

Livre blanc

L'impact de la télé-alimentation (PoE) sur les câbles à paires torsadées équilibrées

excel
without compromise.

« Powered Ethernet – effets de chaleur sur différentes catégories de câbles, où s'arrêteront-ils ? »

Le Powered Ethernet est une technologie qui continue de repousser les limites acceptées : plus le courant qui peut être fourni à travers des câbles Ethernet en cuivre augmente, plus l'industrie souhaite s'en procurer. Les avantages sont évidents : une réduction du câblage de l'équipement en termes de puissance et de communication des données permet de réaliser des économies financières, d'espace et de biens. Tandis que certains désavantages sont tout aussi évident, comme l'échec d'un faisceau de câble qui dépasse sa limite de température, d'autres le sont moins, ce qui inclut des modifications du rendement du canal pendant le chauffage et potentiellement durant plusieurs cycles de chauffage. Ce document se base sur des travaux présentés à l'International Wire and Connectivity Symposium (IWCS) pour analyser plus en détails les effets du Powered Ethernet sur la performance du canal.

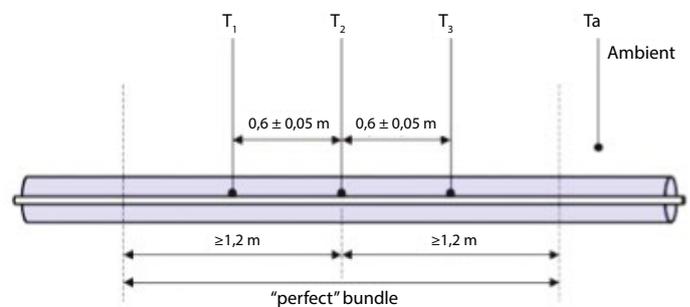
Le débat entourant l'impact du PoE (Power over Ethernet) sur le câblage structuré et l'effet de chauffage que cause le passage du courant dans un câble qui n'était originellement pas destiné à cet effet a pris de l'ampleur ces dernières années tandis que de plus en plus de périphériques alimentés sont déployés.

En 2010, l'International Standards Organisation/International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) a publié un rapport technique (TR 29125) sur les moyens de diminuer l'effet de chauffage, néanmoins, beaucoup pensèrent que le modèle de test initial n'était pas aussi solide qu'il aurait dû l'être et qu'il ne considérait pas tous les environnements dans lesquels un câble à paires torsadées peut être installé, d'où la remise en question de la fiabilité des résultats établis.

Le Cenelec a décidé de produire son propre rapport technique pour étudier les moyens de réduire l'effet de chauffage du PoE, mais pour se faire, il fallait employer une méthodologie de test particulièrement solide. Ceci fut publié en 2013, comme le premier élément de la méthode TR EN50174-99-1.

La méthode de test proposée est allée beaucoup plus loin que les exemples précédents, principalement en demandant la taille de faisceau optimale qui permet l'emploi d'au moins

6 sondes de température ou thermocouples, cela permet également au faisceau de câble d'être, à la fois isolé et 'à l'air libre', permettant ainsi une enquête plus réaliste sur des câbles situés dans des espaces non ventilés et des confinements scellés etc.



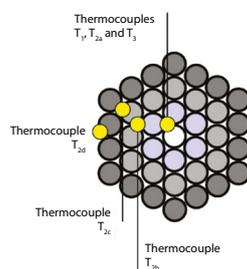
Aujourd'hui, peu d'installations-test ont été construites pour subir ce niveau de test et moins encore sont considérées comme indépendantes, l'une desquelles se trouve au département d'ingénierie de l'Université De Montfort, R.-U. Excel Networking a commissionné une série de tests dirigés par le Dr Alistair Duffy de l'Université De Montfort. Ce document étudiera les résultats de ces tests, les résultats seront également partagés avec le Cenelec pour les aider à terminer le travail de développement de la TR EN50174-99-1 .

Méthodologie de test TR EN50174-99-1

La première étape de test consiste à construire un banc d'essai qui permet de suspendre un faisceau de 37 câbles initialement 'à l'air libre' avec des thermocouples installés dans chaque couche, tel que sur le diagramme suivant.

En plus d'être répartis parmi les couches, les thermocouples sont positionnés tout le long de l'échantillon de câble de manière à mesurer la différence de température selon la distance par rapport à la source de courant.

Au total, 3 niveaux de test furent accomplis, PoE+ à 34.2 watts, UPoE à 60 watts et 100 watts, ce qui représente un niveau actuellement discuté par l'IEEE pour le développement du nouveau 802.3bt, lequel possède un minimum établi de 49 watts et pourrait dépasser les 100 watts lorsqu'il sera finalement ratifié. Ceci est également lié aux plus fortes revendications des systèmes propriétaires tels que HDbase-T,



continued overleaf

une application hybride destinée au marché AV.

Pour obtenir un reflet fidèle de l'impact que ces niveaux de puissance ont sur les performances du canal, nous avons testé une gamme de câbles. Les applications ci-dessus sont destinées à fonctionner avec des câbles à paires torsadées en cuivre U/UTP de catégorie 5e, avec un canal d'une distance allant jusqu'à 100m.

L'échantillon de câbles suivant fut testé à l'origine : U/UTP de catégorie 5e, U/UTP de catégorie 6, F/UTP de catégorie 6, F/FTP de catégorie 6_A et S/FTP de catégorie 7_A.

En plus de cela, nous avons saisi l'opportunité d'évaluer l'impact concernant l'utilisation des câbles avec des constructions qui diffèrent des standards de l'industrie, par exemple un câble de catégorie 6 de 24 AWG plutôt que le plus commun de 23 AWG. Nous avons également inclus une longueur de câble de catégorie 6 en aluminium revêtu de cuivre (CCA). Beaucoup a été écrit au sujet des problèmes potentiels de ces câbles, et nous voulions donc obtenir des preuves tangibles.

Finalement, ces tests furent réalisés à la fois 'à l'air libre' et à l'intérieur d'un matériau isolant en fibre de verre que l'on trouve largement dans les constructions modernes, ce dernier procédé étant une méthode reconnue pour simuler les effets d'un faisceau de câbles contenu à l'intérieur d'un milieu isolant, si cela peut paraître extrême il est important de noter que certains câbles courent soit en hauteur, soit sous un plancher incliné, et peuvent se retrouver par centaines. Nous voulions essayer de comprendre ce qui peut arriver à un faisceau de 37 câbles au centre de cette masse, le test fournit également des preuves pour le modèle afin qu'il calcule les câbles se trouvant dans un confinement non ventilé pendant une période prolongée, par exemple 24 câbles à l'intérieur d'un lambris ou de 3 goulottes de câblages représentent 80% de la valeur des 37 câbles. Tous les tests effectués jusqu'à aujourd'hui ont démontré que les câbles atteignent un 'état d'équilibre' après une certaine période, lorsque la chaleur augmente, et ce matériel isolant aide à atteindre cet état plus rapidement. 'L'état d'équilibre' peut être atteint entre 40 minutes et 30 heures selon l'architecture du câblage.

Résultats des tests

Avant d'entrer dans les détails des résultats, il est important de saisir le contexte de la méthodologie de test. Le processus est destiné à créer des extrêmes de chaleur, afin de produire un scénario catastrophe à partir duquel des recommandations et des stratégies d'atténuation peuvent être définies pour assurer que ces scénarios n'apparaissent pas, et ne soient encore moins dépassés, dans des installations 'réelles'.

En conséquence, les résultats suivant présenteront quelques augmentations extrêmes de température dans l'environnement de la salle de test.

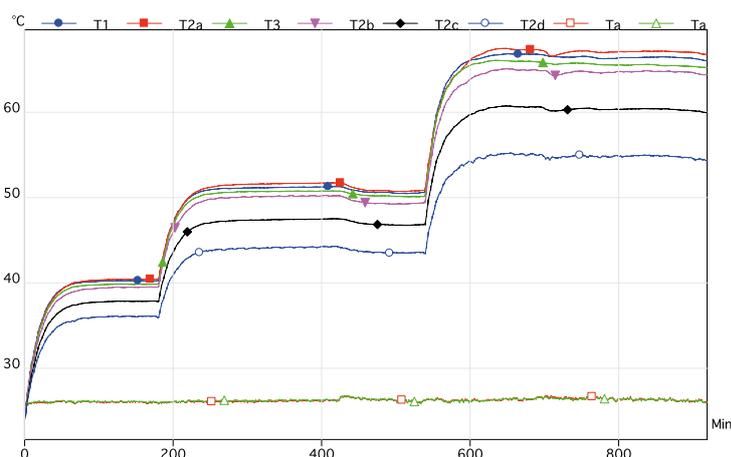
Category 5e U/UTP

Ce câble était d'une fabrication répondant aux normes, 4

paires contenues dans une gaine LSOH, la taille du conducteur étant de 0.51 mm (24 AWG), tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous la température augmente à 802.3at et les niveaux UPoE pendant les tests 'à l'air libre' sont à un niveau acceptable, néanmoins lorsque nous arrivons à 100 watts, les résultats le montre dépassant la plage de températures de fonctionnement de +60°C à l'intérieur de la structure du câble répondant aux normes EN50288-3-1. La Température ambiante (Ta) pendant ce test était de 23.36°C + 41.02 = 64.38°C

| | |
|---|---------------------------------------|
| Date de test | 20/3/2014 |
| ID de test | 001A |
| Fils utilisés | 8 |
| Disposition | Configuration conventionnelle du test |
| Type de câble | LSOH Cat5e UTP |
| Diamètre de câble | 5.2mm |
| Conditions d'installation | Air libre |
| Humidité à la fin du test | 40% |
| Résistance moyenne du conducteur | 0.098Ω/m |
| Résistance CC de la boucle | 19.7 Ω/100m |

| Augmentation de la température au-dessus de la température ambiante | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T1 | T2a | T3 | T2b | T2c |
| Watts | °C | °C | °C | °C | °C |
| 34.2 | 14.21 | 14.39 | 13.79 | 13.4 | 11.8 |
| 60 | 25.09 | 25.52 | 24.57 | 24.02 | 21.33 |
| 100 | 40.38 | 41.02 | 39.62 | 38.63 | 34.29 |

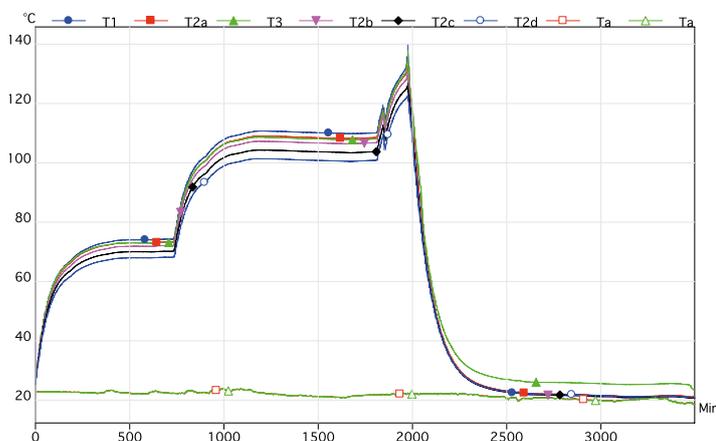


Durant ce test, il a fallu environ 180 minutes pour atteindre 'l'état d'équilibre' à 34.2 watts, 530 minutes à 60 watts et plus de 800 minutes à 100 watts avant que la température ne se stabilise comme indiqué dans le graphique suivant.

Les résultats les plus inquiétants furent enregistrés lors de la seconde étape des tests lorsque les câbles du faisceau sont placés en isolation, et que les mêmes niveaux de courant sont introduits.

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Date de test | 21/3/2014 |
| ID de test | 001B |
| Fils utilisés | 8 |
| Disposition | Configuration conventionnelle du test |
| Type de câble | LSOH Cat5e UTP |
| Diamètre de câble | 5.2mm |
| Conditions d'installation | Isolant en mousse 28mm X 25mm |
| Humidité à la fin du test | 40% |
| Résistance moyenne du conducteur | 0.098Ω/m |
| Résistance CC de la boucle | 19.7 Ω/100m |

| Augmentation de la température au-dessus de la température ambiante | | | | | |
|---|--------|-------|--------|--------|--------|
| | T1 | T2a | T3 | T2b | T2c |
| Watts | °C | °C | °C | °C | °C |
| 34.2 | 52.04 | 51.06 | 50.89 | 49.84 | 47.94 |
| 60 | 88.26 | 86.6 | 86.19 | 84.8 | 81.84 |
| 100 | 117.61 | 114.1 | 115.51 | 108.02 | 104.14 |



Comme nous pouvons le voir, la température n'est pas comprise dans la plage des températures de fonctionnement, et ce à tous les niveaux, Ta = 22.72°C pour ce test. Ainsi, avec 100 watts nous atteignons un pic de 140.33°C. Cela a également un impact majeur sur le temps nécessaire pour atteindre 'l'état d'équilibre', 740 minutes étant nécessaires à 34.2 watts. 1220 minutes à 60 watts. Néanmoins, il ne fallut pas beaucoup plus de 100 minutes à partir du moment où les 100 watts furent introduits pour que le câble ne défaille complètement, comme le montre le tableau suivant.

La défaillance catastrophique du câble nous a tout d'abord surpris, jusqu'à ce que nous pussions les recherches et que quelques facteurs supplémentaires n'entrent en jeu. Premièrement, la résistance du faisceau global change pendant le cycle de chauffage, et ce niveau de variation est directement proportionnel à la température du faisceau. Ceci a toujours été un facteur connu et la raison pour laquelle nous avons toujours pris la température en compte lorsque nous calculons l'atténuation le long d'un canal de 100m.

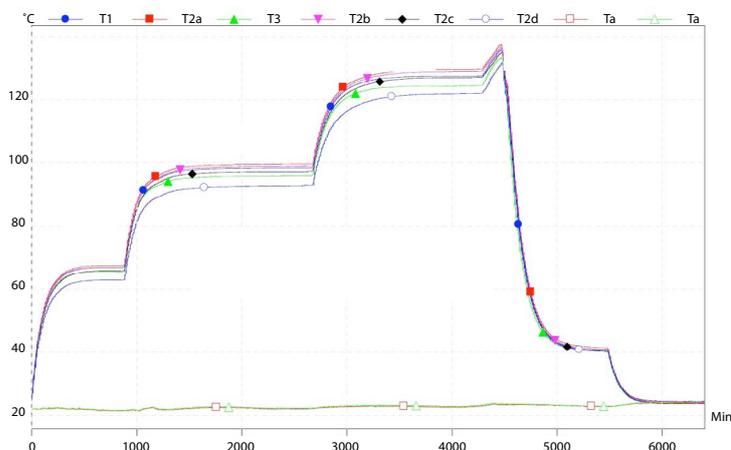
Ce calcul est différent pour les câbles blindés et non blindés, en utilisant les formules fournies par la norme EN50173-2. Nous nous attendions à voir plus qu'une différence de 10%, et c'est pourtant ce que nous avons obtenu.

Quoi qu'il en soit, l'augmentation extrême de température a eu un impact majeur sur la construction du câble, le matériau d'isolation commençant à perdre ses propriétés. Il a tout d'abord commencé à devenir mou et collant, ce qui n'est encore une fois pas tout à fait surprenant lorsqu'on considère que le composant isolant en polyéthylène est extrudé sur les conducteurs à une température de 160-180°C, par conséquent les conducteurs cuivrés peuvent migrer sur la surface et finalement se court-circuiter.

En parlant avec des fabricants de composés, nous avons été avertis que le chauffage et le refroidissement rapide peuvent commencer à recristalliser le composé et lui faire perdre ses propriétés diélectriques. Même si les conducteurs ne se court-circuitent pas, le câble aura perdu les valeurs qui lui ont été attribuées, par exemple la Perte par insertion (IL), l'Affaiblissement de réflexion (RL) et la Diaphonie exogène qui sont des éléments vitaux permettant une performance du système en conformité avec les normes.

Catégorie 6 U/UTP

| | |
|---------------|-----------|
| Date de test | 23/3/2014 |
| ID de test | 002A |
| Fils utilisés | 8 |



| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Disposition | Configuration conventionnelle du test |
| Type de câble | LSOH Cat6 UTP |
| Diamètre de câble | 6.2mm |
| Conditions d'installation | Air libre |
| Humidité à la fin du test | 40% |
| Résistance moyenne du conducteur | 0.075Ω/m |
| Résistance CC de la boucle | 15 Ω/100m |

| Augmentation de la température au-dessus de la température ambiante | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T1 | T2a | T3 | T2b | T2c |
| Watts | °C | °C | °C | °C | °C |
| 34.2 | 14.02 | 15.89 | 14.45 | 15.3 | 14.17 |
| 60 | 22.9 | 26.2 | 23.77 | 25.35 | 23.39 |
| 100 | 35.16 | 40.67 | 36.82 | 39.38 | 36.36 |

Les tests du câble U/UTP de catégorie 6 avec des conducteurs de 0.58mm (23 AWG) ont suivi le même processus.

À 'l'air libre', le plus grand câble a atteint des températures très similaires à celles de celui de catégorie 5e lors du test précédent, néanmoins, un changement majeur fut le temps nécessaire pour atteindre 'l'état d'équilibre' puisque cela prit 4 fois plus longtemps à 34.2 watts = 720 minutes, presque deux fois plus longtemps à 60 et 100 watts avec respectivement 986 minutes et 1446 minutes.

Les valeurs d'isolation ont suivi une tendance similaire, même si nous avons inclus un niveau supplémentaire à 80 watts à des fins de validation des données.

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Date de test | 27/3/2014 |
| ID de test | 002B |
| Fils utilisés | 8 |
| Disposition | Configuration conventionnelle du test |
| Type de câble | LSOH Cat6 UTP |
| Diamètre de câble | 6.2mm |
| Conditions d'installation | Isolant en mousse 28mm X 25mm |
| Humidité à la fin du test | 40% |
| Résistance moyenne du conducteur | 0.075Ω/m |
| Résistance CC de la boucle | 15Ω/100m |

| Augmentation de la température au-dessus de la température ambiante | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | T1 | T2a | T3 | T2b | T2c |
| Watts | °C | °C | °C | °C | °C |
| 34.2 | 45.42 | 46.01 | 44.15 | 45.39 | 44.29 |
| 60 | 76.34 | 77.55 | 73.91 | 76.92 | 75.26 |
| 80 | 104.66 | 106.8 | 101.58 | 106.14 | 104.25 |
| 100 | 112.62 | 114.34 | 110.11 | 113.35 | 111.37 |

Encore une fois, le temps nécessaire pour atteindre 'l'état d'équilibre' fut beaucoup plus long, 80% plus long à 34.2 watts, deux fois plus long à 60 watts et cela prit 4.500 minutes avant qu'il ne défaille à la même température globale que celui de catégorie 5e, ce est environ 2 fois et demi plus long.

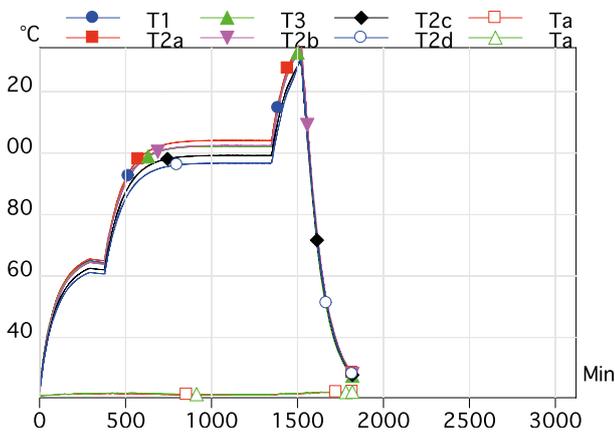
Donc, tandis que le plus grand conducteur et le bourrage en polyéthylène réduisirent le processus de chauffage, il atteignit tout de même la température critique qui se trouve quelque part entre 135 et 140°C avant que le câble ne défaille, cette légère variation pourrait être mise sur le compte de variations dans le composé en polyéthylène utilisé.

Catégorie 6 U/UTP (Diamètre réduit)

Ensuite, nous avons testé un câble de catégorie 6 de diamètre réduit. Ces câbles de conception moins coûteuse sont arrivés sur le marché ces dernières années pour répondre aux besoins du marché concernant les produits de moindre coût. Leur marketing se fait autour de l'économie d'espace et d'argent, tout en affirmant offrir la même performance qu'un canal de catégorie 6 de 100 mètres. Ces câbles HD, ou de diamètre réduit, possèdent des caractéristiques physiques proches de ceux de catégorie 5e.

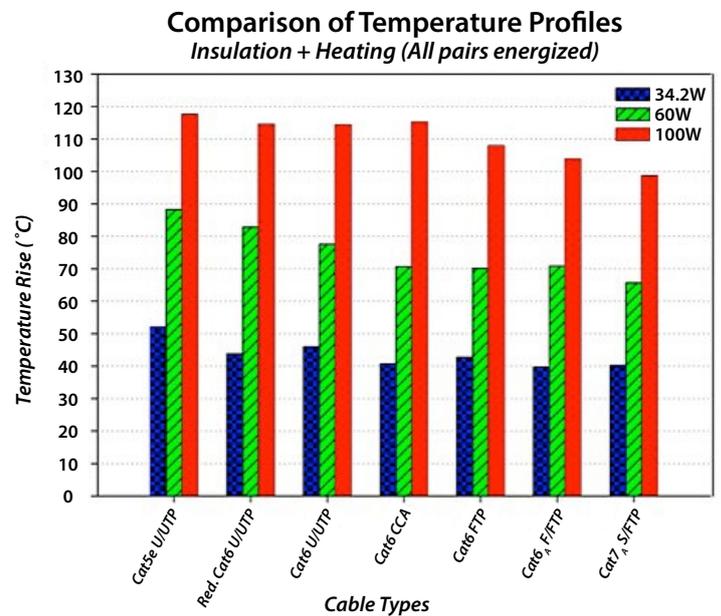
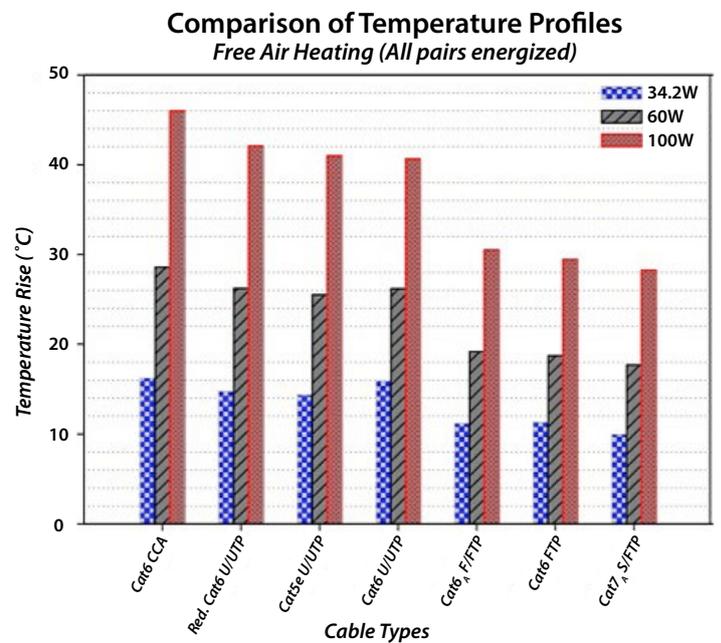
Comme nous l'avons déjà démontré, une combinaison de la taille du conducteur et du diamètre extérieur global peut avoir un impact majeur sur les résultats de ces tests.

La première indication de la performance probable peut être remarquée en examinant les valeurs du Conducteur et de la Résistance CC de la boucle, celles-ci sont déjà plus haute que celles d'un câble de 23 AWG, ce qui est en partie dû à une taille du conducteur plus proche d'un 24 AWG avec 0.52mm et un diamètre de câble global de 5.4mm.



| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Date de test | 5/5/2014 |
| ID de test | 006A |
| Fils utilisés | 8 |
| Disposition | Configuration conventionnelle du test |
| Type de câble | Cat6 UTP Réduit |
| Diamètre de câble | 5.4mm |
| Conditions d'installation | Air libre |
| Humidité à la fin du test | 40% |
| Résistance moyenne du conducteur | 0.082Ω/m |
| Résistance CC de la boucle | 16.4Ω/100m |

| Augmentation de la température au-dessus de la température ambiante | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T1 | T2a | T3 | T2b | T2c |
| Watts | °C | °C | °C | °C | °C |
| 34.2 | 14.73 | 14.78 | 14.31 | 13.7 | 12.48 |
| 60 | 25.65 | 26.24 | 25.78 | 24.66 | 21.49 |
| 100 | 41.12 | 42.09 | 41.38 | 39.77 | 34.83 |



Conclusions

Si des analyses plus poussées de ces résultats seront nécessaires pour le Cenelec et ISO/IEC avant que des recommandations complètes ne puissent être publiées, nous pouvons émettre la conclusion que les risques de dégradation des performances du système causés par l'impact de dispositifs de télé-alimentation sur les câbles de communications en cuivre ne peuvent être ignorés et devraient être considérés comme un facteur clé lors des spécifications de fabrication des câbles et des catégories de performance.

Durant cette étude, nous avons souligné que certains câbles ont ÉCHOUÉ physiquement pendant ces tests. La température commune étant approximativement 115° C au-dessus de la température ambiante, il faut néanmoins considéré que tous les câbles ne sont pas installés dans des espaces qui fonctionnent à 21°, certains peuvent se trouver dans des espaces à air de retour qui possèdent une température naturelle bien supérieure.

Par ailleurs, ces résultats penchent très clairement en la faveur d'une installation de câbles de catégorie 6 conformes aux normes plutôt que de câbles de catégorie 5e ou de catégorie 6 de diamètre réduit, lesquels possèdent des caractéristiques de chaleur similaires à ceux de catégorie 5e.

Tous les critères de performance concernant le canal de 100 m mis en relief dans les normes EN50173-2 sont basés sur un fonctionnement à une température ambiante de 20°C, et cette distance doit être réduite pour chaque degré supplémentaire. La formule suivante fournie dans les normes ci-dessus donne le ratio de réduction pour les câbles non

Non blindé

$$L_{>20^{\circ}\text{C}}=L/(1+(T-20)\times 0,004)$$

$$L_{>40^{\circ}\text{C}}=L/(1+(T-20)\times 0,004+(T-40)\times 0,006)$$

blindés. En bref, pour des augmentations de température allant jusqu'à 20°C au-dessus de la température ambiante, le canal doit être réduit de 4%, et pour des températures de plus de 20°C au-dessus de la température ambiante, il faut

rajouter 6% supplémentaires.

Ceci peut éventuellement avoir un effet important sur la performance du câblage installé, puisque certaines

Blindé

$$L_{>20^{\circ}\text{C}}=L/(1+(T-20)\times 0,002)$$

recherches récentes montrent que le niveau de chauffage peut atteindre dans certains cas jusqu'à 30 ou 40°C au-dessus de la température ambiante.

Cette note technique a été produite par F. Akinouye, le Dr A. Duffy (Université De Montfort, Département d'ingénierie, Leicester, R.-U.) et Paul Cave, Directeur technique à Excel Networking.

European Headquarters

Excel House
Junction Six Industrial Park
Electric Avenue
Birmingham B6 7JJ
England

T: +44 (0) 121 326 7557
E: sales@excel-networking.com

Middle East & Africa Headquarters

Office 11A
Gold Tower
Jumeirah Lake Towers
Dubai
United Arab Emirates

T: +971 4 421 4352
E: salesme@excel-networking.com

www.excel-networking.com

excel
without compromise.