

Grzegorz ZARĘBA

Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

PARAMETRIZACJA CZASOWA MODUŁÓW KOMUNIKACYJNYCH HIERARCHICZNEJ SIECI POLOWEJ STEROWANEJ ROZKAZAMI JĘZYKA SCPI¹⁾

Streszczenie. W artykule przedstawiono zasady wymiany danych obowiązujące w hierarchicznej sieci polowej oraz zależności czasowe występujące podczas komunikacji z urządzeniami pracującymi na różnych poziomach hierarchii.

TIME PARAMETRIZATION OF THE COMMUNICATION MODULES OF THE FIELDBUS CONTROLLED BY SCPI COMMANDS

Summary. This article presents principles of data exchange in the hierarchical fieldbus controlled by the SCPI commands. The analysis of data flow in the fieldbus and calculation of transaction time are also presented. Transaction time depended on hierarchy level is used as a time parameter of communication devices.

1. Wstęp

Hierarchiczna sieć polowa sterowana rozkazami języka SCPI [1] stanowi połączenie sieci jednostkowych opartych na topologii magistralowej i pracujących pod kontrolą protokołu Modbus. Zgodnie z protokołem Modbus każda sieć jednostkowa sterowana jest przez nadrzędny moduł typu Master. W sieci hierarchicznej rozszerzono funkcje modułu Master o funkcje komunikacyjne. Powstał w ten sposób moduł nazwany Masterem Pośrednim, za pomocą którego poszczególne sieci jednostkowe łączone są w strukturę hierarchiczną.

¹⁾Publikacja powstała w ramach projektu badawczego 302/T11/97/12 finansowanego z funduszu Komitetu Badań Naukowych

Moduły typu Master Pośredni umożliwiają komunikację pomiędzy siecią jednostkową, dla której są modulem nadrzędnym, oraz siecią znajdującą się na poziomie wyższym, dla której moduły MP są widziane jako urządzenia typu Slave. Pierwszy poziom hierarchii dostępny jest przez modul sterujący pracą całej sieci oznaczony jako Master Nadrzędny. Dostęp do każdego kolejnego poziomu hierarchii odbywa się poprzez moduły komunikacyjne MP. Z punktu widzenia wymiany danych istotne jest określenie zależności czasowych występujących podczas transmisji danych pomiędzy poszczególnymi poziomami hierarchii.

W stosunku do standardowej sieci pracującej pod kontrolą protokołu Modbus, dodatkowym parametrem wpływającym na czas realizacji transakcji w sieci hierarchicznej jest poziom, na którym znajduje się urządzenie adresowane podczas transakcji. Zmienia się więc czas związany z wymianą danych odbywającą się pomiędzy urządzeniami nadrzędnymi a urządzeniami typu Slave (poszczególne sieci jednostkowe posiadają pewną autonomię). Ma to również wpływ na przepustowość sieci.

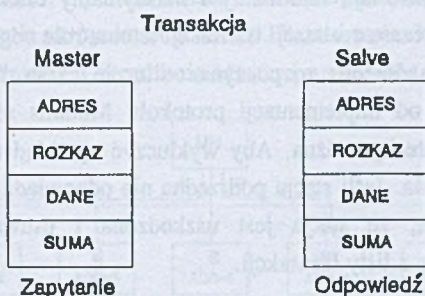
W artykule przedstawiono analizę przepływu danych odbywających się w hierarchicznej sieci polowej z uwzględnieniem specyfiki języka SCPI sterującego pracą sieci. Określono również czas realizacji transakcji w zależności od poziomu hierarchii.

2. Przepływ danych w hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI

Komunikacja w hierarchicznej sieci polowej oparta jest na protokole Modbus. Protokół ten przeznaczony jest dla sieci o topologii magistralowej z deterministycznym dostępem do łącza typu Master-Slave. Wymiana danych odbywa się na zasadzie transakcji, w której biera udział dwa urządzenia: urządzenie inicjujące transakcję - urządzenie typu Master i urządzenie wykonujące rozkaz zawarty w transakcji - urządzenie Slave (ilustruje to rys. 1).

Moduł Master wysyła ramkę zapytania do określonego za pomocą pola adresowego modułu Slave. Ramka, zawierająca oprócz adresu kod rozkazu oraz dane, zabezpieczona jest sumą kontrolną. W odpowiedzi na ramkę zapytania moduł Slave wysyła ramkę odpowiedzi o identycznej strukturze. Całość tworzy transakcję, która umożliwia komunikację z dowolnym urządzeniem Slave pracującym w danej sieci.

Ważną właściwością protokołu Modbus jest jego zabezpieczenie przed zablokowaniem w przypadku braku odpowiedzi od strony urządzenia Slave. Do tego celu służy parametr czasowy ograniczający czas trwania transakcji do nieprzekraczalnej wartości zwanej maksymalnym czasem oczekiwania na odpowiedź (ang. time out).



Rys. 1. Transakcja w systemie Modbus

Fig. 1. Modbus transaction

Czas wykonania transakcji zależy od kilku czynników: długości ramki zapytania, prędkości transmisji, czasu realizacji rozkazu przez urządzenie podrzędne oraz długości ramki odpowiedzi. Czas realizacji transakcji (minimalny) można więc przedstawić za pomocą wzoru:

$$t_{min} = T_{QF} + T_E + T_{RF} \quad (1)$$

gdzie:

- t_{min} - minimalny czas transakcji,
- T_{QF} - czas transmisji ramki zapytania,
- T_{RF} - czas transmisji ramki odpowiedzi,
- T_E - czas realizacji rozkazu przez urządzenie Slave.

Czas realizacji rozkazu T_E uwzględnia czas potrzebny na wykonanie rozkazu oraz na przygotowanie ramki odpowiedzi. Wzór (1) jest prawdziwy w przypadku prawidłowego wykonania transakcji, czyli adresat wykona poprawnie rozkaz i wyśle ramkę odpowiedzi. Jeśli adresat ramki zapytania nie odpowie (jest uszkodzony lub wystąpił błąd ramki), wówczas należy odliczyć maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź. Czas transakcji (maksymalny) w takim przypadku można wyznaczyć za pomocą wzoru:

$$t_{max} = T_{QF} + T_{OUT} \quad (2)$$

gdzie:

- t_{max} - maksymalny czas transakcji,
- T_{QF} - czas wysłania ramki zapytania,
- T_{OUT} - maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź.

Wzory (1) oraz (2) określają minimalny i maksymalny czas realizacji transakcji. W przypadku maksymalnego czasu realizacji transakcji istotną rolę odgrywa czas oczekiwania na odpowiedź T_{OUT} . Stacja nadrzędna rozpoczyna odliczenie czasu T_{OUT} po wysłaniu ramki zapytania. W zależności od implementacji protokołu Modbus reakcja stacji Master po odliczeniu czasu T_{OUT} może być różna. Aby wykluczyć np. błąd transmisji, dokonuje się retransmisji ramki zapytania. Jeśli stacja podrzędna nie odpowiada na powtórne zapytanie, najczęściej przyjmuje się, że stacja jest uszkodzona i usuwa wszystkie transakcje przeprowadzane z tą stacją z listy transakcji.

2.1. Adresowanie modułów w sieci hierarchicznej

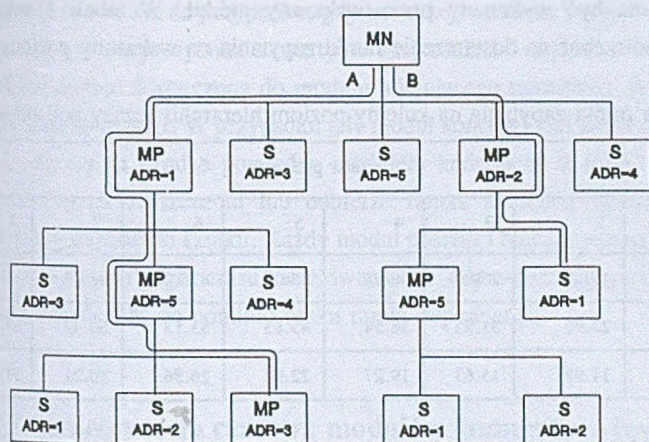
W protokole Modbus urządzenia podrzędne adresowane są za pomocą unikalnego adresu z zakresu $1 \div 247$ umieszczanego w polu adresowym. W hierarchicznej sieci polowej adresowanie urządzeń odpowiada tym zasadom tylko odnośnie do pojedynczej podsieci. Ramka zapytania zawiera w polu adresowym lokalizację urządzenia znajdującego się w obrębie pojedynczej podsieci. Pozostała część adresu wraz z właściwym rozkazem przekazywana jest w polu danych [2]. Przykładowo, jeśli urządzenie nadrzędne chce zrealizować transakcję z modulem podrzędnym o adresie ':DEV12:DEV3:DEV5', wówczas w polu adresowym ramki zapytania umieszcza adres 12, a w polu danych pozostałą część adresu, czyli ':DEV3:DEV5' oraz właściwy rozkaz przeznaczony do realizacji [3]. W polu rozkazu umieszczany jest kod rozkazu żądającego przekazanie ramki dalej.

Każdy moduł pośredniczący w wymianie ramki zapytania sprawdza kod rozkazu. Jeśli jest to rozkaz żądający przekazanie ramki na kolejny poziom hierarchii, wówczas moduł pośredni przygotowuje ramkę zapytania, w której pole adresu zawiera adres odczytany z przesyłanego rozkazu SCPI, w polu danych znajduje się pozostały po obcięciu pierwszego członu adresowego rozkaz SCPI. Jeśli rozkaz SCPI przeznaczony jest dla modułu znajdującego się bezpośrednio na kolejnym poziomie hierarchii, wówczas w polu rozkazu umieszczany jest kod rozkazu żądający wykonania przesłanego w polu danych rozkazu SCPI. Jeśli rozkaz SCPI zawiera kolejne człony adresowe, w polu adresu umieszczany jest rozkaz żądający przekazania ramki na kolejny poziom hierarchii.

2.2. Komunikacja w sieci hierarchicznej

Każdą sieć jednostkową sieci hierarchicznej można rozpatrywać jako pojedynczą sieć magistralową pracującą pod kontrolą protokołu Modbus. Transakcja przeprowadzana w sieci hierarchicznej jest więc zgodna z transakcją protokołu Modbus. Różnica polega na tym, że w sieci hierarchicznej ramka zapytania może być przeznaczona dla urządzeń pracujących na

różnych poziomach hierarchii. Z punktu widzenia urządzenia inicjującego transakcję zmienia się jedynie czas oczekiwania na ramkę odpowiedzi. Ramki mają do przebycia drogę zależną od liczby poziomów, jakie dzieli urządzenie Master i urządzenie Slave (rys. 2).



Rys. 2. Przepływ danych w sieci hierarchicznej
Fig. 2. Data flow in the hierarchical fieldbus

Podczas realizacji każdej transakcji urządzenie inicjujące wymianę danych musi uwzględnić poziom, na którym znajduje się adresat ramki zapytania. Według rysunku 2, droga A, jaką przebywa ramka zapytania wysłana przez urządzenie Master Nadrzędny do urządzenia MP (o adresie ':DEV1:DEV5:DEV3'), jest dłuższa niż droga B, jaką pokonuje ramka zapytania adresowana do urządzenia Slave (adres ':DEV2:DEV1'). W związku z tym czas oczekiwania na ramkę odpowiedzi powinien się różnić dla transakcji A i transakcji B.

W sieci hierarchicznej czas przekazania ramki do właściwego modułu końcowego zależy od ilości poziomów, jakie ma do pokonania ramka zapytania. Zgodnie z tym czas, po jakim ramka zapytania dotrze do adresata, można określić za pomocą wzoru:

$$t_d(j) = \sum_{i=1}^j (T_{OF}(i) + T_i) \quad (3)$$

gdzie:

- j - liczba poziomów, przez które należy przesłać ramkę,
- $T_{OF}(i)$ - czas transmisji ramki zapytania przez i -ty poziom,
- T_i - czas interpretacji ramki.

Podczas transmisji przez kolejny poziom długość ramki zapytania zmniejsza się o człon adresowy ':DEVxxx' wykorzystywany do wskazania kolejnego modułu pośredniczącego w przekazywaniu ramki. Na docelowym poziomie ramka zapytania zawiera tylko właściwy rozkaz SCPI, jaki ma być wykonany przez wskazany moduł. W tabeli 1 zestawiono przykładowe czasy potrzebne na dostarczenie ramki zapytania na wskazany poziom.

Tabela 1

Czasy dostarczenia ramki zapytania na kolejny poziom hierarchii (czasy podano w ms)

Prędkość transmisji [b/s]	Numer poziomu							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1200	133.3	191.7	250.0	308.3	366.7	425.0	483.3	541.7
9600	16.67	23.96	31.25	38.54	45.83	53.13	60.42	67.71
19200	8.33	11.98	15.63	19.27	22.92	26.56	30.21	33.85

Po czasie $t_d(j)$ ramka zapytania zostanie przekazana do adresata. Następnym krokiem jest wykonanie rozkazu zawartego w ramce przez urządzenie docelowe, przygotowanie ramki odpowiedzi i wysłanie jej do modułu inicjującego transakcję. Każdy moduł pośredni znajdujący się na drodze przekazywania ramki zapytania oczekuje na ramkę odpowiedzi, aby następnie przesłać ją do sieci jednostkowej, w której została zainicjowana transakcja. W celu zabezpieczenia pracy całej sieci, jak również jej poszczególnych podsieci każdy moduł pośredni oczekuje na ramkę odpowiedzi tylko przez określony czas T_{OUT} . Jednak w związku z występowaniem hierarchii czas ten będzie różny dla poszczególnych modułów.

Czas potrzebny na przekazanie ramki odpowiedzi do urządzenia inicjującego transakcję również zależy od drogi, jaką ma przebyć ramka, z tym że ramka odpowiedzi nie zmienia swojego rozmiaru podczas transmisji przez poszczególne poziomy hierarchii. Można więc wyznaczyć czas potrzebny na dostarczenie odpowiedzi na podstawie zależności:

$$t_r(j) = j \cdot (T_{RP} + T_p) \quad (4)$$

Sumując czasy uzyskane na podstawie wzorów (3) oraz (4), otrzymamy minimalny czas potrzebny na realizację transakcji w hierarchicznej sieci polowej:

$$t_r(j) = t_d(j) + t_r(j) = \sum_{i=1}^j (T_{Qp}(i) + T_p) + j \cdot (T_{RP} + T_p) \quad (5)$$

Przyjmując, że czas transmisji ramek zapytania i odpowiedzi jest wielokrotnie większy od czasu interpretacji ramki (czasy transmisji ramek są rzędu kilkuset milisekund, natomiast czasy interpretacji rzędu kilku milisekund), możemy wzór (5) zredukować do postaci:

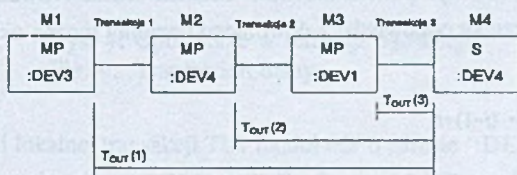
$$t_j(i) = \sum_{l=1}^j T_{QF}(l) + j \cdot T_{RF} \quad (6)$$

Wzór (6) odnosi się do przypadku, gdy transakcja zostanie przeprowadzona prawidłowo, czyli moduł końcowy wykona zawarty w niej rozkaz i wyśle ramkę odpowiedzi, która zostanie bezbłędnie dostarczona do modułu inicjującego transakcję. Jest to więc minimalny czas realizacji transakcji. W przypadku gdy moduł końcowy lub jeden z modułów pośrednich znajdujących się na drodze pomiędzy modulem końcowym a modulem rozpoczynającym transakcję ulegnie zniszczeniu lub odbierze ramkę z błędną sumą kontrolną, wówczas transakcja nie dojdzie do skutku. Każdy moduł pośredni biorący udział w transakcji może na podstawie maksymalnego czasu oczekiwania na odpowiedź T_{OUT} stwierdzić, że bieżąca transakcja zakończyła się pomimo braku ramki odpowiedzi.

3. Parametryzacja czasowa modułów komunikacyjnych

Zakończenie transakcji w sieci opartej na protokole Modbus może nastąpić w dwojaki sposób: zostanie odebrana ramka odpowiedzi lub moduł inicjujący transakcję odliczy odcinek czasu odpowiadający maksymalnemu czasowi oczekiwania na odpowiedź. W jednopoziomowej sieci magistralowej czas T_{OUT} jest stały i obowiązuje podczas każdej transakcji. W sieci hierarchicznej czas ten powinien zależeć od długości drogi, jaką przebywają ramki zapytania i odpowiedzi przekazywane przez kolejne moduły pośrednie.

Transakcję w sieci hierarchicznej można traktować jako szereg transakcji inicjowanych przez kolejne moduły pośrednie znajdujące się na drodze przekazywanej ramki zapytania. Każdy moduł pośredni pracujący w sieci hierarchicznej musi więc znać odległość, określoną przez liczbę poziomów, jaka dzieli je od urządzenia, dla którego przeznaczona jest ramka zapytania. Przykładową transakcję z modulem Slave o adresie ':DEV3:DEV4:DEV1:DEV4' ilustruje rys. 3.



Rys. 3. Transakcja w hierarchicznej sieci polowej
Fig. 3. Transaction in the hierarchical fieldbus

Zgodnie z rys. 3 transakcja zapoczątkowana przez moduł M1 powoduje zainicjowanie transakcji 2 przez moduł M2, a następnie transakcji 3, którą realizuje moduł M3. Transakcje 2 oraz 3 są z punktu widzenia modułu M1 niewidoczne, jednak aby moduł ten mógł prawidłowo określić koniec transakcji 1, należy uwzględnić również czasy realizacji transakcji 2 oraz 3. Tylko w ten sposób moduł M1 może stwierdzić, czy aktualnie realizowana transakcja dobiegła już końca, czy też należy czekać na ramkę odpowiedzi.

3.1. Czas T_{OUT} w sieci sterowanej przez moduł MN

W sytuacji gdy cały ruch w sieci sterowany jest przez moduł nadrzędny MN, czas oczekiwania na odpowiedź podczas transakcji z modulem znajdującym się na j -tym poziomie można w prosty sposób określić jako iloczyn liczby poziomów, jakie ma do przebycia ramka zapytania i podstawowego czasu T_{OUT} :

$$T_o(j) = j * T_{OUT} \quad (7)$$

Należy jedynie określić wartość podstawowego czasu T_{OUT} , liczba poziomów wyznaczona jest na podstawie długości adresu (liczby członów adresowych ':DEV'). Na podstawie tych dwóch wartości każdy moduł biorący udział w transakcji może określić czas, jaki należy odliczyć, zanim przyjmie się błędne zakończenie transakcji.

Podstawowy czas T_{OUT} powinien być dobrany tak, aby pozwolić na realizację przesłanego rozkazu oraz na przygotowanie ramki odpowiedzi przez najwolniejszy moduł pracujący w sieci. Z drugiej strony zbyt duża wartość czasu T_{OUT} może powodować spowolnienie pracy całej sieci. Na podstawie wzoru (1) można określić minimalny czas, w jakim może być zrealizowana transakcja. Górne ograniczenie czasu T_{OUT} zależy przede wszystkim od parametrów czasowych przyjętych dla danego zastosowania sieci i związane jest z przyjętą liczbą transakcji, jaka ma być realizowana w określonym przedziale czasowym. Aby wykluczyć sytuację, w której moduł znajdujący się na wyższym poziomie hierarchii kończy odliczanie czasu T_o przed modulem znajdującym się na poziomie niższym, można dodatkowo dla każdego poziomu doliczyć pewien niewielki odcinek czasu. Wówczas wzór określający czas oczekiwania na ramkę odpowiedzi z dowolnego poziomu można określić w następujący sposób:

$$T_o(j) = j * T_{OUT} + (j-1) * t_x \quad (8)$$

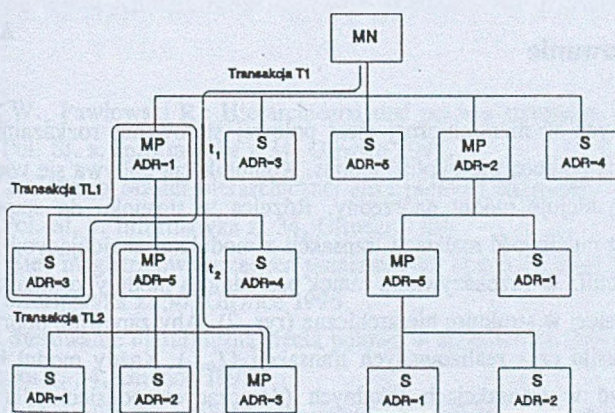
gdzie:

t_x - dodatkowy czas czekania na odpowiedź.

Stwierdzenie zakończenia transakcji poprzez odliczenie czasu T_{OUT} powinno nastąpić sukcesywnie począwszy od modułu znajdującego się na najniższym poziomie, a skończywszy na module, który inicjował transakcję.

3.2. Czas T_{OUT} w sieci z autonomią sieci jednostkowych

Jednym z założeń przyjętych podczas projektowania hierarchicznej sieci polowej była autonomia pracy poszczególnych sieci jednostkowych. Czyli, niezależnie od modułu nadrzędnego MN, w dowolnej sieci jednostkowej mogą być równolegle realizowane transakcje (niezależnie w każdej podsieci). Rozwiązanie takie pozwala na podział zadań związanych np. ze zbieraniem danych na poszczególne podsieci, wprowadza jednak pewne utrudnienia związane z określeniem czasu realizacji transakcji. Dostarczenie ramki zapytania na odpowiedni poziom hierarchii może być opóźnione przez transakcje realizowane przez poszczególne moduły pośrednie. Zanim więc ramka zapytania zostanie przekazana dalej, moduł pośredni musi zakończyć aktualnie realizowaną transakcję. Taka sytuacja może się powtórzyć dla każdego modułu pośredniego znajdującego się na drodze ramki zapytania. Sytuację taką ilustruje rys. 4.



Rys. 4. Opóźnienie w realizacji transakcji

Fig. 4. Transaction delay

Podczas realizacji lokalnej transakcji TL1 moduł MP o adresie ':DEV1' otrzymuje ramkę zapytania od modułu nadrzędnego MN (rys.4). Zanim moduł MP przekaże ramkę zapytania do swojej podsieci, musi zakończyć bieżącą transakcję. Podobnie kolejny moduł pośredni MP znajdujący się na drodze ramki zapytania realizuje lokalną transakcję i musi wstrzymać wysłanie ramki zapytania do czasu zakończenia transakcji lokalnej.

Wyznaczenie maksymalnego czasu oczekiwania na odpowiedź T_{OUT} w systemie z autonomią pracy sieci jednostkowych powinno więc uwzględniać możliwość realizacji przez moduły pośrednie MP transakcji lokalnych. Można przyjąć, że w obrębie pojedynczych podsieci obowiązuje czas podstawowy T_{OUT} (stosowany w transakcjach ograniczających się do pojedynczej podsieci). Natomiast przy realizacji transakcji przekraczających jeden poziom hierarchii czas T_o będzie stanowił sumę podstawowych czasów T_{OUT} podwojoną dla każdego poziomu, przez który przekazywana jest ramka zapytania oraz czas T_{OUT} odliczany dla sieci, w której pracuje moduł inicjujący całą transakcję. Zależność tę można przedstawić za pomocą wzoru:

$$T_o(j) = 2*j*T_{OUT} + T_{OUT} = (2*j+1)*T_{OUT} \quad (9)$$

Na podstawie wzoru (9) każdy moduł komunikacyjny określa maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź, jaki ma odliczyć podczas realizacji transakcji. W przypadku gdy transakcja dotyczy poziomu, na którym znajduje się moduł komunikacyjny, czas oczekiwania na odpowiedź również wyznacza się na podstawie wzoru (9), przyjmując przy tym numer poziomu równy 0.

4. Podsumowanie

Wymiana danych w hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI realizowana jest za pomocą protokołu Modbus. Komunikacja odbywa się więc w oparciu o transakcję, którą inicjuje moduł nadrzędny. Różnicą w stosunku do standardowej sieci magistralowej jest możliwość realizacji transakcji z modułami znajdującymi się na różnych poziomach hierarchii. W przekazywaniu ramek pośredniczą moduły komunikacyjne łączące poszczególne podsieci w strukturę hierarchiczną (rys. 2). Aby zapewnić poprawne działanie sieci, należy określić czas realizowanych transakcji (T_{OUT}). Każdy moduł komunikacyjny może uczestniczyć w transakcjach lokalnych (dotyczących podsieci, dla której moduł komunikacyjny jest modulem nadrzędnym) lub w transakcjach globalnych, w których moduł komunikacyjny pełni rolę pośrednika.

Określenie czasu realizacji transakcji powinno uwzględniać czas dostarczenia ramki zapytania do adresata (tab. 1, wzór (6)) oraz czas przekazania odpowiedzi zwrotnej. Transakcja realizowana w sieci hierarchicznej może być rozpatrywana jako ciąg pojedynczych transakcji odbywających się pomiędzy kolejnymi poziomami hierarchii biorącymi udział w dostarczeniu ramki zapytania do wskazanego modułu końcowego (rys. 3). Zakładając centralne sterowanie siecią hierarchiczną przez moduł nadrzędny MN, można przyjąć, że

maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź (maksymalny czas realizacji transakcji) nie może przekroczyć wartości obliczonej na podstawie wzoru (8).

Przyjęcie możliwości autonomicznej pracy pojedynczych podsieci wymaga zmodyfikowania sposobu wyznaczania czasu oczekiwania na odpowiedź. Wprowadzane jest bowiem dodatkowe opóźnienie związane z przekazaniem ramki zapytania na wskazany poziom. Odebranie ramki zapytania z poziomu wyższego może nastąpić podczas realizacji lokalnej transakcji w podsieci, która uczestniczy w przekazaniu ramki (rys. 4). Opóźnienie wnoszone w ten sposób nie przekracza pojedynczego czasu oczekiwania na odpowiedź i po uwzględnieniu umożliwia poprawne określenie czasu potrzebnego na realizację transakcji opisanego wzorem (9).

Każdy moduł komunikacyjny pracujący w hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI musi mieć możliwość dynamicznego określania czasu oczekiwania na odpowiedź podczas realizacji transakcji. Wiąże się to bezpośrednio z hierarchiczną strukturą sieci oraz z możliwością realizacji transakcji z modułami, których 'odległość' od stacji inicjującej transakcję może zawierać się w granicach od 1 do liczby poziomów, jakie posiada dana sieć hierarchiczna.

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. Zareba G.: Sieć magistralowa urządzeń pomiarowych oparta na interfejsie RS-485. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 30, Gliwice 1996.
4. Zareba G.: Sterowanie hierarchiczną siecią polową w środowisku HP-VEE. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 34, Gliwice 1998.
5. Zareba G.: Identyfikacja modułów komunikacyjnych i urządzeń podłączonych do hierarchicznej sieci polowej sterowanej rozkazami języka SCPI. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 36, Gliwice 1999.

Recenzent: Dr inż. Dariusz Caban

Wpłynęło do Redakcji 22 marca 2000 r.

Abstract

The data exchange in the fieldbus is realized using the Modbus protocol. The base of the Modbus communication is a transaction, which is initialized by a Master device. This transaction consists of two frames: a request frame and an answer frame. Modbus protocol is designed only for bus networks. Due to the hierarchy, transaction has to be extended to enable a communication with any device working on one of the fieldbus level.

Time required to execute one transaction depends on a frame length, a transmission speed, a command execution time and on the distance between a Master and a Slave device. The Master device, which initializes transaction, has to know when the transaction is complete. The transaction is complete when a Master device within the period called 'time out' receives an answer frame. Otherwise it is ignored.

In a single Modbus network each device has a unique address which is used during transaction. In the hierarchical fieldbus each separated bus network has the same rules of addressing, but if they are located in the separated networks, more than one device can have the same address. To allow a univocal specification of a device in the hierarchical network an additional mechanism of addressing is required. In the hierarchical fieldbus an address of any device has a full path which specifies the path that request frame has to travel to get the receiver.

Each transaction in the hierarchical fieldbus consists of consecutive Modbus transactions initialized by one of the Master devices. Time needed to realize one transaction depends on distance (expressed as number of hierarchy levels) between the Master device and the Slave device. Additionally there is a possibility that the request frame can be delayed during delivery by a subnet, which realizes local transaction (in the range of one subnet).