

Signalizace SS7

Ing. Petr Vacek, Ph.D.

Vodafone Czech Republic, a.s
Vinohradská 167, 100 00 Praha 10
Česká republika
petr.vacek@vodafone.com

Abstrakt: *S rostoucím množstvím poskytovaných telefonních služeb se také zvyšují nároky na výměnu signalizačních informací mezi ústřednami. Signalizační systém č.7 (dále jen SS7) patří v současné době mezi nejrozšířenější síťové signalizační systémy používané jak ve fixních tak i v mobilních sítích. Komplexnost této síťové signalizace dokládá její využívání nejen pro sestavování hovorových spojení, ale i pro dotazy do účastnických databází mobilních sítí, či použití v inteligentních sítích. Cílem tohoto příspěvku je ukázat strukturu signalizační sítě, popsat základní procedury, které se v telefonních sítích objevují a vysvětlit si je na konkrétních signalizačních výpisech. Současný trend migrace téměř veškerého provozu do IP domény se projevuje i v přenosu signalizace. Proto se část příspěvku věnuje také přenosu SS7 přes IP.*

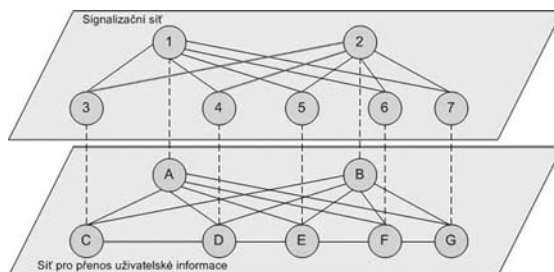
1 Základní rozdělení signalizačních systémů

Signalizační systémy v telekomunikačních sítích je možné rozdělit podle různých hledisek, například podle rozhraní, na kterém se používají. V tomto případě se rozlišuje účastnická a síťová signalizace.

Účastnická signalizace se vyskytuje například na účastnickém vedení mezi koncovým zařízením a pobočkovou ústřednou (systém DSS1). Síťová signalizace se používá mezi ústřednami. Dále ji můžeme rozdělit na CAS (Channel Associated Signaling) a CCS (Common Channel Signaling), viz [1].

Signalizace CAS neboli signalizace přidružená k hovorovému kanálu se používala při digitalizaci sítě, protože zajišťovala spolupráci mezi analogovými a digitálními systémy. Signalizační informace se přenášela v 16.kanálovém intervalu PCM30/32 a na jeden hovorový kanálový interval tak připadal pouze 1 kbit/s signalizační informace (použity pouze 2 bity z 8 pro jeden kanálový interval).

Signalizace SS7 patří do skupiny CCS, viz [2]. Hlavní rozdíl oproti signalizaci CAS spočívá v tom, že přenosové sítě pro signalizaci a hovorový signál jsou na sobě nezávislé, viz Obr. 1



Obr. 1: Signalizační síť

Jednotlivá kolečka představují telefonní ústředny logicky rozdělené na část zpracovávající signalizační a hovorovou informaci. Z obrázku je patrné, že signalizační a hovorová informace mohou obecně procházet po různých cestách.

Pro přenos signalizace je tak dostupných 31 kanálových intervalů v jednom systému PCM, což nepoměrně zvyšuje množství informace, které může být přeneseno, přičemž jeden kanálový interval (64 kbit/s) je schopen obsloužit zhruba 1000 hovorových kanálů.

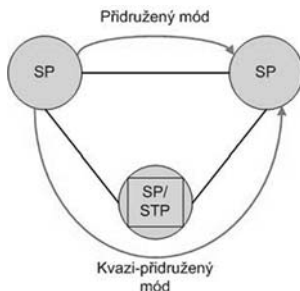
Na signalizační síť SS7 lze nahlížet jako na paketovou síť přenášející signalizační zprávy. Umožňuje přenos jak s přepínáním okruhů tak s přepínáním paketů. Přenos signalizačních zpráv s přepínáním okruhů je určen hlavně pro sestavování řízení a ukončování hovorových spojení, zatímco s přepínáním paketů je využit pro komunikaci například s uživatelskými databázemi v mobilních sítích.

2 Struktura sítě SS7

Signalizační síť se skládá ze signalizačních bodů SP (Signaling Point) a STP (Signaling Transfer Point). Signalizační bod SP představuje buď zdroj nebo cíl signalizačních zpráv, STP lze vnímat jako jakýsi směrovač signalizačních zpráv. V praxi to znamená, že STP zpracovává pouze nižší protokolové vrstvy týkající se směrování a nezabývá se vrstvami aplikačními.

Následující obrázek, Obr. 2, ukazuje možné způsoby přenosu signalizace ve vztahu k hovorové cestě. Přidružený mód znamená, že signalizační cesta se sho-

duje s hovorovou cestou, zatímco v případě kvazi-přidruženého módu nejsou sousední SP signalizačně propojeny a signalizace je přenášena přes nadřazený STP.



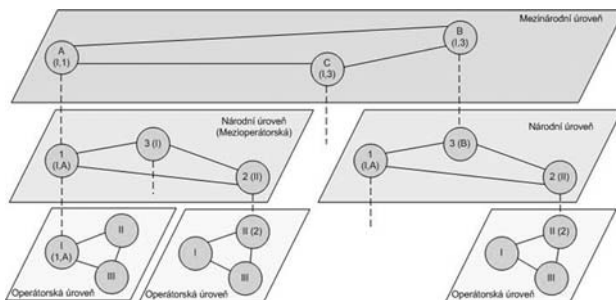
Obr. 2: Přenos signalizace

Každý signalizační bod má svojí adresu, která se nazývá SPC (Signaling Point Code) a má délku 14 bitů, viz Obr. 3. Zóna odpovídá přibližně světadílu, dále je specifikována zem v rámci zóny a pak následuje vlastní identifikace (adresa) SP.

Délka v bitech	3	8	3
	Zóna	Identifikace sítě/oblasti	Identifikace SP

Obr. 3: Signaling Point Code

Adresa SP je rozdělena do tří úrovní: mezinárodní, národní (mezi-operátorová) a operátorová. Důvod tohoto dělení spočívá ve zjednodušení přidělování SPC. Mezinárodní SPC přiděluje ITU a na národní úrovni se o přidělování stará telekomunikační úřad, v našem případě ČTÚ.



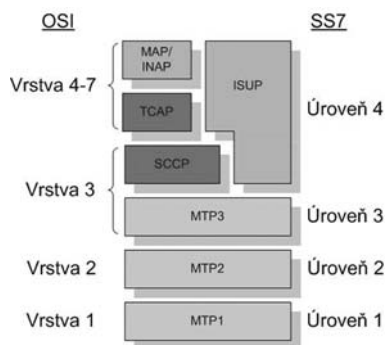
Obr. 4: Síťové úrovně

Z výše uvedeného pak plyne, že jedna ústředna může mít přiděleny až tři SPC, viz Obr. 4. SPC označené římskými čísly patří do operátorské úrovně a mají pouze lokální platnost v rámci sítě příslušného operátora. SPC označené arabskými číslicemi patří do národní úrovně a umožňují propojení mezi operátory v rámci jednoho státu. SPC označené velkými písmeny umožňují mezinárodní propojení operátorů.

3 Protokolový model SS7

Signalizační protokol představuje souhrn pravidel, která se používají pro přenos informace z jednoho bodu do druhého. Mezi hlavní funkce patří přenos řídicích informací nutných pro poskytování požadovaných telekomunikačních služeb, detekce a korekce chyb vzniklých při přenosu nebo segmentace větších zpráv do signalizačních jednotek.

Protokoly SS7 můžeme podle své funkce rozdělit do čtyř úrovní, viz Obr. 5. Obrázek ukazuje vztah mezi funkčním modelem OSI (Open System Interconnection) a protokolovým modelem SS7. Tento přístup rozdělení celé komunikace do vrstev umožňuje jednodušší implementaci změn, které spočívají v modifikaci pouze jednoho nebo několika protokolů. Například změna fyzického média ovlivní pouze fyzickou vrstvu.



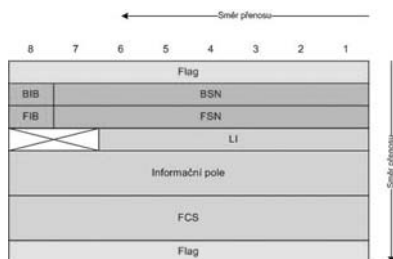
Obr. 5: Protokolový model SS7

Seďm vrstev modelu OSI koresponduje se čtyřmi vrstvami SS7 modelu, nicméně v některých funkcích se modely liší. Dále budou popsány základní funkce modelu SS7.

3.1 Message Transfer Part (MTP)

Protokol MTP je rozdělen do tří úrovní, které víceméně odpovídají prvním třem vrstvám modelu OSI. První úroveň MTP1 představuje fyzickou vrstvu, která je zodpovědná za konverzi bitového toku do formy vhodné pro přenos po médiu, např. elektrický nebo optický signál. Fyzická vrstva je charakterizována mechanickými a elektrickými vlastnostmi konektoru a dále funkčními vlastnostmi (přenosová rychlost, linkový kód), viz [3].

Druhá úroveň MTP2 odpovídá linkové vrstvě modelu OSI. Hlavní úloha spočívá v zabezpečení spolehlivého přenosu mezi dvěma sousedními signalizačními body SP/STP. Za tímto účelem jsou na MTP vrstvě tvořeny signalizační jednotky SU (Signaling Units), které představují kontejnery pro přenos informací vyšších protokolových vrstev. Základní strukturu signalizační jednotky ukazuje Obr. 6.

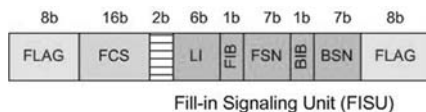


Obr. 6: Signalizační jednotka

Začátek každé SU je označen výskytem stále stejné sekvence bitů, která se nazývá Flag. Dále následují čítače odeslaných zpráv FSN (Forward Sequence Number) a úspěšně přijatých zpráv BSN (Backward Sequence Number). Pro indikaci chybně přijaté zprávy nebo pro oznámení retransmise slouží bity BIB (Backward Indicator Bit) a FIB (Forward Indicator Bit). Indikátor délky LI nese informaci o počtu bajtů uživatelské informace obsažené v informačním poli. Uživatelská informace znamená v tomto kontextu informaci vyšší protokolové vrstvy. Přenášená informace je zabezpečena pomocí cyklického kódu CRC-16. V případě detekce chyby zajistí MTP2 retransmisi chybně přijaté jednotky.

Na MTP úrovni se rozdělují signalizační jednotky do tří typů, a to FISU (Fill-in SU), LSSU (Link Status SU) a MSU (Message SU). Výplňová jednotka FISU, viz Obr. 7, je posílána v případě, kdy není přenášena žádná jiná zpráva a dále slouží k monitorování signalizačního okruhu a potvrzování správně příja-

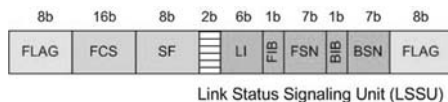
tých zpráv LSSU a MSU. Z obrázku je patrné, že jednotka FISU nenese žádné informační pole.



Obr. 7: Výplňová jednotka

Stavová jednotka LSSU, viz Obr. 7, slouží k monitorování a řízení signalizačního okruhu mezi dvěma sousedními SP/STP, jinými slovy význam těchto jednotek je pouze lokální. Jednotku LSSU lze poznat podle jednobajtové nebo dvoubajtové délky informačního pole, nicméně z informačního pole jsou využívány pouze tři bity s nejvyšším významem, které kódují následující signalizační zprávy:

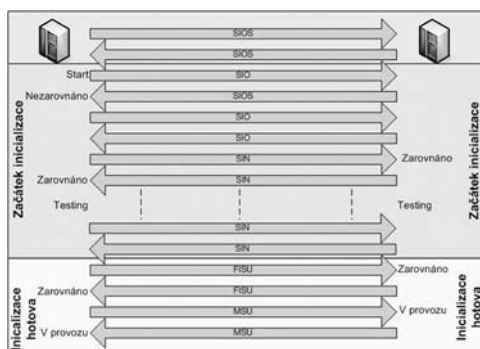
- SIB (Status Indicator of Busy) – Touto zprávou informuje SP o svém zahlcení. Po příjmu této zprávy přestane příjemce posílat na odesílatele MSU jednotky.
- SIPO (Status Indicator of Processor Outage) – Signalizační bod SP takto signalizuje nedostupnost vyšších protokolových vrstev.
- SIO (Out of Alignment) – Tato chyba nastane v případě chybného dekódování úvodního flagu nebo když informační část zprávy přesáhne maximální délku 272 bajtů. Signalizační zpráva SIO pak indikuje začátek inicializace okruhu.
- SIOS (Out of Service) – Indikace, že SP nemůže vysílat ani přijímat MSU zprávy.
- SIN/SIE (Status Indicator of Normal/Emergency) – Oznamuje, že SP začal inicializaci signalizačního okruhu (Alignment Procedure).



Obr. 8: Stavová jednotka

Předtím než může začít přenos signalizačních zpráv je nutné signalizační okruh inicializovat. Tato procedura se nazývá Alignment Procedure, viz Obr. 9. Pokud je sig-

nalizační okruh neaktivní, jsou po něm posílány zprávy SIOS. Během inicializace posílají oba SP zprávy SIO, dokud nejsou schopny správně rozpoznat strukturu příchozích zpráv. Pak následuje testovací perioda, během které jsou po signalizačním okruhu posílány zprávy SIN/SIE mající za úkol prověřit chybovost a integritu okruhu. Délka testovací periody záleží na tom, zda oba SP jsou propojeny jednou nebo více cestami. Pokud existuje více signalizačních cest, testovací perioda trvá 8,2 s. V případě pouze jednoho propojení je tato perioda zkrácena na 0,6 s. Když je signalizační okruh inicializován, mohou být po něm přenášeny signalizační jednotky MSU.



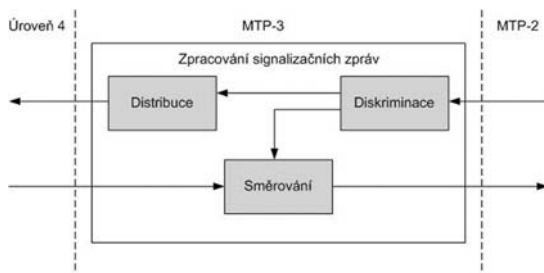
Obr. 9: Inicializace

Posledním typem signalizační jednotky, který se používá na úrovni MTP je MSU, viz Obr. 10. Předchozí signalizační jednotky neobsahovaly žádnou informaci o adrese, protože měly pouze lokální význam. Signalizační jednotka MSU již informaci o adrese obsahuje a patří tak spíše do MTP3.



Obr. 10: MSU

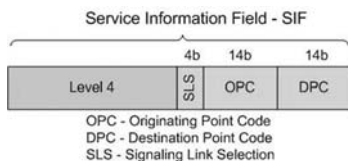
Hlavní funkce protokolové úrovně MTP3 jsou směrování, diskriminace a distribuce, viz Obr. 11. Po příchodu signalizační zprávy do SP rozhodne diskriminační funkce podle adresy, zda je zpráva určena pro tento SP nebo ne. Pokud je zpráva adresována lokálnímu SP, přebírá ji distribuční funkce a doručí ji příslušné vyšší protokolové vrstvě. V případě, že je zpráva adresována jinému SP, zpracovává ji funkce směrování a odesílá ji podle směrovacích tabulek do sousedního SP ležícímu v cestě do cílového SP.



Obr. 11: Zpracování signalizačních zpráv

Signalizační jednotka MSU obsahuje následující parametry:

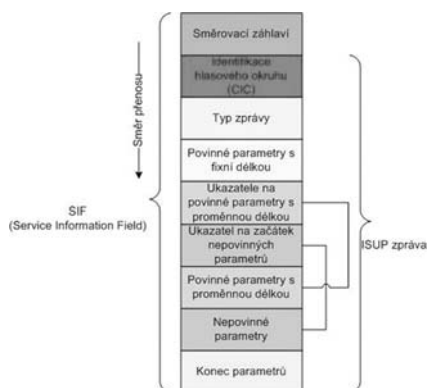
- SIO (Service Information Octet) – Obsahuje informaci o typu protokolu, který je nesen v informačním poli, např. SCCP, ISUP nebo OMAP. Dále specifikuje, o jaký typ SPC se jedná (operátorská, mezi-operátorská nebo mezinárodní úroveň, viz Obr. 4).
- SIF (Service Information Field) – Obsahuje směrovací záhlaví (cílový a zdrojový SPC) a data z vyšší protokolové vrstvy. Maximální délka pole je 272 bajtů, viz Obr. 12.



Obr. 12: Informační pole

3.2 ISDN User Part

Protokol ISUP slouží k sestavování, řízení a ukončení hovorových spojení a dále k poskytování doplňkových služeb. Na začátku bylo řečeno, že signalizační a hovorová síť je navzájem oddělena, viz Obr. 1. Z tohoto důvodu musí být v signalizačních zprávách obsažena informace o hlasovém okruhu, ke kterému se vztahuje. Tato identifikace je provedena pomocí dvanáctibitového identifikátoru CIC (Circuit Identification Code), viz Obr. 13. Veškeré signalizační informace příslušející danému hovoru jsou přenášeny po celou dobu hovoru po stejném signalizačním okruhu (např. na rozdíl od MAP protokolu), viz [7].

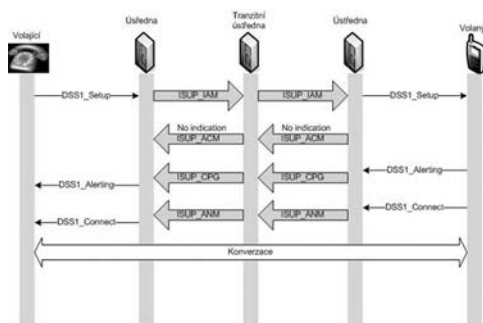


Obr. 13: ISUP zpráva

Dále jsou uvedeny vybrané signalizační zprávy:

- IAM (Initial Address Message) – Tato zpráva se používá pro inicializaci hovorového spojení. Mimo informace o čísle volaného obsahuje další parametry týkající se např. typu spojení, zda je použito potlačení echa, apod.
- ACM (Address Complete Message) – Zpráva je posílána v opačném směru než IAM a indikuje, že hovor je zpracováván, například účastník je vyzváněn.
- ANM (Answer Message) – Zpráva indikující přijetí hovoru.
- CPG (Call Progress Message) – Tato zpráva slouží k informování vzdálené strany (ústředny) o nějaké události týkající se hovoru.
- REL (Release Message) – Zpráva informující o ukončení hovoru.
- RLC (Release Complete Message) – Tato zpráva se posílá druhá strana jako potvrzení ukončení hovoru.

Jako příklad je ukázán průběh sestavení hovorového spojení mezi dvěma účastníky, viz Obr. 14.

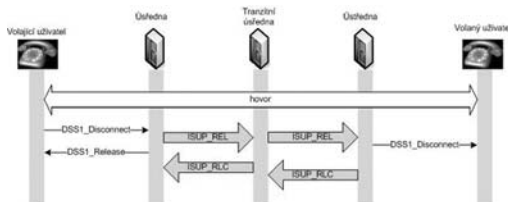


Obr. 14: Sestavení hovoru

Po volbě volaného čísla, je sestavována hovorová cesta krok za krokem celé přenosové trase. Výchozí ústředna posílá zprávu IAM obsahující základní informace týkající se požadovaného spojení, např. číslo volaného, typ spojení (hlas, 3,1 kHz audio, 64 kbit/s preferovaných, atd.), typ účastníka (ISDN, non-ISDN) a další nepovinné parametry závislé na konfiguraci příslušného operátora.

Když ústředna získá potřebné informace pro další směrování, signalizuje to předchozí ústředně zprávou ACM. V podstatě lze říci, že tato zpráva obsahuje podobné informace jako zpráva IAM. Navíc může obsahovat například informaci o vyzvánění volaného účastníka. Maximální doba mezi zprávami IAM a ACM je hlídána časovačem T7 (20s – 30s) po jehož vypršení dojde k ukončení spojení (poslání zprávy REL). V případě, že hovor je směrován do mobilní sítě, se může stát, že doba než je účastník vyzváněn, může být díky dlouhému pagingu delší než časovač T7. Z důvodu, aby nebylo spojení zrušeno, posílá ústředna těsně před vypršením časovače T7 zprávu ACM s parametrem *No indication*. Informace o vyzvánění volaného účastníka je pak předána v signalizační zprávě CPG. Pokud účastník přijme hovor, ústředna to signalizuje pomocí zprávy ANM.

Ukončení hovoru ukazuje Obr. 15. Ústředna, která ukončuje spojení o tom informuje ve zprávě REL. Důležitým parametrem v tomto případě je důvod ukončení. Vzdálená ústředna potvrzuje zprávou RLC.



Obr. 15: Ukončení hovoru

3.3 Signaling Connection Control Part (SCCP)

Protokol SCCP se využívá například pro přístup do účastnických databází a využívá služeb vrstvy MTP. Hlavní rozdíl mezi SCCP a MTP spočívá v tom, že zatímco MTP vrstva komunikuje výhradně pomocí datagramů, z nichž každý nese plné směrovací informace (SPC), tak SCCP podporuje přenos jak s přepínáním paketů tak i s přepínáním okruhů, viz [4]. Tyto služby se dělí do čtyř tříd:

- Třída 0 – Přenos s přepínáním paketů
- Třída 1 – Přenos s přepínáním paketů se segmentací
- Třída 2 – Přenos s přepínáním okruhů
- Třída 3 – Přenos s přepínáním okruhů s potvrzování zpráv

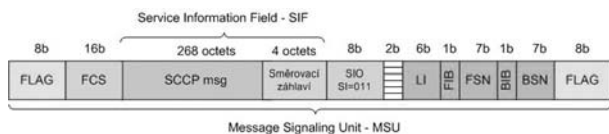
Třída 0 poskytuje základní přenos s přepínáním paketů využívaný hlavně při krátké komunikaci s uživatelskými databázemi v mobilních sítích. Pokud se jedná o delší transakci (tzn. více SCCP zpráv) využívá se třída 1 se sekvenčním číslováním zpráv. Každá zpráva této třídy v sobě nese plné adresní informace nutné pro směrování.

Přenos s přepínáním okruhů se využívá například na rozhraní mezi kontrolerem BSC a ústřednou MSC v mobilních sítích. Na rozdíl od přenosu s přepínáním paketů neobsahují signalizační zprávy úplné adresní informace, ale jen takzvané reference, které jednoznačně charakterizují oba konce okruhu. Tyto reference jsou nastaveny při inicializaci SCCP spojení.

Přenos SCCP zpráv v signalizačních jednotkách MSU ukazuje Obr. 16. Hlavní funkce SCCP protokolu je směrování mezi různými operátory, což vlast-

ně mobilním sítím umožňuje mezinárodní roaming. Na úrovni SCCP se využívají tři typy adres:

- Global Title (GT) – Adresa signalizačního bodu SP ve formě telefonního čísla v mezinárodním formátu.
- Signaling Point Code (SPC) – MTP adresa SP, viz
- Subsystem Numer (SSN) – Adresa aplikace v rámci SP, např. HLR, MSC, SGSN atd.

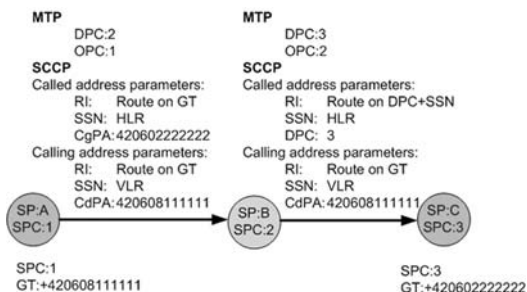


Obr. 16: SCCP zapouzdření

Mocný nástroj pro mezinárodní směrování představuje GT překlad (GT Translation). Umožňuje transparentní směrování sítí bez nutnosti znát individuální adresy každého SP ležícího v cestě. Každý SP se chová jako směrovač signalizačních zpráv, to znamená, že cílový GT je vždy přeložen na SPC sousedního SP ležícího v cestě k cílovému signalizačnímu bodu. Výsledný SPC je vložen do směrovacího záhlaví na úrovni MTP, viz Obr. 16.

Jednoduchý příklad SCCP směrování je ukazuje Obr. 17. Barevné kroužky představují telefonní ústředny (signalizační body) a nad nimi jsou uvedeny vybrané adresní informace přenášené v signalizačních zprávách. Jsou rozděleny na část patřící do MTP vrstvy a do SCCP vrstvy. Adresa SPC na MTP vrstvě je platná pouze mezi dvěma sousedními SP, zatímco na SCCP vrstvě lze adresovat koncový bod.

Signalizační bod SP A posílá zprávu SP C, kterého adresuje pomocí GT 420602222222. Na základě směrovacích tabulek SP A je tento GT přeložen na SPC 2 sousedního signalizačního bodu. Když SP B přijme zprávu podle směrovací tabulky zjistí, že může směrovat již přímo podle DPC. V praxi může takový případ nastat, když SP B a SP C jsou v síti jednoho operátora.

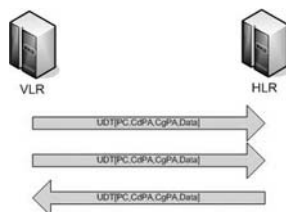


Obr. 17: SCCP směrování

Pro přenos signalační zpráv jsou na SCCP vrstvě definované signalační zprávy, mezi nejdůležitější patří:

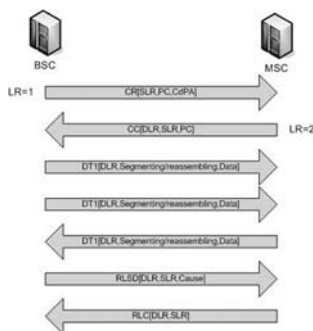
- CR (Connection Request) – Inicializační zpráva pro sestavení SCCP spojení třídy 2 nebo 3
- CC (Connection Confirm) – Potvrzující zpráva posílaná v opačném směru než zpráva CR.
- RLSD (Released) – Zpráva ukončující spojení
- RLC (Released Complete) – Potvrzující zpráva posílaná v opačném směru než RLSD.
- DT1 (Data Form 1) – Přenosový kontejner pro přenos dat ve třídě 2. Umožňuje segmentaci dat.
- DT2 (Data Form 2) – Přenosový kontejner pro přenos dat ve třídě 3. Umožňuje segmentaci přenášených dat a číslování segmentů pro jejich zpětné potvrzování.
- UDT (Unit Data Form) – Přenosový kontejner pro přenos ve třídě nula a jedna.

Dále, viz Obr. 18, je ukázán přenos dat ve třídě nula a jedna. V tomto případě jsou použity zprávy UDT, nichž každá nese kompletní adresní informace cílového bodu.



Obr. 18: Přenos ve třídě 0 a 1

Přenos s přepínáním okruhů ukazuje Obr. 19. Jak bylo uvedeno v předchozí části, signalizační zprávy přenášející uživatelská data neobsahují zdrojové a cílové adresy, ale pouze tzv. reference. Reference představují čísla označující jednotlivé strany přenosu, která jsou domluvena při inicializaci spojení ve zprávách CR a CC. Tyto reference dále slouží k adresaci vzdálených bodů ve zprávách DT1, příp. DT2. Výhodou tohoto typu spojení je šetření přenosových prostředků díky tomu, že není nutné přenášet kompletní adresní informace. Nevýhoda spočívá v delším navazování spojení.



Obr. 19: Přenos ve třídě 2

3.4 Transaction Capability Application Part (TCAP)

Protokol TCAP je využíván vyššími protokoly (např. MAP) pro definování pravidel komunikace s databázemi (např. rozlišování jednotlivých dialogů pro různé uživatele, přiřazování odpovědí k dotazům, dohadování verzí protokolů, apod.). Slouží hlavně pro dotazy do uživatelských databází VLR a HLR užívaných v mobilních sítích, tzv. dialogy (dotaz, odpověď). Na úrovni SCCP využívá TCAP služby třídy 0, tedy přenos s přepínáním paketů. Důvod spočívá v relativně krátkých

dialozích, při kterých by navazování SCCP spojení bylo značně neefektivní. Na úrovni TCAP jsou definovány dva typy dialogu, a to strukturovaný a nestrukturovaný. V GSM je používán zásadně strukturovaný dialog, který lze přirovnat k přenosu s přepínáním okruhů. Nabízí se otázka, proč není použito přepínání okruhů již na SCCP vrstvě. Důvod je ten, že SCCP protokol není schopen poskytnout požadované řízení dialogu jako TCAP, proto je SCCP vrstva použita v nejjednodušší formě, viz [5].

Strukturu TCAP zprávy skládající se ze tří částí ukazuje Obr. 20. Transakční část se stará o sestavování, řízení a ukončení transakcí. Transakce je v tomto případě chápána jako výměna informačních komponent mezi dvěma signalizačními body. Pro plnění uvedených funkcí byly definovány následující zprávy:

- Begin – Tato zpráva otevírá dialog
- Continue – Přenáší uživatelské informace
- End – Ukončuje dialog
- Abort – Přerušuje dialog

Další část TCAP zprávy je určená pro přenos informačních komponent. Komponenta znamená v tomto kontextu požadavek na vykonání operace nebo odpověď na tento požadavek:

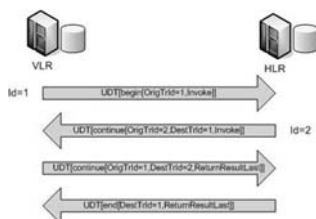
- Invoke – Inicializuje na přijímací straně požadovanou operaci (záležitost protokolu MAP). Názvy a kódy operací lze najít ve specifikaci, viz [6].
- Return Result – Obsahuje výsledek operace, podle délky může být rozdělen do více zpráv
- Return Error – Indikuje chybu
- Reject – Informuje o tom, že aplikace nemůže zpracovat operaci.

Dialogová část obsahuje informaci o použité verzi protokolu. Při inicializaci dialogu přenáší navrženou verzi a ve zpětném směru pak buď potvrzení nebo zamítnutí.

Část komponent	Dialogová část	Transakční část
----------------	----------------	-----------------

Obr. 20: TCAP zpráva

Ukázku strukturovaného dialogu ukazuje Obr. 21. Během zahájení komunikace si obě strany vymění Transaction Id, podle kterých jsou rozlišováni současně komunikující uživatelé. Všechny další zprávy musí tyto dohodnuté identifikátory používat po dobu trvání komunikace. Přenášené zprávy dále obsahují požadavky na operaci a odpovědi na tyto požadavky.

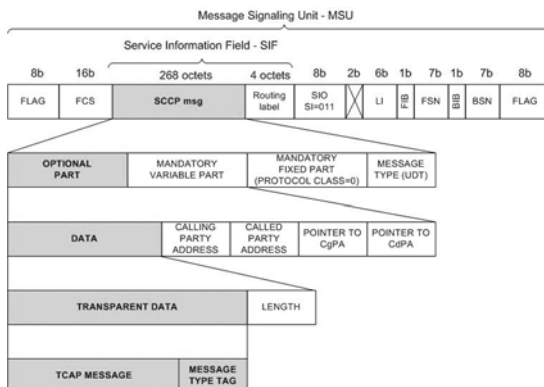


Obr. 21: Strukturovaný dialog

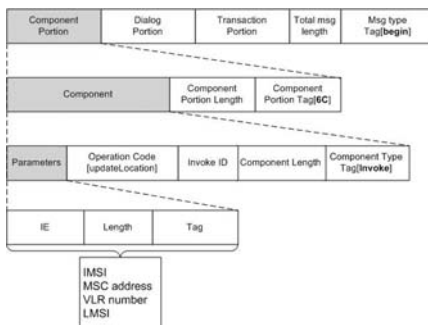
3.5 Mobile Application Part (MAP)

Protokol MAP byl vytvořen speciálně pro podporu služeb v mobilních sítích. Na úrovni tohoto protokolu jsou definovány tzv. operace, např. registrace telefonu do sítě, kontrola IMEI, přenos textové zprávy, atd. Tyto operace jsou dále směrem do rádiové sítě překládány do GSM signalizace a naopak. Každá MAP operace má svůj kód (operation code), který je přenášen na TCAP úrovni v části komponent, viz [6].

Pro přenos signalizačních zpráv využívá MAP strukturovaný TCAP dialog a SCCP spojení třídy 0 nebo 1. Funkcionalita protokolu je rozdělena do funkčních entit rozlišovaných podle SSN (Subsystem Number), viz SCCP kapitola. Příklad kompletního zapouzdření MAP zprávy ukazují Obr. 22 a Obr. 23. V tomto případě se jedná o zprávu v rámci registrace účastníka do sítě přenášející například účastnické IMSI.



Obr. 22: TCAP zapouzdření

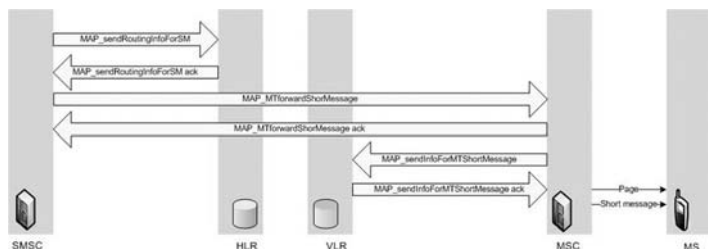


Obr. 23: MAP zapouzdření

Následující příklad, viz Obr. 24, ukazuje MAP komunikace v při doručování textové zprávy. Proces posílání textových zpráv lze rozdělit na dvě fáze. V první fázi je textová zpráva doručena do centra zpráv (SMSC) a druhé fázi je zpráva doručena koncovému účastníkovi. Následující příklad se zaměřuje právě na druhou fázi.

Aby mohlo SMSC doručit textovou zprávu koncovému účastníkovi, musí nejprve zjistit lokalitu, kde se nachází. Tato informace je pro všechny uživatele uložena v domovském účastnickém registru HLR. SMSC pošle do HLR MAP zprávu SendRoutingInfoForSMS, která obsahuje MSISDN účastníka a GT SMSC. V odpovědi na tuto zprávu se v optimálním případě nachází GT ústředny (MSC), v jejíž oblasti se účastník momentálně nachází. V tomto momentě SMSC již zná

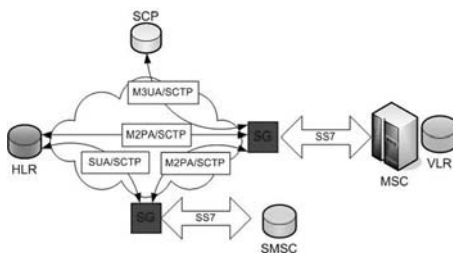
lokalitu uživatele a může mu odeslat textovou zprávu, která je zapouzdřena v MAP zprávě MT_ForwardShortMessage. Veškeré MAP zprávy uvedené v tomto příkladě jsou směrovány na SCCP vrstvě podle GT (Global Title), což umožňuje posílání textových zpráv i do ostatních mobilních sítí.



Obr. 24: Příchozí textová zpráva

4 SIGTRAN

Postupem doby se stále zvyšuje význam datových služeb v porovnání se službami hlasovými a z hlediska operátora se jeví výhodné nějakým způsobem sjednotit přenosové sítě a platformy pro oba druhy služeb. Jednou z možností může být migrace hlasové přenosové sítě do IP domény. Příklad přenosu SS7 přes IP síť ukazuje Obr. 25. Důležitým prvkem je tzv. signalizační brána SG (Signaling Gateway), která převádí standardní SS7 protokoly z TDM (Time Division Multiplex) sítí do formy vhodné pro přenos přes IP. Z obrázku je patrné, že signalizační body SP (HLR, SCP,...) jsou propojeny pouze IP sítí a komunikují spolu prostřednictvím nových protokolů, které budou vysvětleny dále.



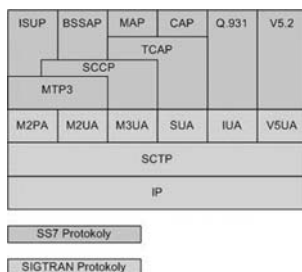
Obr. 25: Přenos SS7 přes IP

SIGTRAN (Signaling Transport) představuje novou sadu protokolů vytvořenou na půdě IETF (International Engineering Task Force). Cílem bylo definovat

způsob přenosu signalizace přes sítě založené na IP. Objevila se tak potřeba definovat další transportní protokol s pracovním názvem CTP (Common Transport Protocol). Nejprve se uvažovalo o využití stávajících protokolů TCP a UDP, nicméně se ukázalo, že žádný z těchto protokolů není dostačující. Základní požadavky na CTP byly stanoveny:

- Schopnost přenášet signalizační protokoly klasických hlasových sítí s možností identifikace jednotlivých protokolů
- Standardní struktura CTP paketu, tj. záhlaví, zabezpečení paketu, definice procedury navázání spojení, atd.
- Podpora funkcionalit vyžadovaných od vyšších protokolů, např. řízení toku, číslování paketů, detekce/korekce chyb, retransmise, atd.
- Detekce nefunkčnosti vzdáleného konce

Během doby se objevilo několik návrhů protokolů splňujících více či méně uvedené požadavky. Výsledkem byl protokol SCTP (Streaming Control Transport Protocol), prvně zveřejněný roku 1999, viz [8]. Pro přenos protokolů SS7 musely být ovšem definovány ještě tzv. adaptační protokoly přizpůsobující vyšší protokoly pro přenos přes IP, resp. SCTP. Tyto adaptační protokoly se liší podle toho, který protokol je jim nadřazen, viz Obr. 26. Názvy těchto protokolů vyplývají názvu protokolu, který nahrazují, např. M3UA (MTP3 User Adaptation Layer) nahrazuje protokol MTP3.



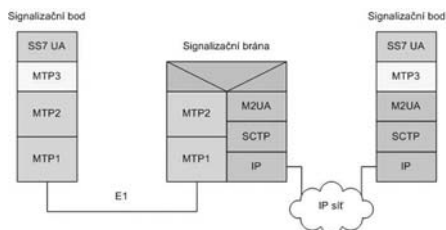
Obr. 26: SIGTRAN protokoly

V současné době je definováno šest adaptačních protokolů:

- V5.2 User Adaptation (V5UA) – Poskytuje služby protokolu V.5.2.
- ISDN UA (IUA) – Poskytuje služby protokolu LAPD. Jeho uživatelem je protokol Q.931
- MTP2 UA (M2UA) – Jeho služby využívá protokol MTP3. Tento protokol je používán hlavně pro komunikaci klient-server, např. SG – SP.
- MTP2 Peer-to-Peer (M2PA) – Využíván hlavně pro komunikaci SG-SG. Použitelné například pro spojení dvou SS7 sítí přes IP.
- MTP3 UA (M3UA) – Podporuje komunikaci peer-to-peer a klient-server. Jeho uživatelem je protokol SCCP nebo ISUP.
- SCCP UA (SUA) – Jeho služeb využívá například protokol TCAP.

Příklad komunikace mezi signalizační bránou SG a signalizačním bodem ukazuje Obr. 27. V tomto případě instance protokolu MTP3 běžící na SP využívá instanci MTP2 na signalizační bráně. Díky protokolu M2UA ovšem instance MTP3 neví, že využívá MTP2 vzdáleně. Jinými slovy protokol M2UA poskytuje vzdálené propojení instancí protokolů MTP3 a MTP2. Z tohoto důvodu signalizační brána nemá adresu v rámci signalizační sítě, tzn. SPC. Využití tohoto řešení je výhodné zejména v následujících situacích:

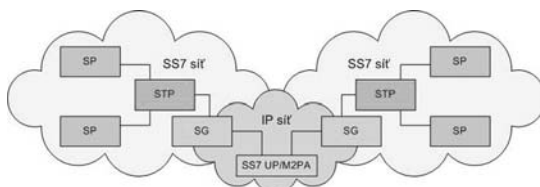
- Signalizační body v síti mají relativně malý počet signalizačních okruhů
- Relativně velký počet signalizačních bran SG
- Funkce MSC je integrována s SG



Obr. 27: M2UA

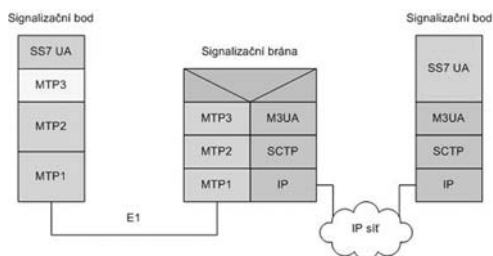
Příklad použití protokolu M2PA ukazuje Obr. 28. Jde vlastně o vytvoření mostu mezi dvěma SS7 sítěmi přes IP síť. V tomto případě protokol M2PA plně nahrazuje protokol MTP2 na obou vzdálených koncích a signalizační brána se z hlediska SS7 jeví jako signalizační bod SP. Protokol M2PA je tedy zodpovědný za následující funkce:

- Aktivace a deaktivace signalizačního okruhu
- Zpracování stavivových informací o signalizačním okruhu
- Číslování signalizačních jednotek



Obr. 28: M2PA

Použití protokolu M3UA představuje Obr. 29. Toto řešení je využíváno hlavně mobilními operátory, protože protokol M3UA může přenášet signalizační zprávy jak protokolu ISUP tak SCCP.



Obr. 29: M3UA

5 Použité zkratky

GT	Global Title
HLR	Home Location Register

IUA	ISDN User Adaptation
M2PA	MTP2 Peer-to-Peer User Adaptation
M2UA	MTP2 User Adaptation
M3UA	MTP3 User Adaptation
MAP	Mobile Application Part
MTP	Message Transfer Part
SCCP	Signaling Connection Control Part
SCP	Signaling Control Point
SG	Signaling Gateway
SP	Signaling Point
SPC	Signaling Point Code
SSN	Subsystem Numer
STP	Signaling Transfer Point
SUA	SCCP User Adaptation
TCAP	Transaction Capability Application Part
V5UA	V5.2 User Adaptation
VLR	Visitor Location Register

Literatura

- [1] Russel, T.: *Signaling System#7*. McGraw-Hill, New York, 2002.
- [2] ITU-T Q.700: Specification of Signalling System No.7, 03/2003
- [3] ITU-T Q.701: Functional Description of MTP, 03/1993
- [4] ITU-T Q.714: SCCP Procedures, 07/1994
- [5] ITU-T Q.774: Transaction Capabilities Procedures, 06/1997
- [6] TS 09.02: MAP Specification, 3GPP, 1997
- [7] ITU-T Q.767: ISDN Procedures, 03/1993
- [8] RFC 2960: Stream Control Transmission Protocol, 10/2000