

*XIV Seminarium*  
**ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE' 2004**  
Oddział Gdański PTETiS

**INTELIGENTNE STEROWANIE OŚWIETLENIEM  
W BUDYNKACH PRZEMYSŁOWYCH**

**Wojciech WŁADZIŃSKI**

1. Politechnika Gdańska, ul. Sobieskiego 7, 80-216 Gdańsk  
tel: (0-58) 347-16-39 fax: (0-58) 341-08-80 e-mail: wladzin@ely.pg.gda.pl

W referacie zaprezentowano jeden ze sposobów realizacji inteligentnego sterowania oświetleniem w obiektach przemysłowych za pomocą komputera PC. Przedstawiono koncepcję zastosowania do tego celu sieci LonWork oraz systemu DALI w celu sterowania poszczególnymi punktami świetlnymi. Przedstawiono realizację techniczną opisanego zagadnienia.

## **1. WPROWADZENIE**

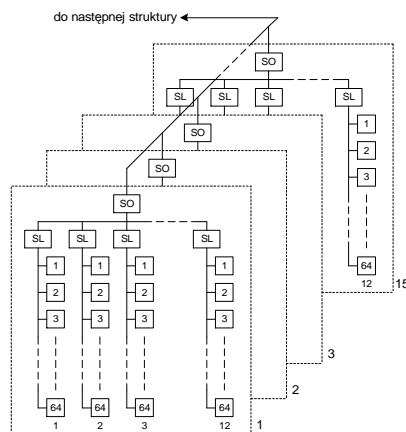
Klasyczne instalacje oświetleniowe nie pozwalają na dokonywanie przeróbek związanych ze zmianą oświetlenia w obiekcie. Zmiana taka wiąże się kosztownymi remontami w już wybudowanym budynku. Nowoczesne systemy sterowania oświetleniem umożliwiają dowolne konfigurowanie systemu oświetleniowego w zależności od potrzeb użytkownika, bez wykonywania kosztownych zmian instalacji. Jednym z rozwiązań tego problemu jest wykorzystanie systemu DALI (ang. Digital Addressable Lighting Interface), który umożliwia sterowanie pojedynczymi oprawami oświetleniowymi za pomocą urządzeń peryferyjnych lub komputera PC przy wykorzystaniu pojedynczego przewodu dwużyłowego.

## **2. NOWOCZESNE SYSTEMY STEROWANIA OŚWIETLENIEM**

W tym rozdziale skrótowo przedstawione zostaną wybrane światowe oraz europejskie nowoczesne systemy sterowania oświetleniem. Są to: EiB (European Installation Bus), LonWork (Local Operating Networks), EHS (European Home Systems), BatiBUS (Schneider), Konnex (EiB + EHS + BatiBUS), HBS (Japan's Home Bus Systems). W kolejnym podrozdziale bardziej szczegółowo przedstawiony zostanie system DALI, jeden ze standardów inteligentnego sterowania oświetleniem, zalecanym przez firmy dominujące w obszarze oświetleniowym.

## 2.1. Systemy sterowania oświetleniem

Najbardziej popularnym systemem sterowania jest układ EiB (rys. 1). Opiera się on na strukturze drzewa. Najmniejszą jednostką jest linia (do niej podłączonych może być max. 64 urządzeń), poszczególne linie (max. 12) łączą się z linią obszarową za pomocą elementów sprzęgających (sprzęgła liniowe - SL). Następnie poprzez sprzęgła obszarowe (SO) można połączyć 15 obszarów, tworząc w ten sposób jeden system. Systemy można łączyć z innymi strukturami tworząc układ o znacznej liczbie elementów.



Rys. 1 Struktura systemu EiB

Innym układem sterowania, wywodzącym się z obszaru amerykańskiego jest system LonWork firmy Echelon. Tworzy go zbiór połączonych w sieć inteligentnych urządzeń noszących nazwę węzłów sieci, między którymi wyznaczono połączenia logiczne. Rolę węzła może spełniać urządzenie fizyczne, jak przełącznik, czujnik pomiarowy, urządzenie wykonawcze lub urządzenie wykorzystywane do komunikacji z człowiekiem. Kolejnym systemem komunikacyjnym jest układ EHS. Prace nad systemem rozpoczęło kilka firm europejskich w 1990. Jednakże produkty zgodne ze standardem EHS nie pojawiły się na rynku. Niemniej jednak system „Power-Line” na bazie standardu EHS odniósł na rynku znaczny sukces ze względu na prosty protokół komunikacyjny.

System BatiBUS pochodzi głównie z obszaru Włoch i Francji. Liderem technologicznym jest firma francuska Groupe Schneider. Zakres ich działalności to oświetlenie, ogrzewanie, sterowanie energią, systemy dostępowe, inżynieria systemów oraz oprogramowanie nadzorujące.

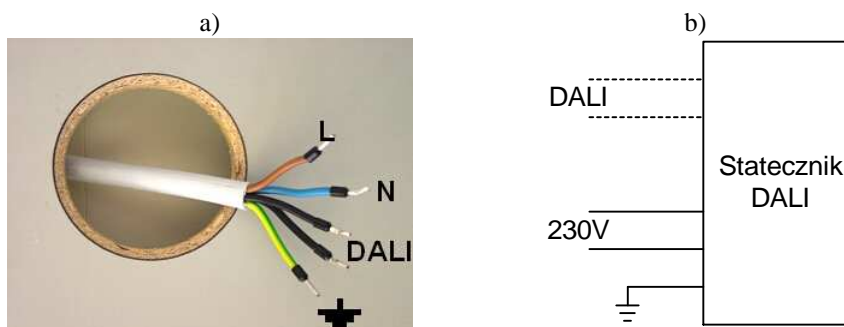
System Konnex powstał w Europie ze względu na konkurencyjny amerykański system LON. Europejscy producenci w roku 1999 założyli nową organizację Konnex. Miała ona za zadanie opracowanie nowego jednolitego standardu magistrali. Standard ten miał łączyć najlepsze cechy trzech systemów (BatiBUS, EiB, EHS), tak by zapewnić poprawną współpracę z produktami innych producentów.

Ostatnim prezentowanym systemem jest układ HBS, który opracowany został w Japoni już w roku 1988. Jako medium transmisyjne wykorzystywano 2-4 par przewodów, przewód koncentryczny lub linię zasilającą.

## 2.2. System DALI

W 2000 r. na międzynarodowych targach we Frankfurcie zaprezentowano po raz pierwszy produkty systemu DALI (Digital Addressable Lighting Interface), jako alternatywę systemu sterowania analogowego 1-10V. System jest wspólną inicjatywą takich czołowych producentów jak: Philips, Helvar, Osram i Tridonic [1].

W tradycyjnym systemie analogowym funkcje włączania i regulacji są oddzielne. Przez to wymagają one prowadzenia osobnych przewodów. Ponadto w celu utworzenia np. z sześciu opraw dwóch grup po trzy oprawy działające niezależnie należy zastosować dwa oddzielne obwody z osobnymi sterownikami. W systemie DALI funkcje włączania i regulacji są zintegrowane, a dzięki możliwości adresowania funkcji każdego pojedynczego statecznika w oprawie, taki sam jak w przypadku układu analogowego, układ sześciu opraw można rozwiązać w dużo prostszy sposób. Otwarta konstrukcja systemu DALI pozwala na nieograniczoną współpracę ze sobą komponentów różnych producentów.



Rys. 2 System DALI: a) linia zasilająca statecznik, b) podłączenie do statecznika

Na rysunku 2b przedstawiono sposób podłączenia linii zasilającej i sterującej do statecznika DALI. Obydwie linie mogą być umieszczone w jednym przewodzie pięćżyłowym (rys. 2a). W zależności od przekroju przewodu sterującego DALI ostatnie sterowane urządzenie nie może być w odległości większej niż 300 m (dla przewodu 2x1,5 mm<sup>2</sup>) od urządzenia sterującego [2].

System DALI posiada także pewne ograniczenia. Maksymalna liczba stateczników adresowalnych wynosi 64, ze względu na 6-bitowy sposób adresowania. Sterowanie statecznikami może się odbywać w układzie 16 grup (4 bity) oraz 16 scen (4 bity). Każdy statecznik pracujący w systemie może być przypisany do dowolnej grupy, która może być uruchamiana pojedynczym przełącznikiem lub za pomocą pojedynczego adresu z komputera zarządzającego systemem świetlnym. Natomiast za pomocą scen możemy tworzyć „układy” świetlne dla wybranych sytuacji występujących np. podczas spotkań (rys. 3).

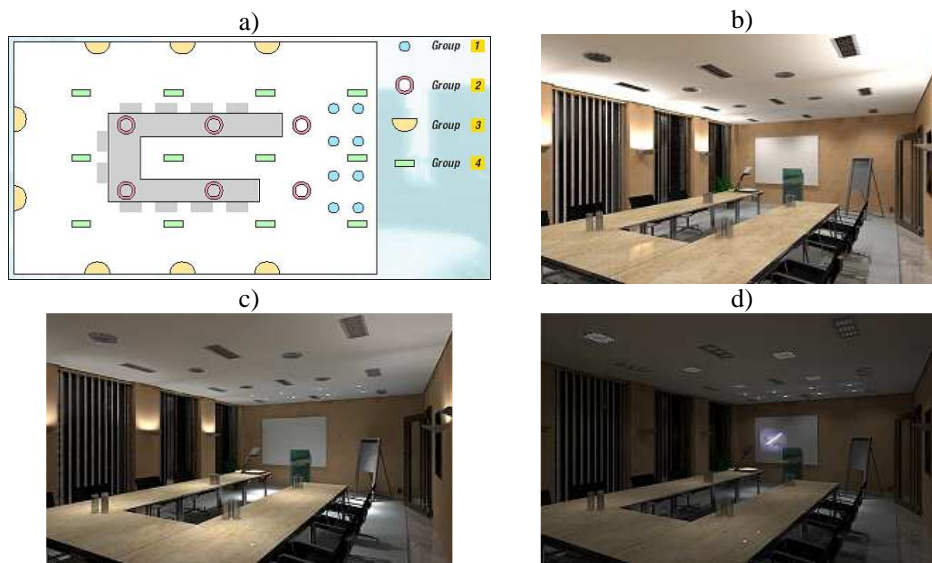
Na rysunku 3a przedstawiono rozkład opraw oświetleniowych w przykładowej sali wykładowej. Można tu wyróżnić cztery grupy opraw. Małe oprawy okrągłe (1) umieszczone przy tablicy i oświetlające prelegenta, duże okrągłe oprawy (2) umieszczone nad stołem, oprawy ścienne (3) do oświetlenia bankietowego i spotkań kameralnych oraz oprawy podłużne sufitowe (4) do oświetlenia ogólnego sali.

Sceny oświetleniowe (rys. 3b do 3d) tworzone są poprzez włączenie np. kilku grup lub pojedynczych opraw oświetleniowych, które zapewniają odpowiedni (ustawiony) poziom natężenia oświetlenia. Natężenie można regulować w zakresie 256 poziomów wg

zależności 1 [3]. Stwarza to nastrój w pomieszczeniu podczas wykładu, prezentacji czy dyskusji.

$$P_{XXXXXXXX} = 10^{\left(\frac{XXXXXXXX-1}{253/3}\right)} \cdot \frac{P_{100\%}}{1000} \quad (1)$$

gdzie: XXXXXXXX – 8-bitowy adres poziomu natężenia światła



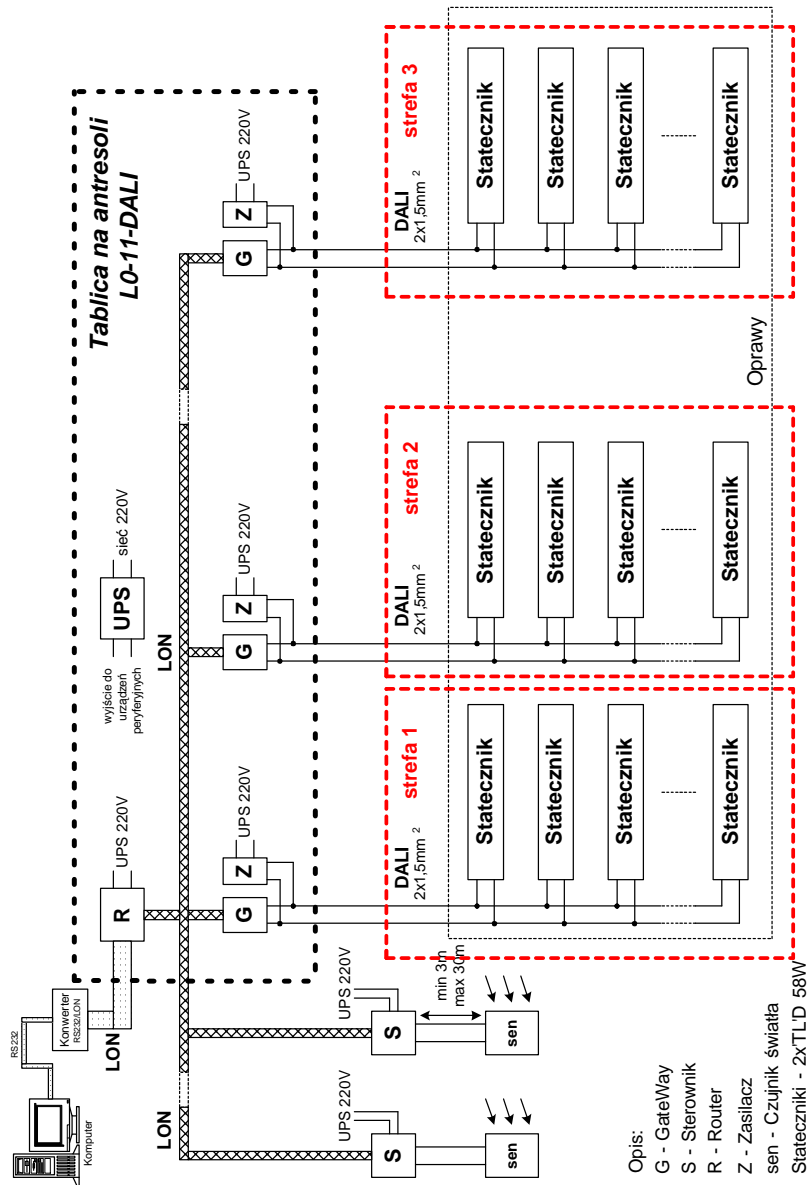
Rys. 3 Sceny i grupy w systemie DALI;  
a) rozmieszczenie opraw oświetleniowych w sali,  
b) scena oświetleniowa podczas powitania i dyskusji,  
c) scena w czasie wykładu, d) scena w czasie pokazu

Klasyczne adresowanie w systemie DALI jest transmisją szeregową i polega na wysłaniu 1 bitu startu, 16 bitów danych oraz 1 bitu stopu. Pomędzy poszczególnymi ramkami występuje przerwa trwająca ok. 9 ms. Łączny okres przesyłania danych oraz przerwy wynosi ok. 25 ms [3].

Więcej szczegółowych informacji dotyczących adresowania poszczególnych stateczników, przesyłania komend, definiowania grup oraz scen można znaleźć w [3].

### 3. REALIZACJA TECHNICZNA

System DALI doskonale nadaje się do biur oraz niewielkich pomieszczeń, w których znajdują się nie więcej niż 64 punkty oświetleniowe. Co zrobić, gdy w obiekcie należy zastosować więcej opraw oświetleniowych? W tym rozdziale przedstawiono jeden ze sposobów połączenia systemu DALI z systemem LON w celu umożliwienia sterowania większą niż 64 liczbą opraw oświetleniowych.



Rys. 4 Schemat sterowania systemem DALI

Na rysunku 4 przedstawiono układ sterowania systemem DALI dla dużej liczby opraw oświetleniowych. W każdej strefie znajdują się nie więcej niż 64 oprawy [4]. Komunikacja pomiędzy poszczególnymi strefami jest realizowana za pomocą sieci LONWork oraz bramek (GateWay) sprzęgających system DALI z LON. Deklarowany poziom natężenia oświetlenia (ustawiany na komputerze zarządzającym) kontrolowany jest za pomocą czujników światła (sen) umieszczonych w każdej strefie oraz sterowników LON (S).

#### **4. WNIOSKI KOŃCOWE**

Zaprezentowany w publikacji system DALI jest nowoczesnym systemem sterowania oświetleniem. We współpracy z czujnikami światła zapewnia on sterowanie poziomem oświetlenia w zależności od warunków oświetleniowych występujących na zewnątrz budynku. Oferuje bardzo łatwy sposób połączeń poszczególnych opraw oświetleniowych za pomocą przewodu dwużyłowego. Dzięki takiej strukturze zmiana konfiguracji polega na przeprogramowaniu systemu z poziomu komputera zarządzającego lub ustawienia pojedynczych wyłączników, a nie pociąga za sobą kosztownych modernizacji obiektu związanych z wymianą okablowania.

#### **5. BIBLIOGRAFIA**

1. STMicroelectronics: Building Automation. Materiały szkoleniowe firmy ST Polska, April 2004 (CD-Rom).
2. [www.dali-ag.org](http://www.dali-ag.org): Manual of DALI AG. Copyright: 2001 by AG DALI, Frankfurt am Main (pdf).
3. Materiały własne z internetu.: A.C.-supplied electronic ballasts for tubular fluorescent lamps; Annex E: Control interface for controllable ballasts; Annex E.4: Control by digital signals. 2 April 2001 (pdf).
4. [www.rebuild.org/attachments/presentations/TridonicCTACPresentation21302.ppt](http://www.rebuild.org/attachments/presentations/TridonicCTACPresentation21302.ppt): Prezentacja firmy Tridonic (ppt – PowerPoint).

#### **INTELLIGENT LIGHT CONTROL IN INDUSTRIAL BUILDINGS**

A method of intelligent light control by computer in industrial buildings is presented in the paper. Individual units of ballasts are controlled by modern DALI system and LonWork network. The technical realization of the problem in large building is also presented in the paper.

#### **Podziękowanie**

Autor pragnie podziękować firmie CASPA Polska Sp. z o.o. ([www.caspa.pl](http://www.caspa.pl)) za pomoc w realizacji referatu.