

Przykład zastosowania technologii LONWORKS do integracji systemów automatyzacji budynków

An Example of LONWORKS Technology Application in the Integration of Building Automation Systems

Paweł Kwasnowski

Akademia Górniczo-Hutnicza

Streszczenie: W latach 1995 i 1998 na Akademii Górniczo-Hutniczej realizowany był zamawiany grant uczelniany pt. „Zintegrowane zarządzanie i sterowanie dystrybucją energii w budynkach użyteczności publicznej”, zaplanowany jako czteroetapowy. Pierwszy etap — wykonany w roku 1995 (GUZ nr 21.120.428) — obejmował „Rozpoznanie technologii LON oraz potrzeb i możliwości zastosowania tej technologii do realizacji zintegrowanego systemu sterowania energią elektryczną w budynkach użyteczności publicznej”. Na drugim etapie prac, na które uczelnia przyznała środki w roku 1998 (GUZ nr 21.10.120.121, zadanie nr 2), przeprowadzono „Wykonanie i badanie pilotażowej instalacji sieci LON w pawilonie B1 AGH”. Do realizacji pozostały jeszcze dwa etapy: etap trzeci — „Objęcie technologią LON budynków AGH”, oraz czwarty, pt.: „Opracowanie grupy produktów dla zintegrowanego systemu dystrybucji energii w budynkach użyteczności publicznej”. W niniejszym artykule prezentowane są wyniki prac uzyskane podczas realizacji etapów pierwszego i drugiego.

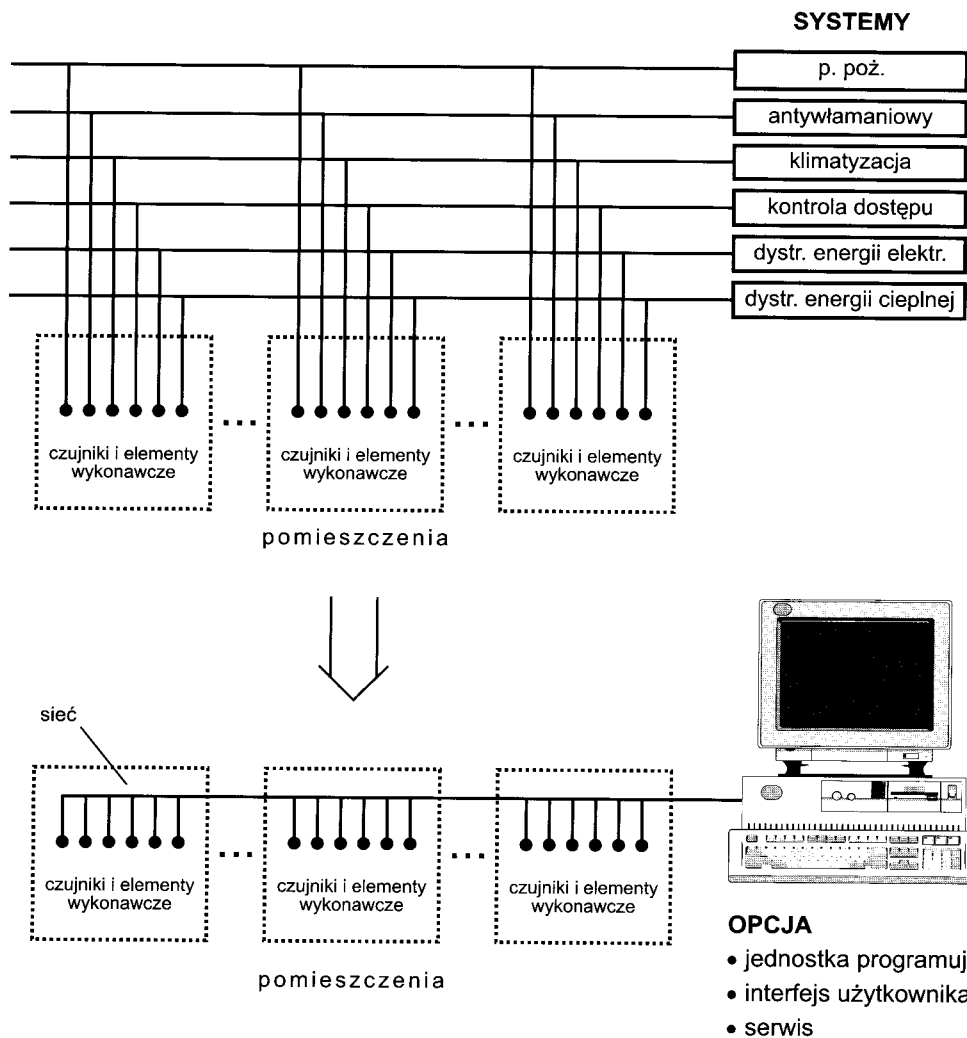
1. TECHNOLOGIA LONWORKS

W ostatnich latach można zaobserwować gwałtowny rozwój rozproszonych systemów sterowania, i to zarówno w aplikacjach przemysłowych do monitoringu oraz sterowania procesami technologicznymi, jak i w dziedzinie, w której dotychczas systemy sterowania nie były stosowane powszechnie, a mianowicie w szeroko pojętej automatyzacji budynków, w szczególności dużych obiektów użyteczności publicznej, biurów i bloków mieszkalnych. W obiektach

Summary: In 1995 and in 1998, the University of Mining and Metallurgy conducted a University Ordered Grant entitled “Integrated Management and Energy Distribution Control in Public Utility Buildings.” The Grant was planned to consist at four stages. The first was executed in 1995 (GUZ no 21.120.428) and was entitled: “The Discernment of LON Technology and Possibilities of Application in Integrated Electrical Energy Control in Public Utility Buildings”. The second stage entitled “Implementation and Research of Pilot LON Network in B-1 building of UMM” was granted and executed by University in 1998 (GUZ no 21.10.120.121). The third and four stages contain the followings stages respectively “Application of LONWORKS Technology in UMM Buildings,” and “The Design and Development of Group of Products for Integrated Energy Distribution Systems in Public Utility Buildings”. This article presents the results of the first two stages of the grant.

tego typu od wielu lat były stosowane oddzielne instalacje do obsługi takich funkcji, jak ochrona przeciwpożarowa, ochrona antywłamaniowa, sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem lub klimatyzacją. Nowoczesne technologie systemów rozproszonych pozwalają integrować funkcje wymagane przez infrastrukturę techniczną budynku w ramach jednego systemu elektronicznego. Tendencja ta zaprezentowana jest na rysunku nr 1.

Składnikami klasycznych inteligentnych systemów sterowania rozproszonego są:
— mikrokontrolery,



Rys. 1. Zasada integracji systemów infrastruktury budynku

- układy wejścia/wyjścia dla czujników i elementów wykonawczych,
- protokół komunikacyjny,
- układy sprzężenia (*transceivery*) z mediami komunikacyjnymi,
- media komunikacyjne,
- zintegrowane narzędzia projektowo-wdrożeniowe.

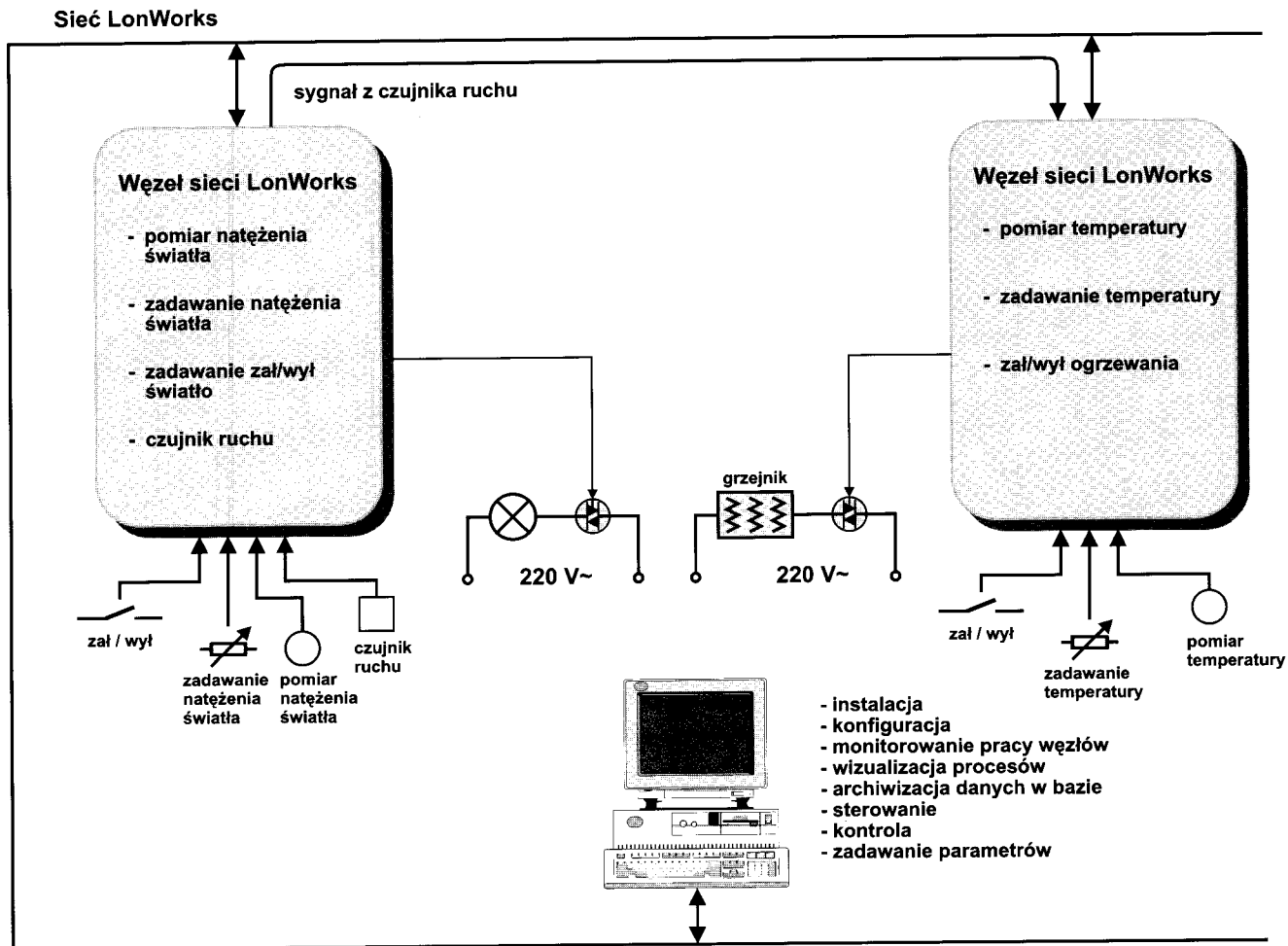
Technologia LONWORKS (LON — Local Operating Network — lokalna sieć operacyjna), opracowana w amerykańskiej firmie Echelon na przełomie lat 80. i 90., integruje i standaryzuje składniki inteligentnego systemu sterowania rozproszonego. Obejmuje sprzęt i oprogramowanie służące do konstruowania, wykonania, uruchamiania i eksploatacji inteligentnych sieci sterowania rozproszonego.

Zaletą technologii LONWORKS jest:

- standardowy sprzęt, oparty na specjalizowanych mikroukładach NeuronChip, wyposażonych we wbudowany mikrosystem operacyjny z programem szeregowania zadań,
- standardowe oprogramowanie sieciowe z protokołem LonTalk wbudowane jako firmware do układów NeuronChip,
- zdolność do transmisji sieciowej za pośrednictwem różnych mediów transmisyjnych.

W ramach tej technologii oferowane są także zintegrowane systemy projektowo-wdrożeniowe LonBuilder i NodeBuilder, obejmujące środki wspomagające projektowanie i pełną metodykę rozwijania i wdrażania wielowęzłowych, rozproszonych sieci sterujących.

Każde urządzenie przeznaczone do współpracy w ramach sieci LONWORKS musi być wyposażone w mikroukład NeuronChip, dzięki któremu może ono stać się węzłem sieci. Zadaniem mikroukładów NeuroChip jest z jednej strony obsługa standardowej komunikacji sieciowej (co realizowane jest przez odpowiednie, wbudowane oprogramowanie firmowe), a z drugiej — wykonywanie specyficznego programu sterowania, pracującego w oparciu o dane pochodzące z urządzenia „własnego” oraz innych urządzeń, wg możliwości do dynamicznego zadeklarowania konfiguracji. Z punktu widzenia sieci LONWORKS urządzeniem może być zarówno pojedynczy czujnik (temperatury, obecności, przeciwpożarowy lub inny), manipulator lub zadajnik, elektrozwór, wentylator lub punkt oświetleniowy, jak i złożony, wielofunkcyjny obiekt, np. klimatyzator. Za pośrednictwem mikroukładu NeuronChip każde z urządzeń może dostarczać do sieci LONWORKS informacje o stanie przyłączonych do niego czujników w postaci tzw. „zmiennych sieciowych”



Rys. 2. Przykład wykorzystania zmiennej sieciowej generowanej w jednym węźle sieci przez zadania sterowania drugiego węzła

wykorzystywanych w programach sterujących własnego węzła sieci oraz innych węzłów. Na rysunku 2 przedstawiony jest przykładowy fragment sieci, w której informacja z jednego węzła sieci, przekazywana przez czujnik ruchu, jest wykorzystywana przez inny węzeł sieci.

Główne obszary zastosowania technologii LONWORKS to:

a) automatyzacja budynków:

- sterowanie oświetleniem,
- sterowanie klimatyzacją,
- sterowanie ogrzewaniem,
- sterowanie systemami dostępu,
- sterowanie systemami bezpieczeństwa, w tym ochroną przeciwpożarową i przeciwwłamaniową,
- sterowanie urządzeniami dźwigowymi,
- zdalne rozliczanie zużycia mediów energetycznych,

b) sterowanie przemysłowe:

- automatyzacja obiektów przemysłowych i linii technologicznych,
- systemy zbierania i rejestracji danych,
- rozproszone systemy wejścia/wyjścia,

c) diagnostyka złożonych, wielomodułowych systemów elektronicznych,

d) medycyna:

- systemy nadzoru pacjentów w szpitalach,
- sterowanie wyposażeniem medycznym,

e) bankowość:

- automaty kasowe,
- systemy dostępu,
- systemy ochrony.

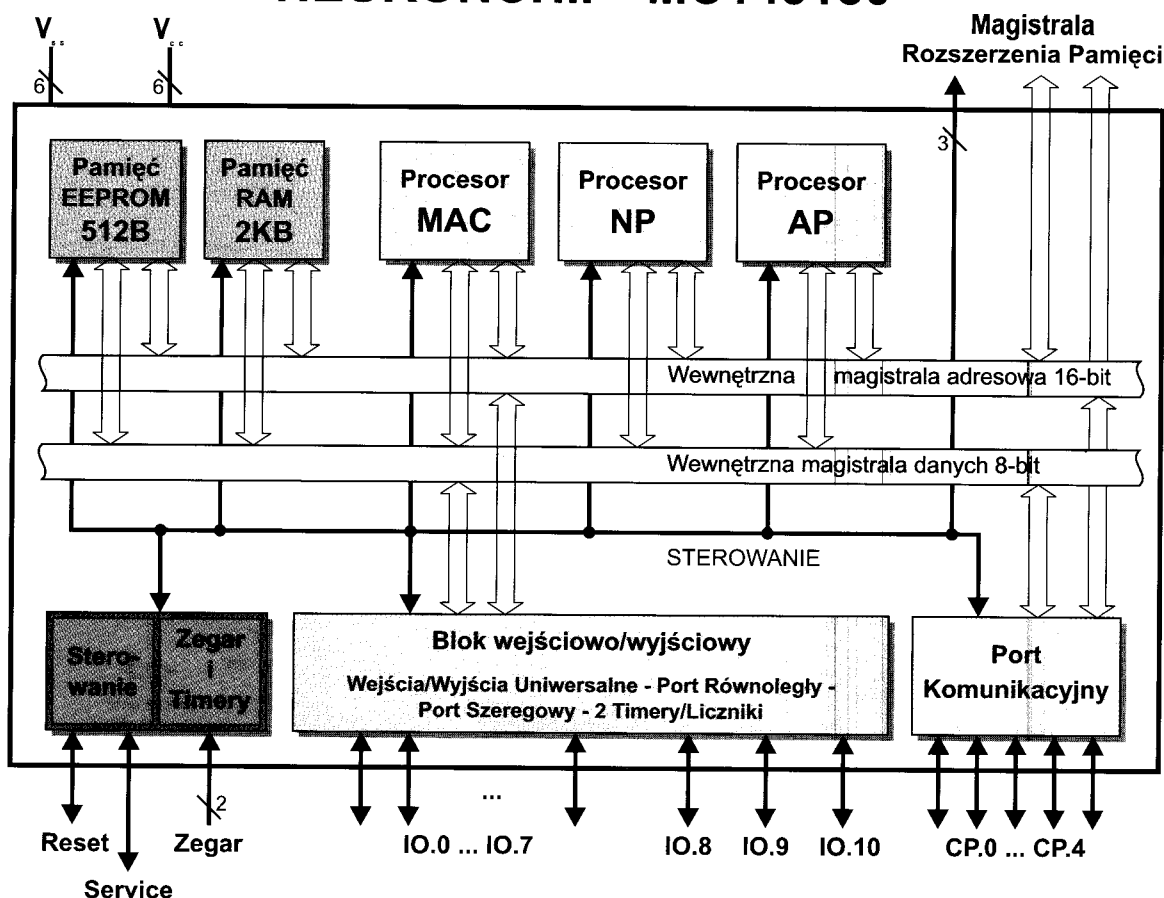
Szczególna jednak rola przypada technologii LONWORKS w zakresie automatyzacji budynków — dzięki niej możliwa jest łatwa integracja wszystkich systemów infrastruktury obiektu w ramach jednego standardu.

2. RODZINA MIKROUKŁADÓW NEURONCHIP

Rodzina mikroukładów NeuronChip obejmuje dwa typy mikroukładów, o ogólnych oznaczeniach 3120 i 3150. Mikroukłady te są aktualnie produkowane w kilku wariantach konfiguracji wewnętrznej wyłącznie przez dwóch producentów: Motorolę i Toshiba, i są sprzedawane tylko licencjonowanym odbiorcom.

Oba mikroukłady mają taką samą strukturę wewnętrzną (rys. 3) zawierającą:

NEURONCHIP[®] MC143150



Rys. 3. Struktura układu NeuronChip

- trzy dedykowane jednostki centralne (procesory),
- elektrycznie reprogramowalną pamięć EEPROM 512/1K/2K bajtów (w zależności od wersji), danych konfiguracyjnych, unikalnego adresu oraz programu aplikacyjnego,
- pamięć danych RAM 1K/ 2K bajtów,
- układ sterowania i układ zegarowy wraz z licznikami czasu,
- uniwersalny, programowalny blok 11 linii wejścia/wyjścia,
- port komunikacyjny (5 linii wejścia/wyjścia).

Układ MC143120 ma ponadto w swojej strukturze wewnętrznej 10 K bajtów pamięci stałej ROM, system operacyjny oraz program obsługi protokołu sieciowego LonTalk. Układ MC143150 nie ma w swojej strukturze pamięci stałej, jest natomiast wyposażony w wyprowadzenie zewnętrzne magistrali systemowej (16 linii adresowych, 8 linii danych oraz 3 linie sterujące), umożliwiające dołączenie zewnętrznej pamięci programu zawierającej system operacyjny i program użytkownika oraz dodatkowych zewnętrznych układów wejścia/wyjścia.

Dedykowane procesory mikroukładu NeuronChip spełniają następujące funkcje:

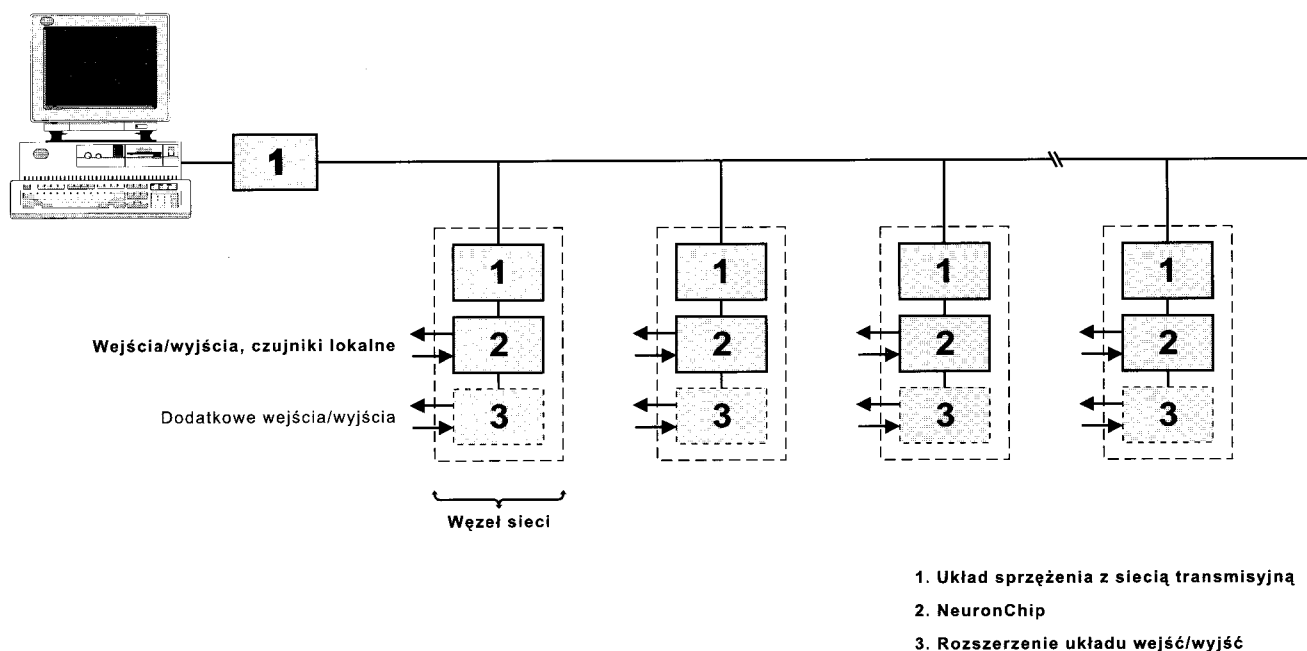
- procesor nr 1 MAC — sterownik medium komunikacyjnego (Media Access Control) — obsługuje linie komunikacji sieciowej w zakresie dwóch pierwszych warstw 7-warstwowego modelu OSI; obejmuje to bezpośrednią obsługę linii transmisyjnych oraz realizację algorytmu wykrywania i unikania kolizji na medium;

- procesor nr 2 NP — procesor sieciowy (Network Processor) — obsługuje warstwy od trzeciej do szóstej modelu OSI, w tym zmienne konfiguracyjne i sieciowe; obejmuje adresowanie, przetwarzanie transakcji, potwierdzenia zgodności, diagnostykę, timery software'owe, zarządzanie siecią oraz funkcje routerowe;
- procesor nr 3 AP — procesor aplikacji (Application Processor) — obsługuje pracę systemu operacyjnego oraz wykonuje program użytkownika.

Procesory MAC i NP komunikują się ze sobą przez wspólny sieciowy bufor pamięci, a procesory NP i AP przez wspólny bufor aplikacji. Oba bufony są ulokowane w wewnętrznej pamięci RAM mikroukładu NeuronChip. Wymiana informacji przez wspólne bufony jest synchronizowana za pomocą semaforów sprzętowych.

Procesory wewnętrzne mikroukładu NeuronChip mają własne zestawy rejestrów, ale współpracują z jedną jednostką arytmetyczno-logiczną i tymi samymi pamięciami programu oraz danych w takt jednego sygnału zegarowego (na zakładkę).

Podstawowym językiem programowania przez użytkownika zadań dla mikrokontrolera NeuronChip jest język Neuron C — modyfikacja języka ANSI C zoptymalizowana i dostosowana do potrzeb rozproszonych systemów sterowania, opartych na technologii LON. Zmiany i rozszerzenie języka obejmują:



Rys. 4. Podstawowe elementy struktury sieci LONWORKS

- wbudowany wielozadaniowy program szeregowania zadań, który ułatwia programiście organizowanie współpracy równoległych zadań sterowania,
- zorganizowany standardowy dostęp do linii wejścia/wyjścia,
- zorganizowany standardowy dostęp do zmiennych sieciowych, które są obiektami języka Neuron C i których wartości są automatycznie przesyłane przez sieć po każdej ich zmianie,
- zorganizowana standardowa obsługa timerów milisekundowych i sekundowych, wbudowana biblioteka funkcji obsługi zdarzeń, obsługi wejść/wyjść, nadawania i odbioru wiadomości przez sieć oraz dodatkowych funkcji sterowania układem Neuron.

Wszystkie wymienione wyżej grupy dodatkowych właściwości języka są wbudowane w oprogramowanie firmowe (firmware). Mikroukład MC 143120 ma te funkcje zaprogramowane w wewnętrznej stałej pamięci ROM, natomiast mikroukład MC 143150 musi je otrzymać w zewnętrznej pamięci programu dołączanej do mikroukładu.

3. SYSTEMY STEROWANIA ROZPROSZONEGO OPARTE NA TECHNOLOGII LONWORKS

Cechą szczególną technologii LON jest rozwiązanie, w ramach standardu, komunikacji sieciowej pomiędzy poszczególnymi mikrokontrolerami lokalnymi zbudowanymi na bazie mikroukładów NeuronChip. Rysunek 4 przedstawia rozproszony system sterowania złożony z węzłów wykorzystujących elementy NeuronChip. Każdy węzeł sieci jest wy-

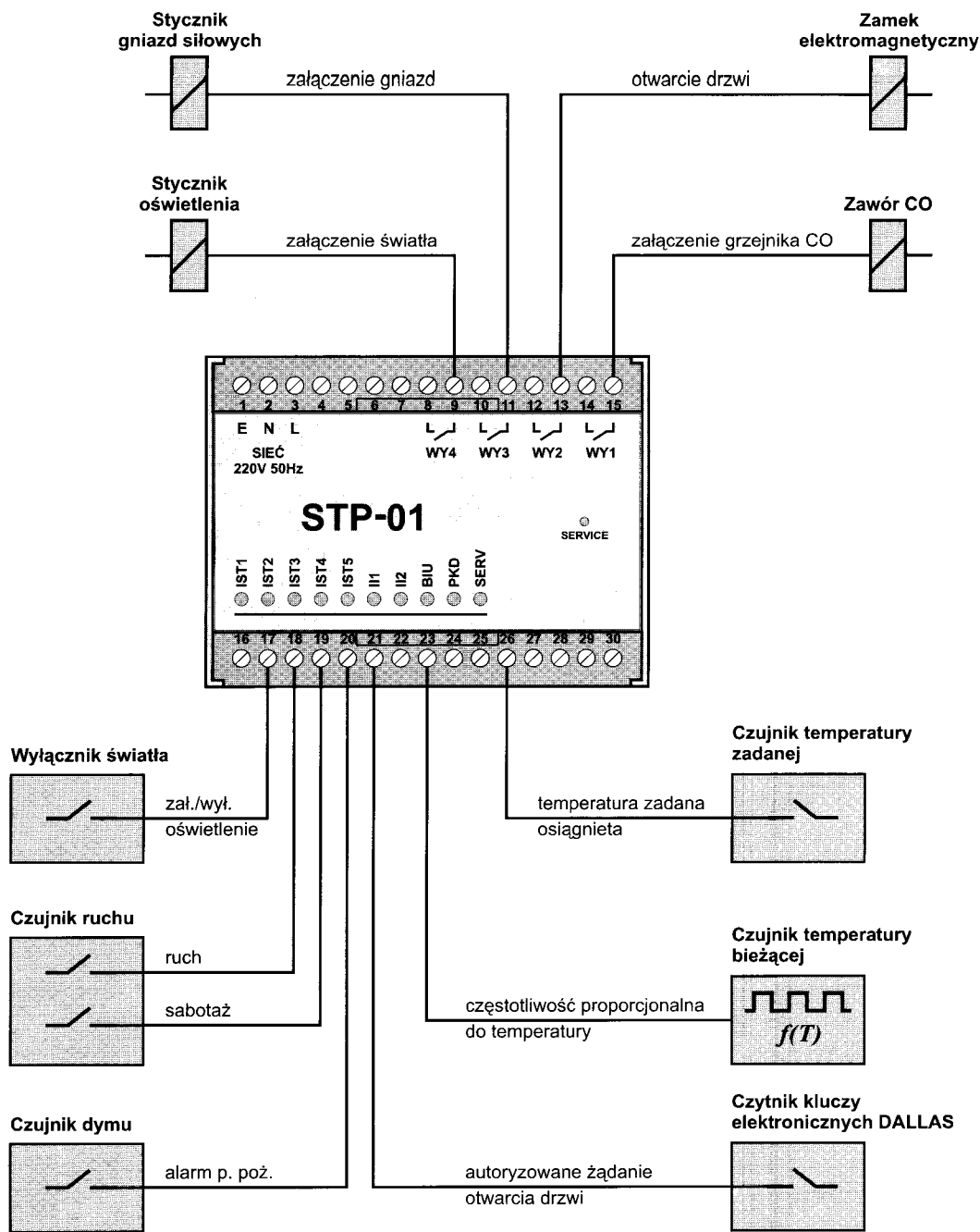
posażony w układ sprzężenia z medium transmisyjnym, element NeuronChip oraz dodatkowo układ rozszerzenia wejść/wyjść.

Technologia ta umożliwia używanie następujących mediów do transmisji danych pomiędzy węzłami sieci:

- para skręcona — transmisja z prędkością 1,25 Mb/s
- para skręcona — transmisja z prędkością 78 kb/s
- częstotliwość nośna na okablowaniu elektrycznym niskiego napięcia (9600b/s)
- transmisja radiowa za pośrednictwem radiomodemu
- kabel koncentryczny
- kabel światłowodowy
- łącze transmisji w podczerwieni
- łącze transmisji ultradźwiękowej.

Szczególnie interesująca, zwłaszcza w automatyzacji budynków już istniejących, jest możliwość komunikacji pomiędzy węzłami sieci za pośrednictwem częstotliwości nośnej na okablowaniu elektrycznym niskiego napięcia. W ramach technologii dostępne są dwa rodzaje układów do tego rodzaju transmisji. Jeden pozwala na transmisję w pasmie udostępnianym przez normy dla dostawcy energii elektrycznej (tzw. pasmo C), a drugi w pasmie dozwolonym dla odbiorcy energii (tzw. pasmo A).

System LONWORKS zasadniczo jest dedykowany do rozproszenia systemu sterowania do poziomu pojedynczego czujnika i elementu wykonawczego. Na bazie mikroukładów NeuronChip można jednakże konstruować nie tylko węzły obsługujące pojedyncze elementy systemu rozproszonego, ale także węzły nieco bardziej rozbudowane, integrujące w sobie wiele funkcji właściwych inteligentnemu sterownikowi pomieszczenia. Taką drogę wybrano przy realizacji drugiego etapu gran-



Rys. 5. Widok płytki czołowej sterownika pomieszczenia oraz schemat podłączenia czujników i elementów wykonawczych

tu, który obejmował zaprojektowanie i wykonanie pilotażowej instalacji sieci LONWORKS w kilku pokojach pracowniczych w pawilonie B1 Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

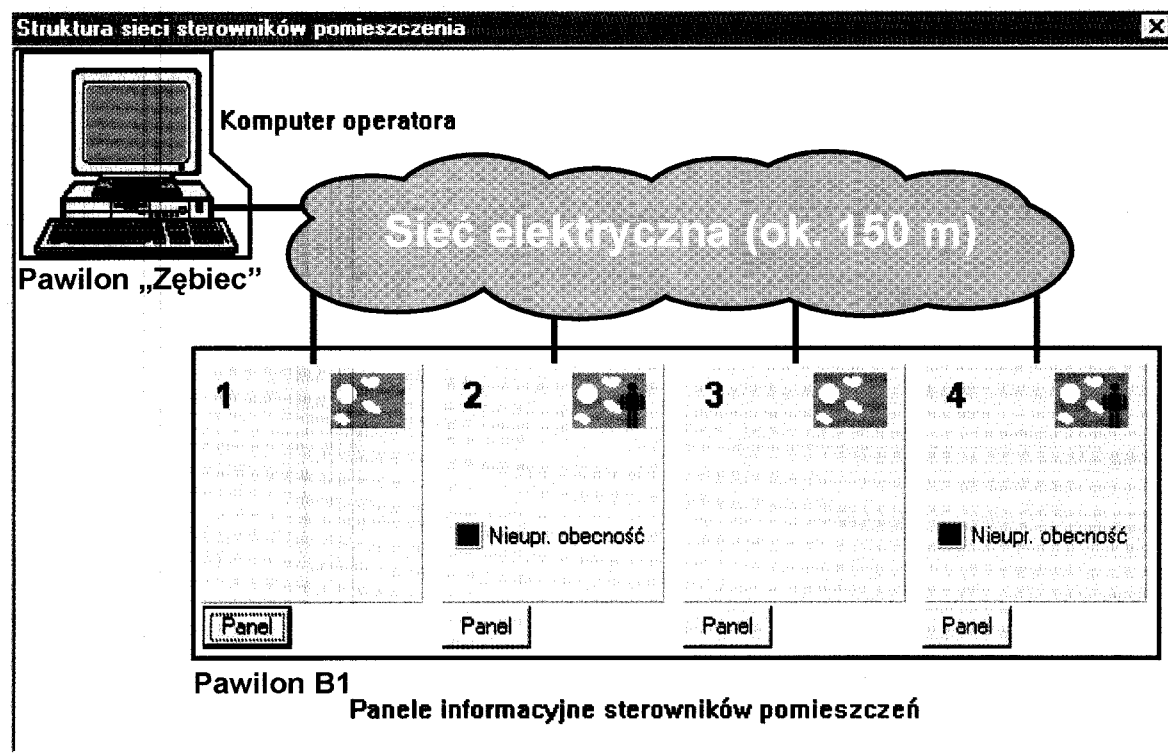
4. PILOTAŻOWA INSTALACJA SIECI LONWORKS W PAWILONIE B1 WYDZIAŁU EAI i E AGH

W trakcie realizacji drugiego etapu grantu opracowano, wykonano i oprogramowano sterowniki pomieszczeń oraz zainstalowano je, wraz z odpowiednimi czujnikami i elementami wykonawczymi, w pokojach objętych systemem pilotażowym, a także opracowano program nadrzędny zdalnie monitorujący i sterujący pracą systemu.

Sterowniki pomieszczeń wykonano na bazie mikrokontrolerów NeuronChip MC143150 wyposażonych w układy transmisji danych za pośrednictwem standardowej sieci elektrycznej 220 V prądu przemiennego, pracujące w pasmie dopuszczalnym dla użytkownika sieci (odbiorcy energii elektrycznej). Skonstruowano je w postaci modułów, w znormalizowanych obudowach z poliwęglanu, o rozmiarach 110x75x100 mm, przystosowanych do montażu na standardowej listwie elektroinstalacyjnej TS 35.

Podstawowe zadania sterownika obejmują integrację i obsługę wszystkich funkcji związanych z infrastrukturą pomieszczenia oraz budynku, w szczególności:

- dystrybucję i wykorzystanie mediów (energia elektryczna i ciepła),
- kontrolę dostępu i ochronę antywłamaniową,



Rys. 6. Schemat instalacji pilotażowej

— ochronę przeciwpożarową.

Sterownik jest wyposażony w zestaw wejść/wyjść, które pozwalają przyłączyć następujące czujniki

- wyłącznik światła
- czujnik ruchu wraz z linią antysabotażową
- czujnik dymu
- termostatyczny czujnik temperatury zadanej
- czujnik temperatury bieżącej
- czytnik kluczy elektronicznych Dallas

oraz elementy wykonawcze:

- przekaźnik oświetlenia
- przekaźnik zaworu centralnego ogrzewania
- przekaźnik zamka elektromagnetycznego i
- przekaźnik gniazd siłowych.

Schemat podłączenia czujników i elementów wykonawczych do sterownika pomieszczenia przedstawia rysunek 5.

Zrealizowana instalacja pilotażowa obejmuje cztery sterowniki pomieszczeń, obsługujące pokoje nr 7, 8, 9 i 10 w pawilonie B1, oraz nadrzędny komputer operatorski znajdujący się, w trakcie realizacji grantu, w pawilonie Zębice nr 2. Dzięki zastosowaniu w sterownikach układów transmisji siecią 220 V AC połączenie pomiędzy sterownikami i komputerem operatorskim odbywa się przez istniejącą sieć elektryczną i nie wymagało instalacji żadnego dodatkowego okablowania pomiędzy budynkami. Schemat instalacji pilotażowej przedstawiono na rysunku 6, który równocześnie jest wydrukiem ekranu programu operatorskiego instalacji. W komputerze operatorskim wykonywany jest program zapewniający obsługę sterowników pomieszczeń oraz obserwację ich stanu. Współpraca komputera operatora z siecią

sterowników jest obsługiwana przez program LonManager DDE Server, który z jednej strony komunikuje się z siecią sterowników za pośrednictwem firmowego (Echelon) protokołu LonTalk, a z drugiej — obsługuje wymianę danych z opracowanym w ramach projektu oprogramowaniem operatorskim będącym klientem DDE. Wykorzystywany jest przy tym standardowy mechanizm klient-serwer DDE.

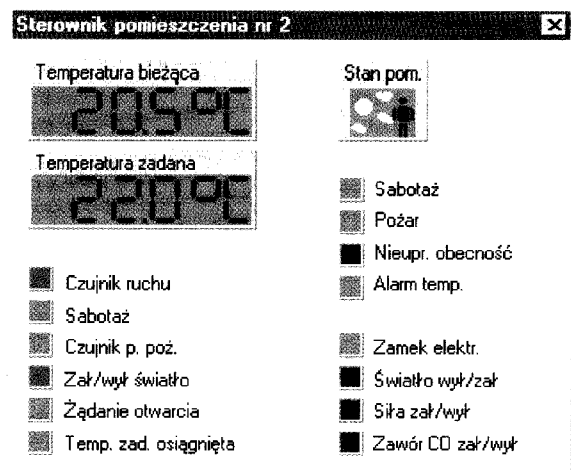
Na głównej planszy operatora systemu przedstawiona jest struktura sieci oraz podstawowe informacje o stanie pomieszczeń wraz z ewentualną prezentacją stanów alarmowych. W celu zdobycia szczegółowych informacji operator może wywołać indywidualny panel informacyjny każdego ze sterowników. Wygląd panelu pojedynczego sterownika jest przedstawiony na rysunku 7.

Na panelu informacyjnym sterownika pokazywane są stany wszystkich czujników oraz elementów wykonawczych podłączonych do sterownika, alarmy oraz stan pomieszczenia i temperatury: zadana i bieżąca.

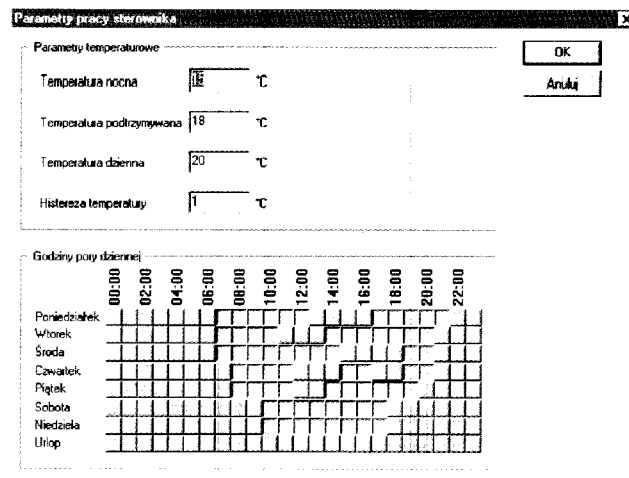
Funkcje sterownika pomieszczenia określa program zapisany w jego, reprogramowalnej przez sieć, pamięci stałej. Sterownik wyróżnia trzy stany pomieszczenia:

- stan nocny,
- stan dzienny pomieszczenia pustego oraz,
- stan dzienny z obecnością użytkowników.

Rozróżnienie pomiędzy stanem nocnym i dziennym następuje na podstawie wskaźnika trybu pracy zadawanego przez operatorski program nadrzędny na podstawie kalendarza przypisanego do każdego sterownika. Odpowiedni panel programujący programu operatorskiego pozwala określić dla każdego sterownika indywidualnie godziny pory



Rys. 7. Panel informacyjny sterownika pomieszczenia



Rys. 8. Panel programujący sterownika pomieszczenia

dziennej i nocnej, osobno dla każdego dnia tygodnia oraz dla okresu urlopowego (rysunek 8). Z kolei rozróżnienie pomiędzy stanem dziennym pomieszczenia bez obecności użytkowników i stanem dziennym z ich obecnością jest uzależnione od pobudzenia czujnika ruchu podtrzymywanego przez zadany czas (np. przez 10 minut). Na panelu programującym ustawia się także parametry temperaturowe obejmujące:

- zadaną temperaturę nocną,
- zadaną temperaturę dzienną dla pomieszczenia pustego,
- histerezę układu regulacji temperatury,
- maksymalną dopuszczalną temperaturę dzienną w pomieszczeniu podczas obecności użytkowników.

W każdym trybie pracy sterownik monitoruje stan wszystkich czujników i informacje te dostarcza do komputera operatorskiego, który stan pomieszczenia może prezentować na bieżąco na panelu informacyjnym. Aktualna wartość zadana temperatury zależy od trybu pracy (dzienny, nocny) i stanu pomieszczenia (zajęte, wolne). Sterownik może generować cztery alarmy:

- w wyniku przerwania linii antysabotażowej,
- na sygnał z czujnika dymu,
- w związku z niepożądaną obecnością, oraz
- z powodu niekontrolowanego stanu temperatury bieżącej.

Wykrycie uaktywnienia się czujnika dymu, niekontrolowanego stanu temperatury bieżącej oraz pobudzenia linii antysabotażowej powoduje zgłoszenie alarmu bez względu na aktualny stan pomieszczenia. Alarm w wyniku niepożądanego obecności jest zgłaszany po pobudzeniu czujnika ruchu w porze nocnej oraz po wykryciu pobudzenia czujnika ruchu nie poprzedzonego chociaż jednym autoryzowanym żądaniem otwarcia drzwi w porze dziennej.

W trybie dziennym sterownik realizuje następujące funkcje:

- po przejściu na tryb dzienny załączane jest zasilanie gniazd siłowych,
- po otrzymaniu autoryzowanego żądania otwarcia drzwi otwierany jest zamek elektromagnetyczny przez 10 sekund,
- po otrzymaniu żądania załączenia z wyłącznika oświetlenia załączane jest oświetlenie; jeżeli przez zadany czas (np. 10 minut) sterownik nie otrzyma sygnału z czujnika ruchu, to oświetlenie zostanie wyłączone; oświetlenie zostanie załączone ponownie, jeżeli wyłącznik jest w stanie

załączonym i pojawi się sygnał z czujnika ruchu; oświetlenie może zostać wyłączone natychmiast po otrzymaniu żądania wyłączenia z wyłącznika

- sterownik stabilizuje temperaturę pomieszczenia na poziomie zależnym od wartości zadanych dla obecności i nieobecności w nim osób; wartość temperatury dla stanu dziennego i nieobecności użytkowników jest zadawana z systemu nadrzędnego, wartość dla stanu dziennego i obecności użytkowników jest ustalana w nastawnym zadajniku temperatury znajdującym się w pokoju; jeżeli przez zadany czas (np. 20 minut) sterownik nie wykryje obecności w pomieszczeniu, ustawia temperaturę zadaną dla stanu dziennego pomieszczenia pustego, co automatycznie oznacza wyłączenie grzejnika centralnego ogrzewania.

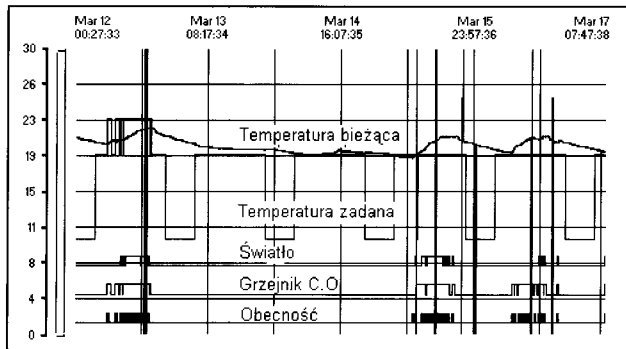
W trybie nocnym sterownik ogranicza dostęp do pomieszczenia nawet po autoryzowanym żądaniu otwarcia drzwi; wykorzystuje czujnik ruchu głównie jako czujnik ochrony antywłamaniowej pomieszczenia oraz stabilizuje temperaturę na poziomie zadanym dla trybu nocnego.

Aktualnie instalacja pilotażowa jest poddawana szczegółowym badaniom efektywności. Należy podkreślić, że w zrealizowanym projekcie i wdrożeniu instalacji sieci LON pokazano możliwość rzeczywistej integracji czterech podstawowych systemów infrastruktury budynku — z zastosowaniem jednolitego sprzętu i oprogramowania opracowanych na Akademii Górniczo-Hutniczej na bazie składników sprawdzonej technologii. Integracja objęła:

- system kontroli dostępu, ochrony i antywłamaniowy
- system przeciwpożarowy
- system oszczędzania energii elektrycznej
- system oszczędzania energii cieplnej.

Po wdrożeniu systemu do ciągłej eksploatacji zarejestrowano pracę sterowników pomieszczeń za pomocą niezależnych programów rejestracji i prezentacji danych, mogących współdziałać z zastosowanym serwerem DDE. Przykładowe wyniki rejestracji podstawowych parametrów jednego z pomieszczeń objętych instalacją pilotażową, w czasie kilku dni, obejmujących również weekend, przedstawiono na rysunku 9. Zarejestrowano:

- pomiar temperatury bieżącej (aktualnej)



Rys. 9. Wyniki rejestracji stanu wybranego pomieszczenia

- wartość zadaną temperatury, ustaloną przez sterownik pomieszczenia, w zależności od trybu pracy
- obecność pracowników w pomieszczeniu
- okresy załączenia oświetlenia
- okresy załączenia grzejnika centralnego ogrzewania.

Na zarejestrowanych wykresach można zaobserwować wykonywanie przez sterownik pomieszczenia istotnych planowanych funkcji, związanych z oszczędzaniem mediów energetycznych. W porze nocnej utrzymywana była w pomieszczeniu żądana niska temperatura, co oczywiście skutkowało wyłączeniem grzejnika centralnego ogrzewania. Na wykresie widać, że w okresie weekendu grzejnik nie został załączony ani razu. Można również zauważyć uzależnienie pomiędzy załączaniem i wyłączaniem oświetlenia i grzejnika c.o. od obecności użytkowników w pomieszczeniu w porze dziennej.

Wykonywano także rejestrację łącznych czasów załączenia oświetlenia i grzejnika c.o. W badanym okresie prawie 8 dni, obejmującym również weekend, łączny czas załączenia grzejnika c.o. wynosił tylko około dwóch dni, co w przybliżeniu oznacza redukcję zużycia medium o 75 % (!), przy nie pogorszonym komforcie użytkownika pomieszczenia.

Na podstawie doświadczeń zdobytych podczas realizacji grantu Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych AGH, wraz z Zakładem Doświadczalnym Aparatury Naukowej i Automatyki, dawny ZDAN AGH, może zaofiarować prace projektowe i wdrożeniowe w dziedzinie kompleksowej automatyzacji budynków w oparciu o technologię LONWORKS i rozwiązania techniczne potwierdzone eksploatacją instalacji pilotażowej. Oferta obejmuje:

- a) doradztwo i audyt energetyczny
- b) projektowanie zintegrowanych systemów kompleksowej automatyzacji dużych obiektów użyteczności publicznej, w tym:
 - kontrolę i rejestrację dostępu oraz ochronę antywłamaniową
 - ochronę przeciwpożarową
 - inteligentne i oszczędne użytkowanie źródeł światła i źródeł zasilania
 - inteligentne i oszczędne użytkowanie systemu centralnego ogrzewania i klimatyzacji
 - indywidualne rozliczenia zużycia mediów energetycznych, nawet przez pojedyncze odbiorniki
 - oprogramowanie komputerowych systemów wizualizacji i nadzoru obiektów, również z zastosowaniem cyfrowych kamer video, z możliwością zdalnego dostępu za pośrednictwem sieci INTERNET
- c) integrację i wdrażanie systemów automatyzacji budynków
- d) doradztwo, szkolenia i projekty w zakresie wdrażania technologii LONWORKS w produktach i systemach automatyki przemysłowej i automatyki budynków.



Mgr inż. Paweł Kwasnowski

Urodzony 23.10.1953 w Krakowie, ukończył I LO im. B. Nowodworskiego w Krakowie, w roku 1972. Dyplom, z wyróżnieniem, mgr. inż. elektryka w zakresie automatyki i telemechaniki uzyskał na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki AGH w roku 1977. Asystent, starszy asystent, wykładowca na Wydziale EAiE AGH w Katedrze Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, autor kilku programów

przedmiotów kierunkowych, współorganizator i wykładowca Studium Poddyplomowego „Zastosowanie techniki mikrokomputerowej w sterowaniu” (1982–1993), współautor 4 patentów, wielu artykułów naukowych i popularizatorskich, konsultant wielu prac dyplomowych, współzałożyciel (1992) i prezes zarządu spółki: Zakład Doświadczalny Aparatury Naukowej i Automatyki, dawny ZDAN AGH, współautor wielu wdrożeń przemysłowych sterowników programowalnych i komputerowych systemów sterowania, główny projektant systemu automatyki Wielkiego Pieca nr 5 w Hucie im. T. Sendzimir (1997), popularizator i jeden z prekursorów zastosowań mikroprocesorów, programowalnych sterowników przemysłowych (PLC), a ostatnio technologii LONWORKS i koncepcji inteligentnego budynku w Polsce.

1. Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych AGH; tel. (12) 617 28 83.
 2. Zakład Doświadczalny Aparatury Naukowej i Automatyki, d. ZDAN AGH; tel./fax (12) 634 22 05.
- e-mail: kwasn.@jumbo.kaniup.agh.edu.pl