

# LED tápegységek

- LED, mint villamos alkatrész
- LED, a törpefeszültségű áramkörben
  - közel feszültséggenerátoros táplálás és problémái
  - analóg disszipatív áramgenerátoros táplálás
  - kapcsolóüzemű áramgenerátoros táplálás
  - feszültség csökkentő (Buck) átalakító
  - feszültség növelő (Boost) átalakító
- Hálózatról táplált LED tápegységek
  - 230VAC/max48VDC SELV tápegység áram visszacsatolással 1 csatorna
  - 230VAC/12...48VDC SELV tápegység + 1...10db Buck áramszabályozó
  - Hálózattól galvanikusan el NEM választott tápegység
- Dimmelés
- A hálózatról felvett áram THD
- Példák a szabványnak megfelelő jelalakokra
- Összegzés

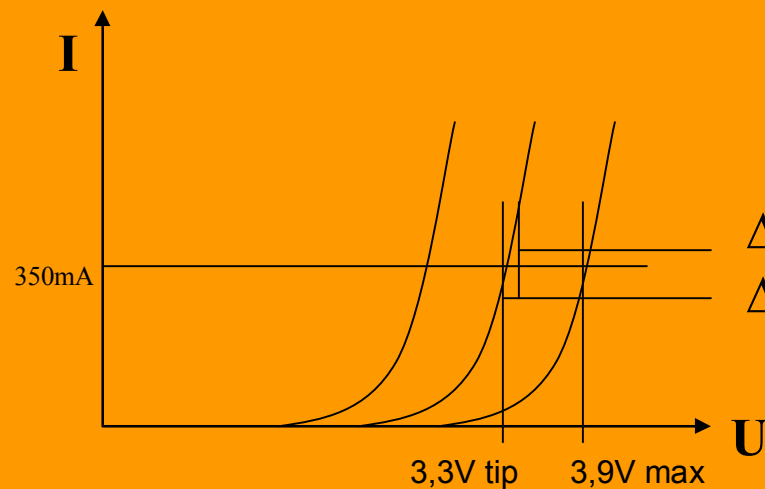
# A LED, mint villamos alkatrész

I=f(U) karakterisztika

- meredekség,  $R_D \approx \Delta U / \Delta I$
- LED feszültségének szórása ( $U_{tip}$  3,3V  $U_{max}$  3,9V (ez +18%)@I=350mA)
- LED feszültségének hőmérséklet függése – 4mV/°C

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

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



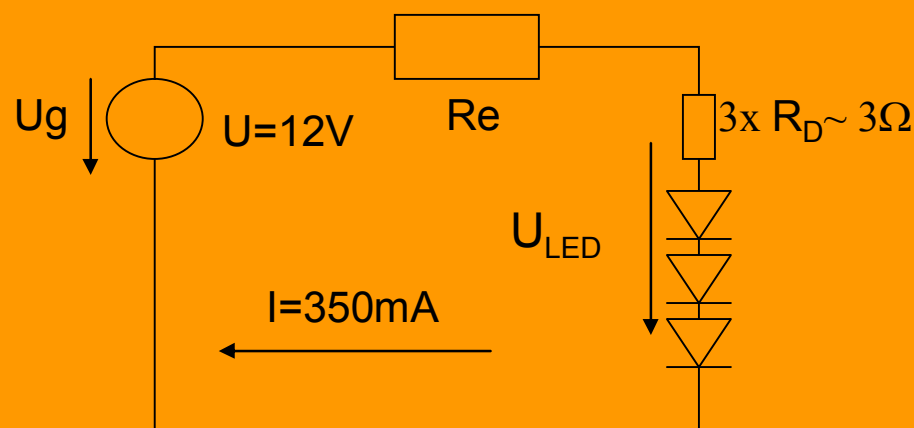
$$R_D \approx \Delta U / \Delta I \sim 1\Omega @ 350\text{mA}$$

$$< 0,5\Omega @ 700\text{mA}$$

# A LED a törpefeszültségű áramkörben

Közel feszültséggenerátoros táplálás (Pl.: Akku, elem)

Példa: 12V-ról 3 LED sorban előtét ellenállással



- $U_{LED\text{tip}}=3 \cdot 3,3V=9,9V$

- $R_e = \frac{12V-9,9V}{0,35A} = 6\Omega$

- Ha  $U_{LED\text{max}}=3 \cdot 3,9V=11,7V$

- $R_e = \frac{12V-11,7V}{0,35A} = 0,86\Omega$

A LED feszültség szórása miatt nem lehet előre kalkuláltan beállítani.

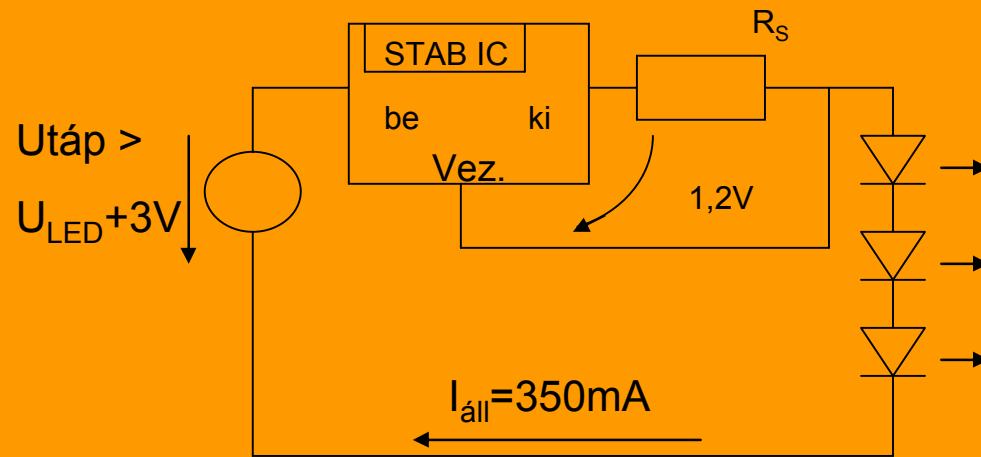
Legyen  $R_e=6\Omega$   $U_{LEDH}=3 \cdot 3,3V$   $\Delta T=50^\circ C \rightarrow U_{LEDM}=9,9-0,6V=9,3V$

$$I \approx \frac{12V-9,3V}{6\Omega} \leq 0,45A$$

NEM JÓ MEGOLDÁS, mert  $U_{LED}$  szórásra, hőmérsékletre instabil

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

# 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<sub>S</sub>-től. Nagyon stabil állandó áram.
- Hatásfok pl. Utáp=14V; 3\*U<sub>LED</sub>=9,9V; I=350mA

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

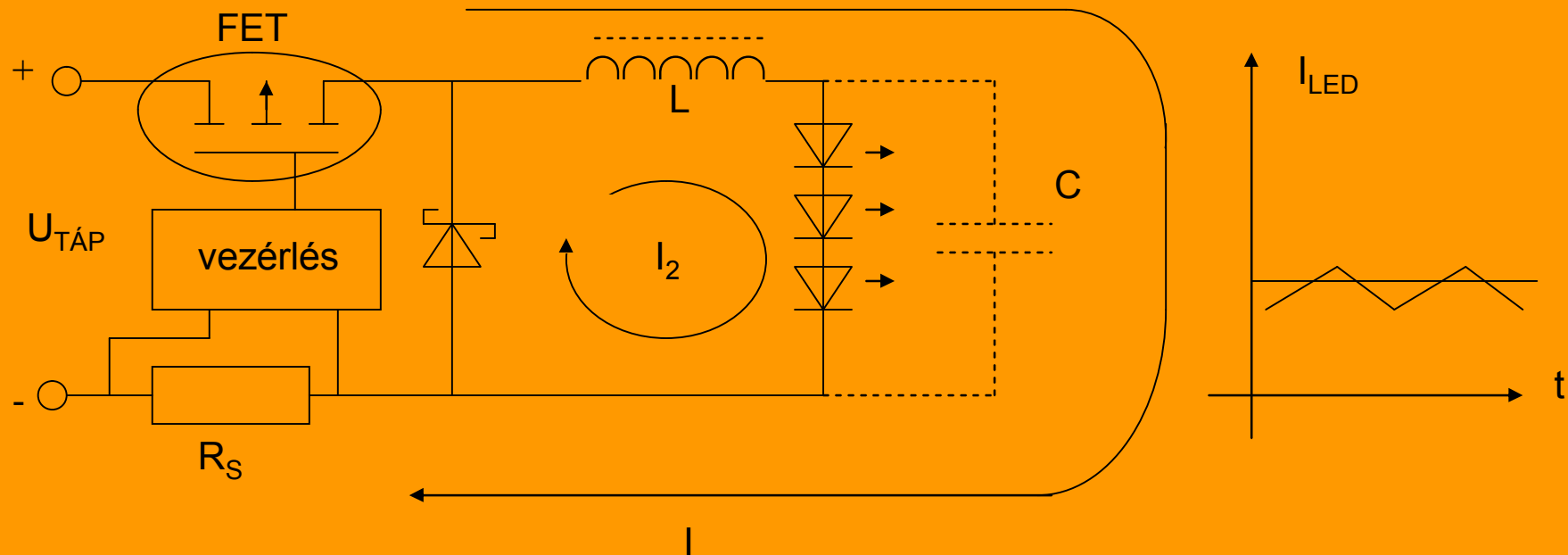
# Kapcsolóüzemű áramgenerátoros táplálás

- 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 (Back) szabályozó $U_{LED} < U_{TÁP}$

Pl. 24...30V Akkumulátor + napelem

v. 24V központi tápegység → 1...6db LED



Kiváló hatásfok  $\eta > 0,9$

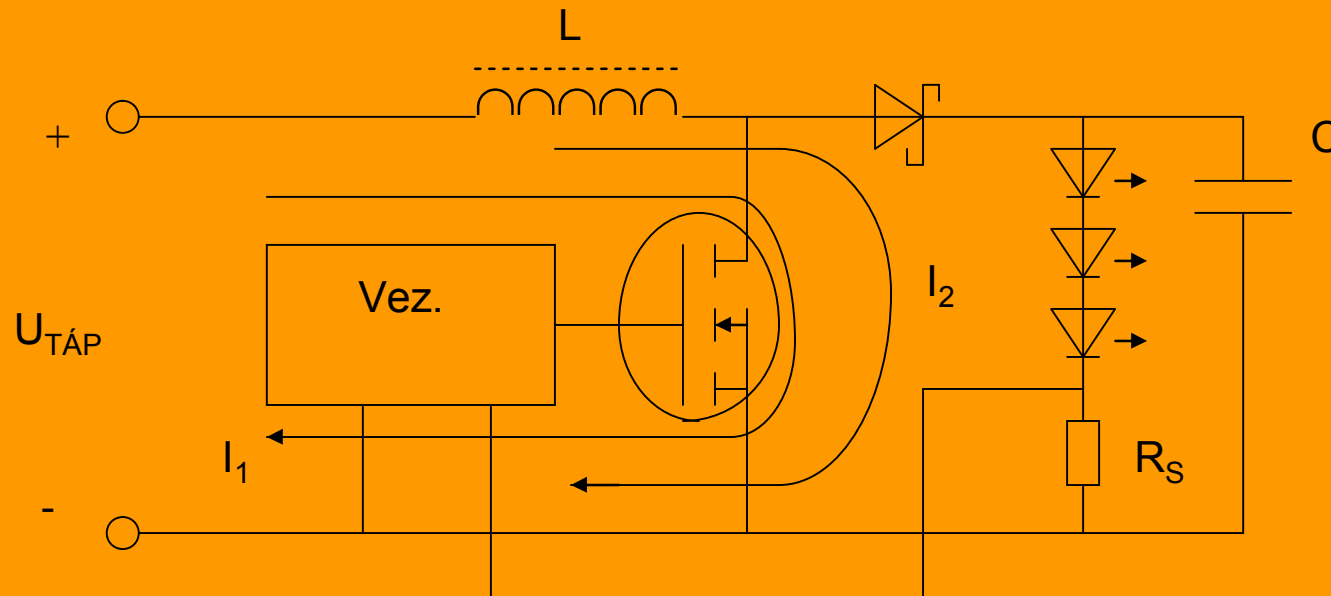
Folyamatos áramvezetés a LED-eken

Ha a FET átüt, a LED-ek tönkremennek

# Feszültség emelő szabályozó $U_{LED} > U_{TÁP}$

Pl. 12...15V Akkumulátor → 6 LED

Jó hatásfok



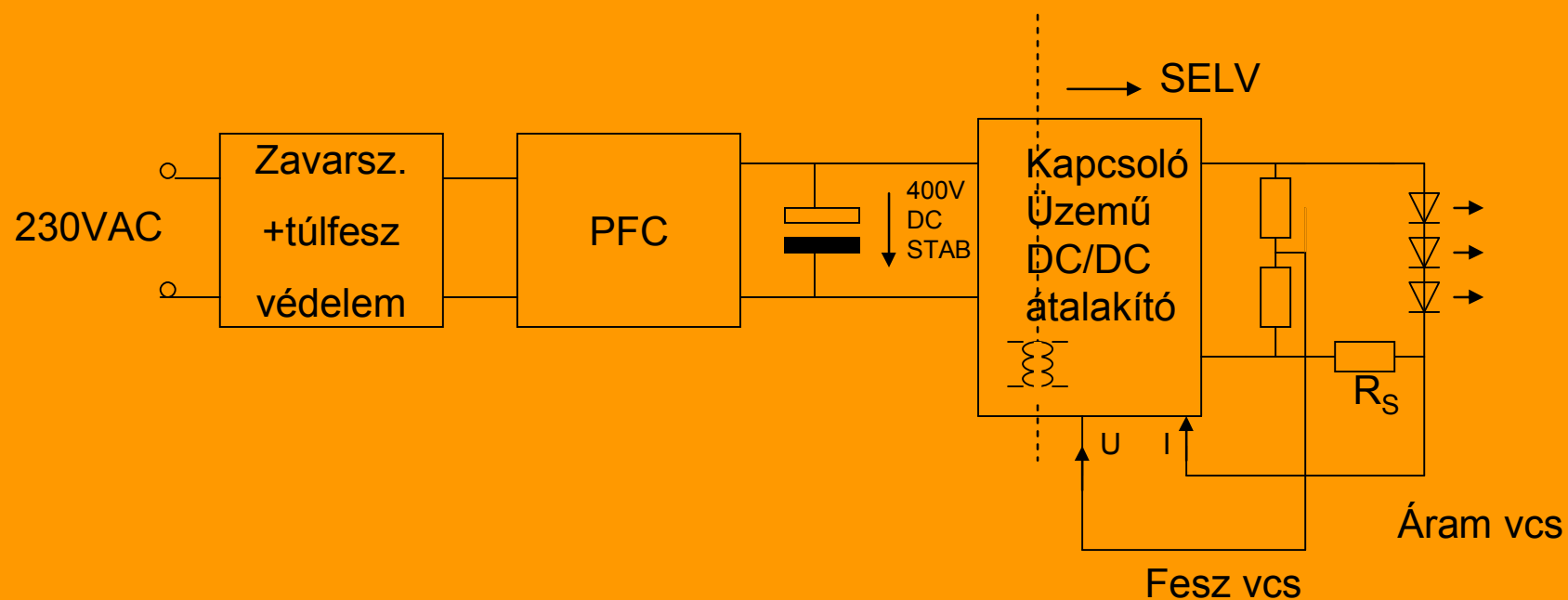
Ha a FET elromlik, LED-ek jók maradnak

Ha  $U_{LED} < U_{TÁP}$ , LED-ek tönkremennek

PFC áramkör is így működik

# Hálózatról táplált LED tápegységek

I. 230 VAC/max. 48V, SELV, 1 csatorna



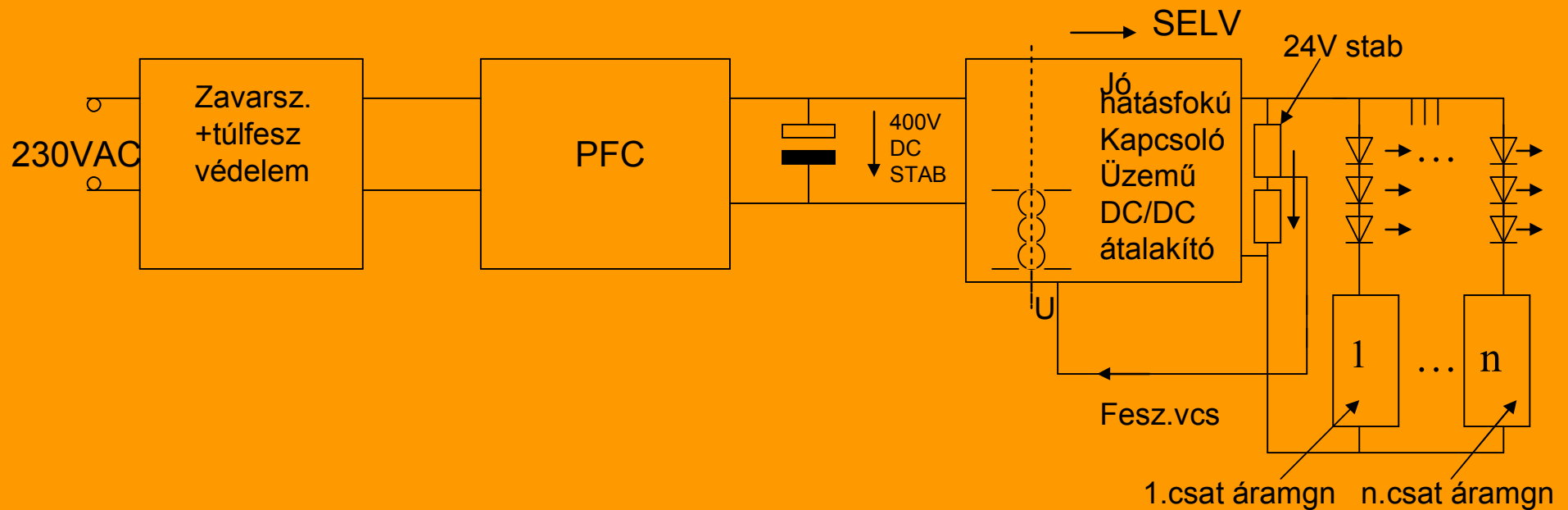
Széles hálózati feszültség tartományban ugyanúgy működik a PFC miatt

Elfogadható hatásfok > 80%



# Hálózatról táplált LED tápegységek

## II. 230 VAC / max. 48V, SELV + több áramgenerátor csatorna



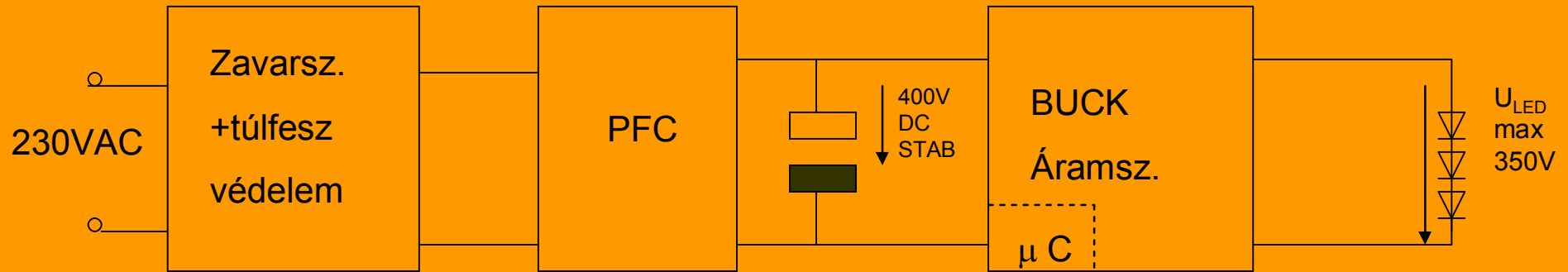
Széles hálózati feszültség tartományban ugyanúgy működik a PFC miatt

Közepes hatásfok >85%

Rugalmasan használható!

Drága, bonyolult

# Hálózatról táplált, galvanikusan nem leválasztott táp



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

# Hálózatról táplált egyszerűsített felépítésű LED táp

- Egyes fokozatokat összevonnak
- Az olcsóbb kialakításért erősen kompromisszumos megoldás

## Dimmelés

- Az áramgenerátor áramának állításával  
Ez jó a LED-nek.  
Kell egy dimmelő bemenet az áramgenerátoron.  
Több áramgenerátor dimmelő bemenete nem feltétlen köthető össze galvanikusan.
- Impulzusszélesség modulált (PWM), néhány 100Hz-es kapcsolóáramkör az áramgenerátor és LED-ek közé.  
A LED árama a max. érték és  $\emptyset$  között ugrál.  
Elvileg rosszabb LED hatásfok csökkentett üzemmódban.  
Áram generátortól függő áramcsúcs a dimmelő jel minden egyes bekapcsoló élénél.  
A LED chip hőmérséklete valamennyire követi a kisfrekvenciás dimmelő jelet → fáradásos repedés keletkezhet a chip-ben.

## A hálózathálból felvett áram THD (Total Harmonic Distorsion=Teljes Harmonikus torzítás)

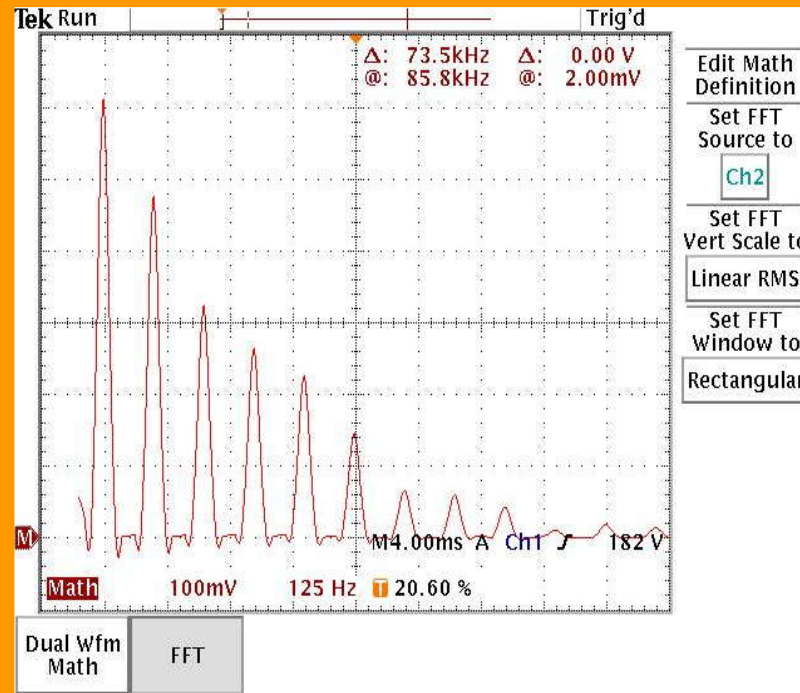
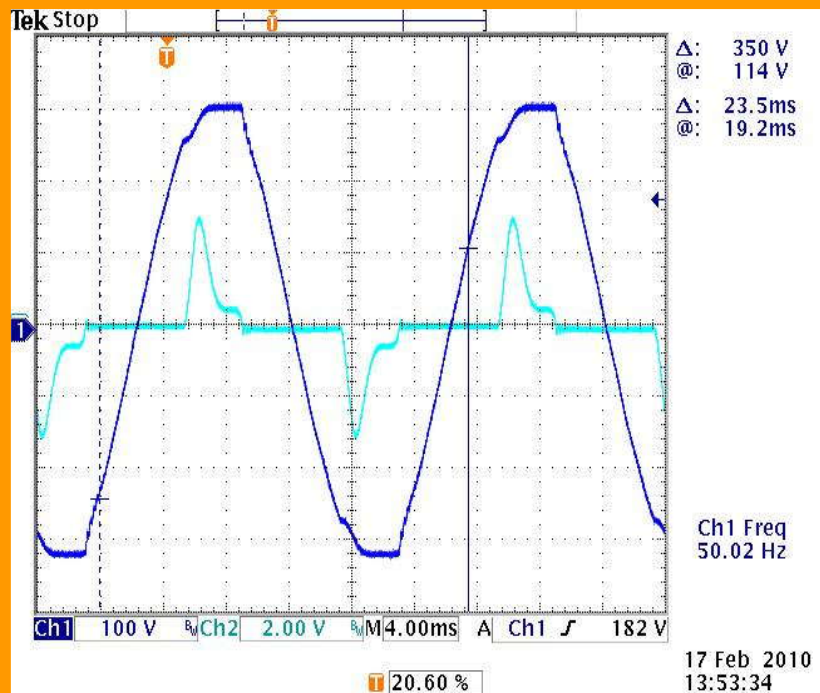
- Minden periodikus függvény előállítható tiszta szinuszos függvények összegeként.
- A szinuszos összetevők frekvenciája az eredeti frekvencia egész számú többszöröse.
- Az összetevőket harmonikusoknak, a felbontás eredményét a jel spektrumának nevezzük.

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

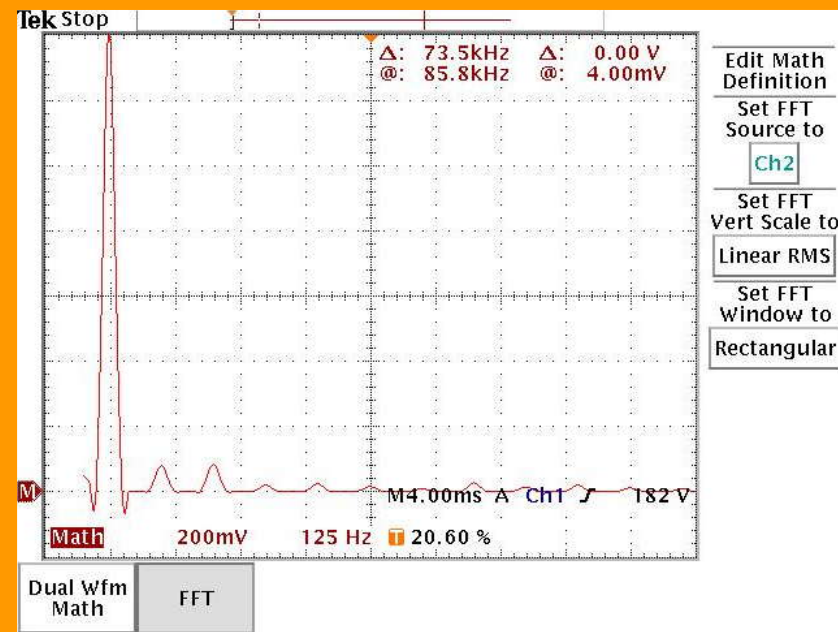
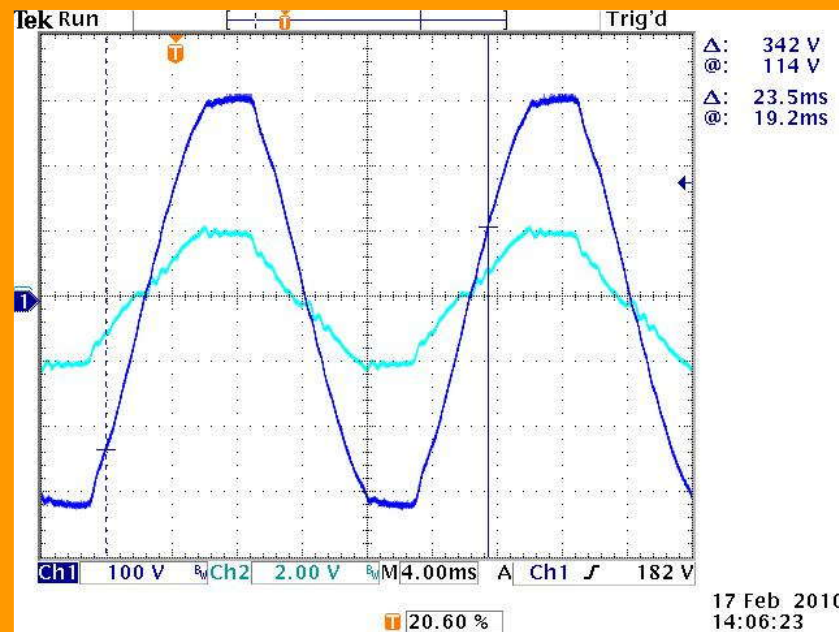
- Törekedni kell a minél kisebb THD-re!

- A megengedett értékeket az EN61000-3-2 Class C szabvány tartalmazza az alapharmonikus %-ában, ha  $P > 25W$
- Pl.: 2. harmonikus 2%
  - 3. harmonikus  $30 \cdot \lambda$
  - 5. harmonikus 10
  - 7. harmonikus 5
  - 9. harmonikus 3
- Ebből számítva a THD max.  $\approx 31\%$
- 25W alatt nagyobbak a megengedett értékek, nem kell PFC áramkör
- 25W fölött kell PFC áramkör

# EKS-18 hálózati feszültség áram jelalak, áram spektrum



# LD-335 hálózati feszültség áram jelalak, áram spektrum





## Összegzés

- 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

## Néhány fontos 3x-os megállapítás

„A háborúhoz három dolog kell: pénz, pénz, pénz.”  
(Raimondo Montecuccoli)

„Tanulni, tanulni, tanulni!”  
(Vlagyimir Iljics Lenin)

„Mérni, mérni, mérni!”  
(Deli Jenő)

A LED-ek és azok tápegységeinél a legfontosabb:  
„hűteni, hűteni, hűteni!”  
(Schulcz Gábor)

