

A LED-SZELEKCIÓK FIZIKAI ALAPJA

FÉNYTECHNIKAI ALAPFOGALMAK ÉS A BINNING

A fotometria a fény mint az emberi szem által érzékelhető spektrumú elektromágneses hullám jellemzőinek mérésére alkalmazott tudomány. Az emberi szem olyan érzékszerv, mely különböző hullámhosszokra eltérően reagál és erősen szubjektív módon érzékel. Ahhoz, hogy az alkalmazott mérés technikai eljárások számára egységes fotometriai szabályrendszer legyen biztosítható, nemzetközi szabványokban foglalták össze a mérési eljárásokat. A fotometria alkalmazása tulajdonképpen a receptorok hullámhossztól függő, eltérő érzékenységet hivatott kiküszöbölni.

A fenti szabványok a nemzetközi megegyezések szerint kétféle fénymérési eljárást írnak elő: az ún. $V(\lambda)$ és a $V'(\lambda)$ láthatósági függvény szerinti mérést, melyek az ún. láthatósági tényező spektrális eloszlását reprezentálják. Előbbi az emberi szem normál napközbeni fényviszonyokhoz adaptálódott fotopikus, utóbbi az alacsony megvilágításhoz tartozó szkotopikus látásra vonatkozó relatív érzékelését írja le. A két véglet között a közepes megvilágításra (alkonyat) a mezopikus fotometria eljárásrendszere biztosít átmenetet. Az alkalmazandó fényérzékelőknek a fenti körülményekhez adaptálódott emberi szemhez hasonló érzékenységgel kell rendelkezniük, így a $V(\lambda)$ és a $V'(\lambda)$ fotometrikus szenzorokat kell használni

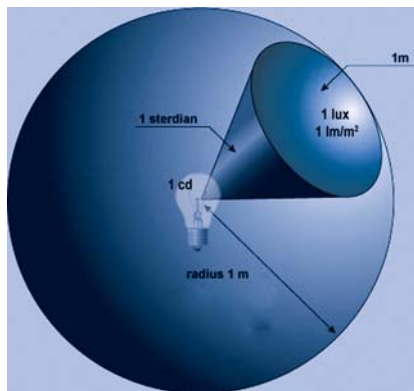
Fotometriai mértékegységek

A LED-gyártók és a lámpatestgyártók katalógusaiban a fényerősség jellemzésére különböző mértékegységekkel találkozunk, és nem mindig egyszerű eldönteni, hogy mi jellemzi magát a fényforrást és mit jelent ez a fényerősség a gyakorlatban, a megvilágítási szándékhozott objektum számára. Nehéz csak az alapadatokat figyelembevételével eldönteni, hogy a meglévő fénytechnika kiváltható-e azzal a LED-alapú megoldással, amit éppen adatlapszinten vizsgálunk. Ez a feladat nagyon összetett, és alapvetően szükséges hozzá a különböző fotometriai mértékegységek ismerete.

A fényintenzitás (fényerősség – luminous intensity) egy fényforrás adott irányban és szögben kibocsátott fénykisugárzásának mértéke, SI-mértékegysége a kandela (cd). Definíciója azonban csak egy adott hullámhosszra és adott sugárzási intenzitásra érvényes, mert az emberi szem ugyanolyan intenzitású, de eltérő frekvenciájú sugárzásra különböző mértékben reagál – legérzékenyebb a sárga-zöld tartományban az 555 nm körüli hullámhosszon, ami az emberi fotopikus látás érzékelési maximuma közelébe esik.

Definíció szerint 1 kandela az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, mely monokromatikus, 555 nm hullámhosszú és $1/683 \text{ W/sr}$ intenzitású sugárzást bocsát ki.

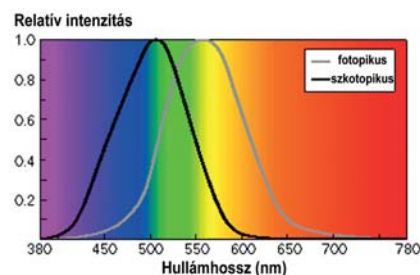
Az 1 szteradián az a térszög (kúp), mely sugárzási szöggel az 1 méter sugarú gömb közepében elhelyezkedő, egyenletesen világító fényforrás a gömb belső héjának pontosan 1 m^2 -nyi területét világítja meg (lásd ábra).



Ha a fényforrás pontszerű és annak sugárzási szöge is kicsi, akkor kis energiájú kibocsátás esetén is erős fényt érzékelünk, tehát a látszólagos fénykibocsátást meg kell különböztetnünk a forrásra jellemző fényerősség területegységre eső hányadától, melyet a candela/m² mértékegység ír le, és elterjedt elnevezése a fényűrűség.

A valóságban a fényforrások sohasem 555 nm-es hullámhosszú monokromatikus fényt adnak, hanem a látható spektrum egészén vagy annak egy részén sugároznak.

Sokkal kisebb energia kell az emberi szem számára a sárga-zöld spektrumban keltezt ugyanolyan érzethez, mint a kék és a vörös tartományokban. A gyakorlatban a fehér fényforrás fényerőssége felfogható az adott hullámhosszon kibocsátott energia és az emberi szem ezen a hullámhosszon értelmezett érzékenysége szorzataként. Ezeknek az értékeknek a zöld-sárga tartománybeli láthatóságához viszonyított értékét spektrális fényhatásfokként fogadjuk fel, melynek hullámhossz szerinti eloszlását reprezentálja a relatív intenzitást leíró fotopikus $V(\lambda)$ és szkotopikus $V'(\lambda)$ láthatósági függvény, melyeket nagyszámú emberen végzett vizsgálatok eredményeinek átlagolásával határoztak meg. Ezen függvények felhasználásával kapcsolat teremthető az emberi szem által és a mérhető fizikai mennyiségek (energiakibocsátás) alapján érzékelt fényerősség között, így a láthatósági függvények alapján működő szenzorok jól reprezentálják a valóságos fényérzetet.

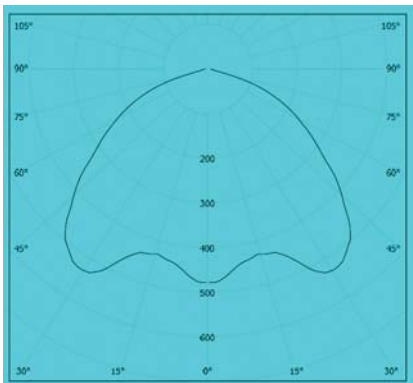


A kandela a fényerősség mértékegysége, azonban a forrás emittálhat 1 kandelát minden irányban vagy csak egy meghatározott, szűk fénypázmában, az intenzitás ugyanaz lesz, ám a kibocsátott energiafluxus már nem. A teljes fényáram (fluxus, total luminous flux) egy, az irodalomban szintén gyakran megtalálható fogalom, mely egy forrás a tér minden irányába (4Π szteradián teljes térszögben) kisugárzott fény mennyiségét írja le. Mértékegysége a lumen (lm) és a kandelából az alábbi módon származtatható:

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr}$$

Mivel a gömb a teljes 4Π szteradián térszögnek felel meg, egy, a teljes térben egyenletesen sugárzó forrás fényárama az alábbi formulával írható le:

$$1 \text{ cd} \times 4 \Pi \text{ sr} \approx 12,57 \text{ lm}$$

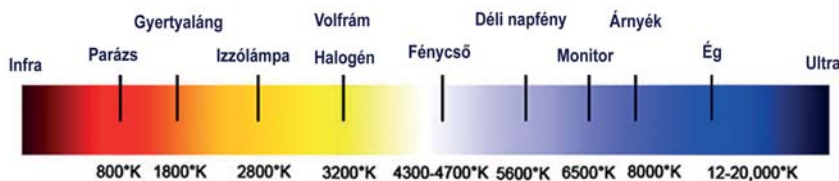


A világítótestek gyártói termékeikhez fényeloszlási diagramokat mellékelnek. Ezek a jelleggörbék a fényerősségértékeket mutatják a sugárzási szög függvényében. Az ábrán látható eloszlási görbéről leolvasható, hogy a világítótest kb. 400 cd fényerősséget emittál az optikai tengelytől mért 45° irányban, míg a tengelyirányú fényerősség 490 cd. Függetlenül az elé helyezett objektum távolságától, az adott irányban a fényerősség állandó, azonban semmit sem tudunk a tárgyon érzékelhető fényviszonyokról, pedig ez lenne a tervezőmérnökök számára a legfontosabb adat, ha például létező hagyományos világítás LED-alapú megoldással való kiváltásának várható hatását vizsgálják a fényforrástól adott irányban és adott távolságban. A kibocsátott fényenergia teszi a tárgyat láthatóvá, és az energiasűrűség határozza meg a megvilágítás mértékét, amely szintén fontos fotometriai fogalom. Mértékegysége a lux (lx) és definíciója szerint az adott felületre beeső fénysűrűségnek és a felületnek a hányadosa, azaz a fénysűrűség felület szerinti sűrűsége. Pontszerű fényforrás esetén a fény irányára

1000 lumen fénysűrűség 1 m²-es területen való koncentrálása 1000 lux megvilágítást jelent, míg egy 10 m²-es területen ez az érték mindössze 100 lux. Így a lux- és lumenértékek összefüggése az alábbiakban határozható meg:

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$$

Miután részletesen értelmeztük a fényerősséggel kapcsolatos fogalmakat, ki kell térni a színérzet kérdéskörére is. Mivel az írásunkban elsősorban világítástechnika-megoldások támogatását célozzuk, elsősorban a fehér fényről kell beszélnünk. A fehér szín leírására használt legfontosabb világítástechnikai fogalom a szín-hőmérséklet, melyet Kelvinben (K) adnak meg, és a meleg (sárgás) színekarakteristikától a hideg (kékes) árnyalatokig értelmezett. Tudományosabb definíciója szerint a szín-hőmérséklet egy feltételezett izzó feketetest által létrehozott színérzet, melyet az izzó fényforrás hőmérsékletével jellemzünk. Mivel a LED- (és egyéb modern) technológiák nem hőmérsékleti sugárzás elvén működő fényforrások, a szín-hőmérsékletnek fizikai értelmezése nincs, ezért ezekben az esetekben korrelált szín-hőmérsékletéről (CCT – correlated color temperature) beszélünk, és a fényforrás fénye által létrehozott színérzetet a hozzá legközelebb eső színérzetet adó feketetest szín-hőmérsékletéhez igazítjuk. Az izzó fényforrások folytonos spektrumban sugároznak, így az általuk megvilágított objektum minden színét képesek megjeleníteni.



merőleges felületen a megvilágítás a fényintenzitás és a távolság négyzetének a hányadosa. Ha ismét a világítótest eloszlási ábráját tekintjük, akkor kiolvasható, hogy a kandelaérték 60 fokban kb. 230, ami 230 lumennek felel meg az 1 steradian területet világít meg az egység sugarú gömb belső felületén. Ebben a távolságban (1 m) az 1 m² felület pontosan 230 lumen fénysűrűséget kap, ami 230 lux megvilágítást jelent, azonban 3 méterre csak ennek kilencedrészét, azaz kb. 25,6 lux megvilágítást kapunk.

Az olyan fényforrások, melyeket korrelált szín-hőmérséklettel jellemzünk (pl. fehér LED), nem rendelkeznek egyenes sugárzással a spektrum összes hullámhosszán, ezért az általuk visszaadott színérzet nem tökéletes. A fényforrások színvisszaadására jellemző mennyiség az ún. színvisszaadási tényező – CRI (color rendering index), mely az izzó feketetest-sugárzó esetében a maximális 100-as érték. Profesionális megvilágítás esetén, a technológiától függetlenül, minimálisan 90-es CRI-értéket kell biztosítani.

Speciális elektrolit kondenzátorok

Polimer alapú és hibrid elektrolittal rendelkező kondenzátorokkal jelentős helymegtakarítás, költségcsökkentés érhető el az elektronikai tervezés folyamán.

Széles hőmérséklet tartományban, alacsony és magas hőmérsékleten is stabil működés, rendkívül alacsony ESR és kiváló élettartam jellemzi ezeket az alkatrészeket.

Polimer alapú PosCap és Os-Con

A japán **SANYO** cég gyártmányai :
 105°C mellett 5000 óra, 85 °C esetén 100.000 óra élettartam;
 Alacsony, akár 4 mΩ ESR érték (D2T méretű PosCap TPLF sorozat);
 Magas ripple áram (pl. 6.1A az OsCon SVPE sorozattal 10X13 mm méretben)



Hibrid alapú EP-CAP

A japán **SUN Electric Industries** fejlesztette új technológia, alumínium elektrolit kondenzátor hibrid vezető polimerrel;
 A szilárd elektrolitos kondenzátoroknál nagyobb volumetrikus hatások / CV (kapacitás x névleges feszültség adott méretben) érhető el (pl. 35V /220µF SMD 10X12.5 mm);
 Akár 125V (HVH család) névleges feszültség;
 Kiváló ár/érték arány;
 Speciális tulajdonságokkal rendelkező sorozatok :
 pl. furatszerelt HEH sorozat - 105°C/10.000 óra
 SMD HVT sorozat 135°C/2000 óra
 Új fejlesztés :HVX sorozat - 150°C/1500 óra



Minden **SUNCON** kondenzátor az autóiipari **TS 16949** szabvány szerint készül és **AECQ-200** konform.

endrich

<http://www.endrich.com>

Technikai támogatás :
 tel.: (+361)297-4191
 e-mail : z.kiss@endrich.com

LED-ek osztályozása fizikai jellemzők szerint – binning

A LED-alapú technológia gyors fejlődése a világítástechnika számos területén nyitott lehetőséget alkalmazására, az épület- és utcavilágítástól kezdve az autópári megvilágítási feladatokig mindenütt használatban van. A hagyományos világítástechnikai szabványok betartása ezzel a merőben eltérő technikával sok fejtörést okoz a terület specialistáinak. Ahhoz, hogy hatékony gyártási folyamatokat tegyenek lehetővé, a gyártók különféle osztályozási eljárásoknak vetik alá a világítódiodákat, ezen osztályozások gyűjtőneve a „binning”. A legfontosabb tulajdonságok a szín és a fényerő, mely paraméterek a gyártási folyamatok közben mérésre kerülnek, ez lehetővé teszi a válogatást. A binning nagyon fontos a lámpatestgyártók számára, mert megteremti az egyensúlyt a végtermék működési jellemzői, ára és a várható szállítási határidők között. Ahhoz azonban, hogy ennek jelentőségét megértjük, a fehér LED gyártástechnológiájának néhány részletére ki kell térni.

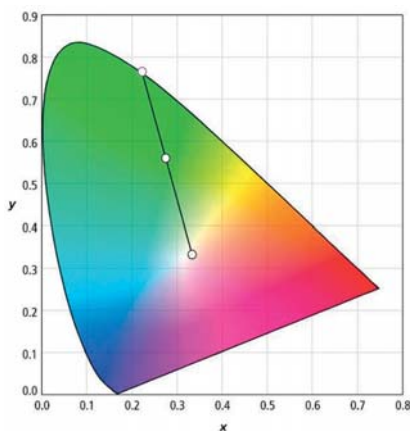
A fehér LED lelke általában egy kék félvezető chip, melyet a gyártók vagy maguk állítanak elő, vagy a szabadpiacon vásárolnak. A diódák egy waferen állnak rendelkezésre, amit aztán kisméretű részekre (die) darabolnak, és a LED-tokozásba helyezik, mikro-hozzávezetésekkel látják el őket, és végül a LED-gyártó saját receptje által összeállított foszfor hozzáadásával, fehér fényforrássá alakítják. A chip minősége és fajtája a LED egy sor későbbi jellemzőjét eleve meghatározza (pl. fényerő, nyitóirányú feszültségesés), de az alkalmazott foszforoknak is komoly szerep jut az optikai jellemzők alakításában. Bár a kutatás-fejlesztés és a befektetett anyagi erőforrások nagy része is a minél egyenletesebb teljesítményű és minőségű végtermék előállítására irányul, még mindig nagy a gyártástechnológia szórása. Emiatt még mindig szükség van a kész komponensek válogatására lumen, szín és nyitóirányú feszültségesés alapján azért, hogy a vásárlóknak ezen csoportokon belül egyenletes minőségű termékeket tudjanak ajánlani.

A gyártás során mindig van egy célérték az adott jellemzőcsoporton belül, és természetesen a végtermékek nagy része a Gauss-eloszlás szerint ennek a célértéknek a közelébe eső jellemzőket mutat, hiszen a gyártó ezek alapján választotta meg az alapanyagokat. Minél közelebb van ez a célérték a végfelhasználó elképzeléséhez, annál ol-

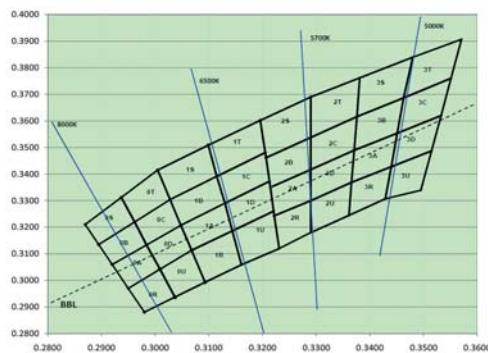
csóbb lesz a komponens ára, viszont olyan elvárások esetén, ahol az adott gyártásból viszonylag kevés késztermék kerül ki, az ár nagyon magas lesz, mivel a kellő számú megfelelő minta kinyeréséhez rengeteg komponens legyártására van szükség.

Ha a vásárló elfogadja, hogy széles válogatásból (akár osztályozás nélkül) kap anyagot, akkor bár az ár és a szállítási idő tekintetében nagy előnyre tesz szert, a technikai megoldás nem lesz precíz, nagy szórást tapasztal majd fényerőben, színhőmérsékletben vagy nyitóirányú feszültségesésben is. Ellenkező esetben, ha csak szűk toleranciát hajlandó elfogadni, a termék nem lesz versenyképes a magas komponensár miatt. A döntés megkönnyítése érdekében vezették be a LED-gyártók a késztermékeik csoportonkénti értékesítését, ahol az egy csoportba tartozó komponensek egymáshoz képest közel azonos fizikai jellemzőkkel bírnak.

A legkritikusabb követelmények a végfelhasználó számára a fényerő és a színhőmérséklet. A fényerőalapú klasszifikáció meglehetősen egyértelmű, a gyártási folyamat során a fényerő mérésével a komponensek előre definiált csoportokba sorolódnak, ezekből tudnak a felhasználók később választani. Minél precízebb szelekcióra van szükség, annál kevesebb a megengedhető csoportok száma, ezért az ár magasabb lesz.



White Bin Structure



A színhőmérséklet alapján történő besorolás már sokkal bonyolultabb feladat. A CCT-csoportok a CIE 1931 színdiagram (x_{max}, y_{max}) és (x_{min}, y_{min}) koordinátapárokkal leírt területei által értelmezhetők a parabola alakú RGB-szintér belső fehér részén.

Ahogy az egyik neves LED-gyártó, a Dominant Opto Technology fehér PRIMAX LED-családjának adatlapján található ábrán is látható, a fehér szín teljes területe (x, y) koordinátapárok által meghatározott csoportok szerinti felosztásra került, és ezekből az adott színhőmérséklethez képest szűk toleranciával kialakított kvadráns alcsoportokat jelöltek ki. Ha a világítóttest gyártója nagyon precíz színhőmérsékletet szeretne elérni, csak a négy alcsoportból választ komponenseket, de dönthet úgy is, hogy több bin megvásárlásával kedvezőbb áron jut hozzá az alkatrészekhez.

(Meg kell jegyezni, hogy a gyakorlatban a gyártók standard szelekciókat állítanak össze adatlapjaikban, amelyek figyelembe veszik a gyártási jellemzőket és vevői igényeket is. Mivel a CCT és a fényerő is összefüggésben van (magasabb színhőmérsékleten nagyobb fényerők érhetők el), természetesen nem válogathatók össze tetszőleges fényerő- és CCT-, „bin”-ek. Ezekre a speciális válogatásokra 4-8-16 CCT-alcsoport és több fényerő-osztály befoglalása jellemző.

Mivel a LED-alapú fényforrások általában állandó áramú táplálással működnek, az egyes komponenseken eső feszültség értéke a teljesítmény szempontjából meghatározó. A nyitóirányú feszültségesés szerinti válogatás azért fontos ilyen esetben, mert az esetleges nagy szórás miatt komoly fogyasztáskülönbségek léphetnek fel az egyes komponenseken, vagy a fénymező fogyasztása lesz túl magas. Ha feszültséggenerátoros táplálást használunk párhuzamosan kötött, nem válogatott nyitóirányú feszültségű komponensek esetén, akkor az egyes diódák fényereje fog jelentősen eltérni egymástól.

A LED-gyártók esetenként más jellemzők alapján is válogatják termékeiket, pl. színes LED esetében szokásos a hullámhossz szerinti csoportosítás, ami fontos lehet olyan alkalmazásoknál, ahol precíz színbeállításra van szükség.



okl. villamosmérnök, kelet-európai regionális értékesítési vezető
Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH

KISS ZOLTÁN
WWW.ENDRICH.COM