

## WHITE PAPER

# AFGESCHERMD OF NIET AFGESCHERMD – WAT IS BETER VOOR EEN DATACENTRUM?

In deze white paper vergelijkt Dr. Alan Flatman het gebruik van een afgeschermd en niet afgeschermd bekabeling in een datacentrum uit functioneel, financieel en strategisch oogpunt. De hoofdfocus ligt op de ondersteuning van 10 Gb en een risicoanalyse van „nog net“ conforme bekabelingen.

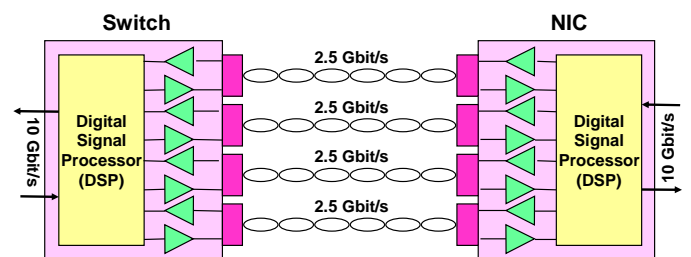
### Achtergrond

Afgeschermd of niet afgeschermd? Dat was vele jaren lang een belangrijke vraag en het onderwerp van een debat dat ik heb gevolgd en waar ik als een professioneel ingenieur aan heb deelgenomen. Als vroegere „aanhanger“ van de niet afgeschermd (UTP) bekabeling, ben ik er nu van overtuigd dat een afgeschermd bekabeling de beste manier is voor snelheden van meer dan 1G, vooral in omgevingen met grote hoeveelheden hoge snelheidsverbindingen zoals in het datacentrum. Ik kwam tot deze conclusie na mijn betrokkenheid bij de ontwikkeling van de 10GBASE-T standaard, en hier wil ik uitleggen waarom.

### Stabiliteit van 10GBASE-T

10GBASE-T wordt via vier paren overgedragen en is ontworpen voor de ondersteuning van 100 meter Cat.6A of Cat.7 bekabeling. De transmissiesnelheid van 10 Gbit/s wordt bereikt door de overdracht van 2,5 Gbit/s via elk afzonderlijk paar (zie afbeelding 1).

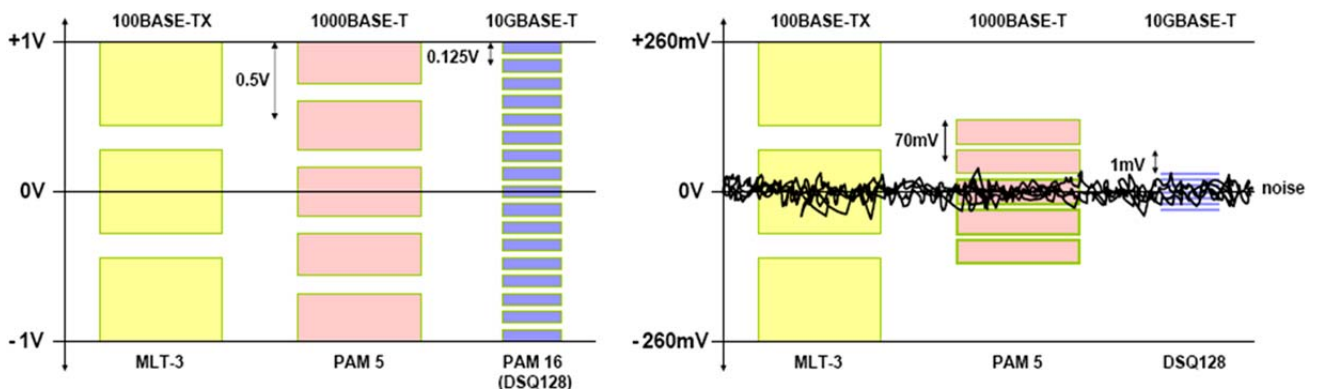
Bij het bekijken van de storingsweerstand van een transmissiekanaal moet een onderscheid gemaakt worden tussen kabelinterne storingen (geruis) en externe, dus die van buiten in de kabel binnendringende stoorsignalen. Ter compensatie van de interne storingen zoals overspraak (crosstalk, NEXT, FEXT) en return loss (signaalecho's) in de bekabeling zijn er aanzienlijke



Afb. 1: 10GbE-T gebruikt 4-adder paar voor full-duplex transmissies

maatregelen voor de onderdrukking nodig. Deze onderdrukking wordt bereikt door de digitale signaalverwerking (Digital Signal Processing, DSP), die toegang heeft tot de bron van elke storing. Bij de storingen van buitenaf ziet de situatie er anders uit. Door de hoge bandbreedte van de 10GBASE-T signalen (400 MHz) zijn er beduidend meer crosstalks van aangrenzende kabels dan men kent van 1000BASE-T (bandbreedte: 80 MHz). Helaas is het niet mogelijk om dergelijke externe stoorniveaus zoals de *alien crosstalk* (ANEXT) te onderdrukken met DSP, omdat DSP geen toegang kan krijgen tot de bronnen van de storingen, omdat ze zich op andere geleiders bevinden.

Afb. 2: Transmissiesignalen (links) en ontvangtsignalen (rechts) voor Ethernet BASE-T transceivers



10GBASE-T gebruikt in elk paar een 16-niveaus signaal (DSQ128 modulatie) – anders dan de 5-niveaus signalen (PAM-5) bij 1000BASE-T en de 3-niveaus signalen (MLT-3) bij 100BASE-TX. Een vergelijking van de transmissiesignalen en de ontvangstsignalen is te zien in afbeelding 2 (pagina 1). De ontvangstsignalen worden gedempt door 100 meter kabels. Bij 10GBASE-T signalen treedt de grootste demping op, omdat hierbij signalen met de hoogste frequenties betrokken zijn (ca. 1 mV per signaalniveau).

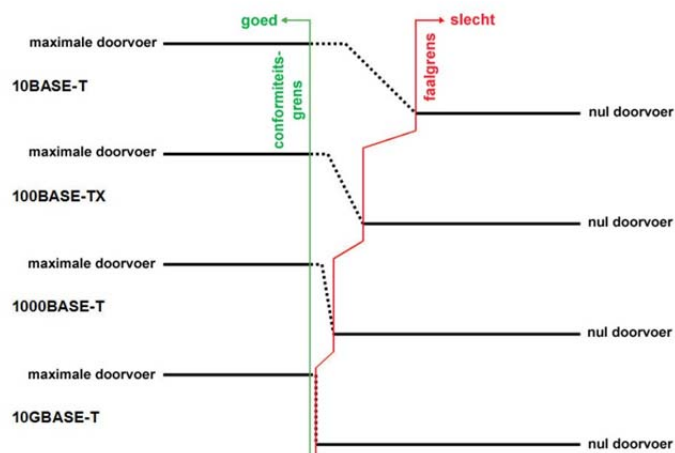
Een van de belangrijkste parameters voor de stabiliteit van het transmissiekanaal is het systeemgeluid, dat gemaakt wordt door interne geluiden tussen de kabelparen, externe storingen door stroomkabels, door andere datakabels en door de actieve equipment. De kabelinterne geluiden kunnen, zoals al genoemd, onderdrukt worden door de inzet van DSP-technieken. Externe storingen zijn ongecorrleerd en kunnen niet verwijderd worden. Daarom moet daar bij het ontwerp van het transmissiesysteem rekening mee gehouden worden.

De kanaalstabiliteit wordt bepaald ten aanzien van de statistische frequentie van fouten (Bit foutpercentage) en de verkeerde werking van het kanaal. Afbeelding 3 (rechts) laat het laatste zien, die het gedrag van de verschillende Ethernet BASE-T systemen vergelijkt voor het geval dat het bekabelingskanaal niet compatibel is: alle systemen leveren een maximale gegevensdoorvoer, als ze aangesloten zijn aan een compatibel bekabeling. Maar de systemen gedragen zich heel anders, als het kanaal minder compatibel wordt. De gegevensdoorvoer van 10BASE-T vermindert aanmerkelijk en kan, zoals afgebeeld, zelfs naar nul zakken. Pakketten worden als beschadigd herkend en door de software van een hoger niveau teruggezonden – wat het hele netwerk langzamer maakt. De 100BASE-TX doorvoer wordt sneller verminderd, voordat hij naar nul zakt, maar heeft altijd nog wel een goede reserve. Deze beide BASE-T systemen gebruiken eenvoudige transmissietechnieken, waarvan de stabiliteit beduidend beïnvloed wordt door de kabeldemping, de interne crosstalk en return loss. Het gat tussen de conformiteits- en de faalgrens noem ik de „*schemerzone*“. 1000BASE-T en 10GBASE-T gebruiken complexe transmissie- en uitgekiende DSP-technieken. Beide hebben beperkte reserves, en de kanaalstabiliteit wordt belangrijk bepaald door externe storingen, vooral door *alien crosstalk*. Als gevolg daarvan zijn de „*schemerzones*“ voor 1000BASE-T en 10GBASE-T relatief klein. Een verkeerde werking is meer catastrofaal – zoals afgebeeld.

Een catastrofaal falen, wordt belangrijk als men een „net nog compatibele“ bekabeling heeft of als er onzekerheid over zijn geschiktheid bestaat. Bij de niet afgeschermd bekabeling worden beide voorwaarden voor een centraal thema.

### Plannings- & installatiethema's

Met ISO/IEC 14763-2 is er nu een internationale standaard beschikbaar voor de planning en installatie van bekabelingen. Dit document biedt in detail ondersteuning voor de inzet en voor allerlei testen van bekabelingen, inclusief de afgeschermd en niet afgeschermd high performance kabeltypes, die gespecificeerd zijn in design standards zoals ISO/IEC 11801 voor bedrijfsbekabelingen en ISO/IEC 24764 voor datacentra.



Afb.3: Werking van Ethernet BASE-T systemen met niet compatibele bekabeling

ISO/IEC 14763-2 heeft de gangbaarste methoden (best practices) samengevoegd uit de verschillende branchegroepen zoals BICSI, TIA, IEC en CENELEC en er wordt verwacht dat deze standaard een wereldwijd geldig handboek wordt voor alle praktische aspecten van de planning en de installatie. ISO/IEC 14763-2 bevat gedetailleerde eisen voor de aarding en potentiaalvereffening, de ruimtelijke scheiding van data- en stroomkabels en voor het kwalificeerbare testen van parameters zoals de alien crosstalk.

Een rijke schat aan ervaring met de aarding en potentiaalvereffening kwam uit het continentale Europa, waar de afgeschermd bekabeling al sinds vele jaren standaard is. De pro UTP-regio's van de wereld, zoals de USA, hebben lang kritiek gehad op een gebrek aan gevestigde procedures bij de aarding van kabelschermen. Maar dat klopt niet meer. De aardingsystemen in moderne datacentra zijn uitstekend en het aarden van kabelschermen is eenvoudig en veilig.

De eisen voor het scheiden van data- en stroomkabels zijn onlangs gewijzigd als gevolg van een aantal intensieve studies. De scheidingsafstand van het aantal stroomkabels is afhankelijk van hun vermogen. Het hangt ook af van de soort gebruikte datakabels en hun geleiding (bijv. op- of in- en van kunststof- of metaal kanalen met of zonder afscheidingen). Als richtlijn bedraagt de scheiding voor afgeschermd symmetrische (STP) datakabels zoals Cat. 7 / 7A ca. 10 procent van de waarde die voor niet afgeschermd kabels geldt.

Het testen van alien crosstalks is een complex onderwerp. Om de alien crosstalk exact vast te stellen voor elke kabel in een installatie, moet er telkens gemeten worden van het ene kabeluiteinde naar het andere kabeluiteinde. De meetresultaten moeten dan berekend worden als een vermogenssom (wortel van de som van alle gekwadreeerde resultaten). Als de installatie echter veel bij elkaar hangende kabelverbindingen heeft (bijv. in dezelfde bundel, samen gepatcht), dan is het aantal verwisselingen groot en is praktisch testen ondenkbaar. Als er in plaats daarvan gecontroleerde steekproeven getest worden om de tijd en de kosten van de test te verminderen, is dat blijkbaar niet zo nauwkeurig. Zoals in de ISO/IEC 11801 aangegeven, is het testen

van *alien crosstalk* niet noodzakelijk, als de desbetreffende kabel goede elektromagnetische eigenschappen of ook invoegverlies laat zien. Citaat:

*Als het invoegverlies 10dB beter is dan aangegeven, dan gelden Klasse E<sub>A</sub>- en Klasse-F alien crosstalks als „voldoet aan het design“.*

*Als het invoegverlies 25dB beter is dan aangegeven, dan geldt Klasse F<sub>A</sub> alien crosstalk als „voldoet aan het design“.*

„Voldoet aan het design“ betekent dat de alien crosstalk niet gemeten hoeft te worden. De meerderheid van de met folie en metaal omvlochten beschermde kabels, zoals Cat. 7 / 7<sub>A</sub> kabels, overtreffen deze uitzonderingsgrenzen met een brede marge en daarom is het niet nodig de alien crosstalk te testen. Dat maakt aanzienlijke tijd- en kostenbesparingen mogelijk.

De eigenschappen van alien crosstalk van de „oudere generatie“ van UTP-kabels (tot Cat. 6) zijn slecht, vooral door de verdraaiing van de beide geleiders in een paar. Dit werd bij UTP-kabels van de Cat. 6<sub>A</sub> verbeterd door een wijziging van de verdraaiing van de beide geleiders in een paar en door een dikkere buitenste omanteling. Terwijl deze verbetering als een belangrijke doorbraak aangekondigd wordt door de leveranciers, laat hij toch enkele nadelen zien. De Cat. 6<sub>A</sub> alien crosstalk eisen zijn gespecificeerd, maar er zijn geen specificaties voor het mengen van UTP-kabels van Cat. 6<sub>A</sub> met andere UTP-kabeltypes. Dit scenario is niet gedefinieerd en werd verwezen naar TIA TSB-190. Omdat Cat. 6<sub>A</sub> kabelconstructies propriëtair zijn, zijn er veel alien crosstalk variaties, als kabels van verschillende fabrikanten gemengd worden. Alien crosstalk bij UTP-patchkabels is ook een thema door de ruimtelijke nabijheid onder elkaar. Daarom is er grote zorgvuldigheid nodig bij het patchkabel management – temeer omdat de crosstalk verandert na iedere nieuwe configuratie! Dit wordt allemaal vereenvoudigd door het gebruik van beschermde kabels.

Beschermde kabels werden oorspronkelijk bekritiseerd door hun afmetingen, stijfheid en kosten in vergelijking met niet afgeschermd kabels. Deze kritiek gaat niet meer op, als men ze vergelijkt met de nieuwste Cat. 6<sub>A</sub> UTP-kabels, die een buitendiameter van max. 9 millimeter kunnen hebben. De meerderheid van de beschermde Cat. 6<sub>A</sub> / 7 / 7<sub>A</sub> kabels is dunner en kosten evenveel.

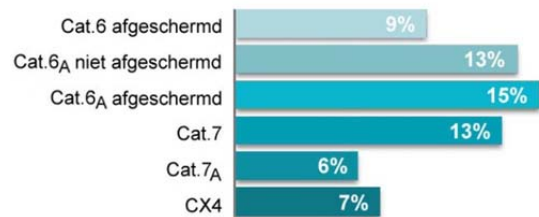
### Hoge snelheid via koper

Wat betreft hoge snelheidstransmissies via twisted pair bekabelingen zijn er uitvoerige studies uitgevoerd voor de haalbaarheid. Deze kwamen tot het resultaat dat 40G, mogelijk zelfs 100G, via 50 tot 100 meter beschermde bekabeling, bijv. via Cat. 7 / 7<sub>A</sub>, haalbaar is. Men is het erover eens dat een onbeschermde bekabeling niet de benodigde capaciteiten biedt om te werken met snelheden van meer dan 10Gbit/s. Wij lopen vooruit op een nieuw project binnen de IEEE voor 40GBASE-T in de loop van dit jaar.

### Bekabelingstrends

Een studie van de bekabeling van datacentra, die in 2011 uitgevoerd werd door de BSRIA, heeft uitgewezen dat slechts 13 procent van de ondervraagden plande een niet afgeschermd

bekabeling te installeren om 10G-toepassingen te ondersteunen (zie afbeelding 4). De grote rest plande een afgeschermd bekabeling van de een of andere soort. Dit laat een sterke trend zien voor de inzet van afgeschermd bekabelingen in datacentra. De sleutelfactoren, die genoemd werden voor de keuze van de kabeltypes, zijn betrouwbaarheid, veiligheid en belastbaarheid. Bij deze enquête werden 335 personen in de USA, China, India, Duitsland, Frankrijk en Groot-Brittannië geïnterviewd.



Afb. 4: Enquête eindgebruikers voor de bekabeling bij datacentra (BSRIA rapport 54433-1, november 2011)

De meeste belangrijke leveranciers van bekabelingen bieden zowel afgeschermd als niet afgeschermd bekabelingsproducten aan om 10G applicaties te ondersteunen. Veel van hen laten de klant kiezen, maar sommige nemen ook een duidelijke positie in voor de afgeschermd versie als oplossing met het minste risico.

### Samenvatting

De belangrijkste voordelen van de afgeschermd bekabeling voor de werking van 10G zijn lagere bedrijfskosten en een kleiner risico bij de werking van het systeem, waarbij de laatste belangrijk is in de omgeving van het datacentrum. Vanwege zijn aanzienlijke vermogensmarge is het niet noodzakelijk om een afgeschermd bekabeling in de veldtest te testen op alien crosstalk en is het ook niet nodig zich zorgen te maken over de interactie met de bestaande bekabeling. Verder blijft de afgeschermd bekabeling – met voldoende capaciteit voor de ondersteuning van 40G – voor minstens een volgende generatie op de tekentafel. De afgeschermd bekabeling is daarom de geprefereerde aanpak voor koperlinks met een hoge snelheid. 10GBASE-T producten zijn intussen op de markt gebracht en er wordt verwacht dat deze snel ingezet worden in datacentra.

### De auteur:

Alan Flatman is een onafhankelijke adviseur met meer dan 30 jaar ervaring in de elektronica- en computer-branchen. Sinds 1980 adviseert hij ondernemingen in de netwerk-technologie en -strategie. In 1993 heeft hij LAN Technologies opgericht, een adviesbedrijf gevestigd in Groot-Brittannië, met grote eindgebruikers in Europa, de USA en Azië als klant en met een groot bereik aan aanbieders uit de bekabelings- en LAN-branchen. Alan Flatman vertegenwoordigt Groot-Brittannië in de ontwikkeling van internationale bekabelingsnormen en is de contactman voor de IEEE 802. Hij is gediplomeerd ingenieur en lid van het Institution of Engineering & Technology (GB).