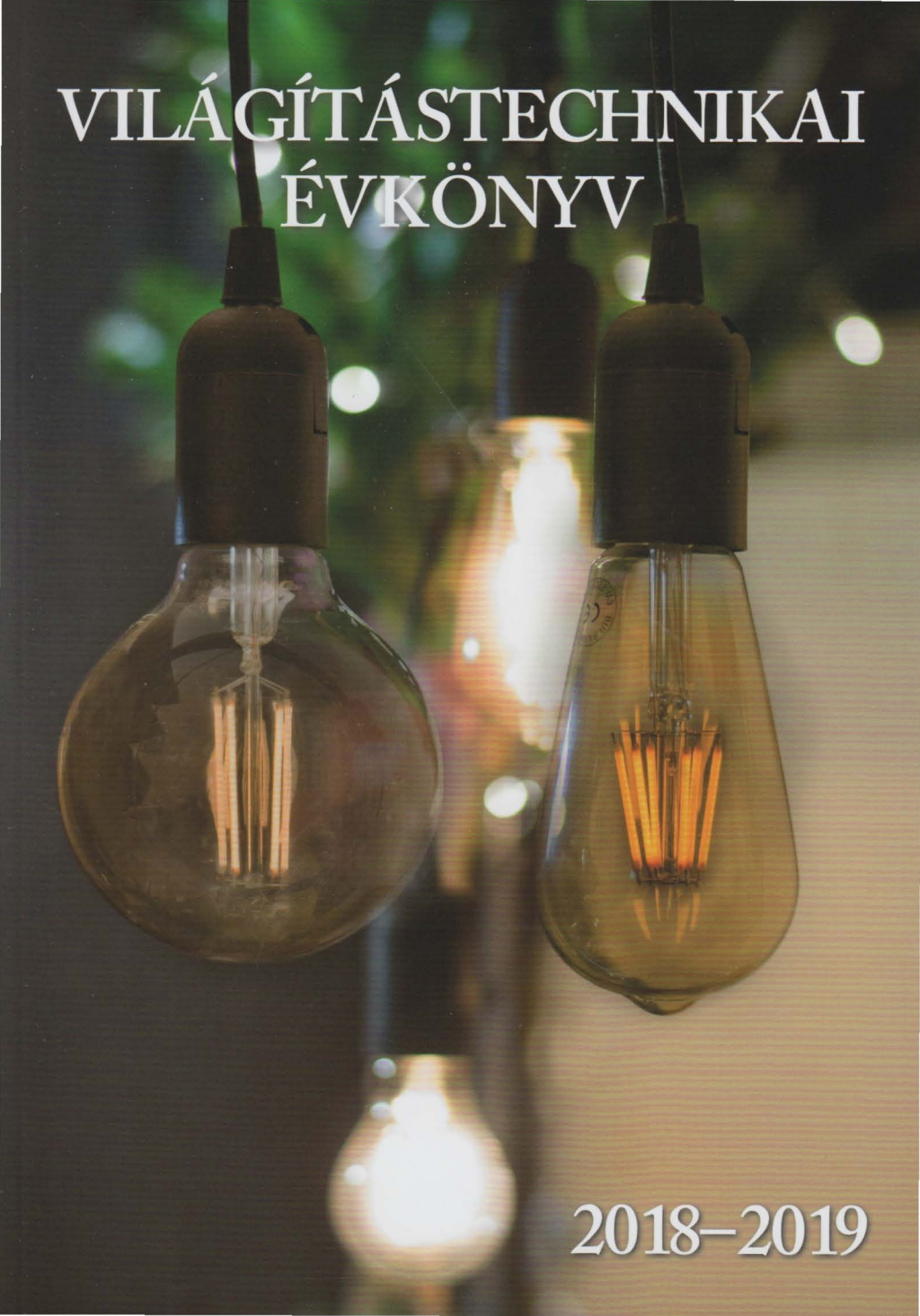
VILÁGÍTÁSTECHNIKAI ÉVKÖNYV



2018–2019

VILÁGÍTÁSTECHNIKAI ÉVKÖNYV 2018-2019

„LED, EMBER, KÖRNYEZET"

MEE VILÁGÍTÁSTECHNIKAI TÁRSASÁG
MAGYAR VILÁGÍTÁSTECHNIKÁÉRT ALAPÍTVÁNY

Szerkesztette:
Némethné Vidovszky Ágnes
Poppe András

Lektorálták:
Csuti Péter
Kolláth Zoltán
Nagy János
Poppe András
Szabó Ferenc

A borítót tervezte:
Orbán Balázs

Kiadja:
Világítástechnikai Társaság
a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Szervezete
és a Magyar Világítástechnikáért Alapítvány
1042 Budapest, Árpád u 67. I.em 6.

Felelős kiadó:
Nagy János elnök

Nyomdai előkészítés:
Media-Press '91 Kft.
Hu ISSN 1416-1079

A fekete test sugárzáshoz hasonló, fényáramszabályozott LED modulok színképi kérdései

– Zsellér Viktor, Dr. Samu Krisztián –

1. Bevezetés

Fényforrások fényáramának változtatásával már az 1500-as években is látványos vizuális hatásokat értek el a korabeli „világítástervezők", elsősorban előadótermekben és közösségi helyek derítése kapcsán [1]. A jelen korszerű megoldásai szinte kivétel nélkül megkövetelik a LED-es technológia használatát, miközben egyre gyakrabban jelenik meg megrendelői igényként az emberközpontú világítás biztosítása.

Ez a gyakran félreértett fogalom legtöbbször olyan hangulat-világítási rendszereket takar, amelyekben a kibocsájtott fény szinhőmérséklete változtatható a felhasználói igények szerint.

Ehhez általános LED modulok esetén több meghajtó csatorna szükséges, hogy a hideg fehér és a meleg fehér, esetleg vörös és színes színképű LEDek különböző arányú dimmelésével az elvárt színpont beállíthatóságának lehetősége biztosítva legyen. Ennek költségvonzata legtöbbször igen magas, mivel a meghajtó elektronika és annak szabályzása nagyságrendekkel komplexebb, mint egy egyszerű, egy csatornás esetben, ahol a felhasználói beavatkozás módszerei már kitapasztalt, ipari szabványok szerint történnek.

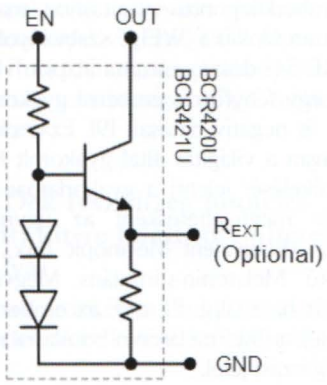
2. Emberközpontú világítás

Valódi emberközpontú világításról – a fogalom szerteágazó marketing-megjelenésével szemben – csak akkor beszélhetünk, ha a rendszer képes az emberi megfigyelőben a melatonin-nak nevezett (N-acetyl-5-methoxy tryptamine), az emberi szemben termelt hormon jótékony szabályozására [2]. Ezen vegyület közvetetten hatással van az éberségre, befolyásolja az alvás minőségét és ezáltal komoly hatással van mindennapjainkra [3]. Stimulálása legközvetlenebbül fénnyel történik, mivel felezési ideje nagyban függ a besugárzástól és annak spektrális összetételétől [4]. Ennek valószínűleg evolúciós oka lehet; a reggeli fény spektrálisan telítettebb a kék tartományban, míg a délutáni, lefekvés előtti megvilágítás vörösebb, ezáltal észleli a szervezet az éjszaka-nappal ciklikusságát, miközben ez nincs hatással az észlelés és érzékelés minőségére [5].

3. CCR lineáris szabályzók

A CCR (Constant Current Regulator, Állandó egyenáramú szabályzók) technológia a 2000-es évek közepén terjedt el az elektrotechnikában, elsősorban műveleti erősítők kisáramú segédáramköreként, majd körülbelül 2010-től jelent meg az autóiparban és kisebb kijelzők háttér-világításához. Ezen komponensek egyenáramú hideg- vagy meleg szabályzóként korlátozzák a beépített NPN tranzisztorral a rajtuk átfolyó áramerősség nagyságát. Az 1. ábra szemlélteti egy CCR komponens belső felépítését. A beépített precíz ellenállások, az R_{ext} külső ellenállás értéke és a diódák feszültségesése állítja be a legnagyobb megengedett áramot. A kialakuló rezonancia úgy szabályozza a GND-OUT feszültségesést, hogy az a beállított áramértéknél nagyobb átfolyó áram esetén, maximum a letörési értékig emelkedni fog.

Ezzel a megoldással lehetőség nyílik az átfolyó áram precíz korlátozására. Adatlap szerint általánosan 5% ... 10% pontosság érhető el [6, 7, 8]. Az áramerősség függ a komponens binnelésétől, azaz, hogy éppen milyen gyártási szórással készült, valamint üzemi hőmérsékletétől, azonban ennek szórása alacsony és értéke jól számítható.



1. ábra. Tipikus CCR belső kapcsolása [6]

Az 1. táblázat egy összetett méréssorozat eredményét szemlélteti három különböző gyártó CCR komponenseire. A méréseket stabilizált áramerősség és kontrollált hőmérséklet mellett végeztük. Az állandósult állapotot akkor feltételeztük, amikor a CCR-en eső feszültség változása 100 másodperces időablakban 0.01 [V] alatt maradt. A beállított áramerősségek sorban: 150 [mA], 150 [mA], 350 [mA]. A külső ellenállás, ahol szükséges volt, Vishay Dale, precíziós, SMD típusú.

1. táblázat. Három különböző CCR komponens azonos lot-ból származó összehasonlítása LED-es rendszerben

	Áramerősség Átlag [mA]	Áramerősség Szórás [mA]
Diodes BCR420UW6 n = 58	150.09	0.11
Infineon BCR450 n = 19	150.05	0.15
ONSemi NSI50350AS n = 22	351.01	0.19

A mérések szaturált bemeneti feszültség mellett történtek, kalibrált, feszültség stabilizált DC táppal táplálva. (TTi, MX300T) Mindhárom esetben különböző LED ágakkal voltak szerelve a rendszerek, sorrendben: 14.5 [V], 5 fehér LED, 20 [V], 7 fehér LED, 34 [V], 12 darab fehér LED.

3.1. Általános Dim-to-Warm modulok

„Dim-to-Warm" modulok esetén olyan áramkört alakítunk ki, amelyben két párhuzamos LED ág van. Az egyik ágon sorba kötve a diódákkal, egy CCR komponens korlátozza az áramerősséget. Ebben az ágban a fényforrásoknak az üzemi feszültségesése minimálisan kisebb, mint a másik ág és a CCR bekapcsolási feszültségének különbsége.

Ekkor egy áramerősségre feszültségszabályozott LED meghajtó elektronika (driver) olyan módon biztosíthatja az elektromos teljesítményt a modulnak, hogy addig emeli a kimeneti feszültségét, amíg a kimeneti áram el nem éri a beállított értéket. A két ágon az egyensúlyi állapot úgy fog kialakulni, hogy a CCR-t tartalmazó LED sor feszültsége annak hatására addig fog emelkedni, amig annak árama az ezen beállított korláthoz nem igazodik. Az azon felüli áram a másik ágon fog teljes egészében átfolyni. Amikor a LED driver csökkenteni próbálja a kimeneti áramerősséget (dimmelés), a kimeneti feszültsége csökkenni fog. Ennek hatására döntően a CCR nélküli ágban fog csak csökkenni az áramerősség, az ezt tartalmazó ágban csak az 1. ábra szerinti OUT-GND feszültségcsökkenés hatására bekövetkező, néhány mA-es áramcsökkenés figyelhető meg, egészen a beállított értékig.

3.2. Emberközpontú világítást lehetővé tevő Dim-to-Warm modulok paraméterei

A példa kedvéért először bemutatunk egy egyszerű, két párhuzamos csatornás megoldást, CoB (Chip on Board) méretben. A 2. ábra egy CoB méretű Dim-to-Warm rendszert szemléltet. A fénykibo-

csájtó diódák 1.6 mmx1.6 mm területű meleg fehér, borostyán, vörös és zöld színűek. A 0805 SMD alkatrész egy 0 Ohm ellenállású Jumper, amelyre a kompakt egy oldalas vezetékezés miatt volt szükség.

3. ábra. Dim-to-Warm modul áramköri kapcsolási rajza

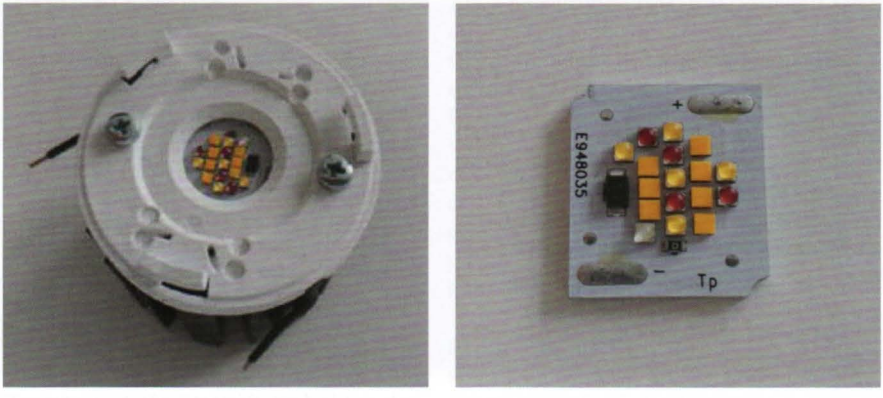
2. táblázat. A bemutatott modul alkatrészlistája

Ref Des	TEXT	Part
D1 .. D7	XD16	XD16AWT-H0-0000-
	3000K	00000UC8G
D8	XQEGRN	XQEGRN-00-0000-000000D01
D9, D11, D13, D15, D17	XQEAPA	XQEAPA-00-0000-000000901
D10, D14	XQERED	XQERED-00-0000-000000801
D12, D16	XQEPR	XQEEPR-00-0000-000000A01
U1	U1	AL5809Q
R1	R1	RC0603JR-070RL

Emberközpontú világításhoz manapság gyakran szokás a „WELL" szabványok „FEATURE 54" dokumentuma alapján viszonyitani egy fényforrás emberre gyakorolt pozitív és negatív hatásait [9]. Ez a cirkadián ritmusra a világitás által gyakorolt hatások kiértékelését jelenti a gyakorlatban. Kvantitatív megfeleltetésként az úgynevezett EML-t (Equivalent Melanopic Lux, Egyenértékű Melatonin-stimuláns Megvilágítás) szokás használni. Ez egy, az emberi szemben lejátszódó melatonin bomlásra normált besugárzást jelöl.

A Dim-to-Warm megoldás tartalmi lényege, hogy nagy megvilágítás mellett - amikor az észlelés fontossága döntő – magas EML-t biztosit a fényforrás, míg a kevésbé aktív időszakokban, mint például a munkaidő vége, vendéglátás, lefekvés előtti időszakok, kisebb kék spektrális tartalom és kisebb megvilágítás értékek segítik a megfigyelőt a pihenésben.

A következő ábrák (4 .. 7) szemléltetik a bemutatott összeállítás mért spektrális eloszlását és optikai tulajdonságait, különböző teljesítmény-szintek mellett.

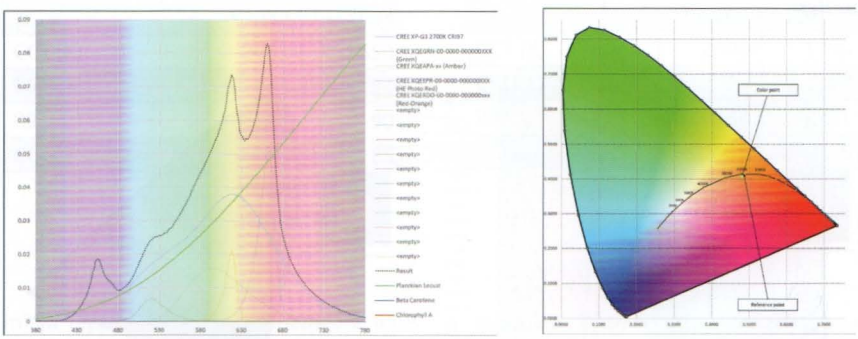


2. ábra. CoB méretű Dim-to-Warm modul szerelve* (fent) *és a különálló modul* (lent) *A fenti megoldás kapcsolási rajzát a 3. ábra mutatja be. Az ehhez tartozó anyagjegyzéket a 2. táblázat szemlélteti. A modul egy ipari szabványos méretnek megfelelő NYÁK-ra (Nyomtatott halálozású Áramkör) lett ültetve, ami ezzel kompatibilis a piaci szabványos CoB Modul tartóegységekkel.

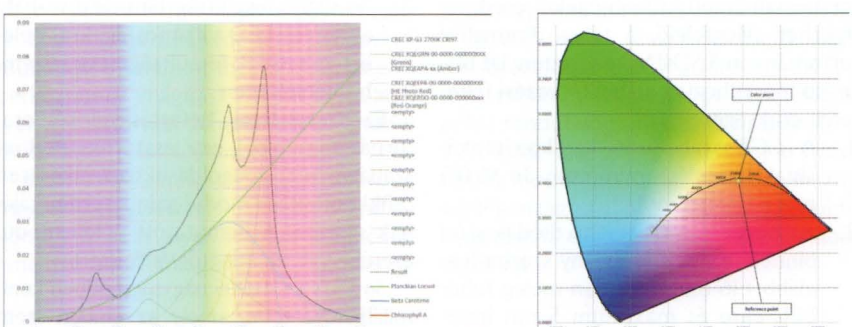
A spektrális méréseket kalibrált kézi spektrométerrel végeztük (GL Optic Spectis 1.0 Touch, integráló gömbbel). Az modul színtani tulajdonságait a 3, 4. táblázatok szemléltetik.

4. LEDek feszültség binnelés szerinti kit-re felállított ültetési szabályai

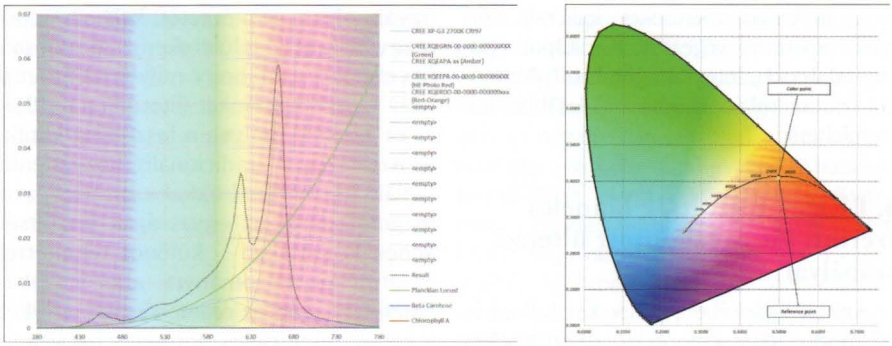
Annak érdekében, hogy két különböző modul akár különböző gyártásból is ugyan olyan szín-érzetet keltsen adott megvilágított felületeken, gondosan ügyelni kell arra, hogy milyen színpontú LED-es fényforrásokat ültetünk a modulra és azoknak milyen a feszültség karakterisztikájuk. A tradicionális, közvetlenül táplált LED NYÁK-okkal szemben ezen megoldásoknál az egyes ágak feszültségének különbsége – különös tekintettel az átmeneti tartományra, ahol a szabályozótlan ágban az áramerősség mértékét a két ág feszültség-különbsége határozza



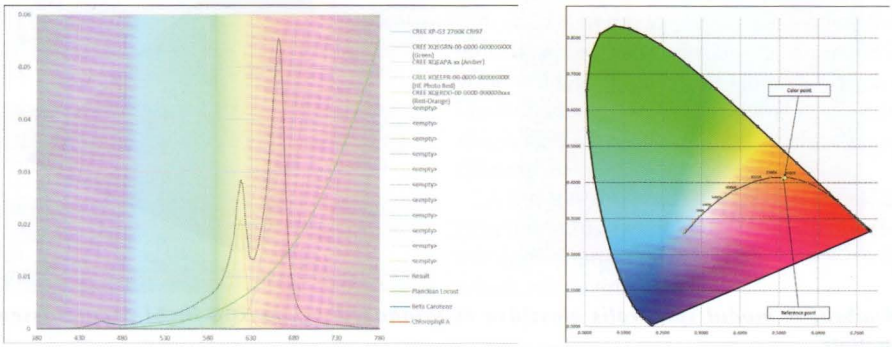
4. ábra. A modul spektrális eloszlása és szinkoordinátája 700 [mA] áramerősség mellett



5. ábra. A modul spektrális eloszlása és szinkoordinátája 530 [mA] áramerősség mellett



6. ábra. A modul spektrális eloszlása és szinkoordinátája 350 [mA] áramerősség mellett



7. ábra. A modul spektrális eloszlása és szinkoordinátája 200 [mA] áramerősség mellett

meg – színérzeti különbségeket eredményezhet. Megfelelő, a teljes dimmelési tartományon 3 SDCM konzisztenciát biztosító modulhoz az alábbi tervezési feltételek szükségesek:

1. A CCR szabályzási karakterisztikájának binnelése minimum $3\sigma < 0.5$ mA nagyságrendben
2. Az egyes fénykibocsájtó diódák színi binnelése ANSI szabvány szerint legalább 1:16 osztályzásban meleg fehér LED-ekre és maximum 5 nm intervallumban színes LED-ek csúcsintenzitására
3. $3\sigma < 5\%$ feszültség binnelési szabály az egyes LED villamos ágakra, beleértve a CCR feszültségesését üzemi hőmérsékleten

Ezen szabályok betartásával két csatornás (amelyből egy csatorna CCR-rel szabályozott) megoldásokban sikeresen csökkenthető a modul szín koordinátájának szórása. A bemutatott példa modul esetében ez az átlagtól való eltérést

3σ (du'v') < 0.005 nagyságrendben kontrollálhatóvá tette, amely az emberi szem számára általában észrevehetetlen. Külön kiemelendő, hogy ez konzisztens R9 szín-

3. Táblázat. A modul színtani tulajdonságai

STATE	1	2
Drive current [mA]	700	530
Tp [C]	85	72
Voltage [V]	23.6	23.1
Power [W]	16.52	12.243
Luminous flux [lm]	1495	1180
c.c. x	0.451	0.451
c.c. y	0.4084	0.4084
CCT [K]	2651	2550
CRI Ra	93	94
R9	94	90
CQS	85	85

4. Táblázat. A modul színtani tulajdonságai (folyt.)

STATE	3	4
Drive current [mA]	350	200
Tp [C]	60	52
Voltage [V]	22.45	21.7
Power [W]	7.8575	4.34
Luminous flux [lm]	792	423
c.c. x	0.46	0.5377
c.c. y	0.4106	0.4112
CCT [K]	2304	1796
CRI Ra	95	97
R9	84	91
CQS	85	75

minta reprezentálást tesz lehetővé a teljes dimmelési tartományon, ami a fényáram szabályozás során a tradicionális LED-es világítási rendszerekben gyakran problémaként jelenik meg.

5. Összefoglalás

A cikkben bemutattuk a „Dimmelésre Bevörösödő LED Modulok" alapvető működését, valamint megmutattunk emberközpontú világítást villamosan szabályozott csatornán lehetővé tevő modul működését részleteiben.

Ezen rendszerek tervezése során, a megfelelően választott színképi recepthez komoly kihívás olyan modult létrehozni, amellyel adott fokig garantálható lenne a modulok közötti színi konzisztencia. A közölt adatok alapján lehetőség nyílik olyan gyártás kivitelezésére, amely során magas szintű minőségi ellenőrzés mellett, az emberi szem számára gyakorlatilag érzékelhetetlen színképi különbség realizálható az egyes fényforrások között, különböző meghajtó áramerősségek mellett.

Bemutattunk megismételhető mérés-sorozatokat a CCR áramkörök beállított értékének szórásáról és a bemutatott példa modul színtani tulajdonságairól.

A cikk alapján egyedi Dim-to-Warm tipusú modul tervezhető, megfelelő színképi konzisztenciával és emberközpontú világításhoz elégséges spektrális tulajdonságokkal.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Samuel Mills: Fundamentals of Architectural Lighting. ISBN-10: 1138506761, ISBN-13: 978-1138506763, Routledge; 1st edition (17 May 2018)

[2] B Wood, MS Rea, B Plitnick, MG Figueiro: Light

level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression, Applied ergonomics, 2013 – Elsevier
[3] K Thapan, J Arendt, DJ Skene: An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans, The Journal of physiology, 2001 - Wiley Online Library
[4] Joshua J. Gooley,corresponding author Kyle Chamberlain, Kurt A. Smith, Sat Bir S. Khalsa, Shantha M. W. Rajaratnam, Eliza Van Reen, Jamie M. Zeitzer, Charles A. Czeisler, and Steven W. Lockley: Exposure to Room Light before Bedtime Suppresses Melatonin Onset and Shortens Melatonin Duration in Humans, J Clin Endocrinol Metab. 2011 Mar; 96(3): E463–E472., 2010 Dec 30. doi: 10.1210/jc.2010-2098
[5] Shigekazu Higuchi Yuki Nagafuchi Sang-il Lee Tetsuo Harada: Influence of Light at Night on Melatonin Suppression in Children, The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, Volume 99, Issue 9, 1 September 2014, Pages 3298–3303.
[6] Diodes Inc. - ttps://www.diodes.com/assets/Datasheets/BCR420UW6-BCR421UW6.pdf Document nr.: DS37667 Rev 5. - 2
[7] Infineon GMBH., Application note, AP16147, https://www.infineon.com/dgdl/ap161471l_XC22xx_SPI_TLE6209R.pdf?fileId=db3a-3043lbe39b9701lc0d94f45479c9
[8] ON Semiconductor, NSI5035AS, Datasheet, http://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=NSI50350AS
[9] International WELL Building Institute, The WELL Building Standard™ (WELL), http://standard.wellcertified.com/light

Vegye igénybe mérőműszereinket!

Bérelhető a VTT fénysűrűség mérő kamerája
• akár közvilágítási,
• akár beltéri alkalmazások mérésére.

Érdeklődjön honlapunkon, vagy keressen minket elérhetőségeinken:
Világítás Háza
1042 Budapest, Árpád út 67.
+36 1 369 6631
www.vilagitas.org

Dr. Kolláth Zoltán
A fizikai tudományokban szerezte PhD fokozatát 1990-ben majd a Magyar Tudományos Akadémia doktora lett 2003-ban. Jelenleg az Eötvös Loránd Tudományegyetem Berzsenyi Dániel Pedagógusképző Központ tanszékvezető egyetemi tanára, az ELTE Környezettudományi Doktori Iskola Kitaibel Pál Multidiszciplináris Programjának vezetője. Az MTA Csillagászati és Űrfizikai Tudományos Bizottság tagja, 2004-től kezdődően a Magyar Csillagászati Egyesület elnöke.

Kosák Gábor
Okl. villamosmérnök, az MSZT/NB1 Magyar Nemzeti Elektrotechnikai Bizottság titkára
A BME Villamosmérnöki karának, Erősáramú szakán diplomázott 1985-ben. Jelenleg a Magyar Szabványügyi Testület szabványosító menedzsere, az elektrotechnikai erősáramú szabványosítással foglalkozik. 21 műszaki bizottság titkára, a nemzetközi IEC és az európai CENELEC szabványosító szervezetekbe bejelentett nemzeti bizottsági titkár. e-mail: g.kosak@mszt.hu

Dr. Major Csaba
Tudományos munkatárs. 2005-ben diplomázott a Szegedi József Attila Tudományegyetemen csillagászatból, 2008-ban PhD fokozatot szerzett atomfizikából a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Vendégkutatóként dolgozott többek között az erlangeni Fraunhofer Intézetben, illetve a toledoi Photo Voltaic Innovation and Commercialization Center-ben. Több szabadalma van a refraktív optika terén. Jelenleg a HungaroLux Light Kft. vezető optikai tervezője.

Nádas József
Villamosmérnök, világítástechnikai szakmérnök, pénzügyi-gazdasági elemző szakmérnök. Óbudai Egyetem KVK Mikroelektronika és Technológia Intézet mérnöktanára.
Az 500lx.hu Kft. és a Fénymérés Bt. ügyvezetője. A VTT alelnöke.

Nagy János
Villamosmérnök, világítástechnikai szakmérnök, a Világítástechnikai Társaság elnöke.
A B+R Referencia Zrt Elektromos mérnökség vezetője. 2001 decemberétől a MEE Világítástechnikai Társaság elnöke, a Bláthy-díj, az Urbanek-díj, és a Nemzetgazdaság Miniszter elismerő oklevelének birtokosa, a Magyar Mérnöki Kamara tiszteletbeli tagja. elnok@vilagitas.org

Némethné Vidovszky Ágnes dr.
okl. villamos mérnök, okl. gazdasági mérnök.
A BME Villamosmérnöki karon diplomázott. Egyetemi doktori fokozatot a BME Közlekedésmérnöki karán szerzett. Témája a vasút világítás. Meghívott előadó a BME VIK-en és a Munkavédelmi Továbbképző Központban. Nyugdíjas, korábban a közigazgatásban dolgozott. A VTT alelnöke.
nva954@gmail.com

Dr. Poppe András
Okleveles villamosmérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, a BME Elektronikus Eszközök Tanszéke tanszékvezetője, habilitált docens. Szakterülete: félvezető eszközök, különösen LED-ek méréstechnikája, multi-domain modellezése, szimulációja. Tagja a JEDEC JC15-ös szabványosítási bizottságnak és a CIE több műszaki bizottságának, a CIE TC2-84-es műszaki bizottság elnöke, CIE MNB elnöke, a VTT alelnöke

Póth Béla
Okl. villamosmérnök, nyugdíjas. Első munkahelye az Egyesült Izzó, ahol a fényforrás-fejlesztésen dolgozott. Később tervezőként dolgozott, elsősorban élelmiszeripari létesítmények (húsüzem, sörgyár, csokoládé gyár) világítását és erőátviteli berendezéseit tervezte.

Rajnoha László
Okl.villamos üzemmérnök. 1974 óta tagja a Magyar Elektrotechnikai Egyesületnek. Több szakosztályban, munkabizottságban tevékenykedett, Munkája elismeréseként 2000-ben Straub díjat; 2007-ben Bláthy díjat kapott. Nyugdíjba vonulása után a Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai tagozatában, és Kamara Szabványügyi Testületében dolgozik. Magántervezőként épület villamos hálózatok, világítási rendszerek tervezését végzi. Tagja továbbá az Elektromos Vállalkozók Országos Szövetségének, ahol a tagság etikai ügyeit felügyeli.

Dr. Samu Krisztián
Okleveles gépészmérnök, a BME Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszékén tanszékvezető helyettes egyetemi docens. PhD értekezését a színtévesztés számítógépes diagnosztikájának témájában írta, mellyel elnyerte az Infopark Ösztöndíjat. Kitüntetései: Werner von Siemens Exellence Award és a Lukács Gyula Emlékdíj. Jelenleg az oktatás mellett a számítógépes színmegjelenítés tudományterületén végez kutatómunkát.

Dr. Szabó Ferenc
Okl. mérnök informatikus / villamosmérnök / docens, Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar. 2005-ben végzett a Pannon Egyetem Műszaki Informatika szakán, majd 2006-ban a Villamosmérnöki szakán. 2012-ben PhD fokozatot szerzett informatikai tudományok tudományágban. Jelenleg egyetemi docens, a Fény és Színtan Kutatólaboratórium vezetője. Több CIE munkabizottság tagja, 2017 óta a Magyar Világítástechnikáért Alapítvány kuratóriumának elnöke, az MTA VEAB Alkalmazott Fény és Színtan Munkabizottság elnöke. Lukács Gyula emlékdíjas, 2010-ben a brit Society of Light and Lighting Leon Gaster díját nyerte, 2017-ben Urbanek díjat kapott. A MEE VTT tagja. E-mail: szabof@szafeonline.hu

Szalai András

Okleveles villamosmérnök, MBA mérnök, a Hungaro Lux Light Kft. társtulajdonosa, cégvezető. A cég termékfejlesztési stratégiájáért és fejlesztési projektjeiért felelős, a cég európai uniós projektjeinek menedzsere. A MEE VTT tagja.

Szekeres Sándor

Okl. gépészmérnök, nyugdíjas. Az Egyesült Izzóban, különböző területeken dolgozott 33 évig, majd az Elektro Profi Kft.-nél 10 évet. 1993 óta tagja a MEE világítástechnikai tagozatának. A Társaság székhelyének a Világítás Házának kialakításában és a szervezetben végzett munkáját 2012-ben Bláthy díjjal ismerte el. 2018-ban a VTT Pollich díjjal értékelte munkáját. A Magyar Világítástechnikáért Alapítvány kuratóriumi elnöki tisztét töltötte be 2010-2012 közt. A MEE VTT tagja

Szulágyi Krisztina

Logisztikai manager az Electro-Coord Magyarország Nonprofit Kft-nél.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szerzett természettudományos diplomáját követően gazdasági tanulmányokat folytatott a Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Karán. A logisztikával még egyetemi évei alatt ismerkedett meg. Jelenleg világítástechnikai berendezések hulladékgazdálkodásával kapcsolatos feladatokat lát el az Electro-Coord Magyarország Nonprofit Kft. budapesti irodájában, emellett tagja a Eucolight logisztikával és hulladékkezeléssel foglalkozó munkacsoportjának, illetve a Magyar Világítástechnikáért Alapítvány Kuratóriumának.

Túróczi József

Villamosmérnök (nyugdíjas) 46 éves szakmai tapasztalat, 17 éves Áramszolgáltatói tervezői gyakorlat. Kezdeményezője több, új rendszer eszköz alkalmazásának, tervezője Szolnok Város közvilágítás Na fényforrásokkal történő korszerűsítésének. 1991.-től vállalkozó, a Túróczi és Társa KFT tulajdonosa, ügyvezető. Jelentős külkereskedelmi, partneri kapcsolat, 1992-től létesítési-, komplex vizsgálati és zavarfeltárási, valamint megvalósított kompenzálási projektek tervezője, irányítója. A minőségi villamosenergia szolgáltatás elkötelezettje, több konferencia zavarkibocsátással- és kompenzálással kapcsolatos előadója, szakcikkek írója.

Túróczi Péter

Műszaki manager 10 éves szakmai gyakorlattal. 2010.-től vállalkozó, a Túróczi és Társa KFT operatív ügyvezetője. Villamos elosztórendszerek létesítési-, komplex vizsgálati és zavarfeltárási-, valamint mérési-, kompenzálási projektek megvalósítási munkáinak irányítója. Vállalkozásban az AQAP-ISO komplex – integrált - minőségirányítási rendszer bevezetője és üzemeltetője, a minőségi villamosenergia szolgáltatás elkötelezettje, szakcikkek társszerzője

Urbin Ágnes

PhD tanulmányait és kutatását a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki karán, a Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszéken folytatja. Kutatásának célja az emberi színlátás, azon belül elsősorban a színadaptáció pontosabb megértése. urbin@mogi.bme.hu

Veres János

Pályafutását az ÉMÁSZ Sárospataki Igazgatóságán kezdte, majd 12 év után, a műszaki tanári másoddiploma megszerzésével a tanítani kezdett. Az elektronika egész életében a munkája és egyben a hobbija is volt. Nyugdíjasként az elektronika olyan területeit kutatja, amelyet a digitális technika háttérbe szorított. Különleges félvezetők, kondenzátorok rezgő kisülése stb., amit az iskolákban nem tanítanak. Elérhetőség: veres_j@citromail.hu

Arnold J. Wilkins

Arnold Wilkins is Professor Emeritus at the University of Essex. He obtained a doctorate from Sussex University for work on human memory and then spent two years at the Montreal Neurological Institute (1972-1974) where he became interested in epilepsy. He returned to England to work as a research scientist at the Medical Research Council Applied Psychology Unit, Cambridge (1974-1997) and joined the University of Essex in December 1997. His studies demonstrated that fluorescent lighting is detrimental to health, and led to the invention of a system for ophthalmic tinting, now in optometric practice. He has a wide range of research interests including the neuropsychology of vision, reading and colour, photosensitive epilepsy, migraine, typography, and lighting.

Dr. Wenczel Klára

Gépészmérnök, kandidátus, habil, Finommechanikai szakmérnök, egyetemi magántanár. Budapesti Műszaki es Gazdaságtudományi Egyetem, MOGI Tanszék. Tudományos munka: Veszprémi Akadémiai Bizottság (VEAB) elnöke: 2014-2018,A CIE magyarországi 1. Szakcsoport vezetője 2018-ig, az AIC magyarországi vezetőségi tagja, a Kolorisztikai Egyesület vezetőségi tagja, az International Colour Vision Society (ICVS) tagja. Kitüntetések: Munka érdemrend bronz fokozata 1987, Pro Scientia kitüntetés 1993, Pro Scientific Student Work kitüntetés 1994, Pro Education kitüntetés 1997, Genius Feltalálói Kiállítás nagydíja 1998, Urbanek dij 2012, VTT Nívódíj 2014, Gergely-Sziráki díj 2017. Tudományterület: Műszaki Optika, Méréselmélet. Színmérés. A színtévesztés korrekciója. wenzel@mogi.bme.hu, wenzel@t-online.hu.

Zsellér Viktor

Okleveles Mechatronikai mérnök, a BME Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszékén doktorandusz hallgató.

E-mail: zsellerviktor@mogi.bme.hu