

## Inhoudsopgave

1.	Introductie.	2
1.1	De LocoNet bus.	2
1.2	X-Bus en XpressNet	2
1.3	Doel en eigenschappen	2
2.1	Wat is LocoNet.	3
2.2	Wat is XpressNet.	3
3.1.	LocoNet kabels.	4
3.2.	XpressNet kabels	6
4	Kabelsoorten	6
4.1	Welke type kabels, wel/niet gebruiken.	7
4.2	Platte versus ronde kabels.	7
4.3.	Meervoudige en enkelvoudige draad.	7
5	RJ stekkers/connectors.	8
5.1	Voorbeelden van RJ stekker.	8
5.2	Waar kan ik het kopen.	8
6	Complete kabels.	8
7	6 aderige kabel en stekkers.	9
8	Montage gereedschap en testers	9
9	Het maken van LocoNet en XpressNet kabels	10
10	Het maken van een kabel met platte kabel op RJ12 stekkers	10
11	Testen van kabels	11
11.1	De netwerk kabel tester	12
11.2	Andere test methodes	13
12	Repareren van kabels	13
13.1	Aanleggen van LocoNet kabels	13
13.2	Aanleggen van XpressNet kabels	13
13.3	Plannen van het netwerk	13
14	De Do's en Dont's van bekabeling	15
15	Het gebruik van bekabeling in modulebanen	15
16	Behoud van kabels	15
Supplementen:		
	Kabel types en diktes.	17
	Informatie bronnen.	18

## 1. Introductie.

Er zijn twee bussen die inherent zijn aan een DCC systeem, de rail- en de bedieningsbus.

De railbus wordt gebruikt om het daadwerkelijke DCC signaal te transporteren (in de vorm van data pakketjes) en wordt via de rails overgebracht van booster naar de decoders.

De specificatie voor de railbus ligt vast in de DCC Standard and Recommendations, ontwikkeld en vastgelegd door de National Model Railroads Association (NMRA).

Meer informatie hierover is te vinden op de website van de NMRA [www.nmra.org](http://www.nmra.org).

Deze is van toepassing op alle DCC systemen.

De bedieningsbus is de communicatiebus die wordt aangebracht tussen de verschillende DCC componenten die geen deel uitmaken van de railbus.

Hieronder vallen de busverbindingen die worden toegepast tussen handregelaars, centrales, boosters, detectie systemen, sein systemen, radiografische en infrarode systemen etc.

Er is door de NMRA geen standaard bus vastgelegd die de communicatie regelt tussen centrale en handregelaar en de fabrikant is geheel vrij om deze zelf te kiezen of te bepalen.

Dit is één van de problemen waar de gebruiker last van kan hebben, omdat elke fabrikant zijn eigen keuze maakt voor de toegepaste bus.

In dit document wordt de LocoNet bus (een ontwikkeling van Digitrax) en de XpressNet bus (ontwikkeld door Lenz) besproken.

Het is niet de bedoeling om een vergelijking met deze of andere type bussen of aanbeveling te maken omtrent de technische of mechanische eigenschappen van deze bus. Ook wordt er niet op ingegaan welke bus beter of slechter is ten aanzien van andere gebruikte communicatiebussen.

### 1.1 De LocoNet bus.

In de LocoNet bus zijn zowel de elektrische als de mechanische eigenschappen vastgelegd.

Het protocol en de elektrische eigenschappen zijn vastgelegd en opgesteld door Digitrax, de ontwikkelaar van LocoNet.

De technische specificatie van de LocoNet bus kan worden gedownload van de Digitrax website.

### 1.2 X-Bus en XpressNet.

XpressNet is de opvolger van de oudere X-Bus.

In dit document zal verder alleen gesproken worden over de XpressNet bus, maar is ook voor de X-Bus van toepassing.

De elektrische eigenschappen van XpressNet, en ook die van de oudere X-Bus, is gebaseerd op het protocol van de populaire industriële wereldwijd verbrede RS 485 standaard.

Het protocol en technische documentatie is vrij toegankelijk en kan worden gedownload van de Lenz website [www.lenzusa.com](http://www.lenzusa.com).

Dit maakt het mogelijk dat ook andere fabrikanten producten kunnen ontwikkelen die in het XpressNet gebruikt kunnen worden.

### 1.3 Doel en eigenschappen.

Dit document behandelt alleen de fysieke eigenschappen van de LocoNet en XpressNet bus en bekabeling die nodig is voor het transporteren van het LocoNet of XpressNet signaal.

Om probleemloos te kunnen werken met de LocoNet of XpressNet bus is het belangrijk dat men de juiste materialen en componenten gebruikt en dat de juiste verbindingen worden gemaakt binnen de bus structuur van het geheel.

Een fout in de bus bekabeling of hoe het netwerk wordt opgebouwd, kunnen problemen veroorzaken die het systeem verstoren en zijn soms moeilijk te vinden of te traceren.

Het doel van dit document is om te omschrijven hoe je de LocoNet of XpressNet kabels kunt maken, testen, configureren en repareren.

Tevens wordt aangegeven waar en bij wie de benodigde materialen zijn te verkrijgen.

In elke stap zal worden aangegeven hoe en op welke manier dit het beste kan worden uitgevoerd. Er zijn foto's en illustraties toegevoegd om dit te verduidelijken.

Voorzichtigheid is geboden bij mobiele banen als de kabels worden gemonteerd, gedemonteerd of worden opgeslagen omdat een connector of kabel makkelijk kan beschadigd of onderbroken kan raken en de aansluitbus kan vernielen.

## 2.1 Wat is LocoNet.

LocoNet is een netwerk waarbij alle aangesloten apparaten de informatie kunnen lezen en/of schrijven waarbij geen tussenkomst van een centrale verwerkingseenheid (centrale) nodig is om gegevens uit te wisselen.

LocoNet is een krachtig gedecentraliseerd en makkelijk uitbreidbaar netwerkbesturing systeem.

LocoNet is ontwikkeld en gepatenteerd door Digitrax en speciaal ontworpen voor de modelspoorbaan om snel te reageren, ook al zijn er veel gebruikers op aangesloten.

LocoNet is een Local Area Network (LAN) en is gebaseerd op Ethernet CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) Local Area Network protocol, het meest wereldwijde verbreide netwerk voor computer netwerken.

LocoNet is geoptimaliseerd door Digitrax en maakt het mogelijk om 100% data verkeer te verwerken met minder dan 0,33% collisions (data botsingen).

LocoNet is het systeem dat alle gebruikers zoals centrales, boosters, handregelaar, bediening-, detectie-, sein-, radiografische- en infrarood systemen met elkaar verbindt.

Het verbindt niet de mobiele en de meeste stationaire decoders die aan de rails worden verbonden.

De Digitrax DS64 stationaire decoder en de SE8C sein decoder zijn voorbeelden waarbij het LocoNet niet wordt verbonden.

LocoNet staat toe om vrije vormen van bedrading toe te passen en maakt de bedrading simpel, wat het toevoegen van extra gebruikers of het toevoegen van extra functionaliteit eenvoudig maakt.

Bij LocoNet is de maximale toelaatbare lengte die de bedrading mag overbruggen 600 meter.

LocoNet maakt gebruik van een 6 aderige platte of ronde data of telefoon kabel die aan beide uiteinde is voorzien van een RJ12 plug.

Deze zijn compleet te koop maar ook voor een specifieke toepassing eenvoudig zelf te maken.

De LocoNet verbinding is opgebouwd uit een gebalanceerde RF Quad configuratie, wat vrije infrastructuur bedrading toelaat die niet hoeft te worden afgesloten.

De volledige implementatie van LocoNet maakt gebruik van een 6 pins USOC ( Unified Service Ordering Code) RJ12 telecom connector.

Het netwerk is ontworpen om in een niet afgesloten "Daisy Chain" 26AWG met 3 ader paren of platte 6 aderige 120 ohms kabel te functioneren.

Het laat ruime toleranties toe in de gebruikte bekabeling en kan op verschillende manieren worden bedraad.

De verbindingen zijn gebalanceerd om de RFI (Radio Frequency Interference) tot een minimum te beperken.

De vertakkingen mogen elke vorm hebben zolang ze maar voldoen aan een ster of bus structuur. Slechts een enkelvoudige stroom afsluiting is nodig en wordt verzorgd door de "System Master", de centrale verwerkingseenheid (kortweg centrale genoemd).

Indien er typische platte telefoonkabel wordt gebruikt, mag de totale netwerk kabellengte niet meer dan 360 meter zijn en de point tot point verbinding niet meer dan 180 meter.

Deze limieten hangen samen met de elektrische eigenschappen van de gebruikte kabel.

Voor de volledige technische details hierover verwijzen we naar LocoNet Personal Use Information op de Digtrax site.

## 2.2 Wat is XpressNet.

Hoewel XpressNet in uiterlijke zin op LocoNet lijkt, zijn er toch wezenlijke verschillen.

Ook in XpressNet kunnen de aangesloten apparaten lezen en schrijven op het netwerk, maar kan niet zonder tussenkomst van de centrale verwerkingseenheid (centrale).

XpressNet is ontwikkeld door Lenz en is public domain, wat inhoudt dat ook andere fabrikanten het protocol vrij mogen gebruiken om apparaten te ontwikkelen die kunnen functioneren in een XpressNet netwerk.

In het XpressNet wordt ook gebruik gemaakt van de RJ12 plug maar kan ook worden bedraad met een 4 aderige getwiste kabel op schroefklemmen of middels een 5 polige DIN plug.

De **6 polige** verbinding wordt "**Port A**" genoemd, de **4 polige** verbinding "**Port B**."

Het netwerk is gebaseerd op het RS 485 protocol, dat in de industrie weid verbreid is en zijn betrouwbaarheid al ruimschoots heeft bewezen. RS485 is de meest veelzijdige communicatiestandaard in de series standaarden

zoals die gedefinieerd zijn door de EIA (Electronic Industries Assosiation), omdat het op vele punten goed presteert.

Dat is waarom RS485 tegenwoordig een veel gebruikte interface is in data acquisitie en regelsystemen waar meerdere systemen met elkaar communiceren.

Eén van de belangrijkste voordelen die de RS485 biedt, is de grote immuniteit voor storingen op de signaalleidingen.

Strikt genomen kan volgens de RS 485 norm een snelheid worden gehaald van 30Mb/s bij een kabellengte van 12 meter, maar door de veel lagere snelheid die wordt gebruikt bij XpressNet (62,5 k Baud) is het mogelijk om lengtes van 1000 meter te gebruiken in een multipoint topologie netwerk. De lage snelheid maakt het mede mogelijk om verschillende bus structuren toe te passen, zolang er maar geen lussen worden gemaakt.

Verder wordt aanbevolen om kabel met getwiste aderpennen te gebruiken bij grote netwerken om storingen tot een minimum te beperken. Voor kleinere netwerken (<150 meter) kan worden volstaan met platte ongetwiste kabel mits ze niet te dicht bij netspanningvoerende leidingen worden geplaatst.

De XpressNet kabel dient aan het uiteinde af gesloten te worden met één 120 ohms weerstand. Hoewel het aantal aangesloten apparaten in het standaard protocol van een RS 485 beperkt is to 32 stuks, kan het aantal apparaten tegenwoordig vier of achtvoudig worden, zonder dat de betrouwbaarheid van de RS 485 wordt aangetast, omdat de stroombelasting door de moderne componenten steeds verder wordt terug gedrongen.

Omdat XpressNet alleen gebruikt wordt om communicatie apparatuur aan te sluiten zoals handregelaars, wisselconsoles, computer interfaces heeft Lenz de beperking op 31 vastgelegd, maar in de toekomst kan dit mogelijkwijs worden verhoogd.

De nieuwste versie laat zelf 128 apparaten toe. Voor de communicatie tussen terugmelders e.d. is bewust voor een andere bus gekozen om XpressNet hier niet onnodig mee te belasten.

Op deze manier blijft XpressNet een toegewijde bus met een hoge reactie snelheid voor de aangesloten apparatuur.

Door snelle reactie tijden kunnen commando's zeer snel verwerkt worden en zijn reactie tijden zeer hoog.

De volledige implementatie van de XpressNET bus bestaat uit 6 aders, maar deze wordt alleen toegepast indien een handregelaar als Master wordt aangesloten. Hierbij fungeert de handregelaar tevens als centrale.

In een XpressNet bus, zoals die doorgaans wordt toegepast bij een modelbaan, worden slechts 4 draden gebruikt.

### 3.1 LocoNet kabels.

LocoNet kabels maken gebruik van 6 polige telefoon kabel die aan beide zijde is voorzien van een RJ12 connector.

Deze zijn compleet te koop in elektronica en telecom winkels maar ook eenvoudig in elke lengte zelf te maken.

Deze 6 aderige kabel is in platte of ronde uitvoering te verkrijgen, maar voor onze modelspoorbaan is de platte kabel het makkelijkst om mee te werken.

Gebruik geen 4 aderige kabel, alles minder dan 6 aders zal bij LocoNet niet werken.

Vanuit de RJ12 gezien, in een 6 aderige platte configuratie, zijn de linkse 3 aders een spiegelbeeld van de rechtse 3 aders.

Er worden 1 aarde en 2 LocoNet data verbindingen gebruikt voor de verbinding.

Dus bij het parallel schakelen van de overige draden reduceert de weerstand van de draad, waardoor de maximale toegestane lengte van de kabel toeneemt.

Dit betekent ook dat als er een breuk of slecht contact in de aarde of data draad optreedt, dat het netwerk nog steeds een betrouwbare verbinding maakt. (breuken en slechte verbindingen zijn fouten die vaak het moeilijkst zijn te vinden).

De twee buitenste aansluitingen worden gebruikt voor de Master Rail Packets, RAIL SYNC genoemd, en zijn in tegen fase.

Omdat deze gescheiden in de kabel wordt verzonden, kan een booster betrouwbaar worden aangestuurd ergens in het LocoNet netwerk.

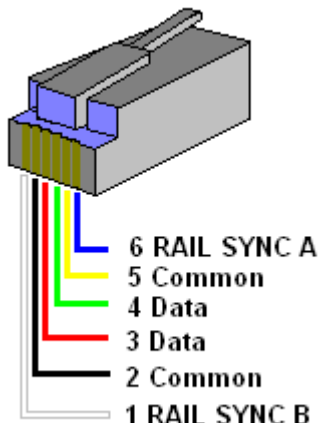
De RAIL SYNC draden verzorgen ook de spanning voor de verschillende componenten die op het LocoNet zijn aangesloten.

De 6 voudige kabel is als volgt gedefinieerd:

*Opm: Kleuren kunnen afwijken en is afh. van de gebruikte kabel.*

Pin	Kleur	Functie
1	Wit	RAIL SYNC B
2	Zwart	Common
3	Rood	Data
4	Groen	Data
5	Geel	Common
6	Blauw	RAIL SYNC A

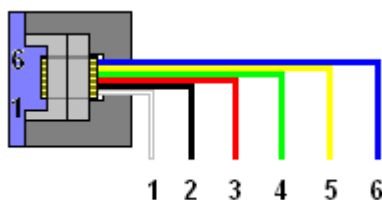
**Digitrax RJ12 bedrading standaard**



**Male connector RJ12**

Pin	Kleur	
1	Wit	
2	Zwart	
3	Rood	
4	Groen	
5	Geel	
6	Blauw	

**Kleuren tabel (afh. van gebruikte kabel)**



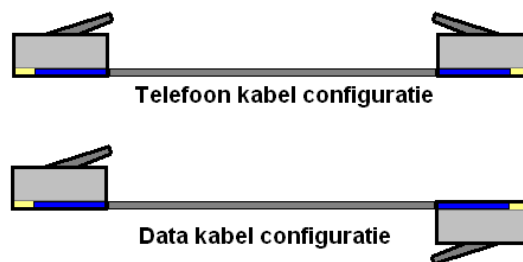
**Female connector**

**Afbeelding 1**

Omdat de LocoNet kabel symmetrisch is gebalanceerd, is de polariteit van pin 1 en 6 niet echt belangrijk, tenzij de LocoNet kabel in een lus wordt aangesloten, zoals een slang die in zijn staart bijt. De individuele kabels kunnen dus rechte (zoals telefoon kabels) of gekruiste kabels (datakabels) zijn.

Het wordt sterk aanbevolen om gelijksoortige kabels te gebruiken en dit type kabel te blijven gebruiken, omdat dit problemen tot een minimum beperkt. **Gebruik bij voorkeur data kabel, omdat dit de beste kabel is voor de verbinding tussen centrale en boosters.** Gebruik ook geen telefoonkabel die volgens UR90/UR91 of UR92 zijn bedraad omdat pin 3 en 4 niet worden verbonden tussen centrale en UR ontvangers, ook niet voor het koppelen aan een BLD16x.

Telefoon en data kabel is in essentie hetzelfde. Het verschil is de positionering van de RJ12 plug aan de kabel, recht of gedraaid. Als je een telefoon kabel neemt en deze plat en recht op de tafel legt, zitten de pluggen op dezelfde wijze gemonteerd. Ze wijzen met dezelfde contactzijde naar boven of naar beneden. De elektrische verbindingen lopen nu van pin 1 naar pin 6, 2 naar 5 en 3 naar 4 enz. Dit is een normale of rechte kabel verbinding. Indien je data kabel op een zelfde manier bekijkt, blijkt dat de pluggen ten opzicht van elkaar verdraaid zitten. Hier houdt de kabel een gelijke elektrische verbinding, dus pin 1 naar 1, 2 naar 2, 3 naar 3 enz. Dit is een getwiste of gedraaide kabel. Ook al noemen we dit gedraaid, het staat alleen maar in relatie tot de pluggen. De bedrading loopt echter recht.



**Data kabel configuratie. Afbeelding 2**

Opgemerkt dient te worden dat de meeste platte 6 aderige kabel een dunne enkele ribbel of andere markering heeft aan 1 zijde van de kabel. Indien deze kabels zelf gemaakt worden, overtuig je er dan van dat de ribbel of markering aan dezelfde zijde zit terwijl de connectors gedraaid gemonteerd moeten zitten.



Je kunt de opbouw van de kabel ook anders bekijken door beide connectors met dezelfde zijde naast elkaar te houden.

Bij een data kabel zitten de kleuren aan dezelfde zijde, bij een telefoonkabel is dit gespiegeld.

Samengevat.

Kabel type	RJ 12 plug	Draad polariteit
Telefoon	Normaal	Gespiegeld
Data	Gedraaid	Gelijk

### 3.1 XpressNet kabels.

XpressNet kabel maakt gebruik van 4 of 6 aders, afhankelijk waarvoor de kabel gebruikt gaat worden. Bij gebruik van de Lenz LA152 en Etecma BusBox kan altijd een 6 aderige kabel worden gebruikt. Bij het doorlussen worden de buitenste twee aansluitingen op de RJ12 niet doorverbonden (bij de BusBox is dit instelbaar).

Zoals we bij LocNet kabel hebben gezien, kunnen er twee soorten kabels gebruikt worden, data en telefoon kabel.

Bij XpressNet kabel kunnen we alleen gebruik maken van data kabel.

Hier houdt de kabel een gelijke elektrische verbinding, dus pin 1 naar 1, 2 naar 2, 3 naar 3 enz. Dit is een getwiste of gedraaide kabel.

Ook al noemen we dit gedraaid, het staat alleen maar in relatie tot de pluggen. De bedrading loopt echter recht.

Afhankelijk welk soort kabel gewenst is gebruiken we 4 of 6 aderige kabel.

Indien er een verbinding gemaakt moet worden van een handregelaar die als centrale moet gaan fungeren zijn er 6 aders nodig en wordt de handregelaar als Master beschouwd (LH200 (Lenz), Locmause 2 / Multimause (Roco)).

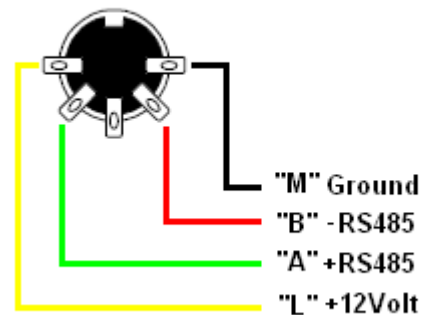
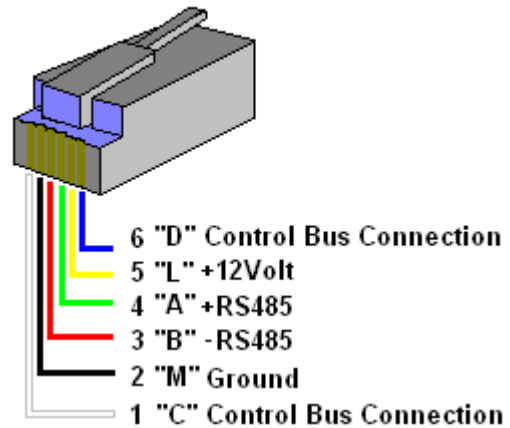
Doorgaans wordt deze dan direct op de booster aangesloten.

De overige handregelaars en apparaten die worden aangesloten hebben 4 aders nodig.

In het totale systeem is het niet mogelijk om meer dan één handregelaar als master of een centrale en een handregelaar als master te definiëren.

Om te voorkomen dat in een XpressNet kabelsysteem twee "Masters" aangesloten kunnen worden, zullen doorgaans maar 4 aders in het netwerk gebruikt worden voor de verbindingen. (port B). Bij gebruik van een 6 aderige kabel worden de buitenste twee aansluitingen niet doorverbonden.

Ook bij dit kabelsysteem liggen de elektrische eigenschappen vast. De kleuren kunnen hetzelfde zijn als van de LocoNet kabel, echter met een andere definitie.



Afbeelding 3

## 4. Kabelsoorten

Kabels die in de telefonie worden gebruikt, zijn doorgaans van het type AWG 26. Kabels tussen AWG 22 en AWG28 kunnen echter prima gebruikt worden. (zie **kabel dikte tabel** voor meer details hierover.)

Wees echter wel consequent in de gebruikte kabelsoort. Het maakt het eenvoudiger indien je fouten wil opsporen of reparaties wil uitvoeren.

Digitrax heeft ervoor gekozen om telefonie RJ12 connectors te gebruiken.

Andere opties, zoals vaak door andere fabrikanten is gekozen, kunnen de 1/4" stereo pluggen en de DIN serie connectors en pluggen zijn.

Beide zijn wat robuuster en zijn fysiek wat sterker dan de RJ12.

Ook Lenz maakt gebruik van de RJ12 connector, maar gebruikt daarnaast ook de DIN en schroef connector. De DIN connector vindt je o.a. bij de LH90 en LH100 handregelaars terug.

Echter, de RJ12 is een goed beproefde connector en is universeel in de telecom industrie (RJ11, RJ12, RJ45, RJH).

Zijn zwakste punt zit in de borgingclip van de connector, deze breekt makkelijk af indien de kabels regelmatig moet worden gewisseld, zoals bijvoorbeeld op een modulaire baan.

Dit is waarschijnlijk de rede waarom de handregelaars van Lenz standaard zijn voorzien van de DIN plug aansluiting.

Het maakt de aansluiting wat robuuster en is meer bestand tegen het regelmatig wisselen tussen verschillende plaatsen.

Er is echter geen enkele andere connector als de RJ types, die zo eenvoudig en snel kan worden vervangen.

Een RJ12 connector op een kabel, is te vervangen in minder dan 60 seconden.

#### 4.1 Welke type kabel wel/niet gebruiken.

De kabels die gebruikt kunnen worden voor LocoNet en XpressNet, is een communicatie kabel, maar er zijn vele soorten communicatie kabels te verkrijgen.

Een kabel die minder dan 6 aders heeft is geen geschikte LocoNet kabel.

Voor XpressNet kan worden volstaan met een 4 aderige kabel (port B).

Alleen bij speciale toepassingen, zoals bij een master handregelaar die ook dient als centrale, moet er een 6 aderige kabel gebruikt worden. (port A).

Telefoon kabels kunnen rond of plat zijn en hebben 2, 4 of 6 aders.

De 6 aderige kabel is de meest geschikte voor LocoNet, maar kan ook voor XpressNet worden gebruikt. Voor de standaard bus in XpressNet kun je ook volstaan met een 4 aderige kabel.

Indien communicatie kabels meer dan 6 aders hebben, zoals de 8 polige ethernet kabel of 25 aderige seriële kabel, kunnen ze niet worden toegepast omdat ze buiten de mechanische ook elektrische afwijkende eigenschappen hebben. Het toepassen van dit soort kabels kan de kwaliteit van de signalen negatief beïnvloeden.

De weerstand en capaciteit van de kabel kunnen te veel invloed op de signalen hebben indien de werkfrequentie hoog is .

Het gebruik van dit soort kabel zullen bij het LocoNet de signaalspanningen verzwakken en indien deze spanningen te laag worden zal het LocoNet systeem niet meer betrouwbaar functioneren.

Bij XpressNet is deze beïnvloeding minder, maar zal negatiever uitwerken indien de gebruikte kabel niet is getwist en lang worden (>100m).

Het zwakker worden van het signaal heeft bij XpressNet minder invloed dan bij LocoNet.

#### 4.2 Platte versus ronde kabel.

6 aderige telefoon of datakabel zijn beschikbaar in ronde en platte vorm.

Platte kabels zijn verreweg het eenvoudigst te monteren in een RJ12 connector.

Bij ronde kabels treed vaak het probleem op dat de isolatie van de buiten mantel losraakt uit de borging van de RJ12 connector, met name indien de verbinding vaak los genomen moet worden.

Het enige waar ronde kabels mogelijk kunnen worden toegepast, is bij de installatie van de LocoNet of XpressNet bus op een vaste baan, we komen hier later op terug.

#### 4.3 Meervoudige en enkelvoudige draad.

Kabels die draden hebben die uit meervoudige aders bestaan zijn flexibel en makkelijk te buigen en kunnen eenvoudig verlegt of verplaatst worden.

Kabels die zijn opgebouwd uit een enkelvoudige (massieve) ader zijn star en moeilijk te buigen en zijn bedoeld om na de installatie niet meer te hoeven te worden verbogen of te worden verplaatst. Denk maar even aan het installatie draad dat in huizen wordt gebruikt. Deze liggen in pijpen en na het aanbrengen van de bedragding hoeft deze niet meer te worden verplaatst of verbogen te worden.

Een snoer van een stofzuiger zit met een steker in de wandcontactdoos en moet buigzaam zijn. Deze is dus gemaakt met meervoudige draad. Indien enkelvoudige draad vaak wordt gebogen is het risico groter dat deze breekt dan bij meervoudige draad.

De platte 6 aderige telefoonkabel is doorgaans gemaakt van meervoudige draad wat hem flexibel en makkelijk hanteerbaar maakt.

Indien LocoNet of XpressNet wordt toegepast op een stationaire (vaste) baan, kan hier zonder problemen kabels met enkelvoudig (massieve) draad worden toegepast. Hiervoor leent de ronde kabel zich het beste voor.

## 5. RJ stekkers/connectors.

Einde jaren 60 is door Bell Telephone Laboratories (BTL) de RJ (Registered Jack) connectors voor telefonie toepassingen ontwikkeld en is geregistreerd bij de Fedral Communications Commision (FCC).

Toen de ontwikkeling in de data communicatie technologie toenam is deze RJ standaard hierin overgenomen.

De RJ standaard verwijst naar de manier hoe de stekker of connector moet worden aangesloten en waar de draden voor worden gebruikt, niet de daadwerkelijke fysieke afmetingen van de stekker of connector.

In de RJ standaard ligt het aantal draden vast die in de stekker of connector moeten worden aangesloten en op welke positie deze moeten worden aangebracht.

Voor LocoNet is er een RJ stekker 6p6c nodig, wat betekent dat er 6 posities zijn en er 6 draden (eng: conductor) kunnen worden aangesloten.

Voor de XpressNet netwerk kun je in plaats van de 6p6c ook volstaan met een 6p4c connector, maar voor een een volledige XpressNet kabel kun je alleen de 6p6c gebruiken (indien er een volledige XpressNet kabel nodig is).

Maak je gebruik van verdelers zoals de LA152 of de BusBox, dan heeft de 6p6c de voorkeur.

De voorbeelden van mogelijke configuraties vind je in onderstaande tabel.

Type	Gebruik
RJH	4p4c connector, voor telefonie gebruik
RJ11	6p2c connector voor telefoonlijn
RJ11/RJ14	6p4c connector voor telefonie
RJ12	6p6c connector voor elektronica/digitale telefoon
RJ45	8p8c connector voor ISDN lijnen en ethernet 10BaseT en 100BaseT

### 5.1 Voorbeelden van RJ connectors.

In de tabel zien we, dat er een drietal connectors zijn die beginnen met 6p.

Alle drie hebben dezelfde fysieke afmeting.

Indien je stekkers of connectors koopt of besteld, let er dan op dat alleen de 6p6c uitvoering de enige juiste is voor LocoNet en afhankelijk van de soort XpressNet kabel de 6p4c of 6p6c.

Je kunt dit vrij eenvoudig herkennen als je kijkt naar het aantal aansluitingen. Hier moeten het aantal contacten zichtbaar zijn.

Bovendien moet je erop letten of de stekker geschikt is voor platte of ronde kabel. Neem de stekker die bij je kabel past, hierin kan de stekker afwijken.

### 5.2 Waar kan ik het kopen.

De materialen en de gereedschappen die je nodig hebt voor het zelf vervaardigen van LocoNet of XpressNet kabels, als ook compleet gemonteerde kabels, zijn makkelijk verkrijgbaar.

Niet alleen in een goede elektronica zaak, maar ook vaak in bouwmarkten of via het internet zijn de materialen en gereedschappen makkelijk te verkrijgen.

Waar je goed op moet letten is de kwaliteit van de producten. Moet je enkele kabels zelf maken dan kun je vaak af met wat goedkoop gereedschap, maar moet je veelvuldig kabels maken, dan kun je beter wat meer geld uitgeven voor een goed stuk gereedschap.

Voor de modelspoorder is het meest makkelijk om platte kabels te gebruiken.

Deze kunnen het eenvoudigst en het snelst worden gemonteerd en zijn bovendien soepel en kunnen indien nodig makkelijk verlegd of verplaatst worden.

## 6 Complete Kabels

Reeds afgemonteerde kabels zijn beschikbaar via verschillende leveranciers.

Je kunt bijvoorbeeld complete kabels kopen in de modelspoor winkel, maar ook in telecom winkels of via het internet.

Doorgaans hebben deze kabels een lengte van 1, 2, 3, 5, 10 of 20 meter. Voor LocoNet toepassingen maakt het niet uit of je rechte of gekruiste kabels gebruikt, maar hou het liever op 1 soort.

Dit geeft de minste problemen en maakt het uitwisselen eenvoudig.

Voor XpressNet kabel kun je alleen datakabels gebruiken.

Let hierop indien je complete kabel wilt kopen.



## 7 4 en 6-Aderige kabel en RJ stekkers

4 en 6 aderige kabel is ook los te koop. Je kunt kabel kopen bij de plaatselijke Electro of elektronica zaak of bestellen via het internet. Indien je veel kabels van verschillende lengtes nodig hebt, kun je kosten besparen indien je een haspel koopt van 50 of 100 meter.

Haspels zijn te koop bij o.a.:

Conrad [www.conrad.nl](http://www.conrad.nl) (606286 – 89 of 606812 – 89),

Farnell [www.farnell.com](http://www.farnell.com) (1302746 of 1202610)

Ook de RJ stekkers zijn te koop bij dezelfde leveranciers. Er zijn echter drie zaken die je goed in de gaten moet houden:

- Ongeacht wat de fabrikant aangeeft of dit nu RJ11, RJ12 of RJ25 is, wees ervan overtuigt dat het een 6p6c type is (6 posities, 6 contacten) voor LocoNet of een volledige XpressNet en een 6p4c (6 posities, 4 contacten) type is voor XpressNet. Let hierbij op het uiteinde van de stekker en tel het aantal contacten.
- Wees ervan overtuigt, dat de stekker bedoeld is voor platte kabel of ronde kabel, afhankelijk welke kabel je gaat gebruiken. Deze zijn verschillend. Er zijn ook stekkers die voor ronde en platte kabel geschikt zijn, maar zijn kwalitatief minder.
- Gebruik in grote XpressNet netwerken alleen kabels met getwiste aderpennen. Deze kabel is over het algemeen rond. Zorg er dan voor dat je ook de juiste stekkers hiervoor hebt.

## 8 Montage gereedschap en kabeltester.

Om de RJ stekker aan de kabel te bevestigen heb een speciale tang nodig, een zogenaamde krimptang.

Er kan in deze tangen een behoorlijk prijsverschil zitten.

De sleutel voor het maken van een goede LocoNet of XpressNet kabel is een goede krimptang.

Zeker als je regelmatig stekkers wilt krimpen aan kabels, kun je beter iets meer uitgeven aan een krimptang.

Als je overgaat tot de aanschaf van zo'n krimptang, neem dan geen plastic uitvoering. Ze zijn wel goedkoop maar gaan ook snel stuk.

Over het algemeen heb je al een goede krimptang voor ongeveer 20 tot 50 euro.

Het is een aardig bedrag voor een tang, maar je voorkomt hier veel ongemakken mee.

Bovendien is het geld snel terug verdiend als er veel kabels gemaakt moeten worden.

De krimptang van Knipex bijvoorbeeld is een goede krimptang waarmee je niet alleen de stekkers op de kabels kunt krimpen, maar ook de draad kunt strippen en knippen. Er kunnen zowel RJ11, RJ12 en RJ25 stekkers als de RJ45 (8 polige ethernet of ISDN kabel) mee gekrompen worden. De prijs ligt rond de 40 euro.



Om de betrouwbaarheid van de zelfgemaakte (of complete) kabels te controleren en te testen, is een kabel tester aan te bevelen voordat je de kabels daadwerkelijk gaat gebruiken.

Ook de kabeltesters zijn er in vele uitvoeringen en verschillende prijsklasse te koop.

Een handige en goede kabel tester voor ons doel hoeft niet duur te zijn en er kunnen meestal Verschillende soorten kabels met een RJ aansluiting mee getest worden.



De indicatie vindt meestal plaats door LED's.

Een combinatie van LED's geven dan doorgaans aan of de kabel goed of fout is.

Er zijn vele kabeltesters te koop in verschillende prijsklassen en hebben dan ook uiteenlopende mogelijkheden.

Er zijn zelfs kabeltesters die kunnen aangeven op welke afstand een breuk of sluiting in de kabel zit. Deze zijn echter behoorlijk prijzig en is voor ons doel ook niet echt nodig.

Als je van knutselen houdt, kun je natuurlijk ook zelf een eenvoudige kabel tester bouwen.

Documentatie hierover is te vinden op internet

De eenvoudige testers zijn doorgaans enkelvoudig en kunnen prima de kabels testen indien ze nog niet op de modelbaan zijn geïnstalleerd.

Indien de kabels gemonteerd zijn en lastig zijn te benaderen, is voor dit doel een twee delige tester zoals bijvoorbeeld van Velleman de VTLAN4 LAN tester (foto boven) een betere keuze.

De Velleman is o.a. verkrijgbaar bij Conrad, artikel nummer 074992-08 en Dertronics en ligt in de buurt van de 20 tot 25 euro.

De Velleman tester kan tot 300 meter kabel testen en is dus voor ons doel goed bruikbaar.

Bovendien kan deze tester automatisch alle testen uitvoeren voor continuïteit, open, kortgesloten en gekruiste bedrading.

## 9. Het maken van LocoNet of XpressNet kabels.

Om nog eens te benadrukken, LocoNet kabel bestaat uit 6 aders, XpressNet kabels uit 4 of 6 aders.

Voor LocoNet zijn er twee soorten kabels mogelijk, telefoon en data kabels.

Voor XpressNet kunnen alleen datakabels worden gebruikt.

De kabel zelf is gelijk, het enige wat anders is, is de manier waarop de stekkers aan de kabel zijn bevestigd.

Het maakt voor LocoNet niet uit hoe de kabels gemaakt worden, LocoNet functioneert met beide soorten kabels.

Hou bij LocoNet kabels echter rekening met het volgende:

- Bij telefoon kabel verandert de polariteit van het LocoNet signaal bij elke aansluiting in de keten.
- Bij data kabel blijft de polariteit van het LocoNet signaal gelijk bij elke aansluiting in de keten.
- Gebruik data kabels indien je de UR90, UR91 verbindt met een DB150, DCS50, DSC100 of DCR200 Command Station of Powerbooster, tenzij er in de keten een kortsluitplug (pin 3 en 4) of een extra handregelaar wordt gebruikt. Dit heeft te maken met de communicatie die via pin 3 wordt gebruikt.
- Voor het verbinden van de boosters, moet de kabel zodanig worden gekozen, dat bij het inschakelen de boosters met elkaar in fase zijn.

De navolgende beschrijving is een algemene beschrijving voor het maken van de LocoNet of XpressNet kabels, gemaakt van 6 aderige kabel. De werkwijze voor 4 aderige kabels is gelijk.

Hierbij vervallen de twee buitenste aders.

Om daadwerkelijk een kabel te maken is er in ieder geval een krimp tang nodig waarmee RJ11 en RJ12 stekkers mee kunnen worden gemonteerd, zoals hiervoor beschreven.

De meeste krimptangen hebben een voorziening om de platte kabel te strippen en met sommige kun je ook de kabel afknippen.

Na het strippen wordt de RJ12 stekker in de krimptang geplaatst en wordt de gestripte kabel op de juiste manier in de RJ12 connector gestoken.

Vervolgens kan de stekker op de kabel worden gekrompen door de tang samen te knijpen.

## 10 Het maken van een kabel met platte kabel op RJ12 stekkers.

Het volgende geeft een gedetailleerde omschrijving van het maken van een LocoNet of XpressNet kabel met platte kabel (aanbevolen) en de bijbehorende RJ12 stekkers.

De volgende materialen en onderdelen zijn nodig:

*6 aderige platte kabel (LocoNet) of*

*4 aderige platte kabel (XpressNet)*

*RJ12 stekkers.*

*Draad kniptang*

*Krimptang geschikt voor RJ12.*

*Kabel tester.*

Voor het maken van de kabel doe je het volgende:

- Maak de platte kabel op lengte en zorg hierbij er voor dat het uiteinde recht is afgeknipt. Je kunt hiervoor een draad knip tang gebruiken. Of indien de krimptang een knip mes heeft, kun je ook de krimptang hiervoor gebruiken.
- Plaats een uiteinde van de kabel in de stripper van de krimptang. Knijp de tang dicht en trek voorzichtig de kabel uit de tang. Controleer of alle vrij gekomen draden even lang zijn en knip deze zo nodig op lengte af. Buig de draden nu iets uit elkaar om er zeker van te zijn dat ze goed in de RJ12 stekker passen. Indien er voor XpressNet 6 aderige kabel wordt gebruikt en er is een 4 aderige kabel nodig, kunnen eventueel de twee buitenste aders (wit en blauw in de voorbeeld afbeelding) worden afgeknipt.
- Schuif de RJ12 stekker over de draden, en controleer of de draden langs elkaar liggen. De stekker heeft 6 gangen, voor elk draad een. Probeer om elke draad tot het einde van de gang te plaatsen.

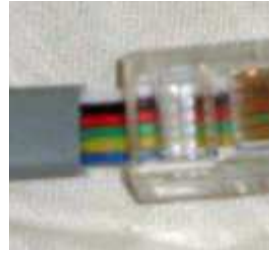
De isolatie van de kabel (kabel mantel) moet achter het krimppunt uitkomen. Indien de mantel onvoldoende in de stekker valt,

verwijder dan de kabel en haal iets van de lengte van de draden af. Ook als de buitenmantel te veel in de connector valt of de draden niet volledig in de connector kan worden gestoken, pas dan de mantel of draadlengte aan. Om een betrouwbare stekker verbinding met een RJ12 te maken, is het belangrijk dat de kabelmantel juist wordt gemonteerd omdat dit de enige trekontlasting is die de verbinding heeft. Bij onjuiste of verkeerde montage zal vroeg of laat de kabel defect gaan, wat onnodige problemen met zich mee brengt.

De foto's 1 en 2 geven voorbeelden van een goede en slechte krimpvverbinding.



**Foto 1: Juiste krimpvverbinding.**



**Foto 2: Slechte krimpvverbinding.**

Voor een LocoNet kabel is de zijde waar de blauwe of witte draad zit niet belangrijk, als je het maar consequent doet.

Het handigste is als je de voorbeelden zoals afbeelding 1 en 2 aangeven aanhoud.

Als dezelfde kleur aan linker zijde van een stekker zit, is het een data kabel, deze verdient de voorkeur.

Als de kleuren niet aan elkaar gelijk zijn, maak je een telecom kabel.

- Controleer alvorens de stekker te krimpen of alles goed zit en plaats dan de connector in de krimptang. Krimp nu de stekker op de kabel door de tang krachtig samen te knijpen. Gebruik eventueel beide handen om deze krachtig samen te knijpen.
- Herhaal de vorige stappen voor het andere uiteinde van de kabel.
- Test de kabel alvorens deze in gebruik te nemen. Indien de verbindingen in orde zijn, beweeg dan de kabel bij de RJ stekker en kijk of de verbinding dan nog steeds goed zijn. Indien de LED's gaan knipperen of zelfs helemaal uit gaan, is de verbinding niet goed. Knip in dat geval de stekker eraf en monteer een nieuwe RJ stekker volgens bovenstaande methode.

## 11 Testen van kabels.

Indien er vreemde dingen gebeuren na het plaatsen van een kabel, zoals bijvoorbeeld handbediening die niet meer werken, boosters die geen signaal afgifte meer geven of delen die plotseling niet meer werken, is er waarschijnlijk een onderbreking of een sluiting in de aangesloten kabel aanwezig.

Ga in dit geval na wanneer het probleem zich heeft voorgedaan. Indien dit gebeurt is na het plaatsen van een kabel, en het deel na de kabel veroorzaakt de problemen, is er waarschijnlijk een onderbreking in de nieuw aangesloten kabel. Is dit niet het geval en treed er in de gehele keten het probleem op, dan heb je waarschijnlijk te maken met een sluiting in de laatst aangelegde kabel.

Neem dan het uiteinde van deze kabel los uit de aansluiting (de achterliggende keten werkt dan niet meer) en controleert of de problemen zich dan nog steeds voordoet.

Indien zich het probleem nog steeds voordoet, heb je naar alle waarschijnlijkheid een sluiting in de nog aangesloten kabel zitten.

Test de kabel op de onderstaande methode en repareert deze op de wijze zoals hierboven is besproken is of vervang de kabel.

Het is beter om alle (nieuwe) kabels te testen voordat je ze gaat gebruiken op de modelbaan.

Voor het testen van kabel is er verschillende apparatuur verkrijgbaar.

Welke je kiest hangt af van het bedrag dat je er voor wilt uitgeven en hoe intensief je de kabeltester gebruikt.

Bij problemen kun je in nagenoeg alle gevallen volstaan met het vervangen van de één of beide RJ12 stekkers.

Test de kabel opnieuw na het vervangen van deze stekkers.

Hoewel het in de praktijk nauwelijks voorkomt, kan na het vervangen van de RJ12 connector de kabel nog steeds problemen veroorzaken.

In dit geval is de kabel zelf het probleem.

Controleer in dit geval de kabel, door met je vingers over de kabelmantel te voelen of er onregelmatigheden in zitten zoals bobbel, beschadigingen aan de buitenmantel van de kabel en andere oneffenheden.

Indien je een bobbel voelt zijn waarschijnlijk de draden in de mantel getwist, wat een fabricage fout kan zijn of dat de kabel aan grote krachten heeft bloot gestaan. Ook kan deze tijdens opslag of transport scherp geknikt zijn geweest.

Een breuk of sluiting tussen de onderlinge draden is hier niet uitgesloten.

In geval van een beschadiging moet je nagaan of de inwendige draden naar buiten steken of bloot zijn komen te liggen.

Indien mogelijk kun de kabel hier door knippen en er twee kabels van maken, zodat deze nog bruikbaar zijn.

In alle andere geval en indien er niets valt waar te nemen, is er mogelijk ergens een breuk in de draad en is de kabel niet langer bruikbaar, tenzij je een speciale tester gebruikt die de afstand vanaf het meetpunt tot de breuk (of sluiting) in de kabel kan aangeven.

Doorgaans zal dan de kabel moeten worden vervangen.

## 11.1 De Netwerk kabel tester.

Het gebruik van een netwerk kabeltester, zoals de genoemde Velleman VTLAN4, is erg handig om 6 en 8 aderige netwerk en data kabels te testen.

Sluit beide uiteinde aan op de tester.

Indien beide leds groen tonen is de kabel goed .

(voor een telecom lichten de LED's kruislinks op)

Als beide stekkers zijn aangesloten, moet je ook de kabel bij de RJ12 stekker bewegen.

Indien de LED's aan en uit gaan of gaan knipperen is de verbinding in de stekker niet goed.

Het gebruik met een kabeltester werkt handig en snel, zeker als je meerdere kabels moet testen.

De beste en snelste manier om kabels te testen is om beide uiteinde van de kabel aan te sluiten.

Door de manier waarop LocoNet is ontworpen, kan het voorkomen dat er in 1,2 of zelfs 3 draden een slechte verbinding is, en het systeem nog steeds functioneert.

Dit is tegenstelling tot de XpressNet bekabeling.

Hier heeft elke ader een eigen functie en wordt er niets dubbel uitgevoerd.

Ondanks dat dit bij LocoNet een voordeel lijkt, kan het in de toekomst tot problemen leiden, waardoor je volledig op het verkeerde been gezet kan worden.

Onderbrekingen of slecht functionerende verbinding maakt het systeem onbetrouwbaarder en kunnen er problemen ontstaan, die ogenschijnlijk niets met de kabel van doen hebben.

Daarom is het belangrijk dat de kabels goed te controleren op functie en betrouwbaarheid, alvorens deze in de modelbaan te gaan gebruiken.

Indien zich problemen voordoen in de bekabeling, en het is niet bekend of dit zich na het installeren van een nieuwe kabel zich pas heeft voorgedaan, kan de volgende methode gebruikt worden om het probleem snel op te sporen.

Het beste is om in een bestaand systeem niet te beginnen vanaf de centrale (Command Station), maar te beginnen vanuit het midden of vanuit het eerste verdeelpunt.

Op deze manier vind je snel in welke sectie het probleem zich voordoet .

Vervolgens kan de sectie weer in twee delen worden opgesplitst om deze weer apart te testen. Zo kan de fout snel gevonden en hersteld worden.



Indien het netwerk erg uitgebreid is, kan dit evengoed nog een tijdrovende zaak zijn, maar door secties uit te sluiten vindt je de fout meestal snel.

## 11.2 Andere test methodes.

Een andere testmethode kan zijn dat er een ohm of multimeter wordt gebruikt om de kabel te testen. Omdat de kabel uit 3 aderpennen bestaat, moet als eerste worden vastgesteld of er tussen deze aderpennen een sluiting aanwezig is.

Meet hiervoor op één van de stekkers of er sluiting aanwezig is tussen een van deze aderpennen. Vervolgens kan er gemeten worden of er tussen de aangrenzende aders een sluiting aanwezig is. Ten slotte kan de onderlinge verbinding tussen de stekkers gemeten worden.

## 12 Repareren van kabels.

De meeste fouten in LocoNet of XpressNet kabels hebben betrekking op de RJ12 stekker.

Met name de vergrendelingsnok breekt regelmatig af, waardoor de stekker niet goed meer geborgd wordt in de connector.

Ook kan de krimp los raken.

Hierdoor ontstaan er vaak contact problemen.

Indien de borgnok is afgebroken of de krimpverbinding heeft los gelaten, verdient het aanbeveling om deze RJ12 stekker te vervangen. Indien er onderbrekingen in de kabel zitten, doet men er verstandig aan deze compleet te vervangen. Als je zeker weet waar deze onderbreking zit, kun eventueel de kabel daar doorknippen en er twee kortere kabels van maken.

Een ander probleem kan zijn, dat er te veel kracht op de borging heeft gestaan, waardoor de draden los zijn geraakt in de krimpverbinding. In dat geval dient ook de stekker vervangen te worden.

Het vervangen van de RJ12 stekker gaat eenvoudig en snel, en gaat op dezelfde wijze zoals hiervoor besproken is.

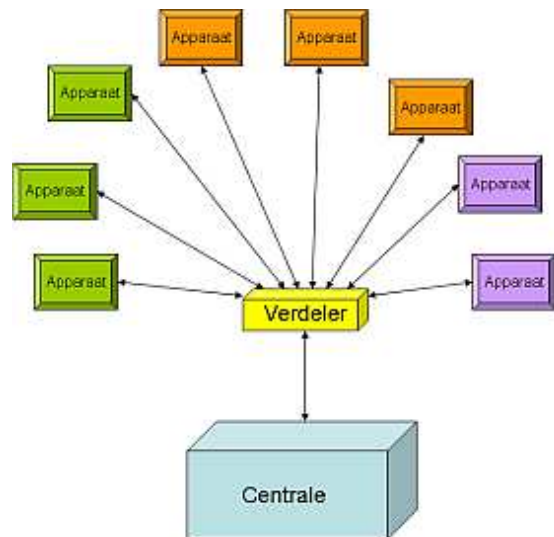
Na het vervangen van de RJ stekker of reparatie van de kabel dient de kabel opnieuw getest te worden, alvorens deze gebruikt kan worden op de modelbaan.

## 13.1 Aanleggen van LocoNet kabels.

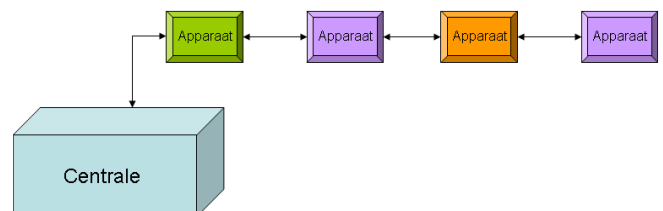
Eén van de grote krachten die een LocoNet bekabeling bezit, is de structuur die gebruikt kan worden in het bekabelingsysteem.

In feite kunnen verschillende structuren door elkaar heen gebruikt worden.

In bekabelingsystemen bestaan de volgende structuren (ook wel topologie genoemd):

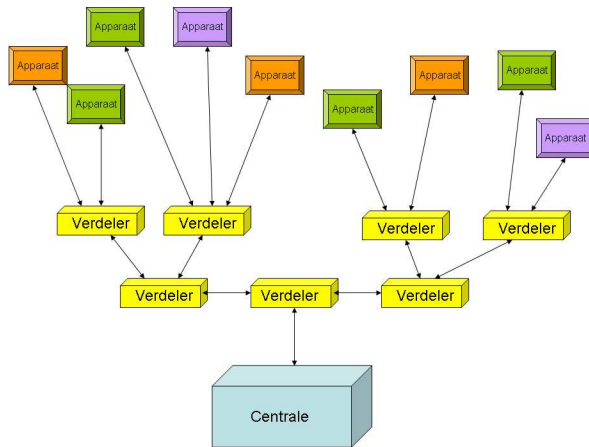


- **Ster structuur:** Hierbij worden alle apparaten op één verdeelpunt aangesloten met een individuele kabel.

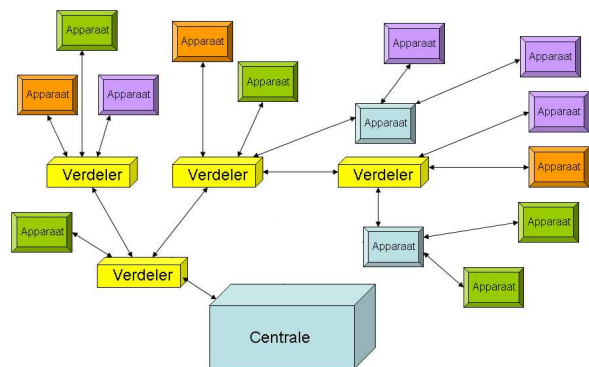


- **Bus structuur:** Hierbij zijn alle apparaten (dit kunnen ook verdelers zijn) aangesloten op een centrale kabel. Wordt ook wel "Daisy Chain" genoemd.





- **Boom structuur:** Dit is een combinatie van ster en bus structuur.



- **Vrije structuur:** De meest praktische van alle structuren. Hierin is het toegestaan om elke vorm van verbinding aan te leggen, zolang het uiteinde maar niet verbonden wordt met het begin.

De maximale lengte van de structuur mag bij LocoNet niet meer zijn dan 600 meter, gemeten vanaf de centrale.

## 13.2 Aanleggen van XpressNet bekabeling.

In grote lijnen lijkt de bekabeling van een XpressNet netwerk op die van LocoNet.

Er zijn echter wat kleine verschillen.

In het XpressNet netwerk mogen alleen data kabels worden toegepast, omdat elke ader een andere functie heeft.

Bovendien worden via het netwerk ook alle aangesloten apparaten van spanning voorzien.

Bij gebruik van verkeerde bekabeling, zoals telefoonkabel, kunnen de apparaten een omgekeerde spanning aangeboden krijgen, wat het apparaat kan vernielen.

Ook bij XpressNet kunnen de verschillende topologieën zoals bij LocoNet worden toegepast.

- **Ster structuur:** Hierbij worden alle apparaten op één verdeelpunt aangesloten met een individuele kabel.
- **Bus structuur:** Hierbij zijn alle apparaten (doorgaans verdelers) aangesloten op een centrale kabel. Wordt ook wel "Daisy Chain" genoemd.
- **Boom structuur:** Dit is een combinatie van ster en bus structuur.
- **Vrije structuur:** De meest praktische van alle structuren. Hierin is het toegestaan om elke vorm van verbinding aan te leggen, zolang het uiteinde maar niet verbonden wordt met het begin.

De maximale lengte van de structuur mag bij XpressNet niet meer dan 1000 meter zijn gemeten vanaf de centrale en het uiteinde van het netwerk. Dit is het punt dat verst van de centrale is verwijderd en dient afgesloten te worden met een weerstand van 120 ohm.

## 13.3 Plannen van het netwerk.

Indien de het sporenplan van de modelbaan klaar is, kan er ook met het plannen van de bekabeling worden begonnen.

Om te beginnen bepaal je eerst het geografische middelpunt van de modelbaan.

Vervolgens ga je na waar de centrale geplaatst gaat worden. Bepaal de plaatsen waar de eventuele modules moeten worden aangesloten op het netwerk en waar de aansluitpanelen voor handregelaars worden aangebracht.

Voor LocoNet kun je ook kijken waar de boosters, wisseldecoders, seindecoders, etc. moeten worden geplaatst.

Voor mobiele module banen is het meest eenvoudige om een bus structuur toe te passen.

De bus structuur kan zonder problemen in beide richtingen vanuit de centrale worden uitgebreid.

Let er hierbij op dat het uiteinde van het netwerk niet met het begin mag worden verbonden.

Voor grotere, doorgaans vaste banen, kan beter een vrije structuur worden gebruikt.

Indien het plan gereed is doe je het volgende:

- Bepaal de benodigde lengte en aantal kabels dat nodig is om de verschillende delen met elkaar te kunnen verbinden.
- Maak de kabels die nodig zijn. Indien je niet zeker ervan bent of de lengte vanaf de tekening klopt, dienen de lengte op de modelbaan opgemeten te worden. Indien mogelijk kun je standaard lengtes gebruiken.
- Voordat de kabels daadwerkelijk geplaatst worden, alle kabels met een kabeltester controleren, zowel de nieuwe als de zelf gemaakte kabels. Door dit nu te doen, kan dit in de toekomst veel problemen en onnodig werk voorkomen.
- Repareer eerst de kabels die niet goed zijn volgens de voorgaande beschrijving.
- Plaats de kabels waar ze gepland waren en verbind ze met de desbetreffende module of aansluitpanelen.
- Test de verbindingen op functionaliteit met behulp van de centrale.

## 14. De Do's en Dont's van bekabelingen.

Er is eigenlijk maar 1 regel : *“Let op elk detail en denk na voordat je een verbinding tot stand brengt. Wees ervan overtuigt, dat de kabel in de juiste connector wordt gestoken van de delen die je wilt verbinden.”*

Indien je bij LocoNet bijvoorbeeld gebruik maakt van het universele aansluitpaneel van Digitrax, kun je de booster alleen aansluiten op de aansluitingen op de achterzijde, omdat op de overige aansluitingen geen railsync signaal aanwezig is en zullen de boosters niet functioneren.

Bij een verkeerde verbinding, kan het dus zijn dat bepaalde units niet functioneren.

## 15. Gebruik van bekabeling in module banen.

Van alle kabels, die normaal gesproken gebruikt worden bij het opzetten van een module baan, zijn de LocoNet en XpressNet kabel waarschijnlijk de meest kwetsbare en kan makkelijk beschadigen of defect gaan.

Het vraagt dus de nodige aandacht om een goede montage mogelijkheid te hebben om de kabels te beschermen tegen beschadigingen.

De volgende punten kunnen een leidraad zijn tijdens de opbouw van een modulebaan:

- Bevestig de netwerk kabels aan de modules als je de kabels gaat aanleggen. Gebruik hiervoor tie-wraps of een klik beugel.

Je moet voorkomen dat kabels over de vloer lopen of los hangen, zeker indien er onder de module nog kisten of dozen geplaatst moet worden.

Loshangende bekabeling beschadigt veel sneller dan opgebonden of bevestigde kabels.

- Als de kabel over de vloer moet lopen, leid dan de kabel via een poot naar beneden en zet deze met tape of tie-wraps vast. Plak over de gehele lengte van de kabel een stuk (duc)tape om de kabel te beschermen indien er iets op geplaatst of er over heen gelopen wordt.

Probeer te voorkomen dat de kabel op de vloer in druk belopen gebieden komt te liggen.

- Begin met het aansluiten van de kabels bij de centrale en controleer na elke aansluiting of het netwerk nog functioneert. Het makkelijkst gaat dit door een handregelaar te gebruiken om een loc mee te besturen.

Als de kabel wordt aangesloten, wees er dan van overtuigt dat deze goed in de connector is geplaatst. Bij het inschuiven van de stekker in de connector is meestal een “klik” hoorbaar. Als het goed is, kun je de kabel er niet meer uitrekken, behalve als de borgingclip wordt ingedrukt.

- Na controle van de werking kan de volgende kabel worden aangesloten. Ga zo door, totdat het hele netwerk is aangesloten.

## 16 Behoud van kabels

Met de term “behoud” bedoelen we eigenlijk wat gebeurd er tussentijds met de kabels indien de modulebaan weer wordt afgebroken na een evenement of demo en weer worden gebruikt bij een volgende evenement.

Het slordig en wild demonteren van de kabels kan bij een volgende opbouw tot onnodige problemen leiden. Ook hier kan onderstaande richtlijn uitkomst bieden:

- Demonteer de kabel met dezelfde zorg als dat je ze gemonteerd heb. Bij de demontage dient er goed op gelet te worden, dat de ontgrendelingsclip goed ingedrukt wordt, alvorens de stekker te verwijderen. Deze breken makkelijk af en is dus erg kwetsbaar. Trek niet aan de kabel om deze uit de connector te halen. De krimpverbinding kan dan defect raken en maakt de kabel verbinding onbetrouwbaar.

- Rol de kabel netjes en niet te strak op, vermijd scherpe verbuigingen en knikken. Indien je een kabel oprolt, is een doorsnede van ongeveer 20 tot 25 cm voldoende.

Bind ook geen trossen kabels bij elkaar. Deze kunnen bij opnieuw gebruik verstrengeld raken en kan er onnodige schade worden veroorzaakt aan kabel of stekker.

Om de kabel te bundelen, kan het beste elastiek gebruiken worden. Ook tie-wraps zijn te gebruiken, maar kunnen niet hergebruikt worden.

Leg de opgerolde kabels in een stevige kist om de kabels goed te beschermen voor transport en opslag.

- In de tijd dat de kabels niet gebruikt worden tussen de verschillende evenementen, is het een prima moment om de kabels tussentijds te controleren en te testen op gebreken en/ of beschadigingen. Herstel de eventuele beschadigingen of niet goed functionerende kabels. Vervang eventueel defecte RJ12 connectors en test de kabels opnieuw.

Berg de kabel op tot het volgende evenement.

# Supplementen:

## Kabel types en diktes

Fabriekanten geven dikwijls de dikte van een kabel in AWG (America Wire Gauge) aan. Hieronder is een omreken tabel naar metrische waarden te vinden waarin tevens de weerstandswaarde per meter kabel in wordt aangegeven.

Met deze gegevens kun je eventueel zelf het spanningsverlies over de kabel uitrekenen of bepalen wat de totale weerstand van de kabel is. Tevens kan het handig zijn om te bepalen welke kabel je kunt gebruiken voor bepaalde toepassingen.

### Voorbeeld van een berekening:

Laten we aannemen dat de draad een lengte heeft van 10 meter en er een verlies van maximaal 2% mag optreden bij een aangesloten spanning van 20 Volt.

Het verlies mag maximaal 2% van 20 Volt zijn en bedraagt dan dus 0,4 Volt.

Omdat de stroom heen en terug moet, gaat hij door beide draden is de lengte die afgelegd moet worden dus  $2 \times 10 \text{ meter} = 20 \text{ meter}$ .

De totale weerstand mag dus  $R = U : I = 0,4 : 10 = 0,04 \text{ ohm}$  zijn.

De totale lengte is 20 meter dus de weerstand per meter mag niet meer zijn dan 0,04:  $20 = 0,002 \text{ohm}$ . In de tabel zien we dan dat er dan een draad van het type AWG7 gebruikt moet worden.

Gaan we uit van een diameter van  $0,15 \text{mm}^2$  en dezelfde lengte, dus in totaal 20 meter, ook dan is het verlies te berekenen. Om de weerstand uit te rekenen zoeken we de waarde die het dichtst bij de diameter hoort (naar beneden afgerond), dus 1,08 ohm/meter (AWG35).

De totale weerstand bedraagt nu lengte x weerstand per meter =  $20 \times 1,08 = 2,16 \text{ ohm}$ .

Bij de stroomsterkte van bijvoorbeeld 2 ampère hebben we dus een spanningsverlies van weerstand x stroomsterkte =  $2 \times 2,16 = 4,32 \text{ volt}$ . Dit is ongeacht de aangesloten spanning. Bij een stroomsterkte van 2 Ampère is er altijd een verlies van 4,32 volt aanwezig.

Willen we minder spanningsverlies dan moet er een dikkere kabel worden gekozen.

OMREKENTABEL VAN AWG NAAR METRISCH

AWG waarde	mm	mm <sup>2</sup>	Weerstand Ohm/m	AWG waarde	mm	mm <sup>2</sup>	Weerstand Ohm/m
4/0 = 0000	11,6	107	0,000161	20	0,812	0,518	0,0333
2/0 = 00	9,26	67,4	0,000256	21	0,723	0,410	0,042
1/0 = 0	8,25	53,5	0,000323	22	0,644	0,326	0,053
1	7,35	42,4	0,000407	23	0,573	0,258	0,0668
2	6,54	33,6	0,000513	24	0,511	0,205	0,0842
3	5,83	26,7	0,000647	25	0,455	0,162	0,106
4	5,19	21,1	0,000815	26	0,405	0,129	0,134
5	4,62	16,8	0,00103	27	0,361	0,102	0,169
6	4,11	13,3	0,00130	28	0,321	0,0810	0,213
7	3,66	10,5	0,00163	29	0,286	0,0642	0,268
8	3,26	8,36	0,00206	30	0,255	0,0509	0,339
9	2,91	6,63	0,0026	31	0,227	0,0404	0,427
10	2,59	5,26	0,00328	32	0,202	0,0320	0,538
11	2,3	4,17	0,00413	33	0,18	0,0254	0,679
12	2,05	3,31	0,00521	34	0,16	0,0201	0,856
13	1,83	2,62	0,00657	35	0,143	0,0160	1,08
14	1,63	2,08	0,00829	36	0,127	0,0127	1,36
15	1,45	1,65	0,0104	37	0,113	0,01	1,72
16	1,29	1,31	0,0132	38	0,101	0,00797	2,16
17	1,15	1,04	0,0166	39	0,0897	0,00632	2,73
18	1,02	0,823	0,0210	40	0,0799	0,00501	3,44
19	0,912	0,653	0,0264	3/0 = 000	10,4	85	0,000203

(Bron: Wikipedia.com)

## Informatie bronnen:

De meeste informatie die in dit document staat is verkregen door ervaringen vanuit de praktijk. Aanvullende informatie is verkregen uit verschillende internet bronnen:

<a href="http://www.lenzusa.com">www.lenzusa.com</a>	Website Lenz
<a href="http://www.digitrax.com">www.digitrax.com</a>	Website Digitrax
<a href="http://www.nmra.org">www.nmra.org</a>	Website NMRA
<a href="http://www.wikipedia.com">www.wikipedia.com</a>	Website Wikepedia
<a href="http://www.conrad.nl">www.conrad.nl</a>	Website Conrad
<a href="http://www.Dertronics.nl">www.Dertronics.nl</a>	Website Dertronics