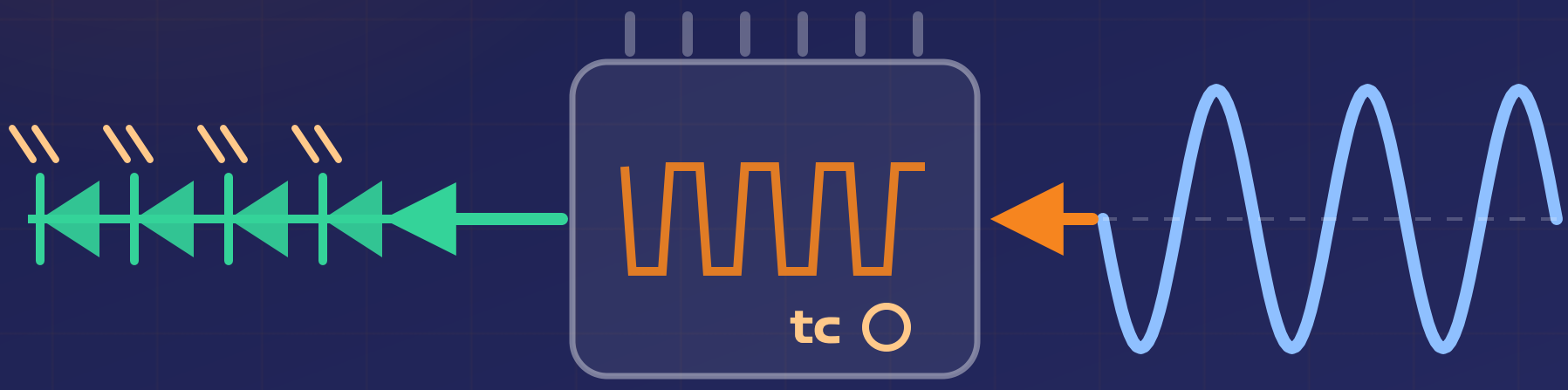


دخل 230 V AC
مشغّل LED
خرج تيار ثابت

أكاديمية NLC | الحلقة 19

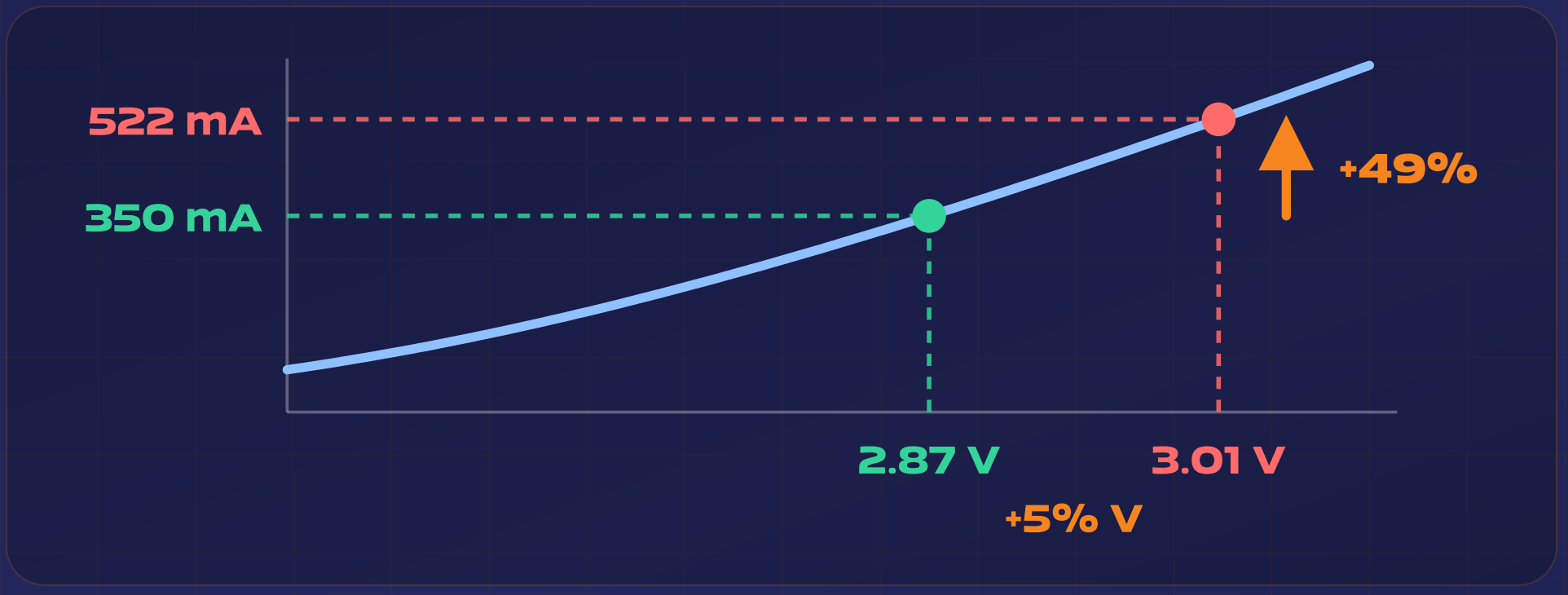
في ذلك الاختبار صمدت الـ LED، ولمْ تصمد دائرة المشغّل.

في اختبارات عمر مُسرَّعة على وحدات إنارة LED تجارية، ظهرت الأعطال في دائرة المشغّل، بينما عملت 611 شريحة LED قرابة مليون ساعة تشغيل بأربعة أعطال فقط [13]. في هذه الحلقة: ما الذي يفعله المشغّل فعلًا، وأسطر المواصفة التي تحدد عمره، وما تشترطه SASO عليه في السعودية.

الفيزياء

الـ LED عنصر يُتحكَّم فيه بالتيار.

⚠ توضيحي، ليست بيانات منتج مقاسة



1. التيار الأمامي هو ما يحدد التدفق والحرارة. أما الجهد الأمامي فهو ما يحتاجه الديود ليمرّر ذلك التيار، وهو يتغير مع الحرارة ومستوى التشغيل والتصنيف اللوني.

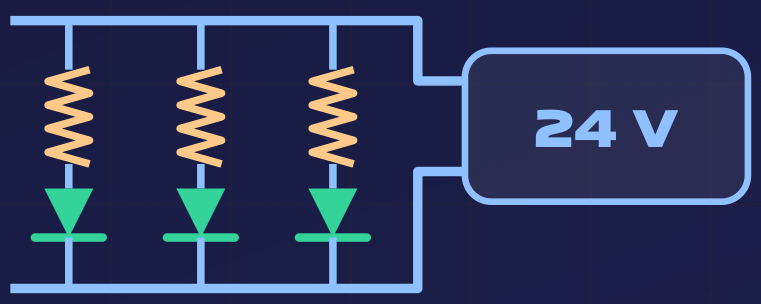
2. ولهذا المنحنى حادّ: في النموذج التوضيحي أعلاه، زيادة 5%+ في جهد الطرفين تنتقل إلى زيادة نحو 49%+ في التيار. فإن غذّيت الـ LED بجهد ثابت صار التيار هو الباقي بلا ضبط.

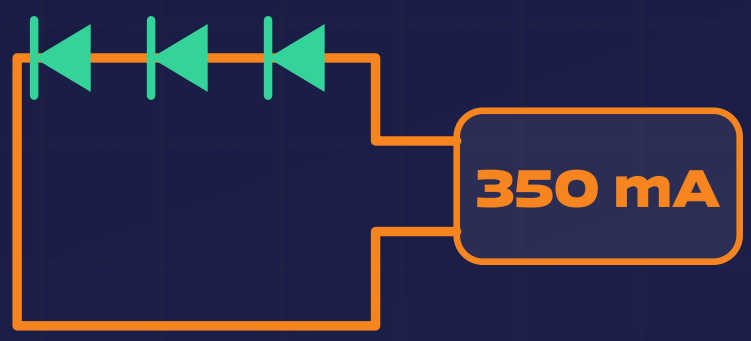
المحور الأفقي: الجهد الأمامي، والرأسي: التيار الأمامي. منحنى توضيحي لباعث واحد من نموذج معلن: $V = nVt \cdot \ln(I/Is) + I \cdot Rs$ بقيم $nVt = 0.10\ V$ و $Is = 1e\text{-}12\ A$ و $Rs = 0.6\ \Omega$. وليس قياسًا لجهاز فعلي؛ فالقطع الحقيقية تختلف بالنوع والتصنيف والحرارة (الحلقة 01).

هذا الانحدار هو المهمة كلها: المشغّل يقف بين مصدر جهد صلب وعنصر لا يستجيب إلا بالتيار.

العائلتان

تيار ثابت أم جهد ثابت.





تيار ثابت (CC)

يثبّت المشغّل تيار الخرج ويترك جهد الخرج يستقر حيث تحتاجه السلسلة، داخل نافذة جهد معلنة. وهذا ما تطلبه وحدات السبوت والداون لايت والكشافات. تأكد أن جهد السلسلة يقع داخل نافذة المشغّل عند طرفَي الحرارة. [1][2]

جهد ثابت (CV)

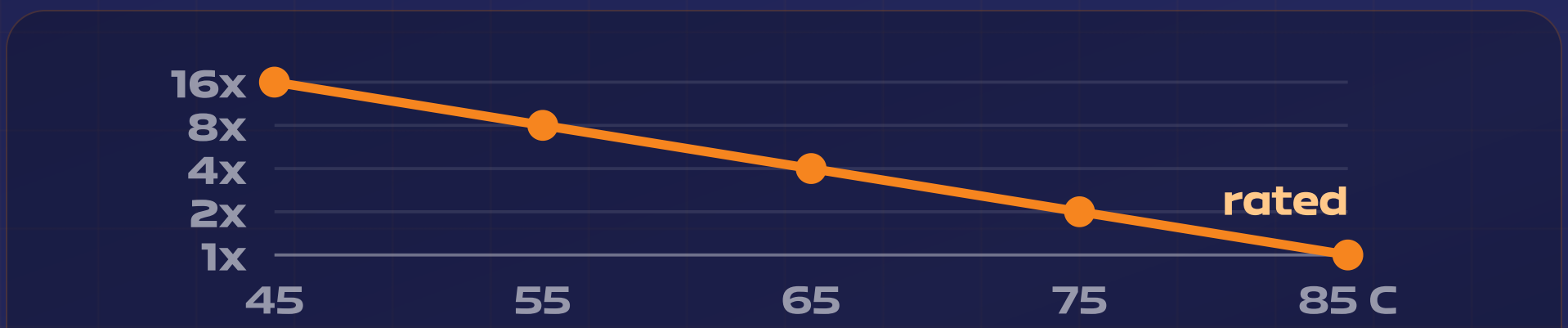
يثبّت المشغّل ناقلًا مستمرًا، غالبًا 12 V أو 24 V، وكل مقطع قابل للقص يحمل تحديد تياره بنفسه. وهذا ما تطلبه الشرائط والنيون فلكس؛ وشريط SOLID من NLC ينشر DC24V وفئة كهربائية Class III. [16]

وصْل حِمل CV بمشغّل CC يعطّل المواصفة كلها: **سمِّ العائلة في المواصفة، لا القدرة وحدها.**

العنصر الذي يحدد العمر

الحرارة هي الساعة: قد يتضاعف العمر تقريبًا مع كل انخفاض قدره 10 درجات مئوية.

⚠ توضيحي، ليست بيانات منتج مقاسة



1. في مشغّلات LED، العنصر الأقرب للعطل هو المكثّف الإلكتروليتي، ومنه يُشتق عمر المشغّل. وتعتمد حرارته على حرارة الغلاف وعلى تيار التموّج المارّ فيه. [12]
2. ولهذا تُعلَّم نقطة tc على الجسم: نشرات البيانات تذكر العمر عند حرارة الغلاف، فرقم عمر بلا tc ليس مواصفة. [12]



غرفة الحرارة والرطوبة في مختبر NLC: البيئة التي يجب أن يسمّيها أي رقم عمر.

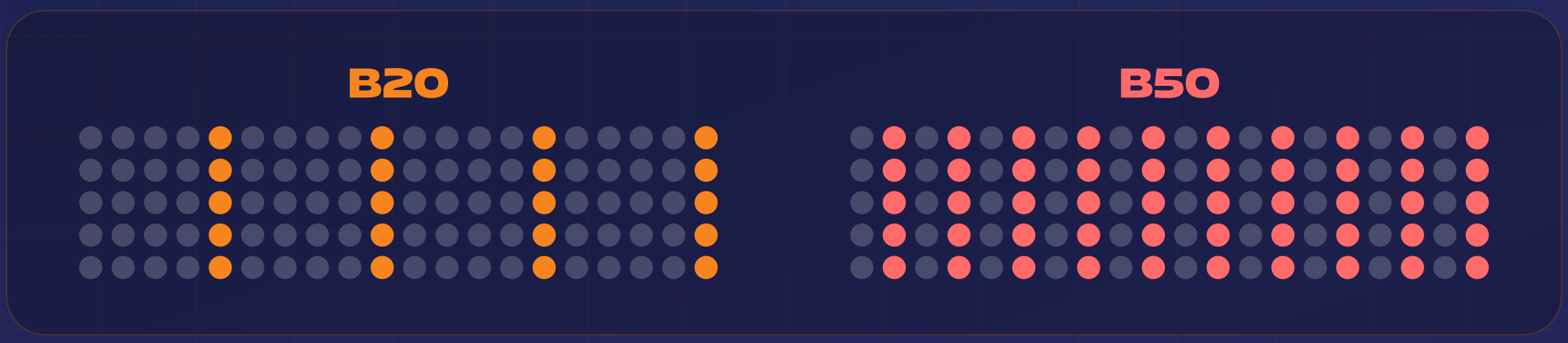
المحور الأفقي: حرارة المكثّف نفسه، لا حرارة الغلاف tc التي تذكرها نشرة البيانات.

والمنحنى مرسوم من قاعدة العشر درجات: يتضاعف العمر مع كل انخفاض قدره 10 درجات مئوية دون حرارة مقنَّنة قدرها 85 درجة. وهي قاعدة تقريبية لا قانون، وليست قياسًا ولا تخص منتجًا بعينه؛ فلكل مكثّف حقيقي منحنى تحمّل خاص به. [12]

اطلب الرقمين معًا لا واحدًا: **الساعات ودرجة tc التي قيست عندها.**

صيغة العمر

الساعات نصف الرقم، ونصفه الآخر حرف B.



النقاط المظللة هي نسبة B، أي ما نزل تحت عتبة الخرج المعلنة؛ والبقية فوقها.

L70B50 > 100,000 h

L عتبة الخرج المحتفظ به، و B نسبة المجموعة التي نزلت تحتها. فعند 100,000 ساعة يظل النصف على الأقل يعطي 70٪ فأكثر، وعلامة > ترفع الساعات فوق ذلك.

L80B20 > 50,000 h

وعند 50,000 ساعة يظل 80٪ على الأقل يعطي 80٪ فأكثر من الخرج الابتدائي. عتبة ونسبة ومدة مختلفة: فلا تقارن الصفّين ترتيبًا. [20]

1. و B تصف تدهور الخرج الضوئي التدريجي. أما بقاء المشغّل حيًّا فوعد منفصل: ساعات منسوبة إلى نسبة بقاء معلنة. [12]
2. وليس أيٌّ منها رقم المشغّل: LM-80/TM-21 لمصدر الـ LED، و LM-84/TM-28 لوحدة الإنارة. [15]

افصل ثبات التدفق الضوئي عن عمر المشغّل: **حدّد ساعات المشغّل ونسبة بقائه وحرارة غلافه.**

جهة الشبكة

ما يفعله المشغّل بالتغذية عندك.



جهاز اختبار المشغّلات في مختبر NLC. 1 جهد الدخل، 2 تيار الخرج، 3 تموّج الخرج.

معامل القدرة — ≥ 0.9

تشترطه SASO 2927 على المشغّل وعلى وحدة الإنارة المدمجة، للمنتجات ضمن نطاقها. [7]

التشوّه التوافقي الكلي — < 15%

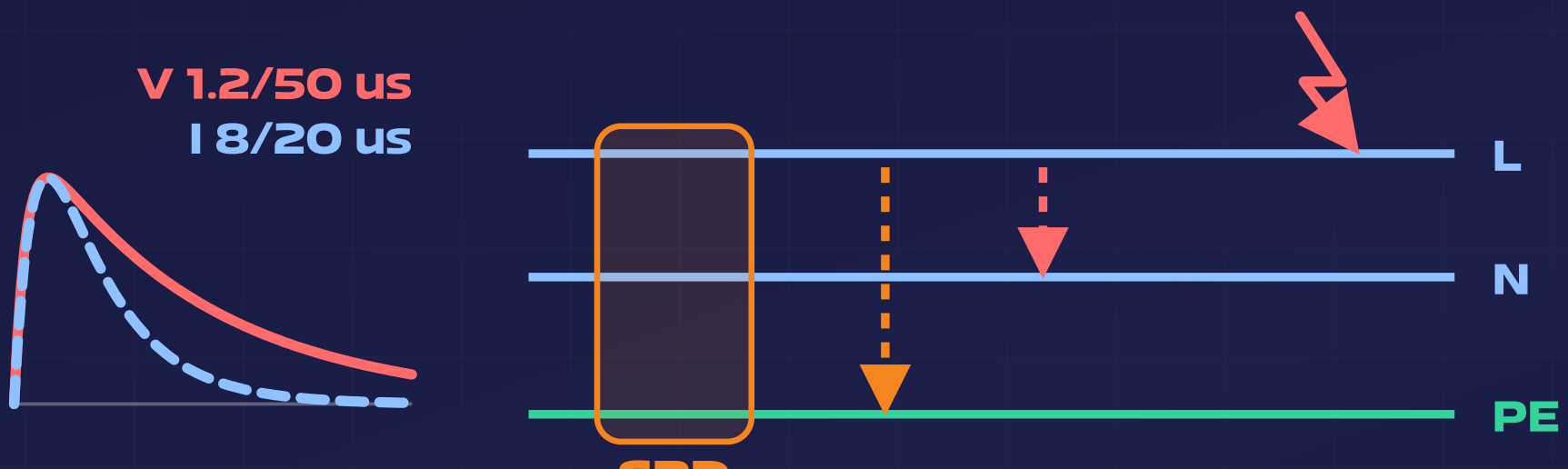
المعيار نفسه والنطاق نفسه؛ ويُجرى الاختبار وفق IEC 61000-3-2. [4][7]

واقرأه بدقة: يحدّ IEC 61000-3-2 الفئة C رتب التوافقيات فرادى كنسبة من التيار الأساسي، وقد ألغى التعديل AMD1:2020 صيغة معامل القدرة في حدّ التوافقية الثالثة. ولا يضع سقفًا عامًا للتشوّه الكلي عند 15٪ ولا حدًّا أدنى لمعامل القدرة، فالرقمان أعلاه اشتراط سعودي. [4][7]

اطلب الأرقام **عند مستويات التعتيم التي ستشغّل عليها فعلًا**، لا عند الخرج الكامل وحده.

نبضة زيادة الجهد

مساران للدخول، وجهاز واحد يغطيهما.



1. تصل نبضة الجهد الزائد تفاضليًا بين الحيّ والمحايد، ومشتركًا بين الموصلات الحيّة والأرضي. والحماية تجيب على المسارين، ولهذا تذكر نشرة البيانات رقمين. وطريقة الاختبار هي الموجة المركّبة في IEC 61000-4-5. [5][6]

2. ولإنارة الطرق ضمن نطاقها تطلب SASO 2927 حماية جهد زائد عند التركيب بمقدار 10 kV، وحماية داخلية تتحمل 4 kV، وجهاز حماية يعمل طبيعيًا عند 80 °C داخل الوحدة. [7]

في الإطار: المولّد محدَّد برقمين، جهد دائرة مفتوحة 1.2/50 µs وتيار دائرة قصيرة 8/20 µs. وكتالوج NLC يمتد من 1 kV / 2 kV داخليًا إلى داخلي DM 6 kV / CM 10 kV مع خارجي 10 kV / 20 kV. [5][16]

نجاة واحدة من نبضة جهد زائد ليست تصنيفًا. **اكتب زوج الكيلوفولت والنمط ومعيار الاختبار في المواصفة.**

فئة الحماية

Class I و Class II ليستا درجتَي جودة.



1 تجمع Class I بين عزل أساسي ووصلة تأريض واقٍ للأجزاء الموصّلة المتاحة، فيقطع تيارُ العطل جهازَ الحماية. أما Class II فتعتمد عزلًا مزدوجًا أو معزَّزًا ولا تعوّل على التأريض. ولا واحدة منهما «أفضل». [3]

2 والفئة تُعلَن لوحدة الإنارة المكتملة لا للمشغّل وحده: فالمنتج النهائي يُصمَّم ويُختبر ويُعلَّم بفئة واحدة، أيًّا كانت فئة بناء أجزائه. وهي منظَّمة أيضًا: تشترط مواصفة SASO 2927 ضمن نطاقها الفئة Class I. [7][3]

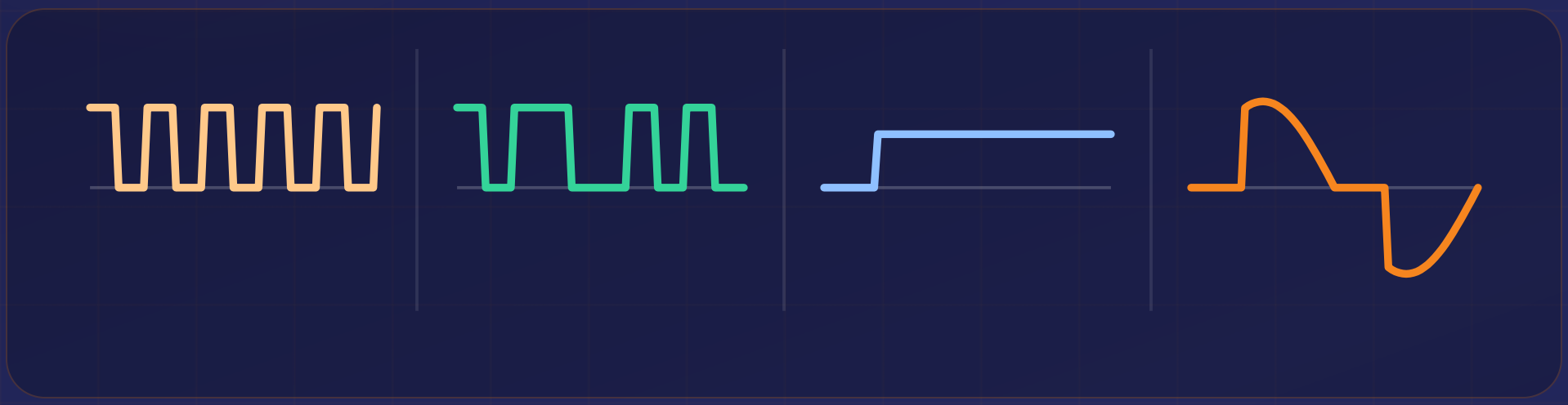


اختبار السلامة يحسمها لا الكتالوج. وعلى الشاشة: ربط الأرضي، وشدة العزل الكهربائي، ومقاومة العزل، والتسرّب.

اسأل عن الفئة التي **تُعلَّم بها وحدة الإنارة المكتملة وتُختبر عليها**، ودع تصميمها يفسّر ما بداخلها.

واجهة التحكم

ثلاث واجهات تحكم، و PWM على الطرفين.



Phase-cut
يقصّ موجة الشبكة

للتحديثات على الأسلاك القائمة. ويغطي NEMA SSL 7A-2015 توافق القصّ الأمامي فقط. [10]

1-10 V
واجهتان متقاربتان

واجهة 1-10 V وفق IEC 60929 الملحق E، و 0-10 V وفق ANSI C137.1 الذي يضيف إطفاءً إلكترونيًا دون 0.5 V تقريبًا. فحدّد المعيار ومدى التعتيم وسلوك الإطفاء. [18][9]

DALI
ناقل رقمي قابل للعنونة

وفق IEC 62386. و DT6 (الجزء 207) هو مشغّل الـ LED، و DT8 (الجزء 209) للّون. [8]

PWM
تعتيم بخرج PWM

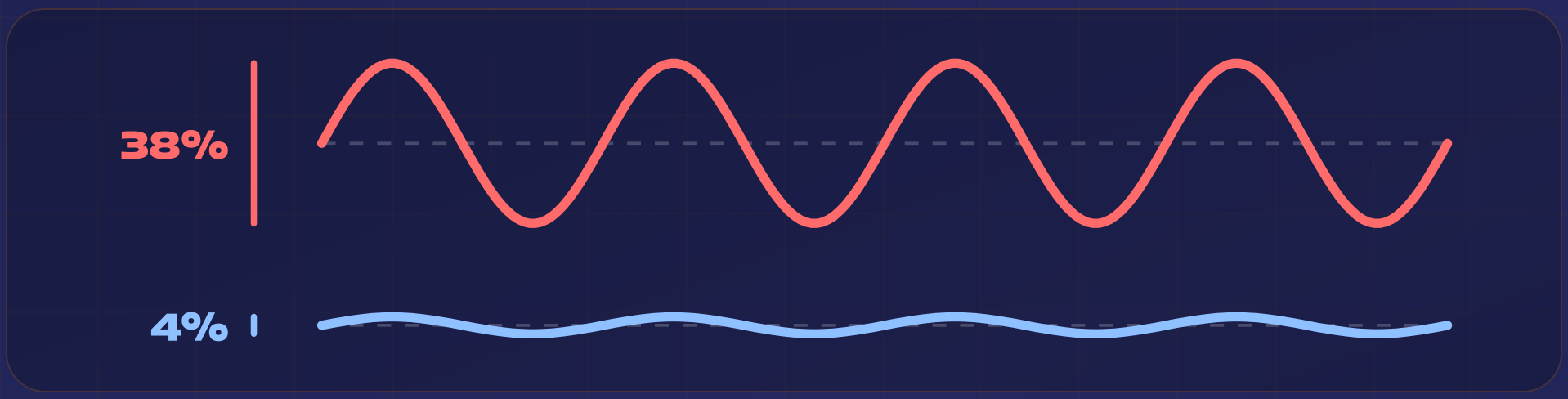
اسم واحد لأمرين: PWM قد تكون إشارة دخل التعتيم، وهي أيضًا أسلوب المشغّل في تعديل خرجه. [19] وعندها يصير تردد القطع مسألة وميض. [11]

و SASO 2927 اختارت أصلًا لإنارة الطرق ضمن نطاقها: DALI مفضَّلة، أو تعتيم 0-10 V، على مقبس ANSI C136.41 بسبعة أطراف. [17][7]

الوميض

تموّج لا تراه حتى تراه الكاميرا.

⚠ توضيحي، ليست بيانات منتج مقاسة



1. تموّج الخرج يضبط تيار الـ LED صعودًا وهبوطًا، فتقرأه العين والمستشعر وميضًا. والعاملان المهمان هما تردد التضمين وعمقه: (max - min) / (max + min). وعلى الشبكة السعودية بتردد 60 Hz يقع تموّج التقويم التقليدي عند ضعف تردد الشبكة، أي 120 Hz.

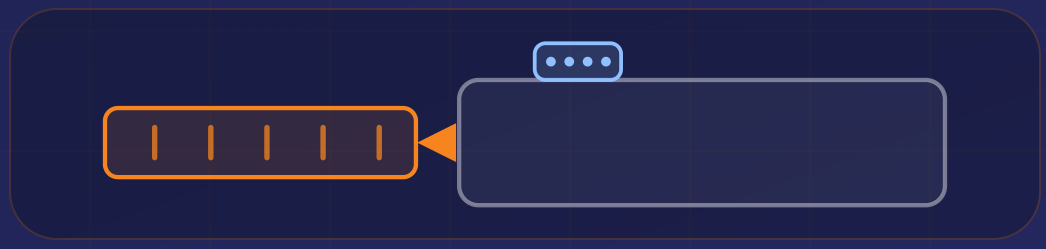
2. و IEEE 1789-2015 ممارسة موصى بها تصنّف الخطورة من المحورين معًا، فسطر واحد مثل «تموّج أقل من 5٪» لا يعني شيئًا بلا تردده بجانبه. قِسه، وقِسه معتَّمًا. [11]

المحور الأفقي: الزمن، والرأسي: تيار الـ LED حول متوسطه. والمنحنيان مرسومان من أعماق تضمين معلنة لإظهار الآلية، لا من قياس، ولا لون منهما حكم: فلا يُرسم أي حد خطورة.

وإذا قالت المواصفة «خالٍ من الوميض» **فاسأل: بأي مقياس (PstLM أم SVM؟)، وعند أي تردد، وعند أي مستوى تعتيم.** [21]

سطر المواصفة الأخير

غالبًا أول ما يبلغ نهايته. خطّط لاستبداله.



الأزرق في الأعلى: المقبس القياسي لوحدة طرفية. والبرتقالي: درج المعدات وهو ينسحب من الجسم قطعة واحدة.



وحدة COMET: مقبس السطح، وخط لوحة المعدات التي يقوم عليها.

قابلية الصيانة سطر مواصفة

درج معدات يُسحب، وموصّل بدل ضفيرة مغلّفة، وقطعة غيار ما تزال قابلة للطلب في السنة الثامنة. والبديل استبدال وحدة إنارة كاملة لأن عنصرًا واحدًا بلغ نهاية عمره.

ما الذي تغطيه المقابس القياسيّة

ليس مقبس المشغّل. إذ يوحّد Zhaga Book 18 (الإصدار 4.0، 2025) المقبس بين وحدة الإنارة الخارجية ووحدة استشعار أو اتصال، و D4i يوحّد DALI داخل الوحدة. ولا يجعل أيٌّ منهما المشغّل قابلًا للاستبدال بالتوصيل. والمقبس ضمن نطاق SASO 2927 هو ANSI C136.41 بسبعة أطراف. [7][17][14]

المقبس على السطح للوحدة الطرفية. **أما لوحة الوصول إلى المشغّل فسطر مستقل في كراسة الشروط.**

من تشكيلة NLC

أربع قصص مشغّلات من الكتالوج مباشرة.

SOLID

إنارة مرنة

Class III | DC24V

L70B50 > 50,000h



جهد ثابت: ناقل 24 V يُقص بالطول، وكل مقطع يحدّ تياره بنفسه.

AGILE

داون لايت غاطس COB

PF >0.95 | Class II

THD <10%



عزل مزدوج وصفوف جودة قدرة تطابقه، وحماية من زيادة الجهد 1 kV (L-N) و 2 kV (L/N-PE)

BUBBLE

إنارة المظلات

DM 6 kV / CM 10 kV

ext 10 kV / 20 kV

Class I



تعرّض خارجي، فصفوف زيادة الجهد تحمل رقمًا داخليًا وآخر خارجيًا.

AMMONIA

إنارة خطية، IP69

DALI | 0-10V

L80B20 > 50,000h



بروتوكولات مسمّاة لا كلمة «قابل للتعتيم»، مع خيار حسّاس ميكروويف.

لا يسمّي أيٌّ من هذه الصفوف صانع المشغّل أو طرازه، وذاك سؤالك التالي. [16]

قبل التوقيع

خمسة أسطر تحدد من يستبدل ماذا، ومتى.

- سمِّ **العائلة والنافذة**: تيار ثابت أم جهد ثابت، وقيمة تيار الخرج أو جهد الناقل، ومدى جهد السلسلة عند طرفَي الحرارة. [2][1]
- اطلب **العمر ثلاثيًا**: الساعات، ونسبة البقاء خلفها، ودرجة حرارة الغلاف tc التي قيست عندها. [12]
- اكتب **أسطر جودة القدرة وزيادة الجهد** وفق المعيار الحاكم للموقع: في نطاق SASO 2927 معامل قدرة لا يقل عن 0.9، وتشوه توافقي كلي أقل من 15٪، و 10 kV عند التركيب و 4 kV داخليًا، وجهاز حماية يعمل عند 80 °C داخل الوحدة. [7]
- سمِّ **واجهة التحكم والجهاز**، لا كلمة «قابل للتعتيم»: البروتوكول، وأدنى مستوى تعتيم، والمنحنى، ولقصّ الطور طُرز المعتّمات المختبَرة. [10][9][8]
- حدّد **قابلية الصيانة**: مشغّل يُستبدل ميدانيًا، وطريقة الوصول إليه، والتزام قطع غيار بتاريخ محدد. [14]

المصادر

كل رقم في هذه الشرائح له مصدر.

[1] IEC 62384:2020 · [2] IEC 61347-2-13:2024 · [3] IEC 61140:2016
[4] IEC 61000-3-2:2018+AMD1:2020+AMD2:2024, Class C
[5] IEC 61000-4-5:2014+AMD1:2017 · [6] IEC 61547:2020
[7] SASO 2927:2019, Lighting Products Part 3, road lighting
[8] IEC 62386 parts 102 / 207 / 209 / 218 (DALI)
[9] IEC 60929:2011+AMD1:2015, Annex E · [10] NEMA SSL 7A-2015
[11] IEEE 1789-2015, modulating current in high-brightness LEDs
[12] Signify, LED Driver Lifetime and Reliability, white paper
[13] US DOE / RTI, Hammer Testing Findings for SSL, Jan 2014
[14] DALI Alliance, D4i · Zhaga Book 18 Ed. 4.0 (2025)
[15] ANSI/IES LM-80, TM-21, LM-84, TM-28
[16] NLC catalogue, 4 product pages
[17] ANSI C136.41 receptacle · [18] ANSI C137.1, 0-10 V
[19] Mean Well PWM-40 datasheet · [20] Signify Fortimo SLM guide
[21] EU 2019/2020 Annex II, PstLM and SVM · IEC TR 63158

ملاحظتان: IEEE 1789-2015 صار غير نشط (Inactive-Reserved) في مارس 2026، و SASO 2927:2019 عُدِّل بعد صدوره (القرار 40، فبراير 2023، وحذف اشتراط 3000-6000 K في البند 10.2)، فارجع إلى النص المُعدَّل قبل الاستشهاد به في تقديم رسمي. والاقتباسات الكاملة في وثيقة مصادر الحلقة.

معرفة عملية في هندسة الإنارة

احفظها. وأرسلها إلى زميل.

اقرأ المقال الكامل للحلقة

https://nlc.com.sa/ar/academy/why-a-driver.html

الحلقة القادمة

المعدن والتوصيل الحراري