

## Możliwości zastosowań magistral miejscowych w systemach automatyki budynków

### Streszczenie:

Magistrale miejscowe (fieldbuses) pozwalają w znacznym stopniu uprościć budowę i działanie układów automatyki. Prawidłowe zaprojektowanie systemów sterowania i akwizycji danych wymaga znajomości własności magistral oraz wymagań układu, w którym zostaną użyte. W systemach o ostrych ograniczeniach czasowych podstawowym zagadnieniem jest spełnienie warunków czasu rzeczywistego, natomiast w systemach o łagodnych ograniczeniach ważne są własności statystyczne magistral (np: wydajność przy różnym obciążeniu). W opracowaniu poruszono zagadnienia dotyczące roli układów automatyki budynków, ich wymagań oraz związaną z tym możliwość zastosowania magistral miejscowych.

### Posibility of using fieldbus networks in automation systems in building.

### Abstract:

Fieldbus systems makes construction and working of automation systems easier. To design corectly automation system it is necesery to know fieldbus features and sytem requirements in which they will be used. In hard real time systems, the basic problem is to keep real time conditions, and in soft real time systems it is very important to know statistical parameters (for example: efectivnes under different loads). In the paper the significance of automation systems in buildings, their requirements and posibility using of fieldbuses are discussed.

## 1. UKŁADY AUTOMATYKI STOSOWANE W BUDYNKACH

Człowiek przez większą część życia przebywa w pomieszczeniach mieszkalnych, produkcyjnych czy też gmachach użyteczności publicznej, szkołach, uczelniach itp. Domy wielorodzinne i jednorodzinne zwykle posiadają instalacje wodno - kanalizacyjne, grzewcze, elektryczne, gazowe, wentylacyjne. Często dodatkowo wyposażane są w instalacje (systemy elektroniczne) nadzorujące w sposób ciągły pomieszczenia w budynku na wypadek pożaru czy włamania, a także inne układy automatyki uprzyjemniające i ułatwiające życie ludzi.

W budynkach coraz częściej spotykane są systemy:

- Zabezpieczenia przeciwpożarowego - umożliwiają wczesne wykrycie pożaru oraz sygnalizację w celu podjęcia odpowiednich działań jak: ewakuacja ludności, wezwanie

straży pożarnej, automatyczne wyzwolenie procesu gaszenia. Sygnał alarmowy może być równocześnie przesłany do centrum odbioru sygnalizacji pożarowych. Czas zadziałania różnych czujek podawany w normach jest do siebie zbliżony [8]. Zależy on od prędkości narastania temperatury powietrza i wynosi od kilkunastu sekund do kilkudziesięciu minut. Związany z tym czas reakcji całego układu ochrony przeciwpożarowej jest rzędu pojedynczych minut.

- Ogrzewnictwa pomieszczeń - powinny utrzymywać na stałym poziomie to temperaturę, wilgotność, prędkość, stężenie zanieczyszczeń [5]. Od współczesnych instalacji centralnego ogrzewania wymaga się aby były elastyczne i oszczędne w czasie eksploatacji, efektywnie wykorzystywały dostarczoną energię ciepłą oraz aby istniała możliwość indywidualnego rozliczenia za zużyty energię poszczególnych jej odbiorców. Warunkiem oszczędnej eksploatacji jest użycie układów umożliwiających elastyczną zmianę parametrów zgodnie z potrzebami. Istotne stają się wówczas, poza rodzajem użytego paliwa i elastycznością źródła, możliwości pełnej automatyzacji procesów cieplnych, możliwości programowania intensywności ogrzewania i osłabiania w czasie oraz możliwość pomiaru zużycia energii. Ze względu na dużą bezwładność czujników temperatury i źródeł ciepła czas reakcji układu grzewczego na zmianę temperatury otoczenia jest stosunkowo długi - rzędu minut.
- Wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń - powinny utrzymywać stężenie zanieczyszczeń na odpowiednio niskim poziomie. Klimatyzacja jest w stanie utrzymać na odpowiednim poziomie temperaturę, wilgotność i czystość powietrza w ciągu roku. Wymaga to oczywiście użycia odpowiedniej instalacji automatycznej regulacji. W skład takiej instalacji wchodzi: odpowiednie filtry powietrza, nagrzewnice wodne, wentylatory, siłowniki i nastawniki regulacyjne, a także elementy pomiarowe kontrolujące parametry powietrza i wytwarzające odpowiednie sygnały regulacji. Ze względu na stosunkowo długi czas ustalania się temperatury i wilgotności czas reakcji układu jest rzędu minut.
- Zabezpieczenia pomieszczeń przed dostępem osób niepowołanych - dla celów ochrony pomieszczeń stosowane są układy kontrolujące zamknięcie drzwi i okien, układy detekcyjne stwierdzające obecność osób (detektory podczerwieni) a także kamery, magnetowidy i monitory rejestrujące i monitorujące wybrany obszar. Zadaniem systemów ochrony budynków jest, w przypadku stwierdzenia włamania, uruchomienie alarmu dźwiękowego (światelnego) oraz poinformowanie o zaistniałej sytuacji odpowiednich służb ochrony. Wymagane jest przy tym aby czas reakcji systemu był krótki - rzędu sekund.
- Sterowania oświetleniem - w oparciu o sygnały z czujników fotoelektrycznych, włączają oświetlenie wewnętrzne lub zewnętrzne w momencie gdy wartość natężenia oświetlenia spadnie poniżej zaprogramowanej wielkości. Dodatkowo mogą współpracować z detektorami zbliżeniowymi, wykrywającymi obecność człowieka w pomieszczeniu. W momencie wykrycia obecności osoby powodują włączenie oświetlenia. W układach tych czas reakcji powinien być rzędu dziesiątych części sekundy.

We wszystkich tych systemach mamy do czynienia z wymianą informacji, sterowaniem i kontrolą. Użycie do tych celów magistral miejscowych pozwoli na znaczne ułatwienie projektowania systemu, uproszczenie budowy i zmniejszenie kosztów instalacji i eksploatacji.

## 2. ZASTOSOWANIE SYSTEMÓW FIELDBUS W AUTOMATYCE BUDYNKÓW

Aktualnie istnieje silny trend stosowania sieci komputerowych w systemach zbierających dane, przetwarzających je i sterujących procesami [14]. Podstawowym wymaganiem jest determinizm odpowiedzi i szybki czas reakcji magistrali [13]. Jednym z wielu możliwych obszarów wykorzystania magistral są układy automatyki stosowane w budownictwie.

Zastosowanie magistral miejscowych pozwala na:

- rozproszenie sterowania - sterowanie procesem może odbywać się na poziomie poszczególnych węzłów dołączonych do magistrali. Węzły, jako inteligentne układy, mogą na podstawie informacji zebranych w systemie i po odpowiednim ich przetworzeniu, sterować w odpowiedni sposób urządzeniami wykonawczymi. Oczywiście wymagane jest uprzednie zaprogramowanie ich działania,
- jednoczesne sterowanie wielu urządzeń - węzeł może obsługiwać równocześnie kilka urządzeń w systemie a równocześnie stanowić dane wejściowe dla innych węzłów,
- wzajemną komunikację urządzeń wchodzących w skład systemu - poprzez przyłączenie węzłów do wspólnego medium komunikacyjnego (magistrali) możliwa jest wymiana informacji pomiędzy wszystkimi elementami systemu,
- możliwość uzyskania "natychmiastowej" informacji o stanie urządzeń w systemie
- możliwość programowania pracy układów - istnieje możliwość przeprogramowania działania pracy poszczególnych węzłów co poszerza zakres zastosowań,
- generowanie zestawień statystycznych dotyczących np. zużycia energii
- możliwość zdalnej kontroli i sterowania urządzeniami wchodzącymi w skład systemu
- elastyczność rozwiązań (łatwość dołączania nowych komponentów i usuwania istniejących)

Ciągła wymiana informacji w systemie magistralowym pozwala na zwiększenie dokładności i efektywności działania układów automatyki w budynku. Na przykład w układach centralnego ogrzewania sygnał sterujący wytwarzany jest w oparciu o informacje z wielu punktów pomiarowych (czujników) i odpowiednio uśredniany. Możliwe jest również wykrycie chwilowych zakłóceń (otwarcie drzwi i okien). W przypadku instalacji o szczególnym znaczeniu (przeciwpożarowych, antywłamaniowych) architektura powinna być zdublowana. W strukturze redundancyjnej wszystkie funkcje mogą być zachowane nawet po wystąpieniu awarii. Dodatkowo do systemu magistralowego mogą być przyłączone interfejsy przekazujące informacje o zagrożeniu do odpowiednich służb specjalnych. Praca układów ochrony (przeciwpożarowej, antywłamaniowej) w systemie zdecentralizowanym pozwala nadzorować duże obszary. Odpowiednie połączenie węzłów magistrali (np. w pętli) zabezpiecza przed przerwaniem pracy nawet przy awarii okablowania. Połączenie układów w oparciu o magistralę upraszcza budowę systemu (redukcja ilości prowadzonych połączeń kablowych) a przez to obniża koszty wykonania. Obecnie istnieje wiele różnych rozwiązań magistral miejscowych. Aby móc dokonać właściwego wyboru magistrali należy znać parametry czasowe i wydajnościowe rozpatrywanych magistral.

### 3. PRZEGLĄD MAGISTRAL MIEJSCOWYCH

Przy projektowaniu systemów sterowania i automatyki budynków opartych o magistrale miejscowe należy dokonać wyboru odpowiedniej magistrali pod kątem jej zasięgu, prędkości, ilości urządzeń możliwych do podłączenia. Rozważone zostaną najbardziej typowe magistrale miejscowe jak: PROFIBUS, INTERBUS-S, MODBUS, CAN, LONWORKS [12].

#### 3.1. PROFIBUS - Process Field Bus

Protokół PROFIBUS (Process Field Bus) [6, 7] bazuje na magistrali, w której stacje master tworzą pierścień logiczny i zarządzają prawem wysłania za pomocą metody token-passing. Występują trzy warianty sieci PROFIBUS stosowane dla różnych obszarów zastosowań:

- *PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification)*. Formalnie wariant ten służy do realizacji obszernych zadań komunikacji z synchronicznym i asynchronicznym transferem danych średniej szybkości.

- *PROFIBUS-DP (Decentralized Peripherals)*. Jest to wersja otrzymana poprzez zoptymalizowanie protokołu PROFIBUS-FMS i jest zadedykowana dla komunikacji ograniczonej czasowo pomiędzy systemami automatyki.
- *PROFIBUS-PA (Process Automation)*. PROFIBUS-PA jest wersją PROFIBUS zapewniającą bezpieczną transmisję danych i zasilanie urządzeń w środowiskach zagrożonych wybuchami.

W protokole PROFIBUS do magistrali sieciowej mają dostęp stacje master i slave. Protokół dostępu do medium fizycznego stosuje metodę odpytań (master-slave) dla komunikacji między stacją master a stacjami slave oraz token bus dla komunikacji pomiędzy stacjami master.

PROFIBUS-DP przewidziany jest do szybkiej wymiany danych pomiędzy czujnikami, a zadajnikami. Znaczny przyrost prędkości w porównaniu z PROFIBUS-FMS wynika z przesyłania danych wejściowych i wyjściowych w jednym cyklu. Uzyskiwany zasięg magistrali to 1200 m przy prędkości transmisji 93 kb/s lub 100 m przy 12000 kb/s

### 3.2. InterBus-S

InterBus-S [3] jest magistralą sieciową opartą o topologię pierścieniową. Używa ona w warstwie MAC metody zwanej TDMA (Time Division Multiple Access), w której stacja master przesyła w sieci sygnał dla synchronizacji zegarów w węzłach. Po tym sygnale, każdy z węzłów dokonuje transmisji przez jednoznacznie wyznaczony odcinek czasu. Ramka czasowa tej magistrali zawiera dodatkowe pozycje bitów, o które może się ubiegać każda ze stacji. Pozwala to na cyklicznie przesyłanie danych krytycznych, pozostałe zaś dane będą transmitowane zależnie od potrzeb (protokół PCP - Peripheral Communication Protocol).

Czas trwania cyklu zwiększa się prawie liniowo wraz ze zwiększeniem liczby pakietów danych. InterBus-S potrafi obsłużyć 1000 wejść i wyjść w czasie poniżej 4 ms lub 4096 wejść i wyjść w czasie około 15 ms pracując z prędkością 500 kbit/s. Zaletami tej magistrali są: krótki czas odpowiedzi i determinizm odpowiedzi.

### 3.3. CAN - Controller Area Network

Sieć CAN [1] (Controller Area Network) jest szeregową magistralą komunikacyjną, która została zaprojektowana w 1981 przez firmy: Bosch, Intel. Metoda dostępu dla sieci CAN polega na dominacji bitowej, zbliżonej do CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Avoidance). W sieci CAN użytkownik mający najwyższy priorytet, spośród ubiegających się, może realizować transmisję. Przyjęto, że najniższy numer wiadomości jest najwyższym priorytetem. Globalny priorytet osiąga się w CAN raczej poprzez arbitraż identyfikatora wiadomości, niż arbitraż numerów węzłów. Ponieważ arbitraż jest częścią wiadomości, metoda ta posiada dobrą przepustowość i efektywność. Jednak ze względu na to, że wszystkie wiadomości posiadają różny priorytet, nie istnieje łatwe rozwiązanie umożliwiające równouprawniony dostęp węzłów przy silnym obciążeniu.

Szybkość transmisji zależy od długości sieci, bowiem z powodu arbitrażu i algorytmu kontroli błędów czas trwania bitu nie może być krótszy niż podwójny czas propagacji. Dodatkowym ograniczeniem jest kontroler, który nie może pracować szybciej niż 1 Mb/s. Przy prędkości 50 kb/s zasięg magistrali wynosi 1000 m.

### 3.4. LONWORKS - Local Operating Network

LONWORKS (Local Operating Network) [4] jest magistralą sieciową opracowaną przez firmę Echelon. Algorytm MAC (Media Access Control) używany przez LonTalk (protokół sieci

LONWORKS) należy do rodziny CSMA (Carrier Sense Multiple Access) i zwany jest CSMA ze stałą predykcją (predictive p-persistent). W sytuacji gdy dwa lub więcej węzłów próbuje jednocześnie rozpocząć transmisję prowadzi to nieuchronnie do kolizji. Rozwiązaniem zaistniałej sytuacji jest zmiana w sposób losowy opóźnienia dostępu do medium, przez co możliwość zajścia powtórnej kolizji zmniejsza się. Typowo węzły mogą w sposób losowy wybierać spośród minimum 16 różnych poziomów opóźnienia zwanych losowymi szczelinami czasowymi. W LONWORKS, kiedy obciążenie sieci rośnie węzły mogą wybierać spośród większej ilości tych szczelin (do 255). Ich liczba przyjmowana jest dynamicznie w oparciu o stopień obciążenia sieci. Dodatkowo protokół LonTalk oferuje opcjonalnie mechanizm priorytetu, który pozwala użytkownikowi rozmieścić w kanale dodatkowe, szczeliny priorytetowe (przypisane do węzłów).

W zależności od zastosowanego nadajnika/odbiornika i używanego medium transmisyjnego dostępne są różne prędkości transmisji w zakresie 1.2 Kb/s do 1.25 Mb/s, a gwarantowany czas odpowiedzi nie mniejszy niż 7-13 ms (czas ten między indywidualnymi węzłami może być krótszy).

### 3.5. Modbus

Modbus [2] jest protokołem komunikacyjnym zaprojektowanym przez firmę Gould-Modicon, w którym urządzenia w sieci komunikują się ze sobą używając techniki odpytań (master-slave). Wydzielona stacja master okresowo odpytuje stacje slave poprzez wysyłanie odpowiednich wiadomości. Protokół ten jest idealny w przypadku centralnej akwizycji danych, dla których nie jest wymagana komunikacja typu peer-to-peer i nie są stosowane globalne priorytety. Wadą tego rozwiązania jest to, że wystąpienie błędu w węzle master powoduje przerwanie komunikacji. Metoda odpytań zajmuje sporą część pasma transmisyjnego i wykazuje się słabą efektywnością; do zalet metody należy zaliczyć determinizm i prostotę.

Prędkość transmisji w protokole Modbus wynosi maksymalnie 19.2 kbit/s. Czas trwania jednego cyklu odpytania urządzenia przez układ master wynosi 176 ms przy następujących założeniach: pole danych: wiadomości master - 1 bajt; wiadomości slave - 8 bajtów, czas przerwy  $0.5 * T_{bit}$ , ilość obsługiwanych urządzeń - 16, tryb RTU.

## 4. ZAGADNIENIE WYBORU SYSTEMU SIECIOWEGO

Magistrale miejscowe mogą zostać użyte do obsługi układów antywłamaniowych, przeciwpożarowych, klimatyzacyjnych, grzewczych, wentylacyjnych, czujników temperatury, czujników gazu, liczników zużycia energii, sterowania oświetleniem, wykrywania obecności osoby w pomieszczeniu, kontroli pracy windy, automatycznego otwierania drzwi itp.

W powyższych systemach różne są czasy reakcji oraz różne wielkości przesyłanych informacji. Systemy przeciwpożarowy i antywłamaniowy wymagają deterministycznych czasów odpowiedzi. Przy założonych czasach reakcji czujek, oraz przyjmując, że system ochrony antywłamaniowej powinien reagować z pewnym opóźnieniem (umożliwiającym użytkownikowi jego wyłączenie) każda z przedstawionych magistral miejscowych charakteryzuje się wystarczającą prędkością transmisji dla zapewnienia wymaganego czasu reakcji (determinizm).

W instalacjach automatyki budynków należy jednak rozważyć następujące zagadnienia:

- szybkość magistrali - wybór szybkości magistrali jest pewnym kompromisem zależnym od aplikacji i własności magistrali. Niska prędkość magistrali może prowadzić do niespełnienia ograniczeń czasowych, występowania wąskich gardeł i ograniczenia możliwości rozwoju

systemu. Duża szybkość powoduje zmniejszenie maksymalnej długości magistrali, zwiększa wrażliwość na szumy oraz zwiększa wymagania co do interfejsu sieciowego i aplikacji.

- ilość obsługiwanych urządzeń - w przypadku budynku jednorodzinnej ilość węzłów dołączonych do magistrali nie powinna być większa od kilkudziesięciu (kilka w jednym pomieszczeniu); w budynkach wielorodzinnych ilość ta może znacznie wzrosnąć. Dodatkowo zwiększeniu ulegają rozmiary magistrali co pociąga za sobą spadek prędkości transmisji.
- rodzaj protokołu - elastyczność protokołu dostępu, umożliwia operowanie na różnych typach medium fizycznego oraz na różnych topologiach sieciowych. Dla przykładu topologia magistrali może być optymalna dla skrętki, natomiast dla światłowodów lepszym rozwiązaniem może być topologia gwiazdy lub pierścienia. Rodzaj użytego medium może być istotny ze względu na pewność przesyłu danych i zakłócenia elektromagnetyczne.
- koszt w przeliczeniu na węzeł - prostsze protokoły mają mniejsze wymagania sprzętowe i oprogramowania i są zwykle tańsze. Szczególnie to jest ważne dla aplikacji czułych na koszty i przy dużej liczbie węzłów. Dla aplikacji dla których przewiduje się rozbudowa sieci, lepszymi rozwiązaniami mogą być bardziej zaawansowane protokoły, nie mających dużych ograniczeń dotyczących rozbudowy sieci.

Ponieważ charakterystyki czasowe i wydajnościowe sieci są związane z ich rozmiarami, wybór rodzaju użytej magistrali będzie pewnym kompromisem związanym z zapewnieniem odpowiedniego zasięgu przy zachowaniu wymaganej szybkości transmisji (przy jednoczesnym dążeniu do zmniejszenia kosztów).

## 5. PRZYKŁAD ROZPROSZONEGO STEROWANIA SYSTEMEM AUTOMATYKI BUDYNKU

Technika LONWORKS pozwala na rozproszone sterowanie układami automatyki budynków. Do magistrali mogą zostać przyłączone układy sterujące oświetleniem, klimatyzacją, zabezpieczające przed dostępem niepowołanych osób do pomieszczeń, systemem grzewczym itp.

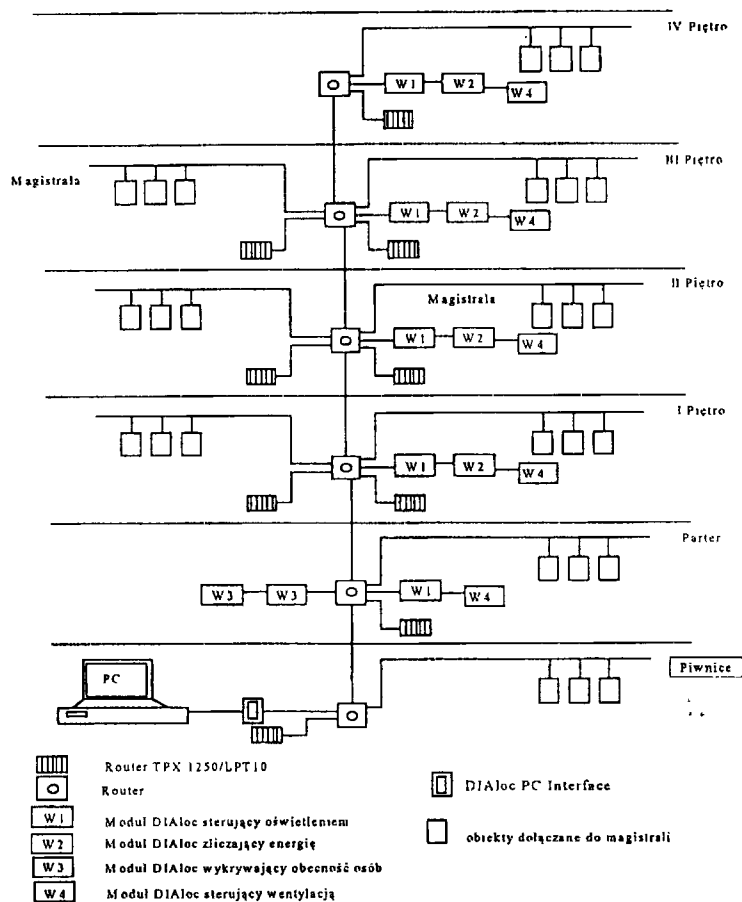
W przykładowym systemie (rys. 1), sieć LONWORKS pracuje w układzie magistralowym, wykonanym w oparciu o skrętke, do której przyłączane są moduły sieciowe DIALoc (Decentralised Intelligent Automation with Local Components) firmy Weidmuller [11].

Na każdym piętrze, do magistrali głównej, przyłączone są podsieci poprzez routery. Przy takim połączeniu, ważną rolą (zaletą) routerów jest "izolacja" natężenia ruchu w podsieci od sieci głównej. Podsieci pracują z prędkością transmisji 78[kb/s]. Do przesyłu informacji i napięć zasilających używają tych samych kabli (technika Link Power).

Komputer PC służący do konfiguracji, monitorowania i serwisu sieci, jest przyłączany poprzez kartę rozszerzającą. Karta DIALoc PC Interface służy do połączenia PC-ta z siecią LONWORKS. Zaprojektowana jest jako karta do umieszczenia w krótkim 16 bitowym slotcie ISA. Umożliwia ona ustawienie odrębnego adresu dzięki przełącznikom DIP, posiada własną pamięć (32 kilobajtów EPROM, 24 kilobajtów RAM) oraz pozwala na pracę w kilku różnych trybach transmisji (TP, FTT, RS 485).

Do obsługi sieci używane jest oprogramowanie narzędziowe DIAset. Oprogramowanie to, pracujące na dowolnym typie komputera kompatybilnego z IBM PC pod kontrolą Systemu Windows 3.1, służy do prostej konfiguracji węzłów poprzez sieć. Struktura sieci jest wyświetlana na ekranie monitora, a węzły mogą być instalowane, konfigurowane i odłączane (logicznie). Mechanizm testujący umożliwia sprawdzenie poszczególnych węzłów na poprawność połączeń, poprawną konfigurację. DIAset umożliwia współpracę (wymianę danych) z takimi programami jak: Intouch, Intellution i Excel. Moduły sieciowe DIALoc

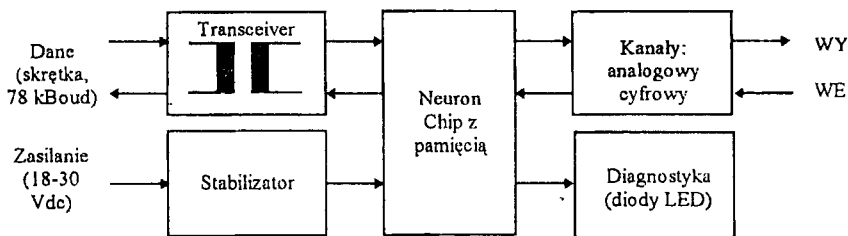
posiadają wbudowane funkcje kontrolne, w związku z tym sieć, po odpowiednim skonfigurowaniu, może pracować bez połączenia z PC. W wersji przyszłościowej sieci możliwe będzie realizowanie funkcji kontrolnych nawet przy przecięciu przewodów sieciowych.



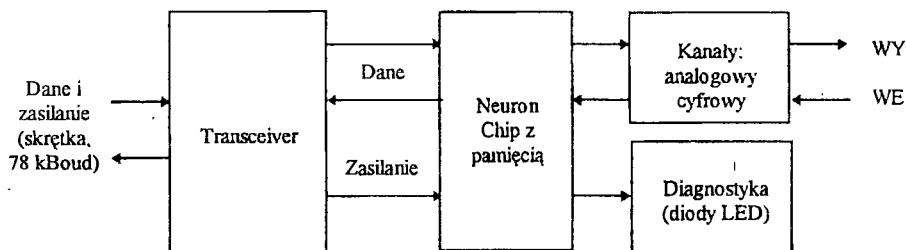
Rys. 1. Przykład instalacji automatyki budynku wykonanej w oparciu o sieć LONWORKS

Do magistrali są przyłączane moduły sieciowe DIALoc, dedykowane dla sieci LONWORKS. Zawierają one w swojej strukturze Neuron Chip wraz z układami wejścia/wyjścia. Moduły DIALoc są układami inteligentnymi - mogą zbierać dane i sterować procesami w systemie. Ze względu na nieskomplikowany sposób programowania pozwalają na łatwą modyfikację systemu (dołączanie nowych komponentów). Zabezpieczenie przed błędami transmisji lub powstałymi wskutek kolizji jest zapewniane poprzez przekazywanie zwrótnie informacji o poprawnym odbiorze. Węzły DIALoc są galwanicznie odizolowane od sieci zapewniając bezpieczeństwo sieci w przypadku ewentualnej awarii. Firma Weidmuller oferuje w postaci modułów DIALoc np: układy wejść i wyjść cyfrowych oraz analogowych. Cyfrowe We/Wy umożliwiają pracę z napięciami w zakresie 12 V napięcia stałego do 250 V napięcia stałego i zmiennego. Analogowe We można konfigurować w zakresie 20 mV do 100 V (napięciowo)

lub od 2 mA do 100 mA (prądowo). Z kolei Wy analogowe mogą pracować w czterech zakresach: 4 do 20 mA, 0 do 10 V, 0 do 1 mA i 0 do 5 V. Układy wejść/wyjść do przesyłu informacji mogą używać transceivery LPT (Link Power Transceiver) - rys. 2, i FTT (Free Topology Transceiver) - rys. 3. W jednej sieci mogą pracować zarówno układy FFT jak i LPT. Połączenie odrębnych segmentów następuje poprzez routery (posiadające własny zasilacz).



Rys. 2. Schemat blokowy układu FTT



Rys. 3. Schemat blokowy układu LPT

W rozpatrywanym budynku Moduły DIALoc zostały użyte do sterowania oświetleniem, monitorowania zużycia energii elektrycznej, kontroli wentylacji na każdym z pięter. Umieszczenie w pomieszczeniach czujników pozwalających określić poziom natężenia oświetlenia oraz czujników ruchu, dla stwierdzenia obecności osób, pozwala na w pełni automatyczną regulację oświetlenia (lokalnie lub centralnie). Indywidualnie, w każdym pomieszczeniu jest przeprowadzana kontrola i regulacja ogrzewania i wentylacji. Dodatkowo na każdym z pięter dołączone są routery TPX 1250/LPT10 pozwalające na rozbudowę systemu o urządzenia, które nie są przystosowane do pracy w technice Link Power.

## 6. WYKORZYSTANIE LINII ENERGETYCZNYCH DO PRZESYŁU DANYCH

Linie zasilające muszą być doprowadzone praktycznie do każdego urządzenia, wymagającego energii elektrycznej dla normalnej pracy. LONWORKS podjął próbę wykorzystania tej sytuacji i użycia kabli zasilających do przesyłu danych jako metody bardziej ekonomicznej, uniwersalnej i eleganckiej od metod tradycyjnych.

Energetyczne linie zasilające są przystosowane do przesyłu napięć o częstotliwościach przemysłowych (50/60 Hz). Indukcyjność przewodów, a także urządzenia elektryczne podpięte do nich powodują, że tłumienność przewodów dla transmisji sygnałów wynosi 40 - 60 dB. Dodatkowo, urządzenia elektryczne takie jak: silniki, świetlówki, układy przełączające powodują znaczny wzrost szumów i zakłóceń, przez co przesyłane sygnały sterujące mogą być



"zagłuszone". Echelon dostarcza unikalnej metody obróbki sygnałów i korekcji błędów umożliwiającej wykorzystanie linii energetycznych w obwodach komunikacyjnych - technologia Power Line [7].

Najlepszą metodą komunikacji poprzez linie zasilające jest użycie sygnałów wyższej częstotliwości. Optymalnym byłoby wykorzystanie jak najszerzego widma częstotliwości dla przesyłu danych. Jednak pasmo to jest ograniczone. W USA przydziałem zakresów częstotliwości zajmuje się Federal Communications Commissions (FCC). Najniższą używaną częstotliwością jest 100 kHz - ponieważ, poniżej tej częstotliwości, w drastyczny sposób na jakość przesyłanych sygnałów wpływa elektryczny szum występujący w przewodach. Najwyższą z kolei możliwą do użycia częstotliwością jest 450 kHz - gdyż wyższe częstotliwości mogłyby powodować interferencje z sygnałami radiowymi AM. Dla użycia wyższych możliwych zakresów z tego 350kHz pasma częstotliwości Echelon wprowadził technikę kodowania widma sygnałów, uzyskując prędkość transmisji 10 kb/s. W Europie, na układy wykorzystujące linie energetyczne do przesyłu danych, nałożone są większe ograniczenia. Dostępna jest szerokość pasma od 9 kHz do 95 kHz. Jednak szerokość pasma 86 kHz jest wystarczająca dla zastosowania techniki kodowania widma sygnałów, chociaż uzyskiwana wówczas prędkość transmisji wynosi 2 kb/s.

## WNIOSKI

Systemy automatyki budynków wykorzystujące techniki sieciowe pozwalają na uzyskanie większej elastyczności rozwiązań układowych. Możliwe jest łatwe modyfikowanie pracy systemu (rozbudowa). Rozproszenie sterowania przy jednoczesnej szerokiej dostępności informacji o stanie poszczególnych układów sprawia, że struktura systemu staje się prostsza. Dodatkowe zalety to - redukcja kosztów, ułatwienie obsługi instalacji, a także zmniejszenie zużycia energii. Wymagania czasowe układów automatyki budynków i ilość przesyłanych informacji nie stanowią ograniczenia dla zastosowań systemów fieldbus. Pewne trudności pojawiają się w przypadku bardzo rozbudowanych systemów - ze względu ograniczenia co do ilości urządzeń, które mogą być dołączone do magistrali. Rozwiązaniem może być użycie technologii LONWORKS. Projektowanie systemów automatyki budynków przy wykorzystaniu LONWORKS pozwala na dużą elastyczność rozwiązań i integrację produktów od różnych dostawców (obecnie ponad 1500 przedsiębiorstw używa technologii LONWORKS). Dodatkowo, technologia ta pozwala nie tylko zredukować koszty i ułatwić obsługę instalacji, ale także zmniejszyć zużycie energii o około 40[%].

## LITERATURA

- [1] Contoller Area Network. Hitex (UK) Ltd. 1996
- [2] <http://www.modicon.com>
- [3] INTERBUS - The Sensor/Actuator Bus. InterBus-S Club. 1996
- [4] LONWORKS Engineering Bulletins. Echelon 1995
- [5] Energooszczędne układy zaopatrzenia budynków w ciepło. Budowa i eksploatacja, Praca zbiorowa pod red. Edwarda Szczechowiaka, Envirotech - Enviroimpex - Enviromatic, Poznań 1994.
- [6] Syczyński A.: Przemysłowa sieć lokalna PROFIBUS. Biuletyn PIAP, Nr 3/185, Warszawa 1996, pp. 3-41
- [7] Volz M: PROFIBUS. Technische Druckschrift. PROFIBUS Nutzerorganisation. Oktober 1995

- [8] Zabezpieczenie przeciwpożarowe. Zbiór Polskich Norm, Polski Komitet Normalizacji, Wydawnictwo Normalizacyjne Alfa, Warszawa 1994.
- [9] Problemy projektowania, realizacji i eksploatacji budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię, II Konferencja Naukowo - Techniczna, 19 - 22 październik, 1994.
- [10] Systemy alarmowe. Czasopismo Branży Security, RokV, vol. 20, nr 1, 5, 6 / 1996.
- [11] Building Automation. Weidmuller GmbH & Co., Detmold, 1996
- [12] Werewka J., Drwal A., Żaba S., "Protokoły dostępu i charakterystyki czasowe magistral miejscowych" Pomiary Automatyka Robotyka miesięcznik naukowo - techniczny, wrzesień 1997
- [13] Werewka J., Drwal A., Żaba S., "Zagadnienie badania charakterystyk czasowych i przepustowości magistral miejscowych", IV Konferencja Systemy Czasu Rzeczywistego, 22-25 wrzesień 1997 Szklarska Poręba.
- [14] Werewka J., Drwal A., Żaba S., "Zastosowanie magistral miejscowych w sterowaniu i akwizycji danych w systemach produkcyjnych", XII Międzynarodowe Sympozjum Zastosowania Teorii Systemów. 8-11 październik 1997, Zakopane.