

SpSS – okruhy ktore boli spominane na posl. Prednaske

1. Spojovo orientovane komunikacie (vyhody, nevychody)

Fyzické spojenie

Výhody:

- Rýchle smerovanie dát v sieťových uzloch
- Zachovanie poradia prenášaných dát
- Garancia prenosovej rýchlosti/šírky pásma
- Konštantné prenosové oneskorenie a jitter

Nevýhody:

- Neefektívne využitie prenosovej kapacity

Virtuálne spojenie

Výhody:

- Rýchle smerovanie dát v sieťových uzloch
- Zachovanie poradia prenášaných dát
- Efektívne využitie prenosovej kapacity

Nevýhody:

- Negarantovanie prenosovej rýchlosti/šírky pásma
- Variabilné prenosové oneskorenie a jitter

2. Nespojovo orientovane komunikacie (vyhody, nevychody)

Výhody:

- Efektívne využitie prenosovej kapacity

Nevýhody:

- Náročné smerovanie dát v sieťových uzloch
- Možné preusporiadanie prenášaných dát
- Bez garancie prenosovej rýchlosti/šírky pásma
- Variabilné prenosové oneskorenie a jitter

3. Požiadavky na širokopásmové spojovanie.

- Veľký rozsah prepájaných prenosových rýchlostí
- Malé a konštantné oneskorenie signálu
- Bezchybný prenos informácie spojovacím poľom
- Spojovanie bez blokády
- Možnosť prepájať signály z jedného vstupu na viac, resp. všetky výstupy z poľa.

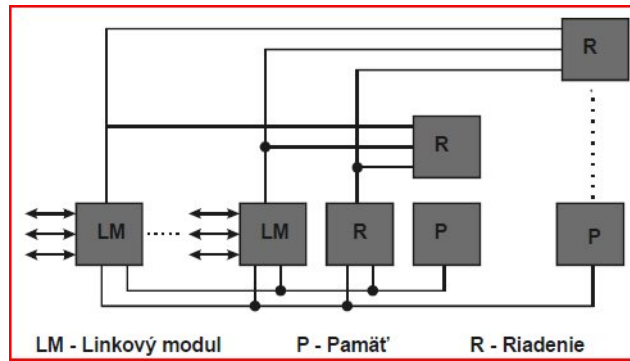
4. Sériové spojovanie: princíp, spojovanie s pamäťou,

Sieťové spojovanie - Charakteristika

- Vhodné pre paketové spojovanie
- Typické pre siete LAN a MAN
- Nevhodné pre izochrónne služby

Dva spôsoby

- spojovanie s pamäťou
- spojovanie na zbernici



Obrázok 1: Spojovanie s pamäťou

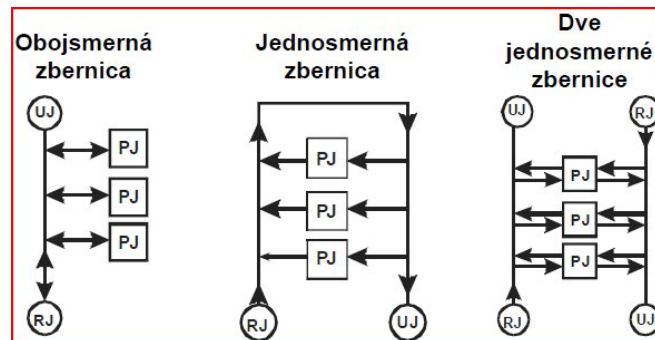
Spojovanie na zbernici - Charakteristika

- Koncové terminály sú navzájom spojené zberniciu, ktorá tvorí spoločné transportné aj prepájacie médium pre všetky signály.

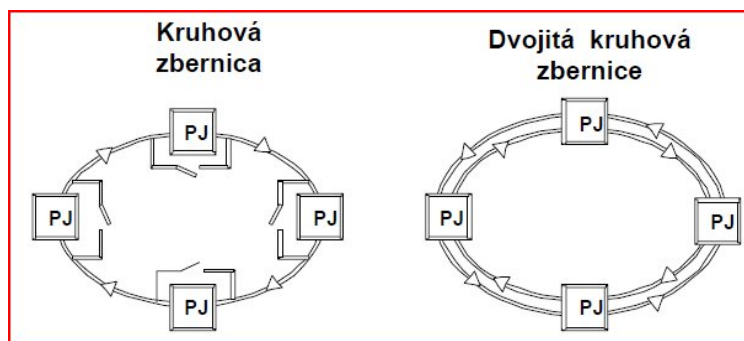
Klasifikácia:

- podľa topológie zbernice,
- podľa procesu, ktorým jednotlivé terminály pristupujú na zberniciu

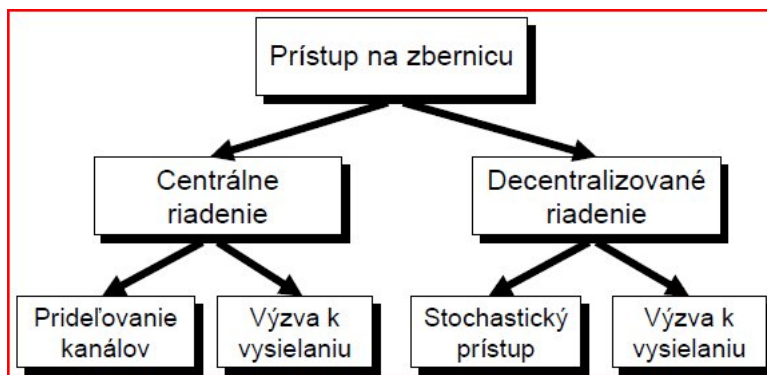
5. Topologie zbernic, prístupy na zberniciu



Obrázok 2: Topológie zbernic



Obrázok 3: Topológie zbernic

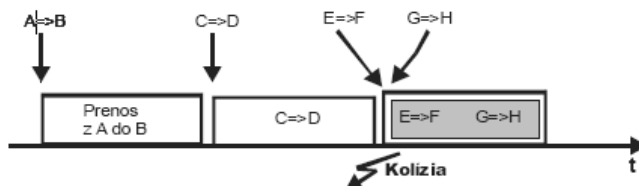


Obrázok 4: Prístup na zbernicu

6. Aplikácie v LAN: CSMA, CSMA/CD, Ethernet; Token Bus, Token Ring.

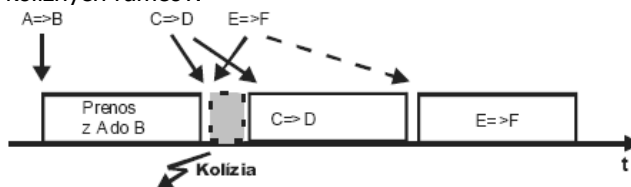
CSMA (Carrier Sense Multiple Access) – je to pravdepodobnostný protokol na prístup k médiu (MAC protokol). „**Carrier Sense**“ („*Naslúchanie nosnej, aby vedel či je linka voľná*“) a „**Multiple Access**“ („*Viacnásobný prístup, ide o to že v rovnakom čase vysielajú viac staníc*“). Nevýhoda že sa efektívne nevyužíva pásmo.

Riešenie kolízií: používa sa naslúchanie nosnej. Pokiaľ 2 uzly vyšlú data v rovnakom čase (ani jeden nedetekoval nosnú), ani jeden nezistí kolíziu. Avšak prijímače to už rozlíšiť nevedia a tak to plne závisí od schopnosti uzlov detekovať chybu ramcov. Napr. prijímač nepošle potvrdenie lebo kvoly kolízii nič neprečítal a tak vysielateľ musí predpokladať že je kolízia a vyšle data znova.



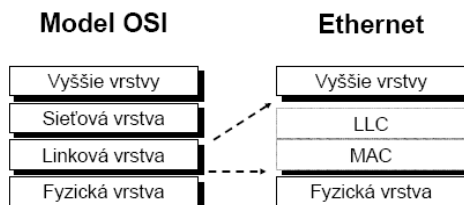
CSMA/CD (/Collision detection) – to isté ako CSMA len je doplnená funkcia detekcia kolízií.

Vysielajúce uzly sú schopné detekovať výskyt kolízií a zastaviť vysielanie okamžite a počkať náhodnú dobu (x) pred ďalším pokusom o odoslanie. Vďaka tomu efektívne využíva médium, pretože neplytvá časom pri vysielaní z kolíznych ramcov.



$$x = \text{random}(0, \min(2^y, 2^{10}))$$

Ethernet (802.3): klasický ethernet používa zbernicovú topológiu a teda zdieľa jedno médium viac staníc. Kde v jednom čase vysielajú len jedna stanica a všetci všetko počujú. Pre prístup na médium používa metóda CSMA/CD. Rozdiel voči OSI modelu:



1 Base 5 - UTP, max. 500 m/segment,

10 Base 5 - 50 Ω koax. ("tľstý" = 10mm), max. 500 m/segment, max 100 uzlov/segment

10 Base 2 - 50 Ω koax. ("tenký" = 5mm), max. 185 m/segment, max 30 uzlov/segment
10 Base T - UTP, hviezdicová topológia, max. 100 m/segment
10 Broad 36 - 75 Ω koax., DPSK kód, 2x(14Mhz dátový kanál+4MHz kolízny kanál) = 36MHz,
10 Base FB - optika, pre backbone a trunk, trunk segment do 2 km
10 Base FP - optika, hviezdicová topológia, do 500 m
10 Base FL - optika, node-to-hub/koncentrátor, do 2 km
100 Base TX - 2 páry UTP kat. 5, 125 Mbaud, binárne kódovanie
100 Base T4 - 4 páry UTP kat. 3, 25 Mbaud, ternárne kódovanie
100 Base T2 - 2 páry UTP kat. 3, 25 Mbaud, quinárne kódovanie + DSP
100 Base FX - MMF 62,5 μ m, 2000 m plný duplex, 412 m polo duplex
1000 Base SX - 850 nm (*Short wavelenght*)
1000 Base LX - 1300 nm (*Long wavelenght*),
1000 Base CX - 150 Ω kábel (*Cluster*), max. 25 m
1000 Base T - 4 páry UTP kat. 5 (dopor. kat. 5e), 125 Mbaud, 5 úrovňové PAM- 5 kódovanie (+2, +1, 0, -1, -2), segment max. 100 m,
1000 Base TX - 2 páry UTP kat. 6

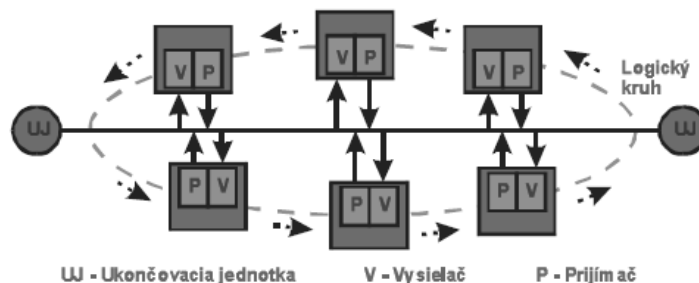
Token Ring (802.5): ide o úspešnú LAN technológiu ale v 90. rokoch ju vytlačil Ethernet. Princíp spočíva v tom že si stanice navzájom predávajú právo na vysielanie pomocou špeci rámca – tokenu. Takýto spôsob prístupu zabezpečuje robustnosť a odolnosť siete pri preťaženiach. Využíva MAC algoritmus – multiple token passing (na zbernici môže byť viac tokenov).

3 vrstvy: fyzická, MAC a LLC

- Fyzická vrstva: prenosové rýchlosti: 4 / 16 Mb/s, médium: UTP / STP, max. počet opakovačov: 250, max. vzdialenosť medzi opakovačmi: nešpecifikovaná
- MAC podvrstva: algoritmus: predávanie tokenov, 8 úrovni priority
- LLC podvrstva: 8 druhov služieb

Pokiaľ žiadna stanica nevysiela data, kruhovou sieťou staníc koluje špeciálny rámec „Token“. Tento rámec je stanicami preposielaný k ďalšiemu susedovi, pokiaľ sa nedostane do stanice, ktorá potrebuje vysielat data. Tato stanica, ktorá chce data vysielat, premení rámec Token na dátový rámec a data odvysiela. Akonáhle tato stanica prijme data, ktorá ich vyslala, premení ho späť na Token a pošle ho ďalej. Pokiaľ niekde nastane chyba prenosu a v sieti nekoluje žiadny alebo naopak viac Tokenov, zasiahne k tomuto účelu vyčlenená stanica, tzv. „Aktívni monitor“, ktorá vloží nový alebo odstráni Tokeny.

Token BUS (802.4): pracuje na podobnom princípe ako Token Ring, rozdiel je vo funkčnosti a predávanie tokenov. Je určená pre iné ako len kruhové topológie. MAC algoritmus – single token passing (na zbernici len jeden token).



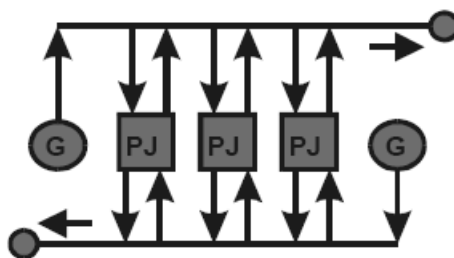
3 vrstvy: fyzická, MAC a LLC

- Fyzická vrstva: umožňuje štyri rôzne prevádzky na zbernici, prenosové rýchlosti: 1, 5, 10 a 20 Mbit/s, médium: koaxiálny kábel (75 Ω), optické vlákno
- MAC podvrstva: algoritmus: predávanie tokenov, 4 úrovne priority
- LLC podvrstva: 8 druhov služieb

7. Aplikácie v MAN: FDDI-I, FDDI-II, DQDB.

- QA (*Queued Arbitrated*) - prostredníctvom distribuovaného radu DQSM (*Distributed Queue State Machine*)
- PA (*Pre-Arbitrated*) - pre izochrónne služby
- QA umožňuje 3 úrovne priority

Dve jednosmerné zbernice (34,368 / 155,520 Mbit/s)



G - generátor rámcov PJ - prístupová jednotka
Čítanie dát uzlami neovplyvňuje prechádzajúce dáta,
zápis je realizovaný funkciou OR

8. Akým spôsobom sa dosahuje FDDI
9. Klasifikácia siete MIN, MIN siete s blokováním, bez blokovania, multicast siete. Spojovanie v ATM.

Klasifikácia MIN

- **Podľa typu spojenia**
 - Unicast MIN (one-to-one, point-to-point)
 - Multicast MIN
 - Broadcast MIN
- **Podľa spôsobu transportu paketu v spojovacej sieti**
 - Jednocestná MIN
 - Viaccestná MIN
- **Podľa umiestnenia vyrovnávacej pamäte**
 - MIN s vonkajšou vyrovnávacou pamäťou
 - MIN s vnútornou vyrovnávacou pamäťou
 - na vstupe elementu
 - na výstupe elementu
 - v strede elementu
- **Podľa riadenia spojovacej siete**
 - MIN s centralizovaným riadením
 - MIN s decentralizovaným riadením
- **Podľa vnútorného blokovania**
 - Siete s blokováním
 - Siete bez vnútorného blokovania
 - Siete bez vonkajšieho blokovania
 - Rekonfigurovateľné siete bez blokovania

- Každá MIN má prvky priestorového aj časového Prepojovania



- **Priestorová zložitosť MIN** - počet spojovacích elementov potrebných pre konštrukciu danej siete
- **Časová zložitosť MIN** - čas/oneskorenie paketu pri prechode sieťou

Jednocestné unicast MIN s blokováním

Charakteristika

- Unicast spojovacie siete - spájajú jeden vstup s jedným výstupom (v tom istom čase)

- Jednocestné spojovacie siete - majú iba jednu cestu/možnosť spojenia medzi ľubovoľným vstupom a výstupom
- Reprezentant:
 - generalizovaná binárna sieť (GBN - Generalized Binary network)

Generalizovaná binárna sieť

• Označovanie

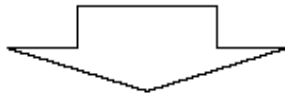
- Každý vstup a výstup siete sú označené binárnym číslom (zhora nadol)
 - vstup $P = p_{n-1}p_{n-2} \dots p_1p_0$
 - výstup $D = d_{n-1}d_{n-2} \dots d_1d_0$
pre každý stupeň i v spojovacej sieti.
 - Veľkosť $N \times N$ ($2^n \times 2^n$)
 - Vlastnosti:
 - používa spojovacie elementy 2×2 ,
 - má n stupňov ($0, 1, \dots, n-2, n-1$)
 - má 2^{n-1} spojovacích elementov na stupeň
 - pre funkciu spojenia medzi stupňami platí **pravidlo susedstva**
- „Každý pár spojovacích elementov z i -teho stupňa je spojený len s jedným párom spojovacích elementov z $(i+1)$ -vého stupňa“

Potom su tu siete je to prednaska 3 strana 3 az 6 (Baseline, Banyan, Omega, Delta,)

Viaccestné unicast MIN s blokovaním

Viaccestné siete

- Zabezpečujú alternatívne cesty medzi vstupmi a výstupmi
- Zachovávajú samosmerovacie vlastnosti siete a len minimálne komplikujú časovú zložitosť

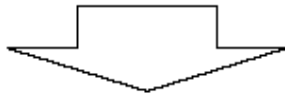


Zlepšenie spoľahlivosti a priepustnosti siete

Baseline sieť s delenou záťažou

Samosmerovanie:

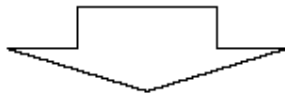
- Paket môže byť poslaný do ktoréhokoľvek SE v jednej skupine a vždy dôjde na určený výstup bez zmeny smerovacej informácie (tag)
- Ak je niektorý SE blokovaný, ostatné SE v tej istej skupine spracujú prevádzku
- Podmienka dosiahnutia alternatívnej cesty



SE sa musia párovať

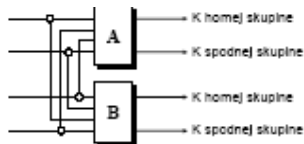
Uvažujme:

- viacstupňovú Baseline sieť s n stupňami číslovanými od 0 po $n-1$
- nech $(s_{n-2}s_{n-3} \dots s_1s_0)$ je binárne vyjadrenie polohy SE smerom zhora nadol v každom stupni



SE v i -tom stupni patria do tej istej skupiny, ak v ich binárnom vyjadrení je zľava i bitov totožných

Párovanie



Čím viac SE v jednom stupni sa podieľa na prevádzke,
tým viac alternatívnych ciest sieť poskytuje

Unicast MIN bez blokovania

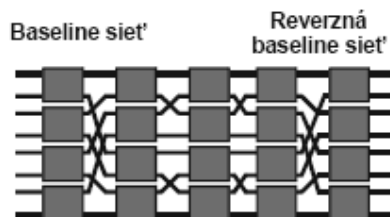
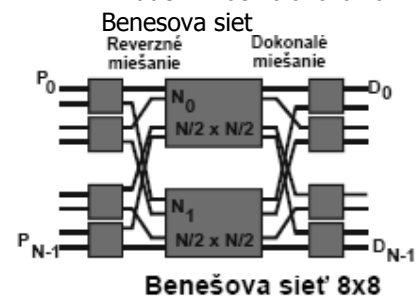
Benešova sieť

(Sériová baseline sieť)

- Využíva princíp viacnásobného radenia jednocestných GBN
- Topológia môže byť generovaná rekurzívnym spôsobom s využitím dokonalého a reverzného miešania
- Sieť má:
 - $(2\log_2 N - 1)$ stupňov
 - v každom stupni $N/2$ spojovacích elementov

Charakteristika

- Siete s blokovaniem - vyžadujú opatrenia na potlačenie blokovania
 - najčastejšie - umiestnenie vyrovnávacích pamätí v sieti
 - iné riešenie - siete bez blokovania
- Siete bez blokovania:
 - topologicky bez blokovania
 - riadením bez blokovania



Paralelná baseline sieť

- Nevýhody sériovej baseline siete:
 - ťažké lokalizovanie chybných SE
 - veľký počet stupňov



Paralelná baseline sieť

- Pozostáva z m baseline podsietí radených paralelne
- Na vstupe a výstupe siete je realizovaná funkcia expanzie a koncentrácie

Benešova sieť

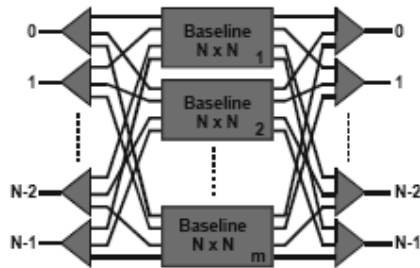
- Benešova sieť = rekonfigurovateľná sieť bez blokovania



vyžaduje algoritmus pre rekonfiguračný proces

- Rekonfiguračný algoritmus pre:
 - centralizované riadenie - existuje (napr. slučkový rekurzívny algoritmus)
 - decentralizované riadenie – neexistuje (*vhodnejšie pre FPS*)

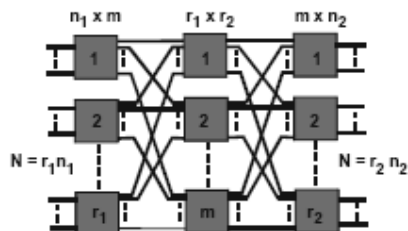
Paralelná baseline sieť



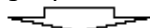
- Počet stupňov (*ak nerátame vstupné a výstupné stupne*) = počet stupňov v baseline podsieti
- Podmienka bezblokovosti pre rekonfigurovateľnú paralelnú sieť:
ak $n = \log_2 N$ je počet stupňov v baseline podsieti, tak počet paralelných podsietí $N \times N$ musí byť:

$$m \geq 2(n/2)$$

Closova sieť



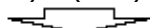
- Topologicky bez blokovania



nevyžaduje algoritmus pre rekonfiguráciu siete

- Podmienka bezblokovosti

$$m \geq (n_1 - 1) + (n_2 - 1) + 1$$



$$m \geq n_1 + n_2 - 1$$

Batcherova sieť

- Je určená pre prepájanie paketov s jednou, pevne stanovenou dĺžkou
- Nemá smerovacie vlastnosti
- Triedi vstupujúce pakety podľa ich adresy výstupu (od najmenších adries k najväčším)
- Použitý prvok - **bitonický triedič** 2x2

Bitonický tiedic



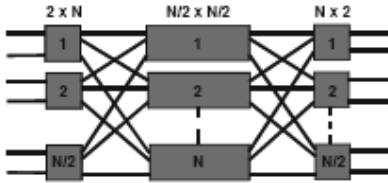
- Dva druhy elementov - „+“ a „-“
- Ak je na vstupe elementu len jeden paket – je smerovaný akoby mal nižšiu adresu

Multicast siete

- Ľubovoľná skupina vstupov sa môže prepojiť s ľubovoľnou množinou výstupov
 - každý vstupný port môže byť spojený s viac ako jedným výstupným portom

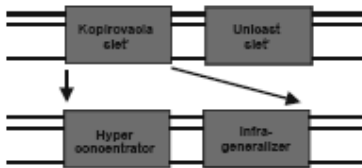
- každý výstupný port je zvyčajne spojený najviac s jedným vstupným portom
- Môžu uskutočniť NN rôznych spojení (*unicast siete len N!*)
- Ako multicast sieť môže fungovať každá unicast sieť ktorej spojovacie elementy dokážu prepojiť svoje vstupy na viac výstupov

Closova multicast sieť



- Trojstupňová sieť
- Vstupný a výstupný stupeň majú multicast vlastnosti
- Stredný stupeň nemá multicast vlastnosti

Kaskádne siete



Kopírovacia sieť vytvorí viacnásobné kópie paketov ktoré sú následne smerované v normálnej unicast sieti.

Closova multicast sieť

Požiadavky na prevádzku bez blokovania

$$m \geq \max(N1, N2)$$

kde

$$N1 = \min(n1r2, n2r2), N2 = \min(n2r1, n1r1)$$

tak, že akákoľvek skupina vstupov $K1$

$$1 \leq K1 \leq r1$$

môže byť súčasne priradená k akejkoľvek skupine výstupov $K2$

$$1 \leq K2 \leq r2$$

Riadenie v ATM som nenansiel®®

10. Dopad umiestnenia vyrovnávacej pamäte

- Spojovacia sieť pracuje M krát rýchlejšie, ako je rýchlosť vstupných liniek
 - Dôsledok – sieťou môže prejsť M paketov určených pre jeden výstup, ktoré musia byť zapísané do výstupného radu

11. Spojovacie prvky a siete s centralizovaným riadením. možno

Benešova sieť

- Benešova sieť = rekonfigurovateľná sieť bez blokovania vyžaduje algoritmus pre rekonfiguračný proces
- Rekonfiguračný algoritmus pre:
 - centralizované riadenie - existuje (napr. slučkový rekurzívny algoritmus)
 - decentralizované riadenie – neexistuje (*vhodnejšie pre FPS*)

12. Spojovacie prvky s decentralizovaným riadením. Možno

Benešova sieť

- Benešova sieť = rekonfigurovateľná sieť bez blokovania vyžaduje algoritmus pre rekonfiguračný proces
- Rekonfiguračný algoritmus pre:
 - centralizované riadenie - existuje (napr. slučkový rekurzívny algoritmus)
 - decentralizované riadenie – neexistuje (*vhodnejšie pre FPS*)

13. Metody manažmentu radu (akým spôsobom sa robí zapisovanie a citanie)

Toto tiež netuším je to neuplná otázka...

14. Priority Queing

Rozoznávame dva modely implementácie PQ:

- **PQ so striktnou prioritou** - Pakety s vyššou prioritou sú vždy odoslané pred paketmi s nižšou prioritou.
- **Rate-controlled PQ** – pakety s vyššou prioritou sú uprednostnené pred paketmi s nižšou prioritou iba, ak prevádzka vo vyššej prioritě nepresahuje stanovenú úroveň (napr. 20% výstupnej šírky pásma).

Výhody:

- Nízka výpočtová náročnosť - vhodné aj pre softvérové smerovače.
- PQ umožňuje zaviesť diferencovanie prevádzky.
Prevádzka s vyššou prioritou (napr. real-time prevádzka citlivá na oneskorenie) môže byť uprednostnená pred best-effort prevádzkou.
- Vie zabezpečiť stabilitu siete počas zahltenia priradením najvyššej priority riadiacim signálom siete.

Nevýhody:

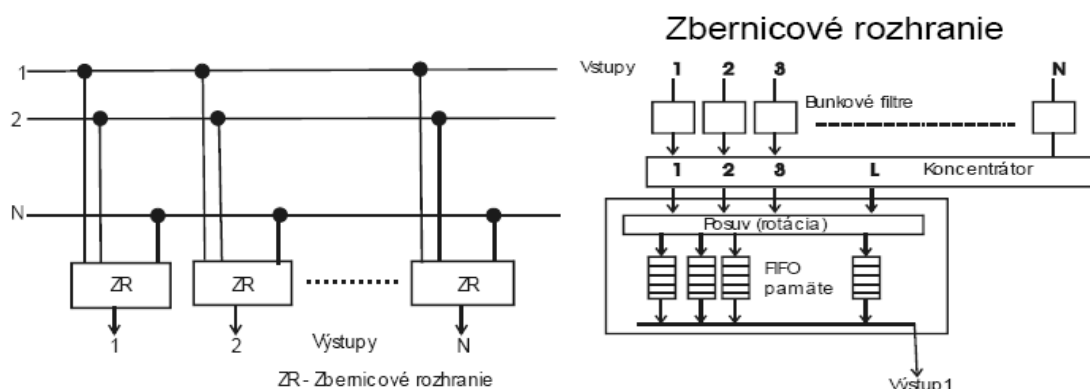
- Ak sa tok s vyššou prioritou približuje ku kapacite linky alebo ju presahuje, dochádza k výraznému oneskoreniu alebo až zastaveniu služby s nižšou prioritou.
- Triedy s rovnakou prioritou sú smerované rovnako, ako keby bolo použité FIFO radenie.
- Nerieši problém férovosti medzi TCP a UDP.
Ak je TCP v triede s vyššou prioritou a neobmedzí sa, snaží sa využiť celú kapacitu linky na úkor UDP.

15. Spojovací element ISE – princíp (netreba format slotu)

Jedna sa tu o spojovacie elementy pre ATM. Požiadavky na ATM prepínače:

- Flexibilita v prepájaných rýchlostiach
- Vysoko-kapacitná spojovacia sieť
- Minimálne prenosové oneskorenie
- Konštantné prenosové oneskorenie
- Bezporuchová prevádzka
- Bez blokovania
- Multicast/broadcast
- Nezávislosť na službe

Knockout spojovací element:



Knockout spojovací element je plne prepojitelná architektúra ktorej úlohou je kombinovať implementáciu vstupnej fronty bunky z výkonnou priepustnosťou buniek na výstupe. Zavádza sa tu nový pojem tzv. mechanizmus straty paketov.

Vo výstupnej fronte zo ZR, každá bunka s fixnou dĺžkou prichádza do jedného z vstupných portov koncentrátoru. ZR podporuje spracovanie aj multicast a broadcast buniek. ZR sa chová ako štatistický multiplexor, a odkladá bunky, ktoré nemôžu byť okamžite umiestnené do väzby, keď je výstup zahltený.

Úloha bunkových filtrov je jednoduché prepúšťanie buniek do koncentrátoru ak je bunka cieľová pre daný výstup. Koncentrátor je hlavný element kde extrémne rastie CLP. CLP je plne závislé od počtu L. Koncentrátor koncentruje N vstupov koncentrátoru na L výstupov, pričom ($L \leq N$)

- Ak L je dostatočne veľké (napr. 12), pre akékoľvek N je dosiahnuté $CLP = 10^{-10}$

(CLP- pravdepodobnosť straty bunky)

- Používa spínače 2x2, ktorý má 2 vstupy a 2 výstupy (vítaz a porazený).

<http://www.laynetworks.com/Knockout%20Switch.htm>

ISE (Integrated Switching Element):

Vyvinutý v Alcatel SEL, Spojovací Elem. s centrálnou vyrovnávacou pamäťou

- Smerovanie buniek v elemente - na základe informácie v hlavičke bunky (*routing tag*) - má samosmerovacie schopnosti

- Má multicast a broadcast funkciu

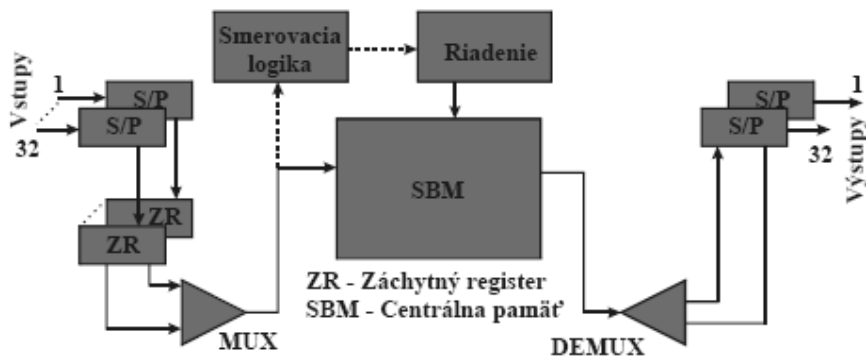
- Veľkosť elementu: 32 x 32 (16x16 staršia verzia)

- Vstupy/výstupy: 150 Mbit/s

- Kapacita spínača: 4,8 Gbit/s (2,4 Gbit/s)

- Centrálna pamäť je riadená blokom Riadenie. Jeho úlohou je zbierať smerovacie informácie ukladať prichádzajúce MSC v smerovacom registri podľa ich prichádzajúcich SRT (Self Routing Tag- určuje prvý slot v MSC a tiež obsahuje info o prioritách a pod.). Centrálna pamäť je v prevedení dual RAM, kde prístupový cyklus je 27ns (13ns pre ISE 32x32). CLP je lepšie ako 10^{-11} pre externú prevádzku pri 0,8Erl.

Architektúra:



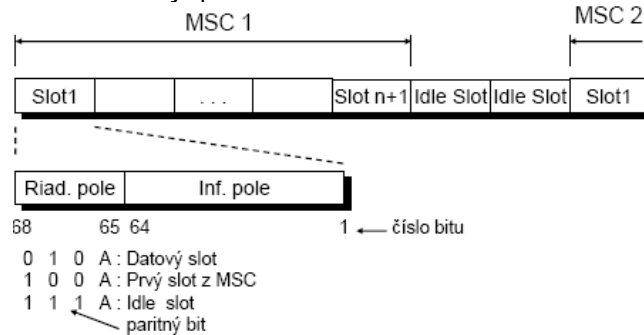
Smerovanie:

- Smerovacia logika je implementovaná ako zreťazený procesor (*pipeline processor*)

- ISE podporuje viacsmerové MIN => smerovacia informácia v hlavičke bunky (*routing tag*) určuje:

- **priame smerovanie** - bunka je určená len pre jeden výstup z elementu
- **distribučné smerovanie** - bunka je smerovaná na skupinu (4, 8, 16, 32) výstupov z elementu

ISE využíva vlastný, interný formát bunky – MSC (64bitov pre inf pole). ATM bunka je následne rozdelená na 8 MSC a každá obsahuje prídavnú info.



ISE_114-118.zip

16. Ako vyzerá IP, MPLS a ATM ramec

K tomuto môžem osobne povedať že ujo Medved si dost pomyľil pojem hlavička a rámec. Lebo rámec je finálny paket ktorý ide na sieť, čiže obsahuje všetky typy hlavičiek a data. On však v prednáške označuje rámec len obyčajnú hlavičku. Ten IP rámec je najlepšie spravený. ATM je len bunka a jej hlavička iné som nenašiel. MPLS je len taky všeobecný popis.

IP rámec:

ethernet header	IP header	TCP header	application data	ethernet trailer
-----------------	-----------	------------	------------------	------------------

Ethernet hlavička:

úvod	SFD	cílová MAC adresa	zdrojová MAC adresa	typ / dĺžka	data (payload)	CRC
7B	1B	6B	6B	2B	46-1500B	4B

IP hlavička:

bits	0-3	4-7	8-15	16-18	19-31
0	4	header length	Type of Service	total length (header + data)	
32	identification			flags	fragment offset
64	TTL		protocol	header checksum	
96	source IP				
128	destination IP				
160	options (if any)				
160/192+	DATA				

TCP hlavička:

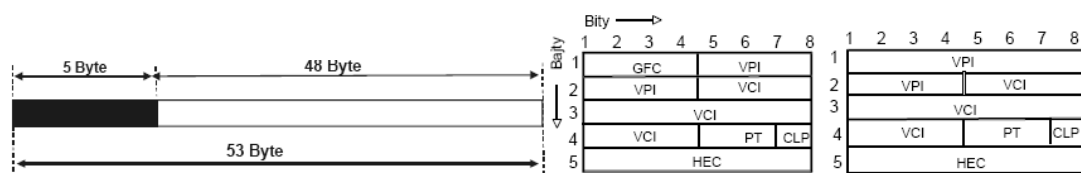
bits	0-3	4-7	8-15	16-31
0	Source Port			Destination Port
32	Sequence Number			
64	Acknowledgment Number			
96	Data Offset	Reserved	Flags	Window
128	Checksum			Urgent Pointer
160	Options (optional)			
160/192+	DATA			

Format ATM bunky:

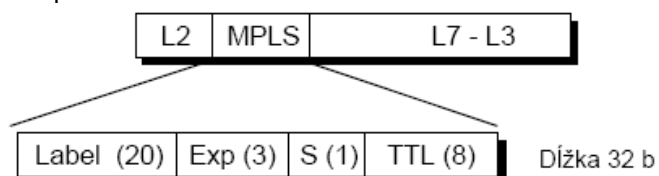
Formát hlavicky(5Byte):

UNI

NNI



MPLS paket format:



Spodná časť je MPLS hlavička ktorá je vložená do paketu ktorý už obsahuje hlavičky a data L2 a L3-L7 vrstiev.

17. Rozdelenie podľa ATM, NIM; klasifikácia + vlastnosti

Rozdelenie podľa

- čas určenia smerovania bunky v sieti:
 - spojuvito orientované MIN
 - bunkovo orientované MIN
- miesta uloženia smerovacej informácie:
 - informácia uložená v sieti (v smerovacích tabuľkách)
 - informácia je časťou bunky (routing tag)

Spojovo orient. MIN:

- Logické spojenie určujú len raz pre trvanie celého spojenia
- Všetky bunky v rámci jedného spojenia budú používať tú istú cestu cez sieť
- Je zaručené správne poradie buniek pri východe zo siete

Bunkovo orient. MIN.

- Rozhodovacia informácia je nesená v bunkách
- Rozhodovací proces pre smerovanie sa vykonáva počas prechodu bunky na základe informácií ktoré sama nesie
- Jednotlivé bunky v rámci jedného spojenia môžu využívať rôzne cesty v sieti --> možnosť preusporiadania buniek --> potrebné zoradenie buniek (*resequencing*) na výstupe zo siete.

18. Technologie ATM (hlavne QoS), MPLS (hlavne princípy MPLS hlavičky, čo je FEC, charakteristika, smerovanie, riadenie prevádzky.), LANE, GMPLS, Signalizácie, CLNS

ATM - Charakteristika

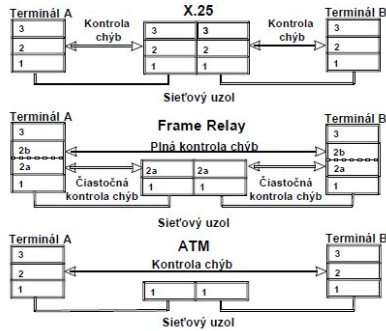
- Technológia pre B-ISDN
- Štandardizované ITU-T a MFA Forum (*ATM Forum*)
- Natívna podpora QoS
- CAC (*Connection Admission Control*)
- UPC (*Usage Parameter Control*) / Policing
- Spätná väzba
- V súčasnosti aplikované v:
 - xDSL
 - UMTS R4

- Kostrové siete

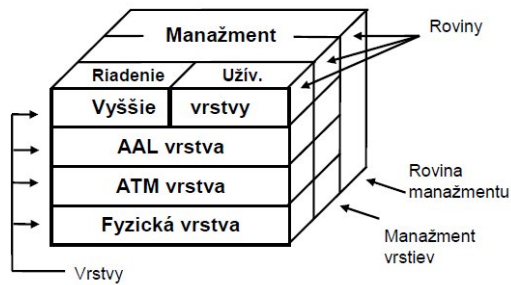
Základné princípy ATM

- Asynchrónne časové delenie
- Rýchle paketové prepájanie
- Paket konštantnej dĺžky
- Spojovo orientovaný prenos
- Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch
- Žiadna kontrola toku dát a prevádzky v sieťových uzloch
- Transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch

Kontrola chýb a toku dát



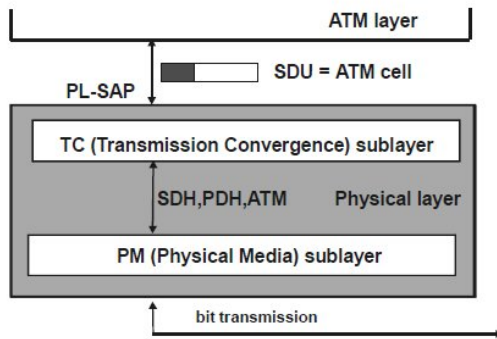
Protokolový model



Fyzická vrstva

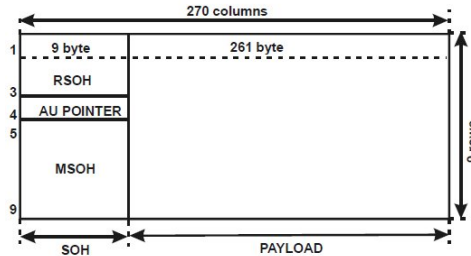
- Typy multiplexov
- Bunkový multiplex
- SDH multiplex
- PDH multiplex

Fyzická vrstva

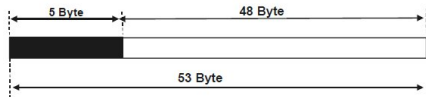


SDH

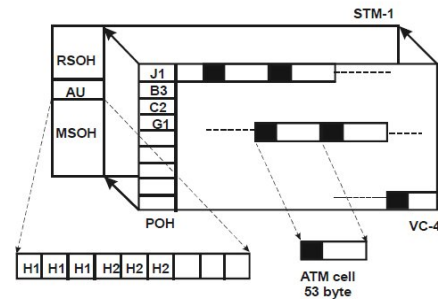
Basic frame
(STM - 1)



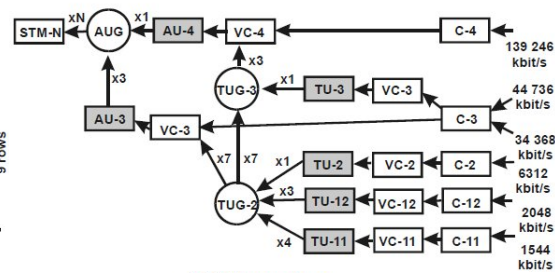
ATM vrstva
Formát bunky



Fyzická vrstva - SDH multiplex



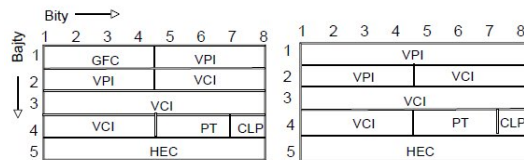
SDH



ATM vrstva
Formát hlavičky

UNI

NNI



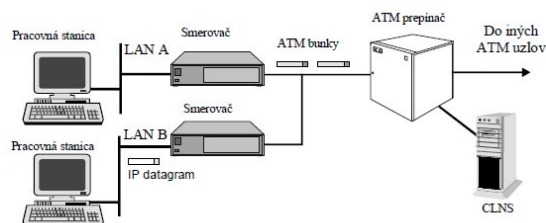
CLNS - Connectionless Network Services

- Špecifikované ITU
- Rieši adaptovanie nespojovo orientovaných protokolov na spojovo orientované ATM prostredníctvom protokolu

CLNAP (Connectionless Network Access Protocol).

- CLNAP využíva adaptačný protokol AAL3/4 a na smerovanie využíva E.164 adresy obsiahnuté v CLNAPPDU hlavičke.
- Smerovanie paketov pomocou nespojovo orientovaných serverov (CLNS) (môžu byť súčasťou ATM prepínačov).

CLNS



Režimy výmeny datagramov

- **Režim správ** (*Message Mode*)

datagram sa v každom uzle siete znovu zostaví a ďalej sa prenášajú iba neporušené pakety,

- **Režim pre prúdy** (*Streaming Mode*)

bunky sú prijaté a po vyhodnotení prenášané okamžite ďalej.

Výhoda - potreba malej kapacity vyrovnávacej pamäte u servera

Nevýhoda - pri strate bunky musí byť celý datagram opätovne vyslaný.

Štruktúra správy protokolu CLNAP

- **Adresa cieľa** a **Adresa zdroja** – informácie o type adresy (4 bity) a vlastné adresy (60 bitov).

Spôsob adresovania odpovedá E.164.

- **HLPI** (*High Layer Protocol Identifier*) – identifikuje použitý end-to-end protokol, ktorý je danou správou prenášaný (6b).

- **PAD Length** – udáva dĺžku (0 - 3B) výplňovej informácie PAD. (2b).

- **QOS** (*Quality of Service*) – parametre vzťahujúce sa na prenos spodnými vrstvami (4b).

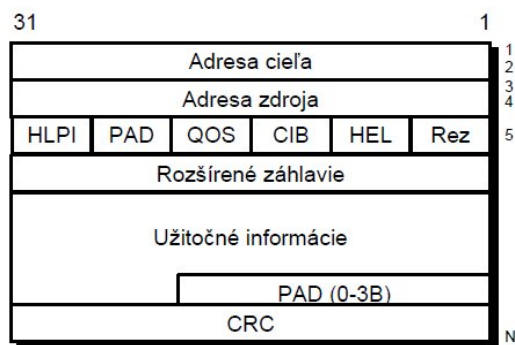
- **CIB** (*CRC Indication Bit*) – udáva či je (log.1), alebo nie je (log.0) k dispozícii pole CRC (1b).

- **HEL** (*Header Extension Length*) – udáva dĺžku rozšíreného záhlavia (0 až 5 slov po 32 bitoch).

Využitelnosť poľa HEL má byť upresnené neskôr (3b).

- **Rezerva** – (16b).

Štruktúra správy protokolu CLNAP



LAN Emulation

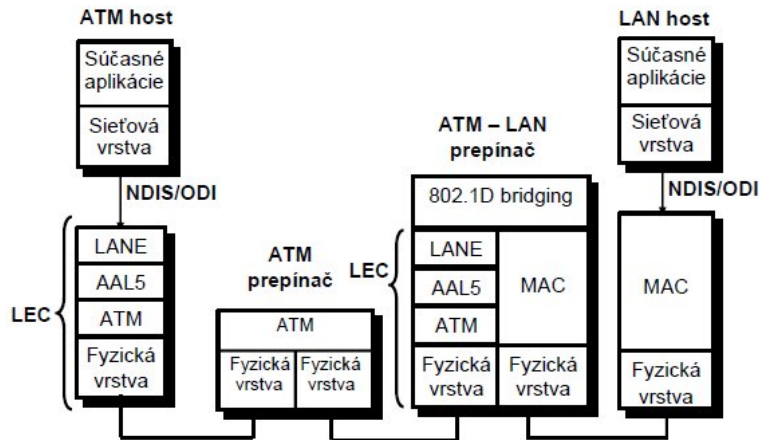
- Špecifikovalo ATM Forum

- Definuje spôsob emulovania logického segmentu Ethernetu, alebo kruhu Token Ringu pomocou ATM siete (sú definované mechanizmy pre emuláciu siete Ethernet IEEE 802.3 a Token Ring 802.5)

- Pakety iných formátov (napr. FDDI) sa musia najprv previesť pomocou mostov alebo prepínačov na pakety typu Ethernet, alebo Token Ring.

- Výhodou LANE je možnosť použitia existujúcich protokolov vyšších vrstiev a sieťových ovládačov, ako napr. ODI, alebo NDIS ovládača, pretože im LANE protokol poskytuje rovnaké rozhranie, ako existujúce MAC protokoly

LAN emulácia



Komponenty a služby LANE

LAN Emulation Client (LEC)

- Entita v koncovom uzle ATM ktorá poskytuje štandardné služby protokolom vyšších vrstiev, je zodpovedná za príjem a vysielanie dát z a do siete a za riadiace funkcie pre daný uzol v rámci jednej ELAN.
- Fyzicky je implementovaný buď na ATM NIC (stanice, servery), alebo na ATM rozhraní prepínača. *(Toto rozhranie reprezentuje jeden LEC pre každú ELAN do ktorej je pripojené, takže uzol, ktorý je členom viacerých ELAN musí mať nakonfigurovaný pre každú ELAN jeden samostatný LEC.)*
- Má priradenú jedinečnú ATM adresu:
- v prípade ATM NIC reprezentuje jednu MAC adresu
- v prípade rozhrania prepínača by mali byť tejto adrese priradené všetky MAC adresy dosiahnuteľné cez daný port priradené do danej ELAN

LE Configuration Server (LECS)

- Poskytuje konfiguračné informácie pre jednotlivých klientov LANE (LEC) a to najmä adresu LAN Emulation Serveru, ktorý odpovedá danej ELAN
- Pre každú administratívnu doménu existuje jeden logický LECS, ktorý slúži pre všetky ELAN v rámci danej domény

LE Server (LES)

- Poskytuje riadiace funkcie pre danú ELAN
- Pre každú ELAN existuje len jeden logický LES, ktorý je identifikovaný jedinečnou ATM adresou
- Slúži na priradovanie a rozpoznávanie ATM adries pre jednotlivých klientov

Broadcast and Unknown Server (BUS)

- Poskytuje mechanizmus umožňujúci všesmerové vysielanie
- Je to multicast server, ktorý všetky pakety typu unknown destination address, multicast a broadcast rozposiela klientom danej ELAN.

/BUS ku ktorému sa LEC pripája je identifikovaný jedinečnou ATM adresou, ktorá je v LES priradená MAC adrese pre všesmerové vysielanie (t.j. FF | FF | FF | FF | FF | FF)./

- Každý LEC má priradený len jeden BUS z ELAN, avšak v každej ELAN môže byť niekoľko serverov BUS, ktoré navzájom komunikujú a spolupracujú.

/Mechanizmus vzájomnej koordinácie viacerých BUS serverov však nie je špecifikovaný v LANEv1 ale je riešený proprietárnymi firemnými protokolmi./

LANE spojenia

Dátové spojenia:

- **Data Direct VCC** – obojsmerné VC spojenie vytvorené medzi dvomi klientmi pre účel prenosu dát. Toto spojenie sa vytvára pre dvojicu ATM adries (zdroj/cieľ). V prípade, že tieto adresy reprezentujú

viac MAC adries, používa sa pre všetky dvojice rovnaké VCC. Dátové prenosy na všetkých VCC jednej ELAN sú tak jedného typu (Ethernet 802.3, alebo Token Ring 802.5).

- **Multicast Send VCC** – obojsmerné VC spojenie bod-bod vytvorené medzi LEC a BUS, ktoré sa používa na prenos všetkých paketov typu unknown, broadcast a multicast.
- **Multicast Forward VCC** – jednosmerné VC spojenie, ktoré vytvára spätné BUS ku všetkým LEC, pričom uzly LEC predstavujú listy tohto point-to-multipoint spojenia.

MPLS - Multiprotocol Label Switching

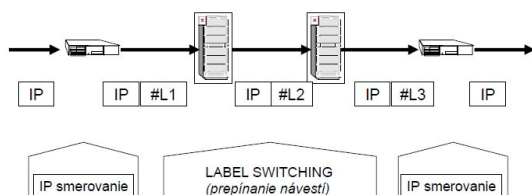
Preferuje prepínanie paketov pred smerovaním

Vhodný nielen pre IP

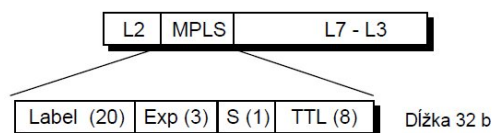
Využitie:

- VPN
- Traffic Engineering (TE)
- Quality of Service (QoS)
- ATM over MPLS (AToM)

MPLS - princíp



MPLS - hlavička



Label - návštie (neštrukturované)

- **Exp** - *Experimental* – experimentálne použitie - v súčasnosti využívané ako pole Class of Service (CoS)
- **S** - *Bottom of Stack* (log.1 = spodok zásobníka)
- **TTL** - *Time to Live*

FEC - (Forwarding Equivalence Class)

FEC je skupina paketov, ktoré sú sieťou preposielané rovnakým spôsobom (*po jednej ceste, s rovnakým pravidlom pre smerovanie atď.*)

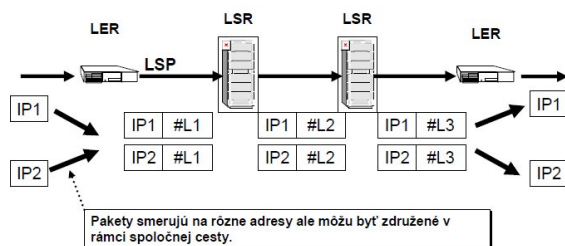
Prevádzka v rámci FEC je v celej MPLS doméne prenášaná prostredníctvom konkrétnej LSP.

Vstupný LER priradzuje FEC pre pakety podľa:

- IP adresy zdroja/cieľa
- Číslo vstupného/výstupného portu
- ID protokolu IP

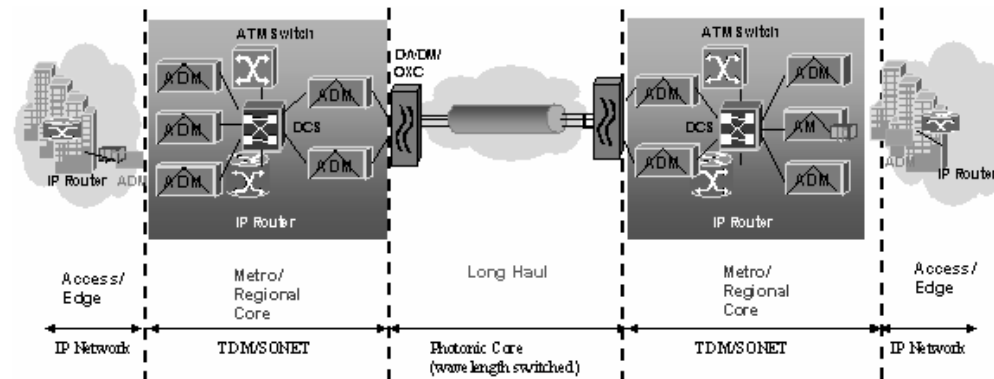
Príklad: Skupina paketov, ktoré majú adresu cieľa z určitého IP adresného priestoru a ktorých ToS (Type of Service) bity sú Identické

FEC - (Forwarding Equivalence Class)



Generalized MPLS

- Dopĺňa MPLS o schopnosť manažovať a riadiť zostavovanie a rušenie LSP cez niekoľko spojovacích technológií:
- **PSC** (*packet switching*)
- **L2SC** (*layer-two switching*)
- **TDMSC** (*TDM switching*)
- **LSC** (*wavelength switching*)
- **FSC** (*fiber switching*)
- Sieť obsahujúca viac typov spojovacích technológií (napr. PSC a TDMSC), ktoré sú riadené jednou GMPLS riadiacou entitou sa nazýva **Multi Region Network (MRN)**
- Sieť obsahujúca uzly podporujúce viac spojovacích vrstiev (napr. LSC, TDM VC-11 a TDM VC-4-64c) riadené jednou GMPLS riadiacou entitou sa nazýva **Multi-Layer Network (MLN)**



19. Co je GMPLS – stručne

Generalized MPLS

Dopĺňa MPLS o schopnosť manažovať a riadiť zostavovanie a rušenie LSP cez niekoľko spojovacích technológií:

- **PSC** (*packet switching*)
- **L2SC** (*layer-two switching*)
- **TDMSC** (*TDM switching*)
- **LSC** (*wavelength switching*)
- **FSC** (*fiber switching*)

Sieť obsahujúca viac typov spojovacích technológií (napr. PSC a TDMSC), ktoré sú riadené jednou GMPLS riadiacou entitou sa nazýva **Multi Region Network (MRN)**. Sieť obsahujúca uzly podporujúce viac spojovacích vrstiev (napr. LSC, TDM VC-11 a TDM VC-4-64c) riadené jednou GMPLS riadiacou entitou sa nazýva **Multi-Layer Network (MLN)**.

20. T-MPLS - co to je, ake to ma vlastnosti (netreba do detailov v obrazkoch)

Transport-MPLS

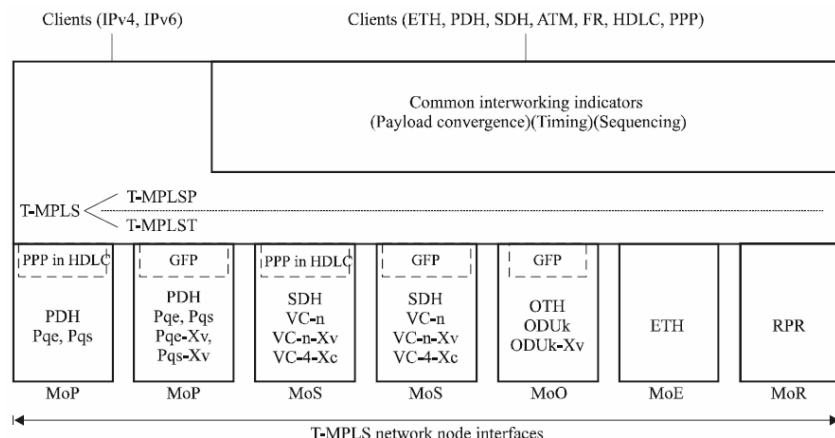
Charakteristika

- Transportná technológia špecifikovaná ITU-T (G.8110.1/Y.1370.1) pre nasadenie v transportných sieťach telekomunikačných operátorov.
- Využíva podmnožinu funkcií MPLS

Rozdiely oproti MPLS:

- používa obojsmerné cesty LSP (Label Switched Paths),
- nepodporuje PHP (Penultimate Hop Popping),
- nepodporuje spájanie LSP (*tzv. merging*),
- nepodporuje ECMP (Equal Cost Multiple Path).

MPLS rozhrania



21. ETHERNET – princíp (netreba presne obrazky)

Ethernet je založený na nápadе, že počítače v sieti budú posielat' správy spôsobom, ktorý pripomína rádio, ale prostredníctvom spoločného kábla alebo kanála, niekedy označovaného ako éter (ether). Každý počítač má globálne jedinečnú 48-bitovú MAC adresu, ktorú má každá karta pridelenú od výroby, aby bolo zabezpečené, že všetky systémy v spoločnom Ethernete majú rozdielne adresy. Kedyž stanice obdrží paket s jinou než vlastní adresou, zahodí jej. Pro přístup ke sdílenému přenosovému médiu (sběrnici) se používá metoda **CSMA/CD** (*Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection*), česky *metoda mnohonásobného přístupu s nasloucháním nosné a detekcí kolizí*. Přenosové media: koaxial, krutená dvojlinka, optika

Verzie Ethernetu: Ethernet(10Mbits), FastETH(100), Giga a 10Gigabitovy

22. TISPAN (NGN)

- Delenie vrstiev
- funkčná architektúra, funkčné bloky
- Co je IMS, DES, ...
- Zakl. Bloky a co na co sluzi
- MSF netreba

Next Generation Network (NGN) je paketovo orientovaná sieť schopná poskytovať telekomunikačné služby, ktorá umožňuje využitie viacerých širokopásmových, kvalitu služby podporujúcich transportných technológií a v ktorej sú funkcie týkajúce sa služieb nezávislé na použitých transportných technológiách

Charakteristika NGN

NGN možno rozdeliť na:

2 časti

- Service Stratum
- Transport Stratum

4 vrstvy:

- prístupová vrstva,
- transportná vrstva,
- vrstva riadenia
- vrstva služieb

Spolupráca medzi vrstvami a inými sieťami je realizovaná prostredníctvom otvorených rozhraní

Transparentné riadenie rôznych transportných technológií (ATM, IP, TDM, FR ...)
Využíva štandardizované sieťové prvky (brány, softswitch, aplikačné servery ...)

Vrstvy NGN

Prístupová vrstva

- Poskytuje infraštruktúru, napr. prístupovú sieť medzi koncovým používateľom a transportnou sieťou.
- Prístupová sieť môže byť bezdrôtová alebo pevná a môže využívať rôzne prenosové médiá.

Transportná vrstva

- Zabezpečuje prenos medzi jednotlivými uzlami (bodmi) siete, ku ktorým sú pripojené prístupové siete.
- Prepája fyzické prvky umiestnené v jednotlivých vrstvách referenčnej architektúry.
- Umožňuje prenos rôznych typov prevádzky a médií (signalizácia, interaktívne dáta, video v reálnom čase, hlasová komunikácia a pod.).

Vrstva riadenia

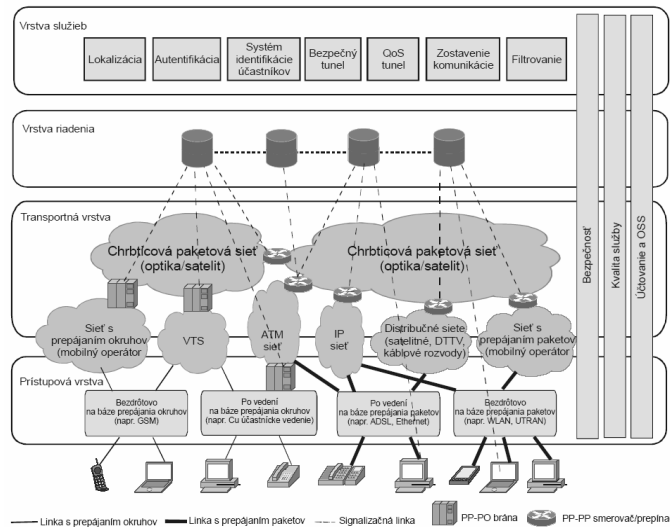
- Zahŕňa riadenie sieťových prvkov a riadenie služieb.
- Je zodpovedná za zostavenie, riadenie a zrušenie multimediálneho spojenia.
- Zabezpečuje riadenie zdrojov v závislosti od požiadaviek na službu.

Jedným z hlavných princípov NGN je oddelenie riadiacej logiky od spojovacieho hardvéru.

Vrstva služieb

- Ponúka funkcie základných služieb, ktoré môžu byť použité na vytvorenie komplexnejších a sofistikovanejších služieb a aplikácií.
- Riadi priebeh služby na základe logiky služby

funkčná architektúra:



TISPAN - Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking

Vlastnosti

NGN Core Network

- Vychádza z IMS podľa 3GPP Release 6 a 3GPP2 revízia A pre IP multimediálne aplikácie
- Sieťová transportná technológia = IP
- Musí podporovať výmenu PSTN/ISDN a migračné scenáre

NGN rozhrania

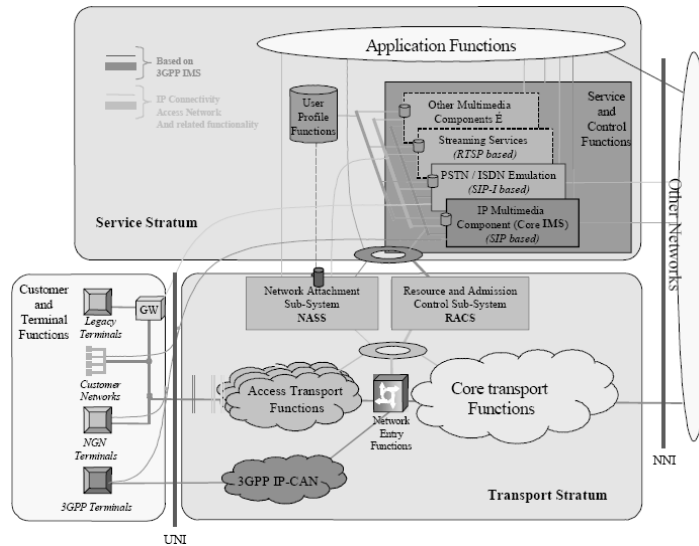
- Sieť môže byť rozdelená na segmenty, ktoré môžu byť samostatnými administratívnymi doménami.

Mobilita

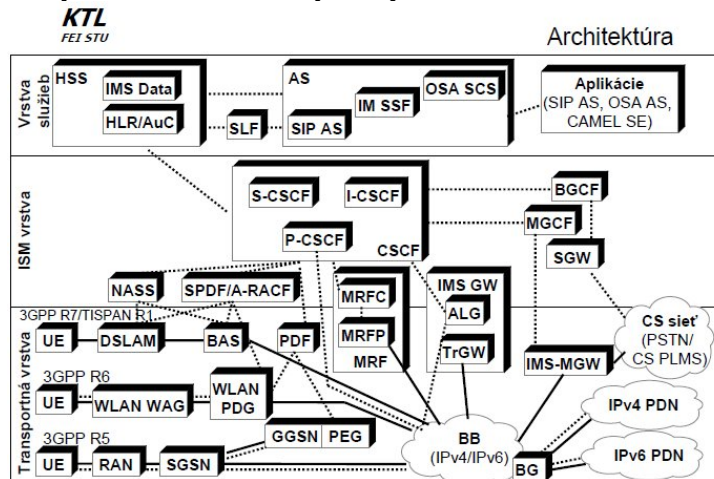
- NGN musí, v sieťach ktoré to umožňujú, podporovať mobilitu služieb, užívateľov a koncových zariadení

- NGN Rel. 1:
- musí podporovať nomádnosť (kočovanie)
- **n**emusí podporovať handover

Architektúra TISPAN NGN



IMS (IP Multimedia Subsystem)



23. Prehľad v signalizáciach – SIP, H.225, MGCP

- Rozdiel medzi signalizáciami
- Zakl. Charakteristiky jednotlivých signalizácií
- Ktorá signalizácia na čo slúži

SIP

H.225

MGCP

24. SDP – vedieť citat; teda čo je "s",...

SDP(session description protocol): Textovo orientovaný protokol učený na špecifikáciu parametrov pri zostavovaní multimediálnych spojení. Špecifikovaný v RFC 4566. SDP správy môžu byť prenášané prostredníctvom rôznych protokolov (*SIP, SAP, RTSP, email s MIME atď.*)

Popis parametrov v správe:

- v** - verzia protokolu (*protocol version*) - *povinné*
- o** - pôvodca spojenia (*originator and session identifier*) - udáva jeho užívateľské meno, identifikátor spojenia a IP adresu - *povinné*
- s** - názov spojenia (*session name*) - *povinné*
- i** - informácie o spojení (*session information*) - *povinné*
- u** - popis URI (*Uniform Resource Identifier*)
- e** - e-mail (*email address*)
- p** - telefónne číslo (*phone number*)
- c** - adresa spojenia (*connection information*), na ktorú majú byť posielané dáta – obvykle ide o multicastovú IP adresu
- b** - šírka pásma (*bandwidth information*)
- z** - časová korekcia (*time zone adjustments*)
- k** - šifrovací kľúč (*encryption key*)
- a** - atribút prenášajúci doplnkové informácie (*session attribute*)
- t** - začiatok spojenia (*time the session is active*)- *povinné*
- r** - čas opakovania (*repeat times*)
- m** - popis toku dát (*media*) - udáva typ dát (audio, video, atď.), číslo portu na adrese udanej riadkom c, na ktorom budú dáta posielané, transportný protokol (RTP, UDP, atď.) a kódovanie (*povinné*)

Príklad SDP správy

```
v=0
o=jdoe 2890844526 2890842807 IN IP4 10.47.16.5
s=SDP Seminar
i=A Seminar on the session description protocol
u=http://www.example.com/seminars/sdp.pdf
e=j.doe@example.com (Jane Doe)
c=IN IP4 224.2.17.12/127
t=2873397496 2873404696
a=recvonly
m=audio 49170 RTP/AVP 0
m=video 51372 RTP/AVP 99
a=rtpmap:99 h263-1998/90000
```

25. Charakteristika MGC (priebeh spojenia netreba)

(*Media Gateway Control Protocol*)

Charakteristika MGCP

- ☐ Signalizačný protokol slúžiaci na ovládanie mediálnych brán pre prenos audio dát.
- ☐ Definovaný IETF
- ☐ Založený na textovej architektúre.
- ☐ Jednotlivé správy sú tvorené z textových hlavičiek a postupnosťou parametrov.

(*Jednoduchšie vytvorenie a rozpoznávanie správ na strane odosielateľa resp. príjemcu ako v prípade binárnych správ.*)

- ☐ Protokol typu Master/Slave

Architektúra

- ☐ **MGCP protokol je riadiaci protokol, ktorý definuje komunikáciu medzi MG (*Media Gateway*) a MGC (*Media Gateway Controller*).**
- ☐ Mediálne brány (MG) sú riadené prostredníctvom MGC
- ☐ MGC obsahuje inteligenciu (Call Agent) pre riadenie

mediálnych brán.

(*Samotné mediálne brány obsahujú minimálnu inteligenciu*)

- ☐ Jeden MGC môže riadiť niekoľko mediálnych brán.
- ☐ Ak je počet mediálnych brán veľký, môžu sa rozdeliť na viac domén.

☐ **MGCP je modulárny, ľahko rozšíriteľný protokol**

☐ **MGCP rozlišuje dva typy logických zariadení:**

1. Koncové body:

- ☐ Sú fyzické alebo logické zariadenia ktoré vykonávajú konverziu dát medzi jednotlivými typmi sietí.
- ☐ Najčastejšie sú to analógové alebo digitálne porty v smerovačoch ktoré slúžia ako brány.

2. Spojenia:

- ☐ Sú dočasné logické toky ktoré slúžia k zostaveniu, údržbe, a ukončeniu spojenia.
- ☐ Ak je spojenie ukončené, zdroje ktoré boli pridelené tomuto spojeniu môžu byť opätovne použité pre ďalšie spojenie.
- ☐ Jednotlivé spojenia môžu byť typu bod-bod alebo viacbodové.

Štruktúra správy

☐ **MGCP protokol realizuje vzájomný vzťah medzi MGC a MG ako súbor správ.**

☐ **Príkazový riadok obsahuje:**

- ☐ kód príkazu,
- ☐ identifikátor transakcie,
- ☐ meno koncového bodu,
- ☐ verziu protokolu MGCP.

☐ **Tieto štyri položky sú zakódované ako reťazec ASCII**

26. SIP

27. QoS (12.prednaska) – predstava o parametroch, grafy a ani tabulky netreba, Kvalita služby (QoS) v širokopásmových paketových sieťach: mechanizmy pre podporu QoS vo FR, ATM, IP, MPLS, Ethernete.

Kvalita služby = kolektívny vplyv jednotlivých parametrov služby, ktoré determinujú spokojnosť používateľa služby.

Kvalita služby (*Quality of Service - QoS*) umožňuje posúdiť, ako sa poskytovaná služba približuje parametrom kontrahovanej služby.

- Na kvalitu služby poskytovanú zákazníčkovi majú vplyv:
- operačné kritéria,
- výkonnostné kritéria špecifické pre službu.

QoS pre prenos hlasu .požiadavky:

- Oneskorenie (*podľa G.114*)
- < 150 ms - jednosmerné oneskorenie
- < 200 ms – neverejné siete
- max 250 ms
- Jitter
- Strata informácie

R - faktor

- „Hodnotiaci faktor“

Metrika na numerické vyjadrenie hlasovej kvality zohľadňujúca vnímanie účastníkom, ako aj celkový vplyv znehodnotenia zariadením.

QoS vo Frame Relay

- Charakteristika FR
- QoS parametre
- CIR (*Committed Information Rate*) $CIR = Bc/Tc$
- EIR (*Excess Information Rate*) $EIR = Be/Tc$
- Mechanizmy na ochranu pred preťažením siete
- DE (*Discard Eligibility*)
- FECN (*Forward Explicit Congestion Notification*)
- BECN (*Backward Explicit Congestion Notification*)

Prostriedky na zabezpečenie QoS v ATM:

- CAC (Connection Admission Control)
- UPC (Usage Parameter Control)
- Traffic shaping:
- Implementovaný na vstupe do ATM siete
- Zabezpečuje dodržiavanie prevádzkového kontraktu (napr. Leaky Bucket)
- Traffic policing:
- Dohľad nad VC z pohľadu dodržiavania prevádzkového kontraktu
- Pri prekročení prevádzkového kontraktu:
- bunka bude zahodená
- bunka bude označená (CLP - Cell Loss Priority)
- Aplikovateľné na úrovni:
- buniek (*základné*)
- rámcov (napr. PPD /*Partial Packet Discard*/ a EPD /*Early Packet Discard*/ pre AAL5)

QoS v IP

IPv4 - nemá implicitnú podporu QoS

• **IPv6** – „predpripravené“ pre podporu QoS, v súčasnosti nie je špecifikovaný žiadny špeciálny mechanizmus podpory QoS

• Techniky na zabezpečenie QoS

- Integrované služby (*IntServ*) **Nevýhody IntServ**

- Všetky zariadenia cez ktoré prechádzajú IP pakety dátových tokov, pre ktoré je potrebné zaručiť QoS musia podporovať RSVP.
- Každý smerovač v sieti musí udržiavať stavovú informáciu pre každú rezerváciu (dátový tok s požiadavkou na QoS).
- Vysoké nároky na implementáciu v rozsiahlych sieťach

- Diferencované služby (*DiffServ*)

Využíva zlučovanie (agregáciu) dátových tokov do tried:

- Okrajovésmerovače (resp. koncové zariadenia) zadeľujú a označujú pakety do jednotlivých tried
- Vnútorne smerovače spracovávajú pakety podľa ich označenia po skupinách tokov
- Definuje PHB (*Per-Hop-Behavior*) – *chovanie uzla podľa vopred definovaných kritérií sieťovej politiky*

Nevýhody IntServ

- Všetky zariadenia cez ktoré prechádzajú IP pakety dátových tokov, pre ktoré je potrebné zaručiť QoS musia podporovať RSVP.

- Každý smerovač v sieti musí udržiavať stavovú informáciu pre každú rezerváciu (dátový tok s požiadavkou na QoS).
- Vysoké nároky na implementáciu v rozsiahlych sieťach

QOS v MPLS

Podpora QoS prostredníctvom MPLS–DiffServ (*DiffServ-TE*)(*Max. 8 tried TE*)

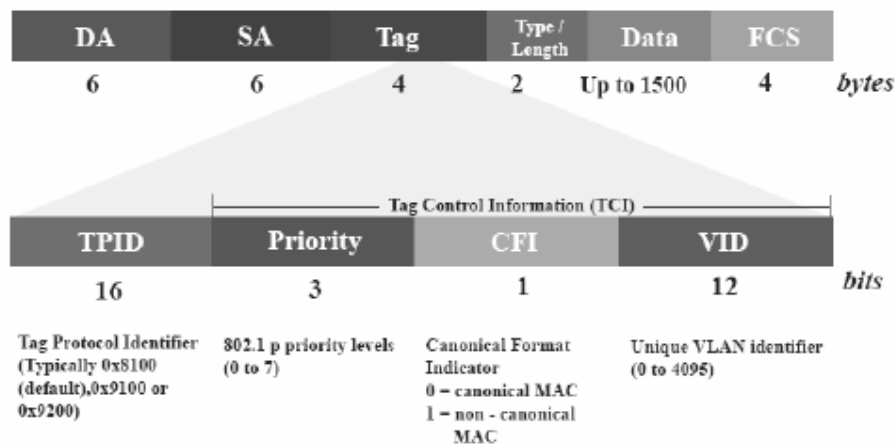
- Definované 3 BC (*Bandwidth Constraint*) Modely
 - Maximum Allocation Model
 - Maximum Allocation Model width Reservation
 - Russian Dolls Model

MPLS-DiffServ

- Využíva kombináciu MPLS plánovania prevádzky a DiffServ pre zabezpečenie QoS (Quality of Service)
- MPLS-DiffServ (nazývaný tiež DiffServ-TE) definuje triedy riadenia prevádzky (**TE Classes**)

QOS Ethernet

IEEE 802.1Q rámec



28. Optické spojovanie – klasifikácia, WDM, TDM a jednotlivé prvky, Kategorizácia a vlastnosti optických spojovacích systémov. Vlnovodné optické spínače. Free-space optické spínače. Digitálne optické spínače.

Dôvody

- **Limitované kapacity súčasných spojovacích uzlov:**
- 100 000 účastníkov x 64 kbit/s => 6,4 Gbit/s
- 16 portov STM-64 => 159,2525 Gbit/s
- **Elektronické komponenty:**
- elektromagnetické pole
- RC konštanty
- vysoká energetická spotreba
- problémy s chladením

OPTICKE SPINACE kategorizácia:

- **Podľa transfér módu**
 - optické spínače s prepájaním okruhov
 - optické spínače s prepájaním paketov

- **Podľa technológie**

- optické spínače na báze vlnovodov
- free-space optické spínače

- **Podľa multiplexnej techniky**

- optické spínače s priestorovým multiplexom
- optické spínače s časovým multiplexom
- optické spínače s frekvenčným (vlnovým) multiplexom
- hybridné optické spínače

Vlnovodné optické spínače

- Optický signál je vedený vo vlnovode
- Optické vlákno = transparentný analógový kanál schopný prenášať veľké množstvo digitálnej informácie.
(dnešné SMF vlákno - cca. 25Tb/s)
- Optické spojovacie polia sú tvorené kaskádou vlnovodných spínačov prepojených vlnovodmi (t.j. optickými vláknami)

výhody:

- Prirodzená evolúcia z dnešnej elektronickej technológie použitej v komunikačných systémoch
- Budovanie na už existujúcej optike, ktorá je na podobnom princípe prítomná v komunikačných sieťach (prenosové linky)
- Veľké skúsenosti s optickou vlnovodnou technológiou
- Pokročilejšia technológia v porovnaní s dnešnou free-space technológiou

Free-space optické spínače(analogové)

Historicky prvé optické spínače

- Svetlo je transportované v spínači voľne v priestore

- **Výhody**

- umožňujú využiť ďalšiu dimenziu pri smerovaní signálov,
- umožňujú vyššiu integráciu elementov,
- umožňujú vnútornú paralelizáciu prenosového pásma a tým vyššiu výkonnosť,
- v dôsledku vysokej integrácie je vyššia pravdepodobnosť lacnejšej produkcie.

Klasifikácia:

Podľa architektúry:

- **viacstupňové spojovacie štruktúry** (napr. S-SEED spínač)
- **jednostupňové spínače** (napr. holografický spínač)

- Podľa typu signálu:

- **analógové spínače** (transparentné vo formáte, bitovej rýchlosti a type modulácie; akumulujú energetické straty a presluchy)
- **digitálne spínače** (digitálny signál => nevykazujú útlm a presluchy)

Digitálne:

Free-space optické spínače(S-Seed spínač (Symmetric Self-Electro-Optic Effect Device))

ATM optické spínače:

Paketová podstata ATM - komplikácia pre optické spojovanie

- Výhody ATM optického spojovania:
- dĺžka bunky 53B => menšie nároky na rýchlosť prepájania ako pre bitové toky
- asynchrónna prevádzka a dlhý blok dát => menšie problémy so synchronizáciou

- menšie požiadavky na pamäť - stačia optické oneskorovania

Linky

ATM spínače s dvojvrstvou štruktúrou

- **Princíp:** riadiaca a informačná časť prepájaného signálu sú separované
- **informačná časť** - prenáša sa veľmi rýchlou optickou cestou
- **radiace signály** - spracovávajú sa elektronicky pomalšími rýchlosťami
- **Reprezentanti**
 - ULPHA (*Ultrafast Photonic ATM Switch*)
 - HiPower (*Hypercube-interconnected Photonic ATM Switch*)