

Alles over RS485 verbindingen

(een praktijkhandleiding RS485 netwerken)

Wat is RS485

RS 485 is de meest gebruikte industriële standaard voor lange bus-netwerken. De populariteit is te verklaren door een aantal bijzondere kenmerken.

- De RS485 zondontvangers zijn goedkoop, betrouwbaar en vanuit vele bronnen leverbaar.
- De RS 485 norm is slechts beperkt tot de spanningen en impedanties van de zondontvangers en kabels en kent vooral in dat laatste grote toleranties.
- De bus is weinig kritisch en eenvoudig te installeren
- Er is een hoge transmissie snelheid van 10Mbps te bereiken bij kabellengtes tot 1200 meter.
- Door de gebalanceerde lijnen is de bus in een hoge mate ongevoelig voor storingen.

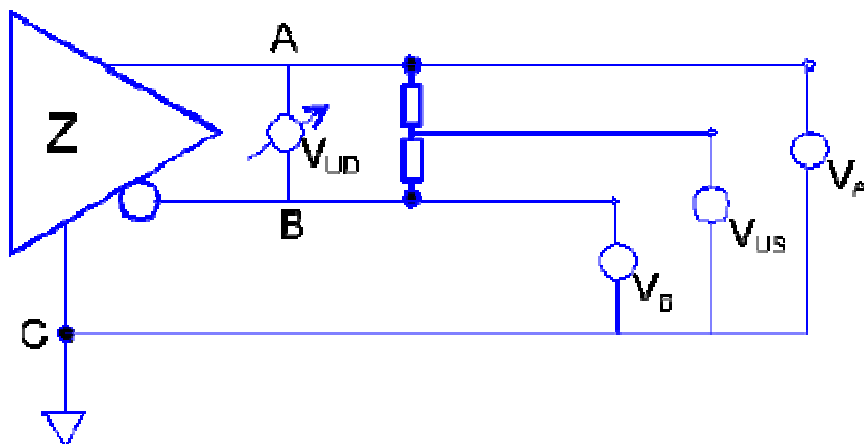
Algemene kenmerken van de zondontvangers.

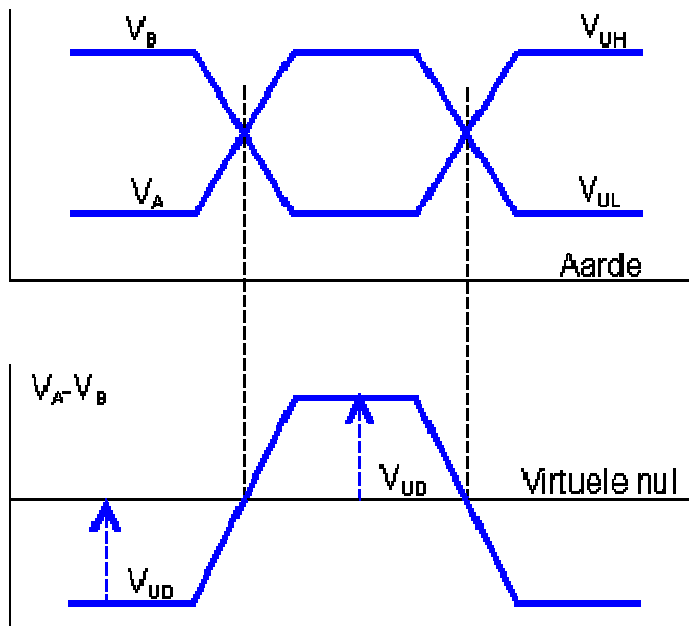
RS485 zenders worden ook wel 60 mA zenders genoemd. Deze naam refereert aan de maximale belasting van de zender. De slechtste ingangparameters zijn 1 mA bij 10,56 KOhm. (dikwijls wordt abusievelijk 12 KOhm opgegeven) 32 belastingseenheden vragen dus om 32 mA stuurstroom. Bij een afgesloten bus ($2 \times 120 \text{ ohm} = 60 \text{ ohm}$) kost het benodigde minimale spanningsverschil van 1,5 volt 25 mA. Samen komt dat op 57 mA hetgeen afgerond neerkomt op 60 mA. Een zender die deze stroom niet kan leveren zal de bus verstoren met als gevolgen een lagere signaal ruis verhouding, vermindering van het aantal aan te sluiten EB's of kabellengte en een beperkte spanning tolerantie op de virtuele nul.

Tenslotte is het van belang om te weten dat de eenheden niet dicht bij elkaar mogen worden geplaatst. De AC belasting die wordt veroorzaakt door de uitgangscapaciteit van de zend ontvanger (ca 15 pF) kan dan de kabel impedantie beïnvloeden waardoor transmissie problemen kunnen ontstaan.

Principes van de gebalanceerde lijn.

Gebalanceerde lijnverbindingen maken gebruik van twee aders per datakanaal. Afgezien van de voor de dataverbinding gebruikte aders moet er altijd één ader worden gebruikt voor de aardverbinding. Het minimum aantal aders is dus 3. De geldende parameters voor een balansuitgang worden getoond in de figuren 2 en 3.

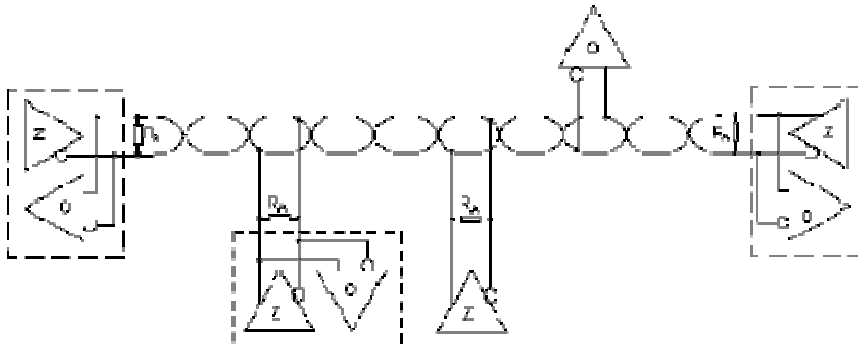




De balansuitgang heeft een virtuele nul die vrij ligt van de werkelijke nul of aarde. Op de virtuele nul (in het Engels common mode) staat een spanning die het gemiddelde zal bedragen van de spanningen op de beide uitgangen van de balansuitgang. De werkelijke nul of aarde moet echter wel via een aparte ader worden verbonden om de zenders de gelegenheid te geven het opgewekte vermogen te laten wegvloeien. (zie aarding en afscherming).

Knooppunten en verbindingswijze

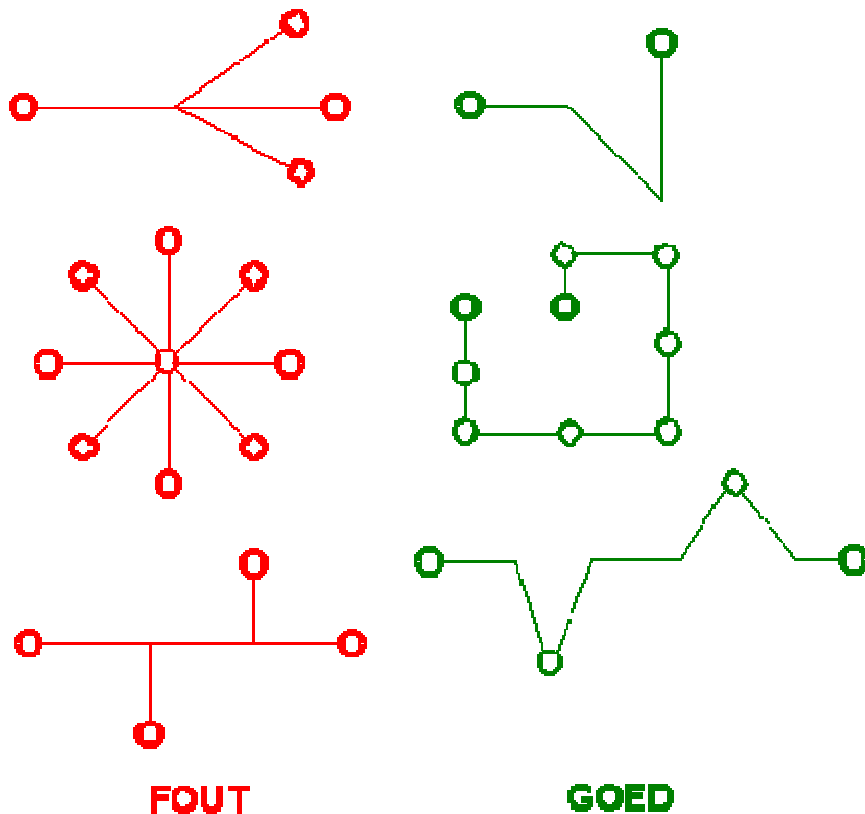
In de eenvoudigste vorm is RS485 een half-duplex bus-systeem met een zendontvanger aan beide zijde van de kabel. De bus mag belast worden tot 32 BE (belastingeenheden). Over het algemeen zullen dat andere zend-ontvangers zijn. Figuur 4 toont een dergelijk bus-systeem.



Er kunnen dus maximaal 32 eenheden van één eenheidsbelasting worden aangesloten. Er zijn zendontvangers beschikbaar met een halve of zelfs een kwart eenheidsbelasting, dat gaat echter wel ten koste van de snelheid. Enkele ontvangers of zenders kunnen ook worden aangesloten. Elke eenheid bevat dus een balans zender en of balans ontvanger. De kabel wordt alleen aan het begin en aan het eind afgesloten met een afsluitweerstand R_A van 120 ohm.

Netwerkconfiguraties

Elke eenheid moet zo dicht mogelijk aan de bus worden aangesloten. De kabellengte van de zijtak naar de aansluiting mag maximaal 15 cm bedragen (bij 6 nS). Het beste is echter een directe doorverbinding aan te brengen. Met een dergelijke ketting worden de meeste verbindingproblemen voorkomen. In figuur 5 worden mogelijke en onmogelijke aansluitingen getoond.



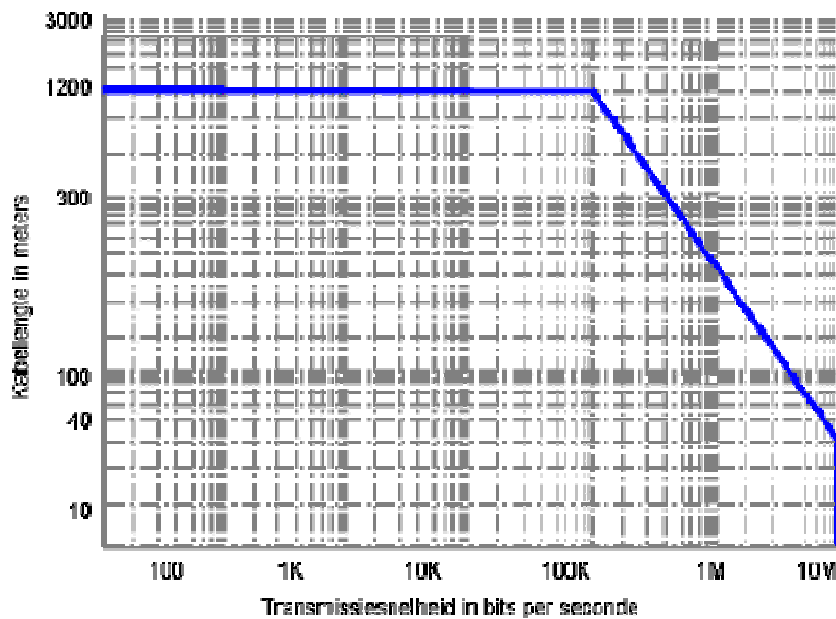
Aftakkingen of losse einden kabel zorgen dus voor storingen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat een onafgesloten aderpaar door de signalen gezien worden als een spiegel. De signalen zullen dus reflecteren en met enige vertraging weer terugkeren op de bus. Afhankelijk van de mate van verschuiving kunnen zij daar het oorspronkelijk signaal of andere uitgezonden signalen verstoren. Gezien de kritische impedantie en de maximale belasting van de RS485 zenders kunnen de zijtakken niet worden afgesloten met een weerstand. Dit maakt het onmogelijk om zijtakken te gebruiken.

Transmissie media

Het verbindingsmedium is in de RS485 standaard niet vastgelegd. In feite zijn vele media geschikt zoals printsporen, vlakkabel en gevlochten paren. De kabel met getwiste aderpennen wordt het meeste toegepast vanwege de goede signaal ruis verhouding. De koperdikte is ook niet voorgeschreven maar 24 AWG is min of meer standaard geworden. De kabel impedantie mag 100 tot 120 ohm bedragen. Beide werken goed, echter bij lange kabels kan een 120 ohm kabel voordeel opleveren door de geringere belasting van de zenders. De beste keuze is afhankelijk van de omstandigheden maar DRAKA 2802 (ook in brandwerende versie verkrijgbaar) met 4 x 0,8 massieve kern voldoet uitstekend. De goedkopere en makkelijker verkrijgbare UTP kabel voldoet over het algemeen ook goed ondanks de lagere karakteristieke weerstand (100 ohm). In zeer EMC vervuilde omgeving is overigens dan wel aan te bevelen FTP toe te passen. (zie aarding en afscherming)

Transmissie snelheid versus kabellengte

RS 485 staat kabellengtes tot 1200 meter toe. Bij deze lengte is de maximale transmissie snelheid van 10 Mbps niet haalbaar. Hoe langer de kabel wordt hoe langzamer de datatransmissie. Dit gaat voor deze kabel dubbel op omdat bij balans trappen immers twee lijnen voor een transmissie kanaal nodig zijn. In figuur 6 geeft de relatie tussen transmissie snelheid en kabellengte. In specifieke situaties zal de ruis en jitter op de kabel moeten worden gemeten.



Afsluiten van lijneinde's en zijtakken.

De meeste RS485 bussen hebben een afsluiting nodig aan beide einden van de bus vanwege de snelle spanningssprongen, hoge transmissiesnelheden en lange kabels. Het doel van de afsluitweerstand is het voorkomen van reflecties. De eenheden die aan de bus zijn aangesloten mogen niet worden afgesloten met een weerstand dit zou de belasting op de bus onnodig groot maken. Het is daarom verstandig eenheden van een jumper te voorzien waarmee een afsluitweerstand kan worden geactiveerd indien ze als begin of eindpunt van de lijn dienen. Zoals al is gezegd zijn zijtakken zeer onvoordelig. Er is echter een tak die niet te voorkomen is namelijk die tussen de afsluitweerstand en de bijbehorende zend-ontvanger. Daar deze meestal samen op een print zitten is het mogelijk deze tak qua lengte te beperken tot enkele centimeters of minder. De tak moet elektrisch gezien in feite korter zijn dan $1/4$ van de van de transmissietijd om goede eigenschappen te hebben. In de praktijk is dat zo kort mogelijk. Lange zijtakken veroorzaken snel terugkerende reflecties in de bus waardoor de kwaliteit van het signaal sterk vermindert.

Afsluitconfiguraties.

Er zijn verschillende configuraties voor het afsluiten van kabeleinden.

1. **Geen afsluitweerstand** - Deze mogelijkheid is alleen bruikbaar bij korte kabels en een lage transmissie snelheid. Er zullen reflecties optreden maar deze doven na twee of drie keer kaatsen voldoende uit. Als de transmissiesnelheid laag is zullen de reflecties op het moment van bemonsteren voldoende zijn gedoofd.
2. **Enkele afsluitweerstand aan beide einden van de lijn** - Dit is de meest toegepaste oplossing. Elk eind van de bus wordt afgesloten door een 120 ohm weerstand die daarmee aansluit op de kabel impedantie. Hierdoor zullen geen reflecties optreden en is er een minimum aan vervorming of ruis. Het nadeel van deze methode is het relatief grote vermogen dat deze weerstanden van de zenders vergen. Bij veel aangesloten eenheden kan dat een probleem opleveren.
3. **RC combinatie als afsluiting** - Moet het opgenomen vermogen van de kabel worden vermindert dan kan een RC combinatie als afsluiting een goede oplossing bieden. Tijdens een overgang zal de capaciteit geleiden en de weerstand de lijn afsluiten. Eenmaal geladen (na een overgang) zal de capaciteit verdere gelijkstroom blokkeren waardoor de belasting voor de zender erg klein is. Door de laagdoorlaat karakteristiek van de RC combinatie is deze RC combinatie niet geschikt voor langzame transmissie snelheden.
4. **Storingsvrij afsluiten bij asynchrone protocollen.** - De laatste veel toegepaste methode is een combinatie van drie weerstanden. Het meest voorkomende probleem bij RS 485 is het voorkomen van een ongedefinieerde bus op het moment dat er geen zenders actief zijn op de bus. De zenders hebben dan een hoge impedantie en de bus verkeert in een ongedefinieerde toestand. Door sommige protocollen wordt dit probleem nog eens verergert. Bij asynchrone data overdracht wordt het starten van de dataoverdracht aangekondigd door een transitie van 0 naar 1 of omgekeerd: de startbit. Aangezien de bus in een ongedefinieerde toestand

verkeert is het niet zeker dat deze transitie ook werkelijk plaats zal vinden. Het gevolg is dat de startbit van het signaal ontbreekt waardoor de timing ontregelt raakt. Bovendien kan de bus in de ongedefinieerde toestand spontaan (noise etc) omslaan of heen en weer zweven waardoor de ontvanger abusievelijk een startbit denkt te zien.

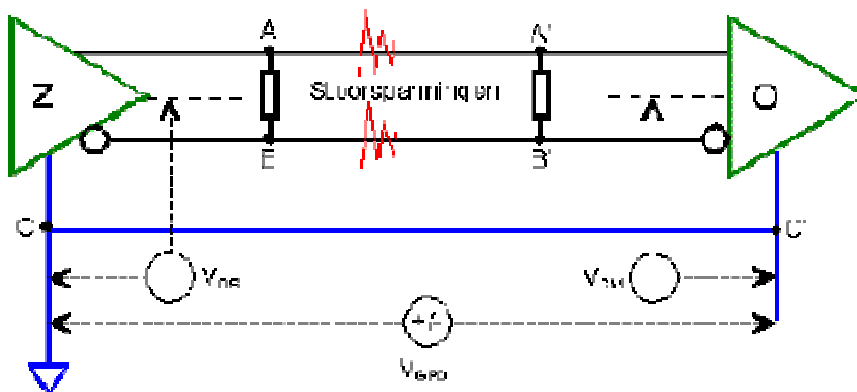
Deze problemen kunnen worden voorkomen door het plaatsen van spanning definiërende weerstanden aan een eind van de lijn, bijvoorbeeld bij de centrale. Door de weerstanden zo te kiezen dat er minimaal 200 mV over de lijnen van het gevlochten paar overblijft. Omdat het om gebalanceerde lijnen gaat moeten beide weerstanden gelijk zijn. Goede waarden zijn 750 ohm voor de definitieweerstanden en 130 ohm voor de afsluitweerstand. Overigens spreken de verschillende publicaties elkaar hier tegen. Tegenwoordig zijn er een aantal zendontvangers op de markt die "fail-safe" zijn. Deze zendontvangers (zoals de genoemde LTC 1483) zorgen zelf voor een gedefinieerde uitgang bij een onbepaalde lijn.

Schema:				
Configuratie	Niet afgesloten	Parallel	R C combinatie	Slingsvrij
Maximale snelheid	Laag	Hoog	Gemiddeld	Hoog
Signaal kwaliteit	Bepaald	Goed	Bepaald	Goed
Gewraagd vermogen	Laag	Hoog	Laag	Hoog

Aarding en afscherming

Gebalanceerde zenders definiëren een signaal op de twee uitgaande lijnen zonder een noodzakelijke referentie ten opzichte van aarde. Toch is ook bij een gebalanceerd systeem een derde draad verbinding nodig als aardverbinding. De zenders zouden anders hun eigen geleverde stroom weer terug krijgen op hun uitgang zonder dat deze kan worden afgevoerd. Hoge elektromagnetische storingen zijn hiervan het gevolg. In feite moet de verbinding dus uit minimaal drie draden bestaan.

Gezien de storing onderdrukkende aard van gebalanceerde lijnen is afscherming doorgaans niet nodig. In zeer vervuilde omgevingen of in uiterst gevoelige omgevingen biedt afscherming toch bescherming tegen in of uitstraling van elektromagnetische storing. Een standaard oplossing daarbij is een aan een zijde van de kabel direct met aarde verbonden afscherming. In hardnekkige gevallen kan het helpen aan het andere eind van de kabel de afscherming via een RC netwerk ook aan aarde te leggen.



Gebalanceerde lijnen hebben een storing onderdrukkend karakter. Geïnduceerde stoorspanningen zullen immers in beide transmissie aders gelijktijdig en in gelijke mate optreden. Aangezien de spanningen op de lijnen door de ontvanger van elkaar worden afgetrokken om de verschilspanning te bemonsteren verdwijnen daarmee normaliter de geïnduceerde stoorspanningen.

Software voorzieningen

Aangezien bij RS485 meerdere zenders op dezelfde kabel zijn aangesloten moet er voor gezorgd worden (softwarematig) dat het niet kan voorkomen dat twee of meer zenders tegelijkertijd gaan zenden. Hierdoor kunnen de zenders namelijk kapot gaan. In het protocol moet daarom een voorziening worden ingebouwd waarmee de aangesloten apparaten op de hoogte worden gebracht van de lijnstatus. Een eenvoudige oplossing is het invoegen "LIJN BEZET" en een "LIJN VRIJ" bericht. Aangesloten apparaten kunnen pas gaan zenden na ontvangst van een "LIJN VRIJ" bericht. Ook het overschakelen tussen zenden en ontvangen gaat niet bij elke zendontvanger even vlekkeloos. Het is verstandig om een pauzetijd van ca 40 µsec in te lassen na een dergelijke omschakeling. Tenslotte speelt bij A-synchrone communicatie het probleem van de ongedefinieerde lijn. Als alle aangesloten zendontvangers op ontvangen staan, is de lijn van de bus zwevend. Er kunnen daardoor ongewenste startbits worden gelezen. Een software matige oplossing van dit probleem is het inlassen van een pauze met een positieve lijnstatus nadat de zender is ingeschakeld. De lijn wordt zo eerst gedefinieerd. Na een wachttijd van vier bittijden kan dan de eigenlijke transmissie beginnen. (zie elders voor de hardware oplossing voor dit probleem)

Onderhoud en installatie

Elektrostatische ontladingen zijn de meest voorkomende bron van storingen bij een RS485 netwerk. Dit geldt zowel bij installatie als bij onderhoud van het netwerk. Het is gebleken dat de RS485 ontvangers een beperkte immuniteit tegen elektrostatische ontlading hebben. Een voor het menselijk lichaam niet voelbare en regelmatig voorkomende ontlading van 1 Kv kan het definitieve einde van de ontvanger betekenen. Dat betekent dat het gebruik van een antistatische polsband een must is bij het plaatsen of vervangen van de zend/ontvangers. Verder is het optreden van hoge ontladingen op de lijnen van een netwerk geen ongewoon verschijnsel. Hoge statische ontladingen treden bijvoorbeeld al ruimschoots op voordat er van onweer spreke is. In zeer droge of juist hele vochtige ruimten kunnen dergelijke ontladingen van in de atmosfeer opgehoopte spanningsverschillen optreden. In de praktijk komt dit in ieder geval vaker voor dan 1 maal per maand.

Dat betekent dat de gevoelige RS485 ontvangers tegen dergelijk ontladingen zullen moeten worden beschermd. Dit gebeurt meestal door toepassing van Transzorbs ofwel piekspanning onderdrukkers zoals de SMBJ18CA. Een andere goede oplossing bieden zend/ontvangers met ingebouwde beveiliging tegen spanningspieken zoals de 4-voudige ontvanger MAX3095 waarvan de leverancier claimt dat zij bestand is tegen overspanningen tot en met plus en min 15KV. In praktijktesten heeft deze ontvanger bewezen inderdaad zeer immuun te zijn tegen statische ontladingen. Zelf hebben wij ook goede ervaringen met de zendontvanger LTC 1483 van Linear Technology. Hoe dan ook het is verstandig om bij installatie en onderhoud de volgende richtlijnen aan te houden:

- Gebruik een statisch ontladende polsband bij het plaatsen of vervangen van de gehele elektronica of de daarop geplaatste RS485 zendontvangers.
- Raak de kernen van netwerkbekabeling (voor zover nodig) niet aan.
- Schakel alle direct aangesloten eenheden van het netwerksegment uit alvorens eenheden aan te sluiten of zend/ontvangers te plaatsen of te vervangen.
- Gebruik de voorgeschreven kabel en laat geen zwevende aders achter in de kabel. Eventuele overgebleven aders moeten aan beide zijden worden afgesloten met een bij de kabel impedantie passende weerstand.
- Zorg ervoor dat de elektronica behuizing en de afscherming van de kabel goed zijn geaard en dat aardlussen daarbij zijn voorkomen.

Voeding

De voeding van de elektronica die via de RS485 zendontvangers met elkaar communiceert moet zwevend zijn ten opzichte van aarde. Dit geldt dus ook voor de nulretourleiding van de RS485 verbinding. Deze leiding mag slechts op één punt worden geaard. Vooral bij verbindingen over grote afstanden kan de aarding problemen opleveren. De voedingen van de aangesloten apparaten zijn dan mogelijk op verschillende groepen geaard. In tegenstelling tot de verwachting is deze aarde niet overal gelijk. Tussen de verschillende aardpunten of groep-aardpunten kunnen behoorlijke spanningsverschillen optreden. In dat geval zal de nulretourleiding bij de diverse aansluitingen in het netwerk met een RC combinatie moeten worden geaard. Dit is een onderschat probleem dat dikwijls voor veel uitval zorgt.