

MULTIPLEKSACJA INWERSYJNA 4xE1 - ETHERNET TCP Performance

1 Wstęp

Protokół TCP jest protokołem połączeniowym realizującym gwarantowaną transmisję danych. W tym celu stosuje mechanizmy potwierdzania przesłanych danych oraz retransmisji.

Ważnym elementem protokołu jest pojęcie okna TCP. Jest to ilość danych, które nadawca może wysłać bez otrzymania potwierdzenia od odbiorcy, inaczej mówiąc jest to ilość danych podróżujących przez sieć łączącą nadawcę z odbiorcą. Optymalna długość okna pozwalająca wykorzystać przepływność udostępnianą przez łącze można wyliczyć:

Rozmiar okna = przepływność * opóźnienie

Gdzie przepływność odpowiada przepływności testowanego łącza, natomiast opóźnienie jest to czas podróży pakietu od nadawcy do odbiorcy i z powrotem (round-trip delay).

Większość implementacji stosu TCP/IP posiada wbudowane mechanizmy dostosowujące rozmiar okna do przepływności oraz opóźnień wprowadzanych przez łącze, jednak nie zawsze parametry stosu dobrane są właściwie dla łączy oferujących stosunkowo dużą przepływność wprowadzając jednocześnie duże opóźnienia. Przykładem może być tutaj Win2000, dla którego domyślny maksymalny rozmiar okna wynosi 17520 bajtów. Przykładowe wyliczenia oraz metody zmiany ustawień dla systemu Win2000 można znaleźć:

<http://rdweb.cns.vt.edu/public/notes/win2k-tcpip.htm>

2 ANYMUX 4EN – TCP performance

Urządzenie ANYMUX-4EN jest inwersyjnym multiplekserem ramek Ethernet przez cztery kanały E1 2048 kbit/s z wykorzystaniem standardu HDLC. Dla dalszego rozważania wydajności transmisji danych z wykorzystaniem protokołu TCP należy określić takie parametry jak przepływność oraz opóźnienie wnoszone przez łącze.

R	1.	ANYMUX-4EN – TCP Performance	2004.10.27	1/1
---	----	------------------------------	------------	-----

2.1 PRZEPLYWNOŚĆ ŁĄCZA

Maksymalna przepływność udostępniana przez urządzenie dla ramek Ethernetowych to 4 x 2048kbit/s minus narzuty wnoszone przez protokół HDLC oraz multipleksację.

Na każdą ramkę Ethernetową dochodzi narzut w postaci flagi HDLC, dwóch bajtów CRC16 oraz dwóch bajtów kontrolnych na potrzeby multipleksacji. Daje to razem pięć bajtów na każdą ramkę plus narzut wynikający z bitowego stuffingu hdlc (dodawanie jednego bitu na każde pięć kolejno występujących w strumieniu jedynek), który jest zależny od zawartości transmitowanych ramek.

Dodać tutaj należy, że ramka Ethernetowa przesyłana kanałem E1 pozbawiona jest ośmiu bajtów preambuły oraz czterech bajtów CRC32, które to są odtwarzane przez drugie urządzenie pracujące w parze.

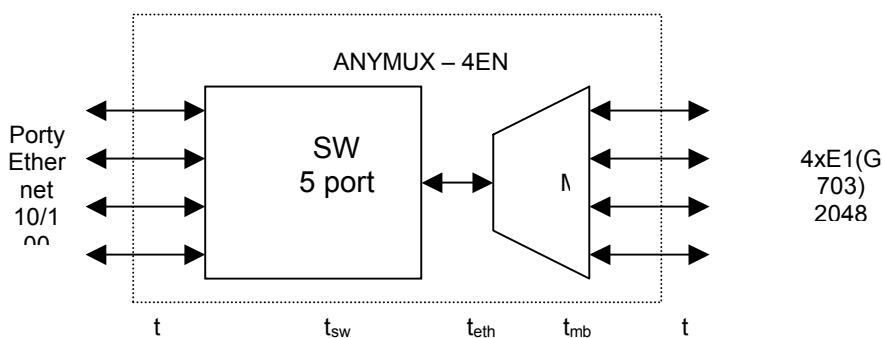
Podsumowując przepływność udostępniana przez urządzenie dla ramek ethernetowych (warstwa druga) wynosi odpowiednio:

Rozmiar ramki [bajty]	Narzut procentowy [%]		Przepływność maksymalna [kbit/s]	
	min	max	max	min
64	7,80	29,37	7598	6331
800	0,62	20,75	8141	6784
1500	0,33	20,40	8164	6803

Rzeczywisty narzut wynikający ze stuffingu utrzymuje się w granicach od 3 do 6%.

2.2 OPÓŹNIENIE ŁĄCZA

Opóźnienie wprowadzane przez urządzenie ANYMUX-4EN wynika z jego budowy, widocznej na schemacie blokowym poniżej.



Rys. Schemat blokowy urządzenia ANYMUX-4EN

Czas opóźnienia wprowadzanego przez łącze (round trip delay) można wyliczyć:

$$T_{op} = (t_{eth} * t_{swbuf} * t_{ethw} * t_{mbuf} * t_{e1}) * 2$$

t_{eth} - czas transmisji danych do urządzenia ANYMUX-4EN (<0,1ms)

t_{swbuf} - czas buforowania ramki w bloku switcha SW (0..50ms)

t_{ethw} - czas transmisji ramki ze switcha do bloku multiplexera (<1,2ms)

R	1.	ANYMUX-4EN – TCP Performance	2004.10.27	2/2
---	----	------------------------------	------------	-----

$t_{m\text{buf}}$ - czas przetwarzania oraz buforowania ramki w bloku multipleksera (1..50ms)
 t_{e1} - czas transmisji danych kanałem E1 (2048 kbit) (<7ms)

Nieuwzględnione jest tutaj dodatkowe opóźnienie, jakie może być na wykorzystywanych kanałach E1 (urządzenia pośrednie, SDH, PDH).

Czas opóźnienia generowany przez urządzenie zależy od długości ramki oraz obciążenia urządzenia. Dla najdłuższych ramek daje to opóźnienie rzędu od około 20ms (urządzenie nieobciążone) do około 200ms (urządzenie w pełni obciążone z wypełnionymi buforami przez ramki Ethernetowe).

Uwaga, podkreślić należy, że urządzenie z punkty widzenia warstwy drugiej jest symetryczne. Obciążenie jednego kierunku nie wpływa na przepływność oraz wartość opóźnienia wnoszonego przez drugi kierunek.

Zwrócić też należy uwagę na fakt, iż mimo oferowanej przepływności wynikającej z sumy przepływności kanałów E1, wnoszony czas opóźnienia zależy od czasu opóźnienia dla pojedynczego kanału E1. (Agregacja kanałów umożliwia przesył kilku ramek na raz, nie zmniejsza natomiast czasu przesyłu dla poszczególnych ramek).

Redukcję czasu przesyłu można uzyskać poprzez zmniejszenie rozmiaru MTU (rozmiaru pojedynczej ramki) generowanej przez klienta. Jest to możliwe z poziomu systemu operacyjnego komputera lub poprzez użycie zewnętrznego routera. Optymalne ustawienie MTU dla urządzenia to 576 bajtów. Przykładowe narzędzie do zmiany ustawień dla systemu Win2000 można znaleźć:

<http://www.tweakmaster.com/download.php>

2.3 ROZMIAR OKNA

Dla wyliczonych w poprzednich punktach parametrów, optymalny rozmiar okna TCP wynosi $0,02s * 8 \text{ Mbit} = 20\text{kB}$. Z obliczeń wynika, że dla wykorzystania całego pasma udostępnianego przez urządzenie ANYMUX-4EN przez pojedyncze połączenie TCP, rozmiar okna powinien być większy od 20kB.

Jeśli maksymalny rozmiar okna jest mniejszy od tej wartości, jak to ma miejsce w systemie Win2000, korzystając z pojedynczego połączenia TCP nie jesteśmy w stanie wykorzystać w pełni przepływności oferowanej przez urządzenie.

3 Podsumowanie

Na parametry uzyskiwane przez urządzenie (przepływność, opóźnienie) ma głównie wpływ sama specyfika urządzenia. Wykorzystanie strumieni 2048 w praktyce wymusza zastosowanie protokołu HDLC, natomiast opóźnienia wprowadzane przez urządzenie podyktowane są zastosowanym medium transmisyjnym. Różnice parametrów osiąganych przez urządzenia różnych firm powinny być marginalne, a na pewno żadne urządzenie nie jest w stanie ominąć ograniczeń wynikających z samej natury stosowanego rozwiązania. W przypadku projektowanego urządzenia 8xE1 – Ethernet problem będzie jeszcze bardziej widoczny, bo mimo zwiększenia przepustowości łącza opóźnienie generowane przez urządzenie pozostanie na niezmiennym poziomie.

R	1.	ANYMUX-4EN – TCP Performance	2004.10.27	3/3
---	----	------------------------------	------------	-----