

Van Schijfcollectormotor tot SoftSinusmotor

Eenvoudig digitaliseren van analoge
locomotieven



Voorwoord

In het “Märklin Aandrijftechniek-boek” wordt U ingewijd in de finesses van de Märklin aandrijftechniek. U leert welke motoren er zijn, hoe ze moeten worden onderhouden en hoe ze kunnen worden gedigitaliseerd. Ook worden de meest gestelde vragen behandeld en wordt dieper ingegaan op de digitale technieken.

De tips en kneepjes in dit boek zijn aan de ene kant een hulp voor beginners en aan de andere kant geven ze ook een meer technische achtergrond aan de gevorderde Märklingebruiker.

Wij wensen U vele boeiende uren bij het bestuderen van dit boek en ook veel plezier met uw Märklin HO modelspoorbaan.

Uw Märklin Service-team.

Dit drukwerk met al zijn onderdelen is beschermd door het auteursrecht.

Ieder gebruik van dit werk zonder toelating van de Gebr. Märklin & Cie GmbH niet toegestaan en strafbaar. Dat geldt in het bijzonder voor het vermenigvuldigen, vertalen, opslaan op microfilm en het opslaan en bewerken in elektronische systemen.

Het is daarom niet toegestaan afbeeldingen uit dit boek te scannen, in pc's of op cd's op te slaan of in pc's/computers te veranderen of alleen of met andere beeldopnamen te manipuleren, tenzij met schriftelijke toestemming van Gebr. Märklin & Cie GmbH.

De in het boek gepubliceerde tips en raadgevingen werden door de auteurs en de uitgever zorgvuldig uitgewerkt en gecontroleerd. Een garantie kan echter niet worden gegeven. Eveneens is de verantwoordelijkheid van de auteur dan wel van de uitgever en zijn medewerkers voor persoonlijke, zakelijke en vermogensschade uitgesloten.

Elk economisch gebruik van de beelden en het werk is enkel met schriftelijke toestemming van de Gebr. Märklin & Cie toegestaan.

Copyright 2007 by

Gebr. Märklin & Cie GmbH

Postfach 820

D-73008 Göppingen

www.maerklin.com

Tekst: Axel Snug, Ulrich Gröger en Oliver Strüber

Grafiek, layout: Dipl.-Ing. Frank Mayer

Bewerking: Wim Kraat

Druk:

1. Conventionele locomotief-aandrijvingen

Inhoud

De grote schijfcollector motor	4
De kleine schijfcollector motor	5
De trommelcollectormotor	6
Rijrichtingswissel met impuls	6
Electronische rijrichtingsschakelaar	7
Met voorschakelelectronica	7
Electronisch	8
Electronisch geregelde aandrijving	9



1. Conventionele locomotiefaandrijvingen

De digitale techniek maakt functies mogelijk die iedere modelspoorer fascineren: de verlichting kan vanaf de rijregelaar worden geschakeld, de kraan heft zijn last, de pantograaf van de eloc kan vanop afstand omhoog en omlaag worden gebracht en met een druk op de knop maken allerlei geluiden de modelspoorwereld levendig. Het gebruikscomfort veranderde in de afgelopen jaren wezenlijk. Locomotieven koppelen zelfs bij kruipsnelheid betrouwbaar aan de trein, bereiken vertraagd de ingestelde maximum snelheid en remmen op dezelfde manier af voor een rood sein.

Gelijktijdig met de ontwikkeling van de electronica worden ook de aandrijvingen steeds kleiner. Kleinere motoren passen ook in zeer sierlijke modellen, waarbij, door de digitale techniek, evenwel nog talrijke functies aanstuurbaar zijn. Zulke verdergaande ontwikkelingen openen ongekennde mogelijkheden. De evolutie van de conventionele gelijkstroommotor tot aan de hedendaagse aandrijftechniek vormt het onderwerp van deze publikatie.

Iedere modelspoormotor ontwikkelt zijn kracht op basis van magnetische velden. Deze worden door permanente magneten voortdurend in stand gehouden of opgewekt door stroomvoerende spoelen. Al naar gelang de opstelling van de magneetvelden stoten ze elkaar af of trekken elkaar aan. Door de automatische polariteitswisseling van de opgewekte magneetvelden ontstaat een voortdurende draaiing. Dit roterende magneetveld wordt opgewekt door de

ankerspoelen, het vaststaande middelste magneetveld door de veldmagneet, respectievelijk de veldspoel. Indien men de van de bouwwijze afhankelijke invloeden zoals lagerwrijving, luchtweerstand, enz. buiten beschouwing laat, krijgt de motor van een conventionele locomotief de draaisnelheid die de hoogte van de aangelegde rijspanning benadert: hoe verder men de transformator "open draait" deste sneller rijdt de trein. Logisch, zullen nu velen denken. Maar we kunnen beter zeggen: we zijn het zo gewend, want in een ander hoofdstuk behandelen we de C-sinusmotor en de Softsinus-motor die beiden heel anders werken.

Nu beginnen we echter met de normale wissel- respectievelijk gelijkstroommotoren zoals die al in het midden van de twintigste eeuw in locomotieven werden gemonteerd. Indien goed onderhouden, leveren deze modellen vandaag nog de prestaties die men van hen meg verwachten. Lange tijd waren er in de Märklinmodellen drie verschillende motortypen te vinden, die we nu achtereenvolgens zullen beschrijven.

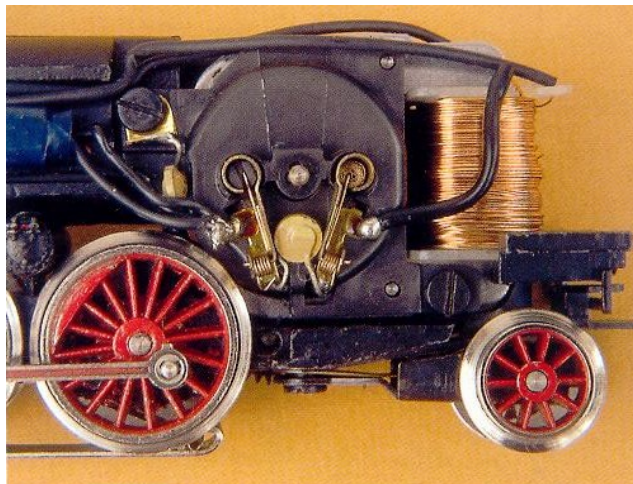
De grote schijfcollectormotor

De vandaag de dag terecht als groot geldende schijfcollectormotor was, zeker voor zijn tijd, een revolutie. Door zijn ingekapselde bouw maakte hij een aanzienlijk elegantere voorbeeldgetrouwere vormgeving van modellen mogelijk als ooit te voren. Deze motorgeneratie had, in tegenstelling tot

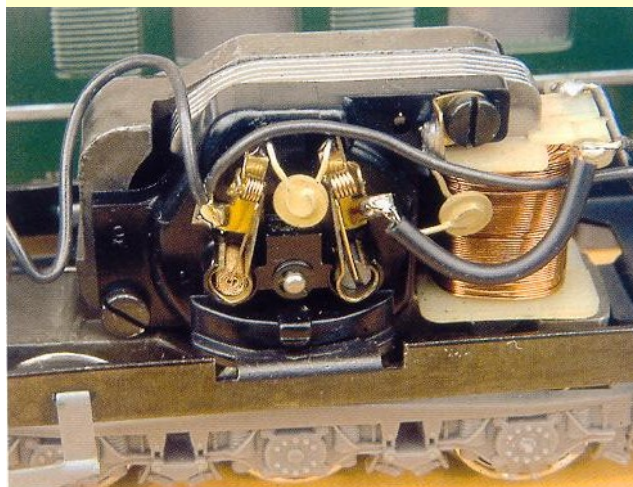


Al vanaf 1966 reed de elektrische H0-locomotief van de serie E03 (3053) over de modelsporen. Zij had zelfs een verlichte maschineruimte. De verpakking documenteert de stijl van dat tijdperk. Ook destijds was snelheid belangrijk.

1. Conventionele locomotiefaandrijvingen



De stoomtreinlocomotief serie 03.10 had nog een grote schijfcollectormotor.

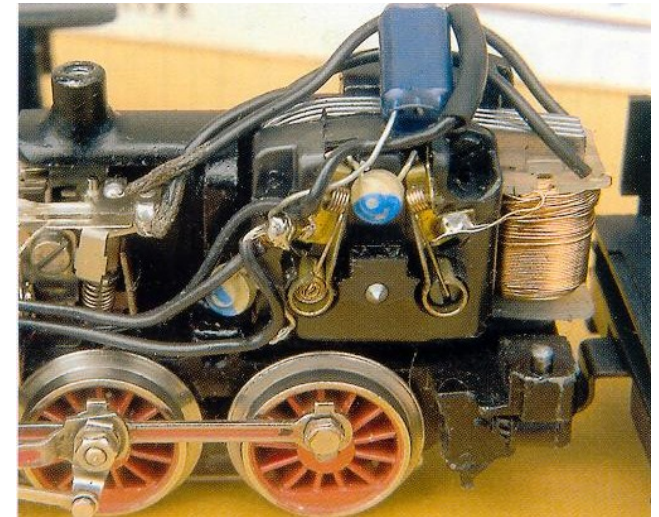


In bijzonder goede toestand bevindt zich deze Ae 6/6. Hier is duidelijk de anderses schildvorm van de motor te

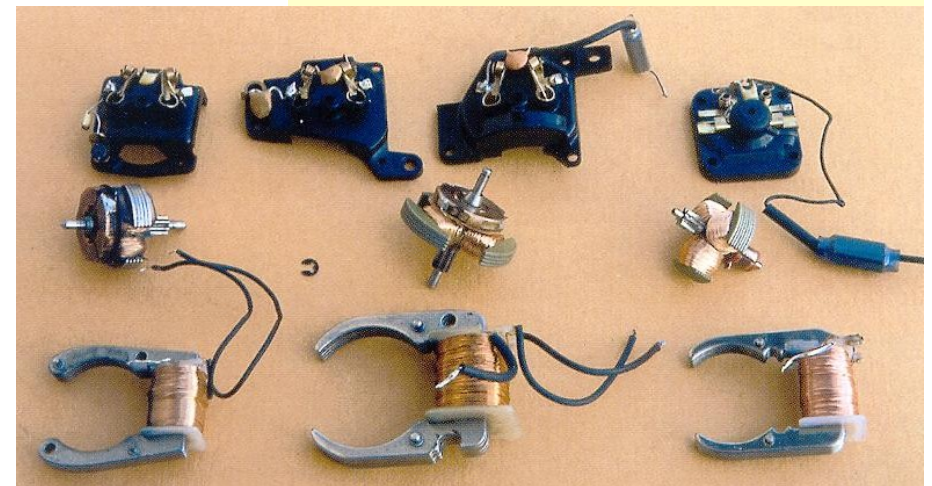
eerdere locaandrijvingen, ook aan de buitenzijde van de behuizing geen zichtbare schroeven meer nodig. Het mdel van de serie V200 werd vanaf 1957 met deze motor geproduceerd. Afhankelijk van de locomotiefconstructie werden echter verschillende motorschilden en ankers gebruikt. De detailopnames tonen de motoren van de stroomlijnlocomotief BR 03.10 (art.nr. 3094, vanaf 1970 geproduceerd) en het model van de Zwitserse eloc Ae 6/6 (art.nr. 3050, gebouwd vanaf 1964). In deze voertuigen vormde de motor, zoals al bij de V200, één geheel met het draaistel. De ankeras werd hier met een veering op het motorschild bevestigd. Bij het schijfcollector motortype zorgen schijfvormige vlakken (als een hap uit een stuk koek) in segmenten opgedeeld voor de stroomoverdracht. Borstels van koper en grafiet zorgen voor de elektrische verbinding met het anker.

De kleine schijfcollectormotor

Zoals de beschrijving al aanduidt, maakte de kleine schijfcollectormotor een verdere verkleining mogelijk. Zo konden modellen geproduceerd worden, die met het grotere type niet te verwezenlijken waren geweest.



Kort na de ontwikkeling van de kleine schijfcollectormotor ontstond het model van de BR 24.



Links ziet u de onderdelen van de kleine en daarnaast die van de grote schijfcollectormotor. Van de grote waren er bovendien nog twee ankers met verschillend aantal tandwieltanden.

1. Conventionele locomotiefaandrijvingen

Representatief is hier het al vanaf 1956 geproduceerde model van de BR 24 (het eerste model met deze motor was de al in 1953 geproduceerde BR 89, art.nr. 3000). Het naast elkaar leggen van de motoronderdelen laat het grote verschil zien tussen de beide schijfcollectormotoren. Bij het kleinere type verdween ook de veerring, die bij het grotere type het anker aan het motorschild bevestigde. De wezenlijk kleinere ankerdoorsnede maakt een compactere bouw van de motor mogelijk. Soort en plaatsing van de borstels bleef gelijk.

De trommelcollector



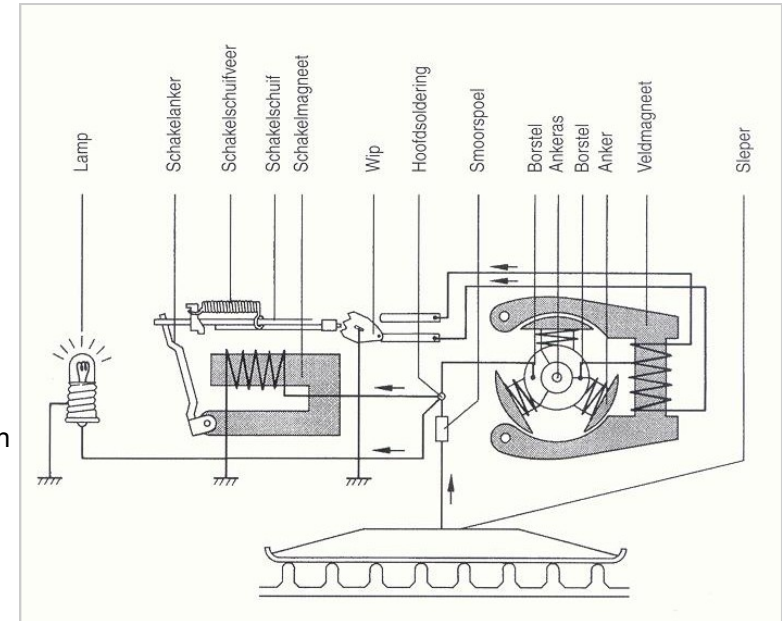
De serie 03 (art.nr. 3085) kreeg in 1973 al een

Als één van de eerste modellen met trommelcollector verscheen in 1973 de stoomloc 003 160-9 (art.nr. 3085). Het verschil met de schijfcollectormotor is duidelijk herkenbaar aan de ankerconstructie. Op een trommelvormig ankerstompje bevinden zich drie contactvlakken van gelijke grootte om de stroom over te dragen naar de ankerspoelen. Nieuwere motoren van de digitale hoogvermogenaanrijving, bezitten daarentegen vijf ankerwikkelingen die zorg dragen voor een zeer rustige loop en al bij lage snelheden een hoog draaimoment hebben. Beide borstels zijn van grafiet en liggen dwars in de draairichting van het anker. Al aan het motorschild kan men het betreffende motortype herkennen. Dit is voor de digitalisering belangrijk: veel oudere modellen kunnen met een ombouwset 60901, -3, -4 worden omgebouwd. Hier komen we later nog op terug.

Rijrichtingswissel met impuls

Opvallende overeenkomst van alle drie motoren is de veldspool, hierop bevinden zich tegengestelde wikkelingen van gelakt koperdraad. Deze lak is flinterdun en zorgt voor de elektrische isolatie van de wikkelingen.

Al naargelang de stroomrichting door de ene of de



Stroomverloop van een conventionele Märklin H0-locomotief en de bijbehorende functie-elementen.

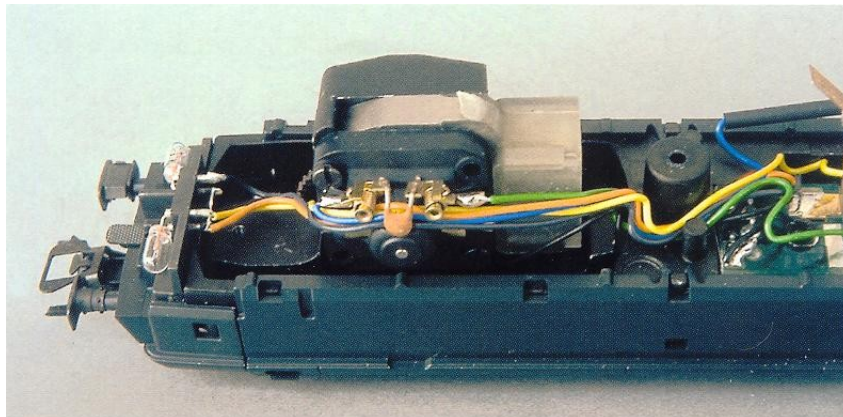
andere spoel draait het magnetisch veld van de veldspoel zijn polariteit om. Zo is het mogelijk om voor het vooruit- en achteruitrijden telkens een tegengesteld werkend magnetisch veld op te wekken.

Via een schakelcontact wordt wisselend de ene of de andere wikkeling van de veldspoel van stroom voorzien: de loc rijdt diensgevolge vooruit of achteruit. De taak van het omkeren van de rijrichting wordt door een relais overgenomen, dat door de transformator door middel van een omschakelimpuls wordt aangestuurd. Deze impuls levert een

1. Conventionele locomotiefaanrijving

verhoogde spanningsstoot die toereikend is om de schakelschuif tegen de aanwezige veldkracht in de aangetrokken positie te brengen. Hierdoor onderbreekt vervolgens een omschakelwip de stroomkring van de motor, zodat de loc niet met maximum snelheid doorrijdt. Gelijktijdig zwenkt de wip naar het contact van de andere veldwikkling, waarmee deze, na het loslaten van de trafoknop, verbonden wordt. Heet voorbeeld van het schakelbeeld laat het stroomverloop van een conventionele locomotief zien. Duidelijk herkenbaar is dat de fronverlichting, motor en rijrichtingomkeerschakelaar parallel worden gebruikt.

De werkwijze van de exacte instelling van de rijrichtingsomkeerschakelaar werd in iedere handleiding precies beschreven. Het voordeel van deze ouderwetse schakeling zit in de niet te



Deze RE460 heeft een trommelcollectormotor met HAMO veldmagneet. Voor alle drie de motortypen was er een overeenkomstige veldmagneet waarmee deze voertuigen voor gelijkstroombanen waren uitgerust.

onderschatten “kindveiligheid”, want over de veerspanning heen kan ook een maximum snelheid worden ingesteld. Overschrijdt het kroost de nog te tolereren trafo-instelling, dan stopt de rijdende loc automatisch en een ontsporing door hoge snelheid wordt succesvol verhinderd. Bij bijzonder oude modellen is het omkeren van de rijrichting ook met de hand mogelijk door een naar buitenstekende hefboom (bv. Bij de modellen van de series BR 24, BR 89 en BR 798).

Onder de naam “HAMO” werden H0-locomotieven met permanente magneet motoren uitgerust. Deze waren uitsluitend voor gebruik op twee-rail gelijkstroombanen geschikt en hadden naast de onvermijdelijke isolatie op alle assen, verzwakte flenzen voor een iets kleinere spoorwijdte. Doordat deze modellen reden op gelijkstroom, waarbij de polen verschillend zijn, kon de rijrichtingsomkeerschakelaar vervallen.

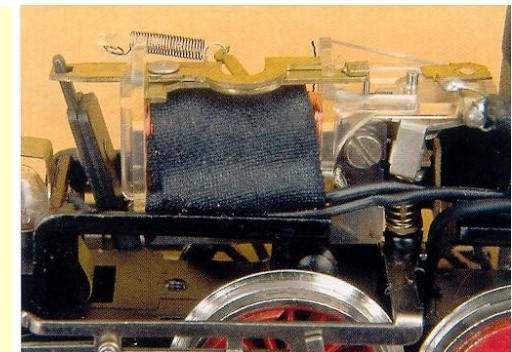
Electronische rijrichtingsschakelaar

Met voorschakelelectronica

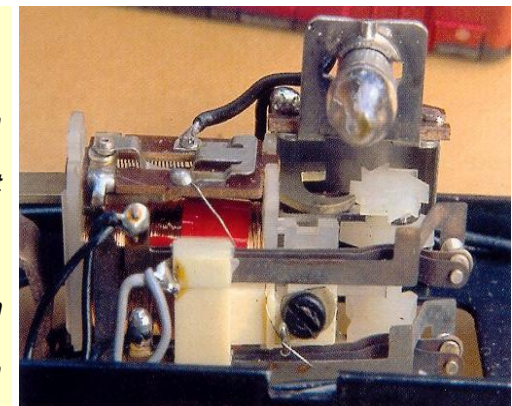
De ontwikkeling van de voorschakelelectronica aan het begin van de jaren 80 van de vorige eeuw maakte het



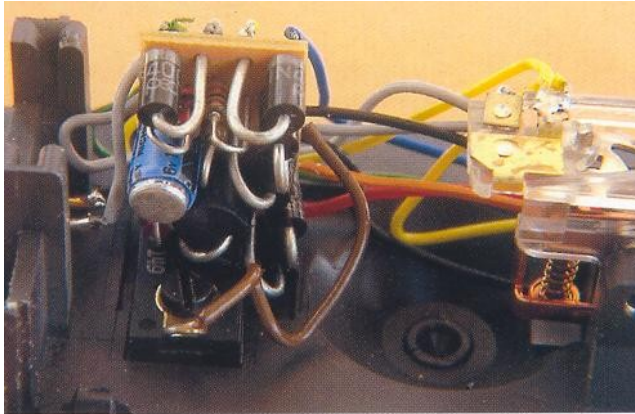
De rijrichtingsomkeerschakelaar geldt als een van de duidelijke herkenningspunten van de conventionele aandrijftechniek.



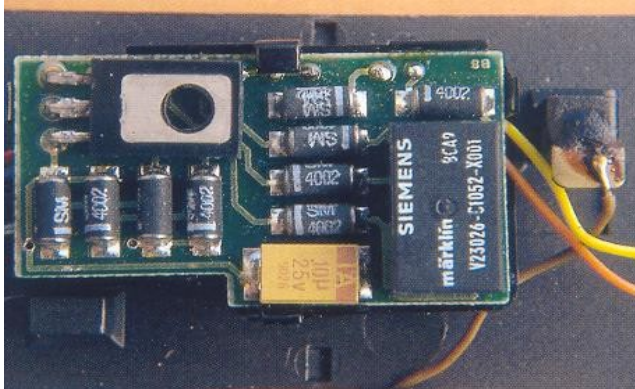
Deze rijrichtingsomkeerschakelaar met nokkenas wisselt niet alleen de rij-richting, maar ook de front – en sluitverlichting. Locs met telexkoppeling hadden nog een derde groep schakelcontacten.



1. Conventionele locomotiefaanrijving



Deze 151 is een van de relatief jongere locomotieven met voorschakeltechniek. Voor een rijrichtingonafhankelijk bedrijf van de frontlichten werden geheel geïsoleerde



Het in 1988 uitgelverde model van de 120.1 beschikte al over een elektronische rijrichtingsomkeerschakelaar.

plaatsen van een rijrichtingsomkeelaar overbodig. De halfgeleidertechniek maakte het mogelijk om met een zenerdiode de waarde van een spanning te herkennen. Behalve het

nauwkeurig omschakelen, lukte het ook om de lichtflits van de lichten te onderdrukken en deze rijrichtingafhankelijk te gebruiken. De eerste locomotieven met deze techniek waren onder andere de serie Be 6/8 van de SBB (krokodil) en de H0-modellen van de DB series 194 en 103. Een voor de koeling elektrisch geïsoleerde transistor in het motorstel regelde de door een volledige gelijkrichting verkregen motorstroom. De eerste modellen kregen een 1.5 V gloeilamp. Hierdoor bleef bij alle snelheden de helderheid nagenoeg gelijk. Later werden, ter ontlasting van de secundaire spoelen van de trafo, weer lampjes gebruikt die voor normale rijspanning geschikt zijn. Dit maakte bovendien een vereenvoudiging van de elektronica mogelijk, daar de vier diodes konden vervallen. Deze modellen dragen allemaal het artikelnummer met de begincijfers 33. De lampen hebben een volledig geïsoleerde voet, waardoor een latere digitalisering eenvoudiger wordt.

De elektronische rijrichtingsomkeelaar

In die tijd begon in de elektronica de trend alles steeds kleiner te maken en het einde daarvan is nog lang niet in zicht. Door de SMD-techniek konden elektronische schakelingen aanzienlijk worden verkleind. SMD staat voor Surface Mounted Devices, wat zoveel wil zeggen als aan de oppervlakte gemonteerde onderdelen. In tegenstelling tot de "bedradings-techniek" worden de onderdelen op een "print" gesoldeerd. Deze techniek staat een tweezijdig gebruik van printplaten toe, omdat, buiten de doorgevoerde contacten (verbindingen van boven naar beneden) geen gaten



Voor de opwaardering van geregelde 5 sterren aandrijvingen werd aanvankelijk een ombouwset aangeboden. Het bevatte de nodige motoronderdelen en de elektronica.



meer geboord hoeven worden. De onderdelen worden steeds direct op de montagezijde op de geleiders gesoldeerd. Door deze voordelen, en door de kleine dimensie van de "draadloze" onderdelen kan zeer veel plaats worden bespaard.

Het gebruik van de SMD-techniek leidde natuurlijk ook in de modelspoorbaanwereld tot verdere

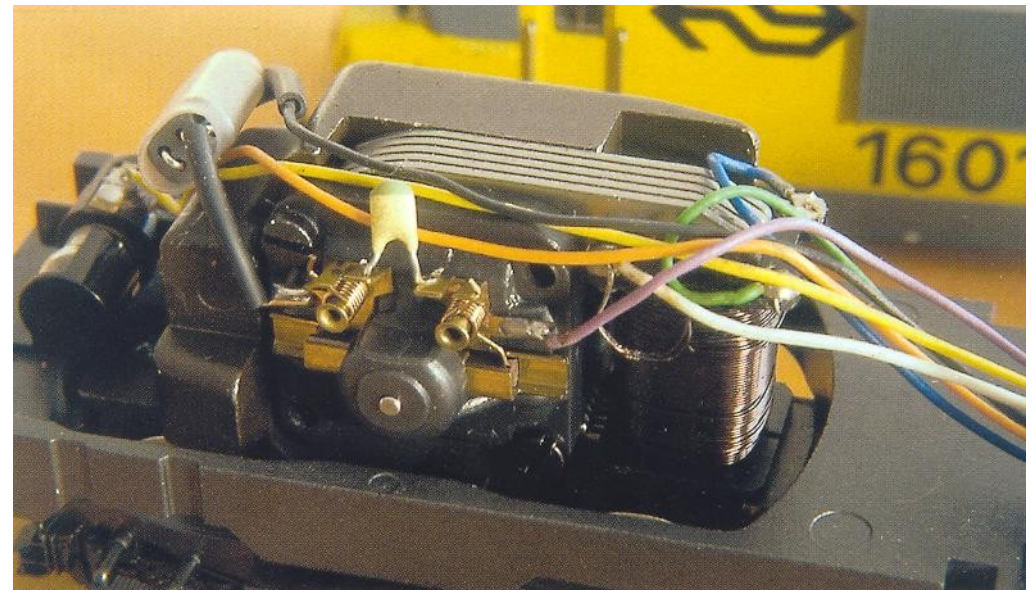
1. Conventionele locomotiefaanrijving

miniaturisering. De altijd nog traditionele rijrichtingomkeerschakelaar met voorschakelelectronica werd vervangen door een printplaatje. Vanaf dat moment hoorde men bij het wisselen van de rijrichting nog maar een heel zachte “klik” van het ingebouwde relais. (op de foto links boven, het grote “zwarte” blokje op de printplaat). Het aansluitprincipe van de lijnmotor (anker en veldspool liggen in één lijn) bleef echter behouden. Een vlake print maakte ook de inbouw in kleinere voertuigen mogelijk. De productie van de Märklin 98.3 van 1990, beter bekend onder de naam “Glaskasten”, was bijvoorbeeld zonder SMD-techniek niet mogelijk geweest.

in vele apparaten gebruikte voorbodes van de digitale techniek. Daarbij vergeleken bood het nieuwe digitale systeem ongekende mogelijkheden, die het conventionele bedrijf snel in de schaduw plaatste. Daartoe behoorden in de eerste plaats de permnente stroomverzorging van alle binnenverlichtingen en lichtfuncties van de aangedreven voertuigen en later ook het vertraagd remmen van de motorvoertuigen: dit was met de 5-sterren-aandrijving, zoals die toen genoemd werd, nog niet mogelijk.

Electronisch geregelde aandrijving

Nu was het nog maar een kleine stap naar de geregelde aandrijving: een vijfpolige motor, instelbare maximum snelheid en optrekvertraging brachten nieuwe dimensies in het rijbedrijf. Om een lastregeling mogelijk te maken, werden de anker- en veldspool gescheiden op de electronica aangesloten, en konden daardoor ook parallel worden gevoed. De met deze aandrijving uitgeruste locomotieven kregen 35 als begincijfers in hun artikelnummer en waren zonder uitzondering uitgrust met trommelcolectormotoren. Zij beschikten als eersten over een lastregeling en een hoger draaimoment. Er werden echter maar weinig modellen met deze aandrijving verkocht, want ondanks de innoverende techniek had deze ontwikkeling al geen toekomst meer door de toen al



Voor de 5 sterrenaandrijving kreeg de veldspool een gescheiden toevoeraansluiting. Hiervoor waren twee nieuwe draden nodig (violet en wit).



2. Digitale aandrijvingen

Inhoud

Startschot tijdens Märklin jubileum	12
Van Motorola-dataformaat via Märklin Digital tot Märklin Systems en Mfx	13
Het Central Unit 6020	13
Het Control Unit 6021	14
Nieuwe decoders	15
Meer functies, minder ruimte	15
Märklin Systems	16
Eenvoudige digitale ombouw	17
De C-sinus motor	19
De <i>Softdrive</i> Sinus-motor	19



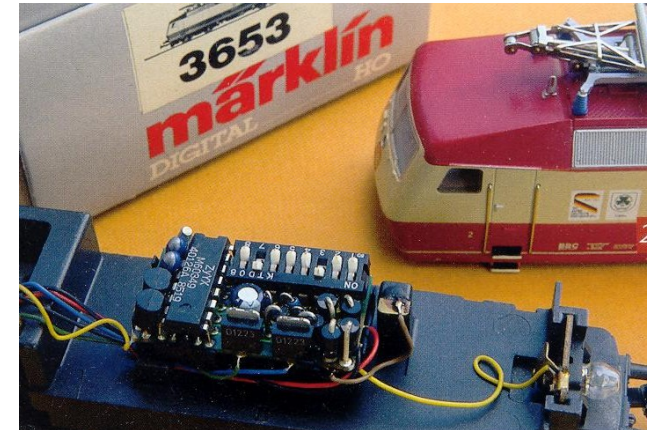
2. Digitale aandrijvingen

De bediening van digitale Märklin modelspoorbanen lijkt sterk op het al tientallen jaren vertrouwde schema. Technisch verschilt een digitale meertreinenbesturing echter fundamenteel van de analoge besturingsconcepten. Om het verschil tussen analoog en digitaal rijden te verduidelijken, verbindt men een gloeilamp in een houder met de rode en de bruine bus van een conventionele rijregelaar of als alternatief met de contacten van een digitale centrale.

Bij conventioneel bedrijf licht deze lamp al naar gelang de trafo-instelling feller of minder fel op. Bij

een digitale rijstroom geeft het draaien van de rijregelaar geen merkbare verandering van de lichtsterkte. De uitgangsspanning van de centrale is een rechthoekig signaal dat de energievoorziening overneemt en gelijktijdig data overbrengt. Märklin spreekt van een energie-data-bus. Iedere voor digitaal bedrijf geschikte loc heeft een elektronische bouwsteen: de decoder. Deze is op een bepaald adres tussen 0 en 80 ingesteld.

Als gevolg hiervan reageert de loc alleen dan, wanneer op de rijregelaar dit adres is ingesteld, of de loc is geselecteerd. Dan wordt iedere



Tot de eerst leverbare digitale locomotieven behoorde de

verandering van de rijregelaar in een impulsserie omgezet en aan de rails doorgegeven. Overeenkomstig de instelling van de rijregelaar verandert de snelheid van de loc. Zoals we zullen herkennen vond (en vindt) er een steeds verdergaande ontwikkeling plaats in de wereld van de digitale electronica en de aandrijftechniek.

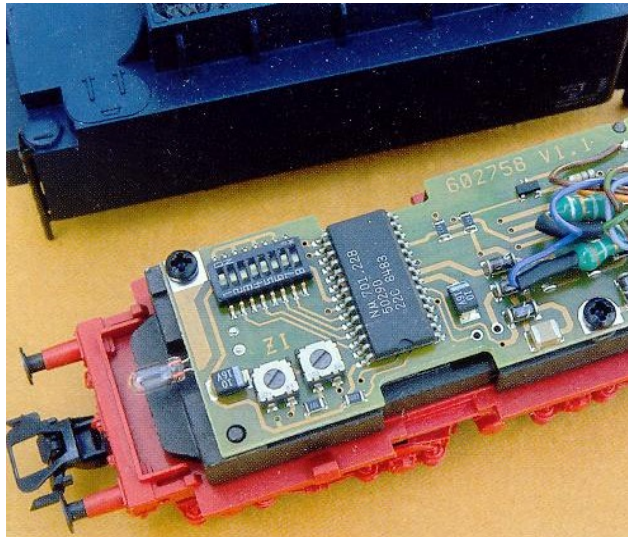
Startschot tijdens het Märklin jubileum

Tijdens het 125-jarig jubileum van Märklin in 1984 werd in de herfst van dat jaar het digitale besturingssysteem voor het eerst gepresenteerd en al in 1985 waren de artikelen in de handel te verkrijgen. Veel vakhandelaren hadden destijds in hun winkel een speciale demonstratietafel staan om de voordelen van het digitale bedrijf in de praktijk te laten zien.

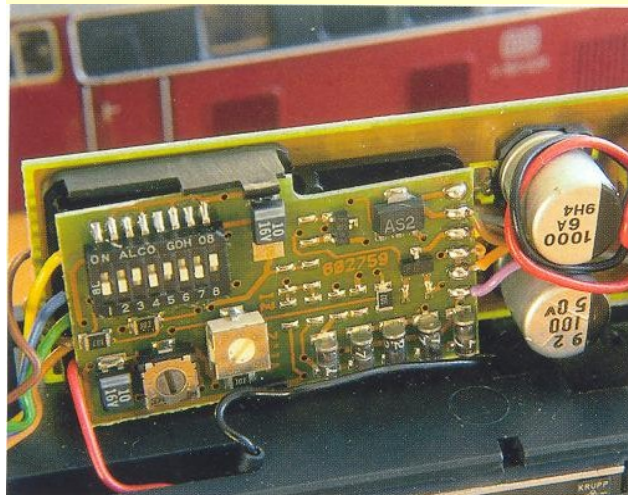


Bij de 3664 was als extra functie een telexkoppeling te schakelen. Op de decoder is de miniaturisering duidelijk te zien.

2. Digitale aandrijvingen



In de tender van de serie 03 uit de "Premium Startset" is



Bij deze V160 is een geluidsmodule gemonteerd achter de decoder.

De verschillende locomotieven kunnen zonder stroomkringonderbrekingen onafhankelijk van elkaar bestuurd worden, de binnerverlichtingen vertonen een constante helderheid, en extra voertuigfuncties kunnen ook bij stilstand geschakeld worden. Deze lijst van voordelen kan nog aanzienlijk worden uitgebreid, want naast de genoemde kenmerken voor het rijden, zijn er ook de magneetartikelaansturing via decoders, digitale terugmeldmogelijkheden en de optie van het aansturen van de baan met ondersteuning van de pc.

Om de ontwikkelingen echter zo eenvoudig mogelijk duidelijk te maken, zullen we eerst op de technische bijzonderheden van het Märklin motrola-formaat ingaan. Parallel daaraan beschrijven we de ontwikkeling van de decoder 6080 tot aan de hoogvermogenaanrijvingen 6090.1 t/m 6090.4. Tenslotte gaan we nog in op het Märklin Systems-format en mfx.

Van Motorola dataformaat via Märklin Digital tot Märklin Systems en Mfx

Wanneer men over Märklin Digital spreekt moet men in feite twee digitale dataformats onderscheiden: Motorola I en Märklin Digital II. Met welk digitale rijstroom format de modelbaan aangestuurd wordt hangt af van de gebruikte centrale, daar de centrale de modelbaan zowel van energie als van besturingsopdrachten voorziet. Eerst was alleen de Central Unit 6020

verkrijgbaar. Hier ging het om een puur verzorgingsapparaat zonder bedieningsfuncties. Vanaf 1994 kwam met de Control Unit 6021 tegelijkertijd het nieuwe Digital II overdrachtsformaat op de modelbaan.

De Control Unit verenigt centrale en rijregelaar in één apparaat. Dit vereenvoudigt het aansluiten en bespaart ruimte. Het geïntegreerde apparaat bezit hetzelfde vermogen als de Control 80f en maakt het schakelen van alle functies van de beschikbare decoders mogelijk. Een vergelijking van beide centrales verduidelijkt de voordelen van de 6021 (gemeenschappelijke basiskenmerken worden niet speciaal genoemd, zoals bijvoorbeeld het aansturen van 80 locomotieven en 256 magneetartikelen.

Central Unit 6020

Dit apparaat werd geproduceerd tussen 1985 en 1993. De Central Unit 6020 zendt de data voor de



Bij deze multitractie werden geluidsmodule en de decoder op een gemeenschappelijke print ondergebracht.

2. Digitale aandrijvingen



De 6080 in ingekapselde vorm maakte ook de ombouw van locomotieven met vrije ruimte mogelijk.

snelheid en extra functies van de op de regelaars opgeroepen locomotieven constant opnieuw naar de rails. Voor elke regelaar is in de centrale een geheugen aanwezig. Daar er maximaal 10 regelaars te koppelen zijn, kunnen dus data van maximaal 10 locomotieven worden ververst. De decoders van de niet door de regelaars opgeroepen locomotieven krijgen geen data toegevoerd.

De rijrichting kan helaas niet steeds opnieuw worden doorgestuurd daar het van rijrichting veranderen een bijzondere opdracht vereist. Staat de loc te lang zonder stroomtoevoer (omdat bv. De plaats waar hij staat opgesteld sterk vervuild is) dan schakelt de locdecoder na de ontlading van de veiligheidscondensator automatisch op "voortuit". Alle decoders van de locs die zich op stroomloze stukken bevinden kunnen alleen tijdens het gebruik tegen "geheugenverlies" beschermd worden. Dit

gebeurt door een overbrugging met een ondersteuningsweerstand. De decoder slaat dan de overgedragen opdrachten intern op.

Bij het kiezen van een locadres wordt de extra functie altijd uitgeschakeld—ook wanneer deze al gekozen werd. Om echter het uitschakelen te voorkomen, kan men bij het invoeren van het locadres, tussen de beide cijfers, de 'function-toets' één keer indrukken. Alleen de functiedecoders van het dansrijtuig, het panoramarijtuig en de kraan kunnen worden aangestuurd. De andere functies van de nieuwere decoders (60901, 60960) kunnen zichzelf niet activeren als een regelaar Control 80f is aangesloten.

De locomotieven met een hoogvermogenaandrijving 60901-4 kunnen normaal worden bestuurd. De extra "function" is schakelbaar, maar niet de functies f1 t/m f4.

Control Unit 6021

Deze rijregelaar is in productie sinds 1994. Deze kan zowel het oude als het nieuwere Märklin digitale formaat apart of naar keuze zelfs gelijktijdig verzenden. Hierdoor zijn de nieuwe en oude functionele modellen (dansrijtuig, panoramarijtuig en kraan aan te sturen (format "Universal"). Ook de nieuwe locs met mfx kunnen worden aangestuurd.

Wordt het nieuwere dataformaat verstuurd, dan verschijnt er naast het adres een rijrichtingspijl. De laatste bedrijfstoestand voor het uitschakelen van de modelbaan kan bij het inschakelen hersteld

worden (toetscombinatie: stop, 97, 93, Go, gevolgd door een adres).

De data van alle reeds opgeroepen locomotieven wordt in cycli herhaald. De Control Unit 6021 herhaalt steeds, in cycli, de data rijrichting (als onderdeel van de snelheidsopdracht), snelheid en de functies. Deze eigenschap van de 6021 blijft vrijwel onopgemerkt, maar is zeer nuttig.

De Control Unit 6021 is sneller dan de oude

Voor het digitale rijbedrijf op een kleine baan kan de hier afgebeelde samenstelling voldoende zijn.



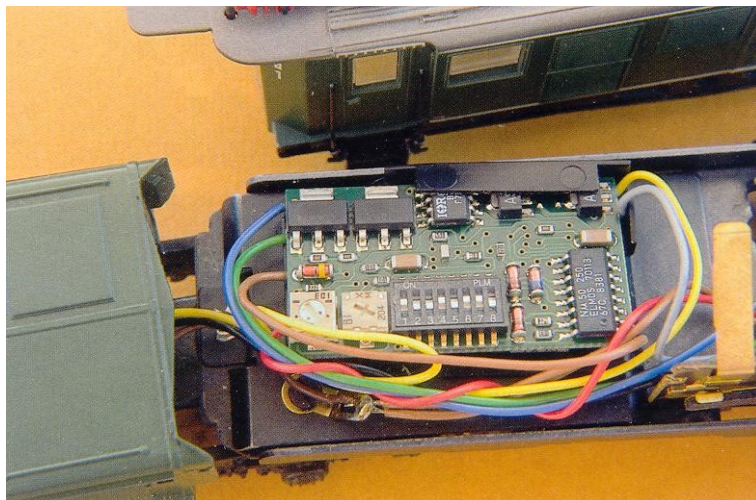
centrales. Dat is te merken bij het schakelen van de magneetartikelen en bij gebruik van het Interface. Komen er nieuwe opdrachten, dan wordt de "refresh"-cyclus onderbroken maar na het uitvoeren weer voortgezet. Alle locomotieven met de nieuwere decoders (bv 60901-5) mogen zonder beveiligingsweerstand stroomloos worden opgesteld. Het is echter belangrijk deze locs bij het in bedrijf nemen één maal op de regelaar op te roepen om ze in de lijst van de te verversen voertuigen op te nemen. De veiligheidsweerstand is alleen nodig wanneer ook locs met oudere decoders worden gebruikt (oude Delta-module 6080 en 6090).

Bij het opnieuw oproepen van het locadres blijven

2. Digitale aandrijvingen

de eenmaal geactiveerde voertuigfuncties ingeschakeld. Alle functies van de locomotiefdecoder 60901 ... 5 en de 60960 kunnen worden geschakeld.

In samenspel met de nieuwere 60901...5 decoders zijn 27 rijstappen beschikbaar. De Control Unit 6021 is ook voor andere systemen te gebruiken. Buiten H0 is ze ook bruikbaar voor het Spoor 1 bedrijf. Al na gelang het railsysteem zijn in de modellen echter verschillende decoders noodzakelijk. Bij een tweerail gelijkstroomstelsel moet ook de polariteit getest worden voor het geval de loc of in omgedraaide richting op de rails is gezet, of door een keer lus is gereden.



De serie E94 in de "Reichsbahn"-uitvoering was het eerste model met een schijfcollectormotor die een decoder 6090 kreeg.

Nieuwe decoders

Het ongewenst achteruit rijden van treinen uit een schaduwstation behoort bij het Märklin Digital-formaat II tot de verleden tijd. Dit is alleen dan van toepassing indien de locomotieven over decoders beschikken, die de nieuwe opdrachten kunnen verwerken; Of een loc al zo'n decoder heeft kan eenvoudig worden getest: men zet de loc op de rails en rijdt over een stroomloos stuk waarvan de rijstroomonderbreking niet voorzien mag zijn van een veiligheidsweerstand (als alternatief kan de loc ook van de rails genomen worden).

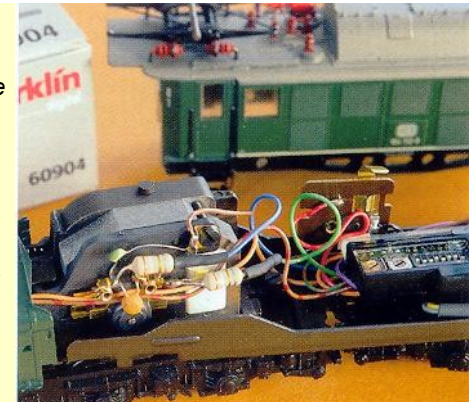
Na een richtingswisseling schakelt men de stroom weer in (signaal scheidingsstuk weer vrijgeven) of zet men de loc weer op de rails en draait men de rijregelaar omhoog. Rijdt de loc in de oude richting verder, dan hebben we een decoder van een ouder type die de herhaalde overdracht van de rijrichting niet kan analyseren.

Daar Märklin Digital omgekeerd compatibel is rijden locomotieven met oudere decoders ook op modelbanen die door middel van het nieuwere Märklin Digital II-formaat worden aangestuurd. Alleen ontbreken de leuke functies.

Meer functies, minder ruimte

Bij de invoering van het digitaal-systeem

De 60904 bezit dezelfde decoder als de sets 60901 en 60902. De motordelen zijn echter op de grote schijfcollectormotor afgestemd.



kon men kiezen uit 10 met decoder 6080 uitgeruste locomotieven. Deze decoders waren ten opzichte van de latere uitvoeringen nog relatief groot.

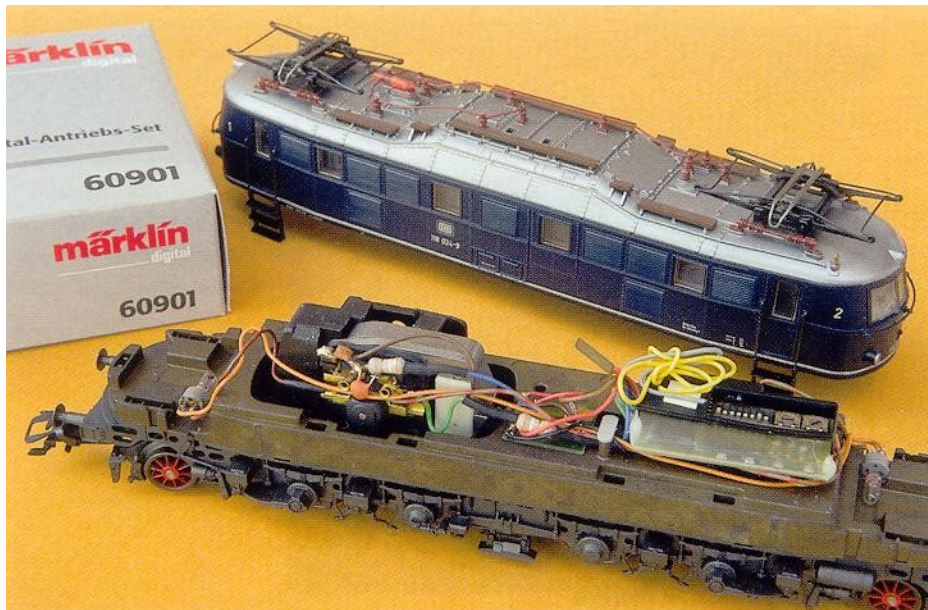
Eén van de foto's laat een elektrische locomotief uit de serie 120 zien (art.nr.3653), die tot de eerste digitale locs behoorde. De verschillen met de 3664 (serie 260) op de andere foto zijn al goed te herkennen, daar deze decoder al verkleind was. Verder had deze loc een telex-koppeling als extra functie, wat weer resulteerde in een constant oplichtende frontverlichting, daar destijds slechts één schakelbare functie ter beschikking stond.

Ondertussen werd de bediening van de Telex-koppeling tegenover het conventionele bedrijf sterk vereenvoudigd. De koppeling is eenvoudig in te schakelen door het indrukken van de toets "off", zolang als het indrukken van de toets duurt. Meermaals omschakelen van de rijrichting komt dus te vervallen. De extra functies zijn gericht in- en uit te schakelen. Frontverlichting en wagenverlichting blijven constant branden en de omschakelflits

2. Digitale aandrijvingen

behoort tot het verleden.

Ook bij automatisch bedrijf kan elke loc met de individueel toegewezen snelheid rijden. Hierdoor wordt het gebruik weer een stuk voorbeeldgetrouwer en interessanter. De te rijden maximumsnelheid oriënteert zich niet alleen op de dienstregeling, maar ook op de toegestane snelheid van de in de trein opgenomen wagens.



Met de 60901 was de eerste decoder voor het nieuwe Digital II-formaat verkrijgbaar. Op de vrije extra functie (geel/grijs) kan bv. Een machineruimteverlichting worden aangesloten.

Märklin Systems

Met de introductie in 2002 van het Mobile Station werd een nieuwe stap gezet naar meer mogelijkheden bij het digitaal rijden. Ook werd het digitaal rijden comfortabeler.

Märklin Systems werkt met een volledig nieuw data-formaat dat nog meer mogelijkheden in zich bergt. Toch kunnen ook alle vroegere digitale locomodellen met Märklin Systems worden aangestuurd.

Het Mobile Station is een rijregelaar met een duidelijk display en acht functie toetsen. Het Mobile Station wordt door middel van een aansluitbox samen met de transformator aangesloten op de modelbaan.

Met het Mobile Station kunnen maximaal 10 locomotieven, gekozen door de gebruiker uit een database, direct worden aangesproken. De functies van elke locomotief worden samen met een duidelijke zelf te kiezen naam opgeslagen in het apparaat. Bij het selecteren van de opgeslagen loc verschijnt de gekozen naam en de verschillende beschikbare



Het Mobile Station

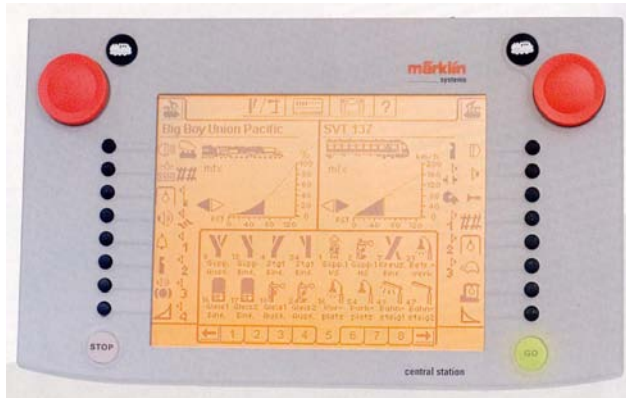
functie op het display. Door simpelweg op de betreffende functie toets te drukken wordt de bewuste functie in- of uit geschakeld. Mfx-locomotieven melden zichzelf aan en kunnen onmiddellijk worden geselecteerd.

Het Mobile Station wordt geleverd met een aansluitkabel van bijna 2 meter lang, zodat de speelpostie zeer flexibel is.

Bij het beschikbaar komen van het Central Station in 2004 kreeg men nog veel meer mogelijkheden.

Het Central Station is een rijregelaar voor twee locomotieven, een booster, en keyboard en een interface in één. Het bestaat uit een groot aanraakscherm, twee rijregelaars en 16 functietoetsen, 8 aan iedere kant. Op het aanraakscherm staan alle relevante gegevens om het rijden en het schakelen van magneetartikelen mogelijk te maken. Ook hier worden locs

2. Digitale aandrijvingen



Het Central Station

opgenomen in het geheugen met een door de gebruiker te kiezen naam door te selecteren uit de database. Hier is er echter geen beperking van 10 locs. Alle 80 adressen kunnen worden aangesproken. Verder kunnen 256 magneetartikelen worden aangestuurd. Mfx-locs melden zich ook hier zelfstandig aan.

Het Central Station heeft uitgebreide aansluitmogelijkheden. Updates via het internet of bij Märklin-handelaren behoren tot de mogelijkheden. Meerdere Mobile Stations kunnen ald rijregelaar aangesloten worden op het Central Station (2 stuks direct en meerdere via één of meerdere aansluitboxen).

Met het Central Station kunnen alle digitale locomotieven worden bestuurd. Met andere woorden het Central Station (en natuurlijk ook het Mobile Station) is omgekeerd compatibel. Alleen ontbreken de nieuwste functies, die alleen met de nieuwste (mfx) decoders aan spreekbaar zijn.

Deze nieuwste decoders hebben veel meer mogelijkheden. Nu is er mfx. Het is niet meer nodig om een mfx-loc aan te melden op het Mobile Station of het Central Station. De loc doet dat uit zichzelf van zodra hij op de rails gezet wordt. Iedere mfx-loc meldt zich aan met een unieke code, zodat ook meerdere locs van hetzelfde model tegelijk kunnen rijden.

De mfx-decoder communiceert in twee richtingen. Praat als het ware terug met de centrale van Märklin Systems. Ook het aantal functies is uitgebreid naar 8.

Verder beschikt men nu over 128 stappen bij de snelheidsregeling, hetgeen een veel natuurgetrouwer gedrag van de loc bij het rangeren mogelijk maakt. Samen met de nieuwe motoren van het C-sinus-type en het Softsinus-type (daarover later meer) rijdt de loc nog natuurgetrouwer.



Eenvoudige digitale ombouw

Bij locomotieven die met de 6080 decoder werden omgebouwd voor digitaal bedrijf zijn het anker en de veldspoel in serie geschakeld. Dit vereenvoudigt de inbouw bij conventionele locomotieven behoorlijk. Hierdoor kunnen alle locomotieven worden omgebouwd waarin voldoende ruimte is voor een decoder. De decoder 6081 was ontwikkeld voor

locomotieven met gelijkstroommotoren. De aansturing van de motor gebeurt bij beide decoders door middel van een pulsbreedtesturing. De motor wordt door impulsen aangestuurd die in tijd begrensd zijn, maar altijd een gelijke spanningswaarde hebben. Deze manier van functioneren maakt de verliezen in de decoder klein, daar bij het in- en uitschakelen van de motorstroom de schakeltransistor veel minder warmte ontwikkelt dan bij het reduceren van de spanning met een weerstand. Bovendien garandeert dit principe ook in het lage toerental een goede trekkracht. In het bijzonder met de oude schijfcollectormotoren worden daarmee bijzonder goede rijeigenschappen bereikt.

Daar de gloeilampen eenzijdig contact met de massa behouden wordt de inbouw van geïsoleerde fittingen overbodig. Als enige instelmogelijkheid bezit de 6080/81 een achtpolige DIP-schakelaar waarop het adres wordt ingesteld. Deze kan naar behoefte tussen 1 en 80 worden gekozen en is te allen tijde te veranderen. Via het toegewezen adres is de loc op de rijregelaar of met de computer te besturen.

Op tijd voor kerstmis 1991 waren de eerste locomotieven met de geregelde hoogvermogenaanrijving verkrijgbaar. De stoomlocs serie 011 (art.nr. 3790) en serie 80 (art.nr.3704) hadden de nieuwe aandrijving 6090. Kort daarop verscheen een complete aandrijvingsset die het ombouwen van talrijke met trommelcollectormotoren uitgeruste modellen, naar deze nieuwe techniek mogelijk maakte.

Voor een effectieve lastregeling alsmede een

2. Digitale aandrijvingen

optrekvertraging en eenremvertraging was het omwisselen van de motoronderdelen noodzakelijk. Hierdoor was in het begin het gebruik uitsluitend mogelijk bij modellen met trommelcollectormotoren. Voor het eerst hadden deze locomotieven een remvertraging.

De optrekvertraging was al bij de conventionele aandrijving 7180 instelbaar. De remvertraging kon echter pas met de digitaaltechniek worden verwezenlijkt, omdat de rijspanning ook na het terugdraaien van de regelaar nog aan de rails ligt en daarmee de decoderfuncties kan verzorgen.

Al naar gelang de ruimte in de loc verschenen er modellen met een af-fabriek ingebouwde 6090 in verschillende formaten. De 6090 kan met recht als de voorloper van de huidige hoogvermogensaandrijving 60901-5 worden gezien. Hij is echter nog uit de tijd van het eerste Motorola-formaat, dat wil zeggen dat 6090 geen door de Control Unit mogelijkerwijs geactualiseerde informatie over de ingestelde rijrichting kan ontvangen. Ook kunnen de optreksnelheid en de remvertraging niet worden geminimaliseerd (bij de 60901-5 met f4 geschakeld).

In 1997 verschenen de eerste locomotieven met meerdere functies. De condensenderloc

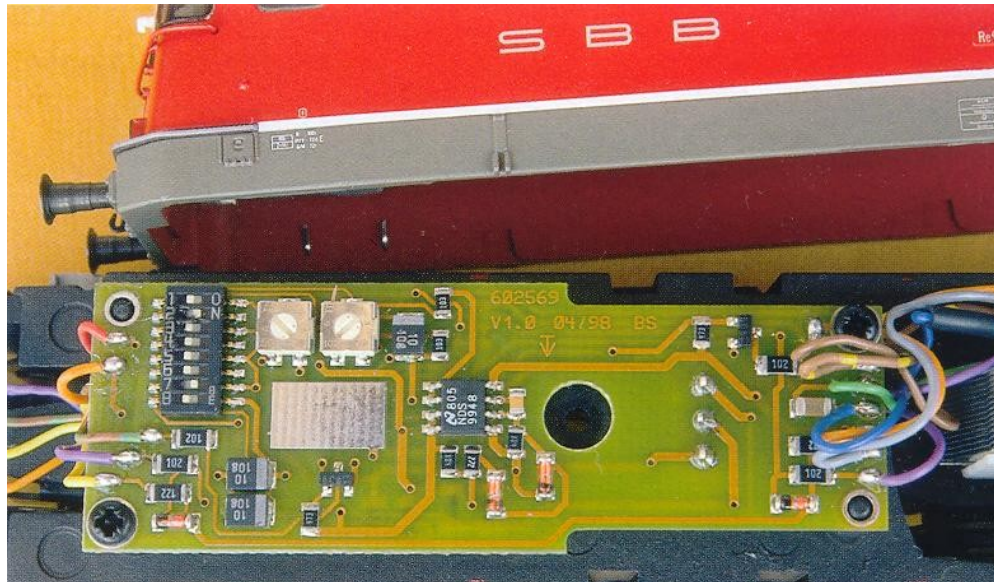
serie 52 (art.nr. 37171) werd exclusief voor de leden van de Märklin Insider Club geproduceerd. De serie 101 (art.nr. 37371) kreeg een apart schakelbare schijnwerper, de V200 (art.nr.37803) werd met geluid uitgerust. Met deze modellen kwam relatief onopgemerkt ook het Digital II-formaat via de locdecoders op de modelbaan. Dit was inclusief de al genoemde eigenschap om bij iedere opdracht de rijrichting opnieuw over te brengen. In het bijzonder bij grote modelbanen met veel locomotieven is dit voordeel zeer belangrijk.

Voor het schakelen van de functies f1/f2 is tenminste een Control Unit 6021 absoluut noodzakelijk (een op de 6020 aangesloten Control

Met de ombouwset 60903 konden ook modellen met een kleine schijfcollectormotor worden omgebouwd.



80f is niet toereikend). Beter nog is het gebruik van een Mobile Station of een Central Station.



De nog relatief grote decoder 6090 paste niet in alle modellen. Bovendien moesten deze over een trommelcollectormotor beschikken.

Sinds 1998 maakt de digitale ombouwset 60901 het ombouwen van locomotieven met trommelcollectormotoren naar het nieuwe Digital II-formaat mogelijk. Later volgde met de 60904 en de 60903 ook de mogelijkheid om vele locomotieven met een schijfcollectormotor om te bouwen naar de geregelde hoogvermogensaandrijving. In deze decoders is de regeling niet meer zoals bij de 6090 met externe elementen uitgevoerd, maar direct in de chip geïntegreerd. Hierdoor verbeterde ook het rijgedrag ten opzichte van de 6090 nog een keer zeer duidelijk. Bij de decoders 60901-4 zijn nog eens twee extra functies schakelbaar.

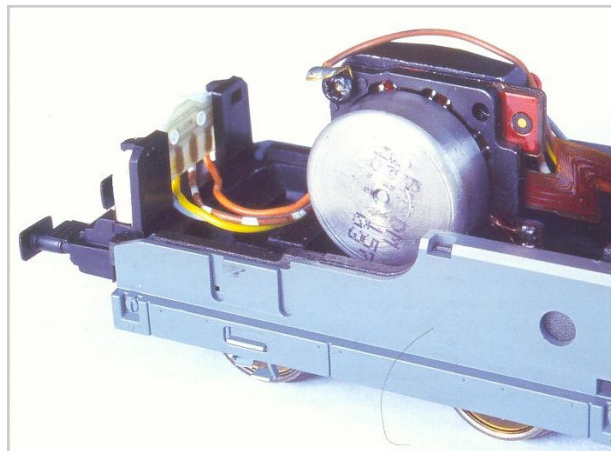
2. Digitale aandrijvingen

Met de invoering van Märklin Systems zijn de decoders van de nieuwe generatie op de markt gekomen, die volop gebruik maken van de mogelijkheden van het nieuwe data-formaat. De decoders 60921 (voor H0-locomotieven met trommelcollectormotor), 60923 (voor locomotieven met de kleine schijfcollectormotor) en de 60924 (voor locomotieven met de grote schijfcollectormotor) maken het mogelijk locomotieven te digitaliseren en uit te rusten met de mfx-techniek.

Deze hoogvermogensaandrijving met terugmelding hebben meerdere schakelbare functies. De uitgang "function" is bedoeld voor de rijrichtingafhankelijke frontverlichting, de functies f1 en f2 kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt voor een telex-koppeling of een rookgenerator. De functie f4 maakt met het uitschakelen van de optrek- en afremvertraging het rangeren gemakkelijker. Al deze functies kunnen met alle digitale rijregelaars worden geschakeld. Bepaalde loc parameters (maximumsnelheid, de optrekversnelling en de afremvertraging) kunnen met het Central Station eenvoudig "electronisch" aangepast worden indien gewenst. Ook kan de loc voorzien worden van een aansprekende naam naar wens van de gebruiker.

De C-sinusmotor

Het was altijd al het streven van Märklin om niet alleen modellen te bouwen die er uit zien als hun grote voorbeeld, maar ook als zodanig rijden. In 1999 werd een nieuwe revolutionaire motor als eerste aangeboden aan de leden van de Märklin Insider Club. Zij konden een ICE-S bestellen (art.nr.39710)



De C-sinusmotor

die was uitgerust met een prototype van de nieuwe C-sinus motor.

Het doel van dit nieuwe motorconcept was om bij dezelfde fysieke grootte een aanzienlijk hoger draaimoment te ontwikkelen in combinatie met een lager stroomverbruik. Aangezien de nieuwe C-sinusmotor geen koolborstels meer heeft, moet de nieuwe motor een langere z.g. standtijd kunnen realiseren zonder noemenswaardig onderhoud. Omdat deze motor, met de noodzakelijke electronica, zowel op wisselstroom als op gelijkstroom kan rijden, zal hij in de toekomst ingebouwd worden in zowel Märklin- als Trix-locomotieven.

Bij deze C-sinusmotor draait het 12-polige huis om de vast aangebrachte 9-polige spoel in het binnenste van de motor. Bij de conventionele motor zorgt de collector er door voortdurend ompolen voor, dat de magnetische krachten, die door de stroom worden

opgewekt zich voortdurend afstoten. Daardoor ontstaat de draaiende werking van de motor. Dit draaiend veld wordt door de C-sinusmotor elektronisch opgewekt. Vergelijkbaar met de electronische ontsteking bij een auto, voorziet de electronica alle 9 spoelen achter elkaar van stroom, en wekt daardoor de draaiende beweging van de motor op. Het aantal omwentelingen wordt door een electronisch circuit voortdurend gemeten en indien nodig bijgesteld. Daardoor is deze motor nagenoeg onderhoudsvrij. Hij heeft namelijk geen koolborstels en ook geen collector. Mede daardoor heeft deze motor perfecte rijeigenschappen om langzaam te rijden en houdt het dezelfde snelheid tijdens het rijden op een helling omhoog of omlaag. De motor rijdt evengoed op een analoge als een digitale



Een kleine motor met grote kracht en gering stroomverbruik

modelbaan.

2. Digitale Aandrijvingen

De *Softdrive* Sinus-motor

In 2007 werd de *Softdrive* Sinus-motor in de handel gebracht. Deze nieuwe motor heeft een aantal belangrijke voordelen ten opzichte van eerdere motoren:

1. Superieure rijeigenschappen en realistisch rijgedrag:

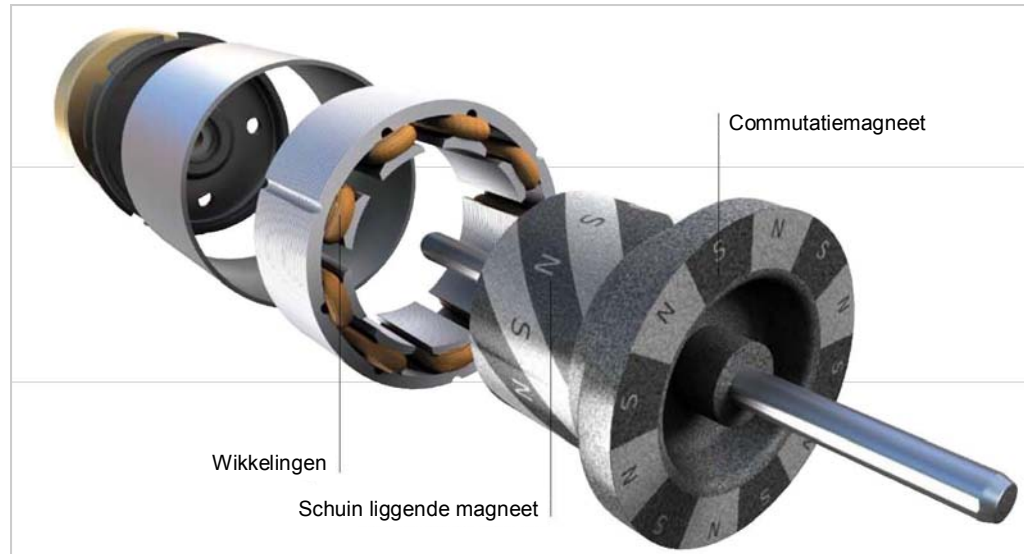
De nieuwe constructie van de *Softdrive* sinus-motor maakt schokvrij rijden mogelijk, ook bij grote aangehangen lasten sterke hellingen. De typische rijeigenschappen van rangeer-, sneltrein- of goederentreinlocs worden volgens het voorbeeld uitgevoerd. Dit laat zich vooral zien bij het optrekken en afremmen. De hoogwaardige kogellagers maken fluisterzacht en geluidsarm rijden mogelijk.

2. Compleet herziene regeling:

Bij toename van de totale belasting op de modelbaan door meerdere locs zakt de snelheid bij de locomotieven niet in. Ook bij het berijden van bogen blijft het motorvermogen constant behouden. Het stoppen binnen een seinbaanvak is met een remmodule volgens het voorbeeld mogelijk.

3. Extreem prestatievermogen:

De nieuwe *Softdrive* sinus-motor overtuigt door hoogkoppel in vergelijking met traditionele motoren.



Reeds bij lage snelheid bereikt de *Softdrive* sinus-motor een hoog draaimoment en daardoor een uitstekende trekkraft.

4. Innovatieve motorconstructie:

Door de diagonale opstelling van de magneten (oblique magnetisatie) wordt het rustmoment van de motor tot een minimum beperkt. Dit staat een extreem fijngevoelig rijgedrag toe.

5. Maximaal kleine constructie:

De *Softdrive* sinus-motor kan op basis van zijn kleine constructie direct in de ketel van stoomlocomotieven ondergebracht worden (in plaats van in de tender). Zelfs bij treinstellen zoals de railbus blijft de realistische vrije doorkijk door de

ruiten van het voertuig behouden.

6. Lange levensduur:

De *Softdrive* sinus-motor werkt slijtagevrij zonder koolborstels en is met onderhoudsarme kogellagers voor extreem lange levenscycli ontworpen.

Hoe werkt deze nieuwe motor?

Dankzij een nieuwe positionering van het magnetisch veld is het Märklin gelukt, een motor te ontwikkelen, die zich al bij een lage rijspanning fluisterzacht en schokvrij in beweging zet. De clou ligt in de schuine

opstelling van de 12 magneten. Terwijl het magnetische veld, dat volgens het draaistroomprincipe in rotatie omgezet wordt, in loodrechte positie het meenemen van de 12-polige rotor bij lage snelheden bemoeilijkt, lost Märklin dit op door de magneten bij de *Softdrive* sinus diagonaal op te stellen. Het rustmoment van de motor wordt tot een minimum beperkt en heeft daarmee in totaal minder energie nodig. Het stroomverbruik van de *Softdrive* sinus wordt daardoor ten opzichte van de klassieke motoren gehalveerd. Over het gehele toereengebied wordt een hoog draaimoment bereikt. Slepemde contacten als collector en koolborstels zijn niet noodzakelijk, de motor werkt onderhoudsarm.

Dankzij speciale elektronica werkt hij in alle bedrijfsoorten (analoog of digitaal) en munt uit door

2. Digitale aandrijvingen

fijnevoelige regeleigenschappen. De nieuwe Märklin *Softdrive* sinus-motor is zeer compact en past daardoor ook in kleinere locomotieven. Het formaat komt overeen met de tot dusver standaard C-Sinus-motor in de compacte constructie. De *Softdrive* sinus is in combinatie met de herziene regelelektronica het beste en meest innovatieve aandrijfconcept van Märklin.



Op grond van zijn vermogen is hij de basis voor alle toekomstige highend-locomotieven van Märklin in de H0-schaal. In het modeljaar 2007 worden al een aantal modellen met deze motor uitgerust.



3. Digitalisering van locomotieven

Inhoud

Voordelen van de decoder 60902	24
Functies voor extra mogelijkheden	25
Aandrijfsets voor elk motortype	26
Welke aandrijfset past?	26
Decodereigenschappen	28
Keuze van voorkeursrichting	29
Gebruiksafhankelijke extra functies	29
Rijrichtingsafhankelijke verlichting	30
Afkoppelen op elk gewenst punt	31
Beschikbare ruimte	32



3. Digitalisering van locomotieven

De voordelen van de 60902 decoder

Zoals al besproken herkent de decoder de rijopdrachten van het Motorola II-formaat. Modelspoorders die een kopstation willen bedienen zullen het zeker waarderen, dat de rijrichting met elke opdracht wordt meegestuurd. Hierdoor rijdt iedere trein daadwerkelijk weg met de op de rijregelaar (6021, Mobile Station of Central Station) ingestelde rijrichting. De met de 60902 uitgeruste modellen beschikken over een maximale snelheid en een optrek- en afremvertraging. Door de

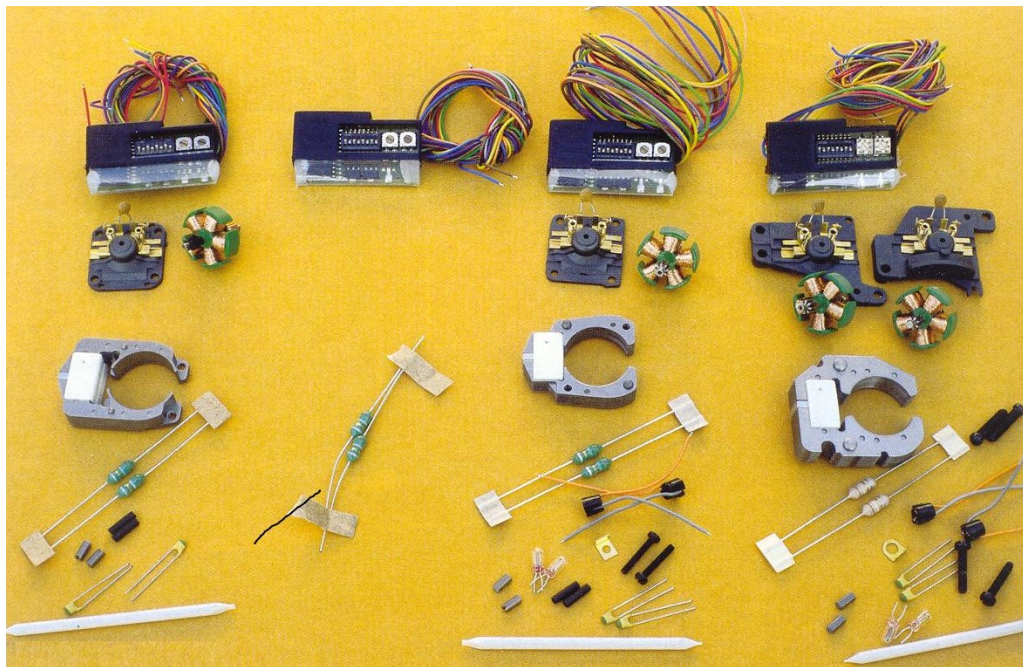
individueel definieerbare maximum snelheid worden de beschikbare rijstappen verdeeld over het volle bereik van de rijregelaar. Terwijl de 6080 slechts half kon worden opengedraaid, daar anders de loc in krappe bogen uit de rails zou kiepen, kan nu bij de meeste locs het volle regelbereik van de rijregelaar worden gebruikt door het reduceren van de maximumsnelheid.

Hierdoor is een zeer precieze regeling mogelijk. Daarom moet men deze basisinstelling ook bij iedere locomotief instellen. Ook de optrek- en afremvertraging kan op iedere decoder individueel



Vele modellen (van ongeveer 1974) hebben een trommelcollectormotor en zijn daarom geschikt voor de

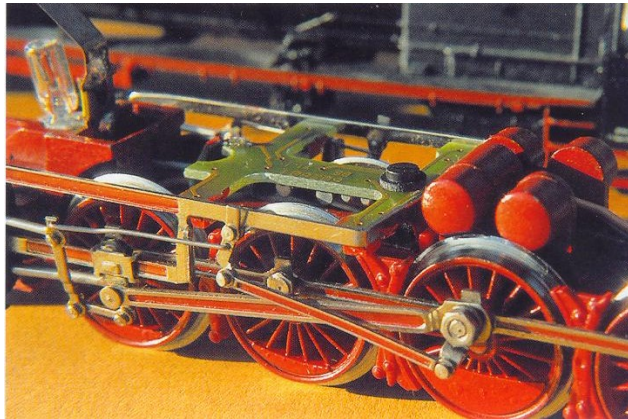
vergelijkbare vertraging in te stellen opdat de treinen precies voor het rode sein stil komen te staan. Op de potmeter is het verloop van de remming traploos in te stellen. Dit maakt het mogelijk de remweg tot op een centimeter te bepalen. Ook dit aspect behoort bij de wezenlijke voordelen ten opzichte van andere digitale systemen. De vertraging van de loc wordt met het gebruik van de 72441 zodanig ingesteld, dat zij zo mogelijk nog voor het begin van het stroomloze railgedeelte tot stilstand komt. Dan blijven alle extra functies bij het stoppen voor het sein ingeschakeld. Ook het rangeren met hoog ingestelde remvertraging is plezierig. Wanneer de loc bij het aan koppelen van de wagens desondanks te snel aan komt rijden kan met behulp van de rijrichtingsomkeerpuls de snelheid direct naar nul worden gebracht. Wie liever zonder vertraging rangeert kan, al naar gelang, de loc met f4 de



Van links naar rechts ziet u de onderdelen van de 60901 t/m 60904. Alle digitale aandrijfsets hebben dezelfde decoder.

worden ingesteld. Hiervoor is een tweede potentiometer aanwezig, die met het bijgeleverde kunststofstaafje kan worden versteld. Moeten de treinen op de modelbaan binnen een automatisch blokbedrijf rijden, dan kan de seinmodule 72441 worden gebruikt, om de remfunctie in werking te stellen. Hiertoe is het aan te raden om bij alle locomotieven een

3. Digitalisering van locomotieven



De serie 41 kan bijvoorbeeld worden voorzien van verlichting in het onderstel. Deze en de rookgenerator bezetten dan beide functies.

rangeersnelheid of de remvertraging inschakelen. De eigenschappen van het langzaam rijden en de rijverhoudingen van de 60902 zijn vele malen beter dan men van de oudere decoders 6080 gewend was. De 60902 bezit bovendien een lastregeling die het aangedreven voertuig met en zonder trein ook bij stijgingen en dalingen nagenoeg op een constante snelheid houdt. Deze eigenschappen waren weliswaar ook al aanwezig bij de 6090, doch werden bij de 60902 verder geoptimaliseerd. De nu digitaal uitgevoerde regeling is in de chip geïntegreerd. De pulsbreedte modulatie is niet meer star, maar past zich al naar gelang de last- en snelheidseisen aan. Bovendien kwamen er meer rijstappen bij (27 in plaats van 14). Hierdoor is een meer nauwkeuriger snelheidsinstelling mogelijk. Bij de ombouw worden, naast de decoder, ook het anker met de veldmagneet en het motorschild vervangen. Dit is noodzakelijk, omdat, door het

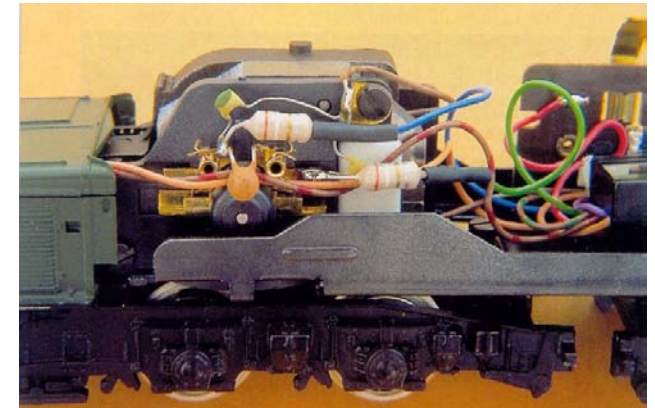
reduceren van de luchtspleet tussen het anker en de veldmagneet de verliezen in de motor verkleind kunnen worden. Dat komt zowel een geringer stroomverbruik van de motor als de rijeigenschappen ten goede. Verder worden de rijeigenschappen ook verbeterd door de vijfpolige anker. Al naar gelang het motortype zijn er verschillende ombouwonderdelen nodig.



Typereed voor Zwitserse locomotieven is de gescheiden aansturing van het rechter achterlicht.

Functies voor extra mogelijkheden

Verdere voordelen van de 60902 zijn de schakelbare functies die als extra rijrichtingsafhankelijke functies met f1 en f2 geschakeld worden. Enkele conventionele locomotieven (bv. De V200 of de DR243) waren al met sluitlichten uitgerust. Na het ombouwen kunnen deze lampen gescheiden van de frontverlichting worden geschakeld. Bij het grote voorbeeld is het



De weerstanden moeten zodanig worden gemonteerd, dat de borstels eenvoudig kunnen worden verwisseld. Voor iedere motoraansluiting is een ontstoringcondensator ingeslodeerd.

niet toegestaan, dat een voorop rijdende locomotief een ingeschakelde sluitverlichting voert. Deze wordt alleen ingeschakeld als de loc alleen rijdt. Bij een duwende loc, bijvoorbeeld bij een trein met een stuurstandrijtuig voorop, brandt de sluitverlichting wel, maar niet de driepunts frontverlichting. Door gescheiden functies is dit ook in model correct na te bootsen.

Grotere stoomlocomotieven bezaten al in vroeger dagen een rookgeneratorcontact; dit kan bij het ombouwen op één van de functie-uitgangen worden aangesloten. Bij het aanschaffen van een rookgenerator moet men er goed op letten, dat deze geschikt is voor digitaal bedrijf, anders kan eventueel een slechte rookontwikkeling ontstaan of zelfs een overbelasting van de decoder. Daarom moet men bij het ombouwen soms ook de

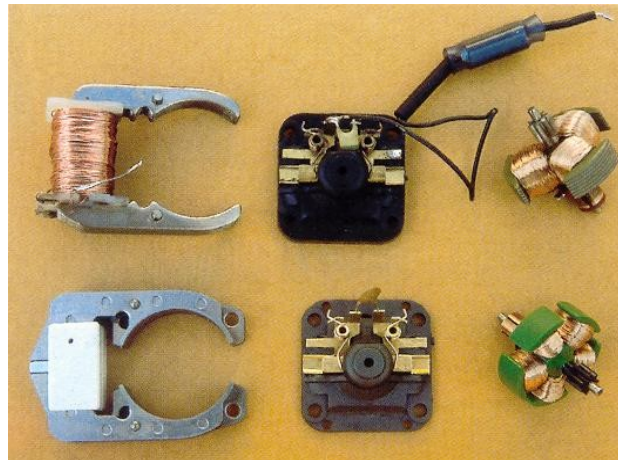
3. Digitalisering van locomotieven

rookgenerator verwisselen. Als verdere speciale functie kan als alternatief bij verschillende locomotieven ook een geluidsmodule worden ingebouwd. De Märklinvakhandelaar kan bepalen of er voor een bepaald model een geluidsmodule te verkrijgen is, en of de loc voldoende vrije ruimte heeft om deze in onder te brengen. Bij sommige stoomlocs (serie 03 en 41) bestaat binnen de besturing de mogelijkheid om een verlichting binnen het aandrijfwerk in te bouwen.

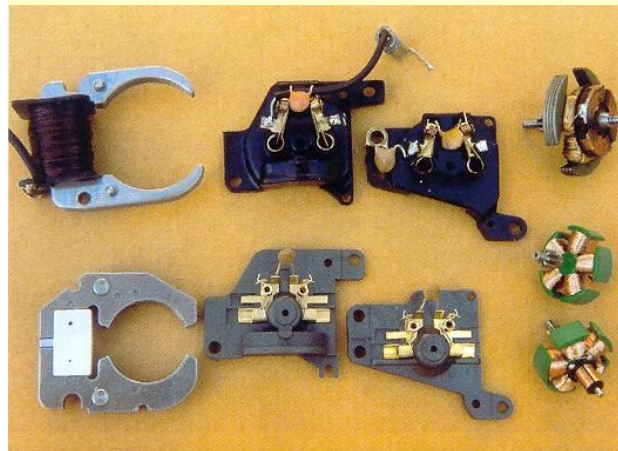
Wanneer voertuigen met meer dan twee extra functies uitgerust moeten worden, kunnen de decoders met art.nr. 605198 en 605199 of de functiedecoder 60960 worden gebruikt. De 605198 heeft naast de "function" nog 3 andere schakelbare functies, f1 t/m f3. De 605199 beschikt daarentegen over 4 extra functies. De eerste drie functies worden eveneens met f1 t/m f3 geschakeld en de vierde wordt bij elke tweede rijrichtingswisseling in- of uitgeschakeld. Alle andere kenmerken van deze decoder zijn gelijk aan 60902.

Aandrijfsets voor elk motortype

Hierbij komen we dan bij de verschillen tussen de 60901, 60902, 60903 en 60904. De openingsfoto toont in één overzicht van links naar rechts alle vier de digitale aandrijfsets. U ontvangt altijd twee weerstanden die in de motorstroomkring moeten worden ingebouwd. Afgezien van de 60902 zijn bij alle sets 2 borstels, condensatoren en krimpkousen gevoegd. In de 60903 en 60904 zitten bovendien



De motoronderdelen van de trommelcollectormotor



Voor de ombouwen van de grote schijfcollectormotor bevat de aandrijfset 60904 verschillende motoronderdelen ter keuze. Van de conventionele ankers wordt er slechts

lampfittingen en digitale gloeilampjes plus schroefjes voor het bevestigen van het motorschild.

Het soldeerlipje is voor de massa-aansluiting van de condensatoren, en moet bij locomotieven met draaistellen altijd als extra massa-verbinding gebruikt worden. De in de verpakking opgenomen steekfittingen met vast aangesloten draden zijn bij voorkeur te gebruiken voor modellen met schroeffittingen. Na het uitdraaien van de oude lamp, kan de nieuwe fitting dan vast in de oude gedrukt worden. Bij lampen met een bajonetsluiting daarentegen wordt de fitting met art.nr. 604180 gebruikt. Bij Märklin gebruiken de werknemers daarvoor een speciale persmachine. Bij bepaalde locs van de serie 103 kan gebruik gemaakt worden van de fitting met art.nr. 259920 met aan twee zijden geleiders. Voor de Re 4/4 IV en andere modellen is echter art.nr. 459560 uitstekend geschikt. Eén van de foto's toont het overzicht van al deze lampfittingen. Wat extra werk loont, omdat de tegen massa geïsoleerde lampen een flikkervrije verlichting mogelijk maken door de volledige gelijkrichting (22 V) van de decoders. De oranje draad van de decoder levert deze spanning voor alle vormen van verlichting en voor een optimale voeding van de geluidselectronica. Vergeet niet altijd lampjes te gebruiken geschikt voor digitaal bedrijf (22 V), anders worden de lampjes te warm, en kunnen schade veroorzaken.

Welke aandrijfset past?

Het antwoord op deze vraag vergt altijd een kijkje in het binnenste van de locomotief voorzover men niet van tevoren weet welk type motor de loc heeft.

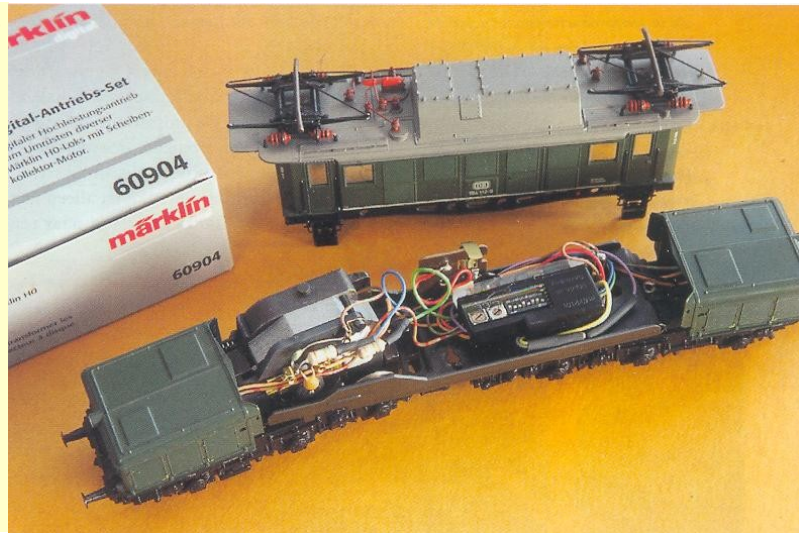
3. Digitalisering van locomotieven

Trommelcollectormotoren kunnen omgebouwd worden met de 60901 als de loc genoeg plaats heeft voor de motoronderdelen en de decoder. Naast de veldmagneten en het vijfpolige anker moet ook het motorschild worden verwisseld.

De hoogvermogenselectronica 60902 maakt het ombouwen mogelijk van modellen die al met een 6090 zijn uitgerust. Bij het automatisch rijden in schaduwstations is deze investering zeer zinvol, daar bij de 60902 de rijrichting bij het inschakelen altijd goed is (vooropgesteld natuurlijk dat het hier gaat om het weer in gebruik nemen van de laatste toestand).

Deze ombouw is ook zinvol wanneer met f1 en f2 extra functies apart geschakeld moeten worden. De motoronderdelen van de 6090 kunnen opnieuw worden gebruikt. Daarom zitten ze niet in deze set.

Alle locs van de serie 194 hebben een grote schijfcollectormotor en kunnen worden omgebouwd met de 60904



Schijfcollectormotoren kunnen alleen met de aandrijfsets 60903 en 60904 naar een digitale hoogvermogensaandrijving worden omgebouwd. Bij de aandrijfset 60904 zijn twee verschillende motorschilden en anker bijgevoegd. De verschillende motorschildvormen hebben we al gezien bij de conventionele locomotieven in hoofdstuk 1. De ankers hebben een verschillend aantal tanden, en worden analoog aan het oorspronkelijke anker van de conventionele aandrijving ingezet. Uw vakhandelaar kiest de te gebruiken onderdelen uit aan de hand van de bijgevoegde handleiding (zie ook de tabellen achter in dit boek). Bij de 60903 zijn

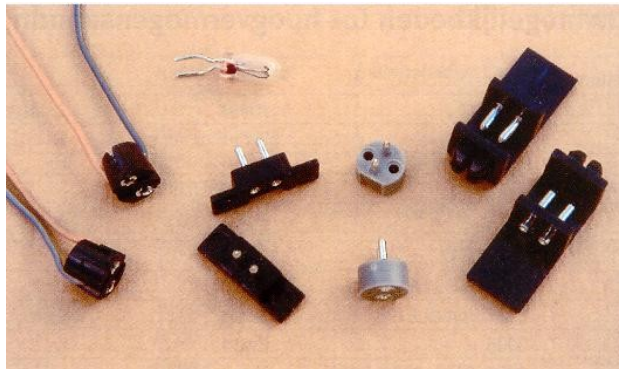
de motoronderdelen in een eenvoudigere uitvoering aanwezig, daar dit motortype slechts in één soort werd gemaakt. Voor de ombouw moet men er op letten dat de motoronderdelen niet voor alle voertuigen geschikt zijn, ook niet wanneer de betreffende motor zich daarmee zou laten ombouwen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij



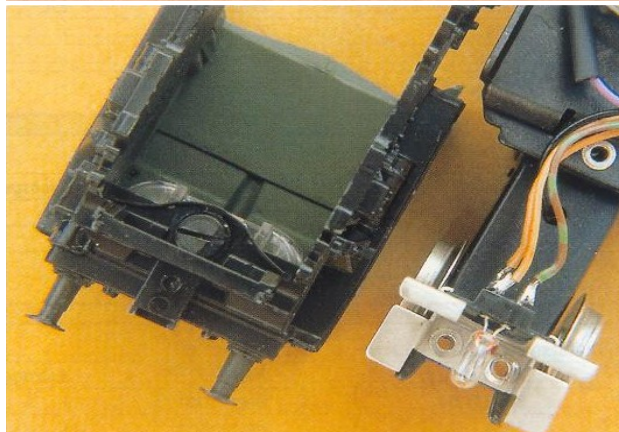
Deze loc uit de set 26508 werd als eerste in serieproductie voorzien van de motoronderdelen uit de 60904. De decoder is een speciale uitvoering zonder f1 en f2.

de serie 03. Na de ombouw past het huis niet meer correct op de machine. In de tabellen (zie aanhangsel) noemen we alle locomotieftypen die mogelijk omgebouwd kunnen worden met de 60903 en 60904. Bij iedere loc is te zien of de ombouw door Märklin of door de auteur van deze publicatie getest is. Bij velen is de ombouw al uitgevoerd, andere locomotieven zijn door het gebruik van de onderdelen identiek (de 3035 en de 3036 hebben bijvoorbeeld hetzelfde onderstel als de 3034). Indien de ombouw waarschijnlijk mogelijk is, maar niet gegarandeerd kan worden, zijn de voetnoten 2 en 4 niet van toepassing. Of de locomotieven van de serie 01, 18 (S 3/6), 23, 38 en 74 en de Zweedse locs 3018 en 3019 met de 60903/04 omgebouwd

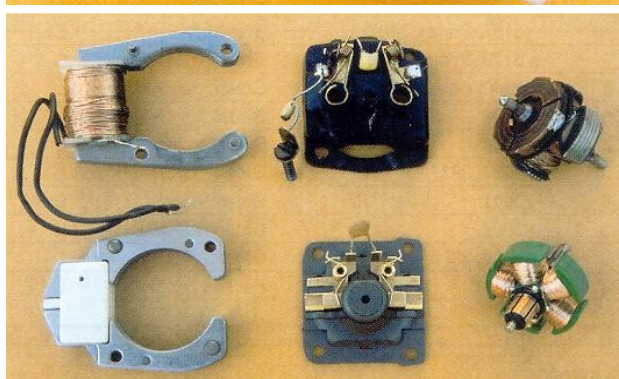
3. Digitalisering van locomotieven



Een overzicht van geïsoleerde lampfittings, van links naar rechts: fitting met draden uit de 60903 resp. 60904, 259920, 604180 en 459560.



Bij de 194 werd de lampfitting 259920 gebruikt. Deze passen onderandere ook in locomotieven van de serie 103.



Ook de kleine schijfcollectormotoren worden met deze vervangende onderdelen hoogvermogensaandrijvingen.

kunnen worden is nog niet gecontroleerd daar er geen overeenkomstig model beschikbaar was. De tabellen bevatten geen locs die met de 60901 omgebouwd kunnen worden. Daar bij talrijke modellen in de loop der tijd details zijn gewijzigd, is in vele gevallen niet alleen het openen van de loc, maar zelfs de inbouw van de motoronderdelen en het opnieuw plaatsen van het huis noodzakelijk om te controleren of de loc kan worden omgebouwd met de 60903 of 60904.

Locomotieven van de verschillende series werden ondertussen opnieuw bewerkt en de productie werd naar trommelcollectormotoren omgezet. Deze zijn eveneens in de tabellen aangegeven. Bij andere modellen moet worden gefreesd om de decoder en de motoronderdelen te kunnen inbouwen. Exemplarisch noemen we hier de serie 212. Bij dit model ontbreekt niet alleen de benodigde plaats voor de decoder, maar moet ook in het motorgedeelte het onderstel worden bewerkt.

Decoder eigenschappen

Set 60903 is een recente spruit van de digitale aandrijfsets in het Märklin assortiment. Omdat deze ombouwset het rijgedrag van de kleine schijfcollectormotor duidelijk verbetert en de loc meer comfort biedt, hebben veel modelspoorers al lang op de uitlevering gewacht. Zoals we al eerder hebben vermeld, komt de decoder overeen met die in de sets 60901, 60902 en 60904. De motoruitgang is tot 800 mA te belasten. De electronica is speciaal op de bijgevoegde motoronderdelen van de hoogvermogensmotor afgestemd. Basisvoorwaarde voor de ombouw is daarom het verwisselen van het anker, de veldspoel en het motorschild. Kan deze set niet worden ingebouwd door gebrek aan plaats, dan kan als alternatief een Delta module 66032 worden ingebouwd. Deze biedt ook de mogelijkheid om maximaal 80 verschillende adressen in te stellen evenals een extra schakelbare functie. Op deze inbouwmogelijkheid zullen we later nog ingaan.

Buiten de belastbaarheid van de motoruitgang is de gebruiker nog veel meer geïnteresseerd in de beschikbaarheid van de functie-uitgangen van de 60902. Er zijn een rijrichtingsafhankelijke functie en twee extra functies beschikbaar. Deze kunnen door f1 en f2 elk 2 gloeilampjes, een rookgenerator of de telex-koppeling van de loc schakelen. De uitgangen kunnen met maximaal 200mA belast worden. De totale belasting van de decoder ligt echter lager dan de som van de afzonderlijke uitgangen. In totaal mag de belasting van de decoder de 1,1 A niet overschrijden. Normaal gesproken is deze waarde

3. Digitalisering van locomotieven



Naast iets grotere voertuigen uit de serie 85 en 86 zijn ook deze 2 modellen voorzien van Telex-koppeling. Voor een relais is in beide locs echter geen plaats.

meer dan genoeg. Men kan echter de extra functie-uitgangen niet zonder meer gebruiken, omdat de schakeltransistor in de chip is geïntegreerd en niet zoals bij f1 en f2 uit externe onderdelen bestaat. In tegenstelling met een met losse onderdelen voorziene uitgang wordt de warmteafvoer verminderd door integratie in de chip waardoor minder belasting mogelijk is. De ervaring leert, dat deze uitgang te gevoelig is om een telex-koppeling van een ouder type permanent te schakelen. Hier gaan we later nog dieper op in.

Keuze van voorkeursrichting

Wordt de ombouw door de dealer gedaan, dan moet men de voorwaartse rijrichting vooraf bepalen. Deze ligt bij stoomlocomotieven natuurlijk al vooraf vast,

maar wanneer men van de merktekens 1 en 2 op de cabine afziet, dan is bij draaistelvoertuigen de voorkant in principe vrij te kiezen. Bij de "Reichsbahn" werden de stuurstanden van een V en een H voorzien.

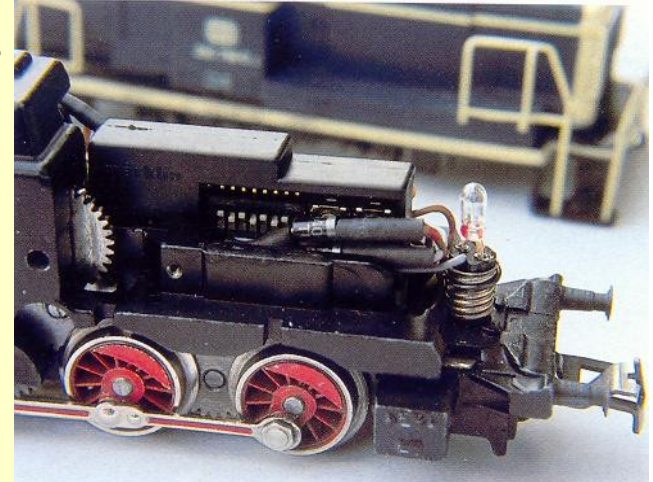
Voor modelspoorders die hoofdzakelijk "rondrijdend verkeer" hebben is het de positie van de sleper die de voorkeursrichting bepaalt (sleper achter). Hierdoor kunnen op modelspoorbanen met een geautomatiseerd schaduwstation de treinen iets langer zijn, omdat deze de sleperpositie van een stoomloc met getrokken tender benadert. Verder kan bij het stoppen voor seinen met een remvertraging voor alle locs een nagenoeg gelijk stoppunt worden bereikt. Daarbij vormt ook een achteruitrijdende loc bij het huidige digitaal-formaat geen enkele hindernis. Verandert de rijrichting van de locomotieven constant als het om pendeltreinen gaat (buurtspoorwegen, kopstations, e.d.), dan is de positie van de sleper onder de loc van ondergeschikt belang.

Gebruiksafhankelijke extra functies

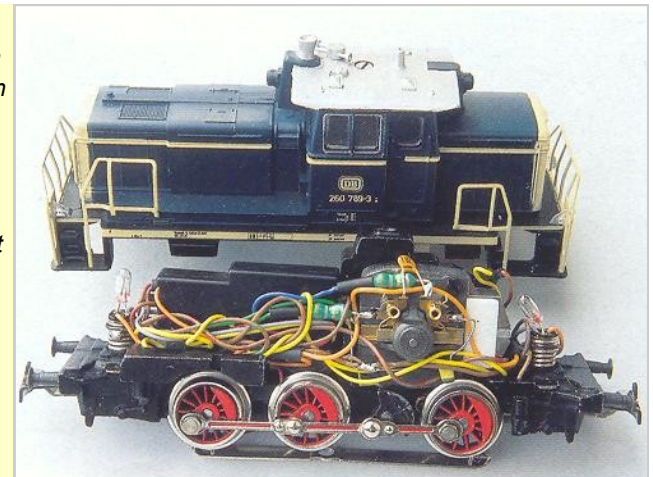
In principe kan de klant zelf kiezen

welke verlichting op welke functie wordt geplaatst, hoe de Telex-koppeling wordt aangesloten, enz. Het is wel belangrijk om de daaruit voortvloeiende gevolgen te kennen. Wanneer de loc, na het ombouwen, ook op conventionele modelbanen moet kunnen rijden, dan moet men er op letten, dat bij

In gedraaide positie past de decoder zonder freeswerkzaamheden in de loc. De diodes ontkoppelen de lampen, zodat het rangeersein apart te schakelen is.



Hoewel het aansluiten van alle functies en de overtollige draad tot een dichte draadspagetti leiden, kan het huis zonder problemen worden geplaatst.



3. Digitalisering van locomotieven

wisselstroomgebruik zowel de extra functie "function" als f1 constant zijn ingeschakeld. Hierbij mag een Telex-koppeling nooit op f1 worden aangesloten, omdat deze loc nooit een trein zal kunnen trekken. Wordt de loc na het ombouwen uitsluitend gebruikt op digitale modelbanen, dan is de toewijzing geheel vrij. We bespreken hieronder de verschillende mogelijkheden, zodat de gebruiker ook tevreden is na de toewijzing van de functies voor de digitaliseringswerkzaamheden.

Rijrichtingsafhankelijke verlichting

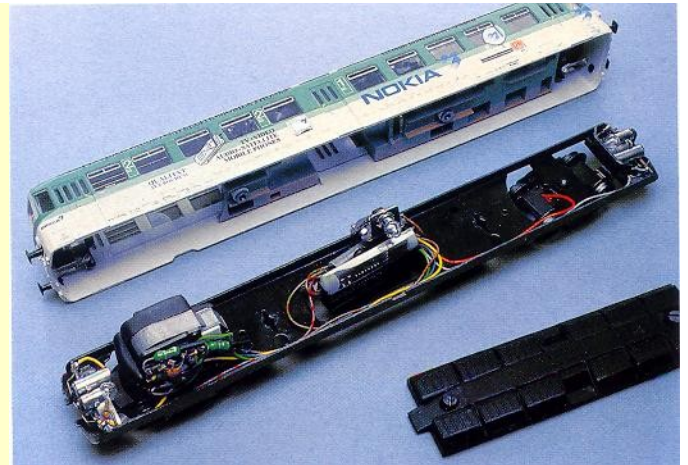
De frontverlichting kan met de extra functie rijrichtingsafhankelijk geschakeld worden. Alle digitale locs worden op deze manier door de fabriek afgeleverd. Het voordeel is de duidelijke herkenbaarheid van de ingestelde rijrichting. Aan de rijrichtingspijl van de rijregelaar is deze informatie eveneens af te lezen, maar bij veel locs is, door de grotere afstand, niet duidelijk herkenbaar welke stuurstand het opschrift 1 of 2 heeft, en wat dus de voorzijde is. Dit geldt bijvoorbeeld bij de series 194, 216, 220 en vele andere moderne elektrische locomotieven. Daarom is een met de rijrichting wisselend licht zeer nuttig. Bij het rangeren zijn daarentegen, net zo als bij het voorbeeld, de frontlichten aan beide zijden tegelijkertijd aan. Moet deze optie eveneens schakelbaar zijn, dan is een tweede functie nodig. Bovendien zijn 4 extra diodes nodig om de lampen te ontkoppelen en een gelijkmatige helderheid te krijgen. Wanneer men dit wenst, dan kan de dealer de aansluiting naar de

koplampen volgens het schema uitvoeren.

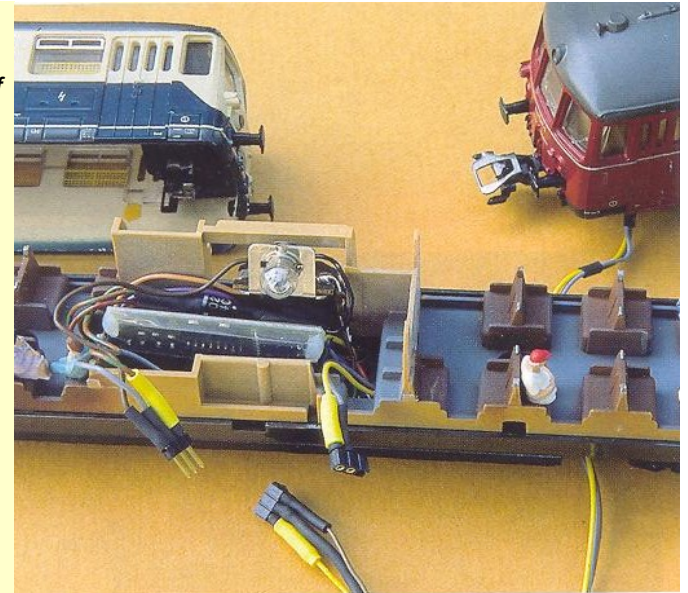
Enkele conventioneel uitgeleverde locomotieven hebben al sluitlichten. Bij nieuwere exemplaren zoals de serie 111 zijn deze ook naderhand in te bouwen.

Wanneer op de loc als extra een rangeerfrontlicht schakelbaar moet worden, kan de sluitverlichting gekoppeld worden met de extra functie. Dan blijven voor de frontseinverlichting de decoder-uitgangen f1 en f2 over. Deze zijn dan gelijktijdig schakelbaar, want de rijrichting is te herkennen aan de rode lampen. Bij de ombouw van een accutreinset zou men dit ook kunnen proberen. Bij deze voertuigen is bovendien de binnenverlichting te schakelen. Het op de foto getoonde model kan men met of zonder bijwagen gebruiken. Tijdens het bedrijf op een modelbaan komt een scheiding echter niet in aanmerking, omdat de wagens een meerpolige verbinding hebben. Hiervoor is een stroomvoerende koppeling niet

Digitalisering van een accutreinset met functie-uitgangen voor front- en sluitlichten en binnenverlichting. Koppeling en binnenverlichting op één decoderuitgang. Het sluitlicht is aangesloten op de extra functie.



Een stekerverbinding maakt het mogelijk om naar keuze met of zonder bijwagen te rijden. Draadstekerverbindingen met gekleurde krimpkous-stukjes waarborgen de juiste aansluiting. Bij het rijden met de bijwagen loopt de draad over de koppeling naar het interieur van de motorwagen.



voldoende. Als alternatief kan de sleper van de bijwagen een functiedecoder 60960 van spanning

3. Digitalisering van locomotieven

voorzien. Dan zou de meerpolige verbinding kunnen vervallen. De beide sleepers kunnen in elk geval niet met elkaar worden verbonden, omdat anders kortsluiting kan ontstaan bij het berijden van trajecten voorzien van een seinmodule 72441. Daarom werd bij de bijwagen van onze trein de sleper verwijderd.

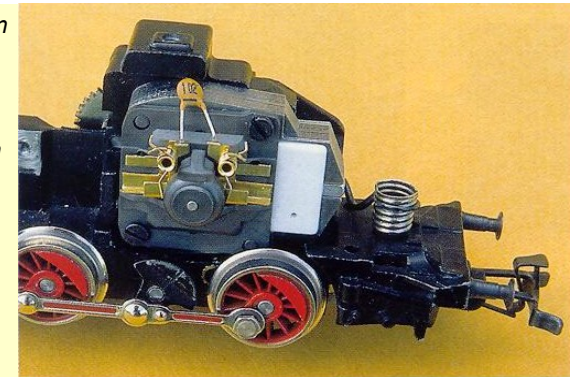
Al vanaf het midden van de negentiger jaren van de vorige eeuw hebben enkele modellen LED-verlichting. Daartoe behoren bijvoorbeeld de serie 101 of de Zwitserse serie Re 4/4 II. Wanneer deze locomotieven van Delta naar digitaal hoogvermogen worden omgebouwd, dan moeten of de LED's van voorschakelweerstand worden voorzien, of een specifiek voor deze types ontwikkelde decoder worden ingebouwd.

Via de stroomvoerende koppelingen kan men een vast treinverband van stroom voorzien. De verlichting van de trein moet men echter nooit direct via de locdecoder schakelen: het gevaar van overbelasting en kortsluiting is dan te groot. De oplossing hiervoor is een relais dat de rijstroom van de rails naar de stroomvoerende koppeling brengt. De decoder schakelt dan via één van de functie-uitgangen het relais. In stroomloze stukken, of bij een voertuigwisseling, blijft de verlichting van de trein echter uitgeschakeld, omdat deze via de sleper van de loc wordt gevoed.

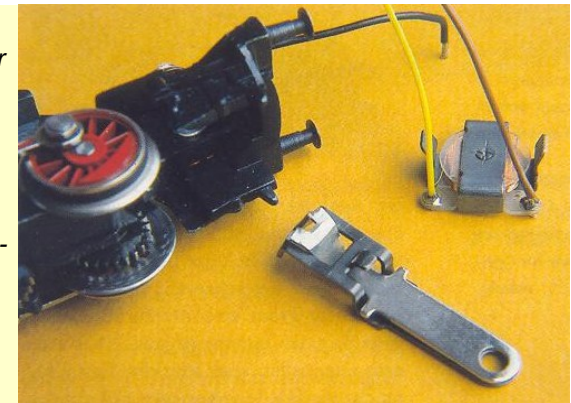
Afkoppelen op elk gewenst punt

De op afstand bedienbare Telex-koppeling staat bij vele modelspoorders hoog in het vaandel. Märklin propageert voor deze functie altijd de functie f2. Dit is ongetwijfeld de beste oplossing omdat, zoals eerder reeds beschreven, de beide spoelen een te groot stroomverbruik hebben voor de extra functie-uitgang. F1 is eveneens uitgesloten voor Märklin digital locs, omdat digitale locomotieven ook op conventionele modelbanen moeten kunnen rijden. Wil men echter toch de koppeling in werking stellen door he indrukken van de "off"-toets, dan kan men er het beste een mono-stabiel relais tussen plaatsen. Om de belasting van de decoder zo gering mogelijk te houden, komt voor deze oplossing alleen een relais met een hoge spoelweerstand in aanmerking. De gelijkgerichte spanning op de 60902 functie-uitgang is ongeveer 22 V. Het beste kan men dan een relais gebruiken van 24 V dat ook bij lagere spanningen probleemloos schakelt. Dan hoeft men ook geen voorschakelweerstand te gebruiken. Verder behoren de afmetingen van het relais eveneens tot de beslissende keuze-criteria. Omdat het bij kleine locomotieven (zoals de serie 260) nauwelijks mogelijk is een relais te plaatsen, geeft men de dealer opdracht de Telex-spoelen te verbinden met de functie-uitgang f2. Wanneer men de locomotief bestuurt vanaf de rijregelaar, moet men er op

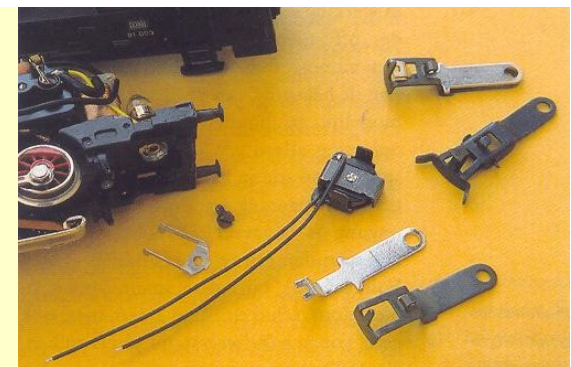
De motordelen van de hoogvermogen aandrijfset 60903 passen zonder freeswerkzaamheden in de rangeerloc serie 260.



Nieuwe aansluitingen voor de Telex-koppeling—een lastige soldeerklus. Daarvoor ligt de koppelingshaak.



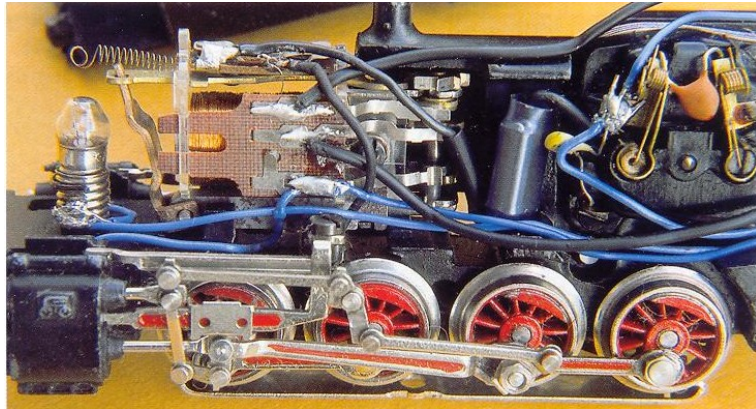
Hier liggen de koppelingsonderdelen voor de serie 81 klaar. Verder heeft deze loc ook frontlichten aan beide zijden.



3. Digitalisering van locomotieven

letten niet aan de rijregelaar te draaien terwijl men de functie-toetsen indrukt. Hierdoor kan de centrale geblokkeerd raken, en is eventueel een reset noodzakelijk.

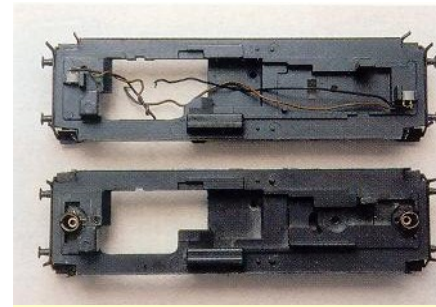
Voor de stroomvoorziening van de Telex-koppeling is het aan te raden een half gelijkgerichte spanning te gebruiken om verzadiging van het magnetisch veld van het anker te voorkomen. Dit betekent dat de oranje draad niet gebruikt mag worden voor de aansluiting van de tweede Telex-spoel, maar dat er een verbinding moet worden gemaakt met de massa. Blijft het anker desondanks een keer in de ontkoppelstand "kleven", dan kan een klein stukje plakband op de Telex-ankerplaat een oplossing bieden. Deze kleine afstand tussen het anker en de koppeling is voldoende voor een hogere magnetische weerstand en verzekert daardoor de werking van de Telex-ontkoppelfunctie.



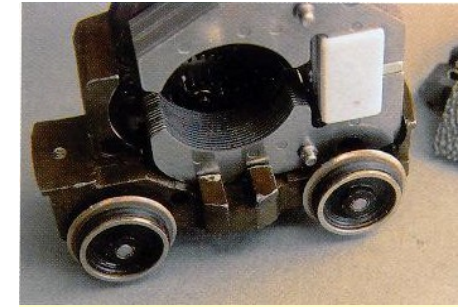
De ombouw naar digitaal vereenvoudigt het activeren van de Telex-koppeling, omdat in vergelijking met het conventionele schijfrelais de aansturing van de meervoudige rijrichtingswisseling komt te vervallen.

De turkoois-kleurige 260 werd weliswaar niet af-fabriek voorzien van een Telex-koppeling, maar de benodigde spoelen, ankers en koppelhaken kunnen naderhand bij de ombouw worden ingebouwd.

De benodigde onderdeelnummers kunnen met behulp van de exploded-view pagina's worden gevonden. Bij het bepalen van de ombouwopdracht moet men in overweging nemen of wagens met kortkoppelingen gerangeerd moeten worden. Omdat dit tegenwoordig meer regel dan uitzondering is, hebben koppelingen zonder geleidingstongen aan de zijkanten de voorkeur (evt. Verwijderen).



Onderstellen van de serie 212. Boven het nieuwere model.



Motorstel van de serie 216 met geplaatste veldmagneet.

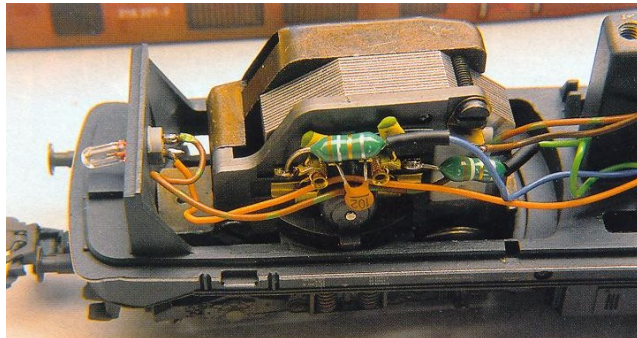
spoelen zijn in de meeste gevallen al voorzien van draadjes.

Beschikbare ruimte

In de tabellen in het aanhangsel van dit boek staan speciaal gemerkte locomotieven waar krappe ruimteverhoudingen het inbouwen bemoeilijkt. Of een loc definitief is te voorzien van een digitale aandrijfset en welke maatregelen daarvoor nodig zijn is vaak pas echt goed te beoordelen bij een verwijderde kap of een gedemonteerde loc. Dit zullen we aan de hand van een paar modellen duidelijk maken.

Bij locs van de serie 75 en 212 is enig freeswerk noodzakelijk bij het inbouwen van een geregelde hoogvermogenaanrijving 60901, respectievelijk 60904. Op één van de foto's laten we twee

3. Digitalisering van locomotieven



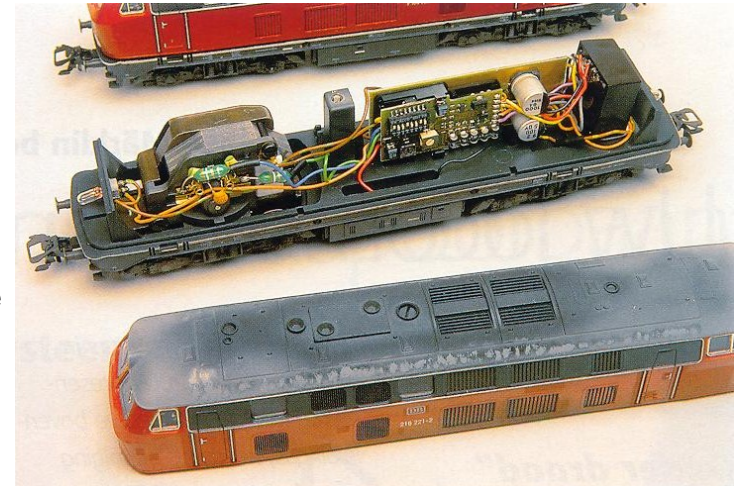
De serie 216 na de ombouw. De draden mogen zo min mogelijk buigen of knikken tijdens het rijden.

verschillende onderstellen zien van twee 212 locs. Beide locomotieven hebben het artikelnummer 3071 en hebben een rood huis. Het bovenste onderstel is echter van een latere productie zoals aan de veranderingen binnen het motorgedeelte duidelijk te zien is. Zo zien we bij de plaats voor de rijrichtingsomschakelaar slechts één recht vlak. De noodzakelijke freeswerkzaamheden voor de inbouwen van een decoder en motoronderdelen uit de 60904 zijn daardoor minder omvangrijk dan bij het oudere model. Veel Märklin modellen werden gedurende lange tijd geproduceerd en in de loop der jaren qua constructie verbeterd. Sommige veranderingen zijn vanaf de buitenkant zichtbaar, wanneer men bijvoorbeeld denkt aan de opschriften. Niet direct te herkennen zijn echter de verbeteringen aan de aandrijvingen, aslagers, bevestigingspunten en andere details. De serie 89 met meer dan 5 miljoen gebouwde exemplaren een goed voorbeeld. Is men de trotse bezitter van een oudere loc, dan kan het zoeken naar reserveonderdelen zeer moeilijk worden wanneer

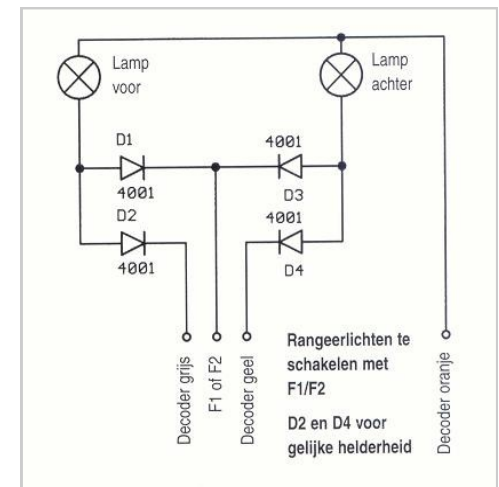
de originele verpakking niet meer aanwezig is. Om bijvoorbeeld een passend tandwiel te vinden, moet de dealer het precieze bouwjaar weten. Daarentegen is de inbouw van nieuwe motoronderdelen meestal aanzienlijk eenvoudiger. Desondanks moet, bij het begin van de werkzaamheden aan een model altijd eerst een test worden afgenomen, zelfs wanneer andere voertuigen van hetzelfde type probleemloos om te bouwen zijn.

Het getoonde draaistel van de 216 had voor de ombouw een grote schijfcollectormotor. In tegenstelling tot de aanwijzingen in de handleiding was het bij het onderhavige model niet nodig de stiften aan de veldmagneten in te korten. Maar wel moet, in het onderste deel van het draaistel, een beetje metaal weggenomen worden, omdat anders de permanente magneet niet voldoende plaats heeft. Duidelijk werden ook bij dit model veranderingen in het draaistelgedeelte uitgevoerd.

Märklin H0 modellen van de serie 260 waren er in verschillende uitvoeringen. Wanneer men bij het getoonde model in tukoois/beige de decoder in een gedraaide positie inbouwt, zijn freeswerkzaamheden te vermijden. De decoder wordt niet vastgezet en kan daardoor voor het instellen van het adres en het rijgedrag iets worden opgetild. De op de foto zichtbare diodes zijn voor de aansturing van de frontlichten. Voor het rangeren kunnen de frontlichten van deze loc aan beide zijden tegelijkertijd worden ingeschakeld (zie schema).



Als extraatje werd in de loc een geluidmodule ingebouwd.



Verlichtingssturing voor rangeren: wisselende frontlichten met "fuction". Bij een geactiveerde f1 aan beide zijden van de loc oplichtende frontlichten.

3. Digitalisering van locomotieven

Zodra de eigen wensen zijn gedefinieerd, kan de modelspoorder zijn voorkeuren op papier zetten voor de dealer, om er zeker van te zijn dat het resultaat overeenkomt met de wensen.





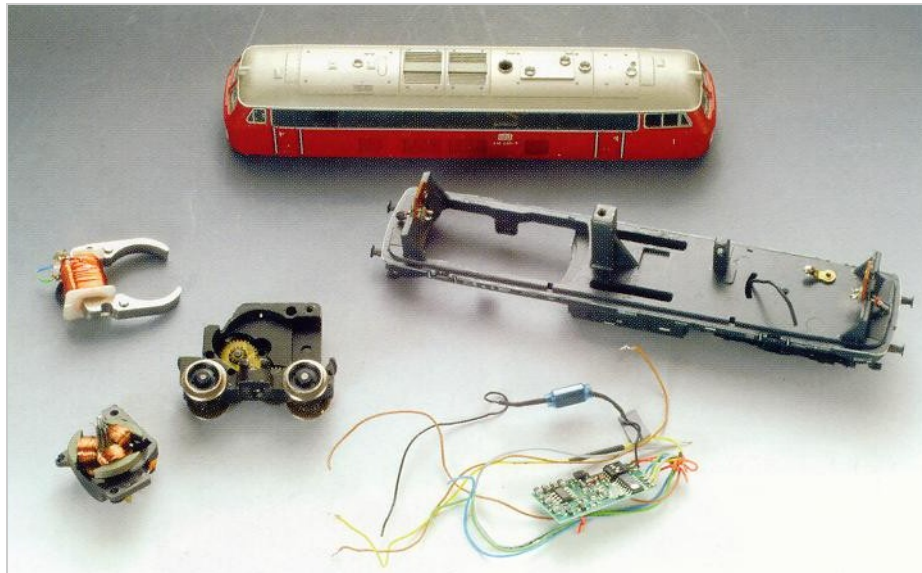
4. De inbouw

Inhoud

Overwegingen vooraf	37
Het ombouwen	38
Verlichting	39
Zwitserse lichtwisseling	40
Bedrading	41
Decoderinstellingen	42
Besluit	43



4. De inbouw



Omdat ook de motor wordt omgewisseld, moet het overeenkomstige locmodel worden gedemonteerd.

Om locomotieven om te bouwen is het in principe niet van belang of deze voertuigen conventioneel, dus analoog, of al met een digitale decoder uit de begintijd van de modelspoordigitalisering zijn uitgerust.

Overeenkomstig de toenmalige stand van de

	Trommel-collector-motor	Enkel decoder	Kleine schijfcollector-motor	Grote schijfcollector-motor
Märklin Digitaal II	60901	60902	60903	60904
Mfx	60921	60922	60923	60924

techniek beschikken deze vroege decoders niet over zoveel functies als de tegenwoordig verkrijgbare digitale componenten, waardoor in vele gevallen een ombouw naar het tegenwoordig gebruikelijke systeem gewenst is.

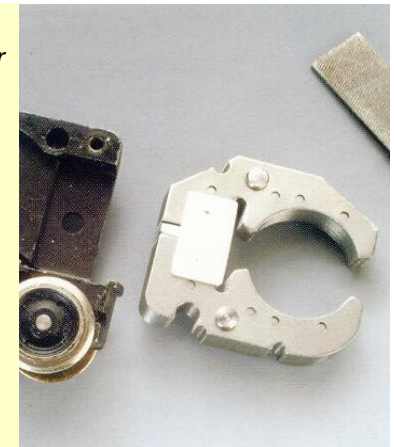
Ook de invoering van de laatste generatie decoders met Mfx heeft de keuze nog vergroot. Hieronder ziet u een tabel met de decoders van het type Märklin digital II en de overeenkomstige decoders met Mfx.

Als voorbeeldvoertuig werd gekozen voor een model van de analoog gestuurde diesellocc serie 216 (Art.nr. 3075) in tijdperk VI uitvoering en voor de digitalisering gebruikten we de digitaal ombouw set 60904. Deze ombouwset is speciaal geschikt voor loc modellen met een schijfcollectormotor, die daardoor omgebouwd kunnen worden tot de geregelde digitale hoogvermogenaanrijving.

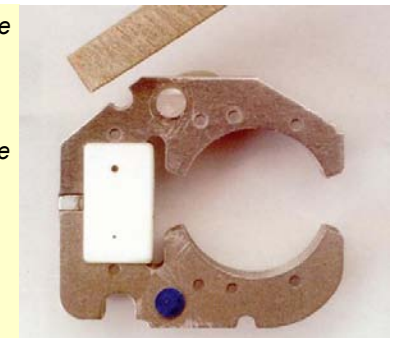
Overwegingen vooraf

Het model van de serie 216 is voor deskundige modelspoorders zeer geschikt voor het ombouwen.

Het nieuwe permanentveld is over het algemeen zonder problemen in te bouwen, maar bij sommige modellen moet men van tevoren een vijl gebruiken.



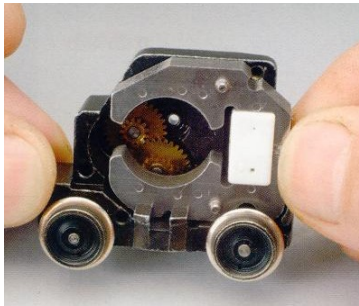
De blauw geschilderde pennen worden verwijderd, om het permanentveld in het motorblok van de serie 216 te kunnen plaatsen.



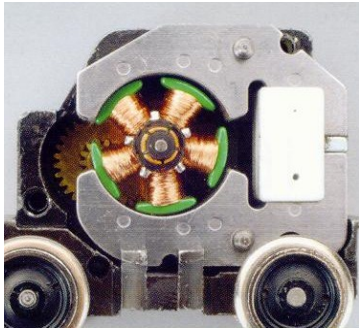
In dit geval zijn voor het inbouwen zelfs geen frees- of vijlwerkzaamheden noodzakelijk daar het huis genoeg ruimte biedt om de digitale decoder in onder te brengen. Later behandelen we ook nog een model dat wat ingewikkelder is om om te bouwen.

De decoder heeft drie verschillende extern aansluitbare extra functies die, al naar gelang de loc, geschikt zijn voor bijvoorbeeld de aansturing van de verlichting, een rookgenerator of een Telex-

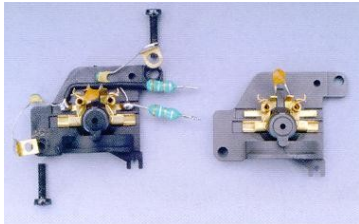
4. De inbouw



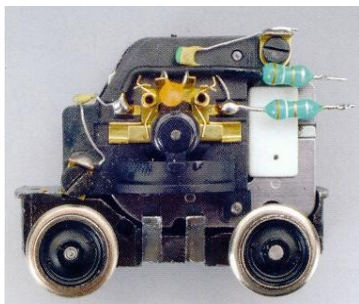
Na het inkorten van de pennen kan het permanentveld in het motorblok gedrukt worden.



Het nieuwe anker zit op zijn nieuwe plaats.



In de ombouwset zijn twee motorschilden opgenomen. Voor de montage worden bij het passende schild de noodzakelijke elektrische aansluitingen voorbereid.

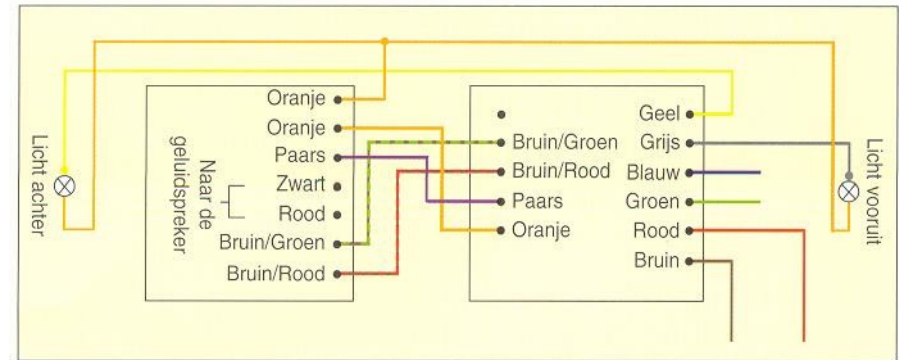


Na het bevestigen van het motorschild is het draaistel klaargelegd voor de montage in het locframe.

koppeling. Er moet echter wel gelet worden op de belastbaarheid van de decoder (zie blz. 28). Ook moet van tevoren worden bepaald welke onderdelen uit de inbouwset u nodig heeft. Deze informatie staat in de handleiding van de ombouwset. In ons geval hebben we motorschild 2 en het anker met de 8 tanden nodig.

Het ombouwen

Komt het in de loc in te bouwen motortype overeen met de onderdelen van de ombouwset, dan kan de ombouw beginnen. Als eerste wordt de opbouw van de loc afgenomen. Dit gebeurt in het geval van de 216 door het los maken van een schroef in het dak, maar kan per loctype verschillen. In geval van twijfel geeft de handleiding van de locomotief hierover uitsluitel. Nu worden de verschillende draden van de motor naar de andere delen van het onderstel los gemaakt, en wordt het draaistel uit het onderstel genomen. De draad naar de sleper kan blijven zitten. Vervolgens worden het motorschild, het anker en de veldspoel verwijderd. Aansluitend test men de overgebleven aandrijving op haar goede werking. Eventueel worden tandwielen schoongemaakt, of lichtjes geölied. Ook de bevestiging van het draaisel wordt nagekeken op overtollig vet of vuil en eventueel schoon gemaakt.

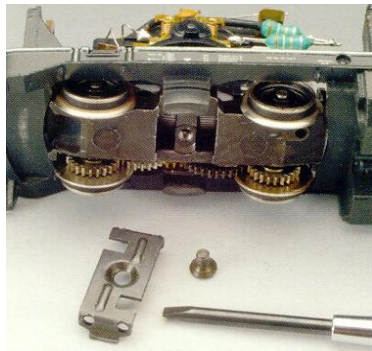


De verende ring (art.nr. 401640) staat borg voor een goede massaverbinding.

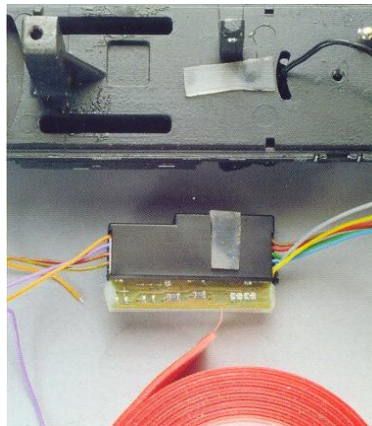
Wattenstaafjes nemen meestal vuil goed weg. De eigenlijke reiniging mag alleen met de juiste middelen plaats vinden. Hiervoor wordt het voordelige, en al sedert generaties toegepaste petroleumbad in combinatie met een oude tandenborstel (en handschoenen) aanbevolen. Ook kruipolie kan hierbij goed werk doen. Na de grote schoonmaakbeurt moet men de aandrijving in iedergeval met perslucht schoonblazen. Daarna wordt de mechaniek getest op zijn goede werking. Is deze test naar tevredenheid afgewerkt, dan kunnen na elkaar het nieuwe permanentveld, het nieuwe anker en het nieuwe motorschild worden gemonteerd. Ook kan op dit moment de eventuele luidspreker worden bevestigd, die in een resonator is ondergebracht. Al naar gelang het loctype moet u nog op enkele dingen letten.

Bij een aantal modellen, zoals hier de 216, moeten de nippels van het nieuwe permanentveld met een vijl iets worden ingekort, zodat aansluitend geen

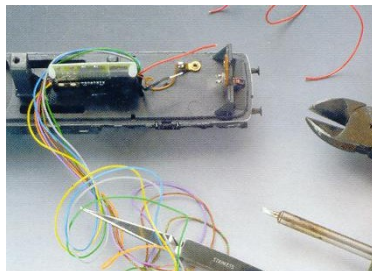
4. De inbouw



De bodemplaat wordt tenslotte weer op het draaistel vastgeschroefd.



De decoder wordt stevig bevestigd op het loeframe met het sterk-klevende dubbelzijdige plakband.



De talrijke draden van de decoder worden op maat afgeknipt en op de juiste plaats vastgesoldeerd.

bedrijfsstoringen kunnen optreden door eventuele kortsluitingen.

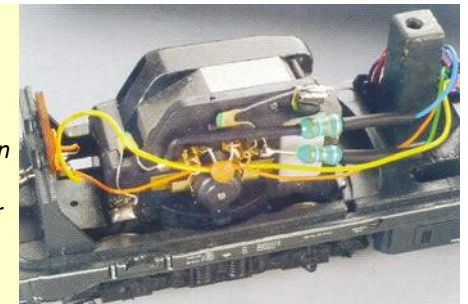
Het in de ombouwset aanwezige nieuwe motorschild is geschikt voor M 2.5 bevestigingsschroeven, zoals bij de meeste Märklin locomotieven worden gebruikt. Slechts een enkele keer werd uitgeweken naar M 3 schroeven. In dat geval moeten de bevestigingsgaten in het motorschild met behulp van een kleine handboor voorzichtig worden uitgeboord. U kunt eventueel ook een kleine handboormachine, bijvoorbeeld een Proxxon, gebruiken. Voor beide gevallen zijn in de ombouwset overeenkomstig langere bevestigingsschroeven bijgevoegd.

Voor een deel bezaten oudere Märklin motoren een duidelijk hogere montage tolerantie dan bij de huidige voertuigen gebruikelijk is. Dit kan in enkele gevallen tot een slechte werking van de motor leiden. In deze situatie moet men het permanentveld zorgvuldig plaatsen om een beter loopgedrag te verkrijgen.

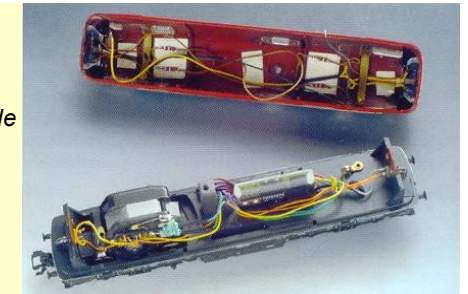
Verlichting

Bij gebruik van de bruine massa-aansluiting als retourleiding voor de verlichting kan eventueel een storende verzwakking van de verlichtingsintensiteit optreden, die zich uit in flikkeren van de gloeilampjes. Om dit te

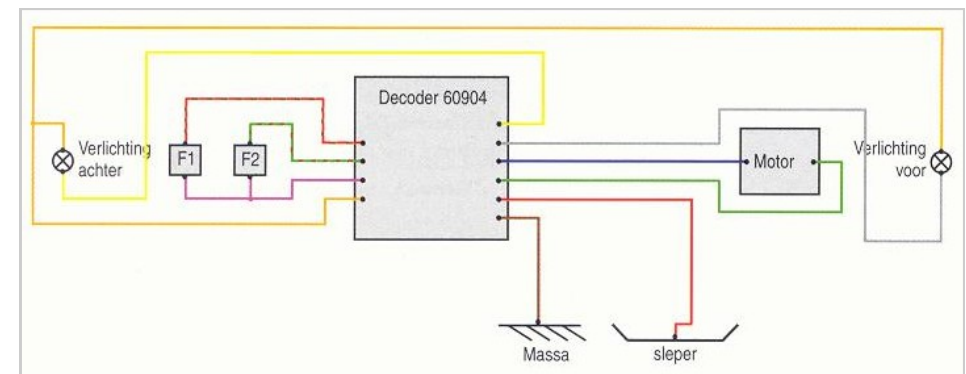
De blanke soldeerplekken van beide smoorspoelen beschermd men door een krimpkous over de solderingen te schuiven.



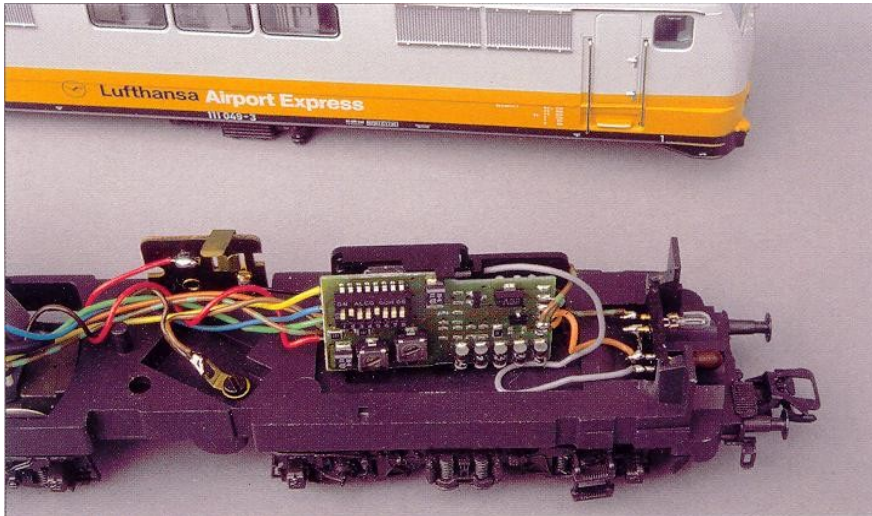
De draden van de verlichting worden met plakband aan de onderzijde van de kap bevestigd.



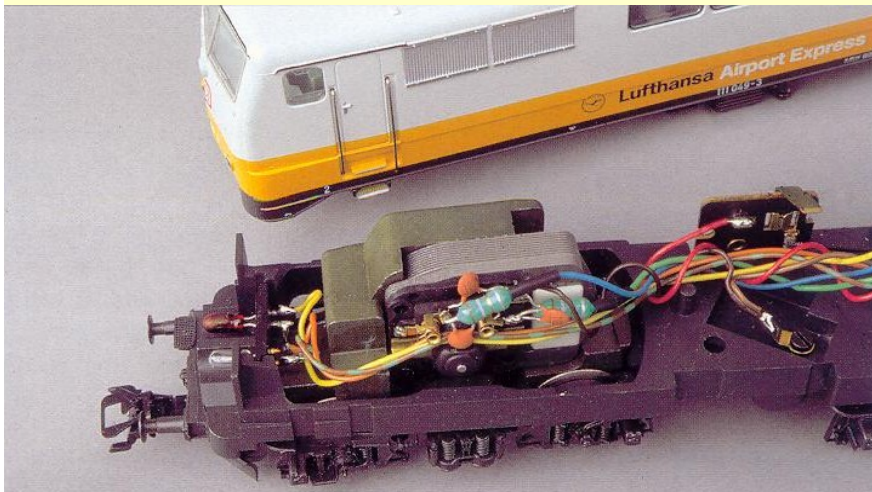
vermijden kan men in plaats hiervan ook de oranje draad als retourleiding gebruiken. De gloeilampjes moeten dan wel voorzien zijn van geïsoleerde lampvoetjes. De oranje retourleiding mag **nooit** contact met de voertuigmassa maken, daar anders



4. De inbouw



Een beetje denkwerk is noodzakelijk, wanneer een sluitlicht door middel van de functie "function" moet worden geschakeld. Het rode lampje (met grijze draad) brandt, wanneer de loc vooruit (naar links) rijdt.



De BR 111 heeft een trommelcollectormotor. Dit model kan met een set 60901 worden omgebouwd.

de electronica beschadigd kan raken. In de ombouwset zijn twee lampvoetjes gevoegd, die eenvoudig in de bestaande lamphouders (schroef of bajonet) kunnen worden gedrukt. Andere types lamphouders kunnen ook worden aangepast (zie blz. 26). Beide aansluitdraden worden met bevestigingsband vast gelegd om kortsluiting te voorkomen.

Enkele modellen van Märklin, zoals bijvoorbeeld de bouwseries 220, 221 en 143 zijn af-fabriek al uitgerust met sluitverlichting. Ook al is sluitverlichting normaal gesproken niet achteraf in te bouwen, toch zijn er op deze regel uitzonderingen. Bij nieuwere modellen van de BR 111 kan een rood gloeilampje worden ingebouwd. Twee stiften (4x Art.nr. 604190) worden in elke fitting gedrukt. Zij vormen de nieuwe fitting voor de gloeilampjes. Voor het huis zijn bovendien twee afdekkingen (Art.nr. 258580) noodzakelijk. Zij moeten voorkomen dat het bovenste gedeelte van de frontverlichting ook wordt verlicht. De frontverlichting wordt

gestuurd met de toetsen f1 en f2, zodat tijdens het rangeren 3 witte lampen kunnen branden. De sluitverlichting is daarentegen aangesloten op "function". Deze kan daarom nooit gelijktijdig aan de voor- en achterzijde branden. Het met de grijze draad verbonden lampje brandt bij het vooruit rijden, en dient daarom aan de achterzijde worden ingebouwd. De gele aansluitdraad gaat dientengevolge naar de voorzijde. Voor conventioneel gebruik is een rood lampje met steekvoetjes als reserveonderdeel verkrijgbaar. Deze brandt echter bij digitaal gebruik te helder. Daarom werd een voor digitale besturing geschikt lampje (met een rood puntje) gebruikt. Verder zorgt een voorgeschakelde weerstand van 110 Ohm voor een verdere reductie van de lichtopbrengst. Bij sommige locomotiefmodellen kan het zinvol zijn de gloeilampjes gedeeltelijk met zwarte verf te verduisteren. Daardoor kan het mee oplichten van het bovenste lichtpunt veder reduceren.

Zwitserse lichtwisseling

Het Zwitserse reglement voor de frontverlichting van locomotieven is erg gecompliceerd. De trekkende loc aan de kop van een trein heeft aan de voorzijde een driepuntsfrontverlichting en aan de achterzijde een wit licht, rechts beneden. Het einde van een trein wordt bij de SBB gekenmerkt door een sluitbord en een , bij nacht, meestal knipperend, rood licht. Personenrijtuigen aan het einde van een trein zijn voorzien van één of twee, locomotieven altijd van één rood sluitlicht. De Märklin locomotieven van

4. De inbouw

de bouwseries Ae 3/6, Ae 6/6 en Re 460 hebben aan elke kant twee gloeilampen. Zij maken een apart aan- en uitschakelen van de rechter en beide andere lampen mogelijk. In ieder geval is een nagenoeg juiste weergave van de witte frontverlichting daardoor mogelijk conform het voorbeeld.

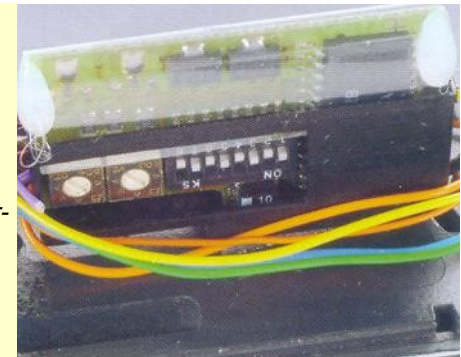
Een aparte schakelmogelijkheid is van belang, wanneer als tweede loc een “dummy” meerijdt. Bij de vooraan rijdende machine mag dan alleen de driepunts frontverlichting branden, aan de tweede machine daarentegen alleen aan de achterzijde een wit licht. Bij het model zijn beide gloeilampen in elke rijrichting apart te bedienen, wanneer geen extra functies zijn ingebouwd. In het schakelplan is deze

aansluiting weergegeven. Bij “fuction” (grijs en geel) brandt steeds het witte licht beneden rechts. Bij het inbouwen moet men op de rijrichting “vooruit” letten. D1 en D2 zijn gepoold voor een stroom naar de andere gloeilampen in de gesperde richting. Wordt f1/f2 (frontverlichting) ingeschakeld, dan branden over D1/D2 ook de rechter lampjes mee. D3 en D4 zorgen er voor, dat bij een driepuntsfrontverlichtin alle lampjes even helder branden.

Bedrading

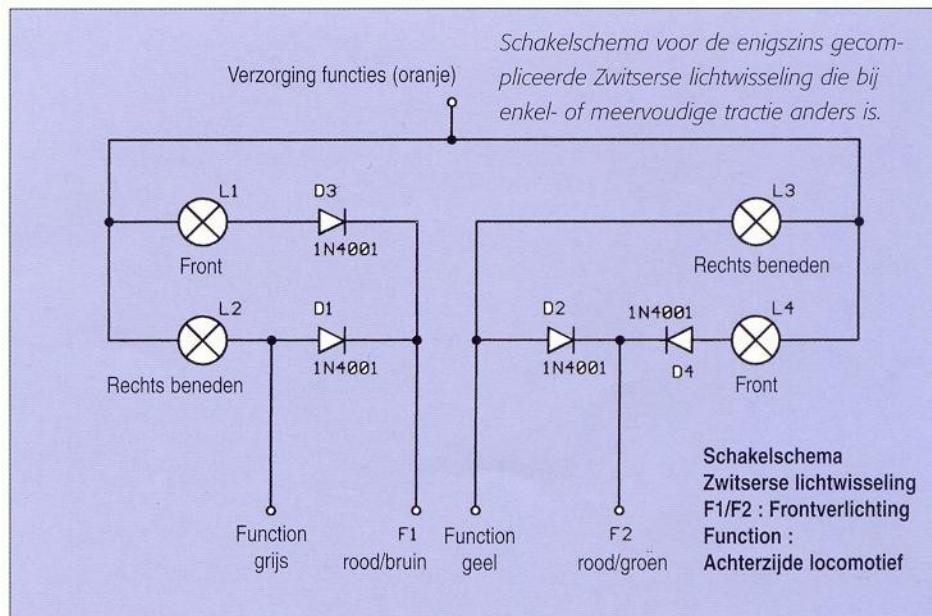
Bij het ombouwen van een analoge loc naar een geregelde digitale hoogvermogen aandrijving moet men bij de inbouw beslist letten op de beide ontstoringselementen (lijken qua bouwvorm op weerstanden). Ook moeten bij de ombouwset 60904 nog twee extra ontstoringselementen op het motorschild worden gesoldeerd. Dit kan men het beste doen met een kleine, elektronisch geregelde soldeerbout. De passende soldeernippels zijn in de ombouwset opgenomen. Indien er ruimte beschikbaar is, kan men het beste de ontstoringselementen samen met de

Met behulp van de codeerschakelaar met 8 schakelaars krijgt de locomotief het gewenste decodernummer.



condensatoren direct aan het motorschild solderen. Bij digitaal uitgeruste stoomlocomotieven met getrokken tender zijn ze direct met de decoder verbonden. Stukjes krimpkous zorgen ook hier voor voldoende isolatie. Belangrijk bij het bedraden is in elk geval de juiste draadkleur. De draadkleuren hebben de volgende aanduiding: (zie hieronder).

Rood	Rijstroom toevoer
Bruin	Retourleiding
Grijs	Licht voor—toevoer
Geel	Licht achter—toevoer
Blauw	Motoraansluiting
Groen	Motoraansluiting
Oranje	Retourleiding functies
Bruin/rood	Toevoer functie 1
Bruin/groen	Toevoer functie 2
Violet	Electronica massa



4. De inbouw

De oranje draad levert de spanning van 22 V voor alle vormen van verlichting en voor een optimale voeding voor de geluidselectronica. De draden van de individuele functies (geel, grijs, bruin/rood of bruin/groen) gaan naar de schakeltransistoren in de decoder, en verbinden de individuele verbruikers met de elektronische massa.

Indien de bruin/rode, bruin/groene en violette draad niet gebruikt worden, dan kan men deze verwijderen, of beter nog oprollen en opslaan in het huis van de locomotief om eventueel later nog te gebruiken.

Deze massa is ook beschikbaar aan de paarse draad. Zij is niet identiek met de massa van de rails en het chassis mag daar op geen enkele manier verbinding mee hebben, want anders wordt de decoder ernstig beschadigd. De paarse draad wordt alleen gebruikt voor schakelingen die permanente voeding nodig hebben, zoals de geluidselectronica. Worden LED's gebruikt voor de verlichting in bijvoorbeeld de bestuurderscabine, dan moet men er rekening mee houden, dat de oranje draad de pluspool is. Ook mag men bij de LED de noodzakelijke weerstand niet vergeten.

Aangezien een rookgenerator niet ten opzichte van het chassis geïsoleerd kan worden, werd voor de digitale toepassing een speciale rookgenerator ontwikkeld. De "analoge" rookgenerator moet daarom verwisseld worden met een voor digitaalbedrijf geschikte rookgenerator.

Men moet er verder zorgvuldig voor waken, dat

tijdens het rijden geen motoraansluiting in contact kan komen met de massa, of dat de bedrading door draaiende tandwielen blank kan worden geschuurd.

Decoderinstellingen

Het noodzakelijke gereedschap wordt meegeleverd in elke ombouwset, namelijk een klein kunststof staafje met aan één kant een spitse punt en dat er aan de andere kant uit ziet als een gewone schroevendraaier.

De eerste instelling is uiteraard het adres van de locomotief. Uit de reeks van 1 t/m 80 kan men elke willekeurige waarde instellen waaronder de machine op de modelbaan opgeroepen kan worden. Door middel van de achtpolige microschakelaar stelt men het gewenste nummer in. Dit nummer kan men elk moment weer veranderen, maar daarvoor moet wel de stroom worden uitgeschakeld, of, nog beter, men neemt de loc van de rails. Bij het instellen van het adres moet men heel zorgvuldig te werk gaan, want door een fout die kortsluiting veroorzaakt kan de decoder onherstelbare schade oplopen. Van elke 2 opeenvolgende schakelaars mag er steeds maar één op "on" staan! Dus van 1 en 2, van 3 en 4, enz. telkens maar eentje. De mogelijke instellingen vindt men in de codeertabel die bij iedere digitale locomotief wordt meegeleverd en uiteraard ook bij de decoders, en achteraan in dit boek. Wanneer men veel locomotieven heeft, en men het overzicht wil handhaven, kan men het beste een lijst samenstellen waarop de nummers genoteerd

De decoder zoals geleverd in de ombouwsets 60901 t/m 60904.



worden. Maar ook wanneer men een adres vergeten is, hoeft dat nog geen probleem te zijn. Het is absoluut niet noodzakelijk alle adressen van 1 t/m 80 te proberen. Het is veel eenvoudiger de codeertabel te raadplegen. Is schakelaar 8 op "on", dan is het adres ergens tussen 27 en 53. Is schakelaar 7 op "on", dan betreft het een nummer tussen 1 en 26 of 80. Met de andere schakelaars kan het adres dan verder worden beperkt. Volgens dit principe kan een zoekgeraakt adres weer snel worden teruggevonden.

De volgende instellingen die we nu nog moeten doen gebeurt met de twee potentiometers op de decoder, namelijk de maximum snelheid en de optrek- en afremvertraging. Hiermee kan men het rijgedrag van de locomotief veranderen.

De eerste stap is het instellen van de maximum snelheid. Daartoe wordt de regelknop geheel naar rechts gedraaid. Rijdt de machine te hard (eventueel tijdmeting per ronde), dan vermindert men de topsnelheid met de potmeter op de decoder. Het is verstandig om de remvertraging met f4 op een minimale waarde in te stellen. Daardoor

4. De inbouw

ontdekt men sneller wanneer men de potmeter verkeerd heeft ingesteld. Heeft men de topsnelheid naar volle tevredenheid ingesteld, dan is de volgende stap om de optrek- en afremvertraging in te stellen. (f4 opnieuw indrukken—LED gaat uit) Daartoe laat men een locomotief op topsnelheid (!) een afremtraject binnenrijden, dat men bijvoorbeeld met een seinmodule 72441 gedeeltelijk stroomloos heeft gemaakt. De instelling van de potmeter wordt dan zodanig veranderd dat de machine zo kort mogelijk voor het begin van het stroomloze gedeelte tot stilstand komt. Dan blijven alle extra functies ingeschakeld. Deze manier van werken verlangt weliswaar enig geduld, maar het levert wel een resultaat dat gezien mag worden. De remweg kan tot op een paar centimeter nauwkeurig worden ingesteld.

Daarna zal het bedienen van de loc met de rijregelaar ook geen problemen meer opleveren. Uit een eenvoudige analoge ouderwetse Märklin loc is na het ombouwen een volwaardig binnen het moderne digitale systeem inzetbaar voertuig gemaakt, dat niet onderdoet voor zijn “moderne” collega’s.

Besluit

Het ombouwen van locomotieven naar digitale besturing kan soms ingewikkeld zijn. Men kan dit het beste overlaten aan een door Märklin geautoriseerde vakhandelaar, want voor het inbouwen van een decoder is een antistatische

werkplek nodig, speciaal gereedschap en o.a. een testapparaat nodig. Verder moet bij een aantal modellen freeswerk worden verricht, terwijl bij het inbouwen tevens het probleemloos functioneren van alle mechanische en elektronische functies moet worden getest. Bovendien garandeert alleen een ombouw bij een door Märklin geautoriseerde vakhandelaar voor de klant volledige garantie.

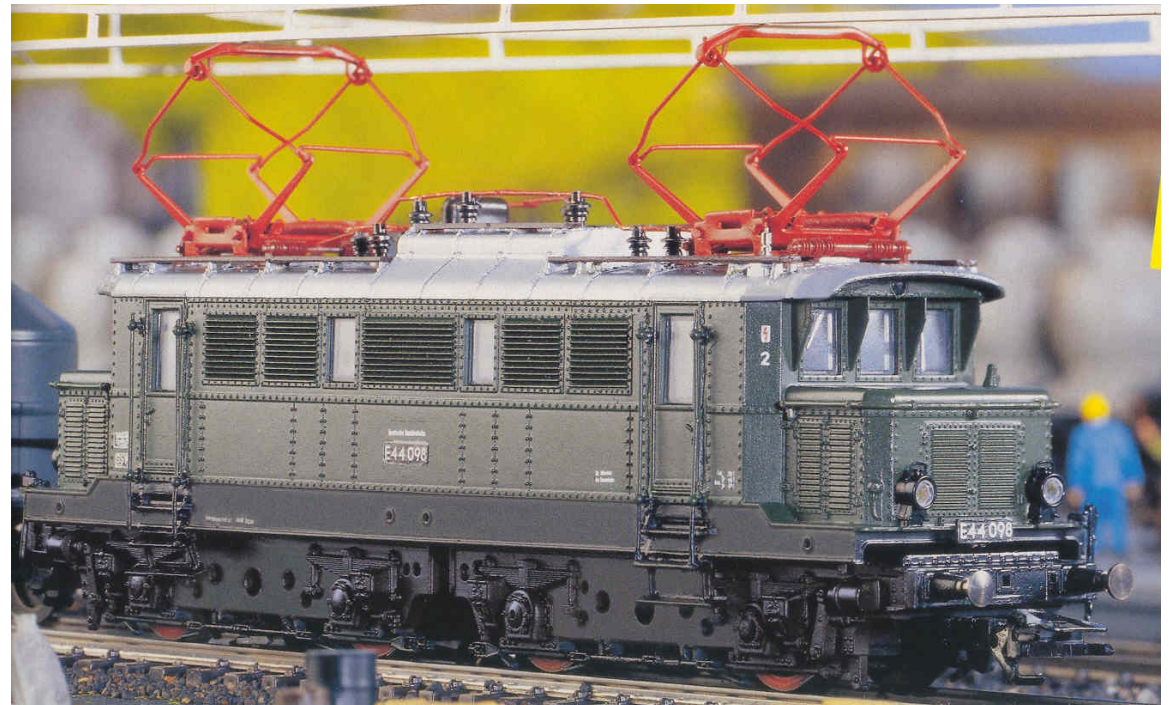




5. De functiedecoder c96 (60960)

Inhoud

Toepassing van de decoder	46
Vorbereiding voor inbouw	47
Conform het voorbeeld	48
Stroomgeleidende koppelingen	49
Inbouwvoorbeelden uit de praktijk	50
Adres instellen en bedienen	51
Draadkleuren en hun betekenis bij decoder c96 (60960)	52



5. De functiedecoder c96 (60960)

Naast de perfecte rijeigenschappen van de geregelde hoogvermogen aandrijving biedt Märklin Digital alle faciliteiten voor het schakelen van diverse stroomverbruikers. Bij locomotieven zijn dat de front- en sluitverlichting, rook- en geluidsgeneratoren en de Telex-koppeling. Daarnaast zijn er met Märklin Digital en Märklin Systems nog meer mogelijkheden om in locomotieven, rijtuigen en wagens andere functies

te schakelen. Speciaal hiervoor werd de functiedecoder c96 (60960) ontwikkeld.

Toepassing van de functiedecoder

De functiedecoder c96 is geschikt voor nagenoeg alle schakelfuncties. Men kan er verlichtingen,

motoren, Telex-koppelingen en rook- en geluidsgeneratoren mee bedienen voor zover de belasting daarvan niet meer dan 500 mA bedraagt. Deze decoder is niet geschikt voor het besturen van de motor van een locomotief, daarvoor dienen de locdecoders. Om gebruik te maken van de decoder 60960 is een Control Unit 6021, een Mobile Station of een Central Station noodzakelijk. De Control Unit moet worden ingesteld op de modus "Universeel" of "Control Unit". De handleiding van de decoder verklaart de instelling van de DIP-schakelaars aan de achterzijde van deze centrale eenheid.

Door middel van de functietoetsen f1 t/m f4 kunnen de vier uitgangen van de decoder worden in- en uitgeschakeld. De standaard extra functie "function" is bij deze decoder 60960 niet aanwezig. Daarom is deze decoder heel geschikt om in een locomotief waarin een oudere decoder aanwezig is te worden ingebouwd, zodat zodoende extra functies beschikbaar komen. De uitgangen van de decoder zijn verschillend belastbaar: f1 en f2 kunnen met maximaal 500 mA worden belast, terwijl f3 en f4 tot maximaal 200 mA belast mogen worden. Ook mag de totale capaciteit op enig moment de 1000 mA niet overschrijden.

Een ander criterium voor het inbouwen van de decoder c96 is de beschikbare vrije ruimte. Hij heeft ongeveer 25 x 20 x 10 mm ruimte nodig. Deze in de handleiding aangegeven waarden geven nog een beetje speelruimte, maar, in de eerste plaats moeten ook nog acht draden worden aangesloten, en op de tweede plaats moet er een beetje lucht bij



De functiedecoder c96 maakt het mogelijk talrijke speciale functies in rollend materieel te schakelen.

5. De functiedecoder c96 (60960)

kunnen om te koelen.

Alle aangesloten stroomverbruikers moeten kunnen functioneren met een niet afgevlakte spanning. Uiteraard moet ook een aansluiting worden gemaakt vanuit de rijstroom naar de decoder. Dat vereist een verbinding met de middenleider en met de massa.

De inbouwwerkzaamheden kan men het beste aan een geautoriseerde Märklin-vakhandelaar overlaten, want er is een antistatische werkplek vereist. Bovendien geldt alleen in dat geval de garantie van Märklin. Alvorens het model weg te brengen, moeten enige voorbereidingen worden getroffen.

Vorbereitung voor de inbouw

Voordat de betreffende locomotief, het treinstel, het rijtuig of de wagen wordt weggebracht voor de inbouw, moet men goed bedenken welke ombouw mogelijk resp. zinvol is. We zullen enige voorbeelden behandelen.

De eerste diesellocomotief met geluidsgenerator was een model van de BR 216 uit de digitale startset 29845. Tot de bijzonderheden van deze locomotief behoort de mogelijkheid om twee verschillende geluidssignalen te genereren. De geluidsgenerator is daarom ook voorzien van twee uitgangen om beide geluiden zo natuurlijk mogelijk weer te geven.

Wanneer men van plan is om een locomotief, die uitgerust is met een ongeregelde digitale decoder of

een Delta decoder, van een dergelijke geluidsgenerator te laten voorzien, moet men zich afvragen of het niet voordeliger is om ook de aandrijving te moderniseren. De verbeterde rijeigenschappen rechtvaardigen beslist de hogere kosten. Na het aansluiten van de frontverlichting blijven bij de decoder 60901 in het model van de BR 216 nog twee uitgangen voor extra functies vrij. Deze kunnen voor de extra functies van de geluidsgenerator worden gebruikt. Een extra functiedecoder is dan niet nodig. Natuurlijk kan men ook overwegen ineens een mfx-decoder te plaatsen, zodat men de locomotief op de laatste stand van de techniek brengt.

Hetzelfde is van toepassing op oudere stoomlocomotieven en treinstellen, waarvoor eveneens geluidsgeneratoren beschikbaar zijn. Eén van de belangrijkste, zoniet het meest belangrijke

criterium is altijd de beschikbare ruimte voor de betreffende decoder.

Bij veel stoomlocomotieven kan ook een verlichting van de aandrijving worden ingebouwd (vb. in de BR 03 en BR 41).

Verlichting van de cabine is alleen dan zinvol, wanneer de locomotief is voorzien van een interieur, want anders brandt de verlichting voor niets. Bijvoorbeeld bij de elektrische locomotief BR 103 kan de machinekamer worden verlicht. De modellen van deze locomotieven uit de voorserie waren voor dit doel uitgerust met een speciale lampfitting. Is die niet aanwezig, dan kan ze achteraf worden ingebouwd.



In het donker ontwaart men talrijke verlichtingen—bij het rollend materieel ziet men naast de normale interieurverlichting nog de frontverlichting, de sluitlichten en de verlichting in de bestuurderscabine. Let eens op het kleurverschil van de gloeilampen ten opzichte van andere soorten verlichting.

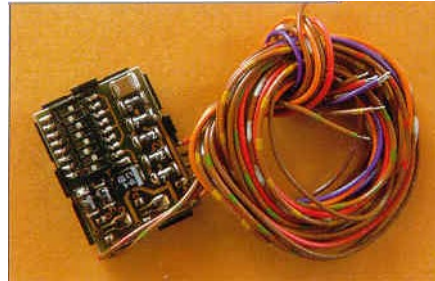
5. De functiedecoder c96 (60960)

Conform het voorbeeld

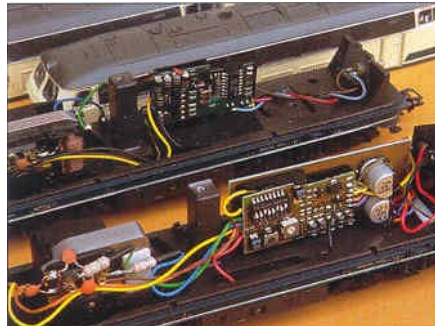
Wanneer in een locomotief meer functies apart schakelbaar moeten zijn dan de standaard decoder over uitgangen beschikt, dan moet een extra functiedecoder worden ingebouwd. Een mooi voorbeeld hiervan is het elektrische treinstel BR 515. Voor de in dit model ingebouwde kleine motor met schijfcollector is nog geen ombouwset in het Märklin assortiment beschikbaar. Ombouwsets 60901 t/m 60904 zijn hiervoor niet geschikt. Ook de toepassing van een veldmagneet van Hamo levert geen bevredigend resultaat op. Het rijgedrag wordt ook daardoor niet optimaal, omdat er geen vijfpolig anker aanwezig is. Eventueel moet de decoder zelfs gekoeld worden. Wordt deze machine voorzien van een ongeregelde digitale decoder, dan is volgende oplossing mogelijk: De rode sluitlichten worden via de functie "fonction" bediend. Daardoor zullen zij nooit aan beide zijden gelijktijdig branden. Door middel van de functies f1 t/m f3 van de functiedecoder kunnen dan de front- en interieurverlichting separaat worden bediend. Daardoor is tijdens het rangeren de



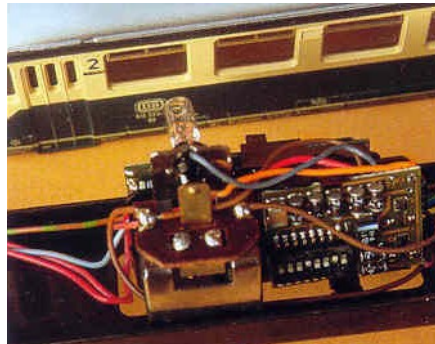
Past de decoder 60960 in het ombouw-rijtuig? Een houten klosje met het formaat van de decoder is handig bij de ruimtelijke planning in rijtuigen.



Het geringe formaat van de decoder 60960 maakt inbouw in vele modellen mogelijk.



De achterste 216 is voorzien van een Delta module. De voorste 216 kreeg een hoogvermogen aandrijving 60901.



In het binnenste van het accutreinsetel was voldoende ruimte voor de locdecoder (achter) en de functiedecoder (voor).

driepuntsverlichting conform het voorbeeld aan beide zijde gelijktijdig in te schakelen, want de functies f1 t/m f4 zijn onafhankelijk van de rijrichting. Wanneer een stuurstandrijtuig vast gekoppeld is, zou men zelfs door middel van de functie f4 de interieurverlichting van de bijwagens kunnen

bedienen. De motorwagen biedt voldoende ruimte voor zowel een locomotief- als een functiedecoder.

Bij personenrijtuigen moet voor het inbouwen worden nagegaan of er voldoende ruimte aanwezig is om zowel de verlichting als de decoder in onder te brengen. Interieurs maken het inbouwen soms moeilijk. Bij de ombouwrijtuigen is het noodzakelijk om de wanden in de buurt van het toilet te verwijderen, omdat onder het dak niet voldoende ruimte beschikbaar is.

Omdat het interieur van helder verlichte personenrijtuigen meer in het oog valt dan dat van onverlichte, is het min of meer noodzakelijk dat er ook reizigers worden meegenomen. Bovendien kan men, wanneer men toch met figuren aan slag gaat, zich afvragen of het niet zinvol is om het interieur een kleurige behandeling te geven. Onze afbeeldingen tonen het positieve resultaat dat vooral



Het interieur van een accutreinsetel 515 heeft ontegenzeggelijk het karakter van het buurtverkeer.

5. De functiedecoder c96 (60960)

ontstaat bij verlichting door middel van neutraal (gloeilampen)licht. Verlichting door middel van gele LED's beïnvloedt de weergave van kleuren. Dat wordt vooral duidelijk wanneer de vloer, de wanden en de banken van een kleurtje worden voorzien. Alvorens het hele rijtuigpark van een interieurverlichting te voorzien, kan men het beste een aantal kleurvarianten uitproberen met rijtuigen zonder functiedecoder. In elk geval dienen kleurenfoto's als onmisbaar hulpmiddel voor het bepalen van de juiste uitvoering. Ter vergelijking van het model met het origineel tonen we een foto van het interieur van een accutreinset BR 515.

Stroomgeleidende koppelingen

Zoals bekend mag worden verondersteld, vergroot elke met een sleepcontact uitgeruste wagen de rolweerstand van een trein. Op stijgende trajecten en in railbogen heeft dat vaak een nadelige invloed. Een niet perfect gelegd spooreplacement kan deze problemen alleen nog maar vergroten.

Daardoor is het best mogelijk, dat een locomotief op een bepaalde helling plotseling niet meer boven komt, of dat in een bepaalde bocht steeds weer ontsparingen plaatsvinden. Bij treinen die toch voortdurend in dezelfde samenstelling rijden kunnen stroomgeleidende koppelingen uitkomst bieden, want de hele trein heeft voortaan voldoende aan één enkel sleepcontact. Daardoor wordt de rolweerstand duidelijk merkbaar verminderd, en bij schakelrails ontstaan, door het onder het laatste



Door het gebruik van stroomgeleidende koppelingen (Art.nr. 7319) kunnen hele treinen met slechts één sleepcontact worden verlicht.

rijtuig ondergebrachte sleepcontact geen verkeerde schakelopdrachten meer. Bovendien is in normale gevallen de toepassing van slechts één functiedecoder voor de gehele trein voldoende. Uiteraard moet hierbij op de maximale stroomopname per uitgang van de decoder worden gelet. Teneinde overbelasting van een decoderuitgang te voorkomen, kan het bij verlichting door middel van gloeilampen verstandig zijn om de decoder ongeveer in het midden van de trein onder te brengen. Dan kan dit (eventueel restauratie-) rijtuig zelf door middel van f3 of f4 (elk max. 200 mA) worden geschakeld, terwijl via de uitgangen f1 en f2 (elk max 500 mA) het voorste en het achterste deel van de trein via de stroomgeleidende koppelingen worden geschakeld. Daardoor zijn bovendien alle drie de delen van de trein apart te schakelen.

Bij de montage van stroomgeleidende koppelingen is het noodzakelijk dat elk rijtuig over een eigen massasleper op één van de assen beschikt. De verpakking 7319 bevat tien speciale koppelingen met toebehoren. De set is dus voldoende om twee treinen met elk zes rijtuigen mee uit te rusten. Wordt een elektrische verbinding vanuit de locomotief naar de rijtuigen gewenst, dan is op dat punt ook een stroomgeleidende koppeling noodzakelijk. Dan moet de locomotief wel over een genormeerde opnamekoppelingsschacht beschikken. Het inbouwen van stroomgeleidende koppelingen is eenvoudig en is in de handleiding duidelijk beschreven. Rijtuigen met kortkoppelingmechanisme met schaar geleiding zijn geschikt voor het toepassen van de stroomgeleidende koppelingen. Als alternatief kan men ook een ander type stroomgeleidende koppelingen toepassen. In de verpakking 72021 zitten twee scheidbare kortkoppelingen met een éénpolige elektrische verbinding die eenvoudig de standaard koppeling vervangt. Wel moet nog een contactveer worden gemonteerd, om de elektrische verbinding tot stand te brengen. Ook hier is een

Voor het verbinden van twee rijtuigen, heeft men twee contactplaten met contactveren nodig en de scheidbare koppelverbinding. De contactklemmen vereenvoudigen het aansluiten van de draden.



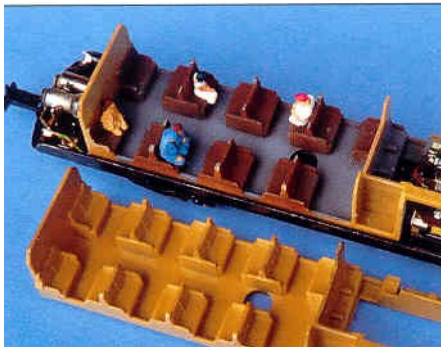
5. De functiedecoder c96 (60960)

massaveer op een as noodzakelijk. Montage is eenvoudig, en staat duidelijk beschreven in de handleiding.

Wanneer in plaats van contactveren draden naar de NEM-schacht worden geleid, dan kunnen ook andere rijtuigen met de stroomgeleidende koppelingen worden uitgerust.

Inbouwvoorbeelden uit de praktijk

Enkele voor ombouw geschikte modellen zullen we als voorbeelde behandelen. Het eerder genoemde ombouwrijtuig (art.nr. 4132) kan van Märklin interieurverlichting 7329 worden voorzien. De door twee lampjes verlichte staaf plexiglas verspreid een neutraal licht, waardoor de kleuren van het interieur niet beïnvloed worden. De lichtgeleider verlicht het rijtuig over de volle lengte. Heeft men een groot aantal van dergelijke rijtuigen, dan stijgt het opgenomen vermogen snel. Als richtgetal kan men bij een dergelijk rijtuig uitgaan van een waarde van 3 VA opgenomen



Het interieur van het accutreinset na een behandeling met verf.

vermogen. Door de verplichte verbinding van deze interieurverlichting met de massa van het rijtuig, brandt de via een decoder c96 aangesloten verlichting minder sterk dan bij een permanente verbinding met een sleper, omdat via de decoder slechts de helft van de spanning beschikbaar is. Bij volledig geïsoleerde verlichtingen daarentegen de oranje draad voor de aansluiting gebruikt. Wanneer men, alvorens om te bouwen, een test wil uitvoeren, dan is het zaak om er een gelijkrichter tussen te schakelen (diod 1N4002). Of men voor de verlichting van het interieur lampjes of LED's in geel of wit gebruikt blijft voornamelijk afhankelijk van de persoonlijke smaak.

In het eerder genoemde accutreinset BR 515 is voldoende ruimte beschikbaar voor zowel de



Deze rijtuigen verduidelijken het kleurverschil tussen verlichting met gloeilampen en (gele) LED's.

locomotief- als de functiedecoder. De beide decoders werden ruggelings tegen elkaar gemonteerd. Door middel van een afstandsrolletje krijgt de locdecoder meer afstand tot de bevestigingshoek aan het chassis. Daardoor ontstaat vrije ruimte voor de c96 die een veilige afstand tussen de decoder en het onderstel garandeert. Het is, in dit geval, heel moeilijk om de



Als sluitverlichting werden bij dit treinstel gekleurde schijven over de koplampen bevestigd. Ook hier is er gloeilampverlichting.

frontverlichting door geïsoleerde lampfittingen te vervangen. Daarom blijven de originele exemplaren eenzijdig aan de massa bevestigd. De interieurverlichting daarentegen kan heel gemakkelijk met een geïsoleerde lampfittung 604180 worden aangesloten.

Zoals de foto van het grote voorbeeld toont, is ook het origineel met gloeilampen uitgerust. In dit geval blijft bij het model het interieur ook na de ombouwoperatie vrij toegankelijk en kan geveerd worden en van figuren worden voorzien. De firma's Merten, Preiser en Noch hebben zittende figuren in hun programma. Aangezien kleine details in het



Het is afgelopen met lege treinen. De verpakking van Preiser 16349 bevat 36 niet geschilderde figuren. De set 14404 met geverfde reizigers is duidelijk een stuk duurder.

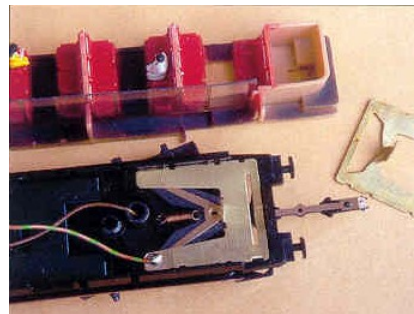
5. De functiedecoder c96 (60960)

interieur nauwelijks zichtbaar zijn, ligt het voor de hand de reizigers zelf te beschilderen. Gebruikt men voor de huidkleurige grondverf een airbrush (zie afb.), dan kan men tijd besparen en de zenuwen ontzien. Bovendien hechten naderhand de andere kleuren beter.

Het afgebeelde IC-rijtuig (4298) is af-fabriek voorzien van LED-sluitlichten. Het werd daarnaast uitgerust met interieurverlichting. Omdat het in dit geval om een LED-verlichting gaat, was onder het dak voldoende plaats aanwezig. Interieur- en sluitlicht zijn apart te schakelen. Een andere uiting gaat naar de stroomgeleidende koppelingen en voorziet de andere rijtuigen van energie. De uitgangen werden conform hun maximale belastbaarheid gebruikt. De rode LED's gebruiken van alle verlichtingen de kleinste hoeveelheid energie. Ze zijn daarom op f4 aangesloten. De met de uitgang f1 verbonden stroomgeleidende



In dit rijtuig zullen we naast sluitverlichting een interieurverlichting inbouwen met de functiedecoder c96 apart te schakelen.



Het interieur is geverfd. In tegenstelling tot wat hier te zien is, is het beter de draadverbinding aan de contactklem aan te sluiten.

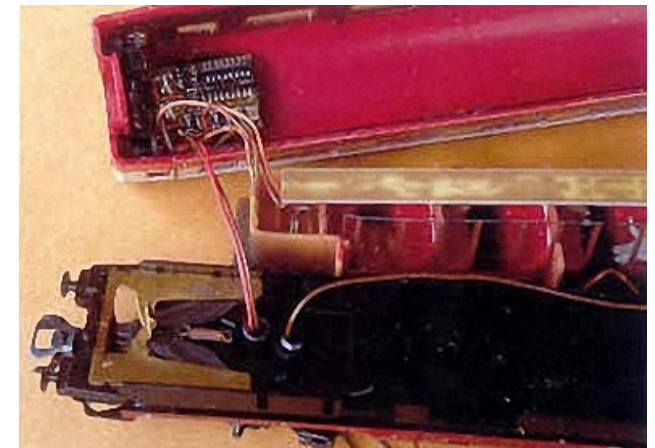
koppeling kan meerdere synchroon verbonden rijtuigen van energie voorzien.

Tussen de bodem van het rijtuig en het interieur is geen ruimte om de draden te leggen. Omdat de c96 in de directe omgeving van de sluitlichten is gemonteerd, moeten twee draden naar het andere einde van het rijtuig. In tegenstelling tot de op de foto zichtbare soldeerverbinding is een verbinding via de verticale stift meer geschikt, omdat de draad

niet over de bodem van het rijtuig gevoerd kan worden en gemakkelijk van buitenaf onzichtbaar over de vloer van het interieur gefriemeld kan worden. Bij het aansluiten van de sluitlichten moet men op de polariteit letten. Het oranje gekleurde draadje moet via een geschikte weerstand met de LED anode worden verbonden. De draad van de betreffende functie verbindt de kathode van de LED via een geïntegreerde schakeltransistor met de massa van de decoder. De op de LED-platine aangebrachte diode is

als vrijloop diode geschakeld.

De kleurige uitvoering van het interieur en het vastplakken van de reizigers kan in dit geval alleen voor de ombouw plaatsvinden.



Omdat de interieurverlichting met LED's zeer dun is, vindt de functiedecoder een plekje in de ronding van het dak. De bruine draad naar het andere draaistel, en de leiding naar de koppeling wordt eveneens op die plaats ondergebracht. De leiding van de decoder naar het draaistel voeren we door de uitsparing in het interieur om de schaarbeweging niet te hinderen.

Adres instellen en bedienen

Het gewenste digitale adres moet meteen bij de ombouw worden ingesteld, want dat bespaart de eigenaar de moeite om het rijtuig opnieuw open te maken. De functiedecoder kan op hetzelfde adres als de locdecoder van de bijbehorende locomotief

5. De functiedecoder c96 (60960)

worden ingesteld. Is de locomotief niet voorzien van de met f1 t/m f4 aanspreekbare functies, dan is de bediening heel gemakkelijk. De rijregelaar en de functie "function" besturen de locomotief, terwijl de decoder c96 op de functies f1 t/m f4 zal reageren. Het adres van beide decoders in het elektrisch treinstel werd daarom op nummer 23 ingesteld. We kozen bewust voor dit volgnummer, want het treinstel heeft als nummer 515 023-0.

Heeft de locomotief eveneens functies die met f1 t/m f4 bestuurd kunnen worden, dan beïnvloed dit (bij instelling op hetzelfde adresnummer) de functies van zowel de locomotief als het rijtuig. Teneinde de functies van locomotief- en functiedecoder ook apart te kunnen bedienen bevinden zich op het toetsenbord van de Control Unit 6021 een "L" en een "F"-toets. Door het bedienen van één van deze beide toetsen gevolgd door het digitale adres, kan ook één van beide decoders apart worden aangesproken. Alleen de gekozen decoder ("L" = locomotief, "F" = functie) zal dan reageren op het bedienen van f1 t/m f4. Op deze manier is het ook mogelijk om een verlichte personentrein met bijvoorbeeld adres 29 aan een locomotief met adres 01 te verbinden. Daarbij toetst men eerst de "F" en vervolgens de 29 in. Zo kunnen functies (verlichten van de trein) via de decoder 60960 worden geschakeld. Daarna volgt het intoetsen van de "L" en de 01. Voor het besturen van de locomotief zijn nu de rijregelaar en de "function" beschikbaar. De extra functies f1 t/m f4 werken echter op de functiedecoder met adres 29. De Control Unit geeft alleen het laatst opgeroepen adres aan, dus 01.

Aangezien dit een locomotief is, is ook de pijl verlicht die de rijrichting aangeeft. Door het intoetsen van "F" en 01 zijn ook de eventuele extra functies van de locomotief weer te bedienen. In de handleiding van de Control Unit 6021 is deze situatie beschreven onder het hoofdstuk "Besturen van functiemodellen".

Bij Märklin Systems kan de functiedecoder ook gelijktijdig met de locomotief worden geschakeld. Bij het Central Station kunnen loc en functiedecoder met verschillend adres met elkaar gekoppeld worden. Meer uitleg hierover vind u in het boek Märklin Systems.

De op deze manier van een functiedecoder voorziene modellen zorgen voor extra effecten op de modelspoorbaan en voor meer realistisch treinverkeer.

Draadkleuren en hun betekenis bij decoder c96 (60960)

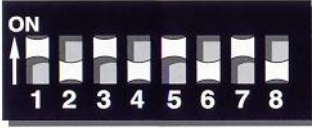
Kleur	Functie
Rood	Middenleider
Bruin	Railmassa
Rood/bruin	Functie f1
Groen/bruin	Functie f2
Geel/bruin	Functie f3
Wit/bruin	Functie f4
Paars	Electronica massa
Oranje	Electronica bediening





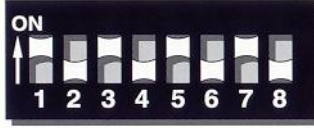
Aanhangsel

Tabel 1: Digitale adressen



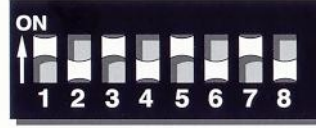
Digital

01	-	2	3	-	5	-	7	-
02	-	-	3	-	5	-	7	-
03	1	-	-	4	5	-	7	-
04	-	2	-	4	5	-	7	-
05	-	-	-	4	5	-	7	-
06	1	-	-	-	5	-	7	-
07	-	2	-	-	5	-	7	-
08	-	-	-	-	5	-	7	-
09	1	-	3	-	-	6	7	-
10	-	2	3	-	-	6	7	-
11	-	-	3	-	-	6	7	-
12	1	-	-	4	-	6	7	-
13	-	2	-	4	-	6	7	-
14	-	-	-	4	-	6	7	-
15	1	-	-	-	-	6	7	-
16	-	2	-	-	-	6	7	-
17	-	-	-	-	-	6	7	-
18	1	-	3	-	-	-	7	-
19	-	2	3	-	-	-	7	-
20	-	-	3	-	-	-	7	-
21	1	-	-	4	-	-	7	-
22	-	2	-	4	-	-	7	-
23	-	-	-	4	-	-	7	-
24	1	-	-	-	-	-	7	-
25	-	2	-	-	-	-	7	-
26	-	-	-	-	-	-	7	-
27	1	-	3	-	5	-	-	-



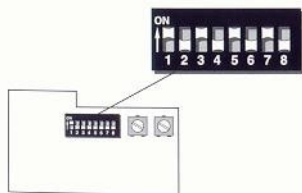
Digital

28	-	2	3	-	5	-	-	8
29	-	-	3	-	5	-	-	8
30	1	-	-	4	5	-	-	8
31	-	2	-	4	5	-	-	8
32	-	-	-	4	5	-	-	8
33	1	-	-	-	5	-	-	8
34	-	2	-	-	5	-	-	8
35	-	-	-	-	5	-	-	8
36	1	-	3	-	-	6	-	8
37	-	2	3	-	-	6	-	8
38	-	-	3	-	-	6	-	8
39	1	-	-	4	-	6	-	8
40	-	2	-	4	-	6	-	8
41	-	-	-	4	-	6	-	8
42	1	-	-	-	-	6	-	8
43	-	2	-	-	-	6	-	8
44	-	-	-	-	-	6	-	8
45	1	-	3	-	-	-	-	8
46	-	2	3	-	-	-	-	8
47	-	-	3	-	-	-	-	8
48	1	-	-	4	-	-	-	8
49	-	2	-	4	-	-	-	8
50	-	-	-	4	-	-	-	8
51	1	-	-	-	-	-	-	8
52	-	2	-	-	-	-	-	8
53	-	-	-	-	-	-	-	8
54	1	-	3	-	5	-	-	-



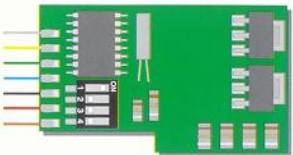
Digital
































55	-	2	3	-	5	-	-	-
56	-	-	3	-	5	-	-	-
57	1	-	-	4	5	-	-	-
58	-	2	-	4	5	-	-	-
59	-	-	-	4	5	-	-	-
60	1	-	-	-	5	-	-	-
61	-	2	-	-	5	-	-	-
62	-	-	-	-	5	-	-	-
63	1	-	3	-	-	6	-	-
64	-	2	3	-	-	6	-	-
65	-	-	3	-	-	6	-	-
66	1	-	-	4	-	6	-	-
67	-	2	-	4	-	6	-	-
68	-	-	-	4	-	6	-	-
69	1	-	-	-	-	6	-	-
70	-	2	-	-	-	6	-	-
71	-	-	-	-	-	6	-	-
72	1	-	3	-	-	-	-	-
73	-	2	3	-	-	-	-	-
74	-	-	3	-	-	-	-	-
75	1	-	-	4	-	-	-	-
76	-	2	-	4	-	-	-	-
77	-	-	-	4	-	-	-	-
78	1	-	-	-	-	-	-	-
79	-	2	-	-	-	-	-	-
80	1	-	3	-	5	-	7	-



Aanhangsel

Tabel 2: Adressen bij de Delta-module



					
	✓	✗	✗	✗	✗
	✗		78	78	78
	✗	✗	74	74	74
	✗		72	72	72
	✗	✗	62	62	62
	✗		60	60	60
	✗	✗	56	56	56
	✗	✗	54	54	54
					
	✗	✗	26	26	26
	✗		24	24	24
	✗	✗	20	20	20
	✗	✗	18	18	18
	✗	✗	08	08	08
	✗	✗	06	06	06
	✗	✗	02	02	02
	✗		80	80	80

Aanhangsel

Tabel 3: Locs met ombouwmogelijkheden tot hoogvermogensaandrijving

Aanwijzingen

- (1) Latere productieseries van dit model resp. Soortgelijke modellen werden voorzien van een trommelcollector.
- (2) Dit model is volgens de handleiding te voorzien van een 60903 of 60904.
- (3) Dit model is met wat extra werk om te bouwen.
- (4) Deze loc werd door de auteur gecontroleerd op ombouw met de 60903/04.
- (5) Schroeven met een verzonken kop zijn nodig bij dit motorschild. Nieuwere modellen (bv. De 24 061, art.nr. 30032) hebben een motorafdekking. Deze modellen konden nog niet gecontroleerd worden.
- (6) Waarschijnlijk past de set 60903, daar het onderstel van de loc nagenoeg gelijk is aan de 3034. Behuizing testen.
- (7) Decoder past in gedraaide positie zonder freeswerkzaamheden. Jongere exemplaren van deze serie hebben al een trommelcollectormotor.
- (8) Eventueel moet de aansluiting van de LED-verlichting worden omgepoold.

* Deze lijst pretendeert niet volledig te zijn! Bij twijfel contacteer dan altijd de Märklin vakhandelaar.

Stoomlocomotieven, Europa Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
86, 106 ÖBB	3112, 3113	Zwart, sneeuw	L	60904	(2)
N Nr. 205 DSB (44)	3045	Zwart	L	60904	(2)
150X29 SNCF (44)	3046	Groen/zwart	L	60904	(2)

Aanhangsel

Stoomlocomotieven, Duitsland Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
06 (SK 800)	3007	Zwart, groen, e.a.	E	60904	(2)
24 058	3003	Zwart	E/L	60903	(5)
44 481	3108	Zwart	L	60904	(2)
44 690 (GN 800)	3009	Zwart	E	60904	(2)
80 (TM 800)	3027, 3047	Zwart	L	60904	(2)
81 004, 010, 003	3032, 30321	Zwart	L	60903	(2)
81 004, 002, 006, 003	3031, Primex 3196	Zwart	L	60903	(4)
86 173, 128	3036	Zwart	L	60904	(2)
86 578, 090, 260, 217	2854, 3100, 3396, 33961	Zwart, 090 grijs	L	60904	
89 005, 006, 028	3000	Zwart	E/L	60903	(1) (2) (3)
Tenderloc 3-assig	3029	Zwart, e.a.	-	60903	(2) (3)
Tenderloc 3-assig "Lindau"	30295	Groen/zwart	-	60903	(3)
Tenderloc "KLVM"	3087, 3090	Zwart, e.a.	-	60903	(2) (3)
Electrische locomotieven, Duitsland Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
E03 002, 103 002-2, 113-7	3053, 3054	Beige/rood	L	60904	(2)
103 113-7	3354	Beige/rood	L	60904	(1)
E10 238, 110 234-2	3039	Blauw	L	60903	(1) (2)
E18 35	3023, 3024	Blauw, groen	E	60904	(2)
E32 18, Tijp.2: 20 013	3187, Primex 3187	Grijs, bruin	L	60903	
132 103-3, 104-1	3179, Primex 3192	Groen	L	60903	(4)
E40 210, 140 210-6	3040	Groen	L	60903	(1) (2)
E41 024, 141 005-9	3034	Blauw	L	60903	(1) (2)
141 015-8	3034	Beige/turkoois	L	60903	(1) (2)
E41 024, 141 211-3	3037, 3937	Groen	L	60903	(1) (2)
E44 039 (SET 800)	3011	Groen	E	60904	(2)
E94 276, 194 091-5	3022	Groen	L	60904	(2)
194 155-8, 091-5, 112-9	3300, 3322	Groen	L	60904	(2)

Aanhangsel

Electrische locomotieven, Duitsland Locserie, resp. opschrift (vervolg)	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
EA 800	3044	Rood	L	60903	(2)
Electrische locomotieven, Europa Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
1020.31, 1020.02 ÖBB (E94)	3052, 3159	Groen, oranje-rood	L	60904	(2)
1043.01 ÖBB	3036	Oranje-rood	L	60904	(1) (2)
1141.02 ÖBB	3036	Groen	L	60904	(1) (6)
Ae 6/6: 11414, 11439 SBB	3050, 3350	Groen	L	60904	(2)
Re 4/4 SBB (RET 800)	3014	Groen	E	60904	(2)
BB 9223 SNCF	3038	Turkoois	L	60903	(1) (2)
BB 9291 SNCF	3059	Rood	L	60903	
10000 SNCF (SEH 800)	3012	Groen	E	60904	(2)
1100 NS (SEH 800)	3013	Blauw	E	60904	(2)
E424 103 FS	3035	Bruin	L	60903	(1) (6)
1219, 1211, 1223, 1202 NS	3051, 3161	Blauw	L	60904	(2)
1212, 1216, 1205, 1213 NS	3055, 3168	Geel/grijs	L	60904	(2)
"Da" SJ	3030	Bruin	L	60903	(2) (3)
D109, D101 SJ	3170, 2670, 2870	Bruin	L	60903	(2) (3?)
Rc 1010, 1018 SJ	3043	Oranje	L	60904	(1) (2)
Diesel locomotieven, Duitsland Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
V100 2215, 212 215-8	3072	Rood	L	60904	(1) (2) (3)
212 224-0	2855	Rood, verouderd	L	60904	(3) (4)
212 349-5	3147	Turkoois/beige	L	60904	(1) (2) (3)
216 090-1	3074	Turkoois/Beige	L	60904	(1) (2) (3) (4)
V160 025, 216 025-7	3075	Rood	L	60904	(1) (2) (3)
V200 060, 027 e.a.	3021, 3921	Rood	L	60904	(2)
220 043-4	3021	Rood	L	60904	(2)

Aanhangsel

Diesellocomotieven, Duitsland Locserie, resp. opschrift (vervolg)	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
220 012-9	3081	Turkoois/beige	L	60904	(2)
V60 1009,260 417-1	3064, 3065	Rood	L	60903	(2) (7)
260 417-1, 787-7	3665, Primex 3194	Rood	L	60903	(7)
260 789-3	3141	Turkoois/beige	L	60903	(2) (7)
361 383-6	3131, 3631	Nieuw rood	L	60903	(7) 3131: (2)
Werkloc DHG 500	3078	Blauw e.a.	L	60903	(1) (2)
Werkloc DHG 700	3088, 3688	Oranje	L	60903	(1) 3088:(2)

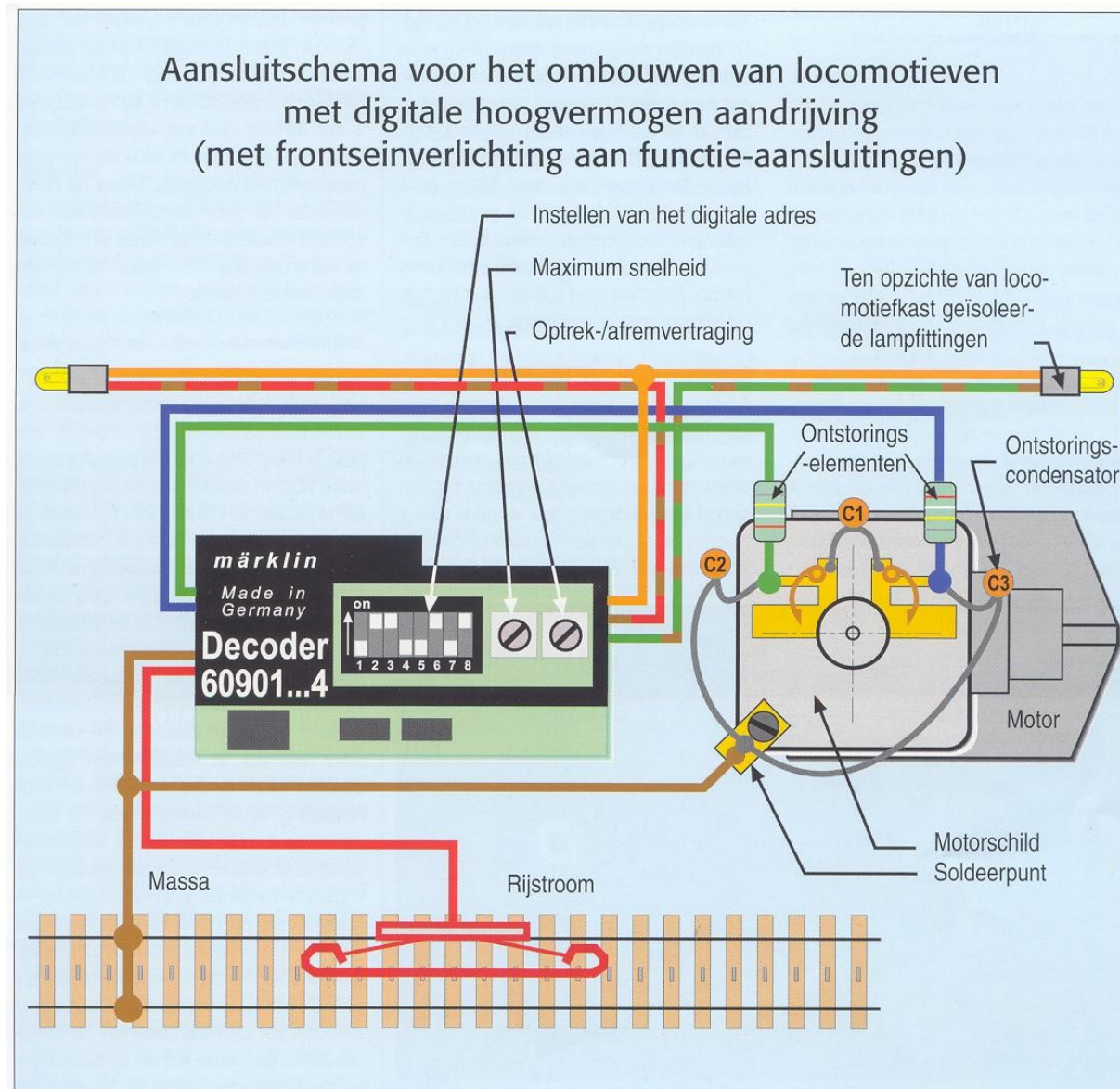
Diesellocomotieven, Europa Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
18462 SBB (ex 220, DB)	3148	Rood/grijs	L	60904	(2)
260 032 SNCB	3069	Groen	L	60903	(7)
8024, 204 (zoals V60)	3149	Groen	L	60903	(2) (7)
1602, 204 008 CFL	3063, 3066	Roodbruin, groen	L	60904	(2)
My 1106, 1147, 1101 DSB	3067	Wijnrood, zwart/rood	L	60904	(2)
Di 3.641 NSB	3068	Roodbruin	L	60904	(2)
Di 5.865 NSB (zoals V60)	3148	Geel/rood	L	60903	(7)
D 830 Warship class BR	3073	Groen	L	60904	(2)
V10 702 TGOJ (type DHG 500)	3144	Oranje	L	60903	(2)
V5 SJ (zoals DHG 700)	3132	Oranje, blauw	L	60903	(2)

Treinstellen Duitsland en Europa Locserie, resp. opschrift	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
275 BVG (S-Bahn)	3128, Primex 3017	Rood/beige	E	60903	(2) (8)
515 023-0	3028	Turkoois/beige	L	60903	(2)
515 660-9, 647-6	3076, 3428	Rood	L	60903	(4)
515 "Nokia"	3429	Groen/wit	L	60903	(4)
VT 795	3016	Rood	L	60903	(2) (3)

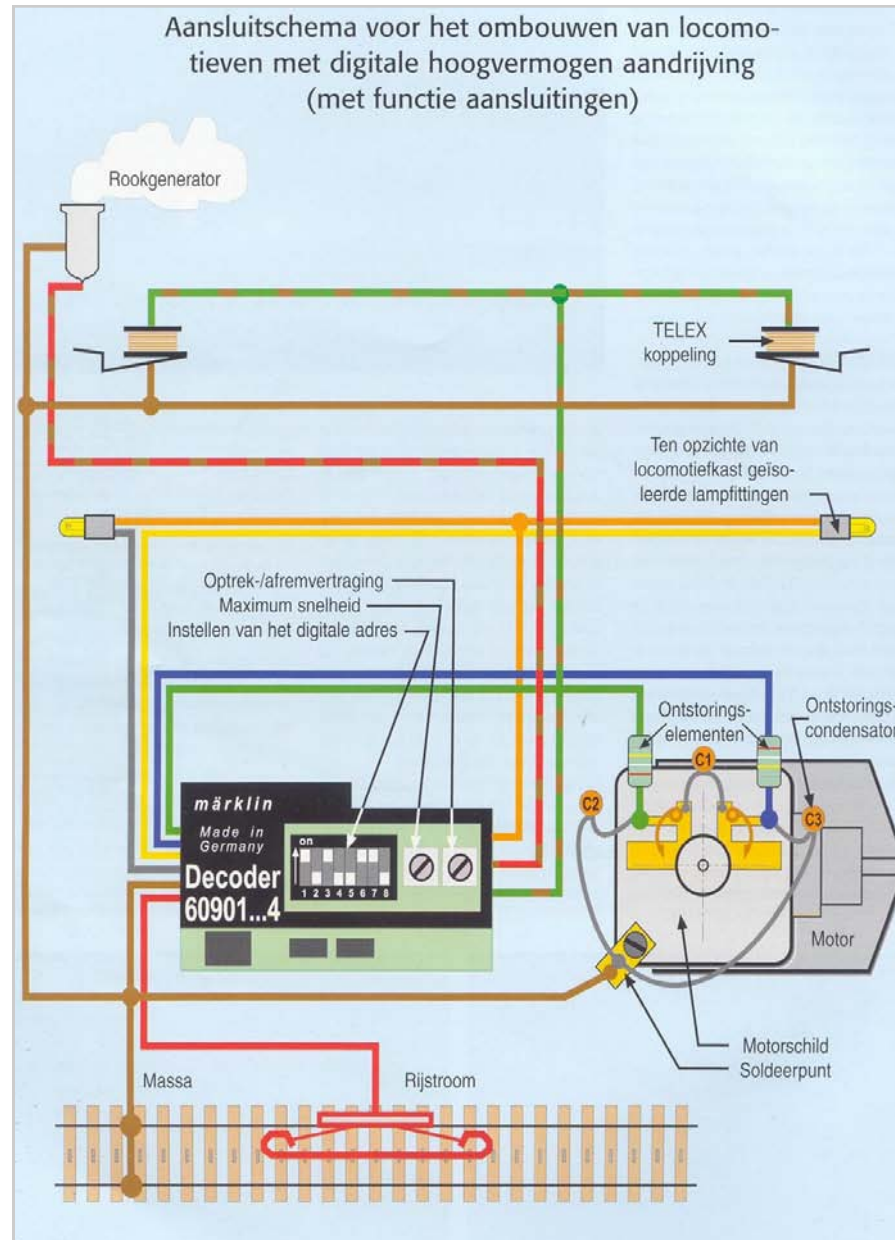
Aanhangsel

Treinstellen Duitsland Europa Locserie, resp. opschrift (vervolg)	Art. Nr.	Kleur	Lichtgeleider / Lampen	Decoder	Aanwijzing
724 DB AG, Indusi meetwagen	3013	Geel	L	60903	(2) (3)
798 653-2 Chiemgau Bahn	Primex 3012	Groen/wit	L	60903	(3) (4)
Railzeppelin	3077	Zilver	L	60903	(2)
Railzeppelin	3477	Zilver	L	60903	(4)
551 CFV3V (zoals 795)	3135	Groen	L	60903	(3)
VT 21 "Steiermärkische Landesbahn"	3140	Oranje	L	60903	(3)

Aanhangsel



Aanhangsel



Inhoud van Märklin Aandrijftechniek

- . Alle door Märklin H0 gebruikte motoren beschreven**
- . Aandrijftechniek van analoog tot Märklin Systems en Mfx**
- . Digitaliseren van analoge lococomotieven**
- . Welke inbouwset is geschikt voor welke locomotief**
- . De functiedecoder c96**
- . De nodige tabellen en schema's voor eenvoudige inbouw**