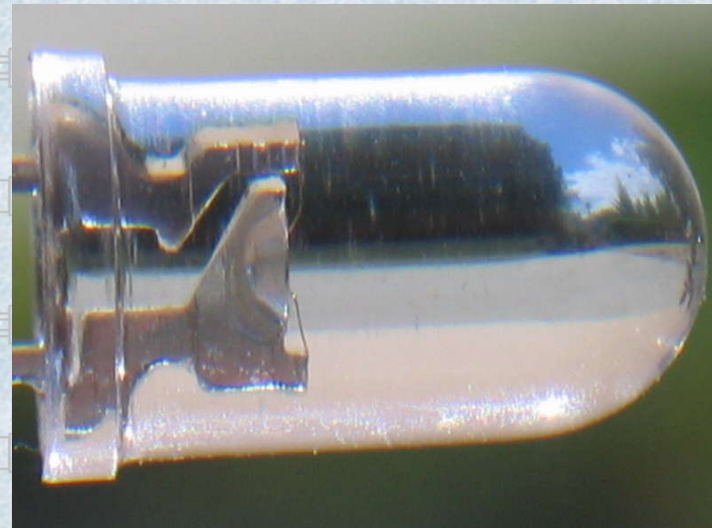
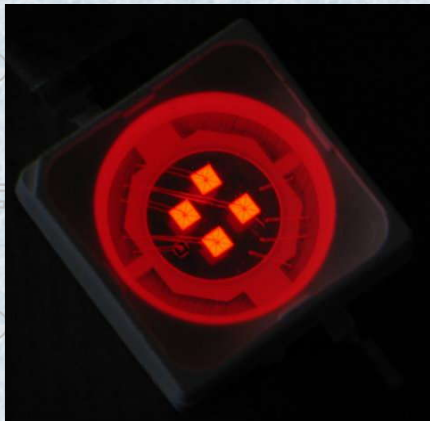


LED alkalmazások a világítástechnikában

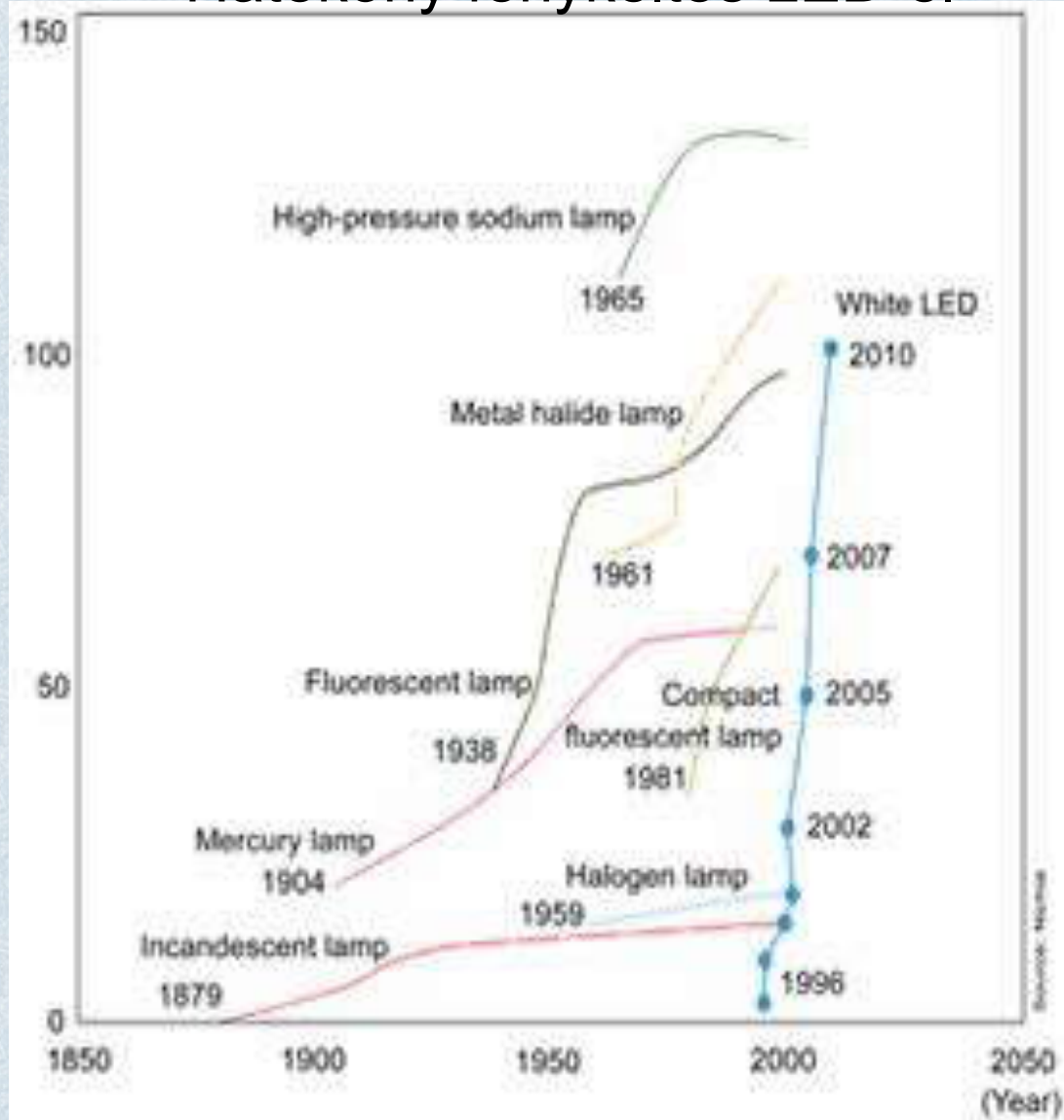
Előadó: Vass László Percept Kft. ügyvezető



Tartalom

- **Hatékony fénykeltés LED-el (Oleddel)**
 - 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
 - Világítástechika
- **Megoldások az általános világítás számára**

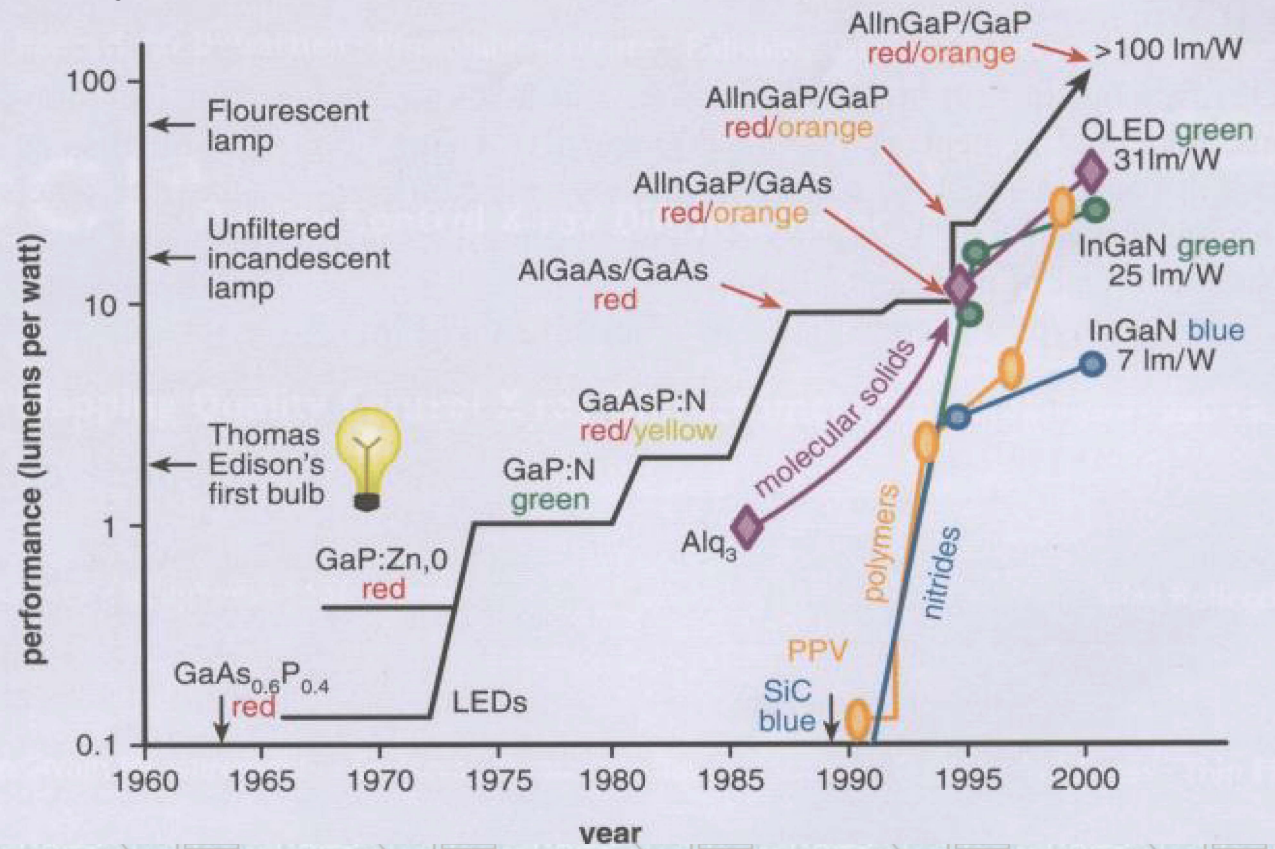
Hatékony fénykeltés LED-el



Hatékony fénykeltés LED-el

LED fényhasznosításának fejlődése

év	Fehér LED Fényhaszn. [lm/W]
1998	1
2000	5
2002	10
2004	25
2006	40
2008	115
2009	140



Fényhasznosítás fejlődése

	Fény- hasznosítás [lm/W]	Élettartam [h]	Fényforrás költség [¢/lm]
Izzó	10-15	1 000	0,02
Halogén	15-25	2 000	0,21
Fénycső	60-80	15 000-20 000	0,11
Fémhalogén	70-90	10 000	0,16
Nátriumlámpa	70-130	20 000-30 000	0,08
LED 5mm	20-40	>40 000	6,82
LED 1W	40-140	>40 000	2,8

LED elektromos, és hőtechnikai tulajdonságai

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

Tápegységek

- Törpefeszültségű

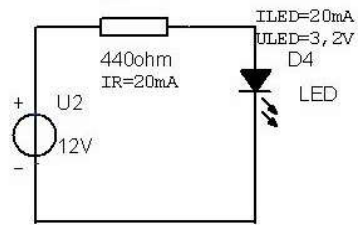
- Ellenállás (akár gombelem belső ellenállása)

- Aktív áramkorlátozó

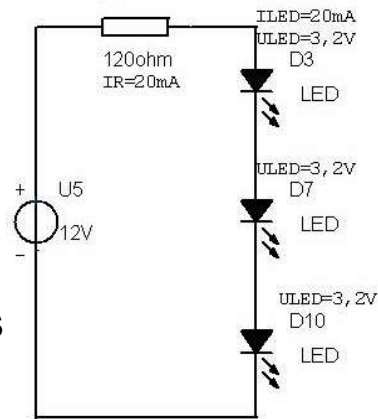
- Analóg áramgenerátor (áteresztő tranzistoros)

- Kapcsolóüzemű áramgenerátor (LM2574)

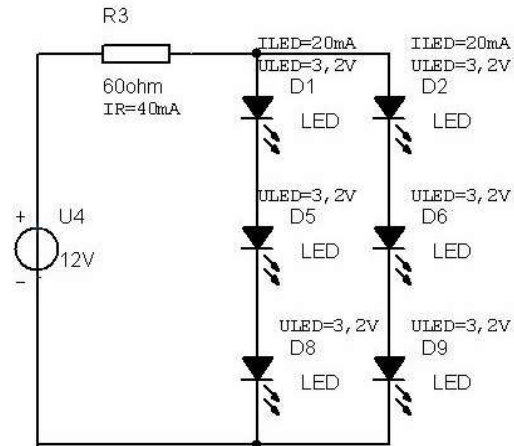
$R1 = (12 - 3,2) / 0,02 = 440\text{ohm};$
 $PR = 0,18\text{W}$



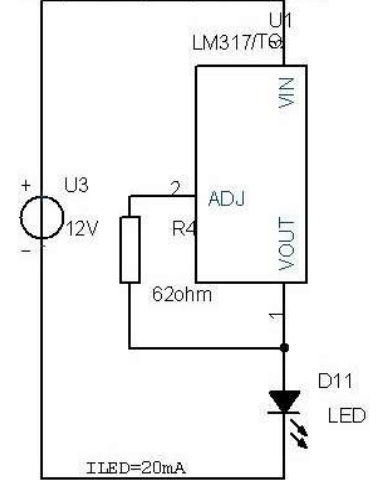
$R2 = (12 - (3,2 * 3)) / 0,02 = 120\text{ohm};$
 $PR = 0,05\text{W}$



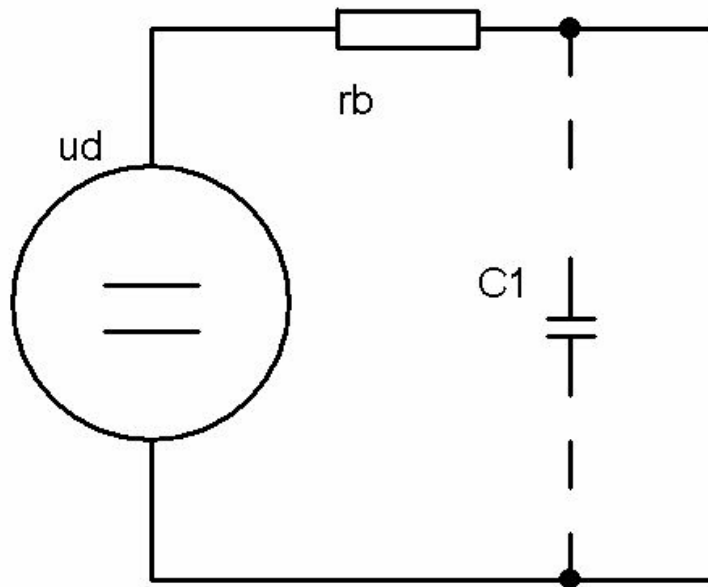
$R3 = (12 - (3,2 * 3)) / 0,04 = 60\text{ohm};$ $PR = 0,1\text{W}$



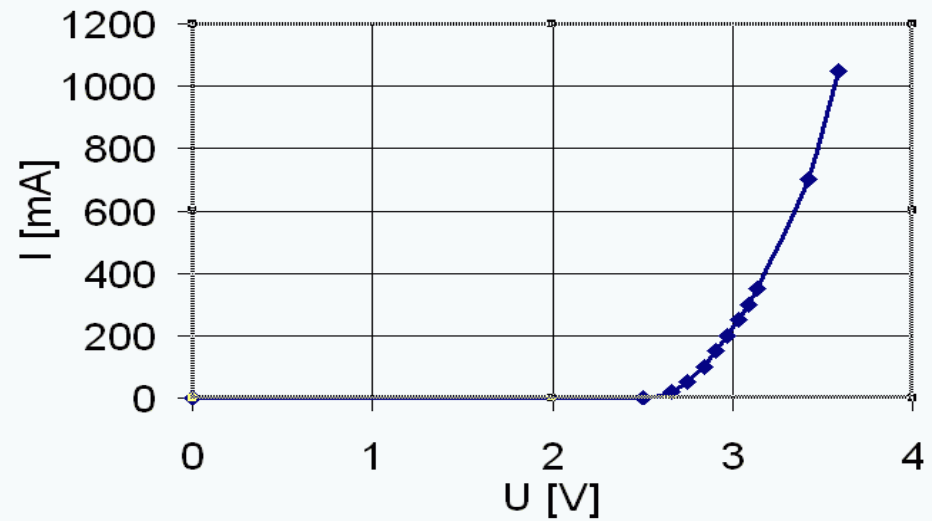
$R4 = 1,23 / I = 1,23 / 0,02 = 61,5\text{ohm}$



Munkapont beállítás



Feszültség - áram karakterisztika 1W-os LED



LED helyettesítő képe

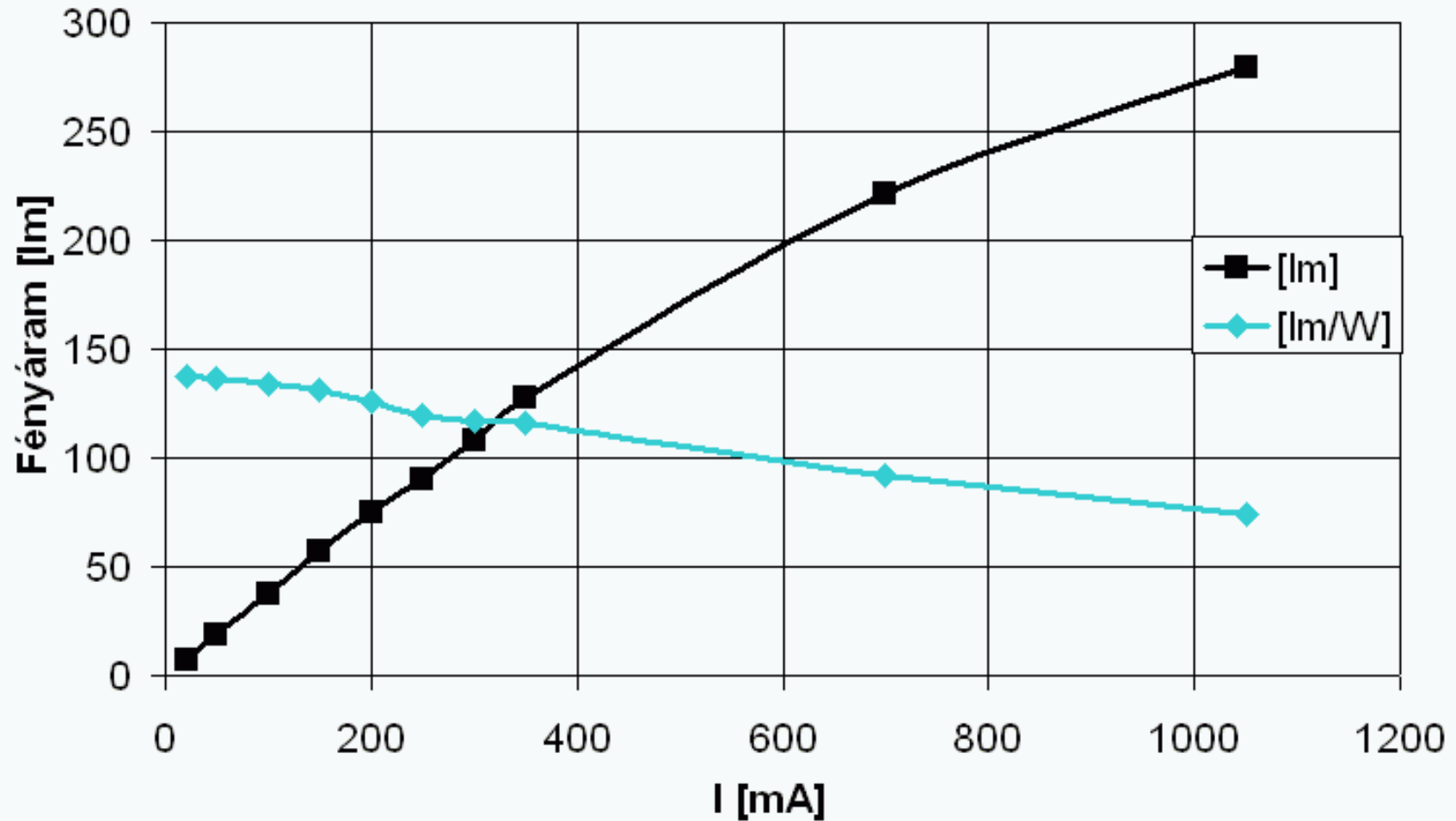


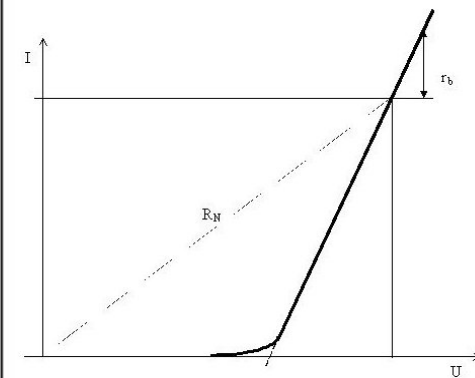
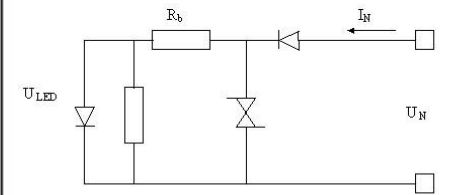
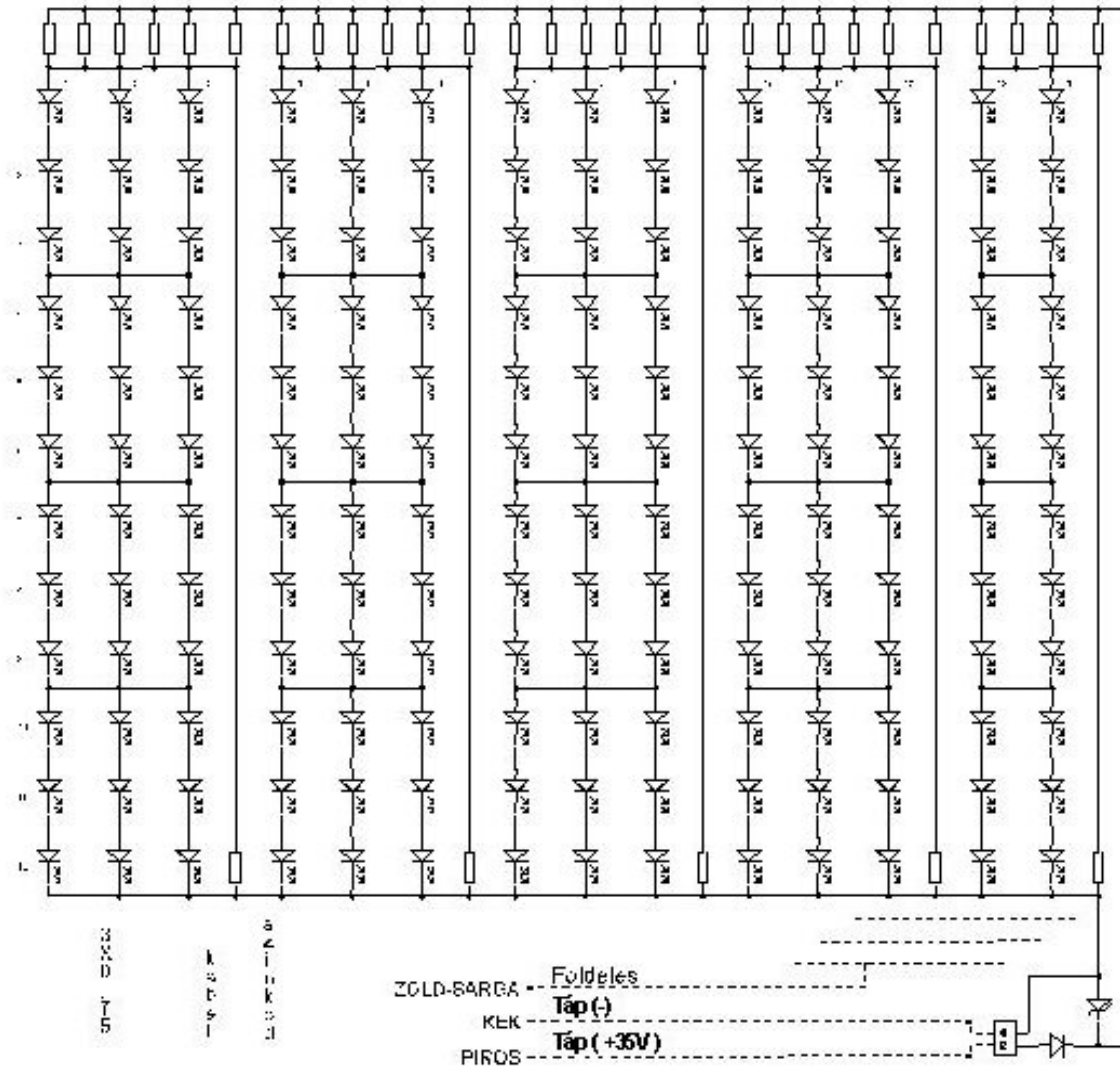
www.percept.hu



8

1W-os led fényhasznosítása



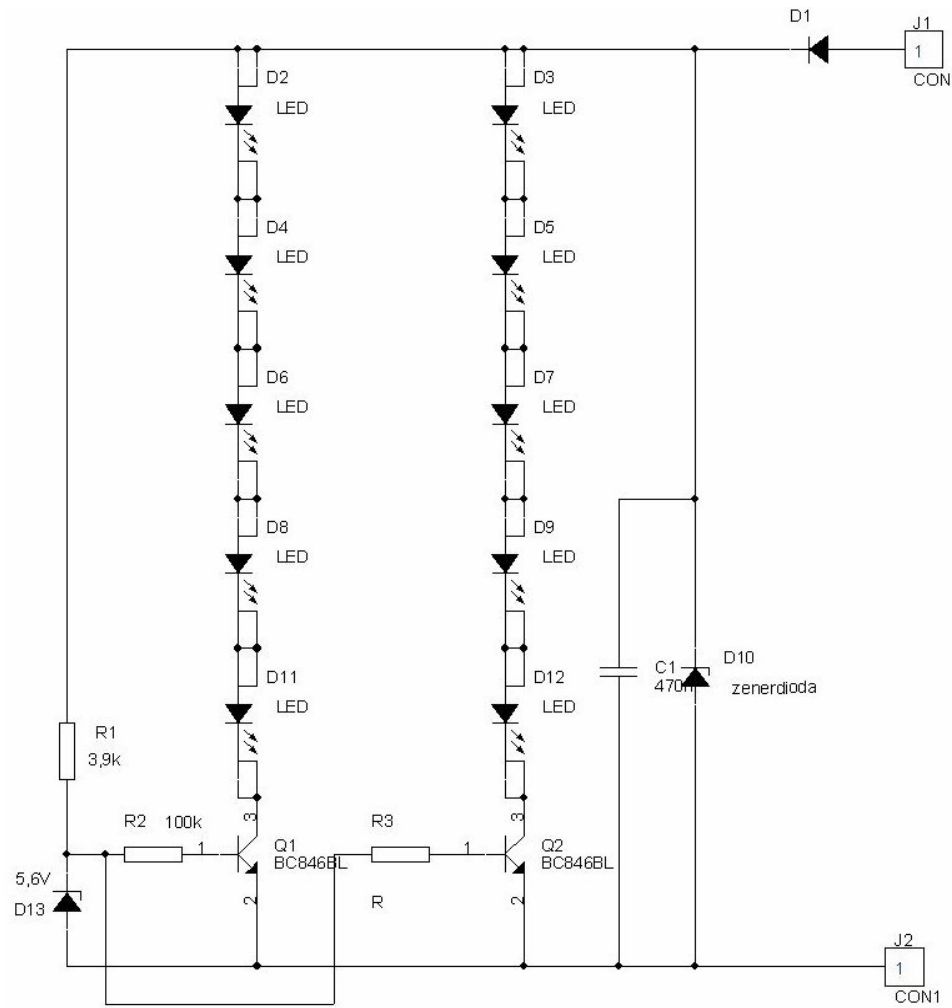


U_n = 35V

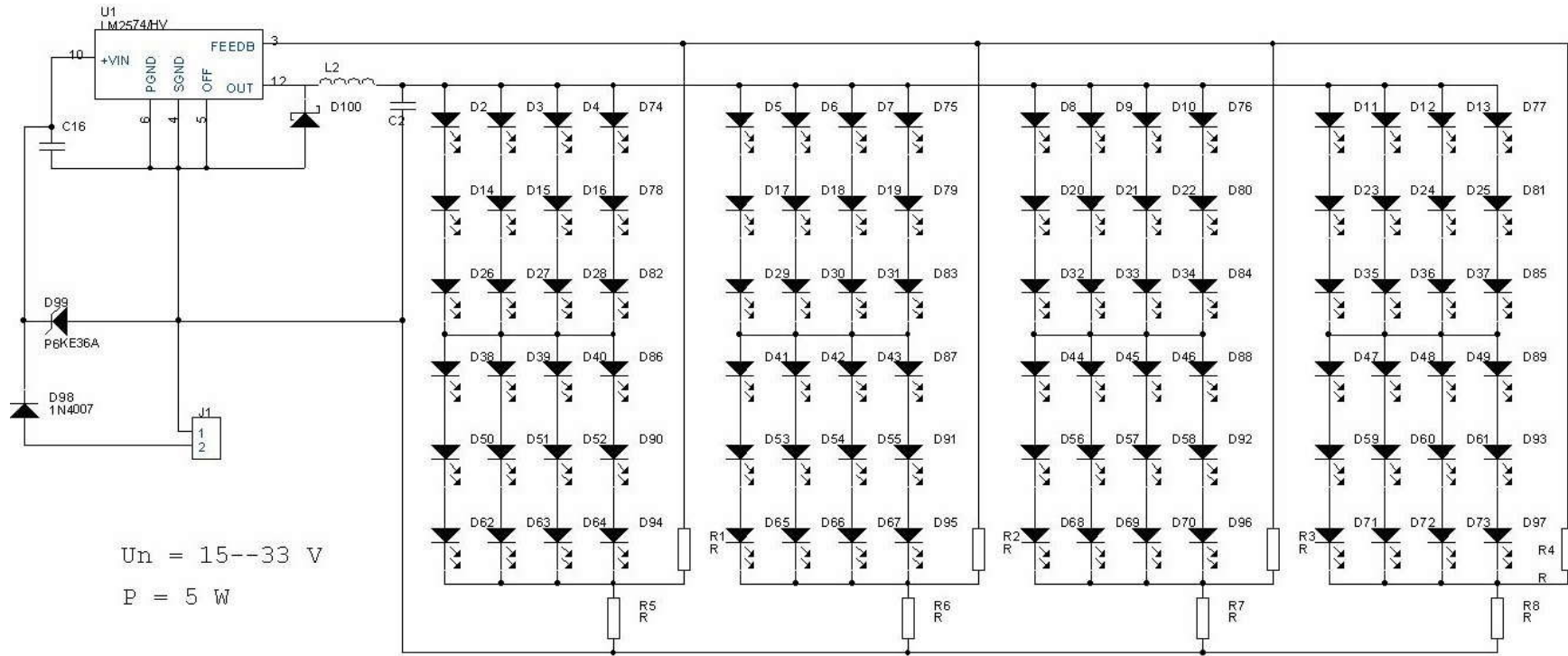
I_n = 330 mA

Ussé szerk.	M. J. 21
LSzR150-dj Voros, Sarga - Jelző	
1	1-2

LED-es vasúti fényjelző kapcsolási rajza



Áteresztő tranzistoros kapcsolás, LSzR-40-4 24V 80mA



LSzR-120 Zárveglámpa, kapcsolóüzemű LM2574 felhasználásával



Tápegységek

- Középfeszültségű

- Soros ellenállás (teljesítményre méretezve)

- Analóg áramkorlátozó (IXCP10M)

- Kapcsolóüzemű áramszabályozás

- Tirisztoros kapcsolás nem igazán jó

- PWM (Ink304)

Switchable Current Regulators

Symbol	Test Condition	Maximum Ratings		
V_{AKR}	$T_J = 25^\circ\text{C to } 150^\circ\text{C}$	10M35S	350	V
		10M45S	450	V
V_{AGR}	$T_J = 25^\circ\text{C to } 150^\circ\text{C}$	10M35S	350	V
		10M45S	450	V
V_{OK}			± 20	V
I_b	$T_c = 25^\circ\text{C}$		-0.3	A
P_o	$T_c = 25^\circ\text{C}$		40	W
T_J			-55 ... +150	$^\circ\text{C}$
T_{stg}			-55 ... +150	$^\circ\text{C}$
T_L	Temperature for Soldering (max. 10 s)		260	$^\circ\text{C}$
M_D	Mounting torque with screw M3 (TO-220) with screw M3.5 (TO-252)		0.45/4	Nm/lb. in.
			0.55/5	Nm/lb. in.

Symbol	Test Condition	Characteristic Values ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)		
		min.	typ.	max.
V_{AKR}	$R_K = 300 \Omega$, (Fig. 4)	10M35S 10M45S	350 450	V V
$I_{D(IP)}$	$V_D = 10 \text{ V}$; $R_K = 300 \Omega$; (Fig. 5)		7 10	15 mA
$V_{O(off)}$	$I_b = 100 \mu\text{A}$; $V_D = 300 \text{ V}$ 10M35S $I_b = 100 \mu\text{A}$; $V_D = 400 \text{ V}$ 10M45S Fig. 4		-5 -5	V V
I_{DV}	$V_D = 300 \text{ V}$; $V_{OK} = -10 \text{ V}$ 10M35S $V_D = 400 \text{ V}$; $V_{OK} = -10 \text{ V}$ 10M45S Fig. 4			25 μA 25 μA
dv/dt	Dynamic resistance; $V_D = 10 \text{ V}$ $R_K = 300 \Omega$; (Fig. 4)		10	k Ω
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance junction-to-case			3.1 K/W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance junction-to-ambient, TO-220 TO-252			80 K/W
				100 K/W

Pin connections

1 = G, Control terminal
 2 = 4 = A (+), Positive terminal
 3 = K (-), Negative terminal

$$V_{AK} = 350/450 \text{ V}$$

$$I_{A(P)} = 2 - 100 \text{ mA}$$

$$R_{DYN} = 9 - 900 \text{ k}\Omega$$

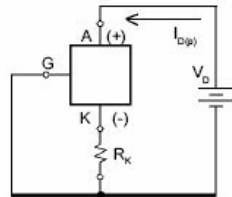


Fig. 4 Resistor "R_K" in series with negative pin to achieve different current levels

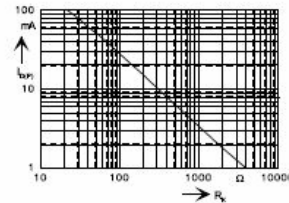


Fig. 5 Plateau current versus external resistance

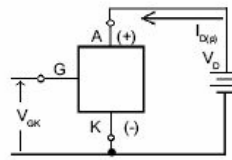


Fig. 6 Current regulator controlled by V_{OK}

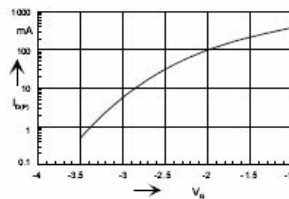
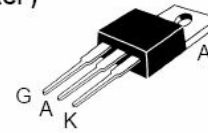
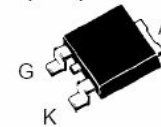


Fig. 7 Plateau current versus applied input voltage

TO-220 AB (IXCP)



TO-252 AA (IXCY)



Pin connections

1 = G, Control terminal;
 2 and 4 = A (+) Positive terminal
 3 = K (-), Negative terminal

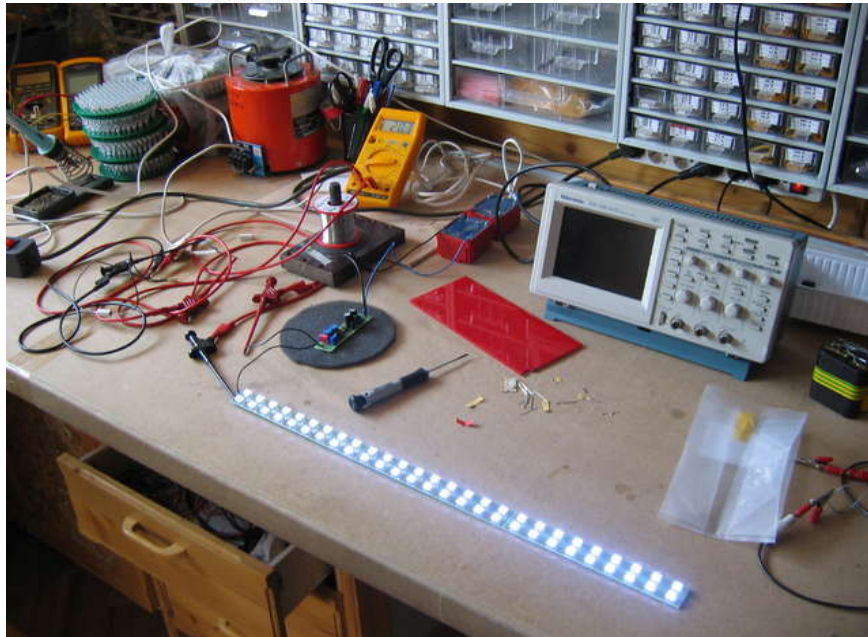
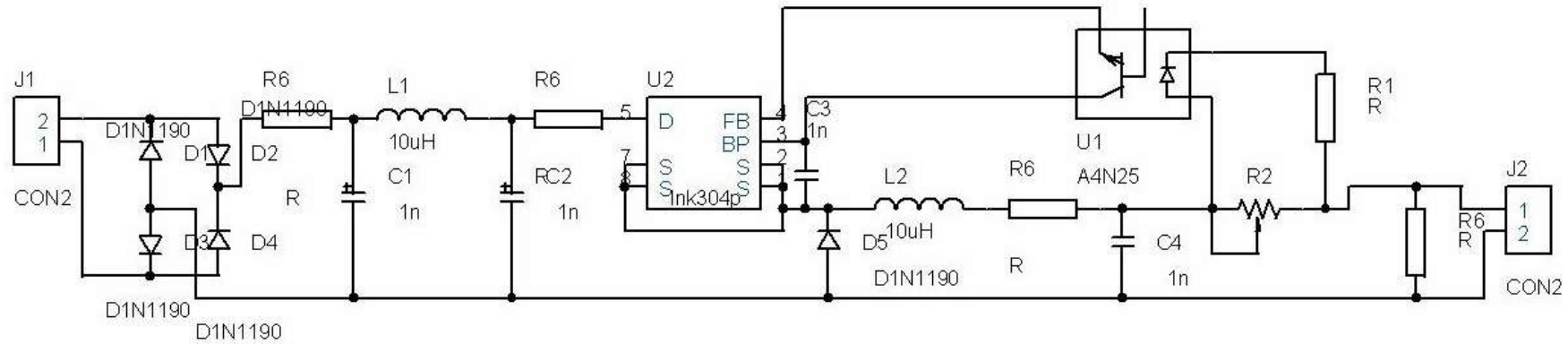
Features

- Minimum of 350/450 V breakdown
- Resistor programmable current source
- 40 W continuous dissipation
- International standard packages JEDEC TO-220 and TO-252
- On/Off switchable current source

Applications

- Start-up circuits for SMPS
- Highly stable voltage sources
- Surge limiters and voltage protection
- Instantaneously reacting resettable fuses
- Soft start-up circuits

Analóg áramkorlátozó



Kapcsolóüzemű LED meghajtó Lnk304 integrált áramkörrel
 Takács Gábor LED alapú világítás 2007

www.percept.hu

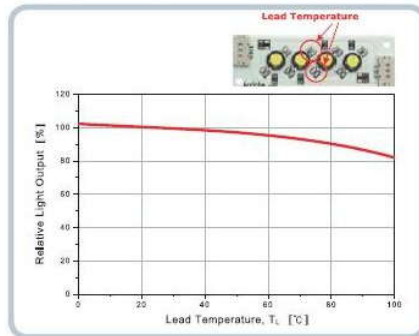
Electro-Optical Characteristics (T_a = 25°C)

Pb Free

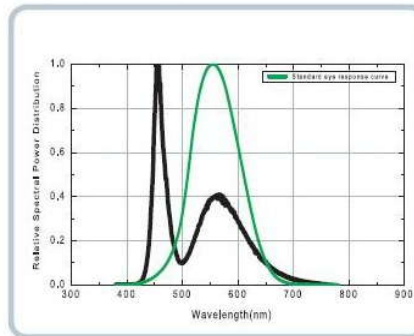
Overview	Color	Part No.	Voltage	ϕ_v [lm]	ϕ_i [lx]	CCT [K]	CRI	I_{OPT} [mA]	P_D [W]	Freq [Hz]	20% θ [°]
	Pure	AW3200	100V 110V	195	220	6300	70	40	4	50/60	110
		AW3220	220V 230V	195	220	6300	70	20	4	50/60	110
	Pure	AW2204	100V 110V	80	91	6500	70	20	2	50/60	110
		AN2204	100V 110V	65	73	3000	70	20	2	50/60	110
	Warm	AN2204	100V 110V	55	62	3000	80	20	2	50/60	110
		AN2214	100V 110V	55	62	3000	80	20	2	50/60	110
	Pure	AW2202	100V 110V	150	175	6500	70	40	4	50/60	110
		AW2212	100V 110V	150	175	6500	70	40	4	50/60	110
		AW2222	220V 230V	150	175	6500	70	20	4	50/60	110
	Warm	AN2202	100V 110V	120	140	3000	70	40	4	50/60	110
		AN2212	100V 110V	120	140	3000	70	40	4	50/60	110
		AN2222	220V 230V	120	140	3000	70	20	4	50/60	110
	Pure	AW2203	100V 110V	290	330	6500	70	80	8	50/60	117
		AW2213	100V 110V	290	330	6500	70	80	8	50/60	117
		AW2223	220V 230V	290	330	6500	70	40	8	50/60	117
	Warm	AN2203	100V 110V	235	265	3000	70	80	8	50/60	110
		AN2213	100V 110V	235	265	3000	70	80	8	50/60	110
		AN2223	220V 230V	235	265	3000	70	40	8	50/60	110
	Pure	AW2201	100V 110V	150	175	6500	70	40	4	50/60	110
		AW2211	100V 110V	150	175	6500	70	40	4	50/60	110
		AW2221	220V 230V	150	175	6500	70	20	4	50/60	110
	Warm	AN2201	100V 110V	120	140	3000	70	40	4	50/60	110
		AN2211	100V 110V	120	140	3000	70	40	4	50/60	110
		AN2221	220V 230V	120	140	3000	70	20	4	50/60	110
AN2231	220V 230V	120	140	3000	70	20	4	50/60	110		



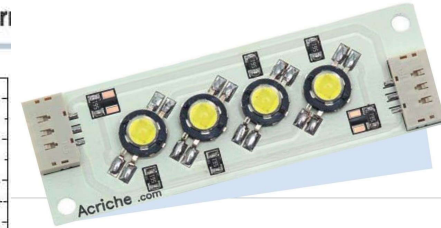
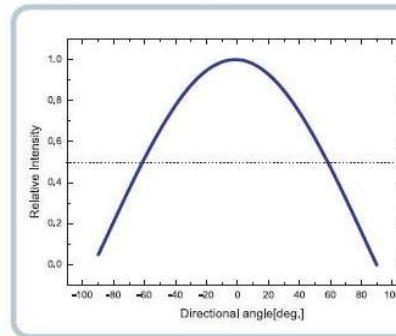
Light Output Characteristics



Color Spectrum (T_A=25°C)

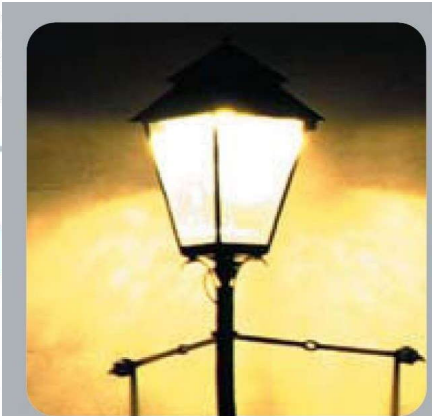


Typical Dome Type Radiation Pattern



Electro-Optical Characteristics (T_A=25°C)

Parameter	Value (Typ)		Unit
Luminous Flux ^[1] (ϕ_v [lm])	300		lm
Illuminance ^[3] (ϕ_l)	350		lux
Correlated Color Temperature ^[4] (CCT)	6500		K
CRI (R _a)	70		-
Operating Current (I _{opt})	100V, 110V	220V, 230V	mA[RMS]
	80	40	
Power Dissipation (P _D)	8		W
Operating Frequency (Freq)	50 / 60		Hz
View Angle (2 θ 1/2)	117		deg.



Absolute Maximum Ratings

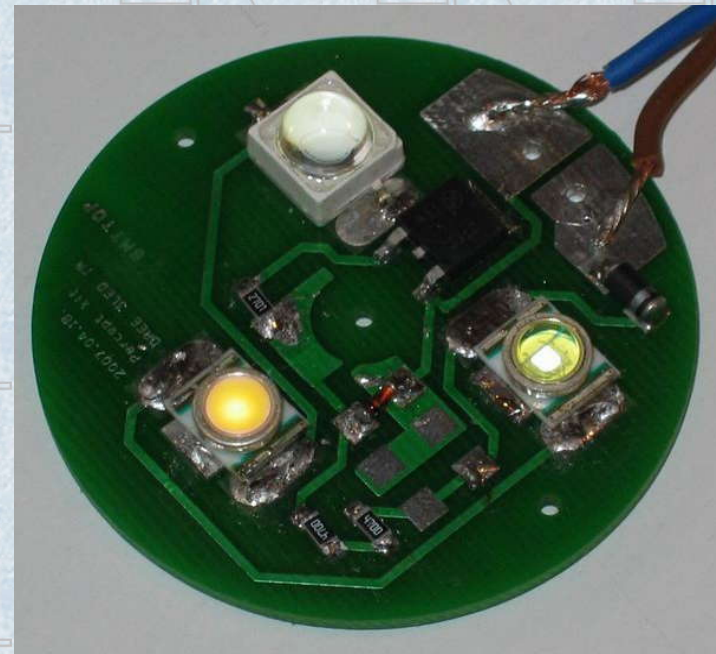
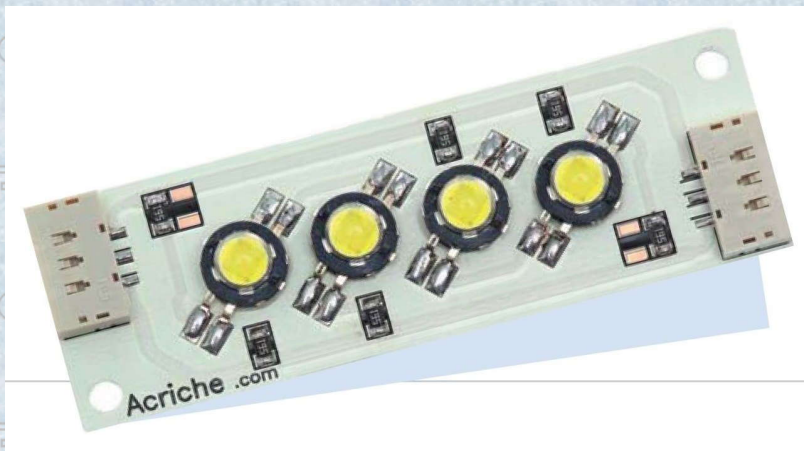
Parameter	Value				Unit
Operating Voltage (V _{opt} [5])	100V	110V	220V	230V	V[RMS]
	115	127	253	265	
Power Dissipation (P _D)	12				W
Junction Temperature (T _J)	125				°C
Operating Temperature (T _{opr})	-30 ~ +85				°C
Storage Temperature (T _{sta})	-40 ~ +120				°C
ESD Sensitivity	±3,000V HBM				-



Acriche 8W 230V AC

Mechanikus rögzítés, befoglalás

Percept Kft.-nél folyó fejlesztés



Ez már jó megoldás

LED hőtechnikai tulajdonságai

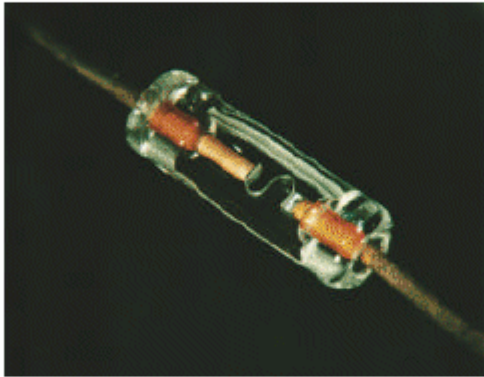
- **A maximális kristályhőmérséklet fontos**

- Kisteljesítményű ledeknél 85—100 °C
- Nagyteljesítményű ledeknél 90—120 °C
- Lumiled K2 típusnál 140 °C (2006)

- **A hőellenállás alapvetően a tokozástól függ**

- Kisteljesítményű ledeknél ~220 °C/W
- Fluxledeknél ~80 °C/W
- Nagyteljesítményű ledeknél 6—20 °C/W

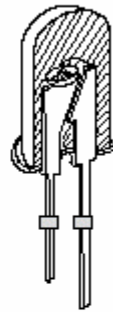
LED tokozás fejlődése



1962

First Packaged LED

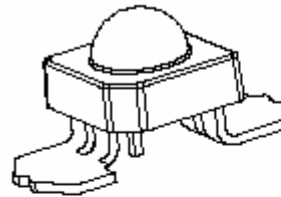
Indicator LED



$P_{\max} \sim 0.1W$
150-200 K/W
1970

Standard 5mm Lamp

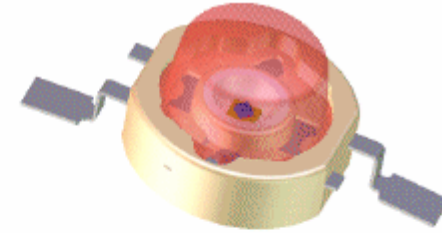
Indicator LED



$P_{\max} \sim 0.2-0.4W$
50 K/W
1994

LumiLeds SnapLED™

First Power LED

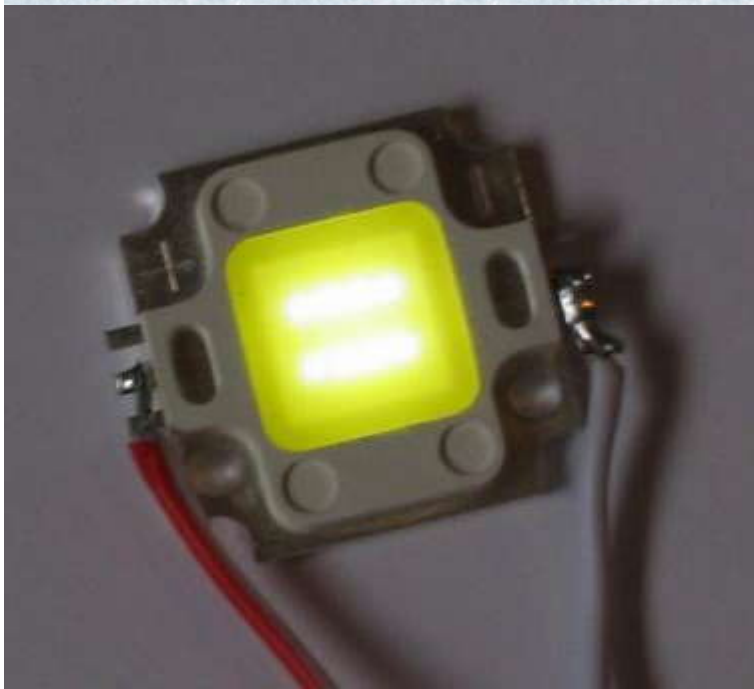
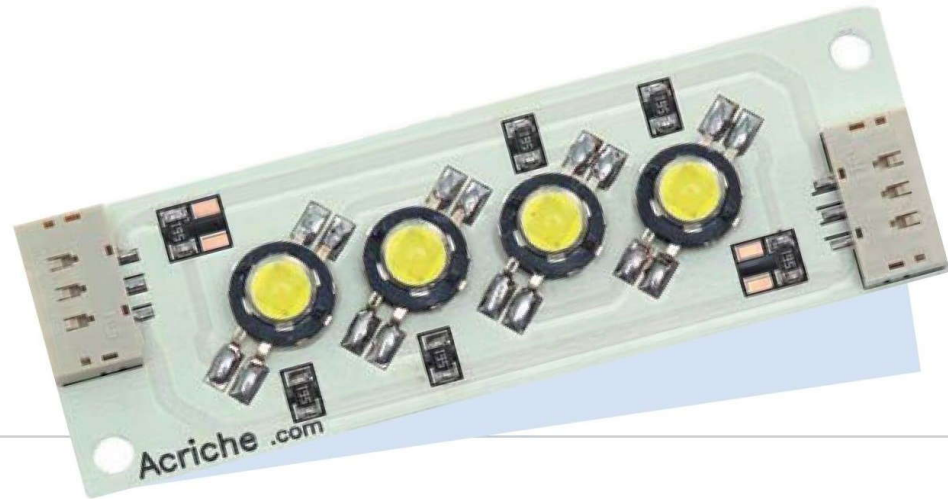


$P_{\max} \sim 0.6-4.0W$
9-14 K/W
1998

LumiLeds Luxeon™

Today's Power LED

Különböző célú tokozások



Közvetlenül ~230V-ra
kapcsolható 8W

10W 14V 380lm
100W 35V 5000lm

LED hőtechnikai tulajdonságai

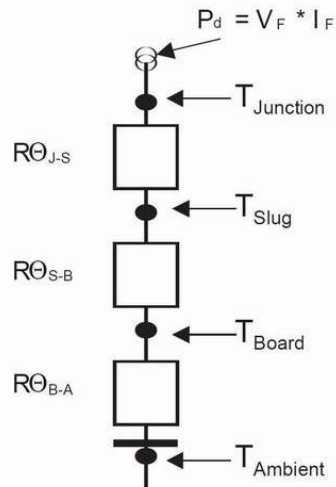


Figure 1A. Series Resistance Thermal Cour

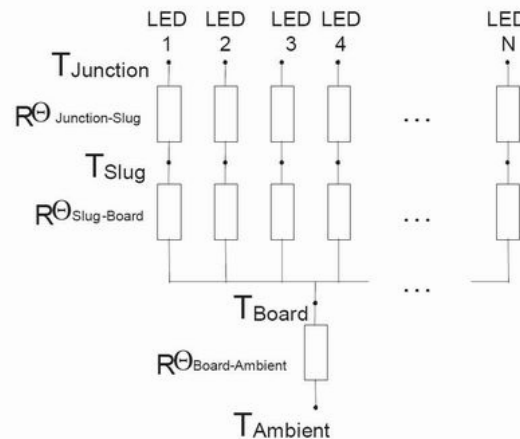


Figure 2. Parallel Thermal Resistance Model of Multiple Emitter Products

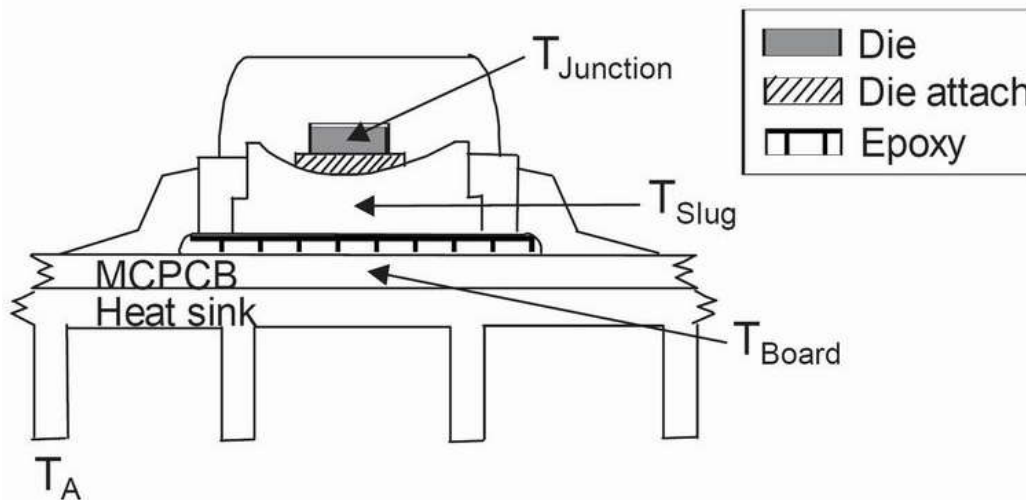


Figure 1B. Emitter Cut-Away

Equation 2. Thermal Resistance Model

$$R\Theta_{\text{Junction-Ambient}} = R\Theta_{\text{Junction-Slug}} + R\Theta_{\text{Slug-Board}} + R\Theta_{\text{Board-Ambient}}$$

Where:

$R\Theta_{\text{Junction-Slug(J-S)}}$ = $R\Theta$ of the die attach combined with die and slug material in contact with the die attach.

$R\Theta_{\text{Slug-Board (S-B)}}$ = $R\Theta$ of the epoxy combined with slug and board materials in contact with the epoxy.

$R\Theta_{\text{Board-Ambient (B-A)}}$ = the combined $R\Theta$ of the surface contact or adhesive between the heat sink and the board and the heat sink into ambient air.

Equation 1. Definition of Thermal Resistance

$$R\Theta_{\text{Junction-Ambient}} = \frac{\Delta T_{\text{Junction - Ambient}}}{P_d}$$

Where:

ΔT = $T_{\text{Junction}} - T_{\text{Ambient}}$ ($^{\circ}\text{C}$)

P_d = Power dissipated (W)

P_d = Forward current (I_f) * Forward voltage (V_f)

Equation 3. Junction Temperature Calculation

$$T_{\text{Junction}} = T_A + (P_d)(R\Theta_{\text{J-A}})$$

Where:

T_A = Ambient temperature

P_d = Power Dissipated (W) = Forward current (I_f) * Forward voltage (V_f)

$R\Theta_{\text{J-A}}$ = Thermal resistance junction to ambient

Hő kicsatolása a LED-ből

Kristály: 1W

Hőellenállás: $10^{\circ}/W$

$\Delta T_j = 10^{\circ}C$

LED-tok

Hőellenállás a
hűtőbordához

$2^{\circ}C/W$

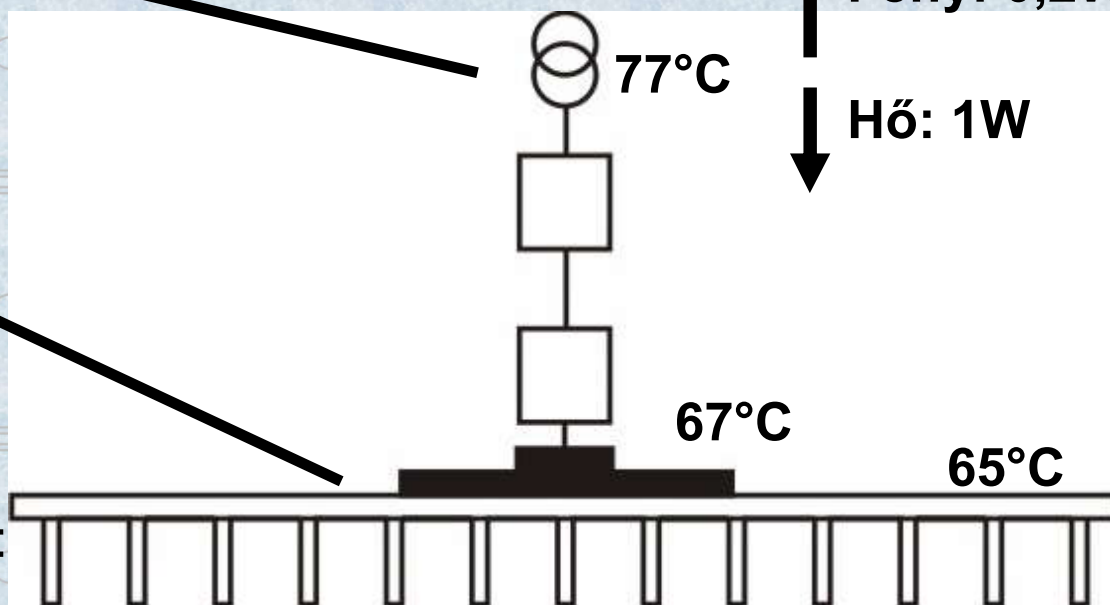
$\Delta T_c = 2^{\circ}C$

Hűtőborda - környezet:

$40^{\circ}/W$

$\Delta T_b = 40^{\circ}C$

$\Delta T_{\Sigma} = 52^{\circ}C$



Fény: $0,2W$

Hő: $1W$

$77^{\circ}C$

$67^{\circ}C$

$65^{\circ}C$

$25^{\circ}C$

$25^{\circ}C$ környezeti hőmérséklet esetén a réteghőmérséklet $25+52=77^{\circ}C$

Utcai világítás kísérlet LED-del



SS-LBC-135-W, Super-high brightness, 135W LED streetlight head

Comparisons between 135W LED street light and traditional 250W high pressure Na street light

Item	250W Lamp	135W LED	Ratio(%)
Lumens(lm)	2151.4	2134.7	99.2
Power-input(W)	280.5	164	58.5
Efficiency of lighting(lm/W)	7.67	13	169.5
Brightness in the center(cd)	537.7	7580	141

- Efficiency of lighting of 135W LED is 169.5% higher than traditional 250W, NA-high pressure lighting. Can save up to 45% of the electricity used

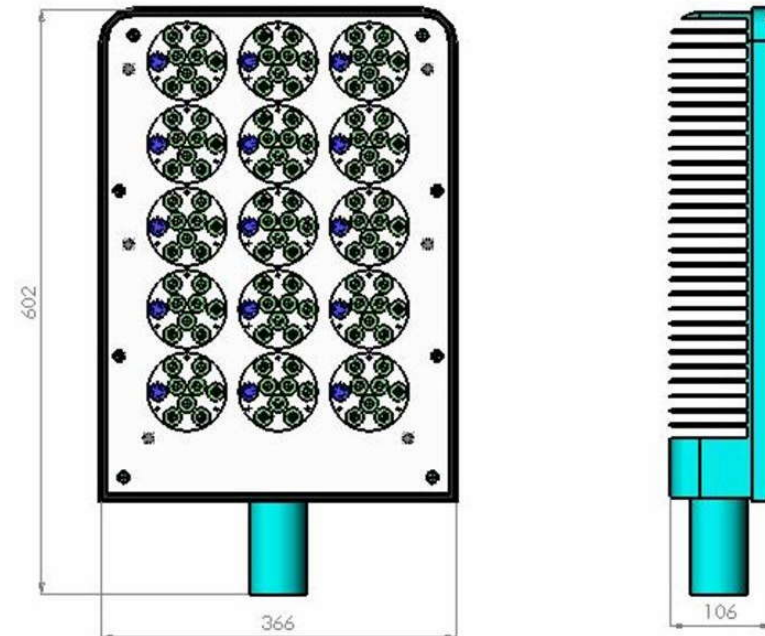
Nevetséges adatok

SS-LBC-135-W, Super-high brightness, 135W LED streetlight head

Comparisons between 135W LED street light and traditional 250W high pressure Na street light

Item	250W Lamp	135W LED	Ratio(%)
Lumens(lm)	2151.4	2134.7	99.2
Power-input(W)	280.5	164	58.5
Efficiency of lighting(lm/W)	7.67	13	169.5
Brightness in the center(cd)	537.7	7580	141

- Efficiency of lighting of 135W LED is 169.5% higher than traditional 250W, NA-high pressure lighting. Can save up to 45% of the electricity used



Tévhitek és hamis információk

- **Élettartam**

- Nehezen mérhető.

- Fő paraméter a hőmérséklet!

- Megfelelő meghajtás és hőelvezetés esetén
40'000—80'000 óra. (5—10 év)

- A mi terepi tapasztalataink nem mindenben
igazolják a laboratóriumi öregítési méréseket.

SPÓROLJON 99%-OT A VILLANYSZÁMLÁN ÉS ÉLVEZZE, HOGY AKÁR 20 ÉVIG NEM KELL ÉGŐT CSERÉLNIE!

**A JÖVŐ ELKEZDÖDÖTT!
ELJÖTT AZ ENERGITAKARÉKOSSÁG IDEJE!**

**MEGTALÁLTA MAGYARORSZÁG
LEGOLCSÓBB LED ÁRAIT!
ELÉRKEZETT A LEDEK FORRADALMA!**

Ledek már 700 forinttól!

**HANGULAT-KIRAKAT-SZOBAIFÉNY,
EZT MIND MEGTALÁLJA,
8-50 WATTOS FÉNYERŐSSÉG!**

**3-12 HÓNAP ALATT MEGTÉRÜLŐ BERUHÁZÁS!
20 000 FORINT FELETT INGYENES KISZÁLLÍTÁS!
20-30 DARAB FELETT 20% KEDVEZMÉNY!
VIZSONTELADÓKAT IS KISZOLGÁLUNK!**

**EDDIG AZT GONDOLTA NINCS ELÉG FÉNYEREJE A LEDNEK?
EZ A MÚLT, NÉZZE MEG A POWER LEDEINKET ÉS CSODÁLKOZNI FOG!**



Mechanikus rögzítés, befoglalás



Jellegzetes zsákutca



Ennek van valamennyi értelme

Készülékek



Percept Kft.-nél folyó fejlesztés

Rengeteg helyen folyik intenzív fejlesztés

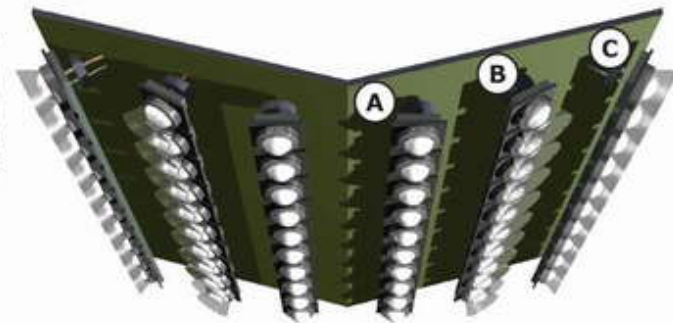
www.percept.hu

29

Utcai világítás

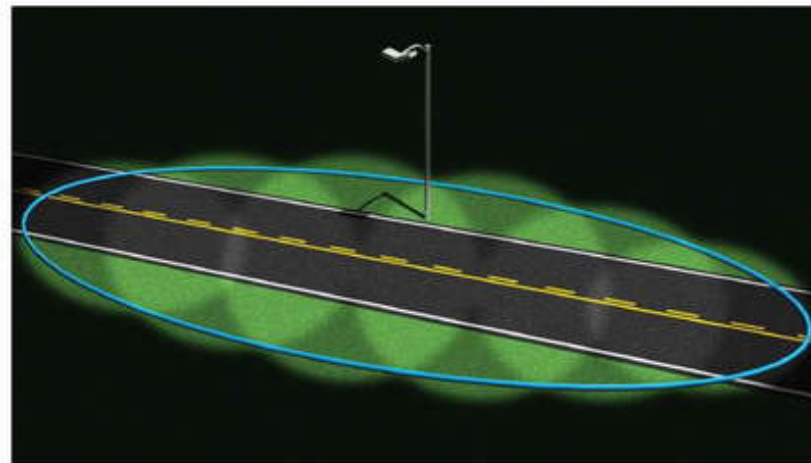


Cree



A: "Bare" LED hits near field, **B:** Oval optic hits mid-range, **C:** Collimating optic hits far-end

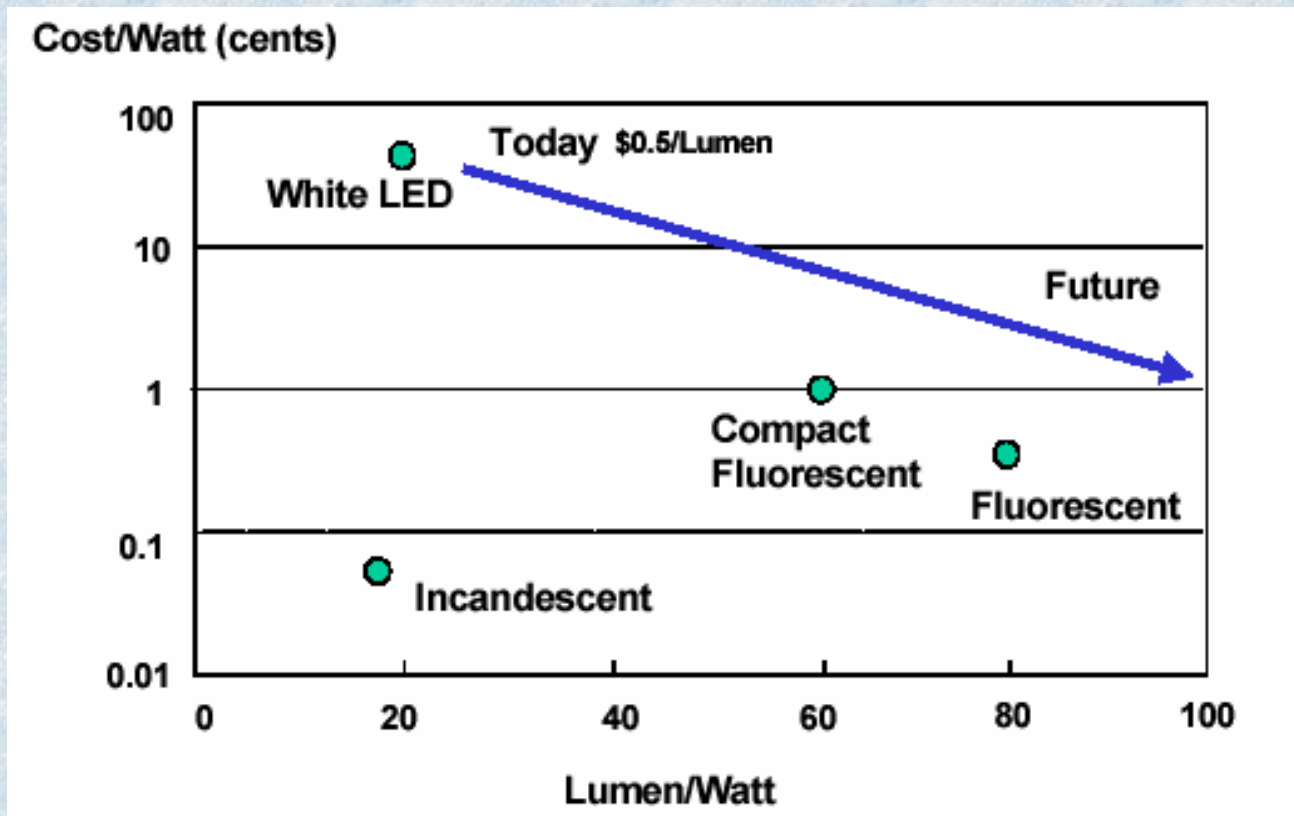
Luxeon



Cree's prototype works by intentionally directing LED light to all portions of the IESNA Type II specification.



Ami nagyon fontos: költség



Hamarosan a készülégyártás költsége lesz a döntő, a LED ára ehhez képest kicsi lesz.
Most még ez nem igaz!

A költségek folyamatosan csökkennek

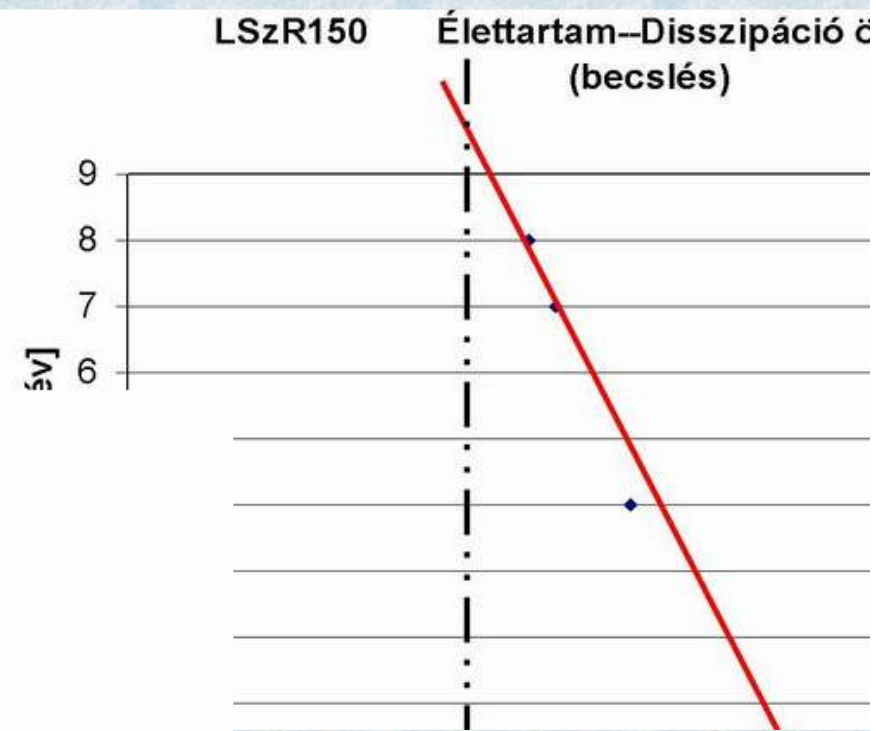
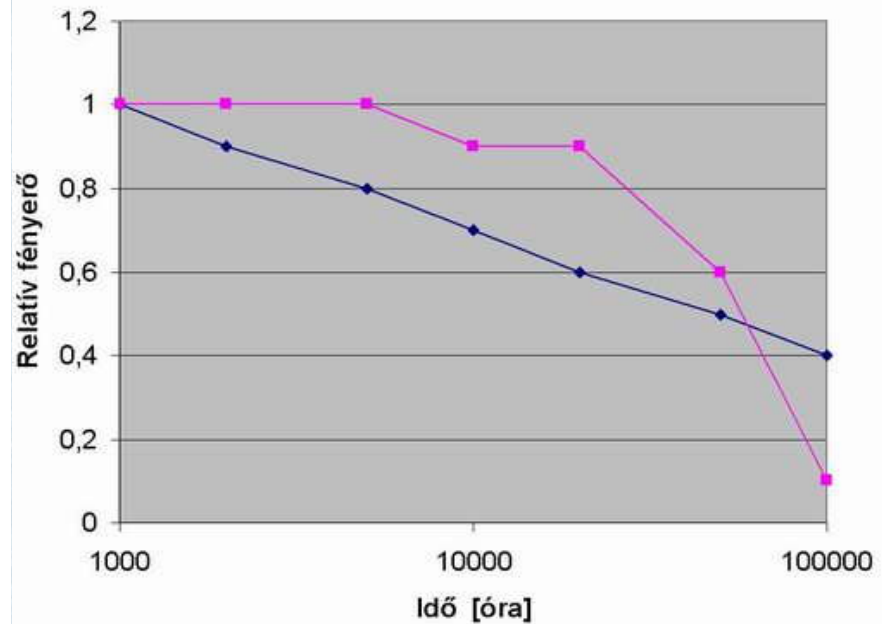
	név	fényerő [cd]	ár [\$]	fényáram [lm]	\$/lm
1998	Nichia fehér 5mm	0,4	2	0,5	4
2000	taiwani 5mm	4	1	1	1
2005	kínai 5mm	20	0,7	4	0,175
2007	Lumiled 1W	35	8	100	0,08
2008	taiwani (100W modul)	1500	200	5000	0,04
2008	Cree 1W	35	4	110	0,036
2008	SSC 9W	300	33	900	0,037

Fajlagos költségek a különböző fényforrásoknál

	Fény- hasznosítás [lm/W]	Élettartam [h]	Fényforrás költség [¢/lm]
Izzó	10-15	1 000	0,02
Halogén	15-25	2 000	0,21
Fénycső	60-80	15 000-20 000	0,11
Fémhalogén	70-90	10 000	0,16
Nátriumlámpa	70-130	20 000-30 000	0,08
LED 5mm	20-40	>40 000	6,82
LED 1W	40-115	>40 000	2,8

Élettartam, öregedés

LSzR 150 fényerősökkenése
14,7 W disszipációnál



Világítástechnika

Percept fejlesztések

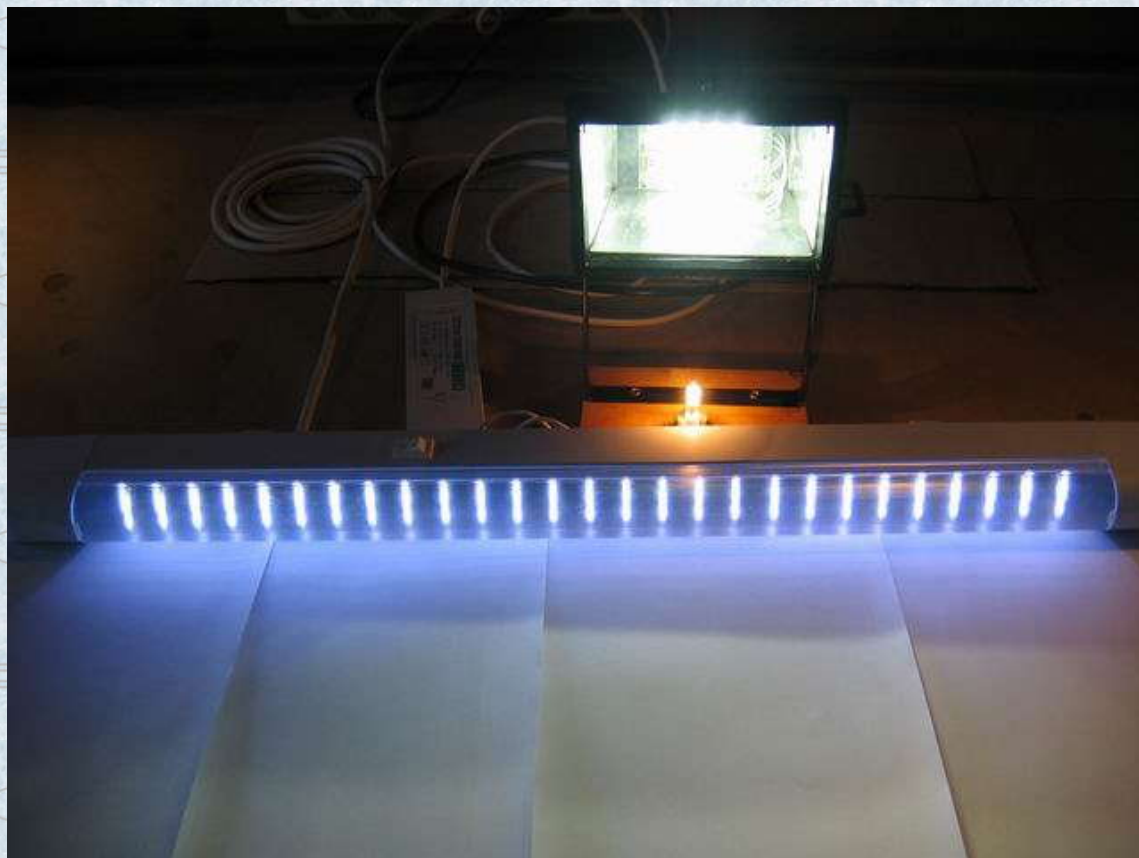
- 100 W 5000 lm (modul) →
- 24 W 800 lm (1W Star) →
- 25 W 620 lm (Flux) →



← 13 W/m 320 lm/m

← 18W 630lm (1W Star)

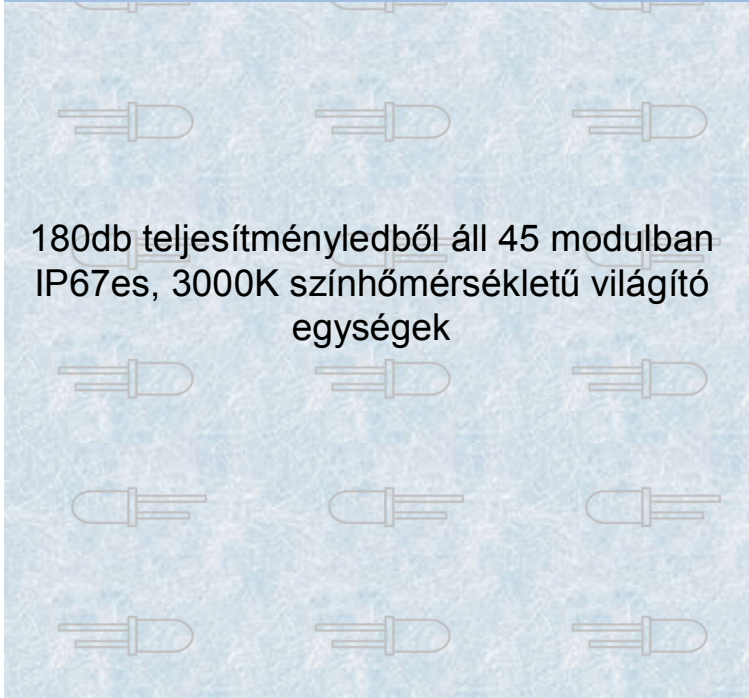
Percept lámpák



230V-os lámpák:

ACRICHE-ből

Flux ledből

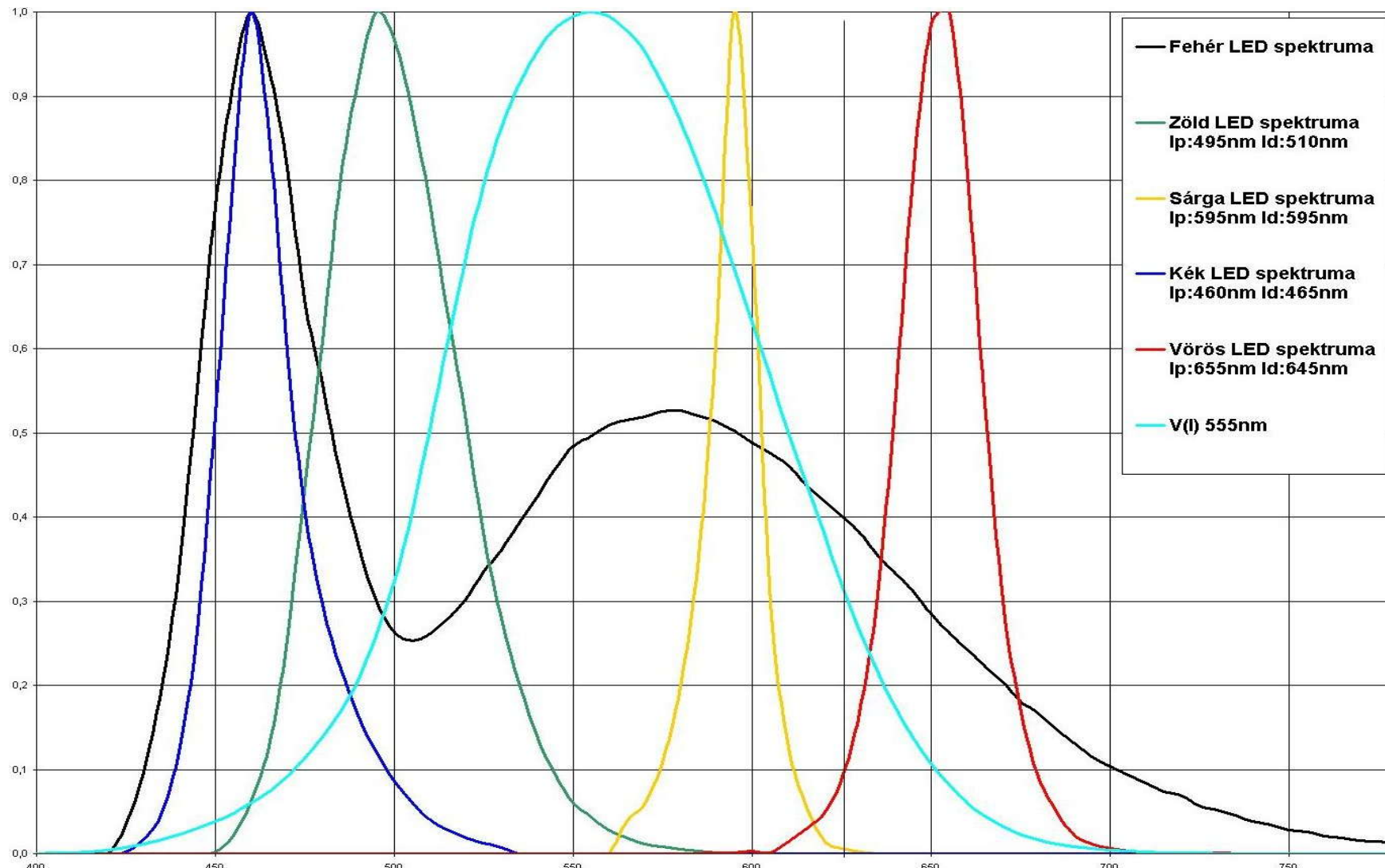


- Jelzéstechnika

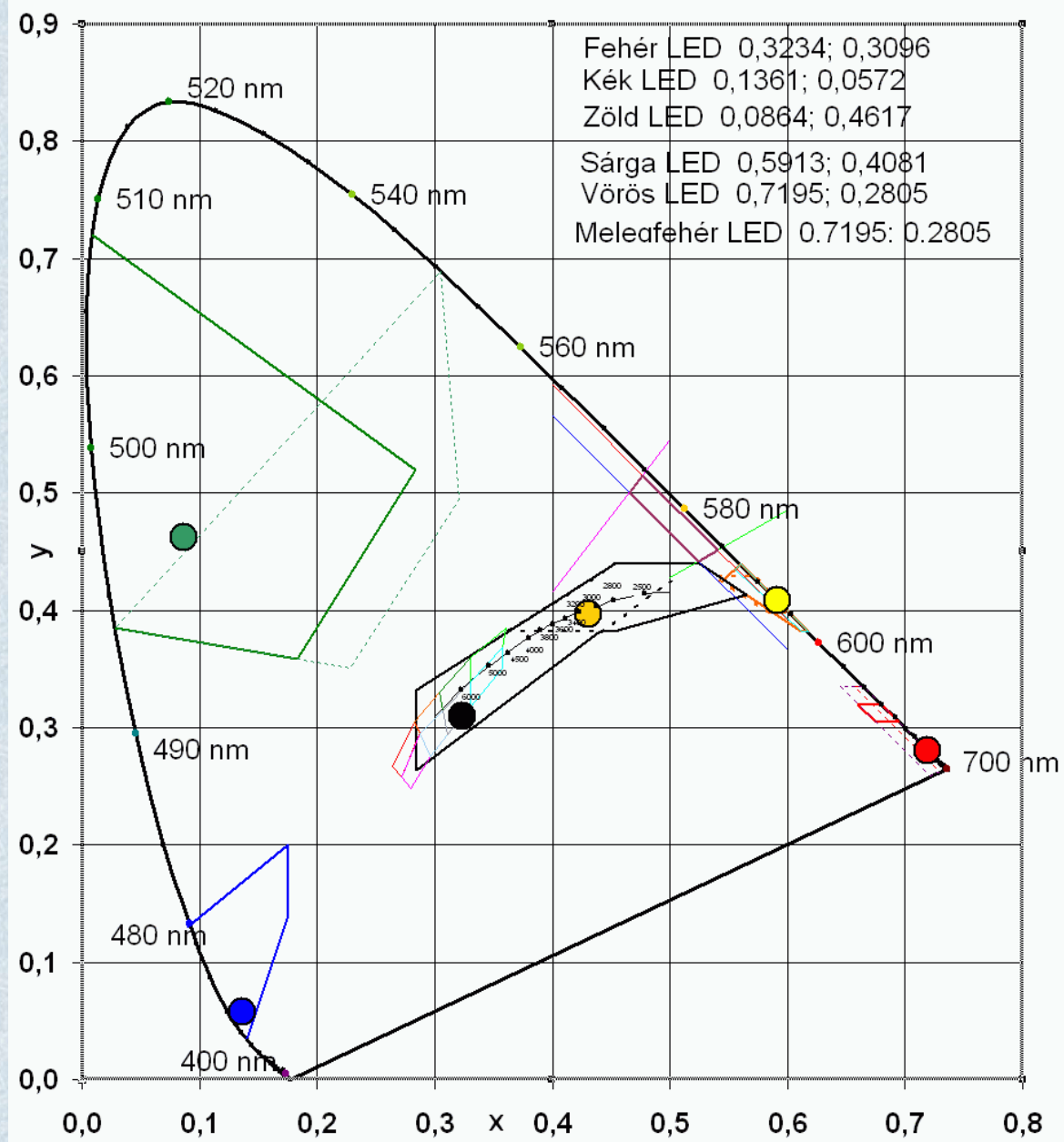
- A jelzések tiszta színeket kívánnak

- A legtöbb LED kb 20 nm sáv-szélességű, amit a szem eléggé monokromatikusnak lát.

- Nagy távolságból sem változik a szín, mert diszperzió (a levegő fény-elnyelése igen erősen függ a hullámhossztól) nem tudja színárnyalatot megváltoztatni.



Jellegzetes LED spektrumok



Dekorációs világítás



- 230V 7W / 14W

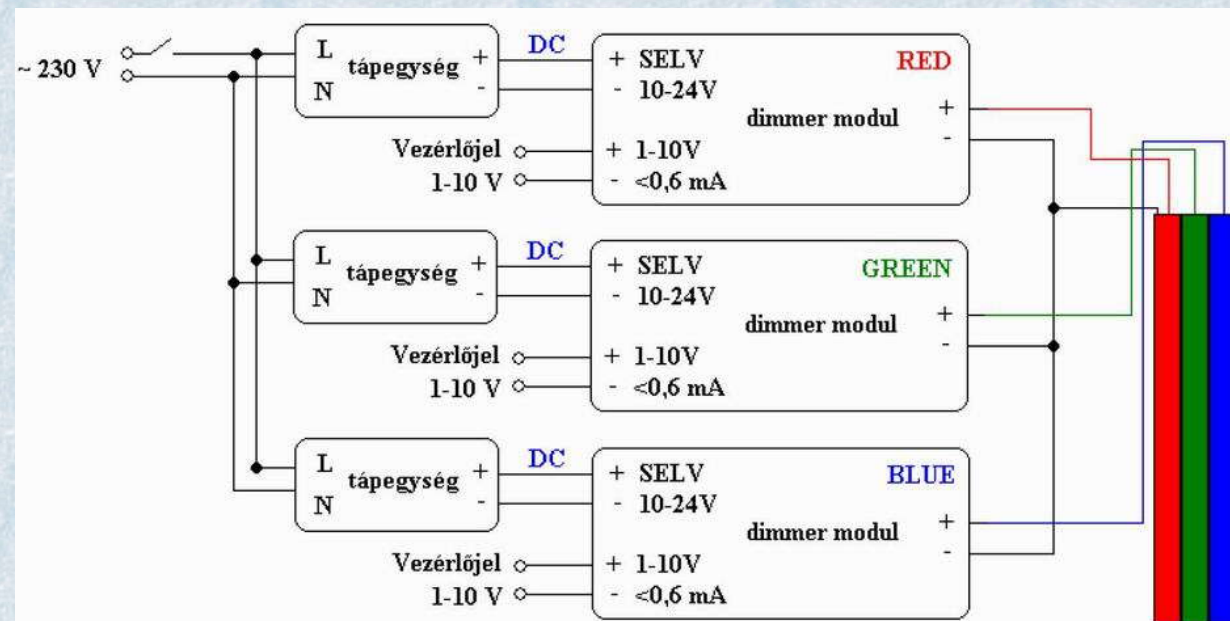


Díszvilágítás

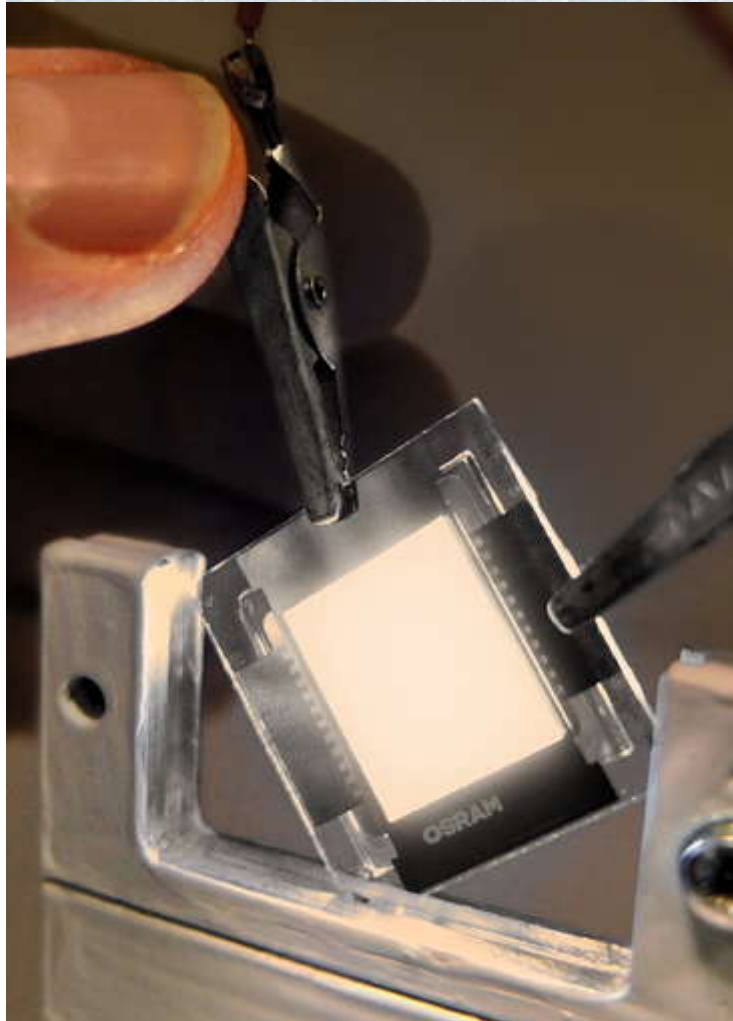
Megoldások a világítás számára

- A LED jól vezérelhető, illeszkedik a félvezető rendszerekhez
 - DALI épületvillamossági vezérlőrendszer
 - EIB épületvillamossági vezérlőrendszer
 - DMX színháztechnikai vezérlőrendszer

RGB LED modul



Távlati cél: OLED Organikus LED fejlesztése

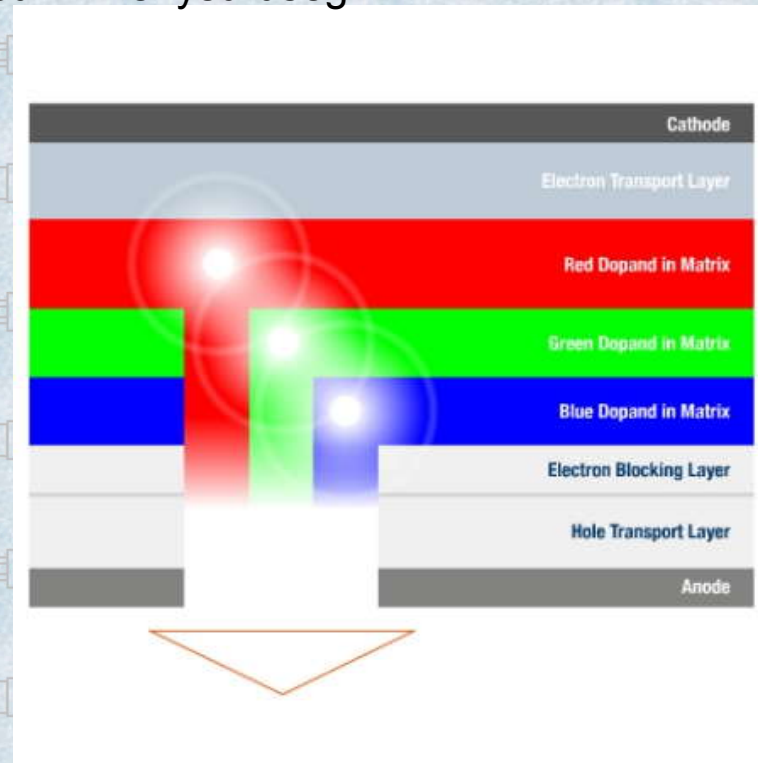


Osram

46lm/W fényhasznosítás

5000 óra élettartam

1000 cd/m² fényűrűség



Összefoglalás

- Új szemlélet

- Nincs izzó vagy fénycső csere.
- Nemcsak az armatúra, a LED is kialakíthatja a fényeloszlást.
- Szinte korlátlan fényerő és szín állítási lehetőség.
Beleértve az időosztást is. (5—10 Mhz)

- Hőelvezetés

- Profi tervezésnél, alkalmazásnál az egyik legfontosabb szempont.

- Folyamatos fejlődés

- Jelenleg nem látszik a vége, talán az elméleti határok.

Irodalomjegyzék

- ELTE TTK Szilárdtestfizikai tanszék, Világítódioda lámpatestek fejlesztése 2002-2004
 - Kutatói jelentések
- Varga Károly - Mérési módszer kifejlesztése LED-ek ellenőrző vizsgálatához 2003
 - szakdolgozat
- Takács Gábor - LED alapú világítás szakdolgozat 2007
 - szakdolgozat
- Poppe Kornélné - Világítástechnikai eszközök, és rendszerek I.
 - jegyzet
- Dr. Borsányi János – Várkonyi László : Világítástechnikai eszközök, és rendszerek II.
 - jegyzet
- Poppe Kornélné - Dr. Borsányi János : Világítástechnika I.
 - jegyzet
- Arató András - Dr. Borsányi János – Dr. Kovács Károly – Dr. Majoros András –Molnár Károly: Világítástechnika II.
 - jegyzet
- Szabó Gergely – LED-es közvilágítás szakdolgozat 2008
- www.zled.com
- www.luxeon.com
- www.cree.com

Köszönöm figyelmüket

LED alkalmazások a világítástechnikában

Előadó: Vass László Percept Kft. ügyvezető

