

الحزمة داخل ذلك المجرى هي حيث يتحوّل فاقد القناة إلى حرارة، ولا شيء في المبدّل يخبرك بحرارتها من الداخل.

منفذ من الفئة الثامنة بقدرة 90 W يضمن 71.3 W عند واجهة قدرة الجهاز.

قدرة PoE عمليًا: الأنواع، الفئات، الفواقد والحدود الحرارية. ما يصدره المبدّل، وما تأخذه القناة، وما يُضمن للجهاز.

المرجع المعياري الحالي

للنوعين الثالث والرابع، استشهد بالبند 145 من IEEE Std 802.3-2022



أسماء الملاحق المعروفة ما زالت شائعة في السوق. أما في المواصفات والمراجع الرسمية فالأدقّ أن يُستشهد بالبند المعني من المواصفة الأساس السارية، وهي تحمل النوعين الأول والثاني في البند 33، ثم النوعين الثالث والرابع في البند 145. ومصطلحا المواصفة نفسها هما النوع والفئة. [1]

معادلة واحدة، أربعة أرقام معروفة

قدرة المنفذ ناقص فاقد القناة

قدرة المنفذ = الأمبير × الفولت | الفاقد = مربّع الأمبير × الأوم

	PSE		الفاقد		PD
النوع 1	15.4 W	-	2.45 W	=	12.95 W
النوع 2	30.0 W	-	4.50 W	=	25.5 W
النوع 3	60.0 W	-	9.00 W	=	51.0 W
النوع 4	90.0 W	-	18.7 W	=	71.3 W

قدرة المنفذ ناقص فاقد القناة = المضمون عند الجهاز

القيم 15.4 ثم 30 ثم 60 ثم 90 W هي قدرة جانب المصدر في هذه الأمثلة. أما 12.95 ثم 25.5 ثم 51 ثم 71.3 W فهي القدرة المتاحة عند واجهة قدرة الجهاز وفق أدنى جهد وأسوأ مقاومة قناة مذكورين. [1][2]

قد يكون الاستشهاد قديماً دون أن يكون خاطئاً

الرقم 12.95 W والرقم 13.0 W الذي حلّ محلّه

802.3af	802.3at	802.3-2012	802.3-2022
2003	2009	2012	2022
12.95 W	13.0 W	13.0 W	13.0 W

ما زال يُطبع في ورقة بيضاء لمصنّع سنة 2022

لا أثر للرقم «12.95» في 3,748 صفحة من 802.3-2012

المعادلة ما زالت تعطي 12.95، فلا يبدو الرقم خاطئاً

ما زالت المعادلة تنتهي عند 12.95 W. ومنذ الملحق 802.3at صارت القيمة المنشورة للفئة الثالثة 13.0 W، ولا يرد «12.95» في طبعة 2012. وهكذا تبقى قيم قديمة متداولة في الأدبيات التقنية بعد أن تعتمد المواصفة الأساس رقماً منشوراً مختلفاً. [1]

لفواقد PoE، لا تسأل عن الأمتار وحدها

المسافة وحدها لا تحدّد الفاقد، بل مقاومة القناة

ISO/IEC 11801
25 Ω
لكل زوج، قناة الصنف D

÷2

مجموعة زوجين
12.5 Ω
ذهاباً في زوج، وإياباً في

÷2

الأزواج الأربعة
6.25 Ω
مجموعتا زوجين على التوازي

ميزانية PoE هي مواصفة الكابلات مقسومة على اثنين مرتين

الطول يؤثّر في المقاومة، لكن المقاومة هي المقدار الداخل في حساب الفاقد: 12.5 Ω لكل مجموعة زوجين، ثم 6.25 Ω على أربعة أزواج، مشتقّة من حدّ قناة الصنف D. وسجّل مقاومة حلقة الزوجين المقيسة لكل قناة بجانب الطول. [1][3]

النوع ليس ضماناً للقدرة

النوع الثالث قد يبلغ الفئة السادسة، لكن النوع وحده لا يحدّد قدرة الجهاز



وفق هذا المصدر، يلزم النوع الثالث دعم الفئة 1 على الأقل: 3.84 W عند الجهاز

الإطار الكهرماني: الفئتان الخامسة والسادسة تتطلبان أربعة أزواج

الفئة السادسة تقابل 51 W عند الجهاز. وقدرة النوع الثالث تتبع الفئة المدعومة وتهيئة الأزواج، ووفق المصدر المذكور يلزم مصدر النوع الثالث دعم الفئة الأولى على الأقل. أما مصدر النوع الرابع فيلزمه دعم الفئة السابعة، والفئة الثامنة قدرة إضافية. [2]

كيف يقرّر المنفذ

الكشف مقاومة، أما التصنيف فحوار



بصمة 25 kΩ تعرّف الجهاز بأنه مُغذّى. ثم يطبّق المصدر جهداً في نطاق 15.5 إلى 20.5 V، فيجيب الجهاز بالتيار الذي يسحبه، ويغيّر بصمة التصنيف من الحدث الثالث حين يطلب أعلى من الفئة الرابعة. [2]

عندما لا تكفي ميزانية القدرة

قد يُخصَّص للمنفذ فئة أقل بدلاً من توقّفه

يطلب	الأحداث التي يرسلها المبدّل				
	1	2	3	4	5
Class 5	13	25.5	25.5	40	
Class 6	13	25.5	25.5	51	
Class 7	13	25.5	25.5	51	62
الفئة 8	13	25.5	25.5	51	71.3

■ مُنحت كاملة ■ خُفّضت

بالواط عند الجهاز · الخلية الفارغة غير مسموح بها

في خفض الفئة يرسل المصدر أحداث تصنيف أقلّ، فيُخصَّص للجهاز الأدنى بين ما طلبه وما يمنحه ذلك العدد. وإذا أضاءت وحدة الإنارة دون أن تبلغ كامل خرجها، فتحقّق من الفئة الممنوحة فعلاً قبل أن يُلام محوّل الكهرباء. [2]

القدرة الأعلى قد تعني فواقد أكبر في القناة

في الفئة الثامنة قد يبلغ فاقد القناة 20.8% في أسوأ حالة معيارية

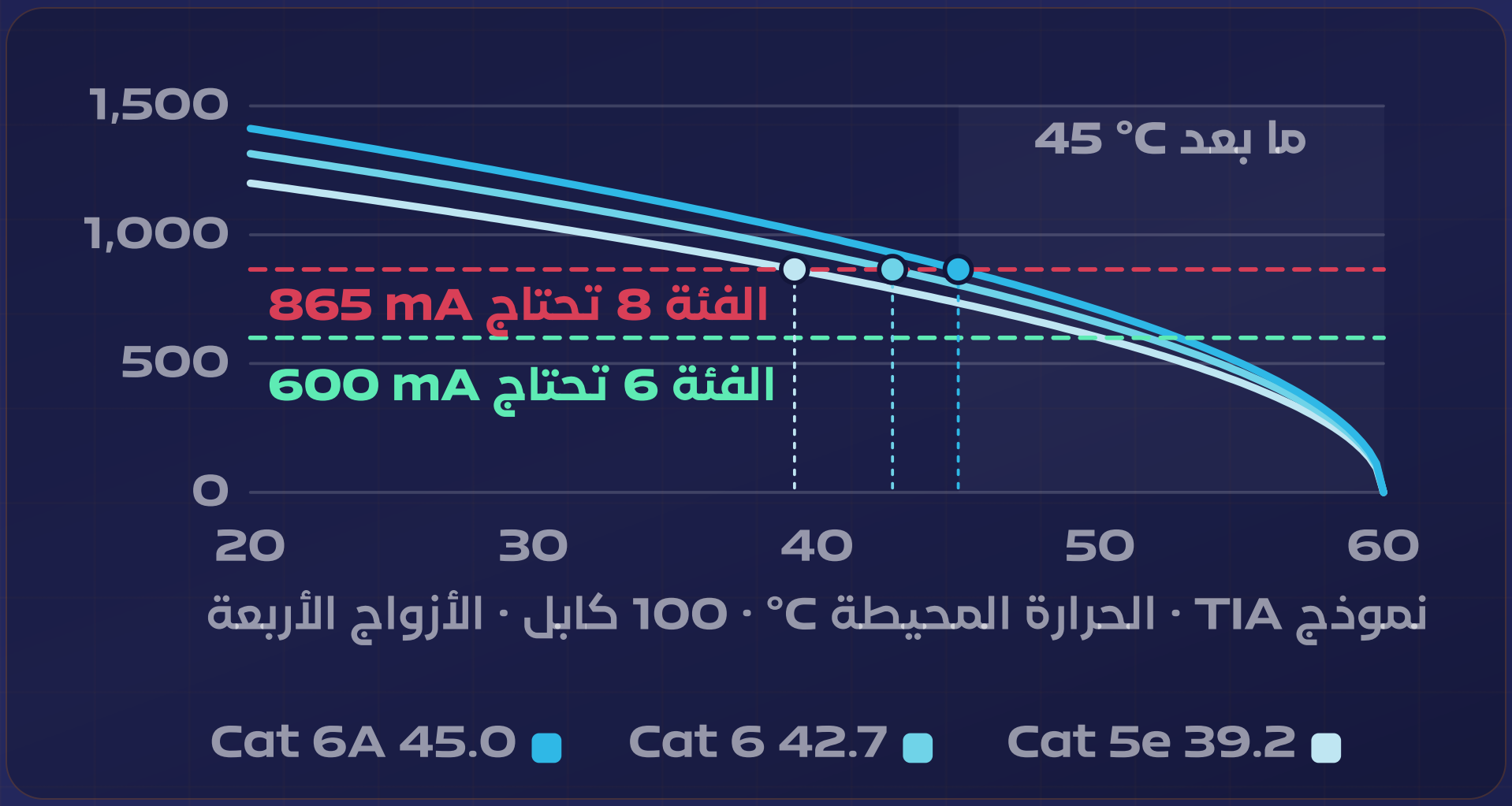


فاقد القناة في أسوأ حالة، بحسب الفئة

هذا فاقد قناة لا كفاءة منظومة كاملة. ففي أسوأ قناة تسمح بها المواصفة يفقد منفذ 90 W مقدار 18.7 W في النحاس، وفي 200 وحدة إنارة يبلغ ذلك نحو 3.74 kW حرارة كابلات بالافتراض نفسه، وقد يلزم إدراجها في حسابات التبريد. [1]

حدّ الحزمة الساخنة

في نموذج TIA هذا تبلغ الفئة الثامنة حدّ Cat 6A عند 45 °C



تنمذج رابطة صناعة الاتصالات (TIA) في نشرتها TSB-184-A حزمة من 100 كابل بكل أزواجها عاملة. تيار الفئة الثامنة البالغ 865 mA لكل زوج يلتقي منحنى Cat 6A عند 45 °C، ثم Cat 6 عند 42.7 °C، ثم Cat 5e عند 39.2 °C. أما 600 mA للفئة السادسة فتبقى داخل المنحنيات كلها حتى 50 °C. [4]

حجم الحزمة والمسار لهما أثر

الكابل نفسه، والحرارة نفسها، وتيار مسموح مختلف



بيانات أحد المصنّعين لكابل Cat 6A، بوحدة mA لكل زوج عند 45 °C

الحزمة والمسار يغيّران الحدّ

بيانات أحد المصنّعين لكابله Cat 6A عند 45 °C: 960 mA لكل زوج في حزمة من 100 كابل في الهواء الطلق، ثم 843 mA داخل أنبوب، ثم 1,632 mA عند 24 كابلاً. فالقدرة الحرارية تتبع الكابل والحزمة والمسار والحرارة المحيطة. [5]

كود البناء السعودي 2024

يتضمّن SBC 401-CR-2024 الفصل 716 لتوزيع القدرة المستمرة عبر كابلات تقنية المعلومات

433 من 750 mA لكل موصّل ينجح بهامش 42%

المطلوب 865، والمتاح 706 mA الحزمة عند 50 °C يقصر بنسبة 18%

الحدّ الكهربائي الدولي هنا وقد تسبقه الحدود الحرارية

تضع صفحة المحتويات هذا الفصل بين 715 ثم 717، تحت عناوين أقسام IEC 60364-7-716:2023. وفي هذا المثال يمرّر منفذ النوع الرابع بقدرة 90 W عند 52 V مقدار 433 mA في كل موصّل، مقابل الحدّ الكهربائي 750 mA في النصّ الدولي، وقد تصبح الحدود الحرارية هي القيد الحاكم. واعتمد النصّ السعودي للمتطلبات السعودية. [6]

السؤال الذي ينبغي أن يجيب عنه كل عرض سعر

كم منفذاً يمكنه العمل فعلاً عند 90 W في آن واحد؟

مثال: 48 منفذاً، كل منها قادر على 90 W



يعمل منها 21 عند 90 W معاً

تحدّدها ميزانية المبدّل ومزوّدات القدرة المركّبة



كل وصلة خضراء هناك مفاوضة اكتملت. ولا شيء على تلك الواجهة يقول كم واط منحه المنفذ.

مثال: مبدّل أحد المصنّعين بثمانية وأربعين منفذاً، كل منفذ قادر على 90 W، ويعمل منها 21 منفذاً عند 90 W معاً بمزوّدات القدرة المحدّدة. فالسعة التجميعية تتبع ميزانية قدرة المبدّل ومزوّداته المركّبة، لا حاصل ضرب تصنيف المنفذ في عدد المنافذ. [7]

قياس فعلي لمنظومة إنارة PoE

في اختبار PNNL أضاف المبدّل والكابلات 13 إلى 19%

زيادة 13 إلى 19 W



من الجدار: 113 إلى 119 W

منظومة واحدة مختبَرة · كفاءة مزوّد قدرة المبدّل من 88 إلى 91%
فاقد الكابلات دون 5% وفق ANSI C137.3

التحويل ينتقل إلى المبدّل ولا يُلغى

منظومة واحدة مختبَرة: عتاد مبدّل محدّد، وكابلات بطول 49 m، وشروط ANSI C137.3، وبلغت كفاءة مزوّد قدرة المبدّل 88 إلى 91%. ونقل التحويل من المتردّد إلى المستمر داخل المبدّل لا يلغي فواقد التحويل. أما ادعاءات التوفير في شبكات التيار المستمر على مستوى المبنى فمسألة منفصلة. [8][9]

اقرأ مخطط التوصيل

ليست كل «وحدة إنارة PoE» هي جهاز PoE نفسه



أسلاك جهد منخفض: ليست إيثرنت ولا IEEE 802.3

في بعض أنظمة إنارة PoE تكون العقدة هي جهاز PD، ثم تمتدّ أسلاك جهد منخفض إلى وحدات الإنارة. وكل ما بعد الـ PD خارج وصلة القدرة وفق IEEE 802.3. فاسأل أي جهاز هو الـ PD، ومن يحدّد التمديدات التالية له ويتحقّق منها. [10]

حدّد PoE هكذا

ستة متطلبات تجعل مواصفة PoE قابلة للقياس

كل سطر يسمّي وثيقة أو مقداراً أو شرطاً

1. المصدر مطابق للبند 145 من IEEE Std 802.3-2022، النوع الرابع، أربعة أزواج، بجهد منفذ لا يقلّ عن 52 V.
2. تُضمن [X] W عند واجهة قدرة الجهاز لا عند المنفذ، بحساب يستخدم مقاومة القناة المقاسة.
3. تُسجَّل مقاومة حلقة الزوجين المقاسة لكل قناة، ولا تتجاوز 12.5 Ω لكل مجموعة زوجين.
4. يذكر المصمّم حرارة التصميم في مسار الكابل، ولا تُفترض 20 °C.
5. يُذكر حجم الحزمة والمسار، ويُحسب الارتفاع الحراري وفق TIA TSB-184-A عند تلك الحرارة مع تشغيل الأزواج الأربعة، ضمن تصنيف الكابل.
6. تُذكر ميزانية PoE للمبدّل بمزوّدات القدرة الموردة وبجهد شبكة المشروع، مع عدد المنافذ التي يمكن تشغيلها معاً عند الفئة المحدّدة.

عبارة «أوم لا أمتار» تذكير مفيد: حدّد الشروط الكهربائية والحرارية، لا المسافة وحدها.

المصادر

من أين جاء كل رقم

[1] IEEE Std 802.3-2022, Clauses 33 and 145; IEEE Std 802.3-2012
[2] Ethernet Alliance, Overview of 802.3bt v2.1 (2019), Tables 2-15
[3] ISO/IEC 11801 channel limits; TIA-568-A DCR; Panduit TX6A sheet
[4] ANSI/TIA TSB-184-A, Table A.1; TIA-568.2-E Annex H
[5] CommScope CO-112435.1-EN (2018), 45 °C bundle current table
[6] IEC 60364-7-716:2023; SBC 401-CR-2024 contents, Chapter 716
[7] Cisco Catalyst 9300 datasheet and white paper; RUCKUS ICX 7550
[8] PNNL-27079 (2017, rev. 2019) for US DOE, PoE cable energy losses
[9] Gerber et al., Applied Energy 210 (2018), a DC-microgrid model
[10] US DOE PoE load terms; Focal Point PoE brochure (2020)

المواصفات مستشهد بها بالبند داخل الوثيقة الأساس السارية. وكل رقم محسوب هنا مُستخرَج من المعادلات المنشورة عبر poe_physics.py، الذي يختبر نفسه مقابل الجداول المنشورة في كل عملية بناء.

معرفة عملية في هندسة الإنارة

احفظها. وأرسلها إلى زميل.

اقرأ المقال الكامل للحلقة

https://nlc.com.sa/ar/academy/poe-types.html

الحلقة القادمة
كثافة البكسل في المراقبة