

5. A fényforrások működtető elemei

5.1 Foglalatok

A foglalatok a fényforrások mechanikai rögzítésén kívül azok áramellátását is biztosítják. A különböző foglaltípusok közül legismertebbek az Edison menetes izzólámpa-foglalatok. Leggyakoribb változataik E14, E27 vagy E40 menethüvellyel készülnek, ahol az E betű az Edison-menetre, az utána következő szám a menetes rész mm-ben kifejezett átmérőjére utal. A foglalatok névleges feszültsége és áramterhelhetősége ritkán szokott problémát okozni, a szokásos 250 V 4 A a legtöbb alkalmazáshoz megfelel. A nagyobb problémát a melegeedés okozza, a hagyományos bakelitfoglatok általában legfeljebb 60 W teljesítményű lámpához használatosak. Nagyobb teljesítményű fényforrás használata a foglalatok elszéneseződését, tönkremenetelét okozhatja. A lámpatest adattábláján vagy a foglalatra, esetleg a foglalat mellé ragasztott címkén megadott teljesítményt soha nem szabad túllépni.

Egyes izzólámpás lámpatestekben lehet hőálló bakelitfoglat is. A nagyobb hőállóságú foglatot a foglat anyagába préselt T betű és az utána következő szám jelöli, ahol a szám azt a °C-ban kifejezett hőmérsékletet jelenti, amelyen a foglat tartósan használható. Az ilyen foglatokat csak hasonló hőállóságú típussal szabad helyettesíteni.

A porcelánból készült foglatoknál a foglat túlmelegedésének veszélye nem áll fenn, de a foglatba kötött vezeték szigetelése, vagy a foglatba csavart fényforrás túlmelegedhet, ezért a névleges teljesítményt ilyenkor sem szabad túllépni.

Az eredetileg izzólámpák üzemeltetésére készült lámpatestek foglataira jóteherhatással van, ha a fényforrást becsavarható kompakt fénycsőre cserélik. A kisebb villamos teljesítménnyel járó kisebb melegedés a foglat élettartamára kedvező hatással van. Nem minden menetes foglat alkalmas azonban bármilyen becsavarható kompakt fénycső üzemeltetésére. Vannak olyan olcsóbb típusú becsavarható kompakt fénycsövek, amelyek nem elektronikus, hanem hagyományos vasmagos előtétellel működnek és ezért súlyuk lényegesen nagyobb. Ezeket a fényforrásokat főleg olyan lámpatestekben célszerű alkalmazni, ahol a függőleges helyzetű fényforrás alatt helyezkedik el a foglat, mivel a lámpa súlya ekkor nyomóerőként hat. A vízszintes helyzetben fellépő hajlító nyomatékot, illetve a felül elhelyezkedő foglat esetében fellépő húzóerőt nem minden foglat viseli el biztonságosan.

Az Edison menetes foglatokat nagynyomású fényforrások üzemeltetésére is használják. Itt a foglat alkalmazásánál egy újabb szempontot is figyelembe kell venni: ezek a lámpák olyan gyújtókészülékekkel együtt üzemelnek, amelyek a bekapcsoláskor több ezer V-os feszültséglökést is előállíthatnak. Mivel ez a feszültséglökés csak rövid ideig hat, nem szükséges, hogy a foglatokat ilyen feszültség tartós elviselésére méretezzék. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatták, hogy a foglatok (de a lámpatestek egyéb részei is) a névleges feszültségük kb. 4,3-szorosát viselik el biztonságosan a gyújtás idejére. Ebből az következik, hogy egy 250 V névleges feszültségű foglalatra a 2 kV feszültségimpulzust előállító gyújtókészülék még rákapcsolható. A foglat bekötésénél azonban bizonyos biztonsági szabályokat be kell tartani: mivel a foglat megérinthető részei és a menethüvelye között sokkal kisebb a

távolság, mint a megérintható részek és a talpérintható között, ezért a gyújtókészülékről jövő vezetéket mindig a távolabb elhelyezett, tehát biztonságosabb talpérinthatóhoz kell kötni.

Érintésvédelmi alapszabály, hogy a feszültség alatt álló részeket úgy kell szigetelni, hogy a veszélyes feszültség alatt álló részeket ne lehessen megérinteni, még a szabad kézzel leszerelhető részek eltávolítása után sem. Ez alól az alapszabály alól egyetlen kivétel van: az Edison menet. Az ilyen foglalatok vagy biztosítóaljzatok feszültség alatti részei a lámpa vagy a biztosítóbetét kicsavarása után megérinthatók. Bár állandóan újabb és újabb szabadalmak jelennek meg ennek az érintésvédelmi hiányosságnak a megszüntetésére, a gyakorlatban nagyon kevés ilyen jellegű áramütéses beleset fordul elő. Ezért rövid időn belül nem várható, hogy az igen széles körben elterjedt Edison-menetes foglalatok valamilyen más megoldásnak adják át a helyüket.

A halogénlámpák foglatai a szokásos lámpakiviteleknek megfelelően vagy a túlbas lámpafejek befogadására alkalmasak, vagy a két végükön fejtelt ceruzalámpák üzemeltetését teszik lehetővé. Ezek a foglalatok a fellépő jelentős melegedés miatt kivétel nélkül nagy hőállóságú anyagból, elsősorban kerámiából készülnek. A fellépő nagy áramerősségek miatt igen nagy jelentőséggel bír az érintkezők anyaga és felületvédelme is. Foglalatcserénél, de bármilyen más alkatrész cseréjénél is ügyelni kell arra, hogy ha az eredetivel pontosan megegyező típus nem szerezhető be, olyan helyettesítő típust válasszunk, amelynek mechanikai méretei mellett a villamos jellemzői is egyenértékűek. Csak olyan foglalatot használjunk, amelyen megtalálható a villamos biztonság jele. A biztonsági jelekről a lámpatestek fejezet tartalmaz részletesebb információt.

A két végükön fejtelt, egyenes fénycsövek kétcsapos foglatainál ritkán fordul elő biztonsági vagy minőségi probléma. A fénycsövek árama és melegedése viszonylag jelentéktelen, így a foglalatok túlterhelése nem jelent gyakorlati veszélyt. Az általánosan használt, 26 mm átmérőjű, T8 jelű egyenes fénycsövek eltérő hossza kizárja azt, hogy egy foglalatba nagyobb teljesítményű fényforrást helyezzenek, mint amilyenre az adott konstrukció készült. A 16 mm-es átmérőjű T5 jelű egyenes fénycsövek estében azonos hosszúságú csőnek különböző teljesítménye lehet, ezért itt lámpacserekor különös gondossággal kell eljárni.

A fénycsövek foglatait általában vagy rugózó szerelvénnel rögzítik, vagy az egyszerűbb megoldású lámpatesteknél ovális furatokba szerelik a rögzítő csavarokat vagy a foglalat bepattintható a szerelvénylap erre a célra kialakított nyílásába.

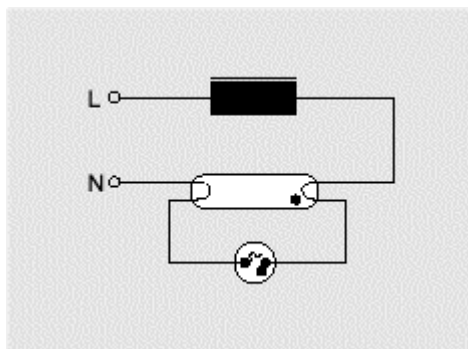
A kompakt fénycsövek működtető elektronikával ellátott változatai minden további nélkül becsavarhatók a hagyományos menetes foglalatokba. A külön előtéttel működő kompakt fénycsövekhez rendkívül sokféle foglalat létezik, a foglalatváltozatok célja, hogy minden lámpa csak abba a foglalatba legyen bedugható, amelyhez az adott lámpa működtetésére szolgáló további alkatrészek csatlakoznak. Újabbban megjelentek a piacon olyan foglalatok is, amelyekbe többféle lámpa is behelyezhető, itt ügyelni kell arra, hogy a nem megfelelő előtéttel működtetett lámpa élettartama megrövidül és a lámpa fényárama eltér a normál értéktől.

5.2 Előtétek

5.2.1 Hagyományos előtétek

A villamos kisüléseknek az a fizikai sajátossága, hogy a negatív karakterisztika miatt a kisülés megindulása után az áram minden határon túl nőne. Ha nem korlátoznánk valamilyen módon az áram növekedését, a fényforrás pillanatokon belül tönkretenné saját magát.

Az áramkorlátozás legegyszerűbb módja a lámpával sorba kapcsolt fojtótekercs rendszerű előtét alkalmazása (ezeket szokták induktív vagy mágneses előtétnek is nevezni).



5-1 ábra. A fénycsövek alapkiosztása

Ezek az előtétek olyan vasmagos tekercsek, amelyek impedanciáját úgy állítják be, hogy a megfelelő lámpával összekapcsolva a lámpán a névleges áram folyjon keresztül. Ezt a névleges áramértéket minden előtéten feltüntetik. Megtalálható az előtéteken azoknak a lámpáknak a típus szerinti felsorolása is, amelyek az adott előtéttel működtethetők.

Az egyszerű fojtótekercs alkalmazásának feltétele, hogy a kisülőlámpa égésheszültsége kisebb legyen a hálózati feszültség felénél. Európában ez könnyen kivitelezhető feladat, mivel a legtöbb lámpa égésheszültsége típustól függően 30V és 110V között helyezkedik el. Ebből egy fontos tényre lehet következtetni, hogy nem a fényforrás, hanem az alkalmazott előtét határozza meg, hogy az adott áramkör milyen hálózatról üzemeltethető.

Az egyszerű fojtótekercsen kívül előfordulnak még az autotranszformátoros felépítésű, ún. feszültségemelő előtétek (a hálózati feszültség felénél magasabb égésheszültségű fényforrások részére), valamint speciális kialakítású (pl. rezonancia elven működő) előtétek.

Az égésheszültség és az áramstabilitás miatt nyilvánvalóan a különböző fényforrás típusok más-más előtétet igényelnek. Ebből adódik, hogy az előtét legfontosabb paramétere a szigorú tűréshatárokkal rendelkező impedancia, melyet a gyártók nem szoktak közölni, hanem a könnyebb eligazítás végett feltüntetik a hozzávaló lámpa típusát és teljesítményét, a táphálózat feszültségét és frekvenciáját, valamint a bekötési rajzot. Azonban az egy fajta fényforrást is többféle, a felhasznált anyagok (réz, vas) minőségében és a kialakítás formájában (keresztmetszet) különböző előtét

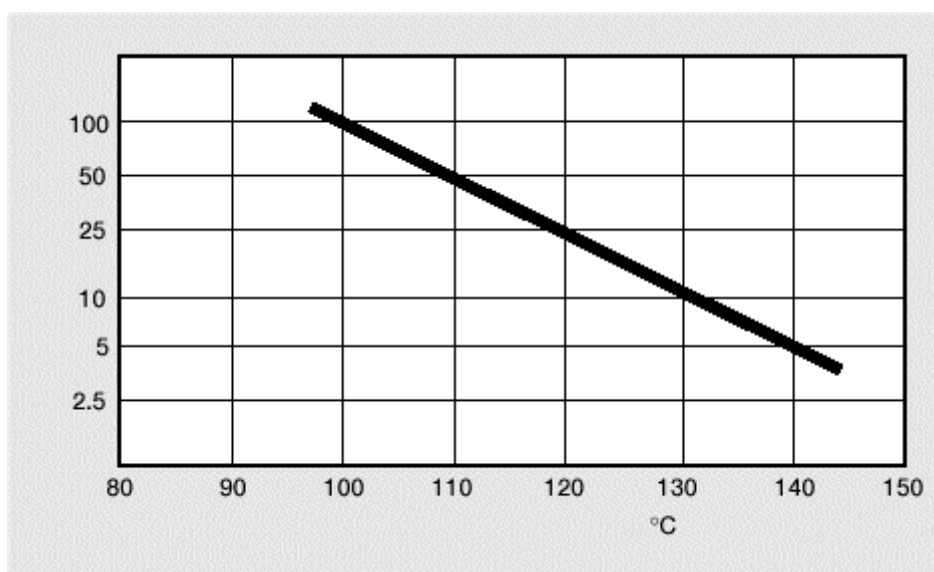
működtetheti. Ezek a jellemzők döntően befolyásolják a fojtótekerccs üzemi és zárlati melegedését, tehát végeredményben az előtét által felvett villamosenergia nagyságát, melyet egyszerűen veszteségnek neveznek. A erre utaló fontos adatok szintén az előtét címkén szerepelnek:

t_w - a legnagyobb tekercshőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$ -ban), amelyen folyamatos működés esetén az előtét várható élettartama 10 év. Általában t_w 130 jelöléssel találkozhatunk.

A jelölést követő számérték azt a $^{\circ}\text{C}$ -ban megadott hőmérsékletet adja meg, amelyen az előtét tartósan működtethető. Meghatározása annak a feltételezésével történik, hogy ilyen hőmérséklet mellett az előtét szigetelő anyagainak termikus öregedése olyan lassú legyen, hogy az előtét várható élettartama érje el a 10 évet. A t_w érték ellenőrzése rövidített, általában 30 napos élettartam-vizsgálattal történik. Az ettől eltérő élettartam-vizsgálatot külön jelölik, pl. a D6 jelölés 60 napos élettartam-vizsgálatot jelent, ahol a D betűt követő szám a vizsgálat hossza dekádokban, azaz 10 napos időközökben megadva.

A nagyobb t_w érték egyértelműen jobb minőséget, tartósabb szigetelőanyagok alkalmazását jelenti. A lámpatest előtétjét soha ne cseréljük az eredetinel rosszabb minőségű típusra. A mai korszerű előtétek t_w értéke általában 130°C , a gyengébb minőségűeké ennél kevesebb.

Az előtétek tekercshőmérséklete és várható élettartama szoros kapcsolatban van egymással. A t_w értéken történő üzemeltetés esetén, mint említettük, 10 éves folyamatos működésnek megfelelő élettartam várható. Más hőmérsékletek esetén az élettartam logaritmikus görbe szerint változik. Az összefüggést fél-logaritmikus koordináta-rendszerben egy egyenessel lehet ábrázolni (az x tengelyen a hőmérséklet lineáris, az y tengelyen az években kifejezett élettartam logaritmikus léptékű). Az 5-2 ábra egy 130°C t_w értékű előtét élettartam görbéjét ábrázolja. Megállapítható róla, hogy pl. a tekercshőmérséklet 10°C -os túllépése felezi az élettartamot, de a másik irányban 10°C hőmérséklet csökkenés 15 év élettartam növekedést jelent.



5-2 ábra. Előtét élettartama (év) a hőmérséklet függvényében

Az elmondottak azonban nem jelentik azt, hogy pl. egy meglévő lámpatest 105°C -os előtétjét érdemes nagyobb hőállóságúra cserélni. A lámpatestek konstrukciója biztosítja

ugyanis azt, hogy az előtét melegedése ne haladja meg a megengedettet, így a legalább 10 éves élettartammal minden esetben számolni lehet (de természetesen csak a szabványoknak megfelelő, bevizsgált lámpatesteknél).

Δt – a környező hőmérséklethez képest a szabványok által előírt feltételek mellett mérhető hőmérsékletnövekedés az üzemszerű használat, illetve rövidzár esetén (pl. Δt 45/140).

Magasabb Δt érték nagyobb melegedésre, tehát nagyobb veszteségre utal. Ennek eredményeképpen az előtétek egyértelmű minőségi megkülönböztetése céljából kezdetben alkalmazták a hagyományos és a veszteségszegény (vagy kisveszteségű) jelzőket, melyeket felváltott az előtétek osztályokba való, és szigorú egységes mérési elven történő besorolása. Ennek megjelölése szintén található az előtét címkéjén (pl. EEI=C).

5.2.2 Elektronikus előtétek

A hagyományosan gyújtott kisülőlámpa zavaró villogásán és a kényszerű fáziseltoláson kívül egyéb tényezők is arra késztették a mérnököket, hogy más megoldást keressenek főleg a fénycsövek üzemeltetésének terén. Aggasztó tényként könyvelték el, hogy az induktív előtétek jelentős veszteségeket okoznak e lámpák áramkörében, amelyek a fényforrás névleges teljesítményének akár 25%-át is kitehetik. A kis veszteségű típusok alkalmazása lényegesen javított az energiamérlegen, viszont a lámpák üzemeltetési feltételeit ez a megoldás nem igen segítette.

Időközben folyó tudományos kutatások bizonyították, hogy az 50Hz-nél nagyságrendekkel magasabb frekvenciájú üzemeltetés tovább csökkenti az előtét alkatrészeinek veszteségeit, az alkalmazott félvezetők jobban stabilizálják a lámpa munkapontját, jelentősen nő a gyújtási készség, és ami nagyon érdekes – nagyfrekvencia érezhetően növeli a fénycső fényáramát is. A félvezető alkatrészek és alapanyagok növekvő műszaki megbízhatósága, az előbbiek árcsökkenése, valamint a gyártás fajlagosan mérséklő költsége révén főleg az elektronikus fénycsőelőtétek eladásai óriási léptékben fejlődnek.

a) Az elektronikus előtét felépítése

Annak ellenére, hogy látszólag csak egyidejűleg a hagyományos fojtótekercs és a gyújtó feladatát látja el, az elektronikus előtét több tíz darab aktív és passzív áramköri elemből áll, melyek mennyisége a készülék jellegétől és nem utolsósorban a minőségétől is függ. Tudniillik a nagyfrekvenciás működésnek és a félvezetős alkatrészeknek köszönhetően az áramkorlátozáson és a gyújtáson kívül az elektronikus előtét egyéb vezérlő, szabályzó, ellenőrző, védő és fénycsőkímélő funkciókat tölt be.

A bemeneti szűrő feladata, hogy a több MHz-es, igen intenzív zavarjeleket ne engedje ki a hálózatra és korlátozza a táphálózaton előforduló káros tranziensek hatását a készülékre, valamint megvédje az előtét elektronikus alkatrészeit az előforduló, pillanatnyi hálózati túlfeszültségtől. A Graetz-hídból és simító kondenzátorból álló egyenirányító változtatja az 50Hz frekvenciájú váltakozó áramot egyenárammá. Természetesen erre a fokozatra nincs szükség egyenáramú táphálózat esetén. Ezután következik a DC/AC átalakító, mely egyszerűbb kivitel esetén az önrezgőkört alkotó kapcsoló tranzisztorokból áll, igényesebb előtét esetében pedig egy oszcillátor hajtja

meg a kapcsoló tranzisztorokat, melyek által biztosított négyszögjelet a készülékből kihagyhatatlan, megfelelő impedanciájú nagyfrekvenciás tekercsen keresztül továbbítják a fénycsőhöz. A nagyobb frekvencia miatt a hálózati frekvenciájú fojtótekercsek nehéz, lemezelt vasmagjai helyett itt kis méretű és veszteségű ferritmagos tekercsek használatosak.

A gyújtóegység a katódok előfűtésére, és a fénycső 500V körüli csúcsértékű, rövid egyszeri impulzusú, de biztos gyújtására szolgál. Az áramstabilizátor egy visszacsatoláson át szabályzó-ellenőrző szerepet játszik. Feladata az elektronikus előtét paramétereinek beállítása és szinten tartása a terhelés és a hálózati feszültség széles tartományában.

b) Az alkalmazás műszaki előnyei

A hagyományos fojtótekercessel szemben a jó minőségű elektronikus előtét összetett áramkörei a fentiekben összefoglalt számos feladatot látják el, melyeken keresztül műszaki szempontból nézve igen sok előnyös tulajdonságra tesznek szert:

- A néhányszor 10 kHz frekvenciás üzemelés esetén a névleges fényáram kibocsátása céljából a fénycső teljesítménye 10%-kal csökkenthető. (Ezért lehetséges az, hogy a 36W-os fénycsövet és előtétet tartalmazó áramkörben összesen 35W teljesítmény mérhető !)
- Speciális kivitelű előtét segítségével a fénycsöves világítás szabályozhatóvá válik.
- A teljesítménytényező (λ) közel 0,95 értékű, tehát nem szükséges a fázisjavítás.
- A fénycső kis hőmérsékleten is (-20°C) biztosan begyűjt.
- Az egyetlen gyújtóimpulzust a pontosan méretezett katódelőfűtés előzi meg, így a lámpa begyűjtása igazi „láng indítással” történik.
- A rendszer egyenáramú tápfeszültséggel is működtethető.
- Az elektronika kikapcsolja a hibás fénycsövet.
- Lámpacsere után automatikus újragyújtás történik.
- Kisebb teljesítményfelvétel révén a fénycső és az előtét kisebb mértékben melegszik.
- Nagyfrekvenciás üzemelésnek köszönhetően az élettartam során kibocsátott fényáram sokkal kisebb mértékben csökken.
- Széles feszültségtartományban stabil a villamos energia felvétele.
- Az előtét súlya jelentősen kisebb.
- Túlfeszültség esetén az elektronikus előtét képes megvédeni saját áramkörét és természetesen a fénycsövet is.
- A hagyományos gyújtóval szemben bekapcsoláskor nem sugároz akkora elektromágneses impulzusokat, melyek az érzékeny műszerek, stúdiók, telefonközpontok, vagy számítógépek munkáját zavarhatnák.
- Kiszűri a táphálózaton előforduló káros tranzienseket, illetve a hálózatra sem engedi ki a több MHz-es felharmonikusokat.
- A kimeneti kapcsok rövidzárja esetén az előtét saját magát leválasztja a hálózatról.

c) Gazdasági szempontok

Az elektronikus előtétek kedvező műszaki tulajdonságai nagyban befolyásolják a fényforrás, a lámpatest, vagy akár az egész világítási rendszer tágon értelmezett gazdaságosságát a fojtótekercses megoldásokkal szemben:

- Az új rendszer 25%-kal kevesebb energiát fogyaszt ugyanakkora fényáram mellett !

- Fényszabályzó készülék alkalmazásával további villamosenergia takarítható meg.
- Kisebb teljesítmény köthető le az áramszolgáltatónál.
- Ennek eredményeképpen kisebb keresztmetszetű kábelek alkalmazhatók.
- Fénycsövek élettartama átlagosan 50%-kal nő.
- A karbantartó emberek munkáját ritkábban kell igénybe venni.
- A helyiség hűtése kevesebb energiát igényel.
- Kisebb villamosenergia-fogyasztás kisebb erőművi kapacitást igényel.

Költségcsökkentő tényezők	Költségnövelő tényezők
1. Alacsonyabb energiafogyasztás 2. Kisebb teljesítmény-lekötési díj 3. Kevesebb vezeték kiépítése 4. Kisebb keresztmetszetű vezetékek alkalmazása 5. Elegendő az egyfázisú hálózat kiépítése 6. Nem szükséges a csoportos/központi fázisjavítás 7. Több alkatrész kihagyható a lámpatestből 8. Rövidebb a szerelési munka 9. Kisebb tervezési tényező alkalmazható 10. A fénycsöveket ritkábban kell cserélni 11. Kevesebb a karbantartási munka 12. Kisebb légtérhűtési igény 13. Szükségtelen a tartalékvilágító lámpatestek szerelése	1. Elektronikus előtétek beszerzési ára 2. A szakszerű szerelési munkamenet bevezetése 3. Az új lámpatestek bevizsgálása

5.1 táblázat: Az elektronikus előtéttel ellátott világítótest közvetlen költségtényezőinek összefoglalása.

c) Az emberi szervezet által tapasztalt hatások

A kisülőlámpákon alapuló világítás számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, melyek valamilyen módon befolyásolják az ún. látási komfortot, az ember általános közérzetét és akár az egészségi állapotát is. Az évtizedek óta szinte mindenütt található, sokszor hidegfényű, villogó és zümmögő fénycsövek gyakran ellenszenvet váltanak ki. Sajnálatos módon ennek legnagyobb oka általában a karbantartó munka hiánya, és nem csupán a hagyományos fojtó-gyújtó alkalmazása. Azonban még ilyen esetben is az elektronikus előtétek további előnyeiket tárják fel.

- A fénycsövek villogásmentesen gyújtanak és működnek.
- Forgó tárgyak megvilágítása esetén a stroboszkóp effektus nem áll fenn, azaz csökken a balesetveszély.
- Az új rendszer csendesen működik.
- A fénycső élettartama végén nem tapasztalható a ciklikus kialvásnak nevezett zavaró gyújtási kísérletsorozat.
- A hallható-látható frekvencia fölötti üzemelésnek köszönhetően a szemkifáradás és a fejfájás veszélye elenyésző, ezáltal elkerülhető a dolgozók korai kimerültsége, nő az összpontosítási készségük.
- Szabályozhatóság révén a mesterséges világítás szintje könnyen összehangolható az ablakon bejutó természetes fény nagyságával.
- Az energia- és anyagmegtakarítás révén kevesebb hulladék kerül természetes környezetünkbe.

Az elektronikus előtét rendelkezik néhány hátrányos jellemzővel is. Elsősorban a viszonylag magas beszerzési ár, valamint az érzékeny alkatrészek révén a magas hőmérséklet és a nagy páratartalom káros hatással lehet a készülékre. Ezáltal külsőtéri,

illetve szélsőséges környezeti hőmérsékletű alkalmazása csak bizonyos feltételek mellett történhet. Azonban az átlagos, főleg belsőtéri körülmények között működő fénycsőves világításban kiválóan üzemel, és a szakszerű beszerelés pillanatától számítva egyáltalán nem igényel sem külön kezelést, sem karbantartást.

A költségmegtakarításra ható leglényegesebb tény viszont az, hogy hosszan tartó üzemelés során az elektronikus előtéttekkel ellátott világítási rendszer jóval kevesebb villamos energiát igényel, mint az induktív fojtótekerceses változat esetén. Gondoljunk végig egy példát. Egy hagyományos áramkörrel rendelkező, stabil körülmények között működő 2x36W-os lámpatest összteljesítménye legalább 90W ($2 \times 36W + 2 \times 9W$). Ugyanaz a lámpatest, de elektronikus (nem szabályozható) előtéttel szerelve, közel 70W-ot vesz fel ($2 \times 32W + 2 \times 3W$). Tehát egységenként 20W-tal kevesebb energiát fogyaszt. Feltételezve évi 250 munkanapot, egy átlagos irodában napi 10 órán keresztül üzemelő 1 darab korszerű lámpatest évente 50 kWh nagyságrendű megtakarítást eredményez. Mivel az új berendezésnek legalább 10 évig működnie kell, ezáltal ezen idő alatt a megtakarítás 500 kWh! Nagyon szigorú feltételek mellett, azaz:

- a villamosenergia árának évenkénti emelkedése 3%,
- az elfogyasztott villamosenergia közületi ára (2001. augusztus) 15,75 Ft/kWh,
- banki befektetési kamat évi 11%,

a 10 év során megtakarítható 500 kWh nagyságú energiaköltség mai napra diszkontálva csaknem 6000 forintnyi összeget jelent, ami igazán bőven fedezi az elektronikus előtéttel szerelt lámpatest beszerzésével járó extra kiadást. Az éves szintű hosszabb üzemidő, kisebb banki kamat, vagy az energia nagyobb mértékű áremelése esetén a nyereség még jelentősebb mértékű. A fenti összeget a világítótestek tényleges mennyiségével megszorozva a megkapott számok óriási pénzekről tanúskodnak. Végeredményben belátható, hogy az elektronikus előtéttek alkalmazása nem csak megtérül, hanem olcsóbbá is teszi a berendezést.

Ezen készülékek felépítéséből és a nagyfrekvenciás jellegéből eredő hatások szabályozására több szabvány állít fel műszaki követelmény-rendszert, melynek keretein belül hangsúlyt kapnak az üzembiztonsággal, működési jellemzőkkel, rádiózavar-szűréssel, felharmonikus jelek korlátozásával és a túlfeszültség elleni védelemmel kapcsolatos kérdések. A jó minőségű előtét címkéje a típuson és a bekötési rajzon kívül tartalmaz utalást arra is, hogy a műszaki paraméterei milyen szabványnak felelnek meg, illetve a minősítő független intézet jelét. Emellett található még több fontos, a szerelvény alkalmazhatóságával kapcsolatos adat. A gyártó köteles megjelölni a működtethető fényforrás típusát, az üzemi áramot, a teljesítménytényezőt, valamint az alábbi két hőmérsékletet is:

t_c - a megjelölt tesztpontra üzem közbeni maximálisan megengedett hőmérséklet. Tehát ez csak a méréshez szükséges referenciaszám, amely önmagában nem minősíti az előtét megbízhatóságát.

t_a – a közvetlen környezeti hőmérséklet legnagyobb megengedett értéke, melyen belül rendeltetésszerűen működő előtét tesztpontján mért hőmérséklet nem lépi túl a kritikus t_c értéket.

Természetesen az előtét minősége (induktív és elektronikus egyaránt) gyártmány- és árfüggő. Az érvényes szabványok általában a zavaró jelenségek megengedett maximális értékét, illetve a műszaki paraméterek tűréshatárait írják elő. Ezen túl a gyártó döntésén múlik, mennyire közelíti meg őket, ami végsősorban érezhetően befolyásolhatja a készülék megbízhatóságát. Így tapasztaljuk, hogy a piacon

meglepően olcsó, de jó minőségűnek hirdetett elektronikus előtétek is találhatók. Bár a támogatóik állítása szerint azok kifejezetten az induktív előtétek helyettesítésére hívatottak, nézzük meg az előnyök és hátrányok mérlegének tényleges alakulását. A mellékelt táblázat a veszteségszegény induktív fojtótekercek, az igényes kivitelű, valamint az olcsóbb változatú elektronikus előtétek néhány jellemzőjének relatív összehasonlítását mutatja a gyártók által hivatalosan közölt adatok alapján:

Jellemzők	Induktív előtét (veszteségszegény változat)	Elektronikus előtét 1. (igényes kivitelű)	Elektronikus előtét 2. (olcsó kivitelű)
Előtét élettartama	Kiváló	Jó	Gyenge
Meghibásodások aránya	Kiváló	Jó	Gyenge
Lámpa élettartama / kapcsolások	Jó	Kiváló	Gyenge
Energia megtakarítás	Jó	Kiváló	Jó
Újrahasznosítás	Kiváló	Jó	Gyenge
Rádiózavarjel kibocsátás	Alacsony	Alacsony	Magas
Lámpacsere utáni újragyújtás	Igen	Igen	Nem
Környezeti hőmérséklet tartománya	Nagyon széles	Széles	Korlátozott
Fényáram stabilitás	Nem	Igen	Nem
Villogásmentes üzemelés	Nem	Igen	Igen
Beszerezés költsége	Nagyon alacsony	Elfogadható	Alacsony
Teljes költség (üzemeléssel együtt)	Nagyon alacsony	Alacsony	Magas

5.2 táblázat. Előtétek relatív összehasonlítása

A nagyfrekvenciás elektronikus előtétek megalkotása és alkalmazása lehetővé tette a fénycsövek fényáram-szabályozását is, mely további energia-megtakarításhoz vezet.

A minőségi belsőtéri világításban résztvevő elektronikus előtéteken kívül egyre inkább szerephez jutnak a fémhalogén lámpákat működtető elektronikus egységek is. Ennek talán a legfőbb oka a lámpák érzékenysége a hálózati feszültség ingadozására, és az ezzel járó színhőmérséklet változás, ami igényes berendezések esetén egy elfogadhatatlan jelenség. Annak ellenére, hogy a nagynyomású kisülőlámpák fizikájából eredően a megbízható készülék előállítása több műszaki problémát és magasabb költségeket von maga után, a kisebb teljesítményű (50, 70 és 150W) elektronikus előtétek piaci igénye egyre nő, hisz a égésfeszültség stabilitása mellett a fénycsőveshez hasonlóan igen sok egyéb előnyös tulajdonsággal is rendelkeznek.

5.2.3 Előtétek energetikai értékelése

Az előtétek energetikai szempontból legfontosabb műszaki adata az előtét által felvett teljesítmény, ami veszteségként jelentkezik, mert a fényforrás fogyasztásához hozzáadódik az előtét fogyasztása is. Az Európai Unió kidolgozott és szabványosított egy olyan osztályozási rendszert, amely az előtét-lámpa áramkör által felvett teljesítmény mérésén alapul. Az előtéteket eszerint A, B, C és D osztályokba sorolják, a legkisebb veszteségű előtétek az A osztályúak, energetikailag a legkedvezőtlenebbek a D osztályúak. Az A és B osztályokat tovább bontják A1, A2, A3, B1, B2, B3 alosztályokra. Fojtótekerecs rendszerű előtéttel legfeljebb a B osztály valósítható meg (ezeket hívják kisveszteségű vagy szuper-kisveszteségű előtéteknek), az A osztályt csak elektronikus elemekkel lehet megvalósítani.

Az ismertetett osztályozási rendszert nevezik EEI osztályozásnak. Az EU országaiban D osztályú előtétet már most (2001-ben) sem szabad forgalomba hozni, és rövidesen a C osztályú előtétek használatát is megtiltják. A C és főleg a D osztályú előtétekből ezért

a világpiacon túlkínálat várható, a nagy veszteségű előtétek dömpingáron kerülnek nálunk is forgalomba. Energiatakarékossági projektek esetén azonban alkalmazásuk semmiképpen nem ajánlható, a nagyobb üzemeltetési költségek miatt.

A jegyzet írásakor a Magyarországon hazai felhasználásra gyártott vagy forgalmazott lámpatestekbe épített induktív előtétek több, mint 90 %-a a C és D osztályba tartozik.

Az EEI - osztályok teljesítményfelvétel értékei

5.3 táblázat - Egyenes fénycsövek

A lámpa jele	Teljesítménye	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
T	15W	18/9W	≤16W	≤18W	≤21W	≤23W	≤25W	> 25W
T	18W	21/11W	≤19W	≤21W	≤24W	≤26W	≤28W	> 28W
T	30W	30/15W	≤28W	≤30W	≤36W	≤38W	≤40W	> 40W
T	36W	38/19W	≤36W	≤38W	≤41W	≤43W	≤45W	> 45W
T	38W	38/19W	≤36W	≤38W	≤43W	≤45W	≤47W	> 47W
T	58W	59/30W	≤55W	≤59W	≤64W	≤67W	≤70W	> 70W
T	70W	72/36W	≤66W	≤70W	≤77W	≤80W	≤83W	> 83W

5.4. táblázat - TC-S kompakt fénycsövek

A lámpa jele	Teljesítménye	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TC-L	18W	21/11W	≤19W	≤21W	≤24W	≤26W	≤28W	> 28W
TC-L	24W	27/14W	≤25W	≤27W	≤30W	≤32W	≤34W	> 34W
TC-L	36W	38/19W	≤36W	≤38W	≤41W	≤43W	≤45W	> 45W
TC-L	40W	46/24W	≤44W	≤46W	Induktív előtéttel nem működtethető			
TC-L	55W	63/32W	≤59W	≤63W	Induktív előtéttel nem működtethető			

5.5. táblázat - TC-F kompakt fénycsövek

A lámpa jele	Teljesítménye	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TC-F	18W	21/11W	≤19W	≤21W	≤24W	≤26W	≤28W	> 28W
TC-F	24W	27/14W	≤25W	≤27W	≤30W	≤32W	≤34W	> 34W
TC-F	36W	38/19W	≤36W	≤38W	≤41W	≤43W	≤45W	> 45W

5.6. táblázat - TC-D kompakt fénycsövek

A lámpa jele	Teljesítménye	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TC-D, TC-DE	10W	13/7W	≤12W	≤13W	≤14W	≤16W	≤18W	> 18W
TC-D, TC-DE	13W	16/8W	≤15W	≤16W	≤17W	≤19W	≤21W	> 21W

TC-D, TC-DE	18W	21/11W	≤19W	≤21W	≤24W	≤26W	≤28W	> 28W
TC-D, TC-DE	26W	29/15W	≤27W	≤29W	≤32W	≤34W	≤36W	> 36W

5.7. táblázat - TC-T kompakt fénycsövek

A lámpa jele	Teljesítménye	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TC-T, TC-TE	18W	21/11W	≤19W	≤21W	≤24W	≤26W	≤28W	> 28W
TC-T, TC-TE	26W	29/15W	≤27W	≤29W	≤32W	≤34W	≤36W	> 36W
TC-T, TC-TE	32W	39/20W	≤36W	≤39W	Induktív előtétellel nem működtethető			
TC-T, TC-TE	42W	49/25W	≤46W	≤49W	Induktív előtétellel nem működtethető			

5.8. táblázat - 2 D kompakt fénycsövek

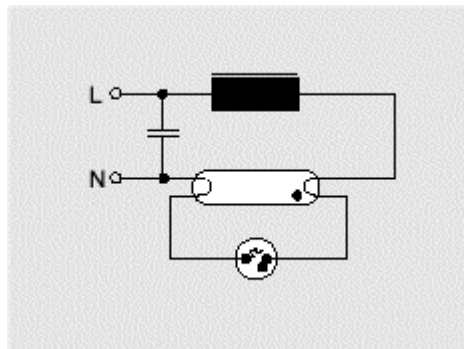
A lámpa jele	Teljesítménye	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TC-DD, TC-DDE	10W	13/7W	≤12W	≤13W	≤14W	≤16W	≤18W	> 18W
TC-DD, TC-DDE	16W	20/10W	≤18W	≤20W	≤21W	≤23W	≤25W	> 25W
TC-DD, TC-DDE	21W	24/12W	≤22W	≤24W	≤27W	≤29W	≤31W	> 31W
TC-DD, TC-DDE	28W	30/15W	≤28W	≤30W	≤34W	≤36W	≤38W	> 38W
TC-DD, TC-DDE	38W	39/20W	≤37W	≤39W	≤43W	≤45W	≤47W	> 47W

Amint a táblázatokból látható, az A1 osztályba csak a szabályozható (változtatható teljesítményfelvételű) fénycsöves kapcsolások sorolhatók.

Felmerülhet a kérdés, hogy az A2 osztálynál hogyan lehet a fénycsöves kapcsolat teljesítményfelvétele előtétellel együtt is kevesebb, mint a fénycső néveleges teljesítménye. A válasz az, hogy ezek a kapcsolások elektronikus előtétellel működnek, és ilyen előtétellel nagyobb frekvenciás táplálás miatt a fénycső által kisugárzott fényáram megnő. Ahhoz, hogy az elektronikus előtétellel működő cső ugyanannyi fényt adjon, mint az induktív előtétellel működő, kisebb teljesítmény is elég. Így a fénycső önmagában, előtét nélkül felvett teljesítménye valójában nem a néveleges értékű, hanem annál valamivel kevesebb.

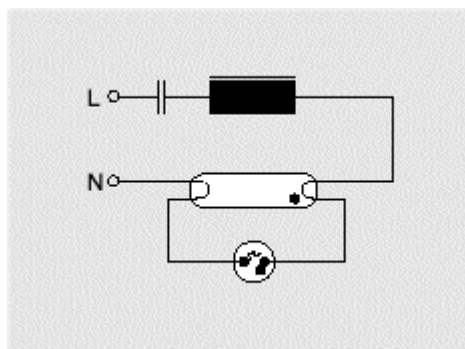
5.3 Kondenzátorok

Az induktív, fojtótekeres rendszerű előtéttekkel sorbakapcsolt lámpák áramköreiben az induktív jellegű terhelés hatására a hálózati feszültség és a lámpaáram között fáziseltolódás lép fel. Ennek hatására a kapcsolás által felvett áram a névleges teljesítményből számítható értékhez képest a fázistényezővel (jele: $\cos \varphi$ vagy λ) fordított arányban megnő. A szokásos előtéttek fázistényezője általában 0,5 körüli érték ami kb. kétszeres áramfelvételt jelent. Ez a fölöslegesen nagy áram a hálózatot terheli, és megnöveli a vezetékeken fellépő feszültségesést. A teljesítménytényező javítására központi fázisjavítást vagy a lámpaáramkörrel párhuzamosan kapcsolt egyedi fázisjavító kondenzátort szoktak alkalmazni az 5-3. ábra szerint.



5-3 ábra. Párhuzamos kompenzálás

A fázisjavítás másik módja az úgynevezett soros kompenzálás. Itt a lámpával és az előtéttel sorbakapcsolt kapacitás az előtét induktivitásával mintegy rezgőkört alkot, amelynek hatására a kondenzátoron mérhető feszültség nagyobb, mint a hálózat feszültsége. Ezért az itt használt, soros kondenzátorok névleges feszültsége nagyobb, megengedett tűrése pedig kisebb, mint a párhuzamos kondenzátoroké. A kapcsolás eredő fázistényezője itt is 0,5 közüli érték, azonban nem induktív, hanem kapacitív jellegű.



5-3. ábra. Soros kompenzálás

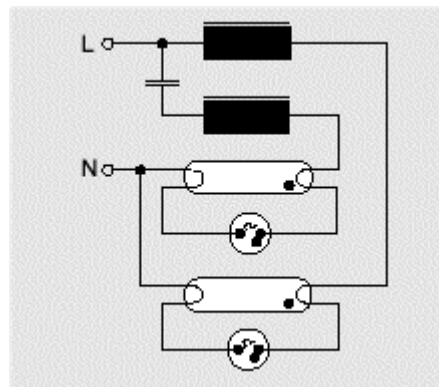
A soros és párhuzamos kondenzátorok adatait az 5.9. táblázat foglalja össze.

A fénycső névleges teljesítménye, W	A párhuzamos kondenzátor		A soros kondenzátor	
	kapacitása, μF	feszültsége, V	kapacitása, μF	feszültsége, V
18	4,5	250	2,7	480

26	4,5	250	3,5	450
58	7,0	250	5,3	450

5.9. táblázat. A leggyakoribb egyenes fénycsövek kondenzátorainak műszaki adatai

A soros kompenzálás gyakorlatban alkalmazott módja a két áramkörös lámpatestekben használt, úgynevezett duókapcsolás. Ennél a kapcsolásnál az egyik fénycső áramköre a szokásos módon működik, a másik cső azonban egy soros kondenzátoron keresztül kapcsolódik a hálózatra (5-4. ábra).



5.4. ábra. Fénycsövek duókapcsolása

Mivel a kapacitív és az induktív ág fázistényezője azonos értékű, de ellenkező előjelű, a teljes kapcsolás eredő fázistényezője egységnyi. Miután a két fénycső árama egymáshoz képest kb. 90° -kal el van tolva, a hálózat nullátmenetekor tapasztalható és a fénycső pillanatnyi kialvását eredményező jelenség nem egy időben jelentkezik. Ezáltal az így kapcsolt fénycsövek villogása, az ún. stroboszkóp hatás lényegesen kisebb.

5.4. Gyújtók

A kisülőlámpák begyújtásához általában nem elegendő a hálózati feszültség. Az annak többszörös értékét alapvetően két külső áramköri elem összehangolt működése biztosítja: a gyújtó, mely kizárólag csak a fényforrás indításának folyamatában vesz részt, valamint az induktív előtét (fojtótekercs), melynek szintén jelentős szerepe van a lámpa begyújtásánál.

A gyújtás sikere elsősorban az alábbi jellemzőkön múlik:

- fényforrás típusa és kialakítása
- gyújtóimpulzusok száma
- az impulzus csúcsértéke és szélessége
- impulzus fázishelyzete
- tápfeszültség nagysága

A gyújtófeszültség nagyságát korlátozza a lámpa típusa, fejelése és az alkalmazott foglalat.

Természetesen a fenti paraméterek szigorúságának foka fényforrástípustól függ, azonban alapvetően a nagynyomású lámpák szakszerű gyújtási folyamata műszakilag nehezebb feladatot jelent.

5.4.1 Fénycsőgyújtók

A kb. 600 V és 900 V közötti feszültség impulzusokat szolgáltató fénycsőgyújtók viszonylag egyszerű szerkezetű készülékek. Lényegében ez egy nemesgázzal töltött parázsfénylámpa (glimmlámpa), mely egy vagy két ikerfém érintkezőt tartalmaz, ami aszimmetrikus, illetve szimmetrikus felépítésű gyújtót eredményez. A fénycső legegyszerűbb kapcsolási áramköre az 5.1 ábrán látható. A hálózati feszültség megjelenése nyomán a gyújtóban megindul a parázsfénykisülés, mert ennek gyújtási feszültsége kisebb, mint a hálózati feszültség. A kisülés okozta hőképződés hatására az ikerfém érintkezik a másik elektróddal, tehát rövidre zárja az áramkört. Ennek eredményeképpen a fénycsőkatódokon áram halad át, amellyel elkezdődik az előfűtés folyamata. Mivel eközben a parázsfénykisülés megszűnik, az ikerfém lehül és megszakítja az áramkört. Ezáltal az induktív előtéten (fojtótekercsen) önindukciós feszültségülkés keletkezik, amely már elegendő a fénycső begyújtásához. Mivel a fénycső égési feszültsége kisebb a gyújtókészülék gyújtási feszültségénél, ezért szabályos működés esetén a gyújtó aktív szerepe megszűnik.

Általános szabály:

$$U_{\text{gy}}^{\text{fénycső}} > U_{\text{hálózat}} > U_{\text{gy}}^{\text{gyújtó}} > U_{\text{égés}}^{\text{fénycső}}$$

Sikertelen gyújtás esetén az egész folyamat addig ismétlődik, amíg a kisülés meg nem indul. Ennek oka lehet a rövid előfűtési idő, alacsony környezeti hőmérséklet vagy akár az előregedett fénycső katódjainak lecsökkent emisszió képessége. Az utóbbi esetben a nagyszámú sikertelen gyújtási kísérlet a gyújtó tönkremenetelét is okozhatja, ezért fénycsőcserekor szokás a gyújtót is cserélni. Léteznek olyan gyújtók is, amelyek érzékelik a túlmelegedés folyamatát és egy bizonyos időn belül lekapcsolják az áramkört, megvédve ezzel az elektromos alkatrészek épségét, valamint megkímélve az emberi szemet a kellemetlen villogástól.

A kereskedelmi forgalomban alapvetően két fajta fénycsőgyújtó található. Az egyik a legfeljebb 60V-os égésfeszültségű, sorba kapcsolt fénycsövek (4-22W) ún. tandem

(soros) üzemeltetésére alkalmas aszimmetrikus gyújtó, illetve a magasabb égésfeszültségű és egyedi (single) üzemű fénycsőket működtető univerzális szimmetrikus gyújtó (4-80W).

A fénycsővek optimális fényárama $+25^{\circ}\text{C}$ környezeti hőmérsékleten érhető el. Azonban tapasztalatok mutatják, hogy az alkalmazásukra nagyon szélsőséges körülmények között is kerül sor. Ehhez természetesen igazítani kellett a gyújtók műszaki lehetőségeit. A hagyományos felépítésű fénycsőgyújtók egyes gyártók szerint -20°C és $+80^{\circ}\text{C}$ között megbízhatóan üzemelnek.

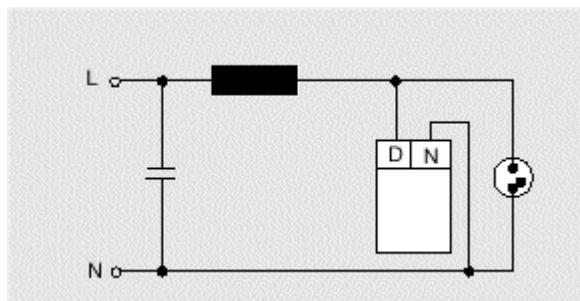
Léteznek olyan fénycsővek is, amelyek külső vagy belső gyújtócsík, illetve speciális bevonat révén gyújtó nélkül működnek (ún. „robbanásbiztos”, ill. rapidstart fénycsővek). Ezek a lámpák speciális kialakítású (pl. rezonancia) előtétet igényelnek.

5.4.2 Nagynyomású lámpák gyújtói

A segédelektrodokkal rendelkező higanylámpa kivételével a többi nagynyomású lámpa nem gyújtható be egy külső gyújtókészülék nélkül, amely fényforrástól függően 800 V és 5000 V közötti feszültség-impulzust biztosít. A nátrium- és a fémhalogén lámpák gyújtásának három alapvető módja ismert:

- párhuzamos-kétpontos kapcsolás (hagyományos impulzusgyújtó)
- párhuzamos-hárompontos kapcsolás
- soros-hárompontos (szuperpozíciós) kapcsolás

A hagyományos impulzusgyújtó egy automatikus kapcsoló, amely általában ikerfém kialakítású, de lehet akár tirisztoros vagy relés kivitelű is. Amennyiben a 230V-os hálózati feszültség hatására a lámpa azonnal nem gyújt be, akkor a kapcsolóban keletkező parázskisülés hatására az érintkezők összezárják a gyújtó áramkörét. Az így kialakult soros RLC csillapított rezgőkörben 500-600 V csúcsértékű, a hálózati feszültségre szuperponált nagyfrekvenciás impulzus képződik. Ha ennek hatására a lámpa továbbra sem gyújt, az addig zárt ikerfém érintkezők lehűlnek és újra kinyitják az áramkört, ami miatt az előtétben kb. 2 kV nagyságú, és viszonylag hosszú (100 μs) önindukciós feszültséglökés jön létre, amely biztosan begyújtja a lámpát. A párhuzamos-kétpontos gyújtó kapcsolása az 5.5. ábrán látható.



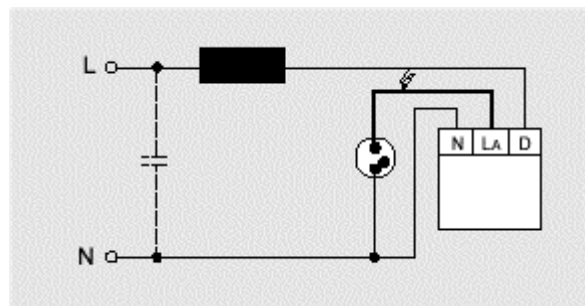
5-5. ábra. A párhuzamos gyújtó kapcsolása

A ritkán használt párhuzamos-hárompontos gyújtó esetén a kapcsoló szerepét tirisztor tölti be, az előtét pedig autotranszformátor kialakítású. Ennél a kapcsolásnál az 500-600 V csúcsértékű impulzus visszakerül az autotranszformátor primer tekercsére, és így a

szekunder tekercsen akár 2,5 kV értékű feszültséglökés keletkezik, amely elegendő a lámpa begyújtásához.

Párhuzamos kapcsolások esetén a megjelenő impulzus az előtét tekercselésén is megjelenik. A rendszer hátránya, hogy a lámpa és előtét közötti távolság legfeljebb 10m lehet, a vezetékezés szórt terhelő kapacitása miatt. Ezen kívül a konstrukciós adottságok miatt a nagyfeszültségű impulzus közvetlenül az előtét tekercselésén is jelenik meg, ami a hosszan tartó sikertelen gyújtási kísérletek révén tönkre teheti az előtétet, és a folyamat akár tűzveszéllyessé is válhat.

A ma leginkább alkalmazott korszerű gyújtók a szuperpozíció elve alapján működnek (5.6. ábra). A hálózati feszültség bekapcsolásakor létrejövő parázsfénykísülés révén (ikerfém kapcsoló esetén) a gyújtóban elhelyezett kondenzátor feltöltődik. Az ikerfém érintkezők összezárása nyomán a kondenzátor kisül, és ezzel a kialakult soros rezgőkörön csillapodó szinuszos nagyfrekvenciás feszültség keletkezik. Ennek hatására a szekunder tekercsben 1-2 μ s szélességű, 3-5 kV nagyságú, a hálózati feszültségre szuperponált komponens keletkezik, mely biztosan begyújtja a lámpát. A gyújtókészülék és a lámpa közötti vezeték hossz max. 1,5 m lehet, viszont az impulzustól megkímélt előtét szinte tetszőleges távolságban helyezhető el. Jelenleg a soros-hárompontos gyújtók az ikerfém kapcsoló helyett elektronikus (tirisztoros) kapcsolóval rendelkeznek, melynek akár tartós működés esetén is csak elfogadható szintű zavarjeleket bocsátanak ki.



5.6. ábra. Szuperpozíciós gyújtó kapcsolása

Az ikerfém érintkezőkkel rendelkező gyújtók esetén a meghibásodott vagy hiányzó lámpa a kapcsoló 1-2 napon belüli tönkremenetelét okozza a folyamatos gyújtási kísérletsorozat révén. Ez a szándékosan létrehozott folyamat a zavarjelek megszüntetését, valamint párhuzamos kapcsolás esetén a fojtótekercs megkímélését szolgálja. Ezáltal lámpacsere alkalmával az ikerfém betétet is cserélni kell, amennyiben ilyen kapcsolóval rendelkezik a gyújtókészülék. Ennek elkerülése végett megalkották az ún. időtagos (leálló) gyújtót, mely néhány sikertelen kísérlet után abbahagyja a gyújtást, és végeredményben a hálózati feszültség bekapcsolását követően néhány perc múlva leáll, ami kedvezően befolyásolja a többi áramköri elem élettartamát is. Az időzítés fényforrástípustól függően általában 2 és 20 perc között alakul.

A jó minőségű gyújtók széles hőmérsékleti tartományban működnek, azaz leginkább – 30°C és +70°C közötti környezeti hőmérséklet esetén szavatolják a készülékek üzemképességét.

A nagynyomású lámpákat működtető gyújtókat a lámpa típusához kell illeszteni, és végeredményben egy gyújtó általában több fajta fényforrást képest begyújtani, amit a készülék dobozán a gyártók fel is szoktak tüntetni. Ezen kívül a címkén található még a

bekötési rajz, táphálózat jellemzői, maximális áram, az üzemi hőmérsékletre vonatkozó adatok és a minősítés jele.

A legkorszerűbb gyújtókészülékek felismerik, hogy a lámpa a gyújtóimpulzus hatására begyújtott-e. Ha a gyújtás bármilyen okból nem történik meg, a gyújtókészülék időzítése a további gyújtóimpulzusok keltését egy idő után leállítja, mivel a gyújtóimpulzusok állandó jelenléte zavarhatja a rádió- és tévékészülékeket, valamint a lámpatest idő előtti meghibásodásához is vezethet. A különféle lámpák (közönséges és javított színvisszaadású nátriumlámpa, fémhalogénlámpa, kerámia kisülőcsöves fémhalogénlámpa) esetében a fizikai tulajdonságok miatt más-más a szükséges leállási idő, ezért különböző leállási idejű gyújtók léteznek (részletek a gyújtókészülékek gyártóinak műszaki ismertetőiben találhatóak). 1999-ben jelentek meg a piacon az első olyan, digitális elven működő gyújtókészülékek, amelyek bármilyen lámpafajtához használhatók.

Az elektronikus előtétkekhez hasonlóan a gyújtókészülékeken is feltüntetik a felület legkritikusabb pontjának megengedett melegedését, amit itt is t_c -vel jelölnek.

5.5 Fényszabályozás

A világítási rendszerek fejlődése a fényszabályozás egyre nagyobb körben való elterjedésével jár együtt. Ennek fő oka, hogy így nemcsak energiát takaríthatunk meg, hanem a helyiségben tartózkodók látási körülményeit, közérzetét is javíthatjuk.

A világítási elektronikus áramkörök részaránya a legfejlettebb országokban már elérte a 10%-ot és ez az arány folyamatosan növekszik. A világítási komfort és az energiatakarékosság szempontjainak előtérbe kerülésével, a szükséges szabályzási, vezérlési feladatok függvényében az elektronikus eszközök egyre bonyolultabbak lesznek. Az elektronika minden területén megfigyelhető egy bizonyos bonyolultsági szint felett az analóg helyett a digitális technika térhódítása. A világítástechnika elektronikus áramkörei napjainkban érték el arra a kritikus szintre, amikor már gazdaságosság szempontjából is összemérhető a kétféle megoldás. A digitális technika számos olyan alkalmazástechnikai igény kielégítésére is egyszerű lehetőséget teremt, ami az analóg rendszerekkel csak nehézkesen valósítható meg.

A szabályozó körök megvalósítására először az analóg módszert használták. Az analóg szabályzó jel általában 1-10 V-os tartományban változó egyenfeszültség formájában jut el a vezérelt elemekhez.

Az analóg módszer hátránya akkor jelentkezik, ha nagyobb távolságban szeretnénk elhelyezni a vezérlő elemeket a fogadó elektronikától, illetve ha bonyolultabb rendszer kiépítésére van szükség. A vezérlőjelet átvivő vezető ellenállása csökkenti a vezérlőfeszültséget, és ez a fényáramban észlelhető különbségeket okozhat. Ezek mellett az analóg szabályozás zavar-érzékeny. A nagyobb analóg rendszerek megtervezése, kiépítése és üzemeltetése igen bonyolult és költséges feladat. Ezért ma már egyre több gyártó áll át a digitális vezérlést alkalmazó rendszerek gyártására.

A digitális szabályozó rendszerek előnye, hogy a jelátvitel minősége független a vezeték keresztmetszetétől, illetve hosszától, érzéketlen a zavarokkal szemben. Előnyös tulajdonsága még, hogy megfelelő kódrendszer használata esetén független a polaritástól és a vezérlőjel több funkciót is elláthat (pl. visszajelzés a fényforrás állapotáról, csoportok képzése, stb.).

Az első kereskedelmi forgalomban elterjedt digitális szabályozás bevezetésében a DSI (Digital Serial Interface) rendszer volt. A digitális jel hibajavító kód alkalmazásával jut el a vezérelt eszközökhöz. Egy jeladó 25-200 eszközt képes vezérelni 50-200 méteres távolságban. A rendszer tartalmazhat egy olyan vezérlőegységet is, amelyhez érzékelők kapcsolódnak (infraérzékelő, fényérzékelő, jelenlétérzékelő). Egyszerűbb esetben lehetőség van egyetlen csengő nyomógommbal történő szabályozásra is.

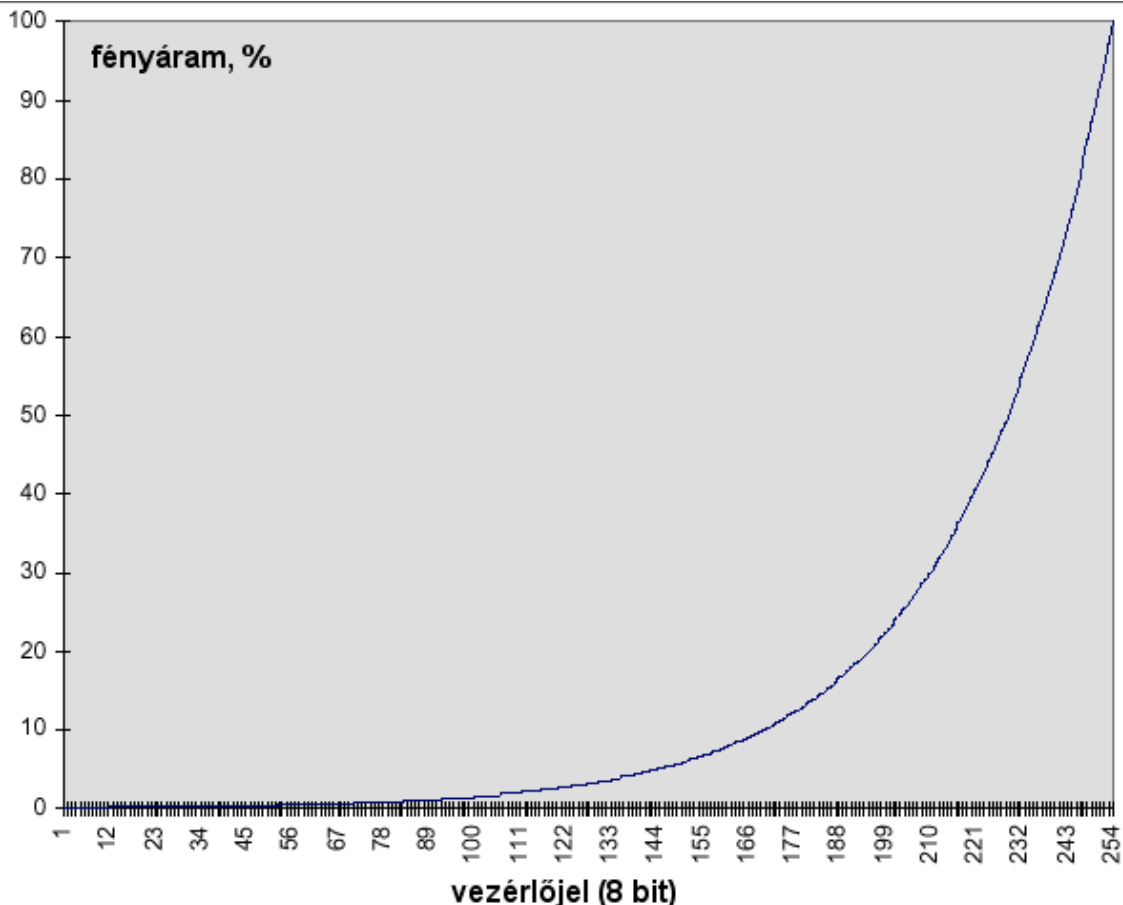
Ennél több lehetőséget ad az a megoldás, amikor a fényszabályozás az épület-felügyeleti rendszer buszrendszeréhez (pl. EIB, instabusz) kapcsolódik. Ebben az esetben egy olyan egységet kell alkalmazni, amely az EIB buszról érkező információkat alakítja át DSI jelekké, innen pedig a fent már ismertetett módon jut el az információ a fényforrásokat működtető eszközökhöz.

A fényszabályozó rendszerek gyártói legújabban megegyeztek egy új, cégfüggetlen világítás szabályozási szabvány bevezetésében, amelyet DALI-nak (Digital Addressable Lighting Interface) neveztek el. Ebben a rendszerben a digitális jelek használata mellett az egyes működtető egységek címezhetőek, csoportba sorolhatók, és világítási beállításokat lehet definiálni.

Alapvető előnye a rendszernek, hogy az adatátvitel kétirányú, a vezérelt egység lekérdezhető például az általa működtetett fényforrás állapotáról. További előnyös tulajdonság, hogy buszrendszer lévén, több vezérlőegységet is kapcsolhatunk a rendszerbe, ahogyan azt az alkalmazás megkívánja.

A busz elemei a tápegység, a vezérlő és a vezérelt elemek. A tápegységet a legtöbb esetben villamos kapcsolószekrényben helyezik el, de szükség esetén valamelyik lámpatestbe is beépíthető. A tápegység névleges árama általában 200 mA, amely kiszolgálja a legfeljebb 64 vezérelt elemet (128 mA) és a vezérlő elemeket (ezek áramfelvétele általában 6 mA).

A vezérelt elemek a DALI vezérlőjeleket fogadni képes elektronikus előtétetek, elektronikus transzformátorok. Ezek az előtétetek normál és kompakt fénycsövekhez készülnek, szabályozási tartományuk általában 1-100%. Az előtétetek a buszon érkező megvilágítási szintre vonatkozó parancsokat az emberi szem logaritmikus jellegű érzékenységének megfelelően értelmezik. Ez azt jelenti, hogy az adatbit egységnyi változásához tartozó fényáram-változás értéke a teljes szabályozási tartományban mindig azonos, kb. 2,8%-os. A szabályzás jelleggörbáját az 5-8. ábra szemlélteti.

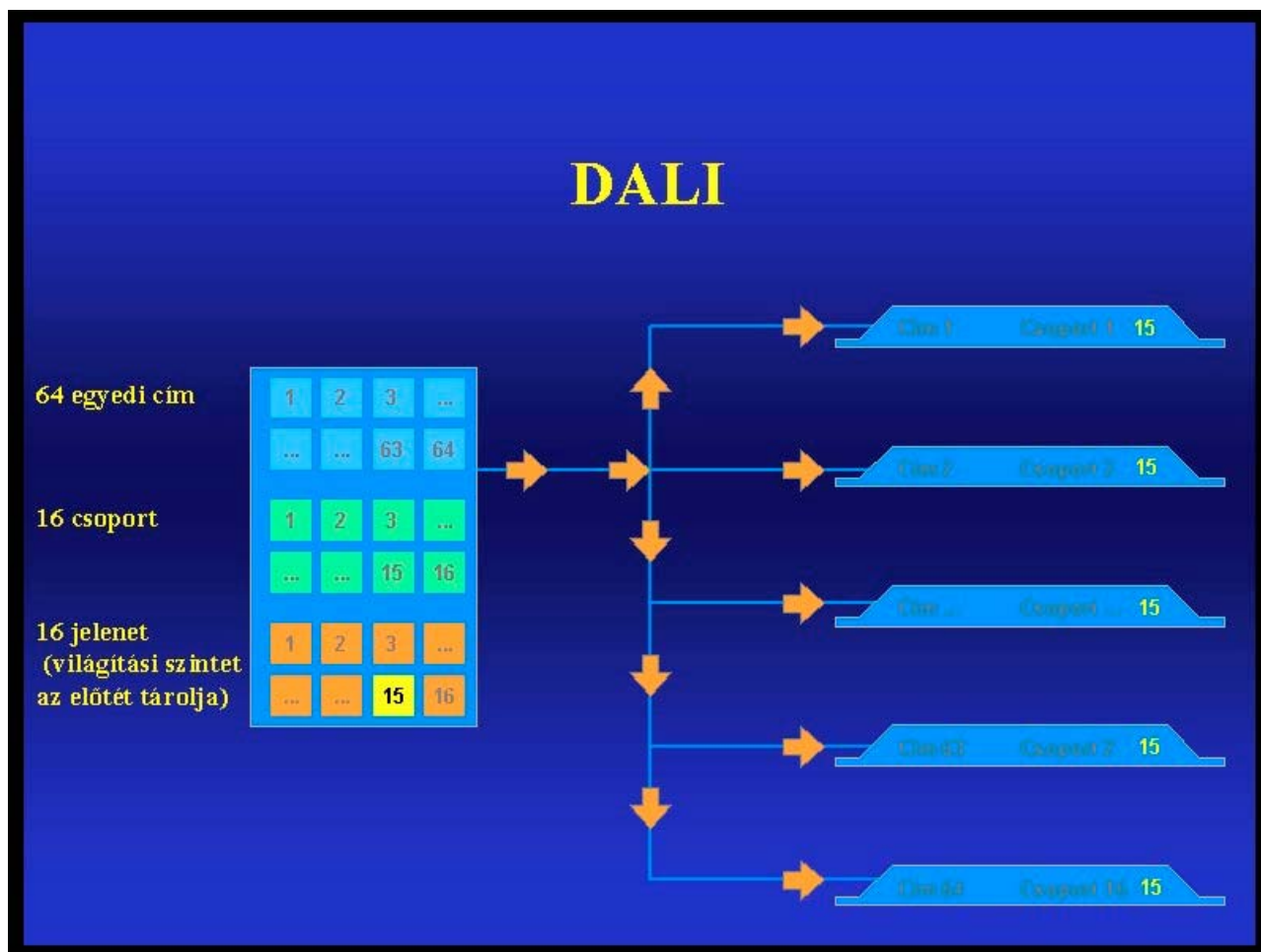


5-8 ábra. A digitális szabályozás jelleggörbéje

A vezérlőegység lekérdezheti az előtéteket például a fényforrás állapotáról és az aktuális teljesítményszintről. Ezt egyébként az előtétek néhány más fontos adattal EPROM-ban tárolják, így áramkimaradás esetén nem vesz el információ.

A vezérlőegység szerepét többféle elem töltheti be. Lehetőség van pl. személyi számítógépet RS-232 porton keresztül a rendszerbe kapcsolni. Ekkor számítógépes programmal lehet az egyes előtétekhez címet rendelni, szabályozni, csoportosítani és fénybeállításokat készíteni. Léteznek egyszerűbb vezérlőelemek is, amelyek például lámpatest csoportok csengőnyomógommbal történő szabályozását teszi lehetővé, vagy olyan távirányítós rendszerek, amelyek elmentett fénybeállítások gombnyomással történő előhívására alkalmas. Ezekben az egyszerűbb esetekben természetesen a rendszer összes képességét nem lehet kihasználni, mivel a nyomógomb nem képes a visszirányú adatforgalom fogadására.

A DALI buszrendszerre legfeljebb 64 külön-külön címezhető vezérelt egységet lehet kapcsolni, az 5-9. ábra szerint. Ezeket az egységeket csoportokba lehet sorolni. A képezhető csoportok száma legfeljebb 16, amelyek megfelelő parancsokkal együttesen szabályozhatók. A vezérelt egységek fénybeállításokat is képesek tárolni. Az elmentett jelenetek előhívhatók, az átúsztatás sebessége is megadható.



5-9. ábra. A DALI rendszer felépítése

A rendszer közepes méretű létesítményekben önállóan alkalmazható, nagyobb rendszerek vagy épületfelügyeleti funkciók igénye esetén EIB vagy LON buszrendszerhez kapcsolható.

A rendszer előnye, hogy az EIB rendszerhez hasonlóan nem fűződik egyetlen gyártó nevéhez sem. Különböző gyártók termékeit lehet egy rendszerben működtetni, vagy egy korábban megvalósított létesítmény későbbi fejlesztésekor más termékeket is lehet használni, amennyiben az valamilyen szempontból kedvezőbb. A kompatibilitás természetesen csak a rendszer hardver elemeire vonatkozik, a működtető szoftvert az egyes cégek külön fejlesztik. Amint a pilot projektek eredményeiből kitűnt, megfelelően kialakított és szabályozott fény szabályzás esetén a világítási célú energiafelhasználásnak akár a 70 %-a is megtakarítható.

Ellenőrző kérdések

1. Miért van szükség előtétre?
2. Min alapul az EEI osztályozás?
3. Hogyan lehet egy lámpatest teljesítménye kisebb a benne lévő fénycső névleges teljesítményénél?
4. Mit jelent a t_w érték?
5. Milyen összefüggés van az előtét tekercs hőmérséklete és élettartama között?
6. Mekkora áram folyik egy fázisjavító kondenzátor nélküli fénycső áramkörében?
7. Mi jellemzi a soros fázisjavító kondenzátort?
8. Melyek a digitális szuperpozíciós gyújtó előnyei?
9. Mi az analóg és a digitális fényszabályozás közti különbség?
10. Hány címet tud kezelni a DALI rendszer?
11. Milyen szabályozási lehetőségek vannak a DALI rendszerben?