

Sistem inteligent de iluminare publică

Public Lighting Smart System

Cristina Gabriela Sărăcin¹, Flavius Gheorghe Buzea²

¹Universitatea POLITEHNICA din București, Romania

Splaiul Independenței 313

E-mail: cristina.saracin@upb.ro

²Universitatea POLITEHNICA din București, Romania

Splaiul Independenței 313

E-mail: flavius.buzea@yahoo.es

Rezumat. Reducerea consumului global de energie primară cu 20% până în anul 2020 reprezintă unul dintre obiectivele Comisiei Europene. Sistemul inteligent propus în cadrul lucrării controlează intensitatea fluxului luminos al corpurilor de iluminat public (stradal și rezidențial). Intensitatea luminoasă variază în funcție de deplasarea persoanelor pe trotuar, intensitatea traficului rutier și fenomenele meteorologice. Scopul lucrării constă în realizarea unei platforme de simulare a iluminării publice conform CIE No. 115:2007. Pentru aceasta am utilizat microcontrolerul ATmega2560. Platforma are în componență următoarele: senzor de lumină (fotorezistență), senzor de mișcare, senzor de umiditate și senzor de distanță (infraroșu). Ultimul senzor a fost amplasat astfel încât să permită posibilitatea determinării distanței la care se situează autovehiculul aflat în mișcare. Pentru iluminare sau utilizat corpuri de iluminat stradal și rezidențial MATRIX-02 NG 30 LED/700 DIM 4000K.

Cuvinte cheie: sistem de iluminat, platformă de simulare, corpuri de iluminat cu led

Abstract. The reducing of global primary energy consumption with 20% till 2020 is one of the objectives of the European Commission. The intelligent proposed system, within this paper work, controls the intensity of public lighting devices (street and residential). The luminous intensity varies depending on the movement of the people on the sidewalk, road traffic intensity and weather conditions. The paper's purpose consists in providing a simulation platform versus the public lighting system according to CIE No. 115: from 2007.

In the respect to this purpose, I used microcontroller ATmega2560. The platform has the following components: Light sensor (photo resistor), motion sensor, humidity sensor and remote sensing sensor (infrared sensor). The last sensor has been placed in such a way as to enable the determination of the distance between sensor and a moving vehicle. For lighting, they have been used street and residential lighting devices such as LED MATRIX-02 NG 30/700 DIM 4000K.

Key words: lighting system, simulation platform, LED lighting devices

1. Introducere

Serviciul de iluminare publică face parte din sfera serviciilor comunitare de utilități publice. Serviciile comunitare de utilități cuprind totalitatea acțiunilor și activităților de interes economic și social general desfășurate la nivelul oricărui tip de localitate: de la un sat pierdut în zone izolate până la orașe și municipii dens populate.

Serviciul de iluminare publică se realizează prin intermediul unui ansamblu tehnologic și funcțional alcătuit din construcții, instalații și echipamente specifice care poartă denumirea de sistem public de iluminat.

Comisia Europeană propune în setul de documente care reprezintă Noua Politică Energetică a UE între 2010 și 2020 următoarele obiective:

- reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20 %;
- creșterea ponderii resurselor regenerabile de energie în totalul mixului energetic, de la mai puțin de 7% în anul 2006, la 20% din totalul consumului de energie al UE până în anul 2020;
- reducerea consumului global de energie primară cu 20% până în anul 2020.

Calitatea de stat membru al Uniunii Europene pentru România impune aplicarea directivelor privind eficiența energetică la utilizatorii finali și serviciile energetice, cogenerarea de înaltă eficiență, încadrarea în normele de mediu precum și respectarea angajamentelor asumate de România prin tratatul de aderare.

Referindu-ne la iluminatul public este evident faptul că nu se poate face economie de energie electrică astfel încât să periclităm siguranța publică a circulației prin oprirea completă a sistemului de iluminat, astfel trebuie asigurat un nivel minim de confort și siguranță.

Iluminatul public și domestic au devenit factori de poluare importanți pentru mediu, luând în considerare randamentul scăzut a lămpilor cu vapori de mercur, cu halogenuri metalice, cu vapori de sodiu de înaltă presiune. Tendința actuală este tehnologia LED (Lighting Emitting Diode) care este economică și ecologică. Pentru moment fiind considerată soluția viitorului.

2. Clasificarea sistemelor de iluminat public

Clasificarea sistemelor de iluminat public este prezentată în figura 1.

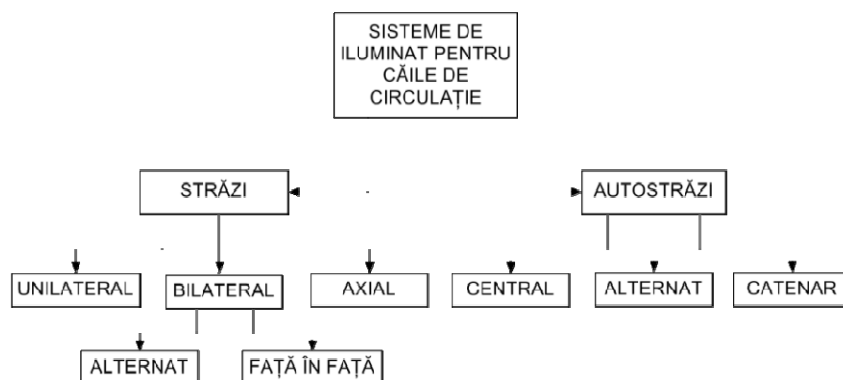


Fig. 1. Clasificarea sistemului de iluminat rutier [1]

Sistemele pentru iluminat public, sunt sisteme uniform distribuite. Trebuie menționat faptul că sistemele de iluminat pot fi realizate separat pentru arterele de circulație rutieră și separat pentru trotuare sau același sistem poate să deservească atât trotuarul aferent cât și artera de circulație rutieră.

În cadrul acestei lucrări s-a optat pentru proiectarea unui sistem de iluminat stradal corespunzător clasei de iluminare ME4 ce vizează drumurile urbane de legătură mai puțin importante, străzi rurale, drumuri de acces în zonele rezidențiale, drumuri de acces la străzi și șosele importante.

3. Componentele sistemului inteligent de iluminare publică

Sistemul inteligent de iluminare publică are la bază următoarele componente care vor fi enumerate în continuare și avantajul tehnologiei de programare care constă în reducerea componentelor intermediare, astfel obținându-se un grad de siguranță (fiabilitate) crescut și un volum redus al sistemului.

Sursele de lumină ale lămpilor, sunt LED-urile de putere, care au un sistem optic specializat pentru iluminatul stradal și rezidențial, cu temperatura de culoare alb-negru 4000K, cu o durată de viață L70B50 de minim 50.000 ore la $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sistemul cu LED-uri este echivalent cu lămpile cu vapori de sodiu de înaltă presiune, HST 150 W.

Tabelul 1.

Caracteristici tehnice ale corpului de iluminat MATRIX-02 NG 30 LED/700 DIM 4000K [2]

Randamentul corpului de iluminat	Fluxul luminos total al corpului de iluminat	Puterea activă	Tensiunea nominală	Eficacitatea luminoasă globală	Factor de putere	Numărul de lămpi din corp (LED-uri)
$\eta_c[\%]$	$\Phi_{lt}[\text{lm}]$	$P[\text{W}]$	$U[\text{V}]$	$[\text{lm/W}]$	$\cos\phi[-]$	$n_l[-]$
88	8944	68	230	132	$\geq 0,96$	30

Platforma hardware Arduino este alcătuită din porturi de intrare/ieșire, un microcontroler ATmega2560, un cristal de quartz (care trimite impulsuri către microcontroler pentru a-i permite o viteză de operare corectă) și un regulator liniar de 5 V_{cc} . Pini de pe platforma Arduino pot fi configurați ca intrare/ieșire, digitală sau analogică.

Tabelul 2.

Caracteristici tehnice (Arduino) [3]

Microcontroler	Tensiune de lucru	Tensiune de intrare	Pini digitali	Pini analogici	Curent de ieșire	Flash Memory	SRAM	EEPROM
	$U[\text{V}]$	$U[\text{V}]$			$I[\text{mA}]$	$[\text{KB}]$	$[\text{KB}]$	$[\text{KB}]$
ATmega2560	7-12	6-20	54	16	40	256	8	4

Citirile datelor primite de la senzori pe porturile platformei Arduino se realizează în felul următor:

- pe porturile analogice: senzorul oferă o tensiune cuprinsă între 0 și 5 V_{cc}, această tensiune este preluată de convertorul analog digital pe 10 biți al microcontrolerului ATmega2560 și convertită în intervalul 0 – 1023;
- pe porturile digitale: senzorul oferă valori numerice 0 sau 1, corespunzător tensiunii de 0 și 5 V_{cc} această tensiune este preluată de convertorul digital analogic pe 8 biți al microcontrolerului ATmega2560 și convertită în intervalul 0 – 255.

Scrierile datelor primite de la senzori pe porturile platformei Arduino se realizează în felul următor:

- pe porturile de ieșire analogice: pentru nivelul maxim de tensiune electrică (5 V_{cc}) corespunde numărul 1023;
- pe porturile de ieșire digitale: putem utiliza o ieșire digitală PWM, numărul corespunzător este 255 sau o ieșire digitală în cadrul programului ARDUINO IDE care este declarată „HIGH”.

În figura 2, este prezentată platforma de simulare care cuprinde toate elementele componentele sistemului inteligent.

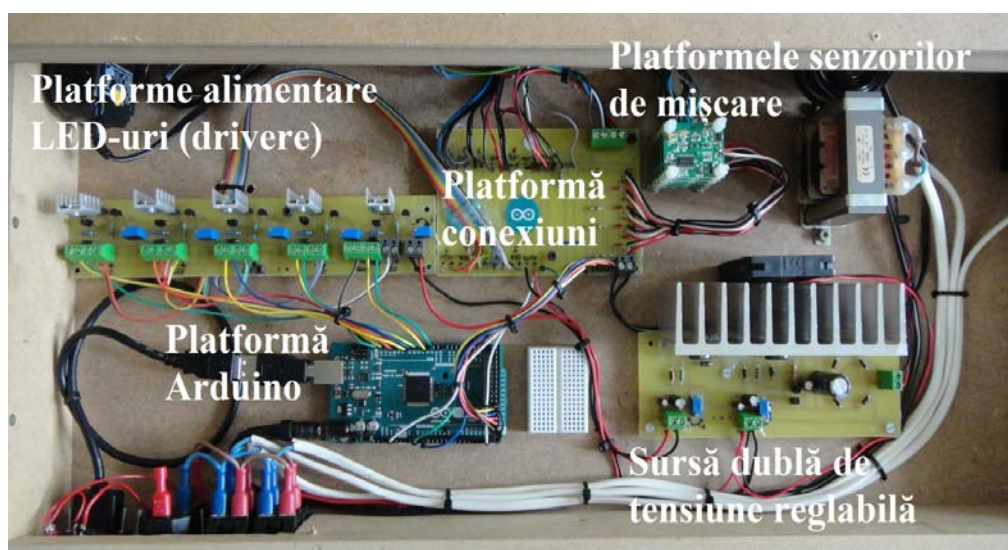


Fig. 2 Vedere de ansamblu a componentelor sistemului inteligent de iluminare publică

În figura 3 sunt prezentați senzorii necesari sistemului.



Fig. 3 Senzorii platformei experimentale a) senzorii zi/noapte și umiditate; b) senzorul distanță.

4. Funcționarea sistemului inteligent de iluminare publică

Pentru a pune în evidență funcționarea sistemului inteligent de iluminare publică s-a realizat o platformă experimentală. Pentru aceasta s-a considerat o amplasare unilaterală a corpurilor de iluminat stradal, o singură bandă pentru autovehicule și un singur trotuar.

Funcționarea sistemului inteligent de iluminare publică se bazează pe semnalele analogice și digitale transmise de senzorii sistemului. În figura 4 este reprezentată organigrama sistemului inteligent de iluminare publică.

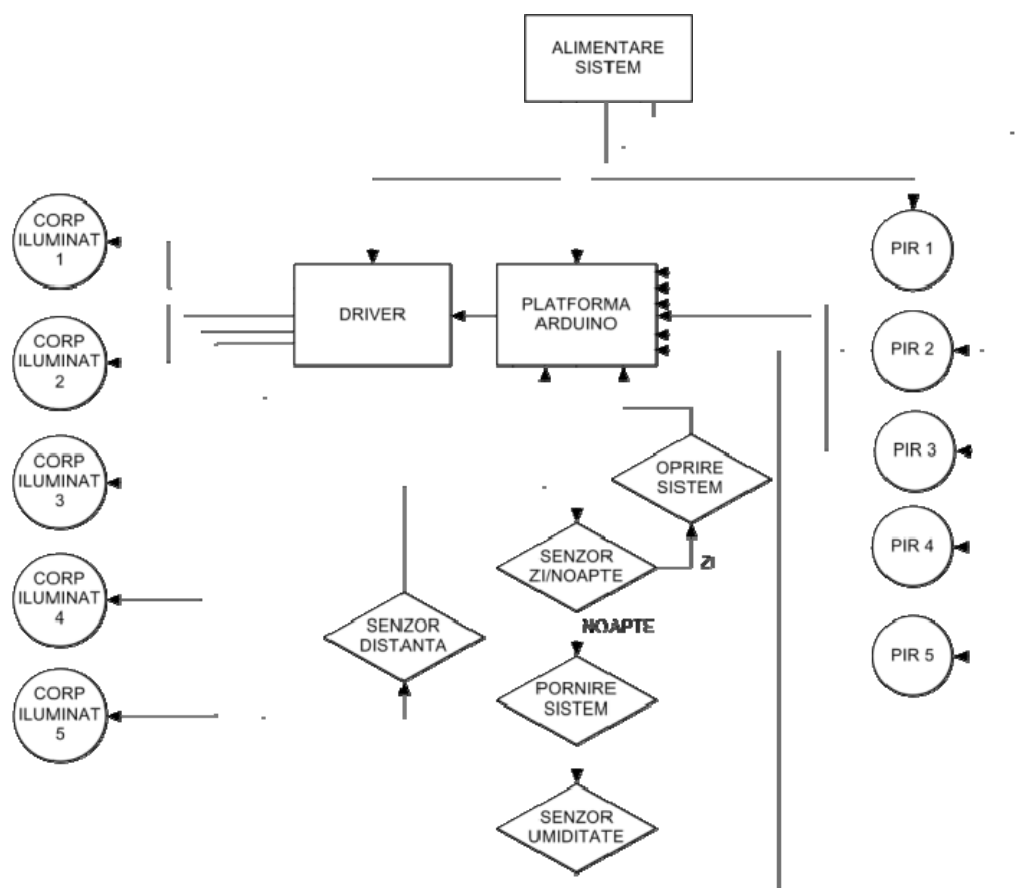


Fig. 4 Organigrama sistemului inteligent de iluminare publică

Sistemul inteligent de iluminare publică este alimentat de la două surse independente. Prima sursă având tensiunea electrică de $9V_{cc}$ alimentează cu energie electrică platforma Arduino și senzorii de mișcare încorporați în corpurile de iluminat public. A doua sursă o sursă dublă de tensiune reglabilă alimentează platformele electronice (driverule) cu $4,4 V_{cc}$ și circuitul care simulează deplasarea autovehiculelor pe carosabil cu $5,2 V_{cc}$. Platformele electronice alimentează la rândul lor LED-urile corpurilor de iluminat.

În figura 5 este reprezentat modul de funcționare al sistemului de iluminat în momentul deplasării autovehiculelor pe carosabil. Atunci când autovehiculul se situează în dreptul primului corp de iluminat public (a), intră în funcțiune primele patru corpuri de iluminat, iar când el ajunge în dreptul stâpului 4 (b), primele două

corpuri de iluminat se sting. Astfel asigurăm o iluminare publică conform *CIE No.115:2007* și totodată o reducere a consumului de energie electrică.



Fig.5. Modul de funcționare a corpurilor de iluminat public în momentul deplasării autovehiculului pe carosabil

Pentru realizarea detecției zi/noapte, sistemul inteligent de iluminare are în componență o fotorezistență a cărei rezistență se modifică în funcție de intensitatea fluxului luminos incident pe suprafața rezistorului în intervalul $1,3 \text{ k}\Omega$ - $510 \text{ k}\Omega$. Valorile oferite de fotorezistență sunt citite pe pin-ul A2 de intrare analogică a platformei Arduino.

Pentru realizarea unui iluminat optim a suprafeței carosabilului, respectiv a trotuarului, sistemul inteligent are în componență un senzor de umiditate care oferă la ieșire o valoare a tensiunii electrice cuprinsă între $2,09 \text{ V}_{cc}$ și $4,03 \text{ V}_{cc}$ în funcție de umiditatea din mediul ambiant. Valorile oferite de senzorul de umiditate sunt citite pe pin-ul A0 al platformei Arduino. Aceste valori sunt prelucrate în program, astfel încât, se poate stabili o intensitatea maximă a fluxului luminos care este generat de corpurile de iluminat public.

Intrarea în funcțiune a unui corp de iluminat poate fi realizată de senzorul de distanță sau de senzorul de mișcare. Sensorii de mișcare au rolul de a detecta prezența umană pe baza radiațiilor infraroșii emise de corpul uman. Aceștia determinând intrarea în funcțiune a unui corp de iluminat corespunzător senzorului respectiv. Astfel, cum a fost specificat și anterior, lampa cu LED-uri realizează o iluminare progresivă până când se ajunge la valoarea maximă, optimă, valoare indicată de senzorul de umiditate. Dacă sunt persoane în raza de acoperire a senzorului de mișcare, corespunzător unui corp de iluminat, LED-urile lămpii rămân în funcțiune până când senzorul de prezență nu a mai detectat prezență. În momentul în care senzorul de prezență nu mai detectează nimic se realizează o diminuare progresivă a intensității fluxului luminos până când aceasta se stinge complet.

Pentru realizarea iluminării optime impuse prin standard, conducătorului auto, aflat în deplasare cu autovehiculul pe carosabil trebuie să i se asigure o distanță de vizibilitate optimă. Această distanță este de aprox. 100 m., distanță care permite depistarea eventualelor obiecte obstacol care pot apărea pe carosabil. De asemenea trebuie asigurată și intrarea în funcțiune a unui corp de iluminat în urma autovehiculului. Această măsură prezintă un grad sporit de siguranță oferită conducătorului auto.

Senzorul de distanță sesizează prezența autovehiculelor pe carosabil și contribuie la intrarea în funcțiune a corpurilor de iluminat. În acest mod asigurând o

vizibilitate optimă a conducătorului auto. Senzorul de distanță oferă la ieșire o valoare analogică, citită pe pin-ul A15 al platformei Arduino, în funcție de distanța la care se află autovehiculul față de poziția senzorului. Pe baza acestor valori se stabilește momentul în care autovehiculul se situează în dreptul unui corp de iluminat.

5. Dimensionarea elementelor sistemului inteligent de iluminare

Calculul sistemului de iluminare publică s-a realizat pentru o amplasare unilaterală a corpurilor de iluminat (fig. 6) unde s-a considerat o lățime a carosabilului de 5m și a trotuarului de 1,5m.

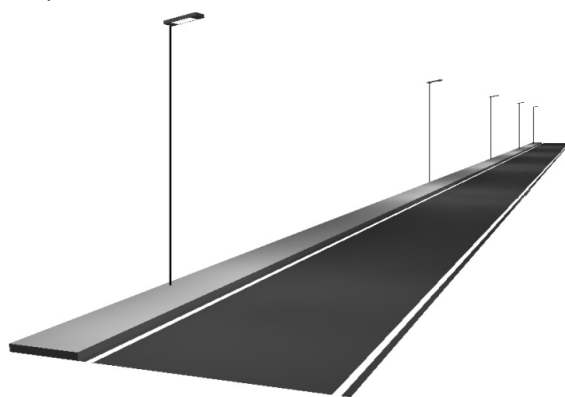


Fig. 6. Amplasare unilaterală a corpurilor de iluminat

Calculul sistemului de iluminat și amplasarea corpurilor de iluminat s-a realizat pe baza curbelor fotometrice.

Rezultatele obținute sunt următoarele:

- fluxul luminos al corpului 7279 [lm]
- fluxul luminos al lămpii 8307 [lm]
- distanța dintre corpuri 26 [m]
- înălțimea de montaj 6 [m]
- „înaintarea”, distanța cuprinsă între limita laterală a carosabilului și proiecția centrului fotometric al corpului de iluminat pe planul util 0 [m]
- unghiul de înclinare al corpului 10,0°
- lungimea brațului de susținere 0,638 [m]
- factor de corecție 1.

6. Concluzii

Sistemul de iluminat public propus asigură în timpul perioadelor nocturne o bună vizibilitate utilizatorilor zonelor publice. Scopul acestuia este de a menține siguranța și fluiditatea traficului precum și siguranța publică. La ora actuală există tendința de a cauta noi soluții și criterii privind achizițiile publice din punct de vedere al iluminatului public. Acest sistem poate fi folosit în orice domeniu unde este nevoie de lumină ținând cont de particularități.

Proiectarea unui sistem de iluminare necorespunzător poate genera un disconfort din punct de vedere al utilizatorului. Starea de disconfort poate fi cauzată de existența necontrolată a fenomenului de orbire și nerespectarea criteriilor de calitate impuse prin standarde și normative.

Nivelul de iluminare medie recomandat este stabilit pe baza unor studii tehnico-economice conform CIE No. 115:2007. Comparând costul instalației de iluminat, pierderile indirecte datorate costurilor sociale, accidentelor, agresiunilor pe timp de noapte, economia de energie electrică necesară sistemelor de iluminat public nu se poate obține doar prin reducerea intensității fluxului luminos ci numai prin utilizarea de sisteme de iluminare performante.

Pe lângă corpurile de iluminat cu LED-uri care formează majoritatea achizițiilor publice la ora actuală apar și alte mijloace (echipamente) care conduc la reducerea consumului energetic. Un exemplu fiind sistemul prezentat în cadrul acestei lucrări.

Din studiul realizat din punct de vedere economic și al consumului de energie electrică putem concluziona că sistemul inteligent de iluminare publică proiectat permite o reducere a costurilor de 79 %.

Limitarea nivelului de poluare a mediului și menținerea rezervelor de materii prime și energie sunt principalele ținte ale analizelor privind eficiența energetică. Eficiența măsurilor pentru scăderea consumului de energie pot fi evaluate prin determinarea reducerii cantității de dioxid de carbon.

Politicile Uniunii Europene în domeniul energiei electrice dar mai ales în domeniul mediului înconjurător prevăd reducerea drastică a emisiilor de gaze cu efect de seră.

Preocuparea pentru mediul ambiant și pentru utilizarea eficientă a resurselor astfel încât să beneficieze și generațiile viitoare de un mediu curat, reprezintă principalul obiectiv al implementării resurselor regenerabile în aplicații specifice.

Referințe

- [1] Binachi, C., Moroldo, D., Ionecu, C., Dumitrescu, L., Petrescu, D., Lazăr Ș., - Manualul de instalații. Sisteme de iluminat, instalații electrice și de automatizare. Editura Artecno București S.R.L., 2010.
- [2] ***<http://www.elba.ro/produs/matrix-02-ng-led-6200k/#matrix-02-ng-30led1000>
- [3] *** http://www.robofun.ro/arduino_mega2560
- [4] Sărăcin, M., Sărăcin, C. G., - Traductoare. Interfețe. Achiziții de date, Ed. Matrix Rom, 2010.
- [5] Sărăcin, C. G., - Instalații electrice, Editura Matrix ROM, 2009.
- [6] Moroldo D. - Iluminatul urban. Aspecte fundamentale, soluții și calculul sistemelor de iluminat, Editura Matrix Rom, București 1999.
- [7] Moroldo D., Moroldo H., Mira N., Binachi C. – Sisteme de iluminat interior și exterior, Editura Matrix Rom, București, Ediția a VII-a 2014.
- [8] Miki, M.; Hiroyasu, T. ; Imazato, K., - Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness, Cybernetics and Intelligent Systems, 2004 IEEE Conference, Date 1-3 Dec. 2004, pp. 520 - 525 vol.1.
- [9] Wojnicki, I., Ernst, S., Kotulski, L., Se, dziwy, A.: Advanced street lighting control. Expert Systems with Applications 41(4 Pt. 1), 999–1005 (2014).