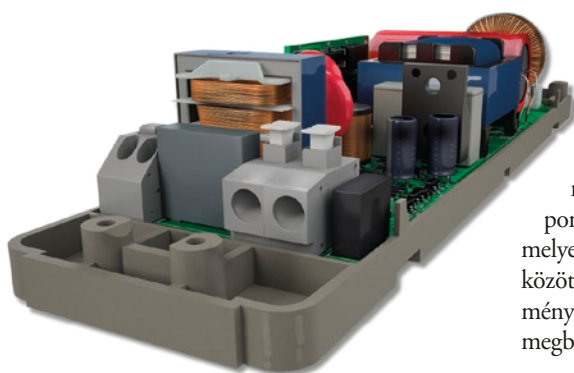


LED-TÁPEGYSÉGEK

MEGBÍZHATÓSÁGI ÉS TELJESÍTMÉNYMUTATÓK

Napjaink ipara egyre inkább előtérbe helyezi a LED-alapú világítástechnikai eszközöket. A világítótestek teljesítményét, megbízhatóságát és a ráfordítások megtérülését nagyban befolyásolja az alkalmazott LED-meghajtó minősége. A működő rendszerek hibaelemzése alapján megállapítható, hogy a meghibásodásokért a LED chip csak mintegy 5%-ban tehető felelőssé, egyéb alkatrészek hibája is csupán 5%-nyi, ellenben a meghajtó meghibásodása az esetek 90 százalékában az ok. A kritikus teljesítménymutatók figyelembevétele – csakúgy, mint a megbízhatósági szempontokra (MTBF, élettartam) való odafigyelés – egyaránt szükségesek ahhoz, hogy a világítótestek tervezői a piacon található különféle meghajtók közül számukra a legideálisabbat választhassák. Írásunkban szeretnénk áttekinteni mindazokat a jellemzőket, melyeket figyelembe kell venni az összehasonlítás során a gyártók sokszor nehezen hozzáférhető termékinformációi közül, és képet szeretnénk alkotni a meghajtók megbízhatósági és élettartam-jellemzőiről is



rendje miatt a LED fényét az emberi szem folyamatosan, villódzásmentesnek látja. A meghajtó érzékeny elektronikája folyamatosan ki van téve a környezeti hatásoknak, emiatt különösen fontos, hogy pontosan ismerjük a kritikus tényezőket, melyek befolyásolják a működést. Ezek között vannak olyanok, melyek a teljesítménymutatókra vannak hatással, mások a megbízhatóságot és az élettartamot érintik.

1. A LED-meghajtó

A LED-világításhoz olyan speciális tápegységre van szükség, ami a hálózati váltakozó feszültséget egyenfeszültséggé alakítja, és szabályozni képes a LED-en átfolyó áram erősségét, miközben védi a LED-et a feszültségingadozástól a működés során. A meghajtók lehetnek állandó áramú (áramgenerátor), vagy állandó feszültségű típusok. Az elektronikus előtétek használatával a világítóttest számos extra funkciót is kaphat, mint például a fényerőszabályzás. Napjaink áramkörre jellemző a nagyfokú integráltság, míg a diszkrét alkatrészek alkalmazása háttérbe szorul.

A szabályozható kimenet (dimmelés) lehetővé teszi a teljes (100%) fényerő lecsökkentését akár 0% értékre a LED nyitóirányú áramának csökkentésével, amit leggyakrabban impulzusszélesség-modulációval (PWM) oldanak meg a fejlesztők. A frekvencia akár 100 kHz-es nagyság-

Teljesítménymutatók

- Magas hatásfok – a jó energiahasznosításhoz és a megtakarításhoz szükséges
- Fényerőszabályzás – szintén nagyban befolyásolja az energiatakarékosságot
- Egyéb elektromos jellemzők (PFC, THD) – a driver és a hálózat kölcsönhatását befolyásolják

Megbízhatósági mutatók

- Nagyfokú megbízhatóság – a karbantartási költségek csökkentésében van kulcsfontosságú szerepe
- Hosszú élettartam – a driver és a LED-chipek élettartamának kompatibilitása biztosított általa

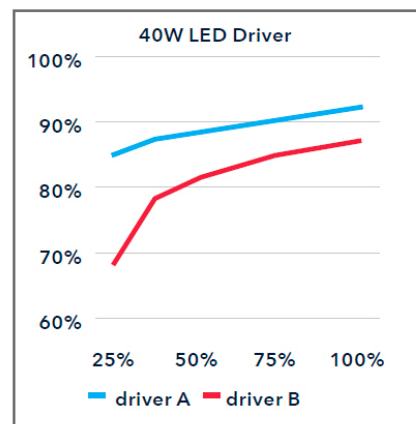
2. Teljesítménymutatókat befolyásoló tényezők

Ahogy azt már megállapítottuk, a meghajtónak kulcsszerepe van a világítóttest teljesítményének maximalizálásában. A tápegységgyártók nagyon eltérő minőségű technikai információkat adnak ki

termékeikről, ami megnehezíti a jellemzők összehasonlítását és a megfelelő driver kiválasztását. Azok az előtétek, melyek elsőre tökéletesnek látszanak, esetleg nem megfelelőek a megszokottól eltérő környezeti paraméterek melletti használatkor, ezért azok különféle körülmények közötti viselkedésének pontos ismerete szükséges. A gyártó felé irányuló megfelelő célzott kérdések meghatározásához szükség van arra, hogy tudjuk, általában miként specifikálják a LED-tápegységeket.

Hatásfok

A LED-világítás használatának legfőbb előnye az elérhető energiamegtakarítás, leggyakrabban ez játszik szerepet a hagyományos világítás leváltását célzó döntésben. Egy jó hatásfokú driver élettartama során jelentős többletmegetakarítást képes realizálni, hiszen egy 90%-os hatásfokú előtét éppen feleannyi hőveszteséget termel, mint egy 80%-os hatásfokú, ez az elfűtött veszteség a közel 50.000 óra üzemidő alatt igen magas többletköltséget jelenthet, ha csak az energiaárat tekintjük. Emellett a kisebb hőveszteség alacsonyabb üzemi hőmérséklettel párusul, ami az élettartam növekedésén keresztül is pozitívan hat. Az alacsonyabb hatásfokú tápegységben jelentkező többlethőveszteség tovább melegíti az elektronikai komponenseket. Az Arrhenius-képletből tudjuk, hogy az elektrolitkondenzátorok élettartama feleződik minden 10 °C hőmérséklet-emelke-



40 W-os meghajtók hatásfok-terhelés diagramja

dés esetén, így mivel az elektronika élettartamát a leggyengébb láncszem határozza meg, könnyen belátható, hogy a magasabb hatások akár többszörösére is növelheti a teljes világítóttest várható élettartamát. A megbízhatóság is a környezeti hőmérséklet függvénye, annak csökkentésével minden alkatrész megbízhatósága nő. Ha fényerőszabályzást is alkalmazunk az inaktív időszakokban való energiamegtakarításhoz, akkor gyakorta csökken a megbízhatóság is, melynek mértéke eltérő más és más gyártók ugyanazon névleges teljesítményű termékeinél. Nagyon fontos annak ellenőrzése, hogy vajon a kiválasztott előtét az alkalmazott (csökkentett) terhelések mellett is kellő hatásokkal rendelkezik-e.

Fényerőszabályzás

A fényerőszabályzásra általában akkor van szükség, amikor kihasználatlan időszakban energiatakarékossági megfontolásból lecsökkentjük a LED nyitóirányú áramát. Mint tudjuk, ez károsan hathat a hatásokra: ha nem megfelelő a driver kiválasztása, akkor itt nem kívánt veszteség keletkezhet. Mind a lineáris, mind a PWM-dimmelés okozhat villódzást, flickert – különösen nagyon alacsony fényerejű fokozatban, az előtét kiválasztásakor ezt is vizsgálni érdemes.

Ripple-áram

Az AC/DC-átalakítás minden esetben zavart kelt a kimeneten, ami a feszültség egyenáramú komponensére rakódó AC-komponens, az úgynevezett ripple formájában jelenik meg. Ez a periodikus zavar áramot hajt át a LED-en, ami a villódzás miatt vizuális diszkomfortérzetet okozhat. Ez a hatás erősödik az alacsony szintű dimmelés esetén. A 100 Hz és ennél kisebb frekvenciát az emberi szem már képes követni, így a cél a ripple és így a villódzás 10% alatt való tartása. További gond lehet a magas ripple-áram esetén – ha az csak rövid ideig is, de meghaladja a LED maximális megengedhető nyitóirányú áramértékét –, hogy ez hosszú távon a LED élettartamának csökkenését eredményezi.

Nyugalmi áramfelvétel és éledési idő

A jelenleg érvényben lévő EU-direktívának megfelelően a LED-alapú világítóttest nyugalmi állapotban nem fogyaszthat többet 1 W-nál. Az új elvárások szerint ez az érték várhatóan nem haladhatja meg a 0,5 W értéket, és a lámpa éledési ideje bi-

zonyos világítások esetén a 0,5 s-ot. Ezt is ellenőrizni kell meghajtó választásakor!

PFC – teljesítménytényező

A meghajtó névleges teljesítményétől függően annak teljesítménytényezőjére, a hatásos és meddőteljesítmény hányadosára is lehetnek előírások. A hálózatra kapcsolt alacsony $\cos\phi$ -vel rendelkező driver esetén nagyobb a felvett áram értéke ugyanazon hatásos teljesítmény átvitele mellett. Ez többlet-energiavesztéssel jár, ezért vastagabb kábelekre vagy fázisjavító berendezések beiktatására van szükség.

2 W alatti driverek esetén a direktívák nem határoznak meg minimális PFC-értéket, de efelett szükség van a $\cos\phi$ -előírásokra, mert nagyszámú rossz teljesítménytényezőjű világítóttest alkalmazása esetén a látszólagos teljesítmény növekedése miatt többletköltségek terhelhetik az üzemeltetőket.

$2\text{ W} < P \leq 5\text{ W}$	$\cos\phi > 0,4$
$5\text{ W} < P \leq 25\text{ W}$	$\cos\phi > 0,5$
$25\text{ W} < P$	$\cos\phi > 0,9$

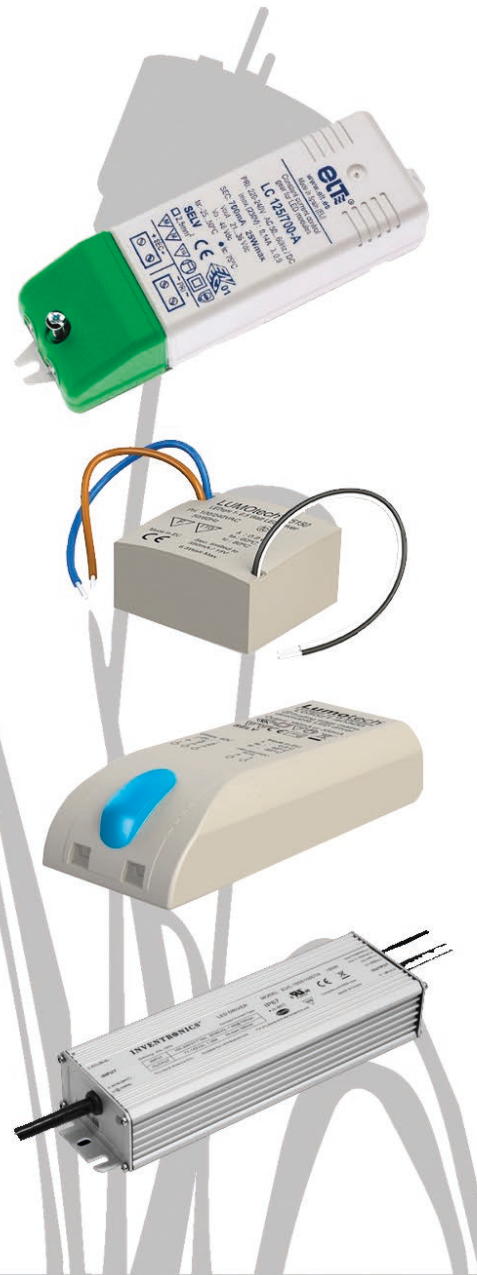
A teljesítménytényező sem tekinthető állandó adatnak, ez is a terhelés függvénye. A tervezőnek figyelembe kell vennie az eltérő $\cos\phi$ -értéket az adott driverre vonatkozóan, mert az egyértelműen csökken a névleges teljesítmény alatti üzemben, miközben a teljes világítóttest meg kell feleljen az EU-direktíva előírásainak.



Teljesítménytényező alakulása a terhelés [W] függvényében, különböző driverek esetén

THD

A teljes harmonikus torzítás (THD – total harmonic distortion) is nagyon fontos tulajdonsága a LED-meghajtónak. A tipikus kapcsolóüzemű tápegység először egyenirányító hidak segítségével az AC/DC-konverziót végzi el, majd DC/DC-konverzió útján állítja elő a kívánt kimeneti feszültséget. Mivel a diódahíd nem lineáris, az



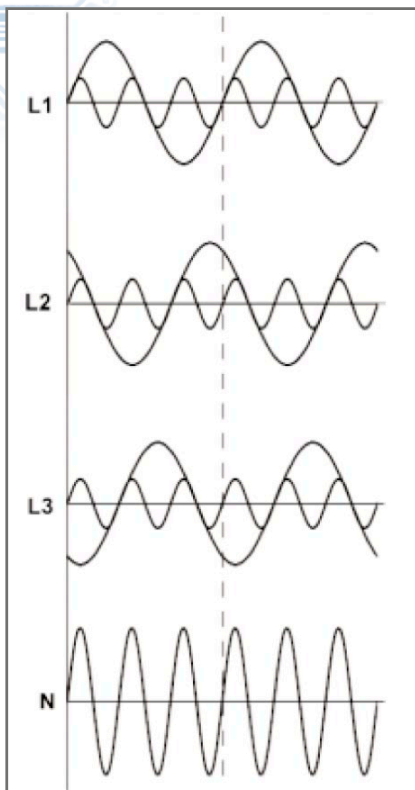
Kül- és beltéren használható állandó áramú/feszültségű LED-meghajtók

- Lumotech
5 év garancia, európai gyártás;
fényerő-szabályozható beltéri eszközök
- Inventronics
IP67 védettségű kültéri modellek;
80 °C-on sem változik a kimeneti áram;
max 45 °C házhőmérséklet
- ELT
Európai gyártás; 50 000 óra garancia a termékekre; DALI driver; kiváló ár-érték arány

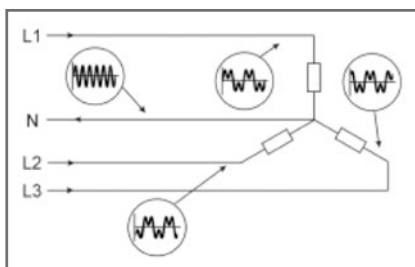
Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH



Tel.: (+361) 297-4191
z.kiss@endrich.com
www.endrich.com



áram is jelentős nonlinearitással bír, benne a bemeneti feszültség frekvenciájának felharmonikusai jelennek meg. Háromfázisú, aszimmetrikus rendszerekben a harmadik harmonikus áramösszetevők jelenthetnek igazi gondot, mert ezek az L1, L2, L3 vonalon fázisban vannak, így eredőjük a nullavezetéken a fázisáramnál akár nagyobb effektív értékű áramerősséget generálhat. A gyakran vékony nullavezeték nem erre méretezett, ami veszélyforrást jelenthet. Ezért gyakorta találkozunk olyan előírással, ami a THD-t <20%, vagy akár ennél jóval kisebb értékben maximalja.



3. Megbízhatóság: élettartam és MTBF

A definíció szerint a megbízhatóság egy valószínűségi érték, azt mutatja meg, hogy egy termék adott működési feltételek mellett adott ideig milyen valószínűséggel képes megfelelően működni. Tehát a megbízhatóság az idő, a körülmények és a „megfelelő” működés függvénye.

A megbízhatóság fontos a karbantartási költségek minimális szinten tartásához. A megbízhatóság számszerűsítésére használatos fogalom az MTBF (Mean Time Between Failures), melynek pontos értelmezése nagyon fontos ahhoz, hogy megértsük, miként vonható le következtetés egy katalógusadatból az eszköz megbízhatóságára vonatkozóan, és hogy miért nem szabad az MTBF-értéket összekeverni a várható élettartammal. Elméletben igaz, hogy a magasabb MTBF-érték egyben nagyobb megbízhatóságot is feltételez, azonban a két érték nem egyenesen arányos egymással.

A Mean Time Between Failure (MTBF) egy statisztikai jellegű közelítés, ami megmondja azt, hogy egy n számosságú eszközpopuláció összesen mekkora ideig képes működni, mielőtt hiba lépne fel. Fontos ismét megjegyezni, hogy ennek semmi köze nincs egy kiragadott eszköz várható élettartamához.

MTBF = (n×t)/R
n: az eszközök száma
t: egy eszköz működési ideje
R: hibák száma

Ha például veszünk egy 1000 driverből álló populációt, melyet 1000 órán keresztül üzemeltetünk úgy, hogy mindössze 5 hiba lépett fel, a képlet szerint az MTBF 200.000 órára adódik. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy egy kiragadott egyed várhatóan közel 23 évig képes hiba nélkül működni. Más szavakkal: ha egy ilyen MTBF-fel rendelkező meghajtókból álló 1000 darabos rendszert telepítünk, átlagosan 5 naponként várható meghibásodás 7/24 üzemben és átlagosan 15 naponta várható meghibásodás 8 órás üzemben.

A megbízhatóság az alábbi képlettel írható le:

$$R(t) = e^{(-t/MTBF)}$$

Ennek megfelelően annak valószínűsége, hogy egy eszköz hasznos élettartama eléri az MTBF-értéket, a következőképp határozható meg:

$$R(MTBF) = e^{-1} = 0,3677 = 36,77\%.$$

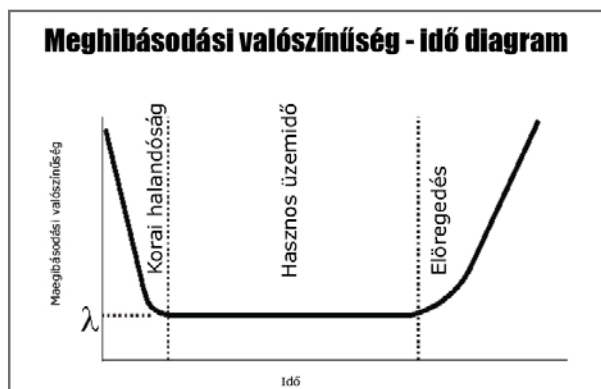
A termék élettartama az jelenti, hogy milyen hosszú ideig képes működni adott körülmények között. Ha ez az élettartam 50 000 óra, akkor a különböző MTBF-el

specifikált eszközök megbízhatósága a következőképpen alakul:

Elvart élettartam [h]	MTBF [h]	Megbízhatóság [%]
50 000	100 000	60,65%
50 000	250 000	81,87%
50 000	400 000	88,25%
50 000	500 000	90%

Jól látható, hogy az MTBF 400%-os növekedése mintegy 30% megbízhatóság-növekedést jelent ugyanolyan élettartam elvárások mellett. Az MTBF és a megbízhatóság nincsen egymással egyenes arányosságban.

Az eszközpopuláció élettartamgörbéje, az úgynevezett – „fürdőkád” görbe három, jól elkülöníthető részre osztható:



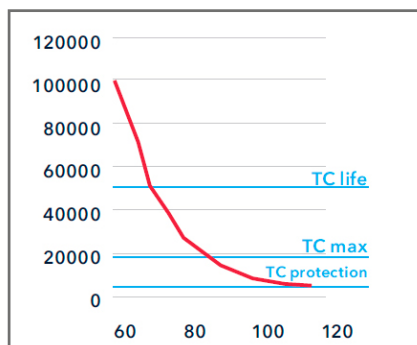
A működés kezdeti fázisát a meghibásodások számának drasztikus csökkenése jellemzi, erre az időszakra a gyártási problémákból eredő korai meghibásodás jellemző („csecsemőhalandóság”): a gyenge egyedek kihullanak, és a meghibásodási ráta alacsony szinten állandósul. A korai kihullások száma csökkenthető a tervezés integritásának növelésével, a kiterjedt stresszteszt alkalmazásával és a minőségirányítási rendszerek bevezetésével. A hasznos élettartam szakaszában a hibák véletlenszerű eloszlásban jelentkeznek, a hibatáta alacsony szinten állandósul. Az időtartam attól függ, hogy mekkora a felhasznált alkatrész várható élettartama. Mielőtt ezek az alkatrészek elkezdene tönkremenni a korosodás, az elektromos stressz és a hőmérséklet-ingadozás együttes hatására, a hibatáta növekedni kezd, és elérkezünk a termék élettartamának végéhez. Ebben a szakaszban a megállapított MTBF már nem érvényes, hiszen az csak a normál hasznos élettartam alatt él. Lehetséges az is, hogy egy 10 éves MTBF-fel rendelkező eszköz 3 év alatt megy tönkre: sajnos nincs megbízható módja az elektronikai eszközök várható élettartamának becslésére.

Általánosságban elmondható, hogy a megbízható komponens- és tápegységgyártók is arra töreksenek, hogy a gyártmány várható élettartama messze meghaladja a termék tervezett élettartamát.

4. Megbízhatóságot befolyásoló tényezők

Működési hőmérséklet

A működési hőmérséklet nagyban meghatározza a világítóttest élettartamát, ezért a termikus tervezésre nagy hangsúlyt kell fektetni. A meghajtókra vonatkozó T_{cmax} maximális felületi hőmérséklet az a határhőmérséklet, ahol az élettartam még garantálható. Még ha a lámpatestben van is beépített hővédelem, az jóval e fölött a hőmérséklet fölött fog aktiválódni, így a tápegység várható élettartama nagyot csökkenhet.

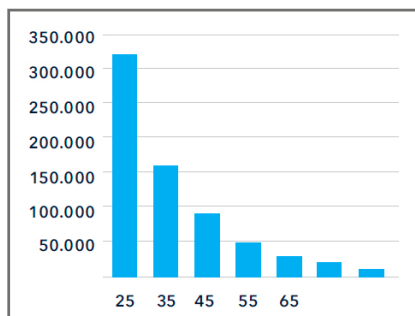


Várható élettartam [hrs] és hőmérséklet [°C] összefüggése

Elektrolitkondenzátorok és egyéb kritikus elektronikai komponensek

A termék élettartamát a leggyengébb, legalacsonyabb várható élettartamú alkatrész határozza meg. A tápegységek esetén ez a komponens általában az alumínium elektrolitkondenzátor. Elsősorban a folyékony elektrolit a magas környezeti hőmérséklet és a hosszú üzemben töltött idő miatti kiszáradása okozza ezt. Hosszú élettartamú és nagy névleges hőmérsékletre tervezett, esetleg polimer elektrolitkondenzátorok használatával nagyobb várható élettartam érhető el, és a kimeneti ripple-feszültség is csökkenthető. Mivel az alumínium elektrolit kondenzátorok élettartama minden 100 °C hőmérséklet-csökkenés hatására duplázódik, nagyon fontos az üzemi hőmérséklet alacsony szinten tartása. Érdekes módon mára a LED-drivereket meghibásodásában már a félvezetők, mint a MOSFET elemek, diódák, optocsatolók és vezérlő IC-k tönkremenetele dominál,

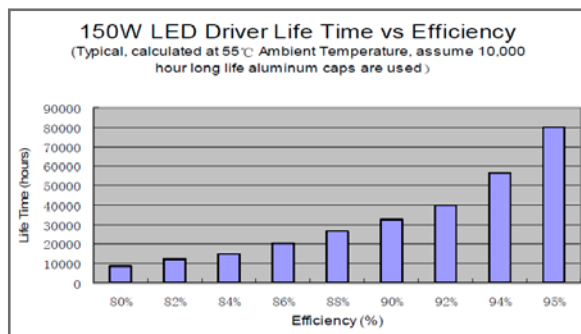
melyben ismételtlen csak a magas üzemi hőmérsékletnek van szerepe. Elmondható, hogy általában minden 100 °C hőmérséklet-növekedés hatására a LED-driver meghibásodási rátája 25–40%-kal nő.



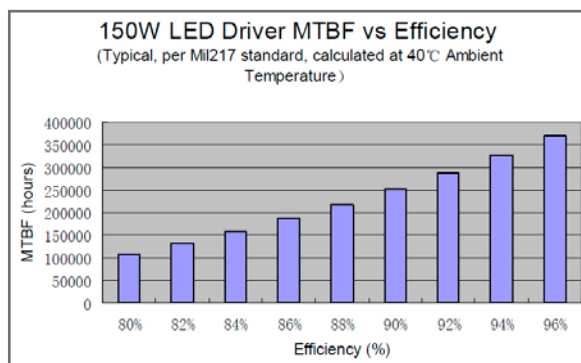
E-cap élettartam [hrs] és környezeti hőmérséklet [°C] összefüggése

Hatásfok

A hatásfok szerepe a driver várható élettartamának meghatározásában a hővesztésen keresztül jelentkezik. Minél kisebb felesleges hő termelődik, azaz minél magasabb a hatásfok, annál kisebb lesz az alkatrészekre jutó termikus stressz.



Egy 150 W-os LED-meghajtó várható élettartama két és félszeresére nő, ha a hatásfoka 85%-ról 93%-ra emelkedik



Egy 150 W-os előtét MTBF-értéke közel 90%-al nő, ha a hatásfok 85%-ról 94%-ra változik

Forrasztási pontok

A forrasztási pontok megízhatósága is komoly szereppel bír, mert a különböző

fémek eltérő hőtágulási tényezője miatt a hőmérséklet-változás közben fellépő mechanikai erők rejtett repedéseket okozhatnak a forrasztási pontokon. További erők ébredhetnek nagyméretű alkatrészek forrasztásakor, illetve rázkódás és vibráció hatására, melyek mind ronthatják a forrasztás minőségét.

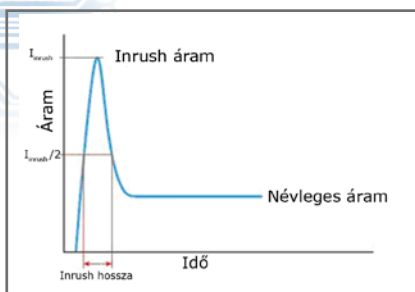
Összefoglalva a megbízhatóságot növelő intézkedések

- Minőségi alkatrészekből épült driveerek alkalmazása, elsősorban az elektrolit-kondenzátorokra és a félvezetőkre helyezve a hangsúlyt.
- A működési hőmérséklet csökkentése a hatásfok emelésével.
- Ráhangyásokkal történő tervezés.

5. Pénzügyi megfontolások

Amellett, hogy figyelembe vesszük a teljesítmény és a megbízhatóság növelésének lehetőségeit, számos olyan technikai jellemzőt is szem előtt kell tartani, amik a gazdaságosságot segítik elő. Ahhoz, hogy több LED-tápegységet használhassunk ugyanazon a hálózaton, így spórolva a kábelezésen és egyéb telepítési feladatokon, figyelniük kell arra, hogy a bekapcsoláskor fellépő transziens áram bizonyos határ alatt maradjon. Ellenkező esetben a kismegszakító nem tudja kezelni az együttesen fellépő hatalmas áramtransziens, és telepítéskor vagy cserélni kell azt, vagy jelentős többletkábelezéssel új szegmenseket kell kiépíteni. Ha az összes alkalmazott meghajtó optimális inrush áramértékkel rendelkezik, többet tudunk ugyanarra a kismegszakítóra kötni és nem lesz indítási probléma a hálózaton.

Az induláskor fellépő nagy transziens áram a tápegységben lévő kondenzátorok pillanatnyi töltődése és a transzformátorok mágneses terének késleltetett felépülése miatt alakul ki. Az úgynevezett inrush áram általában gyors, 10 ms nagyságrendű lefolyású, azonban értéke sokszorosan meghaladhatja a normálkö-



rülmények közti névleges áramértéket, és képes kioldani a kismegszakítót. Érdekes optimális bekapcsolási áramerősségű meghajtót választani retrofit megoldásokhoz, hogy ne kelljen feleslegesen kábelelni. Az Endrich LUMO beltéri driverai a bemeneti oldalon nem használnak elektrolit-kondenzátorokat, így az inrush áram alacsony szinten marad.

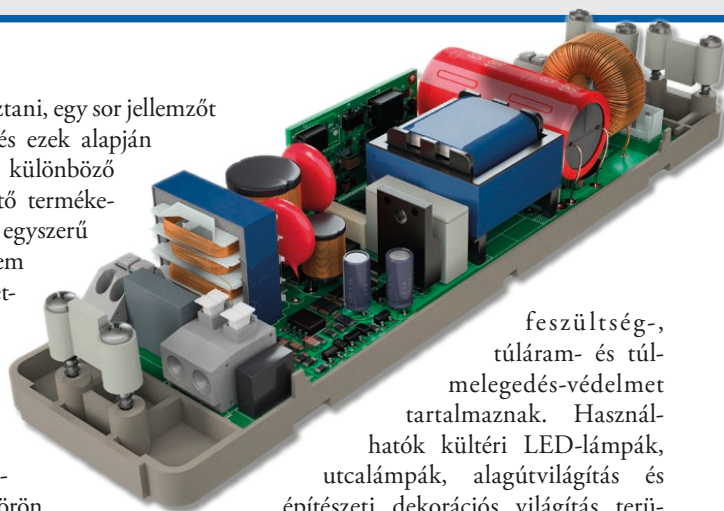
Általában a fix kimenő áramerősségű meghajtók olcsóbb megoldást kínálnak a variálható kimenetű társaiknál, azonban érdemes fontolóra venni ez utóbbi alkalmazását, amikor az újabb, nagyobb fényerejű LED-családok megjelenése és felhasználása mellett is biztosítani akarjuk a lefele történő kompatibilitást.

Összefoglalás

Ahhoz, hogy mind teljesítményében, mind megízhatóságában, várható élettartamában és ár/érték viszonylatban is a legjobb

drivert tudjuk választani, egy sor jellemzőt kell megvizsgálni, és ezek alapján összehasonlítani a különböző gyártók szoba jöhető termékeit. Ez nem mindig egyszerű feladat a gyárak nem tökéletes keresztmetszetű adatszolgáltatása miatt, de hiba lenne csak beszerzési költség alapján választani, mert sok olyan tényező esne a látókörön kívül, ami a projekt összköltségét negatívan befolyásolná. Reményeink szerint a cikkben részletezett jellemzők figyelembevételével pontosabb kiválasztásra van mód!

Az Endrich maga is kínál egy sor kültéri és beltéri LED-driver-megoldást. Mivel nagyjából minden LED-alapú világítástechnikai alkalmazás az energiamegtakarításra és a karbantartási költségek minimális szinten tartására fókuszál, mi is magas hatásfokú és megbízható termékeket kínálunk. Portfóliónk egészen 95%-os hatásfokig és 0,99 teljesítménytényezőig tartalmaz akár IP67 védettségű, vízálló, robusztus meghajtókat. Termékeink megfelelnek a magas szintű érintésvédelmi és biztonsági szabályoknak, EMC-előírásoknak és kielégítő túl-



feszültség-, túláram- és túlmelegedés-védelmet tartalmaznak. Használhatók kültéri LED-lámpák, utcalámpák, alagútvilágítás és építészeti dekorációs világítás területén, de természetesen a beltéri használatra is vannak kiváló megoldásaink. Az Endrich beltéri LUMO-sorozata speciális, hosszú élettartamú 10,000 hrs @ 105 °C kondenzátorokat használ a kimeneti oldalon. Az alacsony ripple lehetővé teszi a stabil, villódzásmentes kimenetet. Az önműködő hőmérséklet-szabályozás pedig biztosítja az öt éves garancia alkalmazását.



KISS ZOLTÁN
KELET-EURÓPAI ÉRTÉKESÍTÉSI
VEZETŐ – ENDRICH BAUELEMENTE
VERTRIEBS GMBH

WWW.ENDRICH.COM

QI 1.2-ES VERZIÓJÚ, 15 W TELJESÍTMÉNYŰ, VEZETÉK NÉLKÜLI ENERGIAÁTVITELI MEGOLDÁS

A Texas Instruments bemutatta az iparág első, WPC (Wireless Power Consortium) által a Qi 1.2-es verzió követelményei szerint jóváhagyott, vezeték nélküli energiaátviteli megoldását 15 W teljesítménnyel. A bq501210 típusnevű megoldás rendszerhatásfoka 84%, amely

a hagyományos vezeték nélküli energiaátviteli megoldásokhoz képest jelentősen alacsonyabb termikus disszipációt jelent. A transzmitter többféle gyorsítottési protokollt támogat, illetve egy sor rugalmas és egyedi igényekre igazítható funkciót is kínál, amelyek a személyi, egészségügyi és ipari elektronikai rendszerek fejlesztői számára egyaránt hasznosak lesznek.

Az ipari végberendezéseknek (pl. PoS terminálok) és hordozható egészségügyi megoldásoknak egyaránt hasznára lesz a 15 W vezeték nélküli energiaátviteli teljesítmény, amely már sok esetben kellően nagy ahhoz, hogy a kábelezés egyszerű s mindenkorra mellőzhető legyen

ilyen tekintetben ezeknél a rendszereknél. Ez jelentősen csökkenti a komplexitást és költségeket egyaránt.

A TI új megoldásával a mobiliszközökkel kompatibilis, gyorsítottési protokollok támogatása révén akár 10 W teljesítmény sugározható át a mobiliszközök vevőibe, a kompatibilitás ráadásul kiterjed a jelenleg piacon lévő gyorsítottési megoldásokra is. A rendszer a bemeneti feszültséget a nagyfeszültségű dedikált töltőport (HVDPC) protokoll segítségével egyezteteti a kompatibilis fali hálózati adapterekkel, a vezérlőkimenet pedig 15 ... 19 V bemeneti feszültség között biztosítja a teljes, 15 W teljesítményt, a kisebb teljesítményű (pl. 5 W) működés pedig akár már 5 V feszültségnél is elérhető.



WWW.TI.COM