

SYSTEMY STEROWANIA OŚWIETLENIEM

TEKST: TOMASZ KLIMEK

Światło w przyrodzie nie jest elementem stałym. Rytm dnia i nocy, wschody i zachody słońca, cykl pór roku czy wreszcie okresowość pogody – to wszystko sprawia, że ilość i rodzaj docierającego do nas światła słonecznego są różne.

Podobnie jest w przypadku oświetlenia w architekturze – nie mamy tu stanu docelowego: jednego ustalonego sposobu świecenia. Dążymy za to do stworzenia systemu umożliwiającego kompleksowe zaspokojenie dynamicznie zmieniających się potrzeb w tym zakresie: od uzupełnienia niedoborów światła dziennego poprzez pełne oświetlenie użytkowe aż po dyżurne i ozdobne. A w tym wszystkim setki wariantów. Dla zapewnienia zmienności oświetlenia i łatwości dostosowywania go do aktualnych potrzeb użytkowników niezbędny jest dobrze zaprojektowany system sterowania.

Komponenty składające się na system zasilania i sterowania są istotnymi elementami całego projektu oświetlenia budynków. Ich prawidłowy dobór przekłada się na komfort użytkownika, techniczne możliwości adaptacji do potrzeb oraz oszczędność energii. Nie można też zapomnieć o wpływie jakości oświetlenia na zdrowie, szczególnie przy wielogodzinnej ekspozycji, co dotyczy przede wszystkim pracowników biur.

Standardy w zakresie sterowania oświetleniem, obowiązujące na rynku od wielu lat, pozwalają na połączenie zasilania oraz monitoringu źródeł światła przy użyciu kompatybilnych urządzeń dostarczanych przez różnych producentów. Są to m.in.: sterowniki, panele ścienna,



piloty, czujki obecności i ruchu czy czujniki światła. Wydaje się jednak, że rozwój zastosowanych w nich technologii nie zawsze nadąża za błyskawicznym postępem w technice, a w szczególności – elektronice i informatyce.

DALI (DIGITAL ADDRESSABLE LIGHTING INTERFACE)

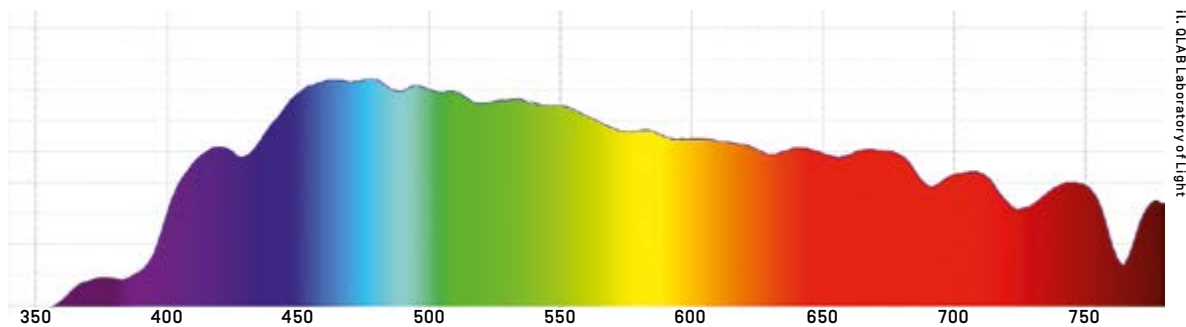
Powstał na początku lat 90. Umożliwia sterowanie oraz odczyt informacji o stanie opraw. Za pomocą sterownika obsługiwane są zarówno pojedyncze oprawy, jak i ich grupy. Wadą tego systemu jest przede wszystkim ograniczona liczba adresów w pojedynczej magistrali. Jeden kontroler magistrali jest w stanie obsłużyć maksymalnie 64 oprawy (adresy), a długość magistrali nie może przekroczyć 300 metrów. W przypadku dużych instalacji oświetleniowych, mających często tysiące punktów świetlnych, system sterowania musi zostać rozbudowany, a to jest kosztowne. Kolejną wadę stanowi wciąż niewielki wybór elementów sterujących (np. paneli ściennych), co powoduje, że trudno dopasować je do projektu wnętrza.

DALI ze względu na charakterystykę protokołu nie sprawdza się, kiedy potrzebne jest uzyskanie szybkich efektów, niezbędnych np. na scenie, lub w przypadku stosowania dynamicznych zmian światła na potrzeby iluminacji.

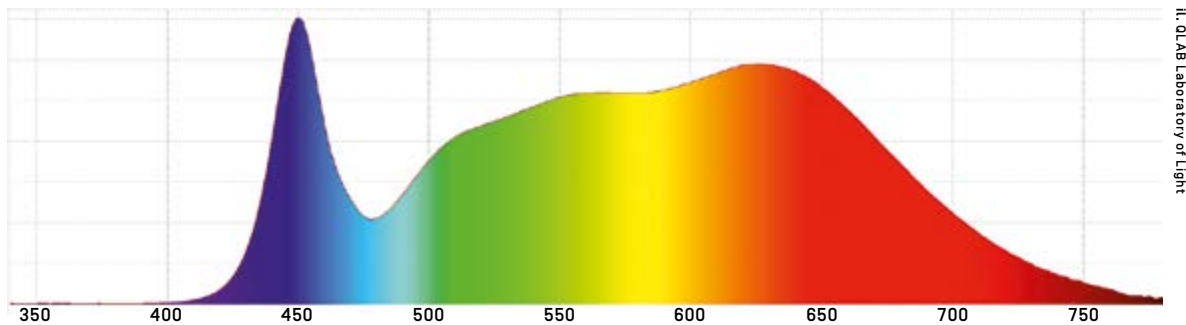
Wprowadzona w 2018 roku modyfikacja, zwana DALI-2, poprawiła interoperacyjność, czyli zdolność systemu do współpracy z różnymi urządzeniami, jednak nie rozwiązała większości wymienionych powyżej problemów.

DMX512

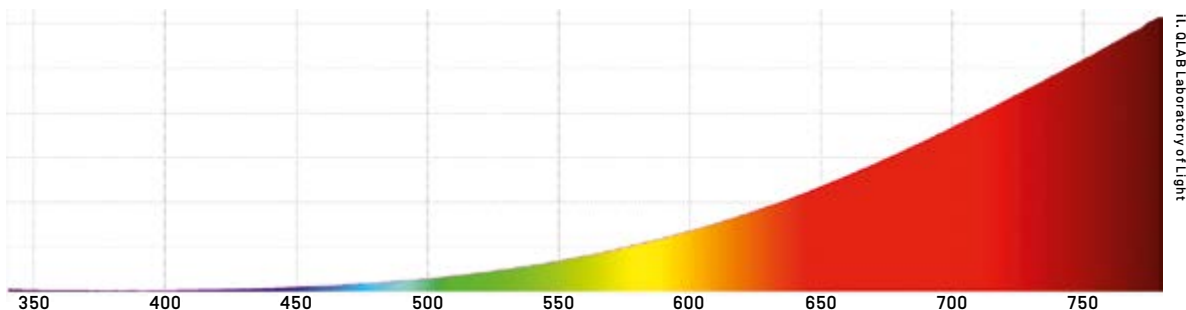
Powstał w 1986 roku i wywodzi się z techniki scenicznej. Pozwala na sterowanie zarówno oprawami, jak i efektami scenicznymi (np. wytwornicami dymu, ruchomymi głowicami). Dysponuje 512 niezależnymi kanałami, a także gwarantuje szybką komunikację – przy wykorzystaniu wszystkich kanałów sygnał odświeżany jest ponad 44 razy na sekundę. Wprowadzone znacznie później rozszerzenie RDM pozwala na dwukierunkową komunikację pomiędzy odbiornikiem a kontrolerem. Ze względu na pierwotne przeznaczenie tego systemu sterowanie odbywa się głównie poprzez konsole sceniczne. System DMX znajduje zastosowanie przede wszystkim w obiektach, w których oświetlenie większości przestrzeni jest zarządzane centralnie bez konieczności wykorzystywania manipulatorów dostępnych dla użytkowników. W szczególności dotyczy to miejsc wymagających integracji sterowania oświetleniem użytkowym, scenicznym i efektowym, takich jak kina, teatry czy wielofunkcyjne przestrzenie wystawienniczo-konferencyjne.



Spektrum światła słonecznego.



Spektrum światła źródła LED.



Spektrum światła żarówki z włóknem wolframowym.

ART-NET

Najbardziej zaawansowanym i jednocześnie odpowiadającym na rosnące potrzeby rynku wydaje się być protokół Art-Net. Jest to implementacja DMX512 dostosowana do współczesnych wymagań. Transmisja danych odbywa się poprzez sieć Ethernet, podłączoną zwykłym kablem sieciowym, tzw. skrętką. Protokół ten pozwala zaadresować do 32768 „universes”, z których każdy zawiera 512 kanałów. Jak łatwo policzyć, daje to niebotyczną liczbę ponad 16,7 mln opraw, którymi można niezależnie sterować.

W roli sterownika sprawdzi się zwykły komputer wyposażony w kartę sieciową i aplikację umożliwiającą np. zarządzanie poszczególnymi oprawami, łączenie ich w grupy funkcjonalne czy definiowanie scen świetlnych.

Funkcjonalność systemu i stopień intuicyjności interfejsu graficznego zależą wyłącznie od kreatywności twórców oprogramowania. W ten sposób wyeliminowane zostały wady poprzednich systemów, polegające na ograniczeniu liczby urządzeń w jednej magistrali, a także jej długości. Art-Net pozwala bardzo szybko przesyłać dane do wielu urządzeń na duże odległości. Protokół jest systematycznie rozwijany – ostatnia wersja (IV) pochodzi z 2016 roku.

SYSTEMY TZW. INTELIGENTNEGO DOMU

Wielu producentów oferuje obecnie systemy *smart house*, pozwalające na sterowanie oświetleniem w domu oraz integrację różnych instalacji, takich jak ogrzewanie, klimatyzacja, bramy, rolety. Oferowane rozwiązania różnią się

→ Nawet najlepszej jakości oprawy oświetleniowe nie osiągną oczekiwanego efektu, jeśli będą połączone ze słabym urządzeniem zasilającym. ←

funkcjonalnością, stopniem skomplikowania i intuicyjnością obsługi, a także zastosowanymi w nich protokołami komunikacji. Ich wspólną cechą jest ograniczona wielkość i stopień złożoności instalacji. O ile są one dobrym rozwiązaniem dla domu czy niewielkiego biura, o tyle nie znajdują zastosowania w dużym i złożonym projekcie.

ZASILANIE

Kolejnymi ważnymi, a często niedocenianymi elementami instalacji oświetleniowej, są urządzenia zasilające. W przypadku diod LED pracujących przy niskich napięciach określane są one mianem *drivera* i łączą funkcje transformatora oraz ściemniacza. Mogą być wbudowane w oprawę lub zlokalizowane w jej pobliżu, np. umieszczone na suficie podwieszanym lub w innym niewidocznym miejscu.

Warto sobie uświadomić, że to właśnie zasilacz ma duży wpływ na jakość światła. Nawet najlepsze oprawy oświetleniowe nie osiągną oczekiwanego efektu, jeśli będą połączone ze słabym urządzeniem zasilającym.

Flickering, czyli migotanie, to podstawowy parametr służący do oceny jakości świecenia, niemal w całości zależny od zasilacza. Określany jest za pomocą częstotliwości, wartości procentowych i indeksu oraz efektu stroboskopowego SVM. Wynika z parametrów prądu zasilającego źródło, czyli im przebieg napięcia zasilającego jest bardziej stabilny, tym niższy jest *flickering* i lepsze światło.

Parametr SVM (*Stroboscopic Effect Visibility Measure*) bierze pod uwagę częstotliwość i sposób sterowania oświetleniem oraz kształt modulacji. W ramach *Ekoprojektu* (unijnego planu ograniczania zużycia energii), w części dotyczącej oświetlenia LED planowane jest przyjęcie zmian do tzw. wymagań funkcjonalnych. Będą one określać minimalny dopuszczalny poziom SVM. Należy więc sądzić, że wkrótce stanie się on tak samo ważnym wymaganiem funkcjonalnym w zakresie oświetlenia, jak np. wskaźnik oddawania barw CRI lub efektywność energetyczna źródła światła.

Miary tętnienia są znane od lat, ale dotychczas nie było normy, która określałaby jego dopuszczalny poziom. Jeśli

zmiana zostanie wprowadzona jako wymaganie funkcjonalne źródła światła, to w konsekwencji będzie można używać tego wyznacznika przy weryfikacji całych systemów oświetlenia, również w miejscu ich zainstalowania. Może się również okazać, że część dostępnych obecnie na rynku zasilaczy LED będzie musiała zostać wycofana ze względu na niespełnienie minimalnych wymagań w zakresie *flickeringu*.

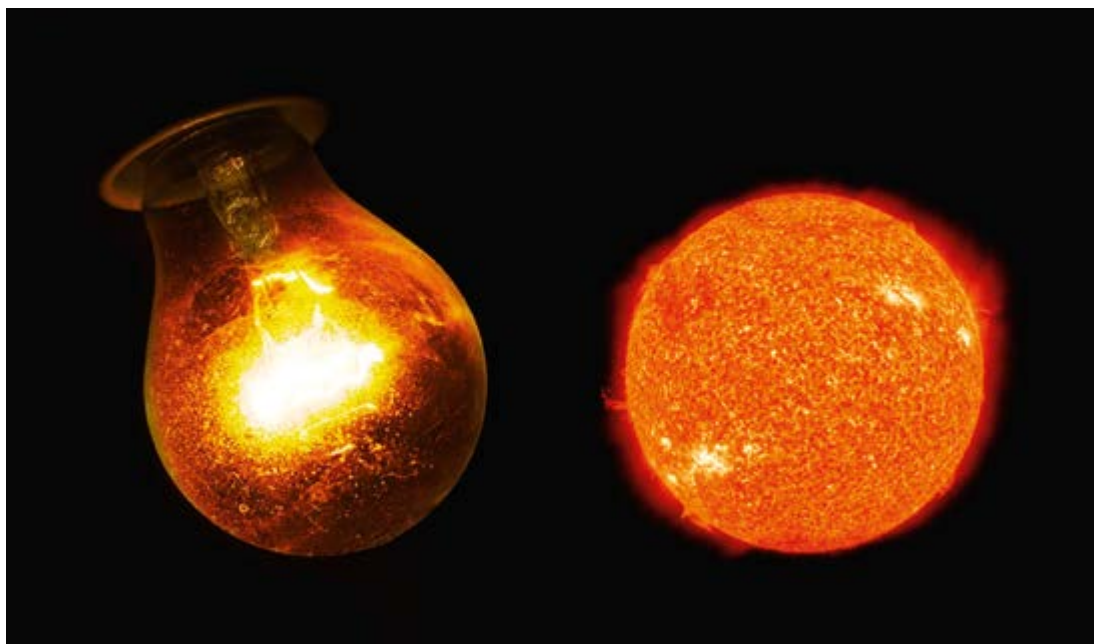
Długotrwałe narażenie na tętnienie światła powoduje dyskomfort wzrokowy. Może ono skutkować bólami głowy, migreną, a nawet wywołać atak epilepsji. W przypadku oświetlenia stanowisk pracy w obiektach przemysłowych tętnienie światła może prowadzić do wypadków, ponieważ zainicjowany przez nie efekt stroboskopowy wywołuje zaburzenia postrzegania prędkości obracających się elementów maszyn. Tętnienie jest wysoce niepożądane także w obiektach sportowych, studiach telewizyjnych czy salach koncertowych, gdyż silnie zakłóca pracę kamer filmowych i telewizyjnych.

Szczególnie dobre efekty, jeśli chodzi o ograniczenie *flickeringu* i uzyskanie wysokiej jakości światła, daje zastosowanie zasilaczy centralnych zamiast wbudowanych w oprawę lub znajdujących się przy niej (nie zawsze najwyższej jakości). Są to urządzenia wielokanałowe, mogące jednocześnie zasilać kilkadziesiąt opraw. Ich optymalizacja pod kątem uzyskiwania jak najlepszych parametrów prądu zasilającego pozwala na ograniczenie do minimum uciążliwości związanych z migotaniem światła. Dodatkowym atutem zasilaczy centralnych jest uproszczenie systemu oświetleniowego – sygnał sterujący dochodzi tylko do jednego urządzenia zamiast do wszystkich opraw. Kolejna ich zaleta to łatwość instalacji i serwisowania. W przypadku awarii zasilania nie ma konieczności dostawiania się do opraw, które często są umieszczone w trudno dostępnych miejscach.

LED – NAJLEPSZE MOŻLIWE ŹRÓDŁO ŚWIATŁA?

Źródła LED są cenione ze względu na wysoką sprawność sięgającą 20%, podczas gdy dla tradycyjnej żarówki z włóknem wolframowym wynosi ona zaledwie 2% (taka część energii elektrycznej jest przekształcana w światło – reszta jest tracona w postaci ciepła). Zatem powszechne zastosowanie LED-ów wynika z ekonomicznych przesłanek. Jednakże wpływ tego typu oświetlenia na zdrowie człowieka nie jest już tak korzystny.

Wystarczy spojrzeć na porównanie spektrum dla światła słonecznego (wykres górny), źródła LED (wykres środkowy) i tradycyjnej żarówki z włóknem wolframowym (wykres dolny), zamieszczone na stronie obok. Jak widać, emitowane przez źródła LED światło ma węższy niż w przypadku światła słonecznego zakres spektralny oraz wyraźnie widoczne maksimum w okolicach światła niebieskiego (czyli długości fali około 450 nm). Jak dowodzą badania naukowców z Uniwersytetu Harvarda – światło niebieskie



fot. Pexels.com

(415 do 550 nm) jest inhibitorem melatoniny, czyli hormonu regulującego sen. Opóźnia jej wydzielanie nawet o trzy godziny, co w przypadku ekspozycji na takie światło w godzinach wieczornych może prowadzić do problemów z zasypianiem. Dla porównania światło tradycyjnej żarówki prawie nie zawiera tego niekorzystnego dla wzroku pasma.

Badania przeprowadzone przez naukowców z Uniwersytetu w Toledo wykazały, że długotrwała ekspozycja na niebieskie światło, którego źródłem są diody LED, wyzwała proces, w wyniku którego w fotoreceptorach – wrażliwych na światło komórkach oka – powstają toksyczne molekuly, mogące prowadzić do zwyrodnienia plamki żółtej, czyli wiodącej przyczyny ślepoty. W rezultacie niebieskie światło, które ma krótszą długość fali i niesie więcej energii, może stopniowo powodować uszkodzenie oczu.

CO PRZYNIESIE PRZYSZŁOŚĆ?

Bez wątpienia najkorzystniejsze dla organizmu człowieka jest światło słoneczne, ponieważ stymuluje wzrost komórek, poprawia działanie systemu obronnego organizmu, pobudza naturalne procesy regeneracyjne, stymuluje przemianę materii komórek, poprawia krążenie krwi, samopoczucie, niweluje stany depresyjne i reguluje pracę zegara biologicznego. Nie bez znaczenia jest tu również emisja promieniowania UV, będącego składnikiem światła słonecznego, które w odpowiednich ilościach jest niezbędne m.in. do produkcji witaminy D.

Idealnym byłoby stworzenie źródła światła o efektywności LED lub wyższej, które miałyby parametry zbliżone do dziennego i przede wszystkim było pozbawione niekorzystnego „piku” światła niebieskiego. Skonstruowanie źródła symulującego charakterystykę światła słonecznego i odzwierciedlającego zmiany spektrum w cyklu dobowym

pozwoliłoby na poprawę jakości życia osób spędzających większość dnia w pomieszczeniach bez okien. Obecnie wiele jednostek badawczych, w tym niezależne laboratoria, pracują nad takimi rozwiązaniami. Biorąc pod uwagę tempo rozwoju technologii, można niebawem spodziewać się prawdziwej rewolucji w sposobie oświetlania wnętrz. ●



TOMASZ KLIMEK

projektant, założyciel i prezes firmy QLAB Laboratory of Light, która zajmuje się m.in. projektowaniem światła naturalnego i sztucznego, od 2018 roku prowadzi badania dotyczące wpływu światła na organizm człowieka