

Inteligentna technika w systemach pomiarowo-sterujących do urządzeń pojazdów szynowych (2)

Artykuł jest kontynuacją publikacji [1]. Przedstawiono struktury sieciowe systemów pomiarowo – sterujących. Opisano inteligentne węzły sieciowe w mikroprocesorowych systemach pomiarowo – sterujących. Przedstawiono przetwarzanie rozproszone w sieciowych systemach pomiarowo – sterujących. Opisano sprzęt i oprogramowanie inteligentnych węzłów sieciowych w systemach mikroprocesorowych.

CZĘŚĆ II INTELIĞENTNE WĘZŁY SIECIOWE W MIKROPROCESOROWYCH SYSTEMACH POMIAROWO – STERUJĄCYCH

1. Klasyfikacja systemów pomiarowych

We współcześnie opracowywanych rozproszonych systemach pomiarowo - kontrolnych stosuje się coraz częściej inteligentne czujniki, przetworniki i elementy wykonawcze z cyfrowym szeregowym wyjściem komunikacyjnym w standardzie RS-485 z zaimplementowanym protokołem komunikacyjnym, stosowanym w sieciach przemysłowych. Umożliwia to budowę rozproszonych systemów pomiarowo - kontrolnych o architekturze sieciowej. W klasycznych rozwiązaniach stosowana była architektura typu multiplekserowej (rys.1a), a informacja pomiarowa była przesyłana najczęściej w postaci sygnału analogowego do punktu centralnego, w którym odbywało się przetwarzanie sygnału analogowego na postać cyfrową, a następnie realizowano przetwarzanie obejmujące między innymi funkcje diagnostyczne. Rozwiązanie takie posiadało wiele ograniczeń. Podstawowe ograniczenie wynikało z faktu, że przesyłanie danych pomiarowych lub sterujących odbywało się z wykorzystaniem parametru sygnału transmisyjnego (np. amplituda, częstotliwość). W nowoczesnych, rozproszonych systemach pomiarowych, zbudowanych w oparciu o architekturę sieciową (rys.1c) istnieje możliwość wymiany informacji pomiędzy urządzeniami pracującymi w danym segmencie sieci przemysłowej, podobnie jak to ma miejsce w sieciach komputerowych. Możliwości jakie daje projektantowi systemu stosowanie architektury sieciowej można wykorzystać do zwiększenia skuteczności realizacji funkcji nadzorczych, doradczych i diagnostycznych poszczególnych obiektów i w konsekwencji całego procesu przemysłowego. Ze względu na przeznaczenie i sposób integracji z obiektem lub procesem technologicznym, można następująco sklasyfikować systemy pomiarowe:

- badawcze,
- pomiarowo – sterujące,
- pomiarowo - diagnostyczne.

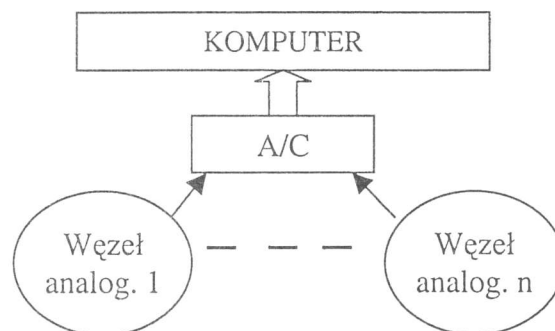
Systemy badawcze są najczęściej systemami skupionymi i stosuje się je głównie w pomiarach naukowych. Systemy pomiarowo - sterujące stanowią najliczniejszą i dynamicznie rozwijającą się grupę systemów pomiarowych, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania obiektów i procesów technologicznych [1,3,6,7,9]. Systemy te

buduje się najczęściej jako systemy rozproszone o architekturze multiplekserowej, sieciowej lub mieszanej (rys.1). Systemy pomiarowo-diagnostyczne są najczęściej systemami rozproszonymi i wykorzystuje się je do wykrywania, lokalizacji oraz przewidywania uszkodzeń elementów nadzorowanego obiektu lub procesu technologicznego.

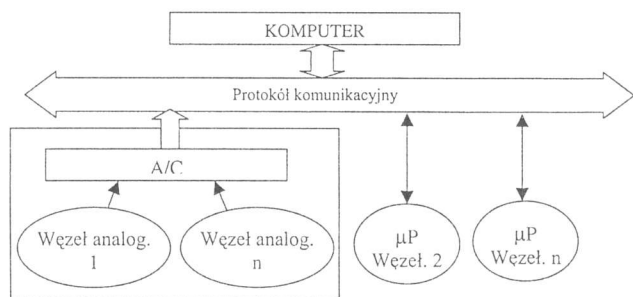
W wielu przypadkach realizacja funkcji pomiarowo - sterujących i pomiarowo - diagnostycznych w systemach o strukturze sieciowej lub mieszanej może być wykonana z wykorzystaniem tej samej infrastruktury programowo – sprzętowej, obejmującej programy użytkowe, systemy operacyjne, nośniki, protokoły komunikacyjne i urządzenia sieciowe.

Współczesne systemy pomiarowe mogą pracować w sieci jako systemy badawcze, sterujące i diagnostyczne. Systemy o strukturze sieciowej staną się w najbliższej przyszłości dominującą strukturą stosowaną w przemyśle. Wynika to z badań rynku i obserwowanej ewolucji czujników, przetworników i elementów wykonawczych w kierunku urządzeń inteligentnych z cyfrowym wyjściem komunikacyjnym. Podstawowym elementem systemów o strukturze sieciowej są niezależne, inteligentne węzły, połączone pomiędzy sobą systemem komunikacyjnym w postaci sieci przemysłowej (rys.1b,c). Na rys.1 przedstawiono trzy podstawowe struktury systemów pomiarowo - sterujących: strukturę multiplekserową, mieszaną i sieciową. W systemach o strukturze multiplekserowej informacja pomiędzy węzłami a komputerem przesyłana jest analogowo. Systemy o strukturze multiplekserowej są

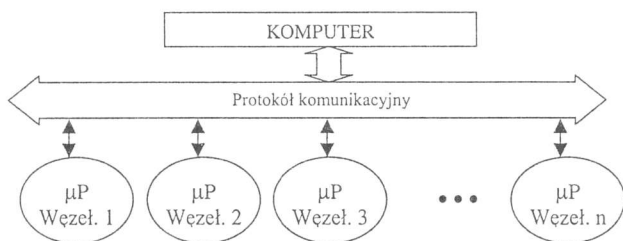
a) struktura multiplekserowa



b) struktura mieszana



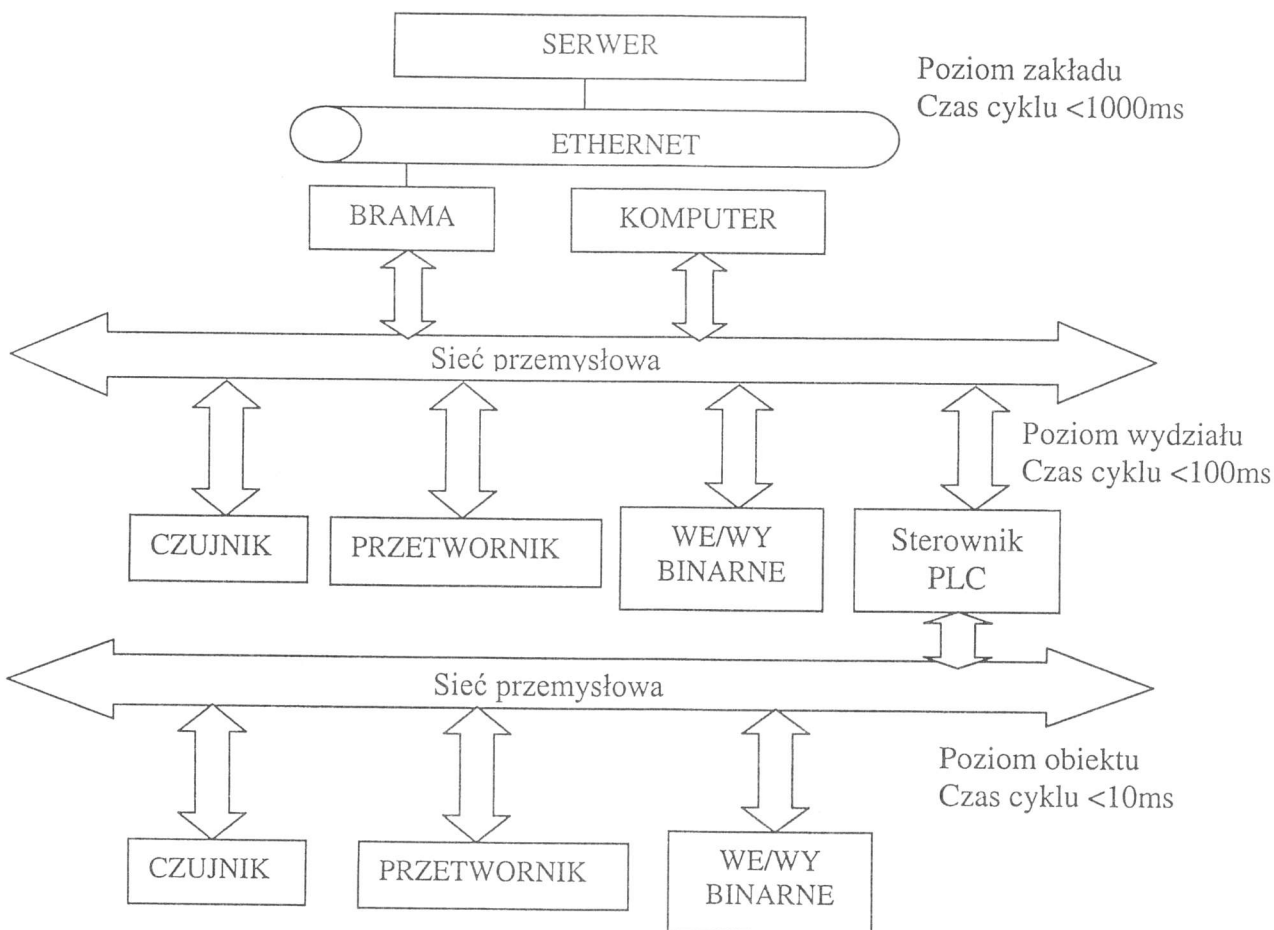
c) struktura sieciowa



A/C – przetwornik analogowo – cyfrowy, μP – mikroprocesor
Rys. 1. Podstawowe struktury systemów pomiarowo – sterujących

systemami o topologii gwiazdy z jednokierunkowym przesłaniem informacji. Systemy o strukturze sieciowej wykorzystują transmisję szeregową i są to najczęściej systemy o topologii magistralowej, zapewniającej dwukierunkowy przepływ informacji. W systemach o strukturze sieciowej możliwa jest wymiana informacji pomiędzy węzłami bez udziału komputera. Węzły posiadają zdolność do gromadzenia, przetwarzania i przesyłania informacji. Podczas pracy węzły mogą korzystać zarówno z informacji lokalnej jak i globalnej tzn. pochodzącej od innych węzłów. Środowisko, w jakim pracują węzły i rzeczywiste ich rozmieszczenie wpływa na podejmowanie decyzji projektowych, dotyczących rozwiązania części komunikacyjnej systemu (standardy komunikacyjne, nośniki, urządzenia sieciowe, wymagania iskrobezpieczeństwa, odporność na zakłócenia). Stawianie coraz większych wymagań niezawodnościowych i jakościowych wymaga stosowania bardziej rozbudowanych systemów z dużą ilością punktów pomiarowych. Wzrost liczby punktów pomiarowych z punktu widzenia stawianych wymagań może wydawać się korzystny, jednak na skutek znacznej ilości dostarczanych informacji może nastąpić tzw. przeciążenie informacyjne, utrudniające podjęcie właściwych decyzji przez obsługę. W rozproszonych systemach pomiarowych o architekturze sieciowej istnieje możliwość przeniesienia

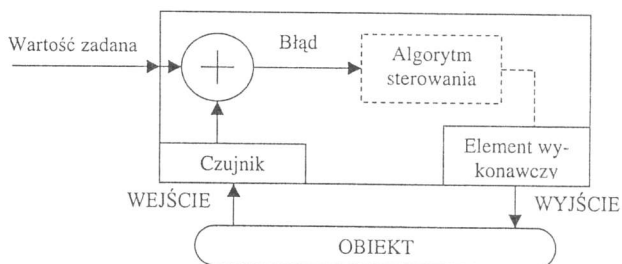
części realizowanych funkcji na poziom obiektu lub fragmentu procesu przemysłowego. W takim rozwiązaniu unika się przeciążenia informacyjnego, poprawiając jednocześnie sprzężenie operatora z procesem na najniższym poziomie. W systemach o architekturze sieciowej istnieje możliwość budowy wielopoziomowej struktury (rys.2). Poziom najniższy stanowi segment sieci przemysłowej (węzeł pomiarowy), do którego podłączone są inteligentne elementy pasywne i co najmniej jeden element aktywny, do którego należy inicjatywa komunikacyjna w wymianie informacji z elementami pasywnymi. Element aktywny może komunikować się z urządzeniami pracującymi na poziomie wyższym. Na poszczególnych poziomach tej struktury istnieje możliwość dostępu do informacji pomiarowej i sterującej w celu jej przetworzenia, ekspozycji na wyświetlaczu, aktualizacji obiektowej bazy danych, pamiętanej na danym poziomie oraz do realizacji funkcji diagnostycznych, najczęściej wymagających operacji na wielu punktach pomiarowych, charakteryzujących obiekt lub proces. Dostęp do tej informacji wymaga istnienia na różnych poziomach takich urządzeń i takiego oprogramowania, które umożliwią realizację w/w funkcji.. Na poziomach najwyższych stosuje się obecnie stacje robocze klasy IBM PC ze specjalizowanym oprogramowaniem. Stacje te poza funkcjami związanymi z danym procesem technologicznym najczęściej stanowią pomost pomiędzy sieciami przemysłowymi a lokalnymi sieciami komputerowymi. Obserwowany w ostatnich latach wzrost instalowanych inteligentnych czujników i przetworników pomiarowych, posiadających cyfrowe wyjście komunikacyjne, bardzo korzystnie wpłynął na poprawę interfejsu pomiędzy użytkownikiem a procesem, zwłaszcza na najniższych warstwach wielopoziomowej struktury systemów pomiarowo-kontrolnych. Dostępność danych w postaci cyfrowej i dostępne cyfrowo wyjście komunikacyjne umożliwiają przeniesienie części funkcji (w tym również, nadzorczych, doradczych i diagnostycznych) realizowanych dotychczas na poziomach wyższych, na poziomy niższe, bliższe sterowanemu procesowi, co wpływa korzystnie na sprzężenie użytkownik - proces, mające duży wpływ na jakość prowadzenia procesu technologicznego. We współcześnie opracowanych systemach pomiarowych stosuje się inteligentne czujniki i przetworniki pomiarowe oraz elementy wykonawcze, które posiadają szeregowo, cyfrowe wyjście komunikacyjne. Umożliwia to budowę systemów wielopoziomowych i dostęp do danych pomiarowo już na najniższym poziomie tzn. bezpośrednio przy obiekcie lub procesie technologicznym. Dostęp do danych pomiarowo na najniższym poziomie systemu wielopoziomowego wymaga stosowania odpowiednich urządzeń, umożliwiających realizację funkcji dostępnych dotychczas na poziomach najwyższych.



Rys.2. Wielopoziomowa struktura systemów pomiarowych

2. Rozproszony regulator w sieciowych systemach pomiarowo - sterujących

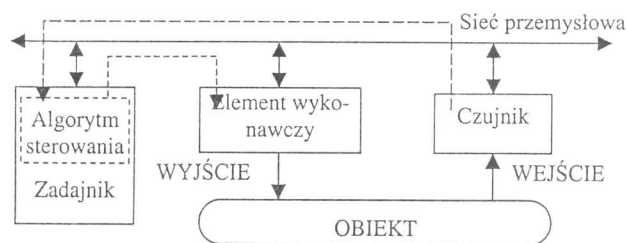
Przykładem prostego sieciowego systemu pomiarowo - sterującego może być np. regulator o strukturze rozproszonej. W klasycznym wykonaniu wszystkie elementy funkcjonalne regulatora tworzą autonomiczne urządzenia o strukturze przedstawionej na rys.3. W klasycznym regulatorze wszystkie jego podstawowe funkcje były realizowane centralnie tzn. sygnał z czujnika, sterowanie, wartość zadana i algorytm sterowania znajdowały się w jednym urządzeniu.



Rys. 3. Struktura klasycznego regulatora.

Wprowadzenie inteligentnych czujników i inteligentnych elementów wykonawczych umożliwiło rozproszenie funkcji sterujących regulatora, które mogą być realizowane przez

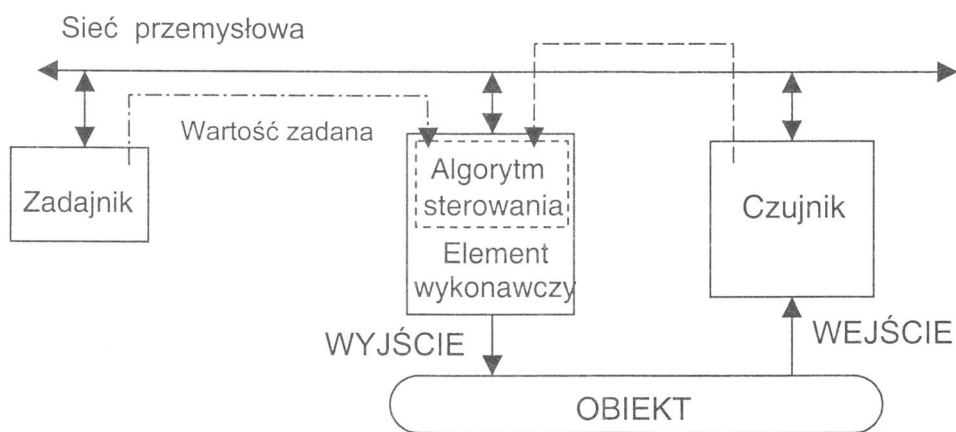
autonomiczne węzły, połączone ze sobą poprzez nośnik i system komunikacyjny.



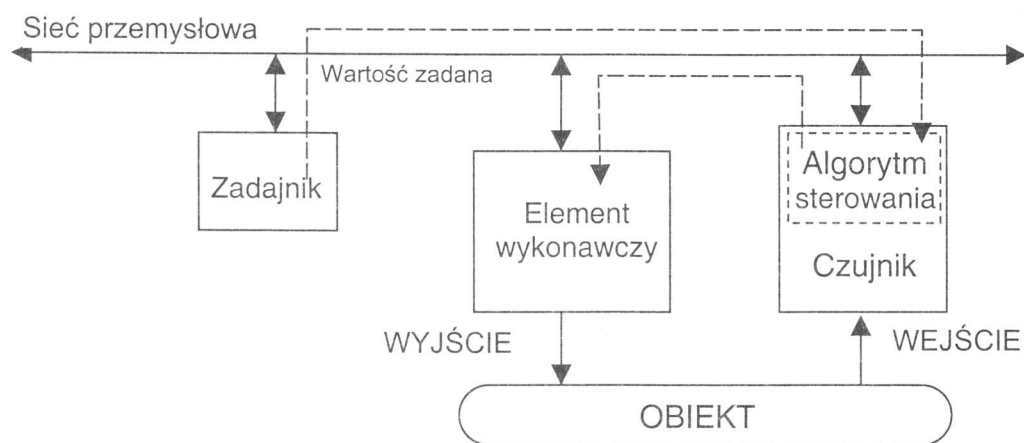
Rys. 4 Regulator o strukturze rozproszonej z algorytmem sterowania w węzle zadajnika

Na rys.4 przedstawiono regulator o strukturze sieciowej, który tworzą trzy węzły: węzeł zadajnika, czujnika i elementu wykonawczego. Z punktu widzenia obiektu zmiany nie są widoczne, natomiast na poziomie sterowania uzyskuje się nowe możliwości związane między innymi z:

- możliwością niezależnego rozmieszczenia czujnika, elementu wykonawczego i nadajnika,
- udostępnianiem informacji pomiarowej innym węzłom,
- możliwością umieszczenia algorytmu sterowania w różnych węzłach (rys.5 i 6),
- możliwością łatwej zmiany algorytmu sterowania.



Rys. 5. Regulator o strukturze rozproszonej z algorytmem sterowania w węźle elementu wykonawczego.



Rys. 6. Regulator o strukturze rozproszonej z algorytmem sterowania w węźle czujnika.

Poza tymi funkcjami realizowanymi w węźle, które bezpośrednio są związane z algorytmem sterowania można, wykorzystując pamięć, moc procesorów i zdolności komunikacyjne poszczególnych węzłów, realizować również inne funkcje związane z obiektem np. diagnostyka, alarmowanie itp. Realizacja tych funkcji na poziomie węzłów jest definiowana przez użytkownika i wymaga dysponowania dedykowanym oprogramowaniem narzędziowym i węzłami zdolnymi do wykonywania ładowalnych z zewnątrz programów.

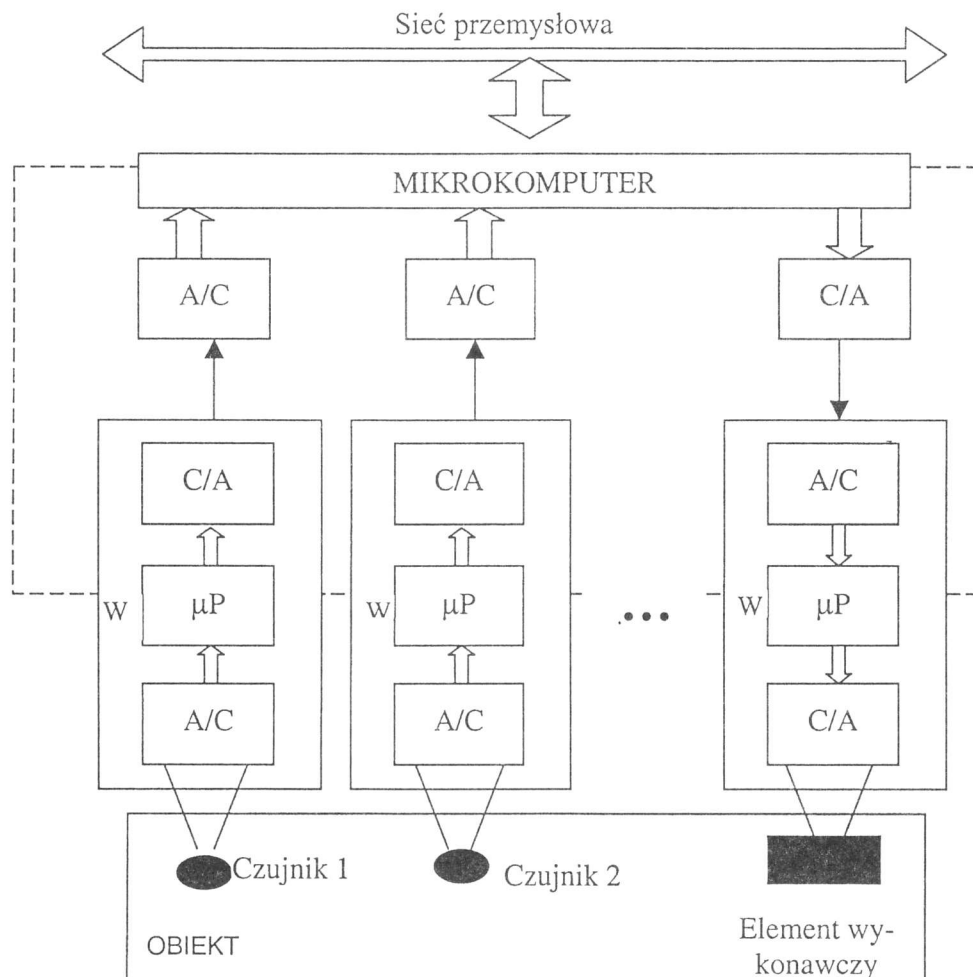
3. Struktura sieciowych systemów pomiarowo - sterujących

Masowa produkcja i powszechne stosowanie inteligentnej aparatury pomiarowo - sterującej przyczyniło się do zmiany struktury systemów pomiarowo - sterujących. W systemach nowej generacji o strukturze sieciowej możliwe stało się przesyłanie, pamiętanie i przetwarzanie informacji cyfrowej na poziomie węzłów tworzących system. System nowej generacji jest systemem zbudowanym z rozproszonych, inteligentnych węzłów udostępniających i przyjmujących informację. Ograniczenia czasowe, natężenie i ilość przesyłanej informacji pomiędzy poszczególnymi węzłami nakładają pew-

ne wymagania na parametry komunikacyjne systemu. Wynikają one z wymagań stawianych przez obiekty, procesy produkcyjne lub aplikacje informatyczne pracujące na wyższych poziomach struktury informacyjnej przedsiębiorstwa. Poza zdolnością do przetwarzania informacji, istotną cechą nowej generacji urządzeń pomiarowo - sterujących jest zdolność do cyfrowego, szeregowego, dwukierunkowego przesyłania informacji. W sieciach przemysłowych informacja może być przesyłana zarówno pomiędzy poszczególnymi urządzeniami pomiarowo - sterującymi (pozioma transmisja danych) pracującymi w tej samej sieci przemysłowej, które nazywają się węzłami jak i pomiędzy węzłami pomiarowo - sterującymi a systemami komputerowymi w warstwach nadrzędnych (pionowa transmisja danych). Na rys.7 przedstawiono strukturę systemu pomiarowo - sterującego wykorzystującego strukturę sieciową do przesyłania danych pomiędzy warstwą czujników, przetworników lub elementów wykonawczych. System ten różni się od systemu, w którym zastosowano interfejs IEC-625 tym, że dane przesyłane są szeregowo i stosowane są odmienne metody dostępu do nośnika. Urządzenia pracujące w tej warstwie zbudowane są z wykorzystaniem mikroprocesorów, ale gromadzenie i przetwarzanie danych pomiarowych i wypracowywanie sygnałów sterujących realizowane

jest nadal centralnie w systemie komputerowym. Wprowadzenie struktury sieciowej oznacza najczęściej konieczność stosowania mikroprocesorów do budowy urządzeń z wyjściem komunikacyjnym do sieci przemysłowej. Stosowanie mikroprocesorów na poziomie urządzeń i możliwość wymiany informacji z innymi urządzeniami i aplikacjami informatycznymi stwarza możliwości realizacji przetwarzania rozproszonego na poziomie inteligentnych urządzeń pomiarowo - sterujących. Oznacza to ewolucję ze struktury scentralizowanej do struktury zdecentralizowanej, w której wstępne przetwarzanie informacji może odbywać się na poziomie urządzeń pomiarowo - sterujących. Informacja przepływająca na poziom systemu komputerowego jest już wstępnie przetworzona, co może wpływać na zmniejszenie ilości przekazywanej informacji i uproszczenie aplikacji informatycznych. Całkowite przeniesienie funkcji nadzorujących i algorytmów sterujących realizowanych przez centralny system komputerowy na poziom urządzeń pomiarowo - sterujących oznacza przejście do struktury rozproszonej, w której funkcjonowanie obiektu nie musi być uzależnione od systemu komputerowe-

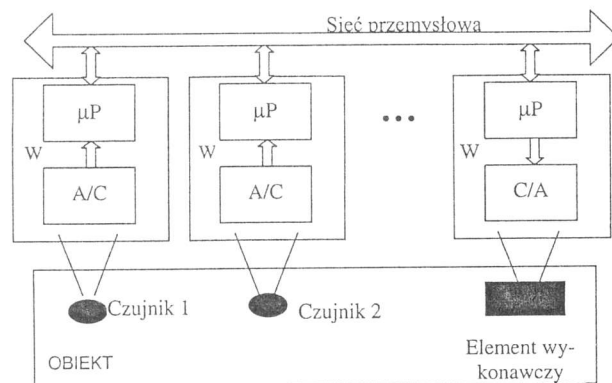
go. Możliwość realizacji sieciowych systemów pomiarowo - sterujących z przetwarzaniem rozproszonym jest jednym z istotniejszych osiągnięć w dziedzinie projektowania systemów pomiarowo - sterujących, otwierających zupełnie nowe możliwości zastosowań urządzeń pomiarowo - sterujących, prowadzących do bardziej niezawodnych, elastycznych, efektywnych i dobrych jakościowo rozwiązań. Wdrożenie funkcji przetwarzania rozproszonego na poziom urządzeń pomiarowo - sterujących otwiera nowe możliwości przed projektantami systemu i jego użytkownikami, jednak realizacja systemu wymaga stosowania odpowiednio zaprojektowanych urządzeń pomiarowo - sterujących i programowych narzędzi konfiguracyjnych, niezbędnych do przygotowania systemu do pracy. Wprowadzenie na poziom urządzeń pomiarowo - sterujących sieciowego systemu komunikacyjnego nakłada na projektanta systemu nowe wymagania związane z wyborem protokołu komunikacyjnego i określeniu jego parametrów. Poza wyborem struktury systemu, dodatkową trudnością występującą na etapie projektowania jest dotrzymanie warunków pracy w czasie rzeczywistym.



A/C – przetwornik analogowo - cyfrowy, C/A – przetwornik cyfrowo - analogowy,
 μ P – mikroprocesor, W – węzeł

Rys. 7. Rozproszony system pomiarowo - sterujący zbudowany z inteligentnych węzłów z analogowym wyjściem komunikacyjnym.

Ewolucja struktury komunikacyjnej ze struktury multipleksowej, wykorzystującej komunikację analogową (np. 4÷20mA) do struktury sieciowej (np. RS-485 i protokół komunikacyjny) dokonuje się w sposób ewolucyjny a nie rewolucyjny, co wynika ze specyfiki funkcjonowania przemysłu. Obserwowana bezwładność powoduje, że producenci aparatury pomiarowo - sterującej oferują urządzenia nowej generacji z wyjściem analogowym. Prowadzi to do sytuacji, którą przedstawiono na rys.7 gdzie węzeł z mikroprocesorem podłączony jest do sieci przemysłowej a do niego podłączone są łączem analogowym czujniki i elementy wykonawcze. W czujnikach i przetwornikach stosowane są mikroprocesory, a więc wielkość mierzona z obiektu jest przetwarzana na postać cyfrową i po lokalnej obróbce, przed jej wysłaniem do węzła nadrzędnego, następuje jej przetworzenie na postać analogową. W węźle nadrzędnym następuje kolejne przetworzenie informacji na postać cyfrową. Podobne sekwencje przetwarzające występują w torze transmisyjnym od węzła nadrzędnego do elementu wykonawczego. Każda operacja przetwarzania wymaga stosowania dedykowanych układów elektronicznych i wprowadza opóźnienie. Rozwiązanie takie w wielu przypadkach może być satysfakcjonujące, ale występująca w nim nadmiarowość układowa, zaznaczona na rys.7 linią przerywaną jest źródłem opóźnień, które mogą okazać się przeszkodą w stosowaniu tego rodzaju rozwiązań w systemach z krótkimi ograniczeniami czasowymi. Rozwiązaniem alternatywnym jest stosowanie inteligentnych węzłów z cyfrowym wyjściem komunikacyjnym, które wraz z siecią przemysłową tworzą rozproszony system pomiarowo - sterujący o strukturze sieciowej (rys.1). Zastąpienie transmisji analogowej transmisją cyfrową, poza uproszczeniem struktury systemu pomiarowo - sterującego, stwarza nowe możliwości wynikające z faktu dwukierunkowej transmisji i możliwości jednoczesnego przesyłania informacji z jednego węzła do wszystkich pozostałych (sieci peer-to-peer). W systemach o takiej strukturze funkcje sterujące mogą być wypracowywane przez procedury umieszczone bezpośrednio w węźle obsługującym element wykonawczy, a nie tak jak to było poprzednio przez sterowniki programowalne lub komputery pracujące na poziomach wyższych. W strukturze sieciowej, dzięki zastosowaniu szeregowej transmisji cyfrowej maleje liczba układów przetwarzających postać sygnału (A/C i C/A). W rozpatrywanym wcześniej, przykładowym torze transmisyjnym pomiędzy węzłem pomiarowym z czujnikiem a węzłem sterującym z elementem wykonawczym (rys.7) znajdowało się 6 przetworników (3 C/A i 3 A/C), 2 tory transmisyjne i 3 układy mikroprocesorowe. W systemie o strukturze sieciowej (rys.8), w torze transmisyjnym pomiędzy czujnikiem 1 i elementem wykonawczym znajdują się dwa przetworniki, dwa mikroprocesory i jeden segment magistrali.



A/C – przetwornik analogowo cyfrowy, C/A – przetwornik cyfrowo analogowy,

μP – mikroprocesor, W – węzeł

Rys. 8. Inteligentne węzły w cyfrowym węźle komunikacyjnym

4. Komunikacja w sieciowych systemach pomiarowych

Konieczność nowoczesnego, efektywnego zarządzania procesem technologicznym lub obiektem oraz wysokie wymagania jakościowe, wymagają od współcześnie uruchamianych lub modernizowanych procesów przemysłowych stosowania takich rozwiązań systemów pomiarowo - kontrolnych, które spełniają te wysokie wymagania. Realizacja funkcji pomiarowo - kontrolnych, nadzorczych, doradczych i diagnostycznych w procesach przemysłowych wymaga zbudowania niezawodnej infrastruktury sprzętowej, programowej i komunikacyjnej, posiadającej takie sprzężenie z procesem przemysłowym i użytkownikiem, aby zapewnić wysoką skuteczność realizowanych zadań. Jednym z podstawowych elementów tej infrastruktury są rozproszone systemy pomiarowo - kontrolne, zbudowane w oparciu o sieci przemysłowe. Ewolucja w zakresie struktury sieciowych systemów pomiarowo-sterujących oraz dostępność zaawansowanych rozwiązań dedykowanych układów elektronicznych do realizacji protokołów komunikacyjnych sieci przemysłowych oraz dostępność programowych narzędzi projektowo - uruchomieniowych i konfiguracyjnych, niezbędnych do opracowania i uruchomienia systemu sieciowego, stwarza dogodne warunki do realizacji sieciowych systemów pomiarowo-sterujących [2]. W obszarze systemów pomiarowo - sterujących następuje ewolucja tych systemów od rozwiązań scentralizowanych do rozwiązań rozproszonych i otwartych. Elementami takich systemów są coraz częściej inteligentne urządzenia (węzły) bazujące na mikroprocesorach. Istotną cechą takiego urządzenia jest zdolność do przetwarzania informacji i dwukierunkowej, cyfrowej wymiany informacji pomiędzy urządzeniami tworzącymi system pomiarowo - sterujący. Ewolucja ta jest stymulowana przez rozwój elektroniki i informatyki oraz przez rosnące wymagania związane z jakością, niezawodnością, ochroną środowiska, elastycznością produkcji oraz stałym dążeniem do wzrostu wydajności i obniżania jej kosztów. Jednym z istotnych elementów tworzących współcześnie opracowywane sieciowe systemy pomiarowo - sterujące jest ich infrastruktura komunikacyjna, wykorzystująca cyfrową transmisję szeregową. Obecnie na rynku istnieje kilkanaście standardów interfejsów komunikacyjnych. Każda z wielkich firm stosowała własną zasadę transmisji (protokół) i miała

swoje normy dotyczące sprzętu. Do najważniejszych standardów należą następujące rozwiązania:

- HART - najstarszy i jedyny standard łączący tradycyjną transmisję analogową typu 4+20 mA z transmisją cyfrową (Rosemount),
- CAN - system komunikacyjny stworzony na potrzeby motoryzacji (Mercedes) i przemysłu (Intel, Motorola),
- A-BUS - szybki interfejs dla zastosowań motoryzacyjnych (VW, Audi),
- PROFIBUS - system komunikacyjny o dużym stopniu elastyczności i uniwersalności, stworzony z inicjatywy firm niemieckich do zastosowań przemysłowych,
- Inter Operable System Project - inicjatywa łącząca warstwę fizyczną ISP SP-50 Fieldbus z warstwą integrującą dane i warstwą aplikacyjną niemieckiego PROFIBUS-a i francuskiego FIP-a,
- WORKS - otwarty system wprowadzony przez firmę Echelon w końcu 1990 r.,
- Device Net - otwarta sieć komunikacyjna oparta na standardzie CAN, wprowadzona w marcu 1994 r. (Allen Bradley, Rockwell),
- World FIP - otwarty interfejs oparty na standardzie IEC/ISA (Rockwell), gdzie:

IEC (International Electrotechnical Commission - Międzynarodowa Komisja Elektrotechniki), ISA (Industry Standard Architecture - Architektura Standardu Przemysłowego).

Tak duża liczba standardów interfejsów utrudnia użytkownikom stosowanie czujników pochodzących od różnych producentów. Jeżeli użytkownik tworzył swój własny rozbudowany system pomiarowy, to zakup pierwszych czujników stwarzał konieczność dokonywania zakupów nadal w tej samej firmie i ograniczenia się do tej oferty. Toteż najnowocześniejszy czujnik inteligentny nie mógł być dołączony do systemu zbudowanego z elementów pochodzących z innej firmy. W ostatnich kilku latach prowadzone są prace nad stworzeniem jednego powszechnie uznanego standardu interfejsu czujnika inteligentnego. Stosowane dotychczas powszechnie w aparaturze pomiarowej interfejsy mają cechy, które dyskwalifikują je jako ewentualne łącza pomiędzy komputerem (systemem pomiarowym) a czujnikami inteligentnymi. I tak najbardziej rozpowszechniony interfejs szeregowy RS232C umożliwia dołączenie tylko jednego urządzenia. Stosowanie tego interfejsu wymuszałoby użycie po stronie komputera wielu gniazd interfejsowych i dołączanie do każdego z nich czujnika oddzielnymi kablami. Drugi najbardziej rozpowszechniony interfejs IEC 625 (IEE 488) jest zbyt złożony i również ze względu na swoją równoległą organizację transmisji informacji wymagałby kosztownego okablowania (16 linii).

Interfejs do czujnika inteligentnego powinien mieć następujące cechy:

- proste, oszczędne okablowanie; implikuje to przyjęcie szeregowej organizacji transmisji informacji z rodzajami

transmisji, w których nie jest wymagana dodatkowa linia do synchronizacji lub potwierdzenia (jednocześnie powinna być zapewniona możliwość dołączania wielu czujników równolegle do jednej szyny transmisyjnej),

- ze względu na brak potrzeby przesyłania informacji bezpośrednio pomiędzy czujnikami, najlepsza byłaby gwiazdowa konfiguracja systemu interfejsu,
- zapewnienie transmisji na odległość rzędu ~ 1 km z szybkością ~ 20 kbit/s, a również na odległość mniejszą niż ~ 30 m z szybkością ~ 500 kbit/s.

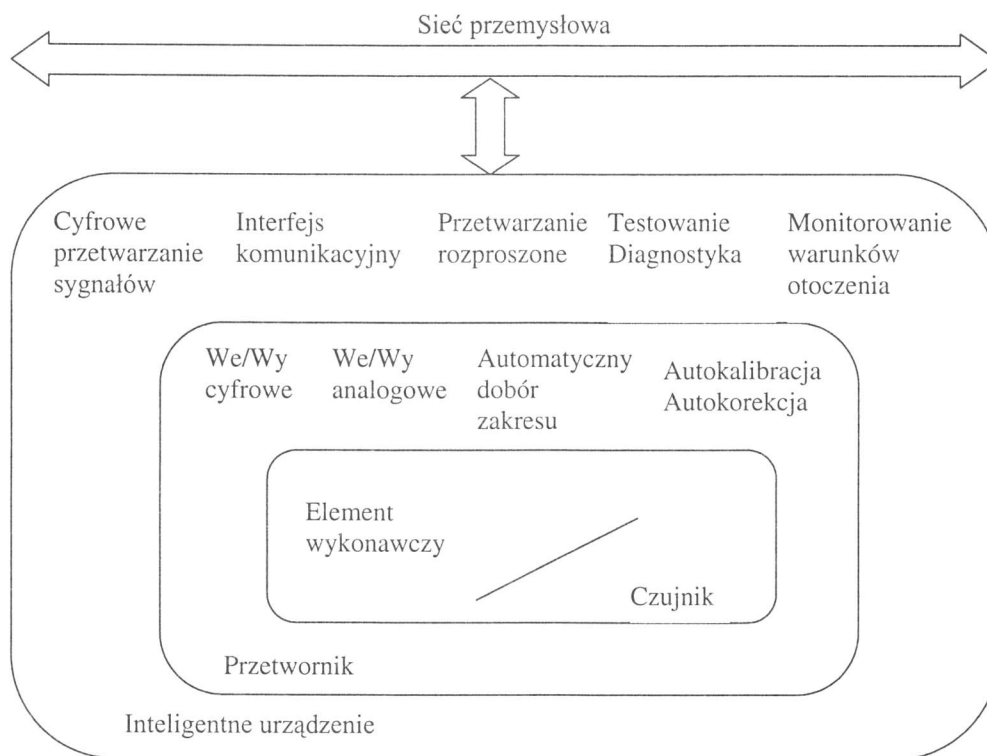
Ostatnie lata przyniosły wiele propozycji standardów interfejsów do czujnika inteligentnego.

Ich opisy są przedstawiane według normy ISO-OSI gdzie: ISO (International Standards Organization - Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna); OSI (Open Systems Interconnection - połączenie systemów otwartych, standard ISO komunikacji sieciowej i międzynarodowej, standard warstwowego systemu sieciowego ISO), która definiuje siedmiowarstwowy model protokołu komunikacji. Przepływ informacji odbywa się przez wszystkie warstwy w obu kierunkach: od dołu do góry przy odbiorze i odwrotnie w czasie nadawania. W opisach interfejsów czujników inteligentnych wystarczy ograniczyć się do warstwy pierwszej, drugiej oraz siódmej

5. Inteligentne węzły sieciowych systemów pomiarowo - sterujących.

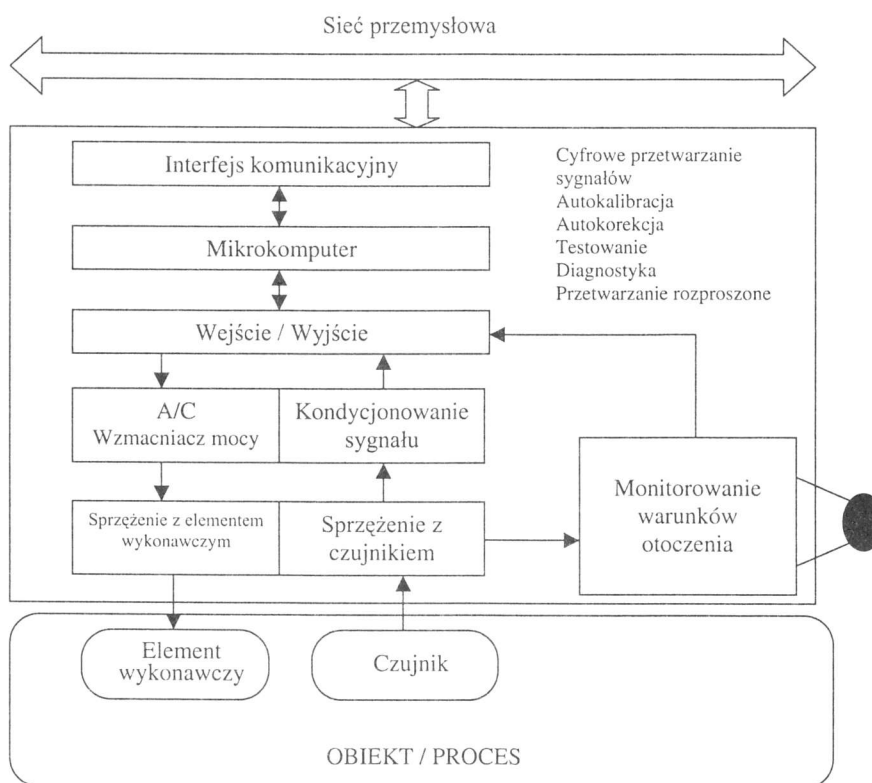
Węzły sieci przemysłowych są ważnym elementem sieciowych systemów pomiarowo - sterujących. W wielopoziomym modelu informacyjnym przedsiębiorstwa znajdują się one najczęściej na najniższym poziomie tej struktury. Węzły sieci przemysłowych są urządzeniami elektronicznymi zdolnymi do gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji. Podstawowym źródłem informacji dla węzłów są czujniki i aplikacje informatyczne. Do podstawowych funkcji realizowanych przez węzły należy zaliczyć funkcje pomiarowe, sterujące i komunikacyjne. Ze względu na obserwowaną ewolucję systemu komunikacyjnego ze struktury multiplexowej do struktury sieciowej, poza parametrami metrologicznymi, istotnym parametrem węzłów stały się ich funkcje komunikacyjne.

Ze względu na bardzo dużą różnorodność węzłów trudno byłoby przedstawić taki model struktury węzła, który odpowiadałby każdemu węzłowi. Na potrzeby prowadzonych analiz przedstawiony zostanie model ogólny struktury węzła sieciowego systemu pomiarowo - sterującego, który zawiera bloki funkcjonalne, występujące w strukturze inteligentnego urządzenia (rys.9) oraz model prostego węzła będącego inteligentnym czujnikiem lub elementem wykonawczym (rys.10).



Rys. 9 Elementy funkcjonalne inteligentnego węzła sieciowego systemu pomiarowo-sterującego.

Podstawowym elementem występującym w strukturze węzła jest mikroprocesor lub mikrokomputer. Funkcje węzła w znacznej mierze są określone przez program wykonywany przez mikrokomputer.



A/C – przetwornik analogowo – cyfrowy

Rys. 10 Struktura blokowa i funkcjonalna inteligentnego czujnika dla inteligentnego elementu wykonawczego.

Program użytkowy

Program użytkowy tworzony przez użytkownika jest właściwym programem węzła Master, realizującym jego funkcje. Do komunikacji z kartą CIF 50-PB program używa omówionych wcześniej: sterownika (Device Driver) i biblioteki CIF32DLL.dll (lub serwera OPC).

8.1.2. Węzły Slave

Zaletą tego systemu jest duża elastyczność konfiguracji sprzętowej. Wynika ona z tego, że węzły są budowane z modułów specjalnych 1 tor wejść lub wyjść analogowych, binarnych lub specjalnych. Pozwala to na optymalną pod względem finansowym budowę i rozbudowę węzłów. Można również optymalizować układ pod kątem rozmiarów. Zastosowano dwa węzły Slave. Pierwszy zawiera dwa tory analogowe wejściowe i dwa wyjściowe oraz dwa tory binarne wejściowe i dwa wyjściowe. Drugi węzeł zawiera dwa tory binarne wejściowe i dwa wyjściowe. Moduły wejść / wyjść obu węzłów mogą być między sobą dowolnie wymieniane lub dokładane.

Moduły wejść / wyjść

Zestawienie modułów wejść i wyjść:

- moduł 2 wejść analogowych: 750-465
 - 2 wejścia: 0 .. 20 mA ze wspólną masą,
- moduł 2 wyjść analogowych: 750-552
 - 2 wyjścia: 0 .. 20 mA ze wspólną masą,
- moduł 4 wejść binarnych: 750-402
 - 4 wejścia: 24 V ze wspólną masą,
- moduł 4 wyjść binarnych: 750-504
 - 4 wyjścia: 24 V ze wspólną masą.

Moduł sterownika - złącza sieciowego

Głównym elementem węzła Slave jest moduł 750-833, pełniący podwójną funkcję: złącza sieci Profibus DP i programowalnego sterownika PLC. Jako złącze sieci moduł zawiera obszar pamięci, będący obrazem stanu wejść i wyjść węzła, które skonfigurowano do transmisji przez sieć oraz obszar służący do wymiany informacji między programem Master i programem sterownika Slave (lokalny obraz procesu). Jako sterownik moduł może uruchamiać program przygotowany przy pomocy środowiska programowego WAGO I/O Pro.

Podstawowe parametry użytkowe:

- jako złącze sieci:
- szybkość transmisji: 9.6 kBit/s .. 12 MBit/s,
- długość segmentu: 100 .. 1200 m,
- przyłącze sieci: D-SUB 9: gniazdo,
- max. liczba modułów wejść/wyjść: 64,
- rozmiar obrazu procesu wejść: 128,

- rozmiar obrazu procesu wyjść: 128,
- jako sterownik:
- pamięć programu: 128 kBit,
- pamięć danych: 64 kBit,
- pamięć nieulotna: 8 kBit,
- czas cyklu: 3ms /1000 instrukcji przy 256 we./wy. binarnych,

9.Zakończenie

W przedstawionym artykule (część 1 i 2) opisano inteligentne techniki, które będą stosowane między innymi do sterowania urządzeń hamulcowych pojazdów szynowych. Stosowanie mikroprocesorowych inteligentnych węzłów oraz metod regulowych (logiki rozmytej) umożliwia realizację wielu podstawowych funkcji w węźle pomiarowo – sterującym na lokomotywach i wagonach z wykorzystaniem sygnałów elektrycznych. Praktyczne zastosowanie tych metod **zostanie** opisane w następnych artykułach.

Literatura.

- [1] Bocian S.: *Inteligentna technika w systemów pomiarowo – sterujących do urządzeń pojazdów szynowych (1). Część I: Czujniki, kondycjonery i przetworniki w inteligentnej technice pomiarowej. Pojazdy Szynowe nr 2/2003.*
- [2] Bryzek J.: *Tworzenie komunikacji cyfrowej dla przetworników pomiarowych. COE'96, Szczyrk, 1996.*
- [3] Cristaldi L., Ferrero A., Piuri V.: *Programmable Instruments, Virtual Instruments and Distributed Measurement Systems. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, Sep. 1999.*
- [4] *IEEE1451.x Draft Standard for Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators, 1996.*
- [5] Jachowicz R.S., Weremczuk J.: *Uniwersalny interfejs dla czujników inteligentnych. VIII KKM, Zegrze k/Warszawy, 1995, Tom 1.*
- [6] Kościelny J.M.: *Kierunki rozwoju zdecentralizowanych systemów automatyki. Pomiary Automatyka Kontrola 6/1998.*
- [7] Michta E.: *Wpływ architektury sieciowej na zasady projektowania rozproszonych systemów pomiarowo-kontrolnych. KKM'98, Gdańsk, 1998.*
- [8] Sacha K.: *Sieci miejscowe PROFIBUS. Wydawnictwo MIKOM, Warszawa, 1998.*
- [9] *Układ badawczy dla sterowania i komunikacji układów pomiarowo sterujących urządzeń hamulcowych pojazdów szynowych. OB-390, IPS 2002, (praca niepublikowana)*