

POSZTER SZEKCIÓ	55
LED VILÁGÍTÁSI ESETTANULMÁNYOK ELSŐSORBAN IPARI KÉPFELDOGOZÁSI PROJEKTEKBEN	56
A FÉNYFORRÁS SPEKTRUMÁNAK HATÁSA A LÁTÁSÉLESSÉGRE A MEZOPOS FÉNYSŰRŰSÉGI TARTOMÁNYBAN	58
TEMPLOMVLÁGÍTÁSOK AZ IZZÓLÁMPÁK UTÁN	61
KIÁLLÍTÓK:	63
MÉDIA TÁMOGATÓK	64

Program: Február 23. (kedd)

9.00	Regisztráció
9.50	Megnyitó <i>Szekció elnök: Molnár Károly</i> Fodor János, Óbudai Egyetem, Rektor helyettes Turmezei Péter, Óbudai Egyetem, Dékán, Nagy János, MEE Világítástechnikai Társaság Elnöke
10:00	Bevezető előadás Borsányi János : Fizikai alapok
11.00	Kiállítás és poszter szekció megnyitó – kávészünet
11.30 – 13.30	Szekció előadások. <i>Szekció elnök: Némethné Vidovszky Ágnes</i> Schanda János: Miért lehet a LED minőség gyártófüggő? Gröller György: OLED fényforrások Schulcz Gábor: LED tápegységek bemutatása Kérdések, vita 13.30 – 14.30 <i>Ebédszünet</i>
14.30 – 16.15	Poszterek Szekció előadások. <i>Szekció elnök: Turmezei Péter</i> 14:30 Mengyán András: Fény a művészetben 14:50 Lambert Miklós: Világításcélú LED-ek kiválasztása és meghajtó áramkörei 15:15 Mihalik Gáspár: LED tápegységek megbízhatósági kérdései 15:40 Baktai Gábor: LED-ek vezérlése 16:00 Kérdések - vita 16:15 <i>kávészünet</i>
16.40 – 18.15	Szekció előadások. <i>Szekció elnök: Tóth Zoltán</i> 16:40 Esztergomi Ferenc: LED-es közvilágítási lámpatestek konstrukciós kérdései 17:05 Balogh János Miklós: A LED – es közvilágítás tervezés viszonyosságai 17:30 Schwarcz Péter: LED fényforrással működő lámpatestek energiahatékonysági és hatásfok mutatóinak meghatározása 17:55 Kérdések - vita 18:30 <i>Állófogadás</i>

Program: Február 24. (szerda)

9.00 – 10.45	Szekció előadások
	<i>Szekció elnök: Nagy Balázs Vince</i>
9.00	Erbeszkorn Lajos: Fénysűrűség korlátozás célszerűsége a LED-es lámpatesteknél
9.25	Paniti - Nagy B. V. - Ábrahám Gy.: Organikus LED-ek (OLED-ek) fejlődése az élettartam függvényében
9.50	G. E. Duffy, Vinh-Loc Nguyen, Kovács K.: Piacképes LED rendszer tervezése általános világítási célra
10.15	Kérdések, vita
10.45	<i>Kávészünet</i>
11.00 – 13.00	Szekció előadások
	<i>Szekció elnök: Arató András</i>
11.00	Dorin Beu - Florin Pop - Marilena Maierean - Andras Vernes: LED-ek alkalmazása Erdélyben
11.25	Havas Péter: A LED-ek világítástechnikai alkalmazásának gyakorlati kérdései.
11.50	Böröcz Sándor: LED-ek színpadtechnikai alkalmazásának problémái és lehetőségei
12.15	Gaál János: LED-ek szerepe az autópárhánban
12.40	Kérdések, vita
13.00	<i>Ebédészünet</i>
	Poszterek
14.00 – 15.40	Szekció előadások
	<i>Szekció elnök: Borsányi János</i>
14.00	Szegulja M.: Nagyteljesítményű LED-ek fénytechnikai és elektromos tulajdonságai valós működési körülmények között
14.25	Szórádi Bence: LED fényforrások valós élettartama, fénymegtartásának vizsgálata
14.50	Csuti P. , Kosztyán Zs. , Schanda Gy. , Schanda J. , N.né Vidovszky Á.: Világító diódák világítástechnikai mérés technikája
15.15	Lefanti Gábor: LED-es világítási példa elemzése
15.40	Kérdések, vita
16.00	<i>Kávészünet</i>
16.15 – 18.15	Szekció előadások
	<i>Szekció elnök: Schanda János</i>
16.15	Darvas I.: Energia hatékony létesítmények LED technológias világítási rendszereinek vezérlése az ISO/IEC 14543 és az EN 50090 épületautomatizálási szabványoknak megfelelően
16.40	Szalai Judit: Az építészetben alkalmazott LED-rendszerek
17.05	Füzes Attila: Felharmonikusok a közvilágítási hálózatokon
17.30	Vass László: LED alkalmazások a világítástechnikában
17.55	Kérdések, vita.
	Zárszó: Nagy János, MEE VTT Elnöke

PIACKÉPES LED RENDSZER TERVEZÉSE ÁLTALÁNOS VILÁGÍTÁSI CÉLRA	28
LED-EK ALKALMAZÁSA ERDÉLYBEN	32
A LED-EK VILÁGÍTÁSTECHNIKAI ALKALMAZÁSÁNAK GYAKORLATI KÉRDÉSEI	34
LED-EK SZÍNPADVILÁGÍTÁSI ALKALMAZÁSÁNAK PROBLÉMÁI ÉS LEHETŐSÉGEI	35
LED-EK SZEREPE AZ AUTÓIPARBAN	37
NAGYTELJESÍTMÉNYŰ LED-EK FÉNYTECHNIKAI ÉS ELEKTROMOS TULAJDONSÁGAI VALÓS MŰKÖDÉSI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT	38
LED FÉNYFORRÁSOK VALÓS ÉLETTARTAMA, FÉNYMEGTARTÁSÁNAK VIZSGÁLATA	39
VILÁGÍTÓ DIÓDÁK (LED-EK) VILÁGÍTÁSTECHNIKAI MÉRÉSTECHNIKÁJA	41
LED-ES VILÁGÍTÁSI PÉLDA ELEMZÉSE	43
ENERGIA HATÉKONY LÉTESÍTMÉNYEK LED TECHNOLÓGIÁS VILÁGÍTÁSI RENDSZEREINEK VEZÉRLÉSE AZ ISO/IEC 14543 ÉS AZ EN 50090 ÉPÜLETAUTOMATIZÁLÁSI SZABVÁNYOKNAK MEGFELELŐEN	45
AZ ÉPÍTÉSZETBEN ALKALMAZOTT LED-RENDSZEREK	49
FELHARMONIKUSOK A KÖZVILÁGÍTÁSI HÁLÓZATOKON	51
LED ALKALMAZÁSOK A VILÁGÍTÁSTECHNIKÁBAN	53

TARTALOMJEGYZÉK

PROGRAM: FEBRUÁR 23. (KEDD)	1
PROGRAM: FEBRUÁR 24. (SZERDA)	2
A LED-EK MŰKÖDÉSÉNEK FIZIKAI ALAPJAI	3
MIÉRT LEHET A LED MINŐSÉG GYÁRTÓFÜGGŐ?	5
OLED FÉNYFORRÁSOK	7
LED TÁPEGYSÉGEK BEMUTATÁSA	9
VILÁGÍTÁSCÉLÚ LED-EK KIVÁLASZTÁSA ÉS MEGHAJTÓ ÁRAMKÖREI	12
LED TÁPEGYSÉGEK MEGBÍZHATÓSÁGI KÉRDÉSEI	15
LED-EK VEZÉRLÉSE	18
LED-ES KÖZVILÁGÍTÁSI LÁMPATESTEK KONSTRUKCIÓS KÉRDÉSEI	19
A LED – ES KÖZVILÁGÍTÁS TERVEZÉS VISZONTAGSÁGAI	20
LED FÉNYFORRÁSSAL MŰKÖDŐ LÁMPATESTEK ENERGIAHATÉKONYSÁGI ÉS HATÁSFOK MUTATÓINAK MEGHATÁROZÁSA	22
FÉNYSŰRŰSÉG KORLÁTOZÁS CÉLSZERŰSÉGE A LED-ES LÁMPATESTÉKNÉL.	25
AZ ORGANIKUS LED-EK (OLED-EK) FEJLŐDÉSE AZ ÉLETTARTAM FÜGGVÉNYÉBEN	27

A LED-ek működésének fizikai alapjai

Borsányi János

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar,
Mikroelektronika és Technológiai Intézet

Annak felismerése, hogy egyes félvezető anyagok bizonyos körülmények között fénykibocsátásra képesek (egyenárammal átvárt szilícium-karbid kristály, vagy később elektronsugárral gerjesztett cinkszulfid) kb. 100 éves múltra tekinthet vissza. LED-ekről azonban – mivel a LED fénykibocsátó dióda – természetesen csak a félvezető diódák megjelenése óta beszélhetünk. Ez az 1960-as évek elejére tehető, ekkor jelentek meg a piros színű gallium-arszenid (GaAs) és gallium-foszfid (GaP) alapú diódák. (1962. Holonyak és Bevacqua) Az azóta eltelt csaknem fél évszázadot – különösen annak utolsó két évtizedét – a LED-ek sikertörténetének is lehetne nevezni; a kezdetben csak színes, alig 1 lm/W fényhasznosítású, kizárólag jelző fényforrásként használt diódáktól eljutottunk a nagyságrenddel nagyobb egységteljesítményű, fehér színű, 100 lm/W-ot is elérő LED-ekig, amelyek – mint ennek a konferenciának a megrendezése is bizonyítja – a világítástechnikában is egyre jelentősebb helyet követelnek maguknak.

A továbbiakban az előadás áttekinti a LED-működés elméleti alapjait. A félvezetők sáv szerkezetéből kiindulva tárgyalja a tiltotsáv-átlépést követő elektron-lyuk rekombinációt és az ennek következményeként létrejövő fotonkibocsátást. A periódusos rendszer IV. oszlopához tartozó elemi félvezetők és a ZnS-típusú II.-VI.- oszlopbeli elemekből alkotott vegyületek nem bizonyultak megfelelőeknek, viszont a III.-V.-típusú vegyület-félvezetőkkel – miután adalékolással p-n átmenetet alakítottak ki bennük – sikerült az első LED-eket előállítani. (Mind a III.-V., mind a II.-VI.-típusú vegyületekben a kémiai kötés során az elektron-oktett elv érvényesül, ugyanúgy, mint egy tiszta IV. oszlopbeli elemnél.) A tiltott sávban létrehozott akceptor ill. donor-szintek segítségével megfelelő nagyságú elektron- ill. lyukkonzentráció érhető el a vezetési- ill. a vegyérték-sávban, és a p-n-átmenetre a tiltott sáv energiaszélességének megfelelő nyitóirányú feszültséget kapcsolva a rekombináció létrejöhet. A kibocsátott sugárzás hullámhosszát első közelítésben a tiltott-sáv szélessége határozza meg, és az ismert Planck-egyenlet alapján számítható. Azonban a színes (egyszínű) LED-ek fénye sem monokromatikus, a rekombináció ugyanis nem élesen a vezetési sáv alja és a vegyérték-sáv teteje között megy végbe, hanem a két sáv egyéb energia-nívói között is, melyek a Fermi-Dirac-eloszlásnak engedelmessékednek.

A már említett GaAs a viszonylag kisebb sáv szélesség miatt infravörös tartományban sugároz. A GaP-ban viszont ún. indirekt rekombináció lép fel, a GaP indirekt félvezető. Az elektron-átmenet során ugyanis az energiamegmaradás törvényén kívül az impulzusmegmaradás

törvényének is teljesülnie kell. Ez vagy a félvezető anyag rácsrezgésének kvantumjaival, (fononokkal) való ütközési kölcsönhatásban realizálódik, vagy hibahely ill. szennyezőatom közvetíti az átmenetet. Indirekt rekombináció esetén az energia döntő része hő formájában felszabadulva magát a félvezető anyagot melegíti. (Ilyen indirekt félvezető a tiszta szilícium és germánium is.) Az indirekt rekombinációk valószínűsége nagymértékben csökkenthető az ún. aktivátorok hozzáadásával. (Ilyen pl. a cink-oxid: ZnO)

Az infravörösben sugárzó GaAs-ból és az indirekt félvezető GaP-ból előállított elegykristály direkt rekombinációval látható sugárzást emittál. A GaAs_{1-x}P_x „x” foszfor-atom % függvényében különböző tiltott-sáv szélességű (különböző színárnyalatú) sugárzásokat eredményezett. Ezen az úton haladva számos egyéb, 3-4 sötét esetenként több komponensből álló félvezető vegyületeket állítottak elő a III. oszlop (B, Al, Ga, In, Tl) és az V. oszlop (N, P, As, Sb, Bi) elemeinek kombinációival. p-ill. n-típusú adalékként a II. ill. a IV. oszlop elemei (pl. Mg és Si) szerepelhetnek.

Az utat a szélesebb körű világítástechnikai alkalmazás felé a kék LED előállítása nyitotta meg. (1991. Nakamura) Ezután már megoldható lett a fehér fényt sugárzó dióda előállítása is, részben az ún. RGB (vörös-zöld-kék) LED-ek kompozíciójával, részben fénypor segítségével, a LED kék sugárzását bizonyos arányban sárgává alakítva, vagy zöld- és vörös fényport alkalmazva.

A cél ezután a minél nagyobb egységteljesítményű és fényhasznosítású diódák kifejlesztése volt, hogy versenyképesek legyenek a hagyományos fényforrásokkal. Ez – mint ismert – sikerrel járt, sőt a 80-100 lm/W-os LED-ek hosszú élettartammal (kb. 50.000 óra) rendelkeznek. A többi előnnyel (az átfolyó árammal széles tartományban egyenesen arányos fényáram, egyszerű szabályozhatóság) együtt azonban az alkalmazások során bizonyos nehézségek is adódtak; a működés közben keletkezett hőt el kell vezetni, a felmelegedés több szempontból is károsan hat a LED-re. A hűtésről való gondoskodás elsősorban lámpatest-konstruktóri feladat, mint ahogyan a keletkezett fény minél nagyobb hatásfokú kicsatolásának megoldása is. (Itt a szereplő anyagok nagy törésmutatója miatt könnyen totálreflexió léphet fel.)

A LED felépítésére egy lehetséges példát mutat be az előadás. Egyéb konstrukciók, valamint az üzemeltetési kérdések megoldása a soron következő előadások témája lesz.

Az MEE Világítástechnikai Társaság és az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar szervezésében 2010. február 23-24-én az Óbudai Egyetemen tartott LED Konferencia szervezőbizottsága

Szervezőbizottság elnöke: Nagy János

Tagjai:

Arató András
Borsányi János
Böröcz Sándor
Csuti Péter
Kovács Gábor
Kránicz Balázs
Molnár Károly
Nagy Balázs Vince
Némethné Vidovszky Ágnes
Schanda János
Schwarcz Péter
Szabó Gergely
Tóth Zoltán

Programbizottság elnöke: Schanda János

Tagjai:

Csuti Péter
Nagy Balázs Vince
Némethné Vidovszky Ágnes

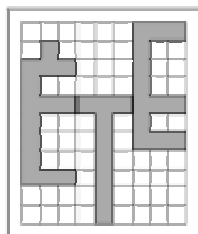
Média Támogatók



elektro
INSTALLATEUR

Elektrotechnika
A MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET HIVATALOS LAPJA ■ ALAPÍTVA: 1908

MAGYAR
ELEKTRONIKA
PROFESSIONÁLIS ELEKTRONIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI SZAKFOLYÓIRAT



Elektromosipari és épületvillamossági szaklap
**VILLANYSZERELŐK
LAPJA**

we VILLAMOSIPARI
VÁLLALKOZÓK
EGYESÜLETE
EUEW-tag

Miért lehet a LED minőség gyártófüggő?

Schanda János

Pannon Egyetem, Virtuális Környezetek és Fénytani Laboratórium,
Veszprém

A hagyományos fényforrásoknál megszoktuk, hogy az azonos fotometriai jellemzőkkel rendelkező fényforrások minősége közelítőleg azonos, bármely jó nevű gyártótól is vásároljuk azokat. Kisebb különbségek időszakonként előfordulhattak, amikor egy-egy gyártó valamilyen újítást vezetett be (új wolfram színterelési eljárások, a wolfram adalékolásának módosítása a kedvezőbb kristálystruktúrák kialakítására, vagy az izzólámpa gáztöltésének optimalizálása (Kr-töltés), esetleg a gázkisülő lámpáknál a kisülőcső anyagának vagy a lezárások módosítása), de ezt az előnyt a többi gyártó hamar behozta. Világító diódák (LED-ek) esetében nem ez a helyzet. A neves gyártók is alapvetően eltérő technológiát használnak, s ennek következtében a közel azonos fotometriai és villamos paraméterekkel jellemzett LED-ek felépítése és teljesítőképessége között lényeges eltérés lehet.

Az eltérések már a kiinduló anyagoknál felléphetnek. Jelenleg a LED struktúrákat nem tömör egykristályokban alakítják ki, hanem valamilyen hordozóra növesztik fel a világító dióda struktúrákat. Az aktív LED félvezetőt különböző gyártók más-más anyagra növesztik fel, s ez eltérésekhez vezethet (kristálytani minőség, ún. diszlokáció sűrűség stb.), mely a hosszútávú működésben okozhat különbséget. Eltérő lehet magának az aktív p-n átmenetnek a szerkezete is, s ez is befolyásolhatja a működést.

De eltéréseket találunk a kontaktusok kialakításában, a fényt kibocsátó felületek kiképzésében stb. Mindez befolyásolhatja az eszköz hatásfokát is, de okozhat nehezen kézbe tartható, korai meghibásodásokhoz vezető gyártási szórásokat is.

Fehér fény keltéséhez ma általában a kéken emittáló félvezető morzsát fénypor réteggel vonják be, s a kék morzsa-fény és a fénypor fénye együttesen eredményezi a fehér fényt. A fénypor felvitele is történhet különböző eljárások alkalmazásával, s ettől függően változhat a kilépő fény térbeli eloszlása és annak színe, a fénypor üzem közbeni hőmérséklete, mely annak öregedését befolyásolja.

Az egyes rész megoldásokat különböző gyártók szabadalma védi, s ez a hagyományos fényforrás-gyártáshoz képes sokszorosra növekedett szabadalmi perekhez – és egyezségekhez – vezetett.

Mivel a LED-ek fényét tág határok közt módosíthatjuk a rajtuk átfolyó áram vezérlésével, ugyanazt a fotometriai teljesítményt különböző minőségekkel lehet elérni az áramsűrűség változtatásával. Így első pillantásra a felhasználó meg sem tudja állapítani, hogy a külsőleg nagyon hasonló, megközelítőleg azonos teljesítményű LED-ek egyik esetben teljesítőképességük végső határáig feszítve működnek, míg a másik

esetben még bő tartalék áll rendelkezésre. Mindez persze befolyásolja a megbízhatóságot és élettartamot.

Az előadásban különböző felépítésű LED-ek példáján mutatjuk be az egyes felépítési variánsoknak a működésre gyakorolt hatását, egy-egy kis bepillantást engedve a gyártók által általában titkosan kezelt gyártási lépések hatásaiba.

Kiállítók:

ABCOM Kft.,
COMPASS Kft.,
ELAS Kft.,
ELECTRO-COORD Kft.,
GE Hungary Kft.,
HOFEKA Kft.,
HUNGAROLUX LIGHT Kft.,
JCQ Hungary Kft.,
K-Light Kft.,
KT-Electronic Kft.,
Ledium Kft.,
LightingMetrics Kft.
Lightronic Kft.,
LISYS Fényrendszer Zrt.,
Makett Kft.,
Macro Budapest Kft.,
OPTIKA Mérnökiroda Kft.,
OSRAM Kft.,
Philips Magyarország Kft.,
Primet Kft.,
TIVI Kft.,
V. I. Polysystem Kft

OLED fényforrások

Gröller György, Molnár Károly, Nemcsics Ákos

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, MTI

Az elmúlt bő évtized jelentős átrendeződést hozott a fényforrások területén. A hagyományos izzólámpák egyre kevésbé tudják teljesíteni az energiahatékonysági, környezetvédelmi követelményeket. Az e téren sokkal jobb kisüléssel lámpák sokat javultak a színvisszaadás területén, és nem utolsósorban áruk is versenyképes lett. Megjelentek és rohamos fejlődéssel kerültek a legjobbak közé a szilárdtest fényforrások. A LED ma már hétköznapi piaci szereplő, bár még nagyon nagy fejlődési potenciállal rendelkezik. Szerves „kistestvére” az OLED még inkább csak ígélet, még alig lépett ki a fejlesztő laboratóriumok kapuján. Az anyagban, a konstrukcióban és a technológiában azonban annyi lehetőség van, hogy mindenképp érdemes megismerni, számolni vele, mint a közeljövő új fényforrása.

Előadásunkban irodalmi összefoglalást adunk az OLED-ek:

- működés-fizikájáról, felépítéséről
- optikai, világítástechnikai jellemzőiről, ezek javítási lehetőségeiről
- a használt anyagokról, a technológia fontosabb műveleteiről
- az első kísérleti termékekről, tervekről

A vezetés mechanizmusa

Vezetni képes szerves molekulát úgy kapunk, ha a molekula nagy részére kiterjedő konjugált kettőskötés rendszer alakul ki. Ez azt jelenti, hogy minden második $C - C$ kapcsolat kettőskötés. A második ún. π -kötés képes delokalizálódni, azaz a szénlánc mentén elmozdulni. Mint bármi más kovalens kötés esetén, az elektronok itt is kötő és lazító pályákra kerülhetnek. Alapállapotban az elektronok betöltik az alacsonyabb energiájú kötő szintet, és üres marad a lazító szint. Ez a séma hasonlít a szerves félvezetők sávstruktúrájára, itt a szerves félvezetőknél a „vegyértéksávot” HOMO, a „vezetési sávot” LUMO szintnek nevezik (legmagasabb betöltött-, legalacsonyabb betöltetlen molekulapálya). Vezetés akkor lehet, ha elektronok a LUMO szintre kerülnek. A sávszélesség $1,5 - 3$ eV ez elég nagy energia, ennek megfelelően a tiszta anyagok inkább a szigetelőanyagokra hasonlítanak. A töltéshordozók számát p vagy n adalékolással növelhetjük. Halogének, ill. alkáli fémek hozzáadásával oxidálhatjuk (elektron leadás - p szennyezés) ill. redukálhatjuk a molekulát (elektron felvétel - n szennyezés). Eltérően a szerves félvezetőktől, itt az adalék koncentrációja jóval nagyobb, néhány százalék. Ennek hatására az alapvegyület vezetőképessége $8 - 10$ nagyságrenddel is megnőhet.



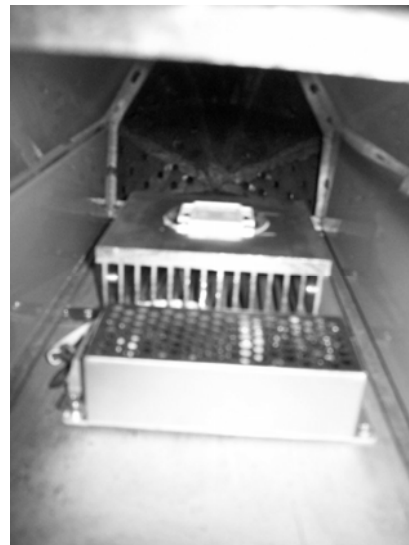
Izzók és CFL-k vegyesen falikarban



Izzók és CFL-k vegyesen csillárban



XX. századi falilámpa átszerelve LED-re



A LED behelyezése meglévő lámpatestbe, de nem E27 fejjel

Szerzők köszönik az OSRAM Magyarország különböző gyertyalámpákkal történt támogatását.

A fénykibocsátás mechanizmusa

A foton kibocsátása egy elektron LUMO szintről a HOMO-ra való visszajutásakor történik. A gerjesztett elektron és egy lyuk együtt egy excitont képeznek. Ez a páros bizonyos ideig fennmarad, vándorol a szerkezetben, majd megtörténik a rekombináció, az exciton energiája (jó esetben) fotonként szabadul fel. Ha az átmenet az elektron spinjének megtartásával zajlik, fluoreszcens mechanizmusról beszélünk. A megfelelő hatásfok eléréséhez azonban biztosítani kell, hogy azok az elektronok is sugárzással kerüljenek alapállapotba, amelyek csak spinváltással tehetik azt meg. Egy másik molekula veszi át a gerjesztési energiát és ott történik meg a foton kibocsátása, amelyet így foszforeszcens mechanizmusnak nevezünk.

Optikai, világítástechnikai jellemzők

- *Hatásfok jellegű mennyiségek:* A *belső kvantumhatásfok* 25% körüli értéket érhet el, ha csak fluoreszcenciára képes anyagunk van. A legtöbb szerves fényemittáló anyag ilyen, foszforeszcenciára elsősorban nemesfémek komplex vegyületei képesek, ezeket keverik az aktív rétegbe. Így megközelíthető a 100%-os *belső kvantumhatásfok*. A *külső mértékhatásfok* nehezebben javítható, itt azt az arányt kellene javítani, ami a nagy törésmutatójú rétegből kilépő, ill. teljes visszaverődés révén elvesző fotonok közt fennáll.
Fényhasznosítás: Az irodalom már 100 lm/W feletti laboratóriumi eredményekről is beszámol, és a „kereskedelmi” termékek hatásfoka is folyamatosan javul, de itt még a 25 – 30 lm/W alatt vannak a fényforrások. Jellemző a hatásfok függése az eszköz terhelésétől. A legjobb fényhasznosítás kisebb áramerősségnél és kisebb fényűrsűrségnél van, 1000 cd/m² feletti értéknél már csökkenni kezd.
- *Szín, színvisszaadás:* a helyzet hasonlít a LED-ekhez, itt is sávos emissziója van az egyes anyagoknak, amelyből kivezethető a fehér fény akár kettő, akár három sáv felhasználásával. Kis könnyebbség, hogy az OLED emissziós sávjai kicsit szélesebbek, így jobban lefedhető a teljes színek. Másrészt sokkal nagyobb az anyagválaszték, a molekula-szerkezet változtatásával lehetőség van a kibocsátás finomabb hangolására.

Technológia

A kutatások nagy része arra irányul, hogy minden polimer elektronikai terméket, így az OLED fényforrásokat is valamilyen nagy termelékenységű és olcsó nyomdatechnikai eljárással lehessen előállítani. Ez gyakorlatilag az ipari megvalósításig eljutott a polimer alapú eszközök esetében. A néhány paraméterében jobb kis molekulájú szerves anyagokból egyelőre vákuumpárologtatással készítenek rétegeket.

Templomvilágítások az izzólámpák után

N. Vidovszky Ágnes¹ – Schanda János²

¹ BME VIK – ² Pannon Egyetem

Az izzólámpák gyors ütemű kivonása miatt rövidesen a 60 W-nál kisebb teljesítményűek is eltűnnek a boltok polcairól. Az izzólámpák egyik jelentős felhasználói csoportja az egyház. Kérdésként merül fel tehát, melyek azok a fényforrások, amelyek a templomi csillárokbán, falikarokban felválthatják a jó öreg izzót: Tudják-e ezek az „új” fényforrások teljes egészében helyettesíteni az izzókat? (megvilágítás, komfort, stb. szempontból)

Helyettesítő fényforrásként szóba jöhető fényforrások a kompaktfénycsövek ill. a szilárdtest sugárázó. Ezek alkalmazása során a következő problémák adódnak:

1. Kompaktfénycsövek (CFL)

- 1.1. Habár a kompaktfénycsövek formája lehet hasonló az izzókéhoz (pl gyertya) a fényeloszlásuk más lesz.
- 1.2. A kisülőlámpa burája is nagyobb.
- 1.3. A megbízható minőség drága.

2. Világító diódák (LED)

- 2.1. Az E14-s fejbe illeszthető legalább 20 W-s lámpák hogyan mutatnak a középkori, vagy barokk csillárokbán,
- 2.2. A helyettesítő LED általában hidegebb színű,
- 2.3. Színvisszaadása majdnem olyan értékű, mint a kiváltott izzóé, a vizuális komfort érzetünk még is más.
- 2.4. Problémás a hőelvezetés, hiszen ezeket a LED-eket E 14 esetleg E 27-s fejjel kell szerelni a cserélhetőség érdekében.

Az elmúlt években – energiatakarékossági célból – már sok helyen cserélték az izzólámpát kompaktfénycsőre. Ezek a megoldások esztétikailag is sok kívánnivalót hagynak maguk után. Akadnak már hazánkban is LED-s templomi világítások.

Más azonban a követelményrendszer egy középkori, vagy barokk templomban egy szecessziós vagy art deko stílusú templomhoz képest.

Következtetéseink:

- A LED sok esetben alkalmatlan az izzó kiváltására, még további kutatások szükségesek.
- Nem elegendő a fényáram azonosságra törekedni.
- A számításoknál az energia megtakarítást nem egyedül a közvetlen energia felhasználásra kell vonatkoztatni, hanem a teljes élettartamra (gyártástól a megsemmisítésig)
- Meg kell találni az optimális formát a modern fényforráshoz a művészeti, történelmi értékű alkalmazásokhoz. Ez még nyitott kérdés.

KÍSÉRLETI MÓDSZER

Vizuális kísérleteink két fő szakaszra oszthatók: 1, Két fénysűrűségi szinten ($L_p=0,1$ és $L_p=1$ cd/m²) vizsgáltuk a látásélességet, hideg- és melegfehér korrelált színhőmérsékletű LED-es fényforrások segítségével. 2, Két további fénysűrűségi szinten vizsgáltuk a látásélességet. Ezeket Vas és Bodrogi modellje szerinti $L_p=0,1$ és $L_p=1$ cd/m² mezopos fénysűrűségi szinteken végeztük.

Mindkét esetben a feladat a következő volt: a megfigyelők a Kettesy-tábla decimális verzióján a számokat azonosították 5 méter megfigyelési távolságból, a négyféle megvilágítási körülmény esetén. A megfigyelésekben 10 idős (60-80 év közötti) és 10 fiatal (22-28 év közötti) személy vett részt.

EREDMÉNYEK

Eredményeink kimutatták, hogy a fiatal megfigyelőcsoport vizuális teljesítménye szignifikánsan jobb nagyobb korrelált színhőmérsékletű – azaz hidegfehér – LED-es megvilágítás mellett, mint melegfehér LED-es fényforrásnál. Ez a különbség nem figyelhető meg az idős megfigyelők esetén. Ennek a jelenségnek egyik oka a 1.a ábrán bemutatott, szemlencse áteresztés változás lehet. Természetesen a megfigyelés teljesítményét befolyásolja a szemlencse sárgulásának állapota, a Purkinje-hatás erőssége, és a fényforrás spektrális teljesítmény eloszlása is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez a kutatás a Nemzeti Kutatási és Technológia Hivatal támogatásával valósult meg.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Rea MS, Bullough JD,(2007), Making the move to a unified system of photometry. Lighting Research and Technology Vol 39/4, pp. 393-408.
- [2] Kurtenbach A, Meierkord S, Kremers J,(1997), Spectral sensitivities in dichromats and trichromats at mesopic retinal illuminances, Journal of Optical Society of America, Vol. 16, 1541-1547.
- [3] Eloholma M, Halonen L (2007), Performance based model for mesopic photometry, MOVE Project report.
- [4] Vas Z., Bodrogi P., Schanda J., Várady G., Commission Internationale De L'Éclairage Midterm Conference Selected Paper Proceedings: Non-additivity errors in mesopic photometry

LED tápegységek bemutatása

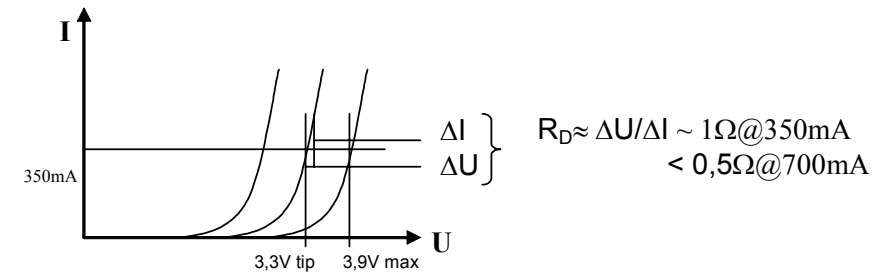
Schulcz Gábor

Lightronic Kft.

LED, mint villamos alkatrész

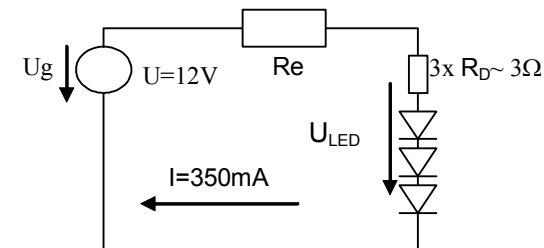
$I=f(U)$ karakterisztika

- meredekség, $R_D \gg DU/DI$
- LED feszültségének szórása
(Utip 3,3V Umax. 3,9V (ez +18%))@ $I=350\text{mA}$
- LED feszültségének hőmérséklet függése – $4\text{mV}/^\circ\text{C}$
 $DT=50^\circ\text{C}$ @ $DU=-4\text{mV}/^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C}=-200\text{mV}$
3 LED-nél $DU=-0,6\text{V}$

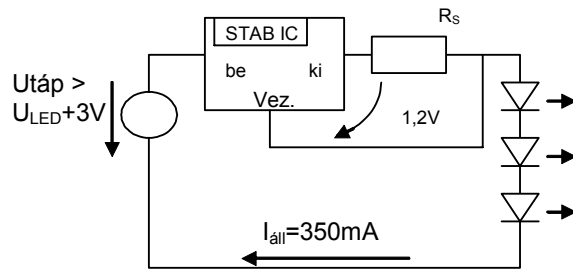


LED a törpefeszültségű áramkörben

- közel feszültséggenerátoros táplálás (Pl. Akku, elem) esetének bemutatása
ULED szórásra, hőmérsékletre instabil



- **analóg disszipatív áramgenerátoros táplálás szemléltetése**
Stabil, állandó áram



- **kapcsolóüzemű áramgenerátoros táplálás**

- Kis veszteség, jó hatásfok $\eta = 0,9 \dots 0,97$
- Bonyolult működés, még ha a korszerű cél IC-k miatt kevés alkatrész is kell
- A LED árama hullámzik
- Kapcsolástechnika szerint lehet
 - Feszültség csökkentő
 - Feszültség növelő
 - Feszültség növelő, csökkentő is

- **feszültség csökkentő átalakító**

- Kiváló hatásfok
- Folyamatos áramvezetés a LED-eken
- Ha a FET átüt, a LED-ek tönkremennek

- **feszültség növelő átalakító**

- Jó hatásfok
- Ha a FET elromlik, LED-ek jók maradnak
- Ha $U_{LED} < U_{TÁP}$, LED-ek tönkremennek
- PFC áramkör is így működik

Hálózatról táplált LED tápegységek

- **230VAC/max48VDC SELV** tápegység áram visszacsatolással 1 csatorna
- **230VAC/12...48VDC SELV** tápegység + 1...10db Buck áramszabályozó (Több áramgenerátor csatorna)

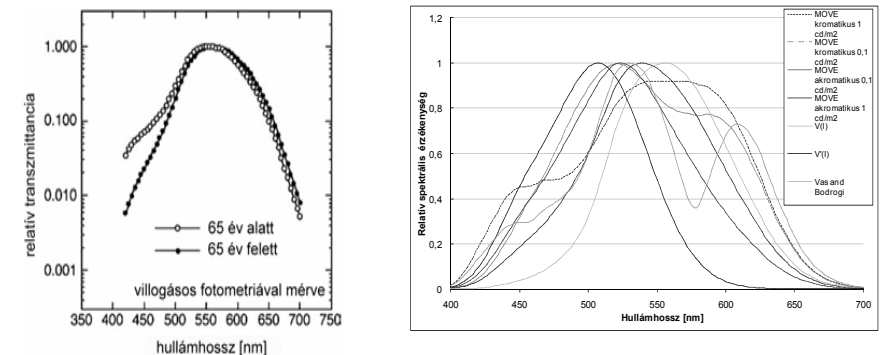
MOVE (Mesopic Optimisation of Visual Efficiency) konzorcium[3] kétféle érzékenységi görbét javasolt: egy akromatikus, amely a Rea féle modellhez hasonlít, illetve egy kromatikus, ami Kurtenbach elképzeléseihez áll közelebb (1.b ábra). A jelen dolgozat egyik szerzője ugyancsak közölt egy modellt[4].

Az egyes modellek alapján számolt mezopos fénysűrűségi értékeket az 1. táblázat tartalmazza az általunk vizsgált két fényforrás esetén.

1. táblázat: Rögzített fotopos fénysűrűségi értékekhez ($L_p=0.1$ és $L_p=1$ cd/m^2) tartozó mezopos fénysűrűségi értékek 5 különböző modell szerint.

Fotopos fénysűrűség [cd/m^2]	LED típusa	Kurtenbach	Rea	MOVE akromatikus	MOVE kromatikus	Vas és Bodrogi
0.1	Warm-white	0,0958	0,1343	0,1289	0,0952	0,1162
	Cool-white	0,1230	0,1432	0,1307	0,1005	0,1712
1	Warm-white	0,9967	1,1456	1,1393	0,9465	1,1522
	Cool-white	1,0871	1,1521	1,1405	1,0307	1,5004

Az 1. táblázatból látható, hogy az egyes modellek által számított mezopos fénysűrűségek eltérnek egymástól, ez az eltérő felépítésükből következik. A legnagyobb eltérést Vas és Bodrogi formulája adta, mert ez a modell a mezopos tartományban a spektrális érzékenységet kiszélesítését valósítja meg a kromatikus csatornák figyelembe vételével.



1. ábra: a, A szemlencse relatív átteresztési tényezője fiatal és idős megfigyelők esetén. **b,** Szabványos CIE spektrális érzékenységi görbék a fotopos és a szkotopos fénysűrűségi tartományokra illetve a MOVE projekt eredményeként kapott görbék.

A fényforrás spektrumának hatása a látásélességre a mezopos fénysűrűségi tartományban

Vas Zoltán, Szabó Ferenc, Schanda János

Virtuális Környezetek és Fénytan Laboratórium, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék, Műszaki Informatikai Kar, Pannon Egyetem, Veszprém

Rövid kivonat

Ez a tanulmány a fényforrás spektrumának látásélességre gyakorolt befolyásoló hatását vizsgálja, a szűrületi –azaz a mezopos fénysűrűségi-tartományban. Vizuális kísérleteket végeztünk hideg- és melegfehér korrelált színhőmérsékletű LED-ek segítségével, $L_p=0,1$ cd/m² és $L_p=1$ cd/m² fénysűrűség mellett, illetve az ezeknek megfelelő mezopos fénysűrűségi szinteken. A Kettesy-táblán található számok –mint vizuális céltárgyak- azonosítási feladata során fiatal megfigyelők (65 éves korhatár alatt) a hidegfehér LED-es fényforrás esetén szignifikánsan jobb eredményeket értek el, mint a melegfehér LED-ek esetén. Idős megfigyelőknél a fényforrás spektrális befolyása nem volt kimutatható.

Kulcsszavak: látásélesség, mezopos fénysűrűség, Kettesy-tábla, LED, LED-es közvilágítás

BEVEZETÉS

A mezopos fénysűrűségi tartományban a szem spektrális érzékenységét a retinán található két típusú fotoreceptor (csapok és pálcikák) együttes működése határozza meg. Emiatt az emberi szem érzékenysége ebben a tartományban eltér mind a fotopos mind a szkotopos tartománybeli érzékenységtől.

A szemlencse relatív fényáteresztése a kor előrehaladtával változik, amely a szemlencse sárgulásának következménye. Ahogy a 1.a ábrán látható, a 420 nm - 500 nm közötti hullámhossz tartományú optikai sugárzás kisebb része éri a receptorokat idős korban. A mezopos tartományban figyelhető meg a Purkinje-hatás, amely az átmenetet írja le a nappali látásból (csapok) az éjszakai látásba (pálcikák). Ekkor a kromatikus befolyás csökken, ami szintén befolyásolja a mezopos tartományban a vizuális észlelést.

A CIE még nem fogadott el egyetlen modellt sem, amely képes a szem működését leírni mezopos tartományban, de ennek ellenére számos eljárás és modell létezik. Rea és szerzőtársai[1] a $V(\lambda)$ és $V'(\lambda)$ görbék lineáris kombinációjából előálló érzékenységi görbét ajánlottak, míg Kurtenbach és társainak[2] eljárása a fotoreceptorok jeleiből számol. A

– Hálózattól galvanikusan el NEM választott táp

- Kiváló hatásfok $\eta \sim 0,95$
- Nagy teljesítmény $P_{max} \sim 100W @ 350mA, 200W @ 700mA$
- Széles telj.tartomány 20 , 100W @ 350mA
- Védőelválasztást a lámpatestben kell megoldani

– Egyszerűsített felépítésű LED táp bemutatása

Egyes fokozatokat összevonnak

Az olcsóbb kialakításért erősen kompromisszumos megoldás

Dimmelés

- Az áramgenerátor áramának állításával
- Impulzusszélesség modulált, néhány 100Hz-es kapcsolóáramkör az áramgenerátor és LED-ek közé.

Összegzés

- A tápegység alapvetően befolyásolja a lámpatest hatásfokát, élettartamát
- Kritikus mind a LED-ek élettartama, mind a hálózatra gyakorolt hatása miatt
- A veszteséghőt el kell vezetni!
- Általában a hálózati feszültség széles tartományában (190÷250V) a LED-ek árama nem változik, ezért a közvilágítási hálózat feszültség szabályozásával fényáram-szabályozás nem lehetséges.

Világításcélú LED-ek kiválasztása és meghajtó áramkörei

Lambert Miklós

A LED-ek fejlődésük során mára eljutottak oda, hogy világítási célokra használhatóak, és a hagyományos fényforrások kiegészítésére és kiváltására alkalmassá váltak. Alkalmazásuk két szakterületet ölel fel, jelentős átlapolással:

- A LED mint fényforrás: ezzel a világítástechnika foglalkozik, optikai, fénytechnikai és fiziológiai szempontok figyelembevételével.
- A LED működtetése: az elektronikus meghajtó áramkör tervezése villamosmérnöki feladat, félvezető eszközök alkalmazásával.

A helyesen méretezett LED-es világítás piaci sikere a két szakterület dinamikus együttműködése, a korlátok ismerete és egymásra hatása teremti meg az összhangot. A tervezés menete és a LED-ek kiválasztása általában a következő séma szerint történik:

1. A feladatot (és a piacot) általában a világítástechnikus hozza, az igényelt fényadatok alapján kell a LED-es fényforrás(oka)t kiválasztani. A megvilágításhoz szükséges világítástechnikai adatok:
 - Megvilágítás (lux) → fényáram (lumen)
 - Szín, színhőmérséklet (hullámhossz nm, színhőmérséklet K)
 - Sugárzási szög és iránykarakterisztika
 - Színvisszaadási képesség (CRI)Ettől kezdve kezd dolgozni az áramkörtervező.
2. Villamos bemenő paraméter a működtető energiaforrás.
 - Ez lehet váltakozó áramú világítási hálózat (egy- és háromfázisú)
 - Törpefeszültségű (váltakozó áramú) tápforrás (pl. meglévő halogénvilágítás kiváltása)
 - Akkumulátor, primer elem egyenáramú tápforrás
 - Egyen- és váltakozó feszültségű tápforrás (automatikus) átkapcsolással (pl. normál és vészvilágítás)
3. Meghajtó áramkör tervezése, amelynek főbb szempontjai:
 - Áramgenerátoros üzemmód létrehozása (előtét ellenállás, analóg áramgenerátor, kapcsolóüzemű áramgenerátor)
 - Hatásfok: átlagosan 67%
 - optikai ~ 91% (lencsék, prizmák, Fresnel-lencse)
 - termikus ~ 85% a LED pn átmenet ohmos vesztesége
 - villamos ~ 87% (kapcsolási tranziens veszteségek a MOSFET-en és az induktivitás veszteségi ellenállásán)
 - Veszteségi hő elvezetése (hőelvezetés kondukcióval, hűtőborda, heat-pipe, Nuventix: SynJet). Egyszerűbb esetekben nyomtatott huzalozásra épült felületszerelt LED-ek és LED csoportok elsődleges hőcsatolása: hővezető viák.

elérhető helyeken és így csak nagyobb költséggel cserélhető telepítéseknél ennek jelentősége még nagyobb.

Az előadásban konkrét alkalmazásokon keresztül bemutatjuk a nehézségeket, amiket egy-egy új telepítés esetén sokszor csak számtalan próbavilágítás helyszíni kipróbálásával lehet leküzdeni, egyben megmutatva a sokszor a konkrét feladathoz kifejlesztett világítási rendszereket, világítókat, amikkel végül is a követelményeket teljesíteni sikerült.

Az alkalmazások többnyire nagysorozatú (hazai és külföldön lévő) gyártósorokra telepített rendszereket jelentenek, de bemutatunk laboratóriumi vagy kísérleti munkához kifejlesztett világításokat is, nem utolsósorban pedig az ország első, LED megvilágítású toronyóraszámplávilágítását.

LED világítási esettanulmányok elsősorban ipari képfeldolgozási projektekben

G. Szabó István

OPTIKA Mérnökiroda Kft.

Az ipari képfeldolgozási feladatok során alapvető fontosságú, hogy a számítógépes képfeldolgozás bemeneti adata, azaz maga a kép megfelelő minőségű legyen. Ennek pedig egyik elengedhetetlen feltétele a megfelelő világítás.

A LED-ek e területen való térnyerése már 12-15 éve megkezdődött, aminek az utóbbi évek erőteljes, elsősorban a LED-eket érintő fejlesztései (mint a nagyfényerejű- és teljesítményű LED-ek megjelenése) újabb lendületet adott és ad ma is.

A képfeldolgozási feladatok száma több okból is növekszik: a számítástechnika, a kamerák folyamatos fejlődése (smart, intelligens, megapixel kamerák megjelenése stb.), árak csökkenése egyre több esetben teszi lehetővé alkalmazásukat, másrészt a hatékonyság folyamatos növelésének (aminek kényszerét a gazdasági „válság” csak erősíti) egyik alapvető eszköze a folyamatok on-line ellenőrzése.

A LED fényforrásoknak sok előnyös tulajdonsága segíti alkalmazásukat a gyártóberendezéseken:

- „nagyfényerejű” LED-ek megjelenése
- kis méret
- flexibilis alkalmazhatóság
- tartósság
- korlátlan ki-be kapcsolgathatóság
- biztonságos, kisfeszültségű táplálás
- széles spektrális választék

A LED-eknek vannak az alkalmazásukat korlátozó tulajdonságai is, úgymint:

- korlátozott koncentrált fényerősség (pl. halogén vagy kisülő/ívlámpákkal összehasonlítva)
- mérsékelt hőmérséklettűrés
- viszonylag magas ár

A ma elérhető LED-ek fényerőssége mindezek ellenére messze kielégíti akár a rövidebb (pl. 100 mikroszekundumos) expozíciók által megkövetelt fényerősségeket is.

A kis méret megengedi, hogy a legkisebb férőhelyek esetén is megtervezhető legyen a speciális megvilágítási konfigurációt biztosító világítóegység. Ennek különösen meglévő gépekre utólag telepítendő rendszereknél van jelentősége, ahol a világítás helyigényét eredetileg nem biztosították (sok esetben ez új gépeknél is így van...).

A tartósság szerepe a folyamatos műszakban termelő gépeknél nem is igényel külön magyarázatot, de kiegészítendő azzal, hogy a nehezen

- Fényáram-vezérlés lehetősége (dimmelhetőség) PWM szabályozással megoldható, nem minden esetben és nincs rá mindig igény. Drágító tényező. A fényáram-vezérlés során a megvilágítás színe nem változik (előny az izzólámpához képest).
- Színvezérelhetőség megvalósítása (R-G-B LED-es fényforrás, színhőmérséklet jusztrózás stb.)
- Fáziskorrekción (nagyobb teljesítmény esetén). Egyedi kis teljesítménynél (néhány W nagyságrendben) $\cos \varphi = 0,85$ még elhanyagolható, >25 W-nál teljesítmény-faktor korrekció szükséges. A kapcsolóüzemű szabályozó induktív fogyasztónak minősül, korrigálni lehet kondenzátorral, de ez drága és terjedelmes, és a torzításon nem javít. Elektronikus megoldás szükséges és kivitelezhető. Egyszerűbb (olcsóbb) megoldás dióda-kondenzátor kombinációval, valódi megoldás a MOSFET gate elektróda vezérlése a konverterbe befolyó és a LED-et meghajtó áramok együttes figyelésével, fázisszabályozás VAGY-lagos beavatkozással. Ezzel $\cos \varphi = 1$ elérhető, és a torzítás is javul.
- LED-ek kiválasztása
 - Szín (katalógus adat, színhőmérsékleti osztályok, szórásra vigyázni!)
 - Sugárzási szög, ennek karakterisztikája (katalógus adat)
 - Teljesítmény (fényáram \rightarrow villamos teljesítmény: katalógus)
 - CRI: a megvilágítás igénye szerinti magas CRI értékű (>90), vagy átlagos
 - Üzemi áram, csúcáram (célszerű kicsit alatta működtetni)
 - Nyitófeszültség (egydiódás, integrált többdiódás: 3,4...12...20 V)
 - Zárófeszültség: nem szabad a záróképességre építeni, nem dióda!
 - Nyitóirányú feszültségmeredekség, árammeredekség: erre nem kényes a LED
 - Hőmérsékletdrift hatása fényáramra, áramfelvételre (melegen csökken a fényáram, nő az áram, csökken a hatásfok és a fényhasznosítás)
 - Öregedési és élettartam adatok értelmezése
- A hálózathoz való galvanikus csatolás vagy szigetelt leválasztás, érintésvédelem. Buck, boost és variánsai nem választanak le galvanikusan a hálózatról, ha nincs transzformátor, a szigetelésről a konstrukciónál kell gondoskodni. LED és MOSFET hűtőbordára szerelése TIM-en keresztül (integrált LED szigetelése!). Az egész meghajtós fényforrást szigetelni kell, LED-nek ablak (fényszórás, lencse vagy egyéb optikai szűrővel). Ha a meghajtó áramkört külön tokozni kell, a LED törpe (szekunder) feszültségen van, külön szigetelés mellőzhető (pl. rejtett lakásvilágítás stb.). Transzformátoros

szigetelés: hálózati 50 Hz-es transzformátorral vagy flyback szabályozóval.

- Kapcsolási elrendezés tervezése. Kiindulás a meghajtó IC gyártójának ajánlása. Fejlesztő kitek kaphatók. Méretezéshez alkalmazástechnikai példák. Speciális igények bevitele az áramkörbe.
 - Elsődleges tervezési szempont: a nagy élettartamú LED-hez megfelelően nagy élettartamú és megbízható alkatrészek kellene. Leggyengébb láncszem az elektrolit kondenzátor. Többnyire nem mellőzhető, vannak 40000 üzemóra ajánlott kondenzátorok (pl. Panasonic, Sanyo). Ha nincs szigorú miniatürizálási megkötés (pl. külterületi lámpatestek), használjunk fólia kondenzátort.
 - Zavarvédelem, EMC kérdések. A LED-meghajtó áramkört külső zavarforrás (többnyire) nem veszélyezteti, de önmaga zavarforrás lehet. Megfelelő mágneses és elektrosztatikus árnyékolt tokozásról gondoskodni kell a sugárzás meggátlására, a vezetett zavarokat (a kapcsolóüzem kapcsolási zaját, különös tekintettel a hálózati galvanikusan csatolt egységekre) LC szűrővel szűrni kell. A közös módusú zavar elnyomására differenciál fojtót és előtte-utána kondenzátort alkalmazunk. Különleges esetekben szükség lehet az árnyékoló doboz galvanikus vagy kondenzátoros hidegítésére, földelésére.
 - Tokozás, kábelezés. A tokozásnál és kábelezésnél az érintésvédelmi szabályoknak megfelelően kell eljárni, mint bármely más villanyszerelési egységnél.
4. Jóváhagyatás, típusvizsgálatok, minősítés. A piacra kerülés feltétele a minősítő intézetek jóváhagyása. Ehhez típusvizsgálatok kellene (mind optikai (világítástechnikai), mind villamos). Az EU-ban a CE minősítés alapvető (pl. TÜV).

POSZTER SZEKCIÓ

LED tokozás fejlődése

Különböző célú tokozások

LED hőtechnikai tulajdonságai

Tévhitek és hamis információk, neveltséges adatok

- Fényhasznosítás
- Élettartam

Készülékek

Beltéri és kültéri világítás, jelzések.

Ami nagyon fontos: költség

A költségek folyamatosan csökkennek

Élettartam, öregedés

CIE 1931 színdiagram

Világításvezérlő rendszerek

Összefoglalás

- Új szemlélet
- Hőelvezetés
- Folyamatos fejlődés

LED tápegységek megbízhatósági kérdései

Mihalik Gáspár

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, MTI

Napjainkban a LED-ek világítástechnikai felhasználása dinamikusan növekszik. A LED számos előnye vitathatatlan. Ezen előnyök közül elsőként talán a gazdaságos működést és hosszú élettartamot említhetnénk. A LED fényforrásgyártók számos adatot jelentetnek meg az élettartammal kapcsolatban, külön bemutatva a különböző tényezők élettartamra való hatását.

A fényforrások mindig egy rendszer részeként üzemelnek. Emiatt a világítás meghibásodása nagy valószínűséggel a fényforrás katalógusában megadott élettartama előtt bekövetkezik. Ennek oka, hogy az általános célú lámpatestek megbízhatósági szempontból soros rendszerként viselkednek: a rendszer fő (elektromos) elemei a fényforrás és a működtető elektronika. Így bármely egység hibásodik is meg, az a világítótest meghibásodását eredményezi. Hiába van egy nagyon hosszú élettartamú fényforrás, ha a működtetőegység viszonylag rövid időn belül elromlik. Célszerű ebben az esetben is az általánosan elfogadott „kiegyensúlyozott” rendszer összeállítására törekedni, ahol a két alkotórész élettartama közel azonos.

Az ilyen és ehhez hasonló problémák hívták életre a megbízhatóság tudományát. Maga a megbízhatóság szűkebb értelemben vett meghatározása a következő: „A terméknek az a képessége, hogy előírt funkcióját adott feltételek között, adott időszakokban ellátja.”

Ilyen jellegű megállapítás csak nagy darabszámú vizsgálat alapján történhet. A vizsgálatok száma valamelyest csökkenthető bizonyos feltételezésekkel: kis gyártási szórás, a vizsgált jellemző matematikailag jól kezelhető, statisztikai eloszlása, stb. Ezen feltételek teljesülését mindig vizsgálni célszerű a gyakorlatban, hogy az eredmény mellett annak bizonytalansága is ismert legyen. Vannak olyan esetek, amikor jó eséllyel teljesülnek ezek a feltételek. Ilyen lehet pl. egy elektronikai gyártóüzemben készült tömegtermék, melyet a gyártó-gépsor vagy a tapasztalt munkások meglehetősen egyenletes minőséggel állítanak össze. Az eloszlásra pedig jellemző, hogy ha viszonylag sok tényezőtől függ az adott érték (pl. sok elektronikai alkatrész egyedi jellemzőitől), akkor azok együttesen a konkrét értéket úgy befolyásolják, hogy annak eloszlása a tényezők számának növekedésével a normálhoz közelít.

Maga az élettartam-vizsgálat lefolytatása egyszerű: rögzíteni kell az egyes vizsgált darabok bekapcsolása és meghibásodása között eltelt időt. Ez nagy darabszám - különösen hosszú élettartam esetén nagyon költséges és időigényes. Ilyen esetekben szoktak ún. gyorsított élettartam-vizsgálatot végezni, melynek lényege, hogy a vizsgálatot olyan megváltoztatott körülmények között végzik, melyek rövidítik az élettartam vizsgálatának idejét, ezzel csökkentve a szükséges időt és pénzt. Ezért

célszerű a vizsgálatok előtt elemezni, hogy működés közben a teljes rendszert milyen hatások érhetik, és ezek közül melyik milyen mértékben befolyásolja a működést.

A LED tápegységek ilyen elemzése az alkotórészek elméleti ismeretében végezhető el. A vizsgált előtétek nagyfokú védettsége miatt azok szétszerelése és részletes vizsgálata nem megoldható, így az elemzés csak általános feltételezések alapján történhet. A leginkább befolyásolt alkatrészek a félvezetők és a kondenzátorok, melyek az élettartam szempontjából túlfeszültségre és megnövekedett áramra ill. hőmérsékletre reagálnak erőteljesen. Ebből kiindulva a vizsgálni kívánt működési körülmények a következők:

1. Melegedés normál működés (névleges terhelés) esetén
2. Viselkedés emelt hőmérsékleten
3. Működés névlegesnél nagyobb terhelés esetén
4. Működés névlegesnél nagyobb feszültség esetén

A megbízhatóság és a minőség összekapcsolható, a gyakorlatban is egymást befolyásoló tényezők. A működtetőegység minőségéről tájékozódva további következtetések vonhatók le a megbízhatóságra vonatkozóan. A minőségről feltételezhetően érdemi információ nyerhető néhány további - a megbízhatóságot befolyásoló - tényező mérésével: mint *a termelt áram felharmonikusok* ill. *a hatásfok és a terhelés kapcsolatának* vizsgálata.

A normál működés közbeni melegedést hőkamera segítségével vizsgáltam, 30 perc névleges üzemelés után. E vizsgálat segítségével kideríthető, hogy a tápegység általánosan mennyire melegszik, milyen hatásfokkal oszlatja el a keletkező hőt.

Emelt hőmérsékletű működéshez klímaszekrényt használtam, mely a hőmérséklet beállítását nagy pontossággal teszi lehetővé. Melegítés közben folyamatosan mértem a leadott teljesítményt. A vizsgálattal kideríthető a termikus védelemmel ellátott eszközök kikapcsolási hőmérséklete és az emelt hőmérséklet hatása a kimenő teljesítményre.

A terhelés megnövelésével az eszközök túláramvédelme vizsgálható. A túláram határolás módja többféle is lehet, ami a megbízhatóságot és a biztonságot egyaránt befolyásolja, ezért nem csak a maximális terhelés értéke állapítható meg e méréssel.

A névleges feszültségnél nagyobb értéken való működés jelentősen befolyásolja a tápegységek belső feszültségviszonyait is, ami a beépített félvezetőeszközök és kondenzátorok miatt okozhat problémát, mert ezek fizikai felépítéséből következik az általuk elviselhető legnagyobb feszültségérték. A működési feszültségtartomány éppen ezért a tervezés során is fontos kiindulási szempont.

A kísérleti eredmények alapján pontos megbízhatósági számok nem adhatók, de a vizsgálatok alkalmasnak bizonyultak a megvizsgált

LED alkalmazások a világítástechnikában

Vass László

Percept Kft. (percept@t-online.hu; www.percept.hu)

Hatékony fénykeltés LED-el (OLED-del)

– Fénytechnikai tulajdonságok

LED elektromos, és hőtechnikai tulajdonságai

- Érzékeny szerkezet, műszaki kihívások
- Meghajtás, tápegységek
- Mechanikus rögzítés, befoglalás

Készülékek

– Minőség: Élettartam, költségek

Fehér fény: út az általános világítás felé: várható eredmények a közeli jövőben

- Jelzéstechika
- Világítástechnika

Megoldások az általános világítás számára

Hatékony fénykeltés LED-el

- A LED elektromos szempontból dióda
- Minden alkalmazásban külső soros áramkorlátozó impedanciát igényel!
- Maximális zárófeszültség 5 V!
- A fény arányos az árammal kb. 5 nagyságrendben és a szín szinte egyáltalán nem változik

Tápegységek

- **Törpefeszültségű**
 - Analóg áramgenerátor (áteresztő tranzisztoros)
 - Kapcsolóüzemű áramgenerátor (LM2574)
- **Középfeszültségű**
 - Tirisztoros kapcsolás nem igazán jó
 - PWM (Ink304)

Mechanikus rögzítés, befoglalás

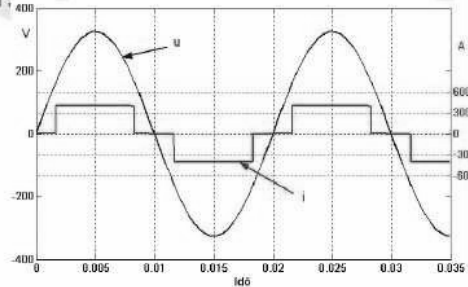
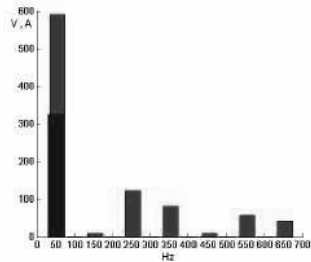
- A maximális kristályhőmérséklet fontos
- A hőellenállás alapvetően a tokozástól függ

Tápfeszültség: $u(t) = U_m \sin \omega t$

Fogyasztó árama: $i(t) = I_m \sin(\omega t \pm \varphi) + \sum I_{hm} \sin(h\omega t \pm \varphi_h)$

Ábrázolás időtartományban:

Frekvenciatartományban:



A felharmonikusok jelenléte a hálózatokon számos problémát okoz:

- Nullvezető túlmelegedése
- Transzformátorok túlmelegedése
- Fázisjavító, szűrőkondenzátorok túlterhelése
- Megszakítók téves kikapcsolása
- Körvezérlések zavarásának veszélye

A közvilágításban a fényforrások előtétjei, tápegységei szintén nem lineáris fogyasztók, tehát felharmonikus keltők.

A LED-ek közvilágítási alkalmazása – tulajdonságuknál fogva – előtérbe helyezték a felharmonikusok vizsgálatát. A nemlineáris terhelés torz terhelőárama torz feszültségesést okoz a kábelimpedancián. Erről a torz feszültség hullámról van táplálva a többi terhelés, amelyek ugyanerre az áramkörre csatlakoznak, és harmonikus áram folyik rajtuk akkor is, ha ők maguk lineáris terhelésűek.

Gyakorlati ökölszabály, hogy a fogyasztó által keltett torzítás (áramban) ne legyen több, mint 20%.

A következőkben bemutatjuk különféle LED lámpák, illetve előtétjei jelalak torzítását.

tápegységek összehasonlítására, és alapjául szolgálhatnak jövőbeni gyorsított élettartam-vizsgálatoknak és további összehasonlító méréseknek. A konkrét gyártmányok megvizsgálásával szerzett tapasztalat alapján javaslat tehető a megfelelő típus kiválasztásának módjára, melyet az alkalmazónak érdemes az eszköz kiválasztásánál szem előtt tartania.

LED-ek vezérlése

Baktai Gábor

Lisys Fényrendszer Zrt.

1. A led-ek fényerő szabályozásának elve.
2. Világítási rendszerekben elterjedt szabályozási megoldások

Analóg szabályozási rendszerek:

- *0-10V, illetve 1-10V*
telepítési paraméterek (az analóg rendszer topológiája, az alkalmazható kábelek típusa, stb).
Az analóg rendszerek alkalmazási lehetőségei, és hol érdemes választani ezt a szabályozási módot.
A tipikus rendszerhibák, és azok okai.

Digitális (címezhető szabályozási rendszerek)

- *DMX 512*
telepítési paraméterek (a DMX 512-es rendszer topológiája, alkalmazható kábelek típusa, stb).
A DMX 512 rendszer alkalmazási területe, előnyei, hátrányai, főbb szempontok, amiket a tervezés, és a telepítés során figyelembe kell venni)
A tipikus rendszerhibák, és azok okai
- *DALI*
telepítési paraméterek (a DALI rendszer topológiája, alkalmazható kábelek típusa, stb)
A DALI rendszer alkalmazási területe, előnyei, hátrányai, főbb szempontok, amiket a tervezés, és a telepítés során figyelembe kell venni)
A tipikus rendszerhibák, és azok okai

3. Újbuda Allee Megvalósult rendszerének rövid bemutatása:

Egy olyan világítási rendszer rövid bemutatása, ahol mind általános világítási, mind effektvilágítási feladatokat is ki kellett szolgálni.
Áttekintés, hogy hol, milyen fényforrásokat alkalmaztak, és miért.
Áttekintés, hogy a kiválasztott fényforrásokhoz, és a világítási feladatokhoz milyen vezérlést párosítottak, és miért.

Felharmonikusok a közvilágítási hálózatokon

Füzes Attila

A villamos hálózatokon a fogyasztókat számos szempont szerint csoportosíthatjuk. Egyik ilyen szempont a fogyasztók áramfelvételének jellege.

Ha a fogyasztó áramfelvétele jellegében pontosan követi a feszültség jelleggörbáját,

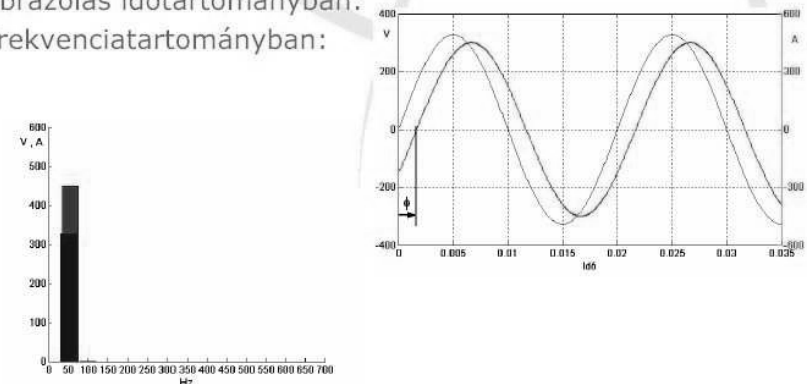
Lineáris fogyasztóról beszélünk.

Tápfeszültség: $u(t) = U_m \sin \omega t$

Fogyasztó árama: $i(t) = I_m \sin(\omega t \pm \varphi)$

Ábrázolás időtartományban:

Frekvenciatartományban:



Azonban a villamos fogyasztók egy jelentős részének áramfelvétele nem, vagy nem teljesen szinuszos, ekkor **nem lineáris fogyasztóról** beszélünk. Ilyenek például:

- kapcsolóüzemű tápegységek (KÜT),
- kis teljesítményű szünetmentes tápegységek.
- **elektronikus előtétű fényforrások**

A nemlineáris terhelés torz terhelőárama torz feszültségessé okoz a kábelimpedancián.

Erről a torz feszültség hullámról van táplálva a többi terhelés, amelyek ugyanerre az áramkörre csatlakoznak, és harmonikus áram folyik rajtuk akkor is, ha ők maguk lineáris terhelésűek.

Hazai példák

Ennek a vezérlési technológiának köszönhetően valósulhatott meg Magyarországon is több új épület, többek között a **Corvinus Egyetem, Nemzeti Színház, Művészetek Palotája** új épületének LED rendszert alkalmazó világítása is.

Corvinus Egyetem

A homlokzat felső felére került 160 db RGB LED lámpatest, mellyel pixelrendszerű képhatás kivitelezhető, illetve itt kerültek beépítésre azok a függőleges LED-csíkok, melyek fényét elötét-üveglappal homogenizálták.

A bemutatott technológiák alkalmazásával lehetőség van minden lámpatest egyedi vezérlésére, így lehetőség van arra, hogy akár mindegyik különböző színnel és fényárammal világítson. A színvariációk száma megegyezik a legmodernebb kijelzőkével, vagyis 16 millió különböző színárnyalatra képes a rendszer bármely lámpatestre.

A fényvezérlés lehetővé teszi mozgások, effektusok megjelenítését, így bármilyen monochrom vagy színes, statikus- vagy mozgókép, megjeleníthető a homlokzaton, amíg a teljesítmény felvétel maximális üzemben sem több mint 1,5 kW.

Külső- és belső tér világításának lehetőségei

Az épületek kialakítása során fényáteresztő burkolatokkal együtt alkalmazva különleges belsőépítészeti hatásokat érhetnek el a tervezők, ahol LED csíkok alkalmazásával biztosítható a megvilágítás megfelelő fényeloszlása.

Ugyancsak az épületek belső tereiben alkalmazott lift kezelőfelületein alkalmazott öntapadós vagy hordozólemezzel szerelhető tasztatúránál a LED beépítési lehetőség számos perspektívát és előnyt jelent a tervező és a felhasználó számára is.

LED-es közvilágítási lámpatestek konstrukciós kérdései

Esztergomi Ferenc

HOFEKA Kft.

- Néhány összehasonlítás a hagyományos nagynyomású nátriumlámpás lámpatestekkel.
Méret, forma, villamos és optikai rendszer.
- Alapvető és nem feloldható különbségek a hagyományos lámpatestekkel szemben
Eddig gyakorlatilag teljesen kompatibilis egységek mint fényforrás, mint meghajtó rendszerek esetén. LED-es rendszerrel ez gyakorlatilag lehetetlen.
- LED-es közvilágítási lámpatest: az üzemeltetők rémálma?
Az előzőekből következően a gyártó az, aki kell, hogy vállalja a teljes élettartamra a szükséges alkatrészpótlást az egyedi egységekre.
- Mi az, ami marad - mi az, ami változik.
A változó és átemelhető szerkezeti egységek a jelenleg használatos nátriumlámpás típusokból.
- Az élettartamot meghatározó érzékeny pontok.
A LED-ek hőmérséklete, védettsége a környezeti hatásokból következő hőszoktól.
Meghajtóegység hőmérséklete, védettsége a hálózati tranziensektől.
- Hálózati tranziensek hatásai.
- A hálózati tápfeszültséggel szembeni elvárások.
- Hálózati visszahatások, - felharmonikusok.
- Mit okozhatnak a felharmonikusok ?
- Modulrendszerű felépítés.
A gyártás, hibaelhárítás kézbentarthatósága, azonosság biztosítása.
- Milyen LED-et válasszak ?
- Milyen tápegységet válasszak ?
- Adaptálás meglévő lámpatest konstrukciókba.

A LED – es közvilágítás tervezés viszontagságai

Balogh János Miklós
ENERGIA – NÓVUM Kft.

A LED-ek megjelenése a hétköznapi felhasználás területén jelentős érdeklődést váltott ki a felhasználókban. A LED technika intenzív fejlődési időszaka napjainkban egybeesik a gazdasági válság és a normál izzó megszűnésének időszakával. A gazdaság és a településirányítás területén villamos energia megtakarítási igény jelentkezik a felhasználók, tulajdonosok irányából a világítástechnikai szakma felé. Az igény sok esetben nem felhasználói érdeklődésként, hanem előre meghozott döntésként nyilvánul meg. Szakmai tájékoztatás és érvelés, a nehezen elfogadható kategóriába tartozik napjainkban a beruházók körében.

A LED-es közvilágítás létesítési igényei kereskedelmi érdekek alapján generálódnak. A közvilágítási hálózat műszaki elvárásoknak, szabványoknak való megfeleltetése kihívó szakmai feladat jelenleg ezen területen. Egy tervezési folyamat kapcsán megmutatkozik a jelenlegi hálózati – üzemi viszonyok problematikája, nem elkerülve a Beruházóval, Kivitelezővel, Hálózattulajdonossal és Üzemeltetővel, a tervezett berendezésre vonatkozó egyezségek – kompromisszumok, kiegyezések összessége.

A minőségi közvilágításért törvényileg felelős önkormányzatok, jelen gazdasági helyzetben általánosan jellemző módon, a közvilágítást, mint a kiadások csökkentésének egyik eszközét tekintik. A LED-et a piacon megjelenő értékesítők információáradata alapján a hivatali munkatársak – kik jellemzően világítástechnikai ismeretekkel nem rendelkeznek – a takarékoság szükséges forrásának tekintik.

Pénzügyi döntések születnek anélkül, hogy a döntéshozók műszakilag is megismerkednének a favorizált termékekkel. A közterületi utak megvilágításáért felelős hivatalok csekély ismeretekkel rendelkeznek a világítástechnika alapfogalmairól, az üzemeltetési tevékenység folyamatáról.

Az előzőekben ismertetett alapokon embert próbáló feladat, a szabványi előírásoknak megfelelő, beruházói igényt is kielégítő közvilágítási berendezés megtervezése. A LED fejlesztések eredményének adaptálása a közvilágításba, napjaink izgalmas feladata.

A LED-es lámpatestek piaci megjelenésének jellemző formáinak bemutatásával – kereskedelmi orientáció nélkül – a világítástechnikai szakma elvárásai tárhatók fel. A piaci szereplők által értékesíteni kívánt lámpák, lámpatestek áttekintése mindenképpen választóvív a tekintetben, hogy a kínálati palettán lévő termékek adottságaikkal elősegítik az esetlegesen választható termékek körét, vagy inkább gátolják a LED elterjedését.

Az építészetben alkalmazott LED-rendszerek

Szalai Judit
Elektrotechnikai Múzeum

Az építészetben alkalmazott LED-rendszerek az optikai effektek és a spektrális reflektiók játékát, különböző térbeli és időbeli síkokat, a mozgás és látvány transzparenciáját foglalják egységbe, érzékenyen mutatva az építészet, az ipar- és képzőművészet egységét.

Külföldi példák

LED- rendszerekkel kialakított épületek közül kiemelkedő az **Abu Dhabi**-ban a Yas Hotel, ami egy városképet meghatározó kezdeményezés során jött létre, 208.800 db LED-et felhasználva, 85.000 négyzetméteren.

A rendszer kialakítása során, nagy volumenű teszteléssel a magas környezeti hőmérsékleti ingadozását figyelembe véve, alakították ki az ebben a környezetben legmegfelelőbb LED – elrendezést, amelynek megvalósításának alappillérei:

- a LED alcsoportok működtetésének vezérlése, 4,2 milliárd szín előállítás,
- kétirányú kommunikáció a LED csoportok között az Enfis szoftver által, ami lehetővé teszi a működési hőmérséklet és az energiafogyasztás valós idejű ellenőrzését,
- távvezérlésű központi egységgel működtethető rendszerirányítás (Remote Desk Management (RDM)).

A LED rendszerek vezérlése két lehetséges módon történhet:

- Magnetikus tápegységgel és beépített vezérlővel, ahol az egyes funkciók be vannak programozva és automatikusan működnek, lehetővé téve a színek váltakozásának megállítását, tetszőleges színnél és időre.
- Impulzusos tápegységgel és RGB vezérlővel, ahol két külön berendezés biztosítja
 - a betáplálás paramétereit,
 - a vezérlést, amely lehetővé teszi közvetlenül és manuálisan a színek változásának szabályozását, a ciklus gyorsítását/lassítását, a fényáram csökkentését/növelését, valamint a ciklus megállítását tetszőleges színnél és időbeosztással.

A vezető LED technológia alkalmazása lehetővé teszi az épület folyamatosan mozgó – hullámzó szerkezetét kiemelő fényfüggöny megjelenítését. Ezen túl az épület ékszerszerű megvilágítási kompozíciója, interaktív, állandóan változó felülete folyamatosan reflexióra indít, mintázata kortárs művészeti üzeneteket hordoz, „világítótoronyként” áll a tenger parton. A homlokzat és a belső tér szerkezetén kialakított LED rendszer egyaránt hangsúlyozza a külső és a belső terek összetartozását.

- Fogyasztási adatok beolvasása a rendszerbe (a lekötött teljesítménynek megfelelően), vezérlés a kapott adatok alapján.
- Automatikus fogyasztási profilok behívása, napszaknak és évszaknak megfelelően.
- Automatikus, állandó megvilágítási szintre szabályozás az irodákban, a természetes fényviszonyok függvényében.
- Jelenlétfüggő megvilágítási vezérlések kialakítása a másodlagos munkavégzési, tartózkodási területeken.
- Adatcsere a világítási rendszer vezérlése és más épületgépészeti rendszerek között az integrált energiatudatos komplex létesítmény vezérlésének megvalósítása érdekében.

Világítási rendszer felügyelete, vezérlése.

- Világítási leágazások vezérlése, szabályozása, meghatározott területek feszültség- ill. megvilágítási szintek figyelése.
- Központi és helyi vezérlések, kézi vagy automata üzemmód választással.
- Jelszolgáltatás a biztonsági világítási rendszer részére.
- Kijelölt vezérlési események naplózása, mérésadatgyűjtés, hibáüzenetek továbbítása, állapotok lekérdezése

Távüzemeltetés, távdiagnosztika internet és WAP technológiák integrálásával

- Kijelölt fogyasztási csoportok időprogram vagy eseményfüggő működtetése, helyileg felülbíráható lehetőséggel egy KNX/EIB SERVER egységen keresztül, mely a helyi LAN hálózatra csatlakozik.
- CAFM – azaz Computer Aided Facility Management feltételeinek megteremtése a KNX SERVER egységen keresztül GRAFIKUS FELÜLET és ADATBÁZIS létrehozásával – HTML Browser által kezelhető felülettel.

Összefoglalás

A fenti funkciók megvalósítása nem létesítményfüggő, ezen feladatok teljesítése lehetséges mind családi házak, lakóparkok, mind középületek valamint ipari létesítmények esetében is.

Hazai megjelenése óta a KNX/EIB technológián alapuló létesítmények között jelen van minden terület, az ipari beruházásoktól, a középületeken keresztül a családi házak elektromos rendszerei felügyeleténél és vezérlésénél.

Jelenleg Mo.-n több, mint 150 családi házban és 67 középületben, irodaházban ill. ipari létesítményben üzemel KNX/EIB felügyeleti rendszer, biztosítva az energiahatékony és kényelmes üzemeltetést.

Közvilágítás tervezési feladat csak a lámpatestek, műszaki-, világítástechnikai paraméterek és „létező” lámpatest rendelkezésre állása esetén kezdhető meg. Az információk sötét rengetegében, az „adat rendelkezésre állás” letisztulási folyamata előre mutató fényként segítheti a tervező munkáját.

A fenti lámpatestre vonatkozó követelmények teljesülése esetén sok esetben problémaként jelentkeznek a LED-es közvilágítással ellátni kívánt útszakaszok geometriája. A műszaki jelentés és érvényes útvilágítási szabvány követelményei egyértelműen alapok, egy jó közvilágítás megtervezéséhez. Az előírások és az elvárások harmonizálása nem megkerülhető feladat. Ezen problémán túljutva kezdhető meg valójában a tervezés szakmai része.

Jelenlegi hálózataink kialakítása, sokkal inkább a területileg illetékes szolgáltató sajátosságait mutatja, mint sem egy „jó LED-es” közvilágítás létesítéséhez teremene alapot. Fontos összehangolni a tervezési terület geometriáját, és a kedvező műszaki paraméterek alapján választott lámpatest adottságait. Természetesen a feladat nem teljesíthető a hálózat járulékos átalakítása nélkül. Az itt jelentkező költségek jellemzően az előzetes „marketing ajánlatokban” nem szerepelnek. Negatívan befolyásolják a gazdasági számításokat.

A megfelelő útkategóriába sorolt útszakasz és a megfelelőnek ítélt lámpatest számítógépes méretezése nem rutinfeladat, fokozott figyelmet, elmélyült értékelést kíván meg a tervezőtől. Az elkészült terv világítástechnikai megfelelősége még nem jelenti a tökéletességet. A tulajdonosok, üzemeltetők elvárásait teljes körűen célszerű figyelembe venni egy eredményes munka reményében. Szakmai egyeztetések sora szükséges ahhoz, hogy kompromisszum alakulhasson ki a felhasználói megtakarítási célok, a villamos energiaértékesítők és hálózat üzemeltetők között.

A tervezési folyamat során nem elhanyagolható a gyártók, termékeik megismerése. A rendelkezésre álló legtokéletesebb dokumentáció mellett sem lehet eltekinteni a LED-es lámpatestek valós működési adottságainak megismerésétől. Célszerű a lámpatestek valós felhasználói környezetben történő méréses értékelése.

A LED-es lámpatestek világítástechnikai mérési feladatai nem tekinthetők rutin feladatnak. Gazdasági döntést jól meghozni, csak értékelhető és szabvány előírásnak megfelelő mérés alapján célszerű.

A tervezési folyamat befejezéseként létrejövő tervdokumentáció alapja lehet, egy LED-es technikai megoldást alkalmazó jövőbe mutató világítástechnikai berendezésnek. A folyamat során azonban sikerrel kell venni a felbukkanó akadályokat. Kellő világítástechnikai alapokon elkészített kiviteli terv szabványos közvilágítás létesítésre ad reményt, azonban számtalan, korábban a háttérben meghúzódó probléma megoldását teszi szükségessé a tervezésre vállalkozó számára.

LED fényforrással működő lámpatestek energiahatékonysági és hatásfok mutatóinak meghatározása

Schwarcz Péter

*Kulcsszavak: LED, Energiahatékonyság, Hatásfok, Fényáram, Fényáram-
csökkenés*

Bevezetés: A világítási célú LED fényforrással működő lámpatestek első példányai megjelentek a felhasználóknál, üzemeltetőknél. Az elvárások hatalmasak. A megvalósult berendezés által biztosított világítás minősége változó. Némelyek kielégítik a felhasználót, némelyek nem. Az új technológia alkalmazása időszerűvé teszi az energiahatékonysághoz és hatásfokhoz kapcsolódó fogalmak és mutatószámok értelmezését, és ahol szükséges, a definíciók kiegészítését.

Fényforrás névleges (villamos) teljesítménye: A hagyományos fényforrások üzemi paramétereit egy névleges munkapontra optimalizálták, és ezt legtöbbször a névleges teljesítményként adják meg. Így beszélhetünk 20W-os halogén izzólámpáról, 70 W-os nagynyomású nátriumlámpáról és mindenki ugyanazt a fényforrást érti alatta. Jellemzően, de nem kizárólagosan, ezeket a névleges értéken üzemeltetjük. Következésképp a lámpatest névleges fényforrás teljesítményeként is 20 W-os illetve 70W-ot adunk meg. A legtöbb esetben a fényforrás- és lámpatestgyártók a jóság paramétereket (fényáram, színhőmérséklet, élettartam) a névleges teljesítmény egy meghatározott környezetében garantálják, és az azon kívüli garanciális jogokat kizárják. Noha egy LED-nek is van névleges teljesítménye, pontosabban névleges árama, a LED-eket a névlegestől lényegesen eltérő teljesítménnyel is lehet üzemeltetni. Ez lefelé a legkisebb teljesítményt is jelentheti és felfelé nem ritka a névleges áram háromszorosa sem. Ezért egy lámpatest nettó névleges fényforrás teljesítménye szinte szükségszerűen nem egyezik meg a beépített LED-ek névleges (katalógus szerinti) teljesítményének összegével. A fentiek miatt a lámpatest névleges fényforrás teljesítményének korrekt definíciójába be kell foglalni azt is, hogy a lámpatest előtétje a LED-et milyen teljesítményen üzemelteti, illetve fel kell tüntetni, ha ez üzemszerűen változik.

Fényforrás névleges fényárama: A hagyományos fényforrásoknál ez az adat a katalógusokból kiolvasható és minden tervező a méretezést azzal – a hallgatólagos – feltételezéssel végezte, hogy fényforrás fényárama annyi, amennyit kiolvast. A fentiekből következően LED-ek villamos üzemállapota sem feltétlenül névleges. Emellett a LED-ek által kibocsátott

megvalósul az energiahatékony helyiség megvilágítási feladatok ötvözése a létesítmény hőhőztartásának optimális értéken tartásával. Amennyiben kiépített a csatlakozás a klímarendszerek vezérlése felé, úgy a programozható komplex vezérlési algoritmussal a létesítmény nyári energia igényét jelentősen csökkenteni lehet.

Busz rendszerek lehetőségei a LED-es világítási fogyasztók gazdaságos vezérlése számára

Az előadásban ismertetjük a jelenleg elérhető intelligens technikák alkalmazásának lehetőségeit a „LED” technológiákon alapuló világítási rendszerek energiahatékony és üzembiztos vezérlésének, szabályozásának kialakításában. Bemutatásra kerül az „Energiahatékony létesítmények” meghatározásának ismertetése az EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2002/91/ EK IRÁNYELVEI szerint, ami befolyásolja a gazdaságos világítási rendszerek tervezési, létesítési feltételeit is.

A KNX/EIB, mint fogalom, egy komplex, eseményvezérelt, osztott intelligenciájú, épületfelügyeleti, vezérlési, irányítási és szerelési rendszer szabványleírása, melyet az EU-ban 2001-től az EN 50090 sz. szabvány elfogadása valamint az ISO/IEC 14543 szabvány életbe léptetése jogi és műszaki szempontból is kötelezővé tett. A rendszert ill. egyes elemeit esetenként más-más kereskedelmi megnevezéssel forgalmazzák de a szabványleírásnak megfelelő minőséget csak a KNX/EIB jelzéssel ellátott termékek biztosítják. (www.konnex.org).

Egy energiatudatos létesítmény KNX/EIB technológia alapú felügyeleti rendszere az alábbiakat biztosítja:

Állapot- ill. hibajelek megjelenítése a központi diszpécserpulton vagy helyi LCD kijelzőn.

(Lehetséges e jelek portai, rendészeti munkahelyre történő továbbítása illetve megjelenítése akár egy másodkijelzőn, vagy egy távoli felügyeleten, az interneten keresztül is.)

- Világítási áramkörök állapotának kijelzése (jelszolgáltatás a biztonsági világítási rendszernek is).
- Árnyékolók (redőnyök, relaxok, rolók) állapotának kijelzése (integrált energiatudatos komplex vezérléshez).
- Fűtési, hűtési vezérlési elemek állapotának kijelzése. (integrált energiatudatos komplex vezérléshez)
- Mozgássérült mosdók, WC-k riasztási állapotának és segélykérési jeleinek (LED) kijelzése, naplózása.
- Világítási elosztók fogyasztói leágazásainak ill. paramétereinek kijelzése, naplózása, megjelenítése.

Energia menedzsment funkció megvalósítása

(előre programozott prioritási rend szerint a kijelölt fogyasztói csoportok szabályozása, kapcsolása)

legtöbbször egy új vezeték- és kábelrendszert kell kialakítani, a régi bontása után. Ez csak egy nagyobb felújítási munka keretei között lehetséges.

A fenti szempontok alapján megállapítható, hogy a korszerű világítási rendszerek szerelése és egy gazdaságosan üzemeltethető világítási installáció célja:

- **fokozni a változtathatóságot, a rugalmasságot:** bármely, későbbi funkcióváltoztatás vagy bővítés, továbbfejlesztés problémamentes és terjedelmes felújítási, átalakítási munkák nélkül legyen megvalósítható.
- **csökkenteni az élőmunka, a szerelési költségráfordítást:** a munkaidő költségigényes, ezért egy új technikai kihívás megvalósítása rövid szerelési idő ráfordítással legyen ehetséges.
- **mérsékelni az energia felhasználást az üzemeltetés során:** a korszerű szerelésnek biztosítani kell azt a feltételrendszert, hogy a vételezett elektromos energiát ne pazarlóan használjuk fel.

Példa: a vezérlés a világítást automatikusan kikapcsolja, amikor senki nem tartózkodik a helyiségben (jelenlét érzékelés alapú vezérlés), vagy ha elegendő természetes fény van a helyiségben folytatott tevékenységhez szükséges megvilágítás biztosításához (megvilágítási szint érzékelésén alapuló vezérlés)

- **fokozni az üzemeltetési biztonságot, kényelmet, komfortérzetet:** az intelligens, automatikusan előhívható kapcsolási, szabályozási funkciók integrálásával

Példa: egy létesítmény teljes világításának – vagy világítási alrendszereinek eseményfüggő kapcsolása, vagy egy előre meghatározott, adott idősorrendben változó megvilágítási állapotsor előhívása, vagy egy adott fogyasztó csoport állapotának (áramfelvétel, üzemóra, kapcsolási gyakoriság stb.) figyelése, akár az aktuális megvilágítási (mért) értékek küldése az üzemeltető számára, mind-mind értelmes üzemeltetési biztonságot és komfortérzetet fokozó funkciók. E vezérlési rendszerrel az időszakosan, átmenetileg üresen álló épületben a lakott állapot látszatát is lehet kelteni, integrálva a kül- és beltéri világítások és árnyékolók rugalmasan összehangolt működését, üzemét.

- **energia megtakarítási funkciókat beépíteni az üzemviteli feladatok ellátásához:** számításba kell venni a világítási rendszerek üzemeltetőinek, tulajdonosoknak fokozott igényeit az üzembiztonsági energia-megtakarítási, környezettudatosági elvárások teljesíthetőségét

Példa: az árnyékoló rendszerek állapotát felügyelő vezérlések kapcsolata a világításvezérlési modulokkal, így automatikusan

fényáram erősen függ a félvezető morzsa hőmérsékletétől, ami bizonyosan különbözik attól a hőmérséklettről (általában 25°C) mint, amin a LED fényáramát katalógusban megadták. Az eltérés mértékét és az azt befolyásoló körülményeket a dolgozat részletesebben tárgyalja. Így a LED-ek névleges (katalógusbeli) fényáramának feltüntetése a lámpatest adattábláján illetve műszaki adatlapján félvezető lehet. Ezért javaslom, hogy a névleges fényforrás fényáram ne kerüljön be a lámpatest alapadatai közé. Ugyanakkor lehetséges megadni a fényforrás(ok) névleges üzemi fényáramát, amin azt a fényáramot kell érteni, amit a fényforrások a lámpatest által biztosított körülmények (áram, morzsa-hőmérséklet stb) mellett produkálnak akkor, amikor a lámpatestet névleges körülmények között (névleges feszültségen, hőmérsékleten) üzemeltetjük.

Nem szabad elfelejteni, hogy jelenlegi fotometriai rendszerünk a világosra adaptált szem $V(\lambda)$ érzékenységi görbéjére épül, így a LED-eké is. Ez még validálásra szorul.

A fényforrás fényhasznosítása: Mivel a fényhasznosítást a fényáram és a felvett villamos teljesítmény hányadosaként definiáljuk, és mind a számláló mind a nevező az üzemeltetési körülményektől függ, így a LED fényhasznosításának a névleges katalógusadatokból való számításának nincs sok jelentése a világítástervező számára. Ezt az adatot csak a lámpatestbe történt beépítés körülményeit teljes körűen figyelembe véve lehet jól meghatározni.

Világítótest névleges (villamos) teljesítménye: A LED-eket kizárólag elektronikus előtétetekkel üzemeltetjük. Ezek villamos teljesítményfelvétele tartalmazza az LED-ek villamos teljesítményét. Az előtétetek azonban nemcsak a hálózati frekvencián (50 Hz-en), hanem azok felharmonikusain is vesznek fel áramot. Ennek mértékét az un. THD (Total Harmonic Distortion). A felvett hatásos villamos teljesítmény meghatározásánál és mérésénél erre is figyelemmel kell lenni. Tekintettel arra, hogy az elektronikus előtétetek a LED-eket különböző áramokkal hajthatják, a névleges teljesítmény megadásánál jelölni kell, hogy az milyen üzemi állapot esetén jön létre. Továbbá figyelemmel kell lenni arra, hogy a LED-ek fényét nem feltétlenül az előtét tápfeszültségével kapcsolják ki, így a készenléti (Stand-by) üzemi mód teljesítményét is meg kell adni.

Világítótest névleges fényárama: A LED-ek fényáramának hőmérséklet függése miatt itt is meg kell adni, hogy a világítótest fényáramát milyen környezeti hőmérsékleten adták meg.

Lámpatest hatásfok: A lámpatest fényáramának és fényforrás fényáramának hányadosa. A hagyományos fényforrások alkalmazásakor az volt a jelentősége, hogy egy névlegestől eltérő fényáramú fényforrás alkalmazásakor a világítótest fényárama számítható volt, mert a kettő aránya állandó. Így a Lámpatest hatásfok a lámpatest egyik jóság mértéke. Ez a LED-ekre nem feltétlenül igaz. Egyrészt a LED-ek általában nem elválasztható részei a lámpatestnek. Másrészt egy másik típusú LED alkalmazásakor, vagy ugyanazon LED névlegestől eltérő üzemi állapotban más lesz a morzshőmérséklet, más a LED fényárama, lámpatest hatásfok nem állandó. Ezért megkérdőjelezhető ennek a mutatónak a gyakorlati jelentősége LED lámpatest esetén.

Energia hatékony létesítmények LED technológiás világítási rendszereinek vezérlése az ISO/IEC 14543 és az EN 50090 épületautomatizálási szabványoknak megfelelően

Darvas István

ABB Kft / Épületinformatikai Egyesület

Bevezetés

A villamos épületfelügyeleti rendszerek a korszerű épületek, létesítmények szerves részét képezik. Egy létesítmény üzemeltetésének hatékonyságát, gazdaságosságát ezekkel a modern üzemeltetési és felügyeleti rendszerekkel eredményesen lehet növelni. Az energiahatékony létesítményekben alkalmazandó i-bus[®] KNX/EIB – technológián alapuló felügyeleti rendszer készülékeivel minden vezérlési, üzemeltetési, felügyeleti funkciót és folyamatot egyetlen közös „busz” alapú technikával lehet vezérelni, ellenőrizni, állapotokat jelezni és naplózási feladatokat megvalósítani. A KNX rendszer moduláris kiépítése lehetővé teszi, hogy a kiépített felügyelet később, igény szerint, problémamentesen bővíthető és módosítható a buszrendszeren keresztül történő átparaméterezéssel. (Az ETS programban megvalósított kapcsolatok módosításával, paraméterezési feladat, szerelés nélkül).

Az i-bus[®] KNX/EIB –technológián alapuló vezérlés, a megfelelő KNX elemek segítségével csatlakoztatható bármely gyártó által forgalmazott (akár már üzemelő) LED technológiát alkalmazó világítástechnikai rendszer készülékeihez, egy rugalmasan kezelhető, hatékony és gazdaságos létesítmény világítás üzemvitelének érdekében.

Probléma bemutatása

A hagyományos elektromos szerelési technológia, a világítási berendezések működtetésének feltételeit költséges vezeték- és kábelhálózatok telepítésével valósítja meg. (magas tűzterheléssel a létesítmény számára).

Példa: a létesítmény díszvilágítását több helyről is kell kapcsolni-szabályozni, a kapcsolók (parancsadó- és beavatkozó elemek egyszerre) és a LED-ek (fogyasztók) halmaza, bonyolult váltó és keresztkapcsolási elektromos kötések szerelésével együtt épül rendszerre, ami később átszerelési munka nélkül nem módosítható.

A vezetékhálózat kiépítésének e formája meglehetősen munka- és anyagigényes, utólag megváltoztatni csak átszereléssel és falbontással lehet. Egy későbbi, funkcióváltásnál, továbbfejlesztésnél, bővítésnél

fényárammal rendelkezik 350 mA-es meghajtás esetén, és a színhőmérséklete 2700 K körüli, keskeny sugárzási szöggel, valamint izolált hűtőfelülettel. Ez később kerül a hőtervezés kapcsán tárgyalásra. Így a LED-et is kiválasztottuk, és áttérhetünk az áramkör tervezésre.

Mivel a teljesítmény LED-ek esetén csakis áramgenerátoros meghajtás jöhet szóba, emiatt a nyomtatott áramkör kialakításánál azt tartottuk szem előtt, hogy kétfajtaképpen lehessen a LED-eket működtetni. Először ha külső áramgenerátoros meghajtást alkalmazunk, akkor csak egy polaritásvédő dióda lesz a panelen. Második esetben pedig kérhető integrált áramgenerátorral is, és ekkor egy egyszerű szabályozott feszültségű tápegységgel lehet működtetni egy teljes rendszert is akár, hiszen az áramgenerátoros meghajtást az egyes lámpák saját maguk látják el. Fontos kritérium volt, hogy a könnyű csatlakozással legyen ellátva és a már kiválasztott optikát fogadni tudja, valamint a hő megfelelően el legyen vezetve. Vagyis optikailag és elektronikailag megterveztük a lámpánkat, térjünk át az egyik legfontosabb lépésre, a mechanikai tervezésre, aminek a hőelvezetés lesz a szerepe a LED-ektől.

Ha a hőtervezésről beszélünk, akkor kétfajta jöhet szóba. Első a szimuláció, második pedig a valós életbeli méréseket alapul véve módosítani a hűtőbordánkat, vagy a teljes elrendezést. A szimuláció történhet ingyenesen letölthető software segítségével, mely egy közelítő értéket ad számunkra, amiből kiindulhatunk és utána a mechanikai modelleket finomíthatjuk, vagy pedig elérhetőek olyan programok is, melyek egy kész és már optimalizált megoldást kínálnak. Amit mindenféleképpen figyelembe kell venni ezen tervezések esetén, az a LED-eknek a belső hőellenállása – mennyivel különbözik a belső chip hőmérséklet a betáplált teljesítmény függvényében a forrasztási pont hőmérsékletétől - , a maximálisan elérhető belső hőmérséklet, végleges lámpatest kialakítás, környezeti feltételek – környezeti hőmérséklet – mechanikai méret korlátok és légáramlási körülmények.

Az összeállt egyes egységeket már csak össze kell szerelni, amihez hővezető anyagokat, speciális ragasztókat kell használnunk. Ugyanis a hő megfelelően kell elvezetni a nyomtatott áramkörtől és az optika ragasztójának a kémiai megszilárdulása során kialakuló gőzök nem károsíthatják az alkatrészeket – LED-ek kifejezetten érzékenyek erre.

Következő lépés a mérés ellenőrzés volt. Ekkor 350 mA-es meghajtó áram esetén 52 °C volt a hőmérséklet közvetlenül a LED-nél mérve – ehhez kialakított áramköri rajzolat. Ezt a Cree által rendelkezésemre bocsátott hosszútávú mérési adatokkal összevetve a most már valóságban is működő lámpának az élettartama valóban kiemelkedő, több mint 50.000 órára adódott. Így sikerült egy olyan LED-es fényforrást létrehozni, amely a hidegtükrös halogén lámpa helyett betehető, melegfehér színű, hosszú élettartamú, nagyon jó megtérülési mutatókkal – folyamatos üzem esetén, 80 lámpából álló installáció során kevesebb mint kilenc hónap.

Fénysűrűség korlátozás célszerűsége a LED-es lámpatesteknél.

Erbeszkorn Lajos

Az élőlények bizonyos tulajdonságaira nehéz általános szabályokat alkotni, hiszen minden egyes példány egyedi „operációs rendszerrel” rendelkezik. Az emberi szem – mint talán a legfontosabb érzékszervünk – hosszú, több mint százezer éves fejlődés eredménye. Ennek a fejlődésnek a leglényegesebb eleme az alkalmazkodás.

A napfényes környezet megvilágításának hatoda az atmoszférában szóródó nagyobb energiájú, kék fotonoktól származik. Aki a sötétebb, nem a Nap által megvilágított területen akar jól tájékozódni, annak a szemének a kék tartományban kell érzékenyebbnek lennie, hiszen az ég a fényforrás (Purkinje effektus).

A technikai civilizáció fejlődése, az új mérőeszközök, mérési módszerek lehetővé teszik az emberi szemben lejátszódó folyamatok egyre részletesebb megismerését. Egyesek a „látóbíbor” kifejezést már törölték a szótárukából, mert sokkal bonyolultabb kémiai folyamatok vannak a háttérben. Az agy felé távozó információt viszont már a folyamat elején kiváltott sejtpotenciál változás indítja el. Így először egy kémiai regenerációs folyamatnak kell lezajlania, hogy ugyanaz az egység működőképes legyen, azaz a szemnek ezen a területén – a körülményektől függő mértékben és időben - egy utóképek keletkeznek. Ez az utóképek szuperponálódik a további látványokra és azok helyes értékelését az agy által megnehezíti, esetleg meg is hiúsítja. Tapasztalt éjszakai autóvezető erős ellenfénynél az egyik szemét becsukja, hogy később az a szeme a sötétben is jól használható legyen.

A LED-ek fejlődése egy újabb, nagyon hatékony, kis térszögben sugárzó és ennek következtében nagy fénysűrűségű eszközt ad a fejlesztőknek. A katalógusokban már megjelentek az 50 mW-os LED-ek mellett is a figyelmeztetések: „Ne nézzen közvetlenül a fénybe, retinasérülést okozhat.”

Célszerű lenne bevezetni a fényforrások rangsorolását az emberi szemben kiváltott hatásuk alapján:

- irreverzibilis változást okozókra: Nap, lézerek, egyes LED típusok;
- reverzibilis változásokat kiváltókra, ahol az utóképek időtartama lehetne a további alcsoportok jellemzője (sokkoló hatásúak, utóképek lecsengése mondjuk 30 mp-nél hosszabb; kellemetlen érzést jelentők; kellemes látványt biztosítók: utóképek időálló kisebbség, mint 100 ms).

Itt kell megjegyezni, hogy az irodalom szerint, a szem statikus tartománya mindössze százszoros, annak ellenére, hogy az írisz átmérőjének változtatásával meg a kémiai folyamatokkal, több mint milliószoros átfogásra képes az emberi szem.

Megítélésem szerint, a szem adaptációját és az utóképek zavaró hatásait érdemes lenne részletes vizsgálatok tárgyává tenni éppen az éjszakai autózés biztonságára szempontjából. Addig is a LED-es lámpatestek tervezésénél – a jelenlegi jó hatásfokú tükrök, mikroszkopikus felületi struktúrák és egyéb optikai megoldások alkalmazásával – a szem számára lehetőleg kellemes fénysűrűségű lámpatesteket kellene alkotni.

LED-es világítási példa elemzése

Lefánti Gábor

Elektronikai alkatrészekkel foglalkozó globális kereskedő cégnél dolgozó, regionális világítástechnikáért felelős mérnöként szeretném Önökkel megosztani azon tapasztalataimat, amire az ügyfelekkel, valamint a LED – és LED-hez tartozó egyéb alkatrészeket gyártó cégekkel való kapcsolattartás közben tettem szert az elmúlt évek folyamán.

Ahogy már a konferencia kiírásban találhattuk, jelenleg a LED-ek keresik a helyüket a világítástechnikai piacon, és ehhez szeretnék én is hozzájárulni oly módon, hogy már egy megvalósult és futó korszerű, LED-es fényforrásnak a megszületésének lépéseit szeretném Önöknek elmondani lépésről lépésre. Kiemelve a műszaki hátteret, a fontos jellemzőket, valamint a gyártó cégek felől elérhető támogatási lehetőségeket. Annak tudatában, hogy mivel én csak alkatrészekkel tudom a végterméket ellátni, emiatt a céggel együtt működő partner segítségével került kivitelezésre a LED-es lámpa.

A nagyteljesítményű LED-ek olyan nagy fénysűrűséggel rendelkező fénykibocsátó elektronikai alkatrészek, amelyek már eleve irányított fényvel rendelkeznek és fényhasznosítás tekintetében már régen elhagyták a hagyományos izzószálas fényforrásokat. Emiatt kézenfekvő gondolat volt a hidegtükrös halogén fényforrás kiváltása LED-es kivitelűekkel, mivel ezek kis méretű fényforrások, irányított fényvel, viszont elterjedt mechanikai mérettel.

A hagyományos elektronikai tervezéstől eltérően az olyan elérhető optikákból kellett kiindulnunk, amelyek megfelelő méretűek, több teljesítmény LED-hez fejlesztették ki, és jó hatásfokkal rendelkeznek. Ezen túl olyan LED-hez lehet majd illeszteni, amelyik melegfehér színű, hiszen a halogénlámpa helyett szeretnénk megoldást nyújtani. Így a választásunk egy olyan „multi”lencsére esett, amelyik három teljesítmény LED fogadására képes, 85-90 %-os hatásfokkal rendelkezik, és az 50 mm átmérőnek megfelel és szélesan sugárzó. Viszont ezen kicsit túlmenően szeretnénk itt megemlíteni azt, hogy a jelenleg elérhető egyes és multi lencséken és reflektorokon kívül olyan speciális lencsék is elérhetőek már, melyek például közvilágítási karakterisztikához lettek kifejlesztve. Az optika gyártó cég pedig a LED-es lámpák fejlesztését úgy tudja támogatni, hogy az összes elérhető, és speciálisan az egyes LED-ekhez kifejlesztett optikájukat leméri és rendelkezésemre bocsátja a teljes adatbázisukat, melyekkel a lámpatest gyártók már a szimulációkat el tudja végezni, például Dialux-ba beolvastatva.

Az optika kiválasztásából következően már a szóba jöhető LED-ek tokozása bekorlátozódott, viszont ami követelmény volt, az a színhőmérséklet. Melegfehér színű LED-re volt szükség. Emiatt olyan Cree LED-re esett a választás, ami katalóguslap szerint minimálisan 73,9 lumen

szokás megadni. Ez LED-ek esetében nem járható út, mert a LED fényáramát a lámpatestben való hőmérsékletén vett értékkel kellene figyelembe venni, ezt pedig a legtöbb esetben nehéz meghatározni. Ezért át kell térni az ún. abszolút fényáram és fényeloszlás mérésre. Ez esetben is foglalkozni kell a mérőműszer szinképi illesztésének kérdésével, és egyedi korrekciók kidolgozásával.

5. *Fényeloszlás mérés:* LED-ek és kisméretű LED-modulok fényeloszlás mérése általában nem okoz nagyobb gondot, az kéttengelyes goniométerrel elvégezhető. Lámpatest fényeloszlás mérésénél azonban arra kell ügyelni, hogy bár a LED fényerőssége, színe és relatív fényeloszlása a lámpatest helyzetétől közel független, a változó hűtési viszonyok miatt a fényerősség abszolút értéke változhat. Ezért, bár az egyszerűbb kéttengelyes goniofotométer használható, de csak a fényerősség folyamatos nyomon követése és annak korrigálása mellett.
6. *Szín mérés:* A színinger tristimulusos meghatározása nem kompenzált eszközökkel komoly szisztematikus hibákhoz vezethet. Megfelelő egyedileg elkészített kiértékelő algoritmusok használatával ez a hiba azonban az elfogadható értékre csökkenthető.
7. *Színvisszaadás mérés:* A színvisszaadás (és színinger koordináták) meghatározására elterjedt a kis hordozható spektroradiométerek használata. Vizsgálataink szerint ezek szórt fény és hullámhossz hibája azonban nagyon meghamisíthatja a mérés eredményét. Ezzel kapcsolatos korrekciós módszerek is ismertetésre kerülnek.

Az előadáson az egyes mérési eljárásokat röviden ismertetjük, a szükséges korrekciók meghatározását bemutatjuk. Bemutatjuk továbbá a fénysűrűség eloszlásának két gyakorlati megoldását speciálisan fénysűrűség- és színinger-eloszlás mérésére készült berendezéssel és professzionális fényképezőgép és szoftver használatával.

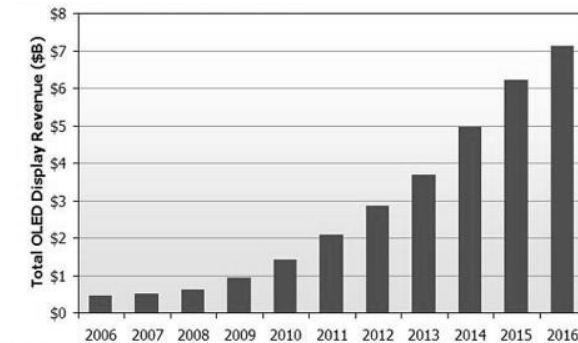
Az Organikus LED-ek (OLED-ek) fejlődése az élettartam függvényében

Paniti Imre^{1,2}, Nagy Balázs Vince², Ábrahám György²

MTA SZTAKI CIM Laboratory¹, BME MOGI²

paniti@sztaki.hu, nagyb@mogi.bme.hu, abra@mogi.bme.hu

Az Organikus LED-ek egyre nagyobb teret nyernek a piacon, ezért érdemes odafigyelni ezekre az új fényforrás típusokra. A piaci térhódításukat jól mutatja, illetve prognosztizálja az alsó ábra, amely 2009-ben látott napvilágot.



1. ábra: OLED kijelzők eladásából származó bevétel előrejelzése [1]

Az OLED, vagyis az „Organikus Fénykibocsátó Dióda” félvezető polimerekből, szerves anyagokból épül fel, ami az előnyök mellett sok problémát is von maga után.

Az OLED kijelzővel nagy fénysűrűség érhető el (már a kísérletek folyamán is kb. 500 cd/m²), ezért akár természetes nappali megvilágítás esetén is jól látható képet lehet kapni. A fénykibocsátó kijelző széles szög alatt (160°) is jól látható, felbontás és a pixel elérési gyorsasága egyes esetekben meghaladja az LCD kijelzőkét, így mozgóképek megjelenítésére teljes mértékben megfelel. Nyomdaipari gyártástechnológiával az előállítási költség viszonylag alacsonyra szorítható, de nagy problémát jelentett eddig a színkeverésben szerepet játszó kék fényt kibocsátó anyag élettartama [2]. Az előadás keretein belül bemutatásra kerülnek az OLED-ek élettartamát vizsgáló módszerek, továbbá kitérünk a fényhasznosítás, gyártási és fenntartási költségek kérdéseire. A kérdésköröket az új technológia feltételezett jövőképe zárja.

[1] DisplaySearch Q2'09: Quarterly OLED Shipment and Forecast Report, www.displaysearch.com

[2] Robin Harding: Organic LED: Country lights way for future of television, Financial Times, Tokyo, 9. December 2009.

PIACKÉPES LED RENDSZER TERVEZÉSE ÁLTALÁNOS VILÁGÍTÁSI CÉLRA

Gerald E. Duffy, Vinh-Loc Nguyen, Kovács Krisztián

GE Appliances & Lighting, Cleveland OH, Lachine QC, Budapest HU

Bevezetés

Világító diódák (LED-ek) főként sárga, piros, zöld, vagy narancs színű indikátorfényként kerültek felhasználásra az 1990-es évek előtt. Az alkalmazási terület kiszélesedése a 90-es évek közepétől számítható, amikor a Japán Nichia cég piacra dobta első InGaN alapú, nagy fényerejű kék LED-jét. A kék LED-ek megjelenése végre lehetővé tette a fehér fény „előállítását” akár két egymástól eltérő alapkonceptiót követve is: színkeveréssel piros, zöld és kék LED-ből, vagy szervesetlen alapú fényforrások azóta jelentős fejlődésen mentek keresztül: egy piacvezető LED gyártó cég december elején jelentette be, hogy laboratóriumi körülmények között, igaz még egy egyelőre csak kísérleti szakaszban levő nagyteljesítményű eszközzel, sikerült elérni a 186 lm/W-ot [2].

A LED rendszer tervezése átgondoltságot kíván

Ahhoz, hogy a LED-ek gyorsan elterjedjenek, és sikeresek legyenek a világítástechnikában, a terméktervezőknek tanulniuk kell a múlt hibáiból. Kezdetben a fémhalogén lámpák gyors fényhalála, a kompakt fénycsövek igen rossz színminősége és megbízhatatlansága, az egyenes fénycső-rendszerekben tapasztalt lámpa-előtét kompatibilitási problémák mind hátráltatták ezen technológiák gyors elterjedését, és rámutattak arra a tényre, hogy az energiatakarékosság fontos, de nem minden!

Egy sikeres termék tervezési folyamata során a legkritikusabb sarokpontok:

- Alkalmazási terület: mit szeretne kapni tőlünk a vásárló, és mire szeretné azt használni?
- Rendszer szemlélet: meg kell ismernünk és meg is kell értenünk LED rendszerünk minden tulajdonságát, hogy tényleg úgy működjön minden, ahogy a vásárló azt szeretné!
- Megbízhatóság: mivel a LED-ek még mindig viszonylag drágák, a rendszer, amit tervezünk, legyen megbízható és hosszú élettartamú.

Gyakran túlzottan is biztosak vagyunk a LED-ekben rejlő lehetőségeket tekintve. Sok esetben az ár/érték arány ezt bizony nem teszi indokolttá. Tegyük fel szigorú kérdéseket magunknak, mielőtt nekilátnánk az alkotói munkának:

- Mennyire hatékony a meglévő világítási rendszer, amit ki szeretnék váltani?

Világító diódák (LED-ek) világítástechnikai méréstechnikája

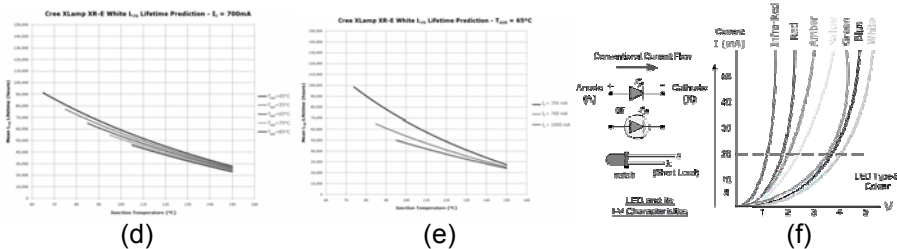
Csuti Péter¹, Kosztyán Zsolt¹, Schanda György², Schanda János^{1,2}, Vidovszky (Némethné) Ágnes³

¹ Pannon Egyetem, ² LightingMetrics Kft.,

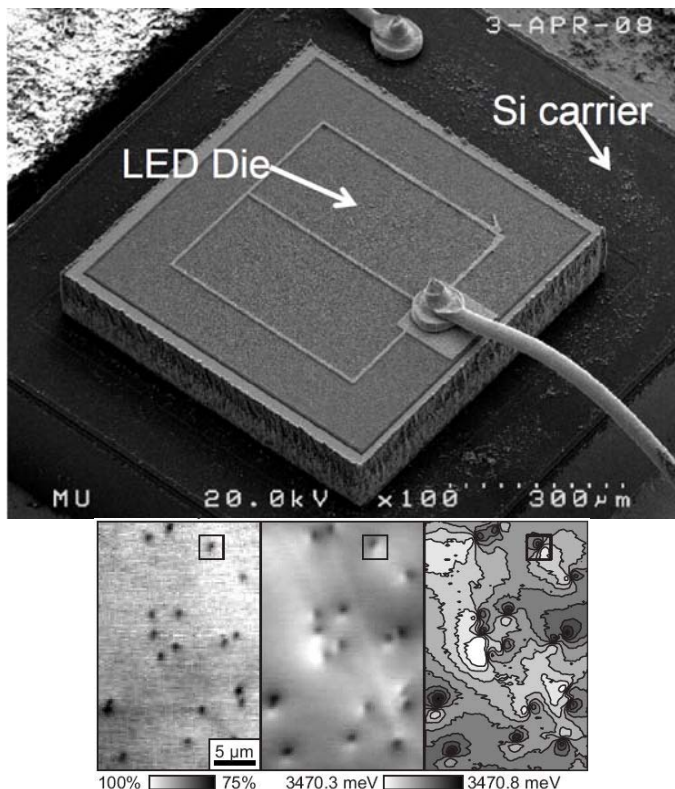
³ Nemzeti Közlekedési Hatóság Kiemelt Ügyek Igazgatósága

Világító diódák (angol nevük alapján LED-ek) fényének színeképe és a fény térbeli eloszlása, valamint az eszköz termikus tulajdonságai gyökeresen eltérnek a hagyományos világítástechnikai eszközökétől. Az előadásban áttekintjük az ebből adódó kérdéseket, melyeket a felhasználónak, amikor a LED-ek nyújtotta fény mérését el kívánja végezni, figyelembe kell vennie:

1. *Megvilágítás mérés:* A világítástechnikus leggyakrabban használt mérőműszere a megvilágításmérő. A piacon lévő megvilágításmérők általában kisebb-nagyobb hibával tudják csak LED-es fényforrásokkal megvilágított területek megvilágítását mérni. A megvilágításmérő színeképi illesztési jóságát jellemző f_1' index (melyet sok gyártó meg sem ad, és akkor a felhasználó még a hagyományos fényforrások mérése esetén sem tudja megbecsülni a mérés várható szisztematikus hibáját) LED-ek esetében keveset mond. Tapasztalataink alapján, ha $f_1' < 1,5$ úgy fehér fényű LED-ek által létrehozott megvilágítást néhány százalékos megbízhatósággal meg lehet határozni, színes fények esetén azonban a hiba akár 50 % - 100 %-ot is elérhet. Kalibrációs módszert mutatunk be ezen hiba csökkentésére.
2. *Fényáram mérés:* LED-ek fényáramának meghatározására számításba jönnek a goniofotométeres és az Ulbricht-gömbös módszerek. Mindkét esetben gondot okoz a mérőelem színeképi illesztésének hibája, mely a megvilágítás méréshez hasonló mértékben hamisíthatja meg a mérést. Legjobb megoldásnak a detektor in-situ színekorrektív módszere bizonyult.
3. *Fénysűrűség mérés:* terjednek a LED-es közúti lámpatestek. Az útburkolatok meghatározásánál, de számos belsőtéri alkalmazásnál is, mérni kell a megvilágított területek fénysűrűségét és annak eloszlását. Az erre a célra használható berendezések egy része $V(\lambda)$ illesztett detektort alkalmaz, ezen esetben a problémák hasonlóak, mint a megvilágítás mérésnél, egy másik műszer-család min-spektrométerrel és matematikai módszerek alkalmazásával határozza meg a fénysűrűséget. Ezen esetben a 7. pont alatt részletezendő szórt fény és hullámhossz bizonytalanság okozta hibákat kell figyelembe venni.
4. *Lámpatest fényáram mérése:* Hagyományos fényforrásokkal szerelt lámpatestek hatásfokát az 1000 lm fényforrás fényáramra vonatkozóan



Az előadás második felében betekintünk a LED belsejébe, nanométeres skáláig menve, a vonatkozó gyártástechnológiák hatásainak figyelembe vételével.

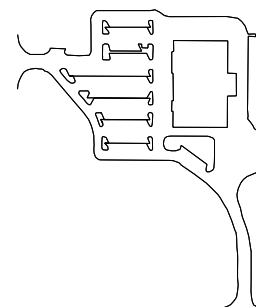


Előadás összegzése, jelenleg megfigyelhető trendek ismertetése a LED-ek fényforrásba való alkalmazásának. Mely fényforrások leváltásában van létjogosultsága a LED-eknek, miért érdemes további paraméterekre figyelni a kezdeti fényáramon kívül LED fényforrás kiválasztásánál?

- Mennyire fontos a termék megbízhatósága, hosszú élettartama, a karbantartás drága?
- Milyen színminőséget kell elérnünk?
- Megéri-e vásárlóknak a fentieket figyelembe véve egy LED rendszer üzembehelyezése?

Esettanulmány – parkolóvilágítására kifejlesztett LED rendszer

A cserére kiszemelt fémhalogén lámpatestek 32,4 kW-os összteljesítmény felvétele mellett 1,4 millió lumen fényáramot bocsátottak ki.



Megvilágítandó terület: 18 000 m²

Parkoló terület x fényerősség ≈
Fényáram

Példa: Parkoló

18 000m² x 13 lux ≈ 234 000 lm

a. Kivilágítandó terület felülnézeti vázlata b. Fényáram közelítő becslése

1. ábra: Mekkora fényáramra lesz szükség a parkoló kivilágításához?

A fenti becslésből látszik, ha a lámpatestek fényárama tökéletesen oszlana el a területen, akkor akár 17 %-a a fémhalogén lámpák által sugárzott fényáramnak elegendő lenne (1. ábra). Ez a kihívás egyedülálló lehetőséget teremtett a LED-ek számára.

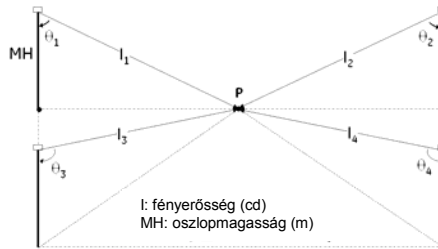
LED-ek körütekintő felhasználása világítástechnikai célokra nagymértékben hozzájárulhat az üzemeltetési költségek csökkenéséhez, azonban figyelembe kell venni a lámpatestek beruházási költségét, a hatályos jogszabályokat és egyéb helyi rendelkezéseket, a megvilágítandó terület jellemzőit, és a rezsiköltséget. Mindezek a tényezők hatással lesznek a beruházás tényleges időbeni megtérülésére.

Minden LED rendszer legdrágább alkotóeleme maga a LED, éppen ezért igen fontos a megfelelő típus kiválasztása. A LED „lumenek” drágák, ezért világítási rendszerünk tervezésekor különös hangsúlyt kell fektetnünk a felhasználási terület előzetes elemzésébe (2. ábra). Kreativitás, analitikus és szimulációs képességek birtokában optimalizálhatjuk rendszerünk ki- és bemenő paramétereit, és jól becsülhetjük a közöttük érvényes összefüggéseket is.

Világítási rendszerünk jellemzőit (LED-ek fénytartása, elektronika élettartama, anyagi jellemzők változása) alapvetően befolyásolja az

alkalmazott hűtés hatékonysága. A jó hűtés lehetővé teszi kitűzött céljaink elérését (megbízhatóság, élettartam, biztonságtechnikai követelmények).

A jól megtervezett termék igen fontos alapkövetelménye egy megbízható, és az adott körülmények, környezeti paraméterek között kiválóan működő elektronika. Ha ennek tervezésére nem fordítottunk elegendő figyelmet, akkor termékünk piaci megjelenése után igen rövidesen minőségi reklamációkkal kell foglalkoznunk időnk nagy részében.



2. ábra: Fényerősség parametrikus meghatározása

A LED-ek elsősorban hosszú élettartamukról ismertek. Egy rendszer azonban nemcsak LED-ekből áll: lámpába építve bizony más jellemzőket fog mutatni, mint a laboratóriumi asztalon, gondoljunk itt akár az elektromos és fényparaméterek változására.

Megbízható rendszert csak akkor kapunk a tervezési folyamat végén, ha egy sor jól kigondolt kísérlet és mérés elvégzése után (rendszer-, alrendszer és alkotóelem szinten is) minden oldalról megismertük annak működését. A méréseknek tartalmazniuk kell az elsősorban világító diódákra megalkotott LM-79 és LM-80 tesztprotokollokat is.

A kísérleti stádiumba bevont vásárlóktól pontos és igen hasznos visszajelzést kaphatunk termékünk valós körülmények között való működési jellemzőiről.

Eredmények

- A LED rendszer (3.b. ábra) jóval egyenletesebb fényeloszlást biztosít.
- Helyszín „pontosabb” megvilágítása, csökkentve így a fényszennyezést.
- Energiaköltségek 65%-kal csökkentek.
- Nagymértékben nőtt a vertikális megvilágítás, ami biztonsági szempontból nézve fontos eredmény.
- Jelentős megtakarítás keletkezett a karbantartási költség minimális szintre esése miatt.



a. Fémhalogén: 908 W b. LED: 200 W

3. ábra: Kísérleti installáció

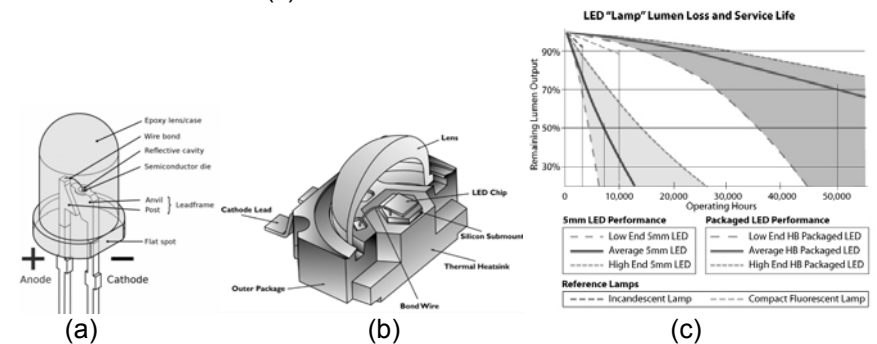
LED fényforrások valós élettartama, fénymegtartásának vizsgálata

Szórádi Bence

Széchenyi István Egyetem

Előadás menetének rövid ismertetése:

Gyakori jelenség, hogy a LED fényforrások forgalmazói nincsenek tisztában termékük valós élettartamával. Az új fényforrások marketingje jelentős, így a tényleges adatok és az üzleti érdekek furcsa párharcát láthatjuk. Szinte az összes kapható LED fényforrás élettartamát 50 000 és 100 000 üzemóra közötti értékek adják meg. Valójában a kérdés sokkal árnyaltabb. Alapvető különbség van az eltérő tokozások és eltérő gyártók, ezáltal más-más tisztaságú vegyület felvezetők között is. Ez a különbség élettartamban és fénymegtartási tényezőben fokozottan nyilvánul meg. Az előadás első részében, az idő rövidsége miatt, betekintünk két leggyakrabban használt LED tokozás felépítésébe (a), (b), megvizsgáljuk a különbségeket, kitérünk a felépítések közötti különbségekből adódó prognosztizálható fényáram csökkenés mértékére (c).



Megvizsgáljuk a fényáram veszteséget okozó lehetséges tényezőket, elsőként a maghőmérséklet emelkedéséből adódó drasztikus fényáram csökkenés jelenségét tárgyaljuk (d). Megvizsgáljuk a meghajtó áram és az eldisszipált hő kapcsolatát. Ennek függvényében megtekintjük a várható élettartamok alakulását teljesítmény LED-ek esetén (e). A meghajtó áramkör fontos szerepét ismertetve belátjuk az áramgenerátoros meghajtás előnyeit (f).

Nagyteljesítményű LED-ek fénytechnikai és elektromos tulajdonságai valós működési körülmények között

Szegulja Márton

A nagyteljesítményű LED-ek adatlapjaiban található fénytechnikai információk az esetek többségében 25°C záróréteg hőmérsékletre (junction temperature) vonatkoztatva ill. normálva találhatóak meg. A lámpatestgyártók ill. a végfelhasználók számára ezek az információk csak tájékoztató jellegűek lehetnek, hisz nem nyújtanak elegendő információt a valós körülmények közötti üzemeltetés során várható paramétereiről.

Munkám során feltérképeztük az 5 legnagyobb LED chip gyártó legígéretesebb termékeit valóságos működési körülmények között, az előadásom a mérési eredményekbe enged rövid betekintést.

Az előadás tematikája:

1. LED-ek fényárama és fényhasznosítása 25°C-os záróréteg hőmérsékletnél (aktív hűtés)
2. Valós működési körülmények bemutatása (mérési körülmények)
 - a) Üzemeltetés elegendő hűtéssel, hűtőbordák, passzív hőelvezető rendszerek alkalmazásával
 - b) Üzemeltetés költség hatékony hűtőrendszerrel (elégtelen hűtés)
3. LED-ek fényárama és fényhasznosítása az áram függvényében valós körülmények között
4. LED-ek fényárama és fényhasznosítása a környezeti hőmérséklet függvényében valós körülmények között
5. LED-ek színhőmérséklete és spektrális eloszlása az áram és a környezeti hőmérséklet függvényében
6. Nagyteljesítményű LED-ek élettartama az áram és a környezeti hőmérséklet függvényében valós működési körülmények között.
7. LED tápegységek topológiája és felvett teljesítménye a környezeti hőmérséklet függvényében
8. Néhány megvalósult alkalmazás energetikai és fénytechnikai bemutatása. (Német- és magyarországi megvalósult LED-es beruházások valós adatai.)

Összefoglalás

LED rendszerek tervezése világítástechnikai alkalmazásokra bonyolult és összetett folyamat. Számos tényezőt kell figyelembe venni és megérteni, nem elhanyagolva az ezek közötti összefüggéseket sem. Mindezeket szigorúan szem előtt tartva a termék igen költséghatékonyan, és hosszú időn keresztül fogja a vásárlói igényeket kielégíteni.

Felhasznált irodalom:

- [1] M. Arik, S. Weaver, A. Setlur, D. Haitko, J. Petroski, "Chip to System Levels Thermal Needs and Alternative Thermal Technologies for High Brightness LEDs" Journal of Electronics Packaging, September 2006, pp. 328-338.
- [2] <http://www.ledsmagazine.com/news/6/12/2?cmpid=EnILEDsDecember92009>

LED-ek alkalmazása Erdélyben

Dorin BEU¹, Florin POP¹, Marilena MAIEREAN², Andras VERNES³

1 – Lighting Engineering Center, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

2 – Energobit Schreder, Cluj-Napoca, Romania

3 – Energolux, Cluj-Napoca, Romania

Rövid kivonat

Sok tekintetben a LED-ekkel kapcsolatos gondok hasonlóak ahhoz, mint amilyen gondok jelentkeztek a korai kompakt fénycsöveknél (CFLs). Nagy elvárások születtek, az eszközöknek magas volt az ára, de gyenge a minősége. Több mint 10 évig tartott, hogy a CFL piac stabilizálódjék.

A LED-ek kereskedelmi propagandája igen jó, sok embert elért az az információ, hogy hosszú az élettartamuk és jó a fényhasznosításuk. Ennek következtében városi előjárók, beruházók, környezetvédő egyesületek és diákok a Világítástechnikai Centrumhoz (Lighting Engineering Center – LEC) és világítástechnikai kereskedelmi cégekhez fordultak LED-es lámpatesteket kérve (lehetőleg olyanokat, melyeket napelemes panelekkel kombináltak). Érdeklődtek az izzólámpákat közvetlenül helyettesíteni képes (retrofit) LED lámpák iránt is, mivel az újságokban és az Interneten számos LED-es világítással kapcsolatos hirdetéssel találkoztak. Mindezek hatására az LEC független kutatásba kezdett. Ennek első eredményeit a LEC 2009. március 13-án a „LED Lighting Today: Tales or Facts?” (LED-es világítás ma: Mesék és Tények?) nápolyi konferencián ismertette „LED applications in Cluj-Napoca - a recent Central European case study” (LED-es alkalmazások Kolozsvárott – egy napjainkban végzett közép-európai tanulmány) címmel. Az előadás elhangzott a romániai világítástechnikai kiállításon (ELIE 2009) is. A tárgy élénk vitákat váltott ki a LEC által rendezett Világítástechnikai Tervezők Klubjában is, s az első végkövetkeztetések azok voltak, hogy a LED-et lineáris vagy felületi lámpatestnek kell-e tekinteni, a közvetlen retrofit alkalmazás sem belső- sem külső-téren nem jó megoldás, s LED-es lámpatestek tervezésével kell foglalkozni.

Két módját találtuk annak, hogy miként foglalkoznak a LED-ekkel: Vannak elektrotechnikusok, akik jól értenek a diódákhoz, a termikus kérdésekhez, s hisznek abban, hogy a LED le fogja váltani a jelenleg használt fényforrásokat, de ezek a személyek nem ismerik a világítástechnika minőségi követelményeit, sem pedig a világítástechnikai szabványokat; másrészt vannak világítástechnikai szakértők, akik jól ismerik a CIE előírásokat és a klasszikus fényforrásokat (halogén és gázkisülő), akiket azonban még nem győzték meg a LED-ek adatlapjai. Az

Összefoglalva:

A LED-ek színpad-világítási alkalmazása nagy léptékben fejlődik, de jó színvisszaadású, melegfehér LED-ek eddig nem nagyon voltak nagy tömegben elérhetőek, ezért a fejlesztők elsősorban a színkeverős típusokra koncentráltak, de itt a külön RGB LED chipek okozta színárnyékok szabtak gátat a szélesebb körű alkalmazásnak. A háromchipes LED-ek elterjedése új generációs fényvetők megjelenését hozták magukkal, melyek mozgatható lencserendszere a folyamatos fénysugár szögváltoztatást is megoldotta. A nagy fényáramú LED-ek hűtési zaja is gátló tényezője a jelenleginél szélesebb elterjedésnek.

LED-ek szerepe az autóiparban

Gaál János
OSRAM Kft.

- 1.Tények és számok az autóiparban – bevezetés.
- 2.Hogyan kerülnek a LED fényforrások a gépjárművekbe - mik azok az előnyök amik ma már nélkülözhetetlenné teszik ezeket.
- 3.Melyek a főbb felhasználási területek az autóiparban- milyen speciális kívánalmaknak kell megfelelni.
- 4.Mely főbb LED típusokat használjuk - hova és miért.
- 5.Alkalmazási példák és műszaki részletek az autókban – „külső téren”.
- 6.Alkalmazási példák és műszaki részletek az autókban – „belső téren”.
- 7.Jövőbeni tervek, koncepciók, kihívások.

hozhatunk létre, de a lencsék kézi cseréje az ilyen fényvetők használhatóságát erősen korlátozza. A tervezők mára kifejlesztettek olyan fényvetőket is, melyeknél a lencsék együtt történő mozgatásával folyamatos fénysugár szögváltoztatás érhető el. Innen már csak egy lépés volt a fejlesztésben, hogy az ilyen fényvetőknél ezt a mozgatást motorok beépítésével végzik el, így az ilyen fényvetők fénysugarának szögváltoztatásához már kezelőszemélyzet sem kell.

A színpadvilágításban a LED-ek igazi áttörése akkor fog bekövetkezni, ha már olyan nagy fényárammal rendelkező, közel pontszerű LED fényforrásunk lesz, melyek a mai halogénlámpák fénysűrűségét megközelítik – és persze termikusan stabilan lehet őket működtetni úgy, hogy hűtésük szinte zajtalan módon történhet. Ekkor már ún. profilfényvetőket is elő lehet majd állítani LED-es fényforrásokkal.

A LED-es fényforrásokkal megépített színházi fényvetők fényáram szabályzása nem igazán okoz gondot, hiszen a LED-ek fényáram szabályzását már a korai alkalmazások során kidolgozták. A színházi felhasználásnál a fényáram szabályzásnak két igen fontos jellemzőt kell kezelni: az egyik, hogy a fényáram szabályzás végeredménye az emberi szem számára arányos legyen, a másik pedig, hogy a szabályzásban a – jellemzően – digitális vezérlők felbontása, lépcsőzetessége ne jelenjen meg.

A színpadvilágítás során számos alkalommal kell a fényt színeznii, mely feladatra az RGB LED-ekkel felépített fényvetők kiválóan alkalmasak. Mivel a színpadi színezés rendkívül sok árnyalatot igényel, ezért olyan fejlesztési irány is megfigyelhető, hogy még több, akár 7 szín keverését is bevetik a gyártók a minél szebb, finomabb színhatások elérésére. A kiváló színezés ugyanakkor felvet egy alapvető problémát: a különböző fénypontokból kiinduló szín-sugarak erős színárnyék hatást keltenek, melyek igen zavarók a színpadi alkalmazásban. Ezen a ma már egyre jobban elterjedő háromchipes LED fényforrások sokat segítenek, hiszen ekkor egy közös lencsén keresztül összekeveredve indulnak el egy-egy fénypont sugarai.

Ugyanakkor egy színházi fényvetőnek – a mai felfogásunk szerint – alkalmasnak kell lennie a kiváló színvisszaadású, izzólámpás fehér fény előállítására is. Igényünk van tehát a megfelelő intenzitású és színvisszaadású fehér fény, továbbá a lehető legkisebb színárnyékot adó, színkeveréssel előállított gazdag színárnyalatú színes, változtatható nyílásszögű fényre is – és mindezt lehetőleg egyidejűleg, és persze ha lehet, akkor természetes hűtéssel, hogy a ventilátorok zaja az előadást ne zavarja.

Nos, a ma elérhető színpadi fényvetőknél az igényelt sok, kifinomult jellemző közül egy-egy már elérhető, de egyidejűleg, egy termékben még nem találjuk meg őket.

igazság valahol félúton van, és szükség van a gondolatok cseréjére és néhány jó LED-es megvalósítás elemezésére.

A jelen előadás LED-es projekteket ismertet, melyeket Erdélyben valósítottak meg, legtöbb ezek közül műemlékvédelmi épület díszvilágítása. LED-es lámpatestek kereskedelme 2004-ben indult, az első bemutatásokat az ILUMINAT konferencián láthattuk. Megvalósított LED-es projektek és azokról való beszámolók 2006-ig hiányoztak. Az első távol-keleti LED 2007-ben került Kolozsvárra és az első nagyobb lélegzetű projektet 2008-ban fejezték be. Az első projektet fényképen való változtatásokkal „tervezték”, de később valódi világítástechnikai szoftvert is használtak.

Következtetések:

- A kis méretek új lehetőségeket rejtenek.
- Színes díszvilágítási lehetőségek, melyeket azonban új létesítményekre kellene korlátozni.
- A LED-es megoldás problémákat vetett fel műemlékek esetén (színvisszaadás, a LED-es díszvilágítási fényforrások túlzottan közel voltak az épület falához, így annak apró hibái kellemetlen árnyékokat vetettek).
- Fémhalogén lámpákkal összehasonlítva több fénypontot kellett használni.
- A beruházás drágább volt, mint ha hagyományos fényforrásokkal lett volna.
- A külső kábelezés problematikus műemlék épületek homlokzatán.
- Nem történt vizsgálat a megvilágított felületek színének torzulásáról.
- A megbízhatóság kérdését még meg kell oldani.
- LED-ek túlzott alkalmazása.
- A „no-name” LED-ek inváziója.

Belsőtéren csak tartalék-világításra és pontszerű megvilágításra használtak eddig LED-eket. Ezeknél két probléma merült fel: az elektronika megbízhatatlansága és a sárga irányban való eltolódás. Tájékozódásra használnak színes LED-eket.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy LED-ek alkalmazásában járatos világítástechnikai tervezőkre van szükség ahhoz, hogy a jövőben jó minőségű projektek valósuljanak meg. Kötelező a szoros együttműködés az építészekkel ahhoz, hogy olyan megoldások ne szülessenek, melyek az építészeti koncepcióba nem illeszkednek. LED-ek valós adatait kell közzétenni ahhoz, hogy a jövő projektjei sikeresek legyenek. Kritikus, hogy megszülessen a LED élettartamára és a fényáram-csökkenésre vonatkozó szabvány.

A LED-ek világítástechnikai alkalmazásának gyakorlati kérdései

Havas Péter

A LED alkalmazása különösen előnyös kis tápfeszültség igénye, rázkódás, gyorsulás igénybevétel, szűk spektrumú színes fény, miniatűr fényforrás szükségessége esetén. Ezekre az esetekre példákat gyűjtöttem össze.

Egyes alkalmazásokból a LED már kiszorította elődeit nyilvánvaló előnyei, főként hosszú élettartama és kis tápfeszültsége miatt. Az egyik ilyen terület az indikátorok és jelzőlámpák. Kisméretű LCD-k háttérvilágításához ugyancsak tömegesen alkalmazzák a korábbi elektrolumineszcens fóliák helyett.

Vannak olyan termékek, melyek létrehozását a LED alkalmazása tette lehetővé. Gondoljunk csak a különféle kivitelű miniatűr fényforrásokra, reflexiók érzékelőkre, vagy az egyre népszerűbb hordozható videó kivetítőre, esetleg a számtalan berendezésben használt optikai csatolókra, a mobil telefonunk billentyűzet világítására. Egyik esetben sem tudnánk LED használata nélkül megoldani a feladatot. De az infravörös tartományú LED-ek a telekommunikációban és a vagyonvédelemben ugyancsak pótolhatatlanok.

Vevőszolgálati tapasztalatok alapján összesítést közlök a LED témában hozzánk fordulókkal készült felmérés alapján. Az alkalmazási terület, a LED-el kapcsolatos elvárások és a motiváció iránt minden esetben érdeklődtünk. A tapasztalatok alapján megállapítható, hogy még szakmabeli érdeklődők is „csinálj magad” projectekben gondolkodtak, ritka volt a sorozatgyártási elképzelés. Iparművészek, belsőépítészek, bútortervezők is voltak a megkérdezettek között, akik a power LED témában tőlünk kaptak alapvető információkat az alkalmazás lehetőségeiről és technikai feltételeiről. Az elektronikában járatanabbak izzólámpa analógiákat kerestek összehasonlításként. Legtöbb problémát az állandó áramú táplálás és a fokozott hűtés igényének megértése okozta.

A bútortervezők és az iparművészek is felfedezték már a LED-et mint fényforrást. Számukra elegendő információt kell adni, hogy beilleszthessék a használt anyagaik közé a LED-et is. A bútor világítás ráadásul ipari mennyiségű LED felhasználását jelenti, háttérpar-szerűen gyárthatók design független beépülő modulok.

Bemutatók két megtérülési esettanulmányt, kihangsúlyozva a megtérülésben legfontosabb tényezőket. Az egyik project kiállítási vitrinek halogén világításának lecserélése a hőtermelés csökkentése, és energiatakarékosság megvalósítása céljából, a másik, lakóház közös helyiségeinek világítása.

LED-ek színpadvilágítási alkalmazásának problémái és lehetőségei

Böröcz Sándor

LISYS Zrt.

A LED-ek színpadvilágítási alkalmazásainál sokféle fontos világítástechnikai jellemzővel kell számolnunk, például:

- színvisszaadás
- fény szabályozás (fényáram szabályzás)
- a fény sugar irányíthatósága, alakíthatósága – lehetőleg folyamatosan
- a fény színezése

Alapvetően kétféle alkalmazást kell megvizsgáljunk:

- a jelenleg használt halogénlámpás fényvetők helyettesíthetőségét
- a jelenleg fény szűrőkkel létrehozott színes világítás kiválthatóságát

A jelenleg használt halogénlámpás – háttérvilágító, továbbá lencsés, elsősorban PC és Fresnel-lencsés – fényvetők helyettesíthetőségénél a legfontosabb szempont a színházi halogénlámpákkal megegyező (3000-3200 K) meleg-fehér színhőmérséklet megléte. Ezt ma már megfelelő színhőmérsékletű LED-ekkel elérhetjük, illetve a hideg-fehér és borostyán-sárga színű LED-ek színkeverésével változtatható színhőmérsékletű világítás is elérhető, természetesen kompromisszumokkal, ami elsősorban a színvisszaadásra vonatkozik.

A jelenlegi LED-ek fényhasznosítása már sokszorosa a halogén fényforrások fényhasznosításának, így a LED-ekkel megtervezett fényvetők teljes fényárama a hasonló méretű halogén fényvetők akár többszöröse is lehet. Ugyanakkor a LED panelek szükséges hűtése határt szab az egységnyi méretbe épített chipeknek, mivel a színházi felhasználás rendkívül zaj-érzékeny, azaz a hűtés gyakorlatilag csak konvencionális lehet vagy rendkívül alacsony zajszintű ventilátoros. Ugyanakkor a LED-ekkel elérhető színkeverés lehetősége a gyártók figyelmét teljesen a színkeverős LED-es fényvetők fejlesztésére fordította, így ma csak fehér fényű lámpatestet szinte nem is találhatunk a színpadvilágításban. A kifejezetten TV-stúdiók számára kifejlesztett LED-es fényforrású fényvetők között találunk csak fehér színnel dolgozó típusokat, ezek zömében nagy felületű, kis árnyékhatást produkáló derítők.

A jelenlegi színházi fényvetők fény sugarát alapvetően tükrös-lencsés optikai rendszerrel alakítjuk, mely általában igen széles, akár tízszeres – pl. 5-50 fokos – nyílásszög átfogást, változtatást is lehetővé tesz.

Mivel a LED fényforrások fényét leggyakrabban különböző optikai lencsékkel irányítják, így az ezekkel felépített fényvetők fény sugarának szög-változtatását is alapvetően a LED-ek elé tett lencsék határozzák meg. Ezeket a lencséket cserélgetve különböző fény sugar nyílásszögeket