

Sieci optoelektroniczne

Wykład 10

„Światłowodowa sieć komputerowa FDDI”

dr inż. Walery Susłow



Sieć FDDI, wiadomości podstawowe

- ✓ FDDI (ang. Fiber Distributed Data Interface) jest jedną ze starszych i solidniejszych technologii LAN, jest to interfejs danych przesyłanych światłowodami.
- ✓ Sieć FDDI jest siecią lokalną zdefiniowaną przez standardy ANSI i ISO. Została ona zaprojektowana z myślą o zastosowaniu światłowodów, ale obecnie istnieją standardy również dla innych mediów.
- ✓ Sieć FDDI używa dostępu do medium z przekazywaniem uprawnień.



Sieć FDDI, wiadomości podstawowe, cd.

- ✓ Standard ten został znormalizowany w połowie lat 80-tych, jako specyfikacja ANSI X3T9.5.
- ✓ Sieć FDDI ma topologię podwójnego pierścienia i pozwala na połączenie do 1000 stacji, przy maksymalnej całkowitej długości medium transmisyjnego wynoszącej 200 km.
- ✓ Dostęp do nośnika jest regulowany przez przekazywanie tokenu, podobnie jak w sieci Token Ring. Zdolność autonaprawy i duża szybkość transmisji danych czynią FDDI jedyną technologią LAN odpowiednią dla aplikacji wymagających dużej przepustowości i/lub wysokiej niezawodności.



Sieć FDDI, wiadomości podstawowe, cd.

Technologia FDDI jest obecnie często używana do budowy **sieci szkieletowych** ze względu na jej istotne zalety: dużą przepływność i niezawodność oraz możliwość stosowania na długich dystansach.

Parametry sieci FDDI:

- Przepływność: 100 Mb/s,
- Metoda dostępu: Token-Passing,
- Medium transmisyjne: kabel światłowodowy,
- Topologia: podwójny pierścień (Dual-Ring).



Sieć FDDI, wiadomości podstawowe, cd.

- ✓ W przypadku poprawnej pracy sieci wykorzystywany jest tylko jeden kabel, natomiast w razie awarii jednego z urządzeń, sieć dalej działa, gdyż z dwóch pierścieni automatycznie tworzy się jeden omijający uszkodzone urządzenie.
- ✓ Informacje przekazywane są między stacjami w ramach, o maksymalnej długości 4500 bajtów, zawierających adresy nadawcy, odbiorcy oraz inne niezbędne dane. Umożliwia to przesyłanie sygnału mowy i wideo bez opóźnień w transmisji.

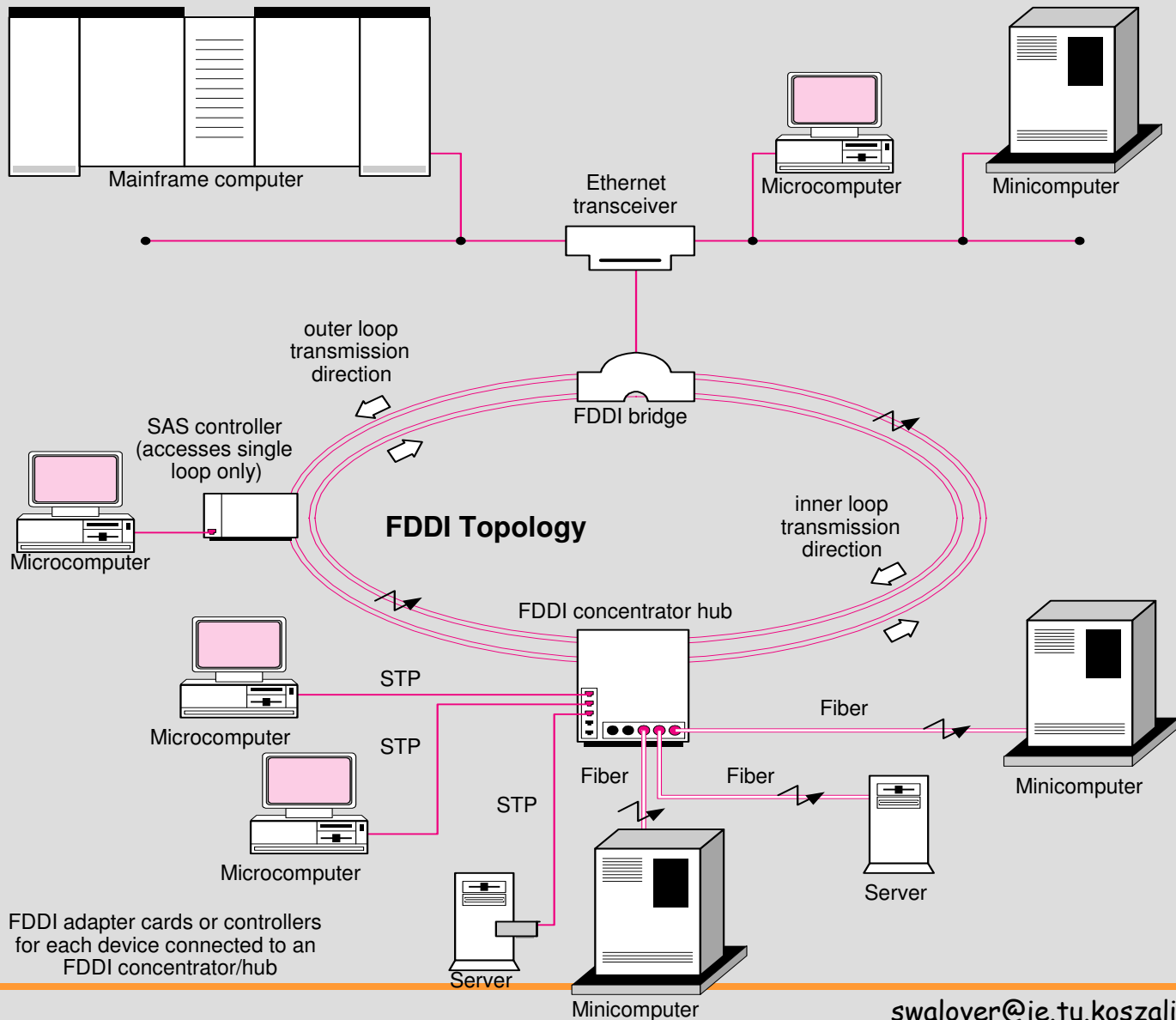


Historia FDDI - daty

- 1962 Pierwszy laser półprzewodnikowy
- 1966 Teoretyczne podstawy transmisji światłowodowej
- 1970 Pierwsze światłowody o niskiej tłumienności (20 dB/km)
- 1974 Światłowód o tłumienności 1 dB/km
- 1976 Pierwsze eksperymenty z siecią FDDI
- 1979 Pierwsza komercyjne zastosowanie światłowodów
- 1986 Pierwszy wzmacniacz optyczny
- 1987 Pierwsze interfejsy FDDI
- 1987 Standard ANSI X3T9.5



Historia FDDI – architektura sieci i technologie



Standardy FDDI

- ✓ Większość standardów FDDI została opracowana przez Accredited Standards Committee X3T9.5. W 1995 roku, X3T9.5 został przemianowany na X3T12.
- ✓ Standardy FDDI zostały zatwierdzone zarówno przez ANSI (American National Standards Institute), jak i przez ISO (International Standards Organization).
- ✓ Rozszerzeniem sieci FDDI jest sieć FDDI-2, pozwalająca na transmisję danych z wykorzystaniem komutacji pakietów lub komutacji łączy.



Specyfikacja FDDI

- ✓ Podwarstwa PMD (Physical Medium Dependent Layer) kanału fizycznego - definiuje długości fali światła i parametry toru światłowodowego.
- ✓ Podwarstwa PHY (Physical Layer Protocol) protokołu warstwy fizycznej - definiuje między innymi sposoby kodowania i dekodowania sygnału, zasadę tworzenia ramki i synchronizację pracy sieci.
- ✓ Podwarstwa MAC (Medium Access Control) - opisuje zasady dostępu do medium, format przesyłanych ramek, zasadę obsługi znacznika, sposób adresowania.
- ✓ Blok SMT (Station Management) protokołów zarządzania pracą stacji - zapewnia kontrolę działania sieci jako całości, ma procedury inicjowania pierścienia oraz nawiązywania połączeń w przypadku wystąpienia awarii.



Parametry warstwy fizycznej: graniczne wartości

Kategoria elementu	Wartość
Maksymalna moc nadajnika	-14dBm
Minimalna moc odbiornika	-20dBm
Maksymalna moc odbierana	-14dBm
Minimalna moc odbierana	-31dBm
Maksymalne straty między stacjami	-11dB
Maksymalne straty włókna (na 1 km)	-2,5dB



Parametry warstwy fizycznej: maksymalna odległość (station-to-station)

- ✓ Światłowód MM – 2 km, SM – 30 km.
- ✓ Maksymalna długość pierścienia dla całej ścieżki FDDI jest 200 km.
- ✓ Stosowane są 65 i 50 mkm MM włókna, oraz od 8.7 do 10 mkm SM włókna.

Przykładowe parametry:

50 mkm (NA=.20)	6–7 dB
50 mkm (NA=.21)	6.5–7.5 dB
50 mkm (NA=.22)	7–8 dB
62.5 mkm (NA=.275)	11 dB



Parametry warstwy fizycznej: bilans mocy FDDI

Do obliczenia bilansu mocy łączy FDDI potrzebne są dane nadajnika i odbiornika. Dla Cisco, wyjście optyczne Tx -19 dbm, a wejście optyczne Rx -31 dBm.

Wzór na bilans mocy: $P - R = M + (A \cdot L/2) + C$

Gdzie: P = Transmitowana moc wyjściowa

R = Wrażliwość odbiornika

M = Wymagany margines mocy

A = Tłumienie włókna

C = Straty w konektorach

L = Długość włókna



Zawsze ma być : $P_{\text{nadajnika}} > R + M + (A \cdot L/2) + C$

Parametry warstwy fizycznej: kable i złączki FDDI

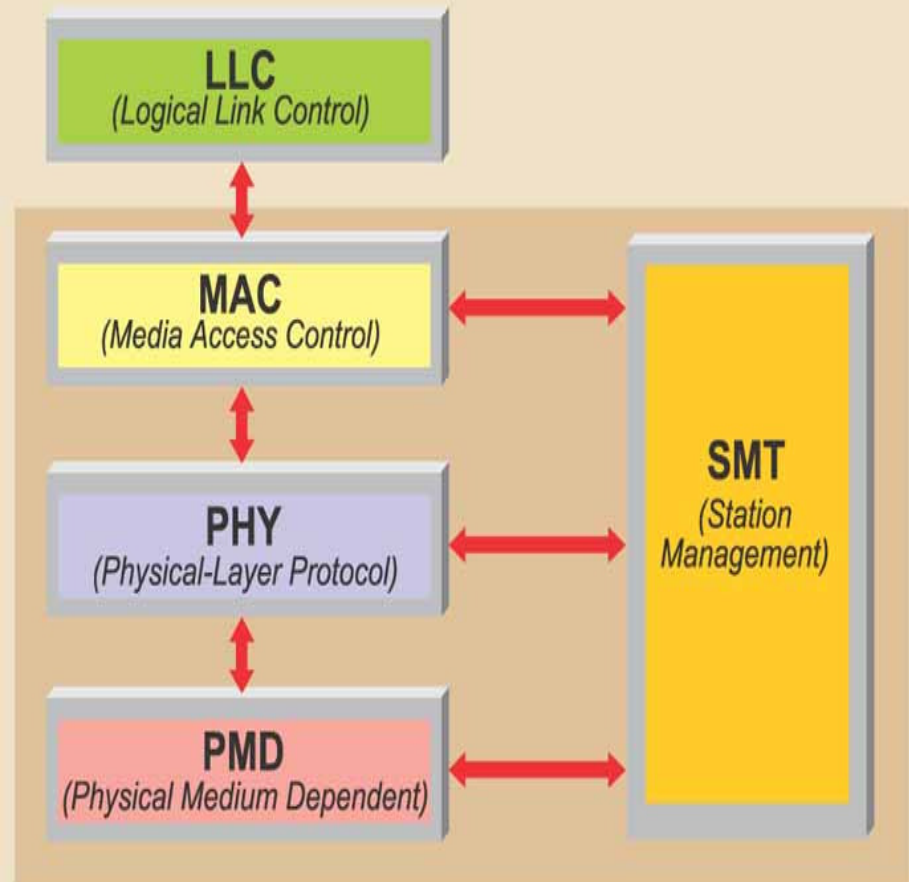
- ✓ Podstawowy rodzaj włókna: Fiber PMD, 62,5/125 mkm, MM, pasmo nie gorzej niż 500 MHz/km.
- ✓ Podstawowy typ złączki MIC (Media Interface Connector). Jednocześnie podłączane są dwa włókna, złączki mają klucze: MIC A, MIC B, MIC M oraz MIC S. Dopuszczalne są złączki ST/SC.
- ✓ Źródło światła LED lub dioda laserowa na 1,3 mkm.
- ✓ Jako alternatywa mogą być wykorzystane włókno Single Mode Fiber (SMF) oraz złączki SMF-MIC.



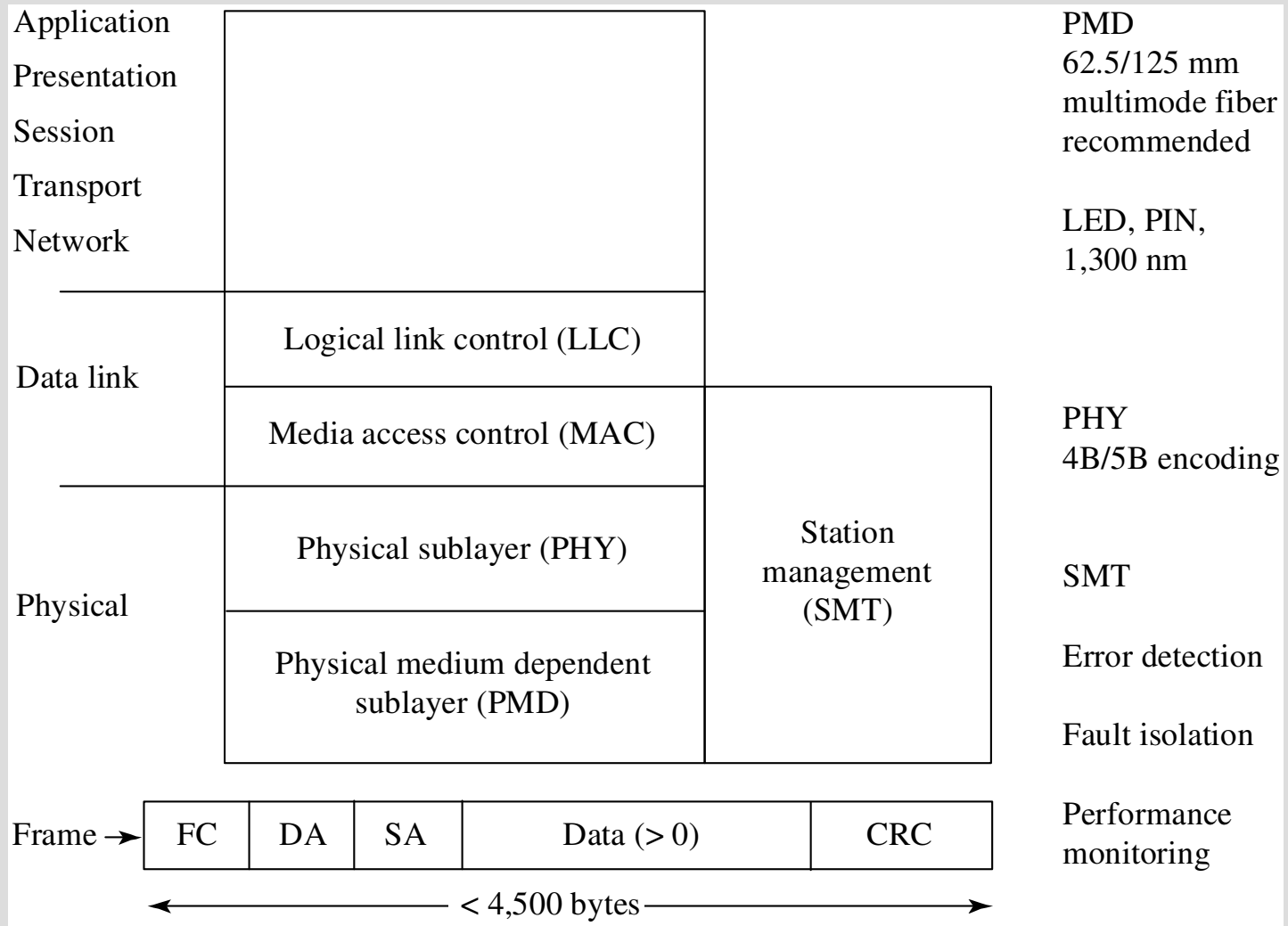
Składniki funkcjonalne FDDI

FDDI obejmuje cztery składniki funkcjonalne. Każdy z nich jest określany przez własną serię specyfikacji. Składniki:

- ✓ Sterownie dostępem do nośnika (MAC).
- ✓ Protokół warstwy fizycznej (PHY).
- ✓ Nośnik warstwy fizycznej (PMD).
- ✓ Zarządzanie stacją (SMT).



Składniki funkcjonalne FDDI, cd.



Sterownie dostępem do nośnika (MAC)

Najwyższą warstwą FDDI jest sterowanie dostępem do nośnika (MAC). Jest ona równoważnikiem warstwy łącza danych w modelu referencyjnym OSI.

Podwarstwa MAC jest odpowiedzialna za:

- określanie metodologii dostępu do nośnika,
- definiowanie wielu formatów ramek,
- generowanie tokenu i ramki, zarządzanie nimi,
- adresowanie fizyczne MAC,
- detekcję i korekcję błędów przy odbiorze ramek danych.



Protokół warstwy fizycznej (PHY)

Protokół warstwy fizycznej (PHY) FDDI odpowiada górnej podwarstwie warstwy fizycznej modelu referencyjnego OSI. Odpowiada on za:

- przyjmowanie bitowego strumienia danych
- przekształcanie go na format bardziej odpowiedni do transmisji.

Wykorzystywany jest schemat kodowania 4 na 5 bitów: przyjmuje się pół bajty z warstwy MAC i każdy z nich kodowany jest jako 5-bitowy znak, który jest transmitowany.

Warstwa PHY odpowiada również za taktowanie sieci LAN.

- FDDI jest taktowane częstotliwością 125 MHz. Warstwa PHY generuje sygnał taktujący transmisję i synchronizuje go we wszystkich stacjach przyłączonych do sieci.



Nośnik warstwy fizycznej (PMD)

Medium transmisyjne warstwy fizycznej (PMD) określa:

- Rodzaj nośnika.
- Poziom sygnału transmisyjnego.
- Dopuszczalny poziom błędów.
- Rodzaje złączy fizycznych.

Do początku lat 90 FDDI wykorzystywało tylko kabel światłowodowy 62,5/125. W 1994 r. ANSI opracowało specyfikację skrętki dwużyłowej PMD (TP-PMD).



Zarządzanie stacją (SMT)

Zarządzanie stacją (SMT) jest oddzielnym modułem, obejmującym pełny zestaw protokołów FDDI. Komunikuje się bezpośrednio z warstwami MAC, PHY i PMD, aby monitorować i zarządzać działaniami stacji i pierścienia. Specyfikacja ANSI X3T9.5 definiuje trzy obszary funkcjonalne SMT:

- Obsługa ramek SMT.
- Sterowanie połączeniem.
- Sterowanie pierścieniem.

Razem obszary te obejmują wiele różnych usług, istotnych dla normalnego działania stacji i pierścienia FDDI.



Zarządzanie stacją (SMT), cd.

Najważniejszymi usługami SMT są:

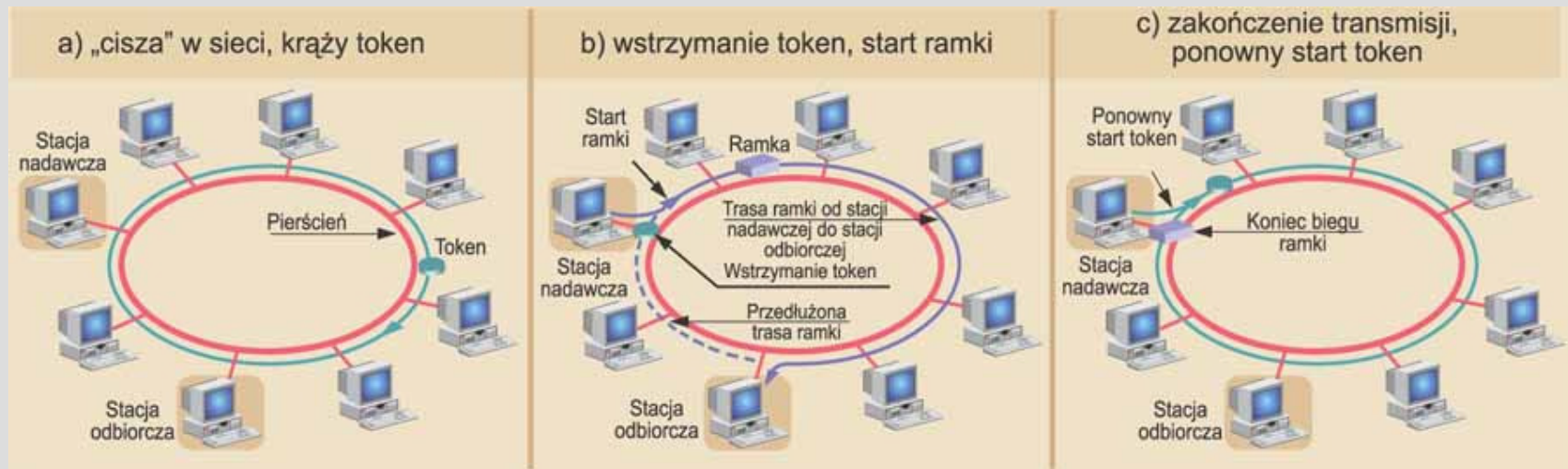
- Przyłączanie-odłączanie stacji.
- Zbieranie statystyk.
- Identyfikacja uszkodzeń.
- Naprawa uszkodzeń.

Wszystkie funkcje związane z medium transmisyjnym FDDI muszą być umieszczone w ramce, typ ramek:

- podstawowa ramka danych,
- ramka danych LLC,
- ramka danych LLS SNAP,
- ramka Token,
- zestaw ramek zarządzania stacją.



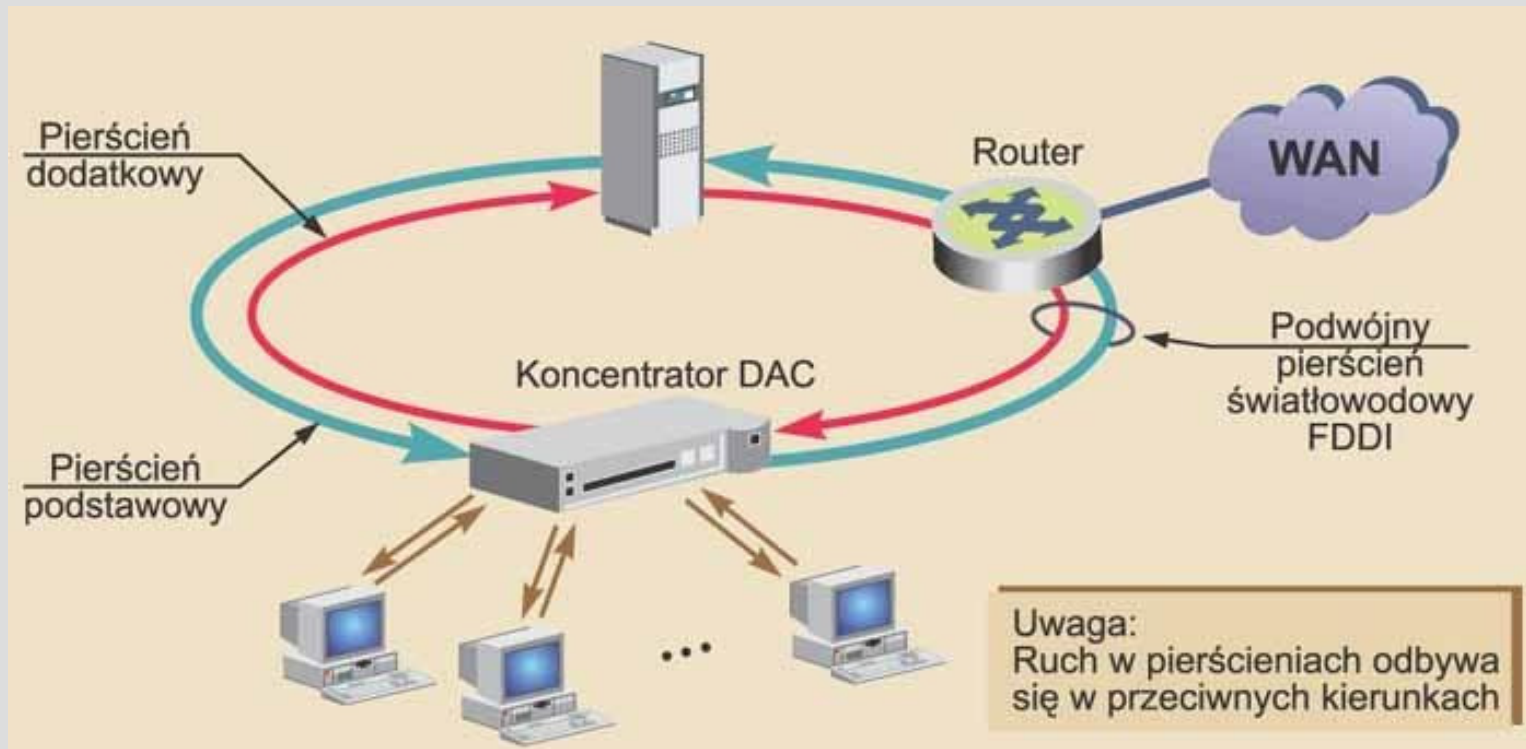
Mechanizmy sterowania siecią



- ✓ W czasie ciszy krąży token (żeton), w czasie transmisji – ramka.
- ✓ Jedna stacja w sieci Token Ring zostaje wybrana jako monitor aktywny (Active Monitor), który pracuje jako centralne źródło informacji czasowych i generuje szereg funkcji konserwacyjnych.
- ✓ Jedną z tych funkcji jest usuwanie z pierścienia ciągle krążących ramek.



Mechanizmy sterowania siecią



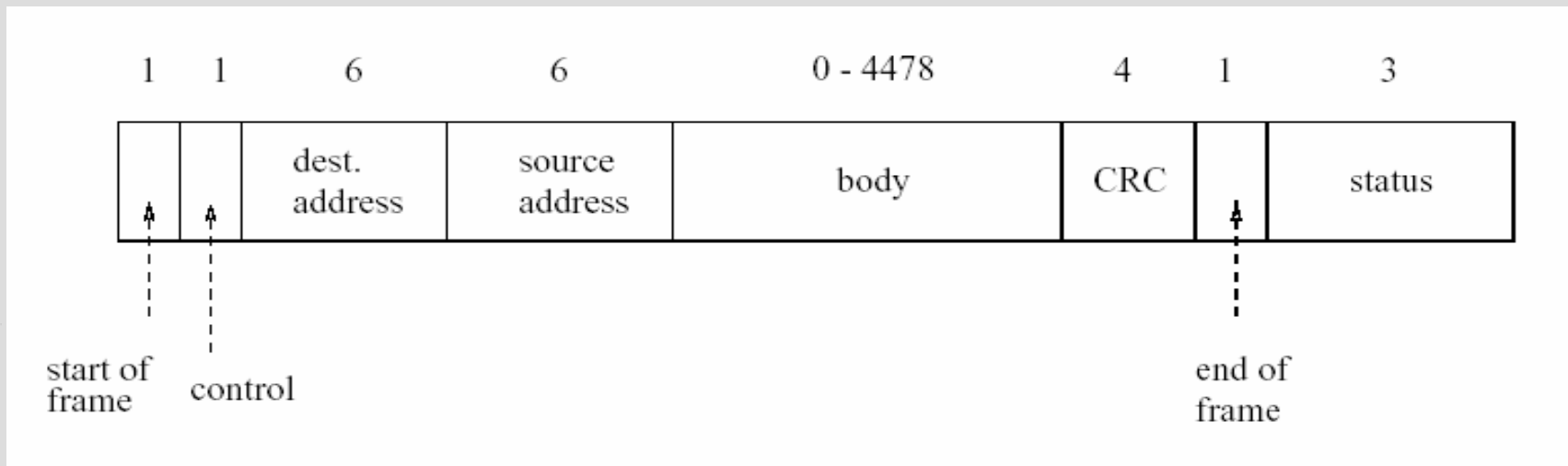
W technologii FDDI stosuje się topologię podwójnego pierścienia (Dual Ring) – podstawowy pierścień Primary Ring i dodatkowe Secondary Ring. W czasie normalnej pracy pierścień podstawowy służy do transmisji danych, a dodatkowy jest nieczynny.



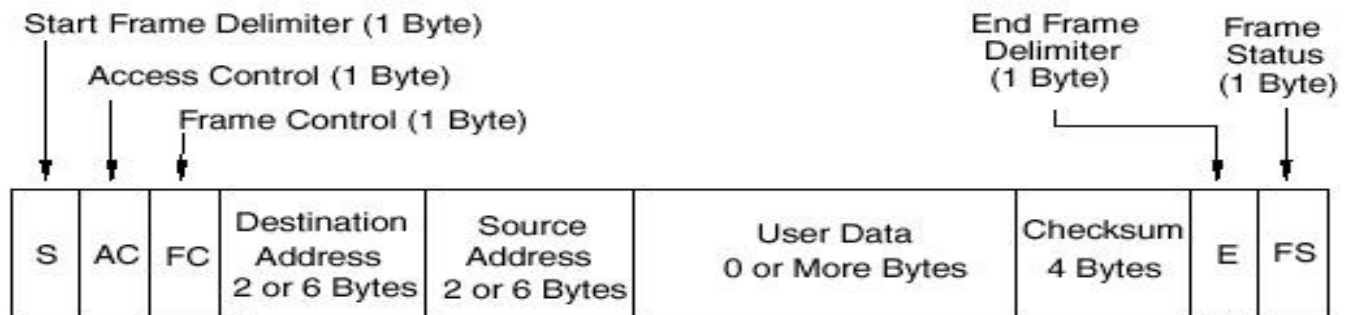
Format ramki FDDI

Format ramki FDDI jest podobny do ramki Token Ring. Jest to jedno z miejsc wcześniejszej technologii LAN, z których korzysta technologia FDDI.

- ✓ Rozmiar ramki < 4500 B
- ✓ Kodowanie 4B/5B
- ✓ Dane synchroniczne/asynchroniczne



Format ramki FDDI



Sample Frame Controls

00000000 = duplicate address test; used for determining if two lobes have the same address.

00000010 = beacon; used to locate breaks in the ring.

00000011 = claim token; used to recover from an inactive monitor.

00000100 = purge; used to reinitialize the ring.

00000101 = active monitor present; used by the active monitor to inform all lobes that it is alive.

00000110 = standby monitor present; used to notify all lobes that a standby monitor is present.

A	C	x	x	A	C	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

A = Address; C = Copy
x = Reserved

00xx00xx = address not recognized; nothing copied.

10xx10xx = address recognized; nothing copied (possible CRC error).

01xx01xx = address not recognized; data copied (major error).

11xx11xx = address recognized; data copied (implies transmission was successful).

Note: The frame status field is not checked by the CRC. Therefore, to ensure integrity of this field, the A and C bits are repeated and hence must be identical.

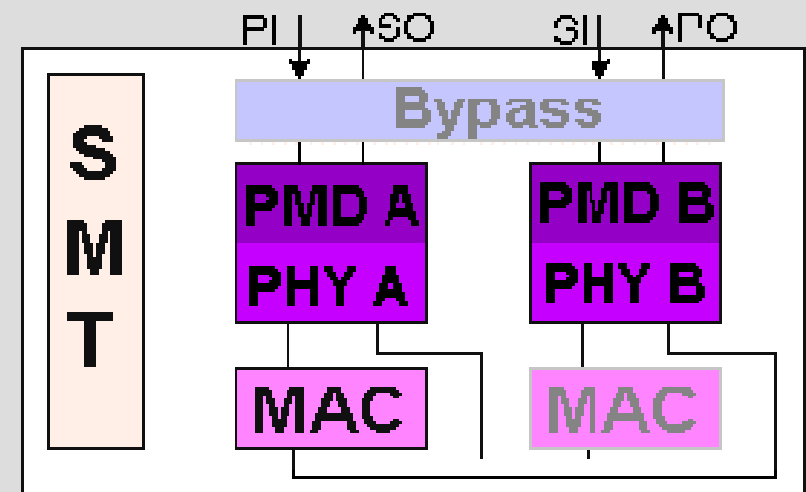
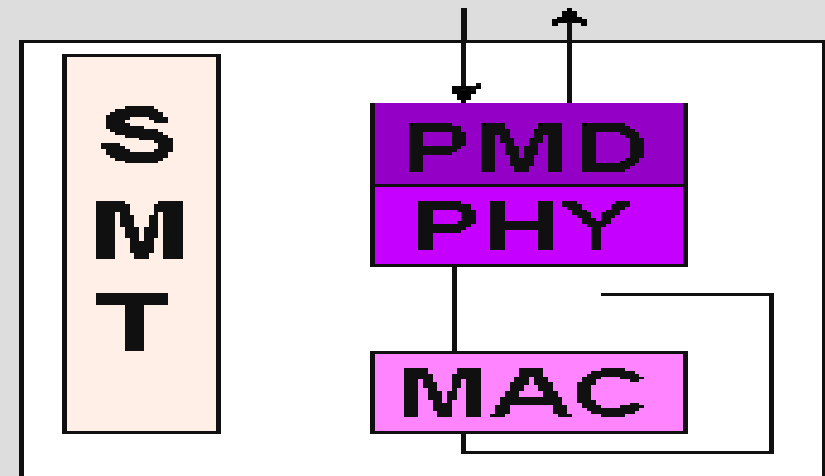


Porty FDDI

Każdy port składa się z nadajnika i odbiornika. Porty mają nazwy opisujące ich pozycje w topologii FDDI.

SMT definiuje cztery typy portów: A, B, M, S.

- Stacja typu SAS ma tylko jeden port typu S.
- Stacja typu DAS ma dwa porty, jeden A i jeden B.

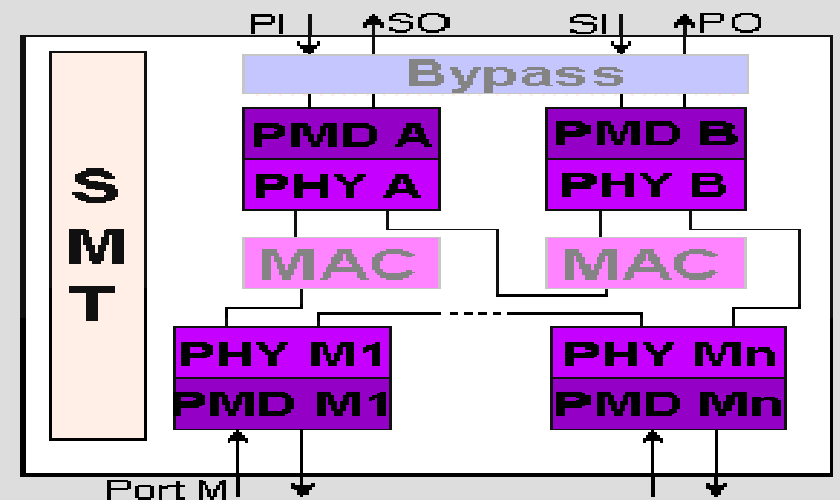
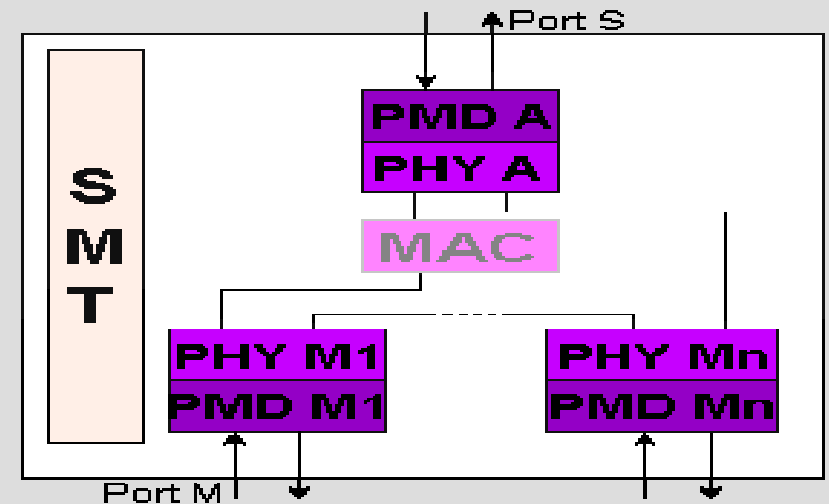


Porty FDDI, cd.

Koncentrator może mieć wiele portów typu M do przyłączania portów A, B, S stacji.

Koncentratory SAS i DAS.

Przy łączeniu stacji typu DAS port A łączy się z portem B. Porty A i B można też przyłączyć do portów M koncentratora. Nie wolno łączyć portów M koncentratorów ze sobą.



Porty FDDI, cd.

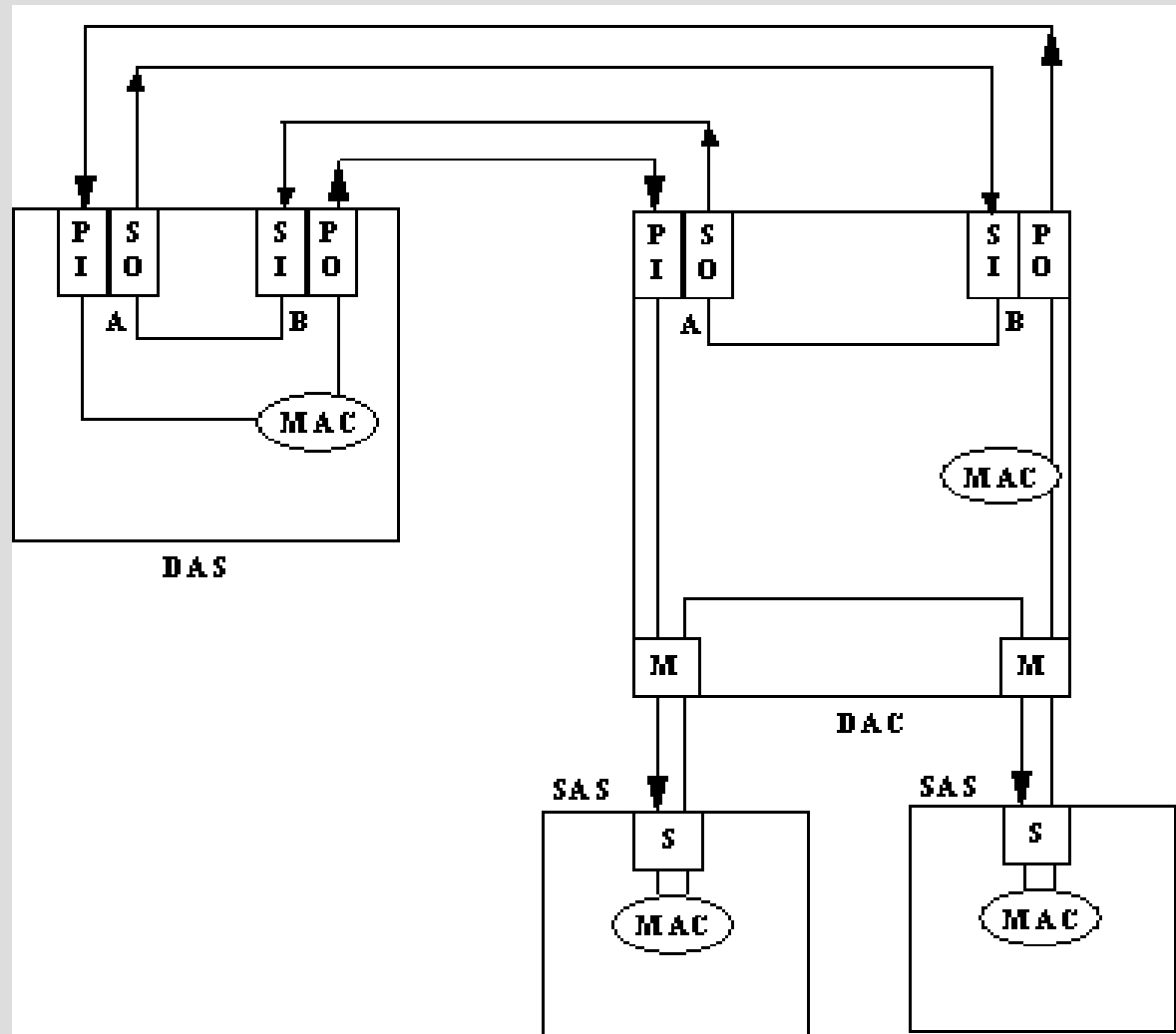
Typ portu	Podłączenie	Przeznaczenie
A	PI/SO - Primary In/Secondary Out	Łączy urządzenia z podwójnym połączeniem z pierścieniami magistrali
B	PO/SI - Primary Out/Secondary In	
M	Master - PI/PO	Port koncentratora, który łączy go z urządzenia z pojedynczym połączeniem; wykorzystuje tylko pierścień pierwotny
S	Slave - PI/PO	Łączy urządzenia z pojedynczym połączeniem do pierwotnego pierścienia magistrali



Porty FDDI, cd.

Typowe wykorzystanie portów różnych typów do podłączenia stacji SAS i DAS do koncentratora DAC.

Połączenie portów S - S jest dopuszczalnym, bo tworzy izolowany pierścień pierwotny, łączący tylko dwie stacje, ale zazwyczaj nie wykorzystywany.



Rodzaje urządzeń przyłączeniowych w sieci FDDI

SAS (Single Attachment Station) - rodzaj stacji (tzw. stacja typu B), która nie może być bezpośrednio przyłączona do głównego pierścienia.

- Stację SAS można przyłączyć wykorzystując koncentrator. Stacje tego rodzaju stosuje się gdy istnieje konieczność zapewnienia łatwości włączania i usuwania stacji z pętli (redukcja kosztów instalacji sieci).
- Przyłączenie stacji SAS realizowane jest przy użyciu dwóch światłowodów.



Rodzaje urządzeń przyłączeniowych w sieci FDDI

DAS (Dual Attachment Station) - stacja przyłączona do dwóch pierścieni (tzw. stacja typu A).

- Stacja DAS posiada 2 porty tj. dwie pary obiektów warstwy PMD i PHY, obiekt (lub więcej) MAC, przełącznik CS (Configuration Switch) i obiekt SMT.
- Stacja, która wyposażona jest w dwa obiekty MAC obsługujące oba pierścienie umożliwia ciągłą transmisję w obu pierścieniach i zwiększenie przepustowości do 200 Mb/s.
- Przyłączenie tej stacji do sieci wymaga zastosowania czterech światłowodów (Primary In/Out and Secondary In/Out).



Rodzaje urządzeń przyłączeniowych w sieci FDDI

SAC (Single Attachment Concentrator) - koncentrator umożliwiający tworzenie topologii drzewiastej.

- Jest on podłączony do jednego pierścienia poprzez koncentrator DAC.

DAC (Dual Attachment Concentrator) - koncentrator przyłączający inne stacje do podwójnego pierścienia.

- Wymaga zastosowania czterech światłowodów.



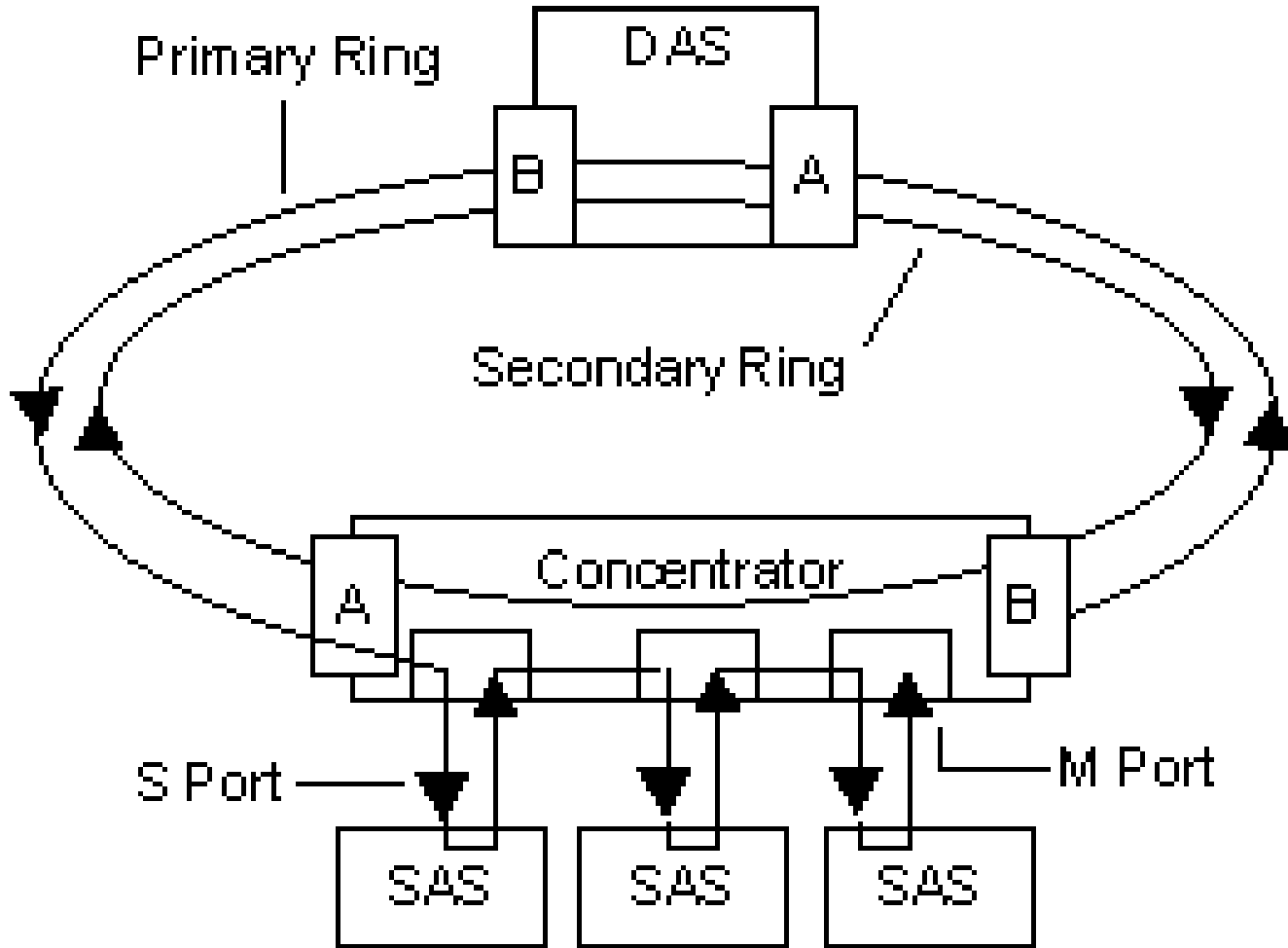
Sposoby podłączania stacji sieciowych FDDI

Jedną z charakterystycznych cech technologii FDDI jest możliwość wielorakiego podłączania stacji sieciowych do pierścienia. Specyfikacja FDDI definiuje trzy sposoby podłączania:

- ✓ Stacja podłączana do pojedynczego pierścienia SAS (Single-Attachment Station),
- ✓ Stacja podłączana do podwójnego pierścienia DAS (Dual-Attachment Station),
- ✓ Koncentrator podłączany do podwójnego pierścienia DAC (Dual-Attachment Concentrator).



Typowa konfiguracja FDDI z DAS i SAS



Algorytm dostępu do medium w FDDI

Zdefiniowane są 3 zegary:

THT - Token Holding Time – maksymalny czas przez jaki stacja może nadawać dane asynchroniczne po odebraniu tokenu:
$$THT = TTRT - TRT$$

TRT - Token Rotation Time - czas pomiędzy kolejnymi „wizytami” tokenu do tej samej stacji:

$$TRT = \text{no. of nodes} \times THT + \text{link latency}$$

TTRT - Target Token Rotation Time – minimalny czas rotacji tokenu, wynegocjowany podczas inicjacji pierścienia.



Algorytm dostępu do medium w FDDI, cd.

Do zwiększenia efektywności transmisji można by zwiększać THT, ale przy tym rośnie również TRT, czego skutkiem będzie dłuższy czas oczekiwania na token. Uwaga: pewne programy mogą mieć ściśle określone ograniczenia na czas dostępu do medium.

FDDI definiuje dwa typy ruchu w sieci: synchroniczny i asynchroniczny

- Ramki synchroniczne zapewniają ciągłość przesyłania danych, z pewną określoną przepustowością. Są nadawane po otrzymaniu tokenu, niezależnie od stanu zegarów THT i TRT.
- Ramki asynchroniczne mogą być nadawane, kiedy stacja odebrała token, nadała ramki synchroniczne i jeszcze ma prawo do nadawania.



Algorytm dostępu do medium w FDDI, cd.

Stacja, która chce nadawać musi czekać, aż odbierze token. Po odebraniu tokenu stacja może nadawać ramki synchroniczne przez pewien czas SA.

- ✓ Każda stacja porównuje swoją wartość TRT z TTRT. Jeżeli $TRT \geq TTRT$, to stacja musi oddać token. W przeciwnym wypadku wartość zegara THT jest ustawiana na wartość zegara TRT, a zegar TRT jest zerowany.
- ✓ Stacja może nadawać do czasu, aż wartość THT osiągnie wartość TTRT.



Algorytm dostępu do medium w FDDI, cd.

- ✓ Stacja kończy nadawanie i zwraca token, kiedy zegar THT osiągnie wartość TTRT. Jeżeli THT i TTRT zrównały się w trakcie nadawania ramki, to jej nadawanie może być kontynuowane.
- ✓ Nadawanie ramek synchronicznych niezależnie od wartości TRT może w pewnych warunkach spowodować, że TRT dla niektórych stacji może przekroczyć TTRT, ale nigdy nie będzie większe niż $2 \cdot TTRT$.



Odporność technologii FDDI na uszkodzenia

Technologia FDDI wyposażona jest w szereg mechanizmów zapewniających jej dużą odporność na uszkodzenia. Są to następujące udogodnienia:

- ✓ Regeneracyjne właściwości podwójnego pierścienia (Dual Ring),
- ✓ Stosowanie przełącznika optycznego,
- ✓ Podwójne podłączanie szczególnie ważnych urządzeń.

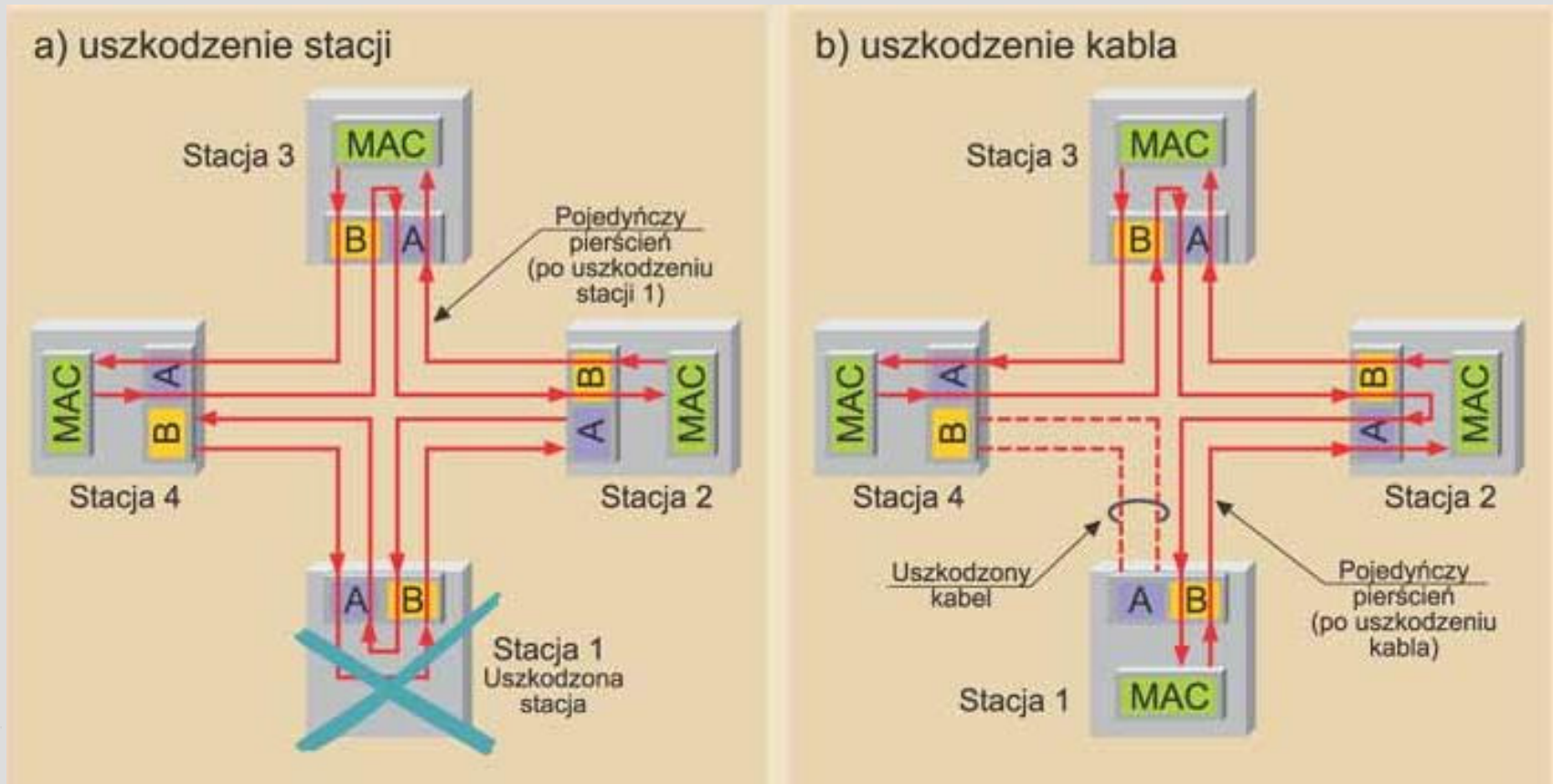


Odporność technologii FDDI na uszkodzenia, cd.

- ✓ Sieć FDDI charakteryzuje się dużą niezawodnością pracy, w przypadku awarii stacji lub uszkodzenia światłowodu pierścień jest automatycznie rekonfigurowany - odpowiedzialny jest za to system zarządzania wchodzący w skład SMT.
- ✓ Podstawowym układem stosowanym do rekonfiguracji sieci jest optyczny układ obejściowy (Optical Bypass) - w momencie awarii stacji lub braku zasilania układ "zamyka" tor światłowodowy, tak aby sygnał ze stacji poprzedniej przechodził bezpośrednio do stacji następnej.



Regeneracyjne właściwości podwójnego pierścienia



Odporność technologii FDDI na uszkodzenia, cd.

Układ **Optical Bypass** jest aktywowany przez uszkodzoną stację lub stację sąsiednią lub przez operatora sieci.

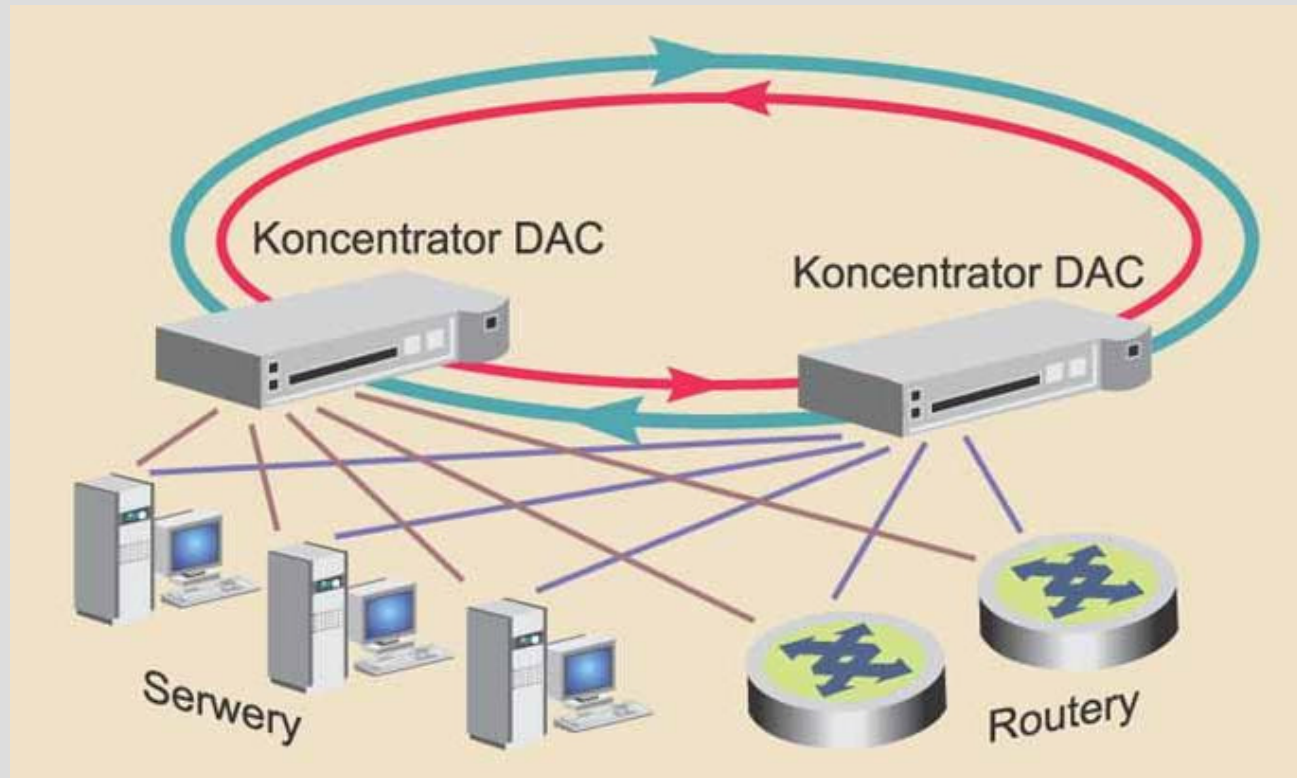
- Urządzenie obejściowe wprowadza 2,5 dB straty mocy.

Innym rodzajem zabezpieczenia jest układ dodatkowego łącza (Dual Homing) - jest to dodatkowe połączenie (Backup Link) wprowadzane w celu zabezpieczenia urządzenia o szczególnym znaczeniu dla pracy sieci.

- Połączenie aktywowane jest w momencie awarii połączenia podstawowego (Primary Link).



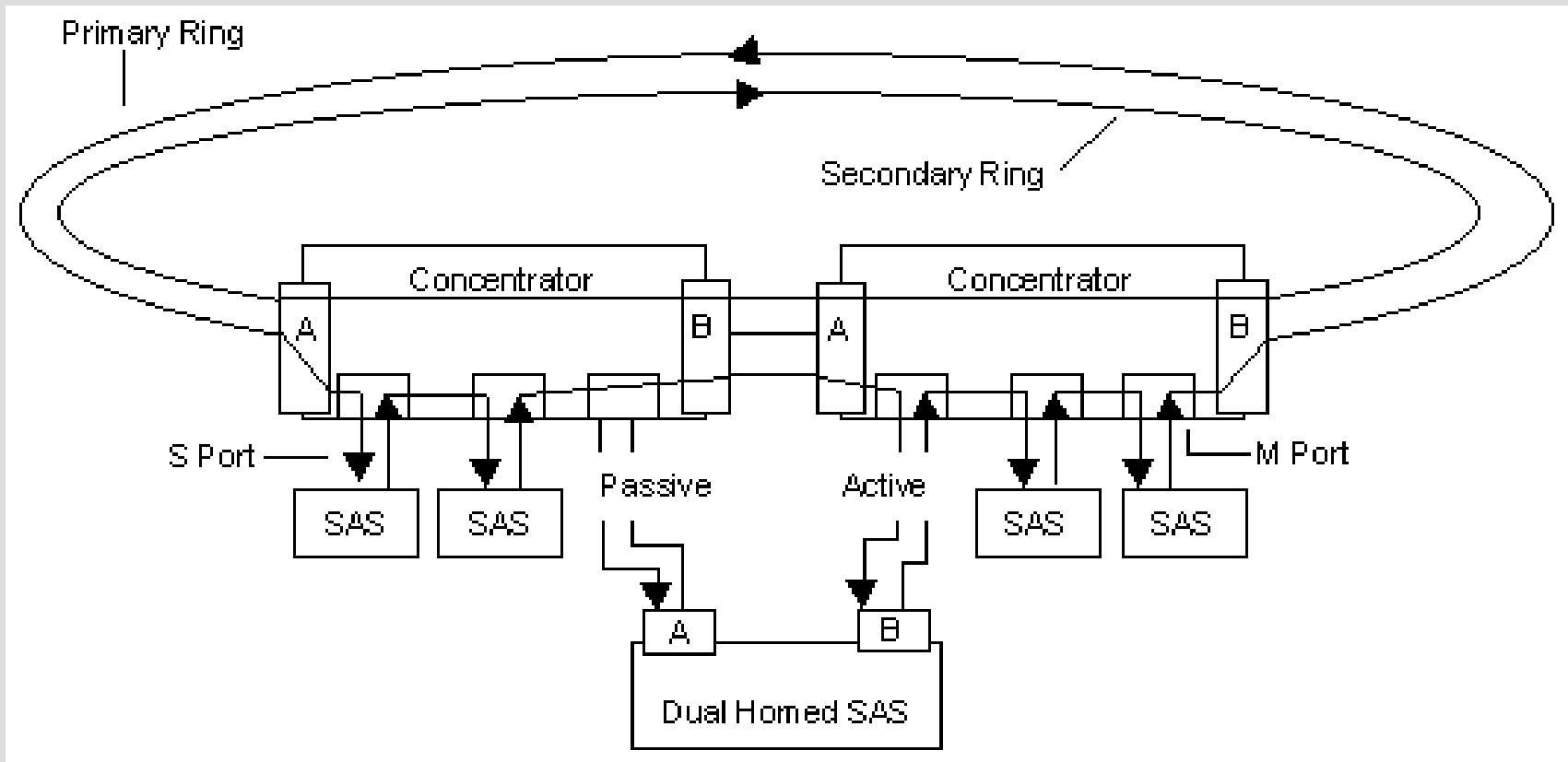
Podwójne podłączenie ważnych urządzeń



Szczególnie ważne urządzenie pracujące w sieci FDDI (routery, serwery) mogą być podłączone za pomocą techniki Dual Homing – do dwóch koncentratorów DAC. Tylko jedno połączenie jest aktywne, drugie pasywne uaktywniane jest tylko przy uszkodzeniu aktywnego.



Podwójne podłączenie ważnych urządzeń, cd.



Migracje od FDDI na inne technologie

- ✓ Czasy świetności FDDI ma już za sobą. Technologia zapewniająca prędkość transmisji rzędu 100 Mbit/s w szkieletcie sieci jest dla wielu zastosowań już niewystarczająca.
- ✓ Bariera powstrzymująca dalszy rozwój FDDI tkwi nie tylko po stronie samej technologii. Mechanizmy rynku doprowadziły do sytuacji, w której produkty FDDI są coraz trudniej dostępne, a przy tym mało konkurencyjne cenowo w porównaniu z innymi rozwiązaniami (np. z Fast Ethernet).



Migracje od FDDI na inne technologie, cd.

Migrować można do ATM (Asynchronous Transfer Mode) oraz Gigabit Ethernet. Podstawowa różnica pomiędzy nimi tkwi w rozmiarze i sposobie przetwarzania pakietów: w przypadku ATM są to krótkie, 53-bajtowe komórki, Gigabit Ethernet posługuje się ramką Ethernet.

- ✓ Przewaga ATM ujawnia się w środowiskach wymagających zaawansowanych mechanizmów zarządzania pasmem i precyzyjnego dopasowania sposobu przesyłania do charakteru przesyłanych danych (transmisją danych, głosu i obrazu).
- ✓ Gigabit Ethernet bryluje tam, gdzie istotna jest prostota wdrażanych rozwiązań, łatwość integracji z powszechnie stosowanymi technologiami sieciowymi stosowanymi w komputerach osobistych i stacjach roboczych oraz rozsądna cena.



Migracje od FDDI na inne technologie, cd.

Problemy z migracją do Gigabit Ethernet:

- ✓ Standard FDDI wykorzystywano najczęściej do budowy światłowodowego szkieletu sieci. Szkielet tworzono w topologii pierścienia, na którego obwodzie znajdowały się węzły obsługujące lokalne segmenty sieci. Najczęściej wykorzystywanym medium transmisyjnym był kabel światłowodowy wielomodowy.
- ✓ Standard FDDI umożliwia osiągnięcie dystansu do 2 km pomiędzy węzłami. Standard Gigabit Ethernet określa odległość pomiędzy węzłami tej sieci na maksymalnie 550 m w przypadku kabla 50/125 mkm i tylko 275 m dla kabla 62,5/125 mkm.
- ✓ Przejście od FDDI do Gigabit Ethernet może więc okazać się kłopotliwe dla sieci opartych o kabel wielomodowy, w których odległości pomiędzy węzłami przekraczają owe 550 m.



Migracje od FDDI na inne technologie, cd.

Problemy z migracją do standardu ATM:

- ✓ Odległości pomiędzy sąsiednimi węzłami połączonymi kablem wielomodowym mogą sięgać 2 km tak dla ADM jak i dla FDDI.
- ✓ Problem jest związany z typową dla FDDI topologią pierścienia. Jeśli odchodząc od FDDI na rzecz ATM chcielibyśmy zachować tę topologię, musielibyśmy w każdym węźle umieścić zarówno szkieletowy przełącznik ATM jak również przełącznik brzegowy ATM/LAN. Mogłoby oczywiście być to jedno modułarne urządzenie spełniające obydwie te funkcje równocześnie. Oznacza to jednak i tak bardzo poważny wydatek.



Migracje od FDDI na inne technologie, cd.

Bridge FDDI/Ethernet.

Gigabit Multimode Extender umożliwia pokonanie przez ramki Gigabit Ethernet dystansu 2 km. Przełamanie ewidentnych ograniczeń standardu Gigabit Ethernet IEEE 802.3z stało się możliwe dzięki dostępowi do wydajnych półprzewodnikowych źródeł produkowanych przez grupę MRV.

FiberDriver posiada dwa porty światłowodowe typu duplex SC:

- Pierwszy z nich służy do przyłączenia dowolnego standardowego przełącznika Gigabit Ethernet wyposażonego w port 1000Base-SX.
- Drugi port stanowi wyjście na wielomodowe łącze Gigabit Ethernet o długości do 2 km.



FDDI-2

- ✓ Najnowszą wersję standardu FDDI określa się jako FDDI-2 – jest to hybrydowy system transmisji umożliwiający realizację **pierścienia szczelinowego z ramkowaniem**.
- ✓ FDDI-2 obsługuje ruch izochroniczny oraz ruch synchroniczny i asynchroniczny, czyli umożliwia przesyłanie obrazów video, sygnałów mowy i danych w jednej sieci, poprzez wydzielenie podkanałów cyfrowych dla połączeń wideofonicznych.
- ✓ FDDI-2 pozwala na utworzenie do szesnastu dynamicznie przydzielanych kanałów szerokopasmowych o przepustowościach 6,144 Mb/s oraz jednego o przepustowości 0,708 Mb/s, zarezerwowanego do celów sterowania oraz obsługi ruchu synchronicznego i asynchronicznego.

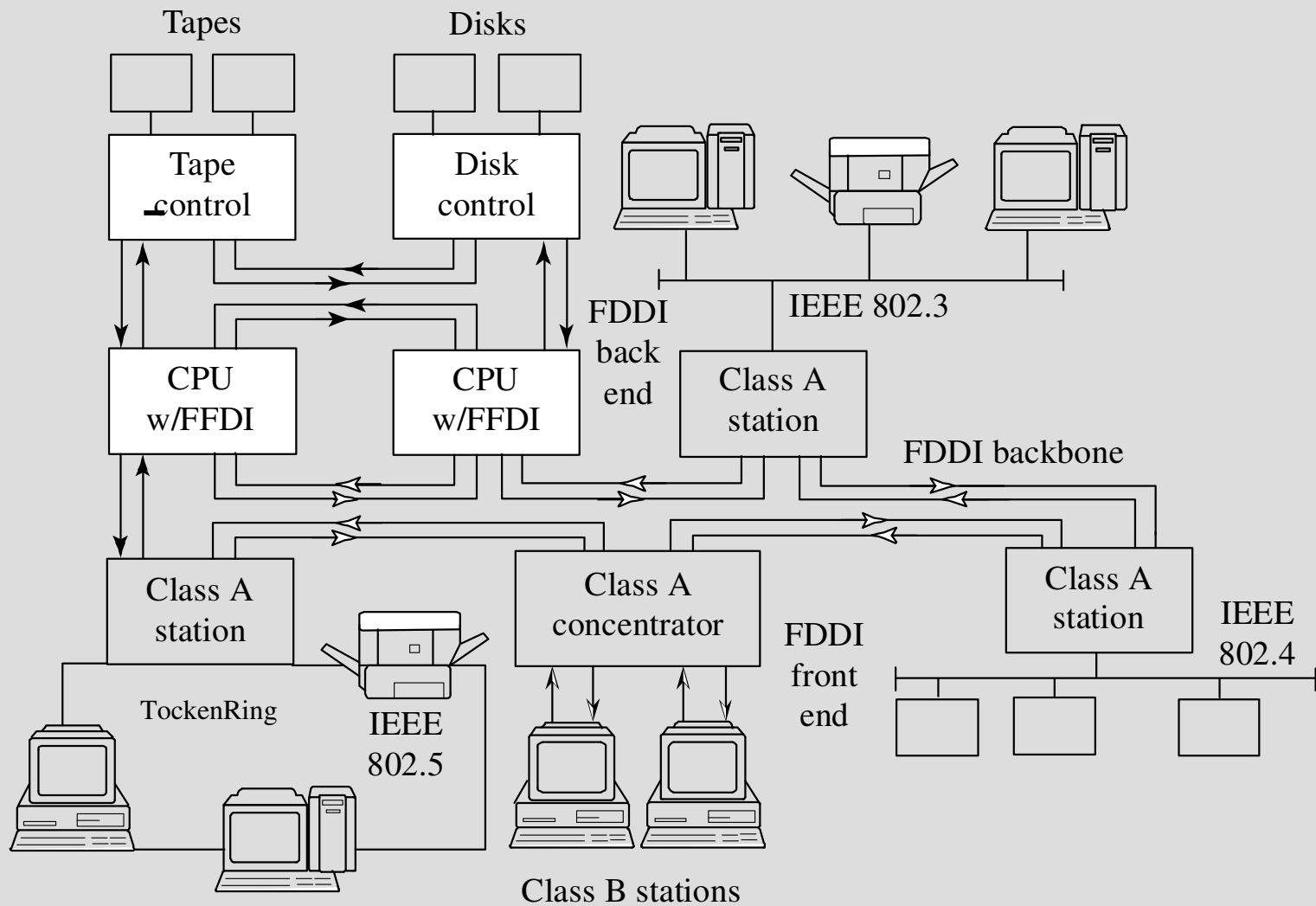


Czytać

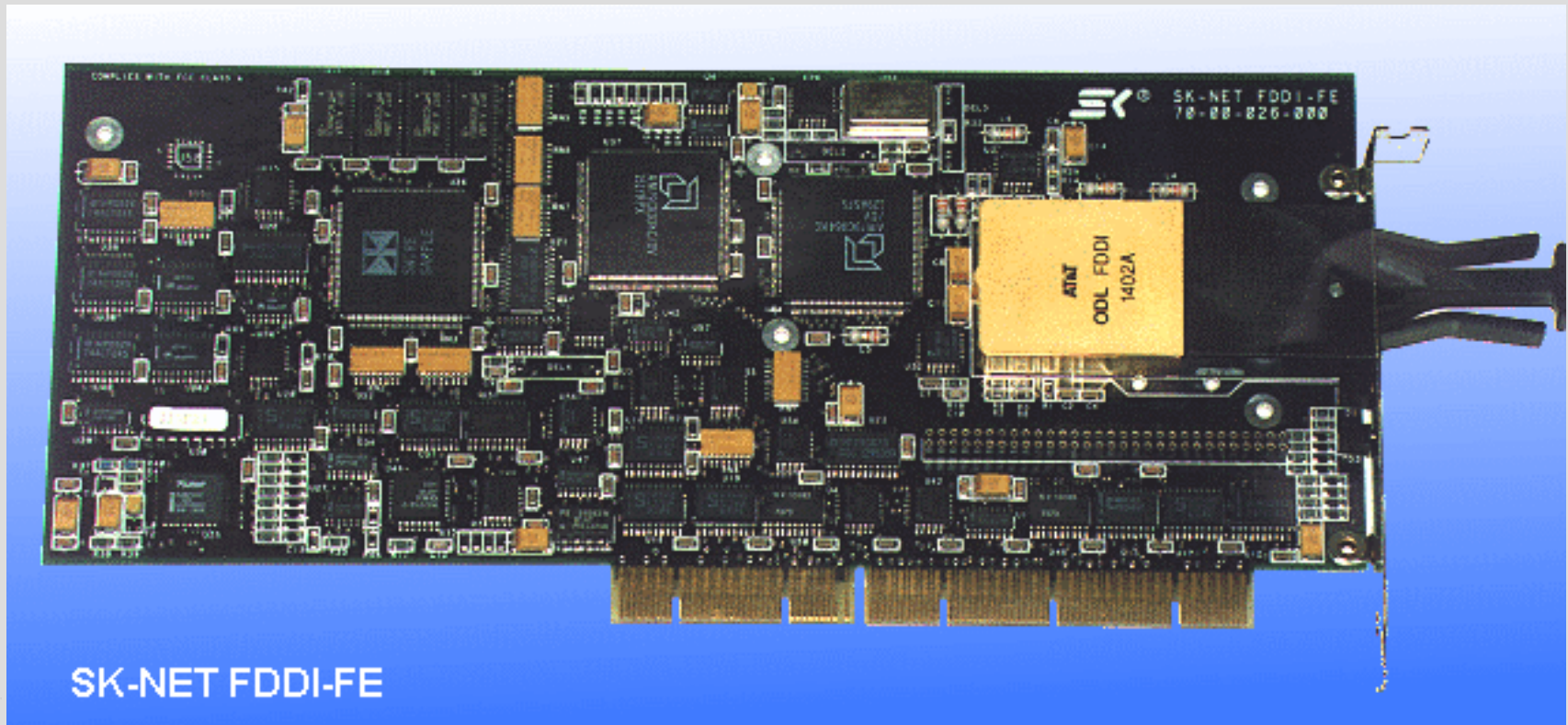
- Wolisz A., *Podstawy lokalnych sieci komputerowych*, WNT Warszawa 1990, 1992.
- Tanenbaum A., *Sieci komputerowe*, WNT Warszawa, 1988.
- *Interaktywny podręcznik sieci komputerowych*, <http://www.man.poznan.pl/~pawelw/dyplom/>



Muzeum sieci komputerowych – FDDI



Karta sieciowa FDDI



Współpraca FDDI z Ethernet

