STUDIA INFORMATICA 2000
Volume 21 Number 1 (39)

Grzegorz ZARĘBA
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

ZDALNY DOSTĘP DO ZASOBÓW HIERARCHICZNEJ SIECI POLOWEJ STEROWANEJ ROZKAZAMI JĘZYKA SCPI

Streszczenie. Artykuł przedstawia ogólne zasady dotyczące organizacji zasobów hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI. Opisano również sposoby dostępu do tych zasobów z poziomu sieci lokalnych i sieci telefonicznych, oraz przedstawiono protokół zdalnej wymiany danych.

REMOTE ACCESS TO THE HIERARCHICAL FIELDBUS CONTROLLED BY THE SCPI COMMANDS

Summary. This article presents principles of resources organization of the hierarchical fieldbus.The remote access using local networks and telephone line is presented. The remote data exchange protocol is also presented.

1. Wstęp

Hierarchiczna sieć polowa sterowana rozkazami języka SCPI składa się z pojedynczych sieci magistralowych połączonych ze sobą w strukturę przypominającą drzewo. Pracą całej sieci steruje kontroler systemu, którym najczęściej jest komputer PC. Zdalny dostęp do zasobów sieci, czyli do poszczególnych urządzeń pracujących w sieci, musi odbywać się za pośrednictwem kontrolera systemu i może być zrealizowany w oparciu o łącze telefoniczne (poprzez modem) lub w oparciu o sieć lokalną (poprzez kartę sieciową). W obu przypadkach konieczne jest określenie zasad dostępu do zasobów sieci (autentyfikacja użytkowników, prawa dostępu, protokół sterujący dostępem do zasobów sieci oraz protokół wymiany danych). W przypadku sieci lokalnych obsługujących protokół TCP/IP do realizacji zdalnego dostępu można wykorzystać środowisko HP-VEE (Visual Engineering Environment), które

posiada wbudowany mechanizm komunikacji poprzez tzw. gniazda. Zdalny dostęp do zasobów hierarchicznej sieci polowej może być podstawą do integracji separowanych sieci lub budowy rozproszonego systemu monitorowania i akwizycji danych.

W artykule przedstawiono sposób reprezentacji zasobów w hierarchicznej sieci polowej oraz analizę możliwości zdalnego dostępu do zasobów sieci poprzez łącze telefoniczne oraz sieć lokalną. Opisano również protokół służący do zdalnego dostępu do zasobów sieci polowej.

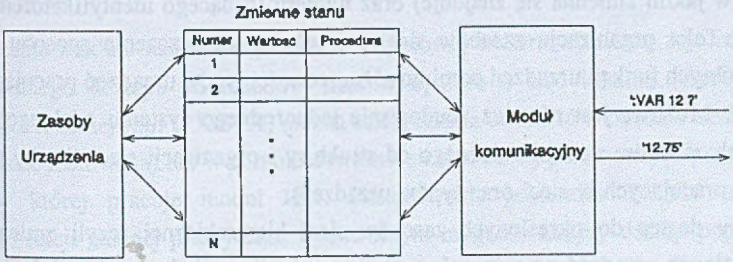
2. Zasoby hierarchicznej sieci polowej

Hierarchiczna sieć polowa składa się z trzech typów urządzeń: kontrolera systemu (Master Nadrzędny), modułów komunikacyjnych (Master Pośredni) oraz modułów końcowych (Slave). Master Nadrzędny steruje pracą całej sieci, moduły MP pośredniczą w przekazywaniu rozkazów pomiędzy poszczególnymi podsieciami, natomiast moduły Slave współpracują bezpośrednio z urządzeniami końcowymi, którymi mogą być np. urządzenia pomiarowe. Zasobem sieci hierarchicznej może być dowolny element sieci, np. moduł Slave, parametr czasowy modułu komunikacyjnego, wartość odczytanej temperatury w jednej stacji końcowej lub wartość ciśnienia przechowywana w innej stacji końcowej. Różnorodność urządzeń, jakie mogą pracować w sieci hierarchicznej, wymusza konieczność zastosowania jednolitego systemu dostępu do poszczególnych zasobów sieci. Wymaga tego również przyjęty sposób sterowania pracą całej sieci zrealizowany w oparciu o strukturę języka SCPI.

Każdy zasób znajdujący się w sieci polowej reprezentowany jest przez zmienną stanu, która zasłania przed aplikacją sterującą pracą sieci szczegóły związane z charakterem zasobu. Można przyjąć, że zmienna stanu jest abstrakcyjnym obiektem, z którym związana jest pewna wartość oraz akcja wykonywana podczas dostępu do tej zmiennej. Dostęp do zmiennej realizowany jest za pomocą rozkazu ":VAR". Dostępne są dwa warianty rozkazu "VAR", jeden realizuje zapis zmiennej ":VAR <numer zmiennej> <wartość>", drugi natomiast pozwala odczytać zawartość wskazanej zmiennej ":VAR <numer zmiennej> ?". Przykładowo, rozkaz ":DEV12:DEV3 VAR 12 ?" powoduje odczytanie zmiennej o numerze 12 z urządzenia wskazanego przez adres ":DEV12:DEV3". Rozkaz ":DEV12:DEV3 VAR 12 23.5" powoduje natomiast zapisanie pod tą samą zmienną wartości 23.5.

Jednolity dostęp do zmiennych stanu znajdujących się w poszczególnych modułach w dużym stopniu upraszcza sterowanie pracą całej sieci. Wprowadza jednak pewne niedogodności związane z różnorodnym charakterem obiektów związanych z poszczególnymi zmiennymi. Jeśli np. zmienna związana jest z realizacją pomiaru, wówczas rozkaz odczytu zmiennej powinien spowodować zainicjowanie wykonania pomiaru, odczyt wartości

zmierzonej oraz przygotowanie ramki odpowiedzi. Często jednak czas potrzebny na realizację pomiaru jest dosyć długi (zależy to od sposobu komunikacji z urządzeniem pomiarowym oraz od samego cyklu pomiarowego), aby mógł być zrealizowany w obrębie jednej transakcji. Dlatego też w przypadku zmiennych o "długim dostępie" cykl odczytu zmiennej realizowany jest w dwóch krokach. Pierwszy krok to zapis zmiennej powodujący wyzwolenie pomiaru, drugi to odczyt zmiennej zawierającej właściwą wartość pomiaru. Działanie mechanizmu zmiennych stanu ilustruje rys. 1.



Rys. 1. Mechanizm działania zmiennych stanu
Fig. 1. Mechanism of the state variables

Uwzględniając możliwość autonomicznej pracy poszczególnych podsieci [3], przyjęto, że każdy moduł pośredni MP będzie posiadał dwa typy zmiennych: zmienne wewnętrzne oraz zmienne zewnętrzne. Zmienne wewnętrzne związane są z pewnymi parametrami stacji (np. maksymalny czas realizacji transakcji), natomiast zmienne zewnętrzne służą do przechowywania wartości wypracowanych podczas sterowania przez moduł MP podległą mu siecią. System zmiennych wewnętrznych oraz zmiennych zewnętrznych został rozszerzony na wszystkie moduły pracujące w sieci. Przy czym dostęp do zmiennych zewnętrznych najczęściej związany jest z komunikacją z urządzeniem końcowym (w przypadku modułów Slave) lub z innymi modułami pracującymi w sieci (dla modułów MP). Zmienne wewnętrzne są z kolei najczęściej zmiennymi dostępnymi na bieżąco i zawierającymi pewne parametry modułów, np. typ urządzenia dołączonego do modułu Slave lub numer wersji oprogramowania stacji MP.

3. Zdalny dostęp do zasobów hierarchicznej sieci polowej

Praca hierarchicznej sieci polowej nadzorowana jest przez moduł nadrzędny MN, którym najczęściej jest komputer klasy PC. Zadaniem modułu MN jest przede wszystkim nadzorowanie i monitorowanie pracy całej sieci oraz realizacja pewnych zadań związanych

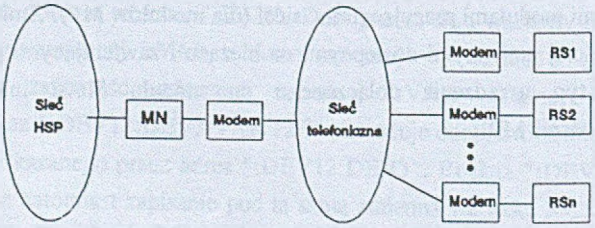
z akwizycją danych i ze sterowaniem pracą wybranych elementów sieci. Możliwość autonomicznej pracy poszczególnych podsieci w znacznym stopniu odciąża moduł MN od bezpośredniego sterowania pracą całej sieci. Nastąpiło więc rozproszenie procesu sterowania na poszczególne podsieci, a rola modułu nadrzędnego MN została ograniczona do monitorowania i zarządzania pracą sieci.

Ujednolicony system zasobów sieci hierarchicznej oparty na zmiennych stanu pozwala traktować całą sieć jako zbiór zmiennych rozróżnianych na podstawie lokalizacji (adresu modułu, w jakim zmienna się znajduje) oraz numeru (będącego identyfikatorem w obrębie modułu). Taka organizacja zasobów sieci pozwala na uproszczenie sposobu dostępu do poszczególnych funkcji urządzeń pomimo różnorodności typów urządzeń pracujących w sieci modułów. Możliwe jest również zbudowanie jednorodnego systemu zdalnego dostępu do wybranych zasobów sieci niezależnego od struktury i organizacji sieci (liczby poziomów i urządzeń pracujących w sieci oraz typów urządzeń).

Zdalny dostęp do określonych zasobów sieci hierarchicznej, czyli zmiennych stanu poszczególnych urządzeń pracujących w sieci, musi odbywać się za pośrednictwem modułu nadrzędnego. Istnieje wiele różnych sposobów na realizację zdalnego dostępu. W zależności od medium transmisyjnego mogą to być np. łącza radiowe, podczerwone lub łącza stałe. Wyposażenie modułu MN w modem pozwala na realizację zdalnego dostępu poprzez sieć telefoniczną. Jeśli moduł MN wyposażony jest w kartę sieciową oraz dołączony jest do sieci lokalnej, zdalny dostęp może być oparty na sieci lokalnej lub rozległej (jeśli w sieci lokalnej obsługiwany jest protokół TCP/IP).

3.1. Dostęp do zasobów sieci poprzez łącze telefoniczne

Zastosowanie łącza telefonicznego pozwala na realizację prostego i taniego systemu zdalnego dostępu do zasobów sieci polowej (rys. 2).

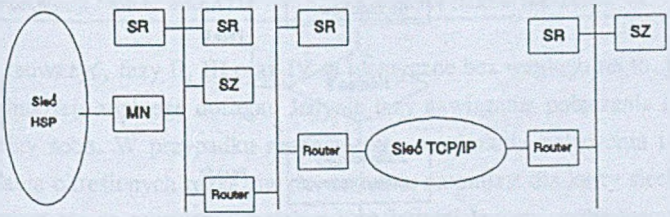


Rys. 2. Dostęp do sieci polowej poprzez łącze telefoniczne
Fig. 2. Remote access to the fieldbus through the phone line

System przedstawiony na rys. 2 umożliwia dostęp do zasobów hierarchicznej sieci polowej dowolnej stacji wyposażonej w modem. Stacja zdalna może nawiązać połączenie z modułem MN z dowolnego miejsca na podstawie numeru, pod którym widziany jest moduł MN sieci. Po nawiązaniu połączenia realizowany jest transfer danych zgodnie z przyjętym protokołem. Zastosowanie łącza telefonicznego powoduje, że jednoczesny dostęp do zasobów sieci polowej posiada tylko jedna stacja zdalna. Jest to więc system typu punkt-punkt.

3.2. Dostęp do zasobów sieci poprzez sieć lokalną

Wyposażenie modułu nadrzędnego MN sieci polowej w kartę sieciową daje możliwość realizacji zdalnego dostępu do zasobów sieci w oparciu o sieć lokalną. Korzystając z protokołu sieci lokalnej (np. IPX/SPX) można stację zdalną umieścić w obrębie sieci lokalnej (jeśli jest to sieć izolowana) lub w obrębie dowolnej sieci lokalnej połączonej poprzez routery z siecią, w której pracuje moduł MN. Zastosowanie protokołu TCP/IP umożliwia umieszczenie stacji zdalnej praktycznie w dowolnym miejscu. Zdalny dostęp poprzez sieć lokalną oraz sieć TCP/IP ilustruje rys. 3.



Rys. 3. Zdalny dostęp do sieci polowej poprzez sieć lokalną
Fig. 3. Remote access to the fieldbus through the LAN network

4. Protokół dostępu do zasobów hierarchicznej sieci polowej

Dostęp do zasobów hierarchicznej sieci polowej musi odbywać się poprzez moduł nadrzędny sieci polowej - moduł MN. W związku z tym funkcje jakie standardowo realizowane są przez moduł MN, muszą być rozszerzone o funkcje komunikacji zdalnej. Oprogramowanie modułu MN, oprócz standardowych funkcji związanych z komunikacją z siecią hierarchiczną, komunikacji z operatorem (jeśli przewidziano możliwość ingerencji w

pracę sieci ze stanowiska operatora) oraz zadań związanych np. z akwizycją danych, powinno obsługiwać komunikację ze stanowiskiem zdalnym.

Procedurę dostępu do zasobów sieci polowej można podzielić na pięć etapów (rys. 4). Pierwszy etap odpowiedzialny jest za nawiązanie połączenia. Stacja zdalna znając lokalizację modułu MN (numer telefonu, adres karty sieciowej lub adres IP) inicjuję próbę nawiązania połączenia. Po nawiązaniu połączenia następuje etap autentyfikacji użytkownika oraz określenie praw dostępu. Jeśli stacja zdalna nawiązująca połączenie zostanie zaakceptowana, następuje przejście do etapu dostępu do zasobów sieci. Stacja zdalna może odczytywać wskazane przez siebie zmienne oraz dokonywać ich modyfikacji (jeśli posiada takie prawa). Po zakończeniu etapu dostępu do zasobów sieci stacja zdalna dokonuje zamknięcia kanału wymiany danych, po czym następuje przejście do ostatniego etapu, czyli do rozłączenia.

Rys. 4. Schemat blokowy dostępu do zasobów sieci polowej
Fig. 4. Block diagram of the access to the fieldbus resources

4.1. Protokół sterujący wymianą danych

Realizacja zdalnego dostępu w oparciu o sieć lokalną z góry narzuca sposób komunikacji pomiędzy stacją zdalną a modułem MN. Przesyłanie danych pomiędzy stacją zdalną a modułem MN sterowane jest przez protokół sieciowy stosowany w danej sieci (może to być np. protokół IPX/SPX lub TCP/IP). Protokoły sieciowe umożliwiają jednak tylko dostarczenie ramki z danymi pod wskazany adres, nie ma bowiem możliwości rozszerzenia zakresu funkcji, jakie są realizowane przez oprogramowanie sieciowe. Interpretacja

przesyłanych danych powinna więc być realizowana przez stacje biorące udział w procesie zdalnego dostępu. Konieczne jest więc opracowanie dodatkowego protokołu, który umożliwi sterowanie procesem wymiany danych i komunikację pomiędzy stacją zdalną a modułem MN.

Protokół sterujący wymianą danych powinien umożliwić realizację wszystkich etapów związanych ze zdalną komunikacją (rys. 4) za pomocą zestawu odpowiednich funkcji. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie funkcji, jakie są stosowane podczas realizacji poszczególnych etapów zdalnego dostępu do zasobów hierarchicznej sieci polowej.

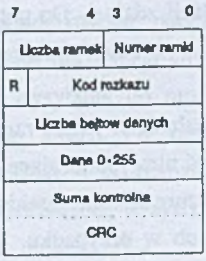
Tabela 1

Funkcje realizowane podczas zdalnego dostępu

Faza	Modem	Karta sieciowa
1	wybranie numeru stacji zdalnej (np. ATDP 2934)	wysłanie ramki z rozkazem nawiązania połączenia
2	wysłanie ramki z rozkazem dostępu do zasobów sieci	wysłanie ramki z rozkazem dostępu do zasobów sieci
3	wysłanie rozkazu odczytu lub zapisu wskazanej zmiennej stanu	wysłanie rozkazu odczytu lub zapisu wskazanej zmiennej stanu
4	wysłanie rozkazu zakończenia etapu połączenia	wysłanie rozkazu zakończenia etapu połączenia
5	wysłanie sekwencji '+++' oraz ATH	wysłanie rozkazu rozłączenia

Jak można zauważyć, fazy II, III oraz IV są identyczne bez względu na to, jakiego typu jest sprzętowy interfejs zdalnego dostępu. Jedynie fazy nawiązania połączenia i rozłączenia różnią się miedzy sobą. W przypadku modemu etap nawiązania połączenia i rozłączenia wymaga przesłania określonych rozkazów do modemu, natomiast dla karty sieciowej całość komunikacji opiera się na wysyłaniu ramek z określonymi kodami realizowanych funkcji. Można więc opracować wspólny protokół niezależny od interfejsu sprzętowego.

Protokół komunikacyjny służący do sterowania połączeniem pomiędzy stacją zdalną a modułem MN oparto na kilku funkcjach umieszczanych w ramkach przesyłanych pomiędzy stacjami (rys. 5).



Rys. 5. Ramka sterująca komunikacją
Fig. 5. The communication controll frame

Przyjęto, że każda ramka składa się z pięciu pól, które pozwalają na przesłanie danych zabezpieczonych sumą kontrolną. Ramka przedstawiona na rys. 5 umożliwia przesłanie maksymalnie 255 bajtów danych (liczba przesyłanych bajtów danych kodowana jest na 8 bitach) i wraz z polami kontrolnymi rozmiar ramki nie przekracza 260 bajtów. Opis poszczególnych pól ramki przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Opis pól ramki sterującej wymianą danych

Pole ramki	Opis pola
Liczba ramek	4 bity określające liczbę ramek przesyłanych podczas transmisji blokowej
Numer ramki	4 bity określające numer kolejnej ramki zawierającej blok danych
R	1 bit służący do potwierdzenia poprawnego odebrania ramki
Kod rozkazu	7 bitów tworzących kod przesyłanego rozkazu
Liczba bajtów danych	8 bitów określających liczbę bajtów danych przesyłanych w ramce
Dane	n bajtów danych
Suma kontrolna	16 bitów sumy kontrolnej CRC

Wymiana danych odbywa się w sposób zbliżony do architektury systemów typu klient-serwer. Można przyjąć, że serwerem jest w tym przypadku moduł MN, który umożliwia realizację określonych usług, natomiast klientem jest stacja zdalna. Po nawiązaniu połączenia na poziomie warstwy sieciowej (faza I z rys. 4) stacja zdalna może zażądać wykonania wybranej usługi. Realizacja poszczególnych usług odbywa się na zasadzie transakcji, która inicjowana jest przez stację zdalną, czyli klienta. Stacja zdalna przygotowuje ramkę zawierającą kod funkcji, jaka ma być wykonana przez moduł MN, którą następnie wysyła do modułu MN. Moduł MN po odebraniu ramki od stacji zdalnej sprawdza sumę kontrolną i jeżeli ramka została odebrana poprawnie, wykonuje zawarty w niej rozkaz. Po realizacji rozkazu moduł MN przygotowuje ramkę zawierającą wyniki wykonania odebranego rozkazu, którą następnie wysyła do stacji zdalnej. Do potwierdzenia poprawnego odebrania ramki i potwierdzenia prawidłowego wykonania rozkazu służy bit *R*, ustawiany na '1' w przypadku wystąpeinia błędu.

Konstrukcja ramek umożliwia przesłanie w jednej ramce jedynie 255 bajtów danych. W pewnych sytuacjach liczba ta może być niewystarczająca. Może się tak zdarzyć, w sytuacji gdy przesyłana jest lista opisująca strukturę sieci hierarchicznej (przy dużej liczbie poziomów oraz urządzeń pracujących w sieci) lub w przypadku, gdy transmitowana jest zawartość zmiennej zawierającej np. zbiorczy raport z działania pewnych fragmentów sieci. W związku z tym przewidziano możliwość podzielenia przesyłanych danych na bloki po 255 bajtów. Do tego celu służą pola ***Liczba ramek*** oraz ***Numer ramki***. Pole ***Liczba ramek*** określa łączną

liczbę ramek, jaka tworzy całość przesyłanych danych, pole *Numer ramki* służy do wskazania numeru kolejnej ramki. Jeśli całość danych mieści się w jednej ramce, wówczas pola te przyjmują wartość '1'.

4.2. Usługi organizujące wymianę danych

Zgodnie z rys. 4 po nawiązaniu połączenia na poziomie warstwy sieciowej następuje przejście do fazy, w której realizowane są kolejno: autentyfikacja użytkownika, wymiana danych oraz zakończenie wymiany danych. Powyższe fazy realizowane są za pomocą następujących funkcji:

1. Żądanie przyznania dostępu do zasobów sieci (autentyfikacja).
2. Odczyt wskazanej zmiennej stanu.
3. Przesłanie rozkazu SCPI do modułu MN.
4. Żądanie zakończenia procesu dostępu do zasobów sieci.

4.2.1. Przyznanie dostępu do zasobów sieci

Podstawową usługą realizowaną przez moduł MN jest przyznanie dostępu do zasobów sieci polowej. Dokonywane jest to na podstawie nazwy użytkownika i hasła, jakie przesyła stacja zdalna podczas żądania przyznania dostępu do zasobów sieci hierarchicznej. Zabezpieczenie dostępu do zasobów sieci za pomocą nazwy użytkownika i hasła jest konieczne. Niezbędna jest bowiem ochrona zasobów sieci polowej przed niepowołanym dostępem. Jest to szczególnie istotne, jeśli przyjmie się możliwość ingerencji w pracę sieci hierarchicznej (możliwość modyfikacji zmiennych stanu znajdujących się w sieci).

W ramach realizacji funkcji dostępu do zasobów sieci stacja zdalna przesyła nazwę użytkownika oraz hasło. Jeśli dany użytkownik znajduje się na liście uprawnionych do dostępu do zasobów sieci oraz podane hasło jest prawidłowe, moduł MN wysyła ramkę odpowiedzi z potwierdzeniem przyznania dostępu do zasobów sieci. Jednocześnie określany jest zakres usług, jakie są przyporządkowane danemu użytkownikowi. Prawa dostępu określają, jakie zmienne są dostępne dla danego użytkownika, czy może modyfikować zmienne oraz czy ma możliwość wysyłania do modułu MN rozkazów w języku SCPI (przydatne przy sterowaniu pracą sieci). Po odebraniu przez stację potwierdzenia pozytywnego stacja zdalna może przystąpić do realizacji dostępu do wskazanych zasobów. Jeśli proces autentyfikacji nie powiedzie się, wszystkie kolejne ramki od stacji zdalnej są ignorowane.

4.2.2. Odczyt wskazanej zmiennej stanu oraz przesłanie rozkazu SCPI

Po pozytywnej realizacji etapu autentyfikacji stacja zdalna może przejść do etapu dostępu do zasobów sieci polowej. W celu ułatwienia komunikacji pomiędzy stacją zdalną a modułem

MN przyjęto, że dostęp do zasobów sieci polowej będzie się odbywał identycznie, jak to ma miejsce w sieci polowej, czyli za pomocą rozkazów języka SCPI. Stacja zdalna chcąca odczytać zmienną 'VAR 21' ze stacji o adresie ":DEV1:DEV6:DEV9:" realizuje funkcję odczytu zmiennej umieszczając w ramce w polu danych rozkaz ":DEV1:DEV6:DEV9 VAR 21 ?". Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest to, że tak przesłany rozkaz SCPI moduł MN możne bezpośrednio wysłać do wskazanego urządzenia. W tym przypadku nie ma dodatkowej translacji rozkazu. Zaletą takiego rozwiązania jest jeszcze to, że możliwe jest przesłanie dowolnego rozkazu zgodnego z zasadami obowiązującymi dla składni języka SCPI.

Przed odczytem wskazanej zmiennej moduł MN sprawdza, czy stacja zdalna ma prawo dostępu do wskazanej zmiennej (na podstawie listy określającej prawa dostępu). W ramach odpowiedzi na rozkaz odczytu zmiennej stanu moduł MN wysyła ramkę zawierającą wartość odczytanej zmiennej. Możliwe jest, że ze względu na rozmiar zmiennej konieczne będzie wysłanie kilku ramek zawierających fragmenty odczytanej zmiennej (nastąpi podział zmiennej na bloki).

4.2.3. Zakończenie procesu dostępu do zasobów sieci

Zakończenie procesu dostępu do zasobów sieci polowej następuje w momencie, gdy stacja zdalna wyśle rozkaz zakończenia dostępu. Po otrzymaniu potwierdzenia stacja zdalna i moduł MN rozpoczynają etap rozłączenia. W przypadku gdy dostęp realizowany był za pośrednictwem linii telefonicznej, kolejna stacja zdalna może rozpocząć proces dostępu do zasobów sieci. Jeśli dostęp do zasobów sieci odbywał się poprzez sieć lokalną, stacja zdalna usuwana jest z listy aktualnie obsługiwanych stacji (jeśli przyjęto możliwość jednoczesnego dostępu do zasobów sieci dla więcej niż jednego użytkownika).

5. Podsumowanie

Zasoby hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI mogą być udostępnione dla stacji zdalnej poprzez moduł nadrzędny MN, który steruje pracą sieci polowej. Zasoby sieci polowej reprezentowane są przez zmienne stanu (rys.1), które zasłaniają rzeczywisty charakter zasobu, np. sposób realizacji rozkazu odczytu temperatury z czujnika dołączonego do modułu Slave. Z punktu widzenia stacji zdalnej cała sieć hierarchiczna składa się ze zmiennych, które można wskazać za pomocą adresu (lokalizacji w sieci hierarchicznej).

Przedstawiony protokół zdalnego dostępu do zasobów sieci hierarchicznej (rys. 5, tabela 2) można wykorzystać do budowy rozproszonego systemu akwizycji danych lub systemu monitorowania pracy wielu sieci polowych. Możliwa jest również integracja separowanych

sieci polowych. Stacja zdalna może komunikować się z wieloma modułami MN i w ten sposób tworzyć kolejny poziom w hierarchicznej strukturze sieci polowej. Zastosowanie do komunnikacji pomiędzy stacją zdalną a modułem MN rozkazów w formacie SCPI odciąża od konieczności stosowania konwersji przy komunikacji pomiędzy oddalonymi sieciami polowymi.

Specyfika pracy hierarchicznej sieci polowej wymaga zastosowania mechanizmów pozwalających na ograniczenie ingerencji w pracę sieci. Dostęp do zmiennych znajdujących się wewnątrz sieci (poza zmiennymi wewnętrznymi stacji MN) powoduje ingerencję w pracę sieci hierarchicznej. Konieczne jest bowiem wysłanie rozkazu zapytania o stan wskazanej zmiennej. Zakres ingerencji zależy od "głębokości", na jaką ma być przesłany rozkaz dostępu do zmiennej. W związku z tym liczbę odwołań do zmiennych zewnętrznych modułu MN lub bezpośrednio do zmiennych znajdujących się w sieci należy ograniczyć, tak aby ruch powodowany zdalnym dostępem miał minimalny wpływ na pracę całej sieci.

Określając sposób dostępu do zmiennych sieci hierarchicznej, można przyjąć dwa warianty: pierwszy umożliwia dostęp tylko do zmiennych wewnętrznych modułu MN, drugi natomiast umożliwia dostęp do dowolnych zmiennych znajdujących się w sieci.

Pierwszy wariant umożliwia ograniczony dostęp do zasobów sieci i wymusza zastosowanie mechanizmu mapowania pewnych zmiennych znajdujących się bezpośrednio w sieci na zmienne wewnętrzne modułu MN. Rozwiązanie to nie powoduje bezpośredniego wzrostu obciążenia sieci.

Drugi wariant zakłada dostęp do dowolnych zasobów sieci i wprowadza niebezpieczeństwo zbyt dużego obciążenia sieci. Cykliczny dostęp do zmiennej znajdującej się w urządzeniu pracującym na najniższym poziomie hierarchii może spowodować zablokowanie pracy fragmentu sieci, poprzez który transmitowany jest rozkaz oraz ramka odpowiedzi. Dlatego konieczne jest ograniczenie ilości zapytań kierowanych bezpośrednio do urządzeń pracujących w sieci. Można przyjąć, że bezpośredni dostęp do urządzeń pracujących w sieci hierarchicznej może być realizowany tylko przez określony typ użytkownika lub można założyć, że dostęp do zmiennych będzie nadzorowany przez kontroler systemu, który w zależności od obciążenia sieci będzie realizował rozkazy dostarczone przez stacje zdalne.

Dzięki zastosowaniu jednolitego systemu zmiennych, będących zasobami sieci hierarchicznej, można po ustaleniu kanału przesyłu danych do komunikacji z modułem MN wykorzystać strukturę języka SCPI. Dodatkową zaletą jednolitego systemu zasobów sieci hierarchicznej jest możliwość zastosowania języka SCPI nie tylko do komunikacji wewnątrz sieci, ale również na zewnątrz, czyli do komunikacji ze stacją zdalną.

Przedstawione rozwiązanie może być zastosowane zarówno do zdalnego monitorowania pracy sieci polowej jak również do budowy rozporoszonego systemu akwizycji danych.

Dodatkowo, dzięki zastosowaniu języka SCPI do dostępu do zmiennych stanu, można przedstawiony system wykorzystać do integracji separowanych hierarchicznych sieci polowych. Jedynym ograniczeniem jest w tym przypadku czas potrzebny na komunikację z wybranymi sieciami polowymi.

LITERATURA

1. Mielczarek W., Pawłowski R.: Hierarchiczna sieć polowa sterowana rozkazami języka SCPI. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z.34, Gliwice 1997.
2. Pawłowski R.: Stacja Master hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 34, Gliwice 1998.
3. Pawłowski R.: Autonomia pracy podsieci w hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 36, Gliwice 1999.
4. Zaręba G.: Sieć magistralowa urządzeń pomiarowych oparta na interfejsie RS-485. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 30, Gliwice 1996.
5. Zaręba G.: Sterowanie hierarchiczną siecią polową w środowisku HP-VEE. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 34, Gliwice 1998.
6. Zaręba G.: Identyfikacja modułów komunikacyjnych i urządzeń podłączonych do hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 36, Gliwice 1999.
7. Stevens W. R.: Programowanie zastosowań sieciowych w systemie UNIX. WNT, Warszawa 1995.

Recenzent: Dr inż. Dariusz Caban

Wpłynęło do Redakcji 29 marca 2000 r.

Abstract

The hierarchical fieldbus controlled by the SCPI commands is built up with single bus networks connected together in a tree resembling structure. The fieldbus has one main device (MN) which maintains and manages work of each single bus network. There are many kinds of devices, which can work in the hierarchical fieldbus, e.g. measurement devices,

controllers and data acquisition units. Due to variety of devices working in the fieldbus, a uniform system is used to allow easier representation of the resources of the fieldbus. Each device working in the fieldbus is represented as a set of state variables, abstract objects that hide the real character of the device. The system of state variable builds homogenous resources system independent of the devices working in the fieldbus.

Access to the state variables is accomplish by a ":VAR" command, which can perform read and write operation. The remote access to the resources of the hierarchical fieldbus could be realized with utilization of local network or a telephone line. The resources of the fieldbus are accessible through the main device (MN), which communicates with the devices working in the fieldbus. A telephone line can be used to build a point to point system. LAN network can be used with any of the communication protocols e.g. IPX/SPX or TCP/IP to also create a point to point system. When the LAN network supports the TCP/IP protocols and is connected to the Internet, remote access can be made from any station, which also has an access to the Internet.

The remote access between a remote station and a main device of the fieldbus is controlled by a protocol, which consists of five stages. The first stage is a connecting stage, second an authentication and right permission process. In the next stage, the remote station reads and writes specified state variables. The fourth and fifth stages are used to close the data exchange channel and to disconnect remote station from the main device of the fieldbus. Using the SCPI commands to access the state variables can be helpful to integrate separated fieldbuses and hence extend scale of a system built with the hierarchical fieldbuses.