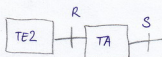


1) N-ISDN: UNI (základná referenčná konfigurácia, landy a prístupy)

zákl. ref. konfigur.



TE - Terminal Equipment

- spracovanie protokolov, ukončenie rozhrania

TE1 - ISDN zariadenie - zahŕňa funkcie TE a má rozhranie zodpovedajúce ITU-T odporúčaniam

TE2 - non ISDN zar. - zahŕňa funkcie TE, ale má rozhranie W. nezapadá do ITU-T odporúčaní

TA - Terminal Adaptor

- na pripojenie TE2 na ISDN UNI rozhranie
- medzi ref. bodmi R a S, R a T

NT1 - Network Termination 1

fiče PHY - L1 vrstva OSI

(ukončenie prenos. linky, údržba a monitorovanie na L1, prenos napájacieho napätia, ukončenie účastn. rozhrania, spracovanie prenosových rozhraní)

NT2 - Network Termination 2 (PABX, LAN)

funkcie L1 RI OSI, aj fiče vyšších vrstiev

(spracovanie protokolov na L2 a L3, spojovanie, koncentrácia, údržba a monitorovanie)

LT - Line Termination

ET - Exchange Termination

patrí k spojovaciemu zariadeniu a nie sú špecifikované ako UNI.

- referenčné konfigurácie - koncepčné konfigurácie vhodné na identifikáciu rôznych fyzických používateľských prístupov k ISDN
- funkčné skupiny - množiny funkcií, kt. môžu byť vyžadované na používateľskom prístupe k ISDN
- referenčné body - oddelujú funkčné skupiny (môžu zodpovedať fyzickým rozhraniám medzi prístrojmi)

Kanály na UNI:

B-kanál - prenos používateľskej info

- rýchl. (prenosová) 64 kbit/s
- pri prenose s prepájaním okienok nikdy nenesie signalizačnú info

D kanál - prenos signalizácie v móde prepájania okienok

- prenos. rýchlosť 16 kbit/s alebo 64 kbit/s
- paketozo orientovaný
- v móde prepájania paketov môže slúžiť na prenos použív. info

H kanál - prenos použív. info

- prenos. rýchlosť sú násobkami rýchl. B kanála:

$$H_0 = 384 \text{ kbit/s} \quad (6 \times B\text{-kanál})$$

$$H_1 \rightarrow H_1 = 1536 \text{ kbit/s} \quad (24 \times B)$$

$$H_2 = 1920 \text{ kbit/s} \quad (30 \times B)$$

- prenos a prepájanie signálov: video (telekond.), rýchly prenos dát, kvalitatívne audio, MUX národných signálov

Pristupy na UNI:

Základný prístup BRA (Basic Rate Access)

- $2B + D$ ($2 \times 64 \text{ kbit/s} + 16 \text{ kbit/s}$)
- B kanály sú využívané nezávisle od seba

Prístup primárnym multiplexom PRA (Primary Rate Access)

- prenosová rýchlosť pre B a D kanál je 64 kbit/s

$$T1 = 1544 \text{ kbit/s} = 23B + D$$

$$= US$$

$$E1 = 2048 \text{ kbit/s} = 30B + D (+ \text{synchr.}) = EU$$

Prístup primárnym multiplexom H₀

- prenos. rýchlosť D kanála je 64 kbit/s

$$= 1644 \text{ kbit/s} = 4 \times H_0$$

$$= 2048 \text{ kbit/s} = 5 \times H_0 + D$$

Prístup primárnym multiplexom H₁

- použitie kanála H_1 (1536 kbit/s) alebo H_2 (1920 kbit/s)
- v prípade potreby signalizácia sa použije D kanál (64 kbit/s) mimo tohto prístupu

2. Prenos na referenčnom bode U

- prenos medzi NT a LT (obojsmerný, s ~~echo~~-kompenzátorom)
- ak je použitý PKA prenos - rel. bod U je realizovaný 4-drôtom, opt. káblom alebo rádiovým spojom
- v prípade BRA môže byť signál prenášaný 2-drôtom aj 4-drôtom

1) Prenos signálu po 4-drôte

2) Prenos signálu po 2-drôte

3) Obojsmerný prenos s echo-kompenzátorom

• 4-drôtové vedenie:

- pre každý smer komunikácie rezervovaný (pár vodičov)

- výhoda - jednoduché + hľadiská nariadenia

+ nevýhoda - vysoké náklady na 4-drôt

• 2-drôtové vedenie:

- smery prenosu nie sú priestorovo oddelené

4) frekv. multiplex - sig. v oboch smeroch majú odlišné nosné frekv.

- výhody - menšia veľkosť nýchlost prenosu v oboch smeroch

- tlmenie nedovoľuje veľké vzdial. bet. zosilkov

- potrebné analóg. filtre (pre RUX a DE RUX)

- ekonomicky nevýhodný

5) časový multiplex - ping-pong metóda - komunikácia v oboch smeroch delená do čas. okien

- potrebná pomerne veľká nýchlost prenosu ($2B + D$ synchro)

- zväčšenie dosahu je možné vysielaním dlhších rámcov ($n \times 125 \mu s$, používaná hodnota je $250 \mu s$)

• obojsmerný prenos s echo-kompenzáciou

- signály sú prenášané v oboch smeroch súčasne a na tej istej frekvencii

- princíp: v prijímači sa rušia signály, keď boli na vedení vyslané vlastným vysielateľom

- výhody - jednoduché nasadenie v reálnej prevádzke

- menší vplyv rušenia a tlmenia na prenosovú linku

- prenos na veľké vzdialenosti (až 8 km)

3 So rámeček

- 48 bitov, vysielanie rámečka trvá 450 us, prenos rýchlosť 192 kbit/s
- 4 bity pre D kanál, po 16 bitov pre B₁ a B₂ kanál (spolu 32 bitov), 12 bitov na riadenie prenosu medzi TE a NT
- D echo kanál - riadenie prístupu viacerých TE na D kanál
- E bity - vysielané z MT do TE - opakovanie vysielaní (echy) D bity prijaté z TE
- L bit - odstraňuje jednosmernú zložku
- F₁, F_A - obmedzenie rámečkov a podrámečkov
- H bit - multirámečkový bit (služi na vytváranie multirámečkov)
- linkový kód medzi TE a NT - pseudo ternary

CSMA/CD

- prístup na zbernicu (riadenie prístupu na zbernicu)
- každé TE samostatne kontroluje prístup na zbernicu, rozoznáva a odstraňuje kolízie
- možnosť viaceria problému - D echo kanál
- rámeček vysielaný z TE do MT je opakovaný o 2 bity oproti rámečku z opačného smeru

Echo kompenzátor

- echo kompenzácia vzniká na blízkom aj vzdialenom konci prenosovej siete.
- echo kompenzátor (EK) nie je problém s echom, je umiestnený na vstupe Vys. a Prijm.
- vďaka EK je možný duplexný prenos, ale je to náročné na odhadnutie echo kvôli prenosovej sieti (V vytróni odhad echo, to sa poľa prijímače a tento odhad od prijatého signálu)

D echo kanál

- pouč. na riadenie prístupu viacerých TE na D kanál
- zabránenie súčasnému vysielaniu viacerých TE
- 1) každý D bit v smere TE → NT je echovaný najbližším E bitom v rámeči v smere NT → TE
- 2) TE prijme E bit z echo kanála a porovnáva ho s D bitom, ktorý naposledy vyslal
- 3) ak sú zhodné ⇒ nenastala kolízia ⇒ pokračuje sa vo vysielaní
- ak je v kanáli vyslaných viac ako 6 jednotiek ⇒ voľný kanál

4 ISDN protokoly na UNI

Tyčička vstupu

- I. 430 - základný prístup BRA } pre B a D kanal
- I. 431 - primárny prístup PRA }

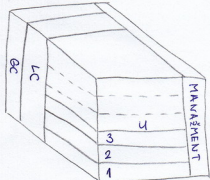
Linková vstava

- LAPD (Link Access Protocol - D channel) Q. 921

Sieťová vstava

- Q. 931 - základné procedúry pre nadviazanie spojenia a aj procedúry pre doplnkové služby
- X. 25 - najstarší typ technológie prepínania paketov
 - v súčasnosti - platba kreditnou kartou cez terminál, výber a niektorých bankomátov
- Frame Relay - datagramová služba (nie je garantované doručenie rámcov)
 - spol. vlastnosť s X.25 - vytváranie virtuálnych okruhov
- LAPB - link. protokol
 - spravuje komunikáciu a vytváranie rámcov medzi DTE (Data Terminating Equipment) a DCE (Data Circuit-Terminating Equipment)

6 ISDN protokolový referenčný model



GC - Global C (malo by to tak byť)
LC - Local C

- U** - používateľská rovina - prenos info medzi pouz. aplikáciami
- C** - riadiaca rovina - prenos riadiacej info pre nadviazanie spojenia v U (úlohy: zosustavenie a zrušenie spojenia, dohľad nad spojením, zabezpečenie doplnkových služieb)
- M** - manažmentová rovina - celk. dohľad nad sieťou a ostat. rovinami

ISDN je synchrónna sieť s prepájaním okruhov a používa prvé tri vrstvy na komunikáciu a aj na niektoré výnimky

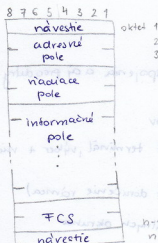
6 Signalizácia DSS1

- medzi účastníkom a spojovacím systémom
- na prenos - signalizačný paketo orientovaný D kanál (16 kbit/s alebo 64 kbit/s)

- použ. dve tri vrstvy:

- fyzická - fyzické médium je totožné pre B a D kanál
- linková - spoločný a každý svoj prenos dát; LAPD
- sieťová - výstavba, udržiavanie a rušenie spojení

- LAPD rámec



• adresné pole:

SAPI - Service Access Point Identifier - 6 bitov

určuje, aký typ dát sa prenáša v dát. poli
ktorý bol prístup k službe je využívaný

TEI - Terminal Endpoint Identifier - 7 bitov

určuje, pre ktoré TE je signáliz. rámec určený

• riadiace pole:

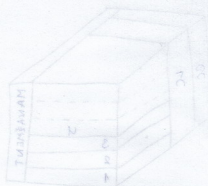
- I-rámec - prenos sčítavanej a potvrdzovanej info
- S-rámec - pre účely riadenia a obsluhu
- U-rámec - prenos nečítavanej a nepotvrdzovanej info (napr. zostavenie a rušenie spojení)

vo vrstve 2

• FCS - Frame Check Sequence - detekuje chyby pri prenose na D-kanále

- príklady DSS1 správ:

- pre zostavenie spojenia - Alerting, Connect, Setup
- pre rušenie spojenia - Disconnect, Release, Restart
- pocas spojenia - Resume, Suspend, Suspend Acknowledge
- ročné



• informačné pole

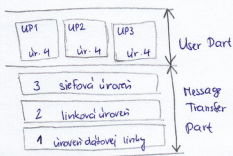
- prenáša obsah signáliz. správ

• návestie

- flag, 0111 110

Signalizácia CSST

- Q.700
- signalizácia medzi sieťovými uzlami. (ústredňami)
- Signalizačný bod **SP** - miesto vzniku alebo prijímania signalizačnej info
- Signaliz. prenosový bod **STP** - miesto, kde sa smeruje a prepája (ale nepospracováva) signalizačná info
- signalizácia - viazaná - CCS - sign. a užitoč. info - tie isté prenos. cesty
 - neviazaná - CAS - sign. a užitoč. info - iné prenosové médiá
- Struktúra CSST (vrstvy nezodporujú RM OSI)



UP - spracováva sa signál.

MTTP - prenáša sa signál.

- typy signálových jednotiek na úrovni MTTP:

- **MSU** - Message Signal Unit - signál. správa z použ. časti CSST a manažmentové správy z úrovne 3
- **SSU** - Link Status Signal Unit - stav signalizačnej linky
- **FISU** - Fill-In Signal Unit - výplňová jednotka bez informačného poľa

- riadenie chybovosti na úrovni 2

- záloh. metóda - go-back-N ARQ - sign. linky s oneskorením $\leq 15\text{ms}$
- preventívna cyklická reštorácia - oneskorenia $\geq 15\text{ms}$

- funkcie vrstiev:

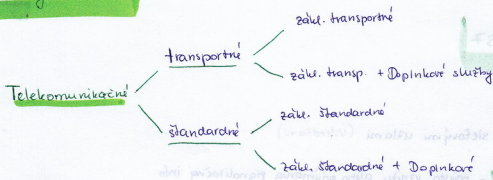
- MTTP3 - sieťová** - manažment signál. začnej siete
- spracovanie sign. správ

- MTTP2 - linková** - bezpečný prenos sign. správ medzi sieť. uzlami
- monitorovanie stavu linky, riadenie toku
- MSU, SSU, FISU

MTTP1 - dát. linky - fyzické spojenie; údajum - prenos. linka 64 kbit/s, Full Duplex, PCM kódovanie

- typy správ:
 - výzva spoji. IAM, SAM, ACM, ANM
 - zrušenie spoji. REL, RLS, RLC
 - nadenie spoji. BLO, FRQ

8) Služby v ISDN

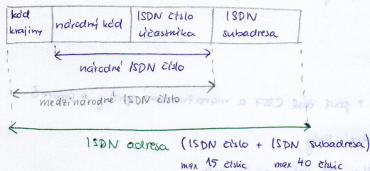


Štandardné služby: - telefónne spojenie

- klixex
- videotex
- telex

Doplnkové služby: CLIP, CLIR, MSN, HOLD, DDI

Adresovanie v ISDN



EURO - ISDN

vychádza z celosvetového štandardu ISDN

definície:

- prístupy na ISDN - BRA, BRI - zákl.
PRA, PRI - prim.

b) transportné služby - prep. okruhový, 64 kbit/s, 3,1 kHz audio, hovor, diskretný prenos signálu
prep. paketový, bod S - 4 drôt, bod U - 2 drôt.

c) štandardné služby - tel. služba 3,1 kHz, tel. služba 7 kHz, videotex, videotekst, videotelex

d) doplnkové služby - CLIP, CLIR, DDI, MSN, TP

"prenositelnosť" terminálov?

3) ATM - princíp a vlastnosti

- princíp

- Spája výhody ATD (asynchrónne čas. delenie) a FPS (rychlé prepájanie paketov)
- **ATD** - vhodné pre signály v reál. čase
- vychádza zo synchr. čas. delenia STD pridaním inteligencie do multiplexorov
- štatistické multiplexovanie - MUX rozoznáva bitovú rýchlosť vstupujúceho signálu, podľa toho rezervuje miesta v multiplexe
- paket nie je určený časovou polohou v idmei, nesie v sebe identifikačnú adresovú info

- FPS

- vychádza z prepájania paketov, vrátane ho sjednodušuje
- Spolieha na kvalitu optických prenos. liniek
- Žiadna kontrola chýb a riadenie toku v sieti → nadobývajú end-to-end charakter- v koncových bodoch
- nezávislosť prenosu a spojenia od typu služby

- ATM je základný mód pre B-ISDN.

- je to paketovo orientovaný mód prenosu, ale dokáže zabezpečiť časovú transparentnosť
- vytvára prenosové (fascistické) a prepájacie prostredie pre synchrónne aj asynchrónne signály

- vlastnosti

- 1) - bunka konštantnej dĺžky - uľahčuje smerovanie v spojovacích uzloch - 53 bajtov (5B hlavička, 48B data)
 - 2) - spojovo orientovaný prenos - VC, VP, vytvorenie virtuálneho okruhu
 - zostavenie spojenia je riadené signalizáciou a metasignalizáciou
 - 3) - žiadna kontrola chýb v sieť. uzloch - kontroluje sa len hlavička, kontrola chýb - na koncových zariadeniach
 - 4) - žiadna kontrola toku dát a prevádzky v sieť. uzloch (robi sa na rozhraniach, nie v sieti)
 - 5) - transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch - realizované hardvérovo
- Výhody - zabezpečenie QoS (Quality of Service) - prevádzkový kontrakt
- nie je potrebná kontrola toku buniek
 - menšie nároky na adresnú info v hlavičke
- požiadavky
- nezávislosť na službe
 - nezávislosť na rýchlosti
 - prenos dátových signálov
 - prenos synchrónnych signálov
 - spojovo orientovaná prevádzka
 - prevádzka bez spoj. orientácie
 - spoľahlivý a bezpečný prenos
 - spolupráca so súčasnými sieťami
 - bezpečnosť do budúcnosti
 - štandardizácia

10 VPI a VCI (princíp smerovania)

VC - virtuálny kanál - komunikačný kanál slúžiaci na jednosmerný prenos ATM buniek

VCC - Spojenie virt. kanálov - zákl. druh spojenia v ATM sieti; súbor viacerých VC

VCI - identifikátor virt. kanála - jedinečné číselné hodnoty identifikujúce VC

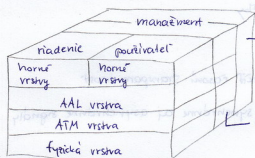
VP - virtuálna cesta - zväzok viacerých VC (jednosmerné)

VPC - spojenie virt. cestou - spojenie viacerých VP

VPI - identifikátor virt. cesty - jedinečné číselné hodnoty identifikujúce VP

- prichodzia bunka je v ATM prepínací identifikovaná údajmi: VPI, VCI a rozhranie prepínača

11 ATM protokolový referenčný model



• **manažment rovina** - zabezpečuje monitorovanie a obhľad nad sieťou

• **používateľská rov.** - riadi informačný tok medzi používateľmi

• **riadiaca rovina** - riadi zostavenie, priebeh a zrušenie spojenia

fyzická vrstva

- jej funkcie sú nezávislé od sústieb v horných vrstvách

- vytvára prenosový mechanizmus pre služby (pomocou ATM, pomocou SDH)

- **podvrstvy** - **PM** - physical media - zabezpečuje vysielanie a prijím. bitov a fyz. prístup na prenos. médium

- **TC** - transmission convergence - preberá bunky z ATM vrstvy a upravuje ich do zodpovedajúceho formátu na prenos pomocou PM

↓
služby: a) adaptovanie prenos. rámcov do požadovaného formátu (ATM, SDH a naopak)

b) delimitácia buniek (rozoznávanie hraníc buniek)

c) overovanie nadväznosti buniek (HEC verifikácia)

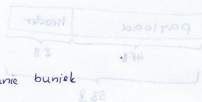
d) cell decoupling - vkladanie a výber protok. buniek

e) generovanie prenos. rámcov a ich obnova

ATM vrstva

+ formát buniek \rightarrow odlišia otázka

- Spoločná pre všetky informačné toky
- Spracúva všetky funkcie vzťahujúce k kľúčik, smerovanie buniek
- nezávislá od prenosového média
- zodpovedná za vytváranie spojov



AAL vrstva (ATM adaptívna vrstva)

- sprostredkovacia služba ATM vstupy vyšším posr. vrstvám
- podporuje viacero protokolov
- závislá od poskytovaných služieb
- **podvrstvy** - **SAR** - Segmentation and Reassembly - spracúva info + vyššej podvrstvy tak, aby mala formát informačného poľa ATM bunky
- spojitú rekonštruuje info + informačného poľa ATM bunky
- **CS** - Convergence Sublayer - multiplexovanie, detekcia straty buniek, časovanie

triedy služieb:

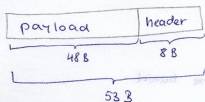
- trieda A - protokol AAL1
- prep. okruhový, audio a video signály s konštantnou pren. rýchlosťou
- trieda B - prot. AAL2
- audio a video sig. s variabilnou pren. rýchlosťou
- trieda C - prot. AAL3
- spojozo orientovaný pren. dát
- trieda D - prot. AAL4
- bit spoj orientácia

AAL 5 - modifikácia protokolov 3 a 4

- poskytuje prístupový bod na jednoduchšie a efektívnejšie spracovanie služieb triedy C (nichla dátová komunikácia)
- formát protokolu AAL5 - musí byť **deliteľný 48** - aby sa jeho časť zvestila do informačného poľa ATM bunky s veľkosťou 48 B

Dáta	Výplň	Záhlavie (8B)
------	-------	---------------

12 ATM bunka



header - hlavička ATM bunky

- rozdiel medzi UNI a NNI rozhraním - UNI má 4 GFC bity

polia :

GFC - Generic Flow Control

len na UNI - 4 bity

VPI, VCI - smerovanie

PT - Payload Type

- 3 bity

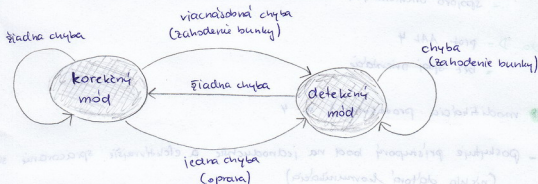
CLP - Cell Loss Priority

- 1 bit

HEC - Head Error Control

- zabezpečenie len hlavičky proti chybám (nie info. časť) prenosu
- kód je schopný opraviť jednu chybu

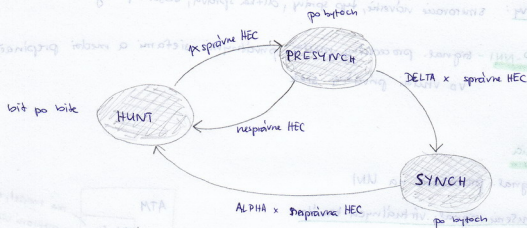
13 HEC algoritmus



- v detekčnom móde sa chyba neopravuje, len detekcie → zahodenie bunky
- ak som v detekčnom móde a nastala šládna chyba, prejdem do korekčného módu
- ak som v detekčnom móde a nastala 1 chyba, bunka sa zahodí

14) Delinácia buniek

- proces na roztváranie hraníc buniek



- **HUNT** - bit po bite sa kontroluje správnosť HEC bitov. Ak sú správne, nastane stav **PRESYNCH** ku kontrole HEC algoritmus mechanizmu
- ak **DELTA x** bola potvrdená správnosť HEC mechanizmu, systém úspešne roztváral hranice buniek a vstupuje do stavu **SYNCH**. Tento stav je navrhnutý, ak **ALPHA x** bol zaregistrovaný nesprávny HEC

15) Signalizácia v ATM sieťach

a) signalizácia na UM

- sign. procedúry medzi konc. terminálom a privátnou sieťou, konc. term. a verejnou sieťou, a medzi privátnou a verejnou sieťou.
- Q. 2931 (vzťah 3)
- v každej virt. ceste je v signalizačnom virtuálnom kanáli (SVC) určený procesom meta-signalizácie
- fyzická a ATM vrstva nie sú oddelené od protokolového modelu ATM

SAAL vrstva - adaptačná vrstva pre signalizáciu - vrstva 3 (AAL 5)

- Pre vrstvu 3 má podobné funkcie ako vrstva 2 v DSS1

b) signalizácia na NN1

- Q. 2761-Q. 2764 - sign. medzi uzlami vo verejnej sieti a medzi verejnými sieťami
- koncept viedenia z CS7
- vyzvaná, nivolovaný signál.
- **MTD** fyzická vrstva - prístup na fyzické médium
 - ATM a SAAL vrstva - ATM - tvorba ATM signaliz. buniek
 - SAAL - bezpeč. prenos, dodržiavanie sekvencie signaliz. správ

Sieťová vrstva - nariadenie signaliz. siek

- smerovanie

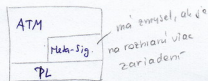
UP - B-ISDN User Part (úroveň 4/5)

- výstavba a rušenie signalizač. spojení
- formát správy: smerovací údaje, typ správy, dĺžka správy, obsah správy

signalizácia na P-NNI - signal. procedúry medzi privátnymi sieťami a medz. prepínačmi vo vnútri privátnej siete

C) meta-signalizácia

- G. 2120, signal. procedúra na UNI
- utváranie a rušenie signal. virtuálnych kanálov
- meta-signalizačný kanál (MSVC) pre každú úrt. cestu
- MSVC má v každej ceste rezervovaný kanál s VCI=1
- point-to-point sig. kanál
- broadcast sig. kanál



16

Prevádzkové parametre

PCR - Peak Cell Rate - max. rýchlosť vysielania pre dané ATM spojenie

SCR - Sustainable Cell Rate - priemerná rýchlosť vs. buniek

MBS - Maximum Burst Size - max. počet buniek poslaných rýchlosťou PCR

MCR - Minimum Cell Rate - min. požadované prenosové pásmo pre dané spojenie (presunúť typy ABR)

CDV - Cell Delay Variation - odchýlka príchodu buniek od referenčných hodnôt príchodu buniek

CDT - Cell Transfer Delay - doba prenosu

CDVT - Cell Delay Variation Tolerance - ~~obmedzenie~~ obmedzenie akceptovateľného CDV

BT - Burst Tolerance - interval medzi dromi po ktorých nasledujúci zhlukmi, počas ktorých sú bunky vysielané rýchlosťou PCR

Kategórie služieb v ATM

- CBR - Constant Bit Rate - požaduje konštantnú pren. pásmo počas trvania celého spojenia
- pre aplikácie v reálnom čase
- rt-VBR - real time Variable Bit Rate - požaduje premenlivý prenos. pásmo, ale výt. čas. transparentnosť
z pohľadu QoS - najväčší problém s VBR a ABR
- nrt-VBR - non-real time VBR
- ABR - Available Bit Rate - dočasný prenos; tolerancia zmeny prenos. pásmo a ovplyvnenia buniek
- UBR - Unspecified Bit Rate - služba best-effort
- GFR - Guaranteed Frame Rate - garantuje MCR za predpokladu dodržania max. veľkosti rámca a MBS

17. Management prevádzky a prevádzkový kontrakt

- management prevádzky - ochrana siete a konc. zariadení pred zahltením tak, aby boli dosiahnuteľné výkonnostné parametre a bola zachovaná dohodnutá QoS (kvalita služieb)
↳ úlohy:
 - určiť, či môže byť nové spojenie zriadené
 - dohoda s účastníkom siete na výkonnostných parametroch
 - udržiavanie hodnôt výk. par.
- prevádzkový kontrakt - dohoda medzi účastníkom a sieťou v čase vytvárania spojenia
 - stanovujú sa vlastnosti spojenia na UNI a NNI rozhraniach
 - sieť sa zaväzuje poskytovať prevádzku na dohodnutej úrovni a účastník súhlasí dodržiavať a reprodukovať dohodnuté výkonnostné parametre

18. Riadenie prístupu k spojeniu - CAC

- Connection Admission Control - preventívna metóda
- súbor činností vykonávaných sieťou v čase zostavenia spojenia s cieľom rozhodnúť, či požiadavka na vytvorenie VP (alebo VC) môže byť akceptovaná, alebo zamietnutá
- rozhodnutie je na základe kategórie služby, požadovanej QoS a stavu siete
- požiadavky:
 1. dodržiavanie dohodnutej QoS, efektívnosť využitia prenosovej kapacity,
 2. vypočítava jednoduchosť, nezáťažnosť a flexibilita zavedenia novej služby