

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW

4/10

PIAP

BE 10

Al. Jerozolimskie 202

02 - 486

Warszawa

Ośrodek Mechatroniki OME

Główny wykonawca: mgr inż. Tomasz Stasiak

Wykonawcy: mgr inż. Marcin Słowikowski

mgr inż. Michał Smater

Nr zlecenia: S1883

Tytuł pracy: Zdalny monitoring instalacji zautomatyzowanych  
Etap III : Mechanizmy diagnostyki i autodiagnostyki w urządzeniach automatyki przemysłowej oferowanych obecnie na rynku.

Zleceniodawca: Praca statutowa PIAP

Pracę rozpoczęto dnia:

zakończono dnia:

Kierownik Ośrodka

Dyrektor Pionu

  
mgr inż. Zbigniew Pilat

  
dr inż. Jan Jabłkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz.

Stron -  
Rysunków -  
Fotografii -  
Tabel -  
Tablic -  
Załączników -

Egz. 1 OME  
Egz. 2 OIM  
Egz. 3 OME

Nr rej. 7673

1

*Spis treści*

*Strona*

1. Wstęp	.....1.
2. Przykłady istniejących rozwiązań- urządzenia automatyki	.....6.
3. Przykłady istniejących rozwiązań- systemy automatyki	.....11.
4. Literatura.	.....18.

## 1. Wstęp

Gwałtowny rozwój w ostatnich latach technik wymiany informacji umożliwił powstanie zdalnych systemów monitorowania i diagnostyki dla zastosowań przemysłowych. Większość współczesnych obiektów i instalacji przemysłowych powinna spełniać wysokie wymagania bezpieczeństwa pracy. Spełnienie tych wymagań stanowi podstawowy problem teorii i praktyki diagnostyki technicznej oraz diagnostyki procesów przemysłowych, która znajduje się na pograniczu automatyki i informatyki. Tendencje światowe wskazują na stale rosnące zainteresowanie systemami zdalnego monitoringu. Wynika to z faktu, że coraz więcej urządzeń wyposażanych jest w specjalizowane elementy sterujące, pozwalające na ich bezpieczny i pewny nadzór. Ponadto w pełni realne staje się traktowanie urządzeń jako całkowicie bezobsługowych poprzez redukcję funkcji dozoru do obserwowania systemów monitorujących skupionych w jednym miejscu. Jednakże główną ideą rozwijania systemów monitoringu jest skracanie do niezbędnego minimum czasu otrzymywania informacji o wystąpieniu awarii, nawet wcześniej od jej faktycznego zajścia. Główne zalety systemów zdalnego monitoringu polegają na tym, że dostarczają one dużą ilość informacji, na podstawie których w sposób zdalny można ocenić stan pracy całego systemu lub urządzenia, jak i jego części składowych. W sytuacjach krytycznych, w trybie automatycznym powiadamiane jest centrum nadzoru zlokalizowane w dowolnym miejscu. Istnieje również możliwość zdalnego podglądu stanu pracy z dowolnego miejsca i w dowolnym czasie.

Zastosowanie systemu diagnostycznego wiąże się najczęściej z dużymi korzyściami finansowymi gdy straty spowodowane awariami są większe od kosztów zainstalowania systemu diagnostycznego. Systemy diagnostyczne pozwalają ponadto zredukować przestoje spowodowane awariami i koszty napraw. Jednak budowa profesjonalnego systemu diagnostycznego wiąże się najczęściej z dużymi kosztami urządzeń pomiarowych, wymaga wiedzy o obiekcie diagnozowania.

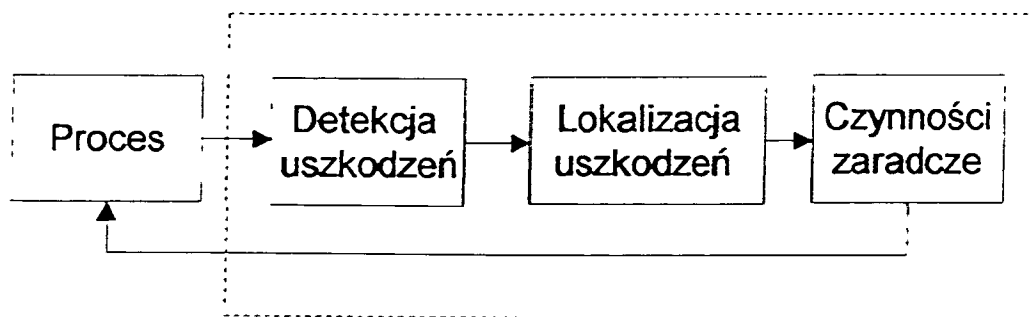
Systemy diagnostyczne mogą być stosowane na różnych etapach „życia” urządzenia przy:

- uruchomieniu,
- testowaniu,
- tworzeniu aplikacji,
- eksploatacji,
- obsłudze stanów awaryjnych,
- naprawach.

Nowoczesne systemy diagnostyczne posiadają możliwości:

- pracy w czasie rzeczywistym,
- przeprowadzania dokładnych diagnoz,
- rozpoznawania uszkodzeń wielokrotnych,
- uwzględnianie niepewności wnioskowania,
- oraz możliwości konfigurowania systemu dla potrzeb użytkownika.

Praca w czasie rzeczywistym wymaga zastosowania systemów diagnostycznych nadzorujących pracę na bieżąco. Dokładność diagnoz zależy od zastosowanych metod oraz zastosowanych urządzeń pomiarowych. Aby zapewnić dokładność należy przewidzieć stany awaryjne, które mogą wystąpić w systemie i dostosować do nich zachowanie się systemu diagnostycznego. Należy też przewidzieć możliwość zaistnienia uszkodzeń wielokrotnych. W wypadku, gdy symptomy awarii nie są jednoznaczne z konkretnym stanem awaryjnym (uszkodzeniem), wskazane jest uwzględnienie niepewności wnioskowania.



System diagnostyczny

Rys. 1 Główne etapy diagnozowania.

Możemy wyróżnić kilka podstawowych czynności wykonywanych przez systemy diagnostyczne :

- detekcja uszkodzeń,
- lokalizacja uszkodzeń,
- podjęcie czynności zaradczych,
- zbieranie danych potrzebnych do diagnozy.

Detekcja uszkodzeń (rysunek 1.1) wiąże się najczęściej z śledzeniem procesów zachodzących w diagnozowanym systemie, wskazane jest aby detekcja była przeprowadzana on-line (na bieżąco). W wielu systemach po wykryciu stanu awaryjnego następuje uruchomienie procedur związanych z izolacją uszkodzeń. Takie rozwiązanie pozwala na minimalizację strat spowodowanych awarią. Procedury lokalizacji uszkodzeń (identyfikacji uszkodzeń) są uruchamiane również, gdy zaistnieje stan awaryjny. Wynikiem działania tych procedur jest diagnoza. Dzięki niej możemy podjąć ewentualnie kroki zaradcze. Operator systemu powinien być informowany o: zaistnieniu stanów awaryjnych, diagnozie i podjętych środkach zaradczych.

Systemy diagnostyczne mogą zbierać dane potrzebne do diagnozy (np. dane o wykorzystaniu poszczególnych części systemu lub poprzednich awariach w systemie). Dane te mogą być wykorzystywane do innych celów nie związanych bezpośrednio z diagnostyką.

Warto pokreślić, że wiele systemów diagnostycznych zajmuje się tylko detekcją uszkodzeń (wykrywaniem awarii), lub tylko lokalizacją uszkodzeń (identyfikacją uszkodzeń). Rodzaj zastosowanego systemu diagnostycznego zależy od: obiektu diagnozowania, ewentualnych skutków awarii, kosztów usuwania awarii, kosztów instalacji systemu diagnostycznego. Często najlepszymi są proste rozwiązania ułatwiające życie producentom urządzeń i ich użytkownikom. Nowoczesne systemy diagnostyczne powinny posiadać prosty interfejs obsługi (często połączony z systemem wizualizacji). Komunikaty o błędach powinny być jednoznaczne, system powinien minimalizować straty spowodowane awarią. Warto zaznaczyć że istnieją uniwersalne systemy diagnostyczne przeznaczone do zastosowań przemysłowych. Zapewniają one dzięki szerokim możliwościom konfiguracji kontrolę nad procesami zachodzącymi podczas eksploatacji systemu i często oferują bardzo zaawansowane możliwości.

Ze względu na sposób detekcji uszkodzenia możemy wyróżnić następujące metody

1. Metody bazujące na kontroli parametrów zmiennych procesowych:

a) Metody kontroli ograniczeń wartości zmiennych procesowych:

- kontrola wiarygodności sygnałów,
- kontrola przekroczeń granicznych,
- kontrola trendów,
- kontrola wartości zmiennych binarnych.

b) Metody analizy sygnałów:

- analiza statystyczna sygnałów (kontrola średnich, wariancji),
- analiza spektralna sygnałów,
- wykorzystanie modeli do predykcji parametrów sygnałów.

2. Metody bazujące na kontroli związków między zmiennymi procesowymi:

a) Metody wykorzystujące proste związki między sygnałami:

- wykorzystywanie redundancji sprzętowej czujników pomiarowych,
- kontrola sygnałów sprzężeń zwrotnych,
- kontrola relacji między wartościami zmiennych,
- kontrola zgodności kierunków sygnałów.

b) Metody wykorzystujące proste modele analityczne:

- detekcja z wykorzystaniem modeli fizycznych (bilansowych, równań ruchu itp.),
- detekcja z wykorzystywaniem modeli liniowych typu wejście-wyjście (równania zgodności),
- detekcja z wykorzystaniem obserwatorów stanu,
- detekcja na podstawie identyfikacji on-line.

c) Metody wykorzystujące modelowanie rozmyte i neuronowe:

- detekcja z wykorzystaniem modeli rozmytych,
- detekcja z wykorzystaniem modeli neuronowych,
- detekcja z wykorzystaniem rozmytych sieci neuronowych.

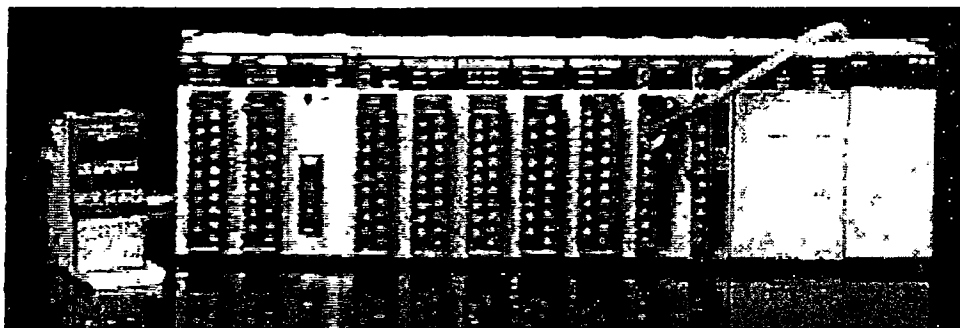
Do lokalizacji uszkodzeń stosuje się np. grafy przyczynowo skutkowe, systemy ekspertowe, rozpoznawanie obrazów, sztuczne sieci neuronowe, metody logiki klasycznej i rozmytej, tablice diagnostyczne. Metody stosowane w większości przypadków w przemysłowych systemach diagnostycznych wymagają zastosowania systemów mikroprocesorowych, lub wręcz komputerów. Do diagnozowania pracy systemów mikroprocesorowych stosujemy metody stosowane w diagnostyce komputerów.

W wypadku robotów komplikacja tych urządzeń wymusza stosowanie zaawansowanych systemów diagnostycznych. Systemy te obejmują często kontrolę urządzenia współpracujące z robotem (np. osie zewnętrzne).

## 2. Przykłady istniejących rozwiązań – urządzenia automatyki

### Sterowniki programowalne C200-H.. firmy OMRON

Autodiagnostyka w sterownikach programowalnych C200-H.. firmy OMRON oparta jest na kontroli danych uzyskanych w wyniku wymuszonej komunikacji pomiędzy jednostką centralną sterownika a poszczególnymi jego modułami. Podczas każdego cyklu programu głównego sterownika do poszczególnych modułów wysyłany jest pakiet danych kontrolnych.



Rys. 2 Sterownik C200-H.. firmy OMRON

Ponieważ w pakiecie zawarta jest informacja o typie modułu oraz jego adresie, zależnym od położenia modułu na płycie bazowej sterownika, dla każdego modułu pakiet ten ma niepowtarzalny format. Dla poprawnej pracy sterownika wymagane jest wstępne zadeklarowanie konfiguracji (konfiguracja ta zapisywana jest w pamięci sterownika) obsadzenia płyty bazowej (można dokonać tego ręcznie lub z wykorzystaniem opcji autodetekcji modułów). Wystąpienie stanu awaryjnego w pracy sterownika spowodowane niezgodnością konfiguracji oryginalnej z konfiguracją bieżącą lub nieprawidłowością w wymianie danych sygnalizowane jest zapaleniem diody znajdującej się na płycie czołowej jednostki centralnej sterownika.

W sterownikach serii C200-H.. firmy OMRON błędy występujące podczas pracy sterownika podzielone zostały na trzy grupy:

- błędy podczas inicjalizacji pracy sterownika,
- błędy zatrzymujące pracę sterownika (fatal error-ERROR) — dioda pali się stale,
- błędy nie zatrzymujące pracy sterownika (non-fatal error – ALARM)– dioda mruga.

W przypadku wystąpienia stanu ERROR sterownik wstrzymuje wykonywanie programu, ustawia wszystkie wyjścia w stan OFF i w zależności od typu błędu wykonuje podprogram (własny bądź użytkownika) odpowiedzialny za obsługę błędu. Numer błędu zapisywany jest do pamięci sterownika w obszarze rejestrów specjalnych SR (rejestry w przypadku braku zasilania sterownika nie tracą przechowywanych informacji).



Przykładowe zestawienie stanów awaryjnych:

#### Non-fatal errors

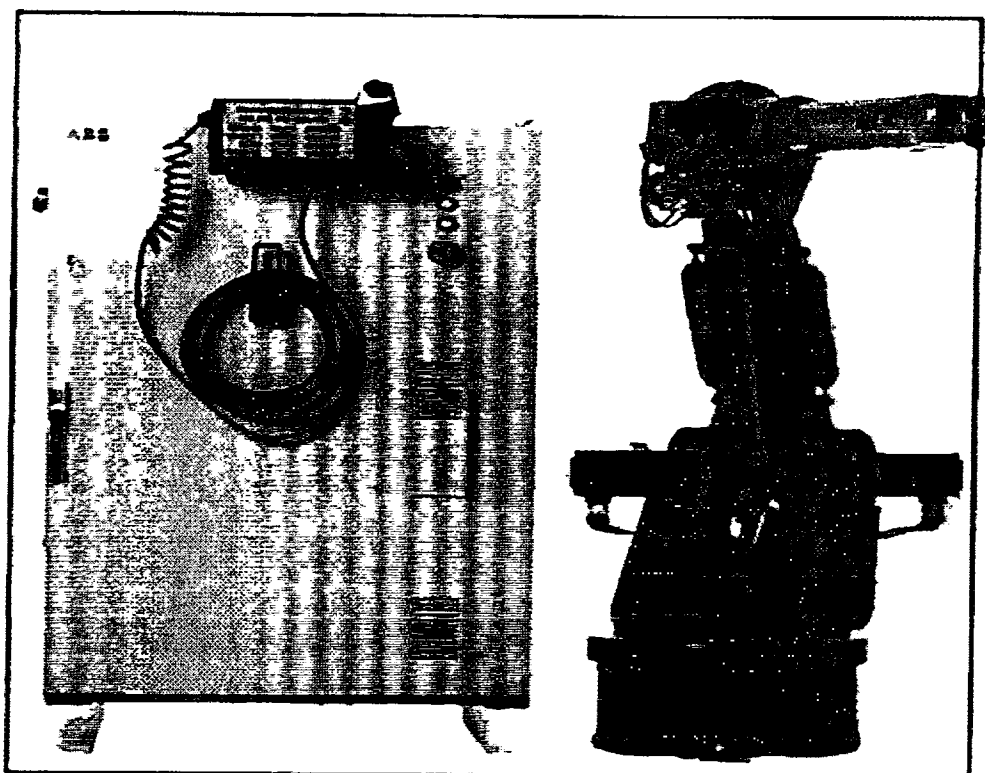
Nr błędu	Błąd i jego prawdopodobna przyczyna	
8A	Interrupt input unit error	Błąd wymiany danych pomiędzy CPU a zewnętrznym modulem przerwań
9A	High-density I/O unit error	Błąd wymiany danych pomiędzy CPU a 32 bitowym modulem wejść/wyjść
9B	Setup error	Błąd konfiguracji
9C	Communications board error	Uszkodzenie płyty bazowej
F8	Cycle time overrun	Przekroczenie czasu cyklu
E7	I/O table verification error	Niezgodność konfiguracji sterownika
B0	Remote I/O error	Błąd wymiany danych pomiędzy CPU a modulem wejść/wyjść
D0	Special I/O error	Błąd wymiany danych pomiędzy CPU a modulem specjalnym wejść/wyjść ( np. listwy inteligentne )
F7	Battery error	Brak lub niskie napięcie baterii

#### Fatal errors

Nr błędu	Błąd i jego prawdopodobna przyczyna	
F1	Memory Error	Błąd pamięci – kasetę pamięci usunięta podczas pracy sterownika, błąd odczytu pamięci podczas startu
F0	No END(01) instruction	Brak instrukcji końca programu
E1	Too many Units	2 moduły we/wy 32 bit. o takim samym adresie, 3 moduły przerwań na płycie bazowej ( max. 2) 2 płyty rozszerzeń dołączone do układu mogącego obsłużyć max. 1

### Roboty przemysłowe firmy ABB pracujące z układami sterowania S3 i S3E

Układy sterowania serii S3 są nowoczesnymi i uniwersalnymi układami sterowania robotów IRB. Urządzenia te produkowane są przez firmę ABB (ASEA BROWN BOVERI) od roku 1988. Układy sterowania serii S3 są obecnie stosowane w wielu aplikacjach robotowych pomimo pojawienia się na rynku nowszych konstrukcji (S4).



*Rys. 3 Robot IRB-1500 z układem sterowania S3E.*

Zastosowany w układach sterowania S3 System diagnostyczny testuje program sterujący i poprawność działania części hardwarowej robota. Testy podzielone są na dwie grupy „start test” i „test mode”.

W skład pierwszej grupy testów „start test” uruchamianych automatycznie po włączeniu robota wchodzi:

- testy procesora, pamięci, połączeń komunikacyjnych,
- sprawdzenie konfiguracji - kontrola połączenia modułów podłączonych do szyny wejścia-wyjścia (I/O bus), wyniki są porównywane z danymi o konfiguracji zapisanymi w pamięci układu sterowania,
- sprawdzenie wartości czujników (poza czujnikami sprawdzającymi zasilanie),
- kompletny test procesora, pamięci i logiki,
- sprawdzenie wszystkich napięć zasilających.

Druga grupa testów „test mode” obejmuje:

- programy do testowania joysticka, wyświetlacza i klawiatury,
- testy dostępne przy ustawieniu przełącznika w pozycji test, przy pomocy specjalnych jumperów można testować sprzętowo poszczególne moduły robota: jednostkę centralną, WE/WY cyfrowe, WE/WY analogowe, zewnętrzne osie robota, stacje dyskietek, monitor.

Układy sterowania serii S3 mają rozbudowane sprzętowe możliwości diagnozowania choć wiele z nich jest dostępne tylko dla serwisu i zaawansowanych użytkowników. Instrukcja serwisowa (Service Manual [4]) zawiera opis dużej ilości błędów i ostrzeżeń które mogą się pojawiać przy użytkowaniu robotów. W instrukcji jest opisany dokładnie sposób postępowania w przypadku wystąpienia błędów i ostrzeżeń.

## Układ sterowania robotów Rho 3 firmy Bosch

Układ Rho 3 jest uniwersalnym zawansowanym technologicznie układem sterowania robotów.

Po uruchomieniu robota, system przeprowadza następujące testy (przed inicjalizacją systemu):

- test baterii,
- sprawdzenie sum kontrolnych,
- test pamięci.

Istnieje także menu diagnostyczne dostępne z panelu sterowania „Diagnosis”. Dostępne są z niego opcje które są związane z diagnostyką robota. Są to między innymi:

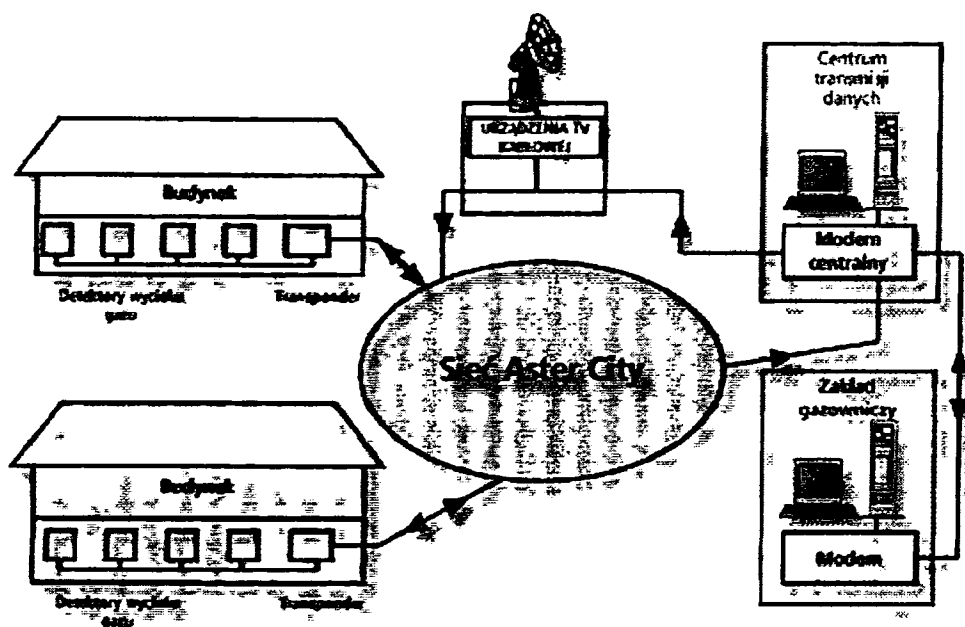
- „AXIS DISPLAYS” – wyświetla informacje o poszczególnych osiach.
- „ERRORS/WARNINGS” – przedstawia wszystkie błędy kompilatora.
- „SYSTEM STATUSES” – informacje o: nazwie aktywnego programu, nazwy procesów, typie procesu, ilości aktywnych podprogramów, aktywnych osiach, priorytetach procesów i statusie procesów. W tym podmenu znajdują się także opcje zmiany: statusu kontrolnego, aktywowania urządzeń i konfiguracji sprzętowej.
- „TEST DIGITAL OUTPUTS” – test wyjść cyfrowych.

Firma Bosch oferuje system programów umożliwiających programowanie robota w trybach off-line i online. Oprogramowanie to działa na komputerach PC i komunikuje się z robotem przez złącze szeregowo. Oprogramowanie to umożliwia testowanie robota i programów dla robota.

### 3. Przykłady istniejących rozwiązań – systemy automatyki

#### System sygnalizacji wycieków gazu z instalacji.

Przykład zdalnego monitoringu i autodiagnostyki stanowi system sygnalizacji wycieków gazu z instalacji w piwnicach budynków mieszkalnych wykorzystujący telewizyjną sieć kablową "Aster City".



Rys. 4. System sygnalizacji wycieku gazu

Przekroczenie stężenia gazu w kontrolowanym pomieszczeniu ponad dopuszczalny poziom wykrywane jest przez detektor gazu współpracujący z transponderem monitorującym, zainstalowanym w budynku podłączonym do sieci telewizji kablowej. Każdy transponder posiada swój indywidualny adres. W chwili otrzymania zapytania o aktualny stan detektorów przekazuje kanałem zwrotnym odpowiedni sygnał do centralnej jednostki zarządzającej systemem i podłączonego do niej komputera sterującego monitoringiem. Oprogramowanie systemu umożliwia bezzwłoczną lokalizację miejsca, w którym nastąpił wyciek gazu, oraz wywołanie alarmu zarówno w komputerze centralnym, jak i współpracującym z nim komputerze zainstalowanym w siedzibie służb konserwacji sieci

dystrybucji gazu. Pozwala to na natychmiastowe skierowanie odpowiednich służb w celu likwidacji zagrożenia.

Detektory gazu wykrywają nawet minimalne nieszczelności instalacji, co pozwala na wczesną interwencję, gdy nie ma jeszcze bezpośredniego zagrożenia wybuchem. Natomiast w przypadkach nagłego, lawinowego wycieku gazu, bezzwłocznie zadziała drugi element zabezpieczający systemu: niezależny, automatyczny zawór całkowicie odcinający dopływ gazu do budynku.

System zapewnia wysoką niezawodność działania poprzez informowanie o ewentualnych uszkodzeniach detektorów gazu, transponderów lub samego łącza transmisji sygnału, uniemożliwiających przesłanie ewentualnego alarmu. W tym celu jednostka zarządzająca stale kontroluje wszystkie podłączone do niej transpondery przesyłając kolejno każdemu z nich zapytanie o jego stan. O wykrytych nieprawidłowościach komputer informuje operatora systemu.

System ten przeznaczony jest głównie dla Spółdzielni Mieszkaniowych, które chcą zabezpieczyć lokatorów przed ewentualnym wybuchem gazu.

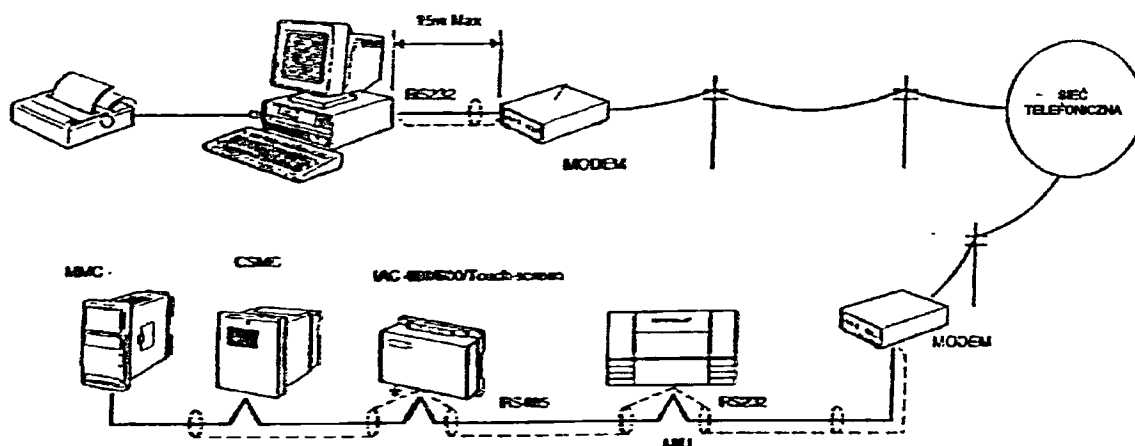
Podstawowe dane techniczne:

- Pojemność systemu: 10 000 transponderów
- Szybkość odpytywania transponderów przez jednostkę zarządzającą 250 adresów/sek.
- Rodzaj modulacji: FSK
- Szerokość zajmowanego pasma: 300 kHz
- Ilość wejść TTL do jednego transpondera: 8
- Wykrywany próg stężenia gazu: 7 % dolnej granicy wybuchowości.
- Możliwość zwielokrotnienia systemu.

## System zdalnego monitorowania kotłowni

Firma SATCHWELL oferuje system zdalnego monitorowania kotłowni wykorzystujący linię telefoniczną do komunikacji z stanowiskiem nadzoru. Z stanowiska nadzoru można sprawdzić prawidłowość działania kotłowni a także zmieniać parametry jej pracy. Dzięki odpowiedniej konfiguracji systemu stanowisko nadzoru informowane jest o awarii w ciągu kilku minut.

### System SATCHNET PRO firmy SATCHWELL



Rys. 5 System SATCHNET PRO firmy SATCHWELL

Do cech przedstawianego systemu należą:

- wielozadaniowość
- wygoda obsługi (informacje w j. polskim)
- niezawodność
- możliwość łączenia w sieć
- samodzielna praca urządzenia, zegar czasu rzeczywistego podtrzymywany bateryjnie
- działanie regulacyjne P+I+D wprowadzane indywidualnie według potrzeb
- zdalny nadzór za pośrednictwem sieci telekomunikacyjnej lub lokalnej.

## System nadzoru i sterowania stacji energetycznej

Komputerowy System Nadzoru i Sterowania stacji energetycznej SCADA WindEx-LHV jest system klasy SCADA Ex, obejmującym swym zasięgiem stację energetyczną i współpracujący z systemem wspomagania pracy dyspozytora.

Jest to zintegrowany system czasu rzeczywistego umożliwiający ciągły nadzór stacji energetycznej oraz wspomagający pracę dyżurnego. Zapewnia on integrację większości urządzeń związanych z obwodami wtórnymi stacji energetycznej. Aktualnie dotyczy to następującej aparatury:

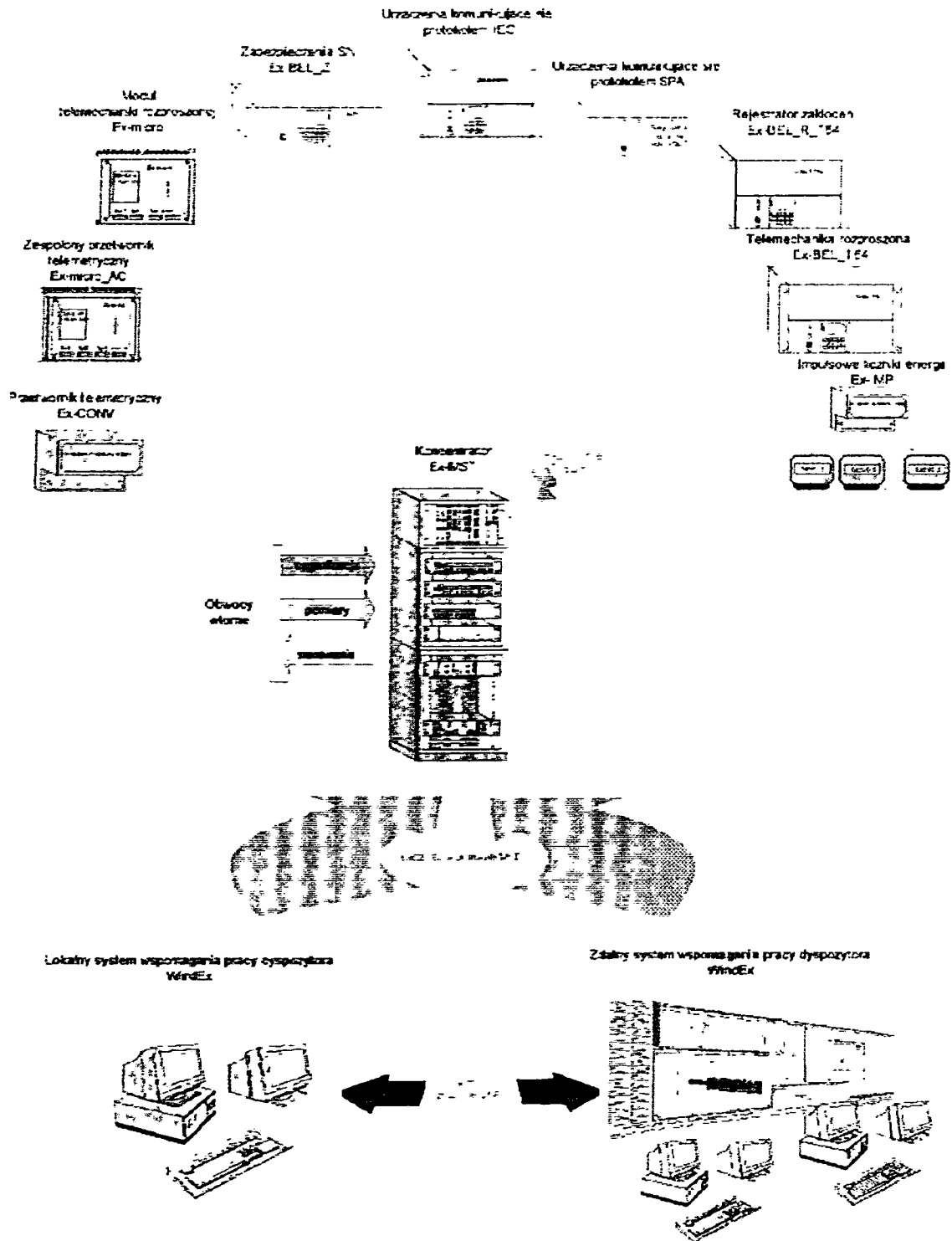
- telemechaniki.
- zabezpieczeń WN.
- regulatorów napięcia.
- liczników energii elektrycznej.
- systemu zasilania.
- zabezpieczeń SN.

System zapewnia następujące funkcje:

- Sygnalizacja, zbieranie i przekazywanie danych o stanie pracy stacji energetycznej oraz o wartościach pomiarowych danej stacji.
- Wizualizacja, prezentacja rzeczywistego stanu elementów stacji energetycznej (np. łączników, zaczepów, uziemników itp.).
- Alarmy, sygnalizowanie stanów nieprawidłowej pracy stacji energetycznej.
- Rejestracja zdarzeń, system rejestruje wszystkie zdarzenia na stacji energetycznej w bazie danych czasu rzeczywistego i przechowuje dane przez okres wskazany przez użytkownika systemu.
- Rejestracja pomiarów i ich przetwarzanie.



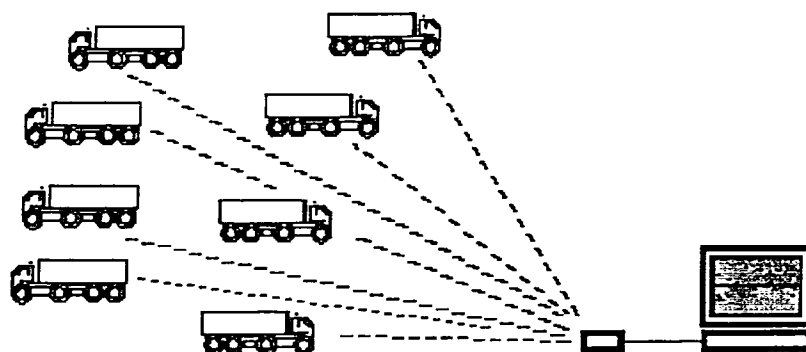
## System WindEx-LHV - zestawienie urządzeń



Rys. 6. System nadzoru i sterowania stacji energetycznej

## Systemu monitoringu i nadzoru w transporcie samochodowym.

Innym przykładem zdalnego monitoringu jest systemu monitoringu i nadzoru w transporcie samochodowym wykorzystujący odbiornikiem do nawigacji satelitarnej GPS.



Rys. 7 System monitoringu i nadzoru w transporcie samochodowym

W typowym systemie monitorowane pojazdy wyposażone są w odbiornik GPS do określania pozycji oraz elektronikę potrzebną do komunikacji ze stacją bazową.

Wymiana informacji z bazą może być realizowana za pomocą :

- CB radio,
- telefonu komórkowego,
- radio modemu,
- przy użyciu telefonii satelitarnej.

Wybór systemu łączności należy do użytkownika i zależy przede wszystkim od odległości monitorowanych pojazdów od stacji bazowej. Informacje o pozycji (uzyskane z systemu GPS) przesłane do bazy, po przetworzeniu wyświetlane są na monitorze komputera. W podobny sposób kierowca danego pojazdu może przekazać do centrali dane o aktualnej sytuacji na drogach, sytuacji meteo, itp.

Systemy śledzenia (np. VTS - System Śledzenia Pojazdów, jego oficjalna, publiczna prezentacja miała miejsce w telewizji BBC1 21-go stycznia 1998) stosowane są z powodzeniem przez Brytyjską policję.

W skład VTS wchodzi:

- tzw. black box (czarna skrzynka) o rozmiarach 96x56x26 mm zawierająca miniaturowy odbiornik GPS w wodoszczelnej obudowie,
- interfejs do przekazu danych w standardzie NMEA o wymiarach 108x64x28 mm lub interfejs głosowy,
- telefon analogowy (Centertel) lub cyfrowy (GSM) z funkcją Auto Answer.

W zależności od potrzeb użytkownika systemem wszystkie trzy lub tylko dwa pierwsze elementy ukryte są w samochodzie

Łączność z samochodem odbywa się za pośrednictwem telefonu komórkowego (bez wiedzy kierowcy). Po uzyskaniu połączenia operator otrzymuje następujące dane: pozycja geograficzna (szerokość i długość), szybkość i kierunek przemieszczania się pojazdu oraz aktualny czas. Jeżeli połączenie dokonywane jest za pomocą radiomodemu wówczas dane te wyświetlane są na monitorze komputera. Powyższy system współpracuje z oprogramowaniem MapInfo, zawierającym elektroniczne mapy Polski wraz z planami większości miast. Zasięg systemu ograniczony jest do zasięgu wykorzystanej sieci komórkowej. W przypadku Centertela obserwację można prowadzić na terenie całego kraju. Z systemu można korzystać prawie w całej Europie.

#### 4. Literatura

- [1] Kościelny J.M., Zakroczyński K. Systemy diagnostyczne dla zautomatyzowanych procesów przemysłowych - (PAR 5-6/1997).
- [2] Kościelny J.M. Metody detekcji uszkodzeń stosowane w diagnostyce procesów przemysłowych - (PAK 4/1998).
- [3] C200HX/C200HG/C200HE Operation Manual
- [4] ABB 1400 Operation Manual
- [5] Zasoby internetowe  
<http://www.astercity.com.pl/mongaz.html>  
<http://marel.com.pl/>  
<http://www.elkomtech.com.pl/>