

A LED-ek "fehér könyve"

Alapvető ismeretek a LED-ekről



Bevezetés

A fényemittáló dióda

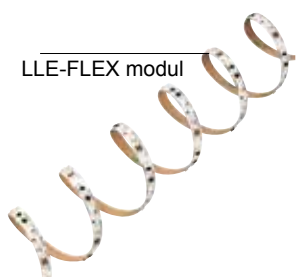


A LED félvezető alapú fényforrás, amely jelentős mértékben különbözik a hagyományos fényforrásoktól, amelyeknél a fényt izzószál vagy gáz állítja elő. Ezzel szemben a LED-ek speciális félvezető kristályokból készített, apró elektronikus chipek. Fénykeltési elvük számos előnyt és új lehetőséget kínál.

A LED-ek legfontosabb előnye a hosszú élettartam, a nagy fényhasznosítás, a környezetbarát kivitel, a jó színvisszaadás és a tervezési lehetőségek sokfélesége. Valamennyi lehetőségük kihasználásához a világítástervezőknek ismerniük kell a LED-eknek ezeket az új és speciális tulajdonságait. Jelen kiadvány a legfontosabb koncepciókat, technikákat és lehetőségeket ismerteti.



DLE modul



LLE-FLEX modul



SLE modul

Paraméterek a fény színének meghatározásához

A különböző színterületek

Egy LED-modul által előállított fényt annak színvisszaadásával, színhőmérsékletével, szinkordinátaival és szinkonzisztenciájával lehet leírni. A következő rész ezek összefüggéseit és különbözőségeit világítja meg.

Színvisszaadás

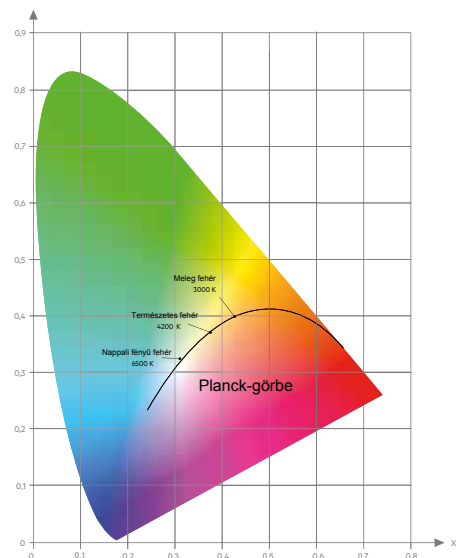
A CRI színvisszaadási index olyan mérőszám, amely megadja, hogy egy fényforrás milyen jól reprodukálja a megvilágított test különböző színeit. Értékét egy 14 standardizált tesztzint tartalmazó referencia színskála segítségével lehet meghatározni. A fényforrás a másodlagos spektrumok és a tesztzínek közötti eltéréstől függően kapja meg a megfelelő CRI értéket. Ha a színek reprodukálása rossz minőségű, az eltérések nagyok, és így a CRI alacsony értékű lesz. Jó színvisszaadás esetén az eltérések kicsik, ezért a CRI értéke nagy számot eredményez.

Színhőmérséklet

A színhőmérséklet olyan mérőszám, amely megadja egy fényforrás színét. Kelvinben (K) mérik. A legáltalánosabb lámpatestek színhőmérséklete 3300K alatti (meleg fehér), 3300 és 5000K közötti (semleges fehér) vagy 5000K feletti (nappali fényű fehér).

A színhőmérsékletet úgy határozzuk meg, hogy a fényforrást egy feketetest sugárzó fényével hasonlítjuk össze. Ez egy ideális test, amely az összes fényt elnyeli és nincs visszavert sugárzása. Ha egy feketetest sugárzót lassan hevítünk, akkor a színe a sötét vöröstől a vörösön, narancssárgán, sárgán és fehérén át a világoskékig fog változni. A fényforrás Kelvinben mért színhőmérséklete ott adódik, ahol a feketetest sugárzó ugyanolyan színt mutat. Ha a feketetest sugárzó különböző színeit színdiagramban ábrázoljuk és összekötjük őket, megkapjuk a "Planck-féle helyet", "Planck-görbét" vagy más néven a "feketetest görbéjét".

A CRI maximális értéke 100, ami a mindenféle eltéréstől mentes színvisszaadásnak felel meg. A napfénynek maximum 100 lehet a színvisszaadási indexe, míg a fehér LED-eké 70 és 98 közé esik. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a nagyobb színvisszaadási indexű LED-fényforrások a megvilágított színeket természetűben, az emberi szemnek kedvezőbben adják vissza. Bizonyos alkalmazásoknál (például múzeumok műtárgyainak megvilágításánál) ennek kiemelt jelentősége van.



Planck-görbe a gyakori színhőmérsékletekkel a színdiagramban

Színkoordináta

A színkoordináta egy színt határoz meg annak színdiagrambeli koordinátaival. Három (x, y és z) koordináta van ugyan, de mivel a koordináták összege mindig 1, kettő elegendő a szín helyének megadásához. A színkoordinátával a színt pontosabban meg lehet határozni, mint a színhőmérséklettel. Adott szín specifikálására vagy a színek közötti nemkívánatos eltérések megadására lehet használni. Ez különösen fontos olyan területeken, ahol a világításnak előírt és egyforma színt kell előállítania és ahol az eltérések csorbíthatják az adott tárgy vizuális megjelenését.

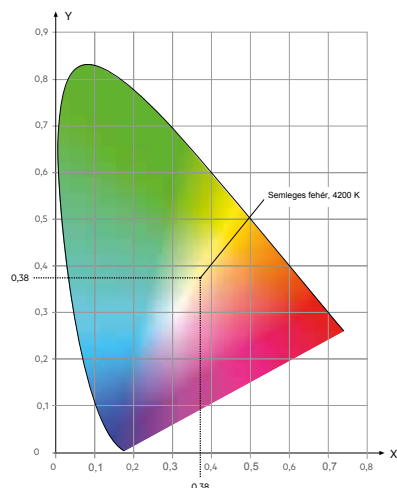
Színkonzisztencia

A színkonzisztencia megadja a cél-színtől való maximális eltérést. Egysége az SDCM (a "színegyezéstől való standard eltérés" rövidítése). Az SDCM érték a színdiagramra és a MacAdam-ellipszisekre utal. A feltalálójukról elnevezett MacAdam-ellipszisek olyan területeket emelnek ki a színdiagramban, amelyekben az emberi szem nem képes a színek között eltérést észlelni. A MacAdam-ellipszisek különböző szintjeit a színeltérések osztályozására is felhasználjuk. A MacAdam 1 egy igen kis ellipszis lenne a különböző színek igen szűk tartományával. A szám növekedésével (MacAdam1, MacAdam2 stb.) az ellipszisek és a színek közötti eltérések egyre nagyobbak lesznek

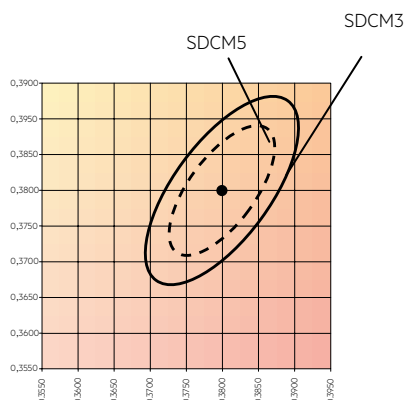
Az SDCM1 vagy MacAdam1 tehát azt jelenti, hogy a LED-modul színeltéréseinek a definiált színkoordináta körüli MacAdam1 ellipszisen belül kell lennie. Ha az eltérés kívül esik a színkoordináta körüli MacAdam1 ellipszisen (de még a következő, MacAdam2 ellipszisen belül marad), akkor az osztályozás SDCM2 vagy MacAdam2 lesz. Az SDCM1 tartományon belüli színeltéréseket az emberi szem gyakorlatilag nem képes észlelni. Az SDCM3 érték jó kompromisszumot jelent, ezért standard-félének tekinthető.

Gyakorlati példa

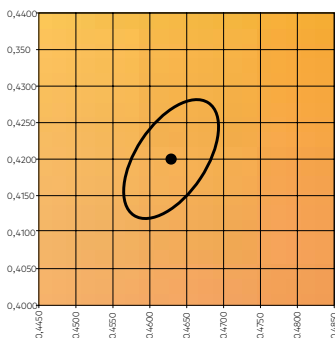
Egy Tridonic LED-modul adatlapjának színnel kapcsolatos specifikációi: színhőmérséklet (2700K), színkoordináták (x=0,463, y=0,420), színkonzisztencia (SDCM3), valamint a színkoordináták és a MacAdamellipszis grafikai megjelenítése.



A semleges fehér színhőmérséklet megadása az x és y koordinátákkal (x=0,38; y=0,38) a színdiagramban



A semleges fehér színhőmérséklet színkoordinátái (x=0,38; y=0,38) az SDCM3 és SDCM5 MacAdam-ellipszisekkel



A LED-ek élettartama

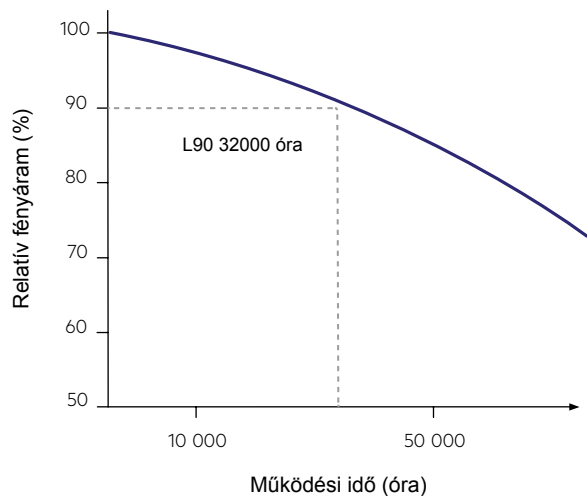
Nagy megbízhatóság és hosszú élettartam



Hagyományos technológiák esetén az élettartamot az a pont határozza meg, amelynél a lámpák bizonyos százaléka teljesen működésképtelenné válik. LED-eknél ez a definíció nem praktikus. Egy jól megkonstruált LED-modul ugyanis nem megy teljesen tönkre, hanem igen hosszú ideig működőképes, de fényárama idővel csökken. Ezért a LED-ek élettartamának megadásához a LED viselkedését leíró más paramétereket használnak.

L-érték (L_p)

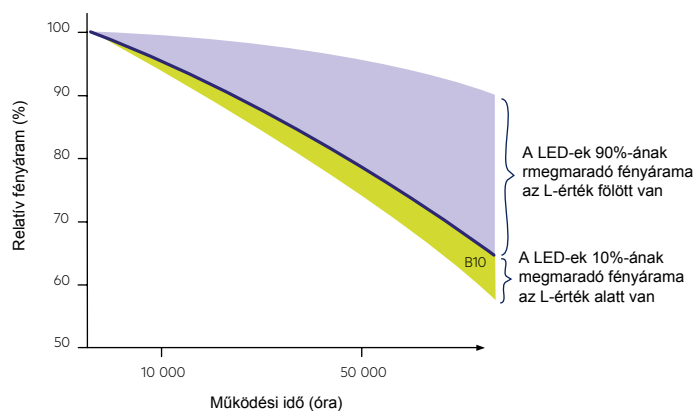
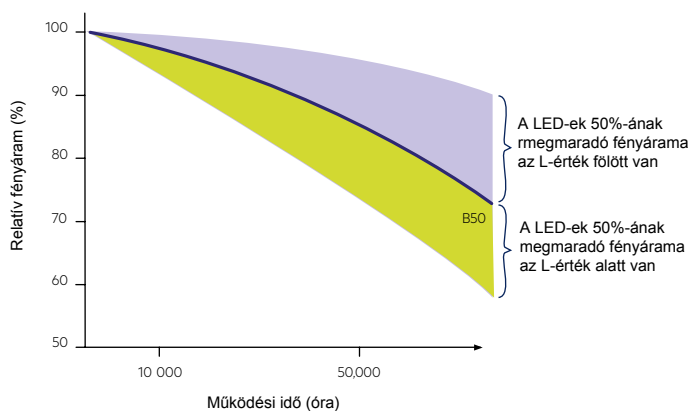
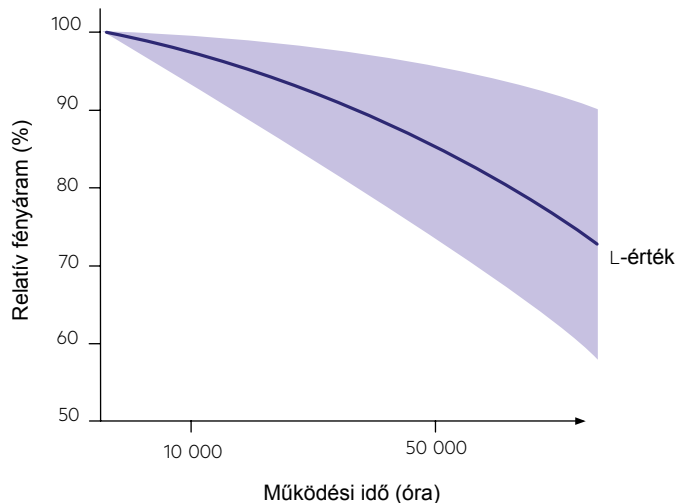
L_p a megmaradt fényáramot adja meg az eredeti érték százalékában és a meghatározott működési idővel együtt használjuk. A következő grafikon ezt ábrázolja: a ciánkék vonal mutatja a fényáramot, amely fokozatosan csökken. 32 000 óra elteltével értéke 90%-ra esik le. Ennek definíciója: L90 32 000 óra.



B-érték (B_p)

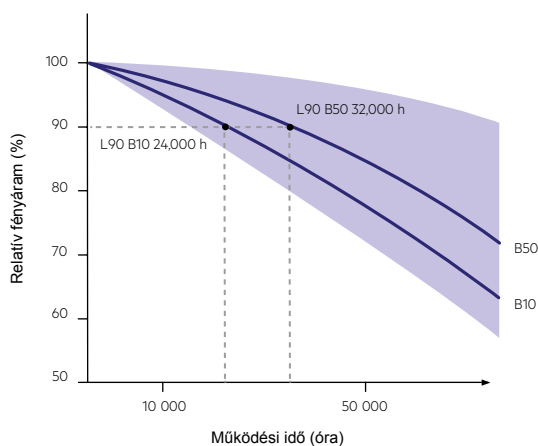
A valóságban a fényáramot nem lehet egyetlen görbével leírni, mivel a különböző LEDmodulok között eltérések vannak. A következő ábra mutatja ezt: a ciánkék görbe néhány LED-modul fényáramát mutatja, a világoskék terület pedig az összes LED-modulút; néhányuk fényárama a görbe fölé, néhányuk az alá esik.

B_p azoknak a LED-moduloknak a százalékát adja, amelyek nem érik el a specifikált L_p értéket. Alacsonyabb B_p érték esetén az élettartammal kapcsolatos követelmény magasabb. Egy LED-modul komplett értékeléséhez az L_p és B_p értékeket együtt kell figyelembe venni. A következő ábrák két tipikus érték, a B50 és B10 alakulását mutatják.



Az L_p és B_p kombinációja

A következő ábrán az L_p és B_p kombinációja látható, azaz ugyanannak a viselkedésnek két lehetséges ábrázolása – attól függően, hogy mit választunk kiindulási értéknek.



Az L90 B50 32 000 óra kombináció azt jelenti, hogy 32 000 üzemóra elteltével a LED-ek 50%-ának megmaradó fényárama kisebb az eredeti érték 90%-ánál. Az L90 B10 24 000 óra pedig azt, hogy 24 000 üzemóra elteltével a LED-ek 10%-ának megmaradó fényárama kisebb az eredeti érték 90%-ánál.

Van még két további érték.

C-érték (C_p)

C_p az összes kieső százalékát adja meg

F-érték (F_p)

F_p az együttes kiesési hányadot adja meg, azaz a fokozatos B_p és az összes kiesőkre vonatkozó C_p érték hányadosát.

A LED-ek energiahatékonysága

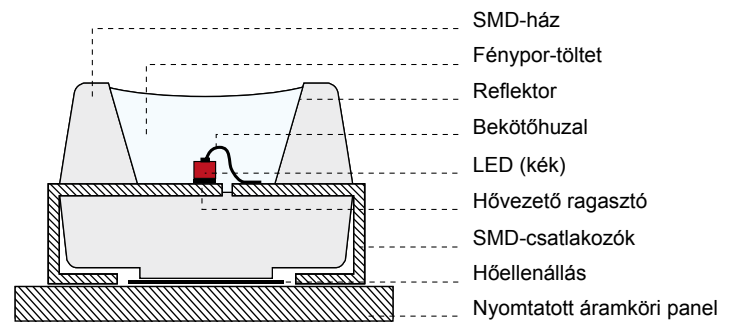
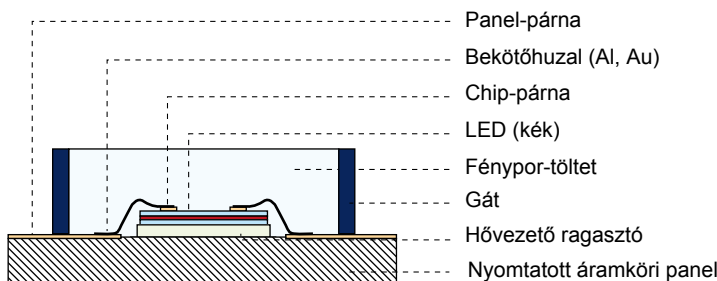
A LED-ek nagy energiahatékonyságú eszközök. A T5-ös vagy T8-as fénycsőekkel összevetve 40-60%-kal kevesebb energiára van szükségük ugyanolyan erősségű fény előállításához. Az energiahatékonyságot a kibocsátott fényáram és az elektromos teljesítmény hányadosával mérjük, azaz a mért kezdeti fényáramot elosztjuk a kezdeti bemeneti teljesítménnyel; mértékegysége: lumen per watt (lm/W). Az energiahatékonyságot mindig az egész rendszerre kell vonatkoztatni, és meg kell adni a referenciának választott hőmérsékletet is. A hőmérséklet erősen befolyásolja az energiahatékonyságot. A reális eredmények érdekében referenciának 65°C körüli hőmérsékletet kell választani, mivel ez felel meg a működési hőmérsékletnek.

Különböző LED-elrendezések

COB (hordozón felépített chip) és SMD (felületre szerelt eszköz)

Két fő eljárás ismeretes a LED-ek nyomtatott áramköri panel felületére történő felvitelére. A COB technológiánál a LED különböző komponenseit (chip, fényporos átalakító, huzalkötés) külön-külön építik rá a nyomtatott áramköri panelra. Az SMD technológia pedig azt jelenti, hogy a LED különböző komponenseit előre legyártják, így a LED-et egyetlen egységként lehet a nyomtatott áramköri panelre forrasztani.

Hogy a két technológia közül melyiket választják, az főként a javasolt alkalmazási területtől függ. Az SMD-t tipikusan nagy felületű modulokhoz, a COB-ot pedig spotmodulokhoz használják. Egy másik tényező a gyártási költség. A COB-ok bonyolultabb eszközök, gyártásuk költségesebb. Ezt a hátrányt azonban kiegyenlíti a jobb hűtés és a nagyobb fényűréség.



COB (chip on board = hordozón felépített chip)

COB-technológia esetén a "csupasz", tokozat nélküli félvezető-chipeket nagy hővezetőképességű ragasztóanyag segítségével közvetlenül az áramköri panelra rögzítik és "huzalkötéssel" csatlakoztatják a párnákhoz. Az elektromos kontaktusok elkészítéséhez néhány mikrométer átmérőjű aranyhuzalt használnak. A nyitott részeket tokozóanyaggal borítják a mechanikai hatásokkal és a szennyeződéssel szembeni védelem érdekében. Ehhez ún. "gátat" és kitöltési technikát alkalmaznak. Először a gátat viszkózus folyadékkal ráborítják a komponensekre, majd a közbülső területet folyadékkal töltik ki, amely aztán megkeményedik.

SMD (surface mounted device = felületre szerelt eszköz)

Az SMD LED-ek az áramköri panelek automatikus szereléséhez készülők, igen lapos és keskeny modulok. A tokozott SMD LED-eket ragasztással közvetlenül az áramköri panelra rögzítik, az elektromos kontaktust pedig forrasztási pont segítségével hozzák létre. A komponensek a fényminőség és hűtés tekintetében kielégítik az általános világítási alkalmazások követelményeit. A technológia hátránya az, hogy a tok és a forrasztás megnöveli a LED-ek hőellenállását, és nem lehet olyan sűrűn egymás mellett elhelyezni őket, mint a COB-technológiánál.

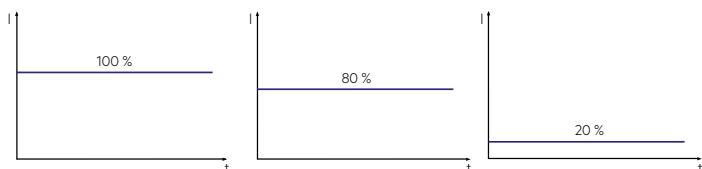
A LED-ek fényének szabályzása

Analóg és impulzusszélesség-modulációs fényszabályozás

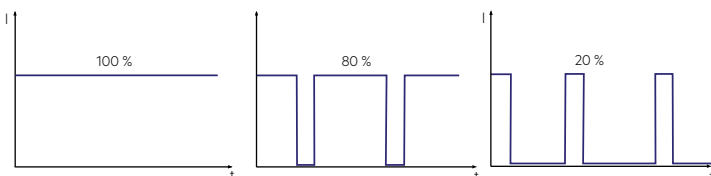


A LED-ek fényerőssége a rajtuk átfolyó nyitóirányú áram megváltoztatásával könnyen szabályozható. Ehhez kétféle technika alkalmazható: az analóg és az impulzusszélesség-modulációs (PWM) fényszabályozás.

Az analóg fényszabályozásnál a nyitóirányú áram amplitúdóját csökkentjük. Impulzusszélesség-modulációnál az amplitúdó változatlan marad, de az áram folyását adott impulzusszélesség-modulációs frekvencia ütemében megszakítjuk. Minél hosszabbak ezek a megszakítások, annál kisebb a LED-en átfolyó áram átlagos, effektív értéke és így az észlelhető fényerősség.



Analóg fényszabályozás különböző szabályozási szintekkel

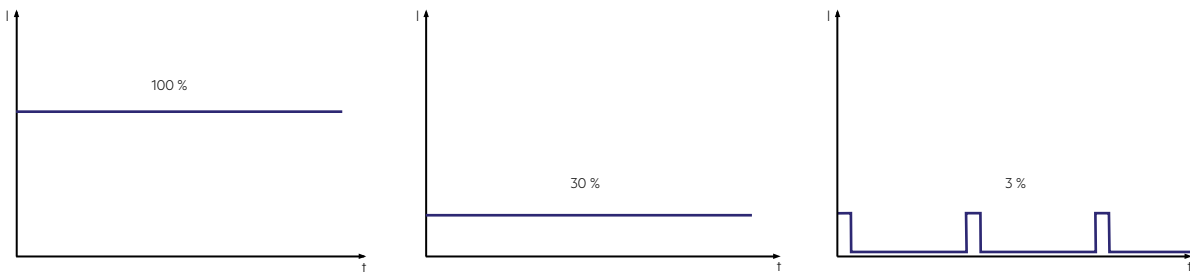


Impulzusszélesség-modulációs fényszabályozás

Az analóg és az impulzusszélesség-modulációs fény szabályozásnak is megvannak a maguk előnyei és hátrányai.

Analóg fény szabályozás esetén a különböző LED-eknél eltolódások figyelhetők meg a színkoordinátákban vagy a fényáramban. Ezek azonban csak alacsony fény szinteken lépnek fel, hasonlóak valamennyi LED esetén, és emberi szemmel nem érzékelhetők. Az impulzusszélesség-moduláció viszont általában kevésbé hatékony, mint az analóg fény szabályozás. Ezek a fényhasznosítási problémák főként nagy fény szinteken mutatkoznak meg. Ahhoz, hogy elkerüljük a látható villogást, elegendően magas – tipikusan a 200Hz vagy e feletti – PWM frekvenciát kell választani.

A két módszert kombinálni is lehet – például úgy, hogy a fény szintek különböző tartományaiban használjuk azokat.



Analóg és az impulzusszélesség-modulációs fény szabályozás kombinálása

WhitePaper

ZHAGA

A LED-fényforrások kompatibilitása



A Zhaga egy 2010-ben alakult konzorcium, amely a LED-es világítás igényeivel és szabványosításával foglalkozik. Világszerte működik, 2015-ben már több mint 194 tagvállalata volt.

A Zhaga konzorciumnak az a célja, hogy biztosítsa a különböző gyártócégek LED-es lámpatestjeinek cserezabátosságát és kompatibilitását. Ennek érdekében szabványokat dolgoz ki a különböző lámpatestek és lámpafoglatok csereszabátosságához, amelyek kiterjednek a lámpafejek fizikai méreteire, valamint a LED-es lámpatestek fotometriai, elektromos és termikus viselkedésére. Ez a szabványosítási törekvés segíti a termékek összehasonlíthatóságát, ami mind a gyártók, mind a fogyasztók számára hasznos.



Zhaga

Making LED light sources interchangeable.
Csereszabátossá teszi a LED-fényforrásokat

Támogatás és tanács egyetlen forrásból



Engine DLE



Engine CLE



Engine CLE Integrated



Engine LLE-FLEX



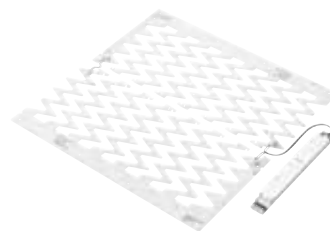
Engine SLE



Engine FLE



Engine LLE



Engine QLE

Segítünk olyan világítási megoldások kialakításában, amelyek páratlanok gazdaságosság és funkciók tekintetében – a "Minden energiánkat az Ön világítására fordítjuk" szlogenünk szellemében.

Nemzetközi vállalat lévén, a Tridonicnak világszerte 30 irodája van és partnercége 73 országban.



Központ

Tridonic GmbH & Co KG
Färbergasse 15 | 6851 Dornbirn, Austria
T +43 5572 395-0 | F +43 5572 20176
www.tridonic.com | sales@tridonic.com

További elérhetőségek

