

POSSIBILITIES FOR THE IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT LIGHTING SYSTEMS WITH THE APPLICATION OF BMS⁵

Mag. Eng. Cvetomir Lukanov

Department of Electrical Power Engineering,

University of Ruse "Angel Kanchev"

E-mail: lukanov83@abv.bg

Assoc. Prof. Orlin Petrov, PhD

Department of Electrical Power Engineering,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Phone: +359 882 390 043

E-mail: opetrov@uni-ruse.bg

Abstract: Intelligent systems for automated lighting control provide increased energy saving, improved convenience and comfort. Building management systems (BMS) are the "backbone" of such facilities. They stand out with their great possibilities for synchronizing and optimizing the work of various systems and services (lighting, heating, security, video surveillance, ventilation, air conditioning, access control, fire safety and others). Lighting management is also integrated in these platforms – in newly constructed buildings as well as in retrofitting of existing architectural objects.

The report presents an overview and comparative analysis of the possibilities for implementing intelligent lighting systems. The ways of implementing such systems are described, as well as some of their features. Advantages and disadvantages of BMS are presented, with the idea that they can more easily integrate different algorithms for lighting control.

Relevant conclusions and recommendations are drawn for the construction of intelligent lighting systems.

Keywords: BMS, Intelligent lighting.

ВЪВЕДЕНИЕ

Интелигентните системи за автоматизирано управление на осветлението осигуряват повишено енергоспестяване, подобро удобство и комфорт. Системите за сградна автоматизация (BMS-Building Management Systems) са "гръбнакът" на такива обекти. Те се открояват с големите си възможности за синхронизиране и оптимизация на работата на различните системи и услуги (осветление, отопление, сигурност, видеонаблюдение, вентилация, климатизация, контрол на достъпа, пожаробезопасност и други). Управлението на осветлението също е интегрирано в тези платформи – при новостроящи се сгради, също и при реконструкцията на съществуващи архитектурни обекти (TD Installations, 2022).

Целта на доклада е да се направи обзор и сравнителен анализ на възможностите за реализиране на интелигентни осветителни системи.

В доклада е представен обзор и сравнителен анализ на възможностите за реализиране на интелигентни осветителни системи. Описани са начините за реализиране на такива системи, както и някои техни особености. Изведени са предимства и недостатъци на BMS, с идеята те по-лесно да интегрират в себе си различни алгоритми за управление на осветлението.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Концепцията за съвременно интелигентно осветление се основава на три основни принципа:

⁵ Докладът е представен на сесията на 28 октомври 2022 с оригинално заглавие на български език: ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РЕАЛИЗИРАНЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНИ ОСВЕТИТЕЛНИ УРЕДБИ С ПРИЛОЖЕНИЕ НА BMS

- използване на съвременни осветители, с възможност за плавно регулиране на светлинния поток (най-често светодиодни осветители);
- електронни системи, с усъвършенствани функции, за контрол и управление;
- универсални комуникационни интерфейси, отговарящи на международните стандарти.

Системите за автоматизирано управление на осветлението осигуряват значителен потенциал за спестяване на електрическа енергия, както и подобро удобство и комфорт, което ги превръща в популярно решение за модерните интелигентни сгради (Kyuchukov R., T. Kyuchukov, 2008).

Системите за сградна автоматизация (BMS), от друга страна, са "гръбнакът" на тези обекти с почти неограничените си възможности за синхронизиране и оптимизация на работата на обединените в тях системи и услуги, като: отопление, вентилация, климатизация, сигурност, контрол на достъпа, видеонаблюдение, пожаробезопасност и др. Ето защо е напълно логично управлението на осветлението също да бъде интегрирано в тези платформи – както в новостроящи се сгради, така и при реконструкция на съществуващи архитектурни съоръжения (M. Miki, T. Hiroyasu, K. Imazato, M. Yonezawa, 2005).



Фиг. 1. Визуализация на концепцията за Сمارт сгради (Smart Buildings), управлявани с единна BMS система

Високите първоначални разходи и разноските за поддръжка, сложността и мащабността на такива проекти, както и опасенията относно съвместимост на осветителните системи с другите сградни инсталации до голяма степен ограничаваха по-масовата реализация на такива комплексни инсталации. През последните години обаче техническите средства, необходими за създаване на една такава интегрирана платформа – и в частност сензорните технологии, драстично поевтиняха, а наред с това значително се разшириха функционалните им възможности. Също така цялата индустрия, разработваща интелигентни решения за сградния сектор, насочи усилията си към осигуряването на универсална съвместимост между продукти от различни производители, което премахна и другата основна пречка пред изпълнението на интегрирани BMS системи за управление на осветлението (Miki M, Hiroyasu T, Imazato K., 2004).

Предимства и принципи на интегрираните решения за осветление

Стандартната платформа за интеграция между средствата за контрол на осветлението и системите за сградна автоматизация е BACnet (Building Automation and Control Networks) протоколът. В редица проекти обаче компонентите за управление на осветителите изискват специални устройства за осигуряване на необходимата функционалност, което е свързано и с по-високи разходи за изграждане. В съвременните системи виждаме все повече продукти в

сегмента, които са осигурени с т. нар. Native BACnet (т.е. вградена) поддръжка на този комуникационен стандарт на ниво контролер, като това елиминира нуждата от допълнителни инвестиции и премахва ценовата бариера пред въвеждането на интегрирани контролни средства. На практика тя се опростява и улеснява до свързването на две отделни системи в обща LAN мрежа. Така всички данни от решението за управление на осветлението могат да бъдат споделяни в мрежата, а BMS платформата получава възможността да осъществява мониторинг и контрол върху всеки отделен осветителен компонент.

Наред с ползите по отношение на енергийната ефективност, контролът на осветителните системи през платформи за сградна автоматизация осигурява и много допълнителни предимства. Сред тях са възможностите за: детайлни доклади за заетостта на помещенията и консумацията на енергия, задаване и автоматично изпълнение на графици, споделяне на събраните данни с други сградни услуги, диагностика на проблеми от различен характер, контрол на осветлението на ниво зона – помещение, етаж или дори отделна сграда в рамките на единен комплекс, разширено ръчно управление, а също и минимизиране на пиковото потребление на енергия.

Това става възможно благодарение на факта, че съвременните BMS платформи реално представляват системи за разпределено управление, функциониращи като единно интелигентно цяло. Това означава, че изчислителните им хардуерни и софтуерни компоненти са разпределени в рамките на мрежа, съставена от контролни модули с микропроцесори и стандартни компютърни конфигурации. Контролът на осветлението се извършва посредством компоненти за ръчно управление, сензори за заетост на помещенията, фотодатчици и технически средства за задаване и изпълнение на различни работни графици, най-често в комбинация.

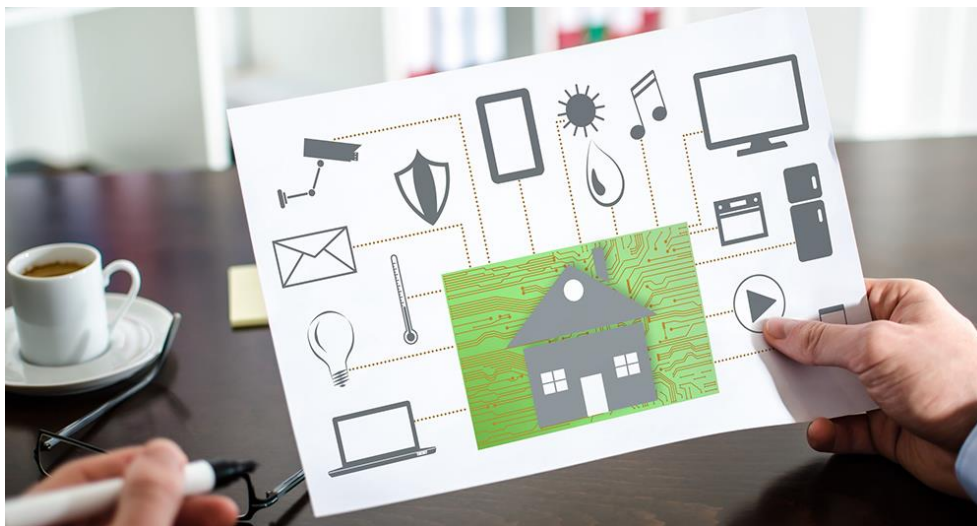
Графици, сензори за заетост и фотодатчици

Голяма част от икономията на енергия в една модерна сграда се получават от интелигентното управление на електрическото натоварване в зависимост от различни фактори като, наличие на дневна светлина, заетост на помещенията, работно време и т. н. Основен принцип на тази стратегия е да се елиминира работата на осветителните системи, когато и където осветление реално не е необходимо. За целта се създават режими за автоматично включване, изключване или димиране (регулиране) на съответните осветители както с обичайния модел на използване на дадена зона, така и с частта от денонощието, в която е достъпна дневна светлина и нейното необходимо количество. Интегрираните в BMS решения за управление на осветлението не биха били достатъчно ефективни и гъвкави обаче, ако не отразяваха и динамичните промени в потребностите от осветяване в реално време, данни които платформата получава от предвидените за целта датчици (за присъствие, за движение и др.) (L. Deng-feng, B. Yun-ting, W. He and L. Hu, 2011).

Датчиците за присъствие обикновено функционират на нивото на най-малката единица при зонирването, а именно помещението или отделна зона от голямо помещение. С тяхна помощ се осигурява осветяване на конкретно помещение след края на официалното работно време, когато в него все още има служители, макар режимът на работа по график иначе автоматично да би изгасил осветлението. В такива случаи BMS системата може да отговори и с допълнителни автоматизирани действия, като адаптиране на микроклимата в помещението, изпращане на асансьор на етаж или пък уведомяване на екипите по сигурност на сградата, ако присъствието на хора в обекта след работно време изрично е забранен.

Често срещан е и обратният сценарий, в който дадена стая реално към момента не се използва, макар разписаният ѝ график за обичайна експлоатация да сочи обратното. Сигналите от сензорите за заетост на помещенията могат да инициират не само включване или изключване на осветителните тела в зоната, но и тяхното димиране според моментните потребности. Възможностите за икономия на енергия с внедряването на такива решения варират в диапазона от 30 до цели 80%.

Фотосензорите, използвани в решенията за управление на осветлението през BMS платформа могат да изпълняват две основни функции: задаване на моментите на включване/изключване на осветлението; димиране на осветлението в зависимост от нивото на естествената осветеност. Съвременните системи позволяват също и компенсиране на стареенето на осветителите, регулирайки ги до необходимите стойности на светлинния поток.



Фиг. 2. Визуализация на интеграцията на различни датчици и системи в една комплексна BMS система

Ръчно управление и мрежови изисквания

Възможностите за ръчно управление се оказват ключов фактор при възприемането на интегрираните решения за управление през BMS в съвременните сгради, тъй като позволяват динамичен контрол в реално време и инициране на контролни команди практически от всяка точка в обекта от страна на потребителя, които надделяват над автоматизираните функции. За целта модули за директно цифрово управление (DDC) се свързват към съществуващите ключове и димери. Достъпни са и широка гама от специализирани ръчни контролери с разширени функции, както портативни, така и стационарни с възможност за монтаж във всяка една точка на сградата – падове с множество програмуеми бутони, мултифункционални LCD панели, дистанционни управления и т. н. Други иновативни и набиращи популярност технологии за контрол на осветителите, интегрирани в BMS платформи, са гласовото и жестово управление.



Фиг. 3. Възможности за ръчно управление на интегрирани BMS системи

Що се отнася до възможностите за кабелно и безжично свързване на осветителните компоненти към платформата за сградна автоматизация, окабеляването с усукана двойка проводници е най-често срещаната мрежова среда за директно цифрово управление. В зависимост от потребностите във връзка с честотната лента, близостта и други фактори, могат да бъдат използвани и широка гама други средства, включително коаксиални, оптични кабели, теснолентова връзка или сигнализация с разширен спектър по електропроводна линия (PLC), а също и радиочестотни (RF) и инфрачервени (IR) устройства. На пазара се предлагат и рутери за разширяване на мрежата за директен дигитален контрол посредством TCP/IP мрежов протокол за връзка с корпоративен интранет или глобалната мрежа.

Ползи за сградния сектор

Сградните приложения на интелигентното осветление непрекъснато нарастват и се очаква тази тенденция да се запази и през следващите години, показват данни на Navigant research. Умните осветителни системи са все по-популярни както в жилищни, така и в търговски и индустриални обекти. Ръстът в инсталациите на LED осветители на закрито е свързан с множеството допълнителни възможности, които технологията разкрива. Такива са интелигентните приложения, базирани на високоскоростен трансфер на данни и изграждане на умна сградна инфраструктура в свързаните домове и сгради, които се превръщат във все по-ефективни решения по отношение на разходите (M. Miki, E. Asayama and T. Hiroyasu, 2006).

Интелигентните светодиодни осветители осигуряват множество ползи и за повишаване на енергийната ефективност и бърза възвращаемост на инвестициите в IoT продукти и платформи. LED модулите се отличават с по-дълъг експлоатационен живот, по-ниска консумация на енергия и по-добри възможности за регулиране на осветлението в сравнение с луминесцентното осветление и други традиционни технологии. Истинската трансформация на сегмента сградно осветление по посока интелигентни решения обаче не се изчерпва само с естеството на осветителите. Умните системи могат да генерират ценен актив – данни за различни аспекти на сградните инсталации и оборудване. В допълнение, светодиодите позволяват реализирането на иновативни концепции като адаптивно и биодинамично осветление, а напредъкът при LED и OLED (organic light emitting diodes) модулите прави възможно използването на осветлението и като комуникационна технология. В комбинация със съответните драйвери, сензори, алгоритми за управление и безжични компоненти интелигентните осветителни системи се превръщат във все по-автономни и мащабируеми решения за IoT и smart home екосистеми.

Особености на технологията

Интелигентните осветителни системи разполагат с интегрирани дигитални сензори, задвижващи технологии, драйвери и комуникационни интерфейси. Те се програмират посредством усъвършенствани контролни алгоритми и могат да бъдат използвани за изграждането на осветителни мрежи с възможност за отдалечено управление. Най-популярните решения са проектирани да променят спектъра или цвета на светлината. Те могат да управляват и нивото на осветяване в случай на дадено събитие, например при регистриране на присъствие в дадено помещение или преминаване на автомобил или пешеходец в работната зона на осветителя за приложения на открито. Интелигентните осветителни решения елиминират нуждата от ръчно управление на системата. И макар осветителната мрежа да се програмира с дадени общи базови настройки, всеки отделен осветител може да бъде препрограмиран спрямо моментните потребности.

Сред популярните комуникационни интерфейси, разработени за интелигентни осветителни системи, са DALI, Ethernet, Wi-Fi, ZigBee light link и Bluetooth, като чрез тях могат да бъдат организирани отделни зони на осветяване с различни настройки. Те се сегментират спрямо факторите на средата, обитателите и събитията, които е възможно да възникнат в съответната зона. Умните осветителни платформи са способни да изчисляват

автоматично количеството необходима светлина според моментните условия и да осигуряват гъвкаво осветяване на различни задачи, дейности и потребители. Допълнителна възможност е функцията за измерване на консумацията на енергия в реално време (F. Shi, Z. Kou, J. Chen and W. Li, 2020).

Интелигентните осветителни мрежи позволяват на отделните типове осветители в системата да комуникират помежду си и да се синхронизират. Предимство е и опцията за индивидуално управление на ниво осветител посредством отдалечено контролно средство, например мобилно или уеб-базирано приложение.

Тенденции

Актуално изследване на IHS Technology сочи, че глобалният пазар на интелигентно и свързано осветление за нежилищни сградни приложения е нараснал от 6,1 млрд. щатски долара през 2017 г. до 7,2 млрд. година по-късно. Специалистите очакват този пазар да продължава да регистрира ръст с комбиниран годишен темп на растеж от 21%, достигайки цели 21 млрд. щатски долара през 2022 г. Жилищните приложения на умни осветителни системи са достигнали 1,8 млрд. долара през 2018 г., а интелигентните улични решения – 600 млн., показват още данните на маркетинговата агенция (Zhenfeng Li, Jingtao Li, Xiaofan Li, Yijian Yang, Jie Xiao, Bowen Xu, 2020).

През последните няколко години темповете на конкуренция между големите световни производители в сегмента са намалели, тъй като капацитетът на LED производството в глобален мащаб е достигнал своя пик, твърдят от IHS Technology. Тази тенденция е в основата на своеобразно пресистематизиране на производствените мощности с цел прилагане на по-ефективни и екологосъобразни решения. През следващите 5 до 10 години пазарните анализатори очакват застой на пазара на осветителни продукти с общо предназначение, но обещава ръст в сегмента на светодиодното осветление, особено в паралел с популяризирането на интелигентните осветителни системи.

Технологията разкрива много нови възможности не само в осветителната индустрия, но при решенията за умни домове, сгради и градове.

Енергийната ефективност ще продължи да бъде приоритет при умното осветление и в бъдеще. Усилията са насочени към нейното непрекъснато увеличаване, например при плоското панелно осветление се цели постигане на 150+ лумена на ват.

Тенденцията е скоро всички LED осветители да разполагат с IoT свързаност, убедени са анализаторите. Така всички те ще бъдат интелигентни и ще разполагат с възможности автоматично да се включват, изключват и димират, а управлението им ще се случва изцяло чрез мобилни приложения и виртуални асистенти за домашна автоматизация. Така в бъдеще цялото осветление в сградния сектор ще стане дигитално и свързано.

Друга водеща тенденция е стремежът към “здравословно осветление”. Биодинамичните системи, съобразени с жизнения ритъм на човека, стават все по-популярни не само в жилищния сегмент, но и в офисите, учебните и здравни заведения, където доброто емоционално и психологическо състояние на индивида е приоритет. Модерните потребители са все по-информирани за ползите от тази технология и влиянието ѝ върху настроението, концентрацията, работоспособността, добрия сън и здравето.

Интелигентните осветителни системи с биодинамична концепция осигуряват оптимално количество дневна светлина и адаптират изкуственото към параметрите на естественото осветление.

Smart Home концепции и осветителна комуникация

Свързаните осветителни системи са една от базовите и най-ранни технологии в концепцията за умен дом. До днес те остават и най-популярни сред smart home системите,

превръщайки се в емблема на сградната технологична революция в посока към непрекъснато повишаване на интелигентността.

Голяма част от интелигентните осветителни продукти позволяват интеграция в умни платформи за домашна и сградна автоматизация, а най-съвременните решения правят възможно дори управлението чрез жестов и гласов контрол. С налагането на усъвършенствани и технологично зрели smart home екосистеми човеко-машинният интерфейс за управление на осветлението постепенно еволюира към автоматизирано сензорно-базирано управление, машинно обучение и изкуствен интелект.

Друга област на динамично развитие е т. нар. видима осветителна комуникация (Li-Fi), считана от множество експерти за бъдещето на комуникационните решения. Скоростите на трансфер при тази технология от ново поколение са много по-високи в равнение с популярните безжични системи (Wi-Fi).

И макар високоскоростната комуникация да е далеч от масовото си комерсиализиране, Li-Fi системи с ниска скорост на предаване вече намират редица приложения в сградния сектор, а продажбите им се очаква непрекъснато да нарастват в бъдеще. Сред най-популярните приложения е т. нар. навигация на закрито посредством осветителна комуникация, която се използва във все повече молове, летищни терминали и други обширни закрити пространства. С цел добавяне на допълнителна стойност технологията може да бъде комбинирана с допълнителни визуални и рекламни стратегии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на направения обзор и анализ на възможностите за реализиране на интелигентни осветителни системи, можем да направим следните заключения:

1. Тенденцията е, като основа, за система за управление на осветителни уредби, да се използват BMS системите. Това дава възможност да се интегрират всички обслужващи системи в една сграда и да се подобри гъвкавостта на всички системи.
2. Използването на BMS системите дава множество предимства, по-важните от които са: подобряване на енергийната ефективност; намаляване на намесата на оператор за управление на системите; бързо преконфигуриране и задаване на графици на работа на всяка една сградна система.
3. Като съществени недостатъци при изграждане на една комплексна BMS система можем да изтъкнем: по-високата начална инвестиция за изграждане; използването на множество електронни системи, което намалява надеждността на цялата система (възможност за дефектиране на електронни модули).

Независимо от всичко казано до тук, не може да пренебрегнем факта, че все по-често в практиката се изграждат BMS системи, особено за големи и сложни сгради (административни, търговски и жилищни). При проектирането на такива системи трябва много внимателно да се преценят предимствата и недостатъците, упоменати по-горе, и тогава да се пристъпи към интегриране на BMS система в съответната сграда.

REFERENCES

Deng-feng L., B. Yun-ting, W. He and L. Hu, "Design of intelligent lighting control system," 2011 IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems, 2011, pp. 134-137, doi: 10.1109/CYBER.2011.6011779.

EN 12464-1:2016. Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places

Kyuchukov R., T. Kyuchukov. Sustainable Lighting Solutions to Electrical Energy Compsumtion. Illumination Towards Multifunctional and Multiple Domestic Lighting Installations. IN: Proceedings Lighting Engineering 2008, BalkanLight 2008 Ljubljana, Slovenia, 2008, ISBN 978-961248-127-8.

Management on lighting thru BMS, Journal TD Installations, 04.2022, <https://www.tech-dom.com/bg/upravlenie-na-osvetlenieto-prez-bms/2/2366/>

Miki M., T. Hiroyasu, K. Imazato, M. Yonezawa. Intelligent lighting control using correlation coefficient between luminance and illuminance. Proceeding IASTED Intelligent Systems and Control, Vol.497, No.078, pp.31-36, 2005.

Miki M, Hiroyasu T, Imazato K. Proposal for an Intelligent Lighting System, and Verification of Control Method Effectiveness Proceeding IEEE CIS, Page520-525, (2004)

Miki M., E. Asayama and T. Hiroyasu, "Intelligent Lighting System using Visible-Light Communication Technology," 2006 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, 2006, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCIS.2006.252257.

Shi F., Z. Kou, J. Chen and W. Li, "Design and Application of Intelligent Lighting Control System for Classrooms Based on PLC," 2020 IEEE 5th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC), 2020, pp. 1268-1271, doi: 10.1109/ITOEC49072.2020.9141695.

Zhenfeng Li, Jingtao Li, Xiaofan Li, Yijian Yang, Jie Xiao, Bowen Xu, Design of Office Intelligent Lighting System Based on Arduino, Procedia Computer Science, Volume 166, 2020, Pages 134-138, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.035>.