

WHITE PAPER

POWER-OVER-ETHERNET (POE) STROOMVOORZIENING OP AFSTAND VIA GESTRUCTUREERDE GEBOUWBEKABELING

Power-over-Ethernet – kortweg: PoE – beschrijft een concept waarbij verbruiksapparaten, die via een (koperen) datalijn verbonden zijn, van elektrische voeding die nodig is voor de werking van het apparaat worden voorzien. Vandaag de dag kunnen al actieve apparaten worden gebruikt die tot 100 watt vermogen aan een datalijn leveren. Bij de planning, installatie en exploitatie van een dergelijke gebruikte gestructureerde gebouwbekabeling zijn er echter een aantal punten waarmee rekening moet worden gehouden. Deze white paper geeft hierover informatie.

De ontwikkeling van de PoE-normen tot de overdracht van 100 watt vermogen vond plaats in drie standaardiseringsstappen:

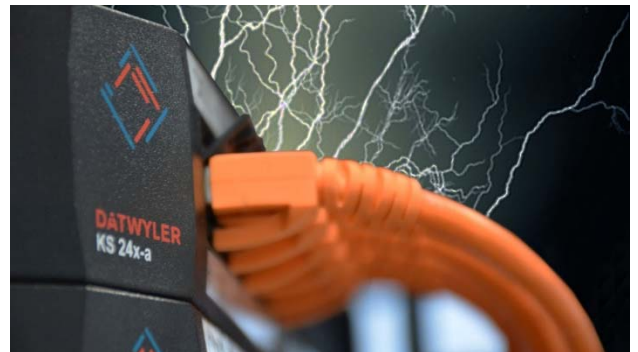
PoE: Voeding via 10Base-T / 100Base-TX

Deze eerste standaard voor voeding via datakabels – IEEE 802.3af – is in 2003 geratificeerd. Terwijl de aderparen 1/2 en 3/6 worden gebruikt voor gegevensoverdracht, zijn de twee vrije paren beschikbaar voor de voeding van eindapparaten zoals webcams, IP-telefoons of WLAN-Access-Points. Als alternatief is het echter ook voorzien om de draden belast met datatransmissie tegelijkertijd te gebruiken voor de voeding. Met een gedefinieerd vermogen van 15,4 Watt per poort op de actieve componenten (switch-poort) kunnen eindapparaten met een lager stroomverbruik veilig worden bediend.

PoE Plus: Voeding ook voor 1000Base-T

De voeding op afstand van eindapparaten werd tot 2009 verder ontwikkeld. Met de PoE+ standaard IEEE 802.3at werd enerzijds het maximale vermogen aan de zenderzijde verhoogd tot 30 watt en anderzijds werd het vermogen vrijgegeven voor snellere ethernet-protocollen zoals 1000Base-T. Als gevolg hiervan konden nog meer toepassingen met een hogere vermogensbehoefte worden gebruikt.

Bij 1000Base-T geschiedt de gegevensoverdracht parallel over alle vier de aderparen. De vermogensoverdracht gebeurt via twee paren en combineert met de gegevensoverdracht. Het



dracht. Het beschikbare vermogen voor het verbruiksapparaat is maximaal 25,5 watt. Dat beperkt de keuze van de gebruikte apparaten nog steeds sterk.

4PPoE: Vermogensoverdracht tot 100 Watt

Met de IEEE 802.3bt-standaard, die in het eerste kwartaal van 2018 zal worden bekendgemaakt, zullen alle aders in een datakabel voor het eerst worden gebruikt voor stroomoverdracht. Met "Four-Pair Power" – kortweg: 4PPoE – neemt het vermogen aan de zenderzijde toe tot 60 resp. 100 watt (IEEE 802.3bt type 3 of type 4).

Daarmee wordt de voeding van krachtiger verbruiksapparaten op de werkplek werkelijkheid. De standaard maakt tegelijk van de RJ45 ook een wereldwijd gestandaardiseerde connector voor de stroomvoorziening van eindapparatuur via databekabeling. De 4PPoE-standaard is compatibel met PoE

Service	Standard	Max. current	Pairs with current	Max. power: Source (PSE)	Max. power: Component (PD)	Standard ratified
PoE	IEEE 802.3af (802.3at Type 1)	350 mA	2	15.4 W	12.95 W	2003
PoE+	IEEE 802.3at Type 2	600 mA	2	30 W	25.5 W	2009
4PPoE	IEEE 802.3bt Type 3	600 mA	4	60 W	51 W	2018 (expected)
4PPoE	IEEE 802.3bt Type 4	860 mA	4	90 (100) W	72 W	2018 (expected)
Non-PoE Standard based	Cisco UPOE	600 mA	4	60 W		No official standard
Non-PoE Standard based	HDBase-T™	1000 mA	4	96 W		No official standard

Tabel 1: Overzicht van PoE-protocollen – 2003 tot 2018

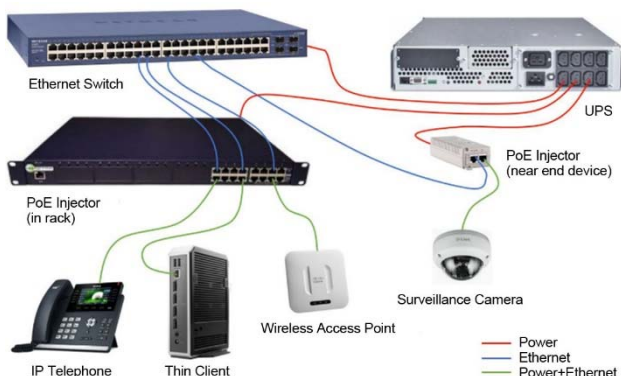
en PoE+. Bovendien is het compatibel met 10, 100 en 1000-BASE-T alsmede 2.5, 5 en 10GBASE-T. De minimaal ondersteunde bekabelingsstandaard is klasse D (met categorie 5e-componenten) waarbij de benodigde ruimte voor lusweerstand 25 ohm is. De maximale voedingsspanning voor PoE is 57 volt.

Toepassing: Endspan- of Midspan-PoE

In principe kan PoE op twee manieren in een communicatienetwerk worden geïntegreerd. Een ruimtebesparende en sterk geïntegreerde oplossing is het gebruik van een PoE-switch (Endspan-PoE). Er moet ook rekening worden gehouden met het hogere energieverbruik en de toegenomen warmteontwikkeling in het rack.



Als daarentegen alleen afzonderlijke PoE-apparaten worden aangesloten, dan kan er een PoE-injector tussen switch en eindapparaat (Midspan-PoE) worden geplaatst.



Een PoE-injector is een voedingseenheid die in het overdrachtstraject na de switch wordt geplaatst. Dit betekent dat de PoE-injector kan worden geïnstalleerd in een rack of lokaal in de buurt van het eindapparaat.

Checklist

Of en hoe de stroomtoevoer wordt gebruikt, hangt af van vele factoren. Als oriëntatiehulp hier enkele belangrijke vragen die voor de toepassing van PoE relevant zijn:

- Is het eindapparaat geschikt voor PoE?
- Voldoet de switch/injector aan het benodigde vermogen?
- Genoeg ruimte in het rack en op locatie van het eindapparaat?
- Wordt er rekening gehouden met het warmtebeheer langs het transmissiekanaal?
- Is de bereikbaarheid van de eindapparaten beschikbaar?
- Is de voeding van de eindapparaten, zoals bewakingscamera's, bewegings- en lichtsensoren, geschikt?
- Is integratie in het gebouwbeheer gepland?
- Internet-of-Things: Zijn de apparaten voor stationaire installatie geschikt voor PoE, bijv. de sensoren?

Kabelverwarming onder controle houden

Datakabels in gestructureerde gebouwbekabeling zijn in de eerste plaats geoptimaliseerd voor de meest efficiënte overdracht van digitale signalen. Het ontwerp is niet optimaal voor de elektrische vermogensoverdracht. Daarom zijn er een aantal dingen om in gedachten te houden als ze gebruikt worden voor PoE.

Zo is bijvoorbeeld de aderdiameter van datakabels klein in vergelijking met laagspanningskabels. De PoE-spanning van maximaal 57V is ook eerder te laag voor vermogensoverdracht. Hierdoor is de stroom in de geleider relatief hoog en neemt het vermogensverlies (P) langs de kabel toe. Het vermogensverlies kan als volgt worden berekend:

$$P = I^2 \times R$$

I staat daarbij voor de stroom in de geleider, R is de DC-(totale) weerstand van de geleider.

Hieruit volgt dat het vermogensverlies groter zal zijn

- a) als de stroom hoger is,
- b) als het overdrachtstraject langer is,
- c) als de geleiderweerstand hoger is.

Dit vermogensverlies treedt op in de vorm van warmteverlies. Dat betekent: Het gebruik van PoE transformeert de communicatiebekabeling in een klein verwarmingssysteem. Bovendien moet men zich ervan bewust zijn dat elektrische isolatoren meestal ook goede thermische isolatoren zijn. Dat beïnvloedt de warmteafvoer negatief.

Zolang in een datanetwerk slechts een deel van de kabels wordt gebruikt voor vermogensoverdracht en bovendien alleen voor PoE of PoE+, zijn er in de praktijk nauwelijks problemen. De warmteafvoer in een dergelijke installatie is voldoende zodat er geen noemenswaardige kabelverwarming optreedt.

Bij gebruik van 4PPoE (tot 100 watt) wordt kabelverwarming een fenomeen waar ernstig rekening mee moet worden gehouden. Experimenten hebben aangetoond dat als de installatievoorschriften niet in acht worden genomen in het ergste geval de temperatuur van de kabelgeleider zodanig kan stijgen dat de thermoplastische isolatiematerialen gaan smelten. Uiteindelijk kan dit leiden tot kortsluiting.

In vakkringen houdt men zich al jaren bezig met de vraag, hoe de installatie van communicatienetwerken met inbegrip van PoE met hoge vermogens enerzijds veilig kan worden vormgegeven, maar anderzijds ook overzichtelijk, eenvoudig en economisch. Momenteel speelt de tweede editie van ISO/IEC TS 29125 (2017) waarin men zich o.a. tot in detail bezig houdt met de veilige installatie van datanetwerken waarin op grote schaal PoE toegepast gaat worden.

Bevindingen en aanbevelingen van ISO/IEC

De ISO/IEC heeft de verwarming van een kabel in een kabelbundel "open in de lucht" en "in de goot" gemeten (afbeeldingen re. boven). Daartoe werd telkens een thermo-element in de kabel gebracht en in het midden van de bundel geplaatst (afbeeldingen re. onder).

Number of cables	Temperature rise (°C)											
	0.4 mm cords		Cat 5 cables		Cat 6 cables		Cat 6A cables		Cat 7 cables		Cat 7A cables	
	air	conduit	air	conduit	air	conduit	air	conduit	air	conduit	air	conduit
1	1.9	3.1	1.1	1.7	0.8	1.3	0.7	1.1	0.7	1.1	0.6	0.9
7	5.7	9.1	3.5	5.2	2.6	4.0	2.3	3.3	2.3	3.3	1.7	2.6
19	10.5	16.5	6.7	9.7	5.1	7.4	4.4	6.1	4.4	6.1	3.1	4.7
24	12.2	19.1	7.9	11.3	6.0	8.7	5.1	7.1	5.1	7.1	3.6	5.5
37	16.2	25.1	10.7	15.2	8.2	11.6	7.0	9.5	7.0	9.5	4.7	7.2
48	19.3	29.8	13.0	18.2	10.0	14.0	8.5	11.4	8.5	11.4	5.7	8.5
52	20.3	31.4	13.8	19.3	10.6	14.8	9.0	12.0	9.0	12.0	6.0	9.0
61	22.7	34.9	15.5	21.6	12.0	16.6	10.1	13.4	10.1	13.4	6.7	10.0
64	23.5	36.1	16.1	22.4	12.4	17.1	10.5	13.9	10.5	13.9	6.9	10.3
74	26.0	39.8	17.9	24.9	13.9	19.1	11.7	15.4	11.7	15.4	7.7	11.3
91	30.1	45.9	21.0	29.0	16.4	22.2	13.8	17.9	13.8	17.9	8.9	13.1

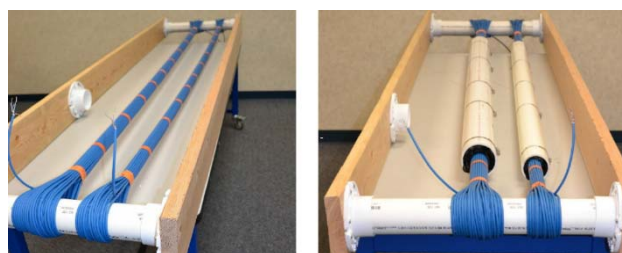
Temperature rise above 10 °C (grey background): not recommended

The values in this table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss (IL) of the various categories of cable. Manufacturers' and/or suppliers' specifications give information relating to a specific cable.

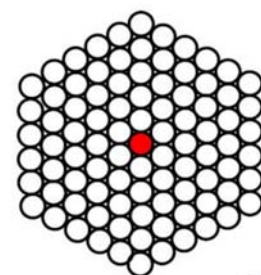
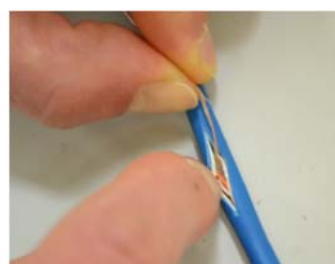
NOTE 1: The temperature rise (°C) is based upon a current of 500 mA per conductor, for all pairs in all cables in a bundle.

NOTE 2: The current per conductor for each category is dependent on the cable construction.

In tabel 2 (boven, bron: ISO/IEC) wordt de geleider-temperatuur van de kabel in het midden van de bundel weergegeven afhankelijk van de doorsnede van de geleider (= kabelcategorie), het aantal kabels in de bundel en de installatieomgeving. Hier zijn alle paren in alle kabels van de bundel belast met 500 mA per geleider.



Om de installatie zo eenvoudig mogelijk te maken, beveelt de norm een maximum van 37 kabels per bundel aan. Als de kabeleigenschappen, de installatieomgeving en de effectieve PoE-omgeving in de planning zijn opgenomen, zijn ook andere bundelafmetingen acceptabel.

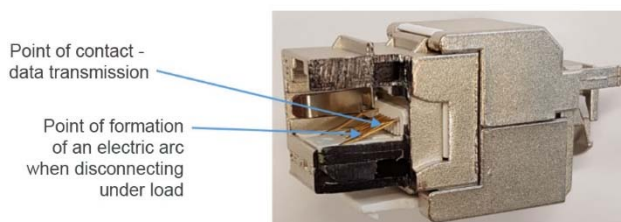


Verbindingen onder belasting afkoppelen

De RJ45-connector en de RJ45-bus zijn oorspronkelijk ontwikkeld voor de overdracht van elektrische datasignalen. Het gebruik van de RJ45-connector voor vermogensoverdracht vond pas in een tweede stap plaats. Dit betekent dat hij niet is ontworpen voor vermogensoverdracht. Binnen de grenzen van de technische mogelijkheden is de energieoverdracht in de loop der jaren verbeterd. Desondanks vertoont de RJ45-connector zwakke plekken in het contactontwerp, vooral als de aansluiting onder belasting wordt aangesloten of losgekoppeld.

Het voldoen aan de componentnormen van de IEC 60603-7-familie alleen garandeert niet dat PoE-toepassingen worden ondersteund. Speciaal daarvoor is in de vorm van IEC 60512-99-001 inmiddels een testregime vastgelegd waarmee het aan- en afkoppelen van de RJ45-aansluiting onder belasting wordt getest. Alleen producten met dit keurmerk garanderen geschiktheid voor PoE-toepassingen en een storingsvrije werking van eindapparatuur met een stroomvoorziening op afstand.

IEC 60512-99-001 adviseert om de stroombron uit te schakelen voordat de RJ45-aansluiting wordt aan- of afgekoppeld.



Doorsnede van een RJ45-keystone in het gebied van de contactveren

Bij het losmaken van de RJ45-connector met externe voeding kan er op het loskoppelpunt een vlamboog (arc) van de steekcontacten (plug) naar de contactveren in de keystone (Jack) ontstaan. Hoe hoger het overgedragen elektrisch ver-

mogen is, des te duidelijker zichtbaar dit effect is. De resulterende sporen van brand op de contacten leiden tot een verhoging van de contactweerstand. Om de gegevensoverdracht toch te kunnen garanderen, is het ontwerp zo vormgegeven dat de ontkoppelpunten tijdens het losrekken en bij de datatransmissiepositie in geplaatste toestand fysiek gescheiden zijn in de contactdoos.

Conclusie en productaanbeveling

Over Power-over-Ethernet kunnen de volgende kernuitspraken worden gedaan:

- S/FTP-kabels hebben een betere warmteafvoer dan UTP-kabels
- AWG22 is meer voor PoE geschikt dan AWG24
- Kleine kabelbundels voeren warmte beter af dan grote bundels
- Geïsoleerde en gesloten installatieruimten (bijv. goten) belemmeren de warmteafvoer
- Alleen modules die gecertificeerd zijn volgens IEC 60512-99-001 garanderen een storingsvrije werking van PoE-toepassingen

Op basis hiervan adviseren wij de volgende producten uit het Datwyler-assortiment voor PoE-toepassingen:

Koperen datakabel:	Artikelnummer
CU 7150 4P - FRNC/LS0H - Cat. 7A	18292500DK*
CU 7702 4P - FRNC/LS0H - Cat. 7A	17740000DK*

RJ45-modules:	Artikelnummer
KS-TC Plus - Cat. 6A	418069
KS-T Plus 1/8 - Cat. 6A	418061
MS-C6A 1/8 Cat. 6A (Keystone)	309249

Koperen patchkabel:	Artikelnummer
RJ45-patchkabel - Cat. 6A	653xxx (versch. kleuren)

** Deze kabels zijn ook verkrijgbaar met de brandklassen Cca en B2ca.*