

Andrzej KWIECIEŃ, Piotr GAJ
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

KRYTERIA DOBORU PROTOKOŁÓW KOMUNIKACYJNYCH W SIECIACH PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. Autorzy artykułu podejmują próbę przedstawienia zasad doboru protokołów komunikacyjnych dla różnego typu zastosowań sieci komputerowych w przemyśle. Prezentowane kryteria bazują na zamieszczonej klasyfikacji zastosowań sieci oraz na istotnych pojęciach, związanych ze specyfiką sieci przemysłowych, takich jak determinizm czasowy czy przepustowość.

COMMUNICATION PROTOCOLS SELECTION RULES IN INDUSTRIAL NETWORK

Summary. Authors of this article try to show a few communication protocols selection rules for any kind of computer network solution in industry. Described criteria are based on included network application classification and important ideas connected with a industrial network specificity, just like time determinism or capacity.

1. Wstęp

Obecnie na rynku występuje duża różnorodność komercyjnych rozwiązań problemu transmisji danych w najniższych warstwach obiegu informacji, dedykowanych dla zastosowań bezpośredniej kontroli procesu produkcji. Spotyka się rozwiązania zarówno kosztowne, jak i tanie, umożliwiające szybki transfer informacji, a także mniej wydajne. Każda firma podpisująca się pod danym rozwiązaniem twierdzi, iż ten protokół, a nie żaden inny, jest najlepszy i stanowi właściwy kierunek na przyszłość lub udowadnia swoją wyższość przedstawiając rachunek ekonomiczny podparty rachunkiem prawdopodobieństwa. Analizując literaturę [6, 18, 22, 24] i inne oraz dane techniczne dotyczące różnych sieci

komputerowych stosowanych w przemyśle trudno jest definitywnie wybrać jedno lub dwa rozwiązania, które przynajmniej częściowo cechowałby uniwersalizm zastosowań lub genialność koncepcji. Artykuł ten ma na celu przybliżenie czytelnikowi problemów, na jakie należy zwrócić uwagę, aby wybrany przez użytkownika lub aplikanta protokół był zawsze najbardziej optymalny względem potrzeb.

Aby ustrzec się nieporozumień odnośnie do dziedziny zastosowań uwzględnianych protokołów komunikacyjnych, poniżej zdefiniowano strukturę sieciowego obiegu informacji typowego zakładu przemysłowego. Zawiera ona cztery poziomy:

Poziom 1 – stanowi poziom wymiany danych związanych z bezpośrednim stanem urządzeń wykonawczych, zadajników, pomiarów oraz bezpośrednim sterowaniem, transmisją rozkazów, potwierżeń itp. Obieg informacji dotyczy tylko konkretnego procesu technologicznego i obiektów z nim związanych. Ruch na tym poziomie w niewielkim stopniu może zależeć od użytkownika. Poziom ten ma bezpośredni wpływ na realizację procesu technologicznego.

Poziom 2 – stanowi sieć nadzorczą obsługującą wymianę informacji pomiędzy stacjami użytkowników – nadzorców procesu. Obieg informacji dotyczy grupy procesów i umożliwia wymianę danych między nimi. Zwiększenie lub stabilizacja ruchu w dalszym ciągu nie zależy w dużej mierze od użytkownika. Poziom ten ma pośredni wpływ na realizację procesu technologicznego.

Poziom 3 – stanowi sieć nadrzędną. Zwykle funkcję tę pełni zakładowa sieć lokalna. Sieć ta obsługuje wymianę informacji pomiędzy stacjami roboczymi wszelakich użytkowników w zakładzie. W szczególności zachodzi wymiana danych pomiędzy stacjami nadrzędnymi a serwerami i aplikacjami pracującymi na stacjach planowania i przygotowania produkcji, magazynów, kadr, kierownictwa itp. Intensywność ruchu w sieci w dużym stopniu zależy od jej użytkowników. Przebieg procesu technologicznego jest już tylko monitorowany.

Poziom 4 – stanowi sieci zewnętrzne. Wszelkie sieci pozazakładowe dołączone do lokalnych struktur sieciowych zakładu nie mają wpływu na przebieg procesu. Ruch zależy od bardzo wielu czynników.

Sieci, których dotyczy niniejszy artykuł, znajdują zastosowanie tylko na poziomie pierwszym tak skonstruowanego systemu obiegu informacji. Najczęściej sieci takie spełniają funkcje dystrybucji danych dla obiektów uczestniczących w procesach sterowania, regulacji i wizualizacji.

Abonentów pracujących na tym poziomie można podzielić na następujące kategorie:

- prosty abonent obiektowy (AP) – urządzenie funkcjonalnie dedykowane (np. pomiarowe, wykonawcze) wraz z interfejsem sieci,
- złożony abonent obiektowy (AZ) – urządzenie funkcjonalnie uniwersalne (np. swobodnie programowalny sterownik),

- stacja nadrzędna (SN) – urządzenie stanowiące pośrednictwo z użytkownikiem.

Proces wymiany informacji odbywa się na płaszczyznach:

- abonent obiektowy → abonent obiektowy (AP→AZ, AZ→AP) sterowanie, wymiana danych, synchronizacja procesu itp.,
- abonent obiektowy → stacja nadrzędna (AP→SN, AZ→SN) monitoring, wizualizacja, raportowanie, synchronizacja procesu,
- stacja nadrzędna → abonent obiektowy (SN→AP, SN→AZ) polecenia i rozkazy, synchronizacja procesu.

Dla określenia kryteriów doboru protokołu niezbędne jest wykonanie:

- klasyfikacji sieci względem specyfiki ruchu,
- określenia wymogów czasowych transmisji,
- określenia sprawności i przepustowości protokołu.

Każdy protokół komunikacyjny służy do przesyłania informacji. Przesyłanie to może odbywać się na różne sposoby różniąc między sobą protokoły. Jednakowoż wszystkie z nich generują w sieci ruch w postaci różnego typu transakcji obsługujących zarówno informacje użyteczne, jak i informacje stanowiące narzut samego protokołu. Przyglądając się ogólnie ruchowi w sieci można spróbować określić jego specyfikę i intensywność. Specyfika ruchu ma związek z rodzajem i płaszczyzną wymian, a także z rodzajem abonentów. W celu określenia intensywności natomiast niezbędne jest określenie punktu odniesienia.

Ilość transmitowanych przez protokół informacji na jednostkę czasu może być stała, a zatem ruch ma wówczas charakter stabilny, czyli posiada stan ustalony. Występuje to dla wymian cyklicznych przy braku generacji wymian aperiodycznych. Sytuacja taka przeważnie zachodzi dla płaszczyzn: AP→AZ, AZ→AP, AZ→AZ, AP→SN, AZ→SN.

Może się zdarzyć, że ilość transmitowanych informacji na jednostkę czasu jest stała, lecz dopuszcza się chwilowe zwiększenie ruchu wywołanego wymianami aperiodycznymi. Sytuacja taka może zajść właściwie dla wszystkich płaszczyzn: AP→AZ, AP→SN, AZ→AP, AZ→AZ, AZ→SN, SN→AZ, SN→AP.

Kiedy ilość transmitowanych informacji na jednostkę czasu jest stała, lecz dopuszcza się zaistnienie chwilowego zwiększenia ruchu wymuszonego zmianą określonego stanu procesu oraz zjawisko to może być powielane od wielu obiektów w tym samym czasie, mamy do czynienia z lawiną zdarzeń. Lawinę taką generują wymiany aperiodyczne, których liczba zależy od zewnętrznego wektora stanu obiektu lub wewnętrznego wektora stanu aplikacji abonenta żądającego wymiany. Sytuacja taka przeważnie zachodzi dla płaszczyzn AP→AZ, AP→SN, AZ→AZ, AZ→SN.

Otrzymałiśmy zatem dwie specyfikacje stabilizacji ruchu:

- stan ustalony,
- stan ustalony z możliwością wystąpienia lawiny zdarzeń.

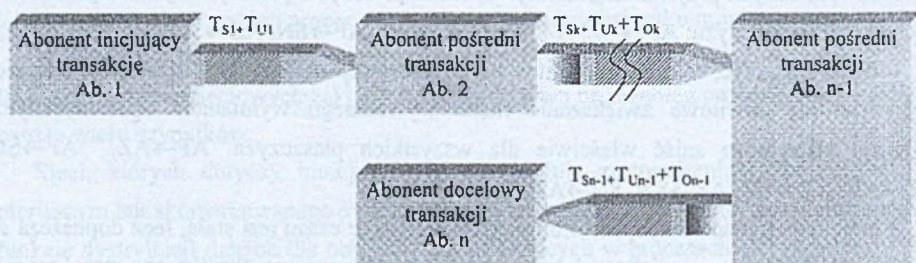
Dla rozważań o intensywności ruchu należy przyjąć założenie, iż mówimy o intensywności w stanie ustalonym. Intensywność ruchu w stanie nieustalonym jest zmienna i nie sposób jej klasyfikować. Punktem odniesienia do określenia intensywności ruchu może być maksymalna przepustowość sieci. Korzystając ze wzoru 42 z pozycji [14] w odniesieniu do pojedynczej transakcji danego protokołu, proponuje się zdefiniować maksymalną przepustowość użyteczną sieci:

$$P_{MAX} = \min \left(\frac{l}{T_S + T_U + T_O} \right)_{l_{max}} \quad [\text{b/s}] \quad (1)$$

gdzie:

- l jest liczbą transmitowanych bitów użytecznych,
- l_{max} jest maksymalną liczbą bitów użytecznych, która może podlegać transmisji z użyciem danej transakcji,
- T_S jest czasem transmisji bitów systemowych, stanowiących narzut warstw sieciowych, a niezbędnych dla zrealizowania transakcji,
- T_U jest czasem transmisji l bitów użytecznych,
- T_O jest czasem oczekiwania na odpowiedź i dla przypadku pesymistycznego jest maksymalnym czasem oczekiwania.

Powyższe czasy stanowią sumę wszystkich czasów składowych każdej wymiany występującej w danej transakcji. Na rysunku 1 przedstawiono uogólniony schemat transakcji wraz z czasami składowymi.



Rys. 1. Uogólniony schemat transakcji

Fig. 1. Generalise schematic of transaction

Oznaczenia na rysunku reprezentują odpowiednio:

$T_{O2}..T_{On}$ - czasy opóźnień dla poszczególnych wymian,

$T_{U1}..T_{Un}$ - czasy transmisji bitów użytecznych dla poszczególnych wymian,

$T_{S1}..T_{Sn}$ - czasy transmisji bitów systemowych dla poszczególnych wymian.

Dla przypadku pesymistycznego $T_{O1}..T_{On} = \text{const} = (n-2)T_{Omax}$, gdzie T_{Omax} jest maksymalnym czasem oczekiwania na reakcję abonenta. Zatem czas oczekiwania dla transakcji wynosi:

$$T_O = \sum_{i=0}^{n-2} T_{O_i} \quad (2)$$

Czas transmisji bitów użytecznych dla transakcji wynosi:

$$T_U = \sum_{i=0}^{n-1} T_{U_i} \quad (3)$$

Czas transmisji bitów systemowych dla transakcji wynosi:

$$T_S = \sum_{i=0}^{n-1} T_{S_i} \quad (4)$$

Obliczanie maksimum jest zbędne dla protokołów, gdzie czas transmisji bitów systemowych jest stały. Wówczas należy brać pod uwagę wartość l_{max} w liczniku ilorazu (1).

otrzymana maksymalna przepustowość użyteczna, ze względu na swój wymiar, może być traktowana jako prędkość transmisji bitów użytecznych, czyli użyteczna szybkość transmisji. Wielkość ta informuje, ile maksymalnie bitów użytecznych dany protokół jest w stanie przetransmitować pomiędzy abonentami w czasie jednej sekundy. Dzięki określeniu maksymalnej użytecznej przepustowości, uzyskuje się możliwość oszacowania intensywności ruchu względem danego typu protokołu. Sama intensywność ruchu może być wyrażona przez wymaganą przepustowość transmisji. Możemy zatem umownie przyjąć podział intensywności ruchu na niewielki oraz znaczny, co w odniesieniu do przepustowości maksymalnej będzie oznaczało:

- ruch niewielki – $P_w < 50\%$ przepustowości maksymalnej,
- ruch znaczny – $P_w \geq 50\%$ przepustowości maksymalnej.

gdzie P_w określa wymaganą użyteczną przepustowość transmisji systemu poddanego klasyfikacji.

Rozwiązanie takie dotyczy tylko konkretnego protokołu, a zatem nie gwarantuje nam uniwersalnego punktu odniesienia dla wszystkich protokołów. Ponieważ jednak dobór należy prowadzić na podstawie zdefiniowanego zbioru dostępnych protokołów, możemy określić taki zbiór, a zatem przedział dostępnego pasma przepustowości zbioru:

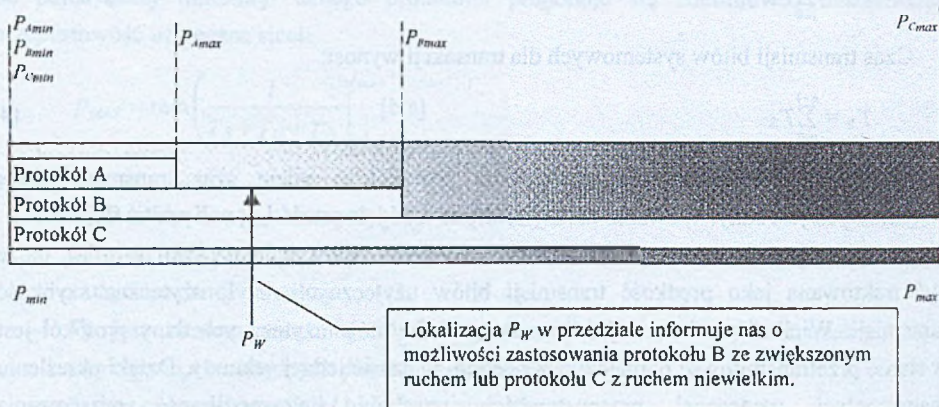
$$\min(P_{MIN_i})_{i=1}^n \leq P_w \leq \max(P_{MAX_i})_{i=1}^n \quad (5)$$

gdzie:

- P_{MIN} określa przepustowość minimalną, czyli minimalną liczbę bitów, jaką dany protokół może transmitować w jednostce czasu. W skrajnym przypadku wynosi ona zero,
- n określa liczbę protokołów w zbiorze.

Analogicznie do podziału wcześniejszego możemy określić klasyfikowany ruch na podstawie wymaganej użytecznej przepustowości i zlokalizować go w otrzymanym skrótnym zbiorze przepustowości, po czym przydzielić go do jednej z dwóch kategorii:

- ruch niewielki:
przepustowość maksymalna zbioru $< P_W < 50\%$ przepustowości maksymalnej zbioru,
- ruch znaczny:
 50% przepustowości maksymalnej zbioru $\leq P_W \leq$ przepustowość maksymalna zbioru



Rys. 2. Przykładowy przedział przepustowości dla trzech protokołów
Fig. 2. Example of capacity bracket for three protocols

Określenie intensywności ruchu odnosi się tylko i wyłącznie do branego pod uwagę zbioru protokołów. Określenie wykonane dla danego zbioru nie jest ważne dla zbioru innego. Jest to oczywiste i wynika z faktu, iż dana przepustowość dla jednego protokołu może stanowić fragment jego możliwości, a dla drugiego znaleźć się na granicy lub nawet poza zakresem jego możliwości.

Dobierając protokoły do zbioru należy brać pod uwagę protokoły o zróżnicowanych przepustowościach maksymalnych i w jak największej liczbie.

2. Klasyfikacja sieci

Na podstawie powyższych założeń można stworzyć dwie klasyfikacje sieci przemysłowych. Pierwsze kryterium (klasa T) różnicuje sieci względem niezwykle istotnego podziału protokołów, jakim jest podział wymuszony wymaganym czasowym charakterem wymian.

T_1 – protokół zdeterminowany czasowo,

T_2 – protokół niezdedeterminowany czasowo.

Sieci klasy T_1 muszą być stosowane wszędzie tam gdzie czas dostępu do medium, a zatem czas doręczenia informacji, ma istotne znaczenie. Klasa T_2 jest dopuszczalna dla zastosowań, gdzie czas transmisji nie musi być ściśle określony, a opóźnienia mogą zmieniać się dynamicznie. Można przyjąć, że dla klasy T_2 mamy zawsze do czynienia z wymianami aperiodycznymi. Wynika to z faktu, iż nawet jeśli wymiana jest generowana z określonym cyklem, to protokół nie gwarantując realizacji w określonym czasie, wprowadza dynamiczne zachwiania cyklu, a zatem wymiana zyskuje charakter aperiodyczny.

Drugie kryterium (klasa K) różnicuje sieci względem specyfiki i intensywności ruchu oraz płaszczyzn wymian. Proponuje się podział na sześć typów:

K_1 – sieci o niewielkim ruchu w stanie ustalonym,

K_2 – sieci o niewielkim ruchu w stanie ustalonym z możliwością wystąpienia zwiększonego ruchu w specyficznych sytuacjach,

K_3 – sieci o niewielkim ruchu w stanie ustalonym z możliwością wystąpienia lawiny zdarzeń,

K_4 – sieci o znacznym ruchu w stanie ustalonym,

K_5 – sieci o ruchu nieustalonym.

Podział ten abstrahuje od dziedziny zastosowań, a oparty jest jedynie na specyfice i intensywności ruchu.

Klasa K_1 opisuje sieci, w których wykorzystywana przepustowość jest dużo mniejsza od możliwości, jakie daje protokół. Klasa zakłada ruch ustalony, a zatem nie ma możliwości pojawienia się wymian aperiodycznych. Oznacza to, iż sieć jest przewymiarowana. Zastosowanie sieci klasy K_1 ma jedynie uzasadnienie z punktu widzenia rozbudowy systemu i późniejszego zwiększenia ruchu lub zmniejszenia prawdopodobieństwa kolizji w protokołach rywalizacyjnych.

Klasa K_2 opisuje sieci, w których przewiduje się możliwość obsługi aperiodycznej. Przy konfiguracji scenariusza wymian należy brać pod uwagę czas potrzebny do realizacji wymian aperiodycznych. Czas ten można wyznaczyć z różnicy przepustowości maksymalnej i przepustowości stanu ustalonego. Powinien on być tak dobrany, aby możliwa była realizacja wymian aperiodycznych.

Klasa K_3 opisuje sieci, w których przewiduje się możliwość wystąpienia lawiny wymian aperiodycznych. Czas obsługi aperiodycznej powinien być tak dobrany, aby możliwa była realizacja wymian aperiodycznych dla przypadków pesymistycznych, czyli przypadków lawinowej generacji żądań.

Klasa K_4 opisuje sieci, w których przewiduje się zwiększony ruch na poziomie ustalonym. Przypadek taki występuje dla prawidłowo dobranych sieci, w których nie przewiduje się obsługi wymian aperiodycznych oraz rozbudowy.

Klasa K_5 opisuje sieci realizujące tylko wymiany aperiodyczne lub o protokołach rywalizacyjnych. Tego typu sieci powinny być stosowane tylko w przypadkach, gdy dostarczenie danych nie jest obciążone rygorami czasowymi, na przykład w procesach wolnozmiennych.

Analizując projektowany system wymiany informacji i wyodrębniając parametry, w postaci specyfiki i czasowego charakteru wymian oraz wymaganej przepustowości użytecznej, można przydzielić poszukiwane rozwiązanie do powyższych klas, a następnie dobrać konkretne rozwiązanie.

3. Kryteria doboru

Podstawowym kryterium doboru protokołu jest określenie potrzeby stosowania protokołów o zdefiniowanym czasie dostępu do medium (kryterium klasy T). Jeżeli charakter obsługi informacji w sieci nie wymaga przesyłania danych w ściśle określonym czasie lub ściśle zdefiniowanym przedziale czasu, to możemy przydzielić nasze rozwiązanie do klas T_2 . W przeciwnym przypadku musi być stosowana klasa T_1 .

Kolejnym kryterium doboru jest określenie klasyfikacji rozwiązania według specyfiki i intensywności ruchu (kryterium klasy K). Określenie stabilności ruchu wymaga analizy wymian, jakie należy przeprowadzić pomiędzy abonentami. Cykliczne odczyty i zapisy danych mają zawsze charakter ustalony. Obsługa aperiodyczna wprowadza możliwość pojawienia się lawiny zdarzeń. Liczbę wymian aperiodycznych można oszacować w przedziale i na jego podstawie ocenić możliwość wystąpienia zwiększonego ruchu lub lawiny. Przedział szacuje się zwykle pomiędzy zerem – brak żądań realizacji wymian aperiodycznych, a liczbą maksymalną wynikającą z liczby abonentów oraz maksymalnej liczby generacji żądań dla każdego z nich.

Intensywność ruchu w stanie ustalonym można określić na podstawie wymogów, jakie stawia system odnośnie do ilości wymienianej informacji użytecznej w jednostce czasu pomiędzy abonentami dla przypadku pesymistycznego – maksymalnego. Jeżeli określimy sumaryczną liczbę bitów reprezentujących całą informację, jaką należy przesłać przez warstwę sieciową oraz czas całego cyklu wymiany tej informacji (czas realizacji scenariusza wymian), możemy obliczyć średnią przepustowość użyteczną transmisji. Wykorzystanie obliczonej przepustowości do szacowania intensywności ruchu powinno być zadowalające. Można również uwzględnić wymagany czas transakcji dla każdej przesyłanej informacji,

obliczyć wymaganą przepustowość i wyszukać wartość maksymalną. Wartość ta może posłużyć do określania klasyfikacji sieci.

Oczywiście, niezbędne jest posiadanie wiedzy dotyczącej maksymalnych i minimalnych prędkości użytecznych dla wszystkich protokołów poddawanych rozpatrzeniu, czyli określenia przedziału.

4. Dobór rozwiązania

Reguły prowadzenia doboru rozwiązania są proste. Należy zdefiniować zbiór modeli sieci, na bazie których prowadzony będzie dobór rozwiązania. Definicja taka jest niezbędna w celu wyłonienia przybliżonej grupy protokołów spełniających wymogi analizowanego systemu. Poniżej zamieszczono zbiór przykładowy.

1) Modele zdeterminowane czasowo – klasa T_1

A) Model Master Slave

- a) Protokół MODBUS
- b) Protokół SNP / SNP-X
- c) Protokół LIN

B) Model Token

- a) Protokół N10
- b) Protokół Genius - N80

C) Model PDC

- a) Protokół FIP
- b) Protokół WORLDFIP
- c) Protokół FIPWAY

D) Modele hybrydowe

- a) Protokół P-Net
- b) Protokół Profibus-PD
- c) Protokół H1, H2

2) Modele niezdeterminowane czasowo – klasa T_2

A) Modele rywalizacyjne

- a) Protokół NetBEUI + Ethernet
- b) Protokół IPX/SPX/NETBios + Ethernet
- c) Protokół HTTP + TCP/IP + Ethernet

B) Modele rywalizacyjne z obsługą kolizji

- a) Protokół LonWorks
- b) Protokół CAN

Na wstępie doboru należy dla wszystkich wybranych protokołów określić P_{MIN} oraz P_{MAX} , po czym utworzyć przedział przepustowości zbioru (zależność (5)).

Klasę modelu sieci wybieramy na podstawie określenia wymagań czasowych, czyli zakwalifikowania wymagań do klasy T.

Dla dalszych rozważań niezbędne jest określenie lokalizacji przepustowości P_w w przedziale analizowanego zbioru i wyodrębnienie protokołów spełniających wymagania czasowe tej przepustowości (rysunek 2) oraz należące do wybranej wcześniej klasy T. Określenie przynależności naszego systemu komunikacyjnego do klasy K oraz określenie przynależności protokołów uzyskanych ze zbioru i skorelowanie tych informacji umożliwi wybór najlepszego protokołu w celu realizacji systemu komunikacyjnego rozważanego procesu.

Jest oczywiste, że aby podać obie wielkości P_{MIN} i P_{MAX} , należy wykonać analizę wszystkich protokołów wchodzących w skład klas T_1 i T_2 , pod kątem ich przepustowości użytecznej. W tym celu, dla każdego protokołu należy określić zjawiska zachodzące na styku Aplikacja \leftrightarrow Koprocesor \leftrightarrow Protokół, aby następnie wskazać ilościowe narzuty czasowe wnoszone przez każdy z protokołów, co z kolei pozwoli wyliczyć przepustowość użyteczną najmniejszą i największą (P_{MIN} , P_{MAX}).

LITERATURA

1. Bayne J. S.: A distributed programming model for real-time industrial control. Control Eng. Practice, Vol. 8, No. 2, 1995.
2. Bigewski Z.: Optymalizacja pracy sieci przemysłowych. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 28, Gliwice 1995.
3. Choiński D.: Data Flow Tokens for Real-Time Simulation, Proc. 7th Symposium System Modelling Control, Vol. 1 Zakopane 1993.
4. Cupek R., Fojcik M.: Budowa modułów komunikacyjnych stacji nadzorczej z sieciami przemysłowymi. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 32, Gliwice 1997.
5. Cupek R.: Metody hierarchizacji rozproszonych procesów przemysłowych. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 28, Gliwice 1995.
6. FIP NETWORK General Introduction; DPS 50249 aA, Clamart 1990.
7. Gaj P.: Szybka sieć przemysłowa a system wizualizacji – problem interfejsu. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 36 Gliwice 1999.
8. Grzywak A., Kwiecień A., i inni: Laboratorium sieci komputerowych. Skrypt Pol. Śl. Gliwice 1999.

9. Grzywak A., Kwiecień A.: Perspektywy rozwoju zastosowań sieci komputerowych w górnictwie. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr 5, 6/1994.
10. Grzywak A., Kwiecień A.: Rozproszone systemy sterowania i zarządzania procesami technologicznymi. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr 8/1994.
11. Grzywak A., Kwiecień A.: Sieci komputerowe w systemach sterowania i zarządzania w górnictwie. Konferencja Międzynarodowa ICAMC'95 World Mining Congress.
12. Grzywak A.: Bezpieczeństwo w sieciach rozproszonych. *ZN Pol. Śl. s. Informatyka* z. 24, Gliwice 1993.
13. Halang W. A., *Real-Time Systems: Another Perspective, Real Time Systems: Abstractions, Languages and Design Methodologies*, K. M. Kavi (ed.) IEEE Computer Society Press, 1992.
14. Kwiecień A., Bigewski Z., Mrówka Z.: Analiza czasu najgorszego przypadku w sieciach przemysłowych.. *ZN Pol.Śl. s.Informatyka* z.36, Gliwice 1999.
15. Kwiecień A., Gaj P., Grzywak A., Mrówka Z.: Rozwiązania sprzętowe i programowe sieci przemysłowej FIP. *ZN Pol. Śl. s. Informatyka* z. 30, Gliwice 1996.
16. Kwiecień A., Gaj P., Mrówka Z.: O pewnej implementacji sieci typu FIP. *ZN Pol. Śl. s. Informatyka* z. 34, Gliwice 1998.
17. Kwiecień A., Gaj P., Mrówka Z.: Optymalizacja wymian w sieci FIP. *ZN Pol. Śl. s. Informatyka* z. 32, Gliwice 1997.
18. Kwiecień A., Gaj P.: Sieć FIP, wstęp do analizy czasowej. *ZN Pol. Śl. s. Informatyka* z. 28, Gliwice 1995.
19. Kwiecień A.: Analiza przepływu informacji w komputerowych sieciach przemysłowych. Wydawnictwo Jacka Skalmierskiego, Gliwice 1999.
20. Kwiecień A.: Sieć rozległa FIP. *ZN Pol. Śl. s. Informatyka* z. 24, Gliwice 1993.
21. Praca zbiorowa: Rozproszone systemy komputerowe. Pronet, Gliwice 1994.
22. Russell T.: *Telecommunications Protocols*. McGraw-Hill 1999.
23. Torngren M., *Fundamentals of Implementing Real-Time Control Applications in Distributed Computer Systems*, *Journal of Real-Time Systems* (in press), 1996
24. Weigmann J., Kilian G.: *Decentralization With Profibus-Dp: Architecture and Fundamentals, Configuration and Use With Simatic S7*, John Wiley & Sons 2001.

Recenzent: Dr inż. Arkadiusz Sochan

Wpłynęło do Redakcji 2 kwietnia 2001 r.

Abstract

Actually there are many kind of industrial network solutions. Neither of them is better or worth. The important thing is domain of application. So if we know what we have and which kind of result we should obtain, we should be able to select the best solution for us.

To begin with this article authors defines some ideas like type of subscriber, exchanges plane, exchanges level, specificity of network traffic and intensity of network traffic. The network traffic was divide to fixed and unstable. This division depends upon exchanges characteristic. A cyclic exchanges generates fixed traffic unlike a aperiodic exchanges. This last one type is possible to temporary increases the traffic or generates a avalanche of events. Traffic intensity was divide to low and considerable. Its not so easy to define a intensity without point of reference. Therefore some formula are defined like maximum and minimum capacity of useful data (1) and capacity bracket of protocols set (5).

Based on this ideas authors perform two kind of network classification. One based on exchanging data time dependence (class T), second based on specificity and intensity of network traffic (class K). Each communication system can be attached to those classes.

Next authors was define selection criteria derived from network classification and then article contains attempt of solution selection. This selection based on correlation data comes from required capacity location at capacity set and required network system classification.

To make any selections is necessary to prepare capacity bracket of protocol set. This is possible only if we are able to calculate minimum and maximum capacity of each protocol transaction. So we have to know which phenomena happen at contact between application, coprocessor and protocol.