

---

# DMX512 over Ethernet (1)

De toekomst is aan ethernet netwerken, ook in de lichttechniek. De techniek op zichzelf om DMX over ethernet te sturen bestaat al lang. Maar veel theatertechnici zijn huiverig om eraan te beginnen. In samenwerking met Rotterdamsebelichters.nl publiceert Zichtlijnen daarom deze serie, bedoeld voor iedereen die vertrouwd is met DMX en aan de slag zou willen met DMX over ethernet.

DMX512 over ethernet klinkt als moeilijk doen als het ook gemakkelijk kan. DMX512 is immers al twintig jaar de standaard en zal voorlopig zeker niet verdwijnen. Maar DMX stuit langzamerhand wel op zijn grenzen. Het protocol is vijftig jaar geleden ontwikkeld om dimmerkanalen aan te sturen vanuit een lichttafel: met één kabeltje kun je aan maximaal 512 verschillende dimmerkanalen het niveau doorgeven. Maar met de opkomst van parameter-slurpende apparaten zoals bewegende armaturen, ledspots en videoservers heeft DMX een capaciteitsprobleem gekregen. Er zijn nu bewegende armaturen die per stuk al 24 adressen nodig hebben. En sommige mediaservers hebben alle 512 adressen nodig. Voor elke 512 adressen meer moet je een nieuwe datakabel trekken. DMX over ethernet is een voor de hand liggende en in veel gevallen onontkoombare oplossing. Via ethernet is het mogelijk om tientallen tot honderden DMX-universes, ieder met 512 adressen, te versturen over één datakabel. In deze serie vertellen we waarom DMX512 zo goed is (we gaan uit van DMX512-A). We vertellen hoe DMX

over ethernet werkt en wat een technicus volgens ons moet weten om er mee te kunnen werken. We staan stil bij de voor- en nadelen van ethernet in de praktijk en we gaan uitvoerig in op de verschillende soorten netwerken en protocollen. Als laatste laten we zien hoe krachtig een ethernet netwerk in de praktijk kan zijn.

## DMX512 en RS485

De kracht van DMX512 is de betrouwbaarheid, te danken aan het robuuste elektrische protocol RS485 waarop het is gebaseerd. DMX staat voor Digital MultipleXing. Het idee was om over grote afstand (honderden meters) een digitale 1 of 0 te kunnen versturen over de 2 aders van een kabel. Bij RS485 is de nulspanning (pin 1) zwevend, dit is geen vaste referentiespanning zoals bij het verwante protocol RS232. Het herkennen van de digitale 1 of 0 is gebaseerd op het *spanningsverschil* tussen de twee aders op pin 2 en 3. Dit spanningsverschil definieert een 0 of een 1. Volgens de DMX-standaard mag de uiterste waarde van de spanning aan de minkant -7 Volt bedragen en aan de pluskant +12 Volt.

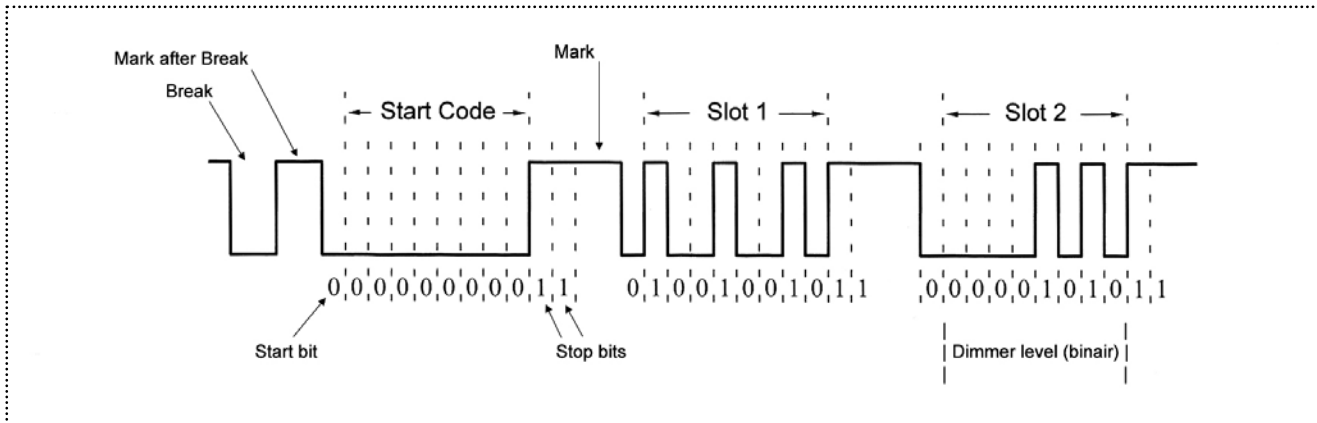
Aan het einde van de lijn (kabel) moet minimaal een spanningsverschil overblijven van 0,2 Volt om herkend te worden als een 0 of een 1. Hoger is altijd beter. De meeste fabrikanten hanteren hiervoor een marge van 2,5 Volt.

## Twisted pair

Bij lange kabels kan onder invloed van het elektromagnetisch veld rond andere kabels en apparatuur een spanningsverschil tussen het begin en het einde ontstaan. Dit kan storing opleveren. Echter, bij het gebruik van twisted-pair kabels (voorgeschreven bij RS485) is die storing ten opzichte van een nul identiek op beide aders. Het onderlinge spanningsverschil tussen de aders verandert dan niet, dus de enen en nullen ook niet. Vandaar dat RS485 en DMX512 prima blijven werken, ook in de buurt van oude dimmers en dikke stroomkabels.

## Datatreintje

DMX is een manier om datapakketjes te versturen naar maximaal 512 verschillende adressen. Dit is eenrichtingverkeer: de afzender laat vele malen per seconde



aan de ontvanger weten wat de bedoeling is. Er is geen terugmelding of deze boodschap ook daadwerkelijk ontvangen is. De datapakketjes bestaan uit nullen en enen. Een digitale 0 of 1 noemen we een bit (afgekort met een kleine b) en 8 bits op een rij noemen we een byte (afgekort met een grote B). DMX werkt met bytes. Binair ziet dit er als volgt uit: 0000 0000, of 0000 0001, of 0000 0010 en zo verder tot 1111 1111. Met één byte kun je in totaal  $2^8 = 256$  combinaties maken en dus 256 verschillende waarden doorgeven. Toegepast op lichttechniek: met één byte kun je het gewenste lichtniveau doorgeven aan één kanaal op de dimmer en wel in 256 stapjes, van 0 tot 255 (binair van 0000 0000 tot 1111 1111). DMX512 kan maximaal 512 van deze bytes versturen. Van belang is dat RS485 en dus ook DMX alle datapakketjes achter elkaar in een vaste volgorde verstuurt. Het is een datatreintje. Kenmerkend is ook dat dit treintje continu blijft rijden langs alle aangesloten apparaten. DMX houdt nooit op met zenden, ook al zijn alle pakketjes nul. Natuurlijk moet elk dimmerkanaal (ontvanger) voor het meest actuele level wel steeds de juiste data krijgen. Dit gebeurt door aan elke ontvanger een DMX-adres toe te kennen.

### DMX-adressering

Om via een DMX-netwerk apparaten aan

te sturen moet het apparaat een DMX-adres hebben. Een DMX-adres is een getal tussen de 1 en 512 dat correspondeert met het databyte uit de DMX-datatrein. Zo simpel is het: databyte 1 is adres 1, databyte 2 is adres 2, enzovoort. Het adres kan zelf gekozen worden en geeft in principe elk apparaat een uniek adres. Sommige apparaten zoals bewegende armaturen hebben meerdere DMX-adressen die de afzonderlijke parameters kunnen aansturen. Als twee apparaten toch hetzelfde adres krijgen zullen zij tegelijk reageren. Voor een DMX-netwerk maakt gelijke adressering niet uit. Er ontstaan geen problemen voor de werking van het netwerk. De spots gaan natuurlijk wel tegelijk aan! Voor ethernet netwerken is dit een heel ander verhaal.

### Slots

Iets meer nog over het datatransport. Zoals we al zagen transporteert het RS485 protocol de data als elkaar opvolgende bits, dit wordt serieel genoemd.

Elke bit duurt 4  $\mu$ s (4 microseconde = 4 miljoenste van een seconde). DMX maakt gebruik van deze seriële communicatie en in de DMX-standaard ligt vast wat deze bits betekenen. Het DMX-sigitaal begint met een 0-sigitaal van minimaal 88  $\mu$ s, de Break genoemd. Dan volgt er een 1 die minimaal 8  $\mu$ s duurt (Mark after break). Vervolgens een Start Code en daarna de Slots, de pakketjes waar het allemaal om begonnen is. Zowel de Start Code als elk Slot wordt voorafgegaan door een Start Bit en afgesloten met twee Stop Bits. Bij dimmers is de Start Code meestal 0x0 (hexadecimale notatie voor 0). De Start Bit is meestal 0, de Stop Bits zijn meestal 1. Elk pakketje afzonderlijk telt dus 11 bits. De 8 bits tussen de Start en Stop Bits bepalen de waarde van het dimmerniveau.

### Refreshrate

De refresh rate is het aantal keren per seconde dat de zender (meestal de lichttafel) de data ververst. Met andere woorden

Dimmerkanaal	Update 1	Update 2	Update 3	Update 4
1	00	00	00	00
2	FF	FF	FF	FF
3	6A	6C	6E	6F
4	6F	6E	6C	6A

Vier dimmerkanaal. Van links naar rechts de instructie die ze krijgen in de tijd. Kanaal 1 krijgt vier keer de melding dat het uit staat. Kanaal 2 staat juist continu vol open. Kanaal 3 gaat langzaam omhoog van 6A naar 6F, kanaal 4 gaat omlaag. Alle waarden in hexadecimale notatie (zie kader Bits en bytes).

den: hoe vaak het treintje per seconde langs komt. Dit is geen vaste frequentie. Het aantal van 512 is namelijk een maximum: het treintje is korter als de Break eerder plaatsvindt. Als je slechts 6 kanalen aanstuurt zijn er maar 6 Slots nodig en rijdt de trein wat vaker langs. De refresh rate ligt bij DMX ongeveer tussen de 25 en 44 Hz, dus 25 tot 44 keer per seconde.

### DMX-lijn

DMX-apparaten kunnen worden doorge-  
lust. Er ontstaat daardoor een netwerk-  
topologie die *daisy chain* wordt genoemd.  
Het nadeel van deze topologie is: als een  
verbinding wegvalt, vallen alle verbindin-  
gen die er achteraan hangen ook weg. In  
de Nederlandse theaters heeft niemand  
het over *daisy chain* en wordt meestal  
over een DMX-lijn gesproken. Volgens  
de officiële DMX-standaard DMX512-A  
mag alleen 5-aderige twisted-pair kabel  
met een impedantie van 120 Ohm wor-  
den gebruikt en moet het einde van de  
lijn afgestopt worden met een weerstand  
van 120 Ohm. De connector moet een  
5-polige XLR zijn. Aangezien alleen pin  
1 tot en met 3 bezet zijn, zijn er bedrijven  
die goedkopere 3-aderige kabel gebrui-  
ken. Voor de werking van een DMX-  
netwerk maakt dit geen verschil. Wel is  
van belang dat deze kabel, al dan niet in  
combinatie met 3-polige XLR, vaak niet  
aan de DMX-norm voldoet omdat in veel  
gevallen microfoonkabel wordt gebruikt  
met een andere weerstand. Dit kan de  
goede werking nadelig beïnvloeden.  
Theoretisch kun je 30 DMX-apparaten



doorlussen over een maximale afstand  
van 300 meter. Vanwege de kwaliteit en  
betrouwbaarheid van de verbinding ligt  
dit in de praktijk een stuk lager. Vandaar  
het gebruik van mergers, splitters en  
boosters.

### Mergers en splitters

Normaal gesproken is het de lichttafel  
die het DMX-sigitaal uitstuurt. De OUT-  
uitgang is een 5-polige XLR female. Ont-  
vangende DMX-apparaten hebben zowel  
een IN (male XLR) als een OUT (female  
XLR), deze zijn direct doorverbonden.  
Uitzondering hierop zijn DMX-mergers  
en -splitters. Een merger heeft simpel  
gezegd meer IN dan OUT connectoren en  
kan meerdere DMX-signalen samenvoe-  
gen. Een splitter/booster heeft meer OUT  
dan IN connectoren en kan één DMX-lijn  
versterken en verdelen naar meerdere  
uitgangen. Dit laatste is in de praktijk al  
nodig als meer dan 12 DMX-apparaten  
gebruikt worden in één netwerk. Er zijn  
belichters die het zekere voor het onze-  
kere nemen en al bij 8 apparaten een  
splitter/booster gebruiken.

### DMX-node (1)

Om te kunnen begrijpen hoe DMX over  
ethernet werkt, is kennis van ethernet  
nodig. Daar zullen we in het tweede arti-  
kel op ingaan. Als je eenmaal snapt wat  
DMX is en wat ethernet betekent, dan is  
de DMX-node het geheim van de smid.  
De node is het verloopje van DMX naar  
ethernet en andersom. Een node vertaalt  
een DMX-sigitaal naar een ethernet-  
protocol, of een ethernetprotocol naar  
een DMX-sigitaal. We schrijven 'een'  
ethernetprotocol omdat er geen uniform,  
door alle fabrikanten ondersteund ether-  
netprotocol is. Net als in de kinderjaren  
van DMX ontwikkelen lichtfabrikanten  
hun eigen protocollen en duurt het een  
tijd voor er een standaard komt. Als tus-  
senvorm is op dit moment Art-Net van  
Artistic Licence uitgegroeid tot een veel  
gebruikt protocol voor het *sturen* van  
DMX over ethernet. Art-Net maakt het  
mogelijk om verschillende apparaten  
van verschillende fabrikanten met elkaar  
te laten communiceren, zonder tussen-  
komst van DMX. Later in deze serie meer  
over Art-Net.





### DMX-node (2)

Nodes zijn de overgang van DMX naar ethernet en andersom. Zij komen in twee types netwerken voor: *transparante netwerken* en *lichtnetwerken*. In een transparant netwerk zijn alle DMX-apparaten door DMX-kabels verbonden met DMX-nodes. De ethernet-communicatie verloopt uitsluitend tussen de DMX-nodes onderling.

In een lichtnetwerk worden apparaten zoveel mogelijk rechtstreeks op het ethernet aangesloten. De DMX-nodes worden gebruikt om toch nog toegang te hebben naar een DMX-netwerk.

### DMX-node (3)

DMX-nodes komen grofweg in drie maten voor: flush-mount, rig-mount en 19-inch. De flush-mount is even groot als een shuko-wandcontactdoos en is ervoor gemaakt om precies te passen in een standaard kabelgoot. Rig-mount DMX-nodes zijn ongeveer zo groot als een sigarendosje en zijn geschikt om in een trek of truss te hangen. Qua uitvoering zijn er heel veel soorten. Sommige hebben een schermpje, sommige zelfs een instelknop daarbij, sommige hebben dat allemaal niet. Maar wat ze zeker gemeenschappelijk hebben is een aantal DMX-aansluitingen en één of meer ethernet-aansluitingen.

Enkele bijzonderheden over DMX-nodes: een DMX-aansluiting op een node kan software-matig ingesteld worden op ontvangen of zenden, ongeacht of het een

#### Bits en Bytes

Een digitale 0 of 1 wordt een bit genoemd. Een nibble bestaat uit 4 bits op volgorde. Daarmee kunnen 16 verschillende combinaties gemaakt worden. Deze zijn op logische wijze genummerd van 0 tot 9, en de laatste 6 heten A tot en met F. Dit is hexadecimaal (zes-tientallig) tellen, F heeft dan de waarde 15. In bits, het binaire

stelsel, is dit 1111. Normale getallen worden decimale getallen genoemd. Of je te maken hebt met binair, decimaal of hexadecimaal is vaak te herkennen aan het voorvoegsel: binair wordt voorafgegaan door een # of een x, hexadecimaal door 0x. Decimaal heeft geen voorvoegsel. Een byte is 8 bits en dus 2 nibbles. Daarmee zijn 256 binaire getallen te maken, van 0 tot

255. Hexadecimaal is dat 0xF keer 0xF - 0x1 = 255 = 0xFF = b1111.1111  
Iedere belichter die ooit met dipswitches een DMX-apparaat heeft moeten adresseren, heeft binair gerekend, wellicht zonder het zelf te weten. Ook verklaart het dat sommige lichtcomputers voor 100% nog steeds FF in beeld geven, de hexadecimale waarde.

mannetje of vrouwtje is. Er zijn nodes op de markt geweest die elke aansluiting dubbel uitvoerden, een mannetje en vrouwtje parallel. Verder is het met de meeste nodes mogelijk om bewerkingen uit te voeren op de DMX-universes, zoals samenvoegen of voorwaardelijk doorsturen. Meestal is ook de frequentie van de DMX in te stellen.

Een DMX-node heeft minimaal één zogeheten IP-adres nodig om binnen een ethernet netwerk geïdentificeerd te kunnen worden. Bij sommige fabrikanten gebeurt het instellen van de node door het in de browser intypen van dat adres.

Andere fabrikanten leveren zelf software die alle aanwezige nodes meteen in beeld brengen. Wat in het algemeen opvalt, is dat de nodes nog sterk in ontwikkeling zijn. Regelmatig komen nieuwe varianten op de markt en er zijn grote verschillen tussen de fabrikanten. In het volgende artikel gaan we dieper in op hoe de adressering en communicatie verloopt aan de andere kant van de node: het ethernet netwerk. ◀

*Met dank aan Bas van Schelven (Lightco) voor zijn kritische opmerkingen en ELC en Rolight voor de afbeeldingen.*