

VDSL

Autor: Administrator
15.08.2007.
Zmieniony 15.08.2007.

3.3 VDSL

Technologia VDSL (Very High speed Digital Subscriber Line) jest stosowana w cyfrowych pętłach abonenckich o bardzo dużej prędkości transmisji (10 Mbit/s i więcej). W systemach VDSL łącze światłowodowe doprowadza strumień danych do wyniesionego układu komutacyjnego, z którego, przy wykorzystaniu skrętki i kabli koncentrycznych, dane w postaci cyfrowej rozprowadzane są w promieniu do kilkuset metrów. Prędkość transmisji umożliwia realizację usług multimedialnych.

3.3.1 System VDSL

System VDSL służy do transmisji sygnałów cyfrowych o przepustowości kilkudziesięciu Mbit/s przez parę telefoniczną. Umożliwia transmisję dwukierunkową, w trybie symetrycznym lub asymetrycznym. Prędkości transmisji wynikają z podziału prędkości kanonicznej SDH 155.52 Mbit/s. Tabela przedstawia te wartości wraz z odpowiadającymi im długościami linii.

Kierunek transmisji

Przepustowość
[Mbit/s]

Zasięg [m]

□w dół□

12,96 - 13,8

25,92 - 27,6

51,84 - 55,2

1500

1000

300

□w górę□

1,6 - 2,3

19,2

25,92

Tabela 1

Zasięgi systemu są ograniczone przez szybkości transmisji w kierunku w □dół□. Dzieje się tak, ponieważ transmisja w tym kierunku odbywa się w wyższych pasmach częstotliwości oraz charakteryzuje się dużymi przepływnościami. Zmniejszenie szybkości transmisji następuje wraz ze zwiększaniem długości łącza oraz przy realizacji transmisji symetrycznej (o równych szybkościach transmisji w obydwu kierunkach).

3.3.2 Konfiguracja systemu

Przykładowa konfiguracja systemu VDSL przedstawiona jest na rys. 1.

Rysunek 1

Sprzęgacz po stronie sieciowej jest integralną częścią ONU (Optical Network Unit). Sprzęgacz po stronie użytkownika może być połączony (ale nie musi) z szerokopasmowym zakończeniem sieciowym (BB NT) - na rys.1 linia przerywana. Usługi wąsko- i szerokopasmowe mogą być realizowane przez jedną wspólną sieć optyczną aż do ONU. Jest to więc realizacja idei sieci z integracją usług, gdzie jednym włóknem światłowodowym są transmitowane usługi szerokopasmowe oraz usługa POTS, a tylko łącze końcowe (ze względów ekonomicznych) wykonane jest w technologii miedzianej. Jeżeli usługi szerokopasmowe realizowane są przez sieć nakładkową, a usługi wąskopasmowe przez łącza miedziane, ONU musi realizować funkcje multipleksacji danych obydwu typów przed ich transmisją przez system VDSL.

Funkcje NT obejmują funkcje zakończenia linii, realizację procedur testowych, reagowanie na wiadomości sterujące otrzymywane od systemu zarządzania siecią. Umożliwia to operatorowi sieciowemu zarządzanie stykiem z użytkownikiem, np. w celu osiągnięcia żądanej wartości QoS, ułatwia sieci detekcję i identyfikację występujących nieprawidłowości. Do współpracy z urządzeniami włączonymi do sieci domowej, które nie korzystają z systemu VDSL (np. drukarka komputerowa), NT wyposażony został w dedykowany do tego celu styk.

System VDSL może pracować w konfiguracji punkt-punkt lub punkt-wielopunkt. Konfigurację punkt-punkt przedstawia rys.2. W tym przypadku system VDSL obsługuje jeden terminal wąski i jeden szerokopasmowy.

Rysunek 2

Transmisja w trybie punkt wielopunkt może być realizowana w dwóch wariantach:

-z aktywnym NT(rys 3)

-z pasywnym NT(rys 4)

Rysunek 3

Rysunek 4

Konfiguracja z aktywnym NT umożliwia dołączenie urządzeń użytkownika w topologii gwiazdy do huba przełączająco-multipleksującego, który może być integralną częścią modemu VDSL.

W konfiguracji z pasywnym NT każde urządzenie CPE skojarzone jest z jednostką (modemem) VDSL, których połączenie z NT tworzy topologię drzewa.

Dane w kierunku w dół mogą być wysyłane do każdego z urządzeń użytkownika CPE (broadcast - w przypadku pasywnego NT) lub do logicznie wydzielonego huba, który identyfikuje CPE na podstawie ich adresów. Dane są kierowane do odpowiednich portów huba na podstawie adresów komórek ATM (tzn. kanałów i ścieżek wirtualnych) lub wykorzystywane jest zwielokrotnianie czasowe.

Multipleksacja w kierunku w górę jest bardziej złożona. System z pasywnym NT musi wysłać przychodzące dane do współdzielonego medium wykorzystując zwielokrotnianie czasowe (TDM - Time Division Multiplexing) lub częstotliwościowe (FDM - Frequency Division Multiplexing). TDMA wykorzystuje znacznik sterujący wysyłany w kierunku w dół przez modem VDSL po stronie sieci (ONU) do konkretnego urządzenia (jeśli jest ono znane), bądź urządzenia rywalizują o dostęp do medium, jeśli nie zostały rozpoznane przez ONCT. FDM natomiast każdemu z urządzeń przydziela własny kanał komunikacyjny o określonej częstotliwości. Eliminuje to konieczność stosowania protokołu MAC, ale równocześnie ogranicza przepustowość dostępne dla poszczególnych urządzeń, a także wymaga stosowania dynamicznej alokacji pasma. Systemy z aktywnym NT problem ten przekazują hubowi, który do multipleksacji strumienia w górę wykorzystuje zazwyczaj protokół Ethernet, rzadziej korzysta z ATM. Sam modem VDSL realizuje tylko transmisję danych w obydwu kierunkach.

3.3.3 Podział pasma transmisyjnego

System VDSL umożliwia równoczesną transmisję sygnałów cyfrowych, analogowych sygnałów telefonicznych lub sygnałów dostępu podstawowego ISDN (BRA). Wykorzystuje do tego celu zwielokrotnianie częstotliwościowe sygnałów, tzn. dane usług szerokopasmowych są transmitowane w wyższym paśmie częstotliwości niż POTS lub BRA ISDN. Rys.5 przedstawia uproszczony schemat przydziału pasm częstotliwości określonym rodzajom sygnałów.

Rysunek 5

Jak widać pasma transmisyjne dla kierunków góra-dół są rozdzielone, ale w razie potrzeby można wykorzystać metodę eliminacji echa (podobnie jak w ADSL) i zwiększyć pasmo w kierunku □ w dół□ przez przesunięcie dolnej granicy tego pasma do 300 kHz. Równoczesna realizacja usług POTS i BRA ISDN nie jest rozważana. Klasyczna usługa telefoniczna (POTS) zajmuje dotychczasowe pasmo (do 4 kHz), dostęp podstawowy ISDN do 120 (80) kHz. Dolna granica pasma transmisji sygnałów usług szerokopasmowych wynika z konieczności zachowania odstępu ochronnego i wynosi 300 kHz. Górna granica wynika z tłumienia sygnałów i zależy od długości i jakości linii: wynosi od 10 MHz dla linii dłuższych do 30 MHz dla linii krótkich. Funkcje separacji i mieszania obydwu typów sygnałów realizowane są przez sprzęgacze, które są filtrami pasmowo przepustowymi o odpowiednio stromych zboczach i stabilnych parametrach.

3.3.4 Zabezpieczenie przed błędami.

W razie wystąpienia błędów transmisji odrzucana zostaje cała przekłamana komórka, a system VDSL nie realizuje retransmisji, pozostawiając te funkcje protokołom wyższych warstw. Dla aplikacji audio czasu rzeczywistego wartość CER (Cell Error Rate) powinna być niższa od 10^{-5} natomiast dla aplikacji wideo niższa od 10^{-8} . Warunkom tym odpowiada bitowa stopa błędów $BER < 10^{-7}$ przy zachowaniu marginesu szumów 6 dB.

System ATM tworzony był do pracy w środowisku optycznym o bardzo dużej przepustowości i minimalnej stopie błędów, natomiast VDSL wykorzystuje kable miedziane, nie spełniające tych warunków. Konieczne było zatem wykorzystanie dodatkowych mechanizmów zabezpieczających przed błędami transmisji. Są to nadmiarowy kod korekcyjny FEC (Forward Error Correction) oraz przeplot danych, których zastosowanie daje dobre efekty przy korekcji błędów spowodowanych szumem impulsowym. Stosowanie przeplotu danych powoduje wprowadzanie opóźnień, zazwyczaj równych 40-krotnej długości czasu trwania impulsu zakłócającego.

3.3.5 Podsumowanie

VDSL jest rozszerzoną technicznie wersją ADSL, która umożliwia transmisję z przepustowością 10-krotnie większą, jednak przy mniejszej długości linii. Pomimo tego, ADSL jest bardziej złożony technologicznie, ponieważ pracuje w dużo większym zakresie zmian parametrów transmisji niż VDSL. ADSL wykorzystuje zaawansowaną technikę transmisyjną oraz kodowanie FEC, dzięki czemu może transmitować strumień danych o przepustowości 1.5 - 9 Mbit/s przez skrętkę o długości 5.5 km (dla 1.5 Mbit/s). System VDSL wykorzystuje podobne techniki oraz FEC, co umożliwia uzyskanie prędkości transmisji od 13 do 55 Mbit/s na odległość do 1.3 km (dla 13 Mbit/s). Porównanie szybkości transmisji i ich zasięgi dla obydwu systemów przedstawia rys.6.

Rysunek 6

Techniki ADSL i VDSL nie powinny być postrzegane jako konkurujące ze sobą, ale jako zespół dwóch technologii stosowanych w odmiennych warunkach i uzupełniających się wzajemnie. Tam, gdzie odległości są znaczne, a wymagania szybkości transmisji nie są bardzo wygórowane można instalować modemy ADSL. Jeżeli światłowód dochodzi do budynku abonenta, który chce korzystać z takich usług jak wideo na żądanie i HDTV, jego wymaganiom sprosta system VDSL. Można uważać, że system VDSL jest krokiem od ADSL w kierunku docelowej topologii FTTH. Długość wykorzystywanej pętli abonenckiej jest mniejsza, światłowód sięga dalej w kierunku abonenta, możliwe jest zwiększenie szybkości transmisji. System VDSL może być uważany za kolejny krok w kierunku sieci pełnosługowych FSAN (Full Services Access Network). Jego główną przewagą nad ADSL jest zwiększenie przepustowości, która umożliwia równoczesną transmisję dwóch kanałów HDTV. Jednak o wiele bliższe w czasie wydaje się być wykorzystanie systemów ADSL, jeżeli wziąć pod uwagę jakość dostępnych łączy telefonicznych, długość pętli abonenckich, a także zapotrzebowanie abonentów na przepustowość powyżej 8 Mbit/s. Wiele wprowadzanych obecnie usług (VOD z jakością VHS, wideokonferencje, zdalny dostęp do sieci LAN) z powodzeniem może być świadczone w oparciu o strumień 2 Mbit/s, a to zapewnia system ADSL przy stosunkowo dużej długości linii (ok. 5 km). Przy mniejszych odległościach może być transmitowanych kilka strumieni 2 Mbit/s, co umożliwia świadczenie usług bardziej wymagających (np. transmisja skompresowanego obrazu jakości telewizyjnej).

Należy

także zwrócić uwagę, że systemy ADSL i VDSL umożliwiają efektywną transmisję komórek ATM, która to technika uważana jest dzisiaj za docelową i za jedyną

zdołną do realizacji usług o różnych klasach generowanego ruchu zintegrowanych w jednym systemie transmisyjnym. Prawdopodobnie w najbliższej przyszłości szybkie cyfrowe łącza abonenckie będą wykorzystywały system ADSL. W miarę upływu czasu i zwiększania się zapotrzebowania na szybsze usługi wprowadzane będą stopniowo systemy VDSL, po których nastąpi przejście (być może bezpośrednio) do topologii FTTH i pasywnych sieci optycznych ATM (ATM PON - ATM Passive Optical Network).