

Media transmisyjne sieci LAN

Skrętka nieekranowana (UTP – Unshielded Twisted Pair)

Kabel typu UTP składa się ze skręconych ze sobą par przewodów, tworząc linię zrównoważoną (symetryczną). Skręcenie przewodów w stosunku 1 zwój na 6–10 cm chroni transmisję przed zakłóceniami elektromagnetycznymi i interferencjami otoczenia. Ten rodzaj kabla jest powszechnie stosowany w sieciach komputerowych oraz telefonicznych. Istnieje wiele technologii splotu, a poszczególne skrętki mogą różnić się gęstością i sposobem skręcenia przewodów.

Do przesyłania sygnałów w sieciach komputerowych wykorzystuje się skrętki kategorii 3 (10 Mb/s) oraz kategorii 5 (100 Mb/s), przy czym w praktyce powszechnie stosuje się głównie kategorię 5. Skrętki UTP są uniwersalne, stosunkowo tanie i łatwe w instalacji, co czyni je najpopularniejszym medium transmisyjnym w sieciach lokalnych.

Skrętka foliowana (FTP – Foiled Twisted Pair)

Skrętka FTP jest ekranowana folią z przewodem uziemiającym, co zapewnia dodatkową ochronę przed zakłóceniami elektromagnetycznymi. Jest przeznaczona głównie do budowy sieci komputerowych w środowiskach o dużym poziomie interferencji. Tego typu kabel jest stosowany także w sieciach Gigabit Ethernet (1 Gb/s), przy wykorzystaniu wszystkich czterech par przewodów.

Skrętka ekranowana (STP – Shielded

Twisted Pair)

STP różni się od FTP tym, że ekran stanowi opłot otaczający przewody oraz dodatkowa zewnętrzna koszulka ochronna. W związku z rosnącymi wymaganiami europejskich norm EMC dotyczących emisji zakłóceń elektromagnetycznych (EMI), zastosowanie skrętek ekranowanych STP staje się coraz bardziej istotne w nowych instalacjach.

Hybrydowe rozwiązania:

FFTP – każda para przewodów otoczona jest osobnym ekranem z folii, a cały kabel dodatkowo pokryty jest folią.

SFTP – każda para przewodów posiada własny ekran z folii, a cały kabel jest dodatkowo pokryty opłotem. Takie hybrydy łączą zalety różnych typów ekranowania, zwiększając odporność na zakłócenia.

Kategorie skrętek miedzianych

Kategorie kabli miedzianych określono w specyfikacji EIA/TIA. Przydatność kabla do transmisji określa się w MHz:

Kategoria 1 – tradycyjna nieekranowana skrętka telefoniczna, przeznaczona do przesyłania głosu, nie nadaje się do transmisji danych.

Kategoria 2 – nieekranowana skrętka o szybkości transmisji do 4 MHz, z dwoma parami skręconych przewodów.

Kategoria 3 – skrętka o szybkości transmisji do 10 MHz, stosowana w sieciach Token Ring (4 Mb/s) oraz Ethernet 10Base-T (10 Mb/s), z czterema parami przewodów.

Kategoria 4 – skrętka działająca z prędkością do 16 MHz, zbudowana z czterech par przewodów.

Kategoria 5 – skrętka z dopasowaniem rezystancyjnym, umożliwiająca transmisję danych z prędkością 100 MHz na odległość do 100 m, przy prawidłowej instalacji zgodnie z wymaganiami okablowania strukturalnego.

Kategoria 5e (enhanced) – ulepszona wersja kategorii 5, zalecana w przypadku nowych instalacji, zapewniająca lepszą

jakość transmisji i większą odporność na przesłuchy.

Kategoria 6 – skrętka umożliwiająca transmisję z częstotliwością do 200 MHz, odpowiednia dla nowoczesnych sieci Ethernet 1 Gb/s i 10 Gb/s w krótkim zasięgu.

Kategoria 7 – kabel o przepustowości do 600 MHz, wymagający nowych typów złączy, a każda para przewodów jest ekranowana oddzielnie.

Skrętki produkowane są w znormalizowanych średnicach, podawanych w jednostkach AWG, oraz mogą zawierać różną liczbę par. W sieciach komputerowych standardem są skrętki czteroparowe. Ze względu na fakt, że kategoria 6 nie jest jeszcze w pełni zatwierdzona normami międzynarodowymi, oraz w obliczu rosnącej dostępności i spadającego kosztu łączy światłowodowych, istnieje perspektywa, że w niedalekiej przyszłości struktury oparte na światłowodach mogą być bardziej opłacalne niż instalacje z kabli miedzianych kategorii 6.

Kabel współosiowy (koncentryczny)

Kabel koncentryczny składa się z dwóch przewodów umieszczonych jeden wewnątrz drugiego, co zwiększa odporność na zakłócenia i poprawia jakość transmisji. Wewnętrzny przewód, wykonany z drutu lub linki miedzianej, stanowi rdzeń (przewód gorący), natomiast zewnętrzny przewód pełni funkcję ekranu w postaci oplotu.

Stosuje się kable koncentryczne o impedancji falowej 50 i 75 Ohm. Kable 50 Ohm wykorzystuje się m.in. w sieciach komputerowych.

Cienki Ethernet (Thin Ethernet, 10Base-2) – kabel RG-58 o średnicy $\frac{1}{2}$ " i maksymalnej długości segmentu 185 m. Stosowany tam, gdzie wymagane są połączenia dłuższe niż 100 m.

Gruby Ethernet (Thick Ethernet, 10Base-5) – kable RG-8 i RG-11 o średnicy $\frac{1}{4}$ " i długości segmentu do 500 m. Obecnie rzadko spotykany, wykorzystywany jedynie w bardzo starych sieciach.

Zalety kabli współosiowych: wysoka odporność na zakłócenia i szumy, możliwość przesyłania sygnałów szerokopasmowych, niższy koszt w porównaniu z ekranowanymi skrętkami. Obecnie stosowane głównie w małych sieciach do 3–4 komputerów, przy czym ich wadą jest większa awaryjność instalacji w porównaniu do skrętek.

Kabel światłowodowy

Transmisja światłowodowa polega na prowadzeniu promieni świetlnych przez włókno szklane, generowanych przez laserowe źródło światła. Dzięki minimalnym stratom i odporności na pola elektromagnetyczne, światłowód jest obecnie najbardziej wydajnym medium transmisyjnym.

Kabel światłowodowy może zawierać od jednego do kilkudziesięciu włókien. Rdzeń wykonany jest zwykle z domieszkowanego dwutlenku krzemu, otoczony płaszczem ze szkła czystego (SiO_2) i zabezpieczony osłoną buforową. Włókno zapewnia całkowite wewnętrzne odbicie promieni świetlnych dzięki różnicy współczynnika załamania światła między rdzeniem a płaszczem. Zewnętrzna warstwa buforowa wykonana z akrylonu poprawia elastyczność i chroni włókno przed uszkodzeniami, nie wpływając na właściwości transmisyjne.

Światłowody dzielą się na jedno- i wielomodowe. Jednomodowe oferują większe pasmo przenoszenia i większy zasięg, ale są droższe. W transmisji full-duplex zwykle stosuje się dwa włókna do przesyłania sygnałów w obie strony, choć istnieją rozwiązania umożliwiające transmisję dwukierunkową jednym włóknem.

Zalety światłowodów obejmują większą przepustowość w porównaniu do kabli miedzianych, małe straty sygnału, odporność na zakłócenia elektromagnetyczne, brak przesłuchów międzykablowych, niewielką masę i rozmiary, wysoką niezawodność oraz relatywnie niski koszt, który ciągle spada.

Kabel światłowodowy, jako nowoczesne medium transmisyjne, cechuje się nie tylko wysoką przepustowością, ale również wyjątkową odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne. Światłowody są obecnie wykorzystywane zarówno w sieciach lokalnych, jak i w sieciach dalekiego zasięgu, w tym w sieciach telekomunikacyjnych i centrach danych. Jednym z podstawowych parametrów włókna światłowodowego jest jego konstrukcja, która decyduje o rodzaju transmisji. Włókna dzielą się na jednomodowe (single-mode, SMF) oraz wielomodowe (multi-mode, MMF). Włókna jednomodowe charakteryzują się bardzo małym rdzeniem o średnicy około 8–10 μm , co pozwala na przesyłanie jednego promienia świetlnego wzdłuż włókna, minimalizując zjawisko dyspersji modalnej. Dzięki temu światłowody jednomodowe oferują transmisję na odległości rzędu kilkudziesięciu, a nawet kilkuset kilometrów bez potrzeby stosowania wzmacniaczy sygnału. Z kolei włókna wielomodowe mają większy rdzeń, zazwyczaj o średnicy 50 lub 62,5 μm , co umożliwia przesyłanie wielu modów światła równocześnie. Transmisja w światłowodach wielomodowych jest jednak ograniczona z powodu dyspersji, co zmniejsza maksymalną odległość przesyłania danych, ale pozwala na niższy koszt okablowania i prostsze źródła światła, takie jak diody LED.

Ważnym parametrem światłowodu jest jego tłumienie, wyrażane w decybelach na kilometr (dB/km). Tłumienie określa, jak dużo energii sygnału optycznego jest tracone na każdym kilometrze włókna. Dla włókien jednomodowych w zakresie długości fali 1310–1550 nm tłumienie wynosi zwykle około 0,2–0,35 dB/km, co pozwala na przesyłanie danych na bardzo duże odległości bez znacznej degradacji sygnału. W przypadku włókien wielomodowych tłumienie jest wyższe, około 0,5–3 dB/km, co ogranicza ich zastosowanie do sieci lokalnych i kampusowych.

Kabel światłowodowy składa się z kilku warstw ochronnych. Rdzeń i płaszcz tworzą zasadnicze włókno, natomiast kolejne warstwy obejmują warstwę buforową, aramidowy wzmacniacz (np. kevlar), oraz powłokę zewnętrzną wykonaną z tworzywa

sztucznego odpornego na ścieranie, promieniowanie UV i czynniki atmosferyczne. Niektóre kable są dodatkowo wypełnione żelazem lub wyposażone w rurki żelowe, co zapewnia ochronę przed wilgocią. Kable światłowodowe mogą być jedno- lub wielowłóknowe, a ich liczba może sięgać nawet kilkudziesięciu włókien w jednym przewodzie, co pozwala na budowę sieci o bardzo dużej przepustowości.

Metody transmisji w światłowodach obejmują systemy oparte na modulacji amplitudy, fazy lub częstotliwości światła, jak również bardziej zaawansowane techniki, takie jak WDM (Wavelength Division Multiplexing), czyli multipleksacja falowa. Dzięki WDM możliwe jest przesyłanie wielu niezależnych kanałów światła wzdłuż tego samego włókna, co zwiększa całkowitą przepustowość łącza nawet kilkudziesięciokrotnie w porównaniu do tradycyjnych metod transmisji. W sieciach nowej generacji stosuje się także DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), pozwalający na bardzo gęste upakowanie kanałów, co umożliwia przesyłanie setek terabitów danych na godzinę na jednym włóknie.

Światłowody są również praktyczne w kontekście instalacji. Mogą być układane w rurkach kanalizacyjnych, na liniach napowietrznych, w kanałach kablowych czy w tunelach podziemnych. Instalacja wymaga jednak precyzyjnego traktowania włókien, ponieważ nawet niewielkie zgięcie może powodować straty sygnału lub złamanie włókna. Dlatego kable światłowodowe posiadają określony promień gięcia minimalnego, którego nie wolno przekraczać podczas montażu. W celu łączenia włókien stosuje się spawanie optyczne lub złącza mechaniczne, które muszą zapewniać minimalne straty sygnału i zachować parametry transmisyjne.

Światłowody znajdują zastosowanie nie tylko w sieciach telekomunikacyjnych i internetowych, ale także w medycynie, systemach monitoringu, przemyśle energetycznym oraz systemach automatyki przemysłowej. Dzięki niewielkim rozmiarom i masie, a także wysokiej odporności na zakłócenia elektromagnetyczne,

Światłowody są idealnym medium do przesyłania dużych ilości danych w trudnych warunkach środowiskowych.

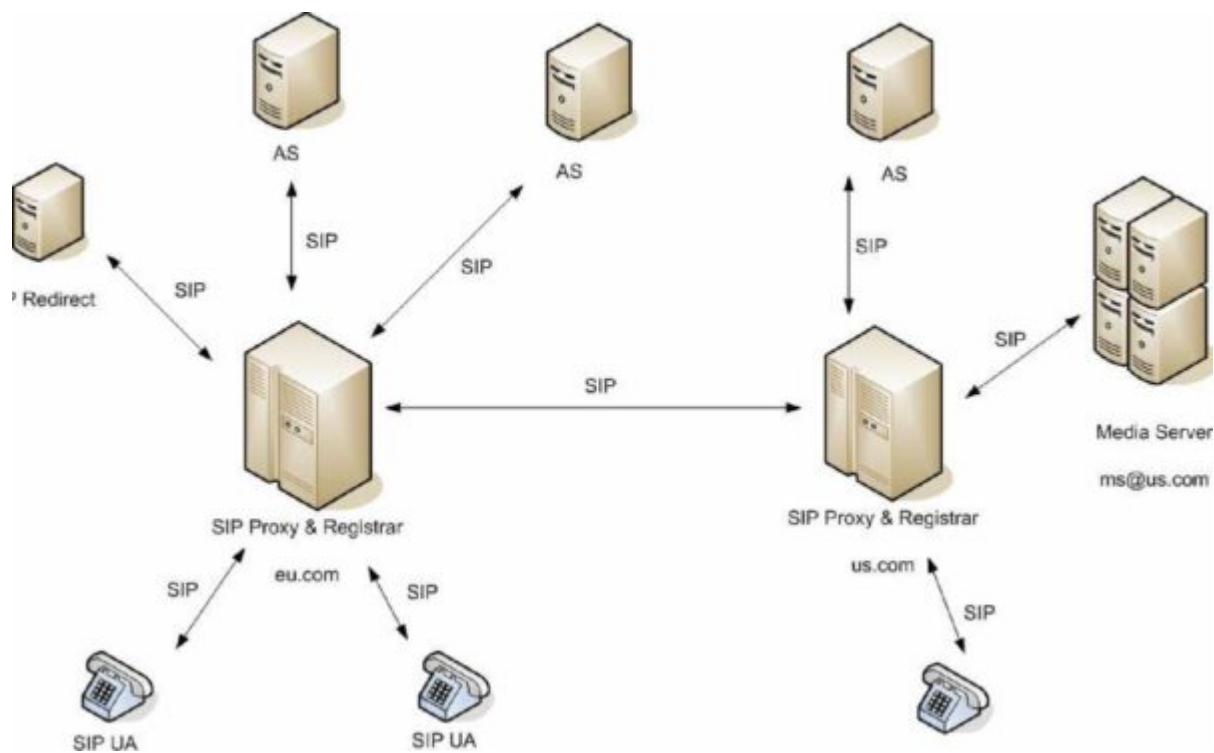
Kabel światłowodowy stanowi obecnie najbardziej wydajne i przyszłościowe medium transmisyjne, łącząc wysoką przepustowość, niskie straty, odporność na zakłócenia oraz możliwość budowy sieci dalekosiężnych i lokalnych. Dzięki rozwojowi technologii modulacji i multipleksacji, a także spadającemu kosztowi instalacji, światłowody stają się standardem w nowoczesnych sieciach informatycznych i telekomunikacyjnych.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Sieć VOIP wg architektury zdefiniowanej dla protokołu SIP

Najprostszy typ sieci VOIP stanowi architektura zdefiniowana w specyfikacji protokołu SIP. Wzbogacając ją o elementy takie jak serwery aplikacji oraz serwer mediów, można w jej ramach realizować szeroki zbiór usług telekomunikacyjnych.

Architekturę tej sieci zilustrowano na poniższym rysunku:



Rys. 3 Przykładowa sieć VOIP oparta na architekturze zdefiniowanej dla protokołu SIP

Rola, jaką pełnią dodatkowe elementy, jest następująca:

- Serwer Aplikacji (AS) – jest to blok funkcjonalny, który przechowuje logikę usług telekomunikacyjnych zaimplementowaną w postaci aplikacji usługowych. Logika aplikacji określa, w jaki sposób AS przetwarza wiadomości SIP. AS zawiera blok funkcjonalny B2BUA.
- Serwer mediów – blok odpowiedzialny za operacje na strumieniach audio i video,

Przyjęcie założenia, że każdy element zilustrowanej na powyższym rysunku sieci jest postrzegany przez inne elementy jako agent użytkownika SIP UA (którego logika przetwarzania wiadomości SIP wynika z pełnionej funkcji), upraszcza integrowanie wprowadzanych do sieci kolejnych elementów funkcjonalnych, uczestniczących w procesie sterowania sesjami (np. bramy medialne – Media Gateways).

Rozszerzalność powyższej sieci VOIP wynika również z faktu, iż terminale użytkownika, implementujące agentów SIP, to często

aplikacje działające na maszynach typu PC podłączonych do sieci Internetu. W związku z tym serwery aplikacji mogą integrować funkcje SIP UA z funkcjami serwerów HTTP, WWW, FTP etc. Poszerza to znacząco spektrum możliwych do zrealizowania usług telekomunikacyjnych.

Sieć VoIP zbudowana zgodnie z architekturą protokołu SIP opiera się na fundamentalnym rozdzieleniu płaszczyzny sygnalizacyjnej i płaszczyzny mediów. SIP odpowiada za zestawienie, modyfikację i zakończenie połączeń, natomiast sama transmisja głosu odbywa się strumieniowo w RTP z nadzorem jakości przez RTCP. Ten podział pozwala skalować system, niezależnie dobierać kodeki, stosować różne mechanizmy zapewnienia jakości usług oraz wprowadzać zaawansowane funkcje, od przekierowań i forkingu po konferencje wielostronne. Kluczowe jest to, że SIP jest protokołem tekstowym, transakcyjnym i rozszerzalnym, co ułatwia jego analizę, debugowanie i integrację z innymi usługami czasu rzeczywistego.

Podstawowymi elementami architektury są użytkownicy końcowi, czyli User Agents, które działają jako User Agent Client i User Agent Server w zależności od kierunku komunikacji. Urządzenia te, czy to telefony IP, softphony, czy bramki ATA, rejestrują się w domenie SIP, publikując swój aktualny adres kontaktowy w serwerze rejestracji. Proces rejestracji realizowany jest komunikatami REGISTER i powoduje aktualizację bazy lokalizacyjnej, zwykle określanej jako location service. Dzięki temu, gdy do abonenta kierowane jest wywołanie, serwer pośredniczący ma wiedzę, dokąd przekazać sygnalizację. Ta logika umożliwia mobilność użytkownika, jego wielopunktową dostępność oraz równoczesne dzwonienie wielu urządzeń przypisanych do jednego identyfikatora.

Ruch sygnalizacyjny przechodzi przez serwery proxy, które mogą działać w trybie bezstanowym lub z utrzymywaniem stanu transakcji, a w bardziej złożonych wdrożeniach w postaci B2BUA, czyli Back-to-Back User Agent. O ile proxy pośredniczy

i przekazuje komunikaty, o tyle B2BUA kończy dialog od strony jednego abonenta i inicjuje nowy od strony drugiego, co pozwala na dogłębną kontrolę wywołania, wstrzykiwanie polityk, nagrywanie lub rozliczanie bez ujawniania topologii. Uzupełnieniem są serwery przekierowań, które nie pośredniczą w strumieniu sygnalizacyjnym, lecz informują inicjatora, dokąd wysłać kolejne żądanie. W sferze operatorów i granic sieci działa Session Border Controller, który realizuje **topology hiding**, inspekcję sygnalizacji, translację adresów i portów, egzekwowanie polityk bezpieczeństwa oraz ochronę przed atakami na warstwę SIP i RTP.

Zestawienie połączenia odbywa się zwykle sekwencją INVITE, 1xx odpowiedzi wstępnych, 200 OK z opisem sesji i ACK potwierdzającym parametry. Negocjacja mediów zachodzi przez SDP, gdzie strony uzgadniają kodeki, kierunki strumieni, porty i ewentualnie zabezpieczenia. SIP umożliwia **early media**, czyli przesył dźwięku zanim nastąpi finalne 200 OK, co jest użyteczne dla zapowiedzi i sygnałów sieciowych. W sytuacjach wymagających niezawodnego potwierdzenia odpowiedzi wstępnych stosuje się rozszerzenie 100rel i komunikaty PRACK. Rozbudowane scenariusze połączeń wykorzystują REFER do przekazywania rozmów, SUBSCRIBE/NOTIFY dla obecności i monitoringu stanu, a INFO lub RFC 4733 do sygnalizacji DTMF, gdy konieczne jest zdalne sterowanie IVR lub bramką płatniczą.

W warstwie mediów wybór kodeków determinuje opóźnienie, przepływność i odporność na straty. G.711 zapewnia prostotę i wysoką wierność kosztem przepływności, G.729 redukuje pasmo kosztem licencji i artefaktów, a współczesne rozwiązania chętnie sięgają po **Opus** z adaptacyjnym bitrate i dobrą odpornością na jitter. Niezależnie od kodeka końcowe wrażenia użytkownika poprawiają bufor jittera, eliminacja echa, PLC naprawiający straty ramek oraz odpowiednia priorytetyzacja pakietów w sieci. Parametry jakości ocenia się modelami E-model (R-factor) i MOS, przy czym na percepcję wpływa nie tylko opóźnienie end-to-end i jitter, ale także zmienność

trasy, kolejkowanie i korekcje błędów.

Skuteczne wdrożenie VoIP w oparciu o SIP wymaga świadomego zaprojektowania DNS. Domena telefoniczna publikuje rekordy NAPTR i SRV, wskazując preferencje względem transportu (UDP, TCP, TLS) i priorytety serwerów. Pozwala to na przełączanie awaryjne i równoważenie obciążenia bez ingerencji w konfigurację użytkowników. W środowiskach o wysokiej dostępności klastrowane rejestratory współdzielą stan, a serwery proxy korzystają z mechanizmów hashujących dialogi, aby utrzymać spójność transakcji. Przy połączeniach międzydomenowych często stosuje się federację przez SBC, a w rozwiązaniach operatorskich integrację z IMS, gdzie SIP pozostaje rdzeniem, ale jest obudowany funkcjami P-CSCF, S-CSCF i HSS.

Trwałym wyzwaniem w architekturze SIP jest translacja NAT i zapory. Ponieważ media płyną bezpośrednio między końcami, a adresy i porty są negocjowane w SDP, mechanizmy NAT potrafią zerwać sesję, jeśli nie zastosuje się odpowiednich rozwiązań. Standardowy zestaw obejmuje **STUN** do odkrywania publicznych mapowań, **TURN** dla relaying'u mediów, gdy NATy są symetryczne, oraz **ICE**, który automatycznie wybiera najlepszą ścieżkę kandydatów. Na granicach sieci często dodatkowo działa ALG modyfikujący SIP w locie, lecz bywa on źródłem problemów i kolizji z ICE; dojrzałe wdrożenia preferują wyłączenie ALG i poleganie na SBC oraz mechanizmach klienta.

Bezpieczeństwo warstwy sygnalizacji i mediów wymaga odrębnej uwagi. Szyfrowanie sygnalizacji realizowane jest przez **TLS** na porcie 5061 lub kanał SIPS, natomiast media zabezpiecza **SRTP** z wymianą kluczy przez SDES, DTLS-SRTP albo MIKEY. To ostatnie ma znaczenie w środowiskach o podwyższonych wymaganiach poufności, takich jak opieka zdrowotna czy sektor finansowy. Ochrona przed nadużyciami obejmuje limity transakcji, listy reputacyjne, przeciwdziałanie nadużyciom typu toll fraud, a także uwierzytelnianie digest z politykami haseł i, coraz częściej, integrację z **OAuth** lub certyfikatami klienta. W

domenie publicznej telefonii IP wdraża się podpisy wywołań (np. STIR/SHAKEN), aby ograniczyć spoofing numerów i robocalling.

Na brzegu między VoIP a siecią PSTN pracują bramy medialne łączące SIP z ISDN PRI, SS7 lub SIP-I. To w tym miejscu wykonywane są mapowania planów numeracyjnych, translacja sygnalizacji, transkodowanie kodeków i obsługa usług analogowych, takich jak fax przez T.38 lub fallback do G.711 pass-through. Z punktu widzenia przedsiębiorstwa popularnym wzorcem jest „hosted PBX” lub „SIP trunking”, gdzie centrala IP-PBX komunikuje się z operatorem przez bezpieczny trunk TLS/SRTP, a polityki wyjściowe definiują routing po prefiksach, kosztach i jakości. W centrach kontaktowych do architektury dołącza się serwery kolejkowania, IVR z ASR/TTS, nagrywanie zgodne z reżimami prawnymi oraz integrację z CRM przez webhooki SIP i zdarzenia CTI.

SIP nie ogranicza się do rozmów głosowych. Z tym samym szkieletem działa **presence i instant messaging** w ramach SIMPLE, wideokonferencje z centralnym „focus”, współdzielenie treści z BFCP, a w systemach hybrydowych czat i transfer plików może przejmować **MSRP**. Dzięki temu jeden mechanizm rejestracji, autoryzacji i routingu obsługuje wielokanałową komunikację, co ma znaczenie w środowiskach zdalnej pracy i w aplikacjach klientowskich, gdzie użytkownik płynnie przełącza się między urządzeniami.

Jakość w trakcie eksploatacji utrzymuje się przez zarządzanie QoS w warstwie IP. Pakiety RTP są znakowane DSCP na poziomie AF/EF, a sieć szkieletowa wymusza odpowiednie kolejki i bufory. W łączach wąskopasmowych pomocne są techniki kształtowania ruchu i policery, które chronią rozmowy przed zakłóceniami spowodowanymi przez bursty danych. Dostępność usług VOIP poprawia się przez georedundancję, anycast DNS, aktywne monitorowanie ścieżek oraz automatyczny **re-INVITE** lub **UPDATE** w razie zmiany parametrów mediów. Dobrą praktyką jest też stosowanie krótkich czasów keep-alive na UDP oraz

mechanizmów SIP Outbound w mobilnych i niestabilnych sieciach.

Z punktu widzenia operacyjnego nie do przecenienia są narzędzia obserwowalności. Analiza drabinek SIP, korelacja Call-ID i tagów dialogu, inspekcja SDP i znaczników CSeq pozwalają szybko diagnozować przyczyny 4xx i 5xx, pętle routingu czy błędy autoryzacji. Na warstwie RTP ocenia się jednolicie jitter, straty, opóźnienie i MOS, wykorzystując RTCP XR, raporty QoE oraz dane z buforów jittera w endpointach. Testy obciążeniowe z generatorami SIP i mediów, profile ruchowe z forkingiem oraz scenariusze failoveru są niezbędne, by potwierdzić, że architektura wytrzyma realne warunki, w tym szczyty ruchowe i nagłe fluktuacje dostępności.

Wreszcie, architektura zgodna z SIP powinna uwzględniać wymagania prawne i krytyczne scenariusze biznesowe. Obsługa połączeń alarmowych wymaga mapowania lokalizacji abonenta i przekazywania jej do odpowiedniego centrum, co bywa realizowane przez bazy LIS i protokoły HELD w środowiskach korporacyjnych. Retencja metadanych i zgodność z RODO lub innymi reżimami prywatności wpływają na to, jakie informacje są logowane i jak długo. Mechanizmy nagrywania muszą uwzględniać przepisy lokalne oraz szyfrowanie w spoczynku i w tranzyście, a polityki zgodności wymuszają granularne role i audyt działań administratorów.

Tak zarysowana sieć VoIP w architekturze SIP łączy elastyczność protokołu tekstowego, modułarność komponentów i dojrzałe mechanizmy sieciowe. Projektując ją, warto zaczynać od czytelnego DNS i planu numeracyjnego, dbać o bezpieczne granice dzięki SBC i TLS/SRTP, zapewnić wielościeżkowość dzięki SRV/NAPTR i klastrom registrarów, a w warstwie mediów świadomie zarządzać kodekami, QoS i NAT-traversalem przez ICE. To połączenie dobrych praktyk sygnalizacji, inżynierii IP i bezpieczeństwa sprawia, że SIP pozostaje uniwersalnym szkieletem współczesnej telefonii i usług czasu rzeczywistego.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy -

potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Gry sieciowe

Jako, że praca ta traktuje o klanach graczy komputerowych należy podać definicję gier sieciowych. Klany graczy komputerowych mogą tworzyć się tylko wokół gier, które posiadają opcję gry przez Internet lub sieć lokalną LAN.

„**Gra sieciowa** (gra internetowa, gra wieloosobowa, multiplayer, sieciówka, tryb sieciowy, tryb wielu graczy) – bardzo ogólne określenie na gry, które umożliwiają dwóm lub więcej graczom na rywalizację lub współpracę za pośrednictwem sieci komputerowej; każdy z graczy grających w *grę sieciową* ma do dyspozycji własny komputer; jeden z komputerów, przeważnie posiadający największą moc służy jako serwer gry, czyli w praktyce gra toczy się właśnie na nim, czyniąc z pozostałych komputerów jedynie odbiorców i nadawców informacji o poczynaniach poszczególnych graczy.” [\[1\]](#)

Należy zaznaczyć, że grą sieciową może być każda gra posiadająca opcję rozgrywania potyczek przez wielu graczy jednocześnie w czasie rzeczywistym – zarówno gra zdefiniowana wcześniej jako zręcznościowa (FPS – first person shooter), strategiczna (RTS – real time strategy) czy RPG (roleplaying game).

Co miesiąc w świecie komputerów ukazuje się od kilkunastu do kilkadziesiątu nowych gier. Ogromna większość z nich daje możliwość zabawy z innymi graczami przez Internet. W sieci popularne są niemal wszystkie rodzaje gier: strzelanki, strzelanki taktyczne, RTS i RPG (strategiczne i role-playing), symulacje i gry sportowe:

„**Strzelanki** są pisane głównie z myślą o grze w Internecie, stąd też cieszą się w Sieci największą popularnością. W klasycznych trójwymiarowych strzelankach (takich jak „Quake”, „Unreal Tournament” czy „Half-Life”) najbardziej wciągająca jest bardzo szybka akcja: wymiany ognia są niezwykle dynamiczne, a od gracza wymagana jest zręczność i doskonała orientacja w trójwymiarowej przestrzeni gry. Każda z tych gier wymaga trochę innego stylu walki. Niewielki asortyment bardzo konfrontacyjnych broni w Quake’u powoduje, że w tej grze najważniejsza jest zręczność i refleks. Unreal Tournament zawiera znacznie bardziej rozbudowany zestaw broni, stąd rozgrywka staje się mniej zręcznościowa, a bardziej taktyczna. Ciekawostką w tym gronie jest „Alien vs Predator”, w której to grze można wcielić się w postać Obcego. Nie dość, że Obcy może biegać po suficie, to jeszcze nie potrafi atakować na odległość – musi zacząć się w ciemnym rogu i czekać, aż przeciwnik podejdzie blisko. W Polsce najbardziej rozpowszechnionymi grami są „Quake” i „Unreal Tournament”. Zwolennicy tych gier mogą liczyć w każdej chwili na możliwość zabawy na kilkudziesięciu serwerach.”[\[2\]](#)

Odrębną kategorię gier internetowych stanowią **strzelaniny taktyczne**, symulujące operacje przeprowadzane przez wojskowe lub policyjne oddziały specjalne. Tu niekwestionowany prym wiedzie dodatek do „Half-Life’a” – „Counter-Strike”. Praktycznie nie ma kafejki internetowej, w której by nie istniał jakiś klan graczy specjalizujący się w tej grze. Mniej popularne są „Rainbow Six” oraz dwa dodatki do „Unreal Tournament”: „Strike Force” i „Tactical Ops”. O ile liczbę serwerów CS w Polsce można liczyć w dziesiątkach i setkach, miłośnicy SF i TO muszą się zadowolić zaledwie kilkoma. Wszystkie strzelanki taktyczne osadzone są w podobnych realiach: rozgrywkę prowadzą dwa zespoły, z których jeden reprezentuje siły porządku (wojsko, policja), a drugi tzw. chaosu (terroryści, spiskowcy itp.). Do dyspozycji jest zawsze dość duży arsenał, na który składają się wirtualne kopie rzeczywistych broni. Używa się więc pistoletów, pistoletów

maszynowych, karabinów i karabinów snajperskich, a magazynki potrafią się kończyć w najmniej odpowiednich momentach. Dodatkowo można wykorzystywać różnego rodzaju granaty: od zwykłych przez oślepiające na dymnych skończywszy. Rozgrywka opiera się wyłącznie na ostrożnej, przemyślanej grze zespołowej (każdy gracz ma tylko jedno wirtualne życie). Przykładowo, aby przejść przez drzwi, często wymagana jest współpraca trzech osób: dwie asekurują boki, trzecia przechodzi. Nie ma miejsca na bohaterów – wirtualne cmentarze są ich pełne.[\[3\]](#)

Gry strategiczne i role-playing cieszą się w Internecie wielką popularnością. Ich największą atrakcją jest różnorodność partnerów (przeciwników), a o tych w globalnej sieci nietrudno. Do najpopularniejszych sieciowych RPG w Polsce należy zaliczyć „Diablo” oraz „Ultima Online”. Realia gier tego typu są różne, od czysto baśniowych krain, wypełnionych magami i monstrami, do światów technologicznie zaawansowanych (np. gra „Star Wars Galaxies” osadzona w realiach filmów z serii „Gwiezdne Wojny”). Wszędzie idea jest jednak taka sama: tworzy się swoją postać (lub postaci), których cechy stopniowo rozwijane są w czasie gry. Do tego dochodzi kwestia wyposażenia, które trzeba znaleźć, zdobyć, kupić lub wymienić. Można śmiało założyć, że o dowolnej porze dnia i nocy w Polsce gra przynajmniej kilkadziesiąt, a w szczytowych momentach nawet kilkaset osób. Nie mniej jest miłośników strategii – tu dużą popularnością cieszą się starsze, lecz doskonałe tytuły: „Warcraft III”, „Starcraft” itp.[\[4\]](#)

„Ciekawą odmianą gier internetowych są **gry symulacyjne i sportowe**. Pierwsze pozwalają na wirtualne loty samolotami (tu godne polecenia są: doskonała symulacja Su-27 – Flanker 2.0 oraz darmowy symulator lotniczy Warbirds) czy różnego rodzaju wyścigi samochodowe, drugie – umożliwiają wirtualną grę w piłkę nożną bądź koszykówkę (przykładem może być legendarna seria FIFA). Niestety, gry te są znacznie mniej popularne i znalezienie dobrego serwera, najlepiej polskiego, może być

kłopotliwe. W większości przypadków pojedynki internetowe toczą się w tej grupie gier między dwoma graczami, którzy „odnaleźli” się w sieci dzięki serwisom WWW związanym z daną grą.” [5]

Gry sieciowe jest to więc kategoria gier komputerowych, w których gracze mogą rywalizować lub współpracować ze sobą za pośrednictwem internetu lub sieci lokalnej. Stanowią istotny element współczesnej rozrywki cyfrowej i są popularne wśród osób w różnym wieku.

Cechy gier sieciowych:

- **Interakcja społeczna:** gracze mogą komunikować się za pomocą czatów, głosowych lub wizualnych form kontaktu.
- **Aktualizacje i rozwój:** twórcy gier często wprowadzają nowe funkcje, postacie, mapy i wydarzenia.
- **Rywalizacja i współpraca:** gry sieciowe oferują tryby kooperacyjne, rywalizacyjne lub hybrydowe.
- **Turnieje i e-sport:** wiele tytułów jest podstawą profesjonalnych rozgrywek, z ogromnymi nagrodami pieniężnymi i szeroką widownią.

Zalety:

- Budowanie umiejętności pracy zespołowej i strategii.
- Możliwość rywalizacji z graczami z całego świata.
- Rozwijanie refleksu i zdolności szybkiego podejmowania decyzji.

Wady:

- Możliwość uzależnienia od gry.
- Wysokie wymagania sprzętowe i konieczność stałego dostępu do internetu.
- Zagrożenia związane z toksyczną społecznością lub oszustwami (tzw. „cheaty”).

Gry sieciowe pozostają jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się segmentów branży gier, wpływając na kulturę, technologie i sposób, w jaki ludzie nawiązują relacje w cyfrowym świecie.

[1] Słownik Gracza – Gry Online
http://www.gry-online.pl/slownik_gracza.asp

[2] Gry Online – Gazeta.pl
<http://www2.gazeta.pl/gry/1,32238,380036.html>

[3] Gry Online – Gazeta.pl
<http://www2.gazeta.pl/gry/1,32238,380036.html>

[4] Gry Online – Gazeta.pl
<http://www2.gazeta.pl/gry/1,32238,380036.html>

[5] Gry Online – Gazeta.pl
<http://www2.gazeta.pl/gry/1,32238,380036.html>

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Podsumowanie pracy

Nie wiadomo, czy to rynek, czy technologia są siłami napędowymi integracji różnych procesów zachodzących na pograniczu informacji i telekomunikacji, a określanym pojęciem konwergencji.

Termin konwergencja, stosowany m.in. do opisanie nowych tendencji występujących w środowisku technologii ICT

(Information and Communication Technologies), Syndrom konwergencji sieci i usług powrócił ze zwielokrotnioną siłą za sprawą Internetu, a zwłaszcza projektu jego najnowszej wersji – Internet 2 – której różnorodne funkcje wymykają się dotychczasowej klasyfikacji. Zjawisko konwergencji, definiowane pierwotnie jako zbieżność (przenikanie się) pewnych trendów rozwojowych, w dziedzinie teleinformatyki jest postrzegane jako zrastanie się funkcji i technologii sieci komunikacyjnych o różnych rodowodach, wśród których dominują stosowane do tej pory prywatne sieci korporacyjne pochodzenia komputerowego (transport danych) i publiczne sieci telekomunikacyjne (przekaz głosu), dostarczające od ponad stulecia rozmówne połączenia globalne. Radykalne zmiany widoczne w ostatnich latach w dziedzinie telekomunikacji dotyczą nie tylko światowej liberalizacji rynku, globalizacji sieci oraz wprowadzania efektywnych technologii transportowych, ale także – a może nawet przede wszystkim – oferty nowych usług, dostępnych w wyniku przenikania się wielu zbieżnych procesów komunikacyjnych.

W celu ich odróżnienia od klasycznych, dotychczasowych usług ukuto nawet termin „usług konwergentnych” – CNS (Converted Network Services) – zaspokajających w założeniu wszystkie potrzeby klienta (przedsiębiorstwa, urzędu, korporacji, abonenta) w zakresie pełnej transmisji głosu, obrazu i danych, niezależnie od rodzaju sieci i odległości między abonentami (przekazy lokalne i długodystansowe). Nowe usługi CNS spowodują prawdopodobnie migrację użytkowników z sieci prywatnych do skalowanych, oferowanych przez dostawców świadczących nowe, bardziej przyjazne aplikacje. Usługi telekomunikacyjne, oferowane do tej pory w odrębnych typach sieci, istotnie różniących się ze względu na rodzaj dostarczanych funkcji, zaczynają stopniowo ulegać integracji, stają się zbieżne (podobnie jak ich sieci), czyli konwergentne. Często integracja ta obejmuje wyłącznie transmisję głosu, obrazu i danych, stając się sposobem na dostarczanie przekazów multimedialnych, świadczonych

dotychczas w różnych niespójnych typach sieci: stacjonarnych i komórkowych, naziemnych i satelitarnych, prywatnych i publicznych, szeroko- lub wąskopasmowych, komputerowych czy telekomunikacyjnych.

W trochę szerszym pojęciu jest to sieć do przekazów multimedialnych, transmitująca jednocześnie głos dane i obraz ruchomy (sieć konwergentna, czyli zbieżna). Wprawdzie nie ma jeszcze tak funkcjonującej sieci globalnej – w pełni działającej w czasie rzeczywistym – jednak wiele jej elementów już znajduje się w fazie realizacji, a do ich pełnego współdziałania jest już nie daleko.

Chociaż do tej pory nie zdecydowano, która z technologii szybkiego transportu (ATM czy IP) zwycięży w przyszłości przy tworzeniu sieci konwergentnej, na podstawie przeprowadzonych przez nas analiz, dominującym protokołem użytkowników końcowych będzie protokół IP oraz sieci oparte o ten protokół, a w szczególności technika Gigabit Ethernet i 10 Gigabit Ethernet. W początkowej fazie rozwoju (do 2003 r.) usługi CNS mają być dostępne zarówno w sieciach ATM, jak i IP. W infrastrukturze teleinformatycznej znane są od niedawna procesy integrujące bądź usprawniające integrację głosu z danymi, a obejmujące różne technologie multipleksowania: czasowego TDM (Time Division Multiplexing), częstotliwościowego FDM (Frequency Division Multiplexing), falowego WDM (Wave Division Multiplexing), pakietowego FPM (Fast Packet Multiplexing), jak również odmienne technologie przekazu informacji cyfrowych (głos wraz z danymi) w sieciach: zintegrowanych, synchronicznych SDH, asynchronicznych ATM, skalowanych dynamicznie DTM czy też w sieciach pakietowych Frame Relay. Nie są one traktowane jednak jako procesy konwergencji, lecz jako elementy do integracji przekazów czy usług cyfrowych. Procesy konwergencyjne są wyższą formą integracji i tworzą jedną całość (sieci telekomunikacyjne + sieci komputerowe), działając w bardziej ujednolicony sposób (wyższe warstwy modelu OSI), ujawniając się bezpośrednio na

stanowisku użytkownika i dostarczając mu nowych przyjaznych aplikacji .

Nowe technologie i protokoły

Wprawdzie obecny stan technologii nie umożliwia jeszcze tworzenia w pełni konwergentnych (głos, obraz, dane) sieci szerokopasmowych, ale coraz to pojawiające się innowacje i standardy rokują ich powstanie w najbliższych 2-6 latach. Niewątpliwie należy zaliczyć do nich najnowsze rozwiązania obejmujące: szerokopasmowy dostęp w pętlach lokalnych (xDSL, B-ISDN), zdolność do efektywnych terabitowych transmisji (powyżej 1 Tb/s w 2000 r.) w sieciach szkieletowych i korporacyjnych typu backbone (technologie WDM, DWDM), usprawnianie multimedialnego dostępu komórkowego przez sieć Internetu (standard WAP), świadczenie usług szerokopasmowych przez sieci kablowe (specyfikacja DOCSIS), wdrażanie szerokopasmowych technologii kodowania (WCDMA, WB-CDMA) oraz dalszą stabilizację transmisji głosowych za pomocą przekazów pakietowych (VoFR, VoIP). Wszystkie te elementy stanowią dopiero pierwsze technologiczne szczeble drabiny konwergencji.

W tym samym kierunku podąża także modernizacja protokołów transportowych, umożliwiających wzajemne komunikowanie się różnych urządzeń (każdy z każdym), co dobrze jest widoczne w Internecie. I tak na przykład wersja protokołu IP-4, nie mająca możliwości relokowania zasobów sieciowych (m.in. w celu prowadzenia rozliczeń taryfikacyjnych), została zastąpiona wersją IP-6, już mającą takie cechy, co jest punktem wyjściowym do dalszego rozwoju sieci konwergentnych przez IP.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Historia gier komputerowych

Najpierw musiały powstać komputery, zanim powstały gry komputerowe. Anglik Charles Babbage stworzył pierwsze plany maszyny zdolnej do wykonywania prostych operacji arytmetycznych w roku 1822. Nie dokończywszy projektu zaczął pracować nad maszyną wykonującą bardziej skomplikowane operacje, ale i ten projekt upadł. Postanowił zbudować maszynę dającą się programować, co zapoczątkowało pojawienie się współczesnych komputerów. Owa niedokończona maszyna miała być modyfikacją urządzenia, które tkacze wykorzystywali do kontrolowania sekwencji nici na krosnach. Sterowanie przeprowadzano za pomocą kart perforowanych. Przez następne 37 lat Babbage rozwijał swoją maszynę, tworząc coraz bardziej złożone modele. W końcu zrozumiał, że może manipulować symbolami nienumerycznymi dzięki mechanizacji operacji numerycznych. Chociaż był w stanie snuć teorie dotyczące możliwości budowy inteligentnej maszyny, nie było to możliwe w świetle obecnej technologii.

W 1946 roku J.W. Mauchly i J.P. Eckert, zainspirowani pomysłem matematyka Alana Turinga, skonstruowali elektronowy numeryczny integrator o nazwie ENIAC.

W ciągu następnych kilkadziesiąt lat gigantyczne urządzenia, podobne do ENIACA przekształciły się w niewielkie, mieszczące się w normalnej wielkości pomieszczeniach maszyny, co umożliwiło bardziej masową produkcję, najpierw na potrzeby instytucji, a potem indywidualnych użytkowników. Proces ten został zapoczątkowany w roku 1953 przez koncern IBM. Minęło wszakże jeszcze dziesięć lat, zanim pojawił się pomysł wykorzystania komputerów do zabawy^[1].

Pierwsza gra komputerowa powstała w 1962 r. na komputerze PDP-1. Nosiła nazwę „Spacewar” a jej autorem był Steve Russell, absolwent Massachusetts Institute of Technology. Wersja tej gry nigdy nie była oficjalnie rozpowszechniana, ale

w połowie lat sześćdziesiątych upowszechniła się na „wielopokojowych” komputerach wyższych uczelni i laboratoriów USA. Ówczesne komputery z racji swoich rozmiarów i kosztów eksploatacji, nie były dostępne dla ludzi nie związanych w jakiś sposób z uniwersytetami lub z jakimiś agencjami militarnymi.

Pierwszymi urządzeniami, które pozwoliły zaistnieć grom komputerowym w wiadomości masowego odbiorcy były automaty typu coin-op. Prawdziwa rewolucja w tej dziedzinie dokonała się za sprawą japońskiej firmy Service Games Co., zajmującej się importem automatów wrzutowych dla potrzeb amerykańskich baz wojskowych w Japonii. W roku 1966 pod szyldem SEGA (SErvice GAMES) ukazała się pierwsza elektroniczna gra wideo o nazwie „Periscope”. Niedługo po tym takie automaty można było spotkać w wielu amerykańskich barach. Z braku innych danych datę tę można uznać za narodziny masowej elektronicznej rozrywki[21].

W 1972 roku Nolan Bushnell, założyciel firmy Atari, stworzył grę pod tytułem „Pong”, polegającą na odbijaniu ekranowej piłeczki i to on jest uważany przez wielu ludzi jako twórca pierwszej gry komputerowej. Gra ta stworzona była na ogólnie dostępne wtedy automaty[31].

Tymczasem firma „Magnavox” szykowała następny wynalazek – „Activision” nowy system do gier umożliwiający podłączenie automatu do domowego telewizora. W 1977 roku już dwadzieścia innych firm oferowało klientom rozmaite konsole do gier, naśladujące rozwiązania zastosowane w „Activision”. Krokiem we właściwym kierunku była natomiast konsola firmy „Fairchild Camera and Instrument”, która umożliwiała stosowanie wymieniających modułów z grami, co obniżało cenę gry i dawało użytkownikowi możliwość wyboru[4].

Równocześnie, w tym samym roku 1976 powstał komputer osobisty „Apple II”. Skonstruowali go Steve Jobs i Steve Wozniak. Od tego czasu gry video dzielą się na „konsolowe”, oraz działające na komputerach osobistych. Nowy komputer, chociaż

bardziej kosztowny od domowych konsol i automatów, oprócz licznych funkcji użytkowych, pomocnych na przykład przy prowadzeniu domowego biura umożliwiał zabawę w dziesiątki gier, będących przeważnie przeróbkami konsolowych wynalazków[5].

Na początku lat osiemdziesiątych pojawiły się liczne ośmiobitowe domowe komputery, a wśród nich „ZX Spektrum” firmy „Sinclair”. Gry na „Spektrum” mogły być zapisywane na zwykłej taśmie magnetofonowej. Niebawem powstała wielka liczba gier i programów na tę popularną w owym czasie platformę, w tym wiele legendarnych tytułów – „Planetoids”, „Space Riders”, „Hobbit”, „Knight Lore” i inne. Początkowo zaistniała era dominacji gier tekstowych, wywodzących się bezpośrednio z fabularnych systemów, takich jak AD&D. W 1986 roku pojawiła się rewolucyjna konsola do gier produkcji japońskiej firmy „Nintendo”. W ciągu miesiąca sprzedano ponad milion egzemplarzy, a producenci gier zyskali nowe możliwości zbytu[6].

Tymczasem oczekiwania użytkowników komputerowego sprzętu gwałtownie rosły. Stare, sprawdzone rozwiązania przestały już wystarczać. Ograniczeni skromnymi możliwościami dostępnego sprzętu twórcy gier popadali w rutynę. Wybawieniem okazała się być, rozpoczęta w 1986 roku sprzedaż komputerów szesnastobitowych. Nastąpiły czasy panowania nowych konstrukcji: „ST” firmy „Atari”, oraz „Amiga” produkowana przez „Commodore”. Miały one szybkie procesory, oraz całe 512Kb pamięci operacyjnej. Mogły generować grafikę o wyższej niż dotychczas rozdzielczości, oraz stereofoniczny dźwięk. Dla gier komputerowych nastała złota epoka. Ale te czasy już minęły. Rozwój techniki komputerowej jest bardzo szybki i wcale nie myśli zwalniać.[7]

Kupując dziś komputer trzeba mieć świadomość, że za 12 miesięcy dzisiejszy supernowoczesny sprzęt będzie się w najlepszym wypadku nadawał tylko do prostych prac biurowych, albo do muzeum. Obecnie nastała era dominacji komputerów klasy

IBM PC, zaawansowanych nośników informacji o dużej pojemności, oraz nowej generacji konsol do gier.

Początkowo szesnastobitowe klony IBM-a nie były dobrze przystosowane do celów rozrywkowych. Miały monochromatyczne monitory i prymitywny głośniczek zwany „bzyckiem”, oraz dość wysoką cenę i typowo biurowe zastosowanie. Potem sytuacja zaczęła się powoli zmieniać – pojawił się graficzny system operacyjny, kolorowe karty graficzne i monitory, ale do końca lat osiemdziesiątych nie cieszyły się uznaniem jako sprzęt zabawowy – aż do czasu pojawienia się procesorów z serii 486, a później Pentium, kart grafiki SVGA, szesnastobitowych kart muzycznych i technologii CD-ROM.[\[8\]](#)

Drugi nurt w branży komputerowej rozrywki stanowią nowoczesne konsole do gier firm „Sony”, „Sega” i „Nintendo”. Rekordowa szybkość przetwarzania obrazu i doskonały dźwięk pozwalają twórcom oprogramowania na realizowanie najśmielszych i najbardziej dynamicznych koncepcji.[\[9\]](#) Konsole PlayStation firmy Sony mają większą moc obliczeniową niż większość komputerów osobistych. W najbliższym czasie można się spodziewać nowych typów konsoli (takich jak Dreamcast) oferujących większą rozdzielczość graficzną i dostęp do sieci pozwalający na grę interaktywną.[\[10\]](#)

Dzięki rozwojowi techniki komputerowej następuje ciągły jakościowy rozwój gier. W roku 1993 nastąpił przełom w dziedzinie możliwości dźwiękowych. Zamiast sztucznych, plastikowych odgłosów możliwe stało się odtworzenie całego bogactwa brzmień instrumentów. W roku 1997 podobny przełom nastąpił w grafice. Pojawiły się karty graficzne z akceleracją 3D, dodając grom nowy wymiar i możliwość symulowania rzeczywistości z niespotykaną dotąd jakością. Interesującym wynalazkiem wydaje się być tzw. „wirtualna rzeczywistość” – sposób na symulowanie trójwymiarowego i interaktywnego świata, zastępującego człowiekowi naturalne otoczenie[\[11\]](#).

[1] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[2] Internetowe Muzeum Starych Programów i Komputerów
<http://386.bajo.pl/modules.php?name=News&file=article&sid=18>

[3] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[4] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[5] Internetowe Muzeum Starych Programów i Komputerów
<http://386.bajo.pl/modules.php?name=News&file=article&sid=18>

[6] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[7] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[8] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[9] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

[10] Manuel Castells, tamże s. 222

[11] Czy powinniśmy obawiać się gier komputerowych?
<http://www.astercity.net/~asfodel/dyplom/dyplom.htm>

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Redukcja kosztów

Idea transmisji mowy w pakietach (jako danych cyfrowych) zapowiada całkowitą rewolucję przekazów głosowych. Zgodnie z nowoczesnymi algorytmami kodowania głosu przez sieci pakietowe głos można kompresować bez istotnego obniżenia jego jakości do przepływności 8 kb/s (zamiast stosowanych do tej pory 64 kb/s w sieciach PCM), a ponadto w chwilach ciszy (gdy abonent nic nie mówi) transmisja pakietów głosowych w ogóle jest zbędna. Dzięki temu wymagana szerokość pasma do przeprowadzenia jednej rozmowy w kanale głosowym zajmuje niewiele ponad 10 proc. szerokości dotychczasowego kanału, a resztę pasma (prawie 90 proc.!) można przeznaczyć na transmisję danych.

Takie rozwiązanie pozwala dostawcom wielokrotnie zmniejszyć (ponad 10-krotnie) koszty przekazów informacji na odległość, przy czym nie jest istotne, czy w transmitowanych pakietach znajdują się oddzielnie dane, głos lub obraz, czy też jest to przekaz multimedialny. Konsekwencją tego rozwiązania jest ujednoczenie infrastruktury sieciowej (dalsza redukcja kosztów), uproszczenie urządzeń do transmisji danych oraz radykalne obniżenie kosztów eksploatacji sieci telekomunikacyjnej. Przewidywana znaczna redukcja kosztów eksploatacyjnych przez przyszłą sieć Internetu, a także akceptacja europejskiej wersji tego projektu stwarzają nadzieję, iż usługi te będą powszechne i tanie.

Transmisja IP poprzez ATM / SDH / WDM są szeroko stosowanymi technikami w dzisiejszych sieciach szkieletowych. ATM jest techniką dobrze zestandaryzowaną. Zapewnia wiele elementów funkcjonalnych zapewniając m.in. gwarancję jakości usługi QoS. Jednak pomimo wielu zalet nie wydaje się ona być techniką na której oparte będą przyszłe sieci szkieletowe. Ze względu na dużą złożoność systemu oraz duże wartości związane z enkapsulacją pakietów, a także ograniczoną skalowalnością pod względem przepustowości interfejsów i niezbyt wysokiej funkcjonalności np. protekcja i odtwarzanie, które są punktami

krytycznymi tego systemu technika ATM nie znajdzie zastosowania w przyszłych sieciach szkieletowych. Natomiast znajdzie szerokie zastosowanie w sieciach transmisji obrazu i dźwięku w sieciach dostępowych i sieciach korporacyjnych wymagających gwarancji usług. Stopniowo wypierany będzie poprzez nową wersję protokołu IPv6 i sieci opartych o ten protokół.

POS (Packet over SDH/SONET) jest rozwiązaniem efektywnym które zrealizowane zostanie poprzez szybkie routery połączeniowe. W oparciu o istniejącą infrastrukturę SDH zostanie z łatwością zintegrowane z obecnym stanem sieci. Szczególnie przy wsparciu MPLS.

DPT (Dynamic Packet Transmission) – propozycja pierścieni w oparciu o technikę DPT prezentuje dobrą funkcjonalność która jest odpowiednia dla sieci lokalnych oraz MAN. Jednak nie jest to technika która znajdzie zastosowanie w sieciach szkieletowych.

Gigabit Ethernet – jest technologią zestandaryzowaną i mającą szerokie zastosowanie w sieciach LAN. Głównym aspektem popularności tego rozwiązania jest atrakcyjna cena. Karta liniowa Gigabit Ethernet jest 5 razy tańsza niż karta liniowa SDH o tej samej przepustowości. Dlatego też, Gigabit Ethernet jest dobrym rozwiązaniem również dla sieci WAN. Jest to bardzo efektywne pod względem kosztów rozwiązanie dla szybkich ruterów w sieciach szkieletowych.

Ponieważ trafik IP narasta wykładniczo (w przybliżeniu liczba użytkowników razy szerokość zajmowanego przez nich pasma), przeprowadzanie istotnych zmian w długodystansowej przepływności optycznej opartej na WDM ma swoje uzasadnienie. Standardowe rozwiązania oparte na złożonych stosach protokołów są zastępowane poprzez struktury uproszczone pomijające warstwę ATM lub SDH jakkolwiek przy założeniu że funkcjonalność pozostaje nie zmieniona. Efektywny transport pakietów IP poprzez sieci oparte jest i dąży do skupienia się

na technologiach: POS (Packet over SDH), DPT (Dynamic Protocol Transport) którego właścicielem i twórcą jest firma CISCO oraz Gigabit Ethernet. Głównymi funkcjami sieci które są uwzględniane przy projektowaniu sieci są to funkcje związane z zapewnieniem protekcji i odtwarzania w ramach sieci. W przypadku ruchu wymagającego transmisji w czasie rzeczywistym tj. głosu i dźwięku i obrazu jedyną kombinacją mogącą zapewnić wysoką jakość jest kombinacja technik IP oraz ATM, która dzięki odpowiedniemu zaprojektowaniu sieci pozwala uzyskać niskie wartości opóźnień oraz wprowadza wysoki stopień kontroli przepustowości. W najbliższej przyszłości dostępne będą systemy zapewniające gwarancję jakości usługi QoS w sieciach zarówno z ruchem w czasie rzeczywistym jak i nie wymagających ruchu w czasie rzeczywistym gdzie w sieci transmisja IP w połączeniu z ramkowaniem np. Gigabit Ethernet będzie mogła być bezpośrednio transportowana poprzez warstwę WDM wykorzystując technikę MPLS. Jednak dla SDH w warstwie szkieletowej sieci, zapewniającej wysoki stopień protekcji i odtwarzania, nie ma na obecnie alternatywy mogącej zagrozić jej pozycji na rynku teleinformatycznym.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

ISDN

Sieci ISDN, stosowane początkowo w prywatnych, a następnie publicznych cyfrowych sieciach telekomunikacyjnych, umożliwiają nie tylko przekaz głosu, tekstu, grafiki i obrazów ruchomych, ale mają zdolność współpracy zarówno z sieciami komputerowymi LAN, jak i z różnymi typami sieci rozległych. Są także podstawą do tworzenia bardziej zaawansowanych sieci

szerokopasmowych BISDN.

Pierwsze koncepcje przekazów cyfrowych prowadzone przez CCITT zaowocowały zbiorem standardów i zaleceń przedstawionych w końcowej formie przez CCITT/ITU-T (1981-1988). Warunki działania sieci ISDN określają następujące główne standardy ITU-T:

- **Q.700** – Signaling System Number 7,
- **Q.921** – Layer 2: Link Access Procedure D Channel,
- **Q.931** – Layer 3: User Network Interface,
- **V.110** – 6 channel Procedure (Europe),
- **V.120** – 8 channel Procedure (North America).

Dodatkowym atrybutem sieci ISDN jest możliwość transmisji w dwóch trybach pracy, przez integrację techniki przełączania obwodów (komutacja linii) z przełączaniem pakietów (transmisje pakietowe). Sieć ISDN jest jednak bardziej ukierunkowana na klasyczne przełączanie obwodów, co dobrane służy aplikacjom izochronicznym, jak też aplikacjom asynchronicznym typu pakietowego dla stosunkowo dużych porcji danych. Transmisje z przełączaniem pakietów są natomiast bardziej korzystne dla aplikacji transakcyjnych i efektywnego prowadzenia sygnalizacji.

Użytkownik ma możliwość wyboru jednego z dwóch sposobów dostępu do sieci cyfrowej ISDN. Dla niewielkiego ruchu generowanego przez pojedynczy terminal (lub najwyżej kilka terminali użytkownika) wystarcza dostęp podstawowy BRA (*Basic Rate Access*), natomiast dostęp pierwotnogrupowy PRA (*Primary Rate Access*) uwzględnia znacznie bardziej intensywne generowanie strumieni pochodzących z sieci lokalnych (np. z Ethernetu), intranetów, serwerów wideokonferencyjnych czy centralek abonenckich PABX.

W dostępie podstawowym BRA, oznaczanym 2B+D, maksymalna

przepływność 144kb/s ($2 \times 64 \text{kb/s} + 16 \text{kb/s}$) jest oferowana przez dwa kanały B po 64kb/s w każdym oraz jeden kanał D z przepływnością 16kb/s. Kanałami informacyjnymi B przesyła się głos w postaci cyfrowej, telekopie i inne dane cyfrowe, natomiast kanałem typu D sekwencje sygnalizacyjne, nadzór nad przebiegiem transmisji w kanałach B i inne informacje serwisowe. Kanały B można wykorzystywać niezależnie i pojedynczo (po 64kb/s) lub łącznie (128kb/s), bądź z integracją kanału D (razem 144kb/s), jeśli nie jest on zajęty sygnalizacją połączenia. W niektórych sytuacjach wydzielony kanał D może być używany jako kanał informacyjny użytkownika do prowadzenia transmisji pakietowej. Jako medium transmisyjne w dostępie BRA stosuje się pospolitą miedzianą skrętkę telefoniczną o minimalnej przepływności kanałowej 192kb/s.

W dostępie pierwotnym, oznaczanym 30B+D, oferta obejmuje 30 kanałów B, a maksymalna przepływność wynosi 1984kb/s. W systemie amerykańskim i japońskim (23B+D) przepływność ta jest mniejsza i wynosi tylko 1536kb/s. Łączem fizycznym w dostępie pierwotnym PRA jest zwykle skrętka miedziana wykonana w technologii HDSL (2048kb/s), także kanał radiowy bądź światłowód o podobnych własnościach.

Pełne wykorzystanie oferty usług sieci cyfrowej wymaga stosowania urządzeń i terminali (także telefonów) cyfrowych i uaktywnienia nowych usług w systemie komutacyjnym, dostępnych przez istniejącą do tej pory, dwuprzewodową linię telefoniczną między abonentem a centralą. Telefony analogowe przyłączone do sieci ISDN przez odpowiedni adapter komunikacyjny mogą funkcjonować tylko w ograniczonym zakresie usług.

Rekomendacja serii I.400 dla sieci ISDN przewiduje agregowanie wielu kanałów typu B, oznaczanych jako kanały typu H, a działające zarówno w trybie komutacji obwodów jak i pakietów, raczej ze wskazaniem na przekaz z komutowaniem obwodów (komutacja łączy). Dzięki temu użytkownik ma dostęp do różnorodnych przepływności strumienia cyfrowego o wielokrotności 64kb/s, definiowanych indywidualnie przez

niego w miarę potrzeb.

Standard ISDN przewiduje wyposażenie istniejącej sieci publicznej po stronie abonenta w zakończenie sieciowe NT (*Network Termination*) ze stykami S i U lub zakończenie sieciowe NT1 ze stykami T i U zapewniającymi dopasowanie elektryczne i falowe dwuprzewodowej zewnętrznej linii telefonicznej (styk U) z czteroprzewodową, dwuparową wewnętrzną magistralą abonenta (styk S lub S/T). Adaptacja niestandardowych interfejsów typu R obejmuje nie tylko konwersję sygnałów elektrycznych (prądy, poziomy napięcie, złącza, styki), ale przede wszystkim adaptację programową (kody transmisyjne, algorytmy pracy, rodzaje transmisji, konwersję szybkości, sygnalizację) w odniesieniu zarówno do kanałów przesyłających informację (B), jak i kanałów sygnalizacyjnych (D). Konstrukcja urządzeń pośredniczących typu NT zwykle zapewnia kilka typów interfejsów, dostosowanych do wielu niestandardowych urządzeń końcowych.

W strukturze dostępowej sieci cyfrowej ISDN wyróżnia się pięć punktów odniesienia R, S, T, U, V, z których tylko trzy styki R, S, T są objęte standaryzacją międzynarodową, a pozostałe związane z rodzajem linii i typem centrali komutacyjnej pozostają w gestii operatora sieci lub producenta centrali.

Kalkulacja kosztowa opiera się na kilku rozwiązaniach w zależności od potrzeb użytkownika. Należy przy tym uwzględnić realia polskiego rynku i dominującą rolę operatora narodowego TP S.A. Jest on praktycznie największym operatorem w własną publiczną siecią usług w standardzie ISDN. Najczęściej wszystkie rozwiązania opierają się na zasadzie *DialOnDemand*. Zasada jest podobna jak w przypadku PPP. Natomiast realizacja na poziomie sprzętu i protokołów jest tu odmienna.

Po pierwsze można oprzeć się na wydajnej stacji klasy PC wyposażonej w kartę ISDN. Jest to stosunkowo tania metoda w porównaniu z rozwiązaniem w postaci routera z modułami WAN obsługującym standard ISDN. Można również wykorzystać

zewewnętrzny modem ISDN najczęściej łączony przez porty RS lub USB.

Najoptimalniejszym rozwiązaniem, zwłaszcza przy łączach międzyoddziałowych lub w przypadku dostępu do ISP na poziomie podstawowym (2B+D) jest zastosowanie wydajnej stacji wyposażonej w kartę ISDN. Karty ISDN mają funkcjonalność modemu wraz z usługami dodanymi (fax, sekretarka, itp.). Stacja PC daje nam funkcjonalność urządzenia DTE a przy maksymalnym przepływie na poziomie 142kb/sek jej wydajność jest w zupełności wystarczająca. Natomiast w przypadku dostępu pierwotnego lub mieszanego najlepszym rozwiązaniem jest router oraz urządzenia agregujące strumienie ISDN.

Frame Relay

System Frame Relay jest rozwiązaniem dla sieci metropolitalnych i rozległych, wykorzystującym technikę komutacji pakietów. System ten wywodzi się z ISDN (*Integrated Services Digital Network*). Po początkowo był to jeden z elementów ISDN, który jest obecnie oferowany jako samodzielna usługa. O ile jednak sieć ISDN jest zorientowana połączeniowo, sieć Frame Relay została zaprojektowana jako zorientowana pakietowo, tzn. ma na celu przekazywanie pakietów pomiędzy urządzeniami połączonymi przez routery, skracając jak najbardziej czas utrzymywania połączeń pomiędzy nimi.

Do stworzenia sieci korporacyjnej łączącej kilka oddziałów przy rozwiązaniach tradycyjnych zaistniałaby potrzeba budowy łączy dedykowanych pomiędzy oddziałami na zasadzie każdy z każdym (ewentualnie stworzenie sieci w topologii magistrali) co jednak jest bardzo kosztowne. Dlatego też stosuje się sieci pakietowe, dzięki którym można uzyskać znaczną redukcję kosztów budowy sieci teletransmisyjnej. Zamiast dalekosiężnych linii dzierżawionych, wystarczą dedykowane linie miejscowe, umożliwiające połączenie z dostawcą usług.

Koszty korzystania z sieci Frame Relay lokalnego operatora są

zależne od kilku parametrów takiego łącza:

- CIR (*Committed Information Rate*) – umowny wskaźnik informacji służy do określenia wielkości zamówionego przez klienta pasma transmisyjnego. Jest to wartość gwarantowana przez operatora dla każdego połączenia wirtualnego PVC (*Permanent Virtual Circuit*),
- CBIR (*Committed Burst Information Rate*) – maksymalna przepustowość kanału.

Transmisja z przepływnościami w zakresie pomiędzy CIR a CBIR jest możliwa i najczęściej chwilowe przekroczenie wartości CIR nie wymaga uiszczania dodatkowych opłat. Natomiast transmisja na poziomie większym niż CBIR nie gwarantuje poprawności przesyłu danych (ramki mogą być tracone bądź odrzucane np. w sytuacji przeciążenia sieci) bądź ruch ten jest dodatkowo taryfikowany przez operator według wyższych stawek.

Działanie systemu Frame Relay jest analogiczne jak sieci z komutacją pakietów, lecz odbywa się w niższej warstwie modelu OSI – w warstwie łącza danych. W środowisku Frame Relay ramki są przekazywane pomiędzy pracującymi w sieci urządzeniami przełączającymi. Połączenie odległych punktów w systemie Frame Relay daje w efekcie prywatną sieć wirtualną VPN (*Virtual Private Network*).

Dostęp do sieci z przełączaniem ramek umożliwia urządzenie FRAD (*Frame Relay Access Device*). Najczęściej do tego celu używane routery obsługujące protokół Frame Relay, które poprzez urządzenie DCE (np. modem) dołączone są do linii dzierżawionej. Z drugiej strony znajdują się przełączniki brzegowe Frame Relay (*Edge Switch*). Operatorzy zestawiają dla swoich klientów łącza wirtualne PVC (*Permanent Virtual Circuit*) wewnątrz sieci Frame Relay. Przebiegają one pomiędzy odpowiednimi urządzeniami FRAD. Są to rzeczywiście prywatne łącza, o przepustowości uzgodnionej pomiędzy dostawcą i użytkownikiem. Połączenie pomiędzy urządzeniem FRAD a

przełącznikiem wejściowym sieci Frame Relay jest statystycznie multipleksowane, co pozwala na uzyskanie wielu oddzielnych kanałów na tej samej linii. Jeśli klient potrzebuje trzech własnych linii wirtualnych (PVC), wychodzących z jednego biura, mogą być one zestawione za pomocą tego samego urządzenia FRAD. W sieciach Frame Relay stosuje się statystyczną metodę multipleksowania, pozwalającą na dynamiczne przydzielanie szczelin czasowych innym użytkownikom, jeśli łącze nie jest w pełni wykorzystane. Dynamiczne przydzielanie pasma jest jedną z najmocniejszych stron sieci z komutacją pakietów.

Standard Frame Relay umożliwia konsolidację wszystkich usług telekomunikacyjnych (telefonia, transmisja danych, telekopia) w jednej sieci. W przeszłości jakość transmisji głosu była na niskim poziomie ze względu na opóźnienia, jak i niedoskonałość urządzeń do jego kompresji. Opracowana nowa metoda kompresji o nazwie ClearVoice pozwala na zachowanie wysokiej jakości transmisji głosu przy niewielkiej zajętości pasma.

Przy analizie kosztowej głównie rozumieć będziemy Frame Relay w ujęciu dostępowym do sieci operatora. Najczęstszym i najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest struktura oparta na stałych łączach dedykowanych. Po obu ich stronach najczęściej umieszcza się modemy (zwykle szerokopasmowe). Modemy łączy się bezpośrednio z urządzeniami DTE. Po stronie klienckiej najczęściej są to routery obsługujące standard Frame Relay. Ich cena jest silnie zróżnicowana i waha się od 3200 PLN do 8000 za routery oddziałowe do nawet 100tys. PLN za routery zakładowe (*Enterprise*). Do zastosowań praktycznych wystarczają tańsze routery oddziałowe, natomiast do wysokowydajnej sieci, np. portalu internetowego potrzebny jest już router wysokiej klasy a co za tym idzie dosyć kosztowny.

Natomiast w ujęciu operatorskim najczęściej sygnał z modemu przesyłany jest do przełączników Frame Relay. Ich ceny wahają się zależnie od maksymalnej prędkości i dla np. multipleksera z 2Mb łączami telekomunikacyjnymi wynoszą od 6000 do 12000.

Oczywiście należy liczyć się z tym, że ceny te rosną wraz ze wzrostem funkcjonalności, przepływności i ilości łączy telekomunikacyjnych. Oddzielną kwestią jest koszt samych łączy telekomunikacyjnych. Dokładna analiza tych kosztów jest dosyć skomplikowana. Jako uzasadnienie można przytoczyć praktyczny przykład: koszt położenia światłowodu jednomodowego, dwunastowłókowego na odległości 3km po duktach TP S.A. dwie różne firmy oszacowały na dwóch skrajnie różniących się poziomach cen – 100tys i 300tys PLN.

Przy porównaniu wzięto więc pod uwagę głównie koszt sprzętu (multiplexery, routery, modemy). Analiza taka może dać nam sensowne porównanie głównie w przypadku gdy łącza sieci szkieletowej Frame Relay są dzierżawione od operatora krajowego dysponującego łączyami np. SDH o wysokich przepływnościach. Wówczas wyniki takiej analizy mogą dawać praktyczne wyniki. Przy projektowaniu sieci wykorzystujących połączenia WAN oparte na Frame Relay w warunkach Polskich należy wziąć pod uwagę fakt, że operatorzy sieci teleinformatycznych pokrywają cenę modemów potrzebnych do zestawienia łączy klient-centrala. Dlatego najczęściej koszty klienta są pomniejszone o drugą pozycję w tabeli (koszt modemu). Aczkolwiek część tych kosztów wliczona jest w cenę montażu a sam modem jest jedynie dzierżawiony przez klienta.

Przy opracowaniu wymagań odnośnie usług sieci Frame Relay należy wziąć pod uwagę

– Czy dostępne są kanały komutowane, umożliwiające dowolne zestawianie połączeń? Czy są jednocześnie dostępne wirtualne kanały internetowe? Czy możliwe są połączenia foniczne?

– Jaki jest możliwy rodzaj dostępu do sieci? Zależy to głównie od odległości do najbliższego punktu wejścia i często stanowi główną część kosztów usługi *Frame Relay* (w wielu wypadkach nawet 50%)

– Jak przebiegają ścieżki kanałów wirtualnych w sieci? Dobrze

jest poprosić operatora o mapę, aby przekonać się, czy nie wchodzimy w obszary i tak już zagrożone przeciążeniem.

– Należy ustalić wymaganą dla naszych potrzeb wielkość CIR (*Committed Information Rate*) i uzyskać zapewnienie od operatora co do obsługi na tym poziomie.

– Czy istnieje możliwość opłat w formie niskiego, miesięcznego abonamentu plus kwota zależna od ilości przesłanych informacji? Zwykle ustalane są również opłaty maksymalne.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Rozwiązania konstrukcyjne sieci teleinformatycznych

Lokalne sieci komputerowe

USB (*Universal Serial Bus*)

Uniwersalna magistrala szeregową USB (*Universal Serial Bus*) jest standardem zewnętrznej magistrali danych, opracowanym przez firmy Intel i Microsoft. Magistrala ta jest interfejsem zewnętrznych urządzeń komputerowo-telefonicznych. Standard USB definiuje zarówno porty, jak i topologię magistrali o szybkości przekazu danych do 12 Mb/s. Wszystkie urządzenia połączone są szeregowo do jednego portu za pomocą pojedynczego przewodu o długości do 5 m. Maksymalna ich liczba wynosi 63 i można je dołączać i odłączać bez konieczności restartowania systemu. Urządzenia połączone są w układzie gwiazdy, przez co

można stosować koncentratory umożliwiające realizację połączeń wielokrotnych (czasami koncentratory muszą być zasilane). Złącze USB jest w stanie dostarczyć zasilanie dla niektórych urządzeń, eliminując przewody zasilające lub baterie.

Koszty takiego rozwiązania są relatywnie niskie. Najczęściej porty USB są wbudowane w płyty główne komputerów. Obecnie praktycznie nie konstruuje się komputerów klasy PC bez obsługi USB. Poza tym wszystkie nowe systemy operacyjne bezproblemowo obsługują kontrolery USB (poza Windows NT 4.0). Natomiast w przypadku łączenia się z ISP (*Internet Service Provider*) istnieje możliwość podłączenia modemu. Obecnie jednak bardzo rzadko wykorzystuje się magistralę USB celem wymiany danych między komputerami w sieci. W przypadku użycia modemu (np. Microcom USB 56k travel) koszty takiego rozwiązania wynoszą ok. 360 PLN. Należy do tego doliczyć jeszcze koszty wynikające z taryfikacji operatora telekomunikacyjnego (w Polsce ok. 6,6 PLN za godzinę połączenia plus miesięczny abonament). Pomimo relatywnie niskich kosztów uzyskiwana przepływność nie przekracza 56kb/s. W ofercie producentów modemy 56k wyposażone w porty USB stanowią bardzo znikomą ofertę. Na rynku polskim oferowanych jest tylko kilka modeli wykorzystujących ten typ złącza. Może to wynikać z faktu że magistrala USB jest stosunkowo niedawno wprowadzoną techniką oraz z faktu bardzo dużej popularności modemów wewnętrznych montowanych na złączach ISA/PCI lub zewnętrznych łączonych poprzez interfejsy RS232/V.24. Natomiast pewną popularność zyskał standard USB w łączeniu w małe grupy robocze stacji klasy PC poprzez koncentratory USB. Koszt takiego urządzenia np. siedmioportowego wynosi ok. 170 PLN co jest dosyć tanim sposobem łączenia stacji roboczych w mini sieć. Wadą rozwiązań opartych na technice USB jest praktycznie zerowy poziom zabezpieczenia – uszkodzenie magistrali w jednym punkcie odcina znajdujące się za nim urządzenia. Wykorzystanie koncentratorów USB poprawia nieco protekcje jednak newralgicznym elementem rozwiązania staje się element centralny.

Ethernet (10Mb/s)

Poniżej przedstawiona została analiza rozwiązań konstrukcyjnych opartych na standardzie budowy sieci Ethernet 10Mb/s (nie mylić z Fast Ethernet). Pod uwagę wzięto techniki budowy i funkcjonalność tych rozwiązań. Szczególny nacisk położono na porównanie kosztów realizacji poszczególnych rozwiązań.

Ethernet 10Base-2

Jest to oparta na kablu koncentrycznym, bardzo popularna w latach osiemdziesiątych, wersja standardu Ethernet. Poprzednio stosowano powszechnie odmianę 10Base-5, lecz cienki kabel koncentryczny okazał się tańszy i łatwiejszy w użyciu, niż „gruby” Ethernet. Te oczywiste zalety kompensowały nawet znacznie mniejszy zasięg (tylko 186m maksymalnie dla segmentu). Na rysunku 34 pokazano przykładową konfigurację sieci opartą na standardzie 10Base-2.

Podstawowe komponenty wymagane do budowy sieci w standardzie 10Base-2 to:

- Karta interfejsu sieciowego. Większość kart Ethernet jest dostosowana do okablowania grubego lub cienkiego. Karta powinna mieć złącze BNC, ale może posiadać również złącze do „grubego” Ethernetu. Kabel magistrali podłączony jest do rozgałęźnika typu T (trójnika), a ten do męskiego złącza BNC z tyłu karty sieciowej.
- Cienki przewód Ethernet (*Thin Ethernet Cable*). Używany jest tu przewód koncentryczny o średnicy 5 mm typu RG-58 A/U lub RG-58 C/U. Przewody wykonywane są jako: niepalny-osłonięty, nieosłonięty-wnętrzowy, podziemny i napowietrzny.
- Złącza BNC. Złącza te muszą być zamontowane na końcach wszystkich odcinków kablowych.
- Złącze BNC-T (rozgałęźnik). Rozgałęźnik mocowany jest do

złącza BNC z tyłu karty sieciowej Ethernet. Umożliwia przyłączenie przewodu wchodzącego i wychodzącego. Rozgałęźnik konieczny jest w każdej stacji roboczej – również ostatniej w magistrali, gdzie wolne złącze zamykane jest terminatorem BNC 50.

– Tulejowe złącza BNC. Złącza tego typu służą do łączenia dwóch odcinków przewodu.

– Terminator BNC. Każdy **segment** okablowania musi mieć na obu końcach 50-omowe terminatory BNC. Jeden z nich powinien być uzziemiony.

Przy projektowaniu i budowie sieci lokalnych opartych na standardzie Ethernet, należy wziąć pod uwagę ograniczenia wynikające ze specyfikacji standardu. Jednym z takich ograniczeń jest maksymalny zasięg takiej sieci – długość segmentu nie może być większa niż 186 m, a jeden segment może zawierać maksymalnie do 30 stacji. Pewną poprawę sytuacji daje stosowanie repeaterów – używając ich można łączyć do pięciu segmentów w jedną magistralę jednak maksymalna długość magistrali nie może przekroczyć 910m. Dodatkowo w sieci składającej się z pięciu segmentów stacje robocze mogą pracować jedynie w trzech z nich; pozostałe służą do przedłużenia magistrali. Warto zauważyć, że po zmontowaniu segmentu można odłączać rozgałęźniki od kart sieciowych, nie powodując przerwy w pracy całej magistrali. Jednakże odłączenie kabla od rozgałęźnika doprowadzi do jej unieruchomienia. Jednak systemy oparte na standardzie 10Base-2 mają zasadniczą wadę wynikającą z topologii magistrali. Co prawda odłączenie jednej stacji nie unieruchamia całego systemu jednak uszkodzenie magistrali powoduje awarie całej sieci. Praktycznie nie ma tu możliwości protekcji sieci.

Obecnie jest to praktycznie „wymierający” standard stosowany tylko w bardzo małych sieciach. Obecnie w nowych sieciach tej techniki praktycznie się nie stosuje. Koszty stworzenia takiej

sieci to głównie koszt koncentratorów. Ogólne koszty sprzętu i okablowania są trudne do oszacowania, gdyż praktycznie wiele z czołowych firm wycofało z produkcji sprzęt i okablowanie bazujące na standardzie 10Base-2. Koncentrator 10 portowy kosztuje ok. 250 PLN, karty sieciowe są w cenie ok 40 PLN. Aczkolwiek zakup takich urządzeń jest prawie niemożliwy (karty sieciowe nie są już praktycznie produkowane).

Ethernet 10Base-T

Standard ten jest następcą 10 Base-2 wykorzystującym jako okablowanie skrętkę nieekranowaną. Wadę poprzedniego standardu związaną z protekcją i efektywnością wyeliminowano poprzez budowę sieci w topologii gwiazdy. Przykładową strukturę sieci opartej na standardzie 10Base-T pokazano na rysunku 35.

Stacje robocze są podłączane do centralnego koncentratora pracującego jako repeater. Możliwe jest budowanie hierarchicznej konfiguracji wzajemnie połączonych koncentratorów. Stacje robocze są do nich podłączone za pośrednictwem nieekranowanej skrętki (UTP – *Unshielded Twisted Pair*) o długości do 100 m. Do połączeń używa się kabla kategorii 3 ze złączem typu RJ-45. Wykorzystane są dwie pary: jedna do transmisji a druga do odbioru.

W standardzie 10Base-T wymagane są następujące podstawowe komponenty systemu:

- Karta interfejsu sieciowego ze złączem 10Base-T RJ-45.
- Koncentrator. Posiada na ogół 8 do 32 portów. Jeden z nich przeznaczony jest do łączenia z innymi koncentratorami (zwykle ostatni). Bardziej zaawansowane urządzenia mają również wbudowany port dla łącza światłowodowego, 100Base-T lub 10Base-2.
- Skrętka (*twisted-pair cable*). Jest to kabel ze złączem RJ-45.

– Szafa i moduły dystrybucyjne – jest to specjalna homologowana szafa, w której montowane są moduły dystrybucyjne. Moduły dystrybucyjne zawierają od 8 do 32 portów RJ-45. Służą do łączenia koncentratorów ze stacjami rozmieszczonymi w odległości 100m (np. na terenie biura).

Budując system okablowania Ethernet 10Base-T należy mieć na względzie specyfikację standardu. Jako okablowanie należy używać nieekranowanej skrętki kategorii 3,4 lub 5. Najczęściej stosuje się skrętkę kategorii 5. Ma ona dwie podstawowe zalety. Po pierwsze pozwala na łatwe przejście w kierunku systemów o większej wydajności (np. 100Base-TX). Po drugie koszty okablowania kategorii 5 i kategorii 3 różnią się nieznacznie. Niedogodnością systemów opartych na standardzie 10Base-T jest odległość koncentratora do stacji roboczej, która nie może przekraczać 100 m. W porównaniu z 10Base-2 nowy standard oferuje większą skalowalność, co wynika z hierarchicznej budowy sieci. W celu powiększenia liczby stacji w sieci można do głównego koncentratora/przełącznika podłączyć maksymalnie 12 koncentratorów podrzędnych. Dodatkowym atutem w porównaniu z 10Base-2 jest liczba stacji w segmencie. Można zbudować sieć o pojemności 1024 stacji bez potrzeby stosowania mostów. W porównaniu z poprzednią wersją standardu poprawiono wydajność i efektywność sieci poprzez stosowanie topologii gwiazdy. W przypadku uszkodzenia okablowania odcięta zostaje od sieci tylko jedna stacja a pozostałe pracują bez żadnych utrudnień. W dodatku zastosowanie gwiazdzystej lub rozproszonej topologii sieci pozwala na grupowanie stacji roboczych. Chociaż maksymalna długość segmentu jest tutaj mniejsza, topologia hierarchiczna daje korzyści, kompensujące tę niedogodność.

W przypadku szacowania kosztów budowy sieci opartej na tym standardzie można już dość dokładnie określić ceny poszczególnych elementów. Jedynym „problemem” jest obecnie fakt, że praktycznie nie sprzedaje się na rynku okablowania kategorii trzeciej i czwartej, więc szacunkowe obliczenia

zostaną oparte na okablowaniu kategorii 5.

Podsumowanie

Sieci lokalne budowane w oparciu o standard Ethernet mogą być zbudowane w topologii magistrali (kabel koncentryczny) lub gwiazdy (skrętka). W drugim przypadku, centralnym punktem, z którego rozchodzą się kable do wszystkich stacji jest koncentrator (hub) lub przełącznik (switch). Uszkodzenie jednego kabla nie skutkuje awarią całej sieci (jak przy magistrali). Topologia gwiazdy jest podstawą systemów okablowania strukturalnego.

Prosty koncentrator jest w zasadzie repeaterem. Wszystkie podłączone do niego stacje należą do tej samej domeny rozgłoszeniowej. Na rysunku 36 pokazano hierarchiczną sieć zbudowaną przy użyciu kilku podobnych koncentratorów, dzięki czemu można zwiększyć zasięg terytorialny i liczbę stacji.

Na rysunku 37 przedstawiono zmodyfikowaną wersję systemu. Łatwo zauważyć, że fizyczne topologie, przedstawione na rysunku 36 i 37 pomimo tego, że wyglądają podobnie, zasadniczo różnią się pod względem efektywności. Stosowanie przełączników zmniejsza domeny kolizyjne, a co za tym idzie zwiększa wydajność sieci. Stosowanie topologii magistrali jest bezcelowe przede wszystkim ze względu na protekcję i wydajność sieci. Ograniczenie rozległości sieci standardu 10BaseT w porównaniu z 10Base-2 jest eliminowane poprzez hierarchiczną strukturę sieci. Poza tym standard 10Base-T daje łatwość i niższy koszt migracji do standardów takich jak Fast czy Gigabit Ethernet

Fast Ethernet (100Mb/s)

Standard Fast Ethernet jest oparty na tej samej metodzie dostępu CSMA/CD, co poprzednie wersje systemu. Zasadnicza różnica polega na większej szybkości – wynosi ona tutaj 100Mb/s, podczas gdy w podstawowej wersji tylko 10Mb/s. Na

samym początku prac nad nowym standardem pojawiły się dwa różne rozwiązania. Jedno z nich, przedstawione przez firmy Grand Junction Networks, 3Com i Intel, stało się standardem IEEE 802.3 Fast Ethernet.

Standard Fast Ethernet, nazywany również jest ogólnie 100Base-T. Standard 100Base-T posiada wszystkie zalety skalowalnej struktury sieci typu CSMA/CD.

Druga propozycja, znana obecnie jako 100VG-Any LAN, podlega komitetowi IEEE 802.12. Jako metodę dostępu do medium zastosowano tu technikę dostępu na żądanie (*Access On Demand*), zamiast CSMA/CD.

Poniżej zostały opisane właściwości funkcjonalne trzech podstawowych odmian standardu Fast Ethernet oraz przedstawiona została analiza rozwiązań konstrukcyjnych opartych na standardzie Fast Ethernet. Pod uwagę wzięto techniki budowy i funkcjonalność tych rozwiązań. Szczególny nacisk położono na porównanie kosztów realizacji poszczególnych rozwiązań.

100Base-T

Ta wersja wykorzystuje dwie pary skrętki nieekranowanej (UTP – *Unshielded Twisted Pair*) lub ekranowanej (STP – *Shielded Twisted Pair*). Do transmisji używa się jednej pary, a drugiej – do wykrywania kolizji. Można stosować dwa rodzaje kabla: UTP kategorii 5-tej lub STP typ 1 (wg IBM). Kabel kategorii 5 zawiera cztery pary, więc pozostałe dwie pozostają wolne. Nie zaleca się jednakże, aby były one wykorzystywane przez inne sieci o dużych przepustowościach.

Specyfikacja IEEE 802.3u dla sieci 100Base-TX zezwala na zainstalowanie szeregowo najwyżej dwóch hubów przy maksymalnej średnicy sieci nie przekraczającej 200 m. Segment łącza, definiowany jako połączenie punkt-punkt między dwoma interfejsami MMI (*Medium Independent Interface*) urządzeń, może mieć długość najwyżej 100 m.

W przypadku szacowania kosztów budowy sieci opartej na tym standardzie można już dość dokładnie określić ceny poszczególnych elementów. Przy projektowaniu sieci lokalnych opartych na standardzie 100BaseTX najoptymalniejszym pod względem wydajnościowym rozwiązaniem jest podłączanie stacji końcowych nie do koncentratorów, ale do przełączników pracujących w warstwie 2 modelu OSI. Daje to rzeczywisty wzrost efektywności z racji mniejszej ilości kolizji i efektywniejszego wykorzystania sieci. Aczkolwiek stosowane są rozwiązania oparte tylko i wyłącznie na koncentratorach jednak jest to rozwiązanie najmniej optymalne pod względem wydajnościowym i niewiele różni się od topologii magistrali. Ma jednak tę zaletę, że jest to rozwiązanie najtańsze. Często spotykanym rozwiązaniem ze względu na ograniczenie kosztów i kompromis efektywnościowy są struktury bazujące na koncentratorach obsługujących grupy robocze (np. departamenty korporacji) oraz szybkich przełącznikach łączących te koncentratory.

100Base-T4

Standard 100Base-T4 wykorzystuje cztery pary kabla, co oznacza możliwość użycia systemów UTP kategorii 3, 4 i 5. Do niedawna, okablowanie kategorii 3 było bardzo popularne, co w wielu przypadkach pozwalało na bezpośrednią implementację systemu 100Base-T4. Wszystkie pary pracują w systemie półdupleksowym. Trzy z nich służą do transmisji i odbioru danych, czwarta zaś – do wykrywania kolizji. Rozdzielenie sygnału o częstotliwości 100MHz na trzy pary zmniejsza wymagania co do parametrów kabla i pozwala uzyskać dużą szybkość przesyłania na kablu niższej kategorii. Zastosowanie trzystopniowego kodowania (w przeciwieństwie do dwustopniowego, używanego przy innych mediach), umożliwia obniżenie częstotliwości zegara do 25MHz.

Generalnie, do przyszłych zastosowań, zalecane są kable umożliwiające transmisję z większymi szybkościami (np.

kategori 5), lecz można też wykorzystać istniejące kable kat.3. Podobnie jak w standardzie 100Base-T, maksymalna odległość pomiędzy koncentratorem a stacją roboczą wynosi 100m, a całkowita średnica sieci nie może przekroczyć 200m. Również klasyfikacja koncentratorów jest taka sama: klasa I pozwala na łączenie różnych wersji standardu Fast Ethernet, zaś klasa druga pracuje tylko z urządzeniami 100Base-T4. Wykorzystuje się wszystkie osiem przewodów w kablu. Specyfikacja IEEE 802.3u dla 100Base-T4 zezwala na budowę sieci najwyżej z dwoma hubami i średnicą nie przekraczającą 200 m.

Obecnie jest to technika stosowana sporadycznie. Firmy zajmujące się budową sieci strukturalnych nie podejmują się budowy sieci opartych na tym standardzie. Popularność technik 100Base TX była tak przytłaczająca, że zaprzestano produkcji i rozwijania tego standardu. W ofercie na polski rynek nie ma praktycznie ani kart sieciowych ani koncentratorów/przełączników pracujących w tym standardzie.

100Base-FX

100Base-FX jest implementacją systemu Fast Ethernet na łączach światłowodowych. Jest ona idealna do budowy sieci szkieletowych, ze względu na maksymalną długość kabla wynoszącą 2 km (przy wykorzystaniu światłowodu jednomodowego). Standardowo stosowany jest jednak światłowód wielomodowy pozwalający na tworzenie segmentów o średnicy do 400m. Kabel ten nie jest podatny na zakłócenia, zapewnia więc większe bezpieczeństwo (szczególnie gdy jest prowadzony przez tereny ogólnie dostępne). Ponadto można w przyszłości wykorzystać go do szybszych transmisji.

Klasyfikacja koncentratorów jest analogiczna, jak w systemie 100Base-TX. Ogólnie rzecz biorąc, koncentratory klasy I dokonują translacji sygnałów, jeśli jest to konieczne, a klasy II są tylko wzmacniaczami, rozsyłającymi odbierane sygnały do wszystkich portów. 100Base-FX opiera się na specyfikacji TP-

PMD (*Twisted Pair-Physical Medium Dependent*) X3T9,5 dla sieci FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*). Specyfikacja IEEE 802.3u dla sieci 100Base-FX zezwala na łącze o długości 400 m między urządzeniami DTE (*Data Terminal Equipment*) i zastosowanie jednego koncentratora przy długości 300 m. Na rysunku 38 przedstawiono ograniczenia zasięgu sieci opartych na standardzie 100Base-FX.

W przypadku decyzji o wyborze i późniejszym projektowaniu sieci lokalnych opartych na standardzie 100Base FX należy wziąć pod uwagę dwie następujące cechy takiego rozwiązania. A mianowicie większą wydajność sieci w porównaniu ze standardem 100Base TX (praktycznie nie ma koncentratorów 100Base-FX – stosuje się tylko efektywniej działające przełączniki) oraz medium fizyczne jakim jest światłowód głównie wielomodowy.

Wymienione wyżej cechy są bardzo istotne ze względu na późniejszą ewentualną migrację do szybszych standardów takich jak Gigabit Ethernet. Wystarczy wówczas tylko wymiana niektórych urządzeń a infrastruktura okablowania strukturalnego pozostaje ta sama. W przypadku sieci hierarchicznych przełączniki 100Mb/s mogą zostać wykorzystane jako elementy spinające małe grupy robocze z wysokowydajnym przełącznikiem Gigabit Ethernetowym.

Podsumowanie

Standard Fast Ethernet posiada wszystkie zalety skalowalnej struktury sieci typu CSMA/CD. Został zaprojektowany na wzór standardu 10Base-T i dlatego może być implementowany w postaci hierarchicznej topologii gwiazdy. Taka konfiguracja jest kompatybilna ze specyfikacjami okablowania strukturalnego TIA/EIA *Structured Cabling Standards*.

Podstawową sprawą dla twórców standardu 100Base-T było zachowanie stosowanej w 10Base-T metody dostępu do medium (CSMA/CD) przy znacznie zwiększonej szybkości transmisji. Pozostawiono również ten sam format ramki. Dzięki temu, można

zastosować nowy standard w wielu „starych” instalacjach Ethernet. W większości przypadków można bowiem wykorzystać istniejące okablowanie strukturalne, wykonane kablem skrętkowym. Obydwa systemy mogą również funkcjonować jednocześnie i ze sobą współpracować. Wymiana ramek pomiędzy nimi polega jedynie na zmianie szybkości, co jest realizowane przez koncentrator/przełącznik. Wiele urządzeń ma również wbudowaną możliwość rozpoznawania szybkości pracy sieci i odpowiedniego dostrajania się (autonegociacja).

W technice 100Base-T stosuje się specyfikację IEEE 802.3 oraz metodę dostępu CSMA/CD. W rezultacie 100Base-T zachowuje format i rozmiar ramki IEEE 802.3 oraz mechanizm detekcji błędów. Ponadto, co jest niezwykle ważne, zapewnia pełne wykorzystanie wszystkich aplikacji i oprogramowania sieciowego działających w sieciach IEEE 802.3. 100Base-T umożliwia pracę z dwiema przepływnościami (*Dual Speeds*): 10 Mb/s i 100 Mb/s.

100Base-T i 10Base-T mają wiele wspólnych cech: używają tej samej metody dostępu (określonej przez IEEE 802.3), mają taki sam format i rozmiar ramki. Główną różnicą między 100Base-T a 10Base-T (poza wartością przepływności) jest średnica sieci. Należy pamiętać, że dla 100Base-T maksymalna średnica sieci wynosi około 205 m, a dla 10 Mb/s Ethernetu ponad 10 razy więcej.

Przyczyna mniejszej średnicy sieci 100Base-T tkwi w metodzie dostępu do medium (mechanizm detekcji kolizji). W technologii 10Base-T ograniczenie rozmiaru domeny definiuje się w ten sposób, że dowolna stacja sieciowa, transmitując ramkę o najmniejszej legalnej długości 64 bajtów, dowiaduje się o wystąpieniu kolizji pochodzącej od innej stacji transmitującej w tym samym czasie i ułożonej w najodleglejszym punkcie domeny.

W technice 100Base-T w celu osiągnięcia zwiększonej przepływności w stosunku do przepływności uzyskiwanej w standardzie 10Base-T rozmiar domeny kolizyjnej musi zostać

zmniejszony. Po prostu stacja transmitująca 10 razy szybciej musi pracować na kablu 10 razy krótszym. W rezultacie każda stacja w pierwszych 64 bajtach dowiaduje się o wystąpieniu ewentualnej kolizji spowodowanej przez inną stację.

Standard 100Base-T wspiera opcjonalny mechanizm zwany automatyczną negocjacją (*Autonegotiation*), umożliwiającą stacji sieciowej i hubowi wymianę informacji o ich możliwościach technicznych, co stwarza optymalne warunki dla komunikacji. Automatyczna negocjacja wspiera szereg możliwości funkcjonalnych, takich jak: dobór szybkości pracy dla urządzeń pracujących z przepływnością 10 Mb/s i 100 Mb/s, włączanie pełnego duplexu w urządzeniach o takich udogodnieniach i z automatyczną konfiguracją sygnalizacji dla stacji 100Base-T4 i 100Base-TX.

Wersje systemu, oparte na skrętce, mogą pracować w trybie pełnego duplexu, co pozwala uzyskać jeszcze większe szybkości transmisji. Jeśli stacja robocza jest podłączona bezpośrednio do koncentratora przełączającego (*switch*) – umożliwia zestawienie indywidualnego kanału i żadna inna stacja nie użytkuje równocześnie tego kanału, to mechanizm detekcji kolizji i pętli zwrotnej może zostać wyłączony.

Ograniczenia odległości w standardzie 100Base-T są bardziej rygorystyczne niż w oryginalnym 10Base-T (w wariacie z kablem skrętkowym). Mają one na celu zachowanie prawidłowych zależności czasowych pomiędzy sygnałami przy zwiększonej szybkości transmisji. W starszej wersji systemu ograniczenia te wiązały się raczej z tłumieniem sygnału.

Maksymalna odległość pomiędzy systemami końcowymi w jednym segmencie rozgłoszeniowym specyfikacji 100Base-T wynosi 200-250m (w zależności od sprzętu i konfiguracji, co należy sprawdzić u dostawców). Jednocześnie maksymalna odległość pomiędzy koncentratorami a systemem końcowym wynosi 100m, co pokazano na rysunku 39. Aby wykorzystać maksymalnie dopuszczalną rozpiętość sieci można połączyć ze sobą **dwa**

koncentratory. Choć w porównaniu z systemem 10Base-T ograniczenia te wydają się bardzo restrykcyjne, nie są one aż tak istotne, jeśli weźmie się pod uwagę fakt, że we współcześnie budowanych sieciach strukturalnych okablowanie szkieletowe zostało znacznie zredukowane, a koncentratory umieszczane są w szafkach kablowych, niedaleko systemów końcowych.

Na podstawie powyższej analizy można stwierdzić, że na poziomie dostępu do stacji do stacji końcowych w sieciach lokalnych dominującym standardem będzie Ethernet 100BaseT. Jedyne jego konkurent – 100BaseFX jest relatywnie zbyt drogi a przepustowość 100Mb/s jest i przez długi czas będzie w zupełności wystarczająca dla końcowego użytkownika. Zastosowanie światłowodowego dostępu do stacji końcowych jest zbyt drogie a migracja do GigabitEthernetu (jedna z podstawowych zalet 100BaseFX) jest obecnie również opracowywana z wykorzystaniem okablowania kategorii 5 i 6. Natomiast w porównaniu z pozostałymi standardami sieci LAN, zaletą FastEthernetu, jest pełna kompatybilność z 10MbEthernetem. Wymienione zalety a przede wszystkim wysoka popularność jaką zyskały obydwa te standardy oraz skalowalność (ewentualna migracja do Gigabit Ethernetu), techniki budowy sieci lokalnych oparte na Ethernetie będą podstawowymi jeśli nie jedynymi rozwiązaniami spotykanymi w przyszłości.

100VG-AnyLAN

100VG-AnyLAN bazuje na technice opracowanej przez firmy AT&T i Hewlett Packard, a obecnie pilotowanej przez komitet 802.12 IEEE. Standard ten wykorzystuje skrętkę czteroprzewodową. Używać można kabli kategorii 3, 4 lub 5 (nieekranowana skrętka, UTP). Obecnie standard dostosowywany jest także do skrętki dwuprzewodowej nieekranowanej i ekranowanej (STP) oraz kabli światłowodowych. W standardzie 100VG-AnyLAN wprowadzono także nową metodę dostępu na żądanie, która zastąpiła używaną w starszych odmianach standardu technikę wykrywania kolizji – CSMA/CD.

W 100VG-AnyLan wykorzystuje się transmisję kwartetową z wykorzystaniem czterech par przewodów. Transmisja kwartetowa odbywa się z tą samą częstotliwością co w 10Base-T, ale sygnał 25MHz przesyłany jest każdą z czterech par przewodów. Używany w 10Base-T system kodowania „Manchester” został zastąpiony przez 5B6B. Zastosowanie niskiej częstotliwości i rozdzielenia sygnału pomiędzy przewody pozwalają utrzymać emisję zakłóceń radiowych na dopuszczalnym poziomie, przy zastosowaniu kabli telefonicznych. 10Base-T przesyła sygnał o częstotliwości 20MHz, wykorzystując dwie pary przewodów.

W standardzie 100VG-AnyLAN użyto nowej metody kontroli dostępu do medium, zwanej „priorytet na żądanie”. Zastępuje ona znaną ze starszych wersji standardu Ethernet metodę CSMA/CD. W nowym systemie stacja może odbierać informację w tym samym czasie kiedy sama nadaje. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu skrętki czteroparowej i transmisji kwartetowej.

Metoda dostępu z priorytetowaniem opracowana została dla potrzeb nowego typu sieci Ethernet, umożliwiającej transmisję z szybkości 100 Mb/s. Ten standard sieci nazwano 100VG-AnyLAN. W metodzie dostępu z priorytetowaniem wykorzystano charakterystyczny dla topologii 100VG-AnyLAN – model okablowania strukturalnego i koncepcję sieci opartą na zastosowaniu koncentratorów. Różnicę między metodą dostępu z priorytetowaniem a metodą CSMA/CD zilustrowano na rysunku 40. Stacja robocza, która chce nadawać, wysyła do koncentratora odpowiednie żądanie. Jeśli sieć jest akurat wolna, to stacja uzyskuje zezwolenie na nadawanie. W systemie priorytetu na żądanie to koncentrator decyduje kiedy i jak stacja będzie mogła uzyskać dostęp do sieci. Pozwala to na zwiększenie wydajności, gdyż w zasadzie wyeliminowane zostają konflikty dostępu do medium. Jedną z najważniejszych zalet standardu 100VG-AnyLAN jest dostępność trybu transmisji izochronicznej, w którym dane, które muszą być przesyłane w czasie rzeczywistym (np. obraz video i dźwięk), mogą uzyskać wyższy priorytet. Dzięki temu dźwięk i obraz może być przesyłany bez

opóźnień powodujących zniekształcenia. Stacja robocza musi poinformować koncentrator, że przesyłane dane muszą uzyskać wyższy priorytet. Koncentrator przydzieli wówczas stacji odpowiedni czas na transmisję danych. Jeżeli takiego samego priorytetu zażądamy jednocześnie dwie stacje – obie obsługiwane są naprzemiennie.

Taka metoda organizowania transmisji wykazuje przewagę nad CSMA/CD, gdzie rywalizacja o dostęp do kabla odbywa się pomiędzy samymi stacjami, a nie pod kontrolą centralnego koncentratora. Dodatkową zaletą transmisji z priorytetem na żądanie jest to, że informację przesyła się, poprzez koncentrator, tylko do stacji docelowej, a nie do wszystkich stacji, co ogranicza możliwość dostępu do danych osobom niepowołanym.

Ponieważ topologie sieci 100VG-AnyLAN i 10Base-T są podobne, karty i pozostałe komponenty sieci mają w obu systemach wiele cech wspólnych. W nowym standardzie zachowano topologię gwiazdy i zasady okablowania strukturalnego, a także format ramki, obowiązujący dotychczas w sieciach Ethernet. Dzięki temu sieci 100VG-AnyLAN można łączyć z istniejącymi sieciami Ethernet za pośrednictwem prostego mostu. Założono, że 100VG-AnyLAN ma wykorzystywać te same kable co 10Base-T.

Obecnie standard 100VGAnyLAN stosowany jest sporadycznie. Firmy zajmujące się budową sieci strukturalnych nie podejmują się budowy sieci opartych na tym standardzie. Praktycznie popularność technik 100Base TX jest tak duża, że należy się liczyć z zanikiem tego standardu. W ofercie na polski rynek nie ma praktycznie ani kart sieciowych ani koncentratorów/przełączników budowanych w oparciu o ten standard.

Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet jest rozszerzeniem standardu IEEE 802.3 do szybkości przesyłania 1Gb/s. Gigabit Ethernet opiera się na

popularnym standardzie Ethernet, mającym wielką ilość implementacji. Stosuje ten sam mechanizm dostępu do medium CSMA/CD, taki sam format i rozmiar ramki. Większość istniejących już elementów sieciowych (w tym oprogramowanie stacji roboczych) nie wymaga żadnego uaktualnienia. Również dotychczasowe inwestycje w osprzęt sieciowy (koncentratory, przełączniki, okablowanie) w większości wypadków nie zostaną stracone. Można będzie nawet zachować oprogramowanie zarządzające, chociaż analizatory sieci będą wymagały aktualizacji ze względu na większą szybkość transmisji.

Gigabit Ethernet rywalizuje ze standardem ATM jako rozwiązanie dla sieci szkieletowych o bardzo dużej przepustowości. Obecnie uważa się ATM za lepszy wybór dla rozwiązań integrujących transfer danych, głosu, wideo i inne rodzaje transmisji czasu rzeczywistego. Wynika to stąd, że w standardzie tym zaimplementowany jest system zapewniania odpowiedniego poziomu usług QoS. Istotne są również dodatkowe właściwości systemu, jak np. gwarancja jakości usług (dzięki zastosowaniu protokołu RSVP – *Resource Reservation Protocol*).

Prace nad specyfikacją standardu Gigabit Ethernet prowadzi Grupa Tematyczna IEEE 802.3z (*IEEE 802.3z Task Group*), która w 1996 r. przedstawiła zasadnicze propozycje dotyczące systemu. W efekcie prac prowadzonych przez IEEE zdefiniowano następujące specyfikacje, nazywane ogólnie 1000Base-X:

- 1000Base-LX Wykorzystuje do transmisji światło długofalowego lasera; długość segmentu wynosi 550m dla światłowodu wielomodowego i 3000m dla światłowodu jednomodowego
- 1000Base-SX Wykorzystuje do transmisji światło krótkofalowego lasera; długość segmentu wynosi 300m dla światłowodu wielomodowego 62,5m i 550m dla światłowodu wielomodowego 50m.
- 1000Base-CX Przeznaczony do łączenia urządzeń na krótkich odległościach (w obrębie tej samej szafy kablowej);

wykorzystuje kabel miedziany (skrętkę) o długości do 25m.

– 1000Base-T Proponowany standard wykorzystujący skrętkę miedzianą kategorii 5 o długości segmentu do 100m. Obecnie trwają prace nad implementacjami Gigabit Ethernetu na okablowaniu UTP kategorii 6.

W standardzie Gigabit Ethernet możliwa jest praca w trybie pełnego duplexu przy połączeniach pomiędzy przełącznikami i pomiędzy przełącznikami a stacjami końcowymi. W sieciach zbudowanych w oparciu o przełączniki (korzystających z pełnego duplexu) nie ma potrzeby stosowania mechanizmu detekcji kolizji, gdyż transmisja pomiędzy stacjami odbywa się kanałem dedykowanym (*data pipe*). Metoda CSMA/CD została jednak zachowana aby utrzymać kompatybilność z poprzednimi wersjami standardu Ethernet.

Jak już wspomniano, standard ten został zaprojektowany dla sieci kampusowych i szkieletowych w budynkach. Twórcy standardu w trakcie jego opracowywania stworzyli możliwość migracji do Gigabit Ethernet z innych standardów (głównie 10/100Mb Ethernetu).

W przypadku poprzednich wersji Ethernetu istniejąca sieć szkieletowa, pracująca w standardzie Fast Ethernet, zostaje zamieniona na Gigabit Ethernet poprzez wymianę centralnego przełącznika. Zwiększa to szybkość wymiany danych pomiędzy sieciami lokalnymi pracującymi z przepustowością 10 Mb/s lub 100 Mb/s. W tym celu należy wymienić karty sieciowe NIC (*Network Interface Card*) w wysokowydajnych serwerach na nowe – w standardzie Gigabit Ethernet. Na rysunku 41 pokazano połączenie takich serwerów z przełącznikiem Gigabit Ethernet. Serwery wyposażone w tak szybkie karty sieciowe muszą obsługiwać przynajmniej milion pakietów na sekundę (a więc i tyleż przerw). Aby temu zaradzić, opracowano specjalny rodzaj karty sieciowej, odciążającej serwery od obsługi takich ilości przerw. Jeśli bowiem serwer jest zajęty, karta przyjmuje przychodzące pakiety do bufora, a następnie przesyła

do serwera korzystając z jednego tylko przerwania. Natomiast przełączniki 100Mb pozostają jako jednostki obsługujące grupy robocze. Stosowanie przełączników Gigabit Ethernetowych do obsługi bezpośredniej grup roboczych jest obecnie bezcelowe (komputery klasy PC nie są w stanie obsłużyć i wykorzystać tak wysokiej przepustowości).

W przypadku migracji do standardu Gigabit Ethernet na bazie istniejącej sieci FDDI następuje wymiana sprzętu z wykorzystaniem istniejącego okablowania światłowodowego. Realizuje się to poprzez zamianę odpowiednich urządzeń transmisyjnych. Pozwala zachować istniejącą strukturę fizyczną okablowania szkieletowego, zwiększając znacznie jego przepustowość.

Gigabit Ethernet jest relatywnie nowym standardem borykającym się z pewnymi trudnościami w warstwie dostępowej sieci LAN. Wynikają one poza względami technicznymi także z powodów cenowych. Analiza cenowa przedstawiona poniżej nieco obrazuje sytuację standardu Gigabit Ethernet. Nowy standard może być z dużym powodzeniem stosowany w hierarchicznych sieciach zbudowanych w oparciu o wcześniejsze wersję Ethernetu wykorzystując już istniejącą infrastrukturę sieciową (okablowanie kategorii 5). Koszt migracji jest stosunkowo niewielki. Najoptymalniejszym pod względem wydajnościowym oraz względnie tanim rozwiązaniem jest rozwiązanie oparte na standardzie Fast i Gigabit Ethernet. Wymienia się karty sieciowe (głównie 10Mb) na karty FastEthernetowe w stacjach końcowych. Poza tym wysokowydajne serwery sieciowe wyposaża się w specjalne dedykowane karty sieciowe GigabitEthernet-owe. Przełączniki FastEthernet-owe oparte na standardzie 100Base TX obsługujące grupy robocze pozostają niezmiennione. Jedynym ważnym nowym elementem są moduły GigabitEthernet-owe służące do transmisji danych między grupami roboczymi i wymienianych z serwerami sieciowymi (głównie bazodanowymi/intranetowymi). Jest to rozwiązanie coraz liczniej stosowane ze względu na najoptymalniejsze dostosowanie do aktualnych potrzeb

większości średnich i dużych korporacji.

Obecnie trwają prace nad nową wersją zwaną 10GigabitEthernet będącą przedmiotem zainteresowania zwłaszcza operatorów sieci miejskich (MAN). Jednak standard w praktyce nie wyszedł jeszcze poza laboratoria i konstrukcje testowe. Urządzenia 10Gigabit Ethernet nie pojawiły się jeszcze na rynku w ofercie żadnego z wiodących producentów sprzętu sieciowego.

ATM

ATM to standard budowy sieci szybkiej transmisji danych, przeznaczony do stosowania zarówno w sieciach lokalnych, jak i rozległych. Operatorzy sieci mają zasadniczo kilka interfejsów (DXI, UNI, ICI), za pomocą których mogą łączyć elementy sieci ATM co zobrazowane jest na rysunku 42.

W poprzednich rozdziałach omówiono sposoby wykorzystania ATM przez operatorów do budowy rozległych sieci transmisyjnych. Standard ATM można jednak zastosować również do budowy prywatnych sieci. Wewnętrzna sieć LAN może działać całkowicie w oparciu o ATM. W takim przypadku stacje robocze – z zainstalowanymi kartami sieciowymi ATM – podłącza się do przełącznika ATM. Jednak sieci, działające wyłącznie w oparciu standard ATM, spotyka się obecnie stosunkowo rzadko. Częściej występują rozwiązania, w których sieci Ethernetowe, podłączone są do głównego koncentratora ATM.

Obecnie zasadniczy problem wynika ze stosowanych mechanizmów emulacji sieci LAN, które z reguły ukrywają własności sieci ATM przed protokołami wyższych warstw oraz aplikacjami działającymi na komputerze użytkownika. Z tego względu aplikacje nie mogą określić wymaganej jakości usług. Producenci wraz z organizacją ATM Forum, opracowują już nowe strategie emulacji, które zniosłyby powyższe ograniczenie.

Migrację do standardu ATM przeprowadza się zwykle etapowo, tak aby zachować zgodność z istniejącymi sieciami, np. Ethernet. Na rysunku 43 i 44 przedstawiono przykładowe etapy takiego

procesu. W pierwszym etapie przełącznik ATM instaluje się w charakterze głównego koncentratora skupionej sieci szkieletowej. Istniejące sieci pracujące w oparciu o inne standardy podłączone są do tego głównego koncentratora za pośrednictwem routerów.

Kolejnym etapem najczęściej jest instalacja węzłów komutacyjnych (przełączników) na różnych poziomach w hierarchii sieci (rysunek 44). Serwery podłącza się do głównego przełącznika, wyposaża w wysokowydajne specjalizowane karty sieciowe dzięki czemu stają się lepiej dostępne dla użytkowników.

Podłączanie istniejących sieci LAN do sieci ATM jest trudnym zadaniem. Spowodowane jest to m.in. tym, że tradycyjne sieci lokalne funkcjonują bez-połączeniowo, a komunikacja w sieciach ATM ma charakter połączeniowy. Problem rozwiązano wprowadzając mechanizmy emulacji sieci LAN w środowisku ATM. W 1995 roku organizacja ATM Forum zdefiniowała specyfikację LANE (*LAN Emulation*).

Aby rozwiązać problem kojarzenia adresów IP z łączami, w ramach specyfikacji LANE zdefiniowano funkcję serwera LES (*LAN Emulation Server*). Serwer ATMARP (*ATM Address Resolution Protocol*) sprawuje pieczę nad tabelą, w której przechowywane są adresy IP wraz z przypisanymi im łączami ATM.

Inny problem wynika z faktu, że w sieciach Ethernet wiele operacji realizuje się z wykorzystaniem rozgłaszania (*broadcast*) i przesyłania grupowego (*multicast*). Jeśli sieć Ethernet ma być połączona z siecią ATM, to operacje takie nadal muszą być możliwe do zrealizowania. W tym celu wprowadzono funkcję serwera BUS (*Broadcast/Unknown Server*), który utrzymuje połączenia ze wszystkimi stacjami i może realizować operacje rozgłaszania i przesyłania grupowego.

LANE nie stanowi ostatecznego rozwiązania, które zapewniłoby usługi ATM w połączeniach między stacjami końcowymi. Nie

wystarczy bowiem samo połączenie systemów klienckich LAN do sieci szkieletowej ATM. Potrzebna jest jeszcze metoda, która pozwoliłaby im określić żadaną jakość usług (QoS) ATM. Jak już wspomniano, specyfikacja LANE ukrywa własności ATM przed aplikacjami, dzięki czemu istniejące oprogramowanie klienckie może działać bez żadnych modyfikacji. Jednak aplikacje nadal widzą tylko zwykłą sieć LAN i nie mogą komunikować się z siecią ATM, a tym samym – wybrać poziom usług, dostępny w takiej sieci. Organizacja ATM Forum pracuje nad rozwiązaniem tego problemu, które ma znaleźć się w specyfikacji LANE 2.0.

W praktycznych realizacjach można spotkać dwie grupy rozwiązań sieci lokalnych opartych na standardzie ATM: ATM25 i ATM155 różniące się maksymalnymi przepływnościami. Trendy na rynku pokazują, że obydwa standardy mają niewielką szansę na przetrwanie jako techniki realizacji sieci lokalnych. Standardy Fast i Gigabit Ethernet zyskały już zbyt dużą pozycję na rynku i nie wygląda na to by przy spadkowej tendencji cen tych technologii pozwoliły sobie odebrać prymat realizacji sieci lokalnych i metropolitalnych. Podstawową i chyba dla wielu odbiorców najistotniejszą bolączką standardów ATM 25/155 jest poza problemami omówionymi na wstępie niniejszego podrozdziału ich cena. W tabelach 33 i 34 przedstawiono analizę cenową obydwu standardów budowy sieci. Relatywnie duży rozrzut cen w przypadku tak jednej jak i drugiej wersji standardu wynika w przypadku przełączników z faktu, że każde tego typu urządzenie posiada tzw. uplinki do łączenia z siecią szkieletową. W najprostszej konfiguracji dla przełączników ATM25 są to dwa linki 155Mb/s. Co do specyfikacji okablowania to specyfikacja dopuszcza stosowanie w sieciach LAN skrętkę nieekranowaną kategorii 5 lub kable światłowodowe (głównie wielomodowe). Dopuszczalna jest realizacja (przy zachowaniu odpowiednich parametrów odległościowych) na okablowaniu UTP kategorii 3 i 4.

Należy jednak zauważyć, że konfiguracja i utrzymanie rozwiązań opartych na ATM25/155 nawet według sprzedawców rozwiązań

opartych na tej technice (cytat handlowca z ATM S.A.) jest trudniejsze a same sieci o wiele droższe niż Fast/Gigabit Ethernet. Dlatego w najbliższej przyszłości nie należy się spodziewać spektakularnych sukcesów tych technik jako wiodących standardów budowy sieci lokalnych. Natomiast w sieciach szkieletowych i transmisyjnych operatorów krajowych być może będzie to standard wykorzystywany z dużym powodzeniem.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.

Porównanie dostępnej przepustowości

Aby porównać metody enkapsulacji należy znać długość transmitowanego pakietu oraz wielkość nagłówka. Dalej zaprezentowano obliczenia wielkości nagłówków dla wybranych 5 technik transmisji i efektywnej szybkości transmisji pakietów. Jako podstawę obliczeń przyjęto pakiet

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń możemy z punktu widzenia efektywności transmisji wskazać technikę transmisji IP poprzez WDM jako dominującą. Obecna sytuacja na rynku telekomunikacyjnym powoduje, iż wzrost dostępnych szybkości interfejsów routerów, wzrastająca liczba kanałów optycznych w jednym światłowodzie na których możliwa jest transmisja, przesuwanie routingu do warstw niższych, nowe protokoły umożliwiające bezpośrednio przesyłanie pakietów IP poprzez WDM i w końcu konwersja protokołów pomiędzy elementami sieci wymusza dążenie do uproszczenia struktury sieci, zwiększenia jej efektywności transmisyjnej oraz minimalizacji kosztów.

Dążenie to może zostać zrealizowane poprzez zastosowanie techniki transmisji IP over WDM.

Porównanie dostępnej przepustowości różnych technologii transmisji danych, takich jak Ethernet, WDM, SDH, oraz nowszych rozwiązań, jak sieci 5G, jest istotnym zagadnieniem w infrastrukturze telekomunikacyjnej i sieciowej. Każda z tych technologii oferuje różne poziomy przepustowości, co ma bezpośrednie przełożenie na ich zastosowania i efektywność w różnych środowiskach.

Zaczynając od technologii Ethernet, jest ona powszechnie stosowana w sieciach lokalnych (LAN) oraz w sieciach rozległych (WAN) na różnych poziomach. Ethernet rozwijał się przez wiele lat, od pierwszych wersji oferujących przepustowość 10 Mb/s, aż do nowoczesnych standardów, które umożliwiają transmisję z prędkością nawet do 400 Gb/s. W zależności od implementacji, Ethernet może działać zarówno na przewodach miedzianych, jak i światłowodach, co wpływa na zasięg i przepustowość transmisji. W warunkach lokalnych, np. w biurach czy centrach danych, Ethernet jest najczęściej wykorzystywany w wersji 1 Gb/s lub 10 Gb/s, jednak w infrastrukturze operatorskiej coraz częściej stosowane są wersje o wyższej przepustowości, jak 100 Gb/s i wyższe.

Technologia WDM, czyli multipleksacja falowa, pozwala na jednoczesne przesyłanie wielu sygnałów optycznych przez jedno włókno światłowodowe. Każdy z sygnałów jest przesyłany na innej długości fali światła, co pozwala na uzyskanie ogromnych przepustowości. WDM dzieli się na dwa główne typy: CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) oraz DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). CWDM pozwala na transmisję do kilkunastu długości fal o przepustowościach do kilkunastu gigabitów na sekundę, podczas gdy DWDM może obsługiwać setki kanałów, z których każdy może przesyłać dane z prędkością 100 Gb/s lub więcej. W przypadku DWDM całkowita przepustowość systemu może osiągać nawet dziesiątki terabitów na sekundę, co sprawia, że technologia ta jest kluczowa w sieciach

szkieletowych operatorów telekomunikacyjnych i dostawców usług internetowych.

SDH, czyli synchroniczna hierarchia cyfrowa, jest starszą technologią wykorzystywaną do przesyłania danych na duże odległości. SDH opiera się na multipleksacji czasowej, co oznacza, że dane są przesyłane w precyzyjnie zdefiniowanych przedziałach czasowych. Standardy SDH, takie jak STM-1 (155 Mb/s), STM-4 (622 Mb/s) i wyższe, oferują stosunkowo niską przepustowość w porównaniu do współczesnych technologii światłowodowych. Choć SDH nadal jest wykorzystywana w wielu sieciach telekomunikacyjnych, jej przepustowość jest niewystarczająca dla nowoczesnych aplikacji, takich jak przesyłanie wideo w wysokiej rozdzielczości czy usługi chmurowe, które wymagają większych prędkości transmisji danych.

Przepustowość w sieciach mobilnych również dynamicznie rośnie, a technologia 5G jest przykładem tego trendu. Standard 5G obiecuje przepustowości rzędu kilku do kilkunastu Gb/s w idealnych warunkach, co stanowi ogromny wzrost w porównaniu do 4G LTE, gdzie maksymalna przepustowość w praktyce wynosiła około 1 Gb/s. Technologia 5G wykorzystuje szersze pasma częstotliwości, w tym pasma milimetrowe, które pozwalają na przesyłanie większych ilości danych, choć kosztem mniejszego zasięgu. Sieci 5G są również zaprojektowane z myślą o minimalizacji opóźnień, co jest kluczowe dla aplikacji wymagających niemal natychmiastowej reakcji, takich jak autonomiczne pojazdy czy przemysłowe systemy IoT.

Kolejną ważną technologią w kontekście przepustowości jest technologia światłowodowa w różnych zastosowaniach. Oprócz WDM, istnieją rozwiązania typu PON (Passive Optical Network), które umożliwiają dostarczanie internetu szerokopasmowego do domów użytkowników. PON wykorzystuje strukturę pasywnych rozgałęźników optycznych, co zmniejsza koszty infrastruktury, a jednocześnie pozwala na uzyskanie przepustowości na poziomie od kilku do kilkudziesięciu Gb/s na użytkownika. Popularnym

standardem jest GPON (Gigabit Passive Optical Network), który oferuje przepustowość 2,5 Gb/s w kierunku do użytkownika i 1,25 Gb/s w kierunku do sieci. Nowsze wersje, takie jak XGSPON, oferują przepustowość symetryczną 10 Gb/s, co sprawia, że tego typu rozwiązania stają się konkurencyjne w porównaniu do usług dostarczanych przez operatorów kablowych.

Istnieją również nowe, eksperymentalne technologie, które mogą jeszcze bardziej zwiększyć przepustowość dostępnych sieci. Przykładem jest rozwój systemów optycznych opartych na tzw. multi-core fibers, gdzie jedno włókno światłowodowe zawiera wiele rdzeni, z których każdy może przesyłać niezależne strumienie danych. Tego typu rozwiązania mają potencjał, aby wielokrotnie zwiększyć przepustowość światłowodowych łączy szkieletowych, co będzie kluczowe w nadchodzących latach, gdy zapotrzebowanie na przepustowość będzie nadal rosnąć.

Dostępna przepustowość różni się znacząco w zależności od technologii i jej zastosowań. Ethernet w wersjach gigabitowych jest standardem w sieciach lokalnych, WDM oferuje olbrzymie przepustowości w sieciach szkieletowych, SDH jest technologią starszą o ograniczonej przepustowości, a technologie mobilne, takie jak 5G, wprowadzają nowe możliwości w zakresie bezprzewodowej transmisji danych. Rozwój technologii światłowodowych, w tym PON i nowsze rozwiązania wielordzeniowe, zapewni dalszy wzrost dostępnej przepustowości w przyszłości, umożliwiając coraz szybsze i bardziej wydajne przesyłanie danych na skalę globalną.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.