



**A** LED alapú kül- és beltéri világítástechnika az elektronikai kutatás-fejlesztés egyik legdinamikusabban fejlődő szegmense. A LEDinside 2015 évi kimutatásai szerint a világítástechnikai piacon ezen a területen Európa jár élen 23%-os részesedéssel. A kinyerhető fényáram maximalizálása mellett a várható élettartam és a rendszer megbízhatóságának növelésére irányuló törekvés a fejlesztők legfontosabb feladata. A tartós, megbízható megoldásokhoz szem előtt kell tartani azokat a külső tényezőket, melyek hatással vannak az alkatrészek élettartamára, mint például a környezeti hőmérséklet, a feszültség és áram: nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy ezek értékét megfelelő korlátok között tartjuk. Ezért tartom nagyon fontosnak a korszerű áramkörvédelmi megoldások alkalmazását ezen a népszerű területen is.

## Túlterhelések alkalmazható áttekintése

## védelmére komponensek

Közismert, hogy a LED alapú világítástechnikai megoldások a hagyományos eszközöknél jóval hosszabb élettartammal bírnak.

Azonban ez csak akkor igaz, ha az élettartamot befolyásoló faktorok, mint a LED átmenet (junction) hőmérséklete, az átfolyó áram és a tápfeszültség a tervezett határok közt marad.

A hosszabb élettartam során az eszközök több és hosszabb ideig tartó környezeti hatásnak vannak kitéve, a gazdaságos üzemeltetéshez pedig elengedhetetlen a karbantartásmentes kivitel.

Ahhoz, hogy a LED alapú világítástechnikai eszközök a hagyományos megoldásokkal azonos szintű elfogadottságot és fogyasztói bizalmat élvezzenek, a tervezőknek következetesen kell alkalmazniuk azokat a védelmi megoldásokat, amelyek a nemzetközi biztonsági előírásoknak és szabványoknak is megfelelnek.

Az alkalmazható áramkörvédelmi megoldások egyik része közvetlenül a LED komponensek meghibásodása elleni védelmet, ezáltal a karbantartásmentes,

hosszú működést szolgálja, másik részük az áramkör hibás működéséből eredő hőhatások, esetleges sérülések és tüzek keletkezését hivatott meggátolni.

Mivel a LED élettartama nagyban függ attól, hogy a keletkezett hő miként vezeti ki a konstruktőr, a hőmenedzsment elsősorban a megfelelő hűtésre koncentrál.

Rendkívül fontos azonban a kiszámíthatatlan környezeti hatások miatti, nem üzemszerű melegedés elleni védelemre is gondolni.

Túláram és túlmelegedés elleni védelemként a LED fűzérrel sorba kapcsolt PPTC (Polimer PTC – PolySwitch) eszköz használható, melyet célszerű a túlmelegedésvédelem biztosítására a hűtőfelülettel hőkapcsolni is.

Normál üzemben az eszköz alacsony impedanciás állapotában észrevétlen az áramkör számára.

Viszont hiba esetén – részben az emelkedő külső hőmérséklet, részben pedig a nem üzemszerű mértékű áram által – a PPTC belsejében keletkező hő hatására a polimer tágul, a PPTC szerkezete megváltozik és nagy impedanciás állapotba kerül, ezáltal korlátozza a túláramot, megvédve a LED-et a kritikus terheléstől.

Ugyanígy védhető meg a LED driver kimenete is az esetleges áramköri anomáliák által keltett nagy hibaáramtól.

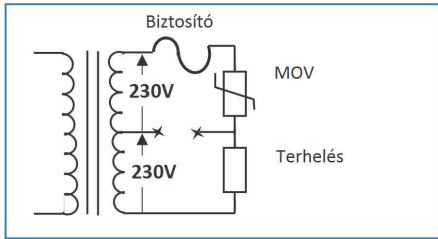
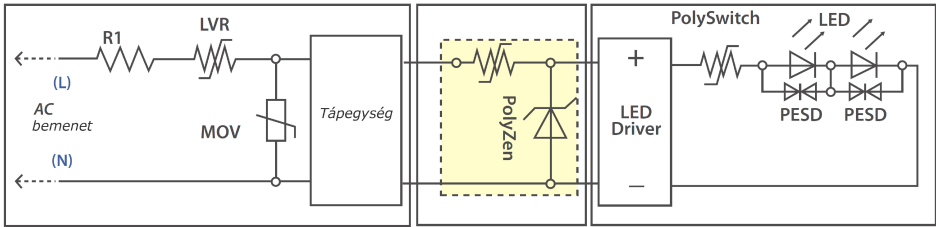
A hálózati tranziensek, például nagy energiájú feszültség tüskék komolyan befolyásolják (csökkentik) a komplett fényforrás élettartamát.

Az ezek elleni védekezés PolySwitch LVR eszközök és fém-oxid varisztorok (MOV) kombinációjával valósítható meg.

Túlfeszültség megjelenése esetén a MOV biztosította védelem megszólal, ezáltal az áramerősség az LVR-en megnő, ami azt aktiválja, nagyimpedanciás állapotba helyezi, miáltal a hibaáram csökkenni kezd.

A következő ábrán a LED meghajtás általános blokkdiagramja látható az alkalmazható védelmi megoldásokkal.

Az ábrán látható áramkörben az R1 ellenállás nem védelmi eszköz, csak azt biztosítja, hogy extrém esetben a hibaáram korlátok közt maradjon és ne haladjon meg az LVR által elviselhető szintet. A hálózati feszültség tranziensei és tüskéi okozta túlfeszültségek ellen ezekkel a fém-oxid varisztorokkal (MOV) eredményesen védekezhetünk a LED-es világítástechnikai eszközeinkben.



A túlfeszültségvédő eszközök azonban nem csak viszonylag gyors lefolyású transziensek, hanem akár percekig, órákig tartó abnormális túlterheléseknek is ki lehetnek téve, például hibás hálózatokon, vagy a transzformátorban fellépő null vezeték szakadás esetén, mint azt példaként ábránkon is bemutattuk.

Ilyenkor a MOV-ra eső feszültség a névleges értéke fölé emelkedik, a terhelés áramkorlátozó hatása miatt pedig az olvadóbiztosító nem biztos, hogy ki fog oldani, emiatt az összes energia az MOV-ra összpontosul, és annak túlmelegedését, leégését okozhatja.

A villámlás, az induktív vagy kapacitív terhelés hirtelen kapcsolása is olyan további transzienseket indukálhat, melyek során fellépő extrém feszültség a

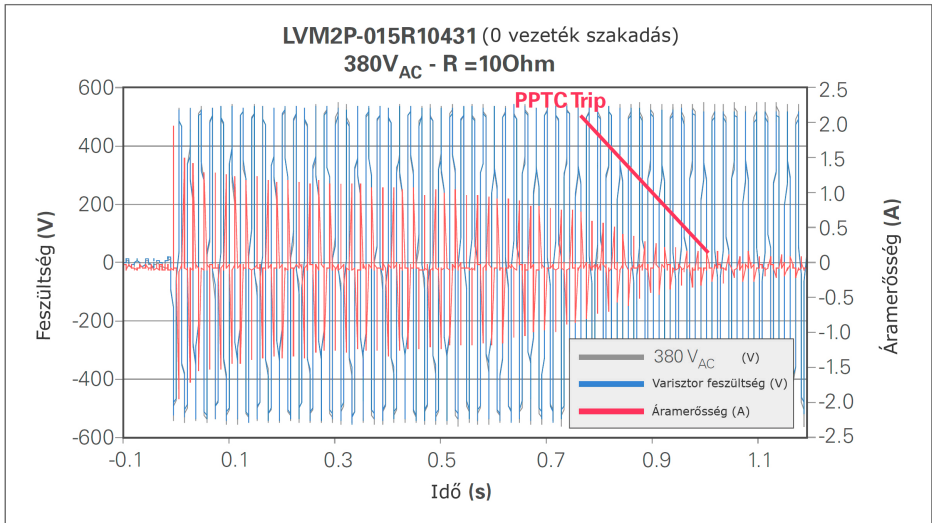
varisztor hő-túlforrásához, felrobbanásához, illetve tűzhöz vezethet.

A közelmúltban jelentek meg olyan melegedés védelemmel ellátott MOV eszközök, amelyek sokféle áramkör, így például a LED alapú világítótestek védelmére is alkalmazhatók.

Normál üzemi körülmények között a MOV kapcsain megjelenő hálózati feszültség nem haladja meg az eszközre jellemző maximális effektív értéket (VAC RMS) és a transziensek okozta energia-növekedés sem terheli túl azt.

Azonban abnormális körülmények, mint például a nulla vezeték esetleges megszakadása esetén meg kell védeni a folyamatosan nagy feszültség transzienseknek kitett varisztert a hőmérséklet túlfutástól.

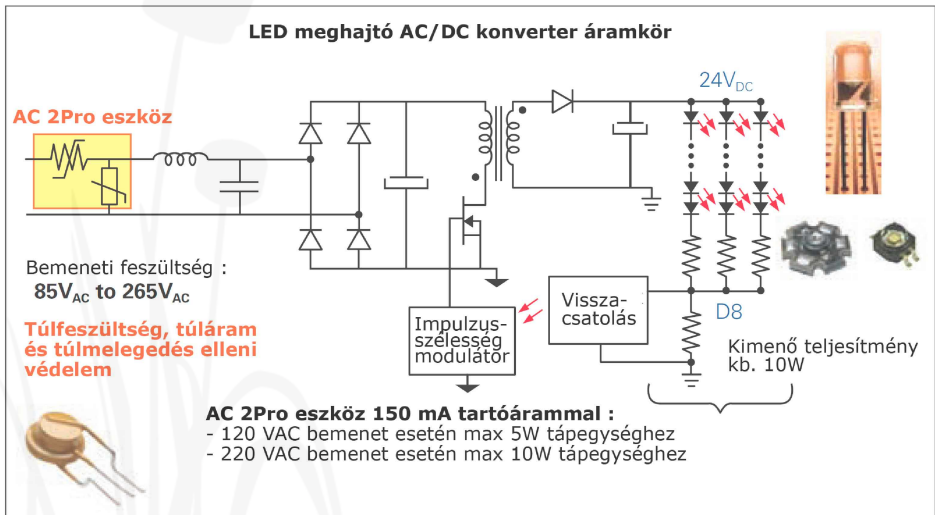
Ezt korábban sorosan kapcsolt TCO-val oldották meg, a szokásos séma pedig szükségessé tette egy túláramvédő eszközt, például egy olvadóbiztosító használatát is azért, hogy a túlterhelést okozó transziens áramot is a szükséges minimum alatt tudjuk tartani.



A sok diszkrét védelmi elem helyett kézenfekvő integrált megoldást használni, ezt kínálja a Raychem AC 2Pro™ eszköze is, amely egy MOV és vele hő-kapcsolt, egybe tokozott polimer alapú PTC kombinációja.

Abnormális körülmény okozta

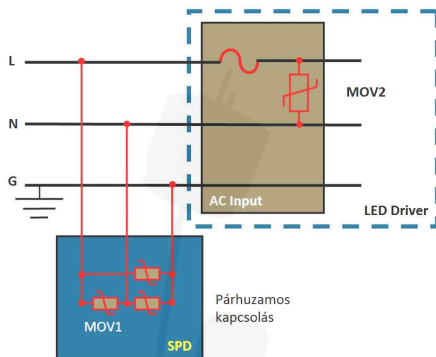
túlfeszültség esetén a MOV a megszokott módon kis impedanciájú állapotba kerül és nagy áram kezd folyni rajta, mely például a null vezeték megszakadása esetén olyan mértékű is lehetne, hogy a MOV tönkremeneteléhez és esetlegesen tűzhoz



vezetne abban az esetben, hogyha nem lenne a rendszer része a szorosan hőkapcsolt PPTC, ami a MOV hirtelen melegedése által azonnal nagy-impedanciás állapotba kerül és korlátozza a melegedést kiváltó nagy áramerősséget.

A PPTC a hiba megszűnése esetén – lehűlés után – alapállapotba áll, ezzel biztosítva a 2Pro eszköz alapállapotba állítását is, mindezt csere illetve külső karbantartás szükségessége nélkül.

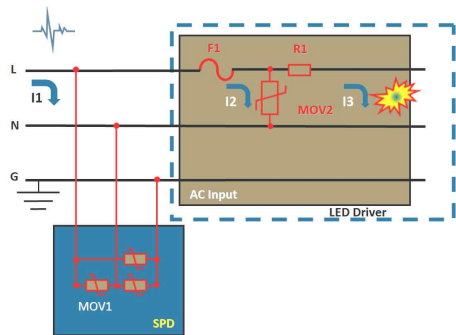
Az ábrán nyomon követhető egy null vezeték szakadása miatt fellépő nagy túlfeszültség hatására megszólaló 2Pro védelem működése.



## Az áramkörvédelmi megoldások ajánlott elrendezése

A LED meghajtó modulokban használt varisztorok elrendezése is fontos szempont, mivel a surge védő modul

nagyobb méretű varisztorra előbb kell, hogy „megszólaljon”, mint a LED driverben használt kisebb méretű MOV. Emiatt az SPD-ben (surge protection device-ban) alkalmazott varisztor megszólalási feszültsége alacsonyabb kell, hogy legyen mint a driverben használtaké, ahhoz hogy ez utóbbiakra csak az általuk elviselhető mértékű feszültség jusson.



Az elrendezésre vonatkozó szabályok az alábbiakban foglalhatók össze:

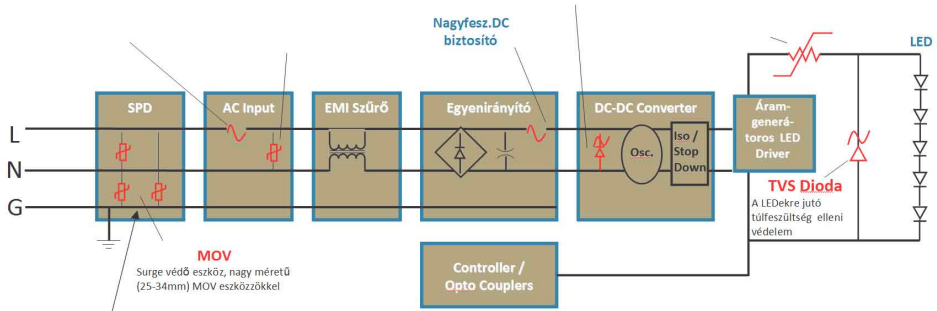
- A tranziens energia nagyobb része az MOV1-en haladjon át
- A maximális folyamatos működési feszültségre ( $V_m$ ) vonatkozó kiválasztási szabály a következő:
 
$$V_m(\text{MOV1}) \leq V_m(\text{MOV2})$$
- A maximális clamping feszültségre ( $V_c$ ) vonatkozó kiválasztási szabály a következő:
 
$$V_c(\text{MOV1}) \leq V_c(\text{MOV2})$$

**AC biztosító**  
Olvadó biztosító megfelelő I<sup>2</sup>T értékkel (Energy Star IEEE C.62.41)

**MOV**  
Fém oxid varisztor (MOV) : védelem a rövid ideig tartó túlfeszültség impulzusok ellen (surge)

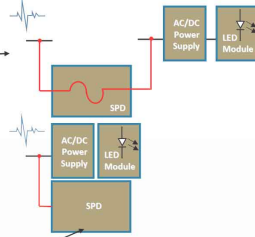
**TVS Dioda**  
A DC oldalon TVS dióával előzhetük meg a túlfeszültség behatolását

**PPTC**  
Túláram és túlmelegedés elleni védelem

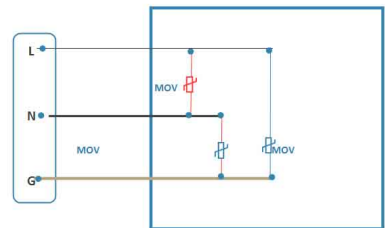
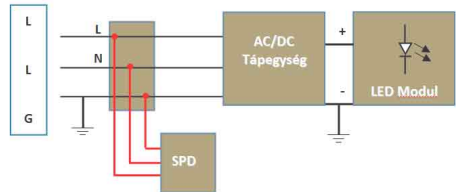


Tipikus LED fényforrás védelmi mechanizmus transziens és surge elleni védő komponensekkel

Villámzás, vagy a hálózaton történt nagy fogyasztó kibekapcsolás okozta transziens túlfeszültség



Delta kapcsolás, ez a legjobb megoldás a transziensek elleni védelemre



- Esetlegesen érdemes az SPD-vel sorba kapcsolt induktivitást használni, mert így az MOV1 nagyobb surge energiát képes elnyelni:

$$V(\text{MOV1}) = V(\text{MOV2}) * di/dt$$

Ha ezeket a szabályokat be is tartottuk, és a transziens energiát az SPD nagy részben el is vezette, a LED driverre még mindig jut túlterhelés, ami veszélyt jelent a driver komponenseire.

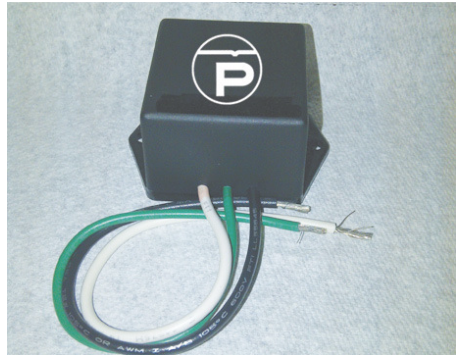
Emiatt a helyi védelemnek együtt kell működni az SPD-vel. A maradék túlfeszültség mini-malizálásához gyors működésű és alacsony clamping feszültségű varisztor szükséges. Az MOV2 clamping feszültségét az MOV1-é felett kell tartanunk ahhoz, hogy az I<sub>1</sub> áramot maximalizáljuk, ezáltal I<sub>2</sub> túláramot minimalizáljuk, mivel így biztosítható, hogy a maradék áram az F1 olvadóbiztosítót nem oldja ki.

A primer áramkör eredő ellenállását (NTC, EMI szűrő, NTC, egyenirányító híd, PFC modul, transzformátor, tranzisztor stb.) esetlegesen növelve minimalizálható az  $I_3$  áram, ezáltal csökkentve a meghibásodás veszélyét.

A surge által különösen veszélyeztetett áramköri elemeket az SPD által „átengedett” túlfeszültségektől TVS diódák alkalmazásával védhetjük meg.

## Protek LED világítás túlfeszültségvédő modulok a piacon kiemelkedő surge kezelési képességekkel

A Protek TVS diódái és mátrixai nem ismeretlenek a hazai mérnökök körében, korábban az Elektronet hasábjain is



megjelent számos cikk túlfeszültség-védelmi megoldásaikkal kapcsolatban.

Most egy új termékcsalád kapott helyet a palettán, a kifejezetten világítótestekhez kifejlesztett túlfeszültségvédő modulok családja.

Az eszköz többféle vonali feszültségre kétféle kivitelben készül, 10,000 A @ 8/20 $\mu$ s és 20,000 A @ 8/20 $\mu$ s surge

ELECTRICAL CHARACTERISTICS PER LINE @ 25°C Unless Otherwise Specified					
PART NUMBER	RATED STAND-OFF VOLTAGE $V_{WSM}$ VOLTS AC	ENERGY @2ms $W_p$ 1 X PULSE JOULES	MAXIMUM PEAK PULSE CURRENT (8/20 $\mu$ s) $I_{pp}$ AMPS	MAXIMUM CLAMPING VOLTAGE (Fig. 1) $@ I_p = 100A$ $V_c$ VOLTS	TYPICAL CAPACITANCE $@0V, 1MHz$ C pF
PBSP-120-20K	120	350	20000	650	3000
PBSP-220-20K	220	880	20000	1350	1500
PBSP-240-20K	240	920	20000	1355	1480
PBSP-277-20K	277	1100	20000	1500	1400
PBSP-380-20K	380	1300	20000	1680	1200

ELECTRICAL CHARACTERISTICS PER LINE @ 25°C Unless Otherwise Specified					
PART NUMBER	RATED STAND-OFF VOLTAGE $V_{WSM}$ VOLTS AC	ENERGY @2ms $W_p$ 1 X PULSE JOULES	MAXIMUM PEAK PULSE CURRENT (8/20 $\mu$ s) $I_{pp}$ AMPS	MAXIMUM CLAMPING VOLTAGE (Fig. 1) $@ I_p = 100A$ $V_c$ VOLTS	TYPICAL CAPACITANCE $@0V, 1MHz$ C pF
PBSP-120-10K	120	275	10000	660	1500
PBSP-220-10K	220	440	10000	1350	750
PBSP-240-10K	240	460	10000	1355	740
PBSP-277-10K	277	500	10000	1400	720
PBSP-380-10K	340	565	10000	1680	600

áramokra, valamint az IEEE/ANSI C62.41.2 szabvány iránymutatásainak megfelelően túlfeszültség elleni védelmet nyújt a föld-fázis, fázis-nulla és nulla- föld vezetékek között.

Éghetetlen műanyag tokozásban kerül forgalomba, vonalanként 2500/5000 W (10/20 kA Peak Pulse Power -  $t_p = 10/1000\mu s$ ) energia elnyelésére képes.

