

Technologia X.25

Autorzy: Grzegorz Wojsa, Grzegorz Koziel, Tomasz Lipian IVFDS

STRESZCZENIE

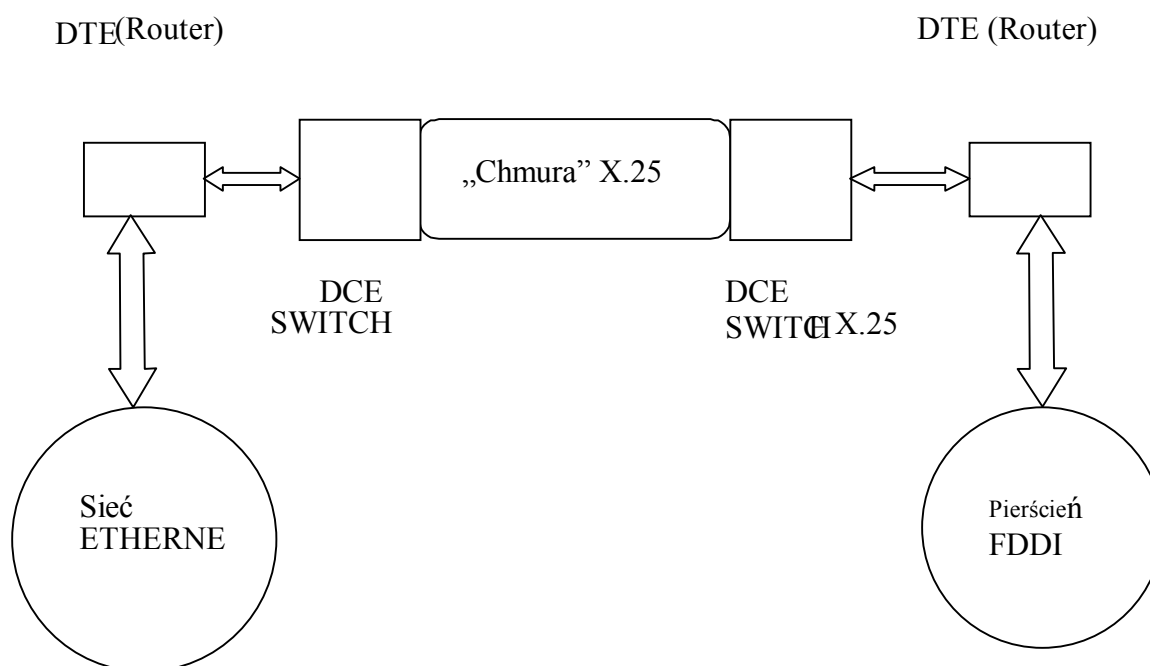
Praca zawiera opis technologii X.25, jego cech charakterystycznych, wad i zalet. Omówione są szczegółowo protokoły warstw w odniesieniu do modelu warstwowego ISO/OSI. Przedstawione są formaty i typy ramek, pakietów i adresów wykorzystywanych przez standard X.25. Przedstawione są procesy łączenia i rozłączania użytkownika z siecią. Wyszczególnione są ogólne zastosowania standardu.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	3
2. Cechy standardu X.25	4
2.1. Cechy charakterystyczne sieci X.25:	4
2.2 Metody dostępu użytkownika do sieci z protokołem X.25:.....	4
3. Odniesienie standardu X.25 do modelu ISO/OSI	5
3.1. Warstwa fizyczna	5
3.2. Warstwa łącza danych	5
3.3. Poziom pakietu.....	6
3.4. Adresacja X.121	7
3.5. Wirtualizacja połączeń	8
4. Zastosowanie Sieci X.25	8
5. Podsumowanie	8
Literatura	9

1. WSTĘP

Protokół X.25 jest protokołem wykorzystującym komutację pakietów tzn. wiadomości są dzielone na małe pakiety i wysyłane przez urządzenia asemlacji i deasemblacji pakietów PAD. Sieci z komutacją pakietów indywidualnie trasują każdy pakiet przez sieć, a nie przez wstępnie zadaną ścieżkę przełączników w przypadku sieci z komutacją obwodów. Takie rozwiązanie oferuje większą elastyczność, ponieważ pakiety mogą być trasowane tak by omijały miejsca uszkodzeń. Z drugiej jednak strony trasa musi być obliczona oddzielnie dla każdego pakietu, a więc przełączanie w sieciach z komutacją pakietów jest znacznie wolniejsze niż w sieciach z komutacją obwodów [2]. Standard sieci pakietowej z protokołem X.25 opisuje zbiór protokołów definiujących styk użytkownika z siecią rozległą z komutacją pakietów oraz zasady łączenia terminali i komputerów przez tę sieć. Elementy sieci wykorzystującej standard X.25 przedstawione na poniższym rysunku.



Rys 1. Przykładowa sieć wykorzystująca standard X.25.

Komunikacja rozpoczyna się, gdy jeden z klientów sieci X.25 z komutacją pakietów chce połączyć się z innym. Następuje wywołanie w podobny sposób, jak ma to miejsce w standardowej telefonii. Jeśli wywoływany system zaakceptuje połączenie, obydwa systemy zaczynają przysyłać między sobą dane.

2. CECHY STANDARDU X.25

Standard X.25 umożliwia komutację pakietów o zmiennej długości z zastosowaniem trybu połączeniowego do ich transmisji (tzn. poszczególne pakiety nie muszą zawierać adresów nadawcy i odbiorcy). Technologia również umożliwia tworzenie tzw. połączeń wirtualnych gwarantujących przybywanie pakietów do użytkownika końcowego w tej samej kolejności w jakiej zostały wysłane. Standard zapewnia niezawodny przekaz informacji przez łącza o niższej jakości lecz z opóźnieniami pakietów przez kolejne węzły. Spowodowane jest to tym, że każdy węzeł sprawdza kompletność i poprawność odebranego pakietu przed jego dalszym wysłaniem. Przy wykryciu nieprawidłowości dowolny węzeł na trasie przekazu występuje z żądaniem retransmisji błędnego pakietu. Często można spotkać nadmiarowość w transmisji pakietów co powoduje zmniejszenie ogólnej przepustowości sieci. Standard X.25 zapewnia współpracę z liniami transmisyjnymi o standardowej przepływności do 64 Kb/s z rozszerzeniem do 2 Mb/s.

2.1. Cechy charakterystyczne sieci X.25:

- a) możliwość transmisji priorytetowych
- b) protokoły mogą być konwertowane
- c) duża odporność na zakłócenia
- d) transmisja synchroniczna i asynchroniczna
- e) sprawdzenie poprawności przekazu pakietu na całej trasie przez co generują się opóźnienia
- f) stała długość pakietu (od 16 do 4096 bajtów) w konkretnej sieci X.25
- g) analogowy bądź cyfrowy przekaz danych
- h) transmisja dwukierunkowa przez linie komutowane lub dedykowane
- i) wysoka redundancja i efektywność połączeń wraz z korekcją błędów
- j) segmentacja sieci transmisyjnej za pomocą połączeń wirtualnych
- k) realizacja przekazów pakietowych w trybie połączeniowym [1]

2.2. Metody dostępu użytkownika do sieci z protokołem X.25:

- a) dostęp bezpośredni dla abonentów posiadających wydzielone łącza i synchroniczne urządzenia typu DTE (urządzenie końcowe np. terminal, karta synchroniczna komputera PC, router sieci lokalnej z protokołem X.25
- b) dostęp komutowany za pomocą sieci publicznej PSTN i protokołów X.25,
- c) dostępu komutowanego PAD (*Packet Assembler Disassembler*) przy pomocy sieciowego multiplexera PAD, asynchronicznych terminali znakowych i sieci komutowanej [1].

Multiplexer sieciowy PAD (jest on urządzeniem komunikacyjnym DCE) jest urządzeniem niezbędnym w przypadku podłączenia do sieci pakietowej X.25 prostych terminali asynchronicznych, gdyż nie generują pakietów z protokołem X.25. Procesor sieciowy PAD wyposażony jest w porty zamieniające strumień danych asynchronicznych na pakiety przesyłane w sieci X.25 (i odwrotnie).

3. ODNIESIENIE STANDARDU X.25 DO MODELU ISO/OSI

Protokół X.25 odpowiada trzem najniższym warstwom modelu OSI: fizycznej, łącza danych i sieci. Standard nie specyfikuje żadnych wyższych warstw, takich jak aplikacje właściwe dla X.25.

Warstwy modelu ISO/OSI

Aplikacji		
Prezentacji		
Sesji		
Transportu	Protokoły standardu X.25	
Sieci	PLP	Ustanawianie kanałów wirtualnych SVC i PVC
Łącza danych	LAPB	Ustanawianie łącza między DTE i DCE
Fizyczna	X.21, RS232C, V.35 RS449/442, X.21bis	Obsługa surowych bitów nośnika fizycznego

Rys 2. Odniesienie modelu X.25 do modelu warstwowego ISO/OSI [2].

3.1. Warstwa fizyczna

Różne protokoły zapewniają fizyczne połączenia między urządzeniami końcowymi (DTE) a urządzeniami komunikacyjnymi (DCE). Można wśród nich wyróżnić między innymi protokoły X.21, X.21bis/RS232C, RS449/442 i V.35. Zgodnie z zaleceniem X.21bis możliwa jest transmisja dwupunktowa przez 4-przewodowe medium transmisyjne oraz połączenie dwupunktowe synchroniczne.

3.2. Warstwa łącza danych

Odpowiednik warstwy łącza danych dla standardu X.25 jest opisywany przez oddzielny protokół - LAPB. LAPB (ang. Link Access Procedure Balanced -protokół symetrycznego dostępu do łącza) jest pewnym, kontrolującym błędy protokołem przesyłania ramek między urządzeniem końcowym i urządzeniem komunikacyjnym. Protokół ten jest odpowiedzialny za inicjalizowanie i finalizowanie łącza między tymi urządzeniami, a także za umieszczanie pakietów w ramach przed przekazaniem ich do warstwy fizycznej. Protokół jest przeznaczony do komunikacji dwupunktowej w trybie asynchronicznym równoprawnym. Protokół symetrycznego dostępu do łącza dość wiernie odpowiada warstwie łącza danych modelu OSI, ponieważ jest on wersją protokołu HDLC, który z kolei jest standardem OSI.

1 bajt	1 bajt	1 bajt	Zmienne	2 bajty	1 bajt
Flaga 01111110	Adres	Kontrola	Dane	Suma kontrolna	Flaga 01111110

Rys 3. Struktura ramki protokołu X.25 [2].

Bajt pierwszy i ostatni jest znakiem specjalnym (dwójkowo 01111110) oznaczającym początek i koniec ramki. Drugim bajtem ramki jest adres, który kieruje ramką między urządzeniami komunikacyjnymi DCE i końcowymi DTE. Trzeci bajt, kontrolny, określa format ramki. Informuje, czy jest to ramka:

- a) **informacyjna** - przenosząca komunikaty wyższego poziomu : sterowanie przepływem informacji o błędach i powtórzeniach;
- b) **zarządzająca** - spełniająca funkcje kontrolne: zawieszanie transmisji, wznawianie transmisji, przesyłanie statusów, raportowanie;
- c) **nie numerowana** - przekazująca informacje sterowania łączem: ustanawianie i likwidacja połączeń, raportowanie błędów. Ramki nie numerowane przenoszą wyłącznie kody komend i odpowiedzi[1].

Bajtem następującym po polu danych jest sekwencja kontrolna ramki suma kontrolna CRC. Gdy host odbiera ramkę sprawdza, czy suma kontrolna odpowiada danym zawartym w ramce. Jeśli test wypadnie niepomyślnie, host wysyła pakiet odrzucenia REJ (Reject) z powrotem do nadawcy, prosząc o ponowne wysłanie ramki. Jeśli suma kontrolna jest prawidłowa, wysyłane są pakiety gotowości odbiornika RR (Receiver Ready) lub brak gotowości odbiornika RNR (Receiver Not Ready). Suma kontrolna jest kluczem do niezawodności sieci X.25, ale też przyczynia się do jej niskiej wydajności (Oczekiwanie na pakiety potwierdzające). W sieci implementującej standard X.25, odpowiedzialność za transmitowanie pakietu spada na sieć. Tym sposobem sieć X.25 gwarantuje 100% niezawodność przesyłania danych między węzłami końcowymi[2].

Przy inicjalizacji LaPB konfiguruje łącze (inicjowanie połączenia przez obwód wirtualny). Zasadniczym zadaniem protokołu LAPB jest zapewnienie bezbłędnego przesyłania ramek przez kanały o dużym prawdopodobieństwie występowania przekłamań. Gdy połączenie nie jest już potrzebne, protokół symetrycznego dostępu do łącza przeprowadza rozłączenie.

3.3. Poziom pakietu

Warstwa ta nawiązuje połączenie i zapewnia ustanowienie wywołania, transfer danych, sterowanie strumieniem danych, usuwanie błędów oraz kasowanie wywołania. Warstwa sieci odpowiada za zarządzanie każdym obwodem wirtualnym i może jednocześnie utrzymywać 128 połączeń. Protokołem odpowiadającym za te wszystkie operacje na pakietach jest protokół PLP (Packet Level Protocol). Pola tworzące nagłówek warstwy sieci są przedstawione na poniższym rysunku.

1bit	1bit	1bit	1bit	4 bity	8 bitów	3 bity	1bit	3 bity	1bit	zmienne
Q	D	0	1	Grupa	Kanał	Odbiorca	M	Nadawca	0	Dane

Rys 4. Nagłówek pakietu X.25 [2].

Pierwsze 4 bity określone jako GFI (*General Format Identifier*) zawierają parametry i rozmiar pakietu : bit Q wskazuje, czy dane są danymi kwalifikowanymi (*Qualified data*) Pole to jest wykorzystywane przez protokołów do oddzielenia pakietów danych od pakietów sterowania Drugi bit, D, sygnalizuje, czy pakiet ma znaczenie lokalne (wartość 0) czy też globalne (wartość 1). Kolejnych 12 bitów traktuje się jako pojedyncze pole identyfikatora kanału logicznego LCI (*Logical Channel Identifier*). Pole LCI wskazuje na określone połączenie z siecią z komutacją pakietów. LCI zawiera numer grupy kanałów logicznych (numer LGN - *Logical Channel Group Number*) oraz numer kanału logicznego LCN (*Logical Channel Number*). Ostatni bajt nagłówka to PTI (*Packet Type Identifier*) identyfikujące typ pakietu [1]. W protokole X.25 dostępnych jest kilkanaście typów pakietów np.: pakiety do ustanawiania i rozłączania połączeń, danych i przerwań, sterowania przepływem i zerowania, wznowień, diagnostyczne, rejestracji. Protokół X.25 dopuszcza następująca maksymalne długości pakietów : 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 i 4096 bajtów. W praktyce najczęściej stosowane są długości 128 i 256 bajtów.

3.4. Adresacja X.121

Protokół warstwy sieci korzysta z **adresów X.121** uwzględniających realizację połączeń międzynarodowych za pomocą: wskaźnika międzynarodowego P (*Prefix*), identyfikatora sieci narodowej DNIC (*Data Network Identification Code*) oraz numeru użytkownika wewnątrz sieci NTN (*Network Terminal Number*). Protokół poziomego pakietu jest odpowiedzialny za konfigurowanie między dwoma oddalonymi urządzeniami końcowymi połączeń sieciowych w „chmurze” X.25. Dla kontrastu adresowanie warstwy łącza danych łączy urządzenie końcowe z urządzeniem komunikacyjnym. Aby ustanowić połączenie terminal nadający wysyła do swojego urządzenia komunikacyjnego pakiet żądania wywołania (*Call Request Packet*), zawierający adres X. 121 docelowego urządzenia końcowego. Urządzenie komunikacyjne odpowiada za przesłanie tego pakietu przez „chmurę” X.25. Gdy pakiet osiągnie miejsce przeznaczenia, odbierające urządzenie komunikacyjne kieruje go do odbierającego urządzenia końcowego, które sprawdza, czy pakiet jest przeznaczony właśnie dla niego, i decyduje, czy ma wziąć udział w konwersacji. Jeśli zaakceptuje wywołanie, wysyła pakiet akceptacji wywołania (*Call Accepted*) i w ten sposób zostaje ustanowione połączenie. Po zakończeniu procesu ustanawiania połączenia obie strony są gotowe do wysyłania danych (w obydwu kierunkach). Od tego momentu, adres X. 121 nie jest już używany. Połączenie ogranicza się do urządzeń komunikacyjnych i jest identyfikowane przez numer kanału logicznego [1].

4 bity	4 bity	3 bity	1 bit	10 bitów
Długość adresu wywołwanego DTE	Długość adresu wywołującego DTE	Kod Kraju	PSN	Krajowy numer terminala

Rys.5.Struktura adresu X.121[2].

3.5. Wirtualizacja połączeń

Pakiety w sieciach X.25 są wysyłane za pomocą połączeń wirtualnych. Stanowią one kanał logiczny łączący przez sieć dwóch użytkowników. W połączeniu wirtualnym pakiety wysyłane są sekwencyjnie i docierają do punktu docelowego w kolejności w jakiej zostały wysłane. W jednym łączu transmisyjnym może być maksymalnie 4096 połączeń wirtualnych. X.25 implementuje 2 typy połączeń wirtualnych: **stałe połączenia wirtualne PVC** (*Permanent Virtual Cut*) ustanawiane w sposób trwały przez operatora sieci, przed rozpoczęciem transmisji i nie wymagające procedur wznawiania połączeń; **komutowane połączenia wirtualne SVC** (*Switched Vertical Cut*) ustanawiane wyłącznie na czas sesji i likwidowane i zamykane po zakończeniu transmisji. Organizowanie połączenia wirtualnego SVC składa się z trzech faz: inicjalizowanie połączenia, przesyłanie pakietów i finalizowanie połączenia. Trasa połączeniowa nie jest z góry znana i ponowne połączenie nawet dwóch tych samych użytkowników może przebiegać inną trasą [1].

4. ZASTOSOWANIE SIECI X.25

Sieć X.25, uważana za zbyt starą i powolną, wciąż jest szeroko wykorzystywana przez wzgląd na wysokie bezpieczeństwo transmisji w bankach, szpitalach itp.(systemy kart kredytowych, bankomaty, bazy danych z zapisami medycznymi). Pamiętajmy że sieć X.25 jest znacznie tańsza niż sieci najbardziej do niej podobne: Frame Relay i ATM a zaimplementowana ostatnimi czasy enkapsulacja (wykorzystywaną w sieciach ATM i Frame Relay) ułatwia komunikację IP. W Polsce stosowany w branżowych i publicznych sieciach rozległych, takich jak POLPAK, TELBANK, KOLPAK, CUPAK. Często można spotkać migrację z sieci X.25. Często wydziela się część sieci i tworzy dodatkowe łącze, równoległe do istniejącego połączenia X.25. Po wypróbowaniu nowego łącza (np. ATM lub Frame Relay) można całkowicie na nie przejść traktując łącze X.25 jako zapasowe.

5. PODSUMOWANIE

X.25 jest starym standardem o maksymalnej szybkości transmisji 64Kb/s. Zestaw protokołów X.25 odnosi się do trzech najniższych warstw modelu OSI. Standard X.25 wykorzystuje komutację pakietów. Oznacza to że każdy pakiet jest trasowany oddzielnie, a nie kierowany na jedną ścieżkę wraz z całym ruchem w określonym obwodzie wirtualnym. Sieć X.25 wykorzystywana jest wszędzie tam gdzie nie ważna jest wysoka szybkość transmisji ale jej pewność i bezpieczeństwo. Zapewnia niezawodną, sekwencyjną transmisję danych do dowolnego miejsca na świecie przy użyciu standardowego okablowania miedzianego. Uważany za przestarzały, wciąż jest on bardzo popularny i szeroko wykorzystywany w sieciach bankowych i szpitalnych.

LITERATURA

- [1] Praca Zbiorowa NetWorld „Vademecum Teleinformatyka” IDG Poland S.A.
Warszawa 1999
- [2] Marc Sportack „Sieci Komputerowe - Ksiega Experta” HELION
Gliwice 1999