

LED-es világítások működése, működtetők

Villamos szempontból

Schulcz Gábor


LIGHTRONIC Kft.

www.lightronic.hu

E-mail: lightronic@lightronic.hu

Decorative graphic element consisting of red and green diagonal stripes in the bottom right corner.

LED tápegységek

- A LED mint villamos alkatrész
 - A LED a törpefeszültségű áramkörben
(nem lehet közvetlenül a tápforrásra csatlakoztatni)
 - Kapcsolóüzemű tápegységek
 - Egyenfeszültségű (DC) táplálás
 - Hálózati (AC) táplálás
 - Túlfeszültség védelem
 - Hálózati áram torzítás, I_{THD} fogalma, keletkezésének oka
 - Összegzések
- 
- Decorative red and green diagonal stripes in the bottom right corner.

A LED, mint villamos alkatrész

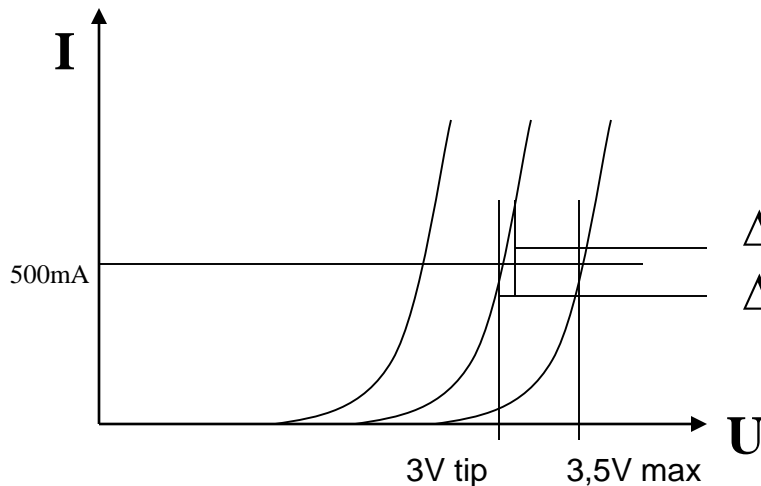
$I=f(U)$ karakterisztika

- meredekség, $R_D \approx \Delta U / \Delta I$
- LED feszültségének szórása (U_{tip} 3V, Gyártó válogatja)
- LED feszültségének hőmérséklet függése – 4mV/°C

$$\Delta T = 50^\circ\text{C} \rightarrow \Delta U = -4\text{mV}/^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C} = -200\text{mV}$$

$$3 \text{ LED-nél } \Delta U = -0,6\text{V}$$

- Nem lehet közvetlenül a tápforrásra kapcsolni



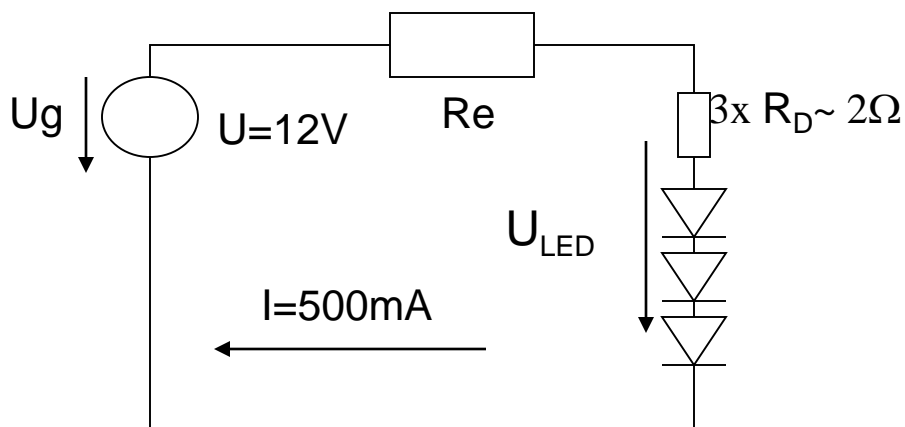
$$R_{stat} \approx U/I \sim 6\Omega$$

$$R_{dyn} \approx \Delta U / \Delta I \sim R_{stat} / 10$$

A LED a törpefeszültségű áramkörben

Közel feszültséggenerátoros táplálás (Pl.: Akku, DC tápegység)

Példa: 12V-ról 3 LED sorban előtét ellenállással (Pl. LED szalag)



- $U_{LED\ tip} = 3 \times 3V = 9V$
- $R_e = \frac{12V - 9V}{0,5A} = 6\Omega$
- Ha $U_{LED\ max} = 3 \times 3,3V = 9,9V$
- $R_e = \frac{12V - 9,9V}{0,5A} = 4,2\ \Omega$

A LED feszültség szórása miatt nem lehet előre kalkuláltan beállítani.

Legyen $R_e = 6\Omega$ $U_{LEDH} = 3 \times 3V$ $\Delta T = 50^\circ C$ $\rightarrow U_{LEDM} = 9 - 0,6V = 8,4V$

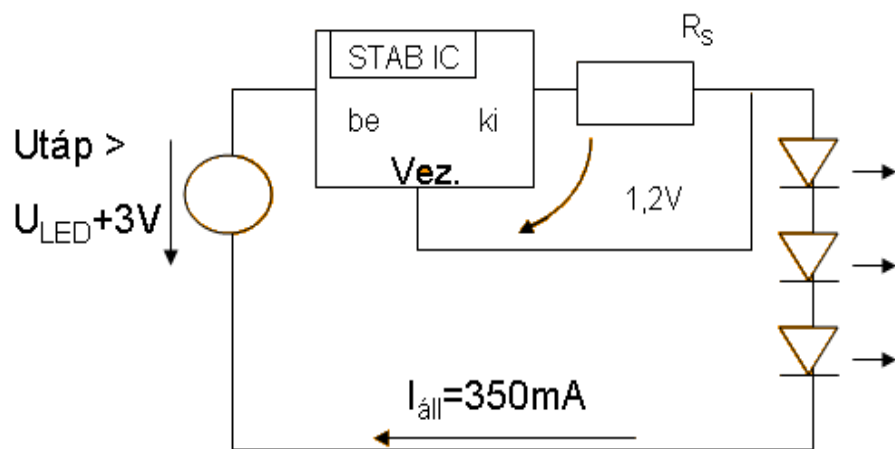
$$I \approx \frac{12V - 8,4V}{6\Omega} = 0,6A > 0,5A$$

NEM IDEÁLIS MEGOLDÁS, mert U_{LED} szórásra, hőmérsékletre instabil

Ha növeljük U_g -t és R_e -t jobb lesz, de veszteségesebb

Az akkumulátor feszültségének változása további LED áram változást okoz

Analóg disszipatív áramgenerátoros táplálás



$$I = \frac{1,2V}{R_S} \Rightarrow R_S = \frac{1,2V}{I}$$

$$\text{Pl. } R_S = 3,4\Omega @ 350\text{mA}$$

- Az áram nem függ a LED-ektől, tápfeszültségtől, csak az IC-től és R_S -től. Nagyon stabil állandó áram.
- Hatásfok pl. $U_{\text{táp}} = 14V$; $3 \cdot U_{\text{LED}} = 9,9V$; $I = 350\text{mA}$

$$\eta = \frac{P_{\text{LED}}}{P_{\text{be_össz}}} = \frac{9,9V \cdot 0,35A}{14V \cdot 0,35A} = 71\% \quad \text{elég rossz!}$$

Kapcsolóüzemű áramgenerátoros táplálás

- Kis veszteség, jó hatásfok $\eta = 0,8 \dots 0,97$
- Bonyolult működés, még ha a korszerű cél IC-k miatt kevés alkatrész is kell
- A LED árama hullámzik.
Lehet kis frekvenciás zavaró villódzás,
100Hz-es, éppen érzékelhető és 20kHz fölötti, nem érzékelhető
fényerősség moduláció
- Tápforrás szerint lehet
 - Egyenfeszültségről vagy
 - Váltakozó feszültségről (hálózatról) táplált

Kapcsolóüzemű áramgenerátoros táplálás egyenfeszültségről

- 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

Hálózatról táplált LED tépegységek

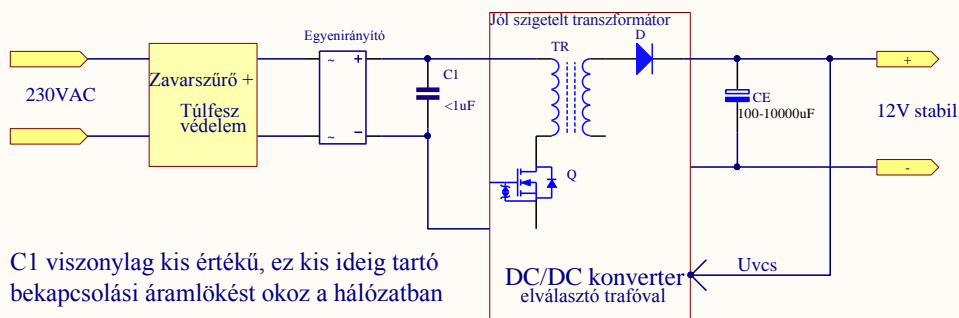
- Érintésvédelmi szempontból
 - Hálózatról galvanikusan leválasztott SELV <120VDC
 - Hálózatról galvanikusan NEM leválasztott (nagy hatásfok)

- LED szempontból
 - Állandó feszültségű (LED szalaghoz)
 - Állandó áramú (pl. közvil-hez)

- Hálózat szempontból
 - Kis bekapcsolási áramlökéssű
 - Nagy bekapcsolási áramlökéssű

Hálózatról galvanikusan leválasztott állandó FESZÜLTSEGŰ, 1 fokozatú kis bekapcsolási áramlökésű

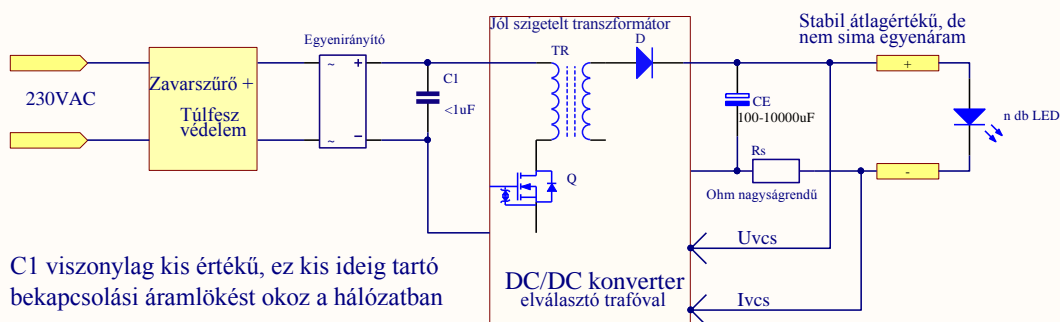
LED tápegység (tipikusan LED szalaghoz)
Általános felépítés a $P < 100W$ tartományban



Title			VTT_dia_9.SchDoc		
Size	Number		Revision		
A4					
Date:	2018.02.21.	Sheet	of		
File:	C:\Users\...VTT_dia_9.SchDoc	Drawn	By:		

Hálózatról galvanikusan leválasztott állandó ÁRAMÚ, 1 fokozatú kis bekapcsolási áramlökésű

LED tápegység (kisebb igényű világításhoz)
Általános felépítés a $P < 100W$ tartományban



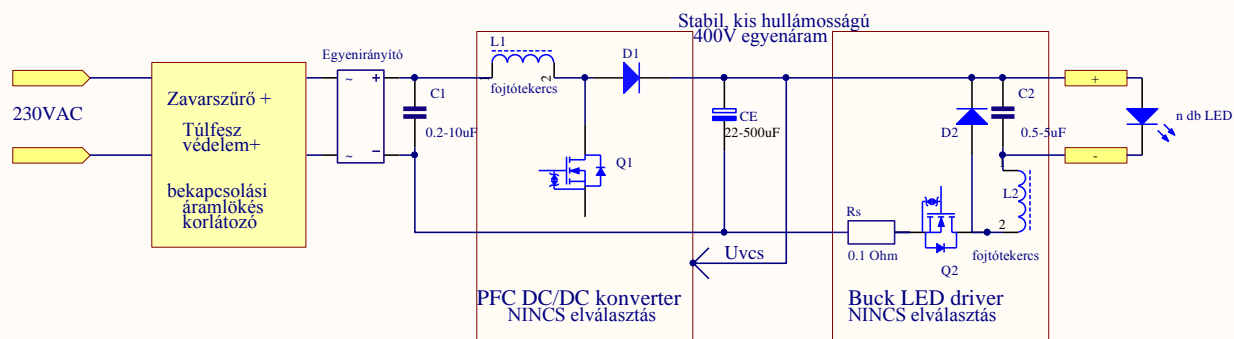
C1 viszonylag kis értékű, ez kis ideig tartó bekapcsolási áramlökést okoz a hálózatban

A kis értékű R_s ellenállásról LED áram visszacsatolás

Title			VTT_dia_10.SchDoc		
Size	Number	Revision			
A4					
Date:	2018.02.21.	Sheet	of		
File:	C:\Users\...VTT_dia_10.SchDoc	Drawn	By:		

Hálózatról galvanikusan NEM leválasztott állandó ÁRAMÚ, 2 fokozatú nagy bekapcsolási áramlökéssű

LED tápegység (nagy teljesítményű világításhoz)
Általános felépítés a $100W < P < kW$ tartományban



Kis hálózati áram torzitást biztosító PFC áramkör

Stabil, kis LED áram hullámszást biztosító Buck LED driver

CE viszonylag nagy értékű, ennek feltöltése $n \times 10\text{msec}$ ideig tartó
bekapcsolási áramlökést okoz a hálózatban

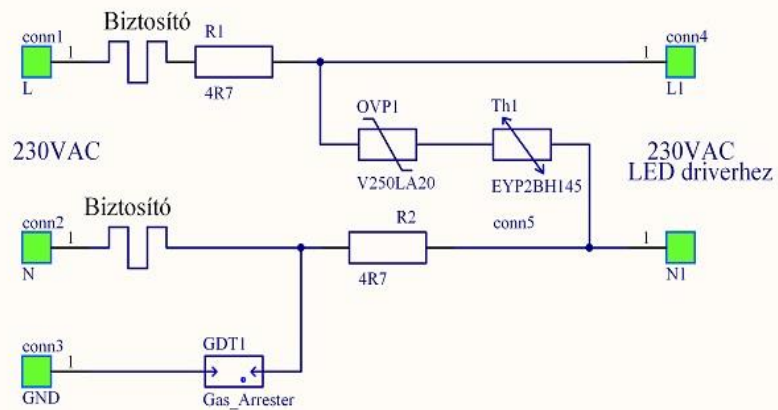
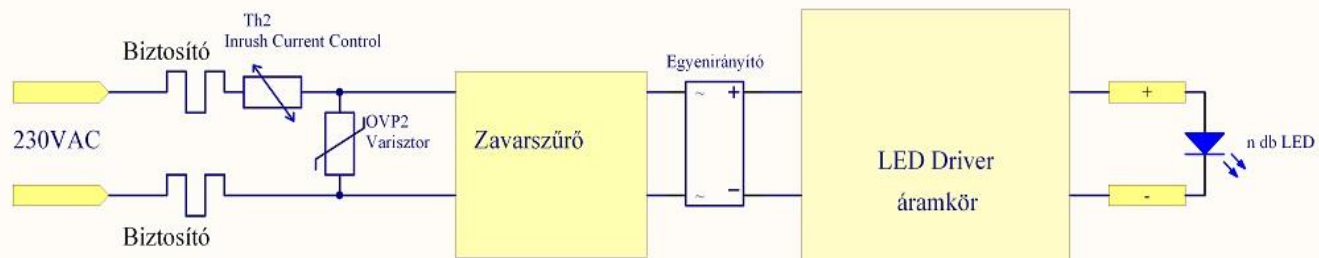
Ebben a fokozatban jól szabályozható a LED áram

Title			VTT_dia_11.SchDoc		
Size	Number	Revision			
A4					
Date:	2018.02.21.	Sheet	of		
File:	C:\Users\...VTT_dia_11.SchDoc	Drawn	By:		

Túlfeszültség védelem

- I. Varisztoros (általában L-N között)
- II. Szikraközös (általában L_(N)-PE között)
- III. Vegyes

A LED driver belső és további védelmet nyújtó külső túlfesz védelme



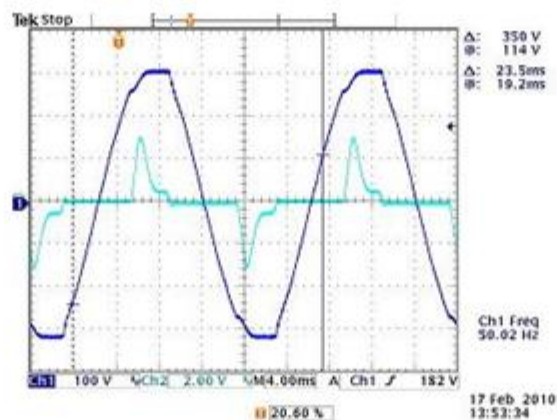
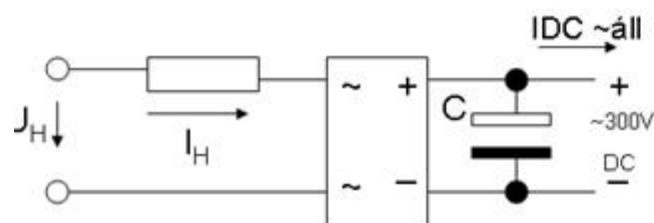
Hálózati áram torzítás, I_{THD} fogalma, keletkezésének oka

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{I_1} = \frac{\text{Harmonikus áram effektív értéke}}{\text{Alapharmonikus áram effektív értéke}}$$

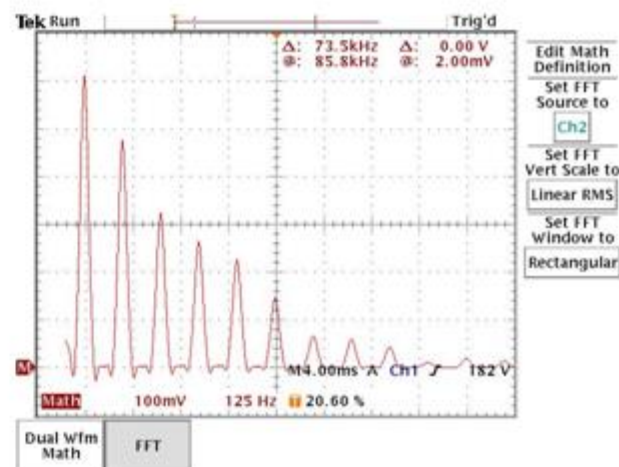
Szabványos, ha THD 30% alatt van.

$$\lambda = \frac{P}{S} = \left(\frac{W}{V \cdot A} \right) = \frac{\text{Hatásos teljesítmény}}{\text{Látszólagos teljesítmény}} > 0,9$$

Tipikus elektronikus nem lineáris fogyasztó (régi TV, számítógép, becsavarható kompakt fénycső) által felvett áram



EKS18 hálózati áram, feszültség

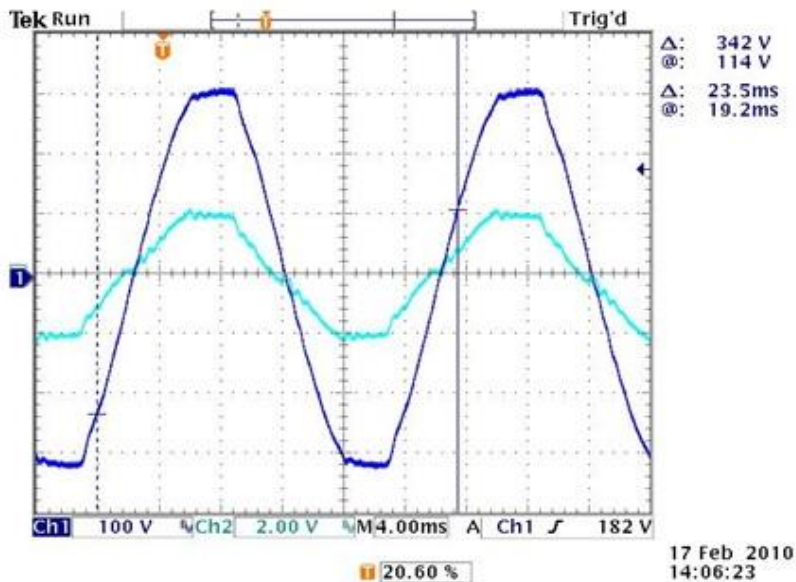


EKS18 áram spektrum

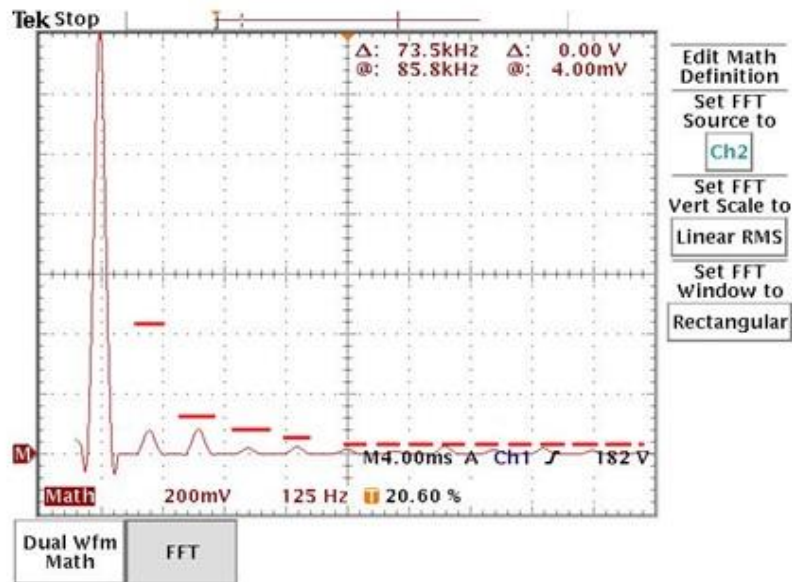
A harmonikus áramokért felelős, hálózatra csatlakozó áramköri részlet.



Az EN 61000-3-2 szabványnak minden szempontból megfelelő LED tápegység által felvett áram



LD335 hálózati áram, feszültség



LD335 áram spektrum

Összegzés I.

- A tápegység alapvetően befolyásolja a lámpatest hatásfokát, élettartamát
- Kritikus mind a LED-ek élettartama, mind a hálózatra gyakorolt hatása miatt
- A veszteség hőt 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

Összegzés II.

- Áramharmonikusok károsak mind a hálózatra, mind a torzított feszültségen keresztül a többi fogyasztóra
- Törekedni kell a legkisebb harmonikus szintekre
- EN 61000-3-2 szabvány előírásainak kell megfelelni
- Az aktív PFC áramkör beépítése a készülékekbe
 - biztosítja: $\lambda (\sim \cos\phi) = 0,9-0,98$
 - $I_{\text{THD}} = 5 \dots < 30\%$,
 - állandó belső tápfeszültséget
 - (központi feszültség szabályozó hatástalan)
 - drágítja a készüléket
- 25W fölötti világítástechnikai berendezés PFC vagy PFC funkciót megvalósító áramkör nélkül kereskedelmi forgalomba nem hozható a CE jelölés feltüntetésével.

Összegzés III.

- közvetlen villámcsapást nem valószínű, hogy elektronika elvisel
- hatásos túlfeszültség védelmet kell beépíteni (nagy varisztor és ELKO)
- túlméretezni mind áramban, mind feszültségben
- úgy kell beépíteni az elektronikát, hogy a lehető legkisebb legyen a hőmérséklete
- védeni a külső behatásoktól (pl. a víz ne folyjék be)