ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1997
Seria: INFORMATYKA z. 32 Nr kol. 1356

Andrzej KWIECIEŃ, Zbigniew BIGEWSKI, Piotr GAJ
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

OPTYMALIZACJA WYMIAN W SIECI FIP

Streszczenie. Artykuł przedstawia zagadnienia związane z analizą czasową transakcji występujących w protokole FIP. Autorzy zawarli krótkie wprowadzenie do podstawowych pojęć związanych z parametrami czasowymi pracy sieci. Artykuł zawiera opis zagadnień związanych z optymalizacją wymian z punktu widzenia ich arbitrażu oraz obliczenia wydajności i przepustowości sieci dla przykładowych typowych parametrów pracy.

NETWORK EXCHANGE OPTIMISATION OF FIP NETWORK

Summary. This article presents the basic description of FIP network time parameters. It describes information witch full particulars about execution time of elementary cycle of work. Besides this paper presents the problems related with optimisation FIP network data exchange and optimisation of arbitration this exchanges. Authors presents the network throughput and efficiency calculation and graphic diagram of its results.

1. Wprowadzenie

Prace nad stworzeniem matematycznego modelu protokołu sieci FIP i wykorzystaniem go do symulacji oraz projektowania sieciowych instalacji przemysłowych prowadzone są przez autorów od dwóch lat. W roku 1995 na seminarium „Sieci Komputerowe" organizowanym przez Politechnikę Śląską prezentowany był materiał stanowiący wstęp do analizy czasowej protokołu sieci FIP (zob. [8]). Dokładna analiza czasowa działania protokołu sieci FIP jest dostępna u autorów i będzie opublikowana w przyszłości. Jej efektem jest grupa zależności matematycznych mogących służyć jako materiał wyjściowy do budowy symulatora protokołu bądź innych narzędzi analizujących działanie sieci.

Artykuł zawiera rozważania dotyczące optymalizacji wymian w sieci FIP. Optymalizacja wymian dotyczy optymalizacji arbitrażu poszczególnych transakcji periodycznych i może być wykorzystana na potrzeby weryfikacji budowy makrocykli lub tak jak powyżej jako materiał wyjściowy do budowy narzędzi wspomagających projektowanie mikro- i makrocykli.

Na podstawie pełnej analizy czasowej protokołu przeprowadzone zostały obliczenia przepustowości i sprawności sieci, a ich wyniki dla przykładowych parametrów zamieszczono w rozdziale 4.

2. Analiza parametrów czasowych związanych z protokołem sieci FIP

Standard sieci FIP (IEC EN50170) określa trzy prędkości transmisji *(P_{tr} [bps])*:

— *31.25 kbps;*
— *1.0 Mbps;*
— *2.5 Mbps.*

Pod względem budowy istnieje pięć grup ramek. Ramki ID_xxx przenoszą identyfikator zmiennej. Ramka RP_DAT służy do transmisji wartości zmiennej, czyli danych użytecznych. Ramka żądań RP_RQi służy do przenoszenia listy identyfikatorów żądanych aperiodycznie przez abonentów. Ramki komunikatów RP_MSG_xxx służą do przenoszenia danych stanowiących treść komunikatu. Ramki potwierdzeń RP_ACK, RP_FIN nie przenoszą żadnych danych i służą wyłącznie do informowania o stanie transakcji.

Poniżej przedstawiono schematy budowy ramek i wyliczenia ich długości.

ID DAT; ID MSG; ID xxx RQ1; ID xxx RQ2

DTR	CP	ID	FCS	FTR
d_{dtr}=14	d_{cp}=8	d_{id}=16	d_{fcs}=16	d_{ftr}=7

Długość ramek ID_xxx oraz ID_xxx_RQi wynosi $d_{ID} = 61$ bitów i jest stała.

RP DAT

DTR	CP	PDU	Dane	FCS	FTR
d_{dtr}=14	d_{cp}=8	d_{PDU}=16	d_d=(1..126)*8	d_{fcs}=16	d_{ftr}=7

Długość ramki RP_DAT wynosi $d_{RP_DAT} = 61 + n*8$, *gdzie* $1 \le n \le 126$, i zależy od wielkości zmiennej. Pole PDU zawiera dwa bajty, na których zawarty jest typ danych oraz długość zmiennej. Długość zmiennej odnosi się do rzeczywistej wielkości zmiennej podanej w bajtach wliczając ewentualny bajt statusu produkcji.

RP DAT - pola PDU i danych

Typ PDU	Długość PDU	Dane	Status
$d_{PDU\ Typ}$=8	$d_{PDU\ Len}$=8	d_d=(1..125)*8	d_{REF}=8

Status produkcji jest przesyłany na ostatnim bajcie danych kosztem ilości tych danych. Oczywiście wystąpienie bajtu statusu jest opcjonalne.

RP RQ1; RP RQ2

DTR	CP	Dane	FCS	FTR
d_{dtr}=14	d_{cp}=8	d_d=(1..64)*16	d_{fcs}=16	d_{ftr}=7

Długość ramek RP_RQi wynosi $d_{RP_RQi} = 45 + n*16$, *gdzie* $1 \le n \le 64$, i zależy od ilości żądanych zmiennych.

RP MSG ACK; RP MSG NOACK

DTR	CP	Przeznaczenie	Źródło	Komunikat	FCS	FTR
d_{dtr} = 14	d_{cp} = 8	d_{adr} = 24	d_{adr} = 24	d_d=(1..256)*8	d_{fcs}=16	d_{ftr}=7

Długość ramek RP_MSG_xxx wynosi $d_{RP_MSG} = 93 + n*8$, *gdzie* $1 \le n \le 256$, i jest zależna od wielkości transmitowanego komunikatu. Pola adresowe „Przeznaczenie" i „Źródło" identyfikują nadawcę i odbiorcę komunikatu. Identyfikacja odbywa się przez podanie numeru segmentu sieci (1 bajt) oraz identyfikatora zmiennej produkowanej przez danego abonenta i wyróżnionej do obsługi komunikatów (2 bajty).

RP ACK; RP FIP

DTR	CP	FCS	FTR
d_{dtr}=14	d_{cp}=8	d_{fcs}=16	d_{ftr}=7

Długość ramek potwierdzeń wynosi $d_{RP_ACK} = 45$ *bitów* i jest stała

Istotne parametry czasowe sieci to:

— Czas oczekiwania (ang. *link time–out*) $T_{tout} = const$

— Czas odpowiedzi (ang. *turnaround time–out*) $T_{tr} = const$

Dla sieci FIP:

$$10\, T_{mac} \le T_{tr} \le 70\, T_{mac}$$

gdzie T_{mac} jest czasem potrzebnym na transmisję jednego bitu.

Sieć FIP pracuje zgodnie z tzw. makrocyklami arbitra magistrali. Na makrocykl pracy składa się jeden bądź ciąg cykli elementarnych (mikrocykli). Te z kolei składają się z czterech okien czasowych, w których realizowane są wszystkie usługi warstwy łączenia.

Czas potrzebny na zrealizowanie pełnego cyklu elementarnego wynosi:

$$T_{cycle} = \sum_{i=1}^{4} T_i$$

gdzie T_i jest czasem trwania poszczególnych okien.

Po informacje dotyczące pojęć podstawowych oraz szczegółowe dane związane z zagadnieniami sygnalizowanymi powyżej odsyłamy do wcześniejszych publikacji (zob. Literatura [8], [9]).

3. Optymalizacja wymian w sieci typu FIP

Optymalizacja wymian w sieci FIP dotyczy w pierwszym rzędzie sposobu określenia mikro- i makrocyklu. Pamiętając o tym, że w modelu Dystrybutor – Producent – Konsument istnieją trzy podstawowe kategorie transakcji wymian:

- wymiany periodyczne,
- wymiany aperiodyczne,
- wymiany komunikatów,

należy zwrócić szczególną uwagę na odpowiednią konfigurację wymian periodycznych. Konfiguracja wymian periodycznych polega na:

- ustaleniu liczby i typu zmiennych, których wartości będą transmitowane w danym cyklu,
- obliczeniu dla każdej zmiennej czasu niezbędnego do realizacji transakcji wymiany (czas potrzebny do emisji zmiennej),
- określeniu mikrocyklu i jego wartości w jednostkach czasu,
- określeniu makrocyklu i jego wartości w jednostkach czasu,
- optymalizacji sekwencji wymian periodycznych,
- określeniu bezpiecznej wartości trwania makrocyklu, tak aby czas, który pozostanie po realizacji wymian periodycznych, był wystarczający do obsługi wymian aperiodycznych i przesyłu komunikatów.

Proces konfiguracji i optymalizacji najlepiej prześledzić na przykładzie.

Załóżmy, że w sieci FIP będą realizowane wymiany cykliczne następujących zmiennych:

- zmienna A typu - liczba całkowita 1 bajtowa,
- zmienna B typu - liczba całkowita 2 bajtowa,
- zmienna C typu - łańcuch 32 znaków,
- zmienna D typu - status słowo 32 bity,
- zmienna E typu - liczba 32 bitowa bez znaku,
- zmienna F typu - łańcuch 16 znaków.

Niech czas niezbędny do wysłania przez arbitra sieci żądania produkcji dowolnej zmiennej wynosi:

$T_Q = L_Q T_{MAC}$

gdzie: T_{MAC} czas transmisji jednego bitu,

L_Q liczba bitów serwisowych w ramce żądania (i w ramce odpowiedzi),

a czas niezbędny do wytransmitowania wyprodukowanej zmiennej wynosi:

$T_T = L_Q\ T_{MAC} + n8T_{MAC}$

gdzie: n liczba bajtów informacji użytkowej (dane).

Całkowity czas realizacji transakcji wymiany (żądanie-odpowiedź) wyniesie zatem:

$T_{CT} = (L_Q T_{MAC} + T_{tr} + L_Q T_{MAC} + n8T_{MAC} + T_{tr})$

gdzie: T_{tr} czas odpowiedzi, w tym również czas dekodowania ramki (dekodowanie ramki nadanej przez arbitra i dekodowaniem ramki nadanej przez producenta).

Przyjmując dla sieci FIP:

L_Q = 61 (warstwa fizyczna „dokłada" do ramki 61 bitów),

T_{MAC} = 1μs (przy prędkości transmisji 1 Mb/s),

T_{tr} = 20 μs,

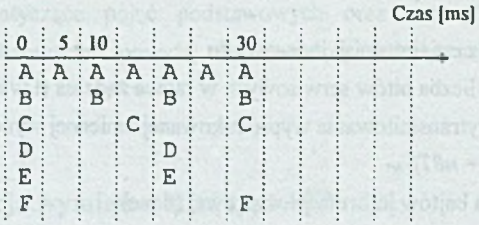
otrzymujemy następujące czasy transmisji poszczególnych zmiennych wyrażone w mikrosekundach:

A -	170
B -	178
C -	418
D -	194
E -	194
F -	290
Razem:	1444

Tak więc minimalny czas niezbędny do „odpytania" wszystkich zmiennych wynosi 1.444 milisekundy. Określa to dolną nieprzekraczalną granicę wyznaczania okna czasowego realizacji mikrocykli, przy założeniu że w danym mikrocyklu wszystkie zmienne będą odświeżane. Załóżmy następnie następujące cykle „odpytywania" poszczególnych zmiennych.

- A co 5 ms,
- B co 10 ms,
- C co 15 ms,
- D co 20 ms,
- E co 20 ms,
- F co 30 ms

i przystąpmy do definicji poszczególnych mikrocykli.



Rys. 1. Przykład makrocyklu
Fig. 1. Example of macrocycle

Na powyższym rysunku przedstawiono realizację poszczególnych mikrocykli. Zmienna „A" występuje w każdym z nich, bowiem cykl odświeżania wynosi 5 ms. Tak więc w zerowym mikrocyklu będą realizowane transmisje wszystkich zmiennych (co, jak zostało wyliczone, zajmie 1.444 ms).

Określmy zatem makrocykl. Jak łatwo zauważyć, liczba mikrocykli składających się na makrocykl wynosi:

$$L_M = \frac{NWW}{NWD}$$

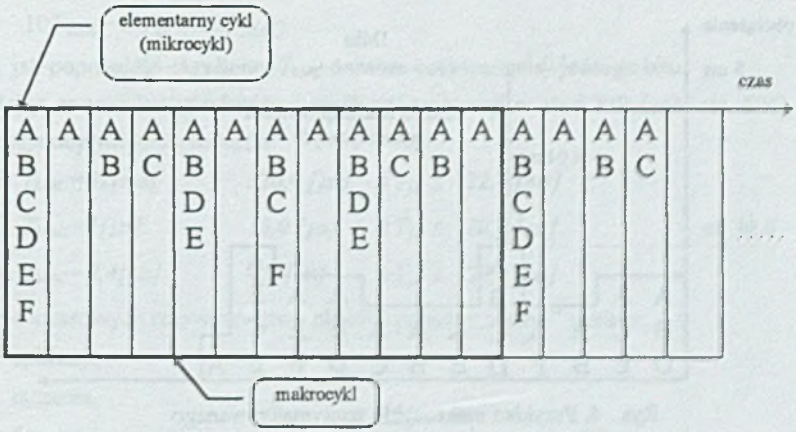
gdzie: NWW największa wspólna wielokrotność wszystkich periodyczności zmiennych (w naszym przypadku jest to liczba 60),

NWD największy wspólny podzielnik wśród wszystkich periodyczności zmiennych (w naszym przypadku jest to liczba 5).

Tak więc liczba mikrocykli składająca się na cały makrocykl wyniesie:

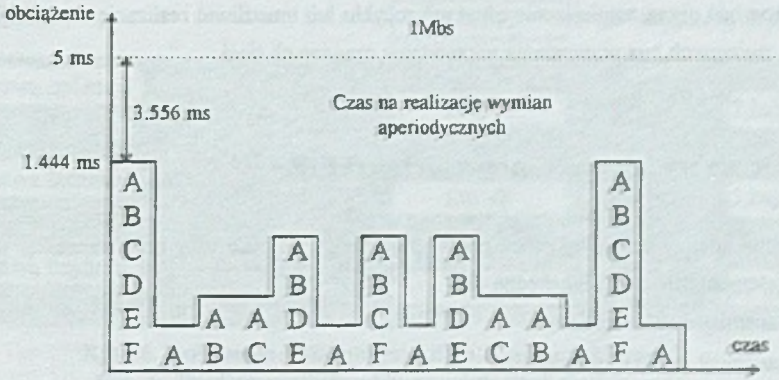
$L_M = 60/5 = 12$

Konstrukcję makrocyklu przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Przykład rozkładu obsługi zmiennych
Fig. 2. Example of variable service distribution

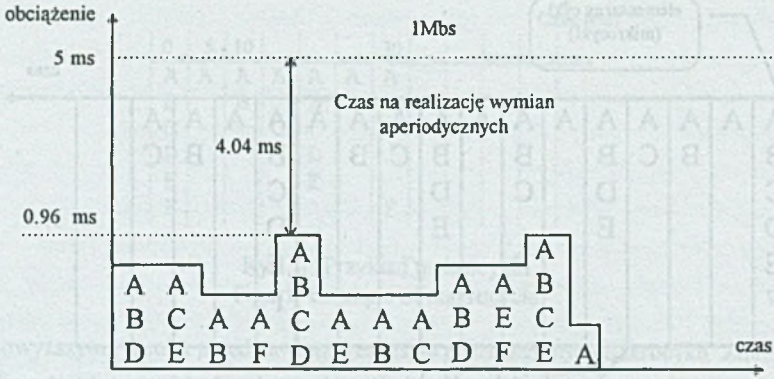
Na rysunku 3 przedstawiono obciążenie sieci.



Rys. 3. Przykład obciążenia sieci
Fig. 3. Example of network throughput

Na powyższym rysunku widać, że obciążenie sieci jest nieoptymalne. „Histogram" nie jest zrównoważony. Należy doprowadzić do jego wyrównania, tak aby w każdym mikrocyklu pozostawało mniej więcej tyle samo czasu na obsługę wymian aperiodycznych lub na częstsze (o ile zajdzie taka potrzeba) „odpytywanie" którejś ze zmiennych lub dołączenie dodatkowej zmiennej do listy wymian periodycznych bez pogarszania parametrów czasowych całej sieci.

Na poniższym rysunku przedstawiono budowę naszego makrocyklu po dokonaniu optymalizacji wymian.



Rys. 4. Przykład makrocyklu zoptymalizowanego
Fig. 4. Example of optimised makrocycle

Jak dobitnie ilustruje to powyższy rysunek, niezwykle ważne jest dokonywanie optymalizacji wymian w sieci przemysłowej FIP. Dzięki tej operacji można zdecydowanie poprawić jej przepustowość przez zmniejszenie okna mikrocyklu lub umożliwić realizację transakcji dodatkowych zmiennych bez pogarszania parametrów czasowych sieci.

4. Ocena wydajności i sprawności sieci FIP

Z pełnej analizy czasowej pracy protokołu wynika, że całkowity czas transakcji wymiany zawiera elementarne czasy niezbędne dla:

- transmisji ramki żądania,
- transmisji ramki odpowiedzi

i jest powiększony o dwukrotną wartość czasu T_{tr}, który zdefiniowaliśmy jako czas odpowiedzi mierzony od momentu zakończenia odbioru (dekodowania) jednej ramki do rozpoczęcia transakcji następnej. Ilustruje to poniższy rysunek.

Rys. 5. Definicja czasu T_{tr}
Fig. 5. The T_{tr} – time definition

Czas T_{tr} jest stały i przyjmuje wartości z zakresu

$$10T_{MAC} \le T_{tr} \le 70T_{MAC}$$

gdzie, jak poprzednio określono, T_{MAC} oznacza czas transmisji jednego bitu.

Mając na uwadze standardowe prędkości transmisji w sieci FIP (zob. str. 506), czas T_{tr} przyjmuje odpowiednio wartości:

dla $T_{MAC}=32[ms]$ $320,0\ [\mu s] \le T_{tr} \le 22,4\ [ms]$

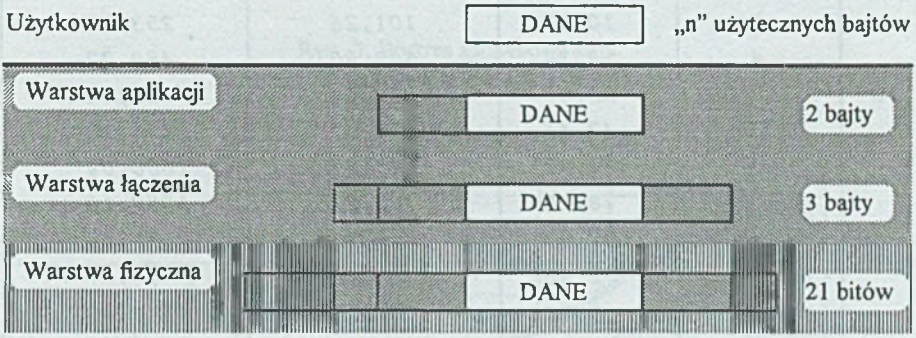
dla $T_{MAC}=1[\mu s]$ $10,0\ [\mu s] \le T_{tr} \le 70,0\ [\mu s]$

dla $T_{MAC}=0,4[\mu s]$ $4,0\ [\mu s] \le T_{tr} \le 28,0\ [\mu s]$

Z dotychczasowych rozważań łatwo określić ponadto „narzut" warstw:

- aplikacji,
- łączenia,
- fizycznej

w postaci dodatkowych danych, które nie są danymi użytkowymi, a muszą być wyemitowane. Jest to zilustrowane na rysunku 6.



Rys. 6. Dołączenie dodatkowych informacji do ramki danych
Fig. 6. The frame include additional data from three layers

Przyjmijmy ponadto, że:

- czas transmisji ramki żądania wynosi $61T_{MAC}$ i jest stały,
- czas transmisji ramki odpowiedzi wynosi $61T_{MAC}+8nT_{MAC}$ (n – liczba bajtów danych użytkownika),
- czas odpowiedzi wynosi $2T_{tr}$ i jest stały dla danej aplikacji.

Zdefiniujmy sprawność sieci jako stosunek czasu transmisji danych użytkownika do całkowitego czasu transakcji wymiany wyrażany w procentach.

$$\eta[\%] = \frac{8nT_{MAC}}{61T_{MAC} + T_{tr} + 61T_{MAC} + 8nT_{MAC} + T_{tr}}$$

$$\eta[\%] = \frac{8nT_{MAC}}{122T_{MAC} + 2T_{tr} + 8nT_{MAC}}$$

oraz przepustowość użyteczną wyrażoną w bitach na sekundę jako stosunek liczby bitów użytecznych transmitowanych w sieci do całkowitego czasu transakcji wymiany.

$$P = \frac{8nT_{MAC}}{122T_{MAC} + 2T_{tr} + 8nT_{MAC}}$$

W obu przypadkach n oznacza, jak poprzednio, liczbę bajtów informacji użytecznej.

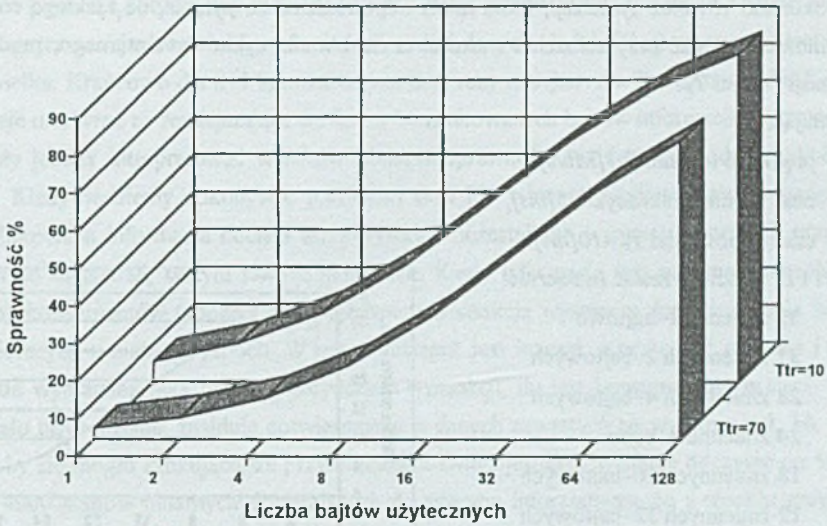
Biorąc pod uwagę wyniki analizy czasowej dokonano obliczeń obu zdefiniowanych wielkości w funkcji liczby bajtów informacji użytecznej i prędkości transmisji. Tabela 1 zawiera wyniki tych obliczeń.

Tabela 1

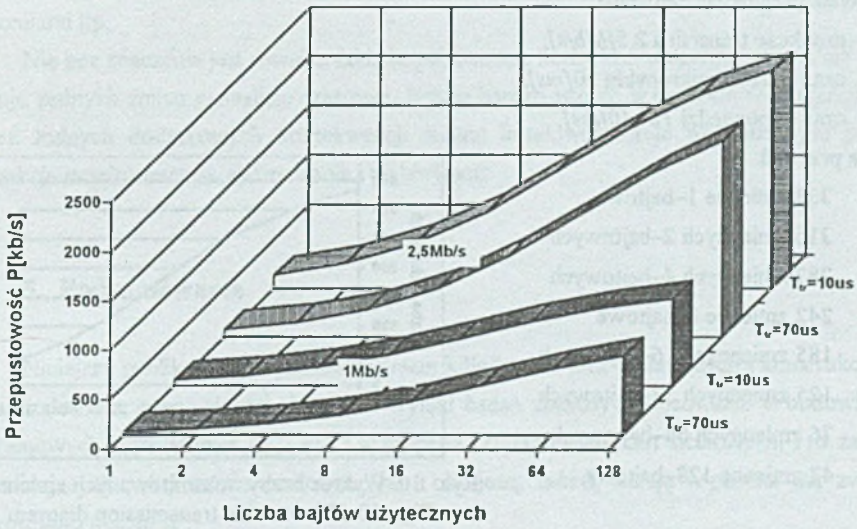
Wartości sprawności i przepustowości użytecznej

$T_{tr}[\mu s]$	Liczba bajtów n	Sprawność $\eta[\%]$	Przepustowość $P[kb/s]$ 1[Mb/s]	2,5[Mb/s]
10	1	5,33	53,33	133,33
	2	10,13	101,26	253,16
	4	18,39	183,90	459,77
	8	31,07	310,67	766,70
	16	47,41	474,07	1185,18
	32	64,32	643,22	1608,04
	64	78,29	782,87	1957,19
	128	87,82	878,22	2195,54
70	1	2,96	29,63	74,07
	2	5,76	57,55	143,88
	3	10,88	108,84	272,11
	8	19,63	196,32	490,80
	16	32,82	328,21	820,51
	32	49,42	494,21	1235,52
	64	66,15	661,50	1653,75
	128	79,63	796,27	1990,67

Wyniki obliczeń znajdujące się w tabeli zamieszczono również na wykresach (zob. rysunki 7, 8).



Rys. 7. Wykres sprawności sieci
Fig. 7. Diagram of network efficiency



Rys. 8. Wykres przepustowości sieci
Fig. 8. Diagram of network throughput

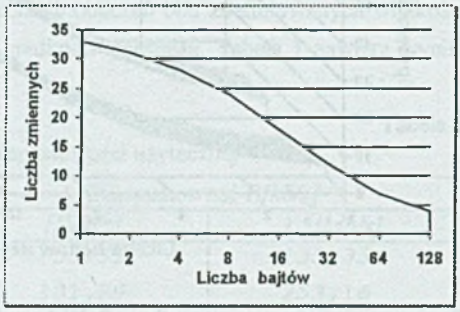
Dokonano również symulacji, która miała odpowiedzieć na pytanie, ile i jakiego rodzaju dane można przesłać przy założeniu wartości czasu trwania cyklu elementarnego, prędkości transmisji i czasu T_{tr}.

Przyjmując:

- prędkość transmisji *1[Mb/s]*,
- czas trwania mikrocyklu *5[ms]*,
- czas odpowiedzi T_{tr}=*10[ms]*,

w sieci FIP można przesłać rozłącznie:

- 33 zmienne 1–bajtowe
- 31 zmiennych 2–bajtowych
- 28 zmiennych 4–bajtowych
- 24 zmienne 8–bajtowe
- 18 zmiennych 16–bajtowych
- 12 zmiennych 32–bajtowych
- 7 zmiennych 64–bajtowych
- 4 zmienne 128–bajtowe.



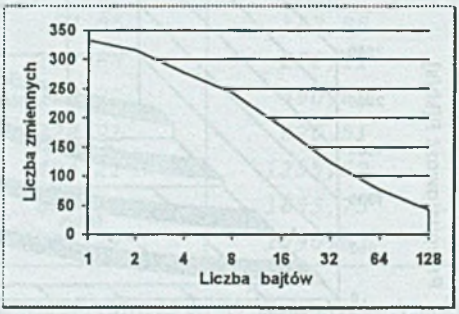
Rys. 9. Wykres liczby transmitowanych zmiennych
Fig. 9. The variable transmission diagram

Natomiast przyjmując założenia:

- prędkość transmisji 2,5*[Mb/s]*,
- czas trwania mikrocyklu 20*[ms]*,
- czas odpowiedzi T_{tr}=*10[ms]*,

można przesłać:

- 333 zmienne 1–bajtowe
- 316 zmiennych 2–bajtowych
- 287 zmiennych 4–bajtowych
- 242 zmienne 8–bajtowe
- 185 zmiennych 16–bajtowych
- 125 zmiennych 32–bajtowych
- 76 zmiennych 64–bajtowych
- 42 zmienne 128–bajtowe.



Rys. 10. Wykres liczby transmitowanych zmiennych
Fig. 10. The variable transmission diagram

Na rysunkach 9 oraz 10 pokazano graficzną reprezentację opisanych zależności pomiędzy liczbą transmitowanych bajtów w zmiennej a liczbą samych zmiennych.

Analiza wyników zawartych w tabeli 1 i porównanie ich z danymi przedstawionymi powyżej nasuwają pewne refleksje.

Po pierwsze, dotyczą one sprawności sieci. Z wyprowadzonych zależności wynika wniosek, że przy transmisjach zawierających niewielką ilość danych (1–8 bajtów) sprawność jest bardzo niewielka. Krańcowo dla n=1 sprawność jest dwa razy mniejsza dla T_u=70μs niż dla T_u=10μs. Maleje ona wraz ze zmniejszającą się liczbą transmitowanych bajtów informacji użytecznej. Nie należy jednak interpretować wyników obliczeń sprawności w oderwaniu od protokołu sieci FIP. Kiedy będziemy dokonywać porównań sieci FIP z innymi sieciami, należy pamiętać, że produkowana informacja dociera do wszystkich uczestników wymiany informacji przyłączonych do magistrali, w tym samym momencie. Kiedy informacja jest przeznaczona dla dużej liczby konsumentów (abonentów), pojedyncza transakcja wystarcza do odświeżenia buforów odbiorczych u nich wszystkich. W innych sieciach jest inaczej, a może być również i tak, że będzie wymagana taka liczba pojedynczych transakcji, ilu jest konsumentów w sieci. To, co zostało powiedziane, znajduje potwierdzenie w danych zawartych na wykresach 9, 10. Wydawać by się mogło szokujące, że przy prędkości 1Mb/s jesteśmy w stanie odczytać co 5ms ponad 4000 stanów binarnych docierających do systemu informatycznego z obiektu przemysłowego i rozesłać te dane do wszystkich abonentów. Zwiększając prędkość transmisji 2,5 raza osiągamy rezultaty 10–krotnie lepsze!

Są to wyśmienite rezultaty powodujące, że sieć FIP może być stosowana w bardzo szerokim zakresie w obsłudze bardzo szybkich procesów, takich jak pomiary, sterowania zabezpieczeniami itp.

Nie bez znaczenia jest również fakt, że zwiększenie liczby konsumentów w sieci nie powoduje żadnych zmian w analizie czasowej. Jest to bardzo istotne w procesie wizualizacji, gdyż bez żadnych dodatkowych konsekwencji można instalować stacje wizualizacyjne pełniące funkcje monitorowania, alarmowania i archiwizacji.

5. Podsumowanie

Niniejsza publikacja jest podsumowaniem kilkuletnich prac badawczych i konstrukcyjnych nad zakresem stosowalności sieci FIP. Wyniki badań znalazły zastosowanie w budowie programowych symulatorów sieci FIP i w procesie projektowania kart sieciowych, i to zarówno realizujących pełny zakres protokołu, jak i okrojoną, tańszą wersję w postaci tak zwanego protokołu mikroFIP.

Pełna wersja protokołu FIP znalazła swą realizację w postaci karty ZEG–121 (FULLFIP2), która została wdrożona do produkcji jako efekt realizacji projektu celowego PC2/Rau2/95. Karta ZEG–121 została przebadana przez firmę CEGELEC i uzyskała certyfikat jako pełny analog karty wzorcowej.

W chwili obecnej są na ukończeniu prace zmierzające do wdrożenia do produkcji karty mikroFIP. Zrealizowano etap modelu i prototypu i trwają przygotowania do uzyskania certyfikatu firmy CEGELEC.

LITERATURA

[1] Praca zbiorowa: Rozproszone systemy komputerowe. Pronet, Gliwice 1994.

[2] Grzywak A., Kwiecień A.: Perspektywy rozwoju zastosowań sieci komputerowych w górnictwie. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 5, 6/94.

[3] Grzywak A., Kwiecień A.: Rozproszone systemy sterowania i zarządzania procesami technologicznymi. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 8/94.

[4] Grzywak A., Kwiecień A.: Sieci komputerowe w systemach sterowania i zarządzania w górnictwie. Konferencja Międzynarodowa ICAMC'95 World Mining Congress.

[5] Cupek R.: Metody hierarchizacji rozproszonych procesów przemysłowych. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 28, Gliwice 1995.

[6] Bigewski Z.: Optymalizacja pracy sieci przemysłowych. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 28, Gliwice 1995.

[7] Kwiecień A.: Sieć rozległa FIP. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 24, Gliwice 1993.

[8] Kwiecień A., Gaj P.: Sieć FIP, wstęp do analizy czasowej. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 28, Gliwice 1995.

[9] Kwiecień A., Gaj P., Grzywak A., Mrówka Z.: Rozwiązania sprzętowe i programowe sieci przemysłowej FIP. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 30, Gliwice 1996.

[10] FIPCODE Software version 5 User Reference Manual; DPS 50263 b–en, Clamart 1994.

[11] FIP NETWORK General Introduction; DPS 50249 aA, Clamart 1990.

[12] Klubowe materiały szkoleniowe; 2 tomy WorldFip, Clamart 1995.

[13] FIP STARTER KIT materiały klubowe WorldFip; Clamart 1995.

Recenzent: Dr hab.inż. Adam Mrózek
Prof.nadzw. Politechniki Śląskiej

Wpłynęło do Redakcji 6 grudnia 1996 r.

Abstract

The paper describes the problems connected with industrial network FIP protocol time analysing and data exchange timing optimisation.
The one part of article describes the data exchange arbitration and its optimising and second part describes the practical implementation of full time protocol analyses.
Authors based on early publications [8] and new detailed mathematical conditions of FIP protocol time analysing for any type of transactions, calculating the network throughput and efficiency bases for typical network parameters. Result are present in digit and graphic form.