst bieden.

Nadat is vastgelegd hoe de vrijgekomen bezetmelders zullen worden gebruikt (en welke niet meer) kan de nummering van de bezetmelders worden bepaald aan de hand van tabel 1. Voor elk rek (van boven naar beneden rek 1 tot en met rek 4) kan in de kolommen worden afgelezen welke sectie (bezetmelding) van een blokkaart overeenkomt met een nummer (bit) van de S88-bus dat in KOPLOPER moet worden gebruikt voor het opnieuw vastleggen van de bezetmeldingen. Stel dat een deel van de baan wordt gevoed door de blokkaarten 11, 12 en 13. Rijdend van 11 naar 13 is de laatste melder van blok 11 nummer 4.14, de eerste melder van blok 12 is 4.16 en de laatste 5.3. De eerste melder van blok 13 is 5.5 en niet 5.4 want dat is een kortsluitmelding die niet als bezetmelding kan worden gebruikt.

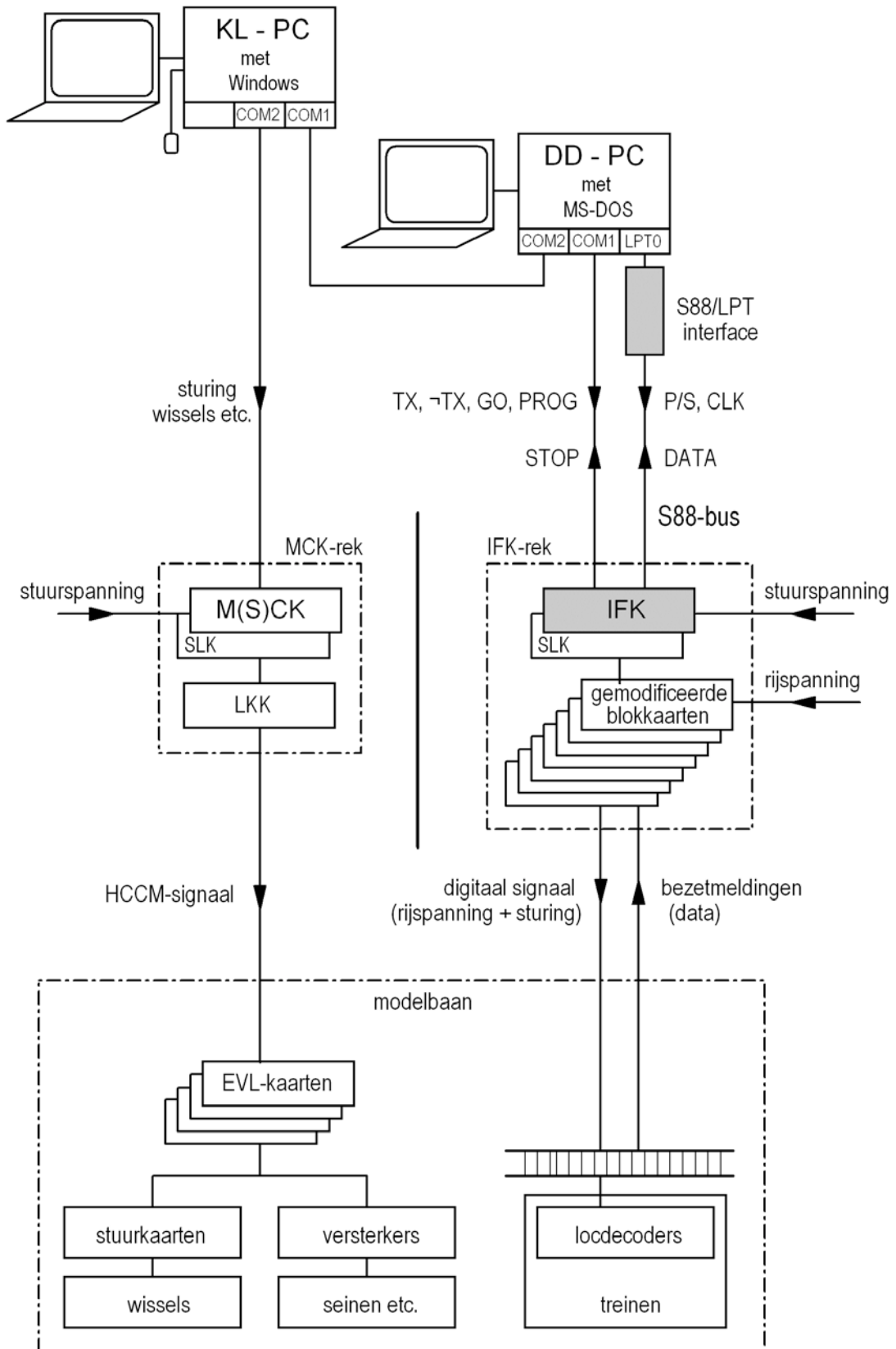
Het is ook noodzakelijk de baan te controleren op keerlussen omdat die in het treingestuurde systeem kortsluiting veroorzaken. Keerlussen kunnen ook voorkomen zonder dat ze als zodanig zijn bedoeld. Als in een baan in de bekende vorm van het "hondenbot" in het midden een station en de bezetmeldingen (secties) zijn aangebracht in de sporen in de rechter rail, rekening houdend met de meestvoorkomende rijrichting, dan treedt waar van spoor wordt gewisseld een keerlussituatie op, de trein komt op een spoor met tegengesteld potentiaal terecht. Bij het blokgestuurde systeem was dat geen probleem omdat het potentiaal per blok kon worden omgekeerd. Speciale kaarten om dat euvel te verhelpen zijn in ontwikkeling.

## 30.5 Slotopmerking

Dit informatieblad is gebaseerd op de tot nu toe opgedane ervaringen. Op- of aanmerkingen of nadere vragen kunnen worden geplaatst/gesteld op [hccm@yahogroups.com](mailto:hccm@yahogroups.com)

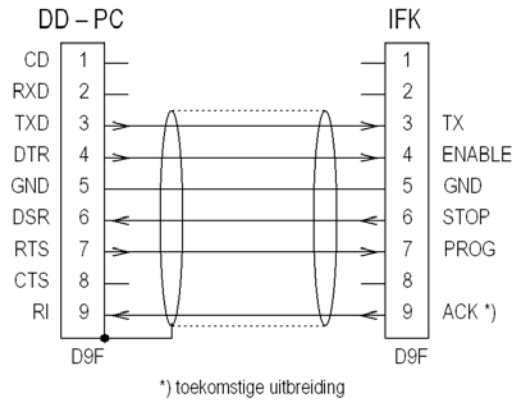


afbeelding 3  
"tweewegstekker"

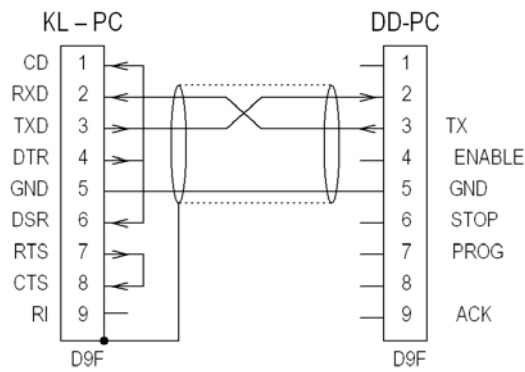
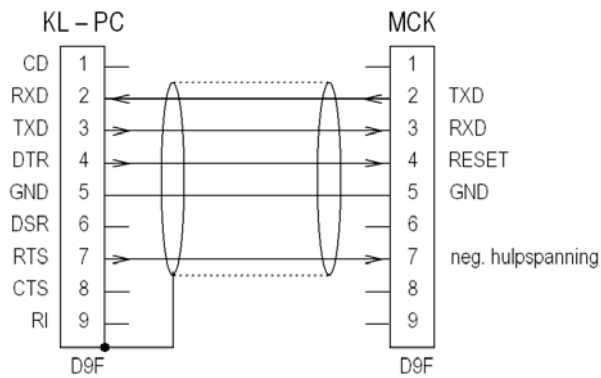


afbeelding 1  
blokschema van de  
complete installatie

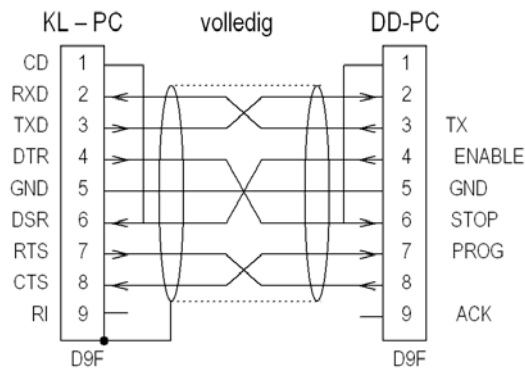
afbeelding 2.1  
kabel DD-PC  
naar IFK-rek



afbeelding 2.2  
kabel KL-PC  
naar MCK-rek



afbeelding 2.3  
kabel KL-PC  
naar DD-PC



adres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Laag	S1	1.4	1.9	1.14	2.3	2.8	2.13	3.2	3.7	3.12	4.1	4.6	4.11	4.16	5.5	5.10	5.15
	S2	1.5	1.10	1.15	2.4	2.9	2.14	3.3	3.8	3.13	4.2	4.7	4.12	5.1	5.6	5.11	5.16
	S3	1.6	1.11	1.16	2.5	2.10	2.15	3.4	3.9	3.14	4.3	4.8	4.13	5.2	5.7	5.12	6.1
	S4	1.7	1.12	2.1	2.6	2.11	2.16	3.5	3.10	3.15	4.4	4.9	4.14	5.3	5.8	5.13	6.2
	K	1.8	1.13	2.2	2.7	2.12	3.1	3.6	3.11	3.16	4.5	4.10	4.15	5.4	5.9	5.14	6.3
Hoog	S1	21.4	21.9	21.14	22.3	22.8	22.13	23.2	23.7	23.12	24.1	24.6	24.11	24.16	25.5	25.10	25.15
	S2	21.5	21.10	21.15	22.4	22.9	22.14	23.3	23.8	23.13	24.2	24.7	24.12	25.1	25.6	25.11	25.16
	S3	21.6	21.11	21.16	22.5	22.10	22.15	23.4	23.9	23.14	24.3	24.8	24.13	25.2	25.7	25.12	26.1
	S4	21.7	21.12	22.1	22.6	22.11	22.16	23.5	23.10	23.15	24.4	24.9	24.14	25.3	25.8	25.13	26.2
	K	21.8	21.13	22.2	22.7	22.12	23.1	23.6	23.11	23.16	24.5	24.10	24.15	25.4	25.9	25.14	26.3

adres	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Laag	S1	6.4	6.9	6.14	7.3	7.8	7.13	8.2	8.7	8.12	9.1	9.6	9.11	9.16	10.5	10.10	10.15
	S2	6.5	6.10	6.15	7.4	7.9	7.14	8.3	8.8	8.13	9.2	9.7	9.12	10.1	10.6	10.11	10.16
	S3	6.6	6.11	6.16	7.5	7.10	7.15	8.4	8.9	8.14	9.3	9.8	9.13	10.2	10.7	10.12	11.1
	S4	6.7	6.12	7.1	7.6	7.11	7.16	8.5	8.10	8.15	9.4	9.9	9.14	10.3	10.8	10.13	11.2
	K	6.8	6.13	7.2	7.7	7.12	8.1	8.6	8.11	8.16	9.5	9.10	9.15	10.4	10.9	10.14	11.3
Hoog	S1	26.4	26.9	26.14	27.3	27.8	27.13	28.2	28.7	28.12	29.1	29.6	29.11	29.16	30.5	30.10	30.15
	S2	26.5	26.10	26.15	27.4	27.9	27.14	28.3	28.8	28.13	29.2	29.7	29.12	30.1	30.6	30.11	30.16
	S3	26.6	26.11	26.16	27.5	27.10	27.15	28.4	28.9	28.14	29.3	29.8	29.13	30.2	30.7	30.12	31.1
	S4	26.7	26.12	27.1	27.6	27.11	27.16	28.5	28.10	28.15	29.4	29.9	29.14	30.3	30.8	30.13	31.2
	K	26.8	26.13	27.2	27.7	27.12	28.1	28.6	28.11	28.16	29.5	29.10	29.15	30.4	30.9	30.14	31.3

adres	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
Laag	S1	11.4	11.9	11.14	12.3	12.8	12.13	13.2	13.7	13.12	14.1	14.6	14.11	14.16	15.5	15.10	15.15
	S2	11.5	11.10	11.15	12.4	12.9	12.14	13.3	13.8	13.13	14.2	14.7	14.12	15.1	15.6	15.11	15.16
	S3	11.6	11.11	11.16	12.5	12.10	12.15	13.4	13.9	13.14	14.3	14.8	14.13	15.2	15.7	15.12	16.1
	S4	11.7	11.12	12.1	12.6	12.11	12.16	13.5	13.10	13.15	14.4	14.9	14.14	15.3	15.8	15.13	16.2
	K	11.8	11.13	12.2	12.7	12.12	13.1	13.6	13.11	13.16	14.5	14.10	14.15	15.4	15.9	15.14	16.3
Hoog	S1	31.4	31.9	31.14													
	S2	31.5	31.10	31.15													
	S3	31.6	31.11	31.16													
	S4	31.7	31.12														
	K	31.8	31.13														

adres	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
Laag	S1	16.4	16.9	16.14	17.3	17.8	17.13	18.2	18.7	18.12	19.1	19.6	19.11	19.16	20.5	20.10	20.15
	S2	16.5	16.10	16.15	17.4	17.9	17.14	18.3	18.8	18.13	19.2	19.7	19.12	20.1	20.6	20.11	20.16
	S3	16.6	16.11	16.16	17.5	17.10	17.15	18.4	18.9	18.14	19.3	19.8	19.13	20.2	20.7	20.12	21.1
	S4	16.7	16.12	17.1	17.6	17.11	17.16	18.5	18.10	18.15	19.4	19.9	19.14	20.3	20.8	20.13	21.2
	K	16.8	16.13	17.2	17.7	17.12	18.1	18.6	18.11	18.16	19.5	19.10	19.15	20.4	20.9	20.14	21.3
Hoog	S1																
	S2																
	S3																
	S4																
	K																

tabel 1  
omzetting van nummering van blokkaarten  
naar S88-nummering