

## 5. Síť LAN, Ethernet, ATM

### IEEE 802

IEEE (Institute of Electrical and Electronics and Engineerers). Standarty této organizace pokrývají **fyzickou** vrstvu (specifikace HW) a **linkovou** vrstvu rozdělenou na dvě samostatné podvrstvy. IEEE vypracovala pro tyto vrstvy množinu norem. IEEE 802.xx, které převzala i mezinárodní organizace pro normalizaci ISO pod označením ISO 8802.

V normě 802 je linková vrstva rozdělena na dvě podvrstvy: LLC a MAC. Dalo by se říct, že rozhraní LLC-MAC je rozhraním mezi SW a HW vybavením stanic počítačové sítě.

Vrstva **MAC** (Medium Access Control) - podvrstva řízení přístupu na médium MAC tvoří spodní část linkové vrstvy, má společné rozhraní s fyzickou vrstvou. Její funkce jsou **závislé** na topologii sítě a použité přístupové metodě. Tato vrstva řídí přístup na médium, kontroluje správnost přenášených rámců, hodnotí blokování sítě, využívání jinými účastníky, také inicializuje vysílání a příjem dat pro fyzickou vrstvu. Normy 802.3 - 802.14 specifikují podvrstvu Mac s fyzickými vrstvami konkrétních sítí Lan / Man.

Vrstva **LLC** (Logical Link Control) - podvrstva řízení logického spoje je popsána normou IEEE 802.2. Tvoří vrchní část linkové vrstvy modelu OSI. Svým horním rozhraním komunikuje se síťovou vrstvou. Je **nezávislá** na fyzické interpretaci sítě a její úlohou je vytváření, rušení a kontrola linkových spojení mezi uzly sítě, a také adresace komunikujících procesů na linkové úrovni (např. protokolů vyšších vrstev). Také řídí bezpečný přenos dat mezi dvěma uzly sítě bez jejich přímého fyzického propojení. Pro podvrstvu LLC je specifické poskytování dvou základních tříd služeb:

- datagramová služba:
  - vykonává nepotvrzovaný přenos dat
  - nemůže zabezpečit kompletnost přenosu dat => odpovědnost se přenáší na vyšší vrstvy
  - výhodou je jednoduchost, menší zatížení sítě
  
- virtuální spojování:
  - přenos dat po vytvořených virtuálních linkových spojkách
  - pak jsou přenášeny datové rámce v příslušném pořadí (s číslováním a potvrzováním příjmu)
  - využívá se zřídka (např. u protokolu Net-Bios)

### Přehled některých norem IEEE 802 :

802.1 – rozhraní pro vyšší vrstvy

802.2 – norma pro podvrstvu LLC obecné sítě

802.3 – standart specifikuje **ethernet** jako lokální počítačovou síť, která spojuje jednotlivé počítače prostřednictvím společně využívaného komunikačního média. Každý počítač v síti pracuje samostatně, nezávisle na ostatních (neexistuje centrální prvek). Používá kolizní přístupovou metodu CSMA/CD.

- Standarty ethernetu: (číslo (10) – přenosová rychlost Mb/s; (Base) –typ přenášeného signálu;  
 (T) – typ kabeláže):  
 802.3 – pro síť 10 BASE 5  
 802.3a – pro síť 10 BASE 2  
 802.3i – pro síť 10 BASE T  
 802.3j – pro síť 10 BASE FX  
 802.3u – pro síť 100 BASE T  
 802.3z – pro síť 1000 BASE (jedná se o gigabitový ethernet, pro páteřní sítě)  
 ( <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/> )
- 802.4 – **Token Bus**, výhodné pro technologické a průmyslové aplikace (deterministická přístupová metoda => čas odezvy pod 20ms). Dokáže umožnit prioritní přístup k médiu (hierarchuje jednotlivé uzly podle stupně důležitosti)
- 802.5 – **Token Ring** s přístupovou metodou Token Passing. Specifikuje topologii fyzického kruhu a  
 definuje speciální kabelové spojení pomocí stíněného krouceného dvojdrátu pro oba směry přenosu (i optika)
- 802.6 – síť **MAN (DQDB)**. MAN je definována jako síť (s vysokorychlostním propojením), pokrývající větší oblast (území, arály budov) do 500 uzlů, nepřesahující vzdálenost 100km.
- 802.7 – pro skupinu širokopásmových sítí LAN
- 802.8 – pro **optické sítě** LAN
- 802.9 – pro síť LAN s integrovanými službami (hlas, data)
- 802.10 – **bezpečnost** u sítí LAN
- 802.11 – **bezdrátové sítě** LAN
- 802.12 – **vysokorychlostní síť** 100VG-AnyLan (firma Hewlett Packard) je založena na přístupové metodě DPP s prioritním přístupem k médiu. Umožňuje přenosy rámců sítí Ethernet a Token Ring po klasické UTP, STP kabeláži rychlostmi 100 Mbps. Topologie je hvězdicová a je založena na aktivních prvcích a opakovačích

## ETHERNET

Ethernet je původní jméno z počátku existence sítě. Pak si tuto značku zaregistrovala firma Xerox a Ethernet je tedy v normách nazýván CSMA/CD protokol. V dnešní době se klasický ethernet téměř nepoužívá je nahrazen switch ethernetem a rychlejšími technologiemi. Ethernet je velmi choulostivý na rušení a nekorektní stavy. Zpomaluje se při přetížení sítě.

Ethernet je typický nespojově orientovaný protokol lokálních sítí, který popisuje norma - **IEEE802.3** jako síť s mnohonásobným přístupem reagující na nosnou frekvenci a detekující kolizi **CSMA/CD** (carrier Sense Multiple Access with Collision Detect). Délka **paketu** se pohybuje mezi **64 až 1518B**.

Základem Ethernetu je sběrnice (bus), ke kterému jsou připojena jednotlivá zařízení. Ta mají ke sběrnici volný přístup a sledují provoz na ní. Síť Ethernetu lze mosty a směrovači rozdělit na několik segmentů a snížit tak počet kolizí.

Ethernet je nejrozšířenější technologií pro lokální síť. Lze ho provozovat na různých fyzických médiích (koax, kroucená dvojlinka, optická vlákna)

a) silný kabel (žlutý - průměr cca 10mm) - max vzdálenost 500m, na konci jsou odpory 50Ω. Topologie BUS. CSMA/CD. Paket 1.5kbitu. Je možné mít více větví, ale musí být mezi nimi REPEATER. Rychlost je 10Mbitů/s. 10Base-5

b) tenký kabel – černý 6 mm.

- Spojuje se téčkama.
- Max délka 185m. min 3m
- Omezení na 30 počítačů.
- Rychlost 10Mbitů/s.
- Přístupová doba je stejná jako u silnějšího kabelu. 10Base-2

c) twist - (UTP - 100 ohmů, STP) standard 10Base-T, 100Base-T, ...

- délka kabelu 100m
- huby lze řadit do kaskád (max 4)
- počet větví v kaskádě 1024

d) optika - standard 10BASE-F, ... Konektor ST, jádra 50/125, 62,5/125, 80/125, 100/140um. Do 2km.

## Standardy

Názvy standardů jsou zakončeny číslicí udávající délku ve stovkách metrů. Vyjimku tvoří Twist Pair, který končí písmenem T a má délku 100m.

### 10Base-T

10Base-T je standard pro Ethernet používající rozvod z twistovaných vodičů. Tento systém popisuje norma IEEE 802.3. Vytváří síť s mnohonásobným přístupem reagující na existenci nosné a s kolisním protokolem CSMA/CD.

### Switched Ethernet

Switched Ethernet (přepínaný Ethernet dříve dedikovaný) není samostatný protokol. Přepínaný Ethernet rozděluje sdílené medium do několika oddělených segmentů, čímž je zajištěna minimální vnitřní propustnost každého segmentu. Mezi segmenty je provoz slabší, a tak nedochází ke kolizím. Switched Ethernet umožňuje manipulaci s daty na úrovni 2. vrstvy. Zachovává sdílenou filosofii Ethernetu, ale využívá **twistovanou** kabeláž tam, kde sdílení není. Switchovány jsou vnitřní spoje sítě, a protože switche nemají adresy, nejsou ani viditelné. Pokud od switche je v segmentu hub, nelze provozovat duplexní provoz na tomto segmentu sítě. Od switche k serveru je obvykle samostatná přímá dvojlinka, která určuje dedikovaný segment a tedy lze v této části provozovat duplexní provoz. Tedy duplexní provoz může být pouze tam, kde z principu nemůže nastat kolize. Při duplexním provozu je nutné změnit filozofii sítě, aby toto vysílání nepovažovala za kolizi. Dále je nutné změnit síťové karty. Systém kolizí zabraňuje garantovat pravidelnost vysílání a také prioritní nároky.

## **Fast Ethernet**

používá také CSMA/CD. Provozuje se jen na twistových párech nebo optických vláknech. Zvýšená rychlost je zaplácena menší vzdáleností, která je obvykle 210m.

**100BASE-T** používá stejnou přístupovou metodu jako 10BASE-T tj. CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection). Podporuje **hvězdicovou topologii** a podporuje kabeláž typu STP - unshield Twisted Pair

Standardy:

- 100BASE-TX pro dva páry STP nebo UTP kategorie 5, 100m segment
- 100BASE-FX pro 2 vlákna optického kabelu, fibre Konektor SC, MIC a bajonetové ST, 412m délka spoje
- 100BASE-T4 pro UTP kategorie 3 a 4 s volnými všemi 4mi páry. Konektor: RJ-45

## **Popis činnosti**

Každá fyzická hladina používá jiný způsob zpracování signálu.[4

- 100BaseT4 - 3 páry s rychlostí 33Mb/s pro přenos dat s celkovou rychlostí 100Mb/s a čtvrtý slouží pro detekci kolizí] ,tím lze použít UTP kategorie 3,4,5,
- 100BaseTX - používá 2 páry, jeden pro určení kolise a příjem dat, druhý datový pro přenos dat s frekvencí 125MHz. Ke zvýšení spolehlivosti je signál kódován (pro dlouhé jedničky) a tak propustnost skutečných dat je 80 procent, což je 100MHz.
- 100BaseFX - jedno optické vlákno pro přenos dat, druhé pro kolisi a příjem dat.

Fast Ethernet může pracovat s Full Duplexem, to je 2x100Mb/s. Využití full duplexu je vhodné u páteřních přenosů mezi přepínači, neboť v soustavě klient-server je přenos dat velmi nesymetrický. Full duplex nelze použít na vstupech hubu. Naopak lze použít i u spojení switch - síťová karta.

**Gigabit Ethernet** pracující na 1Gb. Zvýšil přenosovou rychlost na 1 Gbit/s. Opět recykloval co nejvíce prvků z původního Ethernetu, teoreticky i algoritmus CSMA/CD. V praxi je ale gigabitový Ethernet provozován pouze přepínaně s plným duplexem. Důležité je především použití stejného formátu rámce. Původně byl definován pouze pro optická vlákna (IEEE 802.3z), později byla doplněna i varianta pro kroucenou dvoulinku (IEEE 802.3ab).

## **Vlastnosti:**

- pouze velké množství dat
- nemá synchronní přenos
- vyhovuje standardu 802.3
- kompatibilní s Ethernet a Fast Ethernet

## **Oblasti využití:**

- páteřní 1 Gb propojení Fast Ethernet přepínačů
  - centrální Gb přepínač
  - několik Fast Ethernet switchů propojených Gb Ethernet uplink modulem
- 1 Gb Ethernet HUB propojený na síť. zařízení (servery) s Gb Ethernet adaptéry

-upgrade FDDI - výměna stávajícího FDDI koncentrátoru nebo HUBu za 1 Gb Ethernet switch nebo repeater

### **Gigabit Ethernet můžeme charakterizovat následovně:**

- struktura rámců je podle IEEE 802.3
- přístupová metoda je CSMA/CD
- vysokorychlostní rozhraní FCI(Fiber Chnnel Interface), 1.05 Gb/s

### **Varianty fyzické vrstvy gigabitového Ethernetu podle normy IEEE 802.3z, 802.3ab**

<b>Norma</b>	<b>Přenosové médium</b>	<b>Dosah</b>
1000 Base SX	mnohovidové optické vlákno (850 nm)	500 m
1000 Base LX	mnohovidové optické vlákno (1300 nm)	500 m
	jednovidové optické vlákno (130 nm)	2000 m
1000 Base CX	koaxiální kabel STP (twinax)	25 m
1000 Base T	kroucené páry UTP	

**Desetigigabitový Ethernet** - představuje zatím poslední standardizovanou verzi. Jeho definice byla jako IEEE 802.3ae přijata v roce 2003. Přenosová rychlost činí 10 Gbit/s, jako médium slouží optická vlákna a opět používá stejný formát rámce. Algoritmus CSMA/CD byl definitivně opuštěn, tato verze pracuje vždy plně duplexně. Specifikace pro kroucenou dvoulinku 802.3an počítá s CAT7 pro plných 100m, ale na kratší vzdálenosti lze použít i nižší kabeláž.

### **CSMA/CD**

CSMA/CD Carrier Sensible Multiply Access je kolizní protokol. Jedná se o přístupovou metodu, která určuje přístup jednotlivých uzlů k přenosovému médium. Jednotlivé stanice naslouchají na médium a chtějí-li vysílat čekají až je volno. Jakmile je volno stanice začne vysílat (a zároveň naslouchá). Začne-li ale vysílat více stanic současně je detekována kolize kdy jsou data poškozena/neplatná. V tu chvíli přestanou stanice vysílat, odmlčí se po náhodnou dobu a pak opakují pokus. (max. 16 pokusů, pak ohlásí chybu výše). S přibývajícimi stanicemi a zvyšující se komunikací a v závislosti na velikosti rámců dochází k nárůstu kolizí (větší režie, nižší přenosová rychlost).

U kabelů je kolize detekována zvýšeným napětím, u Twistů tím, že na přípojce jsou data v obou párech.

### **Formáty rámců**

Datové pakety obsahují mimo jiné adresu cílové a vysílací stanice. Těmto paketům naslouchají všechny stanice. Formát rámců Ethernet (existují dva typy 802.3 a Ethernet II):

a IEEE802.3

Bytes	7	1	6	6	2	46-1500	4
význam	Preamble	SOF	Cíl.adr	Zdroj.adr	Délka/Typ	Data	FCS

První dvě části neobsahují žádná užitečná data a nepočítají se do celkové délky.

- **Preamble** je určená k synchronizaci přijímače
- **SOF**Start of Frame delimiter - oddělovač začátku rámce - určuje skutečný začátek rámce.

- **Adresa příjemce** 6 bytů. Může být jedinečná (**unicast**) nebo skupinová (**multicast** - začíná jedničkou (tj. nejnižší bit)) nebo všeobecná (**broadcast** - obsahuje samé jedničky). Adresy jsou obsaženy v **hardware** síťových adapterů a jsou určeny **výrobcem** (u většiny výrobců je možné ji programově změnit).
- **Adresa odesílatele** 6 bytů. Může být jen jedinečná. Jinak popis stejný.
- **Typ u Ethernetu** specifikuje, který protokol vyšších vrstev je obsažen v rámci.
- **Délka u 802.3** určuje počet bytů mezi touto položkou a FCS. Informace o protokolu je obsažena v záhlaví IEEE802.2, které je součástí dat.
- **data** 46 až 1500 bytů dat. Pokud stanice chce vyslat méně než 46 bytů, musí být rámec doplněn na 64 bytů. Toto doplnění se nazývá **padding** a není zahrnuto u 802.3 v délce.
- **FCS Frame Check Sequence - kontrolní sekvence** obsahuje součet CRC (Cycle Redundance Check).

## Stavební prvky

### Síťové desky

Desky mají pevně zabudované identifikační číslo.

Desky pro 10Mb/s mají původní 15ti kolíkový AUI konektor a konektor RJ-45 nebo BNC, respektive u typu kombi všechny tyto konektory.

Desky pro rychlosti 100Mb/s a výše mají jen UTP konektor RJ-45 nebo pro STP konektor DB-9, pro optiku ST

### Návrh sítě

kromě již uvedených podmínek

Signál může být přenášén maximálně pěti kabelovými segmenty propojených 4mi opakovači, z toho jen na třech mohou být stanice (pravidlo 5-4-3). (Při přechodu přes bridge/switch/router se začíná počítat znovu) Nesmí se vytvářet smyčka.

## ATM

ATM je **spojově** orientovaný protokol s rychlostmi 25Mb/s, 155Mb/s (patří do fast nets) a 622Mb/s (patří do gigabitových technologií). Spojení je **jednosměrné**, ale mohou se vytvořit současně 2 spojení, které pak vytvoří obousměrnou komunikaci. Pokud se naváže spojení jen s jedním adresátem, jedná se o **spojení dvoubodové**, pro více adresátů **vícebodové** (ale jednosměrné - jen jeden vysílač). Toto vícebodové spojení začíná dvoubodovým a postupně se přidávají další příjemci. Zpoždění na jednom přepínači je v jednotkách resp. v desítkách  $\mu$ s.

ATM se používá zejména pro

- sdílení dat a multimediálních informací, kdy Ethernet (standard, fast i giga) nezaručují **QoS** - Quality of Services, které jsou nezbytné pro přenos hlasu a multimediálních informací.
- realizaci páteřních sítí, zejména tehdy, když existuje požadavek na redundantní cesty (paralelní přenosové cesty).
- vytváření virtuálních sítí.

ATM umožňuje řídit provoz na síti jako celek. Přechod na ATM je možný dvěma způsoby

- **Čisté ATM**, které vznikne výměnou všech prvků sítě za prvky ATM, nebo
- **Emulací LAN**, která přizpůsobuje ATM požadavkům protokolů IPX a IP na existenci nespojovaných služeb.

- Parametry:**
- **libovolná topologie**
  - **Médium** - Optika (2 linky) - obousměrně
  - **Rychlost** - 1) 155 Mbps  
2) 622 Mbps  
3) 2466 Mbps
  - **Spoje** - propojení mezi přepínači rozhraní NNI(Network to Network Interface)
  - Přenosové rozhraní **UNI**
  - **Délka paketů** - 53B - 5B hlavička  
- 48B data
  - **Šíření dat** - 1) Permanentní virtuální spoj (trvalý)  
2) Dočasný spoj - SVC (vznik - Navážu spojení a Směrovače ho spojí)

- Nový typ:**
- synchronní
  - menší objem
  - Pro přenos - Zvuku - potřeba zaručit stabilní přenos  
- Obrazu (MPEG) - potřeba zaručit stabilní přenos  
- Data

### **Vrstvový model**

- Fyzická** - typy konektorů, periferie
- ATM** - přenos
- AAL** - ATM Application Layer (adaptuje pro služby)

### **Popis**

**ATM** - Asynchronous Transfer Mode. Název asynchronní je odvozen od nepravidelného výskytu buňek s informacemi od jistého uživatele.

Technologie může přenášet všechny druhy informací (zvuk, data, obraz,...) po LAN i WAN.

Umožňuje integrovat stávající komunikační prostředky.

Technologie ATM, neboli také Cell Relay je architektura navržená pro vysokorychlostní přepínací (switching) sítě. Filosofie vychází za svého předchůdce Frame Relay.

ATM je určeno pro přenos videa, zvuku, síťových multimediálních aplikací a videokonferencí.

ATM je založeno na hardware, zatímco Frame Relay je provozováno softwarově. Jsou proto velmi nákladné, ale za to s neomezenou propustností.

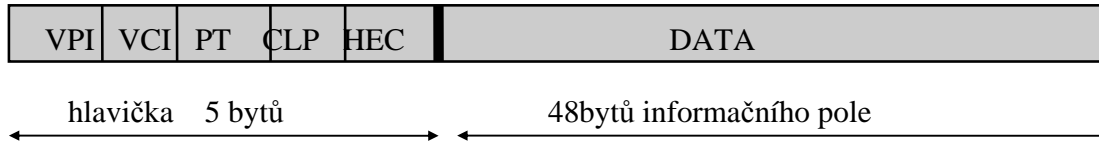
Významným rysem ATM jsou **pevné pakety (buňky) délky 53 Bytů** (hlavička 5Bytů, data 48 Bytů), což vede ke zjednodušení a urychlení zpracování.

Hlavička zaručující snadné přepínání obsahuje

- VPI (Virtual Path Identifikátor) určuje virtuální cestu- 12b
- identifikační číslo VCI - Virtual Channel Identifier, které je shodné pro celý přenos - 16b,
- CLP (stejně jako u Frame Relay) který rozlišuje důležité informace od méně důležitých PTI (Payload Type Identifier) délky 3 bitů a dále 1b CLP (Cell Loss Priority) určující, které pakety

mohou být v případech zahlcení bez varování příjemce vypuštěny v první etapě (byty hudby a pod) a

- HEC (Header Error Control), který tvoří kontrolní součet hlavičky (8bitů) s opravou na 1 bit. Pokud je v hlavičce objevena a neopravena chyba, data nejsou dál přenášena.



Tato hlavička platí na rozhraní UNI (User-to- Network Interface). Pro rozhraní NNI (Network-to-Network Interface) je VPI rozdělena 4bitový GFC (General Flow Control - dnes bez významu) a vlastní VPI.

Protokol je orientován **spojově**, to znamená, že se vytváří na začátku přenosu **virtuální kanál VC /Virtual Channel**) ať spojovou cestou nebo pomocí pevného spojení. Virtuální kanál je tvořen směrníky v každém ATM uzlu sítě. Hlavička ATM buňky obsahuje informaci, podle které je v příslušném ATM uzlu vybrán směrník, který určuje, kam bude buňka směřována. ATM buňky patřící jednomu kanálu procházejí vždy stejnou cestou. Z těchto kanálů se vytváří **virtuální cesta**. Po vytvoření virtuální cesty se buňky pohybují pouze podle identifikačních čísel (na fyzické vrstvě). V uzlech, kterými procházejí se čtou hardwarově pouze tyto identifikační čísla. Před začátkem přenosu si aplikace rezervuje potřebnou šířku pásma (šířku cesty), kterou během přenosu nemusí vždy využít. Na rozdíl od Ethernetu je tedy ATM spojově orientovaná a není omezena horní hranice rychlosti. V současné době je rychlost od 25 do 155 až 622 Mb/s. Využívá dynamické virtuální okruhy (cesty, kanály), které však existují jen po dobu přenosu a pak zanikají. ATM pracuje podle 3 vrstevového modelu

1. **Fyzická vrstva** - Physical Layer, Technologie ATM nezajišťuje sama konkrétní fyzický přenos, ale využívá fyzické vrstvy jiných technologií. Proto fyzická vrstva ATM nemá vlastní omezení rychlosti. Vrstva generuje a přijímá bity a zajišťuje taktovací frekvenci. Nad touto čistě fyzickou vrstvou je rámcové přizpůsobení přenosovým protokolům. V budoucnu se přenos bude uskutečňovat na **SDH** technologii (Synchronous Digital Hierarchy) na rozdíl od dnešního ATM tj Asynchronního přenosu. Dělí se na
  - TCS Transmission Convergence Sublayer, kde se vkládají buňky do rámců (frames)
  - PLMDS - Physical Layer Medium Dependent Sublayer, kde jsou definované úrovně signálů na fyzickém mediu, konektory a kódování.
2. **Vrstva ATM** generuje a dekóduje hlavičku a provádí směřování paketů, vytváří a přiděluje virtuální cesty a virtuální kanály v přepínačích - odpovídá síťové vrstvě OSI. Tzn, že zajišťuje transport z jednoho koncového uzlu přes meziuzly do druhého koncového uzlu. Dále zabezpečuje vlastní přenos
3. **Přizpůsobovací vrstva AAL -ATM Adaption Layer** přizpůsobuje aplikace speciální technologii ATM. Tedy zajišťuje spojení s aplikacemi a řídí tok přenosu, a zodpovídá za příjem dat, hlasu a videa od aplikací a za jejich převod do buněk a naopak. Podle polohy odpovídá transportní vrstvě, ale i zajišťuje spolehlivost dat. Proto se dělí na dvě podvrstvy - CS, SAR Je zde několik služeb - tříd: ALL1, ALL2, ALL3, ALL4, SEAL.

### Služby AAL

1. A třída - Constant Bit Rate **CBR**

- pro přenos zvuku



- náhrada drátu
  - 2. B třída - Variable Bit Rate **VBR**
- pro video
- nárazově velký přenos, synchronní malý přenos
  - 3. C třída - Available Bit Rate **ABR**
- pro data
- jakýkoli přenos, hlavně rychle
  - 4. D třída - Unspecified Bit Rate **UBR**
- nejlevnější

### **Přepínače ATM**

Úkolem přepínačů je posílat buňky ze vstupního portu na správný výstupní port. Používají se dva typy přepínačů:

- **Time division - časové přepínání** Tyto přepínače jsou poměrně pomalé vůči sběrnici. V buňce, která přijde na vstupní port, je přepínačem přečtena VPI a VCI a podle jejich hodnot označena tagem, který výstup jí má přijmout. Při příchodu časového multiplexu pro daný vstupní port je buňka zaslána na všechny výstupy současně, všechny výstupy ji přečtou, ale pouze zvolený výstup jí uloží a zpracuje. Tento způsob je výhodný pro přenos pro více uživatelů.
- **Self Routing - samosměrovací.** Toto přepínání je založeno na tzv. Banyan přepínačích, kterých je mnoho a jsou navzájem propojeny. Každý Banyan má dva vstupy a dva výstupy. Příchozí informace je opět označena tagem, určujícím, který výstup má být použit a na který výstup následujícího prvku se má informace poslat. Problémem nastane pouze , při směrování dvou informací na stejný výstup dalšího přepínače.

### **LANE - Emulace LAN v ATM**

Aby současné síťové aplikace mohly při zachování své architektury komunikovat přes páteř ATM, byl vytvořen algoritmus pro zajištění transparentnosti prostředí ATM pomocí emulace rozhraní lokální sítě LAN. Pro tento účel jsou rozšířeny ATM o techniku podpory skupinové komunikace a podporu adresace jednotlivých lokálních sítí.

Specifikace emulace LAN je umožněna prováděním konverze rámců na úrovni linkové vrstvy (MAC) v přístupových bodech do sítě ATM, tj v přepínačích s konverzí ATM. Členy tak mohou být jak uzly ATM tak uzly na segmentech Ethernet nebo Token Ring (ne současně). Tato konverze ukrývá přítomnost ATM před síťovou vrstvou sítě LAN.

#### **Vlastnosti**

- počet stanic 65279
- rychlost 622Mb/s
- mohou se propojovat mezi sebou Ethernet a Token Ring
- neposkytuje základní službu ATM nazvanou QoS.
- vhodné pro sítě, kde většina uzlů je standardních a uzly ATM jsou převážně sdílené zdroje a páteřní propojení.

#### **Výhody emulace LAN**

- definuje MAC adresy pro ATM zařízení - lze použít IPX a IP protokoly,
- lze použít existující aplikace
- lze ji jednoduše implementovat,

- ATM přepínače vypadají jako síťové mosty.

#### **Nevýhody emulace LAN**

- je definovaná jenom v jednom segmentu sítě,
- nemá zabudovanou kontrolu přístupu,
- na propojení segmentů je zapotřebí klasických směrovačů (jsou pomalé,..)
- emulovaná LAN neposkytuje všechny výhody ATM.

#### **Funkce emulace LAN**

1. Přepínač Ethernet/LAN obdrží paket od koncové stanice. Pokud klient LEC, který je v přepínači nezná cílovou ATM adresu požádá LES o převod ethernet adresy na adresu ATM.
2. Server předá požadavek buď klientu LEC, který zaregistroval tuto eth. Adresu u LES, nebo pokud tomu tak není tak všem klientům LEC. Pokud LES tuto adresu zná, přeskakuje tento krok.
3. Klient LEC, který zná požadovanou adresu odpoví serveru LES.
4. LES zašle tuto adresu původnímu LEC nebo všem klientům
5. Původní LEC si tuto adresu zapamatuje a vytvoří přepínaný virtuální okruh. K ethernetovskému rámci se přidá LECID a vyšle ve formě ATM rámců formátovaných podle AAL5.

#### **Srovnání Gb versus ATM:**

**ATM** vhodné pro izochronní spojení v reálném čase (videokonference)

- pro současný přenos zvuku, obrazu a dat
- je velice drahý
- obtížně začlenění Ethernet sítě
- 1Gb a 10Gb ethernet v praxi nahrazuje ATM

**1 Gb Eth** technologie není možno zajistit izochronní komunikaci

- umožňuje radikálně zvětšit propustnost sítě
- zpětná kompatibilita s Ethernet sítěmi

### **FDDI**

(Fiber Distributed Data Interface - optické rozhraní pro distribuovaná data).

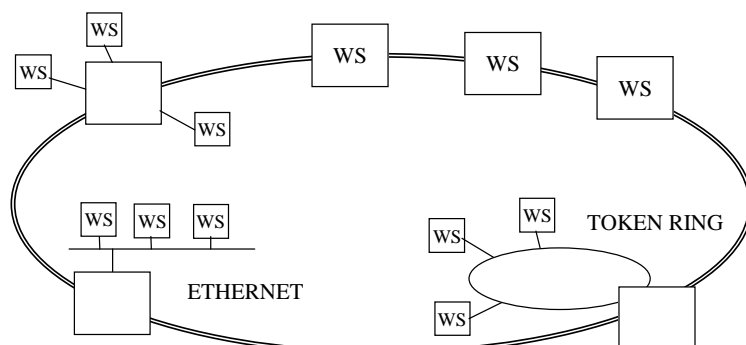
Tento standard byl na počátku 90.let jediným standardem pro vysokorychlostní páteřní síť. Dnes existuje řada konkurenčních řešení. Je stále vhodný pro značně zatížené segmenty páteřních (backbone) vedení. Základním rysem je přenosová rychlost 100 Mbps. Standard používá topologii "kruh", realizovaný jako dva protisměrné kruhy. Za normálního provozu je využíván první okruh, druhý, redundantní, je použit v případě závady prvního.

Existuje i varianta pro metalické vedení CDDI (Cooper Distributed Data Inteface)

#### **Základní charakteristiky :**

- standard ANSI X3T12
- přenosová rychlost 100 Mbps
- rozlehlost sítě 100 km
- vzdálenost stanic až 2 km (optická mnohovidová vlákna)
- dvojitý kruh
- připojené stanice typu :

- A (DAS - Dual Attached Stations) připojené na oba okruhy
- B (SAS - Single Attached Stations) připojeny přes koncentrátor
- přístupová metoda TOKEN PASSING IEEE 802.5
- podporuje IEEE 802.2
- výrobce např. Hasler, BICC, Fibronics



**Obr. 1. Schéma sítě FDDI**

Další rozvoj sítí FDDI je ve směru podpory multimédií a videokonferencí - rošíření FDDI-II (izochronní režim přenosu).