

ČASŤ 2

ISDN - DIGITÁLNA SIEŤ INTEGROVANÝCH SLUŽIEB

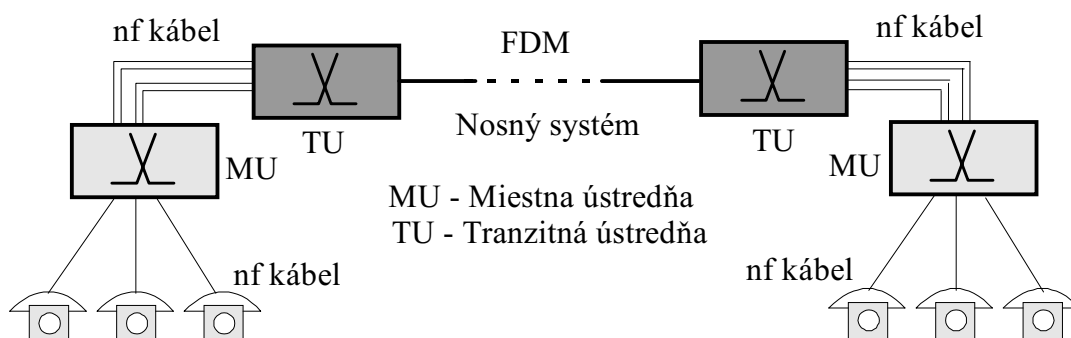
2.1 VÝVOJ K ISDN

ISDN vznikla ako výsledok úsilia o jednotnú telekomunikačnú sieť, ktorá by mala prenášať a prepájať všetky služby v jednotnej forme. Jedným z najdôležitejších krokov, ktorý podstatne prispel k vytvoreniu ISDN, bol štandarizačný proces na pôde CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique). CCITT vo svojich odporúčaní série I.xxx štandardizovala základné aspekty sietí ISDN.

ISDN vychádza z digitálnej telefónnej siete a zároveň je jej pokračovaním. Vývoj k ISDN je tak vlastne vývojom spojovacích a prenosových prostriedkov telefónnej siete. Na základe podstatných vývojových etáp telefónnej siete môžeme definovať jednotlivé etapy vývoja k ISDN.

A. Analógová telefónna sieť

Zavedenie analógových telefónnych sietí bol prvým vývojovým krokom k ISDN a zároveň prvým krokom vo vývoji telekomunikačných sietí vôbec. Analógová telefónna sieť s analógovými spojovacími ústredňami a analógovým prenosom medzi ústredňami je znázornená na Obr.2.1.1.



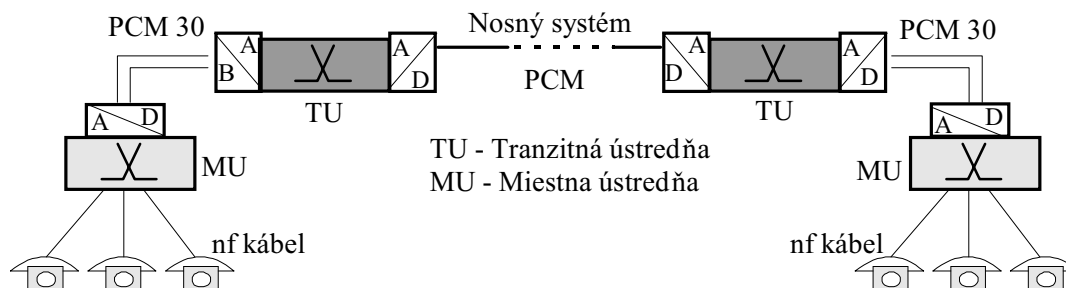
Obr.2.1.1

Základné charakteristiky takejto siete sú:

- a/ analógové koncové zariadenia. Ako koncové zariadenia sú použité klasické telefónne prístroje s impulznou voľbou.
- b/ analógová prípojka k miestnej ústredni. Miestna sieť je tvorená symetrickými NF káblami, na ktorých sa prenáša účastnícky signál v analógovej forme.
- c/ analógové spojovacie zariadenia. Spojovacie systémy pracujú s analógovým signálom a používajú priestorový multiplex. Spojovacie polia môžu byť mechanické (krokové voliče, alebo krížové spínače), alebo elektronické. Elektronické spojovacie polia však ešte nepracujú s digitálnym signálom. Riadenie ústrední je mechanické, elektronické, alebo programové (SPC - Stored Program Control).
- d/ analógové prenosové zariadenia. Pripojenie miestnej siete k tranzitnej a tiež tranzitné trasy používajú analógový prenos. Na diaľkových trasách sa používa frekvenčný multiplex s kapacitou 300 až 10 800 kanálov.

B. Analógové spojovacie zariadenia s digitálnym prenosom

V tejto fáze vstupuje do telekomunikačnej siete digitálna technika. Ako prvé sú budované digitálne prenosové trasy. Takáto sieť je znázornená na Obr.2.1.2.



Obr.2.1.2

Základné charakteristiky siete v tejto etape sú:

a/ analógové koncové zariadenia. Keďže spojenie je naďalej v analógovej forme, koncové zariadenia sú analógové, alebo modulujú digitálny signál do analógového telefónneho kanála 300 Hz až 3400 Hz (modemy, faxy).

b/ analógová prípojka v účastníckej sieti. Účastnícka sieť je tvorená tiež symetrickými NF káblami ako v predchádzajúcej vývojovej fáze.

c/ analógové spojovacie zariadenia. Spojovacie zariadenia prepájajú analógový signál v spojovacích poliach (mechanických, elektrických) s priestorovým multiplexom.

d/ digitálne prenosové zariadenia. Na prenosových trasách medzi ústredňami v miestnej sieti a na tranzitných trasách je signál prenášaný v digitálnom tvare. Štandarizovaná je PCM (Pulse Code Modulation) modulácia, ktorá používa pre hovorový signál vzorkovaciu frekvenciu 8 kHz a 8 bitovú vzorku. Šírka takého telefónneho kanála je 64 kHz. Sú štandarizované PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) multiplexné hierarchie, ktoré definujú postup multiplexovania a rýchlosti prenosu na prenosových trasách. PDH multiplexné hierarchie nie sú jednotné pre Európu a USA.

C. Digitálna sieť

Tretia etapa je charakterizovaná zavedením digitálnych spojovacích systémov. Signál je prenášaný a prepájaný v jednotnej, digitálnej forme. Sieť je znázornená na Obr.2.1.3.

Charakteristiky siete sú nasledovné:

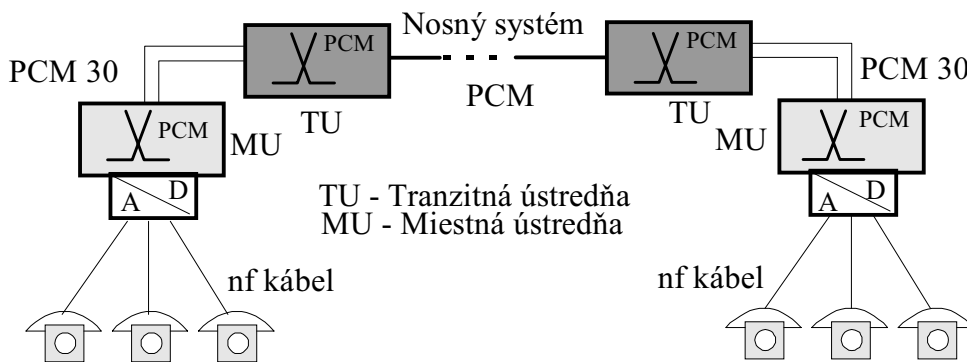
a/ analógové koncové zariadenia. Koncové terminály sú analógové, analógovo-digitálny prevod sa uskutočňuje až pri vstupe do najbližšieho spojovacieho zariadenia. Spojovanie je urýchlené tónovou voľbou.

b/ analógová účastnícka prípojka. Spojenie s najbližším spojovacím systémom je stále prostredníctvom analógového kanála 300 Hz až 3400 Hz.

c/ digitálne spojovacie zariadenia. V ústredňach sú zavedené spojovacie polia s časovým aj priestorovým multiplexom. Prepájaný je synchronný kanál 64 kbit/s.

d/ digitálne prenosové zariadenia.

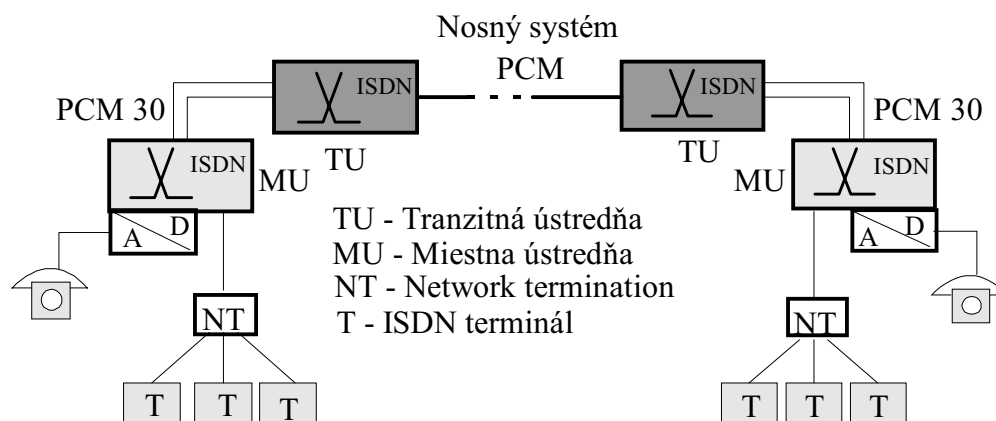
Prenosové zariadenia prenášajú signál v rovnakom tvare, ako je prepájaný v spojovacích zariadeniach. Tretia popísaná etapa vytvorila potrebné prenosové a spojovacie prostredie pre zavedenie ISDN.



Obr.2.1.3

D. ISDN

ISDN stavia na digitálnych spojovacích a prenosových zariadeniach a na signále, ktorý je spracúvaný jednotne bez ohľadu na typ koncového zariadenia. Zjednodušený koncept ISDN je na [Obr.2.1.4](#).



Obr.2.1.4

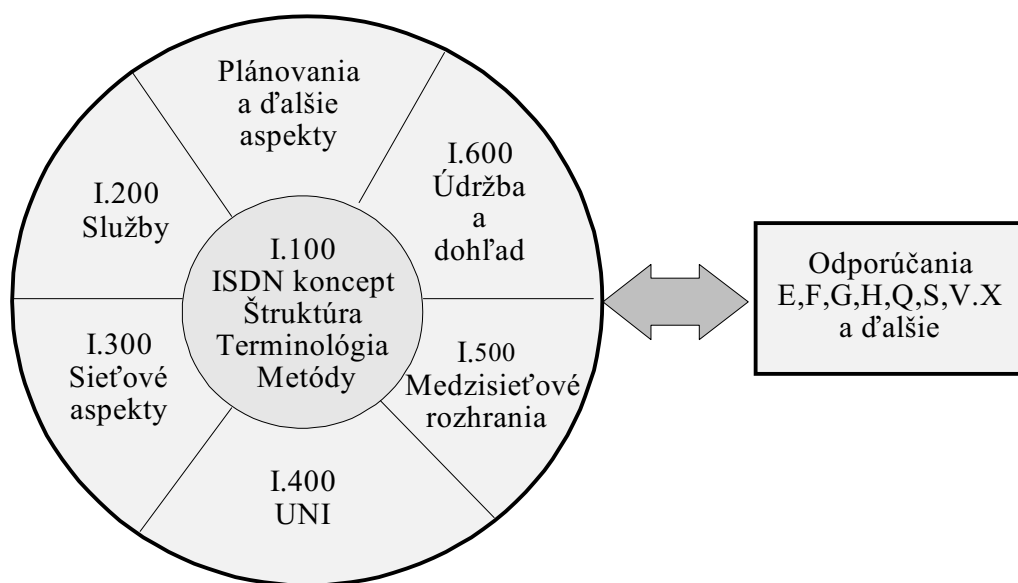
Dominantné charakteristiky ISDN sú:

- a/ analógové aj digitálne koncové zariadenia. V ISDN je možný analógovo-digitálny prevod už u účastníka. Je definované digitálne účastnícke rozhranie UNI (User Network Interface), ktoré predpokladá 64 kbit/s účastnícky kanál, alebo jeho násobky.
- b/ digitálna účastnícka sieť. Digitálna sieť sa presúva bližšie k účastníkovi pomocou NT1 a NT2 (Network Termination). Je definovaná digitálna signalizácia medzi účastníkom a ISDN ústredňou (DSS1).
- c/ digitálne spojovacie zariadenia. Vzhľadom na jednotné spojovanie všetkých signálov je možná integrácia služieb v jednej sieti. Je definovaná digitálna signalizácia medzi ISDN ústredňami (CCS7).
- d/ digitálne prenosové trasy. Prenosové trasy pracujú na základe digitálnej PDH hierarchie. Nedostatky PDH má odstrániť nová verzia prenosových systémov SDH (Synchronous Digital Hierarchy).

Takáto je stručná história vzniku ISDN. Hlavný dôraz bol kladený na vývoj telefónnej siete. Treba však pripomenúť, že vznik ISDN si vynútili práve iné, ako telefónne služby. Telefónna sieť vytvorila základný technický prostriedok pre realizáciu ISDN.

2.2 ODPORÚČANIA CCITT (ITU-T) K ISDN

Na Odporúčaniach CCITT (CCITT Recommendation) pracovali študijné skupiny VII, VIII a XI celých 8 rokov. Výsledkom sú Odporúčania série I.xxx. (Aktivity CCITT prebrala organizácia ITU - International Telecommunication Union, presnejšie ITU-T, t.j. Telecommunication Standardization Sector of ITU. Všetky nové Odporúčania sú už pod hlavičkou ITU-T. Vzhľadom na to, že Odporúčania pre ISDN boli vydané pod hlavičkou CCITT ponechávame pôvodný názov). Štruktúra Odporúčaní série I.xxx a ich vzťah k ostatným Odporúčaniam je na Obr.2.2.1.



Obr.2.2.1

Všeobecnú platformu odporúčaní tvoria Odporúčania série *I.100*, ktoré sa zaoberajú všeobecnými konceptami ISDN, štruktúrou, terminológiou a metódami použitými v ISDN. Táto séria má 10 čiastkových odporúčaní (I.110 - I.141).

Odporúčania série *I.200* sa zaoberajú službami v ISDN. Majú 12 čiastkových odporúčaní (I.200 - I.251). Definujú sa tu štandardné, transportné a doplnkové služby, ktoré sú poskytované v sieti ISDN.

Sieťovými aspektami ISDN sa zaoberajú Odporúčania série *I.300*. Je definovaná architektúra siete, číslovanie, smerovanie a typy spojení v ISDN. I.300 majú 16 čiastkových odporúčaní (I.310 - I.352).

Odporúčania série *I.400* obsahujú používateľské rozhranie - User-Network Interface (UNI). Sú závažnou časťou ISDN Odporúčaní, pretože definujú spôsob pripojenia účastníka k verejnej sieti. Zabezpečuje sa tak kompatibilita koncových zariadení bez ohľadu na výrobcu a krajinu, kde je koncové zariadenie používané. Sú definované referenčné body rozhrania, dátové rýchlosti a protokolové vrstvy na UNI. Séria I.400 má 20 čiastkových odporúčaní (I.410 - I.470).

Medzisieťové rozhrania sú predmetom Odporúčaní série I.500. Zabezpečujú spoluprácu ISDN v rôznych krajinách a spoluprácu s ostatnými existujúcimi sieťami. Majú 9 čiastkových odporúčaní (I.500 - I.560).

Obsahom Odporúčaní série I.600 sú princípy údržby a dohľadu v ISDN sieti. I.600 majú 5 čiastkových odporúčaní (I.601 - I.605).

Niektoré z iných existujúcich Odporúčaní pre telefónne služby, prípadne iné služby v telekomunikačných sieťach sú priamo použiteľné aj pre ISDN.

Detailnejší pohľad na CCITT Recommendation pre ISDN je nasledovný.

Séria I.100 - Všeobecná platforma

- I.110 Preambula a generálna štruktúra I.xxx Odporúčaní
- I.111 Vzťahy k iným Odporúčaniam, ktoré sú významné pre ISDN
- I.112 Slovník termínov pre ISDN
- I.113 Slovník termínov pre širokopásmové aspekty ISDN
- I.120 Definícia ISDN
- I.121 Širokopásmové aspekty ISDN
- I.122 Rámcové podmienky pre prídavné paketové služby
- I.130 Metódy pre charakteristiku telekomunikačných služieb v ISDN a sieťové schopnosti ISDN
- I.140 Atribúty pre popis telekomunikačných služieb v ISDN a sieťových schopností ISDN
- I.141 Atribúty pre popis účtovania služieb v ISDN

Séria I.200 - Služby v ISDN

- I.200 Úvod do I.200 série Odporúčaní
- I.210 Princípy telekomunikačných služieb v ISDN
- I.220 Spoločný dynamický popis základných telekomunikačných služieb
- I.221 Spoločné špecifické charakteristiky služieb
- I.230 Definícia transportných (bearer) služieb v ISDN
- I.231 Transportné služby s prepájaním okruhov
- I.232 Transportné služby s prepájaním paketov
- I.240 Definícia teleslužieb (štandardných služieb) v ISDN
- I.241 Teleslužby v ISDN
- I.250 Definície doplnkových služieb
- I.251 Číselná identifikácia doplnkových služieb
- I.252 Doplnkové služby pre poskytnutie hovoru
- I.253 Doplnkové služby pre vytvorenie spojenia
- I.254 Konferenčné (multiparty) doplnkové služby
- I.255 Doplnkové služby pre tvorbu účastníckych skupín (Community of interest)
- I.256 Doplnkové služby pre účtovanie poplatkov
- I.257 Doplnkové služby pre prenos prídavných informácií

Séria I.300 - Sieťové aspekty a funkcie

- I.310 ISDN sieťové funkčné princípy
- I.320 ISDN protokolový referenčný model
- I.324 ISDN sieťová architektúra
- I.325 Referenčné konfigurácie pre ISDN typy spojenia

ISDN - Digitálna sieť integrovaných služieb

- I.326 Referenčné konfigurácie pre požiadavky na relatívne sieťové zdroje
- I.32x ISDN hypotetické referenčné spojenia
- I.330 ISDN číslovanie a princípy adresovania
- I.331 Číslovací plán pre ISDN (E.164)
- I.332 Princíp číslovania pre spoluprácu ISDN a sietí s rozdielnym číslovacím plánom
- I.333 Výber koncového zariadenia v ISDN
- I.334 Vzťahy medzi ISDN volacím číslom/podadresou a OSI sieťovou adresou
- I.335 Princípy ISDN smerovania
- I.340 Typy spojení v ISDN
- I.350 Obecné aspekty kvality služieb (Quality of Service) v digitálnych sieťach
- I.351 Odporúčania iných sérii CCITT, ktoré sa vzťahujú k T referenčnému bodu v ISDN
- I.352 Hodnoty pre čas spracovania hovoru

Séria I.400 - Používateľské rozhranie (UNI)

- I.410 Všeobecné aspekty a princípy Odporúčaní pre UNI
- I.411 ISDN UNI - referenčné konfigurácie
- I.412 ISDN UNI - štruktúra a vlastnosti rozhraní
- I.420 Základné UNI rozhranie (Basic UNI)
- I.421 Rozhranie UNI pre pripojenie primárnym multiplexom (Primary rate UNI)
- I.430 Základné UNI rozhranie - špecifikácie pre vrstvu 1
- I.432 Primary rate UNI rozhranie - špecifikácie pre vrstvu 1
- I.43x UNI pre vyššie rýchlosti
- I.440 UNI linková vrstva - všeobecné aspekty (D-kanál protokol, Q.920)
- I.441 UNI linková vrstva - špecifikácie (Q.921)
- I.450 UNI vrstva 3 - všeobecné aspekty (Q.930)
- I.451 UNI vrstva 3 - špecifikácie (Q.931)
- I.452 UNI vrstva 3 - všeobecné procedúry pre riadenie doplnkových služieb (Q.932)
- I.460 Multiplexné štruktúry, adaptácia rýchlostí a prispôsobenie na existujúce rozhrania
- I.461 Prispôsobenie koncových zariadení X.21, X.21 bis a X.20 bis (X.30)
- I.462 Prispôsobenie koncových zariadení X.25 (X.31)
- I.463 Prispôsobenie koncových zariadení s V rozhraním (V.110) I.464 Adaptácia rýchlostí a multiplexovanie pre ohraničený 64 kbit/s prenos
- I.465 Prispôsobenie koncových zariadení s V rozhraním pomocou štatistického multiplexovania
- I.470 Vzťahy medzi funkciami koncových zariadení a sieťovými funkciami

Séria I.500 - Medzisieťové rozhrania

- I.500 Všeobecná štruktúra Odporúčaní pre medzisieťové rozhrania
- I.510 Definície a všeobecné princípy ISDN medzisieťovej spolupráce
- I.511 ISDN-ISDN prepojenie, rozhranie pre vrstvu 1
- I.515 Výmena parametrov pri ISDN sieťovej spolupráci
- I.520 Všeobecné pravidlá pre spolupráciu rôznych ISDN
- I.530 Sieťová spolupráca medzi ISDN a verejnou telefónnou sieťou (PSTN - Public Switched Telephone Network)
- I.540 Všeobecné pravidlá pre spoluprácu ISDN a verejných sietí s prepájaním kruhov (CSPDN - Circuit-Switched Public Data Network, X.321)

- I.550 Všeobecné pravidlá pre spoluprácu ISDN a verejných sietí s prepájaním paketov (PSPDN - Packet-Switched Public Data Network, X.325)
- I.560 Požiadavky pre zabezpečenie telexovej služby v ISDN (X.202)

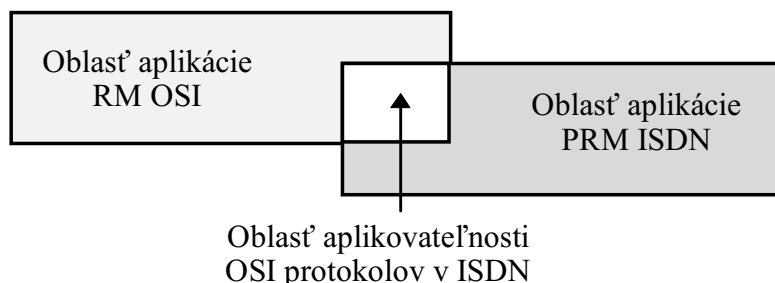
Séria I.600 - Údržba v ISDN

- I.601 Všeobecné princípy údržby na ISDN prípojkách
- I.602 Použitie princípov údržby pre ISDN účastnícku prípojku
- I.603 Použitie princípov údržby pre základnú prípojku
- I.604 Použitie princípov údržby pre prípojku s prístupom so s primárnym ultiplexom
- I.605 Použitie princípov údržby pre základnú prípojku so statickým multiplexom

2.3 ISDN PROTOKOLOVÝ REFERENČNÝ MODEL

Cieľom ISDN protokolového referenčného modelu (PRM ISDN) je modelovať spojenia a výmenu informácií cez ISDN, alebo vo vnútri ISDN. Modelovanie zahŕňa používateľské, aj riadiace informácie.

Referenčný protokolový model ISDN vychádza z referenčného modelu RM OSI (Reference Model Open System Interconnection), napriek tomu však existujú medzi nimi rozdiely. Obidva modely sústreďujú komunikačné funkcie do vrstiev a popisujú vzťahy medzi entitami v susedných a odpovedajúcich vrstvách. Referenčný model OSI je všeobecným modelom a nevzťahuje sa priamo ku konkrétnemu druhu siete. Je teda všeobecnejší a menej špecifický ako ISDN referenčný model. RM OSI je určený najmä na dátovú komunikáciu v otvorených systémoch a tak je v tomto prípade využitý na modelovanie dátovej komunikácie v prostredí ISDN.



Obr.2.3.1

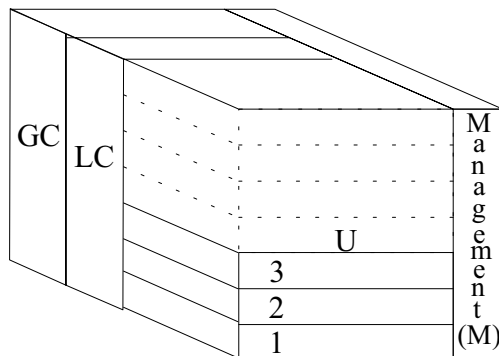
Referenčný model ISDN modeluje informačný tok pre telekomunikačné služby, ktoré sú definované pre ISDN (Odporúčania série I.200). Sú to hlavne štandardné služby, transportné služby a doplnkové služby. Niektoré z týchto služieb sú ISDN špecifické a preto ich popis v protokolovom modeli nemá všeobecný charakter.

Vzťah referenčného modelu OSI a referenčného modelu ISDN je schématicky znázornený na Obr.2.3.1. Prienik množín, ktoré popisujú oblasť aplikácie OSI a ISDN je spoločná oblasť, kde sú protokoly definované v RM OSI použiteľné v ISDN.

Protokolový referenčný model ISDN je znázornený na Obr.2.3.2. Referenčný model je členený na vrstvy a roviny. Základné roviny sú používateľská, riadiaca a management rovina.

Hlavnou úlohou *používateľskej roviny (U-plane)* je prenos informácie medzi používateľskými aplikáciami. Je to základná komunikácia medzi koncovými terminálmi,

pričom pod používateľskou informáciou sa myslí digitalizovaný hovorový signál, dáta, alebo iné informácie, ktoré si účastníci vymieňajú. Informácia je prenášaná cez ISDN sieť transparentne, alebo môže byť spracovaná.



Obr.2.3.2

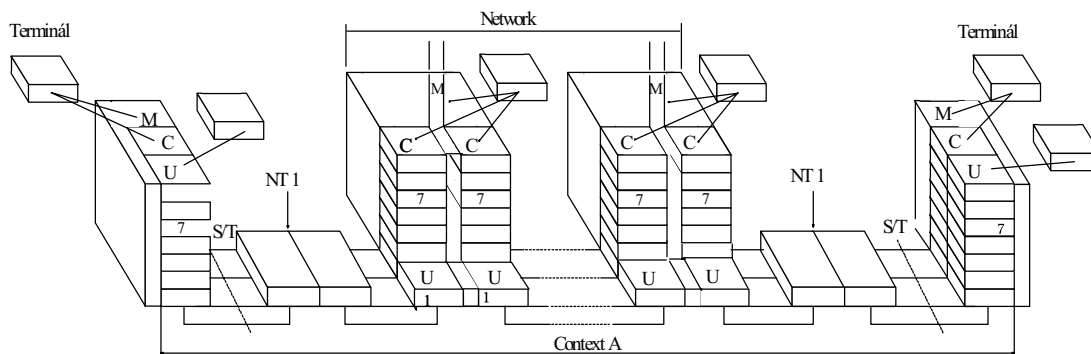
Riadiaca rovina (C-plane) zabezpečuje prenos riadiacej informácie pre riadenie spojení v používateľskej rovine. Hlavnými funkciami riadiacej roviny je zostavenie a zrušenie spojenia, dohľad nad spojením a zabezpečovanie doplnkových služieb. Keďže riadiace funkcie môžu mať miestny, alebo globálny charakter, riadiaca rovina je rozdelená na dve podroviny. Globálne riadiace funkcie zabezpečuje globálna riadiaca podrovina *GC (Global Control Plane)* a miestne riadiace funkcie má na starosti miestna riadiaca podrovina *LC (Local Control Plane)*. Všeobecné služby poskytované pre všetkých účastníkov majú globálny charakter a sú riadené globálnou riadiacou podrovinou a riadenie konkrétneho spojenia na danom UNI má lokálny charakter a je vykonávané miestnou riadiacou podrovinou.

Management rovina (M-plane) má celkový dohľad nad sieťou a nad ostatnými rovinami. Koordinuje činnosť rovin a vrstiev v protokolovom modeli.

Jednotlivé vrstvy protokolového modelu odpovedajú vrstvám definovaným v RM OSI, t.j. pri číslovaní od najnižšej vrstvy sú to fyzická, linková, sieťová, transportná, relačná, prezentačná a aplikačná vrstva. Niektoré vrstvy môžu byť prázdne, t.j. nemajú v danej aplikácii žiadnu funkčnosť. Podobne nemusí sieťový element využívať všetky roviny protokolového modelu. Vzhľadom na to, že ISDN je synchronná sieť s prepájaním okruhov, nie je až na výnimky pravdepodobné, aby sieťové elementy v používateľskej rovine používali protokoly nad vrstvou 3. Entity v riadiacej rovine (napr. signalizačné body) môžu využívať viacero vrstiev. Detailnejší popis vrstiev a protokolov pre signalizáciu je v špeciálnych kapitolách.

Susedné vrstvy v jednej rovine komunikujú pomocou primitív. Ak susedná vrstva nie je funkčná, primitíva je mapovaná priamo do primitívy ďalšej vrstvy.

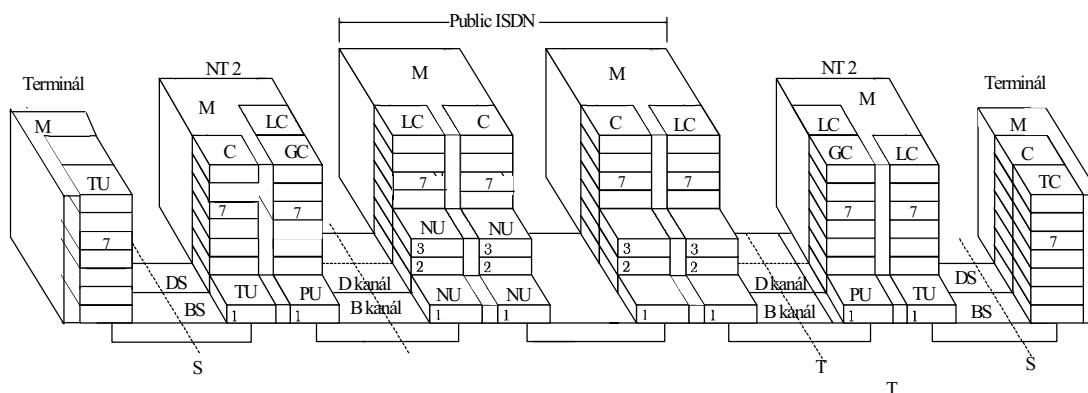
Protokolový model pre ISDN je z pohľadu RM OSI jednoduchší. Najmä používateľská rovina, ktorá pracuje v móde prepájania okruhov bude vo väčšine jednoduchých prípadov bez doplnkových služieb prepájať používateľské signály v prvej vrstve protokolového modelu. Na záver uveďme dva príklady spojení v ISDN s detailným rozkreslením funkčnosti jednotlivých rovin a vrstiev.



Obr.2.3.3

Na Obr.2.3.3 je znázornené spojenie cez základný B kanál (64 kbit/s) v ISDN sieti. Zatiaľ čo v koncovom terminále môže mať používateľská informácia zložitú protokolovú štruktúru, pri vstupe do siete sa formuje do základného B kanála a pri prechode sieťou sa prepája stále vo vrstve 1 PRM ISDN. (NT1 - Network Termination 1 - je zakončenie siete na používateľskom rozhraní a bude definované neskôr pri popise UNI. Podobne referenčné body S/T.) Riadiaca informácia je spracovávaná v riadiacich entitách a využíva viacero vrstiev. Aj tu platí, že nie všetky znázornené vrstvy musia byť funkčné. Obr.2.3.3 predstavuje základné spojenie (napr. telefónny hovor) bez doplnkových služieb.

Obr.2.3.4 zobrazuje zložitejšie spojenie, ktoré môže zahŕňať aj doplnkové služby a znázorňuje tiež spojenie privátnej a verejnej ISDN siete.



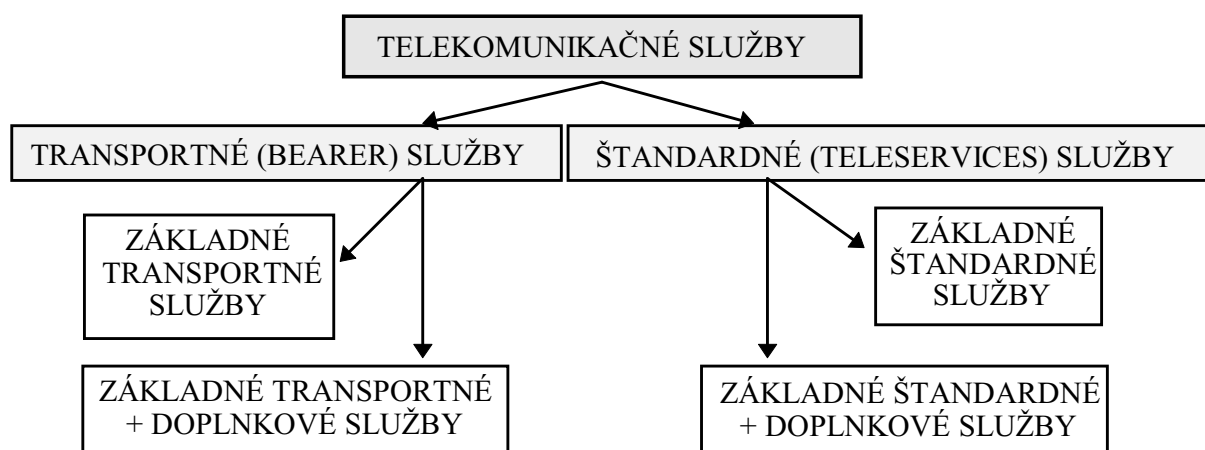
- C - Riadiaca rovina
- M - Management riadiaca rovina
- NU - Network používateľská rovina
- PU - PSN používateľská rovina
- LC,GC - Miestna a globálna riadiaca podrovina

Obr.2.3.4

Zapojenie obsahuje aj určitý typ privátnej siete, napr. PABX (Private Branch Exchange - pobočková ústredňa), čo je znázornené referenčným bodom NT2. D kanál (D Channel) je riadiaci kanál na používateľskom rozhraní a prenáša signalizáciu medzi účastníkom a sieťou. TU (Terminal User Plane) je používateľská rovina referenčného modelu v PABX na strane terminálu a PU (PSN User Plane) na strane siete. NU (Network User Plane) je používateľská rovina referenčného modelu v sieťovom uzle. Pre jednoduchosť nie je znázornený referenčný bod NT1.

2.4 SLUŽBY V ISDN

Jednou z hlavných úloh ISDN je sprostredkovať široké spektrum hovorových, aj nehovorových služieb v jednej sieti. Kľúčovým elementom takejto integrácie služieb v ISDN je zabezpečiť veľké množstvo služieb pomocou obmedzeného množstva typov spojení a univerzálneho používateľského rozhrania UNI. Základné delenie telekomunikačných služieb v ISDN je znázornené na Obr.2.4.1.

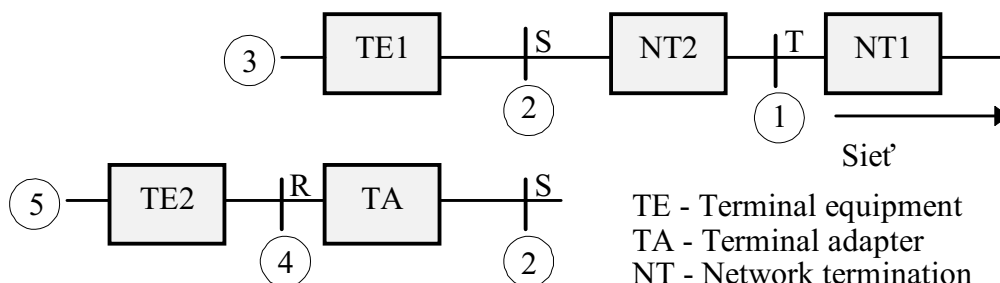


Obr.2.4.1

Tu popísané služby a rozdelenie je podľa pôvodných Odporúčaní CCITT pre ISDN, ktoré boli prijaté v Melbourne v roku 1988. Nové dodatky a najmä európske verzie služieb pre ISDN (Euro ISDN) sú popísané v kapitole 2.10.

Dve veľké triedy telekomunikačných služieb v ISDN sú *transportné (bearer)* a *štandardné (teleservices)* služby. Veľkú skupinu služieb tvoria *doplňkové (supplementary)* služby, ktoré však nemôžu byť poskytnuté samostatne, ale len spolu s niektorou zo služieb z prvých dvoch tried.

Univerzálne používateľské rozhranie UNI v ISDN je schématicky znázornené na Obr.2.4.2. UNI rozhraniu je venovaná jedna z nasledujúcich kapitol a tak na tomto mieste nebudú podrobne vysvetlené dielčie funkčné bloky.



Obr.2.4.2

Jednotlivé prístupové body do siete sú označené ako 1 až 5.

a/ Prístupové body 1 a 2 (referenčné body S a T) sú prístupovými bodmi pre transportné služby. Voľba prístupového bodu (1 alebo 2) závisí od účastníckeho zariadenia.

b/ Prístupový bod 4 (referenčný bod R) závisí od terminálového adaptéra a je určený pre ostatné CCITT šandarizované služby.

c/ Prístupové body 3 a 5 (rozhranie používateľ-terminál) sú určené pre prístup štandardných služieb.

2.4.1 Transportné (bearer) služby v ISDN

Transportné služby zabezpečujú informačný prenos medzi ISDN prístupovými bodmi 1 alebo 2 a zahrňujú len funkcie nižších vrstiev. Transportné služby sú tvorené dvoma kategóriami služieb, a to službami s prepájaním okruhov a službami s prepájaním paketov.

A. Transportné služby s prepájaním okruhov

Tieto služby sú charakteristické prenosom používateľskej informácie v jednom type kanála a prenosom signalizácie cez iný typ komunikačného kanála.

Základnými službami v tejto kategórii sú prenosy informácie cez 64 kbit/s kanál a cez kanály, ktoré sú tvorené násobkami základného kanála. Je tak možný transport informácií cez 2 x 64 kbit/s kanál, 384, 1536 a 1920 kbit/s kanály.

B Transportné služby s prepájaním paketov

Služby tohto druhu zahŕňajú aj funkcie pre spracovanie paketov. Služby v tejto kategórii umožňujú zriadenie virtuálnych spojení, alebo emuláciu prepájania okruhov cez virtuálne spojenia. Ďalej umožňujú služby bez spojovej orientácie a prenos používateľskej signalizácie.

Používateľská informácia je paketovým spôsobom prenášaná vo vnútri B, alebo D kanála k S/T referenčnému bodu. Ako príklad takejto služby môže byť prenos X.25 informácie cez ISDN, pričom komunikácia je obojsmerná a spojitá počas celej dĺžky spojenia.

2.4.2 Štandardné (teleservices) služby v ISDN

Odporúčania CCITT definujú šesť štandardných služieb v ISDN.

A. Telefónne spojenie

Zabezpečuje prenos a prepájanie hovorového signálu so šírkou pásma 3,1 kHz. Komunikácia je obojsmerná, v oboch smeroch spojitá a súčasná počas trvania hovoru. ISDN môže pre potreby spojenia vykonávať určitý druh processingu, napr. analógový prenos, anti-echo opatrenia a pod.

B. Teletex

Teletex je medzinárodná služba, ktorá umožňuje účastníkom výmenu korešpondencie vo forme dokumentov kódovaných vo formáte Teletex. Výmena je automatická spôsobom "memory to memory".

C. Telefax 4

Telefax 4 je medzinárodná služba, ktorá dovoľuje účastníkom výmenu korešpondencie vo forme dokumentov kódovaných vo faximilnom formáte. Spojenie je automatické. Spojenie je obojsmerné cez 64 kbit/s signál pomocou B-kanála.

D. Zmiešaný mód (Mixed mode)

Zmiešaný mód umožňuje kombinovanú textovú, aj faximilnú komunikáciu. Pomocou tohto módu je sprostredkovaný end-to-end prenos dokumentov, ktoré obsahujú text aj grafiku.

E. Videotex

Videotex služba v ISDN je rozšírením klasickej videotex služby obohatenej o retrieval a mailbox funkciu. Retrieval služba vo všeobecnosti znamená možnosť prístupu k banke dát (textovej, obrazovej, video) pomocou telekomunikačnej siete. V tomto prípade je to prístup k videotex informáciám. Mailbox, čiže poštová schránka, dovoľuje ukladanie prijatej informácie do pamäťového média, rezervovaného pre daného účastníka.

F. Telex

Služba zabezpečuje interaktívnu textovú komunikáciu. Telexovú komunikáciu upravujú medzinárodné štandardy pre telexovú službu, ktoré nie sú súčasťou ISDN Odporúčaní.

2.4.3 Doplnkové (supplementary) služby v ISDN

Doplnkové služby poskytované v ISDN sú určené pre rozšírenie možností štandardných a transportných služieb. Nemôžu byť poskytované ako samostatné služby. Počet doplnkových služieb nie je konečný, môžu byť v budúcnosti rozširované podľa potreby.

Z definovaných služieb spomeňme niekoľko najaktuálnejších.

AOC - Advice Of Charge - informácie o poplatkoch - služba umožňuje používateľovi získať informácie o poplatku za hovor aj priebežne počas hovoru.

CLIP - Calling Line Identification Presentation - identifikácia volajúceho - umožňuje volanému účastníkovi rozpoznať číslo volajúceho účastníka (na displeji ISDN telefónu, alebo na inom terminále). Rozpoznanie je až na úroveň subadresy. Služba je zabezpečovaná pre Basic Access aj Primary Rate Access.

CLIR - Calling Line Identification Restriction - zamedzenie identifikácie volajúceho - umožňuje volajúcemu zamedziť prenos svojej identifikácie k volanému.

COLP - Connected Line Identification Presentation - identifikácia pripojenej linky volajúcemu - umožňuje volajúcemu účastníkovi rozpoznať číslo volaného účastníka po jeho prihlásení (na displeji ISDN telefónu, alebo na inom terminále). Rozpoznanie je až na úroveň subadresy.

COLR - Connected Line Identification Restriction - zamedzenie identifikácie pripojenej linky - zamedzuje volajúcemu účastníkovi rozpoznať číslo volaného účastníka po jeho prihlásení.

CONF - Conference Call Ad-On - konferencia s pripojením - umožňuje konferenciu maximálne piatich účastníkov. Konferenciu riadi a platí účastník, ktorý ju vyvolal.

CRED - Credit Card Call - volanie na kreditnú kartu - umožňuje bezhotovostnú platbu za telefónny hovor.

CUG - Closed User Group - uzavretá používateľská skupina - dovoľuje vytvárať používateľské skupiny s definovanými vlastnosťami.

DDI - Direct Dialling In - prevoľba - dovoľuje volať z verejnej ISDN siete priamo účastníka pobočkovej ISDN ústredne na jeho klapku.

HOLD - Call Hold - pridržanie volania - umožňuje účastníkovi prerušiť hovor a potom sa k nemu vrátiť.

MCID - Malicious Call Identification - zachytenie zlomyseľného volania - umožňuje identifikovať a zachytiť číslo pôvodcu zlomyseľného volania.

MSN - Multiple Subscriber Number - viacnásobné účastnícke číslo - dovoľuje priradiť až 8 čísel na jednu účastnícku ISDN prípojku.

SUB - Subaddressing - subadresovanie - dovoľuje rozšíriť adresový priestor ISDN čísla. Subadresa nie je prezentovaná sieťou a je vysielaná k volanému účastníkovi.

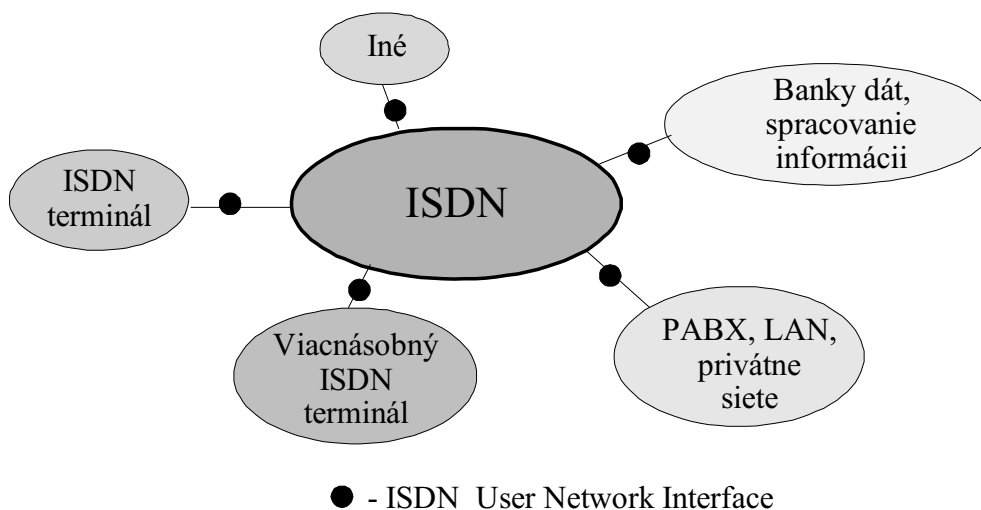
TP - Terminal Portability - prenositeľnosť koncového zariadenia - dovoľuje používateľovi preniesť koncové zariadenia z jednej zásuvky do druhej (v rámci jednej prípojky) počas hovoru.

UUS - User-User Signaling - signalizácia medzi používateľmi - dovoľuje výmenu informácií medzi používateľmi po signalizačnom kanále.

3PTY - Three Party Service - skupina troch používateľov - dovoľuje účastníkovi pridržať existujúce spojenie a nadviazať ďalšie s tretím účastníkom. Potom je možné prepínať medzi hovorami.

2.5 POUŽÍVATEĽSKÉ ROZHRAŇIE - USER NETWORK INTERFACE (UNI)

Klasická telefónna sieť, stavaná pre pripojenie analógových telefónnych prístrojov, mala pomerne jednoduché účastnícke rozhranie. Bolo definované pre prenos analógového hovorového signálu v oboch smeroch. Účastnícka prípojka bola realizovaná dvojlinkou a každý účastník mal vlastné vedenie do najbližšej spojovacej ústredne (ak neuvažujeme podvojné prípojky). Situácia je odlišná pre sieť ISDN. Obr.2.5.1. znázorňuje prípady možných používateľských rozhraní UNI.



Obr.2.5.1

K ISDN sieti môžu byť pripojené:

- jednoduchý ISDN terminál,
- viacej ISDN terminálov pripojených cez viacnásobnú účastnícku prípojku,
- privátna sieť, ktorá je tvorená pobočkovou ústredňou, lokálnou sieťou LAN, alebo inou špeciálnou privátnou sieťou,
- špeciálne zariadenie ako banka dát, alebo systém pre spracovanie informácií,
- iné systémy a prvky, napr. nejaký druh služobnej siete, alebo iná multiservisná sieť podobná ISDN.

UNI by malo podporovať univerzálnosť ISDN siete. Preto musí spĺňať nasledovné požiadavky:

- musí byť univerzálne v tom zmysle, že to isté rozhranie budú používať rôzne typy terminálov a rôzne aplikácie,
- musí byť univerzálne aj v tom zmysle, že dovoľí prenosnosť terminálov z jednej lokácie do druhej v rámci jednej krajiny, ale aj v medzinárodnom rámci,
- musí dovoliť ďalšiu evolúciu koncových zariadení, sieťových prostriedkov, sieťových technológií a sieťových konfigurácií,
- musí podporovať efektívne spojenie ISDN s inými sieťami, prípadne špeciálnymi systémami (banky dát, spracovateľské informačné centrá).

ISDN by teda mala poskytovať čo najmenšie množstvo kompatibilných používateľských rozhraní, ktoré budú podporovať široké spektrum používateľských aplikácií, zariadení a konfigurácií.

Pri popise UNI rozlišujeme nasledovné pojmy:

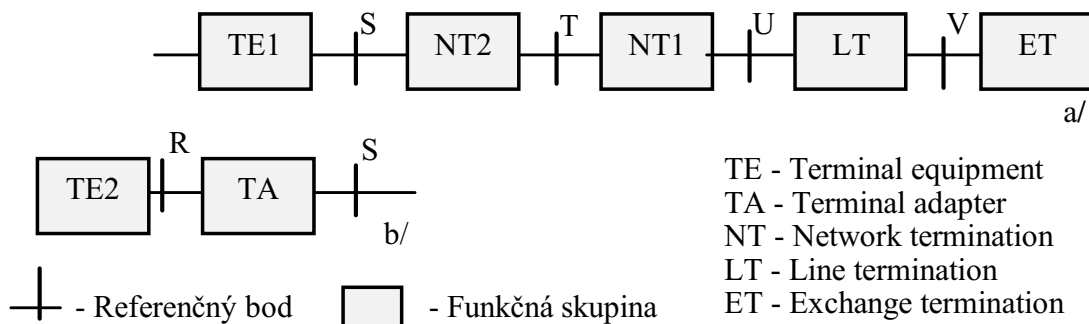
Referenčné konfigurácie (Reference configurations) - sú koncepčné konfigurácie vhodné na identifikáciu rôznych fyzických používateľských prístupov k ISDN. Na definíciu referenčných konfigurácií sú použité dva koncepty - referenčné body a funkčné skupiny.

Funkčné skupiny (Functional groups) - sú množiny funkcií, ktoré môžu byť vyžadované na používateľskom prístupe k ISDN. V konkrétnom zariadení nemusia byť prítomné všetky funkcie z danej funkčnej skupiny a tiež nie všetky funkcie musia byť vykonávané v jednom fyzickom prístroji.

Referenčné body (Reference points) - sú koncepčné body, ktoré oddeľujú funkčné skupiny. V konkrétnom zariadení môžu referenčné body odpovedať fyzickým rozhraniam medzi prístrojmi, alebo nemusia byť fyzickými rozhraniami.

2.5.1 Referenčné konfigurácie

Referenčné konfigurácie definujú referenčné body a typy funkcií, ktoré sú medzi referenčnými bodmi vykonávané. Základná referenčná konfigurácia pre ISDN je daná na [Obr.2.5.2. Obr.2.5.2.a.](#) zobrazuje základnú konfiguráciu s NT1, NT2 a TE1. Na [Obr.2.5.2.b.](#) je ilustrované, ako TE1 môže byť nahradené pomocou TA a TE2.



Obr.2.5.2

Základné funkčné skupiny pre ISDN sú:

Network Termination 1 (NT1) - Sieťové ukončenie 1

Táto funkčná skupina zahŕňa funkcie odpovedajúce fyzickej vrstve (vrstva 1) Referenčného modelu OSI. Funkcie NT1 sú spojené s fyzickým a elektromagnetickým ukončením siete v účastníckej oblasti. Základné funkcie NT1 sú:

- ukončenie prenosových liniek,
- údržba a monitorovanie liniek vo vrstve 1,
- časovanie (synchronizácia),
- prenos napájacieho napätia,
- multiplexovanie vo vrstve 1,
- ukončenie účastníckeho rozhrania.

Network Termination 2 (NT2) - Sieťové ukončenie 2

Táto funkčná skupina zahŕňa funkcie vrstvy 1 protokolového referenčného modelu ISDN, ale tiež funkcie vyšších vrstiev.

Príklady zariadení vo funkcii NT2 sú PABX, LAN, alebo iné privátne siete. Základné funkcie NT2 sú:

- spracovanie protokolov vo vrstve 2 a 3,
- multiplexovanie vo vrstve 2 a 3,
- spojovanie,
- koncentrácia,
- funkcie údržby a monitorovania,
- ukončenie účastníckeho rozhrania.

Terminal Equipment (TE) - Terminálové zariadenie

Zahrňa tiež funkcie vrstvy 1 a funkcie vyšších vrstiev PRM ISDN. Príklady zariadení vo funkcii NT2 sú digitálne telefóny, dátové terminály, pracovné stanice. Základné funkcie TE sú:

- spracovanie protokolov,
- funkcie údržby,
- funkcie rozhrania,
- funkcie pre spojenie k iným zariadeniam.

Terminal Equipment type 1 (TE1)

Táto funkčná skupina zahŕňa funkcie patriace k funkčnej skupine TE a zároveň má rozhranie odpovedajúce Odporúčaniam CCITT pre ISDN UNI.

Terminal Equipment type 2 (TE2)

TE2 má funkcie patriace k funkčnej skupine TE, ale má rozhranie, ktoré neodpovedá Odporúčaniam CCITT, alebo odpovedá iným Odporúčaniam ako sú Odporúčania pre ISDN.

Terminal Adaptor (TA) - Terminálový adaptér

Táto funkčná skupina zahŕňa funkcie vrstvy 1 a vyšších vrstiev PRM ISDN pre pripojenie TE2 na ISDN UNI rozhranie. Je to adaptér medzi referenčnými bodmi R a S a R a T.

Line Termination (LT) - Linkové ukončenie

LT ukončuje prenosové linky z UNI v spojovacom zariadení z hľadiska prenosových funkcií. Úlohy tejto funkčnej skupiny závisia od druhu prístupu do siete (základný, alebo primárnym multiplexom). Základné funkcie LT sú:

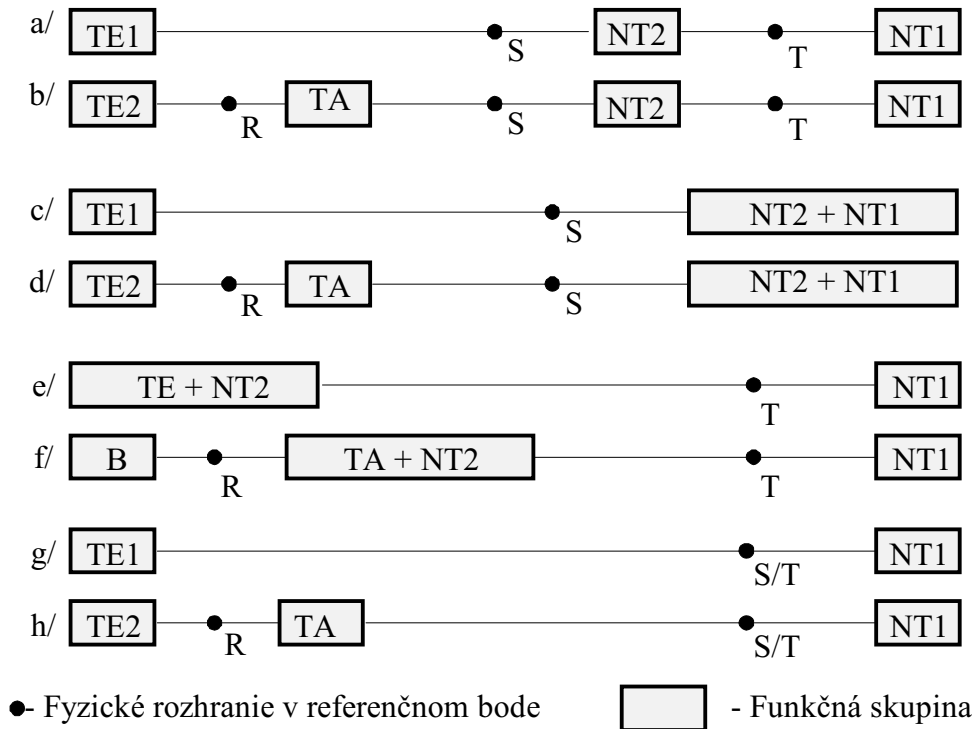
- napájanie NT,
- napájanie regenerátorov na prenosových linkách,
- sľučkové testy pre linky,
- regenerácia signálov,
- konverzie kódov.

Exchange Termination (ET) - Ústredňové zakončenie

Táto funkčná skupina ukončuje prenosové linky z UNI v spojovacom zariadení z hľadiska riadenia. Zahŕňa funkcie vyšších vrstiev PRM ISDN.

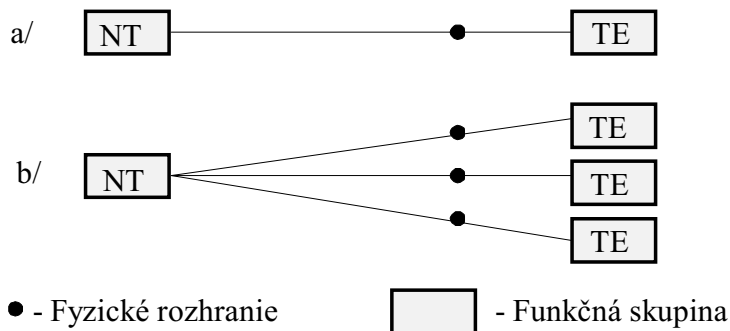
Funkčné skupiny LT a ET patria k spojovaciemu zariadeniu a nie sú špecifikované ako UNI. Referenčný bod U nie je v Odporúčaníach CCITT a predstavuje spojenie NT1 a spojovacieho zariadenia ako digitálny prenosový systém.

Na [Obr.2.5.2](#) bola základná referenčná konfigurácia pre ISDN. V skutočnosti môže mať referenčná konfigurácia niekoľko variantov. Varianty referenčnej konfigurácie sú na [Obr.2.5.3](#). Na [Obr.2.5.3.a,b](#) je zobrazená situácia, keď fyzické ISDN rozhranie je v referenčných bodoch S aj T. V takejto konfigurácii si môžeme na mieste NT2 predstaviť pobočkovú ústredňu PABX, alebo sieť LAN. Modifikácia, keď fyzické ISDN rozhranie je len v bode S je na [Obr.2.5.3.c,d](#). Funkcie NT1 a NT2 sú sústredené v jednom zariadení. [Obr.2.5.3.e,f](#) ukazuje konfiguráciu, kedy je fyzické ISDN rozhranie len v referenčnom bode T. Takáto situácia nastane, ak terminálový adaptér je napríklad súčasťou pobočkovej ústredne. Posledná možnosť je zobrazená na [Obr.2.5.3.g,h](#), kde referenčný bod má súčasne funkciu S, aj T.



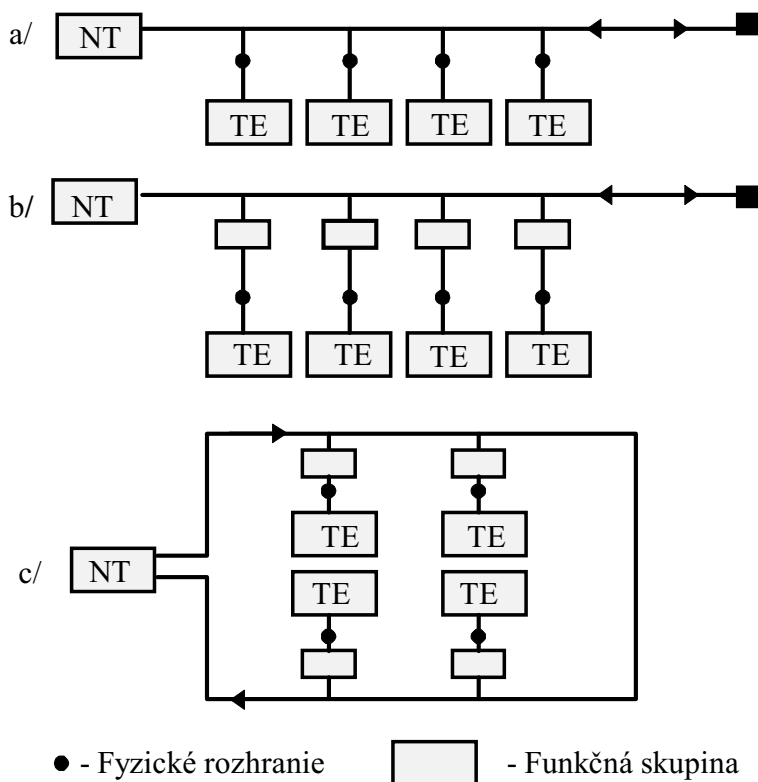
Obr.2.5.3

ISDN umožňuje pripojenie viacerých terminálových zariadení k sieťovému zakončeniu. Okrem klasického zapojenia s jedným terminálom (point-to-point) - [Obr.2.5.4.a](#) - je možné aj zapojenie viacerých terminálov (point-to-multipoint) - [Obr.2.5.4.b](#).



Obr.2.5.4

Ak predpokladáme druhý prípad, t.j. pripojenie viacerých TE k NT, potom je niekoľko možností, ako vytvoriť sieť TE patriacich k jednému NT. Možné konfigurácie sú na [Obr.2.5.5](#).



Obr.2.5.5

Prípady a/ predstavuje pasívnu zbernicu a je to typické point-to-multipoint spojenie. Zapojenia b/ a c/ znázorňujú zbernicu a kruh s aktívne pripojenými terminálmi. Z pohľadu NT je to zapojenie point-to-multipoint, ale z pohľadu TE je to point-to-point spojenie.

2.5.2 Kanály a prístupy na UNI

2.5.2.1 Typy kanálov na používateľskom rozhraní

Kanál predstavuje špecifickú časť informácie, ktorá je prenášaná cez rozhranie UNI. Kanály sú určené pre prenos používateľskej informácie aj signalizácie a sú charakterizované svojou prenosovou rýchlosťou. Rozlišujeme niekoľko typov ISDN kanálov.

B-kanál

B-kanál je základným kanálom pre prenos používateľskej informácie. Má prenosovú kapacitu 64 kbit/s. V základnom móde činnosti ISDN siete, t.j. pri prenose s prepájaním okruhov B kanál nenesie nikdy signalizačnú informáciu. Je určený pre prenos a prepájanie týchto základných signálov:

- digitálny hovorový signál s rýchlosťou 64 kbit/s s odpovedajúcim PCM kódovaním (vzorkovacia frekvencia 8 kHz, dĺžka kódového slova 8 bit),
- dátový signál s rýchlosťami menšími, alebo rovnajúcimi sa 64 kbit/s,
- širokopásmový hovorový signál kódovaný do rýchlosti 64 kbit/s,
- hovor kódovaný na rýchlosť menšiu ako 64 kbit/s prenášaný samostatne, alebo v kombinácii s iným digitálnym informačným prúdom.

B-kanály môžu poskytovať viacero komunikačných módov, t.j. prepájanie okruhov, prepájanie paketov, alebo semipermanentné spojenia.

D-kanál

D kanál slúži hlavne na prenos signalizácie v móde prepájania okruhov. Jeho rýchlosť závisí od typu prístupu do siete a môže byť 16 kbit/s, alebo 64 kbit/s.

D kanál má vrstvovú štruktúru a je paketovo orientovaný. V prípadoch, keď nie je aplikovaná signalizácia cez D-kanál, môže slúžiť na prenos používateľskej informácie v móde prepájania paketov.

H-kanál

H kanál poskytuje prenos rýchlosťami, ktoré sú násobkami základného B-kanála. Sú definované dva H kanály a to:

- H₀-kanál s rýchlosťou 384 kbit/s
- H₁-kanál s rýchlosťami 1536 (H₁₁) a 1920(H₁₂) kbit/s

H-kanál je určený pre prenos používateľskej informácie (nie signalizácie) a môže prenášať rôzne dátové prúdy. Je vhodný napríklad pre prenos a prepájanie nasledovných signálov:

- rýchly faksimilný prenos,
- video (telekonferencia),
- rýchly prenos dát,
- kvalitné audio,
- informačný prúd multiplexovaný z viacerých pomalších signálov,
- informáciu v paketovo orientovanom móde.

Používateľská a signalizačná informácia sformovaná do hore popísaných kanálov vstupuje do siete cez definované prístupy na UNI.

2.5.2.2 Typy prístupov na používateľskom rozhraní

Fyzické UNI rozhranie v referenčných bodoch S a T odpovedá niektorému z nasledujúcich definovaných prístupov do siete ISDN.

Základný prístup, základná prípojka (Basic Access)

Základný prístup na UNI je tvorený dvoma B-kanálmi a jedným D-kanálom. Z tohto je dané aj označenie prístupu ako 2B + D. B-kanály majú rýchlosť 64 kbit/s a D kanál 16 kbit/s.

B-kanály môžu byť využívané nezávisle na sebe, t.j. každý môže patriť inému spojeniu v tom istom čase.

Prístup primárnym multiplexom, primárna prípojka (Primary Rate Access)

Tento prístup odpovedá definovaným primárnym multiplexom pre Európu a USA, t.j. pre 32, alebo 24 kanálov s rýchlosťami 64 kbit/s. V tomto prípade má D-kanál 64 kbit/s a prístup primárnym multiplexom bude mať rýchlosť 1544 kbit/s v konfigurácii 23B + D, alebo 2048 kbit/s v konfigurácii 30B + D.

Ak nie je aktivovaný signalizačný D-kanál, môže byť jeho časová poloha v multiplexe obsadená ďalším informačným B-kanálom.

Prístup primárnym multiplexom H_0 (Primary rate interface H_0)

Prístup primárnym multiplexom H_0 je tvorený kombináciou H_0 -kanálov spolu s D-kanálom, alebo aj bez neho. Ak je D-kanál prítomný, jeho rýchlosť je 64 kbit/s. Existujú dva typy tohto prístupu:

- 1544 kbit/s v konfigurácii $3H_0 + D$ ($4H_0$), alebo
- 2048 kbit/s v konfigurácii $5H_0 + D$.

Prístup primárnym multiplexom H_1 (Primary rate interface H_1)

V tomto prípade je rýchlosť prístupu daná použitím kanála H_{11} (1536 kbit/s), alebo H_{12} (1920 kbit/s). Ak je potrebná signalizácia, je prenášaná v 64 kbit/s D-kanále mimo tohto prístupu, ale v rámci toho istého UNI.

Zmiešaný prístup

Vo všeobecnosti môže byť prístup daný aj jediným D-kanálom, alebo kombináciou B a H kanálov.

Najrozšírenejším druhom prístupu na UNI je základný prístup a prístup primárnym multiplexom. Preto sa ďalej budeme venovať len týmto dvom druhom prístupu. Popis sa na tomto mieste sústreďuje na charakteristiky pre vrstvu 1 protokolového modelu. Protokolová štruktúra pre signalizáciu, ktorá využíva aj vyššie vrstvy je popísaná pri špecifikáciách D-kanála (DSS1).

2.5.2.3 Základný prístup, základná prípojka (Basic access)

Základný prístup je určený pre $2B + D$ prístup do ISDN. Zapojenie môže byť point-to-point, alebo point-to-multipoint, ako je to zobrazené na [Obr.2.5.4](#).

Point-to-point operácia znamená (z pohľadu vrstvy 1), že v referenčnom bode S, alebo T je v tom istom čase v oboch smeroch prenosu len jeden vysielač a jeden prijímač. Táto operácia nie je závislá na počte terminálov, ktoré sú fyzicky pripojené k rozhraniu.

Point-to-multipoint operácia umožňuje, aby viacero TE bolo súčasne aktívnych v referenčnom bode T, alebo S.

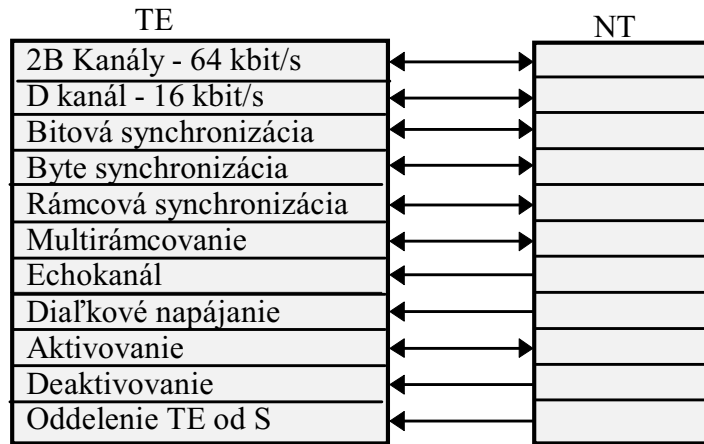
Referenčný bod S je niekedy pri základnom prístupe označovaný aj ako S_0 .

Ak je k NT1 pripojených viacej terminálov, najčastejšie používaná konfigurácia je pasívna zbernica, ktorá je naznačená na [Obr.2.5.5.a](#). Normálne zapojenie predpokladá maximálne 8 terminálov na jednej zbernici.

Pasívna zbernica má dvojžilový kábel pre každý smer prenosu. Každý so zapojených terminálov je prístupný cez ISDN volacie číslo.

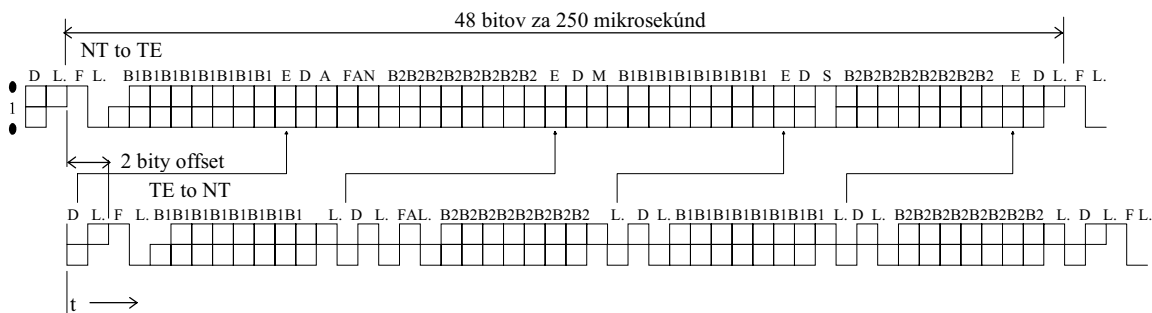
Na [Obr.2.5.6](#) sú funkcie potrebné pre spoluprácu NT a TE na rozhraní.

Synchronizácia je bitová, ktorá odpovedá rýchlosti jednotlivých prenášaných kanálov. Synchronizácia podľa slov (byte) znamená prenos taktu 8 kHz, ktorý je definovaný ako vzorkovací kmitočet pre hovorový signál. Rámcová synchronizácia slúži k rozoznaniu hraníc rámcov, ktoré sú definované pre prenos informácie v základnom prístupe. NT je synchronizované z taktu siete. TE sa synchronizuje z taktu prijatého z NT a takto získaný takt používa na taktovanie vysielačného signálu.



Obr.2.5.6

Kanálová štruktúra na rozhraní je 2B + D. V oboch smeroch prenosu sú nezávislé dva B-kanály s rýchlosťou 64 kbit/s a jeden D-kanál s rýchlosťou 16 kbit/s. Prenášaná informácia je zoradená do rámcov, ktoré sú zobrazené na Obr.2.5.7.



Obr.2.5.7

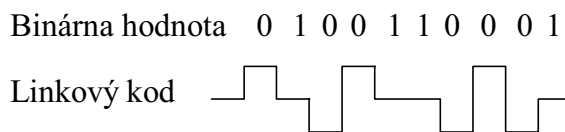
Bitsy sú sformované do rámcov, ktorých dĺžka je 48 bitov. Vysielanie rámca trvá 250 mikrosekúnd. Rámcová štruktúra je odlišná pre jednotlivé smery prenosu. Následkom prídavných informácií je rýchlosť v každom smere prenosu 192 kbit/s. Na Obr.2.5.7 hore je rámec pre smer prenosu z NT do TE a dole pre smer z TE do NT. V každom rámci sú štyri bity určené pre D-kanál (čo je rýchlosť 16 kbit/s) a majú poradové čísla 12,25,36 a 47. Každý B-kanál (B1, aj B2) zaberá v rámci 16 bitov, tvoriac dve skupiny po 8 bitov (dohromady 32 bitov, čo je 128 kbit/s). Zvyšných 12 bitov slúži na riadenie prenosu medzi TE a NT.

V smere z NT do TE sú vysielané E bity, ktoré opakovane vysielajú D bity prijaté z TE (D echo kanál). Tento kanál slúži na riadenie prístupu na D kanál.

Každý rámec je zložený z podrámcov, ktoré sú na Obr.2.5.7 označené bodkami. Jednotlivé podrámece nemajú jednosmernú zložku, čo je dosiahnuté pridaním L bitu za každý podrámece. L bity sú pridávané tak, že každý podrámece má párny počet pulzov. Podrámece sú ohraničené rámcovým bitom F, alebo pomocným rámcovým bitom F_A. V smere NT do TE sú len dva podrámece, v smere TE do NT tvorí každý B kanál a každý D bit samostatný podrámece. Je to kvôli tomu, že v smere od TE môže byť každý podrámece vysielaný rôznym koncovým zariadením. Každý podrámece má tak oddelene vyrovnanú jednosmernú zložku.

M je multirámcový bit, ktorý slúži na vytváranie multirámcov. V rámci už totiž nie sú rezervné bity pre doplnkovú riadiacu informáciu. Bity M, zhromaždené z viacerých po sebe idúcich rámcov tak môžu vytvoriť nadrámec s prídavnou informáciou. Tento multirámece tvorí tzv. Q kanál, ktorý vzniká z M bitov, v spolupráci s N a F_A bitmi. A bit je aktivačný bit.

Ako linkový kód medzi TE a NT bol zvolený pseudo-ternary kód, ktorý je znázornený na Obr.2.5.8.



Obr.2.5.8

Kódovanie je vykonávané takým spôsobom, že binárna jednotka je reprezentovaná nulovým linkovým signálom. Binárna nula je kódovaná pozitívnym, alebo negatívnym linkovým signálom. Prvá binárna nula, ktorá nasleduje za L vyrovnávacím rámcovým bitom má takú istú polaritu, ako vyrovnávací bit. Každá nasledujúca nula mení polaritu signálu. (Vyrovnávací bit je binárna nula, ak počet binárnych núl za predchádzajúcim vyrovnávacím bitom je nepárny. Vyrovnávací bit je jednotka, ak počet binárnych núl za predchádzajúcim vyrovnávacím bitom je párný.)

Kvôli rýchlej a bezchybnej rámcovej synchronizácii sú schválne v každom rámci dvakrát porušené popísané pravidlá pre pseudo-ternary kód.

a/ Prvý L bit (bit číslo 2) v rámci a prvý nulový bit za týmto bitom sú obidva vysielané negatívnym pulzom.

b/ Posledný nulový bit v rámci a nasledujúci F bit (t.j. bit číslo 1 v nasledujúcom rámci) sú obidva vysielané kladnou polaritou.

D echo kanál je použitý na riadenie prístupu viacerých TE na D kanál na pasívnu zbernicu. Zabráni sa tak súčasnému vysielaniu viacerých TE s následným deformovaním prenášanej informácie. Cieľom je konvertovať paralelné požiadavky na prístup na sériový tok a vyhnúť sa nutnosti opakovať vysielanú informáciu kvôli jej poškodeniu.

Prístup na zbernicu môže byť vo všeobecnosti trojaký:

- cyklické zdieľanie zbernice (polling),
- centrálné riadenie so žiadosťami o zbernicu a následným povolením prístupu,
- decentralizované riadenie s rozoznávaním a odstraňovaním kolízií.

Tretia metóda našla široké použitie v sieťach LAN (CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - Ethernet). Princípom takejto decentralizovanej metódy je, že každé TE musí samostatne kontrolovať prístup na zbernicu, rozoznávať a odstraňovať kolízie. Jedna z možností ako riešiť tento problém, je zriadiť spoločný kanál, na ktorom sa dajú rozoznávať stavy zbernice a kolízie.

Pre základný prístup bol pre tento účel definovaný D echo kanál. NT prijíma informáciu z D kanála a bezprostredne ju vysiela späť pomocou D echo kanála. Rámec vysielaný z TE do NT je oneskorený o dva bity oproti rámcu z opačného smeru (je to znázorené aj na Obr.2.5.7.).Je to kvôli tomu, aby TE prijal prvý bit (F) z NT. Každý D bit v smere z TE do NT je echovaný najbližším E bitom v rámci v smere z NT do TE, čo je zakreslené šípkami na Obr.2.5.7.

TE prijme E bit z echo kanála a porovnáva ho s D bitom, ktorý posledne vyslal. Ak sú zhodné pokračuje vo vysielaní informácie. Ak nie sú, znamená to, že D kanál obsadilo zariadenie s vyššou prioritou a okamžite prestane vysielat' dáta a iné TE pokračuje vo vysielaní.

Pokojový stav znamená vysielanie jednotiek v D echo kanále. Počet po sebe idúcich jednotiek slúži k rozoznaniu pokojového stavu, aj k rozoznaniu priority. Žiadna správa v signalizačnej informácii D-kanála nemá viac ako 6 po sebe idúcich jednotiek, čo je definované vo vrstve 2 HDLC procedúry pre protokol D-kanála. (Pozri linkovú vrstvu pre signalizačný systém DSS1.) Príjem viac ako 6 jednotiek tak znamená, že kanál je voľný.

TE monitoruje D echo kanál a počíta jednotky v na to určenom internom čítači C. Zakaždým, keď v D echo kanále zaregistruje nulu, vynuluje a reštartuje čítač. Pomocou počtu jednotiek sú zadefinované aj priority. Správy prichádzajúce z vrstvy 2 môžu mať dve prioritné triedy. Závažnejšiu prioritnú triedu 1 a menej závažnú prioritnú triedu 2. Prioritné triedy sú zadefinované v TE pre jednotlivé správy vrstvy 2. Každá z týchto prioritných tried má ešte dve úrovne priority, nižšiu a vyššiu. To je kvôli tomu, aby prístup na zbernicu v rámci jednej prioritnej triedy bol pre všetky TE rovnomerný.

TE začína vysielat' rámec z vrstvy 2 vtedy, ak stav čítača C je rovný, alebo vyšší ako X_1 pre prioritnú triedu 1 a rovný, alebo vyšší ako X_2 pre prioritnú triedu 2. Hodnota X_1 je 8 pre vyššiu prioritu a 9 pre nižšiu prioritu v rámci prioritnej triedy 1. Hodnota X_2 je 10 pre vyššiu prioritu a 11 pre nižšiu prioritu v rámci prioritnej triedy 2.

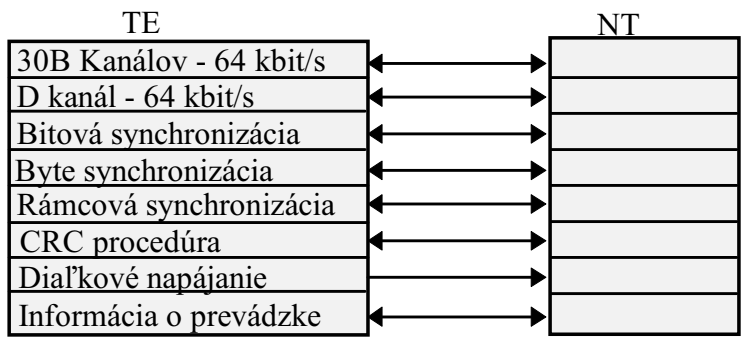
Keď v danej prioritnej triede TE úspešne vyslal rámec z vrstvy 2, zmení svoju prioritu z vyššej na nižšiu. Tým je umožnený prístup na zbernicu ďalšiemu TE v danej prioritnej triede. TE mení svoju prioritu z nižšej späť na vyššiu, keď čítač C dosiahol hodnotu rovnú nižšej priorite, čo znamená, že o zbernicu sa neusiluje nikto z vyššou prioritou v danej prioritnej triede.

2.5.2.4 Prístup primárnym multiplexom, primárna prípojka (Primary rate access)

Pri prístupe primárnym multiplexom majú všetky kanály rovnakú rýchlosť 64 kbit/s. Prístup primárnym multiplexom existuje iba v konfigurácii point-to-point. Znamená to, že v každom smere prenosu je v tom istom čase len jeden vysielateľ a jeden prijímač. Na Obr.2.5.9 sú znázornené funkcie, ktoré sú na S/T rozhraní pre vrstvu 1. Referenčný bod S je pri prístupe primárnym multiplexom niekedy označovaný aj ako S_{2M} .

Synchronizácia po bitoch, byte a rámcoch má ten istý význam ako pri základnom prístupe. Napájanie nie je základná funkcia a ak existuje, je vykonávané po oddelených vodičoch. CRC (Cyclic Redundancy Check) zabezpečuje ochranu proti chybnému rámcovaniu.

Ak terminál pristupuje do ISDN primárnym multiplexom, rozlišujeme dve možnosti - prístup 2048 kbit/s a 1544 kbit/s.



Obr.2.5.9

A. Prístup primárnym multiplexom 2048 kbit/s

Primárny multiplex 2048 kbit/s je definovaný aj pre prenosové trasy (CCITT Odporúčania G.704). Základný rámec pre 2048 kbit/s prístup je na [Obr.2.5.10](#).



Obr.2.5.10

Na [Obr.2.5.10](#) je vidieť, že základný rámec má 256 bitov, ktoré sú tvorené 32 kanálmi po 8 bitov. 30 informačných kanálov (30B) prenáša používateľskú informáciu, signalizačný kanál (D) je určený pre prenos ISDN signalizácie a nultý kanál rámca je určený pre správu rámca a služobné účely. Všetky kanály majú rýchlosť 64 kbit/s.

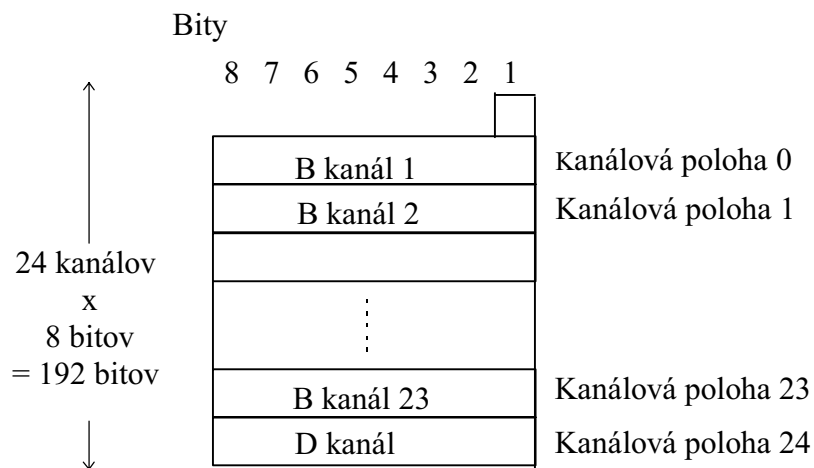
Prvý bit nultého kanála v rámci je rezervovaný pre CRC procedúru. 8 základných, po sebe idúcich rámcov tvorí jeden multirámec s 2048 bitmi ($8 \times 256 = 2048$). Na tomto multirámcovi je vykonávaná CRC procedúra. 2048 bitov multirámcovi je uvažovaných ako polynóm s koeficientami 0, alebo 1. Prvý bit bloku odpovedá koeficientu najvyššieho rádu. Blok je potom prenasobený X^4 a následne predelený polynómom $X^4 + x + 1$, pričom je použitá operácia modulo 2. Výsledok operácie je prenášaný v definovaných štyroch CRC bitoch (CRC kódové slovo) v nultých kanáloch rámcov ďalšieho multirámcovi smerom k prijímaču.

V prijímači sa robí s prijatým multirámcom rovnaká CRC operácia. Výsledkom je tiež CRC kódové slovo, ktoré sa porovná s kódovým slovom prijatým v ďalšom multirámci. Blok je považovaný za bezchybný, ak všetky štyri bity CRC, ktoré sú vypočítané a prijaté, súhlasia.

Pri výpočte CRC slova sa samotné CRC bity v multirámci neuvažujú. Pred výpočtom sú nastavené na nulu. To platí pre vysielateľ, aj pre prijímač. Tým sa vylúči vzťah medzi CRC slovami v nasledujúcich multirámcoch.

B. Prístup primárnym multiplexom 1544 kbit/s

1544 kbit/s prístup odpovedá 24 kanálovému primárnemu multiplexu. Základný rámec je znázornený na Obr.2.5.11.



Obr.2.5.11

Rámec je tvorený 23 kanálmi s používateľskou informáciou (23B), ktoré zaberajú v rámci po 8 bitov. Jeden 8 bitový kanál je signalizačný (D). Tieto kanály majú rýchlosť 64 kbit/s. Pre riadenie rámca je určený jeden, tzv. F bit. Rámec má spolu 193 bitov.

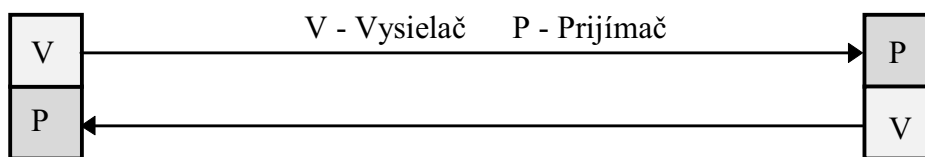
1544 kbit/s prístup a tiež prenosový multiplex je typický pre USA a Japonsko a preto sa mu nebudeme ďalej detailnejšie venovať.

2.5.2.5 Prenos na referenčnom bode U

Vyššie popísané prístupy sú štandarizované pre rozhranie S, alebo T (S_0, S_{2M}). Závažným problémom je aj prenos medzi NT a LT, t.j. na rozhraní v referenčnom bode U. Je niekoľko možností, ako prenášať signál na rozhraní U (rozhranie je označované aj ako U_0, U_{P0}, U_{K0}). Ak sa jedná o prenos primárnym multiplexom, referenčný bod U je vždy realizovaný štvordrôtom, optickým káblom, alebo rádio-reléovým spojom. Pri základnom prístupe však môže byť signál prenášaný dvojdrôtom, aj štvordrôtom.

A. Prenos signálu po štvordrôtovom vedení.

Pri štvordrôtovom prenose je pre každý smer komunikácie rezervovaný oddelený pár vodičov (Obr.2.5.12). Tento spôsob riešenia U referenčného bodu je z hľadiska riadenia najjednoduchší, nevýhodou sú vysoké náklady na štvordrôt. Vzhľadom na to, že už vybudovaná účastnícka sieť je väčšinou dvojdrôtová, použitie je obmedzené na prípady, keď existujú na rozhraní U štvordrôtové linky.



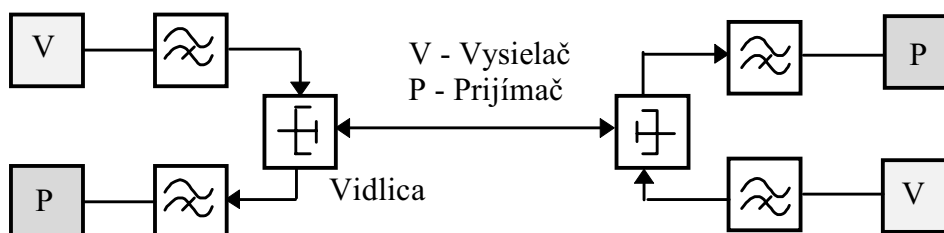
Obr.2.5.12

B. Prenos signálu po dvojdružtovom vedení

Pri použití dvojdružtového vedenia nie sú smery prenosu priestorovo oddelené. Preto sú potrebné špeciálne techniky, ktoré dovoľia obojsmerný prenos na tom istom fyzickom médiu.

a/ Frekvenčný multiplex

Signály v oboch smeroch prenosu sú oddelené frekvenčnou moduláciou na odlišných nosných frekvenciách. V každom smere musí byť pomerne veľká rýchlosť prenosu ($2B + D +$ pomocné riadiace znaky) a tak je pre prenos vyžadovaná šírka pásma asi 320 kHz. Tlmenie na tejto frekvencii nedovoľuje veľké vzdialenosti bez zosilňovačov. Prípád použitia frekvenčného multiplexu je blokovo znázornený na Obr.2.5.13.

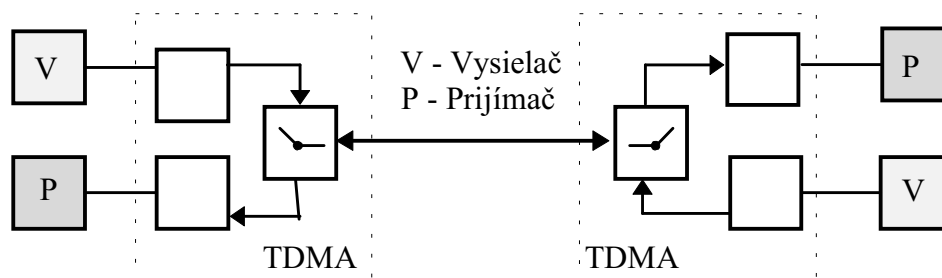


Obr.2.5.13

Pre realizáciu frekvenčnej modulácie a demodulácie sú potrebné analógové filtre, ktoré nie sú vhodné pre vysokú integráciu. Nasadenie frekvenčného multiplexu na referenčnom bode U preto nie je ekonomicky efektívne a nepredpokladá sa jeho široké použitie.

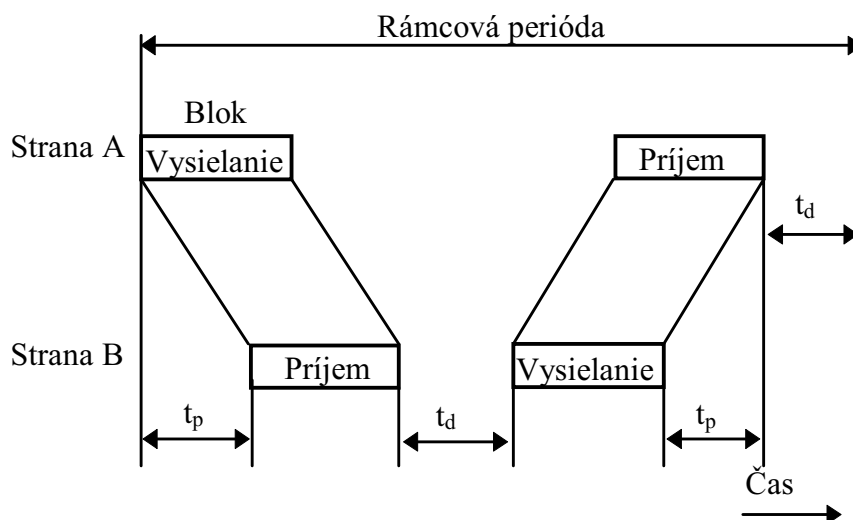
b/ Prístup s časovým delením (U_{P0})

Prístup s časovým delením (TDMA - Time Division Multiplex Access) je často v literatúre označovaný aj ako metóda ping-pong. Princíp spočíva v tom, že komunikácia v oboch smeroch je delená do časových okien. Prenosové médium v pravidelných intervaloch patrí raz jednému smeru prenosu, raz druhému smeru prenosu. Blokovo je ping-pong metóda zobrazená na Obr.2.5.14.



Obr.2.5.14

Aj pri tejto metóde musí byť pomerne veľká rýchlosť prenosu. Je potrebné prenášať dva signály s rýchlosťou $2B + D$ a navyše synchronizačné bity. Dá sa teda očakávať rýchlosť vyššia ako 320 kbit/s. Pri stanovení časových okien a rámcovej periódy je potrebné brať do úvahy veľkosť prenášaného bloku ($2B + D$), prídavné synchronizačné bity v potrebnom počte a prídavný čas pre processing medzi príjmom a vysielačím. Detailnejší pohľad na ping-pong metódu je na [Obr.2.5.15](#).



Obr.2.5.15

Pre konkrétnu realizáciu sú možné hodnoty:
 rámcová perióda - 125 mikrosekúnd,
 synchronizácia - 2 bity,
 blok $2B + D$ - $(8 + 8 + 2)$ bity,
 dĺžka bloku - $(8 + 8 + 2) \cdot T_T$, kde T_T je trvanie jedného bitu,
 prídavný čas t_d - 2 bity (závisí od linkového kódu),
 doba prenosu signálu t_p - 5 mikrosekúnd/km,
 teoretický dosah - 4 km, teda $t_p = 20$ mikrosekúnd.

Potom

$$125\mu\text{s} = 2 \cdot ((8+8+2)\text{bit} + 2\text{sync}) \cdot T_T + 2 \cdot 2\text{bit} \cdot t_d \cdot T_T + 2 \cdot 20\mu\text{s} \cdot t_p,$$

z toho $T_T = 85\mu\text{s} / 44 \text{ bit} = 1,93 \mu\text{s/bit}$

a rýchlosť prenosu je

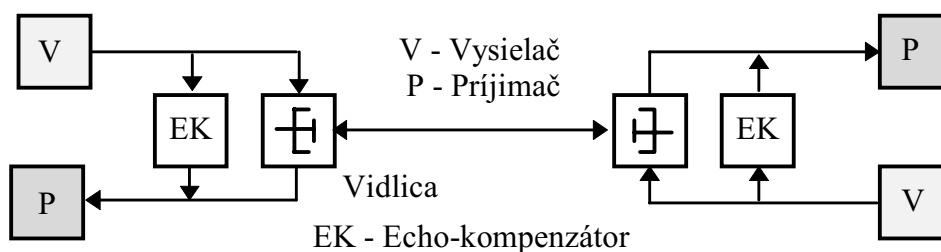
$$1/T_T = 517 \text{ kbit/s}$$

V skutočnosti bude teoretický dosah následkom vysokej prenosovej rýchlosti a tlmenia na linke menší. Možnosť, ako zmenšiť rýchlosť (a tým zvýšiť dosah) je vytvárať dlhšie rámce, t.j. n krát 125 mikrosekúnd (používaná hodnota je 250 μ s). Vtedy budú jednotlivé bloky dlhšie - n krát (8 + 8 + 2) a zmenší sa celkový počet synchronizačných bitov a doplnkový čas t_d . Maximálna prijateľná hodnota je $n = 8$, t.j. rámcová perióda 1 ms. V každom prípade však bude rýchlosť viac ako 400 kbit/s.

Napriek pomerne jednoduchému princípu nie je tento spôsob riešenia referenčného bodu U štandardizovaný a používaný vo verejných sieťach. Má pomerne široké použitie v pobočkových ústredňach, kde realizácia referenčného bodu U môže mať neštandardný, firemný protokol.

c/ Súčasný obojsmerný prenos s echo-kompenciáciou (U_{K0})

V tejto metóde budú signály prenášané v oboch smeroch súčasne v tom istom čase, aj na tej istej frekvencii. Schématicky je to zobrazené na Obr.2.5.16.



Obr.2.5.16

Rýchlosť prenosu v oboch smeroch bude rýchlosť signálu 2B+D (144 kbit/s) plus synchronizačné bity. Princíp kompenzácie echa spočíva v tom, že v prijímači sa kompenzujú (rušia) signály, ktoré boli na vedenie vyslané vlastným vysielačom. Podmienka pre kompenzáciu echa je, aby signály v oboch smeroch neboli vo vzájomnej korelácii. Preto je v oboch smeroch aplikované rozdielne skramblovanie.

Signál z vlastného vysielača sa pomocou vidlice vysiela na dvojdrôtu, ale zároveň do echo-kompenzátora. V kompenzátore sa signál oneskorí a porovnáva so signálom v prijímacej časti. Kompenzátor rozozná a ruší signál z vlastného vysielača. Takto jednoducho popísaný proces predstavuje v skutočnosti zložitú matematickú operáciu a je čo do zložitosti najkomplikovanejším riešením zo všetkých troch riešení prenosu na referenčnom bode U pomocou dvojdrôtu (frekvenčný multiplex, TDMA, echo-kompenzácia). Vysoká integrácia však dovoľuje jednočipové riešenie echo-kompenzátora a tým jednoduchú možnosť nasadenia v reálnej prevádzke. Vzhľadom na to, že signál je prenášaný v oboch smeroch v rovnakom čase a na rovnakej frekvencii, je menší vplyv rušenia a tlmenia na prenosovej linke. Vzdialenosť medzi NT a LT môže byť až 8 km. Tento spôsob riešenia referenčného bodu U bol štandardizovaný aj pre verejnú sieť a je široko používaný.

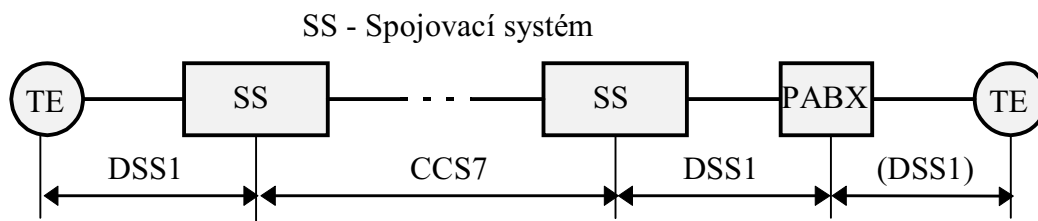
2.6 SIGNALIZÁCIA V ISDN

ISDN je budovaná na základe existujúcej digitálnej telefónnej siete a preto hlavným módom jej činnosti je synchronný prenos s prepájaním okruhov. Takýto mód je spojovo orientovaný, čo znamená, že pred výmenou používateľskej informácie medzi koncovými terminálmi musí predchádzať fáza zostavenia spojenia. Podobne po ukončení komunikácie je nutná fáza zrušenia spojenia. Tieto procesy a tiež ďalšie riadiace procesy počas komunikácie vyžadujú okrem používateľskej informácie aj prenos riadiacich signálov. Prenos, prepájanie a processing riadiacich signálov má v terminológii ISDN (a aj v terminológii telefónnych sietí) názov *signalizácia*.

Signalizácia predstavuje výmenu riadiacich informácií medzi koncovými zariadeniami, medzi koncovým zariadením a sieťou a medzi sieťovými uzlami navzájom. Signalizácia v ISDN je funkčne rozdelená na dva rozdielne signalizačné systémy:

- a/ signalizačný systém medzi koncovým zariadením a najbližším spojovacím uzlom,
- b/ signalizácia medzi spojovacími uzlami navzájom.

Na Obr.2.6.1 sú znázornené oblasti pôsobnosti obidvoch signalizačných systémov.



Obr.2.6.1

Signalizácia medzi účastníkom a spojovacou ústredňou je šandarizovaná v CCITT Odporúčaniach Q.920 - Q.940 a nesie názov Digital Subscriber Signaling System No.1. (DSS1), alebo tiež protokol D-kanála (LAPD protokol).

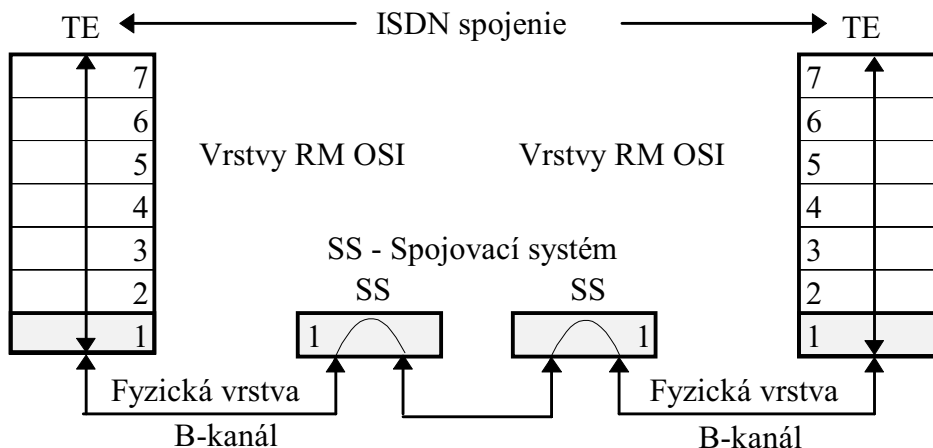
Signalizácia medzi spojovacími ústredňami je šandarizovaná v CCITT Odporúčaniach Q.700 - Q.795 a nazýva sa Common Channel Signaling System No.7. (CCS7), alebo Sigalizračný systém č.7.

2.6.1 Digital Subscriber Signaling System No.1

Pre prenos riadiacej informácie medzi účastníkom a ústredňou bol zafinovaný signalizačný D-kanál. D-kanál môže mať rýchlosť 16 kbit/s pri základnom prístupe na UNI, alebo 64 kbit/s pri prístupoch primárnym multiplexom. D-kanál je univerzálny, dátovo orientovaný kanál, ktorý slúži na prenos signalizácie v nasledovných prípadoch:

- medzi koncovým zariadením a verejným spojovacím systémom,
- medzi verejným spojovacím systémom a viacerými koncovými zariadeniami,
- medzi verejným spojovacím zariadením a pobočkovou ústredňou PABX (privátnou sieťou),
- medzi pobočkovou ústredňou a koncovými zariadeniami,
- všeobecne na 16 kbit/s kanále pri základnom prístupe na UNI,
- všeobecne na 64 kbit/s kanále pri prístupe primárnym multiplexom na UNI.

Funkcie vykonávané v D-kanále je možné sústrediť do funkčných vrstiev, ktoré odpovedajú Referenčnému modelu OSI. Základná ISDN komunikácia s prepájaním okruhov prepája používateľskú informáciu len vo vrstve 1 protokolového modelu. Je to znázornené na Obr.2.6.2.

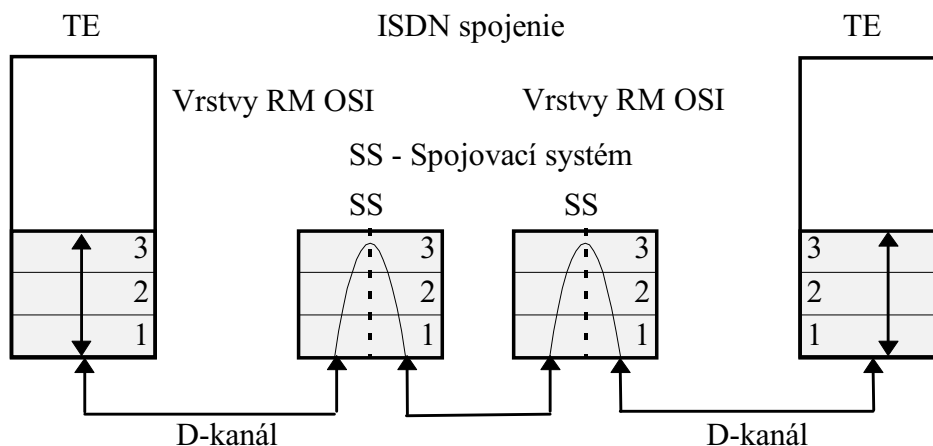


Obr.2.6.2

Koncové terminály môžu využívať všetkých sedem vrstiev RM OSI, ale pri vstupe do ISDN na UNI je používateľská informácia transparentne prenášaná a prepájaná vo fyzickej vrstve PRM ISDN. Funkcie vyšších vrstiev nie sú v sieti interpretované a majú len end-to-end význam.

Pre výkon signalizačnej funkcie v používateľskej časti ISDN siete postačujú funkcie troch spodných vrstiev RM OSI, t.j. fyzická vrstva (vrstva 1), linková vrstva (vrstva 2) a sieťová vrstva (vrstva 3). V koncovom terminále aj v sieťovom uzle sú spracovávané všetky tri vrstvy signalizačnej informácie, ako je to znázornené na Obr.2.6.3.

D-kanál je použiteľný aj pre prenos dát a tak v termináloch môžu byť aplikované aj funkcie vyšších vrstiev protokolového modelu (4 až 7). Majú však len end-to-end význam a nie sú interpretované v sieťovom uzle.



Obr.2.6.3

2.6.1.1 Vrstva 1 - fyzická vrstva

Funkciou fyzickej vrstvy je transport bitového prúdu na fyzickom prenosovom médiu v oboch smeroch. Fyzické médium je totožné pre používateľský B-kanál, aj signalizačný D-kanál. Funkcie a protokol fyzickej vrstvy boli popísané v kapitole o základnom prístupe a prístupe primárnym multiplexom ([kap.2.5.2](#)).

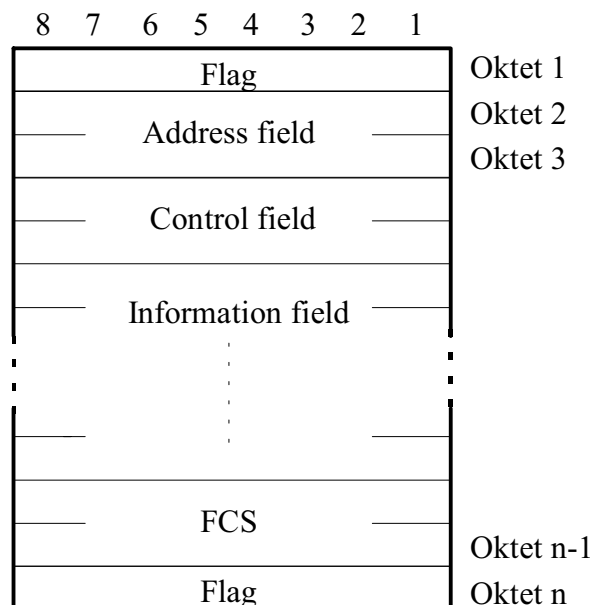
2.6.1.2 Vrstva 2 - linková vrstva

Linková vrstva využíva služby spodnejšej fyzickej vrstvy a zabezpečuje spoľahlivý a bezchybný prenos dát prichádzajúcich z vyššej, sieťovej vrstvy. Protokol na linkovej vrstve nesie názov LAPD protokol (Link Access Procedure on the D channel) a je modifikáciou LAPB protokolu pre X.25 dátový prenos podľa HDLC (High Level Data Link Control) štandardu používaného v 2 vrstve RM OSI.

Základné funkcie linkovej vrstvy sú:

- vytvorenie spojenia vo vrstve 2 (jedného alebo viaceru) na D-kanále pre jednu, alebo viacero entít z vrstvy 3,
- vytvorenie rámca pre transparentný prenos informácie z vrstvy 3,
- kontrola správneho poradia rámcov,
- detekcia chýb v prenose,
- opakované vysielanie rámcov v prípade zistenej chyby v prenose,
- riadenie toku dát,
- údržba a riadenie funkcií vo vrstve 2.

Podobne ako v štandarde HDLC, budú informácie z vyššej sieťovej vrstvy uložené do informačného poľa rámca definovaného pre linkovú vrstvu. Rámec má podobnú štruktúru pre všetky správy a je znázornený na [Obr.2.6.4](#).

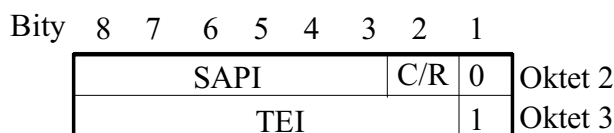


Obr.2.6.4

Prenos rámcu je podľa poradia jednotlivých oktetov a v oktete je najprv vysielaný bit č.1. (Výraz "oktet" bol prebratý z terminológie OSI a znamená byte.) Rámec má variabilnú dĺžku a používa rôzne adresy v adresnom poli. Je ho preto potrebné odlišovať od rámcov definovaných v prenosovej multiplexnej hierarchii a od rámcov definovaných na UNI vo fyzickej vrstve.

Každý rámec začína a končí s *návestím (Flag)*. Pre návestie je definovaná sekvencia 01111110. Tákáto sekvencia sa nesmie vyskytovať nikde vo vnútri rámcu, pretože by sa porušila jednoznačnosť hraníc rámcu. Konečné návestie jedného rámcu môže byť začiatočným návestím nasledujúceho rámcu. Návestie je využívané aj pre prístup na D-kanál vo fyzickej vrstve na rozhraní UNI. Postup je popísaný v časti 2.5.2.3. Ak nie sú vysielané žiadne informácie, nie sú tiež vysielané rámce, ale spojitá postupnosť jednotiek. Je to odlišnosť od HDLC procedúry v X.25. Toto opatrenie bolo prijaté pre riadenie viacnásobného prístupu na D-kanál vo fyzickej vrstve na UNI.

Ako už bolo uvedené, v ISDN je možná konfigurácia s viacerými koncovými zariadeniami (TE) na jednej zbernici. Preto je potrebné, aby vo vrstve 2 bolo možné zriadiť viacero logických spojení. *Adresné pole (Address field)* identifikuje konkrétne logické signalizačné spojenie. Adresné pole je zakreslené na Obr.2.6.5.



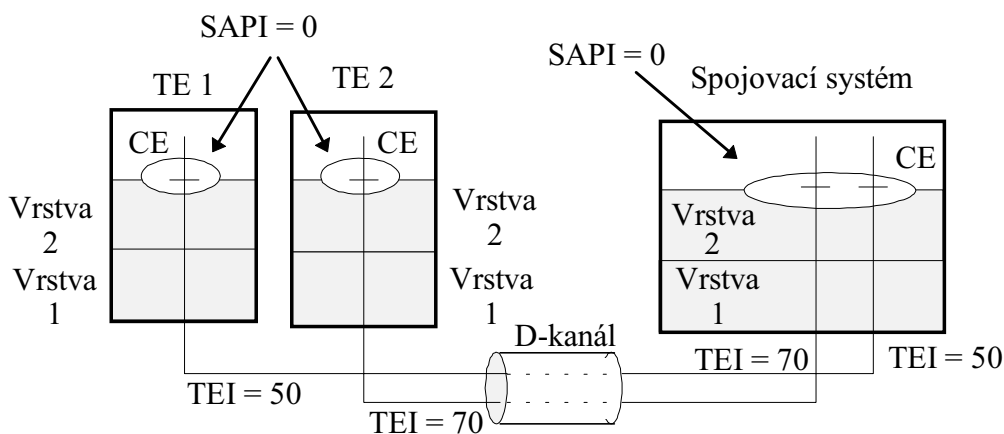
Obr.2.6.5

Adresné pole má dva oktety a jeho podstatnými časťami sú SAPI a TEI polia. 6 bitov SAPI (Service Access Point Identifier) určuje ktorý bod prístupu k službe (SAP) je využívaný daným spojením. Je definovaných niekoľko SAP v linkovej vrstve:

- SAPI = 0 - signalizačná procedúra
- SAPI = 1 - procedúra pre paketovú komunikáciu Q.931
- SAPI = 16 - procedúra pre paketovú komunikáciu X.25
- SAPI = 32-47 - rezerva pre národné účely
- SAPI = 63 - management funkcie

7 bitov TEI (Terminal Endpoint Identifier) rozlišujú logické signalizačné spojenie pre každé TE.

Príklad spojenia vo vrstve 2 je na Obr.2.6.6.



Obr.2.6.6

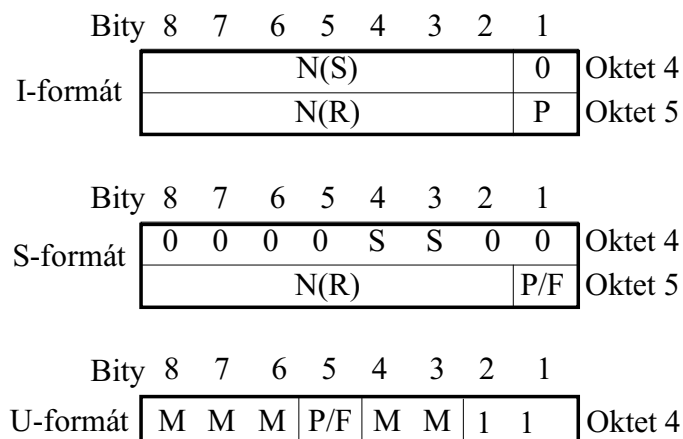
Dve koncové zariadenia využívajú spoločný D-kanál. Obidve TE používajú signalizačnú procedúru, takže využívajú SAP s identifikátorom SAPI = 0. Číslo logického kanála pre jedno zariadenie je 50, pre druhé je 70. Logické kanály sú definované cez TEI. Signalizačné informácie sú spracúvané v signalizačných koncových bodoch spojenia CE (Connection Endpoint).

Rámce v linkovej vrstve môžu byť dvojaké. Príkazy (C - Command), alebo odpovede (R - Response). Či príkaz vyžaduje odpoveď - potvrdenie, závisí od konkrétnej vykonávanej funkcie. Je možný tiež algoritmus, keď viacero rámcov je potvrdzovaných ako skupina, t.j. každý jednotlivý rámec nepotrebuje zvláštne potvrdenie o bezchybnom prijíme. Bit C/R v adresnom poli označuje, či rámec nesie príkaz, alebo odpoveď. Ak príkaz vyslal terminál, tak C/R = 0, ak sieť C/R = 1. Ak sa jedná o odpoveď, ktorú vyslal terminál, tak C/R = 1, ak ju vyslala sieť, tak C/R = 0.

Prvý bit každého oktetu adresného poľa je rozšírenie adresného poľa EA (Address Field Extension), ktoré identifikuje oktet. Prvý oktet adresy má EA=0, druhý oktet má EA=1. Dôležitou zložkou rámca je *riadiace pole (Control field)*. Má dĺžku 1 alebo 2 oktety podľa typu rámca. Existujú tri formáty rámcov:

- a/ I-rámec pre prenos sériovo číslovanej a potvrdzovanej informácie,
- b/ S-rámec pre účely riadenia a dohľadu,
- c/ U-rámec pre prenos nečíslovanej a nepotvrdzovanej informácie.

Formáty riadiaceho poľa pre I, S a U rámce sú na [Obr.2.6.7](#).



Obr.2.6.7

Všetky vysielané I-rámce obsahujú vysielajúce poradové číslo N(S) - Send Sequence Number. Prijaté poradové číslo N(R) - Receive Sequence Number potvrdzuje bezchybné prijatie všetkých I-rámcov, ktoré boli vyslané až do poradového čísla N(S) = N(R) - 1. Je tu použitá oknová metóda, známa z techniky HDLC. Okno je dané rozdielom medzi N(S) a N(R) a v tomto prípade môže byť maximálne 127, pretože inkrementácia N(S) a N(R) je v modulo 128. Veľkosť okna znamená, koľko I rámcov môže byť vyslaných bez prijatia potvrdzovacej odpovede. Oknová metóda komunikácie urýchľuje prenos, pretože nie je potrebné potvrdzovanie každého rámca.

Bity S a M v kontrolnom poli určujú funkciu rámca a bity P(Poll) a F(Final) slúžia k žiadosti o odpoveď smerom k prijímaču a následné označenie zaslanej odpovede.

Informačné pole (Information field) nesie informáciu zo sieťovej vrstvy D-kanála. Má variabilnú dĺžku a prípustných je maximálne 256 oktetov. Informačné pole v rámci nemusí byť a potom hovoríme o rámcovej štruktúre bez informačného poľa.

Pole pre kontrolu sekvencie rámcov (FCS - Frame check sequence field) má dva oktety a detekuje chyby pri prenose na D-kanále. Používa CRC procedúru na adresnom, kontrolnom a informačnom poli. Výsledkom CRC výpočtu je 16 bitové slovo, ktoré je zapísané do FCS poľa. Prijímač po prijíme robí identický výpočet a kontroluje bezchybný prenos rámca.

Komunikácia v linkovej vrstve je realizovaná pomocou jednotlivých typov rámcov (I,S,U). Samotný prenos informácie sa uskutočňuje cez I-rámce. Tieto rámce sú potvrdzované a tak sú chránené proti chybám v prenose. Zostavenie a zrušenie spojenia vo vrstve 2 majú na starosti U-rámce. U-rámce obsahujú príkazy ako SABME (Set Asynchronous Balanced Mode Extended) pre zriadenie spojenia na linkovej vrstve a DISC (Disconnect) pre zrušenie spojenia. Pre riadenie prenosu informácie sú určené S-rámce.

Linková vrstva predpokladá prítomnosť definovaných funkcií fyzickej vrstvy, ktorej služby využíva. Sú to:

- obojsmerný, transparentný prenos na fyzickom médiu s garantovanou kvalitou a chybovosťou,
- prístup na D-kanál vo fyzickej vrstve, hlavne pri konfigurácii s viacerými TE,
- synchronizácia v požadovanej kvalite,
- signál o odpojení TE z UNI rozhrania.

Linková vrstva tiež musí vyššej, sieťovej vrstve poskytovať niektoré funkcie, ktoré sieťová vrstva očakáva. Sú to najmä:

- zriadenie a zrušenie spojenia vo vrstve 2,
- pridelovanie a rušenie TEI,
- informačný prenos s potvrdzovaním,
- informačný prenos bez potvrdzovania,
- indikácia chýb pri prenose,
- vytváranie kontrolných signálových sľučiek pre účely dohľadu a kontroly.

Vrstvy navzájom komunikujú layer-to-layer komunikáciou pomocou definovaných primitív.

2.6.1.3 Vrstva 3 - sieťová vrstva

Úlohou sieťovej vrstvy je výstavba, udržiavanie a rušenie ISDN spojení. Je taktiež používaná pre riadenie doplnkových služieb. Peer-to-peer komunikácia sa realizuje pomocou definovaných správ (messages), ktoré sú prenášané v informačnom poli protokolu linkovej vrstvy. Správy v sieťovej vrstve majú predpísaný formát a sú znázornené na [Obr.2.6.8](#).

Referenčné číslo môže byť pri zostavovaní spojenia určované koncovým terminálom, alebo ústredňou. Bit M (Marker bit) hovorí, kto je zdrojom referenčného čísla.

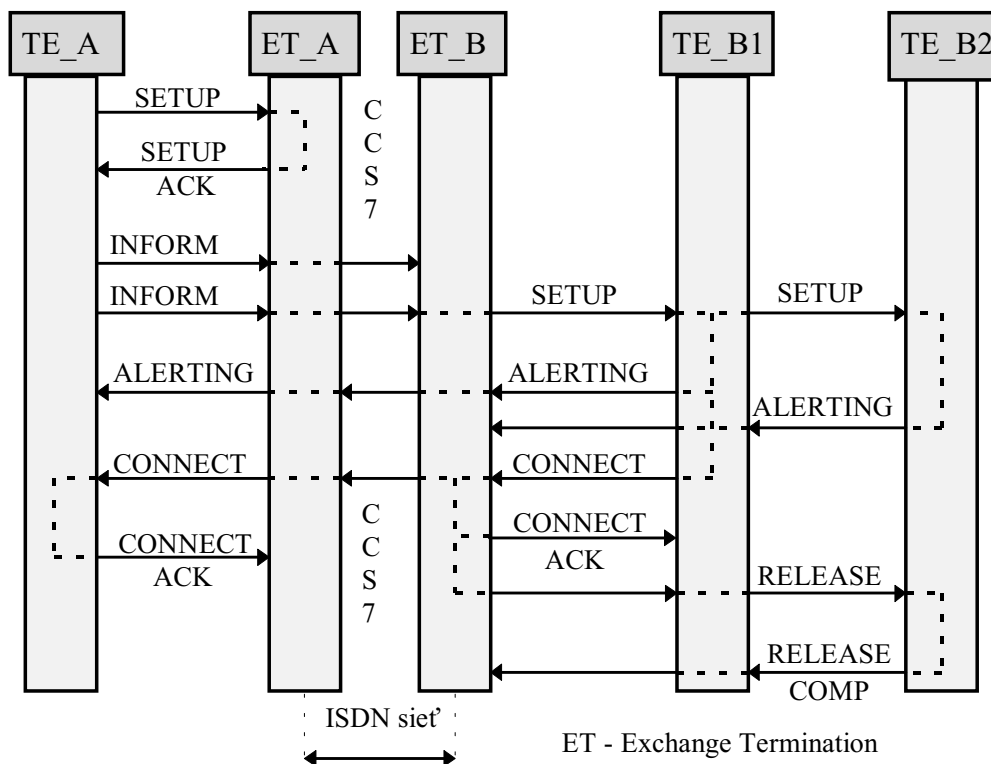
Typ správy (*Message type*) identifikuje vysielanú signalizačnú správu. Pre účely riadenia spojenia sú definované štyri skupiny signalizačných správ v sieťovej vrstve:

- a/ správy pre zostavenie spojenia (ALERTING, CALL PROCEEDING, CONNECT, CONNECT ACKNOWLEDGE, PROGRESS, SETUP, SETUP ACKNOWLEDGE),
- b/ správy pre zrušenie spojenia (DISCONNECT, RELEASE, RELEASE COMPLETE, RESTART, RESTART ACKNOWLEDGE),
- c/ Správy počas spojenia (RESUME, RESUME ACKNOWLEDGE, RESUME REJECT, SUSPEND, SUSPEND ACKNOWLEDGE, SUSPEND REJECT, USER INFORMATION),
- d/ Rôzne správy (SEGMENT, CONGESTION CONTROL, INFORMATION, FACILITY, NOTIFY, STATUS, STATUS ENQUIRY).

Každá z uvedených správ má svoje kódové slovo pozostávajúce z 8 bitov, ktoré je zapísané v poli message type. Okrem týchto základných signalizačných správ existujú ešte aj správy pre riadenie doplnkových služieb.

Poslednou časťou protokolového formátu sieťovej vrstvy je *informačné pole* (*Information field*). Informačné pole prenáša obsah samotnej signalizačnej správy. Podľa dĺžky správy sú informačné polia s jedným oktetom, alebo polia s viacerými oktetmi. V informačnom poli sú všetky potrebné informácie pre riadenie spojenia. Je to napr. číslo volaného účastníka, číslo volajúceho účastníka, typ požadovanej služby a pod.

Na Obr.2.6.10 je znázornená výstavba spojenia pomocou signalizačných správ v sieťovej vrstve.



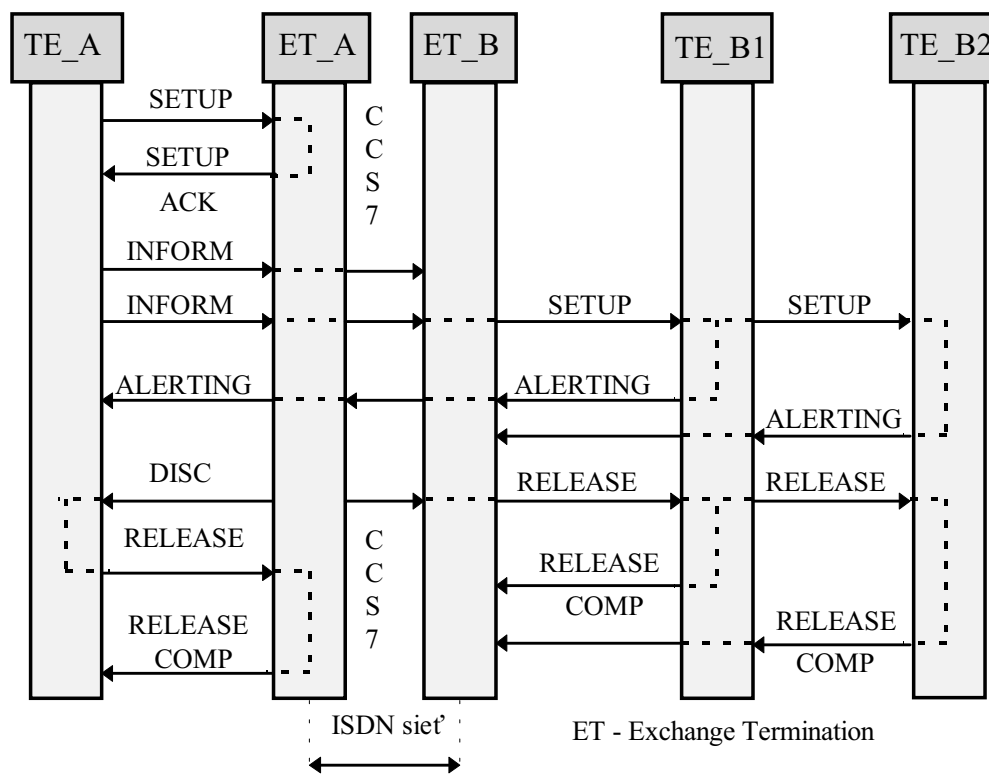
Obr.2.6.10

Ak účastník A zdvihne telefón (alebo inicializuje iný druh koncového zariadenia (TE_A), vysiela sa v sieťovej vrstve smerom k ústredni SETUP. Ak spojovacia ústredňa môže prijať požiadavku na spojenie, odpovie SETUP ACKNOWLEDGE. Zároveň TE_A dostane pridelený B-kanál. Ak nie je priamo v SETUP číslo volaného účastníka (TE_B), dostane TE_A oznamovací tón. Potom sa číslo TE_B prenáša v následných informačných správach INFORMATION.

Signalizácia sa prenáša v ISDN sieti pomocou Signalizačného systému č.7.

Posledné spojovacie zariadenie na volanej strane (ET_B) inicializuje terminály pomocou SETUP. SETUP je vysielané bez potvrdzovania v pravidelných intervaloch, ak nepríde odozva hneď na prvý SETUP. Na Obr.2.6.10. je zobrazený prípad, keď správa je smerovaná k viacerým volaným terminálom (Called Party) TE_B. Po prijatí ALERTING ústredňa zriadi oddelené signalizačné kanály k jednotlivým terminálom, ktoré odpovedali. Terminály zaslaním ALERTING indikujú, že sú schopné prijať spojenie (hovor). Terminály dostanú vyzváňací tón.

Po inicializovaní spojenia na strane B (zdvihnutie slúchadla) terminál vyšle k spojovaciemu zariadeniu CONNECT. Ústredňa odpovie CONNECT ACKNOWLEDGE a zriadi informačný B-kanál medzi TE_B a ústredňou. Po prijatí prvého CONNECT ústredňa vie, ktorý terminál prevezme spojenie (TE_B1). Ostatné terminály (TE_B2) dostanú RELEASE na ktoré odpovedajú RELEASE COMPLETE a odpoja sa do kľudového stavu.



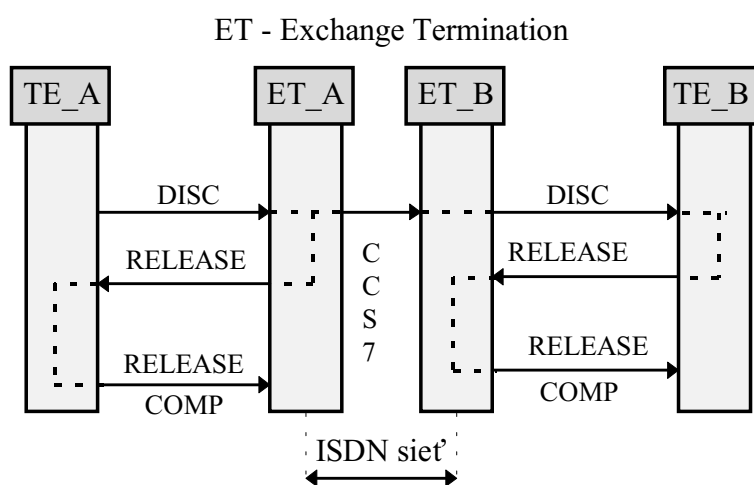
Obr.2.6.11

Na Obr.2.6.11. je situácia, keď výstavba spojenia bola neúspešná. Ústredňa na volanej strane dostane signál ALERTING a čaká CONNECT. Po prijatí ALERTING sa spúšťa vo volajúcej

ústrední (A) časovač, ktorý je nastavený na 120 sekúnd. Ak po uplynutí tohto času nedôjde k žiadnej odozve, vysiela A ústredňa DISCONNECT a ruší spojenie na obidvoch stranách. Po nadviazaní spojenia nasleduje výmena používateľskej informácie v B-kanáloch. Signalizačná výmena je potrebná aj počas trvania spojenia, pretože v ISDN je možná zmena služby, alebo zmena koncového zariadenia (presmerovanie) aj v priebehu komunikácie. Vtedy sú používané signalizačné správy pre riadenie spojenia v jeho priebehu (kategória c/ v message type).

Hovor môže byť ukončený účastníkom A, aj účastníkom B. Na Obr.2.6.12 je výmena signalizačných správ pri ukončení hovoru zo strany A.

Signalizačný systém DSS1 nie je uzavretým systémom. Rozšírením funkcií vo vrstve 2 (pridaním ďalších SAP) a vo vrstve 3 (definovanie nových signalizačných správ) je možná adaptácia DSS1 aj pre budúce požiadavky.



Obr.2.6.12

2.6.2 Signalizačný systém č.7

Pre prenos signalizačnej informácie medzi sieťovými uzlami je pre ISDN štandardizovaný Signalizačný systém č.7. - Common Channel Signaling System No.7. (CCS7).

Myšlienka vytvoriť spoločný signalizačný kanál, ktorý bude združovať signalizáciu pre viacero spojení, je staršia ako ISDN. Už zavedením programovo riadených digitálnych ústrední viedlo k myšlienke centrálnie spracovávať signalizačnú informáciu. Prvý digitálny signalizačný systém v spoločnom kanále bol Signalizačný systém č.6., ktorý už združoval signalizačné správy z viacerých hovorov do jedného spoločného signalizačného digitálneho kanála. Jeho kapacita a protokolová štruktúra ešte nevyhovovala požiadavkám kladeným na univerzálnu ISDN sieť. Preto CCITT začala pracovať na signalizačnom systéme, ktorý by vyhovoval nasledovným požiadavkám:

- možnosť nasadenia v národnom aj medzinárodnom meradle,
- optimálna štruktúra pre spoluprácu počítačmi riadených spojovacích ústredí,
- vhodnosť pre nasadenie na digitálnych linkách s prenosovou rýchlosťou 64 kbit/s,
- vhodnosť pre riadenie širokého spektra služieb,
- použiteľnosť v rôznych sieťach,

- možnosť zavedenia nových služieb bez ťažkostí a podstatných zmien v signalizačnom systéme,
- neustála prítomnosť riadiaceho signálu, aj počas trvania spojenia,
- možnosť využitia signalizačných liniek aj pre prenos dátových informácií,
- vysoká spoľahlivosť prenosu signalizačných správ,
- dobrá možnosť dohľadu a riadenia signalizačnej siete.

Na základe týchto požiadaviek vznikol Signalizačný systém č.7., ktorý je dnes základným signalizačným systémom medzi spojovacími uzlami v ISDN.

2.6.2.1 Signalizačná sieť

V CCS7 je viacero signalizačných prenosov združených na jeden signalizačný kanál, ktorý je prenášaný mimo používateľskej informácie. Základnými prvkami signalizačného systému v spoločnom kanále sú signalizačné body, signalizačné prenosové body a signalizačné linky.

Signalizačný bod (Signaling Point - SP) je miesto, kde vzniká, alebo je prijímaná signalizačná informácia. V ISDN sú to spojovacie zariadenia a všetky miesta, kde je potrebné spracovávať signalizačnú informáciu.

Signalizačný prenosový bod (Signaling Transfer Point - STP) je miesto, kde sa smeruje a prepája signalizačná informácia, ale nepodlieha v bode žiadnemu processingu. Môže to byť zároveň signalizačný bod.

Signalizačná linka (Signaling Link) spája signalizačné body a signalizačné prenosové body. Je to dátová linka pracujúca v oboch smeroch prenosu tou istou rýchlosťou.

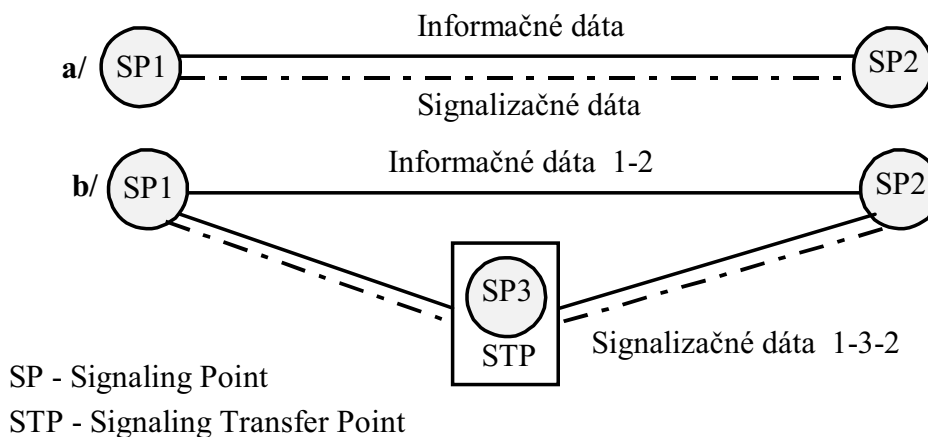
Prenos signalizačnej informácie je oddelený od prenosu užitočnej informácie a preto signalizačný prenos nemusí byť fyzicky viazaný na to isté prenosové médium ako k nemu patriaca používateľská informácia. CCS7 môže pracovať v dvoch módoch:

A. Viazaná signalizácia (associated mode of signaling)

V tomto móde je signalizačná informácia prenášaná tými istými cestami ako k nej patriace kanály s používateľskou informáciou. Je to znázornené na [Obr.2.6.13.a](#).

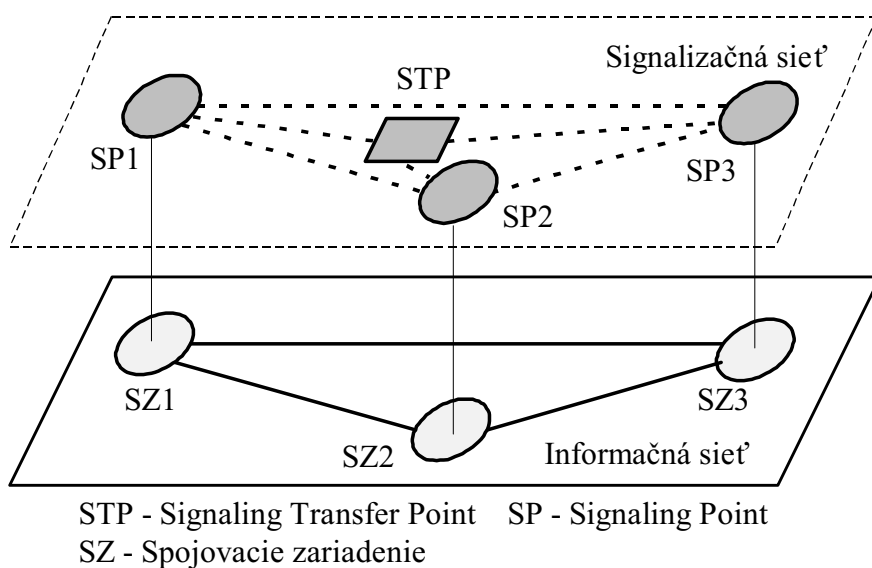
B. Neviazaná signalizácia (quasi-associated mode of signaling)

V tomto móde sa signalizačná a užitočná informácia prenášajú oddelenými prenosovými médiami. Je to zobrazené na [Obr.2.6.13.b](#).



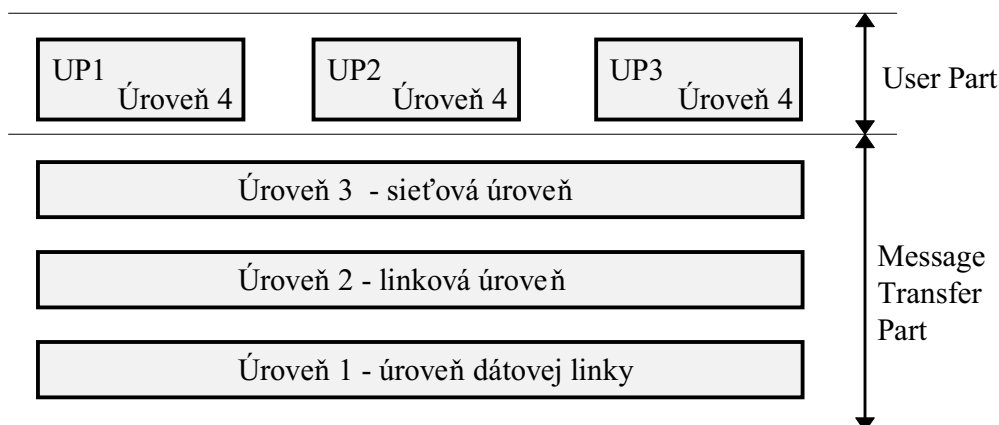
Obr.2.6.13

Logickým oddelením signalizačných bodov, signalizačných prenosových bodov a signalizačných liniek dostávame *signalizačnú sieť*, ktorú môžeme kvôli názornosti zakresliť mimo siete prenášanej používateľskú informáciu. Na Obr.2.6.14. je v spodnej časti sieť prenášajúca a prepájajúca používateľskú informáciu, ktorej uzly sú tvorené spojovacími zariadeniami SZ. Nad ňou je logicky oddelená signalizačná sieť, ktorej SP a STP môžu, ale nemusia byť súčasťou spojovacích zariadení.



Obr.2.6.14

CCS7 má vrstvý model, ale neodpovedá exaktne Referenčnému modelu OSI. Je to spôsobené tým, že CCS7 bol tvorený v čase, keď sa paralelne viedli diskusie aj o RM OSI. Ďalší rozdiel je v tom, že RM OSI je univerzálny protokolový model pre otvorenú dátovú komunikáciu, kým CCS7 je špeciálny systém pre signalizáciu v ISDN. V ďalšom preto nebudeme používať výraz "vrstva" (layer), ale "úroveň" (level). Na Obr.2.6.15. je načrtnutá štruktúra CCS7. Je tvorená dvoma hlavnými časťami. MTP - Message Transfer Part - je časť spoločná pre všetkých používateľov CCS7 a jej úlohou je transport a smerovanie signalizačných správ. UP - User Part - je časť závislá na používateľovi CCS7 a v tejto časti sa formujú signalizačné správy.



Obr.2.6.15

2.6.2.2 Message Transfer Part

MTP časť Signalizačného systému č.7. slúži na transport signalizačných správ. UP predá signalizačné správy MTP a úlohou MTP je preniesť správy k adresovanému signalizačnému bodu bez chýb, bez duplikácie, alebo straty informácie a v správnom poradí.

MTP je možné logicky rozdeliť do troch úrovní.

Úroveň 1 (Signaling Data Link) zahŕňa fyzické, elektrické a funkčné charakteristiky signalizačného dátového kanála a popisuje prístup na kanál. Ako kanál je použitý 64 kbit/s digitálny kanál s PCM kódovaním odpovedajúcim štandardizovanému kódovaniu hovorového signálu. Pri prenose signalizácie v multiplexe prvého rádu (2048 kbit/s) je ako signalizačný kanál zadaný kanál č.16. V prípade neprítomnosti digitálnej linky v niektorej časti prenosového reťazca je možné tiež použiť prenos na analógovej linke s pomocou modemu. Odporúčaná rýchlosť je vtedy 4,8 kbit/s. Signalizačný kanál je prepájaný v digitálnych spojovacích poliach spolu s užitočnou informáciou a prenášaný prenosovými linkami v normálnych prenosových multiplexoch.

Úroveň 2 (Signaling link) popisuje funkcie a procedúry pre výmenu signalizačných správ na signalizačnej linke. Úroveň 2 spolu s úrovňou 1 vytvárajú spoľahlivú signalizačnú cestu pre bezchybný prenos signalizačných správ medzi dvoma bodmi. Podobne ako pri D-kanále, aj tu budú správy z vyšších vrstiev ukladané do rámcov s variabilnou dĺžkou. V CCS7 sú rámce v tejto úrovni nazývané signálová jednotka - signal unit. Úroveň 2 má nasledovné funkcie:

- separácia signálových jednotiek pomocou návěstí (flags),
- zabezpečenie transparentnosti prenosu vkladaním logických núl pri dlhej sekvencii jednotiek (zero insertion),
- detekcia chýb v prenose a ich korekcia opakovaním signálových jednotiek, monitorovanie chybovosti signalizačného kanála.

Úroveň 3 (Signaling network) definuje funkcie spoločné pre všetky signalizačné linky a ich vzájomnú sieťovú spoluprácu. Má dve hlavné funkcie:

- spracovávanie signalizačných správ v tom zmysle, že smeruje správu na správnu signalizačnú linku (funkcia smerom k nižším vrstvám) a na odpovedajúcu používateľskú časť (funkcia smerom k vyšším vrstvám),

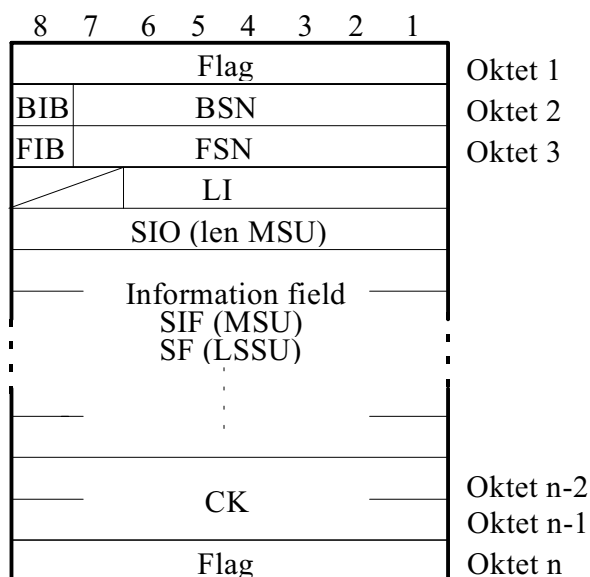
- management signálizačnej siete, t.j. rekonfigurácia siete v prípade poruchového stavu signalizačných liniek a návrat do pôvodnej konfigurácie po odstránení chýb v sieti.

A. Úroveň 1 - Signaling Data Link

Ako fyzické médium je pre prenos signalizácie použitá normálna prenosová linka s prenosovou rýchlosťou 64 kbit/s. Nie sú tu žiadne mimoriadne sieťové ISDN špecifikácie a platia štandardy pre prenos a prepájanie signálu v ISDN.

B. Úroveň 2 - Signaling Link

V úrovni 2 je formovaný základný rámec pre CCS7, ktorý sa nazýva signálová jednotka (Signal unit). Jednotka má štruktúru podobnú HDLC rámcu a je zobrazená na Obr.2.6.16. Signálová jednotka je vysielaná v poradí od oktetu 1 a v oktete od bitu 1. Má variabilnú dĺžku. V štruktúre signálovej jednotky môžeme vidieť niekoľko polí.



Obr.2.6.16

Návestie (*Flag*) je počiatkové a záverečné pole signálovej jednotky. Záverečné návestie jednej signálovej jednotky môže byť počiatkovým návestím nasledujúcej signálovej jednotky. Pre návestie je rezervovaná bitová kombinácia 01111110.

Spätné poradové číslo BSN (*Backward Sequence Number*) indikuje poradové číslo prijatej jednotky v prijímači. Jeho význam je porovnateľný s N(R) v protokole D-kanála. Prijímač pomocou BSN potvrdzuje prijatie signálovej jednotky. Spätné poradové číslo má 7 bitov a tak môže číslovať jednotky od 0 do 127. Jedným BSN je možné potvrdiť súčasne viac prijatých signálových jednotiek.

Spätný indikačný bit BIB (*Backward Indicator Bit*) spolu s BSN potvrdzuje správne prijatie (positive acknowledgment), alebo nesprávne prijatie (negative acknowledgment) signálovej jednotky. Ak sa logický stav bitu BIB nezmenil oproti BIB v predchádzajúcej prijatej signálovej jednotke, jedná sa o pozitívne potvrdenie.

Dopredné poradové číslo FSN (Forward Sequence Number) priraduje poradové číslo každej vysielanej signálovej jednotke. Pomocou neho prijímač kontroluje správne poradie prijatých signálových jednotiek. Jeho význam je podobný ako N(S) v protokole D-kanála. Hodnota FSN je od 0 do 127.

Dopredný indikačný bit FIB (Forward Indicator Bit) indikuje, či signálová jednotka je vysielaná prvýkrát, alebo sa jedná o opakované vysielanie. Pri prvom vysielaní signálovej jednotky sa logická hodnota FIB nemení, pri opakovanom vysielaní má opačnú hodnotu ako FIB v predchádzajúcej signálovej jednotke.

Indikátor dĺžky LI (Length Indicator) ukazuje, koľko oktetov má následné informačné pole. V CCS7 existujú tri rôzne typy signálových jednotiek:

- a/ správa MSU (Message Signal Unit),
- b/ stav linky LSSU (Link Status Signal Unit),
- c/ výplňová jednotka FISU (Fill-In Signal Unit).

MSU prenáša signalizačné správy z používateľskej časti CCS7 a management správy z úrovne 3. V prípade MSU je hodnota LI väčšia ako 2. Maximálna hodnota LI je 63. Tá je nastavená vždy, keď informačné pole je dlhšie ako 62 oktetov.

LSSU prenáša informácie pre operáciu signalizáciej linky. Pre LSSU je hodnota LI 1 alebo 2. FISU je výplňová jednotka bez informačného poľa, ktorá je vysielaná, ak v jednom, alebo v oboch smeroch prenosu nie je prenášaná signalizačná informácia. V prípade FISU je hodnota LI rovná 0.

Identifikácia služby SIO (Service Information Octet) sa nachádza len v MSU. Obsahuje Indikátor služby (Service indicator) a Indikátor siete (Network indicator). Indikátor služby identifikuje konkrétnu používateľskú časť a informuje MTP z ktorej časti UP prišla správa a do ktorej časti UP sa má správa vyslať. Sieťový indikátor ukazuje, či sa jedná o národnú, alebo medzinárodnú prevádzku.

Informačné pole môže byť dvojaké.

a/ Pre MSU je to *signalizačné informačné pole SIF (Signaling Information Field)*, ktoré obsahuje používateľskú signalizačnú informáciu. V SIF je aj adresa, kde má byť správa vyslaná. Maximálna dĺžka SIF je 272 oktetov.

b/ Pre LSSU je to *stavové pole SF (Status Field)*, ktoré obsahuje informáciu o nastavení vysielaného a prijímaného smeru.

Kontrolné bity CK (Check Bits) majú dĺžku 16 bitov a pomocou CRC kódu zabezpečujú bezchybný prenos signálových jednotiek.

Úlohou úrovne 2 je bezchybný prenos signálových jednotiek. Každá správa prichádzajúca z úrovne 3 je umiestnená do informačného poľa signálovej jednotky MSU a prenášaná k odpovedajúcej entite v úrovni 2 na prijímacej strane. Za každou vyslanou jednotkou sa zvyšuje dopredné poradové číslo FSN. Všetky jednotky, ktoré ešte neboli potvrdené z prijímacej strany, sú uložené v pamäti pre opakované vysielanie správ (Retransmission buffer).

Prijímač kontroluje bezchybné prijatie signálovej jednotky pomocou CK bitov a správne poradie jednotiek pomocou FSN. Ak bola jednotka prijatá bez deformácie, prijímač vysielá späť BSN s hodnotou FSN, ktoré mala správne prijatá jednotka a s pozitívnym

Ak dôjde k chybe v prenose, situácia je zakreslená na Obr.2.6.18. Jednotka 13 zo strany A bola v ústredni B prijatá chybné a neakceptovaná. Za ňou idúca jednotka 14 bola prijatá správne, ale nemá správne poradie, pretože chýba jednotka 13. Preto nasleduje indikácia (z B do A) nesprávne prijatej jednotky 13 pomocou invertovania bitu BIB (z 0 na 1). Strana A opakuje vysielanie jednotky 13 a indikuje to invertovaním bitu FIB (z 0 do 1). Ďalej pokračuje komunikácia normálne a tak FIB a BIB zostávajú nazmenené.

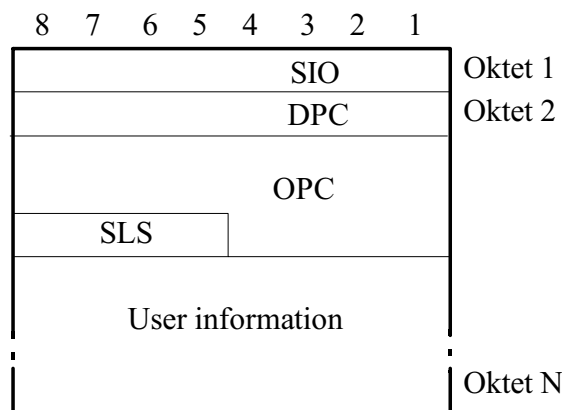
Ak nie je entita v úrovni 2 schopná spracovávať prichádzajúce signálové jednotky, môže vysielajúcej entite v protihľadej ústredni pomocou LSSU oznámiť, že je preťažená. Vysielanie sa tak spomalí až do času, keď znova nastane normálny stav.

C. Úroveň 3 - Signaling Network

Úroveň 3 zabezpečuje sieťové funkcie v CCS7. Má dve základné podfunkcie:

- a/ spracovanie signalizačných správ (Message handling),
- b/ sieťový management (Network management).

Obidve podfunkcie sú realizované pomocou signalizačných správ, ktoré sú vymieňané medzi ústredňami. Správy sú uložené v informačnom poli SIF signálovej jednotky MSU. Štruktúra správy je znázornená na Obr.2.6.19.



Obr.2.6.19

SIO - Service Information Octet už bol vysvetlený vyššie.

Kód cieľového bodu DPC (Destination Point Code) označuje signalizačný bod pre ktorý je signalizačná správa určená. Každá ústredňa (signalizačný bod) v národnej, alebo medzinárodnej prevádzke je označená 14 bitovým kódom, ktorým je jednoznačne identifikovaná.

Kód zdrojového bodu OPC (Originating Point Code) označuje signalizačný bod (ústredňu), kde signalizačná správa vznikla.

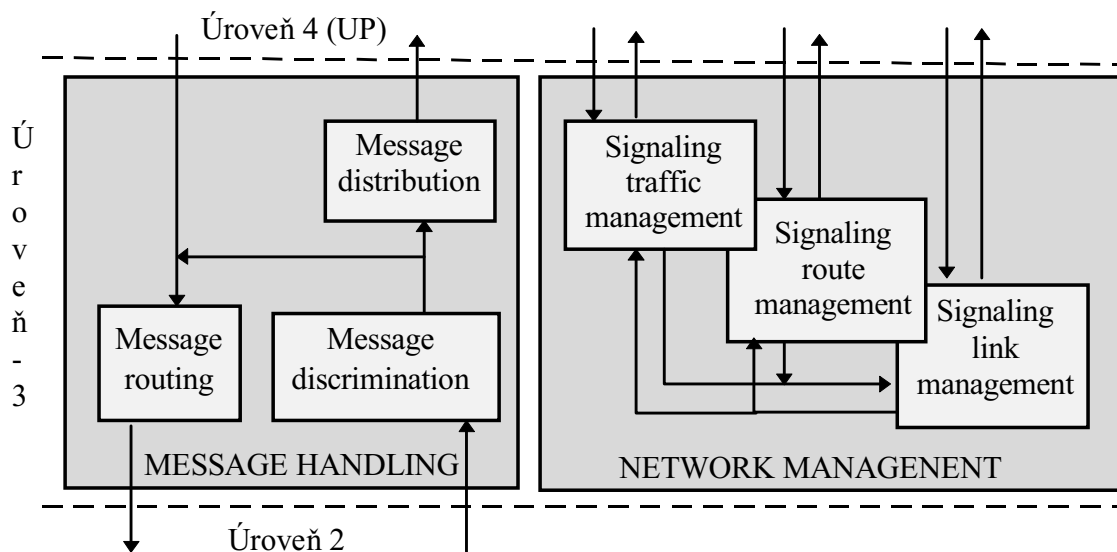
Kód zvolenej linky SLS (Signaling Link Selection Code) označuje signalizačnú linku, na ktorej má byť správa prenášaná. Pomocou SLS sa dosiahne rovnomerné zaťaženie signalizačných liniek.

Polia DPC, OPC a SLS môžeme považovať za hlavičku signalizačnej správy a je to vlastne sieťová adresová informácia. Doplnkom k tejto informácii je pole SIO, ktoré identifikuje službu a národnosť, alebo medzinárodnosť prevádzky.

Používateľská informácia (*User information*) prenáša signalizačné správy, ktoré prichádzajú z úrovne 4 a sú špecifické pre každú časť UP.

Funkcie úrovne 3 sú naznačené na Obr.2.6.20. Naznačené sú aj dve základné podfunkcie - Message handling a Network management.

Úlohou distribúcie správ (*Message distribution*) je doručenie správy do správnej časti UP (*User Part*) v úrovni 4. Distribúcia sa deje na základe hodnoty SIO.



Obr.2.6.20

Úlohou smerovania správy (*Message routing*) je určenie signalizačnej linky, na ktorú má byť správa smerovaná. Rozhodovanie je robené na základe DPC a SLS.

Úlohou vyberania správ (*Message discrimination*) je rozlišovať signalizačné správy patriace k danému signalizačnému bodu. Rozlišuje sa, či prijatá správa patrí k jednej z domácich častí UP, alebo má byť poslaná ďalej, ak sa jedná napríklad o neviazanú signalizáciu (*quasi-associated message*). Rozhodovanie sa deje na základe DPC.

Network management časť úrovne 3 má tiež tri podstatné funkcie. Kontroluje operáciu a vzájomné sieťovanie signalizačných liniek v signalizačnej sieti.

Management signalizačných liniek (*Signaling Link Management*) kontroluje a neustále monitoruje individuálne signalizačné linky. (Pod signalizačnou linkou rozumieme dva dátové kanály pracujúce v oboch smeroch tou istou rýchlosťou, ktoré prenášajú signalizačné správy.)

Management signalizačných ciest (*Signaling Route Management*) kontroluje a monitoruje použiteľnosť signalizačných ciest. (Pod signalizačnou cestou rozumieme cestu medzi bodom, kde vzniká signalizácia a bodom, pre ktorý je signalizácia určená.) Management signalizačných ciest eviduje poruchy na signalizačných cestách a preťaženia signalizačných prenosových bodov STP.

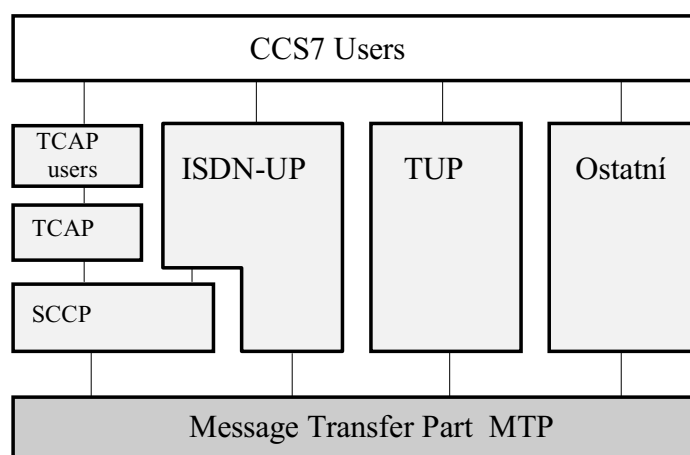
Management signalizačnej prevádzky (*Signaling Traffic Management*) kontroluje záťaž na signalizačných cestách a signalizačných linkách. V prípade poruchy rekonfiguruje signalizačnú sieť a vracia ju do pôvodnej konfigurácie, ak je chyba odstránená.

2.6.2.3 User Part

Používateľská časť CCS7 je používateľsky závislá a zabezpečuje, aby MTP časť bola správne použitá pre rôzne typy používateľských zariadení. Preto je definovaných (podľa CCITT) niekoľko častí UP.

- časť pre telefónnych používateľov TUP (Telephone User Part),
- časť pre ISDN používateľov ISDN-UP (ISDN User Part),
- časť pre riadenie signalizačného spojenia SCCP (Signaling Connection Control Part),
- časť pre využitie transakčných možností TCAP (Transaction Capabilities Part).

Blokové znázornenie UP je na [Obr.2.6.21](#).



Obr.2.6.21

Na obrázku sú načrtnuté aj vzťahy medzi časťami, napríklad ISDN-UP môže využívať SCCP pre end-to-end signalizáciu. Počet používateľov UP nie je ohraničený. Ak sa sformuje skupina používateľov so spoločnými vlastnosťami z hľadiska signalizácie, môžu vytvoriť ďalšiu časť UP. Takou skupinou už dnes sú účastníci mobilnej komunikácie, ktorí v niektorých krajinách majú vlastnú časť MUP (Mobile User Part).

A. ISDN UP

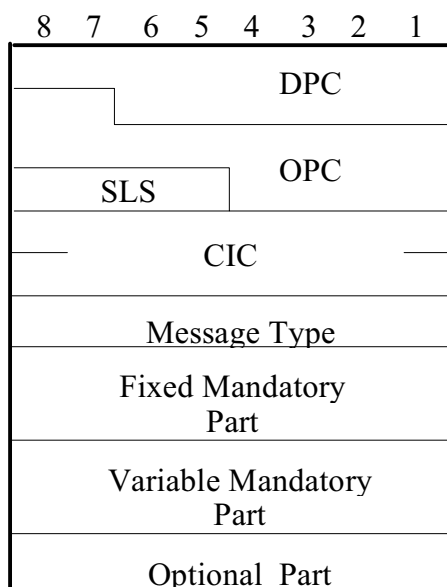
ISDN-UP zahŕňa signalizačné funkcie pre riadenie spojení, spracovanie služieb a administráciu zariadení v ISDN. Detailnejšie je možné tieto funkcie kategorizovať nasledovne:

- zriaďovanie a rušenie používateľských komunikačných kanálov,
- inicializácia výstavby a zrušenia dočasných signalizačných transakcií,
- end-to-end signalizácia,
- priradenie signalizačných správ k používateľským informačným kanálom,
- vytvorenie rozhrania medzi časťou SCCP a úrovňou 3 MTP (viď poznámka).

Poznámka: Všeobecne je UP považované za úroveň 4 CCS7. ISDN-UP je však možné rozčleniť v niektorých prípadoch na dve samostatné úrovne. Časť SCCP (úroveň 4), slúži k výstavbe a zrušeniu logického signalizačného spojenia medzi koncovými bodmi používateľského spojenia. Toto spojenie trvá len počas doby používateľskej komunikácie a býva preto nazývané ako dočasná signalizačná transakcia. Funkcia tejto úrovne je

porovnateľná s vrstvou 4 v RM OSI. Druhou úrovňou je samotná ISDN-UP časť, ktorá je úrovňou 5, ak je využitá časť SCCP a úrovňou 4, ak využitá nie je.

Na Obr.2.6.22. je štruktúra ISDN-UP správy. Správa je uložená v informačnom poli SIF signálovej jednotky MSU.



Obr.2.6.22

Adresné pole (Routing label) je prvá časť správy a patrí vlastne k úrovni 3 MTP. Obsahuje polia DPC, OPC a SLS, ako sú nakreslené na Obr.2.6.19.

Identifikácia používateľského kanála CIC (Circuit Identification Code) označuje ku akému spojeniu (používateľskému kanálu) patrí signalizačná správa. Každé používateľské spojenie je označené svojím kódom.

Ak je správa určená pre end-to-end signalizáciu pomocou časti SCCP má trochu odlišný formát a nemá pole CIC. Formát takej správy je uvedený ďalej pri popise SCCP.

Typ správy (Message type) definuje funkciu a formát signalizačnej ISDN-UP správy. Pre ISDN-UP signalizačnú komunikáciu je definovaných niekoľko skupín správ. Sú to:

a/ Správy pre výstavbu spojenia

IAM (Initial Address Message) je prvou správou pri výstavbe spojenia a nesie adresnú informáciu pre smerovanie,

SAM (Subsequent Address Message) transportuje volacie čísla, ktoré neboli v IAM,

ACM (Address Complete Message) označuje, že volaná ústredňa bola dosiahnutá,

ANM (Answer Message) oznamuje volajúcej ústredni, že volaná ústredňa prijala spojenie (odpovedá).

b/ Správy pre zrušenie spojenia

REL (Release Message) inicializuje zrušenie spojenia,

RLSD Released Message) má ten istý smer ako REL a nasleduje za ňou. Označuje že spojenie na používateľskom kanále je zrušené,

RLC (Release Complete Message) označuje ukončenie spojenia a kanál je voľný pre nové spojenie.

c/ Správy pre riadenie spojení

BLO (Blocking Message) slúži k blokovaniu spojenia,
 UBL (Unblocking Message) ruší nastavené blokovanie,
 FRQ (Facility Request Message) je správa pomocou ktorej ústredňa žiada od druhej ústredne informácie o vlastnostiach daného signalizačného spojenia,
 FRJ (Facility Rejected Message) odmietnutie odpovede na žiadosť FRQ,
 FIN (Facility Information Message) je správa pre zaslanie informácií o vlastnostiach signalizačného spojenia.

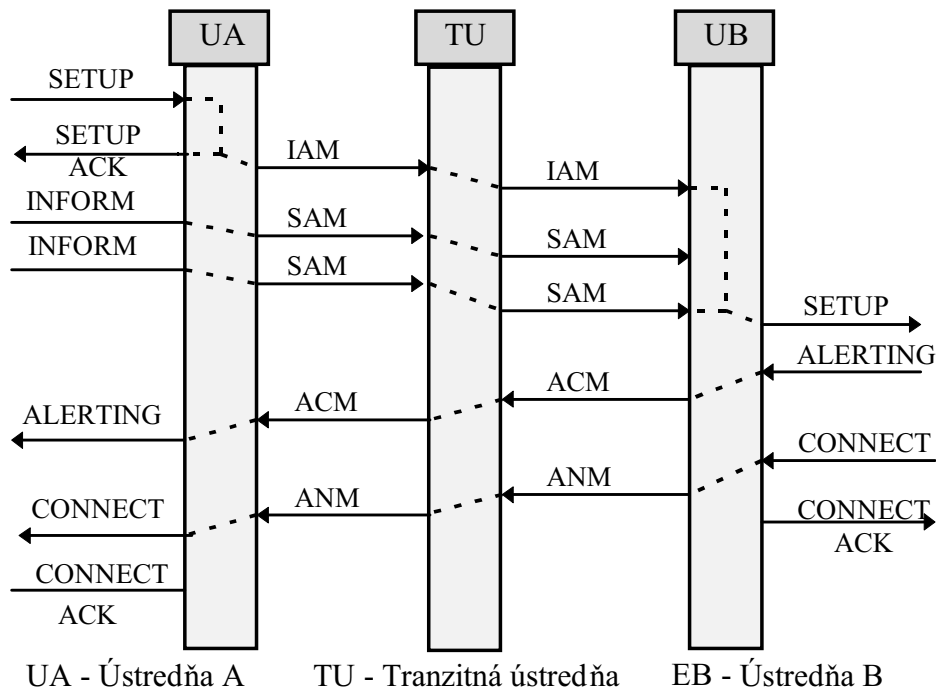
Pridelená časť s pevnou dĺžkou (Fixed mandatory part) obsahuje parametre, ktoré musia byť prítomné pri danej ISDN-UP signalizačnej správe. Sú to napríklad:

- typ spojenia (pozemný spoj, satelit, atď),
- požiadavky na prenosovú linku (napr. 64 kbit/s),
- požiadavky na signalizačný systém (ISDN-UP end-to-end),
- typ účastníkov.

Pridelená časť s variabilnou dĺžkou (Variable mandatory part) obsahuje parametre premenlivej dĺžky, ktoré dopĺňajú parametre z predchádzajúcej časti,

Voliteľná časť (Optional part) obsahuje špecifické informácie pre danú správu (napr. používateľskú informáciu).

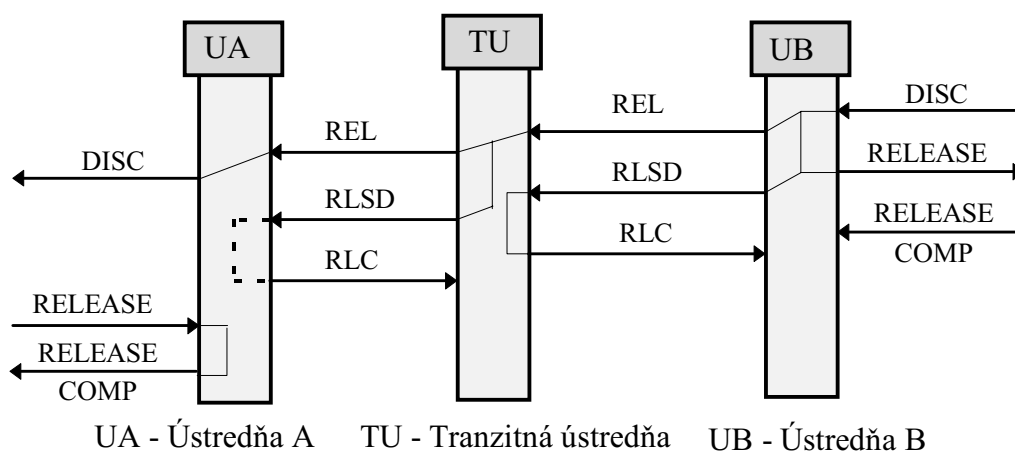
Pomocou výmeny ISDN-UP signalizačných správ sa vystavia, aj ruší ISDN-UP spojenie. Príklad výstavby takéhoto spojenia je na [Obr.2.6.23](#).



Obr.2.6.23

Komunikácia predpokladá vystavané spojenie v nižších úrovniach CCS7. Prvou správou je IAM, ktorú vysielala ústredňa A, ak prišla požiadavka na spojenie od účastníka A (správa SETUP, pozri signalizáciu v D-kanále DSS1). IAM obsahuje všetky volacie čísla, ktoré boli v správe SETUP. Ak nasledujú ďalšie čísla v správach INFORM, sú vysielané pomocou správ SAM. Na obrázku je naznačený tiež prechod cez tranzitnú ústredňu. Tá prijme správy z ústredne A a smeruje ich k cieľovej ústredni B. Cieľová ústredňa analyzuje prijaté číslo a čaká, kým neprídu všetky jeho časti (t.j. všetky správy SAM). Ak je informácia kompletná, identifikuje sa volaná linka (SETUP v DSS1). V prípade, že volaná linka je dosiahnutá, vysielajú sa späť k ústredni A správa ACM. Ak sa jedná o telefónny hovor, inicializuje sa vyzváňací tón. ACM sa prenáša až k účastníkovi A (ALERTING). Ak účastník B prijal hovor (službu), vyzváňací tón je prerušený a je prepojený informačný kanál. Ústredňa B na to vysielajú do ústredne A správu ANM, ktorou začína aj registrácia poplatkov za hovor.

Ukončenie ISDN-UP spojenia je na [Obr.2.6.24](#).

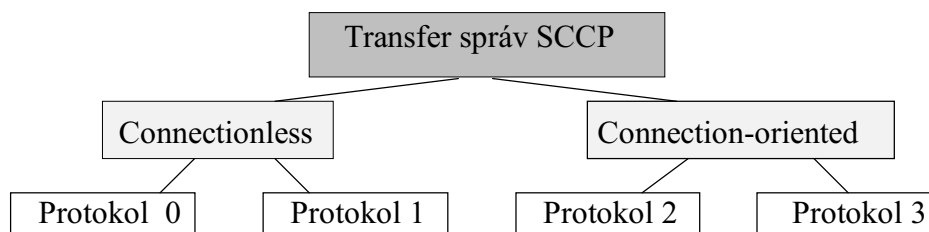


Obr.2.6.24

Ukončenie spojenia môže byť inicializované účastníkom A aj účastníkom B. Na Obr. je inicializované zo strany B. Na podnet účastníka B (DISC) je generovaná správa REL. Po uvoľnení užitočného informačného kanála je v tom istom smere vysielaná správa RLSD. Potvrdením RLSD je správa RLC. Tranzitná ústredňa prenáša REL k ústredni A, kde je generovaná požiadavka na ukončenie hovoru smerom k účastníkovi (DISC).

B. SCCP - Signaling Connection Control Part

SCCP zabezpečuje prídavné funkcie pre prenos správ medzi ústredňami, prípadne ďalšími signalizačnými bodmi (napr. banky dát). Z pohľadu MTP je SCCP oddelenou časťou UP.



Obr.2.6.25

SCCP môže zabezpečovať spojovo orientovaný prenos správ (connection-oriented), alebo prenos správ bez spojovej orientácie (connectionless). V obidvoch prenosoch SCCP disponuje dvoma druhmi protokolov. Situácia je znázornená na Obr.2.6.25.

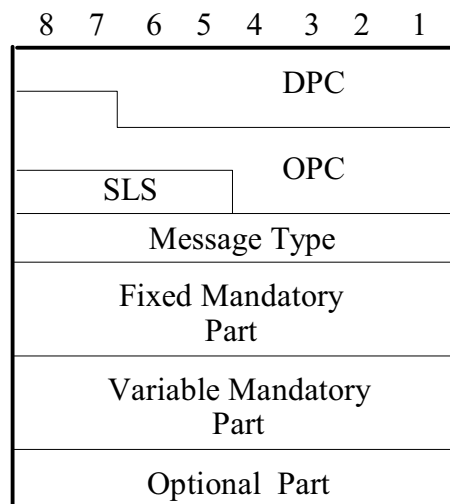
Protokol 0 - správy sú posielané jedna za druhou prostredníctvom MTP.

Protokol 1 - správy sú posielané v poradí, ktoré definuje samotná SCCP.

Protokol 2 - pre vytvorenie logického spojenia si SCCP posielajú svoje OPC (Originating Point Code). Pomocou miestneho referenčného čísla (Local reference) je možné vytvárať viacero procesov v jednom signalizačnom spojení. Logické spojenie vzniká vzájomnou výmenou OPC medzi SCCP v signalizačných bodoch. Správy do určitého SCCP môžu byť priamo adresované a SCCP má tak vlastné smerovacie funkcie.

Protokol 3 - má tie isté funkcie ako protokol 2, navyše obsahuje opatrenia proti strate a narušeniu poradia správ.

Formát správy pre SCCP je podobný ako pre ISDN-UP a je na Obr.2.6.26.



Obr.2.6.26

Jediným formálnym rozdielom je neexistencia poľa CIC (Circuit Identification Code). Polia však majú iný obsah ako pri ISDN-UP. Adresné pole (Routing label) má polia OPC, DPC a SLS, ale SCCP určuje DCP z adresy, ktorá je v používateľskej informácii.

V type správy (Message type) sú kódy správ, ktoré sú definované pre signalizačnú výmenu medzi SCCP. Správy sú rôzne pre connectionless a connection-oriented prevádzku.

V pevnej a variabilnej pridelenej časti (mandatory) a vo voliteľnej časti (optional) sú parametre pre prenos správ (Local reference, typ použitého protokolu, identifikácia používateľa SCCP a pod.).

Prenos bez spojovej orientácie využívajú napríklad TCAP účastníci. Spojovo orientovanú prevádzku používajú ISDN-UP účastníci.

C. TCAP - Transaction Capabilities Application Part

TCAP dovoľuje výmenu správ medzi účastníkmi CCS7 signalizačnej siete bez toho, aby bol medzi nimi zriadený užitočný informačný kanál. Je to vlastne dátová komunikácia na signalizačných linkách.

Príklady takejto komunikácie môžu byť:

- správy o lokalizácii mobilného telefónneho účastníka vysialané do domácej ústredne v mobilnej sieti,
- kontrola platnosti a transakcie s kreditnými kartami,
- funkčné skúšky vo vzdialených (vysunutých) sieťových uzloch, prípadne ich údržba.

TCAP je používateľom SCCP časti a používa prenos bez spojovej orientácie. Správy TCAP používateľa sú delené na jednu, alebo viacero častí, tzv. komponentov. Samotná výmena správ medzi používateľmi môže mať štrukturovaný, alebo neštrukturovaný charakter.

Neštrukturovaný dialóg dovoľuje prenos jedného, alebo viacerých komponentov. Používateľ najprv dodá všetky komponenty správy, ktoré sú označené spoločným identifikátorom. Používateľ potom inicializuje vysielanie pomocou špeciálnej správy (Unidirectional). Obsahom správy je adresná informácia aj spoločný identifikátor. TCAP následne sformuje správu z jednotlivých komponentov a predá ju SCCP. TCAP na prijímacej strane prijme správu a poskytne ju adresovanému používateľovi TCAP.

Štrukturovaný dialóg dovoľuje nadviazať dialóg s druhým používateľom TCAP, umožňuje výmenu správ medzi používateľmi počas dialógu a tiež ukončenie dialógu. Na rozdiel od neštrukturovaného prenosu nejde len o jednosmerný prenos komponentov.

Signalizačný systém č.7 a signalizácia v D-kanále DSS1 sú moderné signalizačné systémy, ktoré majú podstatný vplyv na univerzálnosť ISDN siete. Ich jedinečné vlastnosti sú však zapltené značnou komplexnosťou. Nasadenie týchto signalizačných systémov v jednotlivých krajinách vyžaduje vytvorenie národných variantov signalizačných systémov, ktoré musia rešpektovať národné špecifiká. Národný variant musí zohľadňovať štruktúru národnej siete, ktorá môže byť v jednotlivých krajinách značne odlišná. Česká a Slovenská republika sú typickým príkladom veľmi heterogénnej siete, pretože momentálne sú tu zastúpené spojovacie systémy od najstarších krokových ústrední (P51), cez systémy s krížovými spínačmi (PK) až po digitálne ústredne (E10, EWSD, S12). Taktiež prenosové systémy predstavujú množinu analógových, aj digitálnych produktov. Vytvorený národný variant musí tiež rešpektovať medzinárodnú prevádzku a byť v medzinárodnej úrovni kompatibilný so signalizačnými systémami ostatných krajín.

Princíp uvedených signalizačných systémov je ďalej využívaný aj v B-ISDN, kde má síce signalizácia odlišný charakter, ale ideovo nadväzuje na signalizáciu v ISDN.

2.7 SYNCHRONIZÁCIA V ISDN

ISDN je postavená na digitálnej telefónnej sieti a má tak synchronný charakter. V synchronnej sieti je každý kanál určený svojou časovou polohou a táto poloha musí byť identická vo vysielajúcej aj prijímajúcej, ináč dôjde k poruche v rozoznávaní signálu. Proces udržiavania časových vzťahov v sieti nazývame *synchronizáciou*.

2.7.1 Synchronizačná sieť

Pod synchronizáciou vo všeobecnosti rozumieme udržanie časových vzťahov medzi číslicovými systémami a procesmi. Synchronizácia v telekomunikačnej sieti má svoje osobitosti, pretože sieťové uzly, ktoré je potrebné synchronizovať, sú od seba vzdialené. *Sieťová synchronizácia preto pojednáva o distribúcii času (fázy) a frekvencie medzi*

priestorovo vzdialenými komunikačnými uzlami. Dlhé prenosové linky medzi sieťovými uzlami spôsobujú oneskorenie synchronizačných riadiacich signálov a vnášajú do signálu šum, čo má negatívny vplyv na proces synchronizácie.

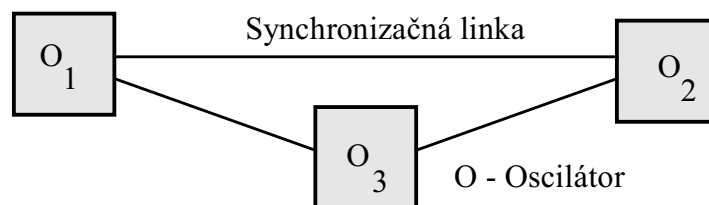
Ak dôjde k narušeniu synchronizácie, vzniká tzv. Sklz (slip), t.j. strata, alebo duplikácia číslicového signálu. Pre dodržanie definovanej kvality číslicovej komunikácie je potrebné obmedziť sklzy na minimum. CCITT definuje prípustný počet sklzov pre jednotlivé typy spojení v ISDN (CCITT Odporúčania G.811, G.812, G.822). Najprísnejšie kritéria sú pre medzinárodné spojenie, kde je pre 64 kbit/s kanál povolený jeden sklz za 70 dní. To vyžaduje veľmi precízny oscilátor s presnosťou 1×10^{-11} . Takúto presnosť majú v podstate len atómové rubídiové, alebo céziové časové normály, ktoré majú veľmi vysokú cenu a veľké udržiavacie náklady.

Narušenie synchronizácie znamená posun časových polôh číslicového signálu od jeho ideálnej (charakteristickej) časovej polohy. Rozoznáveme dve možnosti kolísania časových polôh signálu.

Jitter sú krátkodobé odchýlky charakteristických okamihov digitálneho signálu od ich referenčnej polohy v čase. Pojem krátkodobý v tomto prípade znamená, že zmeny majú frekvenciu vyššiu ako 10 Hz.

Wander sú dlhodobé odchýlky charakteristických okamihov digitálneho signálu od ich referenčnej polohy v čase. Pojem dlhodobý v tomto prípade znamená, že zmeny majú frekvenciu menšiu ako 10 Hz.

Pre riešenie problémov synchronizácie je vhodné zdefinovať *synchronizačnú sieť*. Synchronizačná sieť vznikne, podobne ako signalizačná sieť, logickým oddelením sieťových oscilátorov a liniek, ktoré ich spájajú, od siete prenášajúcej používateľskú informáciu. Dostaneme tak množinu oscilátorov prepojených synchronizačnými linkami (Obr.2.7.1.).



Obr.2.7.1

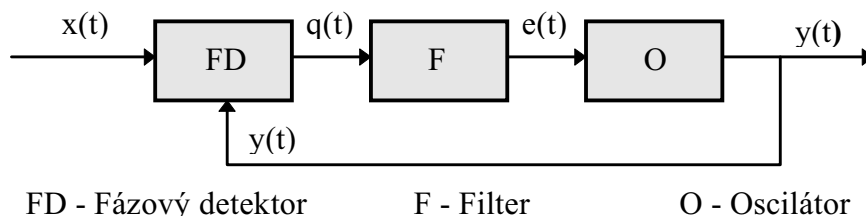
Na rozdiel od signalizačnej siete nie je v tomto prípade pravdepodobné, že bude synchronizačná informácia využívať iné cesty a spojovacie uzly, ako je to pri neviazanej signalizácii (quasi-associated mode of signaling). Synchronizačný signál je šírený podľa presných pravidiel a v konfiguráciách, ktoré sú popísané ďalej.

Na zosúladenie taktu sieťových oscilátorov sa musí medzi uzlami vymieňať synchronizačná informácia. Synchronizačná informácia je údaj o frekvencii (fáze) oscilátora. Je to vlastne delená frekvencia oscilátora, ktorá je používaná na taktovanie v miestnom uzle a ktorá je prenášaná aj do protiľahlého uzla. Prenos je realizovaný priamo s užitočným signálom, alebo osobitnými linkami.

Prijatá synchronizačná informácia v druhom uzle je vyhodnotená, vypočíta sa z nej fázový, alebo frekvenčný rozdiel medzi oscilátormi a doladí sa miestny oscilátor. Tento proces sa realizuje pomocou techniky fázových závesov.

2.7.1.1 Fázový záves

Na tomto mieste je len základný popis fázového závesu PLL (Phase Locked Loop). PLL problematika je rozsiahla a presahuje rámec tejto publikácie. Bloková schéma fázového závesu je na [Obr.2.7.2](#).

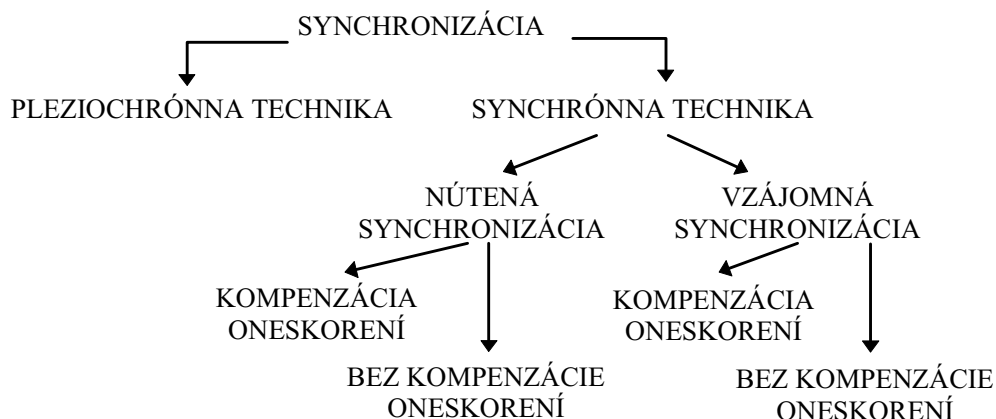


Obr.2.7.1

Základnými časťami fázového závesu sú fázový detektor FD, filter F a napätím riadený oscilátor O. Úlohou fázového detektora je vypočítať (určiť) rozdiel medzi fázou prichádzajúceho signálu $x(t)$ a fázou miestneho signálu $y(t)$. Fázový detektor môže pracovať na rôznych princípoch. Klasický spôsob je vynásobenie dvoch sínusových signálov, pričom ako produkt násobenia dvoch goniometrických signálov \sin a \cos je aj člen, ktorý je úmerný ich fázovému rozdielu [10]. Digitálne fázové detektory počítajú počet referenčných impulzov medzi fázou (hranou impulzu) prichádzajúceho a miestneho signálu. Produktom FD je chybový signál $q(t)$, ktorý vstupuje do filtra. Filter má dolnopriepustný charakter a odstraňuje z chybového signálu nežiadúce vysokofrekvenčné zložky, ktoré vznikli ako produkt násobenia. Signál je tak vhodnejší na rovnomerné riadenie napätím riadeného oscilátora. Výstup filtra $e(t)$ je napätie, ktoré doladzuje frekvenciu (fázu) oscilátora. Oscilátor je laditeľný (v určitom rozsahu) prichádzajúcim riadiacim napätím a tak po dosiahnutí ustáleného stavu výstup oscilátora $y(t)$ sleduje prichádzajúci signál $x(t)$.

2.7.2 Synchronizačné techniky

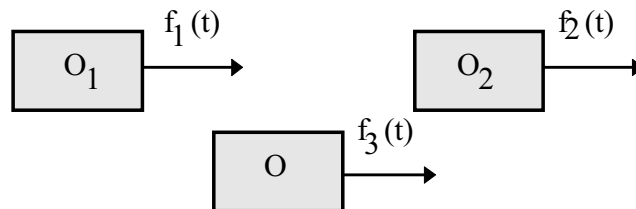
Synchronizačné siete a techniky, ktoré sú v nich používané, je možné kategorizovať na základe existencie a typov riadiacich synchronizačných signálov. Základné rozdelenie synchronizačných techník je na [Obr.2.7.3](#).



Obr.2.7.3

2.7.2.1 Pleziochrónne siete

V pleziochrónnej sieti má každý uzol svoj vlastný oscilátor, ktorý nie je riadený žiadnym externým signálom. Ústredne sú tak taktované nezávisle jedna na druhej. Ich vzájomné frekvencie nie sú koordinované, čo kladie vysoké nároky na presnosť oscilátorov. Takýto spôsob synchronizácie sa používa pre medzinárodnú prevádzku a vyžaduje oscilátory s presnosťou 1×10^{-11} . Schématické znázornenie pleziochrónnej synchronizačnej siete je na Obr.2.7.4.

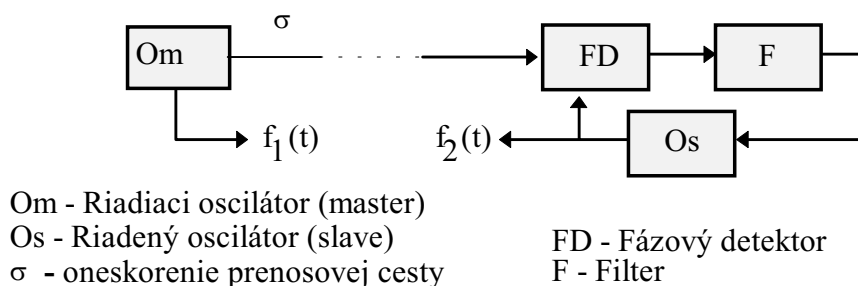


Obr.2.7.4

2.7.2.2 Synchronné siete

V synchronných sieťach sú všetky oscilátory fázovo a frekvenčne viazané k spoločnej fáze a frekvencii, t.j. časové procesy priestorovo vzdialených oscilátorov sú v priemere identické. Základné dve podtriedy synchronných sietí sa líšia povahou riadiacich synchronizačných signálov.

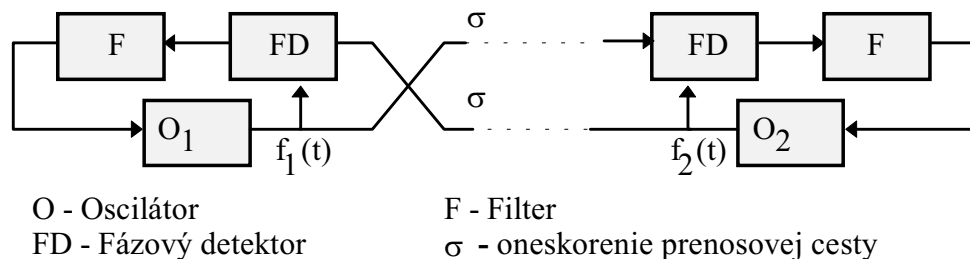
Ak riadenie má centralizovaný charakter, potom všetky oscilátory sú podriadené jednému riadiacemu oscilátoru a metóda, ktorá umožňuje túto prevádzku sa nazýva *nútená synchronizácia* (*Master-slave synchronization*). Najjednoduchší, dvojuzlový prípad je zakreslený na Obr.2.7.5.



Obr.2.7.5

Na obrázku sú zakreslené aj bloky fázového závesu v riadenom (slave) uzle. σ je oneskorenie prenosovej cesty. Oneskorenie má nežiadúci vplyv na proces synchronizácie, preto je niekedy žiadúce použiť metódy na kompenzáciu prenosových oneskorení [11].

Ak riadenie synchronizácie je decentralizované, potom neexistuje riadiaci oscilátor a metóda je nazývaná *vzájomná synchronizácia* (*Mutual synchronization*). Najjednoduchší, dvojuzlový prípad je na Obr.2.7.6.

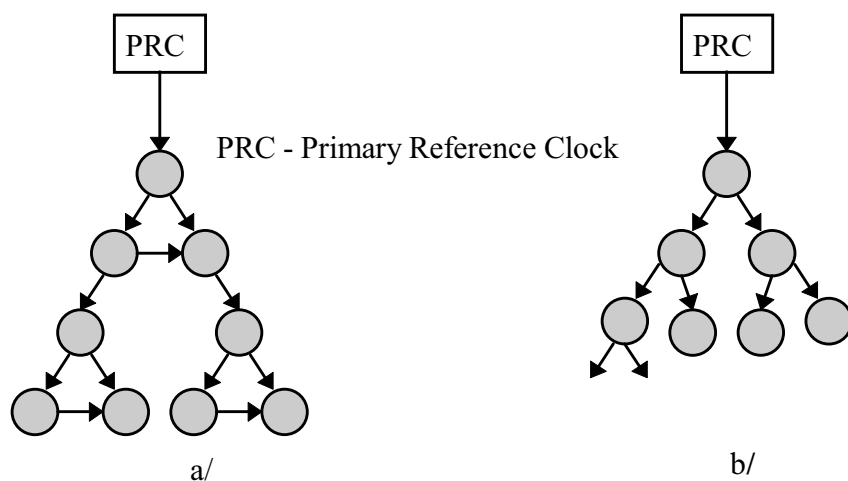


Obr.2.7.6

Na obrázku sú tiež obvody fázového závesu, tentokrát v obidvoch uzloch. Ako je vidieť, v schéme neexistuje riadiaci oscilátor, ale frekvencie (fázy) oscilátorov sa doladujú vzájomne. Kompenzácia prenosových oneskorení je tiež možná.

V praktických realizáciách ISDN sietí je uprednostňovaná metóda nútenej synchronizácie. Vzájomná synchronizácia vykazuje vnútornú nestabilitu vplyvom uzavretých slučiek v systéme. V niektorých prípadoch je možné použiť vzájomnú synchronizáciu v menších podsieťach, ktoré sú však z vyššej úrovne riadené riadiacim (master) oscilátorom. Je to znázornené na [Obr.2.7.7a](#).

Synchronizácia väčšiny sietí je realizovaná nútenou synchronizáciou. Vzhľadom na veľké rozlohy a hierarchické štruktúry sietí je aj synchronizácia štrukturovaná do hierarchií, ako je to zobrazené na [Obr.2.7.7b](#). Najvyššiu presnosť má centrálny riadiaci oscilátor, označovaný ako PRC - Primary Reference Clock, ktorý tvorí úroveň 1 (Level 1) synchronizačnej hierarchie. Odporúčany je referenčný céziový atómový normál s presnosťou 1×10^{-11} a frekvenciou 9,19263177 GHz. Býva umiestnený v hlavnej medzinárodnej ústredni a umožní tak aj medzinárodnú prevádzku s odpovedajúcou presnosťou.

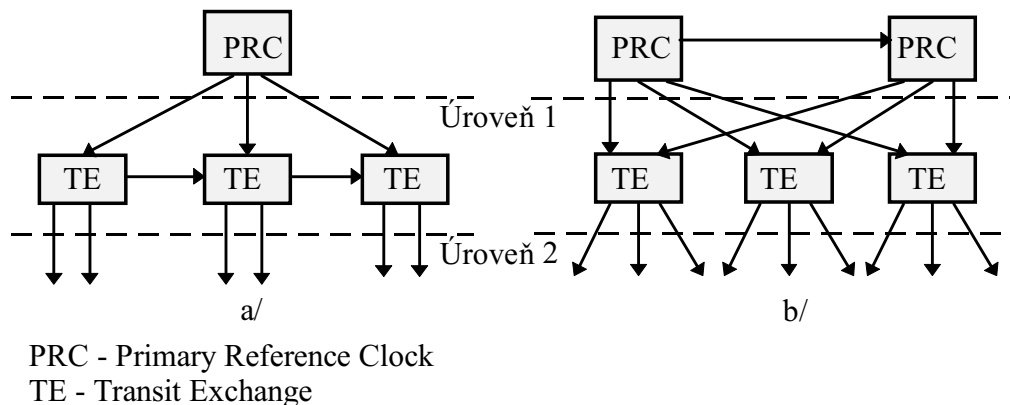


Obr.2.7.7

Miesto atómového zdroja je tiež možná synchronizácia pomocou príjmu veľmi presných taktovacích signálov z existujúcich družicových navigačných systémov. Je to napríklad systém LORAN (Long Range Navigation), alebo GPS (Global Positioning System).

Úroveň 2 (Level 2) synchronizačnej siete tvoria tranzitné ústredne, ktoré sú riadené z úrovne 1. Kvôli bezpečnosti sú aj tranzitné ústredne prepojené ([Obr.2.7.8a](#).) a tak v prípade výpadku synchronizačnej linky z úrovne 1 existuje viacero možností (na [Obr.2.7.8.b](#)), ako dopraviť synchronizačný signál do úrovne 2.

Vyššiu mieru spoľahlivosti poskytuje zriadenie dvoch riadiacich oscilátorov (Obr.2.7.8b.) Sú umiestnené v dvoch vzdialených lokáciách, takže aj pri miestnych katastrofických situáciách (zemetrasenie), ktoré zničia jeden časový normál, je synchronizácia v sieti udržiavaná. V normálnej prevádzke je druhý časový normál (PRC2) vo funkcii riadeného (slave) oscilátora, v prípade poruchy sa z neho stane master.



Obr.2.7.8

Počet hierarchických úrovní v sieti závisí od konkrétnej siete. Použitie hierarchickej nútenej synchronizácie predstavuje jednoduchý a pre ISDN veľmi vhodný spôsob riešenia sieťovej synchronizácie. Včlenenie nových uzlov nie je zložité a pri vhodnom zabezpečení riadiacich PRN oscilátorov v úrovni 1 má prevádzka vysoký stupeň spoľahlivosti.

2.8 TYPY SPOJENÍ V ISDN

ISDN spojenie je spojenie zriadené medzi ISDN referenčnými bodmi (2.5.1.). Všetky ISDN spojenia podporujú služby v ISDN sieti, sú časovo závislé a majú konečné trvanie. Všetky spojenia patria do kategórie jedného, alebo viacerých typov spojení. ISDN spojenia môžu byť:

- a/ medzi dvoma ISDN UNI rozhraniami,
- b/ medzi ISDN UNI rozhraním a rozhraním v inej sieti,
- c/ medzi ISDN UNI rozhraním a NNI rozhraním,
- d/ medzi dvoma rozhraniami ISDN - iná sieť.

ISDN spojenia sú charakterizované súborom atribútov. V ďalšom sú popísané základné atribúty ISDN spojení. Detailnejšie informácie a úplný zoznam atribútov je v CCITT Odporúčaní I.340.

a/ Informačný transfer mód

- prepájanie paketov
- prepájanie okruhov

b/ Informačná prenosová rýchlosť

- 16 kbit/s, 32 kbit/s, 64 kbit/s
- 2 x 64 kbit/s
- 384 kbit/s
- 1536 kbit/s
- 1920 kbit/s

c/ Zriadené spojenie

- komutované (switched)
- semi-permanentné
- permanentné

d/ Symetria spojenia

- jednosmerné (unidirectional)
- obojsmerné symetrické
- obojsmerné nesymetrické

e/ Konfigurácia spojenia

- point-to-point
- point-to-multipoint

f/ Národnosť spojenia

- národné
- medzinárodné

g/ Informačné kanály

- D(16), D(64)
- B(64)
- H₀(384), H₁₁(1536), H₁₂(1920)

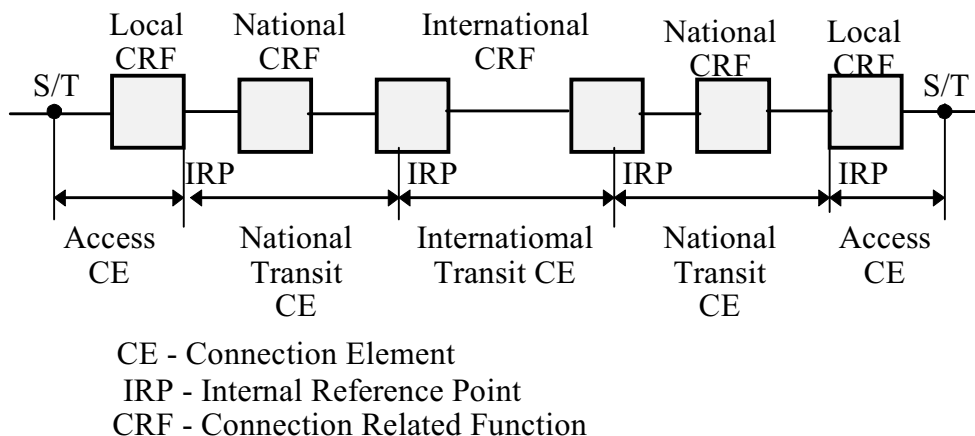
h/ Signalizačné kanály

- D(16), D(64)
- B(64) + D(16)
- B(64) + B(64)

Z daného zoznamu atribútov (a ďalších v I.340) môže byť identifikovaných veľké množstvo ISDN spojení. Niektoré atribúty však majú dominantný charakter a pomocou nich vytvorené spojenia tvoria *základné typy* ISDN spojení. Sú to:

- spojenie typu A1,A2,A3 - 64 kbit/s informačný kanál, prepájanie okruhov, komutovaný (A1), semi-permanentný (A2), alebo permanentný (A3) spoj,
- spojenie typu A4,A5,A6 - hovorový kanál 64 kbit/s, prepájanie okruhov, komutovaný (A4), semi-permanentný (A5), alebo permanentný (A6) spoj,
- spojenie typu A7,A8,A9 - 3,1 kHz audio s prenosovým kanálom 64 kbit/s, prepájanie okruhov, komutovaný (A7), semi-permanentný (A8), alebo permanentný (A9) spoj,
- spojenie typu B1,B2 - prepájanie paketov do 64 kbit/s, komutovaný (B1), alebo semi-permanentný (B2) spoj,
- spojenie typu C1,C2,C3 - širokopásmový kanál 384 kbit/s, prepájanie okruhov, komutovaný (C1), semi-permanentný (C2), alebo permanentný (C3) spoj,
- spojenie typu C4,C5,C6 - širokopásmový kanál 1536 kbit/s, prepájanie okruhov, komutovaný (C4), semi-permanentný (C5), alebo permanentný (C6) spoj,
- spojenie typu C7,C8,C9 - širokopásmový kanál 1920 kbit/s, prepájanie okruhov, komutovaný (C7), semi-permanentný (C8), alebo permanentný (C9) spoj.

ISDN spojenie je vystavané zo spojovacích elementov CE (Connection Element). Všeobecná referenčná konfigurácia pre ISDN spojenie je na [Obr.2.8.1](#). CRF (Connection Related Function) je funkcia vykonávaná v danom bode pre účely zostavenia spojenia.

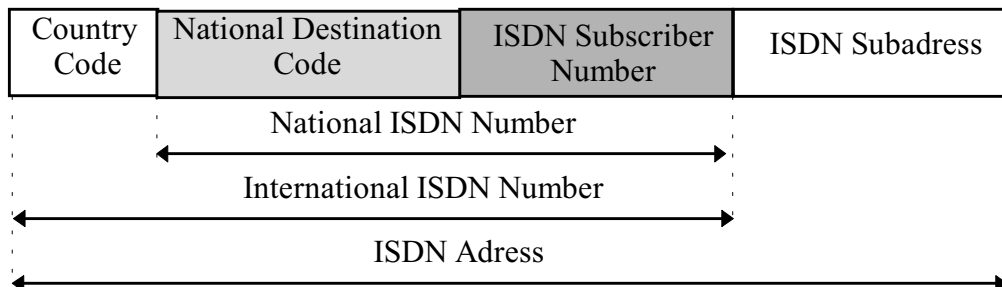


Obr.2.8.1

2.9 ADRESOVANIE A SMEROVANIE V ISDN

2.9.1 Adresovanie v ISDN

Adresovanie v ISDN vychádza z existujúcej telefónnej siete a preto zachováva niektoré vlastnosti jej adresovania (TCC - Telephone Country Code - predvoľba pre danú krajinu). Základom adresovania v ISDN je *ISDN adresa*.



Obr.2.9.1

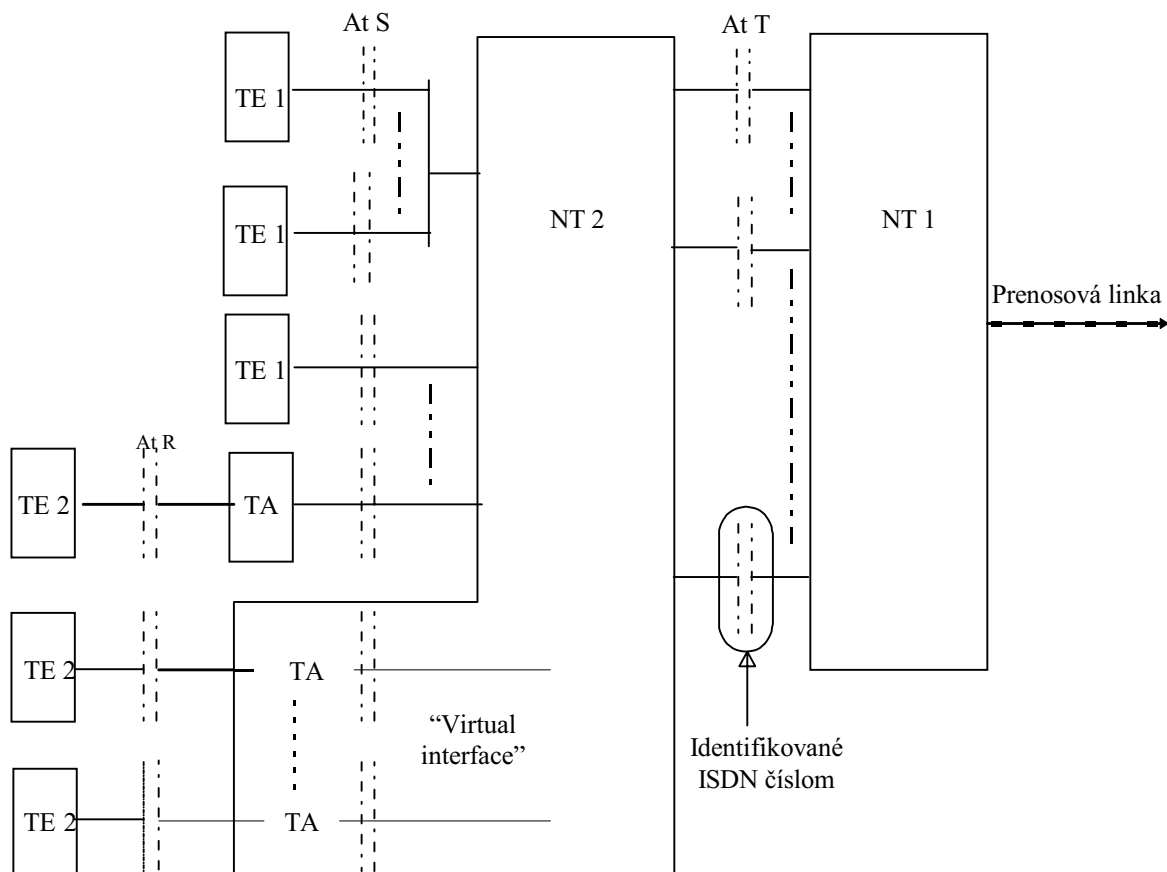
ISDN adresa je naznačená na Obr.2.9.1. ISDN adresa je zložená z *ISDN subadresy* a *ISDN čísla*. ISDN číslo má národnú aj medzinárodnú časť a je to sekvencia decimálnych čísel. Presný počet číslic v ISDN čísle je daný národnými a medzinárodnými požiadavkami. Maximálny počet číslic v ISDN čísle je 15 a odpovedá tak číslovaniu v telefónnej sieti. ISDN subadresa je sekvencia číslic s maximálnou dĺžkou 20 oktetov, t.j. 40 číslic. ISDN subadresa slúži k presnému adresovaniu subkomponentov v ISDN účastníckych zariadeniach. Má podobnú funkciu ako prevoľba v pobočkových telefónnych ústredniach. ISDN subadresa je prenášaná cez sieť transparentne, t.j. nie je v sieťových uzloch spracúvaná. Je to vlastne časť user-user informácie a nie je preto súčasťou číslovacieho plánu ISDN.

SDN číslo musí jednoznačne identifikovať:

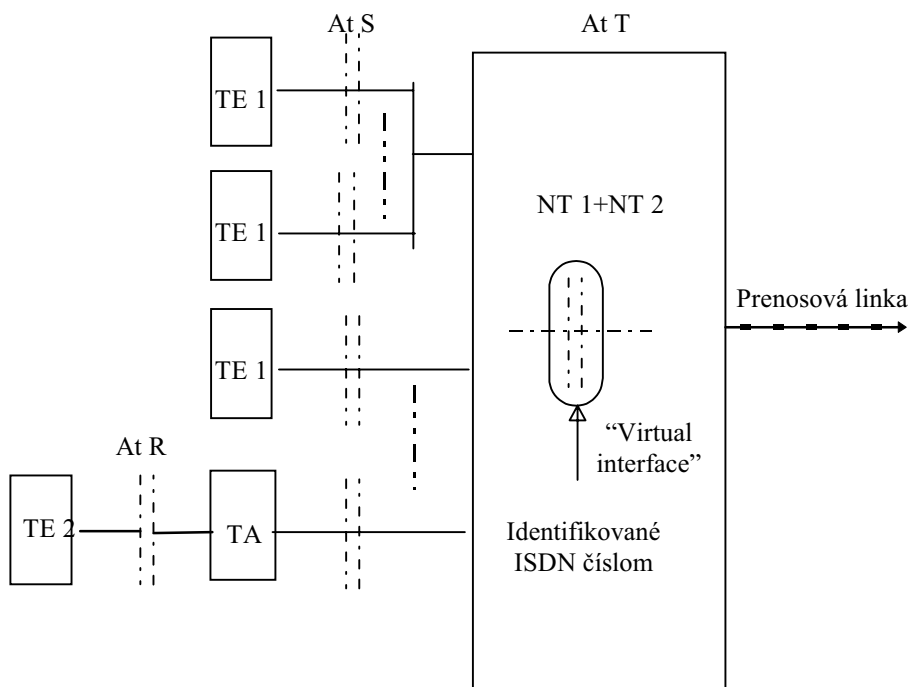
- fyzické, alebo virtuálne rozhranie na referenčnom bode T,
- viacnásobné (multiple) rozhranie (fyzické, aj virtálne) na referenčnom bode T,
- pre point-to-point konfiguráciu fyzické, alebo virtálne rozhranie na referenčnom bode S,

- pre point-to-point konfiguráciu, viacnásobné rozhranie (fyzické, alebo virtuálne) na referenčnom bode S,
- pre multi-point konfiguráciu (pasívna zbernica) všetky rozhrania na referenčnom bode S.

Pre názornosť je na Obr.2.9.2 znázornená identifikácia fyzického rozhrania na referenčnom bode T a na Obr.2.9.3. identifikácia virtuálneho rozhrania na referenčnom bode T. Podobne sú identifikované ostatné prípady na referenčných bodoch T a S (Odporúčanie CCITT I.330).



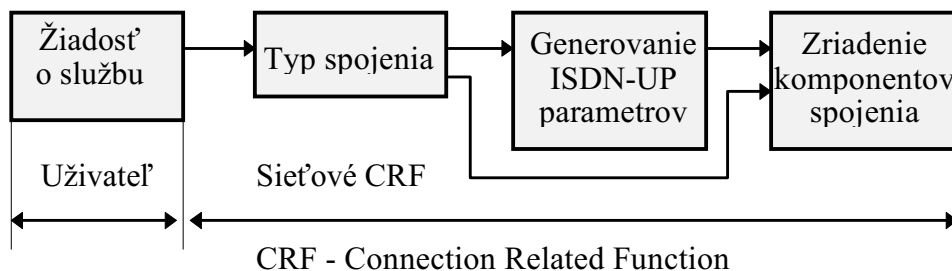
Obr.2.9.2



Obr.2.9.3

2.9.2 Smerovanie v ISDN

Smerovanie je postupnosť krokov potrebných pre zriadenie spojenia. Spojenie sa realizuje na základe žiadosti o službu. Bloková schéma na Obr.2.9.4. ukazuje parametre, ktoré sú použité pre ISDN smerovací proces.



Obr.2.9.4

Používateľ požiada o danú službu. Terminálové zariadenie konvertuje túto požiadavku na správu SETUP v 3. vrstve signalizačného systému DSS1. Môže ísť o požiadavku na jednu z nasledovných služieb (časť 2.4.):

- transportná služba,
- transportná služba + doplnková služba,
- štandardná služba,
- štandardná služba + doplnková služba.

SETUP správa je kódovaná do zodpovedajúcich atribútov vyžadovanej služby.

Počiatočná CRF (Connection Related Function) je miestna ústredňa. Rozkóduje prichádzajúcu správu a ak sa jedná o prenos do inej ústredne, je potrebné smerovanie. Použije

sa ISDN-UP časť v CCS7 a generuje sa inicializačná správa pre spojenie IAM. IAM obsahuje atribúty určujúce typ spojenia a požiadavky na sieť pre daný typ služby.

Tranzitnou CRF je tranzitná ústredňa, ktorá spracováva prichádzajúcu IAM správu. Generuje novú IAM pre ďalší tranzit. Tranzitná CRF môže inicializovať ďalšie potrebné komponenty spojenia ako echo kompenzátory, konvertory (T, alebo A), satelitné linky.

Cieľovou CRF je miestna ústredňa na protihľahlej strane siete. Spracuje IAM správu a konvertuje ju do odpovedajúcich správ DSS1. Vzniknutá SETUP správa je potom predaná cez UNI rozhranie k cieľovému terminálu.

Smerovanie a spolupráca ISDN a nie ISDN sietí (ústrední) znamená konverziu signalizácie. Osobitným prípadom sú vzťahy medzi ISDN adresovaním a adresou v OSI referenčnom modeli, ktoré upravuje Odporúčanie CCITT I.334.

Súčasný stav zavádzania ISDN sietí vo svete je veľmi rôznorodý. Najprv sa budujú ostrovy ISDN v existujúcich národných sieťach, ktoré sa postupne prepájajú. Funkčnosť ISDN je závislá na implementovaní signalizačných systémov, hlavne CSS7. Napriek jednoznačným výhodám ISDN je potrebné konštatovať, že ISDN sieť nepokryje všetky požiadavky na modernú komunikáciu. Počítačovú komunikáciu, prepojenie sietí LAN a MAN a prenos video signálov nie je ISDN sieť schopná realizovať s odpovedajúcou kvalitou. Preto musia vedľa ISDN siete aj naďalej existovať iné, špeciálne siete pre komunikáciu s dátovými, obrazovými prípadne inými špeciálnymi signálmi.

2.10 ISDN VO SVETE A V EURÓPE

Vývoj techniky ISDN prebiehal v 70-tych rokoch a štandardizačný proces v rokoch 80.tych. Priemyselne vyspelé krajiny začali pomerne rýchlo realizovať prvé ISDN siete, pričom aplikácie niekedy predbiehali štandardizačný proces. Výsledkom boli rozdiely v technickej aplikácii ISDN v jednotlivých krajinách.

2.10.1 USA a Japonsko

Až do začiatku 90-tych rokov nebol v USA prijatý jednotný štandard pre ISDN. Vzhľadom na viacero prevádzkovateľov sietí neexistovala kompatibilita koncových terminálov a služieb. Záujem o ISDN služby bol nízky, pretože nebolo celoplošné pokrytie jednotným ISDN. To spôsobovalo aj vysoké ceny terminálov a služieb. Preto bol zahájený proces zjednotenia ISDN na celom území USA. Proces dostal názov National ISDN.

Cieľom zjednotenia bola unifikovaná sieť ISDN plne kompatibilná s ITU odporúčaniami. Pre dosiahnutie tohto cieľa bolo vytvorené konzorcium výrobcov, prevádzkovateľov a používateľov. Zavedenie jednotného ISDN bolo rozdelené do troch etáp:

- *National ISDN 1 (NI1)* bola fáza zahájená v roku 1991 a jej základom bola séria špecifikácií ISDN Phase 1.1 vydaná v Bellcore (Bellcore - Bell Communications Research - sú výskumné laboratória prevádzkovateľov miestnych sietí, tzv. RBOC - Regional Bell Operating Company). NI1 sa koncentrovala na špecifikáciu základného prístupu (BRA, BRI, 2B+D) a ešte nezaručovala plnú kompatibilitu v celonárodnom meradle.

- *National ISDN 2 (NI2)* bola fáza zahájená v roku 1992 a bola pokračovaním NI1 s koncentráciou na primárny prístup (PRA, PRI, 23B+D). Zároveň rozšírila počet doplnkových služieb a definovala paketové služby cez ISDN.

- *National ISDN 3 (NI3)* bola špecifikácia vydaná v decembri 1993. NI3 definovala koncept inteligentnej siete a vytvorila tiež platformu pre najmodernejšiu mobilnú sieť PCS - Personal Communication Services. NI3 popisuje aj spoluprácu s Frame Relay a multipoint video konferencie.

Proces tvorby a rozvoja ISDN štandardu nebol ukončený fázou NI3. Neustále pribúdajú nové služby, ktoré musí sieť ISDN rešpektovať. Najnovšou úlohou je spolupráca sietí ISDN a Internet. Tou sa bude zaoberať špecifikácia NI-E. Pre budúce roky sú pripravené fázy NI97 a NI98, ktoré budú redefinovať vlastnosti ISDN podľa požiadaviek vzniknutých v najbližších rokoch.

V Japonsku prevádzkovateľ verejnej telefónnej siete NTT - Nippon Telegraph and Telephone zahájil pilotný projekt ISDN v roku 1984. V roku 1988 boli uvedené komerčné základné prístupy (2B+D) a v roku 1989 primárne prístupy (23B+D). Japonská verzia ISDN má názov INS-Net. Spočiatku boli k dispozícii len služby s prepájaním okruhov, od roku 1990 aj služby s prepájaním paketov. Dnes sieť poskytuje množstvo doplnkových služieb definovaných v ITU-T.

2.10.2 Európa

Vývoj v Európskych krajinách bol veľmi rozdielny, hlavne existoval markantný rozdiel medzi západnou a východnou Európou. Až do politických zmien na konci 80-tych rokov vo východnej Európe nebola realizovaná žiadna ISDN sieť. Ale aj v západnej Európe nebol nástup ISDN ujednotený.

Nemecko

Pilotný projekt, ktorý uskutočnil Deutsche Telekom (DBP), nemecký prevádzkovateľ verejnej telefónnej siete, bol zahájený v roku 1988 v Manheime. Roku 1989 bola pod názvom ROLAND uvedená komerčná prevádzka ISDN v najväčších nemeckých mestách. Celoplošný dosah ISDN bol na konci roku 1993. Dnes je Nemecko najväčší prevádzkovateľ ISDN v Európe. Nemecko začalo s prevádzkou vlastnej verzie ISDN, tzv. 1TR6, dnes majú všetky prípojky formát Euro-ISDN.

Francúzsko

Francúzsky prevádzkovateľ verejnej siete France Telecom uviedol pilotný projekt ISDN v roku 1983 pod názvom RENAN. Komerčná prevádzka ISDN začala v decembri roku 1987 v Saint-Brieuc. Celoplošný dosah ISDN bol koncom roku 1990. Francúzska ISDN verzia má názov VN3 a jej upgrade VN4 je kompatibilné s Euro-ISDN.

Veľká Británia

Britský prevádzkovateľ British Telecom (BT) zahájil pilotný projekt v Londýne v roku 1985 pod názvom Integrated Digital Access (IDA) service. Na rozdiel od štandardného ISDN, základný prístup mal kanálovú štruktúru 1B+D. Primárny prístup (30B+D) bol k dispozícii v roku 1988 a základný prístup 2B+D od roku 1991. Dnes je služba ISDN2 kompatibilná s Euro-ISDN. Ako veľký prínos výskumu British Telecom sa považuje zavedenie rozhrania U so zábranou ozvien (pozri kapitolu 2.5.2.5), ktoré je dnes používané vo všetkých verejných ISDN sieťach.

V snahe zjednotiť európske siete na jednotnú platformu, ujala sa štandardizačného procesu pre európske ISDN organizácia ETSI - European Telecommunication Standards Institute. Na pôde tohto štandardizačného orgánu vznikol proces tvorby Euro-ISDN.

Základom Euro-ISDN sa stalo Memorandum of Understanding (MoU), v ktorom sa 26 európskych krajín zaviazalo používať vo svojich ISDN sieťach jednotnú technickú platformu. Táto platforma sa začala uplatňovať až po roku 1992, t.j. v čase, kedy už mnoho krajín malo aplikovanú sieť ISDN. Týkalo sa to najmä telefomunikačne najvyspelejších európskych krajín a to Anglicka, Nemecka a Francúzska. Výhodou krajín, ktoré zaviedli ISDN až po roku 1992 bolo, že mohli aplikovať priamo štandard Euro-ISDN. Dnes už prakticky všetky európske krajiny realizujú svoju ISDN sieť podľa európskeho štandardu, pričom krajiny, ktoré používali národné štandardy postupne prešli na Euro-ISDN. Z tohto hľadiska má výhodu aj Slovenská Republika, pretože plánuje uviesť do činnosti verejnú ISDN sieť v roku 1997.

2.10.3 Euro-ISDN

Je potrebné pripomenúť, že Euro-ISDN je štandard vychádzajúci z celosvetového štandardu ISDN, ktorý bol popísaný v predchádzajúcich kapitolách. Nejedná sa o zmenu štandardu, ale skôr o zjednotenie služieb, ktoré budú podkytovať európski prevádzkovatelia ISDN. Napriek tomu je dôležité poznamenať, že jednotliví národní prevádzkovatelia majú určitú voľnosť pri implementovaní národných ISDN sietí. Preto je vždy potrebné vedieť o ktorú krajinu sa jedná.

Pre zavedenie Euro-ISDN sú potrebné tie isté predpoklady, ako pre zavedenie ISDN všeobecne, t.j.:

- a/ digitalizácia existujúcej telefónnej siete,
- b/ zavedenie signalizačného systému CCS7 na sieťovaj úrovni,
- c/ zavedenie účastníckej signalizácie DSS1 na účastníckom rozhraní a v prístupovej sieti.

Po splnení týchto predpokladov Euro-ISDN definuje:

- a/ prístupy na UNI
- b/ transportné (bearer) služby
- c/ štandardné (teleservices) služby
- d/ doplnkové (supplementary) služby

2.10.3.1 Prístupy na UNI

Euro-ISDN definuje dva druhy prípojok na UNI

a/ *Základná prípojka* (*Basic Access - BA, Basic Rate Interface - BRI, Basic Rate Access - BRA*) s kanálovou štruktúrou 2B+D. Kanály sú zhodné s popisom uvedeným v kapitole 2.5. Prípojka je realizovaná na dvojdrôtovom rozhraní (presnejšie referenčnom bode) U_o, alebo štvordrôtovom rozhraní (referenčnom bode) S_o. Rozhranie S_o je realizované zbernicovým spôsobom na ktoré je pripojiteľných maximálne 8 terminálov ISDN. Súčasne môžu komunikovať dva terminály na dvoch B kanáloch, alebo jeden multimedialny terminál, ak obsadí obidva B informačné kanály. Kanály dokážu poskytnúť aj dve nezávislé spojenia. Celkovo je k dispozícii bitová rýchlosť 144 kbit/s v obidvoch smeroch. Technicky je možný prenos dát na signalizačnom kanále D.

Základná prípojka je určená na pripojenie individuálnych ISDN terminálov k verejnej sieti, prípadne k pobočkovej ústredni. V prípade malých pobočkových ústrední je možné aj pripojenie pobočkovej ústredne k verejnej sieti pomocou jednej alebo viacerých prípojok 2B+D.

b/ *Primárna prípojka (Primary Rate Access - PRA, Primary Rate Interface PRI)* s kanálovou štruktúrou 30B+D. Kanály sú zhodné s popisom uvedeným v kapitole 2.5. Prípojka je realizovaná na štvordrôtovom rozhraní (presnejšie referenčnom bode) U alebo S, označovaných tiež v Euro-ISDN ako U_{2M} alebo S_{2M} .

Primárna prípojka je určená na pripojenie pobočkových ústrední k verejnej sieti, alebo na pripojenie iných typov privátnych sietí k verejnej sieti pomocou koncentrátorov, multiplexorov, routerov a pod. Z hľadiska fyzickej vrstvy sa jedná o štandardizovaný prenos 2.048 Mbit/s a tak je možné používať prenosové systémy (opakovače, HDLC modemy) pre prenos na fyzickom médiu bez ohľadu na typ a verziu ISDN.

2.10.3.2 Transportné (bearer) služby

Úlohou transportných služieb je prenos informácií, v zmysle definície v kapitole 2.4. Transportné služby pracujú v móde prepájania paketov a v móde prepájania okruhov.

Pre mód prepojovania okruhov sú bližšie špecifikované transportné služby:

a/ 64 kbit/s - je transportná služba pre všetky aplikácie, ktoré vyžadujú digitálny kanál 64 kbit/s.

b/ hovor - je transportná služba určená pre digitálny prenos hovorového signálu s rôznymi spôsobmi kódovania a úpravou hovorového signálu.

c/ 3,1 kHz audio - je transportná služba určená pre prenos signálov vyžadujúcich v analógovom tvare spektrum hovorového signálu 300 až 3400 Hz.

Pre mód prepojovania paketov sú bližšie definované transportné služby:

a/ prístup k verejnej dátovej sieti s prepojením paketov

b/ prepojenie virtuálnym kanaálom ISDN

2.10.3.3 Štandardné (teleservices) služby

Vzhľadom na modernizáciu koncových terminálov a služieb od doby, kedy boli štandardizované služby ISDN, pre Euro-ISDN sú definované tieto štandardné služby:

a/ telefónna služba so šírkou pásma 3,1 kHz - telefónny prenos s kvalitou odpovedajúcou klasickej telefónnej službe. Odpovedá špecifikácii služby Telefónne spojenie v kapitole 2.4.

b/ telefónna služba so šírkou pásma 7 kHz - telefónny prenos so zvýšenou kvalitou, prevádzkovateľný hlavne na ISDN termináloch s hlasitou prevádzkou.

c/ telefax skupiny 4 - odpovedá špecifikácii služby Telefax 4 v kapitole 2.4.

d/ videotex - syntaxne orientovaný videotex poskytuje prenos vizuálnej informácie medzi používateľmi, alebo z banky dát. Informácie je možné uchovať (mailbox) a obohatiť zvukovým doprovodom.

e/ videotelefón - je nová služba poskytujúca audiovizuálnu informáciu v reálnom čase. Využíva kompresiu obrazu a zvuku a v reálnej aplikácii obsadzuje obidva B kanály, pričom môže obsahovať aj súčasný prenos dát.

Telexová služba je dnes na ústupe a tak sa jej podpora v nových ISDN aplikáciách nepredpokladá.

2.10.3.4 Doplnkové (supplementary) služby

Euro-ISDN štandard záväzne definuje pre prevádzkovateľov ISDN siete päť nasledovných doplnkových služieb:

- 1/ CLIP - Calling Line Identification Presentation - identifikácia volajúceho,
- 2/ CLIR - Calling Line Identification Restriction - zamedzenie identifikácie volajúceho,
- 3/ DDI - Direct Dialling In - prevol'ba,
- 4/ MSN - Multiple Subscriber Number - viacnásobné účastnícke číslo,
- 5/ TP - Terminal Portability - prenositeľnosť koncového zariadenia.

Definícia služieb je zhodná s definíciami v kapitole 2.4. Povinné služby neobmedzujú prevádzkovateľov používať ostatné definované doplnkové služby v ISDN.

2.11 ISDN V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

Prevádzkovateľom základnej hlasovej služby a aj ISDN siete v SR sú Slovenské telekomunikácie a.s. (ST, a.s.)

Základ pre budovanie ISDN siete v Slovenskej Republike bol položený digitalizáciou verejnej telefónnej siete. (Prvé digitálne ústredne boli verejné ústredne typu E-10, ktoré sa inštalovali ešte pred rokom 1989. Tieto ústredne bohužiaľ nemajú signalizačné obvody potrebné pre ISDN a tak netvorí základ pre ISDN napriek svojej digitálnej podstate). Digitalizácia po roku 1989 je realizovaná inštalovaním verejných digitálnych ústrední Alcatel S 12 a Siemens EWSD, ktoré po vybavení signalizačnými modulmi zabezpečujú ISDN vlastnosti v sieti.

ISDN služba v sieti ST, a.s. bola zahájená 1.7.1998. Služba začala ako národná (t.j. bez medzinárodného ISDN spojenia) a poskytnuté bol základný prístup a primárny prístup. V súčasnosti je už k dispozícii aj medzinárodné ISDN spojenie a to s krajinami (k 1.11.1999) – Česká republika, Rakúsko, Nemecko, Švajčiarsko, Poľsko, Maďarsko a Francúzsko. Do konca roku 1999 sa predpokladá ešte pripojenie Belgicka a ako prvý partner v roku 2000 bude spoločnosť MCI z USA.

Vzhľadom na to, že zákazníci služby ISDN sú rôznorodí, aj ponúkané služby sa delia do niekoľkých tried.

Základný prístup

A/ Konfigurácia bod-bod

Z hľadiska doplnkových služieb sú tu dve možnosti:

- štandardná skupina služieb (prípadne štandardná + špeciálne)
- komfortná skupina typu A (prípadne komfortná A + špeciálne)

B/ Konfigurácia bod – multibod

Z hľadiska doplnkových služieb sú tu dve možnosti:

- štandardná skupina služieb (prípadne štandardná + špeciálne)
- komfortná skupina typu A (prípadne komfortná A + špeciálne)

Primárny prístup

A/ Konfigurácia bod-bod

Z hľadiska doplnkových služieb je tu jedna možnosť

- komfortná skupina typu B (prípadne komfortná A + špeciálne)

Popis jednotlivých skupín doplnkových služieb podľa triedenia ST, a.s. je nasledovný

Štandardná skupina

- zobrazenie identifikácie volajúceho (CLIP)
- viacnásobné účastnícke číslo - 3 čísla (MSN max 3)
- prenosnosť koncového zariadenia (TP)
- čakajúce volanie (CW)
- okamžité presmerovanie volania (CFU)
- podržanie volania (HOLD)

Komfortná skupina typu A

- zobrazenie identifikácie volajúceho (CLIP)
- prenosnosť koncového zariadenia (TP)
- čakajúce volanie (CW)
- okamžité presmerovanie volania (CFU)
- podržanie volania (HOLD)
- informácie o cene počas volania (AOC - D)
- viacnásobné účastnícke číslo - viac ako 3 čísla (MSN max 8)
- subadresovanie (SUB)
- trojstranná konferencia (3PTY)
- presmerovanie volania pri obsadení účastníka (CFB)
- presmerovanie volania pri neprihlásení (CFNR)

Komfortná skupina typu B

- zobrazenie identifikácie volajúceho (CLIP)
- okamžité presmerovanie volania (CFU)
- informácie o poplatku počas volania (AOC - D)
- subadresovanie (SUB)

Skupina špeciálnych služieb

- zamedzenie zobrazenia identifikácie volajúceho (CLIR)
- prevoľba (DDI)
- identifikácia zlomyseľného volania (MCID)
- zobrazenie identifikácie spojeného účastníka (COLP)
- zamedzenie zobrazenia identifikácie spojeného účastníka (COLR)
- medziúčastnícka signalizácia (UUS)

K 30.10.1999 bolov SR zriadených 2416 základných prípojok a 133 primárnych prípojok.

Jednou zo služieb, ktorá začína byť v sieti ISDN intenzívne využívaná je ISDN dial-up prístup na Internet. Na rozdiel od klasického modemového spojenia je k dispozícii rýchlosť 64 kbit/s, resp. 128 kbit/s. Tento druh pripojenia začína byť štandardne ponúkaný všetkými prevádzkovateľmi internetu –ISP (Internet Service Provider).