

Tomasz PALICZKA

PWPT WASKO Sp. z o.o., Zakład Systemów Telekomunikacyjnych

SYSTEM SYGNALIZACJI NR 7 JAKO ŹRÓDŁO DANYCH DO CELÓW OCENY JAKOŚCI USŁUG TELEKOMUNIKACYJNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono zarys możliwości wykorzystania systemu sygnalizacji SS7 do celów oceny jakości usług telekomunikacyjnych (QoS). Podano przykładowe parametry istotne z punktu widzenia QoS możliwe do uzyskania z podstawowych wiadomości sygnalizacyjnych wykorzystywanych do realizacji połączeń telefonicznych użytkowników ISDN.

THE SIGNALLING SYSTEM #7 AS DATA SOURCE FOR THE PURPOSE OF DETERMINATION OF QUALITY OF SERVICE

Summary. This article presents an outline of possibility of use the Signalling System #7 for the purpose of Quality of Service. There are specified important parameters from the QoS point of view which can be determined from signalling messages using to establish and disconnect telephone calls generated by ISDN users.

1. Wstęp

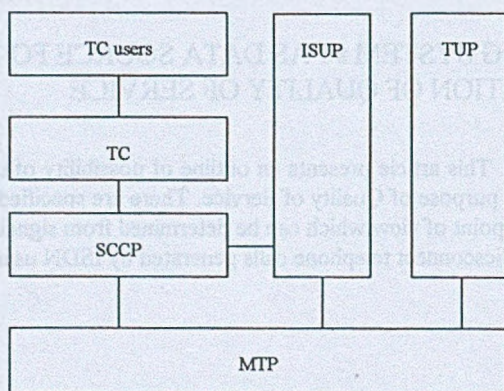
Obsługa wywołań pochodzących od abonentów sieci telekomunikacyjnych wymaga wymiany szeregu informacji dotyczących zestawienia połączenia, realizacji wymaganych usług, rozłączenia połączenia. Funkcje wymiany informacji realizuje system sygnalizacyjny. System sygnalizacyjny jest w znacznej mierze odpowiedzialny za zakres i jakość świadczonych usług telekomunikacyjnych. Dlatego sensowne i uzasadnione wydaje się spojrzenie na system sygnalizacyjny jako na źródło informacji, na podstawie którego można oceniać jakość usług telekomunikacyjnych, tzw. QoS (*Quality of Service*).

2. Opis systemu sygnalizacji SS7

System sygnalizacji SS7 (*Signalling System No. 7*) należy do systemów współkanałowych (działających we wspólnym kanale). System współkanałowy wykorzystuje wydzielone kanały transmisyjne do przesyłania informacji sygnalizacyjnej związanej z wieloma łączami użytkowymi. Przyjęty w Polsce standard sieci SS7 wykorzystuje szesnastą szczelinę czasową traktów cyfrowych PCM 30/32 o przepływności 2048 kbit/s. Przepływność binarna łącza sygnalizacyjnego jest równa 64 kbit/s. Podstawową cechą systemu sygnalizacji SS7 jest duża niezawodność działania. Wymóg dużej niezawodności jest oczywisty, w momencie gdy zaczniemy postrzegać system SS7 jako swoisty układ nerwowy sieci telekomunikacyjnej. Jakakolwiek awaria sieci SS7 może spowodować uniemożliwienie realizacji usług części abonentów sieci telekomunikacyjnej, mimo że łącza abonenckie będą sprawne.

2.1. Model warstwowy sieci SS7

Architektura systemu sygnalizacji nr 7 (SS7) może być przedstawiona za pomocą modelu warstwowego pokazanego na rys. 1.



Rys. 1. Model warstwowy sieci SS7

Fig. 1. The layers model of SS7

Objaśnienia skrótów:

- | | | |
|------|--|---|
| MTP | (<i>Message Transfer Part</i>) | – część transferu wiadomości; |
| SCCP | (<i>Signaling Connection Control Part</i>) | – część sterowania połączeniami sygnalizacyjnymi; |
| ISUP | (<i>ISDN User Part</i>) | – część użytkowników ISDN; |

TUP	(<i>Telephone User Part</i>)	– część użytkowników telefonicznych;
TC	(<i>Transaction Capabilities</i>)	– wspomaganie transakcji;
TC user	(<i>Transaction Capabilities user</i>)	– użytkownicy TC.

Część transferu wiadomości (MTP) jest odpowiedzialna za przesyłanie wszystkich typów wiadomości generowanych przez części użytkowników SS7.

Część sterowania połączeniami sygnalizacyjnymi (SCCP) jest wykorzystywana w głównej mierze do przesyłania wiadomości nie związanych z zestawianiem i obsługą połączeń rozmównych. SCCP wzbogaca sieć SS7 o funkcje charakterystyczne dla sieci pakietowych.

Część użytkowników ISDN (ISUP) realizuje funkcje pozwalające na obsługę abonentów ISDN oraz telefonii analogowej. Część ISUP wypiera część TUP.

Część użytkowników telefonicznych (TUP) realizuje funkcje wymagane do obsługi abonentów wykorzystujących aparaty analogowe. Ma znaczenie historyczne.

Część wspomaganie transakcji (TC) jest protokołem komunikacyjnym wykorzystywanym przez różne aplikacje do przesyłania wiadomości nie związanych bezpośrednio z procesem zestawiania połączeń metodą komutacji kanałów. Do podstawowych aplikacji wykorzystujących TC (TC user) zaliczamy:

- 1) obsługę sieci abonentów ruchomych – część MAP (*Mobile Application Part*),
- 2) eksploatację i utrzymanie sieci SS7 – część OMAP (*Operation and Maintenance Application Part*),
- 3) realizację usług pomocniczych i rozszerzonych,
- 4) realizację usług tzw. sieci inteligentnej – część INAP (*Intelligent Network Application Part*),
- 5) przenoszenie danych w relacji abonent – abonent.

W polskiej sieci PSTN są wykorzystywane następujące protokoły części użytkowników SS7:

- 1) ISUP1,
- 2) SCCP,
- 3) INAP,
- 4) OMAP.

W najbliższym czasie część ISUP1 zostanie zastąpiona przez drugą wersję protokołu ISUP (ISUP2).

W dalszej części artykułu zostanie przedstawione wykorzystanie wiadomości protokołu ISUP1 do celów określenia parametrów istotnych z punktu widzenia jakości usług.

2.2. Elementy sieci SS7

Podstawowymi elementami sieci sygnalizacyjnej SS7 są:

- 1) łącza sygnalizacyjne,
- 2) punkty sygnalizacyjne SP (*Signalling Point*),
- 3) transferowe punkty sygnalizacyjne STP (*Signalling Transfer Point*).

Łącze sygnalizacyjne umożliwia wymianę wiadomości sygnalizacyjnych między węzłami sieci sygnalizacyjnej, czyli punktami sygnalizacyjnymi – reprezentuje warstwę fizyczną.

Punkt SP (niekiedy określany akronimem SEP <<*Signalling End Point*>>) jest punktem umożliwiającym dostęp do sieci SS7. W sieci PSTN (*Public Switched Telephone Network*) każda centrala podłączona do sieci sygnalizacyjnej nr 7, mająca zaimplementowane protokoły warstw wyższych (powyżej MTP), jest punktem sygnalizacyjnym SP.

Punkt STP realizuje funkcje tranzytowe w stosunku do ruchu sygnalizacyjnego przez niego przesyłanego – wykorzystuje jedynie funkcjonalność warstwy MTP. Pełni on podobną rolę jak routery w sieci TCP/IP. Rolę punktu STP może pełnić punkt SP.

2.3. Sposoby przesyłania wiadomości sygnalizacyjnych w sieci SS7

Wyróżniamy trzy sposoby przesyłania wiadomości sygnalizacyjnych w zależności od relacji między drogą przesyłania danych użytkownika a drogą przesyłania wiadomości sygnalizacyjnych związanych z tymi danymi:

- 1) tryb skojarzony,
- 2) tryb nieskojarzony,
- 3) tryb quasi-skojarzony.

Tryb skojarzony charakteryzuje się tym, że wiadomości sygnalizacyjne są przesyłane między kolejnymi punktami sieci bez udziału dodatkowych punktów STP. Trasa pokonywana przez informacje użytkownika i wiadomości sygnalizacyjne jest identyczna.

Tryb nieskojarzony polega na przekazywaniu wiadomości sygnalizacyjnych przez jeden lub więcej transferowych punktów sygnalizacyjnych (STP) pośredniczących pomiędzy centralami początkową i końcową. Powoduje to, że drogi sygnalizacyjna i łącza rozmównego są różne.

Tryb quasi-skojarzony jest odmianą trybu nieskojarzonego. Podobnie jak w trybie nieskojarzonym do przesyłania wiadomości sygnalizacyjnych wykorzystuje się dodatkowe tranzytowe punkty sygnalizacyjne. W odróżnieniu jednak od trybu nieskojarzonego każda relacja sygnalizacyjna ma ściśle zdefiniowaną drogę sygnalizacyjną, jednakową dla wszystkich stworzonych w niej połączeń.

W praktyce wykorzystywane są tryby skojarzony i quasi-skojarzony.

3. Sposoby określania i pomiarów QoS

Jakość usług (QoS) jest definiowana jako całkowity efekt jakości (wydajności) usługi określający stopień zadowolenia użytkownika usługi. Jest to jedna z metod określenia niezawodności systemów telekomunikacyjnych. QoS jest określane przez wiele współczynników charakterystycznych dla danej usługi.

Jakość usług może zostać określona na podstawie niżej wymienionych, przykładowych metod pomiarów [2]:

- 1) obserwacji świadczonych usług w znaczeniu zewnętrznym (badania przeprowadzone przez niezależne firmy doradcze),
- 2) generowania połączeń testowych (ruch symulowany),
- 3) przeprowadzania wywiadów z abonentami,
- 4) automatycznych, wewnętrznych obserwacji (realizowanych przez wyposażenie centrali).

Jakość usług powinna być określana zarówno dla łączy wejściowych, jak i wyjściowych, przy rozróżnieniu między różnymi typami połączeń.

Normy definiują źródła informacji mogące pomóc w określeniu QoS [2]. Jakość usług może zostać określona m.in. na podstawie:

- 1) uwag abonentów,
- 2) średniego czasu trwania połączenia,
- 3) pomiarów ruchu,
- 4) pomiarów transmisji,
- 5) kontaktów z klientami generującymi duży ruch (duże przedsiębiorstwa) – duże przedsiębiorstwa są z reguły zainteresowane polepszeniem jakości świadczonych usług,
- 6) stosunku czasu trzymania (czasu zajętości zasobów) do czasu rozmowy.

Przedstawione pokrótce wstępne uwagi na temat określania jakości usług ukazują złożoność problemu. Wykorzystanie danych z sygnalizacji SS7 może w znacznym stopniu uprościć proces pozyskiwania informacji niezbędnych do określenia QoS.

4. Protokół ISUP

Protokół ISUP został stworzony do obsługi zgłoszeń abonentów cyfrowej sieci z integracją usług ISDN (*Integrated Services Digital Network*). Umożliwia realizację usług bazowych:

- 1) mowa,

- 2) 3.1 kHz, akustyczne,
- 3) 64 kbit/s, nieograniczone.

Oprócz usług bazowych możliwa jest realizacja wielu usług dodatkowych, np. prezentacja identyfikacji linii wywołującej (CLIP), ograniczania identyfikacji linii wywołującej (CLIR), zamknięta grupa użytkowników (CUG), wybieranie bezpośrednie u użytkownika (DDI).

4.1. Informacje zawarte w wybranych wiadomościach sygnalizacyjnych protokołu ISUP

Dla określenia podstawowych parametrów QoS związanych z obsługą abonentów telefonicznych wystarcza analizowanie zaledwie kilku wiadomości sygnalizacyjnych protokołu ISUP biorących bezpośredni udział w procesie zestawiania połączenia. Będą to wiadomości:

- 1) IAM (Initial Address Message).
- 2) ACM (Address Complete Message).
- 3) CPG (Call Progress Message).
- 4) ANM (Answer Message).
- 5) REL (Release Message).
- 6) RLC (Release Complete Message).

Wiadomość IAM jest pierwszą wiadomością wymienianą w procesie inicjacji połączenia przez abonenta inicjującego (AbA). Zawiera informację niezbędną dla zestawienia połączenia do abonenta wywoływanego (AbB).

Wiadomość ACM jest wysyłana w kierunku wstecz i informuje, że wszystkie cyfry numeru niezbędne do wywołania strony żądanej zostały prawidłowo odebrane.

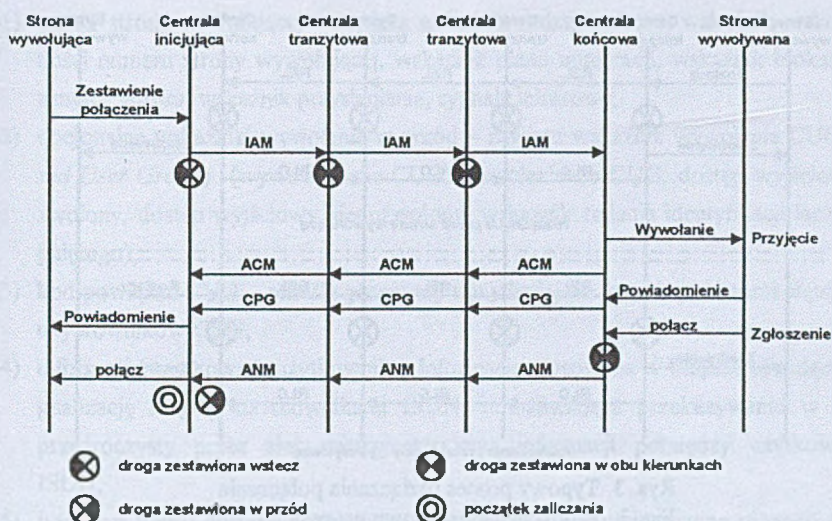
Wiadomość CPG jest nadawana wstecz i informuje o zdarzeniu istotnym dla AbA, które nastąpiło w czasie zestawiania połączenia.

Wiadomość ANM jest wysyłana w kierunku wstecz, w momencie odpowiedzi abonenta wywoływanego (AbB).

Wiadomość REL jest wysyłana w dowolnym kierunku i oznacza żądanie natychmiastowego rozłączenia połączenia. Zawiera informację o przyczynie rozłączenia.

Wiadomość RLC jest wysyłana jako potwierdzenie wcześniej odebranej wiadomości REL, gdy wskazane łącze zostało ustawione w stan spoczynku.

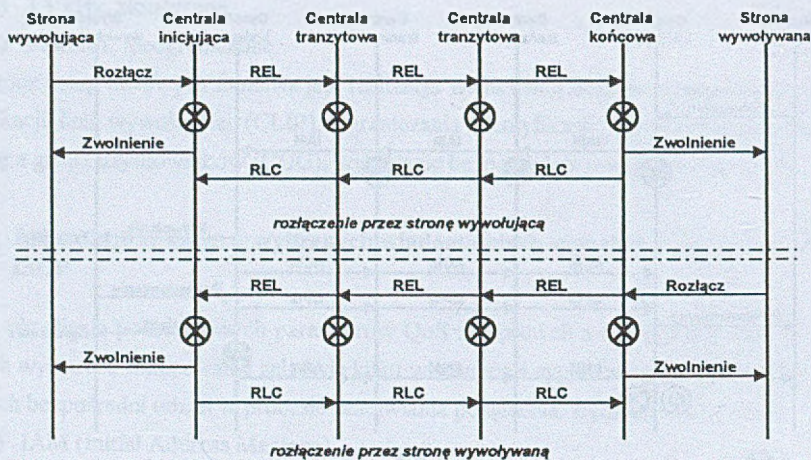
Wymianę wiadomości sygnalizacyjnych w przypadku ustanawiania połączenia metodą en-bloc (cały numer AbB jest przesyłany w wiadomości IAM) pokazuje rys. 2.



Rys. 2. Typowy proces ustanawiania połączenia
Fig. 2. A typical call setup process

Zestawienie połączenia telefonicznego rozpoczyna się w momencie wysłania wiadomości IAM przez centralę inicjującą, której abonentem jest AbA, do następnej centrali w łańcuchu połączeniowym. Ta po odebraniu wiadomości IAM i sprawdzeniu, czy może zestawić połączenie, wysyła wiadomość IAM do następnej centrali. Proces powtarza się aż do osiągnięcia centrali końcowej. Po odebraniu wiadomości IAM centrala końcowa zestawia połączenie do AbB i powiadamia o tym wiadomością ACM. Sygnał potwierdzenia powiadomienia AbB jest przesyłany w wiadomości CPG. W momencie zgłoszenia się AbB centrala końcowa wysyła wiadomość ANM.

Rysunek 3 przedstawia standardową procedurę rozłączenia połączenia, tzn. inicjowaną przez abonenta wywołującego lub wywoływanego. Proces rozłączenia połączenia może zostać rozpoczęty przez dowolną z central w łańcuchu połączeniowym. Centrala inicjująca rozłączenie wysyła wiadomość REL do następnej centrali w łańcuchu połączeniowym, ta wysyła ją dalej aż do centrali inicjującej lub końcowej, jednocześnie przystępując do fizycznego rozłączenia połączenia. Informacja o zakończeniu rozłączenia jest przekazywana w wiadomości RLC.



Rys. 3. Typowy proces rozłączania połączenia
 Fig. 3. A typical call teardown process

4.1.1. Wiadomość IAM

W skład wstępnej wiadomości adresowej IAM wchodzi:

- 1) wskaźnik rodzaju połączenia – określa, czy na drodze sygnalizacyjnej są używane łącza satelitarne, czy jest używany tłumik echa oraz czy jest stosowana kontrola ciągłości;
- 2) wskaźniki wywołania w przód – określają rodzaj wywołania (krajowe, międzynarodowe), rodzaj użytej metody sygnalizacji (w Polsce jedynie łącze po łączu), zakres stosowalności protokołu ISUP na całej drodze sygnalizacyjnej (stosowany/niestosowany), wskaźnik współpracy (SS7 stosowana na całej drodze, nie stosowana na całej drodze połączeniowej), wskaźnik preferencji użytkownika ISUP (ISUP preferowany, wymagany/nie wymagany na całej drodze), wskaźnik dostępu ISDN (inicjujący trakt dostępu ISDN/nie-ISDN), wskaźnik metody SCCP (nie stosowany w Polsce);
- 3) kategoria strony wywołującej – określa typ abonenta wywołującego, czyli język, którym posługuje się telefonistka, rodzaj abonenta A (zwykły, z priorytetem, aparat samoinkasujący), rodzaj wywołania (teledacyjne, od urządzenia badaniowego);
- 4) wymaganie na medium transmisyjne – określa rodzaj medium transmisyjnego (mowa, 64 kbit/s bez ograniczeń, 3.1 kHz akustyczne);
- 5) numer strony żądanej – określa rodzaj adresu (numer krajowy, międzynarodowy), rodzaj planu numeracji (plan numeracji ISDN, zalecenia CCITT), sygnały adresowe (cyfry numeru).

Opcjonalnymi parametrami są:

- 1) numer strony wywołującej – zawiera wskaźnik rodzaju adresu, wskaźnik niekompletności numeru strony wywołującej, wskaźnik planu numeracji, wskaźnik blokady prezentacji adresu, wskaźnik przysyłania, sygnały adresowe;
- 2) opcjonalne wskaźniki wywołania w przód – zawiera wskaźnik wywołania CUG (*Closed User Group*) (wywołanie nie-CUG, wywołanie do CUG, dostęp wyjściowy dozwolony, dostęp wyjściowy niedozwolony, wskaźnik żądania identyfikacji łącza osiągniętego);
- 3) kod powiązań CUG – określa parametry umożliwiające wyróżnienie zamkniętej grupy użytkowników CUG;
- 4) informacja użytkownik-użytkownik – informacja stosowana w krajach oferujących sygnalizację między użytkownikami ISDN, umożliwiająca przekazywanie w sposób przezroczysty przez sieć międzycentralową informacji pomiędzy użytkownikami ISDN;
- 5) transport traktu dostępu – w polu parametru mogą być umieszczone różnego rodzaju elementy informacyjne opisane w zaleceniu Q.931,
- 6) informacja o usługach abonenta – zawiera wskaźnik rozszerzenia, standard kodowania, rodzaj przekazu informacji (mowa, informacja cyfrowa bez ograniczeń, informacja cyfrowa z ograniczeniami, sygnały akustyczne pasma 3.1 kHz, sygnały akustyczne pasma 7 kHz, sygnały wizyjne), tryb przekazu (łączowy, pakietowy), szybkość przekazu informacji (64 kbit/s, 2x64 kbit/s, 384 kbit/s, 1536 kbit/s, 1920kbit/s), rodzaj struktury, konfigurację (punkt-punkt), identyfikację protokołu warstwy 2 informacji użytkownika, identyfikację protokołu warstwy 3 informacji użytkownika.

4.1.2. Wiadomość ACM

Parametry obowiązkowe:

- 1) wskaźniki wywołań nadawane wstecz – jak dla wiadomości ANM;

parametry opcjonalne:

- 1) opcjonalne wskaźniki wywołań nadawane wstecz – składa się ze wskaźnika akustycznego sygnału informacyjnego, wskaźnika informującego o możliwości przekazania wywołania pod inny adres;
- 2) wskaźniki przyczyn – określa miejsce wystąpienia zdarzenia powodującego wygenerowanie wiadomości REL; zawiera pola standard kodowania (CCITT), lokalizacja (użytkownik, sieć tranzytowa, sieć publiczna obsługująca abonenta odległego, sieć prywatna obsługująca abonenta odległego, sieć międzynarodowa, poza punktem współpracy), kod przyczyny z podziałem na klasy normalną (numer nieprzydzielony, nie ma drogi do wskazanego adresu, abonent zajęty, brak odpowiedzi strony żądanej,

adres niekompletny, udogodnienie odrzucone), klasę zasobów nieosiągalnych (brak dostępu do łącza, sieć uszkodzona, uszkodzenie krótkotrwałe, natłok w centrum komutacyjnym, nieosiągalność zasobów bez określenia przyczyny), klasę usług lub opcji nie do uzyskania (zakaz wywołań przychodzących do CUG, usługa bazowa w danej chwili nieosiągalna itp.), klasę usług lub opcji nie wdrożonych, klasę wiadomości z defektem (abonent żądany nie należy do CUG, niezgodność po stronie żądanej), klasę błędów protokołu i klasę współpracy;

- 3) wskaźniki użytkownik-użytkownik – informacja nadawana łącznie z żądaniem (lub odpowiedzią na żądanie) w przypadku realizacji usługi dodatkowej „sygnalizacja użytkownik-użytkownik”;
- 4) informacja użytkownik-użytkownik - jak dla wiadomości IAM;
- 5) transport traktu dostępu - jak dla wiadomości IAM.

4.1.3. Wiadomość ANM

Część obowiązkowa wiadomości ANM składa się jedynie z pola typu wiadomości. Pozostałe parametry wchodziły w skład części opcjonalnej:

- 1) wskaźniki wywołań nadawane wstecz – składają się ze wskaźnika zaliczania (bez wskazania, bez zaliczania, zaliczanie), wskaźnika stanu strony żądanej (bez wskazania, łącze abonenta wolne), wskaźnika kategorii strony żądanej (bez wskazania, abonent zwykły, abonent samoinkasujący), wskaźnika metody od końca do końca, wskaźnik współpracy (nawiązana, nie nawiązana), wskaźnika informacji od końca do końca (informacja niedostępna), wskaźnik ISUP, wskaźnika trzymania połączenia (nie wymagane), wskaźnika dostępu ISDN (dostęp po stronie końcowej nie-ISDN, dostęp po stronie końcowej ISDN), wskaźnika sterowaniem tłumikiem echa (przyjściowy półtłumik włączony/nie włączony), wskaźnika metody SCCP;
- 2) informacja użytkownik-użytkownik – jak dla wiadomości IAM;
- 3) numer osiągnięty – zawiera wskaźnik rodzaju adresu, wskaźnik planu numeracji, wskaźnik blokady prezentacji adresu, wskaźnik przysyłania, sygnały adresowe;
- 4) transport traktu dostępu – jak dla wiadomości IAM.

4.1.4. Wiadomość CPG

Część obowiązkowa:

- 1) informacja o zdarzeniu – określa rodzaj informacji: powiadomienie, progresja, sygnał tonowy lub zapowiedź słowna w kanale rozmównym oraz zawiera wskaźnik blokady prezentacji zdarzenia;

część opcjonalna:

- 1) wskaźniki wywołań nadawane wstecz – jak dla wiadomości ANM;

- 2) opcjonalne wskaźniki wywołań nadawane wstecz – jak dla wiadomości ACM;
- 3) transport traktu dostępu – jak dla wiadomości ANM;
- 4) informacja użytkownik - użytkownik – jak dla wiadomości ACM.

4.1.5. Wiadomość REL

W skład wiadomości wchodzi część obowiązkowa:

- 1) wskaźniki przyczyn – jak w wiadomości ACM;

oraz opcjonalna:

- 1) informacja użytkownik-użytkownik – jak dla wiadomości IAM;
- 2) poziom automatycznej kontroli natłoku – niesie informację o poziomie natłoku w centrali; wyróżnione zostały dwa poziomy natłoku.

4.1.6. Wiadomość RLC

Wiadomość składa się jedynie z pola typu wiadomości.

4.2. Wykorzystanie parametrów wiadomości ISUP

Na podstawie przedstawionych wiadomości możliwe jest określenie niżej wymienionych parametrów dla relacji sygnalizacyjnych¹:

1. Liczby inicjowanych połączeń telefonicznych. Liczba inicjowanych połączeń telefonicznych inicjowanych na danej relacji jest równa liczbie wiadomości IAM wysłanych na tej relacji.
2. Rodzaju inicjowanych połączeń. Rodzaj realizowanego połączenia można określić na podstawie parametrów wiadomości IAM: wskaźniki wywołania w przód, kategoria strony wywołującej.
3. Liczby wywołań bez odpowiedzi. Liczba wywołań bez odpowiedzi odpowiada liczbie połączeń kończonych wiadomością REL, bez uprzedniej wiadomości ANM.
4. Liczby wywołań zakończonych w sposób „nienormalny”. Liczba połączeń zakończonych w sposób niestandardowy jest określana na podstawie zawartości wiadomości REL, dokładniej pola kodu przyczyny.
5. Liczby zainicjowanych połączeń. Liczba zainicjowanych połączeń, które doszły do skutku może zostać określona liczbą wiadomości ACM, zarejestrowanych na danej relacji.

¹ Dla każdego z dwóch punktów sygnalizacyjnych, dla których istnieje potrzeba komunikacji między ich częściami użytkownika, istnieje relacja sygnalizacyjna [10].

6. Średniego czasu ustanawiania połączenia. Średni czas ustanawiania połączenia może zostać określony poprzez uśrednienie czasów między pierwszą wiadomością IAM a ostatnią wiadomością ACM nadanych dla połączeń na danej relacji.
7. Liczby odpowiedzi na inicjowane połączenia. Liczba odpowiedzi na inicjowane połączenia można określić jako liczbę wiadomości ANM zarejestrowanych na danej relacji.
8. Średniego czasu odpowiedzi. Średni czas odpowiedzi, rozumiany jako średni czas między odebraniem pełnego adresu strony wywoływanej a odpowiedzią abonenta wywołującego, może zostać określony jako czas między wiadomością ACM a ANM.
9. Liczby połączeń rozłączanych. Liczba połączeń rozłączanych odpowiada liczbowo ilości wiadomości REL poprzedzonych wiadomością ANM.
10. Średniego czasu trwania połączenia. Średni czas trwania połączenia może zostać określony jako wartość średnia czasu określonego między wiadomościami ANM a REL.
11. Liczby rozłączeń. Liczbę rozłączeń można określić na podstawie ilości wiadomości RLC.
12. Średniego czasu rozłączania połączenia. Średni czas rozłączania połączenia można określić jako czas między pierwszą wiadomością REL i ostatnią wiadomością RLC wymienianą w procesie rozłączania połączenia.
13. Liczby realizowanych połączeń z podziałem na typy (lokalne, międzymiastowe, międzynarodowe). Liczbę poszczególnych rodzajów połączeń można określić na podstawie numerów AbA i AbB, jak również wiedzy o monitorowanych łączach i strukturze sieci.
14. Liczby wystąpień czasów kontrolnych między wiadomościami IAM a ACM. Liczba wystąpień czasów kontrolnych między wiadomościami IAM a ACM określa liczbę połączeń, w których został przekroczony czas kontrolny przy zestawianiu połączenia w wyniku braku wiadomości ACM. Tak więc jest to liczba połączeń inicjowanych wiadomością IAM bez potwierdzenia ACM.
15. Liczby wystąpień czasów kontrolnych między wiadomościami ACM i ANM. Liczba wystąpień czasów kontrolnych między wiadomościami ACM i ANM określa liczbę połączeń, które nie doszły do skutku z powodu braku wiadomości ANM. Tak więc jest to liczba połączeń, w których po wiadomościach IAM i ACM nie pojawiła się wiadomość ANM.
16. Liczby wystąpień czasów kontrolnych między wiadomościami REL a RLC. Liczba wystąpień czasów kontrolnych między wiadomościami REL a RLC definiuje liczbę

połączeń, w których w fazie rozłączania połączenia po wiadomości REL nie pojawiła się wiadomość RLC.

17. Wartości parametru NER (*Network Effectiveness Ratio*). Współczynnik efektywności sieci NER jest definiowany jako stosunek sumy połączeń, które doszły do skutku, zakończonych niepowodzeniem z powodu: zajętości abonenta (17), braku odpowiedzi strony żądanej (18), normalnego rozłączenia połączenia (AbA „nie doczekał się” na zgłoszenie AbB) (16), braku zgłoszenia się abonenta mimo jego wywoływania (19), odrzucenia wywołania (21), uszkodzenia strony żądanej (27) do liczby wszystkich zestawianych połączeń w danym przedziale czasu. Liczbę połączeń, które doszły do skutku, określa liczba wiadomości ANM, liczbę połączeń, które nie doszły do skutku, określają liczby wiadomości REL z odpowiednimi kodami przyczyn rozłączeń (kody podano w nawiasach), a liczbę wszystkich zestawianych połączeń określa liczba ACM poprzedzonych wiadomością IAM.
 18. Liczby błędów sekwencji. Liczba błędów sekwencji określa liczbę połączeń, w których wystąpiła zła kolejność przesyłanych wiadomości sygnalizacyjnych.
- Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można dodatkowo określić:
19. Minimalny czas ustanawiania połączenia. Minimalny czas ustanawiania połączenia jest określony na podstawie danych z pomiarów w określonym przedziale czasu.
 20. Maksymalny czas ustanawiania połączenia. Maksymalny czas ustanawiania połączenia jest określany w sposób podobny do minimalnego czasu ustanawiania połączenia.
 21. Minimalny czas rozłączenia połączenia.
 22. Maksymalny czas rozłączenia połączenia.
 23. Minimalny czas odpowiedzi.
 24. Maksymalny czas odpowiedzi.
 25. Minimalny czas trwania połączenia.
 26. Maksymalny czas trwania połączenia.
 27. Średnią liczbę inicjowanych połączeń w stosunku do połączeń zrealizowanych. Średnia liczba inicjowanych połączeń w stosunku do połączeń zrealizowanych jest określona jako stosunek liczby wiadomości IAM wysłanych na danej relacji w czasie obserwacji do liczby wiadomości ANM zarejestrowanych na tej samej relacji w tym samym czasie.

Czas, w którym dokonuje się pomiarów przedstawionych parametrów, należy dobrać odpowiednio do potrzeb. Przy wyborze czasu obserwacji pomocne może być zalecenie E.492 [5].

Zalecenie E.422 [3] definiuje szczegółowy podział typów połączeń istotnych z punktu widzenia QoS, realizowanych za pomocą protokołu ISUP na międzynarodowych łączach wychodzących. Połączenia dzieli się na 13 kategorii (D.1-D.13):

1. kategoria D.1 – połączenia zakończone sukcesem;
2. kategoria D.2.1 – połączenia zakończone niepowodzeniem z powodu użytkownika, np.
 - 2.1. połączenia rozłączone po upływie czasu kontrolnego – był sygnał dzwonienia, ale AbB się nie zgłosił;
 - 2.2. zajętość AbB;
 - 2.3. brak odpowiedzi od AbB.
3. kategoria D.2.2 – połączenia zakończone niepowodzeniem z powodu użytkownika i/lub sieci, np.
 - 3.1. zmieniony numer AbB;
 - 3.2. uszkodzenie łącza abonenckiego AbB;
 - 3.3. niekompletność adresu (numeru telefonu);
 - 3.4. brak drogi do AbB;
 - 3.5. inne.
4. kategoria D.3 – połączenia zakończone niepowodzeniem z powodu niedostępności zasobów, np.
 - 4.1. brak wolnego łącza;
 - 4.2. uszkodzenie sieci;
 - 4.3. natłok na drodze połączeniowej;
 - 4.4. inne.
5. kategoria D.4 – połączenia, które nie doszły do skutku z powodu niedostępności usługi lub opcji u AbB.
6. kategoria D.5 – połączenia, które nie doszły do skutku z powodu żądania usług lub opcji jeszcze nie zaimplementowanych w sieci telekomunikacyjnej.
7. kategoria D.6 – połączenia, które nie doszły do skutku z powodu błędnej klasy wiadomości.
8. kategoria D.7 – połączenia, które nie doszły do skutku z powodu błędów protokołu.
9. kategoria D.8 – połączenia, które nie doszły do skutku z kodem przyczyny rozłączenia 127.
10. kategoria D.9 – liczba monitorowanych połączeń.
11. kategoria D.10 – liczba zarejestrowanych wiadomości ACM.
12. kategoria D.11 – połączenia, które nie doszły do skutku z powodu błędów w centrali wyjściowej (międzynarodowej) lub błędów przy wyborze łącza wyjściowego.
13. kategoria D.12 – połączenia zakończone powodzeniem z błędami, np.
 - 13.1. brak wiadomości ANM przy połączeniach taryfikowanych (w niektórych sieciach zestawienie łącza rozmownego następuje po odebraniu wiadomości ACM);
 - 13.2. inne połączenia z błędami.
14. kategoria D.13 – połączenia, które nie doszły do skutku z powodu błędów systemu sygnalizacji, np.
 - 14.1. błędy protokołu;
 - 14.2. błędy sieci sygnalizacyjnej.

Przedstawione parametry nie wyczerpują listy wszystkich możliwych do zarejestrowania w sieci SS7 parametrów istotnych z punktu widzenia QoS. Decyzja o tym, czy dany parametr jest istotny i w jakim stopniu może pomóc w analizowaniu jakości usług, zależy w znacznej mierze od potrzeb i doświadczenia operatora. Zakres zastosowań systemu sygnalizacji nr 7 jest ograniczony do łączy międzycentralowych. Wiele parametrów istotnych dla określenia jakości usług wymaga możliwości monitorowania tego, co dzieje się na łączy między centralą końcową a abonentem. Dlatego też parametry wymagające znajomości wymienianych informacji na łączy abonenckim nie są możliwe do zarejestrowania poprzez monitoring sieci SS7. Zalecenie E.721 [6] definiuje takie właśnie parametry.

5. Niezawodność sieci SS7

Sieć sygnalizacji nr 7 (SS7) należy postrzegać jako element zapewniający możliwość realizacji usług w sieci telekomunikacyjnej. Dlatego zapewnienie wiarygodnej i pewnej transmisji sygnałów sygnalizacyjnych w komunikacji międzycentralowej jest warunkiem koniecznym do osiągnięcia wymaganej jakości usług. Uszkodzenie łączy sygnalizacyjnych na danej relacji powoduje niemożność realizacji połączeń mimo sprawności łączy rozmównych.

Sposób przesyłania sygnalizacji powinien zapewniać możliwość zmiany konfiguracji sieci w przypadku wystąpienia awarii łączy sygnalizacyjnego. System SS7 ma wbudowane mechanizmy pozwalające na pewne i szybkie przekierowanie ruchu sygnalizacyjnego z uszkodzonego przęsła¹ lub zestawu przęseł na przęsła alternatywne. W procesie projektowania sieci SS7 należy zapewnić alternatywne drogi sygnalizacyjne. Inną praktyką wynikającą z istoty sieci sygnalizacyjnej jest zapewnienie możliwości reakcji sieci SS7 na nagłe zmiany natężenia ruchu sygnalizacyjnego. Sieć sygnalizacyjna, a dokładniej mówiąc łączy sygnalizacyjne są projektowane tak, aby w normalnych warunkach pracy obciążenie łączy nie przekraczało 20-40% jego maksymalnej przepływności binarnej. Pozwala to w razie wystąpienia awarii bądź natłoku na bezpieczne przejęcie dodatkowego ruchu sygnalizacyjnego przez sprawne przęsła.

¹ Łącze sygnalizacyjne łączące dwa punkty sygnalizacyjne jest zakończone terminalami sygnalizacyjnymi mającymi funkcjonalność warstwy drugiej modelu OSI/ISO. Przęsło sygnalizacyjne składa się z łączy sygnalizacyjnego oraz terminali sygnalizacyjnych.

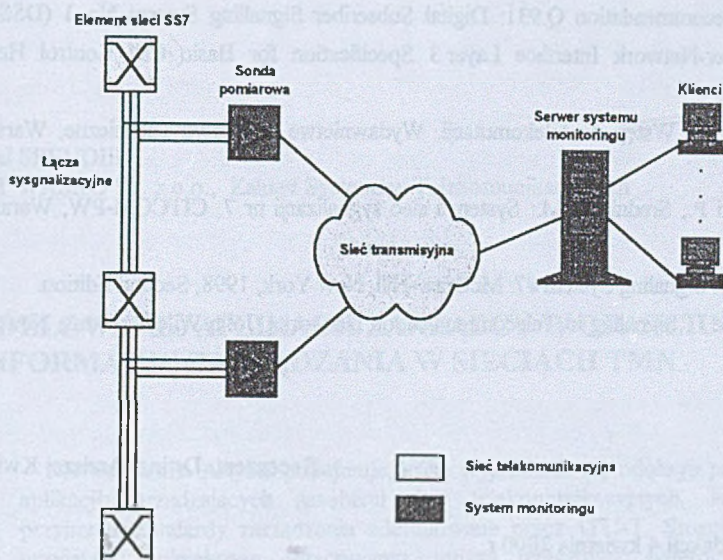
6. Platforma monitorująca sieć SS7

Aby możliwe było określenie przedstawionych w punkcie 4.2 parametrów istotnych z punktu widzenia jakości usług, należy dysponować platformą monitoringu sieci SS7. Platforma monitoringu powinna umożliwiać obserwację aktualnego stanu sieci sygnalizacyjnej z uwzględnieniem jak największej szczegółowości prezentowanych danych. Oznacza to, że powinna istnieć możliwość kontrolowania w czasie rzeczywistym parametrów punktów sygnalizacyjnych, jak i pręśeł sygnalizacyjnych. Platforma monitoringu sieci SS7 powinna umożliwiać graficzne zobrazowanie faktycznego rozmieszczenia punktów sygnalizacyjnych oraz pręśeł sygnalizacyjnych je łączących. Platforma monitoringu powinna zapewnić możliwość automatycznego wykonywania testów sieci sygnalizacyjnej wg ustalonego przez administratora planu. Pozwala to na wczesne wykrycie objawów mogących w przyszłości doprowadzić do awarii systemu SS7, co może pociągnąć za sobą niedostępność usług telekomunikacyjnych. Systemy monitorujące sieć SS7 umożliwiają również generację rekordów billingowych dotyczących wszystkich wywołań – również tych nie zakończonych połączeniem. Inną bardzo ważną cechą jest możliwość realizowania w czasie rzeczywistym analizy nadużyć.

System monitoringu sieci SS7 powinien umożliwiać również współpracę z innymi systemami monitoringu sieci telekomunikacyjnych. Z tego powodu platformy monitoringu oferowane obecnie przez różnych producentów są zwykle wyposażone w styk Q3, umożliwiający współpracę z systemami zarządzania sieciami telekomunikacyjnymi TMN (*Telecommunication Management Networks*). Umożliwiają też wysyłanie informacji przy wykorzystaniu protokołu SNMP (*Simple Network Management Protocol*).

Platforma realizująca monitoring w typowych realizacjach składa się z sond pomiarowych podłączonych do monitorowanych łączy sygnalizacyjnych oraz serwera przetwarzającego dane z tych sond. Strukturę przykładowego systemu monitoringu przedstawia rys. 4.

Sondy pomiarowe umożliwiają w typowych realizacjach podłączenie kilku pręśeł sygnalizacyjnych. Są to urządzenia mikroprocesorowe o dużej wydajności, wymaganej ze względu na ilość przetwarzanych informacji. Sondy powinny mieć możliwość filtracji monitorowanych wiadomości sygnalizacyjnych oraz gromadzenia danych przed przesłaniem ich siecią transmisyjną do serwera systemu monitoringu.



Rys. 4. Przykładowa architektura systemu monitoringu
 Fig. 4. An example of architecture of monitoring system

Serwer systemu monitoringu służy jako centralny punkt dostępu do monitorowanych danych oraz umożliwia przetwarzanie danych wg indywidualnych potrzeb. Dzięki takiej funkcjonalności możliwe jest uzyskiwanie informacji - kreowanych według własnych potrzeb - wspomagających proces nadzoru sieci SS7.

LITERATURA

1. ITU-T Recommendation E.800: Terms and Definitions Related to Quality of Service and Network Performance Including Dependability. Helsinki 1993.
2. ITU-T Recommendation E.420: Checking The Quality of The International Telephone Service - General Considerations. 1993.
3. ITU-T Recommendation E.422: Observations on International Telephone Calls for Quality of Service. Helsinki 1996.
4. ITU-T Recommendation E.425: Internal Automatic Observations. 1998.
5. ITU-T Recommendation E.492: Traffic Reference Period. Genewa 1996.
6. ITU-T Recommendation E.721: Network Grade of Service Parameters and Target Values for Circuit-Switched Services in The Evolving ISDN. Genewa 1991.

7. ITU-T Recommendation Q.931: Digital Subscriber Signalling System No. 1 (DSS 1) – ISDN User-Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call Control. Helsinki 1993.
8. Jajszczyk A.: Wstęp do telekomutacji. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.
9. Ostrowski P., Średniawa M.: System i sieć sygnalizacji nr 7. CITCOM-PW, Warszawa, styczeń 1999.
10. Russell T.: Signaling System #7. McGraw-Hill, New York, 1998, Second Edition.
11. van Bosse J.: Signaling in Telecommunication Networks. John Wiley & Sons, New York 1998.

Recenzent: Dr inż. Andrzej Kwiecień

Wpłynęło do Redakcji 4 kwietnia 2000 r.

Abstract

This article describes the possibilities of use the Signalling System #7 (SS7) for the purposes of Quality of Service (QoS). It describes basics of Signalling System #7. Fig.1 shows the structure of SS7. The article presents typical call set-up and teardown processes for the ISDN users (Fig.2 and Fig.3 present that respectively). There were enumerated the types of messages using in the call set-up process and teardown process. This article describes also their parameters. There were presented important quantities from the QoS point of view which can be determined from listed parameters. In addition this article presents the basics concepts of SS7 monitoring system (Fig.4 shows the typical monitoring system architecture).