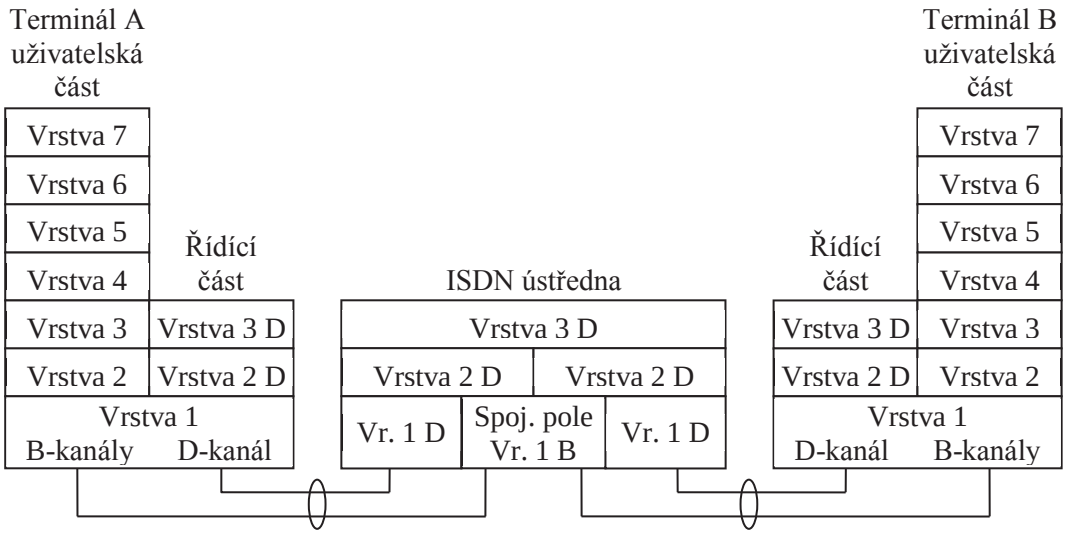
4. Signalizace v digitálních systémech a sítích

Signalizace v digitálních systémech a sítích zpočátku vycházela z analogových signalizací, kde značky byly převedeny do digitální podoby a vysílaly se jako kanálově přiřazené, tzn. každý kanál měl pevně stanovený časový úsek v multirámci, kdy se vysílala signalizace konkrétního kanálu (CAS). Později se začaly používat sofistikovanější signalizace pro digitální systémy a sítě, mezi které patří SS7, DSS1 a QSIG. Každá z těchto signalizací má své pole použití:

- SS7 (Signaling System No. 7) je čistě síťová signalizace pro telekomunikační operátory, která umožňuje např. službu přenositelnost čísel či bezplatné linky,
- DSS1 (Digital Subscriber Signaling System No.1) je účastnická signalizace určená pro připojení koncových ISDN zařízení anebo pobočkových ústředen,
- QSIG (Q-Signaling) je signalizace určená pro vzájemné propojování pobočkových ústředen, kterou si vytvořili výrobci PBX, umí například optimalizaci směrování v sítích a je bohatší na služby než obě výše zmíněné.

4.1 Signalizace DSS1

Mezi ústřednou a ISDN koncovým zařízením se pro vybudování a rozpad požadovaného spojení, a rovněž pro realizaci různých doplňkových služeb, používá účastnická signalizace DSS1 [min], [str]. Na obrázku 3.20 je obecný OSI referenční model ISDN, ze kterého vyplývá, že účastnická signalizace DSS1 pro svoji činnost využívá spodní tři vrstvy. ISDN referenční model obsahuje vedle uživatelské části (User Plane), která řídí aktivity v B kanálech, i řídicí část (Control Plane), která řídí signalizační proces. Toto oddělení má výhodu v tom, že ústředna nemusí vyhodnocovat informační tok B kanálů, ale pouze jej propojuje. Propojení B kanálu se uskutečňuje ve spojovacím poli ústředen.



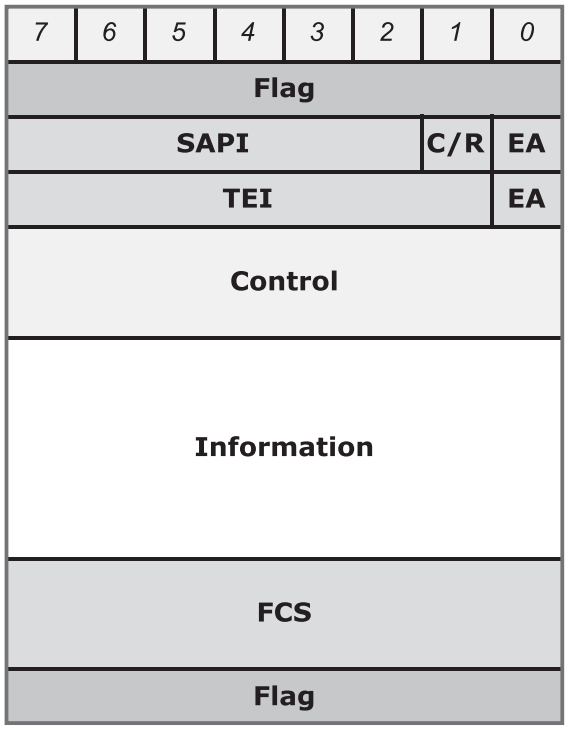
Obr. 4.1 OSI referenční model ISDN

4.1.1 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva je prezentována tokem bitů se stanovenou rychlostí (časováním), kódováním a napěťovou úrovní. Na fyzické vrstvě jsou přenášeny B kanály (64 kbit/s) s užitečnými informacemi a D kanál se signalizací (16 kbit/s pro BRI a 64 kbit/s pro PRI). Kromě vlastního přenosu B a D kanálů probíhá na fyzické vrstvě aktivace (přechod z klidového stavu do stavu schopného přenášet data) a deaktivace (zpětný přechod do klidového stavu).

4.1.2 Spojová vrstva

Na úrovni L2 se pro přenos signalizace používá protokol LAPD (Link Access Procedure on the D Channel), jeho úkolem je zabezpečení přenášené signalizace a dat v D kanále proti přenosovým chybám, chybám v pořadí a postarat se o jednoznačnou identitu terminálu TEI (Terminal Endpoint Identifier). Podrobný popis protokolu LAPD lze najít v ITU-T Q921.



Obr. 4.2 Formát rámce LAPD

Každému terminálu je přiřazeno jedno TEI:

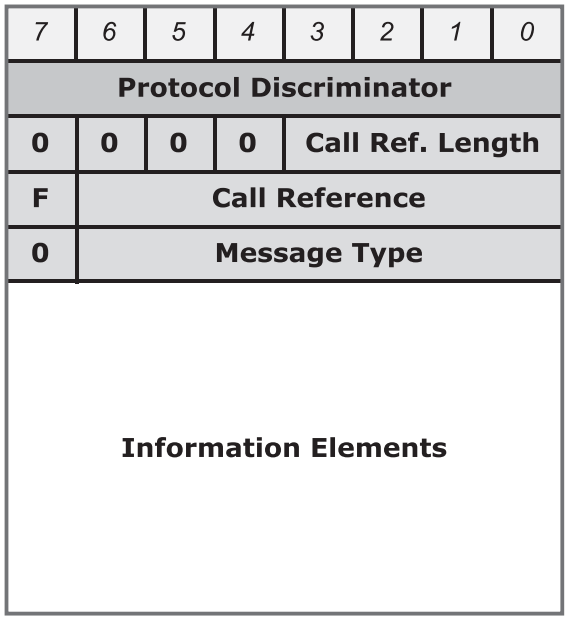
- z rozsahu 64-126, TEI přidělené ústřednou,
- z rozsahu 0-63, TEI nastaveno terminálem (TEI=0 pro Point-to-Point)
- 127, TEI pro broadcast

V případě ISDN PRI je TEI nastaveno vždy na hodnotu 0. Pokud nedojde k výpadku napájení či vynulování v ústředně, terminál si hodnotu TEI pamatuje a tím je zajištěna jeho jednoznačná identifikace na druhé vrstvě. Pro identifikaci obsahu LAPD rámce slouží identifikátor SAPI (Service Access Point Identifier):

- SAPI=0, signalizační informace,
- SAPI=16, paketová data (X.25),
- SAPI=63, management.

4.1.3 Síťová vrstva

Protokol síťové vrstvy popisuje procedury pro řízení spojení, procedury pro služby přenosu rámců a podrobný popis kódování informačních prvků pro definování kompatibility různých přenosových a telekomunikačních služeb. Každá zpráva síťové vrstvy se skládá ze záhlaví a doplňujících prvků.



Obr. 4.3 Formát zprávy dle ITU-T Q.931

Záhlaví zprávy je složeno ze tří částí:

- **Protocol Discriminator** (Typ protokolu) vyjadřuje, o jaký typ signalizační zprávy se jedná a má hodnotu 0x08 (s výjimkou národních variant, např. 0x41 pro německý 1TR6).
- **Call Reference** označuje všechny zprávy patřící jedné signalizační aktivitě (např. volání). CR se přidělí hned na začátku spojení a je použit ve všech signalizačních zprávách mezi terminálem a ústřednou až do ukončení spojení.
- **Message Type** vyjadřuje určitou proceduru při řízení spojení (např. Connect, Setup, Alerting, ...).

4.1.4 Vybrané signalizační zprávy a informační prvky

Vysvětlíme si význam nejčastěji používaných zpráv DSS1.

- SETUP je žádost o sestavení spojení, volba může proběhnout v bloku, což je indikováno informačním prvkem *Sending Complete*, pokud jej SETUP neobsahuje, tak druhá strana potvrdí pomocí SETUP ACKNOWLEDGE a případně jsou další čísla odeslána pomocí zpráv INFORMATION.
- SETUP ACKNOWLEDGE je potvrzení zprávy SETUP, pokud je volba neúplná.
- CALL PROCEEDING znamená sestavení volání, další informace nejsou nutné a je přidělen informační B-kanál.
- ALERTING indikuje vyzvánění volaného.
- CONNECT signalizuje propojení, čili přihlášení volaného, příchozí volání bylo volaným přijato.
- CONNECT ACKNOWLEDGE je potvrzení propojení, potvrzuje zprávu CONNECT, spojení bylo navázáno.
- DISCONNECT signalizuje výzvu k rozpadu spojení (zavěšení),
- RELEASE je odpověď na DISCONNECT, uvolnění B kanálu a požadavek na uvolnění Call Reference.
- RELEASE COMPLETE je potvrzení RELEASE, uvolňuje se Call Reference.
- INFORMATION přenáší dodatečné informace mezi terminálem a ústřednou.
- PROGRESS značí sestavování spojení a označuje určitou fázi výstavby spojení.
- NOTIFY a FACILITY přenáší doplňkové služby.

Mezi další zprávy DSS1 patří: RESTART, RESTART ACKNOWLEDGE, HOLD, HOLD ACKNOWLEDGE, HOLD REJECT, RETRIEVE, RETRIEVE ACKNOWLEDGE, RETRIEVE REJECT, SUSPEND, SUSPEND ACKNOWLEDGE, SUSPEND REJECT , RESUME , RESUME ACKNOWLEDGE, RESUME REJECT

Bearer Capability
Cause (reason codes for call disconnect)
Channel Identification
Progress Indicator
Calling Party Number
Called Party Number

Obr. 4.4 Informační prvky

Každý typ zprávy má povinné (Mandatory) a volitelné (Optional) informační prvky:

- Bearer Capability identifikuje požadavky přenosu pro B-kanál (např. služba 3,1 KHz, circuit mode 64 kbit/s),
- Cause pole nese důvody rozpojení sestaveného či nedokončeného volání,
- Channel Identification identifikuje typ a počet B-kanálů,
- Progress Indicator oznamuje stav volání, nese např. informaci, že se v informačním kanále přenáší nějaká informace anebo zařízení není ISDN (in-band information available nebo non-ISDN),
- Calling Party Number nese číslo volajícího,
- Called Party Number přenáší číslo volajícího .

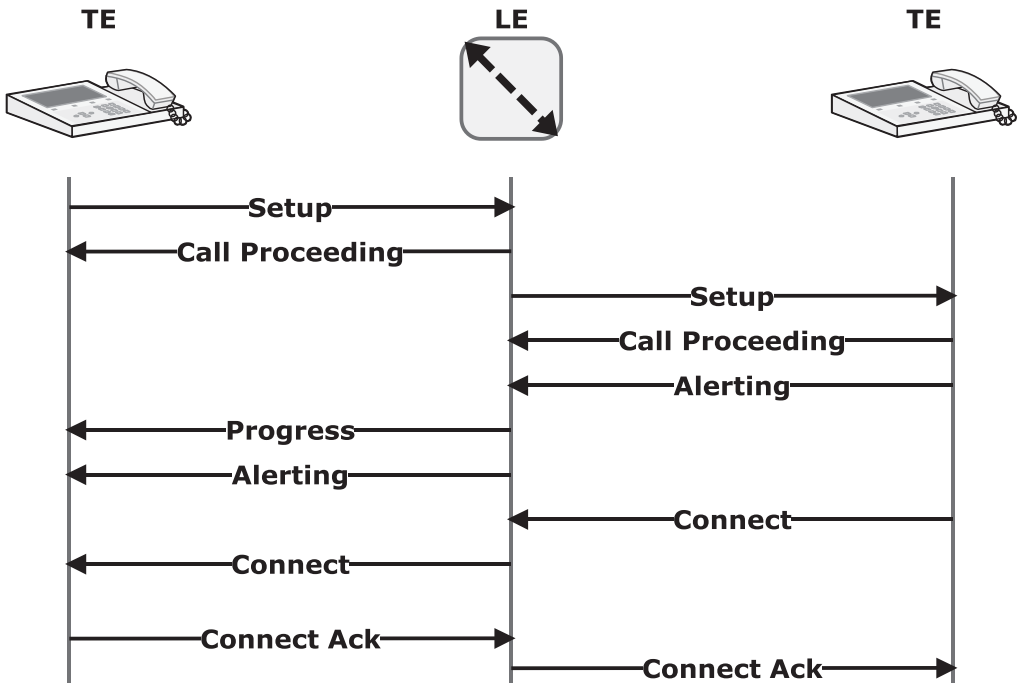
Na příkladu zachycené zprávy jsou kurzívou vyznačeny podstatné informace:

```
Q931/CORNET-N    26B9H ORIG      SETUP  inicializace spojení
W-elem: (A1H) SENDING COMPLETE          volané číslo kompletní (volba v bloku)
W-elem: ( 4H) BEARER CAPABILITY         nosná služba 3.1 KHz / circuit mode
              Laenge 3
              Octett  3: Coding Standard: CCITT
                         Transfer cap   : 3.1kHz AUDIO
              Octett  4: Transfer Mode  : Circuit mode
                         Transfer Rate  : 64kbit/s
              Octett  5: Layer ID       : LAYER 1
                         L1 Protocoll   : A-Law
      W-elem: (18H) CHANNEL ID                                  druhý B-kanál
              Laenge 3
              Octett  3: B-Chl selection: EXCLUSIVE
                         Channel        : as indicated
                         ID presentation: IMPLICITLY IDENTIFIED
                         Type           : other, e.g. primary
```

```
                  D-Chl Indicator: THIS IS NOT THE D-CHL
        Octett3.2: Coding Standard: CCITT
                  MAP/NUMBER     : NUMBER
                  Channel Type   : B-CHANNEL UNITS
        Octett3.3: Channel number :  2H
W-elem: (1EH) PROGRESS INDICATOR                    volající je NON-ISDN
        Octett  3: Coding Standard: CCITT
                  Location      : PUBLIC NETWORK SERVING THE LOCAL USER
        Octett  4: Descriptor     : ORIG ADDRESS NON ISDN
W-elem: (6CH) CALLING PARTY NUMBER                  volající 597091131,
                                                    typ čísla neznámý,
        Octett  3: Type of Number : UNKNOWN
                  Numbering Plan : UNKNOWN
        Octett 3a: Presentation   : PRESENTATION ALLOWED
                  Screen ind     : USER PROVIDED, VERIFIED AND PASSED
        Octett  4: Number         : 597091131
W-elem: (70H) CALLED PARTY NUMBER             číslo volaného 3479, typ
                                              čísla neznámý
        Octett  3: Type of Number : UNKNOWN
                  Numbering Plan : ISDN
        Octett  4: Number         : 3479
```

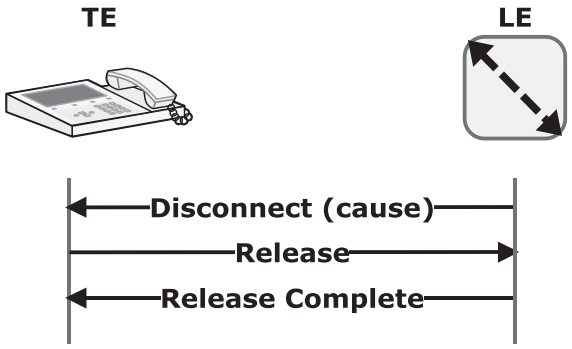
4.1.5 Sestavení a rozpad spojení v DSS1

Na obrázku 4.5 je uveden průběh výměny zpráv při sestavení spojení. Inicializace probíhá odesláním zprávy SETUP, ve zprávě je obsaženo celé číslo, neboť přichází rovnou CALL PROCEEDING, čili oznámení o zahájení spojování.



Obr. 4.5 Průběh výměny zpráv při sestavení spojení

Další zpráva PROGRESS nese informaci o volaném a za ní následuje indikace vyzvánění u volaného. Po přijetí volání volaným je odeslána zpráva CONNECT, která je potvrzena CONNECT ACK., signalizace zajistila propojení účastníků, hovor je realizován na vyjednaném B-kanále (návrh v SETUP, potvrzení v CALL PROCEEDING).



Obr. 4.5 Průběh výměny zpráv při rozpadu spojení

Procedura rozpadu spojení se skládá ze tří zpráv. Požadavek na rozpojení je zaslán zprávou DISCONNECT s uvedením důvodu, na ní následuje odpověď RELEASE, která je potvrzena pomocí RELEASE COMPLETE, čímž je potvrzeno uvolnění Call Reference a tím pádem celé spojovací cesty

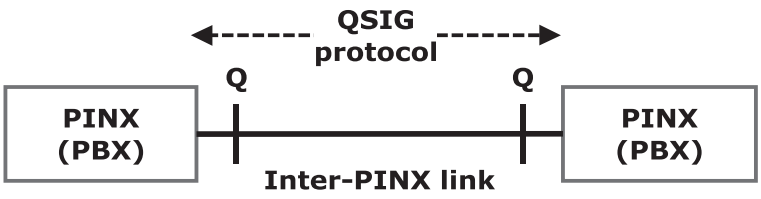
4.2 Signalizace PSS1

Signalizační systém PSS1 (Private Signaling System no. 1) neboli QSIG je mezinárodně standardizovaný signalizační systém určený pro použití v privátních telekomunikačních sítích PTN (Private Telecommunication Network). Je podrobně popsán v doporučeních ETS (European Telecommunication Standard), ve standardech ECMA a ISO/IEC. Předchůdcem QSIG byla signalizace DPNSS (Digital Private Network Signaling System), která byla vyvinuta začátkem osmdesátých let v Anglii a rozšířila se mezi řadu výrobců, což vyvolalo koncem osmdesátých let snahu standardizovat signalizaci v sítích PBX. Výsledkem standardizačního procesu je PSS1 (označení dle ISO/IEC) neboli QSIG (označení dle ETSI a ECMA) [w3-iso], [w3-ecma], [w3-etsi] .

4.2.1 Referenční bod Q a terminologie

QSIG definuje signalizační systém **v** referenčním bodě Q, což je logický signalizační bod mezi dvěma privátními pobočkovými ústřednami PBX (PINX). Signalizace QSIG je nezávislá na struktuře vzájemného propojení privátních ústředen. Vyznačuje se symetričností, nemá tedy stranu účastníka a stranu sítě, jako je tomu u DSS1. Oproti DSS1 se odlišuje ve vrstvě síťové. Ta se skládá ze třech částí :

- Basic Call, základního hovoru, ECMA 142/143, ETS 300-171/172,
- Generic Functional Procedures, všeobecných funkčních procedur, ECMA 165, ETS 300-239,
- Procedures for Supplementary Services, a procedur pro doplňkové služby.



Obr. 4.6 Definice bodů Q v signalizaci QSIG

Doporučení ETS 300 172 definuje několik základních pojmů sloužících k popisu signalizační sítě. V následujícím výčtu jsou uvedeny nejdůležitější definované termíny:

- Private Integrated Network eXchanges (**PINX**) je definován jako uzel privátní sítě, PBX na rozhraní Q,
- Inter-PINX link, spoje mezi uzly privátní sítě na rozhraní Q,
- Originating PINX je ústředna, ve které byla započata výstavba spojení,
- Terminating PINX je ústředna, do které je sestavované spojení směrováno,
- Transit PINX je ústředna, přes kterou je spojení sestavováno,
- Gateway PINX je spojovací systém stojící na rozhraní mezi privátní a veřejnou telefonní sítí,
- Incomming gateway PINX je místo, odkud je sestavováno spojení pocházející z veřejné sítě,
- Outgoing gateway PINX je místo, přes které je směrováno volání do veřejné sítě.

4.2.2 Doplňkové služby QSIG

QSIG disponuje značným rozsahem doplňkových služeb, pro názornost je uveden pouze stručný výčet standardů pro doplňkové služby a síťování:

- Identification ECMA-148, ECMA-157
- Name identification ECMA-163, ECMA-164
- Call diversion ECMA-173, ECMA-174
- Path replacement ECMA-175, ECMA-176
- Call transfer ECMA-177, ECMA-178
- Call completion ECMA-185, ECMA-186
- Call offer ECMA-191, ECMA-192
- Do not disturb and override ECMA-193, ECMA-194
- Call intrusion ECMA-202, ECMA-203
- Advice of charge ECMA-211, ECMA-212
- Recall ECMA-213, ECMA-214
- Call interception ECMA-220, ECMA-221
- Transit counter ECMA-224, ECMA-225
- Message waiting indication ECMA-241, ECMA-242
- Common information ECMA-250, ECMA-251
- Call priority interruption and protection ECMA-263, ECMA-264
- Private user mobility (PUM) – Registration ECMA-281, ECMA-282
- Private user mobility (PUM) – Call handling ECMA-283, ECMA-284
- Single step call transfer ECMA-299, ECMA-300
- Simple dialog ECMA-310, ECMA-311
- Profile standard for the use of PSS1 (QSIG) in air traffic services network ECMA-312
- Call identification and call linkage ECMA-313, ECMA-314
- Short message service ECMA-324, ECMA-325
- Make Call Request ECMA-343, ECMA-344
- Message Centre Monitoring/Mailbox Identification ECMA-346, ECMA-347

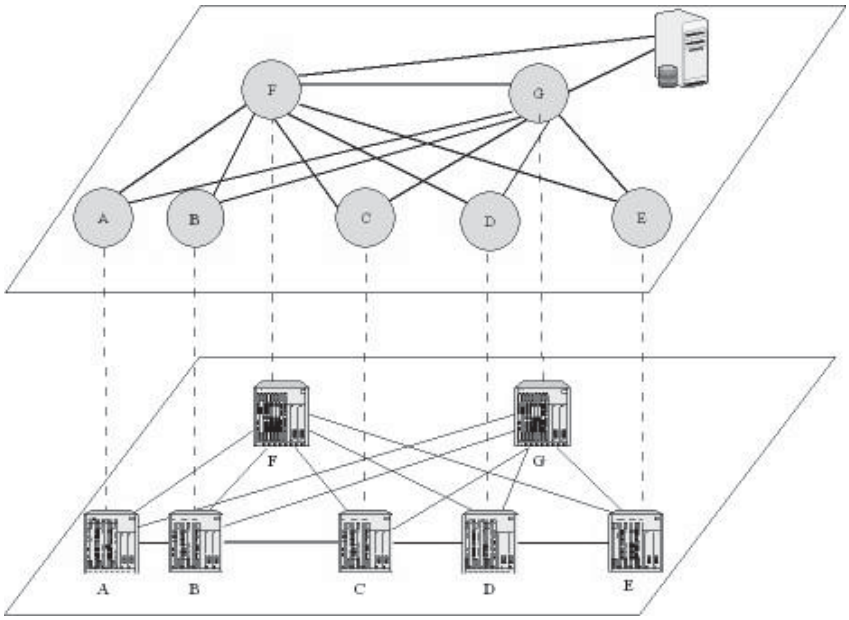
- Profile Standard for Message Centre Access ECMA-345
- Location registration ECMA-301, ECMA-302
- Call handling ECMA-303, ECMA-304
- Authentication ECMA-305, ECMA-306

4.3 Signalizace SS7

Signalizační systém č.7 je síťová signalizace užívaná v ISDN a GSM sítích, která umožňuje vytváření hovorových spojení, nasazení inteligentních sítí, dotazy do účastnických databází, přenositelnost telefonních čísel, zasílání SMS a řadu dalších. Signalizaci SS7 vyvinula společnost AT&T v roce 1975 a jako mezinárodní standard byla SS7 publikována v roce 1980. Poslední specifikace SS7 je z roku 1999 a obsahuje více než devět tisíc stran [men], [blu1] a [blu2].

4.3.1 Signalizační síť SS7

Na obrázku 4.7 je znázorněna signalizační síť SS7. Signalizační architektura SS7 definuje oddělenou signalizační síť od hovorové.



Obr. 4.7 Signalizační síť SS7

Signalizační síť SS7 je postavena ze třech základních komponentů, které jsou propojené signalizačními linkami SS7:

- **Service Switching Points** (SSPs) jsou signalizační body, na těchto bodech jsou zakončeny SS7 signalizační spoje, zde vzniká požadavek na spojení, na rozpad spojení či přepojení. Každý signalizační bod má vlastní adresu o délce 14 bitů, která se nazývá SPC (Signaling Point Code).
- **Signal Transfer Points** (STPs) jsou body, ve kterých dochází k přepojování zpráv SS7, STP pracuje na prvních třech vrstvách OSI, dle cílového SCP je v STP provedeno směrování, STP body přijímají a směrují přicházející signalizační zprávy do správného cíle, vykonávají speciální směrovací funkce,
- **Signal Control Points** (SCPs) jsou body poskytující rozhraní mezi SS7 sítí a databázemi, tyto databáze jsou důležité pro inteligentní služby, poskytují informace např. o umístění čísla v sítích s přenositelnosti čísel nebo o kreditu při předplacených službách.

Na obrázku 4.8 jsou symboly používající se při tvorbě schémat signalizačních sítí SS7.

Obr. 4.8 Symboly SSP, STP a SCP

4.3.2 Databáze v SS7 síti

HLR (Home Location register)

HLR je centrální databáze mobilního operátora, uchovávající detailní informace o zaregistrovaných uživatelích. Záznam uživatele je vázán na IMSI SIM karty uživatele. V účtu uživatele je např. uvedeno jeho telefonní číslo, poskytované služby a oblast, v které se uživatel současně nachází.

VLR (Visitors Location register)

Obsahuje informace o uživatelích, kteří jsou mimo jejich domovskou oblast. Ve VLR jsou uchovávány údaje potřebné pro poskytnutí volání a služeb pro každý mobilní telefon nacházející se v oblasti spravované VLR po dobu jeho přítomnosti v dané oblasti. Lokalizace mobilního uživatele je pomocí adresy MSC (Mobile Switching Center). VLR obvykle spravuje většinou několik oblastí mobilních ústředen (MSC). Při změně oblasti MSC je záznam ve VLR aktualizován na novou adresu MSC. A při opuštění oblasti spravované VLR je záznam v HLR aktualizován na novou VLR oblast a záznam v předešlé VLR odstraněn. Mnozí výrobci, ale implementují VLR přímo do MSC pro urychlení zpracování hovoru. Pak oblast pod správou VLR a MSC je stejná.

CMSDB (Call management service database)

Poskytuje informace týkající se zpracování volání, managementu sítě, např. prevenci proti zahlcení sítě přesměrováním provozu, směrování, záznamy o voláních, tarifikaci a tarifikaci třetí stranou pomocí zelených linek 800.

LIDB (Line Information Database)

Je multifunkční relační databáze uchovávající informace o uživatelích a o speciálních tarifikačních číslech. Poskytuje pokyny pro tarifikaci. Záznam v LIDB databázi může obsahovat jméno a adresu majitele účtu, data pro ověření před započetím tarifikace jako je např. PIN. Jméno může být použito pro CNAM (Calling Name Delivery). Služba CNAM umožňuje zobrazení jména volanému, pokud to cílový přístroj umožňuje.

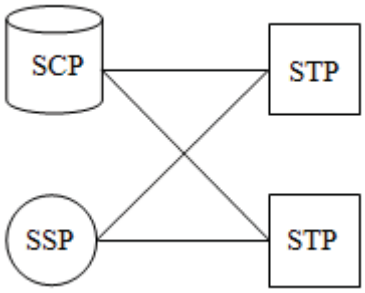
LNP (Local Number Portability)

Umožňuje přenositelnost čísel, kdy zákazník změní telekomunikačního operátora a ponechá si své telefonní číslo.

4.3.3 Typy signalizačních linek

A linky (Access links)

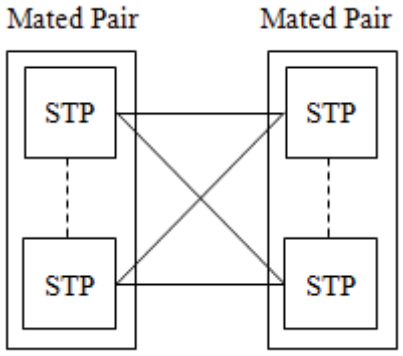
Těmito linkami se připojují telefonní ústředny SSP nebo databáze telekomunikačních společností SCP k STP, obr. 4.9.



Obr. 4.9 A linky

B linky (Bridge Links)

B linky propojují STP body pracující v páru (Mated Pairs) na stejné hierarchické úrovni sítě mezi vzdálenými oblastmi k jiným STP bodů pracujícím také v páru, většinou pomocí čtyř linek.

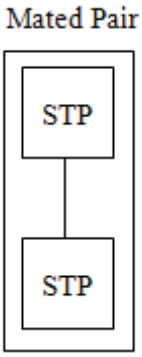


Obr. 4.10 B linky

C linky (Cross Links)

Tyto linky se používají pro vytvoření páru STP bodů tzv. Mated Pairs pro zvýšení

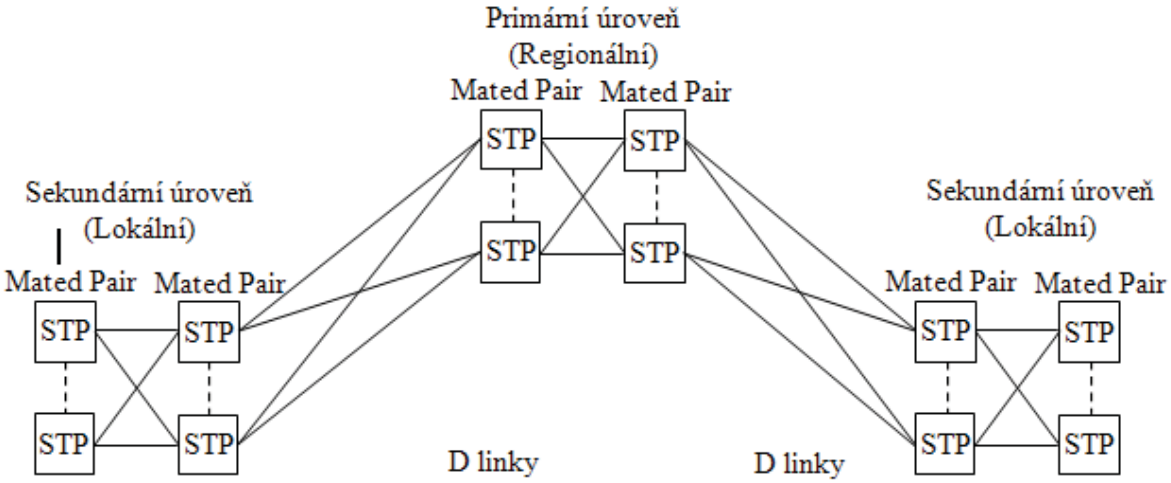
spolehlivosti SS7 sítě. STP v Mated Pairs mezi sebou sdílejí zátěž a v případě poruchy jednoho z nich, funkční STP převezme celý provoz vyřazeného. Při normálním provozu STP bodů se po C linkách přenášejí jen signalizační zprávy pro síťový management. Ostatní signalizační zprávy se C linkou posílají jen v případě, když není dostupný jiný směr.



Obr. 4.11 C linky

D linky (Diagonal Links)

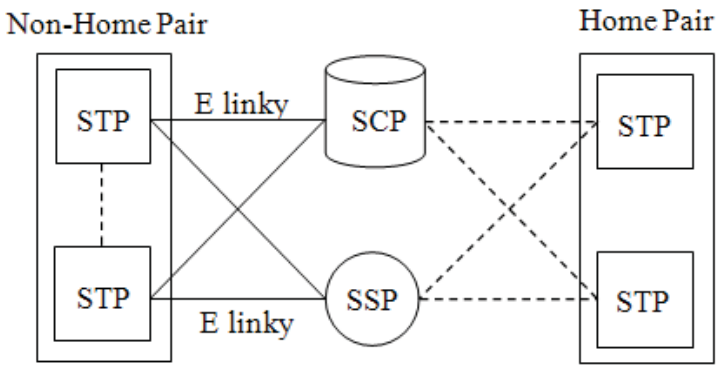
Je skupina čtyř linek propojující Mated Pairs mezi různými hierarchickými úrovněmi sítě nebo je propojují do jiné sítě.



Obr. 4.12 D linky

E linky (Extended Links)

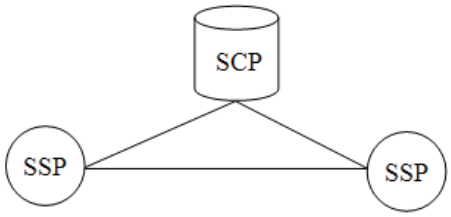
E linky připojují SSP k rezervním STP z důvodu zálohování linek. V případě, že domácí STPs (Home Pair) nemůže být dosažen přes A linky použijí se rezervní E linky pro propojení k jinému STP. Někdy se E linky využívají ke snížení zatížení Home Pair nebo pro upřednostnění provozu pro službu tísňového volání, obr. 4.13.



Obr. 4.13 E linky

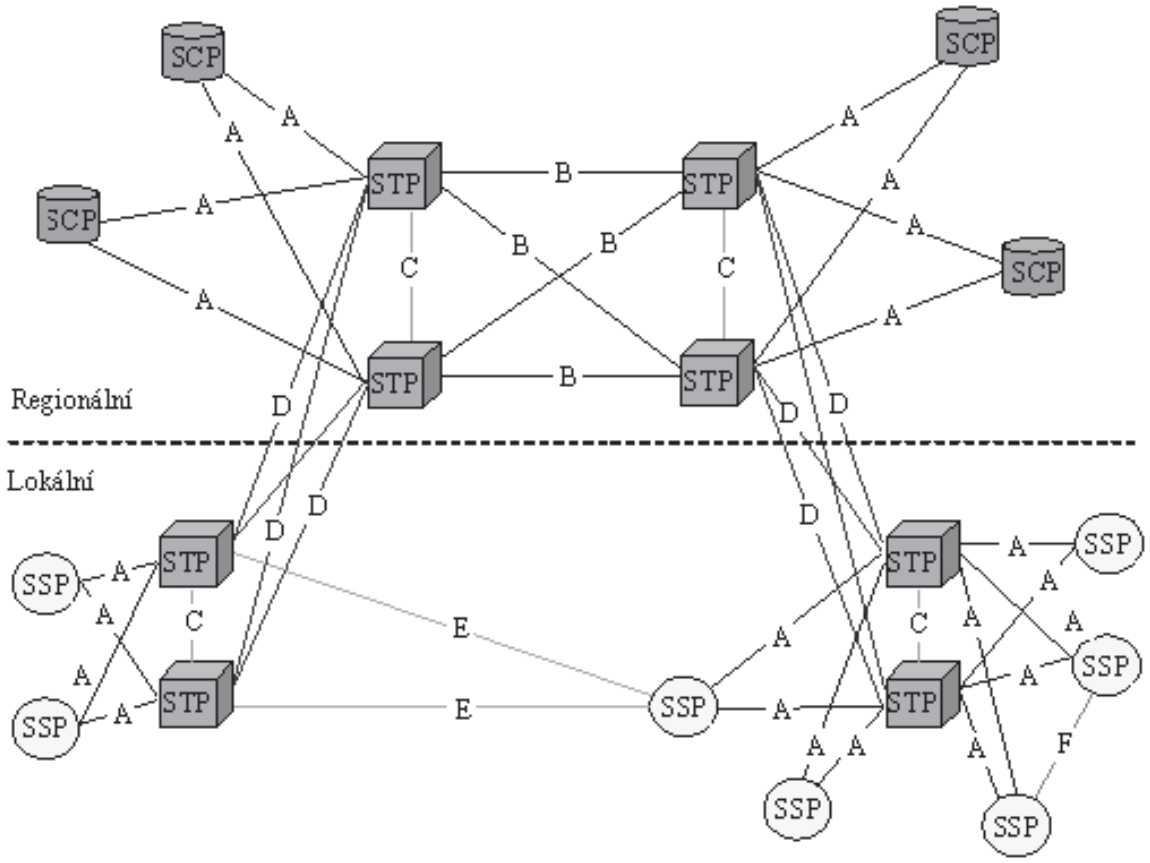
F linky (Fully-Associated Links)

F linky jsou použity pro přímé propojení SSP nebo SCP mezi sebou bez účasti STP. Časté využití F linek je ve velkoměstech pro propojení ústředen.



Obr. 4.14 F linky

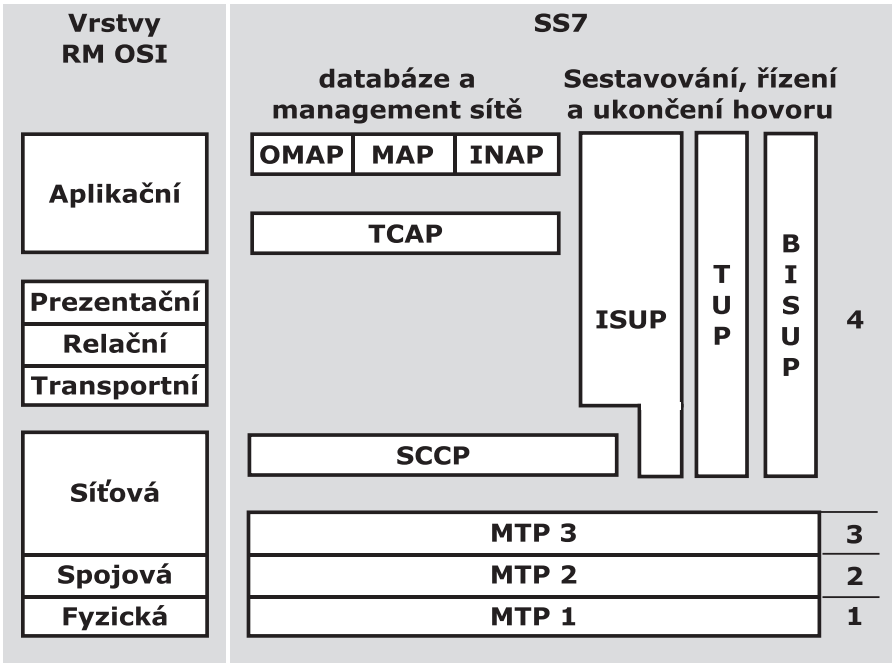
Na obrázku 4.15 je zobrazena signalizační síť SS7, o dvou úrovních s vyznačenými typy signalizačních linek. Regionální úroveň poskytuje přístup lokální úrovni SS7 sítě do telekomunikačních databází a přenos signalizačních zpráv do jiných lokalit.



Obr. 4.15 Příklad signalizační sítě SS7

4.3.4 Protokolový model SS7

Protokolový model SS7 je dělen do čtyř úrovní. První tři úrovně se souhrnně nazývají **MTP** (Message Transfer Part) a poskytují čtvrté úrovni službu přenosu zpráv. Protokoly čtvrté úrovně, které přímo sousedí s MTP vrstvou se nazývají uživatelé, jako jsou např. **ISUP** (ISDN User Part), TUP (Telephone User Part), **BISUP** (B-ISDN User Part) a **SCCP** (Signaling Connection Control Part). Protokoly ISUP, TUP (Telephony User Part) a BISUP nemají tak segmentovanou strukturu, jako má referenční model OSI. Tyto protokoly zajišťují sestavování, řízení a rozpad hovorových nebo datových spojení. Úrovně 1 - 3 společně s protokolem SCCP vytvářejí NSP (Network Service Part), která nabízí protokolům nad ní službu spojově i nespojově orientovanou.



Obr. 4.16 Protokolový model SS7

Protokol **TCAP** (Transaction Capabilities User Part) je protokol sloužící pro definování pravidel komunikace s databázemi, který využívá nespojově orientovanou službu SCCP přenos paketů. Nad protokolem TCAP jsou aplikace např. **MAP** (Mobile Application Part), **INAP** (Intelligent Networking Application Part) a **OMAP** (Operations and Maintenance Administration Part). MAP protokol se používá v mobilních sítích, např. pro registrování mobilního telefonu do sítě, udržování informací o poloze mobilního telefonu, zajištění hovoru mobilnímu účastníkovi, a nebo pro přenos textových zpráv. Protokol INAP umožňuje implementaci služeb inteligentních sítí, jako je např. volání na zelené linky 800. OMAP je protokol poskytující management sítě, testování správnosti směrování a diagnostiku linek.

4.3.5 Message Transfer Part 1

MTP 1 je z pohledu RM OSI fyzická vrstva, ve které jsou popsány fyzické a elektrické vlastnosti signalizační linky. To zahrnuje mechanické a elektrické vlastnosti konektorů, elektrické parametry signálů, linkový kód a přenosovou rychlost. Signalizační linka je obousměrná signalizační cesta o rychlosti 64 kbit/s skládající se ze dvou

protisměrných digitálních přenosových kanálů.

4.3.6 Message Transfer Part 2

Message Transfer Part 2 poskytuje spolehlivý přenos signalizačních zpráv doručených v pořadí mezi dvěma sousedními signalizačními body. Pro tyto účely MTP 2 vykonává následující funkce:

- Ohraničení signalizační jednotky,
- Vyhledávání flagu, kontrola struktury a velikosti signalizační jednotky,
- Detekce chyb a sledování chybovosti linky,
- Oprava chyb pomocí znovu zaslání signalizační zprávy a řízení toku ,
- Inicializace signalizační linky.

Pro zajištění výše uvedených funkcí jsou v MTP 2 vrstvě používány signalizační jednotky. První dvě FISU a LSSU mají jen lokální význam a využívá je jen MTP 2 vrstva. Třetí signalizační jednotka MSU obsahuje adresu a informační pole pro data třetí vrstvy.

FISU (Fill-In Signal Unit)

FISU (Fill-In Signal Unit) je výplňová jednotka, která se přenáší po signalizační lince v době, kdy není posílána žádná signalizační zpráva a také slouží pro pozitivní a negativní potvrzování signalizačních zpráv a monitorování chybovosti signalizační linky.

LSSU (Link Status Signal Unit)

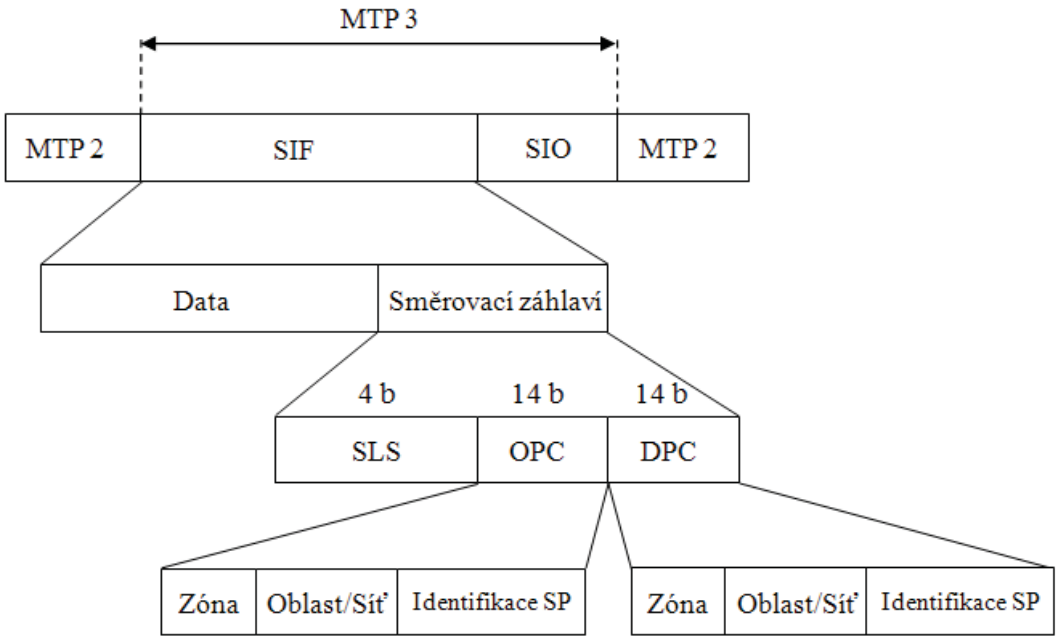
Signalizační jednotka LSSU (Link Status Signal Unit) je stavová jednotka sloužící pro řízení a monitorování signalizační linky. Sousední SP si vyměňuje se svým sousedním SP LSSU, aby jej informoval o svém stavu nebo o stavu signalizační linky. Při inicializaci signalizační linky se mezi SP vyměňují LSSU pro synchronizování signalizační linky mezi přímo připojenými signalizačními body. LSSU se dělí podle obsahu 3 bitů s nejvyšším významem v poli SF na 6 druhů LSSU.

MSU (Message Signal Units)

Signalizační jednotka MSU (Message Signal Units) slouží pro přenos dat MTP 3 úrovně, které jsou uloženy v informačním poli SIF (Signaling Information Field). V tomto poli se mohou přenášet signalizační informace, databázové dotazy a odpovědi, zprávy MTP 3 úrovně pro management sítě, nebo SMS. Tato signalizační jednotka obsahuje oproti předešlým, v poli SIF, cílovou a zdrojovou adresu na základě, které je MSU doručena cílovému SP v SS7 síti.

4.3.7 Message Transfer Part 3

MTP 3 úroveň zajišťuje tyto tři hlavní funkce diskriminaci, směrování a distribuci. Po přijetí příchozí MSU diskriminační funkce na základě síťového indikátoru a cílové adresy **DPC** (Destination Point Code) obsažené v MSU, určí zda příchozí MSU je určena pro lokální SP nebo ne.



Obr. 4.17 Struktura signalizační zprávy SS7 v úrovni MTP3

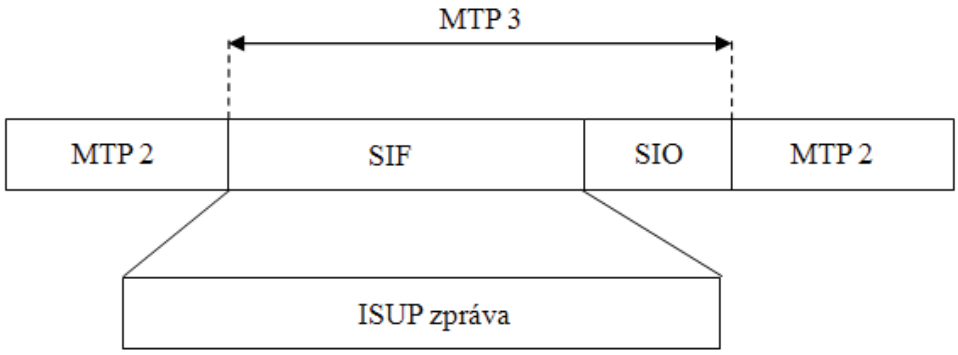
Pokud MSU je určena pro lokální SP, přebírá ji distribuční funkce a ta na základě obsahu v poli určí, kterému MTP3 uživateli je určena. Jestliže MSU je adresována jinému SP je předána směrovací funkci, která rozhodne na základě směrovací tabulky o odeslání do

sousedního SP, který leží v cestě do cíle. Distribuční funkce musí zjistit, komu má MSU doručit. Cílový uživatel je uveden v poli Service Indicator umístěném v poli SIO.

V úrovni MTP 3 jsou definovány pole, které obsahuje signalizační zpráva. V poli **SIO** (Service Information Octet) se přenáší identifikátor typu signalizační sítě SS7 NI (Network Indicator) a číslo uživatele MTP3 úrovně, pro kterého jsou přenášené data určena. Druhé pole **SIF** (Signaling Information Field) obsahuje data a směrovací záhlaví. Pro lepší názornost se signalizační zpráva může přirovnat ke IP paketu. Směrovací záhlaví je složeno ze tří částí, které mají následující význam. Aby signalizační zpráva mohla dorazit do cíle je vybavena 14 bitovým polem DPC obsahujícím adresu SPC (Signaling Point Code) cílového signalizačního bodu. Proto, aby zařízení, které signalizační zprávu obdrží mohlo na ní zpětně odpovědět je v signalizační zprávě 14 bitové pole OPC (Originating) nesoucí adresu SPC původce zprávy.

4.3.8 ISDN User Part (ISUP)

Protokol ISUP zajišťuje v ISDN síti sestavování, řízení a rozpad hovorových nebo datových spojení. Poskytuje také doplňkové služby, jako jsou např. CLIP, CLIR, přesměrování volání a další. Sestavení hovoru je ve srovnání s CAS signalizací mnohem rychlejší. Jelikož se využívá pro přenos signalizačních zpráv oddělené signalizační sítě, musí signalizační zprávy obsahovat informaci o hovorovém okruhu, ke kterému se vztahují. To je provedeno pomocí 12 bitového identifikátoru okruhu CIC (Circuit Identification Code) dovolujícího tak použít až 4096 okruhů.



Obr. 4.18 Zapouzdření ISUP zprávy

ISUP zpráva je nesena v SIF poli signalizační jednotky MSU. Skládá se ze směrového záhlaví, identifikátoru typu ISUP zprávy, povinných parametrů fixní délky, parametrů s proměnnou délkou a nepovinných parametrů. Přenáší se tyto zprávy:

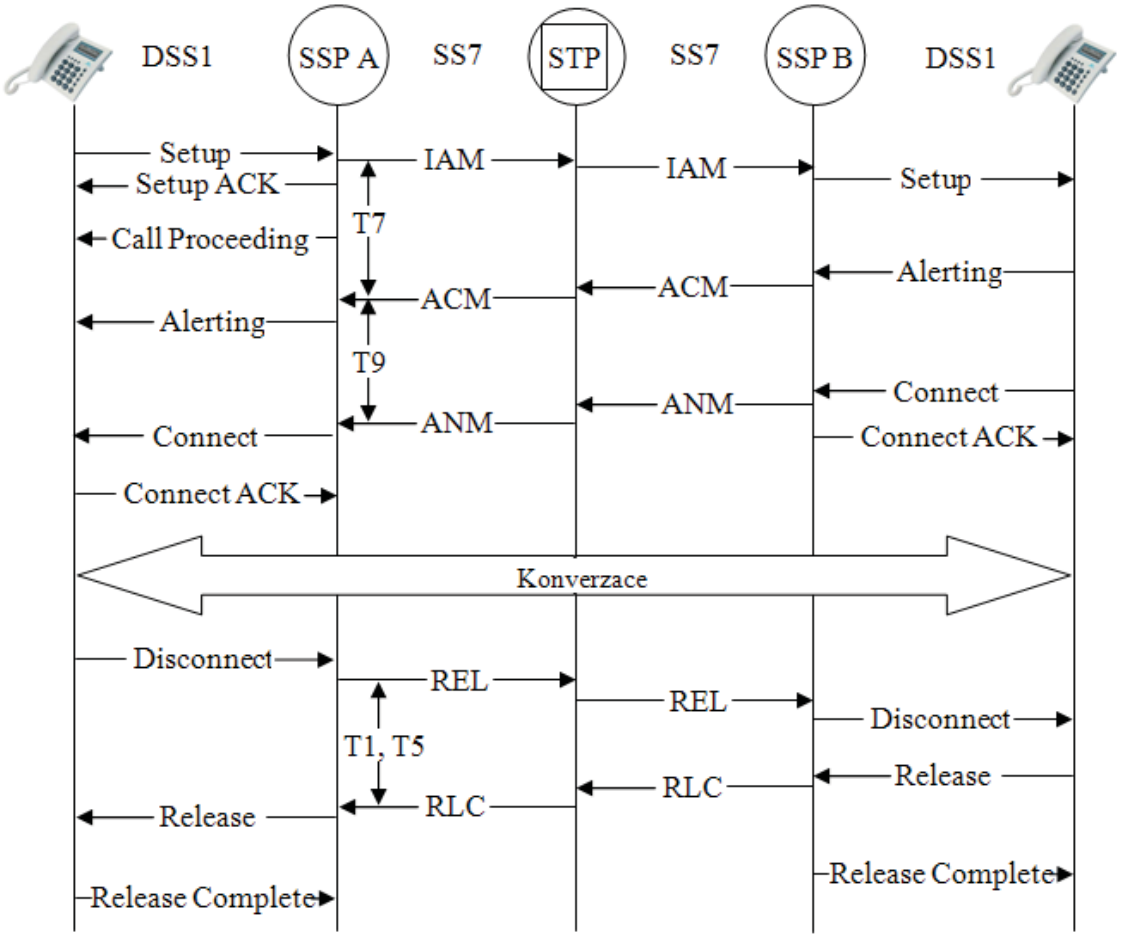
- IAM (Initial Address Message), zpráva se posílá pro zahájení procedury sestavení hovorového nebo datového spojení. Obsahuje informace potřebné pro vybudování spojení, jako jsou např. telefonní číslo volaného, telefonní číslo volajícího, identifikátor okruhu CIC, typ požadované služby pro spojení apod.
- ACM (Address Complete Message) nese potvrzení, že volba je úplná.
- ANM (Answer Message) informuje o přijetí hovoru (přihlášení).
- REL (Release Message), touto zprávou se zahajuje procedura rozpadu spojení. Zpráva REL nese požadavek na uvolnění okruhu a informaci o příčině rozpadu spojení.
- RLC (Release Complete Message) se posílá jako potvrzení na zprávu REL. Po přijetí této zprávy je procedura rozpadu spojení ukončena a uvolněný okruh přechází do stavu Idle.
- CPG (Call Progress Message) informuje ústřednu o nějaké události týkající se spojení, např. při směrování hovoru do mobilní sítě se používá pro přenos informace o vyzvánění volaného účastníka. Jelikož doba než je účastník vyzváněn může přesáhnout časovač T7 a to by znamenalo zrušení hovoru, je posílána ústředně zpráva ACM s parametrem No indication. A informace o vyzvánění se přenáší až ve zprávě CPG.

Na obr. 4.19 je uveden příklad sestavení spojení, význam časovačů je následující:

- T7 je časovač hlídající kompletaci adresy. T7 je spuštěn po odeslání zprávy IAM a zrušen po přijetí zprávy ACM. Pokud časovač vyprší, je okruh uvolněn.
- T9 je časovač hlídající čas poskytnutý pro přijmutí hovoru. Tento časovač je většinou používán ve zdrojové ústředně a je spuštěn při přijmutí zprávy ACM a zrušen po přijmutí zprávy ANM. Jestliže T9 časovač vyprší je okruh uvolněn.
- T1 je časovač hlídající uvolnění okruhu. Časovač T1 je spuštěn, když zpráva REL je

odeslána a zrušen po přijmutí zprávy RLC. Pokud časovač T1 vyprší je zpráva REL znovu vyslána.

- T5 je časovač hlídající čas poskytnutý pro proceduru uvolnění okruhu. Časovač T1 je spuštěn, když první zpráva REL je odeslána a zrušen po přijmutí zprávy RLC. Časovač T5 je nastaven na větší hodnotu než časovač T1. Pokud časovač T5 vyprší je poslána zpráva RSC (Reset Circuit), která zajistí reset okruhu a uvedení okruhu do Idle stavu.



Obr. 4.19 Příklad sestavení spojení s užitím SS7 a DSS1

5. Řízení ve spojovacích systémech, časové a prostorové spojování

U třetí generace spojovacích systémů byl poprvé použit mikropočítač a ústředna byla řízena mikroprocesorem z uloženého programu SPC (Stored Program Control). První ústředny typu SPC se objevily v USA v šedesátých letech v pobočkových ústřednách a v sedmdesátých letech ve veřejné ústředně 1ESS (Electronic Switching System), největšího rozmachu ústředen s SPC došlo v letech osmdesátých. Centrální řídicí jednotka ovládala **modul spojovacího pole**, které umožňovalo prostorové spínání (většinou elektronické, v menší míře dokonce ještě elektromechanické), **moduly spojovacích vedení** (jak analogových přenašečů, tak i digitálních rozhraní s CAS sign.) a **účastnické moduly** (pouze analogové). Většina ústředen třetí generace migrovala změnou architektury do generace čtvrté. Z pohledu řízení se jednalo o změnu zcela zásadní, neboť na rozdíl od třetí generace výrazně přibyl počet řídících jednotek, do kterých byla řada funkcí distribuována částečně či úplně. U čtvrté generace se jedná o komplex počítačů, které spolu komunikují po sběrnicích, předávají si řídící informace a společně se podílí na zajištění provozu celého spojovacího systému [bel]. Funkce řízení ústředny z pohledu zajištění spojení:

- přijímá žádosti na spojení od účastnických stanic,
- autorizuje volajícího dle přiřazené kategorie (oprávnění),
- vyhodnocuje volbu,
- zjišťuje připravenost spojovacích cest a vybírá vhodnou cestu spojení,
- pro sestavení spojení provádí výměnu informací (signalizace) v rámci vlastního systému anebo navenek,
- zjišťuje stav cílového účastníka,
- zajišťuje vyzvánění,
- propojuje hovorovou cestu při přihlášení volaného,
- dohlíží nad spojením po celou dobu jeho trvání,