

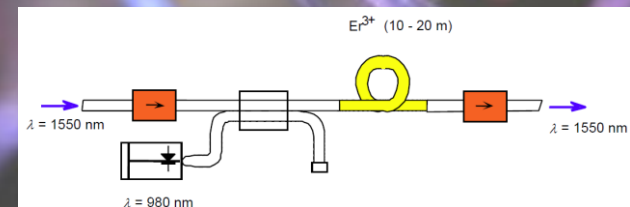


# **Światłowody**

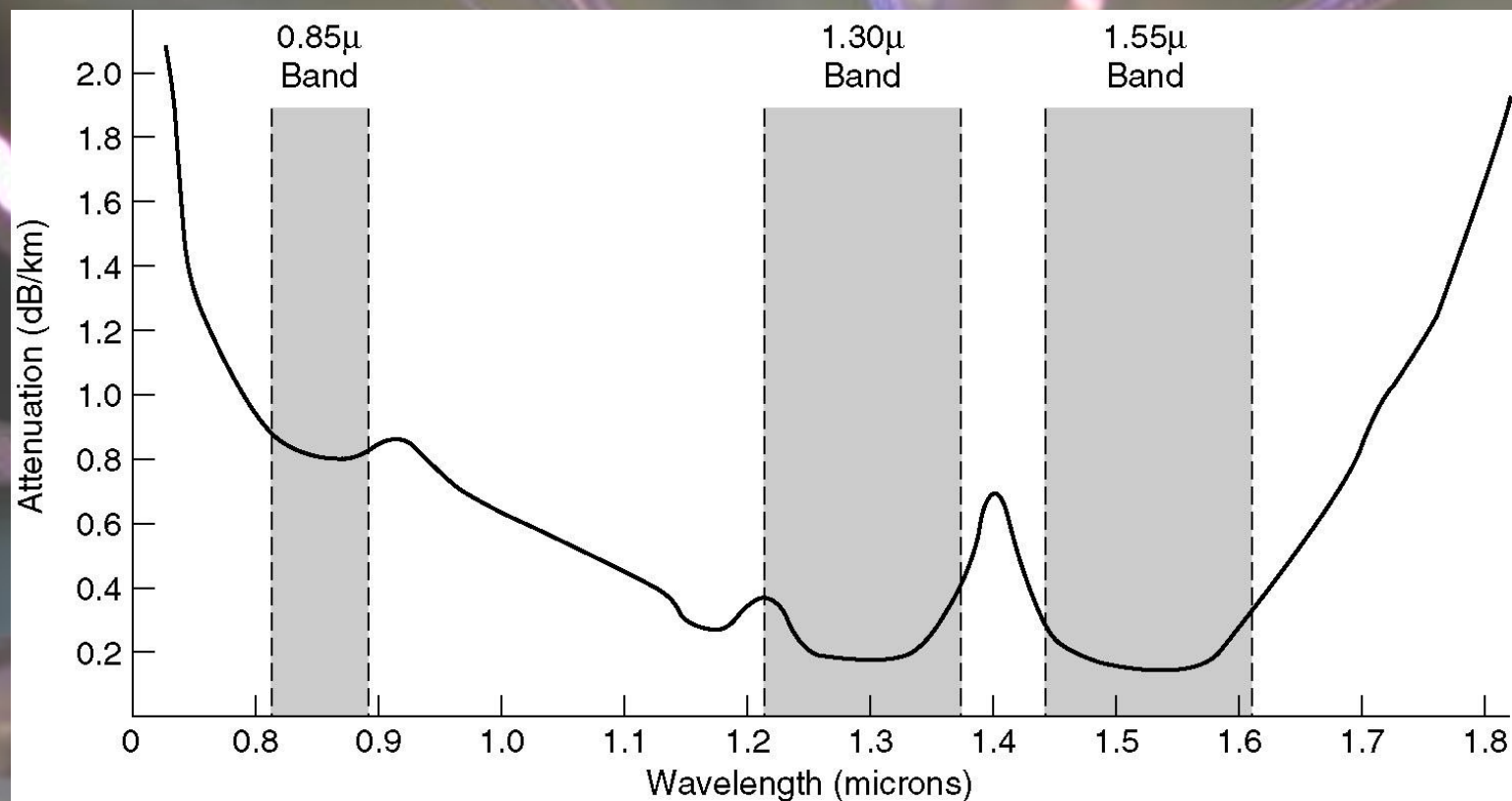
**Telekomunikacja światłowodowa**

# Cechy transmisji światłowodowej

- Tłumienność światłowodu (około 0,20dB/km)
- Przepustowość nawet 6,875 Tb/s (2000 r.)
- Standardy - 10/20/40 Gb/s
- Odporność na działanie pól EM
- Znacznie mniejsza dyspersja (rozmycie) sygnału) niż w przewodach miedzianych
- Zastosowanie wzmacniaczy światłowodowych



# Pasma transmisji

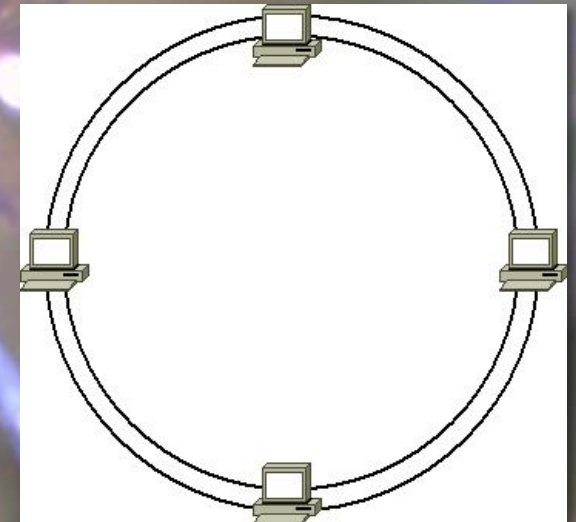
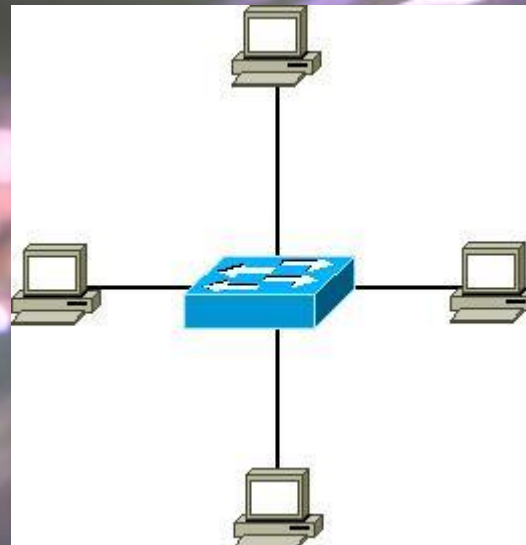
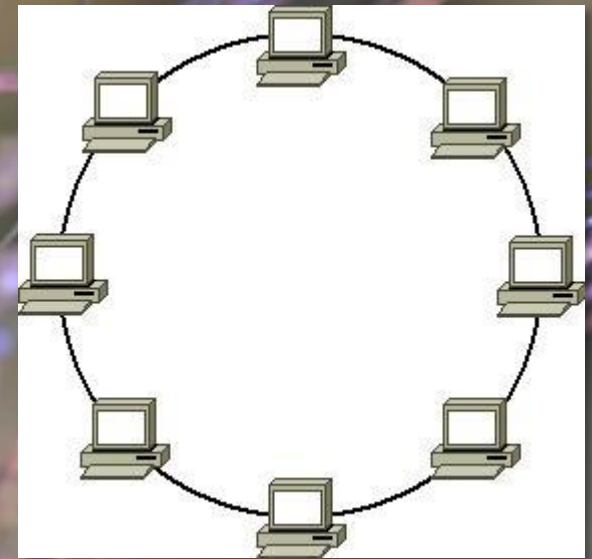
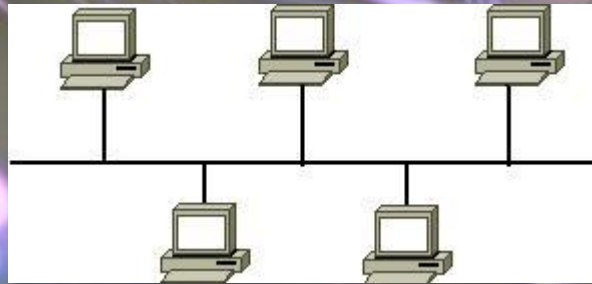




# Copper vs Optical

- Adv of fiber
  - High bandwidth
  - Low attenuation, hence repeaters reqd at about 50km vs about 5km for copper – cost saving
  - More immune to external disturbances
  - Lighter than copper
  - Do not leak light and are difficult to tap – security
- Disadv : interfaces and hence maintenance are expensive

# Topologie sieci



Rodzaje:

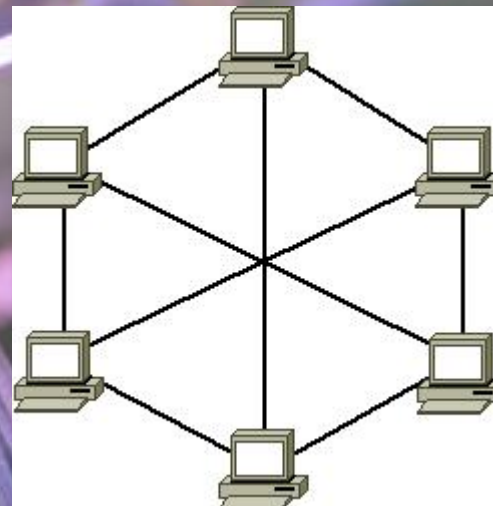
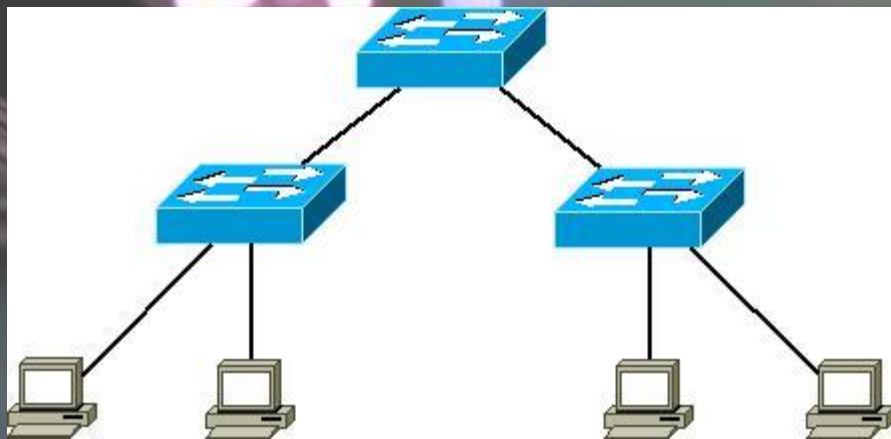
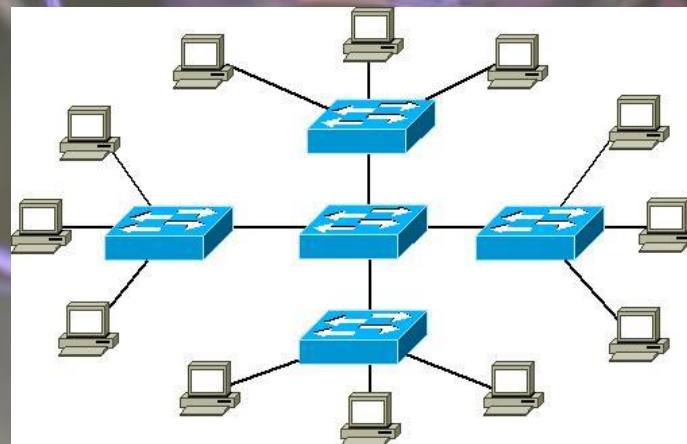
- Pierścień (ring)
- Podwójny pierścień
- Magistrala (bus)
- Gwiazda (star)
- Wariacje



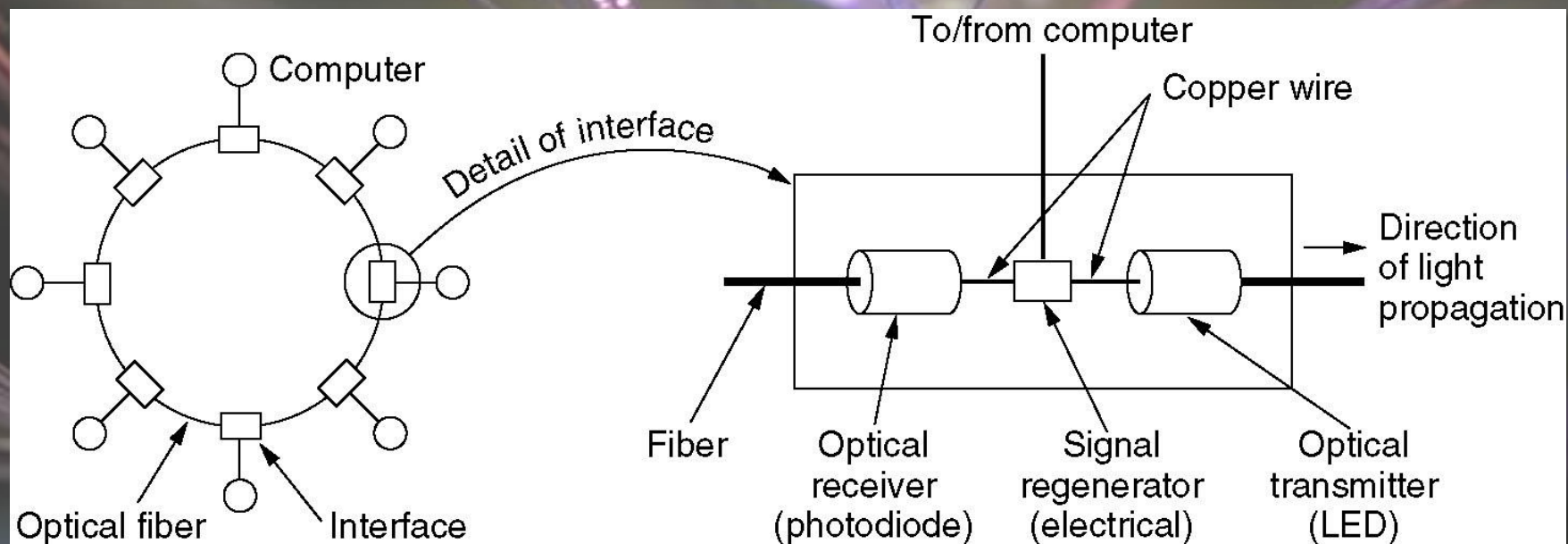
# Topologie sieci

Rodzaje:

- Rozszerzona gwiazda
- Hierarchiczna (drzewo)
- Siatka



# Sieć typu pierścień





# Multipleksowanie

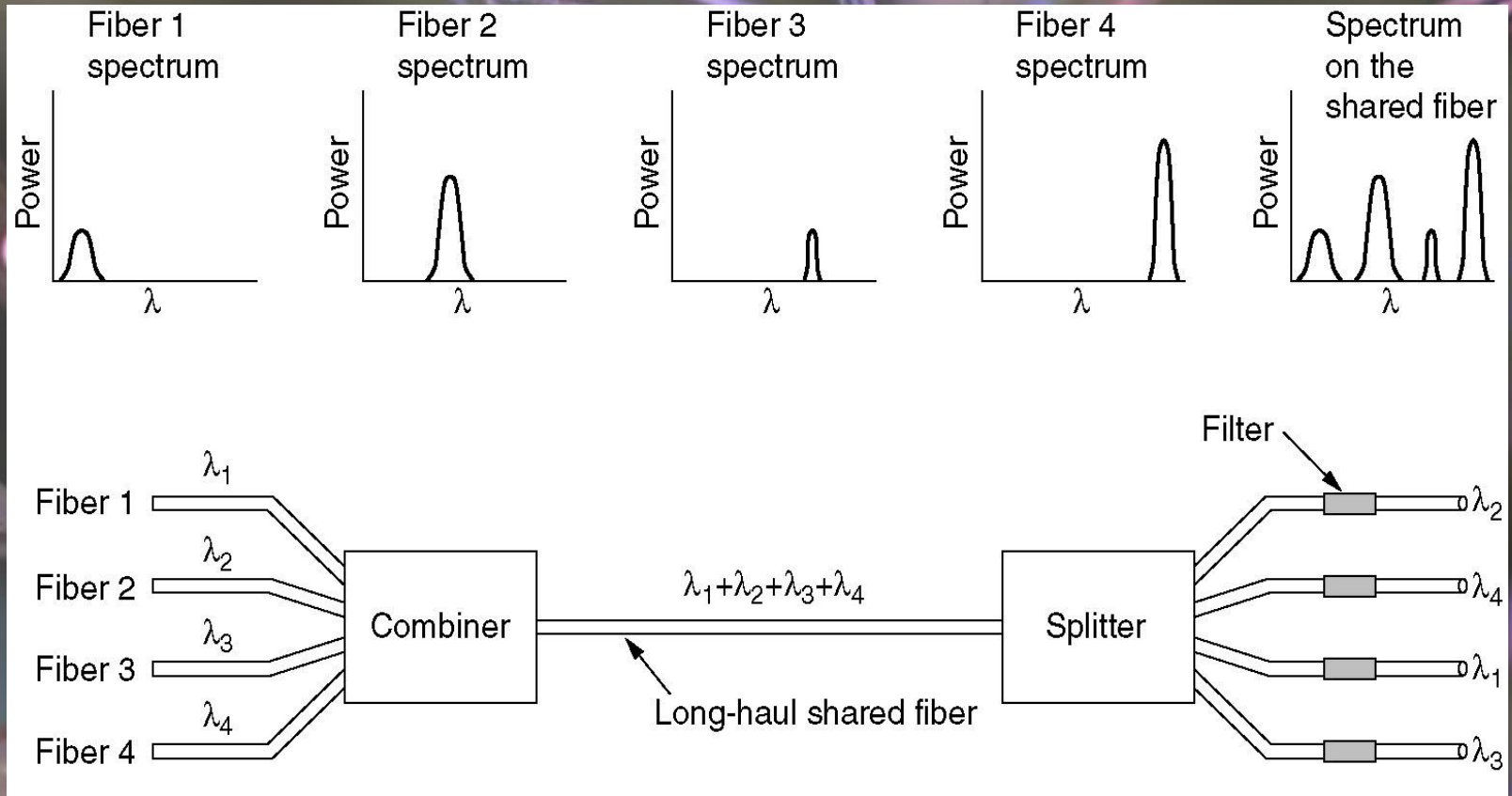
**Multipleksowanie z podziałem czasu.** Polega ono na dzieleniu przesyłanych sygnałów na części, do których później przypisywane są określone czasy transmisji. Przesyłanie przebiega w ten sposób że najpierw przesyłane są pierwsze części wszystkich kolejnych sygnałów (pierwsza część pierwszego sygnału. Pierwsza część drugiego sygnału itd.). Gdy zostaną przesłane, rozpoczyna się przesyłanie drugich części na analogicznej zasadzie. Tego typu multipleksowanie najlepiej spisuje się w przypadku przesyłania sygnałów cyfrowych. Najczęściej łączą one do 16 linii wejściowych.

**Multipleksowanie z podziałem częstotliwości (FDM).** Jego zastosowanie zwiększa przepustowość systemu transmisyjnego. W układzie tym kanały są ułożone względem siebie sąsiadująco. Przesyłane sygnały są przetwarzane na zmiany częstotliwości następujące wokół pewnej środkowej częstotliwości nośnej, należy jednak pamiętać, że każdy sygnał różni się częstotliwością środkową. Ten rodzaj multipleksowania wykorzystuje się do przesyłania sygnałów analogowych.

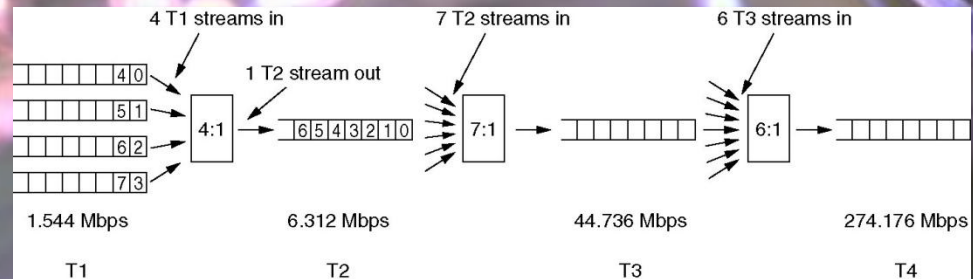
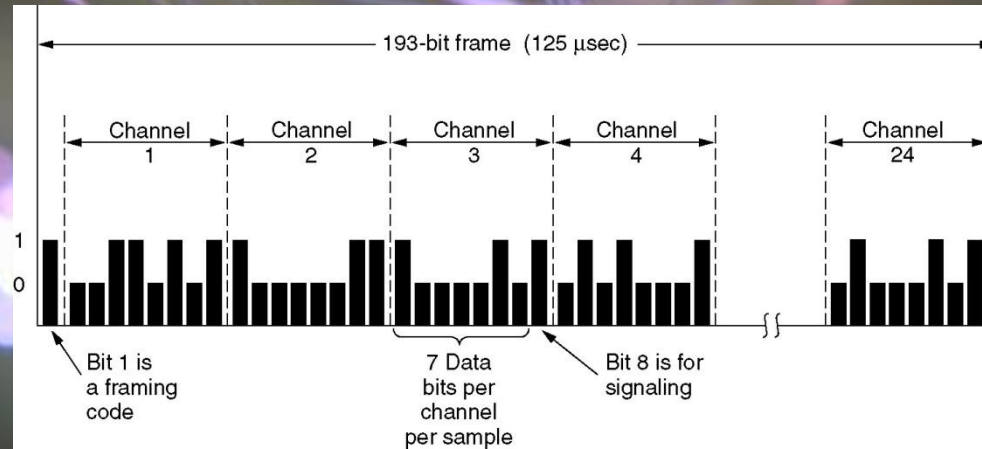
**Multipleksowanie z podziałem długości fali (WDM).** Przesyłany przy wykorzystaniu tego rodzaju multipleksowania sygnał pochodzi z oddzielnych źródeł. Każdy sygnał posiada określoną unikatową długość fali. Systemy wykorzystujące tę technologię mogą pracować jedynie gdy różnice w długościach fali są mniejsze niż 5 nm. Do rozdzielania sygnałów po stronie odbiorcy wykorzystuje się np. siatkę dyfrakcyjną, pryzmat lub wielowarstwowe filtry interferencyjne. Multipleksowanie z podziałem długości fali może być stosowane wyłącznie w systemach optycznych.



# WDM



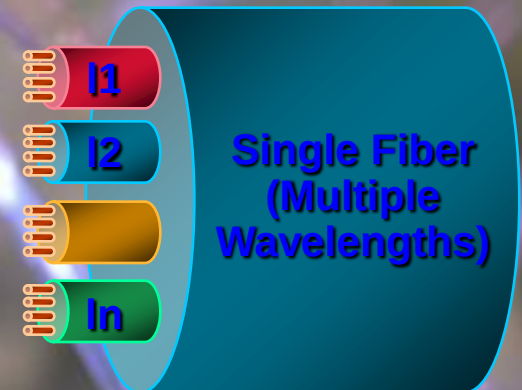
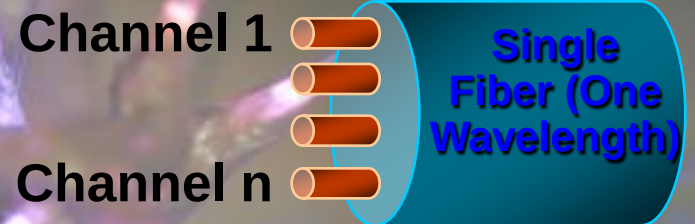
# TDM





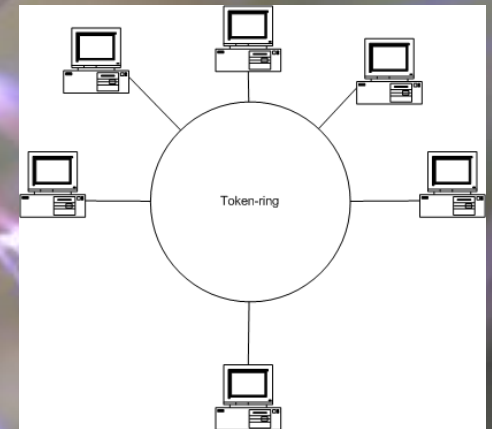
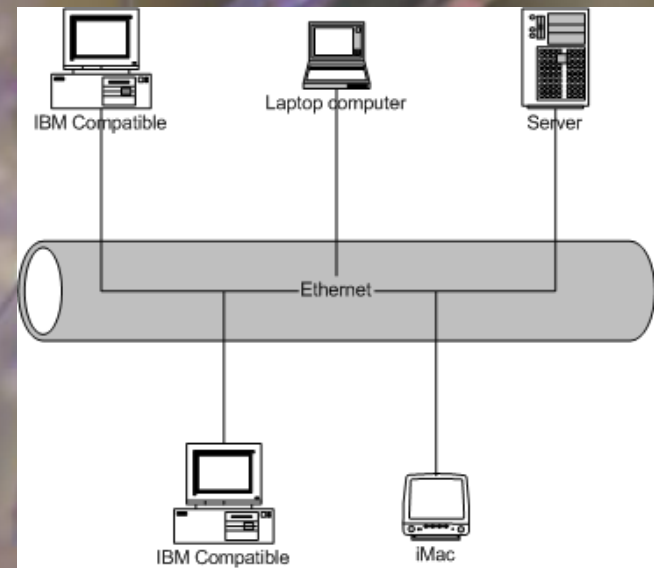
# TDM vs. WDM

- Time division multiplexing
  - Single wavelength per fiber
  - Multiple channels per fiber
  - 4 OC-3 channels in OC-12
  - 4 OC-12 channels in OC-48
  - 16 OC-3 channels in OC-48
- Wave division multiplexing
  - Multiple wavelengths per fiber
  - 4, 16, 32, 64 wavelengths per fiber
  - Multiple channels per wavelength



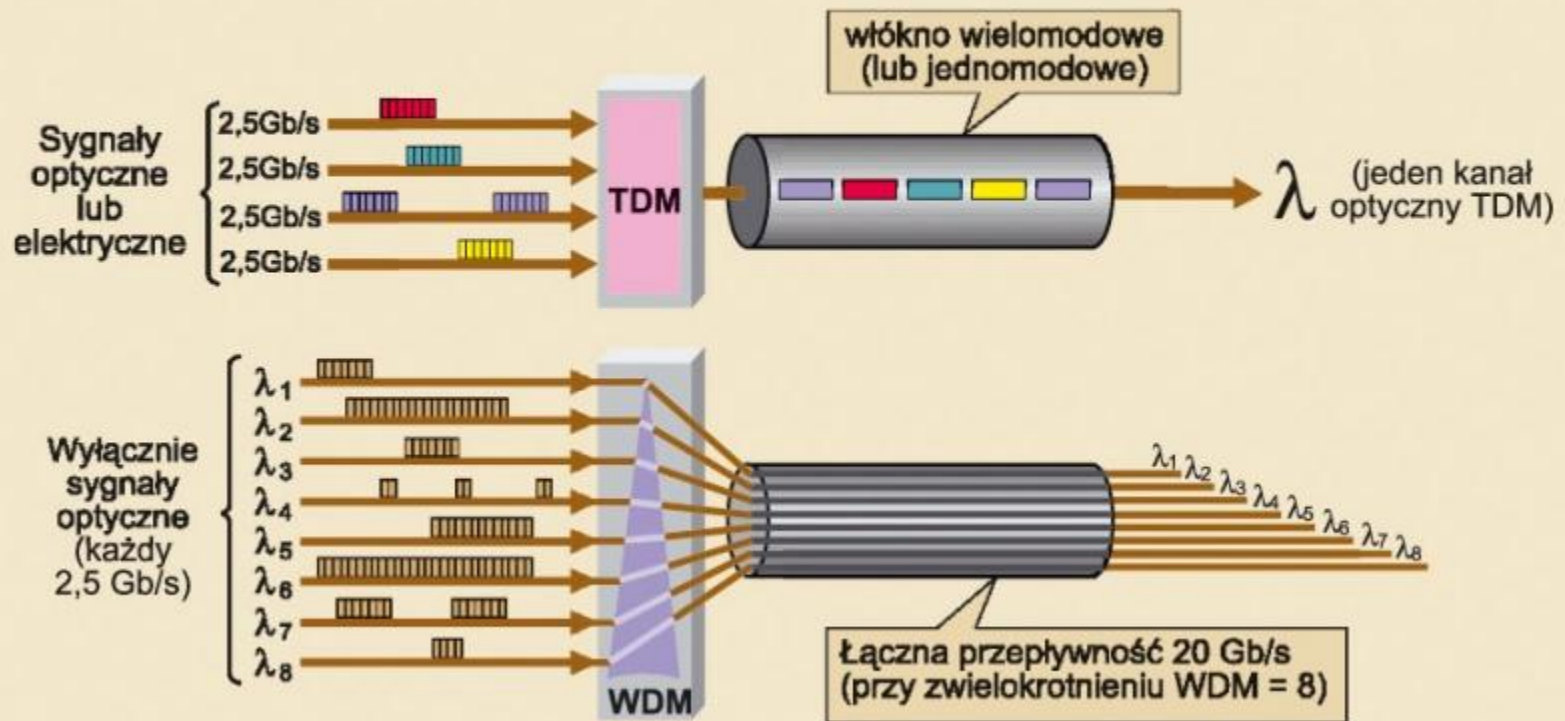
# Standardy LAN

- Ethernet
- Token Ring
- SONET (Synchronous Optical Network)
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface) (Dual Ring)





# TDM, WDM



# TDM

Stosowane obecnie technologie światłowodowe standardowo pozwalają na transmisję informacji w jednym kanale włókna optycznego z przepływnością 10, 20 lub 40 Gb/s. Są one realizowane w tradycyjnej technice zwielokrotnienia z podziałem czasowym TDM, co odpowiada jednoczesnej transmisji prawie 150 tys. (*do 600 tys.*) jednokierunkowych przekazów głosowych. Dzięki temu jeden standardowy kabel światłowodowy, zawierający 200 włókien optycznych, umożliwia przekaz od 15 do 60 mln rozmów telefonicznych w tradycyjnej technice zwielokrotnienia czasowego TDM, znacznie przewyższając wyniki dotychczas osiągnięte w podobny sposób w grubych, wieloparowych kablach miedzianych (*ok. 500 rozmów*), kablach współosiowych (*10 tys. rozmów*) czy łączach satelitarnych (*2 tys. połączeń głosowych*).

<http://itpedia.pl/index.php/Światłowód>

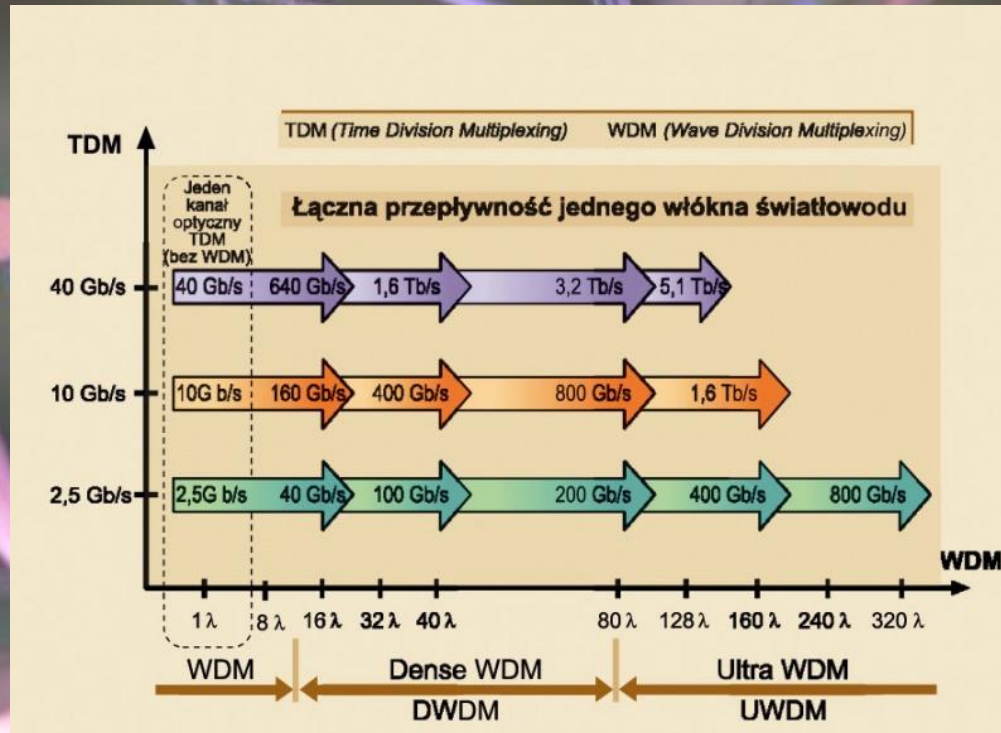


# WDM

Jeszcze większe możliwości transmisyjne zapewniają najnowsze rozwiązania ze zwielokrotnieniem falowym WDM (DWDM, *UWDM*), dzięki którym w jednym włóknie optycznym można ulokować nawet kilkaset kanałów optycznych – każdy o przepływności 10/20/40 Gb/s, ale o innej długości fali. Rekordowe wyniki, sięgające przepływności ponad 10 Tb/s (*1013 Gb/s*), uzyskano laboratoryjnie w firmie NEC na początku 2001 r. – przesyłając informację tylko przez jedno wielokanałowe włókno optyczne. Dla porównania: dobre łącza satelitarne (*fale radiowe*) działają na częstotliwościach najwyżej kilkudziesięciu GHz, zwykle z dwukrotnie mniejszą szybkością modulacji sygnałów wejściowych. W tym kontekście zastosowanie światłowodów do transmisji nie tylko długodystansowej daje rzeczywiście bardzo szerokie pasmo transmisyjne, a ponadto można je dowolnie powiększać bez jakiegokolwiek szkodliwej interferencji – uruchamiając kolejne włókno światłowodowe lub instalując następny, pełny kabel światłowodowy o setkach włókien optycznych, co daje niewyobrażalne przepływności, sięgające powyżej petabitów na sekundę (*Pb/s*).

<http://itpedia.pl/index.php/Światłowód>

# TDM, WDM



<http://itpedia.pl/index.php/Światłowód>