

## DYDAKTYCZNE STANOWISKO LABORATORYJNE DO ZDALNEGO ZARZĄDZANIA ELEMENTAMI INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ BUDYNKU

Michał PORZEZIŃSKI<sup>1</sup>

1. Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk  
tel: (58) 347-29-35 fax: (58) 347-18-02 e-mail: mporz@ely.pg.gda.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono metody zdalnego monitorowania i sterowania urządzeniami instalacji elektrycznej standardu KNX. W szczególności zwrócono uwagę na możliwości wykorzystania programu ETS, biblioteki Falcon, serwera OPC wraz z oprogramowaniem typu SCADA oraz sterownika umożliwiającego zdalne zarządzanie instalacją za pomocą przeglądarki internetowej z dowolnego komputera podłączonego do sieci Internet. Przedstawiono elementy wykorzystane do budowy dydaktycznych stanowisk laboratoryjnych oraz przykłady ćwiczeń.

**Słowa kluczowe:** system KNX, zdalne monitorowanie i sterowanie, SCADA.

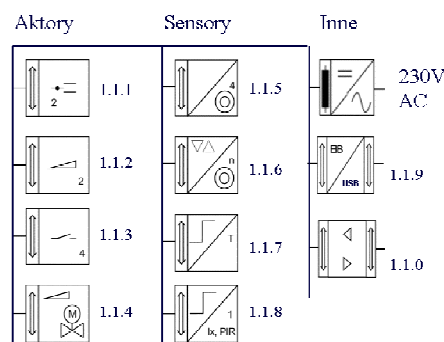
### 1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach coraz większym zainteresowaniem cieszą się nowoczesne instalacje elektryczne, w których sterowanie odbiornikami energii elektrycznej odbywa się poprzez przekazywanie komunikatów specjalnym kanałem komunikacyjnym, działającym na zasadzie sieci komputerowej [1]. Takie rozwiązania, w porównaniu z instalacją klasyczną, oferują szereg zalet, takich jak: zmniejszenie sumarycznej długości stosowanych przewodów, zwiększenie przejrzystości instalacji, elastyczność konfiguracji, łatwość integracji różnych urządzeń i systemów oraz możliwość zdalnego monitorowania i sterowania. Podążając za tymi trendami zdecydowano się na opracowanie dydaktycznych stanowisk laboratoryjnych pozwalających studentom na poznanie zagadnień zdalnego zarządzania elementami instalacji elektrycznej budynku. Wykorzystano do tego celu, zaprojektowane wcześniej na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, stanowiska KNX [2], które zostały rozbudowane o nowe elementy i oprogramowanie.

### 2. WŁAŚCIWOŚCI SYSTEMU KNX

System KNX jest zdecentralizowanym systemem służącym do załączania, sterowania, regulacji i nadzoru urządzeń technicznych znajdujących się w budynku [3].

Typowe elementy systemu zostały przedstawione na rysunku 1. Ogólnie można je zakwalifikować do jednej z trzech grup: aktorów, sensorów i elementów systemowych. Aktory to moduły bezpośrednio sterujące urządzeniami wykonawczymi, takie jak: aktor żaluzjowy, aktor ściemniający, aktor załączający, czy aktor sterujący serwomechanizmem zaworu. Do grupy sensorów zalicza się wszelkiego rodzaju przyciski, czujniki temperatury, czujniki obecności itp. Ostatnia grupa to urządzenia systemowe: zasilacze i okablowanie oraz różnego rodzaju sprzęgła i bramki komunikacyjne.



Rys. 1. Przykładowa instalacja KNX

Wszystkie aktywne elementy systemu wyposażone są w tzw. BCU (Bus Coupling Unit), czyli układ komunikacyjny, który odpowiada za wymianę informacji pomiędzy nimi a magistralą komunikacyjną.

Każde z urządzeń magistralnych posiada unikalny w danym systemie adres fizyczny składający się z numeru obszaru, numeru linii oraz numeru urządzenia w linii. Adresy te są niezbędne do komunikacji z urządzeniami podczas ich programowania i konfiguracji za pomocą programu narzędziowego ETS [3].

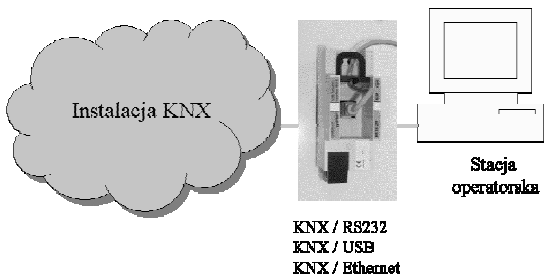
W trakcie normalnej eksploatacji systemu adresy te nie są jednak wykorzystywane. Do przekazywania informacji pomiędzy sensorami i aktorami używane są adresy grupowe. Adresy grupowe nie są przydzielane poszczególnym modułom, lecz tzw. obiektom komunikacyjnym, powiązanym bezpośrednio z torami pomiarowymi i sterującymi poszczególnych modułów. Każdy obiekt może

mieć wiele adresów grupowych, które mogą się powtarzać w różnych obiektach tego samego typu. System KNX zapewnia synchronizację stanu obiektów posiadających ten sam adres grupowy poprzez wysyłanie tzw. telegramu w momencie zmiany stanu obiektu np. sensora. Telegram jest odpowiednią sekwencją danych, która dociera do wszystkich modułów znajdujących się w danym segmencie sieci, jednak jest odbierany i interpretowany tylko przez obiekty posiadające wskazany adres grupowy.

Monitorowanie polega najczęściej na biernym śledzeniu i odpowiednim interpretowaniu telegramów krążących w sieci. Przy odpowiedniej konfiguracji systemu możliwy jest również odczyt stanu obiektów wykonywany na żądanie stacji monitorującej. Zdalne sterowanie sprowadza się do wysłania odpowiednich telegramów sterujących stanem obiektów w aktorach.

## 2. METODY ZDALNEGO ZARZĄDZANIA

Do komunikacji stacji zarządzającej z systemem KNX wykorzystywany jest specjalny moduł sprzęgający (rysunek 2). Najczęściej jest on wyposażony w interfejs RS232, USB lub Ethernet.

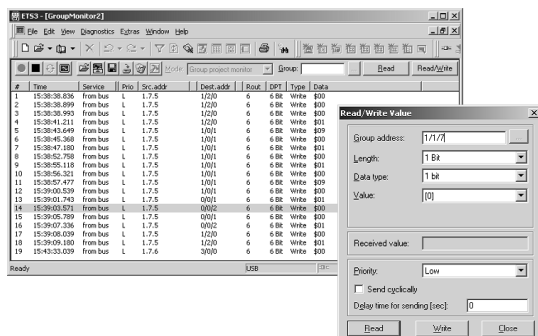


Rys. 2. Sposób połączenia stacji operatorskiej z systemem KNX

Drugim istotnym elementem jest oprogramowanie, które pozwala przelożyć informację przekazywane za pomocą telegramów na informację zrozumiałą dla osoby zarządzającej systemem.

### 2.1. Wykorzystanie programu ETS

Jednym z możliwych rozwiązań jest wykorzystanie programu ETS [3] używanego do konfigurowania systemu KNX. Za pomocą odpowiednich okien dialogowych programu ETS (rys. 3) możliwe jest odczytanie stanu wybranego obiektu komunikacyjnego oraz ustawienie go na żadaną wartość.



Rys. 3. Okna dialogowe programu ETS umożliwiające monitorowanie i sterowanie obiektami systemu KNX

W praktyce taki sposób zdalnego sterowania jest stosowany jedynie w celach diagnostycznych. Wymaga on dokładnej znajomości struktury systemu, a program ETS oferuje szereg funkcji niepotrzebnych, czy wręcz niebezpiecznych dla przeciętnego użytkownika, ze względu na możliwość przeprogramowania elementów systemu.

### 2.2. Wykorzystanie biblioteki FALCON

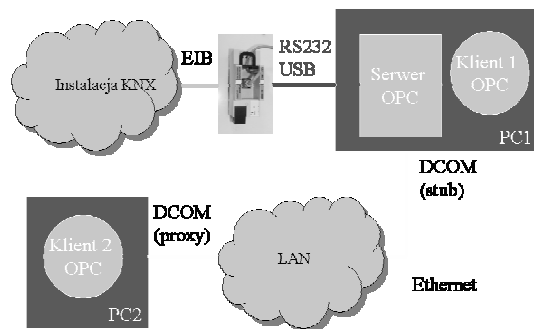
Inną możliwością realizacji funkcji zdalnego monitorowania i sterowania w systemie KNX jest napisanie dedykowanego oprogramowania graficznego w jednym powszechnie znanych języków programowania, takich jak C, C++, Visual Basic czy Delphi.

Jest to ułatwione dzięki oferowanej odpłatnie przez organizację Konnex (najprostsza wersja kosztuje ok. 200 Euro) bibliotece programistycznej nazwanej FALCON. Udostępnia ona programiście odpowiedni interfejs programowania aplikacji (API) pozwalający na realizację podstawowych funkcji komunikacyjnych systemu KNX na poziomie warstwy aplikacji [4].

Biblioteka ta, będąca również składnikiem programu ETS, zapewnia pełną obsługę stosu protokołu KNX i niezależność od interfejsu lokalnego (RS232 / USB / IP). Wykorzystuje ona mechanizm DCOM (Distributed Component Object Model), przez co jej zastosowanie jest ograniczone do systemów operacyjnych rodziny Windows.

### 2.3. Wykorzystanie serwera OPC i oprogramowania SCADA

Najczęściej stosowaną metodą zdalnego zarządzania jest wykorzystanie serwera OPC [5] i niezależnego oprogramowania typu SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Elementem dostosowanym do współpracy z systemem KNX musi być serwer OPC, wykorzystujący do komunikacji z magistralą KNX lokalny interfejs szeregowy lub sieć Ethernet (rys. 4). Serwer OPC udostępnia standardowy interfejs o otwartej architekturze, co pozwala na dużą dowolność w wyborze programu SCADA.



Rys. 4. Przykład konfiguracji systemu zdalnego zarządzania wykorzystującego serwer OPC

W obu przypadkach program SCADA, będący klientem serwera OPC, może pracować lokalnie, na tym samym komputerze co serwer OPC lub być klientem zdalnym łączącym się poprzez sieć komputerową.

Wadą obecnie dostępnych serwerów OPC jest konieczność wykorzystywania systemu operacyjnego z rodziny Windows zarówno po stronie serwera jak i klienta. Wadę tę ma wyeliminować opracowana nowa wersja standardu - OPC UA (Unified Architecture).

## 2.4. Wykorzystanie serwera stron WWW i przeglądarki internetowej

Jeszcze inną metodą zdalnego zarządzania jest wykorzystanie serwera stron WWW zintegrowanego z magistralą KNX. Takie rozwiązanie umożliwia wykorzystanie do prezentacji stanu systemu standardowej przeglądarki internetowej. Stacją operatorską może być dowolny komputer posiadający łączność siecią z serwerem, dlatego ta metoda jest często stosowana do zarządzania za pośrednictwem sieci Internet.

Serwerem jest przeważnie specjalizowany sterownik z wbudowanym portem magistrali KNX oraz interfejsem Ethernet. Sterowniki tego typu często umożliwiają również na połączenie telefoniczne poprzez modem i współpracę ze specjalistycznym portalem internetowym. Wykorzystanie portalu, w którym dany sterownik oraz użytkownik musi być wcześniej zarejestrowany, zwiększa bezpieczeństwo użytkownika systemu zarządzania ograniczając ryzyko nieautoryzowanego dostępu. Pozwala również na zarządzanie instalacją w przypadku braku przydzielanego serwerowi stałego adresu IP.

Zaletą wykorzystania serwera stron WWW jest przechowywanie struktury informacji wykorzystywanej do monitorowania i sterowania w jednym miejscu - w serwerze. Jakakolwiek modyfikacja tej struktury wymuszona np. zmianą nadzorowanej instalacji nie wymaga żadnych zmian w stacjach operatorskich korzystających jedynie ze standardowej przeglądarki.

Wadą przedstawionej metody są skromniejsze, w porównaniu z typowymi programami SCADA, możliwości graficznego przedstawiania stanu obiektów oraz ograniczenia w interakcji z użytkownikiem. Wynika to z właściwości języka html interpretowanego przez przeglądarki Internetowe. Częściowym rozwiązaniem tego problemu może być osadzenie na stronie WWW różnego rodzaju obiektów np. apletów Java, co jednak zwiększa złożoność oprogramowania serwera i obniża bezpieczeństwo, gdyż pociąga za sobą konieczność wprowadzania dodatkowych kanałów komunikacyjnych.

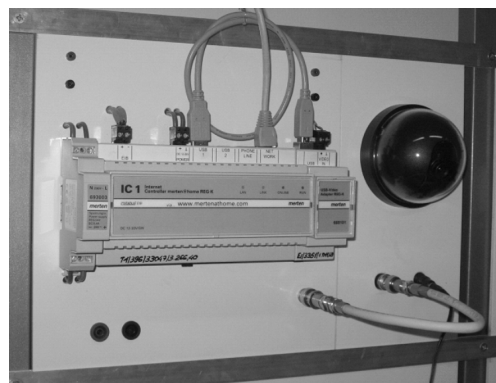
## 3. STANOWISKA LABORATORYJNE

W celu umożliwienia studentom praktycznego poznania zaprezentowanych wcześniej metod i narzędzi zdalnego zarządzania elementami nowoczesnych instalacji elektrycznych opracowano odpowiednie stanowiska laboratoryjne. Wykorzystano przy tym zbudowane wcześniej stanowiska systemu KNX wyposażając je w dodatkowe moduły sprzętowe oraz oprogramowanie.

W związku z ograniczonym budżetem zdecydowano się na budowę jednego stanowiska demonstracyjnego ze sterownikiem pełniącym rolę serwera stron WWW oraz sześciu stanowisk wyposażonych w serwery OPC i oprogramowanie SCADA.

### 3.1. Stanowisko z serwerem stron WWW

Do budowy stanowiska wybrano sterownik IC1 EIB firmy Merten [6]. Współpracuje on z magistralą KNX umożliwiając nadzorowanie do 256 obiektów komunikacyjnych. Zamontowano go na panelu nośnym wraz z zasilaczem 230VAC/24VDC oraz modułem umożliwiającym dołączenie kamery analogowej (fot. 1).

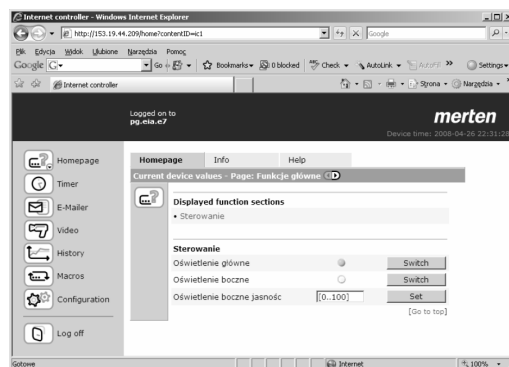


Fot. 1. Moduł sterownika IC1 z podłączonym modułem kamery

Panel wyposażono w zaciski magistrali KNX oraz zaciski zasilające 230V i złącze BNC do podłączenia kamery. Moduł akwizycji obrazu połączony jest ze sterownikiem IC1 interfejsem USB.

Sterownik włączony jest do lokalnej sieci komputerowej Ethernet i posiada przydzielony stały adres IP. Konfiguracja sterownika odbywa się poprzez przeglądarkę internetową po zalogowaniu się użytkownika na konto z prawami administratora. Możliwe jest wówczas określenie istotnych parametrów sterownika oraz zdefiniowanie liczby, typu i adresów nadzorowanych obiektów komunikacyjnych. Obiektom przydzielane są również nazwy, za pomocą których są one prezentowane użytkownikowi.

Zarządzanie poszczególnymi obiektami odbywa się poprzez prosty formularz zawierający przyciski oraz inne kontrolki języka html pokazujące aktualny stan wybranych obiektów (rys. 5).



Rys. 5. Wygląd formularza do odczytu stanu i sterowania wybranymi obiektami

Z poziomu przeglądarki możliwy jest również podgląd obrazu każdej z dwóch kamer, jakie mogą być podłączone do sterownika (rys. 6).

### 3.2. Stanowiska z serwerem OPC i oprogramowaniem SCADA

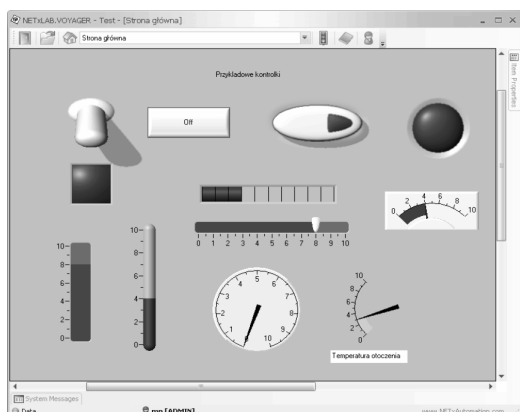
Opracowano również sześć stanowisk wyposażonych w serwer OPC oraz oprogramowanie typu SCADA. Trzy stanowiska wyposażone zostały w bramkę KNX/IP umożliwiającą połączenie magistrali KNX z serwerem OPC za pośrednictwem lokalnej sieci komputerowej. Pozostałe stanowiska wykorzystują lokalny interfejs KNX/USB.



Rys. 6. Przykładowy obraz z kamery dołączonej do sterownika

Na stanowiskach zainstalowano serwery OPC firmy NETxAutomation współpracujące z bramkami KNX/IP oraz proste serwery OPC w wersji demonstracyjnej (ograniczenie do 5 obiektów) wykorzystujące interfejs KNX/USB.

Jako oprogramowanie wizualizacyjne wykorzystano program NETxAutomation Voyager bezpłatnie udostępniony przez producenta do celów dydaktycznych. Charakteryzuje się on prostotą obsługi umożliwiającą opanowanie podstawowych funkcji w ciągu jednych zajęć. Oferuje przy tym szereg gotowych kontrolk dostosowanych do zarządzania pracą elementów instalacji elektrycznej. Przykładowe kontrolki zostały pokazane na rysunku 7.



Rys. 7. Przykładowe kontrolki programu wizualizacyjnego zainstalowanego na stanowiskach

Przedstawione stanowiska pozwalają studentom na samodzielne zaprojektowanie, skonfigurowanie i uruchomienie systemu zdalnego zarządzania.

## DIDACTIC LABORATORY STAND FOR REMOTE SUPERVISING OF BUILDING ELECTRICAL SYSTEM DEVICES

**Keywords:** KNX system, remote monitoring and control, SCADA

The methods of remote monitoring and control of KNX electrical system devices are presented. A particular attention was called to the possibility of usage of the ETS program, the Falcon library, OPC server with SCADA programs and controllers that make possible to supervise the system by standard internet viewer. Elements used in didactic laboratory stand are presented and an example of student exercises is proposed.

Przewidziano trzy dwugodzinne ćwiczenia laboratoryjne. Pierwsze zakłada wykonanie prostego systemu KNX sterującego oświetleniem, przeprowadzenie konfiguracji serwera OPC i bramek komunikacyjnych oraz przetestowanie funkcji monitorowania i sterowania z poziomu serwera OPC. Drugie ćwiczenie polega na skonfigurowaniu połączenia z serwerem OPC oraz zaprojektowaniu prostej, jednopoziomowej wizualizacji, wykorzystującej podstawowe kontrolki dostępne w programie.

Trzecie ćwiczenie zakłada wykonanie wizualizacji o wielopoziomowej strukturze oraz zaprojektowanie własnych kontrolk w oparciu o dostarczone podkłady graficzne.

## 4. WNIOSKI KOŃCOWE

Zdalne zarządzanie jest jedną z podstawowych funkcji jakie oferują „inteligentne” instalacje elektryczne. Zaprezentowane stanowiska laboratoryjne wraz z opracowanymi ćwiczeniami pozwalają studentom w krótkim czasie opanować najważniejsze metody zarządzania instalacją KNX i poznać wykorzystywane do tego celu aplikacje.

W dobie rosnącego zainteresowania tego typu systemami zdobyta wiedza może być bardzo przydatna przyszłym inżynierom elektrykom i automatykom.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Petykiewicz P.: Nowoczesna instalacja elektryczna w inteligentnym budynku. COSIW, Warszawa 2001, ISBN 83-89008-49-1.
2. Porzeziński M., Czapp S.: Laboratorium Inteligentnego Budynku W Dydaktyce Wydziału Elektrotechniki i Automatyki, Zeszyty Naukowe Wydz. EiA PG 12/2007 ISSN 1425-5766.
3. Czapp S., Porzeziński M.: Projektowanie Inteligentnych Instalacji Elektrycznych z Wykorzystaniem Programu ETS, Zeszyty Naukowe Wydz. EiA PG 12/2007 ISSN 1425-5766.
4. Oficjalna strona organizacji Konnex: [www.knx.org](http://www.knx.org).
5. Oficjalna strona organizacji OPC Foundation: [www.knx.org](http://www.knx.org).
6. Merten, Rozwiązania dla inteligentnych budynków, Katalog 2006.