

SST Część 2str. 25-39

Roboty w zakresie instalacji elektrycznych wg C V P

45314120-8

Instalowanie linii telefonicznych

45314310-7

Instalowanie okablowania komputerowego

B - Instalacje - niskoprądowe

- Okablowanie strukturalne komputerowe - teleinformatyczne:

Sieci lokalne

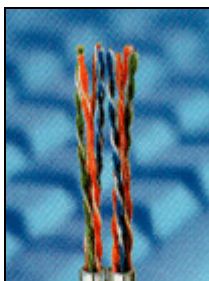
Odnosnik do oryginalnej publikacji: [http://www.i-lo.tarnow.pl/edu/inf/inet/l\(...\)ex.html](http://www.i-lo.tarnow.pl/edu/inf/inet/l(...)ex.html)

Artykuł omawia budowę komputerowej sieci lokalnej. Możemy poznać poszczególne rodzaje sieci wraz z ich funkcjami i właściwościami.

Z definicji sieć lokalna (LAN – *Local Area Network*) jest siecią przeznaczoną do łączenia ze sobą stanowisk komputerowych znajdujących się na małym obszarze (podział ten uwzględnia jeszcze sieci metropolitarne – MAN – *Metropolitan Area Network*, oraz sieci rozległe – WAN – *Wide Area Network*). Umożliwia ona wymianę plików oraz komunikatów pomiędzy użytkownikami, współużytkowanie zasobów udostępnionych w sieci np. plików i drukarek, a także korzystanie z innych usług. Obecne sieci lokalne oparte są na technologii Ethernet (stąd synonim sieci ethernetowych), Token Ring lub FDDI. Jednakże ta pierwsza jest obecnie najczęściej stosowana. Stąd też jedynie jej poświęcimy więcej uwagi.

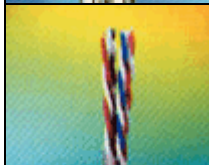
Media transmisyjne

Skrętka nieekranowana (UTP – Unshielded Twisted Pair)



Kabel typu UTP jest zbudowany ze skręconych ze sobą par przewodów i tworzy linię zrównoważoną (symetryczną). Skręcenie przewodów ze splotem 1 zwój na 6-10 cm chroni transmisję przed interferencją otoczenia. Tego typu kabel jest powszechnie stosowany w sieciach informatycznych i telefonicznych, przy czym istnieją różne technologie splotu, a poszczególne skrętki mogą mieć inny skręt. Dla przesyłania sygnałów w sieciach komputerowych konieczne są skrętki kategorii 3 (10 Mb/s) i kategorii 5 (100 Mb/s), przy czym powszechnie stosuje się tylko tą ostatnią.

Skrętka foliowana (FTP – Foiled Twisted Pair)



Jest to skrętka ekranowana za pomocą folii z przewodem uziemiającym. Przeznaczona jest głównie do budowy sieci komputerowych umiejscowionych w ośrodkach o dużych zakłóceniach elektromagnetycznych. Stosowana jest również w sieciach Gigabit Ethernet (1 Gb/s) przy wykorzystaniu wszystkich czterech par przewodów.

Skrętka ekranowana (STP – Shielded Twisted Pair)



Różni się od skrętki FTP tym, że ekran jest wykonany w postaci oplotu i zewnętrznej koszulki ochronnej. Jej zastosowanie wzrasta w świetle nowych norm europejskich EMC w zakresie emisji EMI (ElectroMagnetic Interference). Poza wyżej wymienionymi można spotkać także hybrydy tych rozwiązań:

FFTP – każda para przewodów otoczona jest osobnym ekranem z folii, cały kabel jest również pokryty folią.
SFTP – każda para przewodów otoczona jest osobnym ekranem z folii, cały kabel pokryty jest oplotem.

Kategorie skrętek miedzianych

Kategorie kabli miedzianych zostały ujęte w specyfikacji EIA/TIA w kilka grup, w których przydatność do transmisji określa się w MHz:

- kategoria 1 – tradycyjna nieekranowana skrętka telefoniczna przeznaczona do przesyłania głosu, nie przystosowana do transmisji danych
- kategoria 2 – nieekranowana skrętka, szybkość transmisji do 4 MHz. Kabel ma 2 pary skręconych przewodów

Skrętka STP

- kategoria 3 – skrętka o szybkości transmisji do 10 MHz, stos. w sieciach Token Ring (4 Mb/s) oraz Ethernet 10Base-T (10 Mb/s). Kabel zawiera 4 pary skręconych przewodów

- kategoria 4 – skrętka działająca z szybkością do 16 MHz. Kabel zbudowany jest z czterech par przewodów
- kategoria 5 – skrętka z dopasowaniem rezystancyjnym pozwalająca na transmisję danych z szybkością 100 MHz pod warunkiem poprawnej instalacji kabla (zgodnie z wymaganiami okablowania strukturalnego) na odległość do 100 m
- kategoria 5e – (*enchanced*) – ulepszona wersja kabla kategorii 5. Jest zalecana do stosowania w przypadku nowych instalacji
- kategoria 6 – skrętka umożliwiająca transmisję z częstotliwością do 200 MHz. Kategoria ta obecnie nie jest jeszcze zatwierdzona jako standard, ale prace w tym kierunku trwają
- kategoria 7 – kabel o przepływności do 600 MHz. Będzie wymagać już stosowania nowego typu złączy w miejsce RJ-45 oraz kabli każdą parą ekranowaną oddzielnie. Obecnie nie istnieje.

Warto wspomnieć również, że skrętki wykonywane są w znormalizowanych średnicach, które podawane są w jednostkach AWG oraz mogą zawierać różną liczbę par. Powszechnie w sieciach komputerowych stosuje się skrętki czteroparowe.

Warto też zwrócić uwagę, że ponieważ kategoria 6 nie jest jeszcze potwierdzona normami międzynarodowymi, oraz mając na uwadze zalety, a także ciągłe spadający koszt łączy światłowodowych może się okazać, że w niedalekiej przyszłości struktury budowane w oparciu o medium światłowodowe będą tańsze niż te, budowane w oparciu o drogi kabel miedziany kategorii 6.



Kabel współosiowy (koncentryczny)



Kabel RG-58

Składa się z dwóch przewodów koncentrycznie umieszczonych jeden wewnątrz drugiego, co zapewnia większą odporność na zakłócenia a tym samym wyższą jakość transmisji. Jeden z nich wykonany jest w postaci drutu lub linki miedzianej i umieszczony w osi kabla (czasami zwany jest przewodem gorącym), zaś drugi (ekran) stanowi oplot.

Powszechnie stosuje się dwa rodzaje kabli koncentrycznych – o impedancji falowej 50 i 75 Ohm, przy czym te pierwsze stosuje się m.in. w sieciach komputerowych.

Zastosowanie znalazły dwa rodzaje kabli koncentrycznych:

- Cienki Ethernet (*Thin Ethernet*) – (sieć typu 10Base-2) – kabel RG-58 o średnicy $\frac{1}{4}$ " i dopuszczalnej długości segmentu sieci wynoszącej 185 m. Stosowany nadal zwłaszcza tam, gdzie istnieje potrzeba połączenia na odległość większą niż 100 m.
- Gruby Ethernet (*Thick Ethernet*) – (sieć typu 10Base-5) – kable RG-8 i RG-11 o średnicy $\frac{1}{2}$ " i dopuszczalnej długości segmentu wynoszącej 500 m. Nie stosowany obecnie, lecz można go spotkać jeszcze w bardzo starych sieciach. Oba kable mają impedancję falową 50 Ohm. Należy dodać, że impedancja kabla jest ściśle związana z impedancją urządzeń do niego podłączonych. Nie można więc bezkarnie stosować w sieciach komputerowych np. telewizyjnego kabla antenowego (o impedancji falowej 75 Ohm), gdyż wykonana w ten sposób sieć najprawdopodobniej nie będzie po prostu działać.

Zalety:

- jest mało wrażliwy na zakłócenia i szumy;
- nadaje się do sieci z przesyłaniem modulowanym (szerokopasmowym)
- jest tańszy niż ekranowany kabel skręcany

Obecnie kabel współosiowy jest stosowany tylko w bardzo małych sieciach (do 3-4 komputerów) stawianych możliwie najniższym kosztem. Wadą tego rozwiązania jest dość duża (w porównaniu z siecią na skrętce) awaryjność instalacji.

Wykorzystywany jest również czasem do łączenia ze sobą skupisk stacji roboczych okablowanych w technologii gwiazdy zwłaszcza tam, gdzie odległość koncentratorów od siebie przekracza 100 m i nie jest wymagane stosowanie prędkości wyższych niż 10 Mb/s.

Rozwiązanie to jest jednak spotykane prawie wyłącznie w sieciach amatorskich. W sieciach profesjonalnych zaś (gdzie liczy się szybkość i niezawodność, a koszt instalacji jest sprawą drugorzędną) praktycznie nie stosuje się już kabla koncentrycznego, a zamiast niego wykorzystuje się światłowody.

Kabel światłowodowy



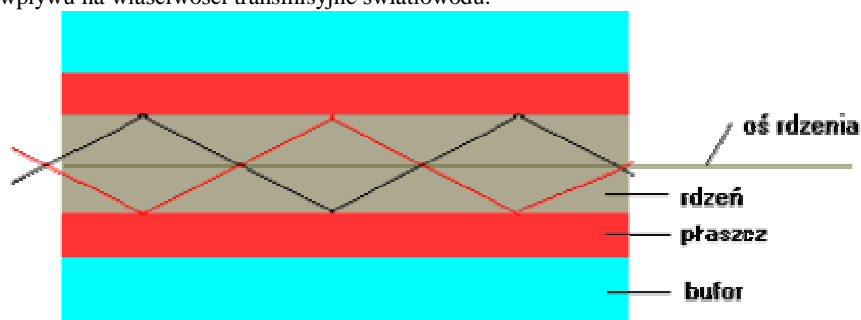
Kable światłowodowe
z włókna szklanego

Transmisja światłowodowa polega na prowadzeniu przez włókno szklane promieni optycznych generowanych przez laserowe źródło światła. Ze względu na znikome zjawisko tłumienia, a także odporność na zewnętrzne pola elektromagnetyczne, przy braku emisji energii poza tor światłowodowy, światłowód stanowi obecnie najlepsze medium transmisyjne.

Kabel światłowodowy składa się z jednego do kilkudziesięciu włókien światłowodowych. Medium transmisyjne światłowodu stanowi szklane włókno wykonane najczęściej z domieszkowanego dwutlenku krzemu (o przekroju kołowym) otoczone płaszczem wykonanym z czystego szkła (SiO_2), który pokryty jest osłoną (buforem). Dla promieni świetlnych o częstotliwości w zakresie bliskim podczerwieni współczynnik załamania światła w płaszczu jest mniejszy niż w rdzeniu, co powoduje całkowite wewnętrzne odbicie promienia i prowadzenie go wzdłuż osi włókna.

Zewnętrzną warstwę światłowodu stanowi tzw. bufor wykonany zazwyczaj z akrylonu poprawiający elastyczność światłowodu i zabezpieczający go przed uszkodzeniami. Jest on

tylko osłoną i nie ma wpływu na właściwości transmisyjne światłowodu.



Wyróżnia się światłowody jedno- oraz wielomodowe. Światłowody jednomodowe oferują większe pasmo przenoszenia oraz transmisję na większe odległości niż światłowody wielomodowe. Niestety koszt światłowodu jednomodowego jest wyższy. Zazwyczaj przy transmisji typu *full-duplex* stosuje się dwa włókna światłowodowe do oddzielnej transmisji w każdą stronę, choć spotykane są rozwiązania umożliwiające taką transmisję przy wykorzystaniu tylko jednego włókna.

Zalety:

- większa przepustowość w porównaniu z kablem miedzianym, a więc możliwość sproszenia przyszłym wymaganiom co do wydajności transmisji
- małe straty, a więc zdolność przesyłania informacji na znaczne odległości
- niewrażliwość na zakłócenia i przesłuchy elektromagnetyczne
- wyeliminowanie przesłuchów międzykablowych
- mała masa i wymiary
- duża niezawodność poprawnie zainstalowanego łącza i względnie niski koszt, który ciągle spada

Więcej informacji na temat światłowodów można znaleźć pod adresem

<http://wtm.ite.pwr.wroc.pl/~spatela/dydak/wprowadzenie/>



zaś odpowiedzi na najczęściej zadawane na ich temat pytania pod adresem

http://wtm.ite.pwr.wroc.pl/~spatela/fo_faq/fiboptfaq_pl.html.

Oznaczenia standardów sieci

Standard sieci Ethernet został zdefiniowany przez IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) w normie o oznaczeniu 802.3. Oryginalna norma 802.3 definiuje standard sieci oznaczony jako 10Base-5. Kolejne odmiany tej technologii oznaczane są dodatkowymi przyrostkami literowymi. Są to między innymi: 802.3a (10Base-2), 802.3i (10Base-T), 802.3j (10Base-F), 802.3u (100Base-T4, 100Base-TX, 100Base-FX), 802.3z (1000Base-F), 802.3ab (1000Base-T), 802.3ae (10000Base-F).

Spis wszystkich norm z rodziny 802.3 można znaleźć na witrynie internetowej IEEE pod adresem <http://standards.ieee.org>.

Ogólny schemat oznaczania przepływności oraz rodzaju medium stosowanego w sieciach Ethernet składa się z następujących części:

- przepływności wyrażonej w Mb/s – 10, 100, 1000
- rodzaj transmisji
- Base – transmisja w paśmie podstawowym (Baseband Network)
- Broad – transmisja przy wykorzystaniu częstotliwości nośnej (Broadband Network)
- rodzaj zastosowanego medium
- 2 – cienki kabel koncentryczny (Thin Ethernet)
- 5 – gruby kabel koncentryczny (Thick Ethernet)
- T – skrętka (Twisted Pair)
- F – światłowód (Fiber Optic)
- dodatkowe oznaczenie
- X – transmisja po jednej parze w każdą stronę (dla 100Base-T i 100Base-F)
- 4 – transmisja przy wykorzystaniu 4 par na raz oraz kabla miedzianego kat. 3, 4 lub 5 (dla 100Base-T)
- L – zwiększona długość segmentu do 2000 m (dla 10Base-F)

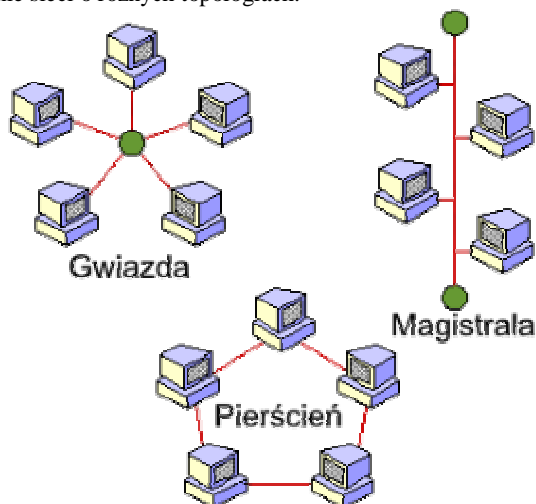
Nie są to oczywiście wszystkie możliwe oznaczenia, a jedynie te najczęściej stosowane.

Topologie sieci LAN

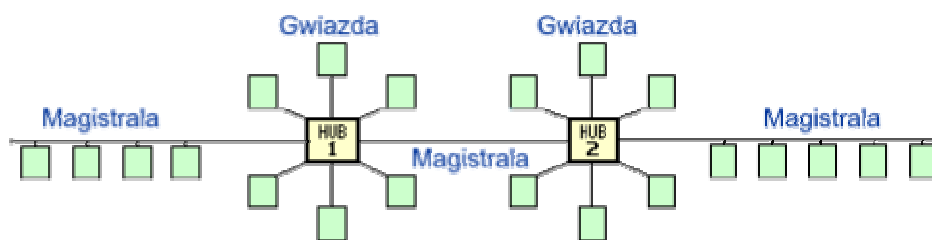
Topologia LAN określa sposób wzajemnego połączenia stacji w sieci. Rozróżnia się topologie fizyczne i logiczne. Topologia fizyczna określa sposób fizycznego połączenia stacji i urządzeń sieciowych. Topologia logiczna zaś sposób ich komunikacji między sobą.

Wyróżnia się następujące najczęściej stosowane fizyczne topologie LAN:

- magistrali (*bus*) – wszystkie stacje robocze w sieci dołączone są do jednej wspólnej szyny,
- pierścienia (*ring*) – stacje sieciowe podłączone są do okablowania tworzącego pierścień. Topologię pierścienia stosuje się w technologiach Token Ring/IEEE 802.5 i FDDI,
- gwiazdy (*star*) – kable sieciowe połączone są w jednym wspólnym punkcie, w którym znajduje się koncentrator lub przełącznik,
- drzewiasta (*tree*) – (hierarchiczna gwiazda) – jest strukturą podobną do topologii gwiazdy z tą różnicą, że są tu możliwe gałęzie z wieloma węzłami,
- mieszana – stanowi połączenie sieci o różnych topologiach.



Obecnie stosuje się w lokalnych sieciach komputerowych powszechnie praktycznie tylko topologię gwiazdy (oraz jej rozszerzenie – topologię drzewiastą) i topologię magistrali. Można również często spotkać topologię mieszaną będącą połączeniem dwóch topologii fizycznych – magistrali i gwiazdy. Polega to na tym, że skupiska stacji roboczych łączone są w gwiazdę, zaś one same dołączane są do wspólnej magistrali, do której mogą być również dołączone pojedyncze stacje robocze:



Sieci LAN typu magistrala (Ethernet 10Base-2)

Zbudowane są z wykorzystaniem kabla koncentrycznego o impedancji 50 Ohm – RG-58 (tzw. cienki koncentryk). Długość jednego segmentu sieci (czyli od jednego końca do drugiego) nie powinna dla cienkiego koncentryka przekraczać 185 m (w pewnych warunkach – zastosowanie dobrych kart sieciowych, dobrej jakości kabla oraz małym poziomie zakłóceń zewnętrznych – możliwe jest osiągnięcie połączenia nawet na odległość do 300 m, lecz nie jest to zalecane, a tym bardziej objęte normami). Komputery są dołączone do kabla za pomocą trójników. Każdy segment sieci musi być ponadto na końcach wyposażony w terminatory o oporności przystosowanej do impedancji falowej kabla (powszechnie jest to 50 Ohm).

Prędkość połączenia jest ograniczona do 10 Mb/s zaś minimalna długość segmentu wynosi 0,5 m.

Jeden segment nie powinien zawierać więcej, niż 30 komputerów ze względu na duży spadek wydajności sieci przy dalszym ich zwiększaniu.

Możliwe jest osiągnięcie rozpiętości sieci do 925 m poprzez połączenie szeregowo 5 segmentów przy wykorzystaniu repeaterów, przy czym wypełnione komputerami może być co najwyżej 3 z nich (zasada 5-4-3)

Zalety:

- stosunkowo niski koszt instalacji w porównaniu z siecią zbudowaną w oparciu o skrętkę

Wady:

- trudności w lokalizowaniu usterki zwłaszcza przy większej liczbie komputerów
- podłączenie nowego stanowiska wymaga rozpięcia kabla
- awaria lub rozpięcie kabla skutkuje unieruchomieniem całego segmentu sieci
- niezawodność jest niższa, niż sieci opartych na skrętce
- prędkość przesyłu danych ograniczona do 10 Mb/s

Sieci LAN typu gwiazda (Ethernet - 10Base-T, Fast Ethernet - 100Base-TX)

Jest powszechnie stosowana ze względu na dużo mniejszą awaryjność, niż sieć zbudowana w oparciu o kabel koncentryczny.

Długość kabla od koncentratora do komputera nie powinna przekraczać 100 m. Praktyka dowodzi jednak, że sieć 10Base-T działa w sprzyjających warunkach do około 150 metrów zaś 100Base-TX do około 120 metrów (przy zastosowaniu dobrej jakości kart sieciowych i dobrego kabla, jego ekranowania oraz niskich zakłóceń zewnętrznych). Należy jednak pamiętać, że w obu przypadkach przekroczona jest norma długości i nie należy robić takich rzeczy w zastosowaniach profesjonalnych.

Zalety:

- łatwa instalacja (standardowo instalowane w nowych budynkach)
- duża niezawodność
- awaria bądź rozpięcie kabla powoduje tylko odcięcie jednego stanowiska
- stosunkowa łatwość lokalizacji usterki

Wady:

- ograniczona długość odcinków kabla z uwagi na małą odporność na zakłócenia
- większy koszt instalacji niż w przypadku kabla koncentrycznego

Sieć 100Base-TX jest (podobnie, jak 10Base-T) oparta o transmisję przy wykorzystaniu dwóch par skrętki. Pozostałe dwie nie są wykorzystywane aczkolwiek nie zaleca się ich stosowania do innych celów (np. podłączenia jeszcze jednego komputera) ze względu na możliwość powstania zakłóceń pomiędzy liniami.

Można tu jeszcze wspomnieć o sieci 100Base-T4, która nie jest obecnie stosowana. Technologia ta była wykorzystywana do osiągnięcia prędkości transmisji 100 Mb/s przy wykorzystaniu wszystkich czterech par skrętki kategorii 3.

Warto wspomnieć, że w 1999 roku został ostatecznie zdefiniowany przez normę IEEE 802.3ab standard 1000Base-T. Umożliwia on transmisję z szybkością 1000 Mb/s przez skrętkę kategorii 5 na odległość do 100 m.

Pozostałe topologie ze względu na znikome obecnie zastosowanie nie będą omówione.

Urządzenia aktywne LAN

Sieci LAN buduje się z biernych i aktywnych urządzeń sieciowych. Biernie urządzenia sieciowe to komponenty systemów okablowania strukturalnego.

Do aktywnych urządzeń sieci LAN należą:

- regenerator (*repeater*) – jest urządzeniem pracującym w warstwie fizycznej modelu OSI, stosowanym do łączenia segmentów kabla sieciowego. Regenerator odbierając sygnały z jednego segmentu sieci wzmacnia je, poprawia ich parametry czasowe i przesyła do innego segmentu. Może łączyć segmenty sieci o różnych mediach transmisyjnych.

- koncentrator (*hub*) – jest czasami określany jako wieloportowy regeneratory. Służy do tworzenia fizycznej gwiazdy przy istnieniu logicznej struktury szyny lub pierścienia. Pracuje w warstwie 1 (fizycznej) modelu OSI. Pakiety wchodzące przez jeden port są transmitowane na wszystkie inne porty. Wynikiem tego jest fakt, że koncentratory pracują w trybie *half-duplex* (transmisja tylko w jedną stronę w tym



samym czasie).

- przełącznik (*switch*) – są urządzeniami warstwy łącza danych (warstwy 2) i łączą wiele fizycznych segmentów LAN w jedną większą sieć. Przełączniki działają podobnie do koncentratorów z tą różnicą, że transmisja pakietów nie odbywa się z jednego wejścia na wszystkie wyjścia przełącznika, ale na podstawie adresów MAC kart sieciowych przełącznik uczy się, a następnie kieruje pakiety tylko do konkretnego odbiorcy co powoduje wydajne zmniejszenie ruchu w sieci. W przeciwieństwie do koncentratorów, przełączniki działają w trybie *full-duplex* (jednoczesna transmisja w obu kierunkach). Przełączniki działają w oparciu o jeden z dwóch trybów pracy: *cut through* (przełączanie bezzwłoczne) oraz *store&forward* (zapamiętaj i wyślij). Pierwsza technologia jest wydajniejsza ponieważ pakiet jest natychmiast kierowany do portu przeznaczenia (na podstawie MAC adresu) bez oczekiwania na koniec ramki, lecz pakiety przesyłane w taki sposób nie są sprawdzane pod względem poprawności. Druga technologia pracy charakteryzuje się tym, że przełącznik odczytuje najpierw całą ramkę, sprawdza, czy została odczytana bez błędów i dopiero potem kieruje ją do portu docelowego. Przełącznik taki pracuje wolniej, ale za to prawie niezawodnie.
- przełącznik VLAN – jest odmianą przełącznika umożliwiającą tworzenie wirtualnych sieci LAN, których stanowiska są zlokalizowane w różnych punktach (sieciach, podsieciach, segmentach), zaś w sieć wirtualną łączy je jedynie pewien klucz logiczny. Sieć taka pozwala optymalizować natężenie ruchu pakietów w poszczególnych częściach sieci. Możliwa jest również łatwa zmiana konfiguracji oraz struktury logicznej takiej sieci.
- most (*bridge*) – służy do przesyłania i ew. filtrowania ramek między dwoma sieciami przy czym sieci te niekoniecznie muszą być zbudowane w oparciu o takie samo medium transmisyjne. Śledzi on adresy MAC umieszczane w przesyłanych do nich pakietach. Mosty nie mają dostępu do adresów warstwy sieciowej, dlatego nie można ich użyć do dzielenia sieci opartej na protokole TCP/IP na dwie podsieci IP. To zadanie mogą wykonywać wyłącznie routery. Analizując adresy sprzętowe MAC, urządzenie wie, czy dany pakiet należy wyeksponować na drugą stronę mostu, czy pozostawić bez odpowiedzi. Mosty podobnie jak przełączniki przyczyniają się w znacznym stopniu do zmniejszenia ruchu w sieci.
- router – urządzenie wyposażone najczęściej w kilka interfejsów sieciowych LAN, porty obsługujące sieć WAN, pracujący wydajnie procesor i oprogramowanie zawiadujące ruchem pakietów przepływających przez router. W sieciach lokalnych stosowane są, gdy sieć chcemy podzielić na dwie lub więcej podsieci. Segmentacja sieci powoduje, że poszczególne podsieci są od siebie odseparowane i pakiety nie przenikają z jednej podsieci do drugiej. W ten sposób zwiększamy przepustowość każdej podsieci.
- transceiver – urządzenie nadawczo-odbiorcze łączące port AUI (*Attachment Unit Interface*) urządzenia sieciowego z wykorzystywanym do transmisji typem okablowania. Poza wysyłaniem i odbieraniem danych realizuje on funkcje wykrywania kolizji (przy jednoczesnym pojawieniu się pakietów danych), nie dopuszcza do przesyłania zbyt długich (>20 ms) pakietów danych (*Jabber function*) oraz wykrywa przerwy w linii światłowodowej.



Router sieciowy

Zapora sieciowa - Firewall

Kiedy sieć lokalna podłączona jest do Internetu, odbywa się to poprzez router, samodzielny komputer filtrujący pakiety lub wykorzystujący oprogramowanie proxy albo inne, gotowe urządzenie przeznaczone do tego celu (tzw. „*firewall in a box*”). Kluczowym problemem jest zapewnienie bezpieczeństwa sieci lokalnej przed dostępem z zewnątrz. Funkcję taką pełni właśnie firewall. Pozwala ograniczyć lub zablokować całkowicie dostęp z zewnątrz pozostawiając możliwość ruchu w kierunku odwrotnym. Zapora wyposażona może być w następujące rodzaje filtrów:

- bramki aplikacji/zapory proxy – działające tak, że pakiety nie są przekazywane pomiędzy siecią wewnętrzną i zewnętrzną, ale następuje swego rodzaju tłumaczenie dokonywane przez bramkę. Dzięki temu można uzyskać większą kontrolę nad poszczególnymi usługami. Wadą takiego rozwiązania jest konieczność dużego zaangażowania administratora systemu, który musi skonfigurować aplikacje proxy dla każdej usługi sieciowej na każdym komputerze kliencie osobno. Użytkownicy wewnętrzni muszą więc korzystać z oprogramowania obsługującego proxy, które w dodatku będzie odpowiednio skonfigurowane.
- filtry pakietów – są to zapory na poziomie sieci dzięki którym możemy udzielać lub blokować dostęp na podstawie adresu pochodzenia, adresu docelowego, numeru portu, czy nawet zawartości. Rozwiązanie to ma poważną zaletę w stosunku do zapory proxy. Nie trzeba bowiem stosować różnych zabiegów konfiguracyjnych dla każdej stacji roboczej w sieci gdyż filtr pakietów jest niezależny od systemu i aplikacji klienckich.

Dokument ten rozpowszechniany jest zgodnie z zasadami licencji **GNU Free Documentation License**.

Światłowód Z Wikipedii



Światłowody
światłowodzie



Wtyczka wielomodowego światłowodu w standardzie ST



Odbicia wiązki światła w



Światłowód to włókno szklane (ewentualnie tworzywo sztuczne - nie stosowane w telekomunikacji), w którym odbywa się propagacja światła dzięki "całkowitemu" (niewielka ilość przenika przez płaszcz) wewnętrznemu odbiciu. Światłowód to struktura prowadząca [fale elektromagnetyczne](#) o częstotliwościach [optycznych](#). Ogólnie, światłowód możemy określić jako [falowód](#) optyczny. Popularne rodzaje światłowodów to [światłowody włókniste](#) (najczęściej - błędnie - określane po prostu jako światłowody), światłowody warstwowe i światłowody paskowe. Światłowody są wykorzystywane jako elementy urządzeń [optoelektronicznych](#), składniki [optycznych układów zintegrowanych](#) lub do [transmisji sygnałów](#) na duże odległości, jak również do celów oświetleniowych.

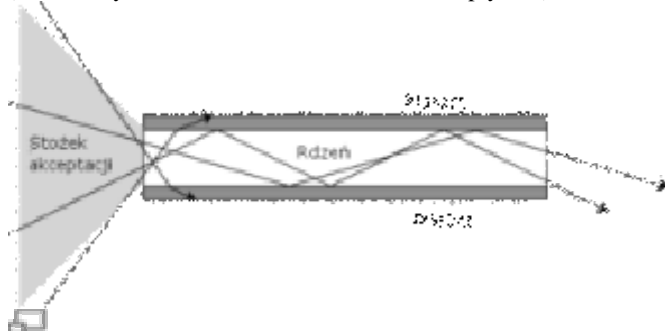
Światłowody mogą być klasyfikowane ze względu na ich geometrię (planarne, paskowe lub włókniste), strukturę modową ([jednomodowe](#), [wielomodowe](#)), rozkład [współczynnika załamania](#) (skokowe i gradientowe) i rodzaj stosowanego materiału ([szklane](#), [plastikowe](#), [półprzewodnikowe](#)).

Spis treści

-
- [3 Światłowód włóknisty](#)
- [4 Zakończenia światłowodów](#)
- [5 Połączenia światłowodów](#)
-


Światłowód włóknisty

(inne nazwy: włókno światłowodowe, włókno optyczne)



Schemat ilustrujący rozchodzenie się światła w wielomodowym światłowodzie włóknistym

Światłowód włóknisty to zazwyczaj [falowód](#) dielektryczny o przekroju kołowym, otoczony przez płaszcz z innego [materiału dielektrycznego](#) o mniejszym [współczynniku załamania](#). Włókna światłowodowe wykonywane są najczęściej ze [szkła krzemionkowego](#), czasem z innych szkieł lub z plastiku. [Światłowody plastikowe](#) są stosowane na krótkich odległościach.

 [Zobacz więcej w osobnym artykule: światłowód włóknisty.](#)

Zakończenia światłowodów

Do zakańczania światłowodów używa się tzw. pigtaili. Pigtail jest to krótki odcinek jednowłóknowego kabla zakończony z jednej strony wtykiem (półzłączką). Wtyczki mogą być zakańczane w kilku standardach, przykładowo FC, SC, ST, E2000, F3000, LC, LX.5, MU. Końcówki różnią się standardem polerowania, a także tłumiennością wtrąceniową i odbiciową.

Patchcord to krótki odcinek jednowłóknowego kabla obustronnie zakończony wtykiem służący do połączenia ze sobą urządzeń teletransmisyjnych z przełącznicą światłowodową lub dołączenia przyrządów pomiarowych.

Połączenia światłowodów [\[edytuj\]](#)



Spawanie mechaniczne (za pomocą szybkozłączek) polega na dosunięciu w kapilarze szybkozłączki odpowiednio wcześniej przygotowanych włókien tak, aby w przestrzeni kapilaru szybkozłączki zaniknęła przerwa pomiędzy włóknami (metoda ta nadaje się do krótkich połączeń światłowodowych).

Spawanie światłowodów łukiem elektrycznym - to metoda trwałego łączenia światłowodów. Do spawania światłowodów służą spawarki światłowodowe, które spajają ze sobą włókna za pomocą łuku elektrycznego. Jakość spawów określają: tłumienność własna i wytrzymałość mechaniczna na rozciąganie.

Adaptory światłowodowe to elementy toru światłowodowego łączące ze sobą dwa złącza światłowodowe.

Adaptory dzieli się na wielomodowe i jednomodowe, które z kolei dzielą się na simplexowe, duplexowe i inne. Adaptory mogą łączyć ze sobą te same typy złączy (np. SC z SC lub FC z FC) i są to adaptory standardowe oraz różnego typu (np. SC z FC lub SC z ST) i są to adaptory hybrydowe.

OPTOMER

Działająca na polskim rynku od 1992 roku łódzka firma OPTOMER, przedstawiciel szwajcarskiej firmy DIAMOND SA, najbardziej innowacyjnego producenta światłowodów na świecie, zaprezentuje na targach sporo nowości: przełącznice światłowodowe typu PS-19 o głębokości 200 mm, przeznaczone do mocowania w typowych stojakach lub szafach. Zastosowano w nich nową kasę KS-3E na 24 spawy światłowodowe, dzięki której możliwe jest zwiększenie pojemności przełącznic bez konieczności zwiększania ich gabarytów. Przełącznice PS-19 uzupełniono o nowe rozwiązania konstrukcyjne szuflady zapasu SZ-19 oraz mufy światłowodowe MF-19. Kolejną nowością jest przełącznica światłowodowa naścienna PS-5/24, przeznaczona dla sieci lokalnych, strukturalnych i komputerowych; jej obudowę można wymienić bez przerywania transmisji (zastosowanie dwóch rodzajów zamków pozwala na stopniowanie dostępu do jej wnętrza). OPTOMER zajmuje się także projektowaniem, produkcją i dystrybucją pasywnego osprzętu światłowodowego do budowy linii optotelekomunikacyjnych, komputerowych oraz telewizji kablowej.

Zalety światłowodów w porównaniu z innymi mediami transmisyjnymi

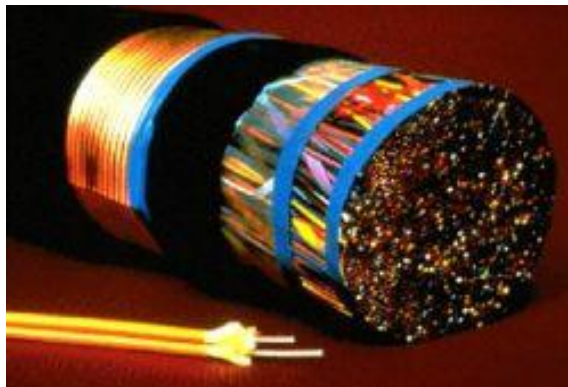
Dostęp do informacji w dowolnym miejscu i czasie staje się obecnie coraz bardziej poszukiwanym produktem. Sieci komputerowe



pozwalają zaspokoić to rosnące zapotrzebowanie na wymianę informacji, dostępu do wiedzy i komunikacji. Wzrost zainteresowania Internetem powoduje jednak, że ciągle rośnie potrzeba przesyłania coraz większej ilości informacji. Dotychczasowe metody transmisji z użyciem kabli miedzianych powoli osiągały kres swoich możliwości zwiększania prędkości transmisji informacji. Istnieje jednak inna metoda przesyłu informacji niż sygnał elektryczny. Dużo lepszym medium transmisyjnym jest światło i umożliwiające jego przesył światłowód. Włókna światłowodowe posiadają szereg zalet, które powodują, że stały się uniwersalnym medium transmisyjnym wychodzącym naprzeciw ciągle rosnącemu zapotrzebowaniu na przesyłanie coraz większej ilości informacji:

małe tłumienie

Światłowód umożliwia transmisję na odległość do 100 km bez konieczności stosowania wzmacniaczy regenerujących. W systemach wykorzystujących kable miedziane regenerator musimy się średnio znajdować co 2 km.



*Kabel światłowodowy na pierwszym planie ma porównywalną pojemność informacyjną jak kabel miedziany na drugim planie
(źródło: www.corningcablesystems.com)*

- **duża prędkość transmisji, mała wielkość i ciężar**

Obecny stan technik umożliwia przesyłanie tylko jednym światłowodem do 10 Tbit/s, (10 000 Gbit/s !!!). Światłowód jest znacznie mniejsz



lejszy niż analogiczny kabel miedziany, co jest doskonale uwidocznione na zdjęciu powyżej.

- **łatwość instalacji i modyfikacji systemu**

Kabel światłowodowy instaluje się w sposób podobny jak kabel tradycyjny. Włókno światłowodowe jest uniwersalnym medium transmisyjnym. Jeśli w przyszłości chcielibyśmy przejść na system o większej prędkości transmisji, jest to proste i w miarę tanie. Wystarczy tylko zmienić osprzęt nadawczo-odbiorczy, wymiana kabla światłowodowego nie jest konieczna. W przypadku kabla miedzianego, aby zwiększyć prędkości transmisji potrzebna jest wymiana całego okablowania, co może być kosztowną inwestycją.

- **odporność na zakłócenia elektro-magnetyczne**

Światłowód jest wykonany z elementów dielektrycznych i jest on całkowicie odporny na zakłócenia elektro-magnetyczne, co ważne nie jest źródłem tych zakłóceń. Dzięki tym własnościom może on być instalowany w sąsiedztwie na przykład linii wysokiego napięcia bez spadku niezawodności transmisji.

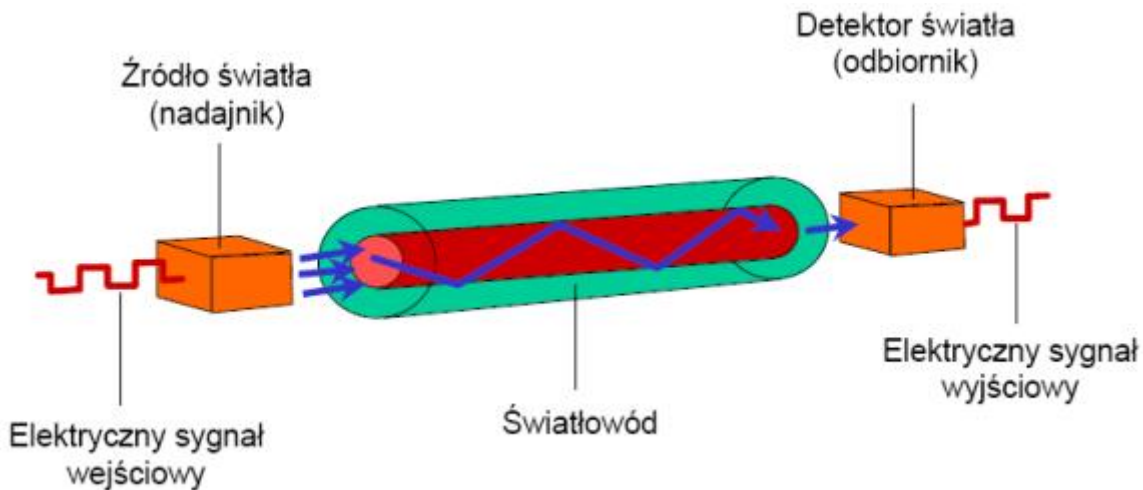
- **bezpieczeństwo transmisji**

Podśluch sygnału transmitowanego przez światłowód jest bardzo trudny. Nawet jeśli to takiego podśluchu dojdzie, można go w prosty sposób wykryć i zlokalizować. Dlatego komunikacja światłowodowa jest chętnie stosowana wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z informacjami poufnymi.

System światłowody

System transmisji światłowodowej używa takich samych podstawowych elementów, jak ten oparty na kablu miedzianym, z tą różnicą, że jako medium transmisyjne stosuje się światło. Pierwszym elementem tego systemu jest urządzenie transmisyjne, w którym informacja (głos, dane, obraz) w postaci elektrycznej jest zamieniana na sygnał świetlny. Do tego celu używa się lasera lub diody elektroluminescencyjnej LED emitującej na odpowiedniej długości fali. Światło wygenerowane przez nadajnik, jest następnie transmitowane przez światłowód. I jak było już wspomnianą transmisja może się odbywać na długości wielu kilometrów, bez konieczności stosowania regeneratorów. Na końcu światłowodu znajduje się odbiornik w postaci fotodiody, który zamienia sygnał świetlny ponownie na sygnał elektryczny.



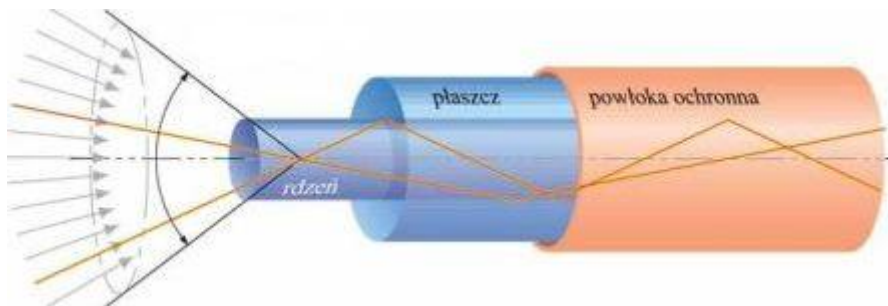


Schemat systemu światłowodowego (źródło: www.wemif.pwr.wroc.pl/spatela/)

Światłowód - informacje podstawowe

Budowa światłowodu

Analizując budowę wewnętrzną światłowodu możemy wydzielić dwa obszary: rdzeń i płaszcz. W centrum światłowodu znajduje się obszar zwany rdzeniem i przez niego właśnie transmitowane jest światło. Rdzeń jest następnie otoczony płaszczem. Rdzeń i płaszcz są wykonane najczęściej ze szkła kwarcowego i produkowane w jednym procesie technologicznym, różnią się tylko nieco kompozycją szkła. Kolejnym elementem włókna światłowodowego jest powłoka ochronna z tworzywa sztucznego, która zabezpiecza światłowód przed wpływem czynników zewnętrznych i jest dodawana od razu w trakcie produkcji włókna światłowodowego. Ta powłoka ochronna jest nazywana pokryciem pierwotnym, w odróżnieniu od pokrycia wtórnego, które jest dodawane dopiero w trakcie produkcji [kabla światłowodowego](#).



Budowa światłowodu i bieg wiązki świetlnej wzdłuż światłowodu (źródło: www.chip.pl)

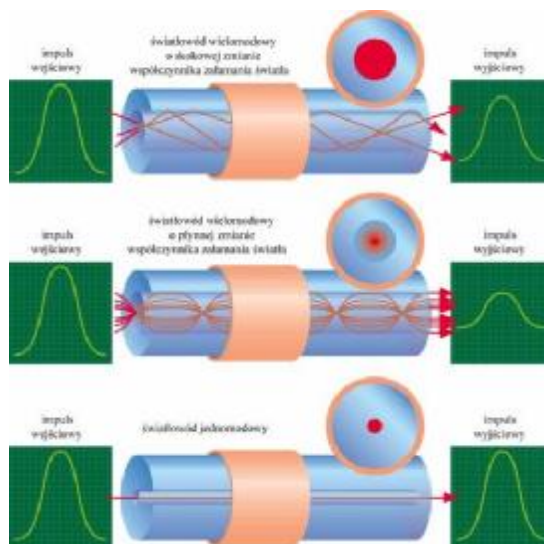
W światłowodach wykorzystuje się zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. Kiedy światło przechodzi z jednego materiału do drugiego jego część jest odbijana na granicy tych dwóch ośrodków. Rdzeń i płaszcz w światłowodzie są tak spreparowane, że jeśli światło wpadnie do niego pod odpowiednim kątem i trafi na granice pomiędzy rdzeniem a płaszczem, jest ono całkowicie odbijane z powrotem do rdzenia, bez jakiegokolwiek strat i dzięki temu może być transmitowane na duże odległości.

Podział światłowodów

Światło podróżuje w światłowodzie w postaci tzw. modu. Mod światłowodowy można określić jako kształt wiązki świetlnej wewnątrz światłowodu lub w dużym uproszczeniu jako jeden promień podróżujący wzdłuż światłowodu. Ze względu na ilość modów propagowanych w światłowodzie dzielimy je na jedno i wielomodowe.

- **Światłowód jednomodowy** (SM - ang. single mode) ma bardzo małą średnicę rdzenia, tylko około 9 μm (1 μm to jedna tysięczna milimetra) i pozwala on na podróż światła wewnątrz włókna tylko w postaci jednej ścieżki (jednego modu). Światłowody jednomodowe są stosowane wówczas, kiedy jest wymagana transmisja na duże odległości przy zachowaniu dużej prędkości transmisji. Jednak z powodu małej średnicy rdzenia użyte elementy wymagają dużej dokładności wykonania, co powoduje, że są one drogie.
- Światło w **światłowodzie wielomodowym** (MM - ang. multi mode) biegnie wieloma ścieżkami (modami) jednocześnie, jak zostało to przedstawione na rysunku poniżej. Rdzeń światłowodu wielomodowego ma wielkość standardowo 50 lub 62.5 μm . Światłowody wielomodowe są używane wówczas, kiedy transmisja przebiega na krótkich odcinkach (np. w sieciach LAN). Wprawdzie nie pozwalają one na transmisję sygnałów z dużą prędkością, ale mogą być stosowane wówczas tańsze nadajniki i odbiorniki.





Wpływ konstrukcji światłowodu na wygląd sygnału wyjściowego (źródło: www.chip.pl)

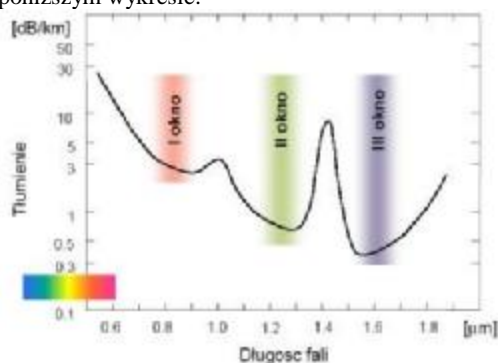
Zjawisko dyspersji modowej

To groźnie brzmiące zjawisko powoduje rozmycie impulsu świetlnego biegnącego wzdłuż światłowodu. Impuls świetlny podróżuje w światłowodzie wielomodowym w postaci kilku promieni świetlnych. Niestety każdy promień ma nieco inną drogę do przebycia, tak więc osiągać one koniec światłowodu po nieco innym czasie. To powoduje, że impuls wyjściowy jest szerszy w porównaniu z impulsem wejściowym. Poszerzenie się impulsu świetlnego nasila się wraz drogą przez niego przebytą. W granicznym przypadku impulsy mogą być tak poszerzone, że będą na siebie zachodzić stając się nieczytelnymi dla układu detekcyjnego. Dlatego chcąc zapewnić bezbłędny przepływ informacji, musimy zapewnić odpowiednią odległość między impulsami, tak aby sąsiednie impulsy po dotarciu do detektora nie zachodziły na siebie. Stąd też zjawisko dyspersji ogranicza maksymalną prędkość transmisji.

Aby móc dalej analizować rodzaje światłowodów musimy się zapoznać z wielkością zwaną współczynnikiem załamania. Jest on parametrem określającym prędkość rozchodzenia się światła w danym materiale. Światło rozchodzi się najszybciej w próżni, dla której współczynnik załamania ma wartość 1. W innych materiałach światło rozchodzi się z mniejszą prędkością. Im mniejsza prędkość światła w materiale tym większy ma on współczynnik załamania. Aby zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia w światłowodzie mogło mieć miejsce rdzeń musi mieć większy współczynnik załamania niż płaszcz. Początkowo produkowano światłowody, w których współczynnik załamania między rdzeniem a płaszczem zmieniał się w sposób skokowy. To jednak powodowało wspomniane już duże rozmycie impulsu światła w wyniku dyspersji. Aby zmniejszyć to niekorzystne zjawisko zaczęto produkować światłowody gradientowe, w których współczynnik załamania zmniejsza się od środka rdzenia ku płaszczowi w sposób płynny, a profil tych zmian jest tak dobrany, aby promienie dobiegały do końca światłowodu w tym samym czasie bez względu na drogę jaką mają do pokonania. Promień światła, który biegnie równoległe do osi światłowodu ma teoretycznie najkrótszą drogę do pokonania, ale w centrum rdzenia światło porusza się najwolniej ze względu na duży współczynnik załamania. Natomiast światło, które musi się wielokrotnie odbić zanim dotrze do końca światłowodu ma teoretycznie dłuższą drogę do pokonania, ale w pobliżu płaszcza wędruje ono z większą prędkością, niż to biegnące w środku rdzenia i w ten sposób ta dłuższa droga może zostać zrekompensowana. Dzięki światłowodom gradientowym udało się zmniejszyć zjawisko dyspersji, ciągle jednak ono występuje. Zdecydowanie zmniejszenie dyspersji udaje się osiągnąć dopiero po zastosowaniu światłowodu jednodomowego. Mamy w nim do czynienia z tylko jednym promieniem, w związku z tym rozmycie sygnału jest najmniejsze i dlatego umożliwia on transmisję sygnałów z dużo większą prędkością niż w światłowodzie wielomodowym.

Tłumienie światłowodu i okna transmisyjne

Światło podróżujące wzdłuż światłowodu ulega pewnemu osłabieniu, czyli jest ono tłumione. Tłumienie nie powoduje zmiany kształtu sygnału jak w przypadku dyspersji, zmniejsza jedynie jego moc. Ma więc bezpośredni wpływ na zasięg łącza światłowodowego. Wielkość tłumienia zależy od długości fali świetlnej biegnącej wzdłuż światłowodu, jak zostało to pokazane na poniższym wykresie.



Tłumienie światłowodu w zależności od długości fali
(źródło: www.wemif.pwr.wroc.pl/spatela/)

Światło z zakresu światła widzialnego (0.4-0.7 μm) ulega bardzo dużemu tłumieniu w światłowodzie, dlatego w technologii światłowodowej używa się długości fal z zakresu podczerwieni, która jest niewidoczna dla ludzkiego oka. Istnieją pewne zakresy



długości fal, które pokrywają optymalne możliwości transmisyjne światłowodu i dostępność źródeł światła. Dany zakres jest nazywany oknem światłowodowym. Występują zasadniczo trzy okna światłowodowe 0.85 μm , 1.31 μm i 1.55 μm .

Tłumienie światłowodu w zależności od rodzaju światłowodu i długości fali:

Rodzaj światłowodu	Wielkość rdzenia	Tłumienie [dB/km]		
		0.85 μm	1.31 μm	1.55 μm
Wielomodowy	50 μm	<2.3	<0.5	nie stosuje się
Wielomodowy	62.5 μm	<2.8	<0.6	nie stosuje się
Jednomodowy	9 μm	nie stosuje się	<0.35	<0.22

(na podstawie materiałów firmy Draka www.drakafibre.com)

Najmniejsze tłumienie uzyskuje się dla 1.55 μm , dlatego tą długość fali stosuje się razem ze światłowodem jednomodowym w systemach telekomunikacyjnych wówczas, kiedy jest potrzebna transmisja na duże odległości. Z największym tłumieniem mamy do czynienia dla 0.85 μm , dlatego tą długości fali stosuje się w sieciach LAN, gdzie odległości są znacznie mniejsze. Wprawdzie mamy do czynienia z dużym tłumieniem, ale dostępne są tanie źródła światła. W systemach światłowodowych jako źródła światła używa się zarówno laserów półprzewodnikowych, jak również diod elektroluminescencyjnych LED. Lasery są najczęściej używane razem ze światłowodem jednomodowym dla długości fali 1.31 μm lub 1.55 μm . Diody LED są używane dla 0.85 μm lub 1.31 μm dla zastosowań w światłowodach wielomodowych.

Łączenie światłowodów:

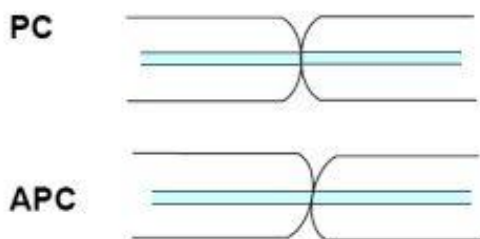


Kolejną problematyką w technologii światłowodowej jest zagadnienie łączenia ze sobą włókien światłowodowych, tak aby zapewnić przejście sygnału świetlnego z jednego włókna do drugiego z jak najmniejszymi stratami. Łączenie światłowodów możemy dokonać w sposób trwały lub rozłączny. Jeżeli kabel chcemy podłączyć do urządzenia końcowego, wówczas jego koniec musi zostać zakończony specjalną [złączką światłowodową](#). Drugi kabel zakończony także złączką łączymy ze sobą za pomocą specjalnego [adaptera](#), jak zostało to pokazane na rysunku obok.

Istnieje wiele rodzajów złączek światłowodowych, choć powszechnie stosuje się tylko kilka z nich. Poniżej zostały przedstawione te najczęściej stosowane.

ST	SC	FC
		

Złącze ST wykorzystuje zamek bagnetowy podobny do tego znanego ze złącza koncentrycznego BNC i jest ono najbardziej popularny w sieciach wykorzystujących światłowód wielomodowy. Jednak połączenie z wykorzystaniem tych złączek dla światłowodu jednomodowego jest często niewystarczająco stabilne. Dlatego w połączeniach światłowodów jednomodowych wymagających dużej stabilności stosuje się złącze SC. Jest ono mniejsze i łatwe w montażu dzięki mechanizmowi zatrzaskowemu. Stosuje się je wszędzie tam, gdzie zależy nam na dużej gęstości upakowania złączy. Złącze FC umożliwia bardzo stabilne połączenie, które nawet podczas dotykania go nie traci swoich parametrów. Z tego powodu chętnie stosowane jest w urządzeniach pomiarowych. Jest ono jednak kłopotliwe w montażu, ponieważ wymaga przykręcenia nagwintowanej tulejki. Wykorzystanie odpowiednich złączek rozłącznych powinno zapewnić połączenie włókien światłowodowych z tłumieniem mniejszym niż 0.5 dB i powtarzalności parametrów przy kolejnych połączeniach. Światłowody jednomodowe ze względu na małą średnicę rdzenia wymagają złączek o większej precyzji wykonania, przez co są one droższe.



Wszystkie rodzaje złączek bez względu na konstrukcję zewnętrzną mają jeden element wspólny - jest nim ceramiczna ferrula. Jest to tuleja z otworem w centrum, do którego wkleja się światłowód. Ferrula ma za

zadanie zapewnić jak najdokładniejsze ułożenie powierzchni czołowych światłowodów względem siebie, co gwarantuje niskie tłumienie złącza. Aby dodatkowo zapewnić minimalną wielkość strat, po zaklejeniu światłowodu czoło ferruli, jak też samego światłowodu, jest polerowane. Ze względu na sposób wykonania procesu polerowania rozróżnia się kilka rodzajów zakończeń. Jedno z nich to PC (ang. Physical Contact), gdzie ferrule są polerowane prostopadle do osi światłowodu, ale tak aby zakończenie ferruli było lekko zaokrąglone. Dzięki temu czoła światłowodów mogą zostać ze sobą zetknięte, a przerwa powietrzna między nimi jest wyeliminowana. Obecność przerwy powietrznej między złączami powoduje możliwość wystąpienia pewnego odbicia światła od końca światłowodu, co jest niepożądane w niektórych zastosowaniach, szczególnie wówczas, kiedy jako źródła światła stosuje się laser. Aby to odbicie jeszcze bardziej ograniczyć, czoło światłowodu jest polerowane pod kątem około 8 stopni. Jest to tak zwane połączenie APC (Angled Physical Contact). Parametrem określającym wielkość odbicia wstecznego jest tak zwana tłumienność odbiciowa. Im odbicie od złącza jest mniejsze tym ta wartość jest większa. Połączenie PC zapewnia tłumienie odbiciowe na poziomie około 40 dB, natomiast dzięki połączeniu APC może ona wynieść ponad 60 dB, co oznacza że odbicie jest o dwa rzędy wartości mniejsze.



Do połączenia kabli światłowodowych z urządzeniami końcowymi stosuje się krótki odcinek kabla obustronnie zakończony odpowiednią złączką światłowodową. Ten kabel kroszący nazywany jest [patchcordem](#). Jednak aby móc do kabla cokolwiek podłączyć musi on być także zakończony złączką światłowodową. Najwygodniej realizuje się przez łączenie każdego włókna kablowego z krótkim odcinkiem światłowodu fabrycznie zakończonym złączką tylko z jednej strony. Przewód taki nazywany jest [pigtailiem](#). Jego połączenie z kablem odbywa się w specjalnym urządzeniu zwanym spawarką światłowodową. Zgrzewa one ze sobą włókna światłowodowe w łuku elektrycznym. Poprawnie wykonany spaw powoduje wzrost tłumienia tylko o wartość około 0.05 dB, odbicie wsteczne jest większe niż 60 dB. Po wykonaniu połączenia na spawie jest obkurczana specjalna [osłonka](#). Jest ona wykonana z materiału termokurczliwego z zatopionym wewnątrz metalową szpilką zapewniającą mechaniczną stabilność złącza. Połączone włókna są następnie umieszczane w specjalnej [kasetce światłowodowej](#), która wraz z zapasem włókna montowana jest w tzw. [przełącznicy światłowodowej](#).



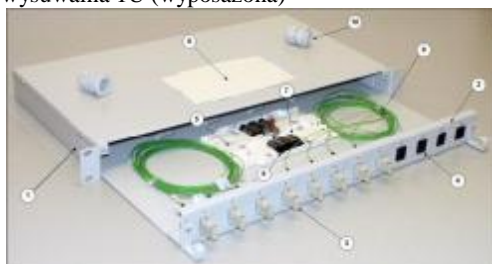
Przełącznica światłowodowa z zamontowanymi pigtailami i kasetką na spawy (źródło: www.itwissen.info)

Przełącznice światłowodowe :

W ofercie firmy Techkom Elektronik znajdują się dwa typy przełącznic światłowodowych.

- **Przełącznice 19"**

Przykład: Przełącznica światłowodowa wysuwalna 1U (wyposażona)



(Kliknij aby powiększyć)

Oznaczenia:	Dane techniczne:
1 - Przełącznica światłowodowa 1U 19" - wysuwalna,	✦ wysokość montażowa: 1U,
	✦ głębokość: 240mm,

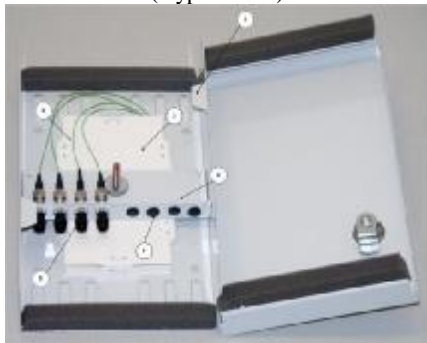


2 - Płyta czołowa SC, 3 - Adapter SC simplex, 4 - Zaślepka SC simplex, 5 - Kaseta światłowodowa, 6 - Pokrywa kasety światłowodowej, 7 - Osłonka termokurczliwa spawu, 8 - Uchwyt na spawy, 9 - Pigtail SC, 10 - Przepust kablowy PG 13,5.	✎ sposób montażu: profil 19", ✎ materiał: blacha stalowa 1,5mm, ✎ kolor: RAL 7035 (jasno szary).
<u>Dostępne wersje:</u> ✎ 1U (do 48 połączeń) ✎ 2U (do 96 połączeń) ✎ 3U (do 144 połączeń)	<u>Kompatybilne płyty czołowe:</u> ✎ 12xSC duplex ✎ 16xSC duplex ✎ 12xSC simplex/MTRJ/E2000 ✎ 24xSC simplex/MTRJ/E2000 ✎ 24xSC duplex ✎ 12xST/FC/PC ✎ 24xST/FC/PC

Wszystkie produkty dostępne w tej kategorii można znaleźć [tutaj](#).

• **Przełącznice naścienne**

Przykład: Przełącznica światłowodowa naścienna NSR-M (wyposażona)



(Kliknij aby powiększyć)

<u>Oznaczenia:</u> 1 - Przełącznica światłowodowa naścienna 2 - Płyta rozdzielcza ST, 3 - Kaseta światłowodowa kompletna 4 - Pigtail ST, 5 - Adapter ST simplex, 6 - Zaślepka ST simplex.	<u>Dane techniczne:</u> ✎ zdejmowane drzwiczki uzbrojone w zamek ✎ wpusty kablowe z gąbką uszczelniającą u dołu i u góry skrzynki ✎ przetłoczenia do mocowania kabli wewnątrz skrzynki ✎ wymiary: 265x150x56 mm, ✎ masa: 1 kg, ✎ materiał: blacha stalowa 1,5mm, ✎ kolor: RAL 7035 (jasno szary).
<u>Produkty pokrewne:</u> ✎ Przełącznica naścienna mała ✎ Przełącznica naścienna średnia ✎ Przełącznica naścienna duża	<u>Kompatybilne elementy:</u> ✎ Płyta rozdzielcza 8xSC ✎ Płyta rozdzielcza 8xST ✎ Kaseta światłowodowa

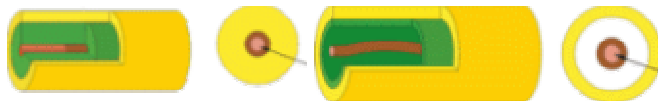
Kable światłowodowe

Włókna światłowodowe muszą być zabezpieczone przed czynnikami zewnętrznymi tak, aby zapewnić ich niezawodną pracę niezależnie od otoczenia w jakim pracują. Światłowody są organizowane w postaci kabla światłowodowego, który w zależności od warunków w jaki ma pracować posiada dodatkowe elementy zabezpieczające, gwarantujące bezawaryjną pracę. Te zabezpieczenia chronią światłowód przed uszkodzeniem w trakcie instalacji, jak również zapewniają stabilność parametrów transmisyjnych przez cały okres eksploatacji. W trakcie produkcji włókno światłowodowe jest od razu pokrywane specjalną powłoką zabezpieczającą zwaną pokryciem pierwotnym. Przy produkcji kabla światłowód jest następnie zabezpieczany przez tak zwane pokrycie wtórne, realizowane w postaci ścisłej bądź luźnej tuby.

Ścisła tuba

Luźna tuba



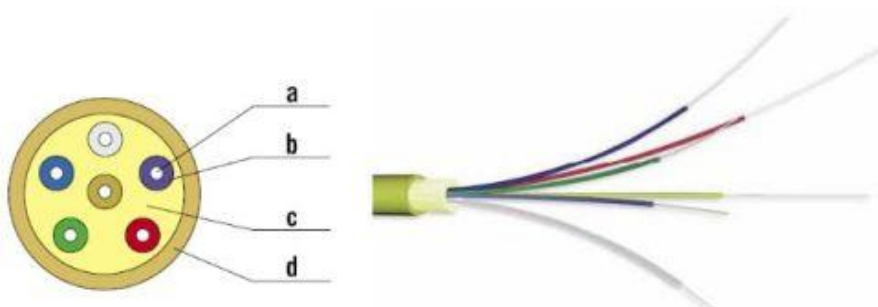


źródło: www.fiber-optics.info

Najprostszym sposobem dodatkowego zabezpieczenia światłowodu jest nałożenie dodatkowego pokrycia z tworzywa sztucznego na światłowód już zabezpieczony pokryciem pierwotnym. Jest to tak zwana ściska tuba i jest zasadniczo stosowana do kabli przeznaczonych do montażu wewnątrz budynków. W kablach zewnętrznych preferowana jest luźna tuba. Jeden lub kilka światłowódów jest umieszczonych wewnątrz tuby i mogą się one w jej wnętrzu swobodnie poruszać. Wówczas naprężenia jakim jest poddawany kabel, nie przenoszą się bezpośrednio na włókna, powodują tylko zmianę ich położenia wewnątrz tuby. Dodatkowo tuba jest wypełniona żelę hydrofobowym, który blokuje dostęp wody do wnętrza światłowodu oraz zmniejsza tarcie między światłowodem a tubą.

Kolejną warstwą chroniącą światłowód są włókna aramidowe będące dodatkowym elementem podnoszącym odporność kabla na naprężenia. Kable mogą być dodatkowo zabezpieczone przed gryzoniami oraz posiadać dodatkowy centralny element wytrzymałościowy. Ostatecznie wszystkie te elementy są otoczone przez zewnętrzną powłokę odporną na wilgoć i promieniowanie słoneczne. Może ona spełniać dodatkowe funkcje w zależności od zastosowania.

Przykład kabla wewnętrznego z centralną tubą (źródło: www.tf.com.pl)

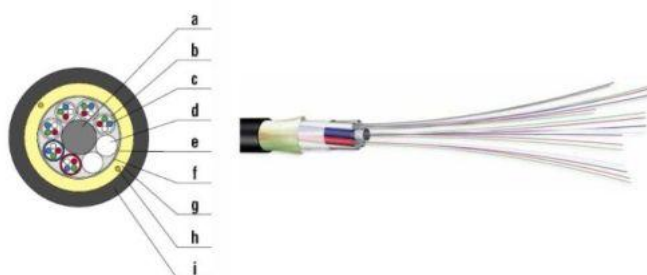


- a - włókno światłowodowe
- b - ściska tuba
- c - wzmacniające włókna aramidowe
- d - powłoka bezhalogenowa nierozprzestrzeniająca płomieni

Zasadniczo kable dzieli się na kable zewnętrzne i wewnętrzne, choć istnieją także kable uniwersalne.

- **Kable wewnętrzne** przeznaczone są do układania wewnątrz budynku. Posiadają cieńszą warstwę ochronną i nie są tak odporne na naprężenia jak kable zewnętrzne. Jednak ze względu na bezpieczeństwo pożarowe kable te posiadają niepalną osłonkę, która dodatkowo nie wydzielających przy spalaniu trujących halogenów. Jest to tak zwana osłona LSLH (ang. Low Smoke Zero Halogen).
- **Kable zewnętrzne** przeznaczone są do układania w kanalizacji, oraz bezpośrednio w ziemi, jak również mogą one być podwieszane na słupach telekomunikacyjnych czy energetycznych. W związku z tym, że w jakich pracują muszą one być odporne na czynniki zewnętrzne, takie jak woda i promieniowanie UV.

Przykładowy kabel zewnętrzny (źródło: www.tf.com.pl)

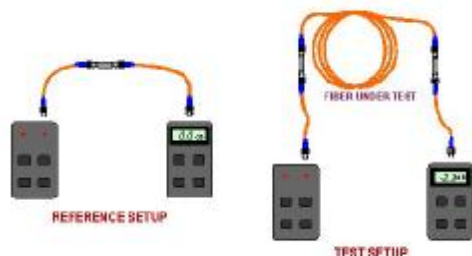


- a - centralny element wytrzymałościowy
- b - luźna tuba ze światłowodami wypełniona żelę hydrofobowym
- c - włókna światłowodowe
- d - wkładka polietylenowa
- e - ośrodek kabla, tuby i wkładki skrócone wokół elementu wytrzymałościowego

f - uszczelnienie ośrodka
g - wzmacniające włókna aramidowe na ośrodku kabla
h - nitki do rozrywania powłoki
i - powłoka zewnętrzna
Pomiary linii światłowodowych :

Pomiary linii światłowodowych

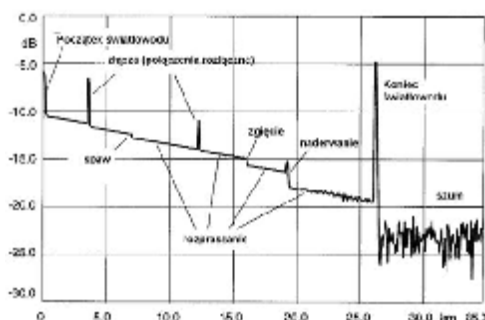
Kiedy linia światłowodowa jest ostatecznie ułożona, a jej poszczególne elementy zostały ze sobą połączone przychodzi czas na sprawdzenie poprawności całego systemu. Najprostszym sposobem jest pomiar tłumienia metodą transmisyjną.



Układ do pomiaru tłumienia metodą transmisyjną
(źródło: www.lightguidesystems.com)

Aby dokonać pomiaru potrzebne jest źródło światła i miernik mocy optycznej. Na początku należy wybrać długość fali, dla której pomiar ma być przeprowadzony, ponieważ tłumienie światłowodu zależy od długości propagowanej w niej fali. Jako długość fali pomiarowej wybiera się najczęściej tą, na której system będzie później pracować. Następnie nasz układ pomiarowy musimy skalibrować. Na początku podłączamy ze sobą źródło światła i miernik mocy za pomocą dwóch patchcordów. Zmierzoną moc traktujemy jako wartość odniesienia. Następnie podłączamy badany odcinek linii światłowodowej pomiędzy źródło światła a miernik mocy, używając do tego wcześniej użytych patchcordów. Spadek mocy odczytany na mierniku jest wynikiem strat wprowadzanych przez mierzoną linię, stąd znając wartość mocy odniesienia zmierzonej na początku łatwo możemy wyznaczyć wielkość tłumienia badanej linii. Wielu producentów oferuje gotowe zestawy do pomiaru tłumienia, które po kalibracji od razu podają wielkość tłumienia badanej linii.

Pomiar tłumienia metodą transmisyjną jest bardzo prosty, ale pozwala tylko na wyznaczenie całkowitej wielkości tłumienia. Nie jesteśmy w stanie jednak określić jakie tłumienie wnoszą poszczególne komponenty linii światłowodowej. Dlatego w celu wyznaczenia dokładnego rozkładu tłumienia w całej linii światłowodowej należy zastosować reflektometr optyczny OTDR (ang. Optical Time Domain Reflectometer). Jest on szczególnie przydatny, jeśli potrzebna jest lokalizacja uszkodzenia linii, gdyż jego zastosowanie pozwala na wskazanie miejsca uszkodzenia w bardzo dużą dokładnością, co jest niemożliwe w przypadku użycia tylko źródła światła i miernika mocy. Zasada działania reflektometru opiera się na wysyłaniu w tor światłowodowy krótkich impulsów świetlnych i analizie światła powracającego do reflektometru. Czas przejęcia odbitego impulsu świetlnego pozwala na określenie położenia źródła tłumienia, natomiast sposób w jaki światło jest odbijane pozwala na określenie co jest jego źródłem. Pomiar reflektometrem pozwala nam określić: całkowite tłumienie linii światłowodowej, tłumienie na jednostkę długości, tłumienie wnoszone przez złącza rozłączne i połączenia spawane, poziom odbicia światła od złączy, całkowitą długość światłowodu, wpływ makro- i mikrozgięć na parametry transmisyjne światłowodu, lokalizację tych defektów, jak również przerwanie włókna światłowodowego.



Przykładowy wygląd reflektogramu
(źródło: <http://ztsso.tele.pw.edu.pl/~ctom/>)

Powyższy rysunek przedstawia przykładowy wynik pomiaru linii światłowodowej z użyciem reflektometru, wraz z typowymi zdarzeniami, które mogą wystąpić wzdłuż linii światłowodowej. Pierwsze zdarzenie w postaci piku, wyznacza początek światłowodu. W tym miejscu reflektometr jest podłączony do mierzonego światłowodu. Zdarzenie drugie i czwarte, również w postaci piku, to obraz złącza rozłącznego. Wysokość piku informuje nas o wielkości odbicia od złącza. Trzecie zdarzenie ma formę uskoku, co jest typowe dla połączenia spawanego. Podobny kształt ma zdarzenie numer 5, jednak tym razem mamy do czynienia ze zgięciem światłowodu. Wypływa przez nie pewna ilość światła, stąd skokowy wzrost tłumienia. Kolejne zdarzenie charakteryzuje się znacznym obniżeniem przebiegu krzywej pomiarowej, dodatkowo mamy do czynienia z odbiciem światła. To świadczy o naderwaniu włókna. Ostatni najwyższy pik na reflektogramie to obraz fizycznego końca światłowodu. Występująca za nim nieregularna linia to wynik szumu. Ciągła linia pomiędzy zdarzeniami to obraz włókna światłowodu, w którym występuje



rozpraszanie. Użycie reflektometru pozwala na dokładną lokalizację tych wszystkich zdarzeń. Reflektometr pomimo wielu swych zalet i możliwości, ma jedną zasadniczą wadę. Jest to urządzenie bardzo drogie, dlatego w większości wypadków musi wystarczyć pomiar z użyciem źródła światła i miernika mocy.

Fiber To The Desk - światłowodowe sieci LAN

Popularność sieciowego okablowania miedzianego opartego na "skrętce" UTP jest oczywista biorąc pod uwagę prostotę wdrożenia oraz niską cenę samego medium jak i sprzętu aktywnego. Stale dokonuje się rozwój technologii Ethernet przewidujący UTP jako medium transmisyjne. Zwiększanie przepływności znajduje odpowiedź w stosowaniu kabli coraz wyższej kategorii oraz dostosowaniu ramki Ethernetu do sprostania wymogom szybkiej transmisji. Jest jednak parametr który mimo rozwoju technologii nie posunął się do przodu - zasięg sieci UTP. Magiczna granica 100m ustalona przy technologii 10Base-T ani drgnęła, zaś zwiększanie przepływności absolutnie nie służy jednoczesnemu zwiększaniu maksymalnego zasięgu. Przy dystansie transmisji powyżej 100m zostaje więc tylko światłowód.

W polskich warunkach do rozwoju sieci lokalnych w sektorze prywatnym najbardziej przyczynili się użytkownicy mieszkający na większych osiedlach, gdzie duże skupisko ludności na małym obszarze sprzyjało łatwemu łączeniu komputerów w sieć lokalną i wspólne podłączenie do sieci internet. W ślad za nimi poszli operatorzy telewizji kablowych, którzy na gotowej infrastrukturze wprowadzili dodatkową usługę w postaci dostępu do internetu. Najgorzej sprawa wygląda na osiedlach domków jednorodzinnych, gdzie potencjalni odbiorcy są oddaleni od siebie znacznymi odległościami. W tym wypadku do wyboru pozostaje wolna i zawodna technologia radiowa WI-FI oraz droższa, ale znacznie wydajniejsza technologia światłowodowa.

Fiber To The Desk (FTTD), czyli "światłowód do biurka" to technologia wykorzystująca wyłącznie okablowanie światłowodowe, w odróżnieniu od technologii Hybrid Fiber Coax (HFC), która stosuje światłowody tylko w okablowaniu sieci szkieletowej (backbone). FTTD wymaga stosowania techniki światłowodowej w (prawie) całej rozpiętości sieci. Wyjątkiem są końcowe punkty w których możliwe jest krosowanie kabli UTP. Dopuszcza się więc stosowanie przełączników przeznaczonych dla medium miedzianego, a następnie konwersję mediów w urządzeniach rackowych umieszczonych w tej samej szafie dystrybucyjnej. Również po stronie użytkownika możliwe jest stosowanie konwerterów wolnostojących przed samym podłączeniem medium do karty sieciowej komputera. W przypadku stosowania wyłącznie światłowodowych urządzeń przełączających oraz optycznych kart sieciowych otrzymujemy sieć All-Fiber.

Na rynku dostępne są urządzenia umożliwiające zbudowanie całkowicie światłowodowej sieci lokalnej. Dostępne są więc przełączniki i karty sieciowe pracujące w technologii Ethernet 100Base-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX i innych mniej popularnych. Technologia 100Base-FX oferuje przepływność 100Mb/s i zasięg transmisji do 2km na okablowaniu multimodowym. Przy stosowaniu światłowodów jednomodowych zasięg sięga ponad 70km w zależności od urządzeń. Technologia 1000Base-SX oferuje przepływność 1000Mb/s, zaś zasięg transmisji wynosi od 220 do 550m w zależności od stosowanego okablowania. Technologia 1000Base-LX pracuje na długości fali 1300nm, co pozwala na osiągnięcie większego zasięgu transmisji. Początkowo dla tej technologii przewidywano zasięg 5km na światłowodach jednomodowych, jednak rozwój technologii stale go zwiększa (obecnie często spotyka się 20km). Technologię 100Base-FX stosuje się zazwyczaj do podłączania użytkowników końcowych, zaś 1000Base-SX/LX do łączenia węzłów sieci (tworząc szybki szkielet) oraz do przyłączania serwerów.

Stworzenie sieci FTTD wymaga szerokiej wiedzy z zakresu techniki światłowodowej, gdyż stosuje się w niej całą gamę urządzeń: przełącznice, konwertery, mufy, gniazda i adaptory, aktywne urządzenia sieciowe, kable i patchcordsy. Zauważyć trzeba również, że przy instalacji infrastruktury dla sieci optycznej wymagana jest większa kultura techniczna niż przy infrastrukturze miedzianej. W okablowaniu stosuje się niemal wyłącznie kable duplexowe (dwa światłowody nadające w przeciwnych kierunkach) zakończone różnymi złączami. Najpopularniejsze w sieciach LAN są złącza SC, LC oraz duplexowe złącza MT-RJ. W warunkach instalatorskich wykonanie dobrego złącza światłowodowego jest niezwykle trudne, dlatego wykorzystuje się gotowe komponenty - przygotowane na zamówienie przełącznice z kablami, odpowiedniej długości patchcordsy czy rozsyte kable zakończone złączami. Właściwie niemożliwe jest zbudowanie takiej sieci "na własną rękę" jak to ma miejsce w przypadku sieci na okablowaniu miedzianym. Prawidłowe przygotowanie infrastruktury w znacznej mierze wpływa na długoterminową, bezawaryjną pracę sieci.

Wzrost tempa rozwoju sieci FTTD odnotowuje się obecnie przede wszystkim w USA, gdzie działa sporo organizacji wspierających tą technologię. W Europie będzie się ona z pewnością rozwijała z opóźnieniem, co nie zmienia faktu iż przyszłość transmisji w sieciach należy do światłowodów.

mgr inż. Maciej Kwaśniewski

