

3 ATM Štandardy

3.1 Úvod

3.1.1 Prehľad

Táto kapitola vysvetlí vrstvomý model ATM-u, určí hranice medzi jednotlivými vrstvami a podvrstvami ako ich definuje CCITT. Viac detailne opíše physical a adaptation layer. Nakoniec sa zaobera údržbou a prevádzkou systému BISDN.

3.1.2 Činnosti CCITT

Definícia ATM-u so všetkými detailmi je zachytená SGXVII z CCITT. Niektoré časti štandardu boli navrhnuté čisto technicky, pre niektoré boli zosúladené technické záležitosti regionálnymi požiadavkami niektorých krajín. Napr. niektoré krajiny zdôrazňovali potrebu zabudovania obrazových a zvukových služieb, iné zase žiadali rýchlu komunikáciu medzi používateľmi. Nie sú však všetky otázky dostatočne vyriešené, treba ich postupne skompletizovať.

V júni 1992 CCITT dohodol sa na nasledujúcich návrhoch:

- I.113 Slovník pojmov pre Broadband-ISDN
- I.121 Broadband ISDN
- I.150 Funkcionálna charakteristika BISDN
- I.211 Služby BISDN
- I.311 Základné sieťové vlastnosti BISDN
- I.321 Modely protokolov BISDN a ich aplikácie
- I.327 Funkcionálna štruktúra BISDN sietí
- I.361 Špecifikácia vrstvy ATM v BISDN
- I.362 Funkcionálny popis Adaptation Layeru (AAL)
- I.363 Špecifikácia Adaptation Layeru
- I.364 Podpora služby connectionless spojenia
- I.371 Kontrola premávky a zaťaženia siete v BISDN
- I.413 BISDN User-Network interface
- I.414 Prehľad užívateľských procesov v Layer 1 pre ISDN a BISDN
- I.432 BISDN User-Network interface – špecifikácia fyzickej vrstvy
- I.610 Základy OAM prístupu

3.1.3 Fórum o ATM

CCITT plánuje realizáciu štandardizácie ATM na dlhodobú prevádzku, čo by predstavoval základ verejnej BISDN služby. V skutočnosti potreba pre širokopásmovú komunikáciu rastie veľmi rýchlo, čo prinútilo výrobcov súkromných komunikačných systémov zrýchliť štandardizáciu. Predpokladá sa, že ATM sa objaví najprv vo privátnom, obchodovateľskom a podnikovom sektore.

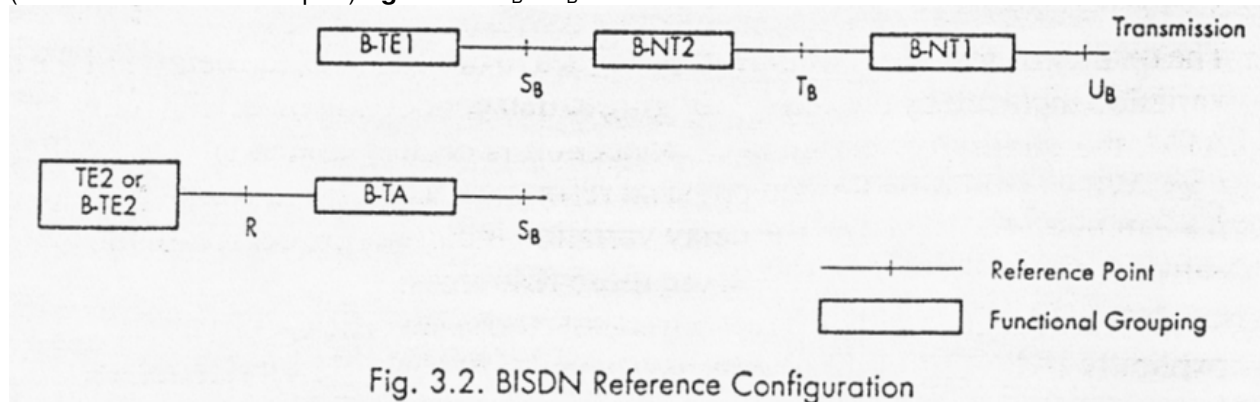
V októbri 1991 skupina CPE dodávateľov, telekomunikačných prevádzkovateľov a užívateľov založili ATM Forum s cieľom zrýchlenia vývoja a vybudovania ATM-ovských produktov a služieb v súkromnom sektore. Prvé výsledky v tomto smere boli spracovávanie súkromnej (lokálnej) UNI medzi ATM používateľom a súkromnej ATM switch, a verejnej UNI medzi ATM používateľom a verejnou sieťou. Ďalším cieľom ATM Forumu je uskutočniť špecifikáciu v odbore operácií, signaling, Network-to-network interface, congestion control (kontrola preťaženia), traffic management (riadenia premávky), fyzických médií, nové aplikácie a adaptation layeru.

Kým CCITT pozoruje ATM z hľadiska operátorov sietí a národných administrátorov, ATM Forum z hľadiska užívateľov a CPE výrobcov.

3.2 BISDN Reference Configuration

Reference configuration je praktický nástroj na definovanie rozhraní (interfaces) medzi rôznymi entitami siete a na definovanie funkcií týchto entít. Tieto konfigurácie pre user-network interface použité v ISDN CCITT zadefinovala v návrhu I.411 a vyhovuje všetkým požiadavkám BISDN.

Referenčné body BISDN sú zadané podobne ako v NISDN: R,S,T,U, ako aj skupiny B-NT1 B-NT2 (Broadband network termination1,2) , B-TE1, B-TE2 (Broadband terminal equipment1,2) and B-TA (Broadband terminal adapter) **fig3.2**. Iba S_B a T_B sú štandardizované.



B-NT1 obsahuje funkcie nižšej úrovne, ako sú line transmission termination, transmission interface handling, OAM functions.

B-NT2 obsahuje funkcie pre rôzne topológie siete, funkcie vyššej úrovne ako cell delineation (synchronizácia) a concentration, buffrovanie, multiplexovanie/demultiplexovanie cell, priradenie zdrojov, signalling, protocol handling, signalling adaptation layer functions, switching local connections and OAM functions. Implementácia funkcií B-NT2 môžu byť fyzicky zoskupené ale aj rozdelené.

B-TE1 ukončuje user interface (S_B alebo T_B) a vykonáva ukončenia všetkých protokolov od najnižších po najvyššie úrovne. B-TE2 ešte nie je štandardizované.

Reference configuration môže byť fyzicky realizovateľná veľa spôsobmi. Niekoľko príkladov vidíme na **fig3.3**

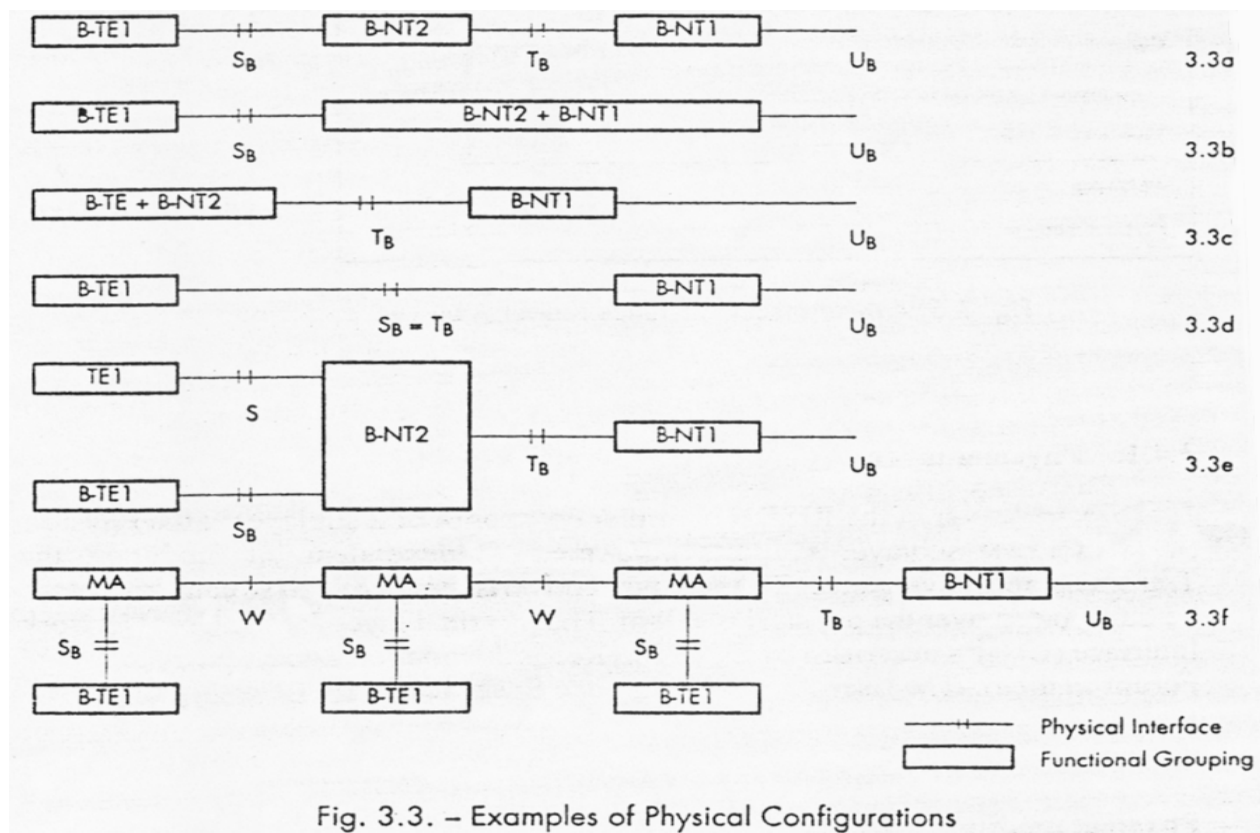


Fig. 3.3. - Examples of Physical Configurations

3.3.1 Reference points

pozn: Keď knihu vydali CCITT štandard splnilo požiadavky pre prenos 155.520 Mbit/s. Zvolili to preto, lebo vysokokvalitná televízia požadovala takú prenosovú rýchlosť. 622.080 Mbit/s sa dosiahne štyrmi 155 Mbps kanálmi, čo používa AT&T Sonet. (Mederly)

Prenosovú rýchlosť 155Mbps poskytuje T_B aj S_B . Pretože data môžu tiecť aj po bitoch aj v bunkách, navrhli dva alternatívy: cell based a SDH (Synchronous Digital Hierarchy) based.

T_B a S_B sú point-to-point orientované, to znamená, transmitter a receiver sú vždy spárované. Na vyšších úrovniach je predstaviteľná aj point-to-multipoint hierarchia. (ale to je ešte predmetom štúdia.)

3.3 BISDN Layere

OSI ISO model je veľmi populárne a použité vo viacerých komunikačných systémoch. Podobná logická hierarchia je navrhnutá v I.321 pre ATM ISDN. Žiaľ zatiaľ len nižšie úrovne sú vysvetlené. CCITT zatiaľ nevyjadril reláciu medzi ATM a OSI.

V tomto modeli sa používa pojem oddelených plôch (separated planes) na oddelenie user, control a management funkcií. Takýto prístup bol použitý aj v NISDN aj v CCITT Recommendation I.320 v čom je popísaný ISDN Protocol reference model.

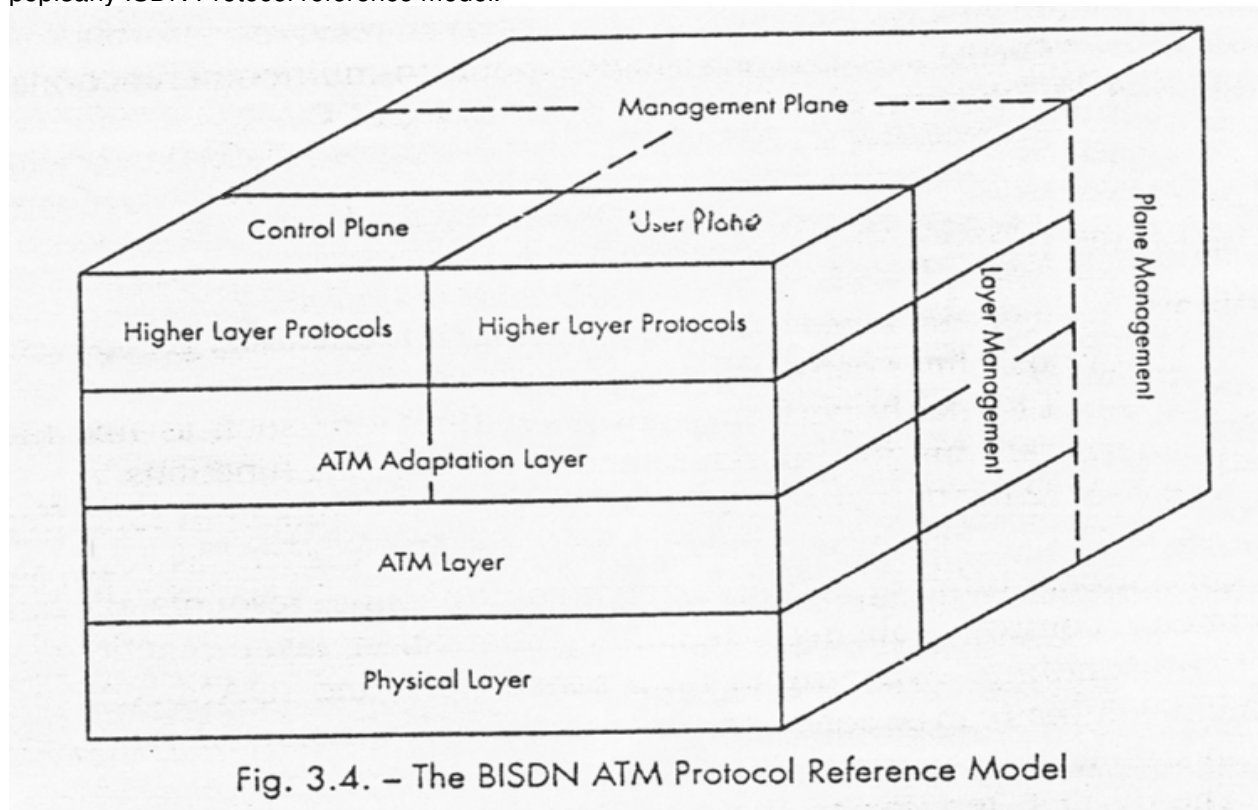


Fig. 3.4. – The BISDN ATM Protocol Reference Model

Model je nakreslený na **FIG 3.4**. Podobne ako v NISDN obsahuje tri plochy: user plane na prenos užívateľských informácií, control plane vykonáva hlavne signaling a management plane je použitá na prevádzku systému. Ďalej tretia dimenzia modelu, layer management, čo zosúladzuje tri plochy.

Plochy sú rozdelené - podobne ako v OSI ISO modeli - na vrstvy. CCITT nešpecifikuje reláciu medzi vrstvami BISDN ATM protokol modelu a OSI modelu. Takto môžeme dva modely porovnávať: PHY layer je viac-menej ekvivalentný fyzickej úrovni OSI modelu, oba vykonávajú funkcie na bitovej úrovni. ATM layer môžeme umiestniť na nižšej úrovni vrstvy 2 v OSI. AAL layer predstavuje operácie vyššej úrovni, tak ako signaling, user information, až po ATM cells. Funkcie control plane zodpovedajú časti data link vrstvy, a user plane je najvýhodnejšie zaradiť do transport layeru, pretože vykonávanie funkcií adaptation vrstvy s užívateľskými dátami sa deje na okraji siete - v termináloch.

3.4.1 Physical Layer

Fyzická vrstva v BISDN je rozdelená na dve podúrovne: Physical Medium (PM) sublayer ponúka bitové funkcie závisiace od prenosového média, Transmission Convergence (TC) sublayer prekonvertuje ATM cell do bitových tokov, ktoré budú posielané cez fyzické médium. Fyzická vrstva pre User Network Interface (UNI) je popísaná v I.432.

PM sublayer

Táto vrstva je zodpovedná pre korektné posielanie a doručovanie bitových tokov po fyzickom médií. Funkcie najnižšej úrovne sú čisto závislé od média a volá sa tak ako tento sublayer Physical Médium (Physical network access – Mederly) . Táto podúroveň je zodpovedná aj pre správne bit timing reconstruction u príjemcu. Táto vrstva je definovaná v CCITT Recommendations G.703, G.957.

Transmission Convergence Sublayer

Táto vrstva spĺňa úlohu data link layru v OSI modeli, má 5 základných funkcií.

Prvá funkcia po prijatí bitov je adaptácia bitov na použitý prenosný systém, tj SDH, PDH, alebo cell based. ATM Forum tiež pridáva možnosť FDDI.

Táto vrstva generuje Header Error Check informácie u posielateľovi, a robí kontrolu správnosti u receivera. Robí aj napríklad rozpoznávanie hraníc buniek u príjemcu - synchronizáciu.

Po rozpoznávaní bunky sa použije algoritmus na zistenie prípadne opravu chýb v hlavičke. Zistené jednobitové chyby sa opravujú, pokiaľ sa v za sebou idúcich objavujú takéto chyby, tak oprava sa vzdá a skúša sa oprava chýb na vyššej úrovni. Týmto sa zabráni aby viacbitové chyby ostali nepovšimnuté.

Táto vrstva musí zabezpečiť vkladanie a potlačanie prázdnych buniek. Toto slúži na zachovanie prenosovej rýchlosti. Táto funkcia sa volá cell rate uncoupling.

Ďalej táto vrstva musí OAM informáciu vymeniť s management plane-om.

3.4.2 ATM Layer

Hlavné funkcie ATM layeru sú:

- Multiplexovanie/demultiplexovanie buniek rôznych spojení do jedného toku buniek.
- Translácia identifikátora cell, čo je potrebné vo viacerých prípadoch, keď sa cell switchuje z jednej linky na druhú. Táto translácia sa môže spraviť na VCI a na VPI zvlášť aj spolu.
- Poskytovanie užívateľovi VCC/MPC jednej z viacerých tried QOS. Niektoré služby môžu požadovať určitú QOS pre jednu časť toku spojenia a nižšiu QOS pre zvyšnú časť spojenia. Tento rozdiel je napr. v CLP bite v hlavičke.
- ???
- Rozbalenie/pridanie hlavičky bunky po tom/pred tým, čo cell bola doručená od/poslaná adaptation layeru.
- Implementácia flow control mechanizmu user-network interfacu nastavením GFC bitu v hlavičke cell.

3.4.3 ATM Adaptation Layer

AAL poskytuje služby pre user, control a management planu.

Je rozdelené na dva sublayre: segmentation a reassembly sublayer (SAR) a na convergence sublayer.

Úloha SAR sublayeru je segmentácia (rozdelenie) informácie na kúsky prijateľnej veľkosti pre nákladovú časť bunky pre virtuálne spojenie, a opačná funkcia, skladanie doručených cell na pôvodnú informáciu, ktorá bude poslaná ďalej na vyššiu úroveň.

Convergence sublayer poskytuje také služby, ako sú identifikácia správy, time/clock recovery atď. V niektorých typoch AAL je convergence sublayer ďalej rozdelený na Common Part Convergence sublayer (CPCS) a na Service Specific Convergence sublayer (SSCS).

Pre niektorých užívateľov služby ATM layeru môžu byť postačujúce, preto niekedy AAL layer môže byť prázdny.

Doteraz boli v CCITT zadefinované 4 AAL pre každý typ služby jeden. AAL3 navrhli pre connection-oriented služby, AAL4 pre connectionless, ktoré spojili a zabudovali do nich aj CPCS sublayer. ATM Forum tiež zadefinoval samostatný AAL pre rýchle prenosy AAL5.

3.5 Fyzická úroveň

3.5.1 Vo všeobecnosti

Vo všeobecnosti v CCITT sú zadané tri typy prenosu framov. Na základe SDH, PDH a cell. ATM Forum sformuloval ešte jeden typ, FDDI.

3.5.2 Synchronous digital hierarchy based interface

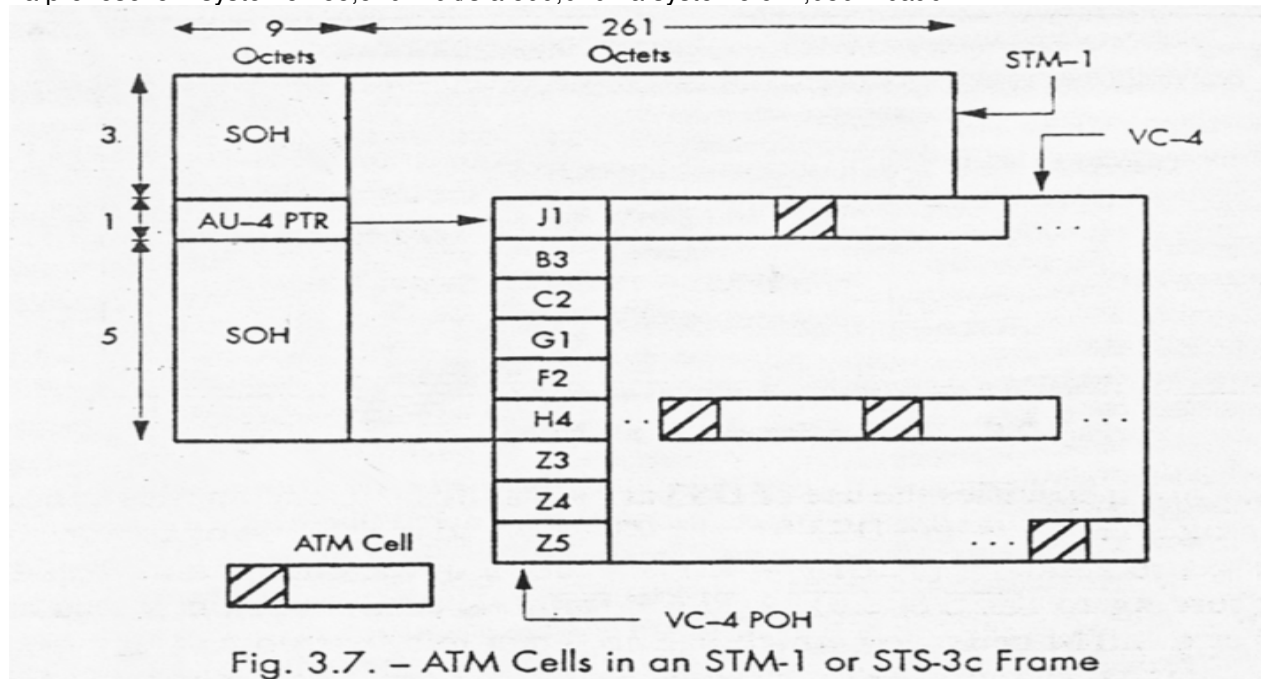
Charakterizácia fyzického média

Uprednostňované médium je optické vlákno, ale koaxiálne kábla sú tiež prijateľné.

V T_B reference point je zvolená 155 Mbsp prenosová rýchlosť v oboch smerov. Aj optické aj elektrické zariadenia sú použiteľné, rozhodujúce faktory sú vzdialenosť, spoľahlivosť, cena atď. Pre elektrické zariadenia sú požiadavky popísané v G.703. Maximálna vzdialenosť závisí od zoslabení prenosového média, pohybuje sa medzi hodnotami 100-200m. Optické riešenie môže byť od 800-2000m. Optická média obsahuje 2 jednosmerné vlákna podľa G.652, ale niektoré národné aplikácie môžu užívať aj multimode fibers.

Charakteristika Transmission Convergence Layeru

Prenosová rýchlosť využiteľná pre prenos information cell, signaling cells a OAM cells je 149,760 Mbaud na prenosovom systéme 155,520 Mbit/s a 599,040 na systéme 622,080 Mbaud.



ATM celly sú prepravené ako SDH frame, ako je znázornené na **Fig 3.7**, v tzv STM-1 frame. Postupnosť ATM-ovských buniek je zabalená do C-4, čo spolu s POH tvorí VC-4 kontajner. Celly sú rozbité na oktety, pretože do C-4 (260x9 bytov) nezmestí celý počet cell ($N \times (48+5)$ bytov, trochu viac ako 44 buniek). Existujú aj SDH framy na prepravu buniek.

Transmission convergence sublayer je zodpovedný za generovanie a zachytenie framov, scrambling a descrambling...

Implementácia OAM funkcií je v súlade so špecifikáciou prenosu na báze SDH v CCITT (G.708, G.709). Tieto funkcie robia zabudovanie cell do framov, detekujú chyby, posielajú chybové hlášky. Vykonanie

prenosu je kontrolované per section a per path pomocou overhead octets (POH,SOH). Z hľadiska prenosu ATM cell v SDH frames je dôležitý iba C2 byte: označuje, že v kontajnery sú prepravované ATM-ovské bunky.

ATM Forum špecifikuje SONET-ovské STS-3c frame pre privátne a verejné UNI v synchronnej sieti. SONET je prakticky kompatibilné s SDH. Jediný rozdiel je v H4 byte v POH. Posielateľ týmto bytom označuje hranicu prvej celly vo VC-4. Prijemca túto informáciu môže využiť v synchronizačnom algoritme (cell delineation).

3.5.3 Cell Based interface

Charakterizácia fyzického média

V CCITT predpísané vlastnosti fyzického média sú identické ako pre SDH based interface. ATM Forum špecifikuje a multimode fiber ako jedno z možností.

Charakterizácia Transmission convergence sublayeru

V tomto prípade celly sú posielané priebežne, bez zabalenia do hocikých framov.

TC sublayer je zodpovedný za synchronizáciu (cell delineation), za generovanie a kontrolu HEC, za nastavenie cell rate medzi ATM layerom a fyzickým layerom a za OAM (riadiace) funkcie. Prenosová rýchlosť využiteľná pre prenos information cell, signaling cells a OAM cells je 149,760 Mbaud na prenosovom systéme 155,520 Mbit/s a 599,040 na systéme 622,080 Mbit/s. Tieto hodnoty sú identické s SDH prenosom.

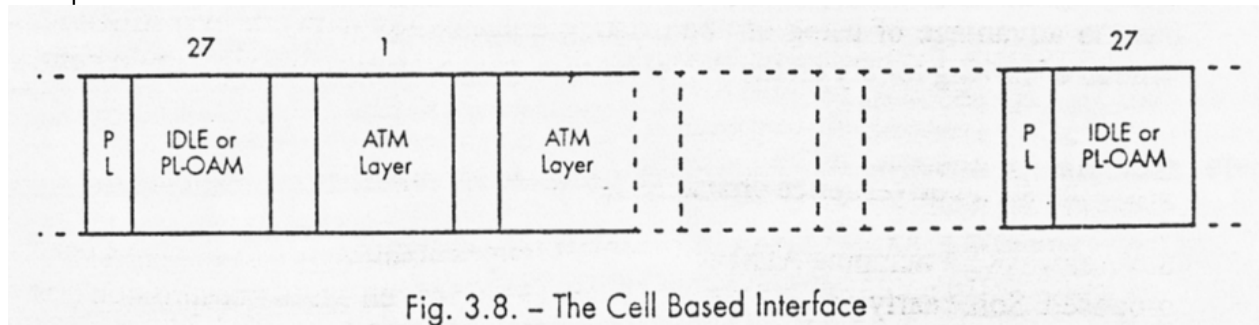


Fig. 3.8. - The Cell Based Interface

Fyzická vrstva prepravuje aj špeciálne physical layer (PL) bunky, ktoré nie sú v kontakte s ATM layerom. Tieto bunky sú generované a spracované v samotnej fyzickej vrstve. Maximálna vzdialenosť medzi dvoma PL bunkami sú 26 ATM cell. **Fig 3.8** Tieto bunky môžu byť PL-OAM alebo aj nečinné (idle) bunky. Idle celly sú zaradené iba kvôli zachovaniu prenosovej rýchlosti. PL-OAM bunky prenášajú riadiace informácie týkajúce sa fyzickej vrstvy, ako regenerátor level (F1) a transmission path(F3). Minimálna periodičita výskytu každého typu buniek je 513 cell. Digital level flow (F2) nie je použité jeho funkcie zastupuje F3 flow, kvôli neprítomnosti transmission framov v cell based UNI

3.5.4 Plesiochronous digital hierarchy

Fyzické médium

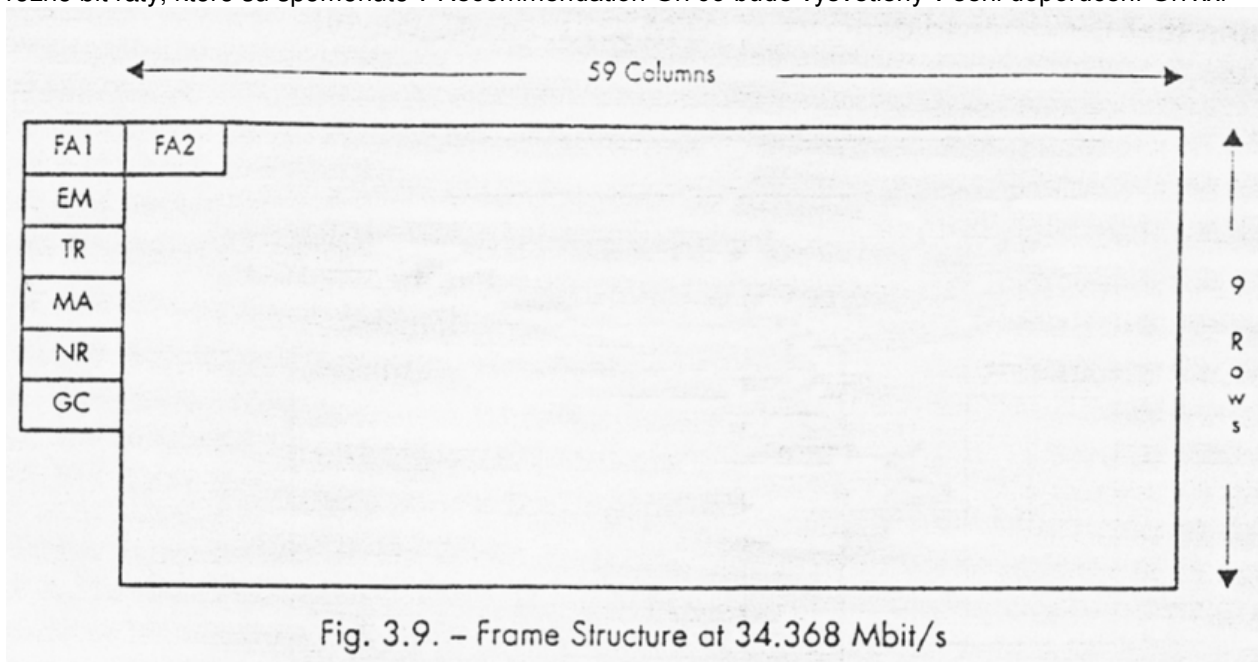
Veľká výhoda prepravy buniek v PDH framoch v CCITT je, že Odporúčanie G.703 povoľuje využitie existujúcej siete, netreba nainštalovať sieť ako sú predpísané napr. pre SDH transmission.

Charakterizácia TC

Existuje viacerých spôsobov pre zmapovanie ATM cell v PDH frames pre variable bit rate. Niektoré skoré implementácie využívali jednu formu prenosu na základe buniek (cell based).

V súčasnosti tieto metódy sa nepoužívajú, prednosť dostal SDH-ovský prístup, t.j. riadiace informácie a hlásky obsahujú špeciálne oktety priradené do nejakého framu. Zvyšná časť framu je naplnené ATM

cellami, ktoré sú prispôsobené štruktúry framu. (Sú rozbité na oktety, a s nimi je vyplnené každé voľné miesto vo framu. Hranice cell sú synchronizované (delineated) pomocou HEC. Úplný popis framov pre rôzne bit raty, ktoré sú spomenuté v Recommendation G.703 bude vysvetlený v sérii doporučení G.7xx.



Ako príklad **Fig 3.9** ukazuje štruktúru framu pre 34,368 Mbit/s-ovej PDH interface.

Nasledujúce POH funkcie sú definované:

FA: Frame Aligment

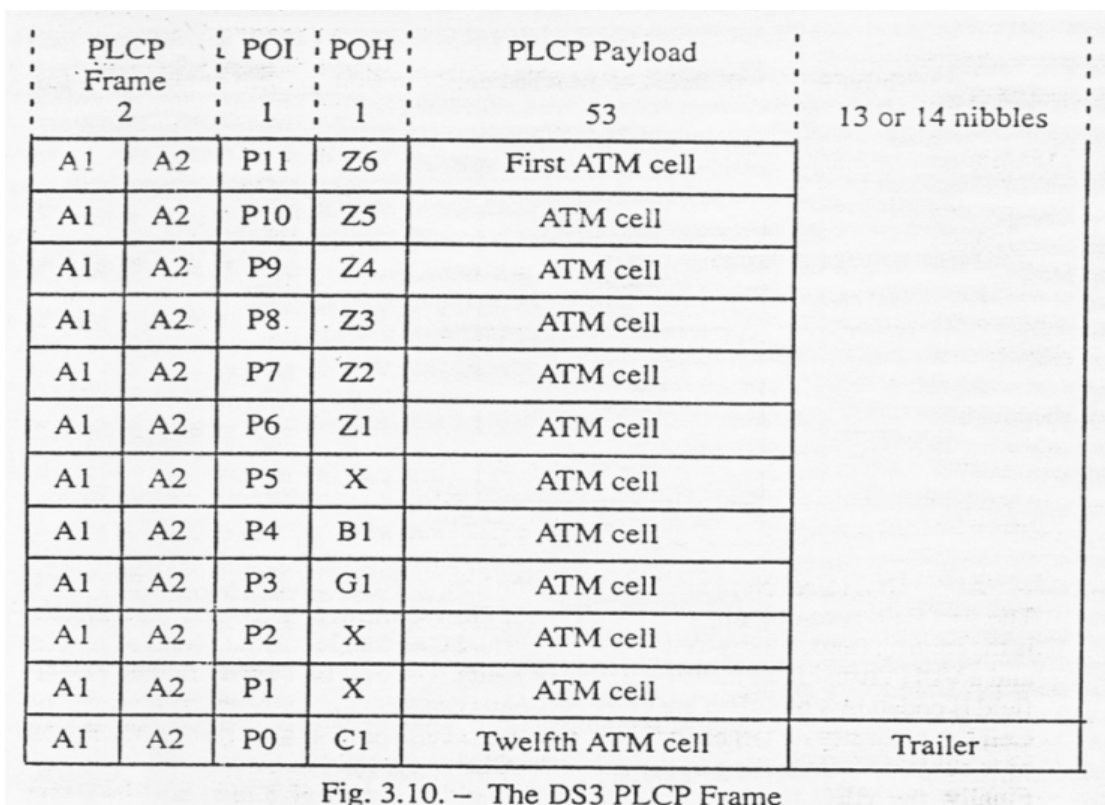
EM: Bit Interleaved Parity (BIP-8)

TR: Trail Trace

MA: Far End Service Failure (FERF), Far End Block Error (FEBE), Payload type

NR: Network operator byte

GC: General purpose Communications channel (e. g data or voice for maintenance)



ATM Forum špecifikuje DS3-PLCP frame, čo obsahuje celý počet ATM cell. V tomto modeli každú ATM bunku predchádzajú dva PLCP (Physical Layer Convergence Protocol) rámovacie oktety, path overhead indicator (POI) oktety, a POH oktety. Rámovacie oktety umožňujú určenie ATM buniek bez použitia HEC, ktoré sú len pre kontrolu a opravu hlavičky. POI oktety identifikujú nasledujúce POH oktety, tj BIP-8 stuffing (plnka) counter, path status, POH identifier, octets for future use. Trailer (príves) PLCP framu obsahuje nibble (štvorbity). Maximálna prenosová rýchlosť pre tento frame je 40,704 Mbit/s. **Fig 3.10**

3.5.5 FDDI based interface

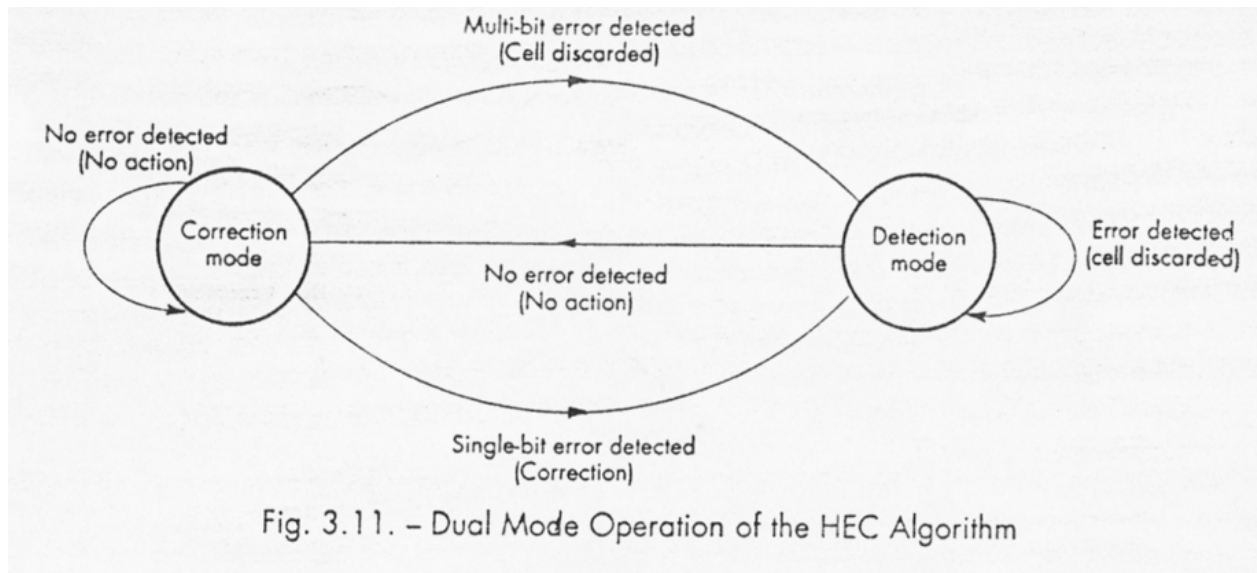
ATM Forum špecifikuje 125 Mbaudové multimode fiber interface v súkromnom UNI. Physical Media Dependent sublayer užíva 4B/5B line code, z čoho vyplýva prenosová rýchlosť 100 Mbit/s. Synchronizácia je vyriešená špeciálnym lineárnym kódom, nie pomocou HEC. Žiadne OAM podpora nie je plánovaná v PHY layer. HEC môže byť použitý na detekovanie chýb nie na opravu, pretože pri delineaácií sa chybovosť znásobí.

3.5.6 Funkcie transmission convergence sublayeru

Header error control HEC

HEC spracuje celú hlavičku bunky. Táto 8bitová informácia stačí nielen na opravu 1 bitových chýb, alebo na detekciu viacbitových chýb. Pre každú verziu TC podvrstvy je použité identické riešenie.

V normálnom (default) móde príjemca pracuje v Correction state. **FIG3.11** Ak je detekovaná chyba jediného bitu, opraví sa, a príjemca sa prepne do stavu Detection. Ak sa nájde chyba viac bitov, daná cell je zrušená, a príjemca sa tiež prepne do stavu Detection.



V tomto stave je zrušená každá bunka, ktorá obsahuje chybu v hlavičke. Ak sa objaví cell s korektnou hlavičkou, tak sa príjemca prepne do stavu Correction.

Vysielač vypočíta hodnotu HEC nasledovne: Polynóm, ktoré generujú bity hlavičky (bez HEC) vynásobí s 8 a celý polynóm vydělí s polynómom x^8+x^2+x+1 . Zvyšok po delení sa priraduje do HEC.

Cell delineation (synchronizácia)

Podľa recommendation I.432 synchronizačný algoritmus má byť nezávislý od prenosných systémov (cell based, SDH based, PDH based ...), má byť adaptovateľný na každý network interface. Algoritmus je navrhnutý na základe vzťahu medzi HEC bitmi a bitmi hlavičky. Stavový diagram pre delineation vyzerá nasledovne :

- V stave Hunt delineačný proces kontroluje bit po bite správnosť HEC bitov v predpokladanej hlavičke cely. V niektorých prípadoch (SDH transmission), je možné kontrolovať HEC oktety.
- Ak je správny, prepína sa do stavu Presync. V tomto stave skúša, či sa našla správna delineácia. Preto sa skontroluje HEC položka hlavičky. Ak je nesprávna, tak system sa vráti do stavu Hunt.
- Systém prejde do stavu Sync, ak sa potvrdí správnosť hlavičky Delta krát. Vtedy system sa vyhlási za synchronizovaný.
- Ak systém v tomto stave dostane po sebe Alpha cell s nesprávnou hlavičkou, tak sa vyhlási nesynchronnosť, a prepne sa do stavu Hunt.

Hodnoty Alpha a Delta v CCITT

SDH based PHY layer: Alpha = 7 Delta = 6

Cell based PHY layer: Alpha = 7 Delta = 8.

Cell payload scrambling (pomiešanie dát)

Pre zvýšenie spoľahlivosti a robustnosti synchronizačného procesu pred zlomyseľnými užívateľmi a neplánovanými napodobňovaniami správnej HEC položky v dátovej časti bunky, bity v dátovej časti sú znáhodnené.

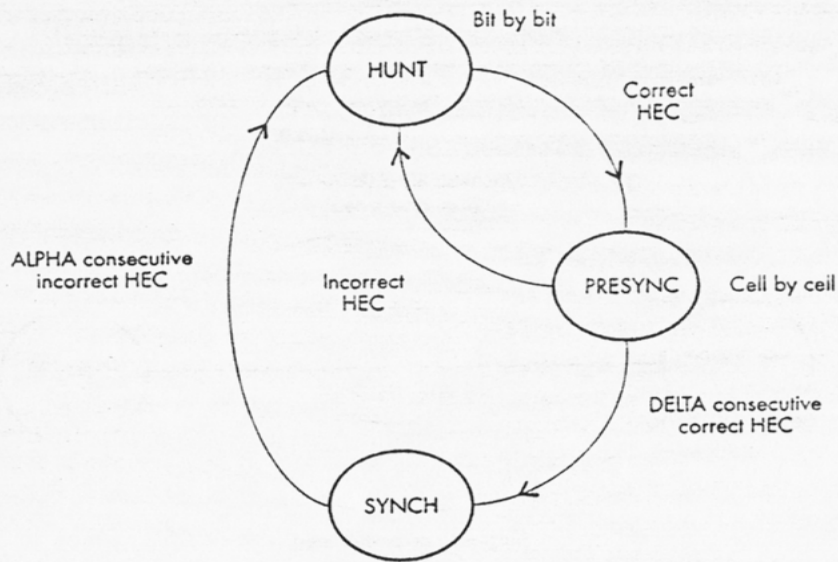


Fig. 3.12. – Cell Delineation State Diagram

Pre fyzickú úroveň s SDH based transmission je odporúčaný samosynchronizačný scrambler s polynómom $x^{43}+1$. Tento scrambler má stupeň znásobenia chýb 2. Tento fakt nemá vplyv na kvalitu detekovania chyby v hlavičke, lebo hlavička samotná nie je pomiešaná.

Pre cell based PHY layer je odporúčaný distribuovaný scrambler, ktorý užíva cyklickú pseudonáhodnú postupnosť na miešanie. Dekódovanie u prijemcu sa uskutoční pomocou identickej pseudonáhodnej postupnosti, ktorá sa synchronizuje na základe prvej doručenej bunky. Tento scrambler nemá vplyv na detekciu chýb v hlavičke.