

## SISTEME DE TELEGESTIUNE PENTRU ILUMINATUL PUBLIC

**Gheorghe OPREA**

*Departamentul Energetica, grupa EE-23M, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,  
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

\*Autorul corespondent: Gheorghe OPREA, e-mail [gheorghe.oprea@en.utm.md](mailto:gheorghe.oprea@en.utm.md)

Coordonatorul științific **Ina DOBREA**, dr., lect. univ., FEIE, UTM, Moldova

**Rezumat.** *Iluminatul stradal reprezintă un serviciu public furnizat de autoritățile publice la nivel local. Implementarea sistemelor de iluminat inteligent permite reducerea costurilor cu 30-40% din consumurile de energie electrică pe care le suportă administrația publică. Noile tehnologii în iluminatul public stradal aduse pe piața Republicii Moldova au scopul de a satisface cerințele comunităților locale: siguranța rutieră și pietonală, siguranță personală, confortul și calitatea vieții, ambianța urbană, aspectul arhitectonic al clădirilor și peisajului.*

*Sistemele de telegestiune pentru iluminatul public determină trecerea de la iluminatul clasic la cel inteligent: mai verde, mai sigur, mai econom, mai eficient, mai flexibil și adaptabil. Cu ajutorul acestor sisteme inteligente de iluminat public, autoritățile pot controla de la distanță pornirea/oprirea și ajustarea intensității luminii, pot programa iluminatul în funcție de orele de răsărit și apus, pot monitoriza parametrii electrici ai rețelei.*

*În lucrarea dată se analizează sistemele de iluminat prin telegestiune care se bazează pe utilizarea unor sisteme inteligente și conectate, care permit monitorizarea și gestionarea iluminatului public în timp real.*

**Cuvinte cheie:** *telegestiune, iluminat, eficiență, monitorizare..*

### Introducere

Telegestiunea iluminatului public este un instrument de calitate și control al viitorului iluminat public. Consumul de energie electrică a iluminatului public în localitățile din Republica Moldova constituie cca 40% din totalul consumat, în comparație cu Uniunea Europeană acest plafon constituie cca 19%. Pentru reducerea consumului de energie electrică a iluminatului public s-a elaborat un sistem de automatizare bazat pe relee de timp, care avea ca scop deconectarea acestuia după ora 00:00, ceea ce impunea intervenții fizice la 2-3 săptămâni la fiecare panou de comandă determinate de orele de apus și răsărit. Acest tip de automatizare este costisitor din considerentele gestiunii fizice, cu suportul resurselor umane, ce constituie cheltuieli suplimentare. Acest regim creează un disconfort social, dar și o calitate inferioară iluminatului stradal.

Aspectele esențiale a unui iluminat public eficient sunt:

1. Siguranța traficului: iluminarea publică a permis micșorarea accidentelor rutiere cu 30% - 70% din accidentele cu implicarea pietonilor, bicicliștilor și motocicletelor în perioada de noapte.
2. Creșterea confortului societății și mobilității: prin adoptarea iluminatului public modern se creează un confort pentru societate ceea ce permite dezvoltarea și creșterea populației, ca perspectivă creând condiții sociale mai bune.
3. Calitatea luminii: un sistem de iluminare bine gândit și modern nu doar protejează mediul și biodiversitatea, dar și reduce îmbolnăvirile provocate de iluminat public necalitativ:
  - a. *Insomnie:* lumina stradală excesivă sau lumina albastră de la LED creează perturbații a ritmului circadian ce duce la tulburări de somn, somn de calitate scăzută, insomnie.

- b. *Ochi oboșiți sau tulburări de concentrare*: prin implementarea unui sistem de iluminat public greșit poate duce la afectarea vederii, dificultăți de percepere a contrastului sau identificarea detaliilor.
  - c. *Probleme psihologice*: tulburări psihologice din cauza iluminatului excesiv, anxietate prin perturbarea ritmului circadiene și a somnului.
  - d. *Creșterea riscului de cancer*: cercetările științifice au demonstrat că perturbarea ritmului circadian duce la producția de hormoni și riscul de îmbolnăvire cu cancer de sân și de prostată.
4. *Eficiența Energetică*: modernizare iluminatului public are ca beneficiu reducerea consumului de energie electrică cu cca 40-70% și reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>, eliminarea din utilizare a lămpilor incandescente și cele cu descărcare în gaze.

Pentru iluminatul stradal în Europa s-a creat protocolul DALI „Digital Addressable Lighting Interface” și 0-10V, ceia ce permite gestionarea iluminatului public prin dimmarea puterii felinarului LED. Dimmarea are ca scop creșterea eficienței luminoase, reducerea consumului de energie, reglarea culorii luminii, unghiului de emisie, uniformitatea luminii, monitorizarea sistemului de iluminat public, fiabilitatea iluminării publice, confortul vizual etc. [1].

Ca soluție eficientă pentru excluderea perturbării procesului tehnologic a iluminatului public, telegestiunea poate fi programată să funcționeze în regim dorit, cum ar fi:

1. Elaborarea unui program de control care va gestiona redarea luminozității medii a îmbrăcămintei rutiere în conformitate NCM C.04.02:2017 [2] la diferite ore ale zilei și în diferite condiții de mediu, asigurând astfel siguranța rutieră și confortul vizual al locuitorilor. De exemplu, pentru o stradă locală de clasa C1 cu viteză calculată de 60km/oră, cu nr. de benzi 2-4, cu capacitatea traficului de mașini 1,5-3 mii/oră este necesară o luminozitate medie a îmbrăcămintei rutiere  $L_{med}=0,8$  cd/m<sup>2</sup> și nivelul de lumină  $E_{med}=15$ lx, cu 30% la micșorarea intensității traficului până la 1/3 a valorii maxime și cu 50% la micșorarea intensității traficului până la 1/5 a valorii maxime [2], fără implicarea unor manevre fizice.
2. Crearea unui sistem inteligent cu implicarea inteligenței artificiale, cu utilizarea camerelor video amplasate pe străzi, telegestionarea automată a nivelului de lumină prin analiza numărului de autovehicule pe diferite categorii de străzi, respectând iluminatul pietonal.

Sistemele de telegestiune sunt o soluție conformabilă care nu depășește 25% din costul investițional a unui sistem de iluminat stradal, dar poate aduce o eficiență energetică de 20-50%. Prin modernizarea sistemelor de iluminare publică cu aplicarea telegestiunii creăm viitorul orașelor și integrarea lor în orașe inteligente (smart city), ca bază fiind dezvoltarea sustenabilă și îmbunătățirea calității de viață a locuitorilor [3].

### **Sisteme de telegestiune bazate pe rețele de comunicație cu fir**

Sistemele pentru iluminatul public bazate pe rețele de comunicație cu fir sunt soluții tehnologice care utilizează cabluri fizice pentru a transmite date și comenzi între echipamentele de iluminat și centrele de control. Aceste sisteme oferă o serie de avantaje și caracteristici:

1. *Fiabilitate*: cablurile fizice oferă o conexiune stabilă și fiabilă între echipamentele de iluminat și centrele de control, reducând riscul de interferențe sau de pierdere a semnalului.
2. *Securitate*: comunicarea prin cabluri fizice este mai greu de interceptat sau de accesat neautorizat în raport cu comunicațiile wireless, asigurând un nivel mai ridicat de securitate a datelor și a controlului sistemului de iluminat.
3. *Lățime de bandă*: rețelele de comunicație cu fir pot suporta rate mari de transfer de date, permițând transmiterea rapidă a informațiilor între echipamentele de iluminat și centrele de control.

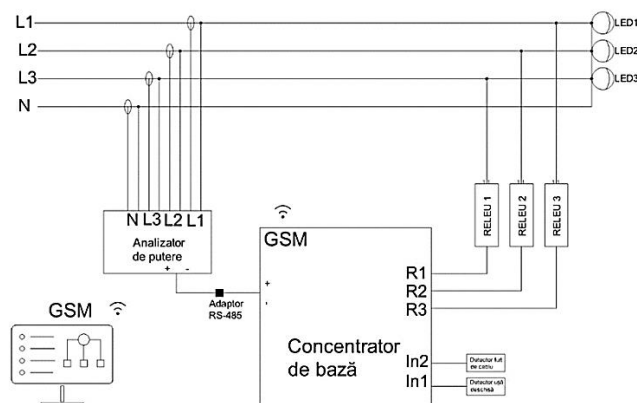
4. Capacitate de gestionare extinsă: aceste sisteme pot gestiona o mare varietate de dispozitive de iluminat și pot oferi funcționalități avansate de control și monitorizare a întregului sistem.
5. Economie de costuri pe termen lung: chiar dacă costurile inițiale de instalare pot fi mai ridicate decât în cazul soluțiilor wireless, rețelele de comunicație cu fir pot oferi economii de costuri pe termen lung datorită fiabilității și durabilității lor, precum și a costurilor mai scăzute de întreținere.
6. Compatibilitate cu infrastructura existentă: rețelele de comunicație cu fir permit integrarea ușoară în infrastructura existentă, cum ar fi cablurile de alimentare sau alte rețele de comunicații cu fir deja instalate.

#### Sistemul PLC (Power Line Communication)

PLC este un sistem de control ce utilizează frecvența de până la 500 kHz pentru transmiterea semnalului de telegestiune. Componentele acestui sistem includ analizator de putere, module de comunicație (concentrator) și relee de comutare (dimming).

Sistemul de comunicație prin linie de putere (PLC) în sistemul de iluminat public utilizează infrastructura existentă a rețelei electrice pentru a transmite date și comenzi către dispozitivele de iluminat Fig.1. Procesul de funcționare al unui astfel de sistem poate fi descris în mod general:

1. Transmisie de date: datele sunt transmise de la punctul de control central (de exemplu, un centru de comandă al municipiului sau un centru de monitorizare) către dispozitivele de iluminat prin intermediul rețelei electrice existente. Aceste date pot include instrucțiuni pentru aprinderea sau stingerea luminilor, reglarea nivelului de iluminare, diagnosticarea stării dispozitivelor etc.
2. Modulație: datele sunt modulate și încapsulate în semnale electrice, care sunt apoi injectate în rețeaua electrică de către echipamente specializate.
3. Recepție și decodare: dispozitivele de iluminat echipate cu module PLC primesc semnalele transmise prin liniile electrice. Acestea decodează semnalele și interpretează comenzile primite, acționând în consecință asupra funcționării lor.
4. Feedback și raportare: unele sisteme PLC permit, de asemenea, dispozitivelor de iluminat să trimită înapoi informații către centrul de control, cum ar fi starea de funcționare, consumul de energie, diagnosticarea erorilor etc. Aceste date pot fi folosite pentru monitorizarea și gestionarea eficientă a sistemului de iluminat public.



**Figura 1. Schema de conectare a PLC în sistemul de iluminat public**

### Sisteme de telegestiune bazate pe rețele fără fir

Sistemele bazate pe rețele fără fir pentru iluminatul public sunt soluții tehnologice care utilizează comunicații wireless pentru a transmite date și comenzi între echipamentele de iluminat și centrele de control, au aceleași avantaje ca și rețele cu fir, dar schema de conexiune este mai simplă. Așa tip de sisteme sunt ZIGBEE, LoRa, GSM. Un avantaj esențial constituie lipsa necesității rețelilor prin cablu speciale și nu provoacă perturbații de rezonanță în sistemele de iluminat public [4].

#### Sistemul ZIGBEE

ZIGBEE este o tehnologie de comunicație fără fir bazată pe standardul IEEE 802.15.4. Această tehnologie oferă aceleași avantaje și caracteristici pentru iluminatul public cum ar fi ușurința de implementare, adăugarea simplă a altor receptori. Principiul de lucru este bazat pe utilizarea unei rețele mesh care de la concentratorul de comandă transmite datele de semnal de la un receptor la altul pe o distanță considerabilă Fig. 2. Dezavantajul sistemului - dificultatea de transmitere a semnalului în cazul obstacolelor fizice, (clădiri, copaci, alte rețele wireless).

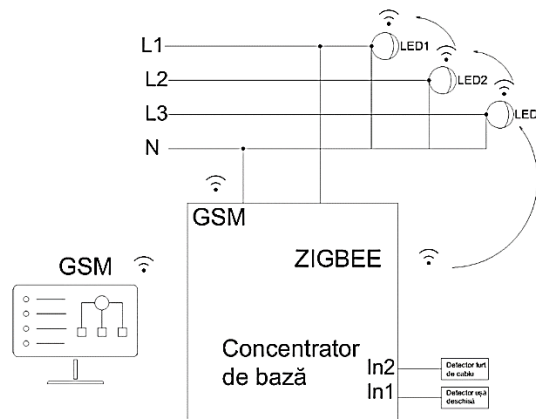


Figura 2. Schema de conectare a ZIGBEE în sistemul de iluminat public

#### Sistemul LoRa (Long Range)

Sistemul LoRa (Long Range) este o tehnologie de comunicație wireless utilizată în domeniul Internetului Obiectelor (IoT) pentru a permite transmiterea datelor pe distanțe lungi, cu un consum redus de energie. Modul de funcționare a sistemului prevede conectarea la o rețea radio sau telefonie mobilă liberă. Folosind modulația chirp spread spectrum, LoRa este rezistent la interferențe și poate comunica în condiții dificile de semnal, cum ar fi în mediul urban dens sau în locuri greu accesibile. Rețelele LoRa sunt compuse din noduri (senzori și dispozitive), gateway-uri (pentru colectarea și transmiterea datelor) și un server de rețea pentru procesarea datelor. Aceste rețele pot fi private sau pot face parte din rețele LoRaWAN publice, care asigură comunicația bidirecțională, autentificarea dispozitivelor și criptarea datelor, oferind astfel securitate și eficiență în gestionarea traficului de date Fig. 3. În concluzie, LoRa este o soluție eficientă și flexibilă pentru conectarea dispozitivelor IoT la distanțe mari, contribuind la dezvoltarea orașelor inteligente și a aplicațiilor industriale [4].

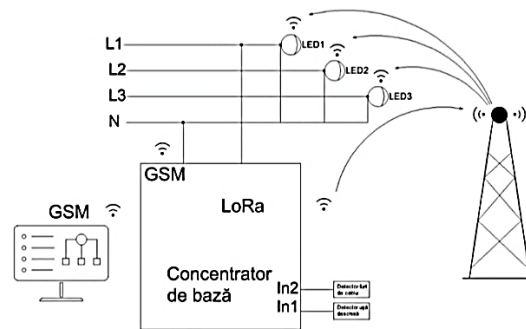


Figura 3. Schema de conectare a LoRa în sistemul de iluminat public

### Sisteme GSM pentru iluminatul public

Sistemele GSM (Global System for Mobile Communications) pentru iluminatul public sunt soluții inteligente care permit monitorizarea și controlul la distanță al iluminatului stradal. Sistemele GSM pentru iluminatul public funcționează prin utilizarea tehnologiei de comunicații mobile pentru a permite controlul și monitorizarea la distanță a iluminatului stradal. Acesta oferă control individual al fiecărei lămpi și se integrează cu diverse tehnologii de comunicații, inclusiv NB-IoT și LTE-M1. Sistemul dat este avansat, îmbunătățește gestionarea iluminatului public, simplifică schema de execuție, dar și deschide calea către orașe mai inteligente și mai sustenabile. Utilizând protocoalele operatorului de rețea, sistemul dat este ușor adaptabil la rețele vechi de iluminat public. Din aceste considerente sistemul nu creează perturbații de semnal, permanent accesibil, nu necesită lucrări de mentenanță. În Fig.4 este prezentat modul de lucru al acestui sistem, prin simplitatea sa acest sistem nu e doar cel mai eficient, dar și ușor adaptabil în orice rețea de iluminare publică, necesitând investiții acceptabile [5].

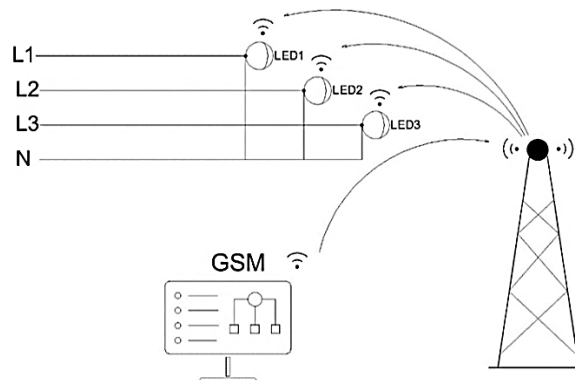


Figura 4. Schema de conectare a GSM în sistemul de iluminat public

### Conectori tip Zhaga și Nema

Sistemele de telegestiune fără fir nu pot funcționa dacă nu vor utiliza două standarde internaționale Conectorii tip Zhaga și NEMA pentru conectarea dispozitivelor de iluminat și a altor echipamente utilizate în industria iluminatului.

#### Conectori tip Zhaga

Zhaga este un consorțiu internațional format din producători de dispozitive de iluminat și alte companii din industria iluminatului. Standardul dat vizează interfețele fizice și protocoalele de comunicație între diferitele componente ale sistemelor de iluminat. Conectorii Zhaga sunt

proiectați pentru a permite schimbul rapid și ușor al diferitelor componente ale sistemului de iluminat, fără a fi necesare modificări sau adaptări semnificative ale dispozitivelor existente. Acești conectori sunt folosiți în principal în sistemele de iluminat exterior și urban, dar și în alte aplicații comerciale și industriale, Fig. 5 (a).

#### Conectori tip NEMA

NEMA (National Electrical Manufacturers Association) este o asociație comercială din Statele Unite care dezvoltă standarde și specificații pentru diverse produse electrice și electronice, inclusiv dispozitive de iluminat. Acestea sunt standardizați pentru a asigura compatibilitatea între diferite echipamente și accesorii electrice, inclusiv în iluminatul public și industrial.

Standardele NEMA acoperă o gamă largă de aspecte, inclusiv dimensiunile și specificațiile mecanice ale conectorilor, clasificările de protecție împotriva factorilor de mediu și cerințele de performanță electrică și mecanică.

Conectorii tip NEMA sunt utilizați într-o varietate de aplicații, inclusiv în iluminatul stradal, în industria de construcții, în sistemele de alimentare cu energie electrică și în alte echipamente electrice și electronice Fig. 5 (b).



Figura 5. Conector tip Zhaga (a) și tip Nema (b)

#### Concluzii

Iluminatul Public nu este doar o simplă iluminare ce ne iluminează drumul, dar este stilul de viață care îl avem de zi cu zi. Un iluminat public calitativ are la bază crearea confortului local, micșorarea accidentelor rutiere, mod de viață sănătos și o comoditatea de exploatare. Statistic s-a demonstrat că iluminatul public bazat pe LED creează o eficiență energetică de 40-70%, dar telegestiunea mai o crește cu încă 30-50%. ”Viitorul orașelor inteligente începe de la Iluminatul Public”.

#### Referințe:

- [1] (IDIS) „Viitorul”, *Ghid practic privind iluminatul stradal în zonele rurale ale Moldovei*, Chișinău: Agenția de Cooperare Internațională a Germaniei (GIZ) GmbH, 2015. Disponibil [www.aee.gov.md/Ghid\\_practic.pdf](http://www.aee.gov.md/Ghid_practic.pdf)
- [2] NCM C.01.06-2014, INCP, „Urbanproiect”, Exigențe funcționale, Chișinău: MDRC, 201, 2017.
- [3] SMART STREET LIGHTING. Disponibil: <https://intelilight.eu/?lang=ro%2F>
- [4] Diaconu, Emil. Smart Lighting System. In: *The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty*. 21. 6-9. 10.2478/sbeef-2021-0002. DOI:10.2478/sbeef-2021-0002.
- [5] Carlotto, F.G., Costa, M.A., Barriquello, C.H., Bernardon, D.P., Silva Spode, N.D., Maziero, L.P., Vizzotto, W.D., & Reck, F.G. The Role of a Smart Street Lighting into a Smart Grid Environment. In: *2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America)*, 1-6. Disponibil: [www.researchgate.net/TheRoleSmart](http://www.researchgate.net/TheRoleSmart)