

Lămpile cu halogenuri metalice și balasturi electronice utilizate pentru iluminatul public

Gheorghe GHIUR, Radu PORUMB, Constantin IVANOVICI, Ionel POPA,
Daniel Emilian DOBRESCU, Ion VĂCĂRESCU *

Abstract

Development of a good quality public lighting represents a requirement, both social and economic, by adopting the best technical solutions for the increase of the lighting installations power efficiency. The recommended lighting level is established based on some technical-economic studies by comparing the lighting installation cost and the indirect losses due to the social costs, accidents and aggressions in the night-time. The reduction of the lighting level under the recommended values generates a rapid increase of the indirect losses so that the electric power saving necessary to the lighting systems cannot be obtained by reducing the lighting level, but it can be obtained only by using highly efficient lighting installations which are able to ensure the adequate lighting level.

Keywords: outdoor electric lighting, discharge lamps, sodium vapour lamps, metal halides lamps, metal halides lamps, mercury vapour lamps

1. INTRODUCERE

Iluminatul electric modern contribuie la realizarea unor condiții adecvate desfășurării activităților umane în centrele urbane și rurale, precum și o importantă reducere a numărului de accidente și agresiuni asupra persoanelor.

Iluminatul public trebuie să îndeplinească condițiile prevăzute de normele luminotehnice, fiziologice, de siguranță a circulației și de estetică arhitectonică, în următoarele condiții:

- utilizarea rațională a energiei electrice;
- reducerea cheltuielilor anuale de exploatare a instalațiilor electrice de iluminat.

În cazul iluminatului stradal pot fi obținute economii importante în consumul de energie electrică prin realizarea unui iluminat adaptabil traficului (reducerea nivelului de iluminat pe intervalul orar 0-5 al nopții).

Studiile efectuate au pus în evidență faptul că dotarea instalațiilor actuale de iluminat stradal cu instalații performante de control al consumului de energie electrică este justificată și economic, realizându-se o recuperare a investiției, pe baza economiei de energie electrică și fără a lua în considerare pierderile indirecte, în 1-2 ani. Reducerea facturii energetice, în cazul instalațiilor de iluminat, se poate face numai prin realizarea integrală a parametrilor luminotehnici

impuși.

Iluminatul electric exterior reprezintă unul din consumatorii de energie electrică la care aspectele luminotehnice, energetice, economice și estetice trebuie analizate împreună, însă determinant este nivelul de luminanță pe carosabil și nivelul de iluminare pe trotuar.

2. STADIUL ACTUAL ÎN ILUMINATUL PUBLIC

2.1. Lămpi cu descărcare

Studiile privind creșterea eficienței în procesele de utilizare a energiei au permis elaborarea unor soluții care conduc la o reducere importantă a consumului de energie. Realizarea lămpii cu incandescență de către Edison, în anul 1879, a reprezentat un foarte important salt în progresul civilizației umane. S-a realizat astfel o sursă de lumină artificială care a permis desfășurarea eficientă a activităților și în lipsa luminii solare.

În prezent, circa 5 % din energia electrică generată este consumată în instalațiile de iluminat electric. Caracterizat de o eficiență redusă, acest consumator are un important potențial de economisire, oferit de introducerea tehnologiilor noi de realizare a luminii artificiale. În acest sens, se consideră că, până în anul 2015, este posibilă o reducere cu 30 % a consumului actual de energie electrică pentru iluminat, iar până în 2025, cu 50 %, fără a scădea fluxul luminos necesar desfășurării

*Gheorghe GHIUR, ing. – SCEI SRL; Radu PORUMB, ș.l.dr.ing. – UPB-CCEPM; Constantin IVANOVICI, ing.; Ionel POPA dr.ing. – ICPE București; Daniel Emilian DOBRESCU, ing. – LOHUIS IMPEX SRL; Ion VĂCĂRESCU, ing. – FRUMIN SRL Fieni.

activităților în absența luminii naturale.

Eficiența luminoasă extrem de mică a lămpilor cu incandescență (8...20 lm/W) a stimulat numeroase căutări pentru realizarea unor sisteme noi de iluminat artificial. Sursele actuale cu eficiență ridicată (până la 120 lm/W) se

bazează pe descărcarea electrică la înaltă frecvență, în vapori metalici de joasă presiune (tuburi fluorescente), sau de înaltă presiune (lămpi de înaltă presiune). În tabelul 1, sunt prezentate caracteristicile unor surse de lumină.

Tabelul 1. Caracteristici ale unor surse de lumină

Nr. crt.	Tipul lămpii	Fluxul luminos lm	Eficiența luminoasă lm/W	Temperatura de culoare K	Indicatorul de redare al culorilor Ra %	Puterea nominală P W
1	Sodiu de joasă presiune	1800...32500	100...203	1700	-	18 ... 180
2	Sodiu de înaltă presiune	1300...90000	50...130	2000, 2200, 2500	10...80	35 ... 1000
3	Mercur de înaltă presiune	1700...59000	35...60	3400, 4000, 4200	40...60	50 ... 1000
4	Tuburi fluorescente	200...8000	60...105	2700, 3000, 4000, 6500	60...95	5 ... 80
5	Tuburi fluorescente compacte	200...12000	50...85	2700, 3000, 4000, 6500	80	5 ... 165
6	Halogenuri metalice	5300...220000	75...140	3000, 4000, 5600	65...95	70 ... 2000
7	Tub ceramic cu halogenuri metalice	1500...23000	68...95	3000, 4200	80...95	20, 35, 70, 150, 250

2.2. Lămpi cu vapori de sodiu la înaltă presiune

Lămpile cu vapori de sodiu la înaltă presiune (HPS) fac parte din categoria lămpilor cu descărcare la înaltă presiune (HID) și sunt recunoscute în unanimitate drept cele mai eficiente surse de lumină. În ultimii 20 de ani, aceste lămpi au cunoscut o largă dezvoltare și o continuă perfecționare. Deși aceste lămpi au o eficiență ridicată și o durată de viață mai mare, pentru a funcționa ele au nevoie de un dispozitiv numit *balast*, care să contracareze fenomenul de rezistență negativă, care înseamnă scăderea impedanței lămpii la creșterea curentului prin lampă. Pe lângă balast, mai este necesar un alt dispozitiv numit *igniter* pentru furnizarea înaltei tensiuni, pentru declanșarea arcului electric și pentru controlul curentului din arc. În mod special, lămpile HPS au nevoie de o tensiune de câțiva KV pentru declanșarea arcului electric.

Balasturile electronice la înaltă frecvență au multe avantaje față de balasturile electro-magnetice. Utilizarea lămpilor HID, care lucrează cu balasturi la înaltă frecvență, permite creșterea eficienței luminii, înlăturarea flicker-ului, au o greutate mult mai mică precum și dimensiuni mai reduse. Trebuie subliniat că aceste balasturi pot fi astfel comandate, încât să permită reducerea fluxului luminos, în cazul nostru cu până la 60 % din valoarea normală de iluminare, fapt care permite creșterea economiilor de energie electrică la aproape 50 % din consumul unui corp de iluminat echipat cu balast feromagnetic și igniter. Utilizarea balasturilor electronice în iluminatul cu lămpi cu vapori de sodiu la înaltă presiune reprezintă o cale importantă în economisirea energiei electrice.

Începând cu deceniul al optulea al secolului

trecut, în unele țări ale lumii, și, în special, în SUA, s-a acordat o atenție deosebită găsirii de soluții noi pentru economisirea energiei electrice și a reducerii noxelor. Una din soluții este legată de iluminat și anume, înlocuirea balasturilor magnetice, din oțel și cupru, cu balasturi electronice. Având în vedere complexitatea acestor dispozitive electronice, utilizarea lor în perioada amintită era destul de redusă, atât din cauza prețului cât și a fiabilității, care era mult sub fiabilitatea balasturilor clasice. Investițiile americane în domeniul cercetării pentru realizarea acestor dispozitive au fost importante, fapt ce a permis realizarea de componente fiabile, special pentru astfel de produse, reușindu-se ca, la începutul anilor '90, să fie realizate balasturi electronice cu o fiabilitate foarte ridicată.

În acest moment, s-a trecut la producția pe scară largă a balasturilor electronice pentru lămpile fluorescente tubulare, astfel că, în anul 1993, în SUA, balasturile electronice reprezentau peste 20 % din totalul balasturilor vândute, iar în prezent peste 50 %.

Imediat după succesele realizate în SUA, o serie de mari companii din domeniul iluminatului din Europa au trecut la proiectarea și realizarea de balasturi electronice, atât pentru iluminatul cu lămpi fluorescente tubulare, utilizat mai mult în interiorul clădirilor, cât și pentru lămpile HPS utilizate pentru iluminatul străzilor și al spațiilor exterioare.

În România, primele încercări în domeniul balasturilor electronice au fost făcute de SCEI SRL, care astăzi are propria sa gamă de balasturi electronice pentru lămpi fluorescente tubulare și pentru lămpi cu vapori de sodiu la înaltă presiune.

SCEI SRL produce balasturi electronice de fluxului luminos, ce sunt prezentate în tabelul 2. 150 W și 250 W pentru lămpi cu vapori de sodiu la înaltă presiune și cu posibilitatea reglării

Tabelul 2. Caracteristicile balasturilor pentru lămpi cu vapori de sodiu la înaltă presiune produse de SCEI SRL

Nr. crt.	Caracteristici	U.M.	Balast	Balast
			Tip VS150 (C)	Tip VS250 (C)
1	Domeniu tensiuni de intrare	[V ef]	185-250	185-250
2	Putere absorbită (stabilită la fabrică)	[W]	150 ± 2%	250 ± 2%
3	Curentul la tensiune nominală 230 V _{ef}	[A]	0,65 ± 2%	1,1 ± 2%
4	Factorul de putere	–	> 0,99	> 0,99
5	Distorsiuni armonice totale - THD (pentru curentul de intrare)	[%]	< 5	< 5
6	Frecvența de lucru (aproximativ)	[kHz]	20	50
7	Semnal pe linia de comandă la balast pentru a obține "Dimming" (diminuare): forma de undă dreptunghiulară – factor de umplere 50 %; frecvența: 300 – 600 Hz.	–	Amplitudine: 8 la 20 V consum mediu: 4 la 10 mA	Amplitudine: 8 la 20 V consum mediu: 4 la 10 mA
8	Semnal pe linia de comandă la balast pentru a obține starea "OFF" (stingere lampă): tensiune continuă	–	8 to 20 V consum: 8 la 20 mA	8 to 20 V consum: 8 la 20 mA
9	Domeniul temperaturilor ambiante	[°C]	–30...+50	–30...+50
10	Dimensiuni (L x l x h)	[mm]	190 x 100 x 50	190 x 100 x 50
11	Greutate balast (aproximativ)	[g]	760	760

În prezent, în lume, s-au realizat câteva variante de balasturi electronice, care pot fi reglate într-o singură treaptă, stabilită anterior la nivelurile de iluminare de 20, 30 sau 40 % din nivelul normal de iluminare. Trebuie menționat faptul că aceste balasturi lucrează la frecvențe mici de câteva sute de herți. Variantele propuse de SCEI SRL lucrează la frecvențe de zeci de KHz, au posibilitatea de a economisi mai multă energie, dar au și dezavantajul unei scheme electronice mai complexe care, în cazul lămpilor cu vapori de sodiu de 250 W, trebuie să elimine și posibilitatea apariției rezonanței acustice, fenomen extrem de dăunător lămpilor. În categoria lămpilor cu descărcare în gaz la presiune ridicată (HID (High Intensity Discharge)), intră lămpile cu vapori de sodiu (HPS) utilizate în special la iluminatul public (stradal) și cu halogenuri metalice (MH) utilizate în expoziții, muzee și iluminat industrial.

Caracteristicile calitate-facilități ale acestora sunt:

- reglaj automat al puterii debitate lămpii;
- protecție la supraîncălzire a balastului;
- posibilitate de pornit-oprit de la o fotocelulă;
- posibilitate de reducere programată a puterii furnizate lămpii (dimming);
- funcționare nedestructivă în cazul defectării lămpii (sarcină întreruptă);
- protecție la scurt-circuit pe sarcină;
- temperatura ambiantă admisibilă -40/+60 °C;
- dimensiuni: 100 × 175 × 44 mm;
- greutatea: aprox. 800 g.

Balastul electronic furnizează cele trei faze necesare aprinderii și funcționării unei lămpi, și anume:

- controlează energia pentru încălzirea filamentelor;
- furnizează tensiunea necesară declanșării descărcării în gaz;
- limitează curentul la valoarea nominală stabilită de producătorii de lămpi.

Balasturile electronice comandă lămpile la o frecvență ridicată (35 KHz), utilizând componente electronice pentru schimbarea frecvențelor în combinație cu diferite componente inductive și capacitive. Sistemele de iluminat, care utilizează balasturi electronice, permit reducerea semnificativă în raport cu balasturile clasice a energiei consumate.

Cele mai noi tehnologii, în domeniul balasturilor electronice, permit realizarea unor dispozitive cu un gabarit redus cu performanțe ridicate și la un preț de cost din ce în ce mai acceptabil. Evoluțiile recente din domeniul tehnologiei balasturilor electronice permit ca utilizarea acestora în iluminatul stradal să fie mult mai atractivă, atât din punct de vedere economic, cât și ergonomic.

Economia de energie reprezintă factorul determinant în dezvoltarea balastului electronic, dar există un număr însemnat de alți factori destul de importanți, care pledează pentru utilizarea balastului electronic și pe care îi enumerăm în continuare:

- cost de întreținere redus (prin absența starter-ului și a condensatorului de compensare);
- creșterea duratei de funcționare a lămpilor, prin controlul curentului;
- flux luminos constant pentru tensiuni de alimentare instabile;
- distorsiuni ale formei de undă a curentului

mai mici de 5 %;

- factor de putere aproape unitar.

3. STADIUL ACTUAL AL UTILIZĂRII ÎN ILUMINATUL PUBLIC DE BALASTURI ELECTRONICE PENTRU LĂMPILE CU HALOGENURI METALICE

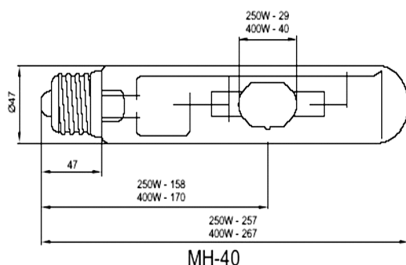
Prezentarea situației actuale

Sursele de iluminat cu halogenuri metalice se caracterizează prin:

- puterea mare de iluminare,
- eficacitatea luminoasă ridicată,
- durata lungă de funcționare.

Împreună cu fluxul luminos, aceste calități creează posibilitatea execuției unor instalații de iluminat cu consum și întreținere redusă.

În fig. 1, este prezentată lampa tip MH-40.



a)



b)

Model	Index	Putere
MH-40	ZH-MH4000-25	250W
MH-40	ZH-MH7000-40	400W

c)

Figura 1. Lampa MH-40: a) schema de realizare, b) modelul, c) puteri

Culoarea luminii rămâne neschimbată pe toată durata de funcționare. Aceste lămpi trebuie folosite doar în corpuri de iluminat închise și doar cu balast suplimentar. Lămpile primesc un flux luminos caracteristic la câteva minute după aprindere. Reaprirea lămpilor este posibilă după răcirea lor prealabilă. De aceea, este recomandată folosirea lămpilor pentru iluminarea de durată. De asemenea, trebuie să se ia în considerare faptul că poziția lor nu poate să varieze mai mult de +/-15 grade pe orizontală și verticală (de exemplu: lampa model MH-40).

Lămpile cu halogenuri metalice se folosesc în rețelele de curent alternativ, având tensiunea de 230V, frecvența de 50Hz și puteri cuprinse între

150 și 400W. Se montează în serie, cu balastul corespunzător, iar amorsarea se face folosind un igniter. Deoarece indicele de redare a culorilor și fluxul luminos au valori ridicate, aceste lămpi pot fi utilizate pe scară largă pentru iluminatul terenurilor și sălilor de sport, iluminatul aeroporturilor, benzinăriilor, sau în iluminatul arhitectural al clădirilor.

3.1. Lampa cu adaosuri de halogenuri metalice

Lămpile metal halide fac parte din grupul surselor cu descărcări în vapori de gaze la înaltă presiune, care au o eficacitate luminoasă crescută, constituind astfel o sursă compactă și eficientă.

Apărută la sfârșitul anilor 1960, pentru utilizări industriale, în prezent, această sursă este disponibilă în diferite variante de putere și dimensiuni pentru numeroase aplicații comerciale și rezidențiale. Asemenea majorității lămpilor cu descărcare în vapori de gaze la înaltă presiune, sursele metal halide funcționează în condiții de presiune și temperatură înalte ceea ce presupune aparate de iluminat speciale, pentru ca acestea să poată funcționa în condiții de siguranță.

Datorită dimensiunii relativ reduse, aceste surse permit un bun control optic și pot fi folosite cu succes în acele aplicații de lighting design, unde este necesară concentrarea fluxului luminos.

Asemenea lămpilor cu descărcare în vapori de gaze, cum ar fi cele cu descărcare în vapori de mercur, în sursele metal-halide, lumina se produce prin inducerea unui arc electric într-un câmp de gaze.

Halogenura metalică (iodură, fluorură, sau bromură), din cauza temperaturii ridicate, se descompune formându-se ioni de halogen, în zona centrală a tubului de descărcare de ioni metalici (cei care vor emite radiația). Ionii metalici au agresivitate ridicată, dar nu pot atinge peretele, deoarece acesta are o temperatură mai scăzută decât centrul tubului, care permite recombinarea ionilor și formarea halogenurii metalice.

În jur de 24 % din energia folosită de sursa metal-halidă produce lumină (65-115 lm/W), făcându-le astfel mult mai eficiente decât sursele fluorescente și decât sursele incandescente.

Componentele principale ale sursei metal halide sunt tubul de descărcare, electrozii, balonul de sticlă exterior, gazul inert și soclul. Tubul de descărcare este din cuarț pur. Un strat alb de oxid de zirconiu se aplică uneori în zona exterioară electrozilor pentru a crește tempe-

ratura la acest nivel. Anumite baloane exterioare de sticlă au, pe partea interioară, un strat de fosfor care permite difuzarea luminii.

Asemenea majorității lămpilor cu descărcări, acestea se conectează la rețeaua electrică prin intermediul unui balast. În general, se folosește același tip de balast, ca și pentru sursele cu descărcare în vapori de mercur la înaltă presiune, iar pentru sursele metal-halide cu 2 capete funcționează bine cu balasturile surselor cu descărcare în vapori de sodiu la înaltă presiune.

Unul din dezavantajele acestei surse este timpul mare de reaprindere. Când alimentarea sursei este oprită, presiunea din tubul de descărcare este prea mare ca să permită aprinderea instantanee la tensiunea disponibilă de 0,5-5 kV. Reaprirea este posibilă după 5-10 minute, funcție de viteza de răcire a sursei. Acesta este un aspect important pentru aplicațiile, unde durata mare de timp până la reamorsare poate produce întreruperea unei activități, sau probleme de securitate. Există și lămpi metal halide cu aprindere instantanee, întrucât prin folosirea unui balast cu tensiune foarte mare de funcționare 30 kV poate reaprinde o sursă.

Sursele metal-halide au fost inițial preferate celor cu vapori de mercur în aplicațiile, unde se dorea o lumină naturală datorită luminii mai albe produse (sursele cu vapori de mercur generând o lumină mai albăstruie). Cu toate acestea, astăzi, distincția nu mai este atât de mare. Sunt surse metal-halide care generează o lumină „albă” clară cu un indice de redare al culorilor R_a egal, sau mai mare de 80. Prin introducerea unor mixturi de gaze sunt astăzi disponibile la aceste surse temperaturi de culoare cuprinse între 3.000 K și 20.000 K (spre albastru). Sunt create special pentru anumite aplicații, cum ar fi creșterea plantelor (plante de interior), sau a animalelor (acvarii de interior) datorită nevoilor de absorbție spectrală. Poate cel mai important lucru de reținut este că, din cauza toleranțelor în procesul de fabricație, temperatura de culoare poate varia ușor de la o sursă la alta, iar proprietățile legate de culoare ale acestor surse nu pot fi cu 100 % precizie, prevăzute. Calitățile de culoare ale acestei surse sunt de multe ori determinate și de cel mai rece punct al tubului de descărcare. Astfel, aceste lămpi au doar anumite poziții de funcționare. O poziție diferită de funcționare poate conduce la diferențe considerabile și fluctuații ale culorii și poate avea, de asemenea, un efect advers asupra duratei de viață a sursei. De obicei, aceste surse au o

durată de viață mai mică decât sursele cu descărcare în vapori de înaltă presiune de mercur și de sodiu.

3.2. Lămpi cu vapori de mercur de înaltă presiune cu halogenuri metalice (LMH)

Apărută pe piață în 1964, LMH reprezintă o îmbunătățire considerabilă a lămpii tradiționale cu vapori de mercur de înaltă presiune în ceea ce privește eficacitatea luminoasă și redarea culorilor.

Construcție și principiu de funcționare

Tubul de descărcare conține un amestec de gaze inerte neon-argon, sau kripton-argon, o anumită cantitate de mercur și un amestec de halogenuri metalice. Are loc o reacție chimică reversibilă de descompunere a halogenurii metalice în ioni metalici și halogen în apropierea axei arcului de descărcare (la aprox. 3000 K), respectiv de recompunere a halogenurii în apropierea peretelui tubului (la peste 900 K). Întrucât nivelurile energetice de radiație ale metalelor componente sunt inferioare celor ale mercurului, radiația luminoasă se datorează acestora, mercurul participând doar la reglarea tensiunii și a temperaturii arcului de descărcare. Tubul de descărcare din cuarț este introdus într-un balon de sticlă de protecție de formă tubulară (clar), sau elipsoidală (clar sau cu depunere de pulbere fluorescentă pe peretele interior), umplut cu neon, sau azot. La unele tipuri constructive balonul exterior lipsește.

Caracteristici de funcționare

Lămpile cu vapori de mercur de înaltă presiune, cu halogenuri metalice (LMH), au caracteristici specifice fiecărei compoziții de halogenuri, evidențiindu-se trei grupe principale:

- LMH, cu spectru trei-benzi, conține ioduri de sodiu, thaliu și indiu (sau galiu). Sodiul radiază în banda galben, thaliul în banda verde iar indiu în banda albastru. Au puterea nominală de 250 W, 400 W, 1000 W și 2000 W, eficacitatea luminoasă (a sistemului lampă-balast) între 65 lm/W și 90 lm/W, durata de viață de 12.000 ore, temperatura de culoare corelată de 4300 K și indicele de redare a culorii de 65 ... 68;
- LMH, cu spectru multilini conțin diferite componente, în principal pământuri rare și metale asociate:
 - scandiu asociat cu sodiu;
 - halogenură de dyprosiu sau halogenură de thaliu asociată cu thaliu și/sau sodiu;
 - amestec de halogenuri de dyprosiu,

holmiu sau thuliu, asociate cu thaliu, sodiu sau cesiu.

Au puterea nominală de 70 W, 150 W, 250 W și 1800 W, eficacitatea luminoasă (a sistemului lampă-balast) între 70 lm/W și 80 lm/W, durata de viață 4000...10000 ore, temperatura de culoare corelată 4000 K, 5600 K și indicele de redare a culorii ridicat 80...92;

- LMH, cu spectru cvasi-continuu (cu radiație moleculară) conțin iodură de staniu, sau un amestec de iodură cu clorură, sau bromură de staniu, asociate cu sodiu. Au puterea nominală de 70 W, 150 W și 500 W, eficacitatea luminoasă (a sistemului lampă-balast) între 58 lm/W și 61 lm/W, durata de viață scăzută, de 750...1500 de ore, temperatura de culoare corelată de 3000 K și 5500 K, iar indicele de redare a culorii 74 și 85.

Alte caracteristici sunt comune diferitelor variante ale acestui tip de lampă.

Reaprierea lămpii este posibilă numai după o răcire de 10...20 minute. Reglajul (diminuarea) fluxului luminos nu este uzual. Lampa este sensibilă la variații ale tensiunii de alimentare, care conduc la modificarea culorii luminii emise și afectează durata de viață. Lampa funcționează într-o anumită poziție, orizontală, sau verticală (cu toleranțe admisibile), menționată de fabricant.

3.3. Sisteme de iluminat HID (*High Intensity Discharge*)

Balasturile eficiente pentru sistemele de iluminat (SI HID) sunt larg utilizate în aplicațiile unde este nevoie de o bună iluminare pentru suprafețe foarte mari (hale industriale și iluminat stradal). Asemenea sistemelor de iluminat cu lămpi fluorescente, toate SI HID au nevoie de un balast pentru a funcționa.

Până în prezent, balasturile clasice (fier și cupru) au reprezentat singura opțiune pentru SI HID. Astăzi, balasturile electronice cu eficiență ridicată pentru lămpile HID sunt utilizabile și au caracteristici tehnice superioare: calitatea superioară a luminii, reducerea consumului până la 30 %, caracteristici superioare de operare.

Posibilitatea de a se face dimming existentă la unele balasturi permite economii suplimentare de energie electrică. Aceste aspecte sunt bune atât pentru utilizator, cât și pentru mediul înconjurător. Economia de energie contribuie la obținerea unor costuri mai reduse, dar și la emisii mai mici de CO₂.

Balasturile clasice pentru HID folosesc o

bobină pentru controlul curentului și al tensiunii atât la pornirea, cât și în timpul funcționării lămpii. Aceste balasturi se încălzesc mult, sunt grele și au dimensiuni mari, ceea ce le face greu de utilizat.

Balasturile electronice, care au început să fie utilizate pentru lămpile cu descărcare în gaze, au aceleași funcții ca și cele magnetice, dar utilizează dispozitive electronice de control în locul transformatoarelor magnetice pentru operarea lămpii.

Acest lucru conduce la pierderi mici de energie și la îmbunătățirea caracteristicilor de funcționare:

- îmbunătățește calitatea luminii;
- prelungeste durata de viață a lămpii;
- posibilitatea de dimming;
- reducerea cheltuielilor cu energia electrică;
- dimensiuni și greutatea mai mici;
- operare silențioasă;
- fără pâlpâire;
- factor de putere > 0,99;
- THD <7 %.

Balasturile electronice au fost folosite cu succes în sistemele de iluminat cu lămpi fluorescente, timp de mai mulți ani, pe scară largă, datorită economiilor de energie și a posibilităților de dimming.

Balastul electronic pentru lămpi cu descărcare în gaze a apărut recent. La început, aceste balasturi au fost realizate pentru lămpi de maximum 175 W, dar, între timp, au apărut balasturi fiabile și pentru puteri mai mari de 250 W, 400 W și chiar 1000 W, în special, pentru lămpi cu vapori de sodiu la înaltă presiune și cu halogenuri metalice.

O problemă importantă, care a necesitat ample studii și cercetări, o reprezintă rezonanța acustică și modalitatea de eliminare a acesteia. Rezonanța acustică apare, când are loc descărcarea în tubul din lampă. În lămpile cu descărcare, se poate observa o instabilitate a arcului, când funcționează la înaltă frecvență. Sursa acestei instabilități o reprezintă excitarea undelor acustice de presiune din arcul de descărcare de către variațiile puterii de intrare. Aceste unde de presiune conduc la vibrații în arc și la forme ciudate ale acestuia. Aceasta situație nu este de dorit, deoarece lumina pâlpâie și este instabilă. Uneori arcul poate atinge pereții tubului de descărcare, care poate mări arcul și distruge lampa. Tubul lămpilor cu vapori de sodiu la înaltă presiune are o formă subțire și lungă și are numai o frecvență fundamentală de rezonanță acustică. Zonele de frecvență instabilă apar în mod regulat.

O lampă cu halogenuri metalice are forma de elipsă și este mai groasă. Frecvențele de rezonanță acustică depind de forma tubului. Zonele de rezonanță acustică sunt mult mai mari în acest caz. Frecvențele principale ale rezonanței acustice sunt calculate cu formulele:

$$f = C/2L_r$$

$$f = 3,83 C/2\lambda R_r$$

$$f = 1,84 C/2\lambda R_r$$

Începând cu 1 ianuarie 2004, au intrat în vigoare următoarele norme ale Uniunii Europene, referitoare la obligativitatea introducerii dispozitivelor de protecție suplimentare la balasturi:

- IEC 61167: balasturi pentru lămpi cu halogenuri metalice;
- IEC 10662: balasturi pentru lămpi cu descărcare în vapori de sodiu de înaltă presiune;
- IEC 10598, paragraful 12.5.1: reguli de protecție pentru corpuri de iluminat, balasturi.

Toate aceste standarde prevăd utilizarea obligatorie a termistoarelor la balasturi, pentru îmbunătățirea siguranței în funcționare a corpurilor de iluminat echipate cu lămpi tip HID (în special, pentru lămpile cu descărcări în vapori de sodiu, sau halogenuri metalice la înaltă presiune).

4. TENDINȚE ACTUALE ÎN ILUMINATUL PUBLIC

4.1. Utilizarea eficientă a energiei electrice în iluminatul public

Utilizarea rațională a energiei este impusă de creșterea costurilor purtătorilor de energie determinată de efortul tot mai mare pentru extragerea surselor, dar și de necesitatea limitării efectelor conexe asupra mediului ambiant. Se pot pune în evidență trei modalități diferite de realizare a acesteia:

- economisirea energiei;
- folosirea eficientă a energiei;
- dezvoltarea surselor regenerabile.

Procesele de extracție, prelucrare, transport, transformare și utilizare finală a diferitelor forme de surse energetice sunt însoțite de importante efecte asupra mediului ambiant. Din această cauză, utilizarea rațională a energiei trebuie să reprezinte un obiectiv important și constant în activitatea tuturor organismelor abilitate în acest sens.

Limitarea nivelului de poluare a mediului și

menținerea rezervelor de materii prime și de energie sunt principalele ținte ale analizelor privind eficiența energetică prin prisma conceptului de dezvoltare durabilă.

În acest sens, eficiența măsurilor pentru scăderea consumului de energie poate fi evaluată, într-o primă aproximație, prin determinarea reducerii cantității de dioxid de carbon (CO₂).

Deși nu este singurul element poluator, CO₂ reprezintă un factor important de poluare, care însoțește majoritatea proceselor energetice.

Analiza datelor conduce la concluzia că arderea combustibililor fosili în centralele electrice reprezintă sursa cea mai importantă de emisii poluante în atmosferă dintre toate etapele de extragere, transport și utilizare a acestora. Deoarece într-un sistem electroenergetic există centrale termoelectrice, care utilizează diferite tipuri de combustibil, se poate considera, cu o bună aproximație, că fiecare kWh economisit reprezintă, din punct de vedere al poluării, 1 kg CO₂ mai puțin în atmosferă.

În general, interesul operatorilor din domeniul energiei pentru o utilizare rațională a acesteia este scăzut, în măsura în care are ca efect reducerea cantității de energie necesară pieței și, deci, la reducerea profitului. Pe de altă parte, numeroși consumatori sunt încă puțin interesați de aceasta deoarece costurile cu energia consumată au o pondere redusă în prețul produsului final.

Utilizarea rațională a energiei electrice este corelată cu eforturile privind creșterea generală a eficienței energetice în procesele utilizatorilor finali, având în vedere faptul că eficiența energetică poate fi considerată ca cea mai ușor disponibilă, cea mai puțin poluantă și cea mai ieftină resursă, dintre toate resursele existente.

Eficiența energetică definește un concept care se referă la preocupările pentru reducerea energiei folosite pentru realizarea unui produs, serviciu sau proces.

În cele mai multe cazuri, eficiența energetică poate fi cuantificată prin compararea consumurilor specifice de energie, pentru același produs, serviciu sau proces, realizate în aceleași condiții. Reducerea consumurilor, fără a afecta calitatea produsului, serviciului, sau a procesului, asigură creșterea eficienței energetice.

Deși, ca urmare a măsurilor luate, eficiența energetică a crescut considerabil în ultimii ani, se constată că mai există suficiente rezerve. Ținând seama de acestea, obiectivul asumat de Uniunea Europeană este ca, până în anul 2020, să crească eficiența energetică cu 20 %. Așa cum s-a arătat, atingerea acestui obiectiv cere o

schimbare de fond în comportamentul energetic al utilizatorilor de energie, astfel încât, folosind mai puțină energie, să se beneficieze de aceeași calitate a vieții.

Este necesar să se dezvolte noi tehnologii și produse, mai eficiente din punct de vedere energetic, iar utilizatorii trebuie să fie stimulați pentru a utiliza în mod rațional astfel de produse.

Realizarea obiectivului menționat de 20 % este echivalent cu reducerea, pe ansamblu, a consumului de energie primară și înseamnă o creștere a eficienței energetice cu 1,5 % pe an.

Emisiile de CO₂ vor putea fi reduse cu până la 780 Mt CO₂ față de scenariul de bază, ceea ce reprezintă mai mult decât dublul reducerilor stipulate pentru UE în Protocolul de la Kyoto până în anul 2012. Investițiile suplimentare în tehnologii mai eficiente și inovatoare vor fi din plin compensate prin economisirea a mai mult de 100 miliarde euro anual pentru combustibili de diferite tipuri.

4.2. Sistem integrat de management al iluminatului public

Utilizarea unor sisteme „inteligente” de reglaj continuu al iluminatului artificial în funcție de iluminatul natural, conduce la economii importante de energie, la reducerea pierderilor în sistemele de iluminat și la un confort sporit al utilizatorilor.

Managementul inteligent al sistemelor de iluminat electric, cu utilizarea eficientă a iluminatului natural și limitarea iluminatului artificial la durata strict necesară realizării funcțiilor sale, permite reducerea importantă a consumului de energie electrică și, în consecință, a pierderilor de energie.

Utilizarea balasturilor electronice face posibilă economisirea de energie electrică (20-25 %) numai prin faptul că lămpile sunt alimentate în înaltă frecvență precum și prin disipația termică redusă a balastului în sine.

Balasturile electronice din primele generații care lucrau la rezonanță (balasturi autooscilante) având o frecvență fixă de lucru și o amplitudine relativ constantă a oscilației nu erau potrivite controlului puterii lămpii.

Modul de lucru cu frecvență controlată (cu oscilator separat) permite, prin modificarea frecvenței, schimbarea reacției inductorului de limitare a curentului și în consecință a curentului prin lampă, deci a puterii furnizate acesteia.

Facilitatea de control a fluxului luminos numită cu termenul larg răspândit „dimming”, oferă o posibilitate suplimentară de economisire a energiei în condițiile existenței complementare a

unei iluminări naturale, sau a adaptării necesităților de iluminare la niveluri mai scăzute (din diverse rațiuni).

Balasturile electronice prevăzute cu facilitatea de „dimming” sunt balasturi, care au și indici calitativi superiori (factor de putere apropiat de unitate, distorsiuni armonice foarte mici ale curentului absorbit de rețea, sisteme complexe de protecție la funcționare în condiții anormale de sarcină).

Modul de transmitere a comenzii de schimbare a fluxului luminos este diversificat. Astfel, pot fi menționate:

- comanda transmisă printr-o linie bifilară separată (și galvanic) de linia de alimentare;
- comanda transmisă pe o purtătoare de înaltă frecvență pe linia de alimentare;
- comanda transmisă pe linia de alimentare printr-o modulație sincronă cu rețeaua (similară comenzii cu triac);
- comandă prin radio la frecvențe de ordinul 900 Mhz;
- comandă prin radiații infraroșii.

Fiecare dintre aceste moduri de transmitere are avantajele și dezavantajele sale. De asemenea, există combinații de transmisie între un centru de comandă și unități intermediare, iar de la acestea la balasturi.

Transmisia pe linie bifilară către balasturi are avantajul unei maxime imunități la perturbații precum și reciproc unei minime interferențe asupra altor sisteme de comunicație.

5. CONCLUZII

Economiile provin din următoarele surse:

- înlocuirea balastului clasic care utilizează o bobină cu miez din fier necesară limitării curentului de funcționare, care, pe lângă faptul că determină un factor de putere redus, are și consumul propriu de energie activă, la lămpile de 250 W, de aprox. 60 W;
- balastul electronic lucrează la frecvența de 50000 Hz și transferă puterea activă către sursa de lumină cu un randament de minimum 96 % și nu consumă putere reactivă;
- prin utilizarea balastului electronic se obține o creștere a fluxului luminos cu 10-15 % și o dublare a duratei de viață a sursei de lumină.

Balastul electronic poate fi comandat de la distanță și permite variația fluxului luminos, astfel că, în perioadele de trafic redus (în general, după ora 23/24 și până la ora ieșirii din noapte), nivelul

de iluminare poate fi redus cu până la 20 %.

Permite comanda consumului lămpilor cu sodiu de la 100 % până la 60 % cu o reducere corespunzătoare a fluxului luminos de aprox. 20 %, dar la economia inițială de 60 W (față de balasturile clasice) se mai adaugă 60 W prin reducerea puterii reduse pentru lampa cu vapori de sodiu de 250 W.

Apreciem că timpul balasturilor electronice a sosit și că acestea ar trebui implementate în ritm susținut și în țara noastră, datorită economiei importante de energie electrică, dar și datorită faptului că pentru producerea unui kWh se degajă în atmosferă o cantitate de aproape 400 g de CO₂, care, în cazul exemplurilor de mai sus, poate conduce la un total de peste 100000 de tone de CO₂. Ținând seama de economiile ce se pot realiza prin introducerea balasturilor electronice pentru lămpile cu vapori de sodiu, se poate trece la fabricarea și utilizarea balasturilor electronice pentru lămpile cu halogenuri metalice la înaltă presiune.

BIBLIOGRAFIE

- [1] ***, *Guide to the lighting of urban areas*, Technical Report, CIE 136/2000.
- [2] ***, *CIE Guide on interior lighting*, nr.29/2, 1986.
- [3] ***, *Recommendations for road lighting for the motor and pedestrian traffic*, Technical Report, CIE 115/1995.
- [4] ***, *Iluminatul artificial pentru interiorul clădirilor*, Normativ de proiectare-execuție, București: Universitatea Tehnică de Construcții, 2002.
- [5] Zumtobel Staff Luxmatte, *Light Management*, 1997.
- [6] ***, *Iluminatul artificial pentru interiorul clădirilor*, Normativ de proiectare-execuție, Universitatea Tehnică de Construcții, București, 2002.
- [7] BIANCHI C., *Sisteme de iluminat interior și exterior*, București: Editura Matrix Rom, 1998.
- [8] BIANCHI C., *Sisteme de iluminat interior și exterior. Concepție. Calcul. Soluții*, București: Editura Matrix, 1998.
- [9] MOROLDO D., *Iluminatul urban. Aspecte fundamentale, soluții și calculul sistemelor de iluminat*, București: Editura Matrix, 1999.
- [10] POP F., *Ghidul centrului de ingineria iluminatului. Managementul energiei. Costurile iluminatului*, Cluj-Napoca: Editura Mediamira, 2000.
- [11] ROMLUX Lighting SA, *Analiza sistemului de iluminat public existent în municipiul Târgu Jiu*, Raport, septembrie, 2008.