

# Obsah

<b>1</b>	<b>Vývoj smeruje k <i>IBCN</i></b>	<b>2</b>
1.1	Úvod . . . . .	2
1.2	Súčasná situácia vo svete telekomunikácií . . . . .	2
1.3	Technologický pokrok . . . . .	4
1.3.1	Polovodiče . . . . .	4
1.3.2	Optika . . . . .	4
1.3.3	Nová systémová koncepcia . . . . .	5
1.4	Služby budúcnosti . . . . .	6
1.4.1	Služby pre domácnosti . . . . .	6
1.4.2	Služby pre podniky . . . . .	7

# Kapitola 1

## Vývoj smeruje k *IBCN*

### 1.1 Úvod

Vývoj súčasných komunikačných sietí smeruje k Integrated Broadband Communication Network (*IBCN*). Tieto sa často dávajú do súvislosti s Broadband Integrated Services Digital Network (*BISDN*), pretože je to považované za logickú nadstavbu *ISDN*, teda digitálnej siete s integrovanými službami. Dôvodom, prečo sa vývoj uberá týmto smerom, je podpora množstva telekomunikačných služieb s rôznymi požiadavkami, ba dokonca aj podpora služieb budúcnosti, ktorých presné požiadavky teraz ani nepoznáme. Možné služby, ktoré budú v budúcnosti veľmi rozšírené, sú napríklad *HDTV* (High Definition TV), video konferencie, rýchly dátový prenos, videotelefony, videoknižnice atď.

K rýchlejšiemu vývoju v oblasti *BISDN* prispeli najmä dva parametre: veľký pokrok v polovodičovej a v optickej technike. Vďaka tomuto pokroku je možné, aby na jednom čipe boli podporované viaceré funkcie ako doteraz, navyše s oveľa vyššou rýchlosťou.

Toto všetko viedlo k vytvoreniu nového princípu prenosu dát: Asynchronous Transfer Mode (*ATM*), ktorý je organizáciou *CCITT* (International Consultative Committee for Telecommunications and Telegraphy) akceptovaný ako finálne riešenie prenosu dát pomocou *IBCN*.

### 1.2 Súčasná situácia vo svete telekomunikácií

Dnešné telekomunikačné siete sú charakteristické špecializáciou. To znamená, že pre každú telekomunikačnú službu existuje (aspoň) jedna sieť zabezpečujúca túto službu. Napríklad:

- telex network - prenáša znakové správy veľmi malou rýchlosťou (do 300 bit/s). Znaký sú kódované 5-bitovým kódom (Baudot code).
- *POTS* (Plain Old Telephone Service) - podporuje klasickú dvojsmernú hlasovú komunikáciu. Táto služba je prenášaná prostredníctvom siete *PSTN* (Public Switched Telephone Network).
- prenos počítačových dát je realizovaný cez dva druhy sietí:
  - *PSDN* (Packet Switched Data Network) založená na protokole *X.25*
  - *CSDN* (Circuit Switched Data Network) založená na protokole *X.21*

- televízny signál je prenášaný
  - rádiovými vlnami s využitím televíznych antén (terestriálne vysielanie)
  - sieťou koaxiálnych káblov, *CATV* (Community Antenna TV)
  - satelitmi použitím *DBS* (Direct Broadcast System)
- v súkromnom sektore je na prenos počítačových dát používaná sieť *LAN* (Local Area Network)

Každá z týchto sietí bola špeciálne navrhovaná pre danú službu a je veľmi problematické alebo nemožné prevádzkovať na nej inú službu. Napríklad sieť *CATV* nepodporuje *POTS*, sieť *PSTN* nepodporuje prenos *TV* signálu, prenos hlasu cez sieť *X.25* je z dôvodu vznikajúcich dlhých oneskorení veľmi problematický.

V špeciálnych prípadoch sa dá prevádzkovať služba na sieti navrhovanej pre inú službu. Príkladom môže byť prenos počítačových dát sieťou *PSTN* pomocou modemu ale obmedzenou rýchlosťou.

Prvým vyvrcholením úsilia o vytvorenie siete podporujúcej integráciu služieb bola *NISDN* (Narrow *ISDN*), ktorá integruje prenos hlasu a dát. Prenos *TV* signálu nie je možný kvôli obmedzenej šírke pásma, preto je naďalej potrebná nezávislá sieť pre *TV*. Pri používaní hlasového aj dátového prenosu sa *NISDN* javí rovnako, vo vnútri je to však naďalej riešené použitím dvoch technológií: packet switched network a circuit switched network, pričom jedna je dimenzovaná na prenos dát protokolom *X.25* a druhá na prenos hlasu.

Ďalším dôležitým aspektom špecializácie sietí na jednotlivé služby je neschopnosť využívať pokrok v kódovacích technológiách. Napríklad *NISDN* je navrhovaná pre hlasový kanál s prenosovou rýchlosťou 64kbit/s. Avšak vďaka súčasnej kompresii hlasu stačí rýchlosť 32kbit/s, dokonca v rámci mobilnej siete sa používa kompresia, pre ktorú stačí 13kbit/s. Teda *NISDN* nedokáže efektívne využiť svoju šírku pásma.

Doteraz spomenuté fakty môžeme zhrnúť do nasledujúcich nevýhod súčasných sietí:

- Service Dependence - Každá sieť je navrhovaná a schopná prenášať len špecifické služby. V málo prípadoch sa dajú použiť aj na iné služby ale len za pomoci prídavných zariadení (modem) a nie je to efektívne.
- Inflexibility - Špecializované siete nie sú schopné adaptovať sa na zmenené prenosové rýchlosti, ktoré sa objavujú v závislosti na pokroku v kompresii hlasu, audio, video . . . , ako aj na vývoji *VLSI* (Very Large Systems Integration).
- Inefficiency - Vnútorne prostriedky siete sú využívané neefektívne. Prostriedky, ktoré sú využívané jednou službou, nie sú dostupné pre druhú službu v rámci jednej siete.

Všetky tieto nevýhody vedú k myšlienke vytvoriť jednu univerzálnu sieť (Broadband *ISDN*) nezávislú na službách, ktoré podporuje. Od tejto siete budeme požadovať odstránenie všetkých nevýhod, ktoré sme spomenuli vyššie, teda bude ponúkať nasledovné výhody:

- Flexible - schopnosť využívať nové kompresné technológie a *VLSI*.
- Efficient - optimálne využívanie všetkých zdieľaných prostriedkov medzi službami.
- Less Expensive - náklady na návrh výrobu a podporu *BISDN* budú menšie, keďže namiesto veľa sietí sa budeme zaoberať len jednou.

## 1.3 Technologický pokrok

Rozvoj siete nezávislej na podporovaných službách bol umožnený vďaka pokroku v telekomunikačných technológiách (polovodiče a optika) a novej systémovej koncepcii. Tieto nové črty umožňovali vyvíjať sieťové komponenty efektívnejšie, čím sa znížili ich ceny a stali sa dostupnejšími. Tým sa otvorila cesta budovaniu systémov, ktoré by v minulosti neboli vôbec realizovateľné alebo by boli príliš drahé.

### 1.3.1 Polovodiče

V ostatných rokoch sme zaznamenali veľký rozvoj v elektronike, čo výrazne pomohlo vývoju veľmi rýchlych telekomunikačných sietí. Širokopásmové komunikačné systémy sú vyvíjané na báze rôznych technológií:

- *CMOS* (Complementary Metal Oxid Semiconductor)

Je to najpoužívanejšia technológia, umožňuje veľkú zložitosť obvodov, rozumne vysokú rýchlosť (200-300Mbit/s), malú spotrebu energie. To všetko vedie k rýchlym systémom na malých čipoch. Navyše, vďaka veľkej hustote dosahovanej na čipoch, zložitosť čipov enormne rastie, čo prináša rýchlejšie a lacnejšie systémy.

- *ECL* (Emitter Coupled Logic)

Je založená na silicon bipolar technology a používa sa vo vysokorýchlostných analógových aj digitálnych sieťach s malou zložitosťou. Dosahované rýchlosti sa pohybujú v rozmedzí 5-10GHz, čo je veľmi efektívne pre rýchle prenosové systémy.

Kombináciou *CMOS* a *ECL* je technológia *BICMOS* (Bipolar *CMOS*), ktorá využíva veľkú rýchlosť *ECL* a malú spotrebu a veľkú zložitosť *CMOS*.

- *GaAs* (Gallium Arsenide)

Ešte to nie je vyspelá technológia oproti technológiám založeným na silikónovej báze a je zatiaľ veľmi drahá. Má však ambície dosahovať vyššie rýchlosti ako sa dosahujú v *ECL*.

### 1.3.2 Optika

Optická technológia takisto zaznamenáva veľký pokrok. V *BISDN* sa používajú jednovidové vlákna (monomode fiber), pretože ich potenciál v širokopásmových prenosoch je takmer neobmedzený.

Najdôležitejšími faktormi pri optickom prenose sú: prenosová rýchlosť, dosiahnuteľná vzdialenosť, kvalita. Všetky tieto faktory sa neustále zlepšujú. To nám umožňuje budovať optické systémy schopné prenosu veľkého množstva dát v krátkom čase na dlhé vzdialenosti s malým počtom výskytu chýb. Tieto systémy však stále potrebujú dosť drahé terminálne zariadenia (lasery, optické a elektrické prijímače ...). Napriek tomu vzhľadom na parametre ponúkajú lepšiu cenu prenosu oproti klasickým systémom.

Podľa toho v akej oblasti (domácnosti, podniky) sú optické systémy nasadzované sa používajú rôzne druhy zdrojov svetla. Môžu to byť *LED* (Light Emitting Diod), 800nm lasery (používané v CD prehrávačoch) alebo 1500nm lasery. Už pri použití najlacnejšej alternatívy *LED* je možné dosahovať rýchlosti rádovo 600Mb/s.

### 1.3.3 Nová systémová koncepcia

Ako sme už spomínali, sieť budúcnosti musí byť flexibilná. Z dnešného pohľadu sa zdá, že najlepším kandidátom je sieť založená na packet switching. Avšak protokol *X.25* je z dôvodu nedostatočnej kvality prenosových liniek dosť zložitý. Z toho plynú aj veľké časové oneskorenia, a teda neschopnosť podporovať služby citlivé na časové odozvy. Preto je vyvíjaný tlak na zmenu v packet-oriented networks, z dôvodu podpory aj iných ako len dátových prenosov, špeciálne prenosov veľkého objemu dát v krátkom čase.

Základná myšlienka novej koncepcie je fakt, že funkcie, ktoré vyžaduje nejaká služba, nebudú v sieti podporované opakovane na viacerých miestach, ale treba zabezpečiť, aby služba garantovala podporu týchto funkcií, aj keď budú implementované na hranici siete (koncových bodoch prenosu). Toto môžeme pretaviť do podpory dvoch základných funkcií: semantic transparency a time transparency.

#### 1. Semantic transparency

Je funkcia zabezpečujúca správne doručenie dát od zdroja k cieľu. Samozrejme sieť nie je ideálna a pri prenose sa vyskytujú chyby s nejakou (malou) pravdepodobnosťou.

Pri pôvodnom návrhu packet switched networks sa počítalo s malou kvalitou prenosových liniek, preto bola v návrhu zahrnutá plná korekcia chýb (Full Error Control) medzi každými dvoma susednými uzlami siete (obr.1.1a). Realizované to bolo na úrovni *HDLC* (High-Level Data Link Control) protokolu, ktorý poskytoval funkcie ako: frame delimiting, bit transparency, error checking (*CRC* Cyclic Redundancy Check), error recovery (retransmission).

S rozvojom *ISDN* sa linky skvalitnili, preto bol protokol *X.25* upravený na frame relaying, v ktorom medzi susednými uzlami siete boli podporované len niektoré funkcie z *HDLC* protokolu ako frame delimiting, bit transparency, error checking. Ostatné funkcie (error recovery) boli podporované až na úrovni end-to-end komunikácie (obr.1.1b).

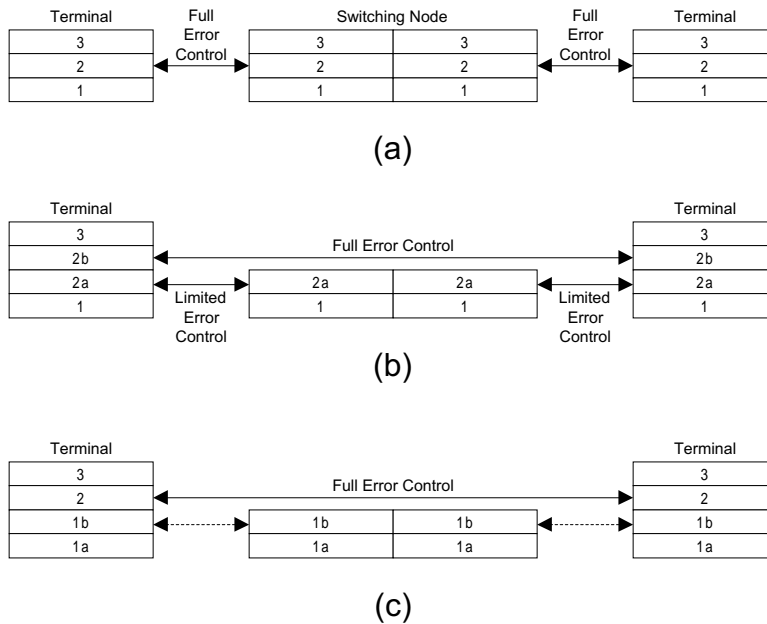
Pre *BISDN* sa táto myšlienka ďalej rozvinula. Naďalej sa používajú pakety (teraz nazývané cells), ale celá správa chýb je presunutá do end-to-end komunikácie, teda jednotlivé uzly siete (switching nodes) už ďalej nepodporujú kontrolu chýb (obr.1.1c). Táto koncepcia sa nazýva Asynchronous Transfer Mode (*ATM*). Keďže sme celú správu chýb presunuli do end-to-end komunikácie, tak uzly siete majú minimálnu zložitosť, a teda prenos môže byť veľmi rýchly (600Mbit/s).

#### 2. Time transparency

Je funkcia zabezpečujúca včasné doručenie dát prijímateľovi. Niektoré služby požadujú, aby ďalší prúd bitov (resp. paket) prišiel k prijímateľovi po (veľmi) krátkom čakaní po predchádzajúcom. Takéto služby nazývame real time napr. voice alebo video telephony.

Packet switching a frame relaying systémy majú problémy s podporou real time služieb, pretože majú zložité sieťové uzly, na ktorých sa generujú relatívne dlhé čakania, a preto nemôžu garantovať time transparency.

Naopak *ATM* používa minimálne zložené uzly, preto je prenos veľmi rýchly a *ATM* môže garantovať time transparency, lebo časové straty sa generujú až na koncoch komunikačnej cesty. Teda na *ATM* sieťach možno prevádzkovať real time služby.



Obrázok 1.1: Kontrola chýb pri rôznych koncepciách systému

## 1.4 Služby budúcnosti

Zákazníkov telekomunikačných služieb budúcnosti môžeme rozdeliť do dvoch hlavných skupín: domácnosti a podniky. Obe skupiny očakávajú od týchto služieb niečo iné. Domácnosti sa zaujímajú skôr o služby zamerané na zábavu, podniky majú záujem o zvýšenie produktivity práce.

### 1.4.1 Služby pre domácnosti

Dôležitou službou, ktorej podpora je nevyhnutná najmä pre domácnosti, je prenos televízneho signálu, a to vo viacerých formách kvality. Možno uvažovať o *TV* signále v kvalite porovnateľnej so súčasťou sieťou *CATV*, alebo o digitálnom *TV* signále v oveľa vyššej kvalite. Takýto signál nazývame *SDTV* (Standard Digital *TV*) a jeho požiadavky na prenosovú rýchlosť sa pohybujú v rozmedzí 1.5 až 15MBit/s. V budúcnosti je očakávaný ešte kvalitnejší formát *TV* signálu. Tento formát je známy ako *HDTV* (High Definition *TV*) a jeho požiadavky na prenosovú rýchlosť dosahujú 15 až 150MBit/s v závislosti od kompresie a požadovanej kvality. Dôležitým faktorom tohto formátu je jeho kompatibilita s *SDTV*.

Všetky spomínané služby prenosu *TV* signálu môžu byť poskytované v rôznych módoch:

- Najjednoduchší prístup vychádza z koncepcie *CATV*, kde sa neustále vysielajú všetky programy.
- Rozumnejším modelom je switched access *TV*, keď si užívateľ najskôr zvolí program, ktorý chce sledovať, a teda po sieti sa prenáša oveľa menšie množstvo dát.
- Zlepšením predchádzajúcej myšlienky je video on demand. Použitím video knižníc si užívateľ vyberie video alebo program, ktorý chce sledovať.

Ďalšou zaujímavou službou pre domácnosti je video telefón. Požadovaná prenosová rýchlosť je v tomto prípade od 0.5 do 5MBit/s. Zaujať by mohli ešte služby video shopping a home education. Je zjavné, že keď bude *BISDN* domácnostiam plne dostupná, objavia sa mnohé ďalšie služby.

### 1.4.2 Služby pre podniky

Požiadavky podnikovej sféry na *BISDN* sú v zásade odlišné od domácností. Jedinou spoločnou požiadavkou je video telefón, ale v podnikoch je aj táto služba rozšírená na možnosť videokonferencií s viacerými účastníkmi.

V podnikoch sa veľmi dobre ujala technológia *LAN*, preto je veľmi pravdepodobné, že podniky budú od *BISDN* očakávať vysokorýchlostné dátové prenosy. Takéto prostredie je možné využívať napríklad v distribuovaných databázových systémoch, pri distribuovaných multimediálnych školeniach a konferenciách.