

موزّع طابق عند التسليم. المئة متر تُنفَق هنا: في المسار، وفي الحزمة، وفي الحبال عند الطرفين.

أكاديمية NLC · الحلقة 23

المئة متر ميزانية، لا طول.

مواصفة الكابلات أدقّ ممّا يظنّ السوق، وأكثر سخاءً في المواضع التي يُبالغ الجميع في اشتراطها. إليك ما تقوله فعلاً، وما يفعله تجويف سقف عند 50 °C بتلك الميزانية.

مفردتان لمنشأة واحدة

في ISO/IEC: الفئة للمكوّنات، والصنف للوصلة المركّبة



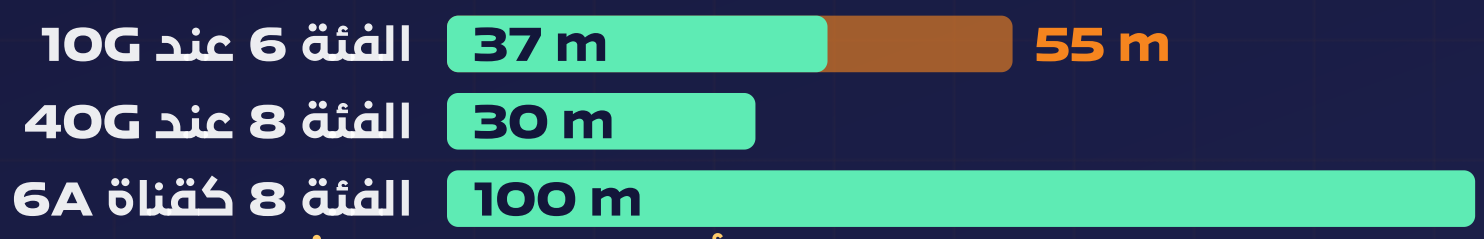
1. تفصل ISO/IEC 11801 بين المستويين: مكوّنات الفئة 6 توفّر أداء الصنف E. أما TIA فتستخدم الفئة للمكوّنات وللكابلات المركّبة معاً. [1][6]

2. تحدّد الفئة أداء المكوّن حتى تردّد مُعلن، بما في ذلك حدود كهربائية مثل خسارة الإدخال والتداخل: حتى 100 MHz للفئة 5e، ثم 250 MHz للفئة 6، ثم 500 MHz للفئة 6A. والميغاهرتز ليس معدّل بيانات. [1]

لا تعترف TIA بالفئة 7. فهي مصطلح مكوّنات لدى ISO/IEC يرتبط بالصنف F. سمِّ المواصفة الحاكمة بدل خلط مصطلحات النظامين. [1][6]

ماذا تشتري الفئة فعلاً

رقمان يُنقلان دائماً بلا شروطهما



يمكن الوعد بـ 37 m، أما 55 m فيجب إثباتها

الفئة 6 عند 10 Gbps

37-55 m

ملاحظة الجدول 5 لدى TIA: الفئة 6 المركّبة والمؤهّلة وفق TSB-155 تدعم 10GBASE-T من 37 m إلى 55 m **بحسب بيئة التداخل الغريب**. فـ 37 m هو ما يمكنك الوعد به. [3]

الفئة 8 عند 30 m

30 m

قناة بطول 30 m بوصلتين على الأكثر: وهي طوبولوجيا مراكز البيانات المحدّدة لتطبيقَي 25GBASE-T ثم 40GBASE-T. [2][3]

مكوّنات الفئة 8 في قناة 6A

= Cat 6A

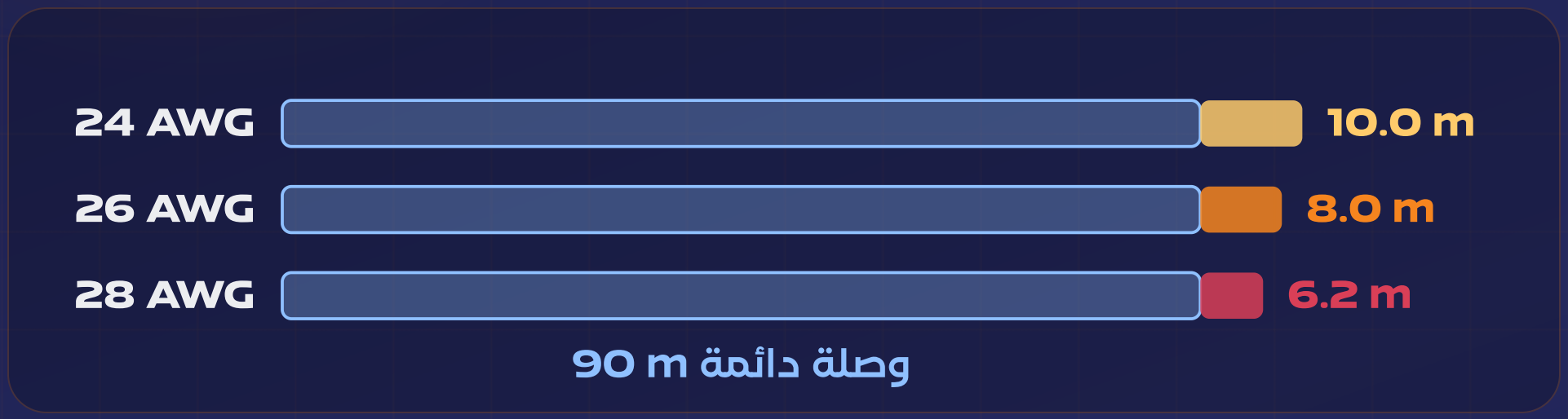
يمكن استخدام مكوّنات الفئة 8 لبناء قنوات من الفئة 6A بطول 100 m. وأداء تلك القناة أداء الفئة 6A. [2]

والقراءة المفيدة للثلاثة: الفئة مواصفة نطاق ترددي بشروط ملحقة، لا شارة سرعة.

اسأل: عند أيّ تردّد، وعلى أيّ طول، وفي أيّ بيئة تداخل غريب، وعند أيّ درجة حرارة.

الحساب الذي لا يُنقل

القناة 102 متر من خسارة الإدخال





جهاز فحص ميداني يعلن نجاح وصلة من الفئة 6A. والقناة تضيف الحبلين، والسطر أعلاه هو ثمنهما.

تعمل ANSI/TIA-568.0-E بالمكافئات: مخصّص الحبال = (102 ناقص طول الوصلة) مقسوماً على D، حيث D تساوي 1.2 لمقاس 24 AWG المجدول، ثم 1.5 لمقاس 26 AWG، ثم 1.95 لمقاس 28 AWG. وإلى جانب وصلة طولها 90 m يعني ذلك 10 m من حبل 24 AWG، لكن 6.2 m فقط من حبل 28 AWG. [2][3]

فالحبال الرفيعة تستهلك مخصّص الحبال أسرع. كما أن الحبال ذات المعامل 1.95 (مقاس 28 AWG) محدودة بـ 15 m في أيّ قناة. [2]

لماذا اختبار القبول هو الوصلة الدائمة

اختبار القناة لا يقيّم قابسيه الطرفيين



1. في اختبار القناة تقع واجهة الجهاز **بعد** القابس في كل طرف، فلا يُقيَّم أداء توصيل هذين القابسين الطرفيين. ولهذا يُجرى اختبار القبول على الوصلة الدائمة. [5]

2. وحدود الوصلة الدائمة أشدّ عمداً: تضعها TIA «لضمان إمكان تمديد الوصلات الدائمة إلى قنوات مطابقة». [4]

ووصلة MPTL (مقبس في طرف وقابس مركّب ميدانياً في الآخر) طوبولوجيا معترف بها في الملحق F من ANSI/TIA-568.2-D، حتى 90 m، وتُختبر بحدود الوصلة الدائمة. وليست طريقاً للالتفاف على اختبار الوصلة الدائمة. [4]

قراءة تقرير الاختبار

حدّ الطول والتفاوت والنجمة *PASS



حدّ التصميم: 90 m للوصلة الدائمة

تضعه مواصفة الكابلات. وحدّ القناة 100 m. [2]

90 m

تفاوت الطول: نحو 10%

في زمن الانتشار ومعامل NVP قدر من عدم اليقين، لذا قد لا يُفشل الجهاز الطول قبل نحو 99 m. [5]

99 m
110 m

النجمة *PASS: داخل نطاق الدقّة

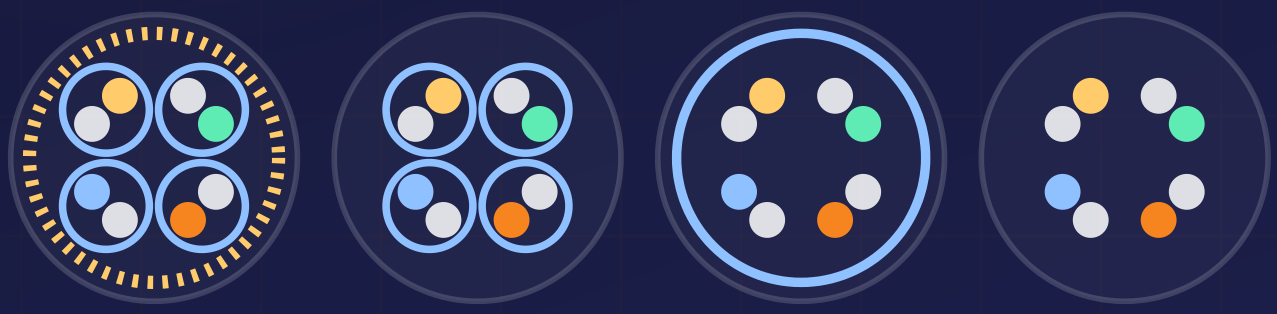
نتيجة تقع ضمن نطاق دقّة الجهاز قرب حدّها. والنتيجة الكلية تتوقف على كل الاختبارات المطلوبة. [5]

PASS*

التفاوت ليس إذناً للتصميم: فالوصلة الدائمة بطول 95 m تتجاوز حدّ التصميم بمقدار 5 m.

قبل الرقم الخليجي

التدريع تركيب في الكابل، لا فئة



	U/UTP	F/UTP	U/FTP	S/FTP
الدرع الكلي	بلا	رقاقة	بلا	جديلة
درع كل زوج	بلا	بلا	رقاقة	رقاقة

الفئة 6A تباع بالتراكيب الأربعة، والفئة لا تحدد أيها

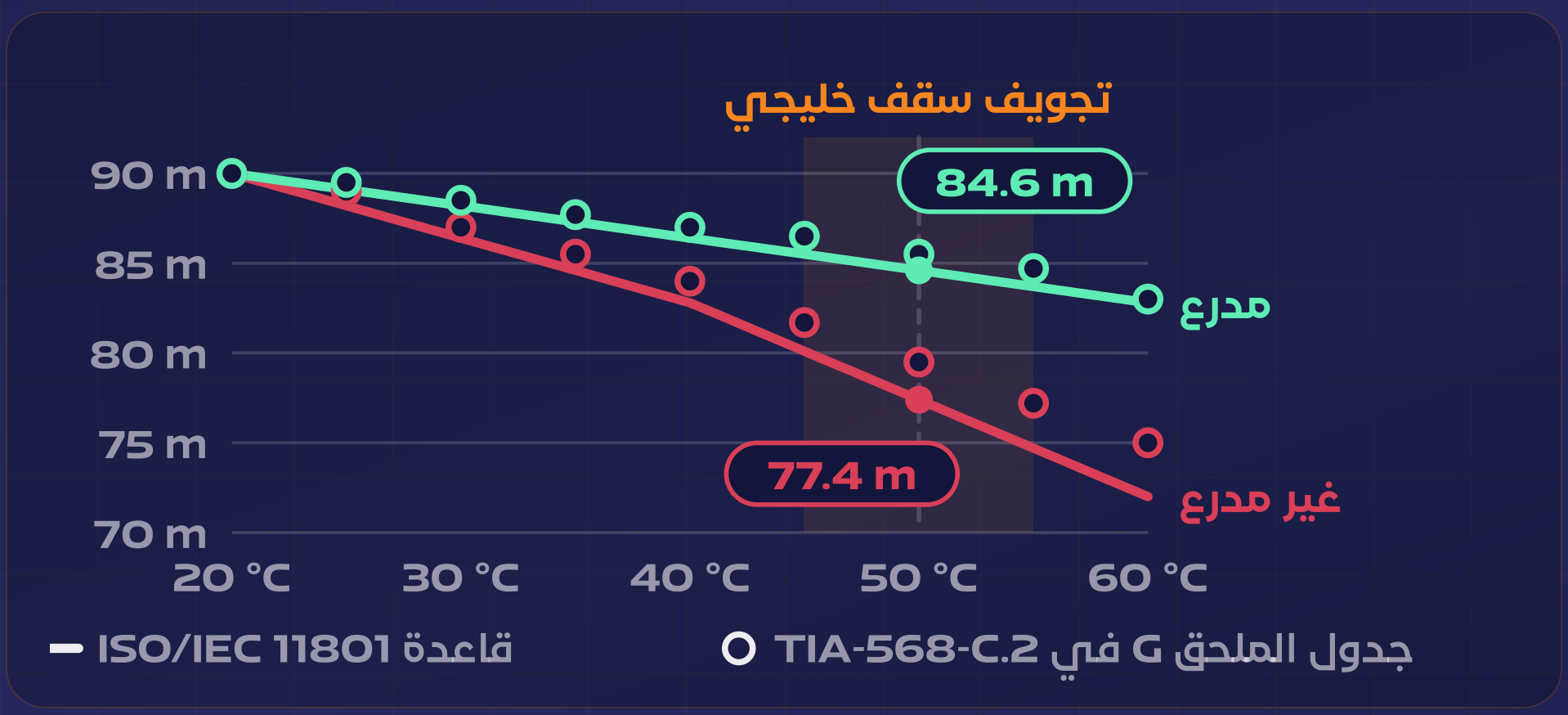
1. يُقرأ الاسم على نصفين: الدرع الكلي قبل الخط المائل، ودرع الأزواج بعده. فالحرف U يعني بلا درع، والحرف F رقاقة، والحرف S جديلة. وتورد ISO/IEC 11801-1 هذا المخطط في الملحق D. [7]

2. لا يذكر تعريف الفئة لدى TIA أيّ درع، فكابل U/UTP من الفئة 6A هو من الفئة 6A، وكذلك كابل F/UTP، وكذلك كابل S/FTP. والمناقصة التي تكتب «Cat 6A» وحدها لم تختر تركيباً بعد. [1]

يتوقف التدريع على الإنهاء والربط الصحيحين. فالمواصفة ANSI/TIA-568.0-E تشترط ربط الدرع بقضيب الربط PBB أو SBB، وتعدّ أيّ جهد يزيد على 1.0 Vrms بين الدرع وتأريض المأخذ تأريضاً غير سليم. والتلامس عبر سلك التصريف وحده أقلّ فاعلية عند الترددات العالية. [2] [10]

الرقم الخليجي

الحرارة لا تُتلف الكابل، بل تُقصّره



1 ترتفع خسارة الإدخال مع الحرارة، وتستجيب الإرشادات **بتقصير الطول المسموح**، لا بتخفيف الحدّ. والأطوال المنشورة تفترض 20 °C. [6]

2 فعند 50 °C يهبط الطول الأفقي غير المدرّع من 90 m إلى 77.4 m، بينما يهبط المدرّع إلى 84.6 m فقط، لأن ISO/IEC 11801:2002 تخفض المدرّع بمعدّل أقلّ. [6]

وهذه أقوى حجّة تجارية للكابل المدرّع في تجويف سقف خليجي، ولا علاقة لها بالضوضاء: فغير المدرّع يفقد 12.6 m من طول التصميم عند 50 °C، والمدرّع يفقد 5.4 m.

المشكلة نفسها بطريقتين مختلفتين

سمِّ الوثيقة، لا القاعدة وحدها



الكابل نفسه بفارق 2.1 m عند 50 درجة، ثم 3.0 m عند 60 درجة

تنصّ ISO/IEC 11801 على قاعدة نسبية، وتنشر ANSI/TIA-568-C.2 في الملحق G جدولاً. وعند 50 °C تعطيان 77.4 m مقابل 79.5 m للكابل غير المدرّع نفسه، بفارق 2.1 m. [1][6]

فالمواصفة التي تقول «يُخفض الطول حرارياً وفق المعيار» غامضة بنحو مترين. سمِّ الوثيقة والجدول. كما يفترض جدول TIA أن حبال التوصيل تبقى عند 20 °C، فغرفة الموزّع الحارّة تضيف خسارة لا يُظهرها الجدول.

تغذية PoE والفئة

النوع 4 من PoE: قدرة 90 W عند المصدر مقابل 71.3 W عند الجهاز

	النوع 3 · 60 W عند PSE	النوع 4 · 90 W عند PSE
Cat 5e	100 m	100 m
Cat 6	100 m	100 m
Cat 6A	100 m	100 m
Cat 8	100 m	100 m

الطول المدرج، الجدول 5 في الملحق C من TIA-568.0-E
يحصل الجهاز PD في النوع 4 على 71.3 W عبر قناة مطابقة

يُدرج الجدول 5 في الملحق C من ANSI/TIA-568.0-E تغذية PoE من النوعين الثالث والرابع وفق IEEE 802.3bt على الفئات 5e، 6، 6A، 8، كلٌّ منها حتى 100 m. ويحدّد النوع الرابع حتى 90 W عند المصدر PSE، مع 71.3 W متاحة عند الجهاز PD عبر قناة مطابقة. [3][8][15]

والفئة وحدها لا تضمن حرارة آمنة للحزمة. فحجم الحزمة والحرارة المحيطة والتيار وطريقة التركيب هي التي تحدّد ذلك (انظر الشريحة 11 والشريحة 12). وقد تضيف الفئة الأعلى هامشاً حرارياً، لكنها ليست شرطاً لنوع PoE.

لماذا الحزمة هي المشكلة

الحرارة تتبع مربّع التيار، مضروباً في عدد الأزواج



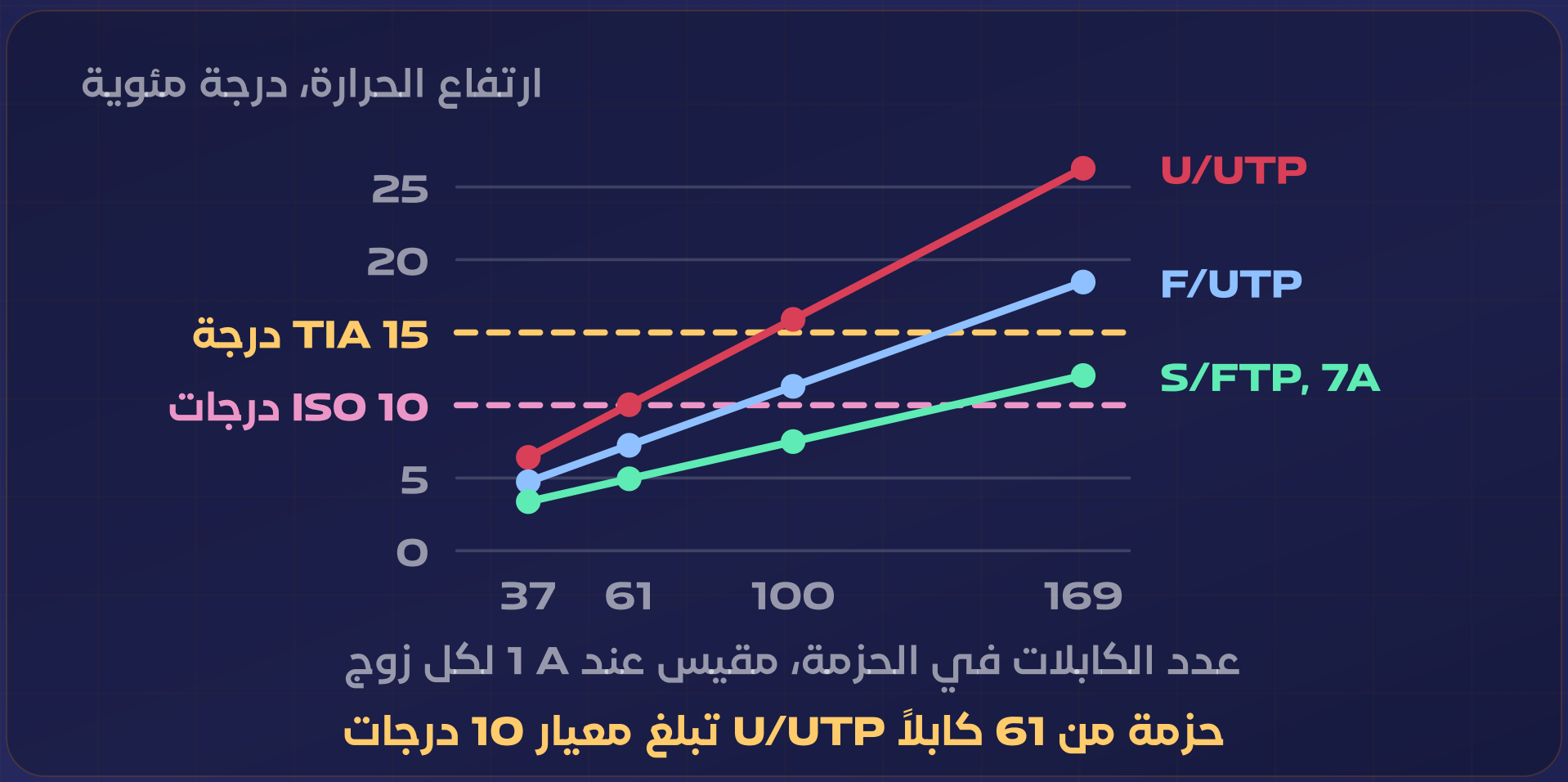
نموذج تقريبي: عدد الأزواج في مربع التيار
من النوع 1 إلى 4: لكل زوج 7.5x، لكل كابل 15x

فالانتقال من النوع الثالث إلى النوع الرابع، أي من 600 mA إلى 960 mA لكل زوج، ليس زيادة 60% في الفقد المقاومي، بل **2.56 مرة**. والنوع الأول يغذّي زوجين بينما يغذّي الرابع أربعة، فالنسبة لكل كابل **15 مرة**، لا 7.5. [8]

وقانون المربّع هو النموذج الذي افترضته أعمال IEEE لتسخين الكابلات، فعامله مقارنةً تقريبية لا مضاعفاً للحرارة. ومن القياسات: الحزم المرتّبة أسخن من العشوائية، وتحتاج الحزمة من أربع إلى ستّ ساعات لبلوغ الاتزان. [13]

الحجّة الحرارية كلّها في سطر

ميزانيتك هي 60 °C ناقص الحرارة المحيطة



1 فتلك هي درجة تصنيف الكابل. تفترض TIA TSB-184-A محيطاً عند 45 °C وارتفاعاً من PoE بمقدار 15 °C؛ وتفترض ISO/IEC TS 29125 محيطاً عند 50 °C وارتفاعاً بمقدار 10 °C. وكلاهما إرشاد تصميمي. [9]

2 في اختبار Siemon عند 1 A لكل زوج، ارتفعت حزمة من 61 كابلاً من الفئة 6A غير المدرّعة بمقدار 10.0 °C، فبلغت معيار 10 °C. وعند 100 كابل ارتفع غير المدرّع 15.9 °C وارتفع المدرّع 11.3 °C، أي أبرد بنحو 29%. [12]

والتنويع أرخص هامش. ففي بيانات التحميل الجزئي لـ TSB-184 (الفئة 5e، حزمة من 100 كابل، 600 mA) ارتفعت الحزمة 2.4 °C عند تغذية 96 من 400 زوج، ثم 10.0 °C عند تغذيتها كلها. [14]

تجويف السقف مشترك

مسافة 300 mm نتيجة حساب، لا قاعدة



مسافة 300 mm تخص كابلاً مجهول الأداء بجوار 13 إلى 15 دائرة

1. تحسب EN 50174-2:2018 الفصل بالمعادلة A = S × P. فالمقدار S يتبع صنف الفصل للكابل والمسار، والمعامل P يتبع عدد دوائر 20 A المجاورة، وقيمته 0.2 لدائرة حتى ثلاث دوائر. [10]

2. في هذا المثال: كابل Cat 6A غير المدرّع 20 mm، والمدرّع 10 mm. والمسار الفولاذي المصمت (المكافئ لماسورة فولاذ بسماكة 1.5 mm) يعطي صفراً. [10]

ويسمح البند 6.2.2 بفصل صفري في بيئة E1 لكابل من الصنف b أو c أو d مع دوائر مغلّفة حتى 100 A، إلا في فضاءات الموزّعات. وقد تفرض الأنظمة المحلية مسافة أكبر. [10]

تصنيف الحريق

تصنيف CMP والصنف الأوروبي نظامان مختلفان للحريق

إدراج NEC في أمريكا الشمالية، الأفضل أولاً

CMP	CMR	CM	CMX

الصنف الأوروبي وفق CPR، الأفضل أولاً

Aca	B1ca	B2ca	Cca	Dca	Eca	Fca

المعلم: تصنيفا كابل واحد هو Belden 10GXS13 نظامان واختباران، ولا تحويل بينهما

تصنيف CMP إدراج أمريكي شمالي (المادة 800 من NEC، مع اختبار NFPA 262). أما الأصناف الأوروبية فتتبع لائحة CPR الأوروبية (EN 13501-6 ثم EN 50575) باختبارات مختلفة. ولا يحمل المنتج تصنيفاً في نظام إلا إذا اختُبر فيه. [11]

مثال: كابل **Belden 10GXS13** من الفئة 6A غير المدرّع لتجاويف السقف مُدرج بتصنيف CMP ويُعلن الصنف الأوروبي Eca. إنه منتج واحد بتصنيفين منفصلين، لا تكافؤ بينهما. وعبارة «LSZH» وحدها ليست تصنيفاً كاملاً لسلوك الحريق. [11][16]

الضمان

ضمان النظام لخمسة وعشرين عاماً برنامج من المصنّع، لا مواصفة

ضمان النظام	25 سنة · شروط المورد
ISO/IEC 11801:2002	10 سنوات — دون رقم أعلى

مدة الضمان والعمر المتوقع أمران مختلفان

لا تُعرّف مواصفات الكابلات ضمان النظام. فكلمة «ضمان» لا ترد في ANSI/TIA-568.0-E إلا في إشعارها القانوني، ولا ترد في ISO/IEC 11801:2002 أصلاً. [2][6]

ما يجب التحقق منه في الضمان المعروض عليك

- مركّب معتمد ومشروع مسجّل
- مكوّنات محدّدة من مورّد واحد
- تقديم نتائج اختبار معتمدة
- قواعد النقل والإضافة والتغيير لاحقاً
- الاستثناءات وأيّ سقف للمسؤولية

تختلف الشروط من مورّد لآخر، والمثالان مذكوران في المصادر. [17]

وتتوقّع ISO/IEC 11801:2002 عمراً استعمالياً يتجاوز 10 سنوات، وتنصح بتصميم الكابلات الأفقية لأطول عمر تشغيلي. [6]

البند الذي يجب أن يُكتب

أربعة أسطر يمكن اختبارها

الكابلات الأفقية: أساس التصميم والقبول

«أ. تُختبر كل وصلة دائمة بحدود الفئة 6A في ANSI/TIA-568.2-E بجهاز بمستوى الدقّة IIIe وفق ANSI/TIA-1152-A، مع النتائج الأصلية لكل وصلة.

ب. يُخفَّض طول الوصلة لحرارة كابل مُعلنة عند 50 °C وفق ملاحظة الجدول 21 في ISO/IEC 11801:2002: 84.6 m للمدرّع، ثم 77.4 m لغير المدرّع.

ج. تُحدَّد أحجام حزم PoE وفق TIA TSB-184-A للحرارة المحيطة المُعلنة ونوع PoE والأزواج المغذّاة.

د. تُحسب مسافة الفصل عن القدرة وفق البند 6.2 من EN 50174-2:2018 بالمعادلة A = S × P، وتُبيَّن على مخطّطات المسارات.»

1. يسمّي كل سطر وثيقة ومقداراً وطريقة. والمراجع مختارة لكل موضوع، وليست مواصفة واحدة مجمّعة.

2. والحريق سطر مستقل: صنف أوروبي مسمّى مع أصنافه الفرعية، أو إدراج NEC المطلوب، لا عبارة LSZH وحدها.

غائب عمداً: الفئة 7 لدى TIA · سلّم يربط الفئة بنوع PoE · قاعدة عامة لمسافة 300 mm · ضمان لخمسة وعشرين عاماً تعرّفه المواصفات.

المصادر

من أين جاء كل رقم في هذا العرض

المواصفات والإرشادات

[1] ANSI/TIA-568-C.2 (2009) cl. 4.2; Annex G Table G.2
[2] ANSI/TIA-568.0-E (2020) cl. 5.8, 5.10.2, 6.2.5, 6.2.6
[3] ANSI/TIA-568.0-E (2020) Table 1; Annex C Table 5
[4] ANSI/TIA-568.2-D (2018) Annex F; ANSI/TIA-568.2-E (2024)
[5] ANSI/TIA-1152-A (2016), field tester accuracy
[6] ISO/IEC 11801:2002 Intro; cl. 5.3.5, 7.2.2; Table 21
[7] ISO/IEC 11801-1:2017+AMD1:2025 Annex D
[8] IEEE 802.3bt objectives; IEEE Std 802.3-2022 cl. 145
[9] TIA TSB-184-A; ISO/IEC TS 29125
[10] EN 50174-2:2018 cl. 6.2, Tables 7-10; 2009+A1 cl. 5.3.6
[11] NFPA 70 Table 800.179; NFPA 262; EN 13501-6; EN 50575

بيانات مقيسة ووثائق مورّدين

[12] Siemon, IEEE 802.3bt, Jan 2014, slide 13
[13] CommScope (Larsen), Belden (Kish), IEEE 802.3bt, 2014
[14] DiMinico, IEEE 802.3bt, Jan 2015, slide 10
[15] Ethernet Alliance, 802.3bt overview v2.1 (2019)
[16] Belden 10GXS13 datasheet (CMP, Euroclass Eca)
[17] CommScope BR-111043.1-EN (2018); Panduit H2-2692 (2018)

البيانات المقيسة ووثائق المورّدين أمثلة ضمن شروطها المذكورة، لا حدود معيارية.

معرفة عملية في هندسة الإنارة

احفظها. وأرسلها إلى زميل.

اقرأ المقال الكامل للحلقة

https://nlc.com.sa/ar/academy/structured-cabling.html

الحلقة القادمة

بروتوكولات التحكّم بالإنارة