

Systemy automatyki firmy Allen-Bradley

Przemysłowe systemy komunikacyjne, część 1

Artykuł jest pierwszą częścią prezentacji aktualnych tendencji rozwoju przemysłowych systemów komunikacyjnych. Pod tą nazwą kryją się połączenia pomiędzy obiektem a sterownikiem, pomiędzy sterownikami oraz łącza między tak zbudowanym układem sterowania a nadrzędną siecią komputerów zakładowych. Przedstawione zostały zarówno szeroko stosowane sieci dedykowane specjalnie produktom firmy Allen-Bradley, jak i sieci otwarte, pozwalające na łączenie urządzeń pochodzących od różnych producentów.

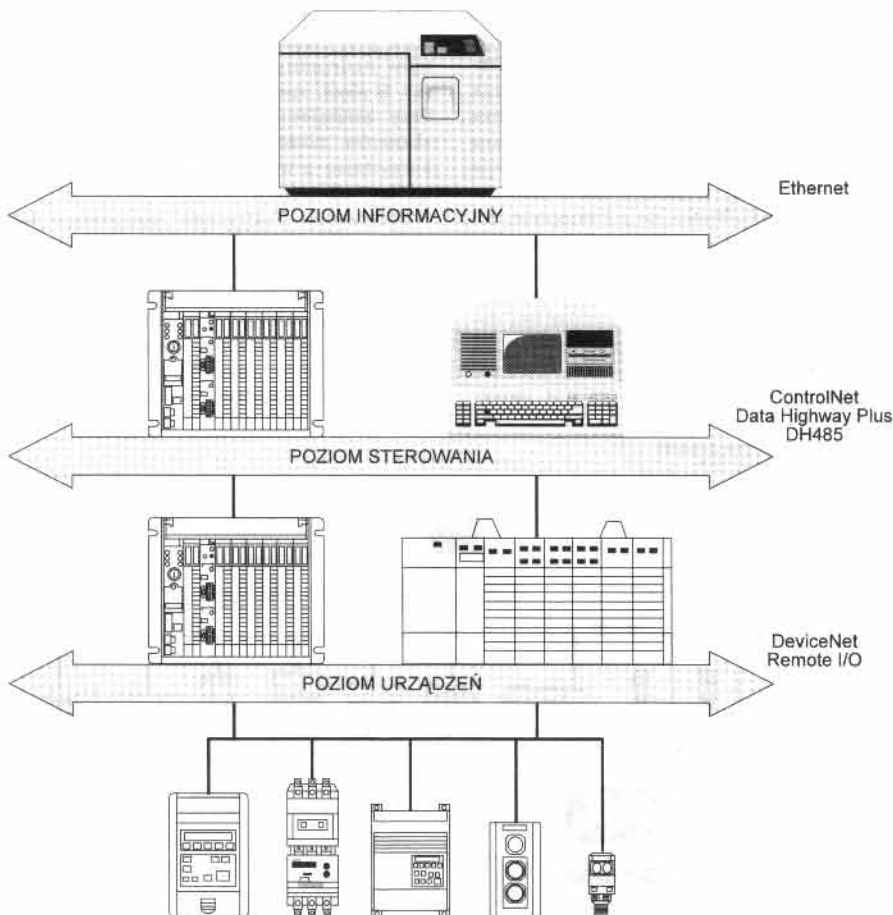
Potrzeba realizowania połączenia dwóch różnych urządzeń za pomocą wspólnego protokołu powstała w momencie pojawienia się pierwszych sterowników. Od tego czasu sposoby realizacji takich łączy ulegały różnym modyfikacjom, aż do końca lat 80-tych, kiedy to wykrystalizował się trójpoziomowy system sieciowy. Jego podział był wynikiem oddziaływania kilku bardzo istotnych czynników, a mianowicie: funkcjonalności połączenia, przepustowości łącza, łatwości jego realizacji oraz ceny urządzeń sieciowych. Ich wpływ zostanie szerzej przedstawiony przy omawianiu kolejnych poziomów, zaprezentowanego na rys.1 systemu.

Najniższy poziom - poziom urządzeń - został stworzony w celu szybkiej wymiany informacji pomiędzy procesem a systemem sterującym. Zastosowanie sieci spinającej wszystkie układy sensoryczne i wykonawcze ze sterownikiem za pomocą co najwyżej podwójnej skrętki (pary skręconych przewodów) eliminuje prowadzenie setek metrów kosztownego indywidualnego okablowania,

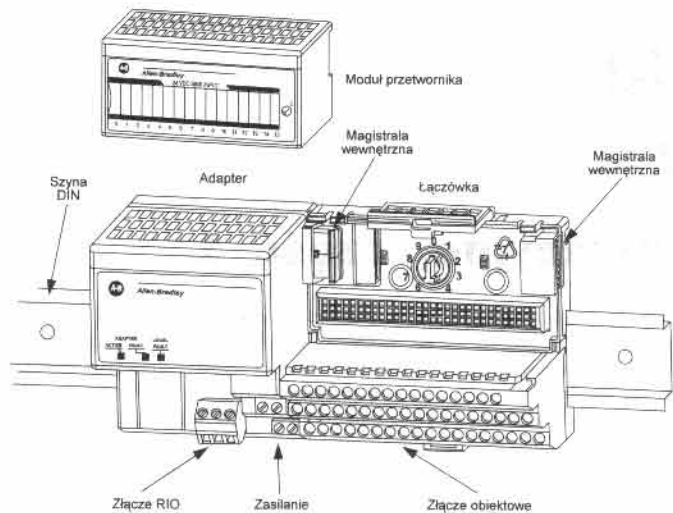
przy jednoczesnym uodpornieniu systemu na zakłócenia dzięki transmisji cyfrowej.

Pierwszą siecią typu „urządzeniowego” było łącze Remote I/O (RIO) stworzone w latach osiemdziesiątych przez Allen-Bradley. Stosowana do dziś sieć, pozwala na dołączenie zdalnych, inteligentnych terminali łączeniowych (stąd słowo „remote”), terminali operatorskich oraz falowników i soft-startów. Na rys.2 przedstawiony został najbardziej rozpowszechniony terminal łączeniowy typu Flex I/O. Pozwala on na łatwe przyłączenie okablowania obiektowego do łączówki oraz dobór odpowiedniego modułu przetwornika (cyfrowe, analogowe, termopary, RTD). Dzięki specjalnej konstrukcji terminala możliwe jest wyciąganie modułu pod napięciem, bez zatrzymywania procesu produkcyjnego. Jest to szczególnie istotne przy różnego typu awariach. Głównym elementem terminala jest adapter, dokonujący przekodowania danych z (lub do) modułów na protokół sieciowy. Komunikacja pomiędzy adapterem, a modułami odbywa się poprzez widoczną w tylnej części łączówki magistralę wewnętrzną. Do każdego adaptera możliwe jest dołączenie do ośmiu modułów wraz z łączówkami. Obok terminali Flex I/O, w sieci RIO mogą znajdować się tradycyjne kasety sterownikowe SLC-500 oraz PLC-5, wyposażone w odpowiednie adaptery. Pozwala to na znaczne powiększenie możliwości takiego systemu, w racji dostępności dodatkowych, specjalizowanych modułów. Schemat typowej sieci RIO przedstawia rys.3. Zostały w niej wykorzystane zarówno układy obiektowe (Flex I/O, SLC) jak i systemy komunikacji z operatorem (PanelView, DataLiner, RediPanel). Ostatnim urządzeniem w każdej sieci RIO jest skaner, spełniający rolę układu nadrzędnego i rozdyktujący w jednym ze sterowników.

Do jego zadań należy cyklicznie odpytywanie adapterów w celu odebrania lub przesłania danych. Poza skanerem żadne inne urządzenie nie posiada możliwości samodzielnej inicjacji komunikacji. Dlatego też sieć RIO można określić jako sieć typu Master-Slave. Dla zapewnienia poprawnej wymiany informacji, konieczne jest zaadresowanie każdego urządzenia dołączonego do skanera. Odbywa się to za pomocą przełączników dip-switch (terminale łączeniowe) lub poprzez oprogramowanie narzędziowe (terminale operatorskie). Po ustawieniu, wszystkie adresy muszą zostać wpisane do specjalnej tablicy w skanerze, zawierającej także parametry transmisji oraz status urządzeń. Może być to zrealizowane automatycznie przez odczyt adresów (PLC-5) lub wpisanie tabeli adresów do skanera poprzez program w procesorze sterownika. Za każdym razem efekt jest jednakowy - skaner



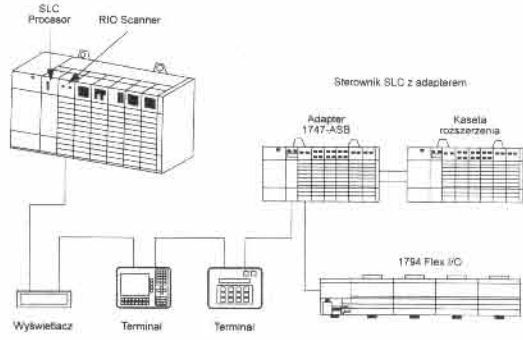
Rys. 1.



Rys. 2.

otrzymuje tablicę z wykazem urządzeń przeznaczonych do odpytywania.

W trakcie pracy sieci RIO cały czas dokonywana jest diagnostyka połączeń i dołączonych urządzeń. Skaner, w swojej tablicy adresowej, zawiera dodatkowe pola informujące program główny o stanie adapterów. W wypadku uszkodzenia łącza lub samego adaptera ustawiane są odpowiednie bity.



Rys. 3.

informujące sterownik, że odczytane dane są nieaktualne (skaner nie dokonał modyfikacji) oraz o niemożności ustawienia sygnałów wyjściowych. Pozwala to na zablokowanie odpowiednich fragmentów programu oraz poinformowanie nadzoru technicznego o awarii. Ponieważ tablica w skanerze zawiera jedynie informacje o adapterach, to nasuwa się pytanie - co z diagnostyką urządzeń obiektowych, dołączonych do terminali. W tym wypadku pozostaje jedynie tradycyjna metoda poprzez detekcję obecności sygnału 4mA (moduły analogowe) lub poprzez dodatkowy styk w modułach cyfrowych, co powoduje konieczność obsługi kilku dodatkowych danych.

Od strony elektrycznej łącze RIO spełnia normy RS-485 i jest realizowane poprzez pojedynczą skrętkę w ekranie, łączącą równolegle poszczególne adaptery i urządzenia. Obecnie wymiana danych odbywa się z prędkością 230kbaud przy zasięgu do 700m, lub 57.6kbaud przy maksymalnym zasięgu 3km.

Wspomniany problem testowania sensorów i układów wykonawczych jest szczególnie istotny w aplikacjach wymagających wysokiego stopnia niezawodności i dużej szyb-

kości reakcji serwisu technicznego w wypadku awarii. Zwiększająca się ilość systemów o takim charakterze spowodowała stworzenie przez Allen-Bradley sieci DeviceNet, będącej z założenia systemem otwartym, dostępnym dla różnych producentów. Obecnie w organizacji ODVA (ang. Open DeviceNet Vendor Association - zrzeszenie producentów w standardzie DeviceNet) działa ponad 120 producentów

sterowników, sensorów i układów wykonawczych.

Zasadniczą cechą sieci DeviceNet jest zastosowanie we wszystkich urządzeniach specjalnych chipów realizujących łącze za pomocą skrętki ekranowanej oraz protokołu niskiego poziomu CAN (ang. Controller Area Network). Sam pomysł chipów CAN został po raz pierwszy zastosowany w droższych wersjach samochodów Mercedes w celu wyeliminowania okablowania sterującego światłami, czujnikami itp. Z racji dużej efektywności, podstawowy układ CAN został szybko wyposażony w dodatkowe procesory realizujące zaawansowany protokół DeviceNet i dostosowany do wymogów przemysłowych. Każde, nawet najmniejsze urządzenie w sieci, posiada swój własny adres i jest odpytywane cyklicznie przez skaner. Cała konfiguracja adresów (zarówno w tablicy jak i urządzeniach) odbywa się z komputera dołączonego do skanera, poprzez program DeviceNet Manager. Dodatkowym parametrem obok adresu jest czas określający odstęp pomiędzy kolejnymi wymianami danych skanera i urządzenia, pozwalający na zwiększenie efektywności łącza. Kolejną cechą zwiększającą ten parametr jest możli-

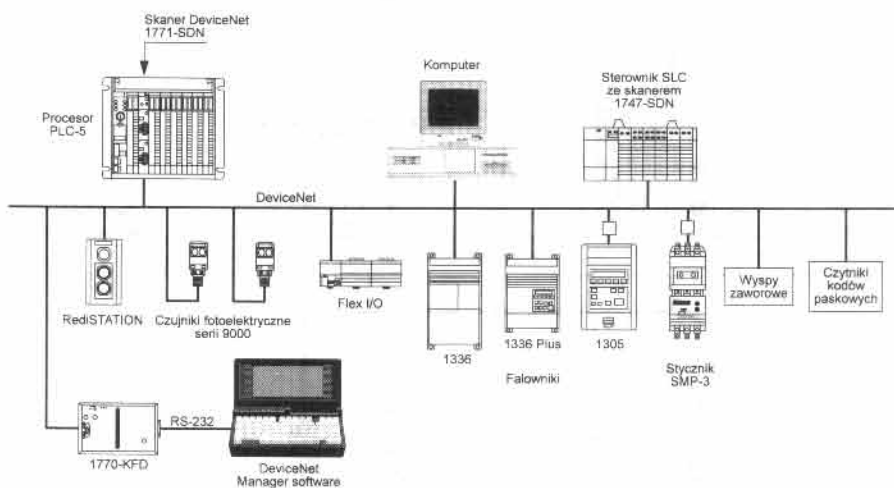
wość wysyłania jednego komunikatu do kilku urządzeń np. przy sterowaniu czterema silnikami wysyłamy jedną komendę start, zawierającą adresy wszystkich styczników. Podstawową zaletą DeviceNet jest implementowana diagnostyka. Każde urządzenie może wysłać do skanera swój status, informując w ten sposób o swoim stanie. Informacje takie podlegają zapisowi w tablicach skanera.

Ponieważ w DeviceNet istnieje możliwość swobodnego nadawania, powstała konieczność wprowadzenia mechanizmu zabezpieczenia sieci przed wzajemnym zakłócaniem informacji. W tym celu zastosowany został mechanizm CSMA (ang. Carrier Sense Multiple Access), polegający na ciągłym nasłuchiwanie sieci przez urządzenia i nadawaniu tylko wtedy gdy jest cisza. Możliwa jest jednak sytuacja jednoczesnego startu dwóch urządzeń. Wtedy do głosu dochodzi mechanizm arbitrażu, polegający na sprawdzeniu czy adres jest mniejszy. Po ściśle ustalonym czasie, nadawanie rozpoczyna węzeł o niższym adresie w sieci.

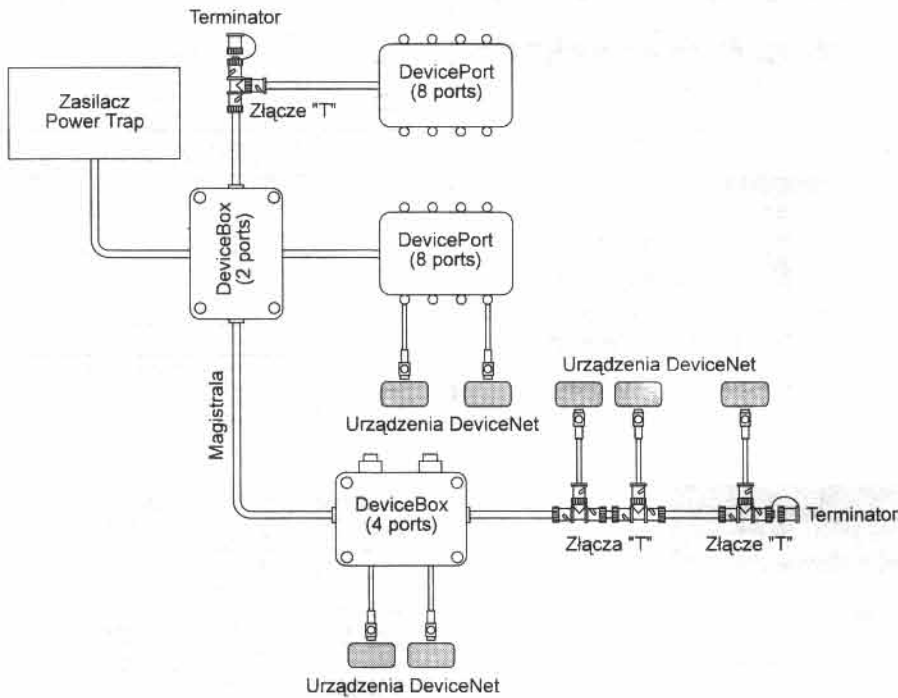
Przyjrzyjmy się teraz topografii sieci. Poniżej rysunek prezentuje typową, stosowaną w przemyśle architekturę (rys.4), w której mamy zarówno układy wykonawcze (falowniki, styczniki, moduły wyjściowe Flex I/O) jak i sensoryczne (fotowłazniki 9000, Flex I/O), a także terminale operatorskie w postaci RediStation. Mogą one zostać zastąpione dowolnym, produkowanym w ramach ODVA produktem.

Warto tu zwrócić uwagę na możliwość współbieżnej pracy kilku skanerów. Pozwala to na znaczne zwiększenie bezpieczeństwa pracy sieci, dzięki redundancji systemów nadrzędnych. Eliminuje to ryzyko ciszy w sieci, spowodowanej awarią skanera. Przy zaistnieniu takiej sytuacji, drugi ze skanerów może przejąć funkcje sterujące, korzystając z własnej, ciągle uaktualnianej tablicy adresowej.

Połączenie elektryczne realizowane jest za pomocą podwójnej skrętki, w której jedna para przewodów jest parą sygnałową, a druga prowadzi się zasilanie do poszczególnych węzłów. Pozwala to na wyeliminowanie konieczności prowadzenia dodatkowego zasilania np. fotowłazników. Aby ułatwić przyłączenie urządzeń do sieci skonstru-



Rys. 4.



Rys. 5.

wany został cały zestaw różnego typu złączy (rys.5). Rysunek ten przedstawia strukturalny schemat połączenia. Pomiędzy terminatorami przebiega główna magistrala sieci, do której dołączane są urządzenia w sposób bezpośredni (za pomocą T-złącza) lub pośredni poprzez rozdzielacze DeviceBox i dalej do skrzynek przyłącznych DevicePort. Maksymalna długość magistrali wynosi 500m przy prędkości 125kbaud. Zmniejszenie odległości do 100m pozwala na zwiększenie prędkości do 500kbaud. Wszystkie urządzenia (max. 64) są łączone za pomocą tzw. odczepu (połączenia typu „drop”) do T-złącza lub DevicePort-u, o długości nie większej niż 3m. W niektórych aplikacjach, zwłaszcza bardzo rozproszonych, zachodzi konieczność wprowadzenia dodatkowego zasilania w sieci, co jest realizowane w łatwy sposób za pomocą zasilacza PowerTrap dołączonego do DeviceBox-u.

W przypadku nowych systemów realizacja połączenia via DeviceNet jest bardzo prosta, z uwagi na bardzo szeroką gamę urządzeń wykonaną w tym standardzie. Jednak co zrobić gdy zachodzi potrzeba modyfikacji aplikacji już istniejącej. Aby wyeliminować konieczność zmiany wszystkich sensorów i układów wykonawczych Allen-Bradley stworzył dwa rodzaje specjalizowanych urządzeń: adaptory DeviceNet do modułów Flex I/O i kaset SLC-500, pozwalające na wykorzystanie już istniejących systemów oraz zastosowanie ich jako nowych, typowych dla obsługi sygnałów analogowych, wysokonapięciowych i przekaźnikowych. Dla sensorów cyfrowych, pracujących na napięciu 24VDC przewidziane zostały specjalne złącza DeviceLink, pozwalające na bezpośrednie dołączenie ich do sieci.

Przykład umiejscowienia sieci DeviceNet w istniejącej aplikacji, sterującej procesem pakowania produktów mleczarskich, pokazuje rys.6. Zastosowana została tutaj grupa

trzech identycznych sterowników PLC-5, sterujących trzema liniami. Wszystkie dane z procesu (od czujników oraz przycisków) oraz dla operatorów i układów peryferyjnych (drukarki, czytniki) są przesyłane via DeviceNet. Nad całością czuwa system zbudowany na bazie stacji operatorskich i komputerów i połączonych poprzez sieci dwóch

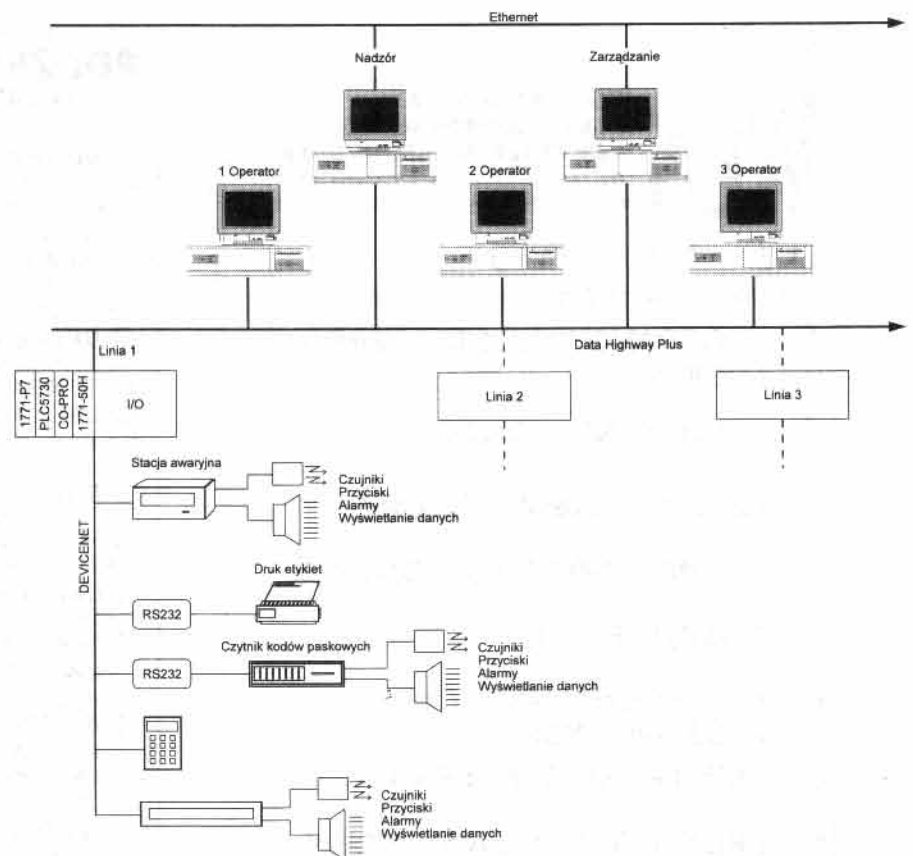
najwyższych poziomów.

Przedstawione w artykule sieci nie są oczywiście jedynymi, spotykanymi w przemyśle inteligentnymi sprzęgami obiektu i systemu sterującego. Jednym z najstarszych jest system HART, stworzony przez firmę Rosemount i kontynuowany m.in przez Allen-Bradley, pozwalający na jednoczesną transmisję sygnałów cyfrowych i analogowych. Dodatkowe dane o pomiarze, zawierające informacje o czujniku, jego zakresie pomiarowym, statusie pomiaru itp. są zamieniane według odpowiedniego protokołu na ciągi zero-jedynkowe. Te zaś modulują sygnał ± 0.5 mA w taki sposób, że logiczna jedynka jest jedną pełną sinusoidą o częstotliwości 1200Hz, zaś logiczne zero jedną sinusoidą o częstotliwości 2200Hz. W takiej formie dane są wkładane do sygnału analogowego 4-20mA, nie powodując zakłóceń, gdyż wartość średnia dodatkowego sygnału wynosi zero.

Pozostałe, obecne w przemyśle standardy poziomu urządzeń, Profibus-DP oraz Interbus-S bazują na analogicznej koncepcji jak standard DeviceNet. Różnice polegają głównie na zastosowaniu odmiennych protokołów transmisji danych. Dzięki temu zaistniała możliwość dopasowania odpowiednich modułów komunikacyjnych do dodatkowych sieci, co pozwala obecnie na połączenie systemów Allen-Bradley z dowolnymi sterownikami również via Profibus-DP i Interbus-S.

Rafał Tutaj

Autor jest pracownikiem działu Allen-Bradley firmy Elmark.



Rys. 6.