

**ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU  
ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE**

**WYDZIAŁ TRANSPORTU  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ**

**LABORATORIUM  
SYSTEMY KOMUTACYJNE**

**INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 5**

**Analiza wiadomości sygnalizacji cyfrowych DSS1 i SS7**

przygotował:  
dr inż. Marek Sumiła

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO  
WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE.

**WARSZAWA 2017**

### **Cel i zakres ćwiczenia**

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie studentów z sygnalizacją DSS1 i SS7 poprzez analizę wiadomości sygnalizacyjnych transmitowanych w łączach abonenckich i międzycentralowych.

### **Wykaz wykorzystywanych przyrządów i oprogramowania**

- abonencka centrala cyfrowa DGT 3450-Millennium,
- stanowisko badawcze:
  - komputer PC (win XP),
  - analizator sygnalizacji cyfrowych ANKontrol firmy DGT,
  - oprogramowanie do nadzoru central telefonicznych firmy DGT,
  - telefony analogowe i ISDN.

### **Uwagi praktyczne**

Większość wykonywanych przez studentów zadań jest dokonywana przy specjalistycznego oprogramowania zainstalowanego na komputerze PC. Zadania wykonane na stanowisku badawczym należy przesłać i aktywować w centrali DGT. Czynności te wykonywane są przez prowadzącego lub pod jego nadzorem.

Wyniki wprowadzonych zmian w centrali są możliwe do zaobserwowania w aplikacji nadzoru centrali – Konsola oraz poprzez doświadczenia przeprowadzone z użyciem analogowych telefonów stacjonarnych.

Większość zmian mających na celu utworzenie nowych abonentów wymaga restartu części centrali odpowiadającej za ich obsługę. Są to wybrane procesory liniowe PL. W razie wątpliwości należy poprosić o pomoc prowadzącego zajęcia.

## WPROWADZENIE TEORETYCZNE

W sieciach telekomunikacyjnych przesyłanie informacji abonenta wiąże się z przesyłaniem także informacji sterujących. W sieciach, w których przed wymianą informacji abonenta zestawiane jest połączenie, czyli w sieciach zorientowanych połączeniowo (*connection oriented*), informacje sterujące przekazywane są w fazie zestawiania i rozłączania połączenia, a także, w zależności od usług, mogą być przesyłane w czasie jego trwania. Proces przekazywania informacji sterujących nazywa się *sygnalizacją*.

Przykładem sieci zorientowanej połączeniowo jest sieć telefoniczna. Przeprowadzenie rozmowy telefonicznej wymaga zestawienia połączenia pomiędzy abonentami. Faza zestawiania połączenia rozpoczyna się od momentu podniesienia mikrotelefonu i trwa do momentu zgłoszenia się abonenta, do którego kierowane jest wywołanie. Czynność podniesienia mikrotelefonu odnosi się do tradycyjnych aparatów telefonicznych. W aparatach bezprzewodowych czy telefonach komórkowych chęć zestawienia połączenia sygnalizowana jest przez naciśnięcie odpowiedniego klawisza (najczęściej oznaczonego symbolem mikrotelefonu popularnie zwanego także słuchawką telefoniczną). W fazie zestawiania połączenia abonent przekazuje do centrali także numer abonenta, z którym żąda zestawienia połączenia. Numer ten jest przeliczany, określana jest droga, którą połączenie ma być realizowane i następnie informacje sterujące połączeniem są przekazywane do następnej centrali na drodze połączeniowej, aż do centrali, do której dołączony jest żądany abonent. W konsekwencji informacja o wywołaniu przekazywana jest do urządzenia końcowego tego abonenta.

### 1. Sygnalizacja w cyfrowym łączy abonenckim

W celu rozszerzenia transmisji cyfrowej na łączy abonenckie i wprowadzenia usług ISDN, konieczne było opracowanie nowego systemu sygnalizacji, który umożliwiłby obsługę połączeń dla różnych usług i dla większej liczby kanałów w dostępie abonenckim. W wąskopasmowej sieci ISDN abonent może korzystać z dwóch (dostęp podstawowy) lub trzydziestu (dostęp pierwotny) kanałów B i jednego kanału D, który jest kanałem sygnalizacyjnym.

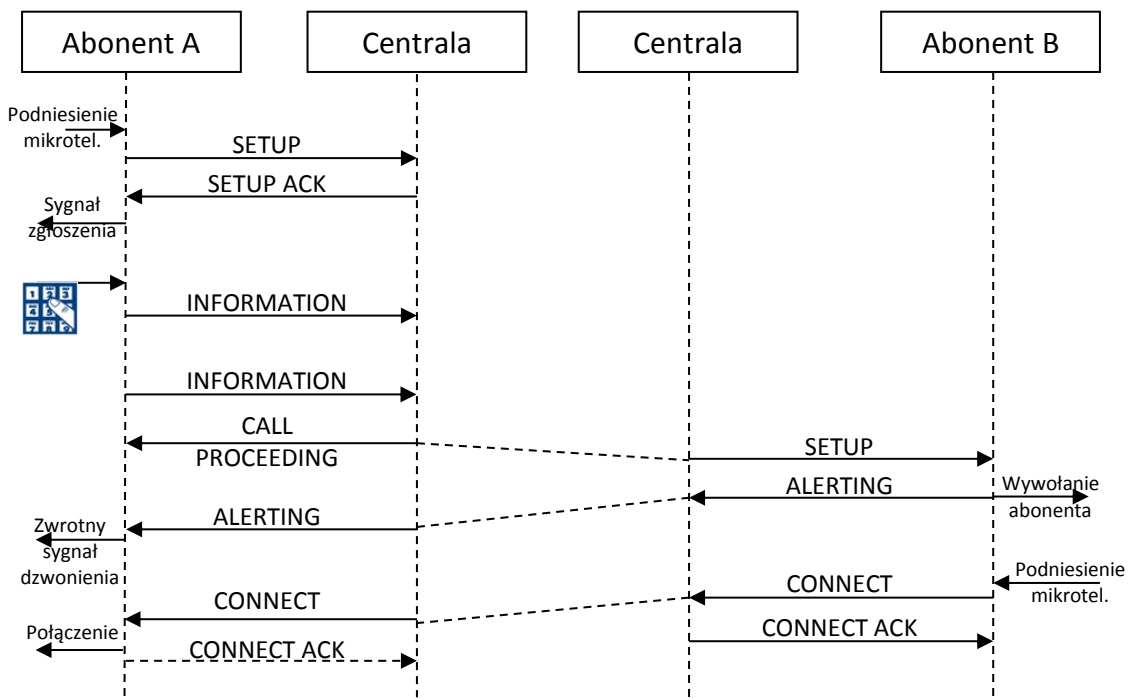
Opracowana dla sieci wąskopasmowej ISDN sygnalizacja DSS 1 (*Digital Subscriber Signalling System No. 1*) stanowi rozszerzenie koncepcji sygnalizacji we wspólnym kanale z sieci międzycentralowej również na cyfrowe łączy abonenckie. Wspólnym zasobem do transmisji informacji sygnalizacyjnych jest kanał D. Informacja o żądaniu obsługi, cyfry numeru abonenta żądanego czy inne sygnały nadzorcze i wybiercze są przekazywane w postaci wiadomości przesyłanych w tym kanale.

Sygnalizacja DSS 1 ma budowę warstwową. Funkcje protokołów poszczególnych warstwą podobne do funkcji warstw w modelu OSI). Najniższa warstwa, warstwa fizyczna, zapewnia transmisję bitów wiadomości w kanale D. W warstwie drugiej jest stosowany protokół LAP-D (*Link Access Protocol – Channel D*), który zapewnia detekcję i korekcję błędów transmisyjnych, czuwa nad kolejnością przesyłanych informacji, umożliwia multipleksowanie różnych kanałów logicznych w jednym kanale fizycznym i sterowanie dostępem do kanału, gdy na styku są dołączone dwa lub więcej urządzeń końcowych. Protokół warstwy trzeciej jest odpowiedzialny za samo sterowanie połączeniem. Z warstwą trzecią komunikuje się bezpośrednio proces sterowania połączeniem w urządzeniu końcowym i w centrali. Warstwa trzecia obejmuje usługi nie tylko sterowania podstawowym połączeniem, ale także obsługę usług dodatkowych oraz wymianę danych abonenta w kanale D.

Przebieg wymiany wiadomości przy podstawowej obsłudze połączenia zakończonego sukcesem pokazano na rys. 1. W tym przykładzie połączenie rozpoczyna się od podniesienia mikrotelefonu przez abonenta wywołującego. Urządzenie końcowe wykrywa podniesienie mikrotelefonu i wysyła do centrali wiadomość SETUP, która zawiera informacje o usłudze,

jaka ma być realizowana, oraz jej wymaganiach (szybkość transmisji, stosowane protokoły, itp.). Centrala odpowiada wysłaniem wiadomości SETUP ACK, która zawiera wskazanie, jaki kanał został przydzielony do realizacji połączenia, oraz informuje, że dodatkowe informacje dla abonenta są umieszczone w paśmie w kanale B. Urządzenie końcowe przyłącza wtedy kanał B do słuchawki i abonent słyszy sygnał zgłoszenia centrali, a następnie abonent wybiera cyfry numeru abonenta żadanego. Cyfry te są przesyłane do centrali w wiadomościach INFORMATION. Gdy centrala odbierze wszystkie cyfry numeru i na ich podstawie jest w stanie określić, jakie połączenie ma być zestawiane, wysyła do abonenta wiadomość CALL PROCEEDING i przystępuje do zestawiania połączenia w sieci. Do komunikacji z innymi centralami stosuje się sygnalizację międzycentralową.

Gdy informacje o wywołaniu dotrą do centrali wywoływanej, wysyła ona do abonenta wywoływanego wiadomość SETUP, w której są umieszczone informacje o usłudze, dla jakiej zestawiane jest połączenie, wybrany numer oraz ewentualne inne informacje, w zależności od typu usługi i uprawnień abonenta (na przykład numer abonenta wywołującego). Urządzenia końcowe, zgodne z usługą, dla której jest zestawiane połączenie, rozpoczynają wołanie abonenta oraz wysyłają do centrali wiadomość ALERTING. Rozpoczęcie wywoływania abonenta jest przekazywane w sieci do centrali wywołującej, która wysyła do urządzenia końcowego abonenta wywołującego wiadomość ALERTING, w kanale B jest podawany zwrotny sygnał dzwonienia. Gdy abonent wywoływany odpowie na wywołanie (podniesie mikrotelefon), urządzenie końcowe wysyła wiadomość CONNECT, która jest potwierdzana przez centralę wiadomością CONNECT ACK. Podobne wiadomości są wymieniane w dostępie abonenta wywołującego (wiadomość CONNECT ACK jest w tym przypadku opcjonalna, dlatego na rysunku zaznaczono ją linią przerywaną). W tym momencie procedura zestawiania połączenia dobiega końca i abonenci mogą wymieniać informacje.



Rys. 1. Przebieg wymiany wiadomości sygnalizacji DSS1 podczas nawiązywania połączenia

## 1.1. Typy wiadomości sygnalizacyjnych

Typ komunikatu to liczba jednobajtowa, która określa typ przesyłanego komunikatu sygnalizacyjnego. Zestaw ważniejszych komunikatów został podany w tabelach 1 – 4.

Tabela 1. Komunikaty związane z zestawianiem połączenia

Lp.	Typ (bin)	Nazwa	Znaczenie
1	101	SETUP	Inicjuje proces zestawiania połączenia
2	1101	SETUP ACKNOWLEDGE	Zestawianie połączenia zostało zainicjowane, mogą być wymagane dodatkowe informacje do jego realizacji
3	1	CALL PROCEEDING	Rozpoczęcie zestawiania połączenia
4	1	ALERTING	Wyposażenia abonenta B zainicjowało powiadamianie o przychodzącym połączeniu
5	111	CONNECT	Akceptacja wywołania przez abonenta B
6	1111	CONNECT ACKNOWLEDGE	Żądanego, oznaczająca, że wywoływany jest tym, do którego było skierowane
7	11	PROGRESS	Zestawianie połączenie jest w toku lub przekazuje się w paśmie informacje dotyczące sygnalizacji

Tabela 2. Komunikaty związane z zakończeniem połączenia

Lp.	Typ (bin)	Nazwa	Znaczenie
8	1000101	DISCONNECT	Żądanie zakończenia połączenia
9	1001101	RELEASE	Zwolnienie kanału
10	1011010	RELEASE COMPLETE	Potwierdzenie zwolnienia kanału
11	1000110	RESTART	Żądania restartu
12	1001110	RESTART ACKNOWLEDGE	Potwierdzenia komunikatu RESTART

Tabela 3. Komunikaty, które mogą być wysyłane w czasie trwania połączenia

Lp.	Typ (bin)	Nazwa	Znaczenie
13	100110	RESUME	Żądanie wznowienia połączenia, które zostało zawieszono
14	101110	RESUME ACKNOWLEDGE	Żądanie wznowienia zawieszono połączenia zostało przyjęte
15	100010	RESUME REJECT	Żądanie wznowienia zawieszono połączenia zostało odrzucone
16	100101	SUSPEND	Żądanie zawieszenia połączenia
17	101101	SUSPEND ACKNOWLEDGE	Żądanie zawieszenia połączenia zostało przyjęte
18	100001	SUSPEND REJECT	Żądanie zawieszenia połączenia odrzucone
19	100000	USER INFORMATION	Dane przesyłane w ramach wirtualnego kanału sygnalizacyjnego (usługa dodatkowa User-User Signal.)

Tabela 4. Pozostałe komunikaty

Lp.	Typ (bin)	Nazwa	Znaczenie
20	1100000	SEGMENT	Parametry trybu komutacji pakietów
21	1111001	CONGESTION CONTROL	Oznacza rozpoczęcie lub przerwanie sterowania przepływem komunikatów USER INFORMATION
22	1111011	INFORMATION	Przekazywanie dodatkowych informacji

23	1101110	NOTIFY	Przekazywanie informacji o aktualnie trwającym połączeniu
24	1111101	STATUS	Zawiera informacje o stanie połączenia
25	1110101	STATUS ENQUIRY	Wymuszenia przesłania wstecz komunikatu STATUS

## 1.2. Typy zdarzeń

Element informacyjny **Cause** informuje o niekorzystnym przebiegu połączenia (z punktu widzenia użytkownika), bądź tylko o przyczynie wygenerowania komunikatu. Kluczową częścią tego elementu jest kod błędu.

Tabela 5. Zestawienie kodów CAUSE

Lp.	Znaczenie	Opis
<b>a</b>	<b>Klasa normalna</b>	
<b>1</b>	Numer nieobsadzony (nieprzydzielony) <i>Unallocated (unassigned) number</i>	Kod ten wskazuje, że strona żądana nie może być osiągnięta, chociaż numer abonenta żadanego ma poprawny format, ponieważ w danym momencie nie jest on obsadzony (przydzielony).
<b>3</b>	Nie ma drogi do wskazanego adresu <i>No route to destination</i>	Kod ten wskazuje, że strona żądana nie może być osiągnięta, ponieważ sieć, poprzez którą wywołanie zostało skierowane nie umożliwi dostępu do żadanego numeru. Stosowanie tego kodu wynika z zależności sieciowych.
<b>4</b>	Nadać specjalny sygnał informacyjny <i>Send special information tone</i>	Kod ten wskazuje, że strona żądana nie może być osiągnięta na skutek przyczyny o charakterze długotrwałym, stąd niezbędne jest nadanie do abonenta wywołującego specjalnego sygnału informacyjnego.
<b>5</b>	Nieprawidłowy numer kierunkowy <i>Misdialed trunk prefix</i>	Kod ten wskazuje, że numer kierunkowy zawarty w informacji adresowej jest nieprawidłowy. Dopuszcza się nadawanie do interfejsu międzynarodowego (międzysieciowego) tylko wartości domyślnej tego parametru.
<b>16</b>	Rozłączenie połączenia normalne <i>Normal call clearing</i>	Kod ten wskazuje, że połączenie zostało rozłączone na żądanie jednego z abonentów biorących w nim udział. W normalnej sytuacji informacja ta nie pochodzi z sieci.
<b>17</b>	Abonent zajęty User busy	Kod ten jest stosowany, gdy strona żądana okazała się zajęta i niezdolna do przyjęcia wywołania. Należy zwrócić uwagę, że kod ten może wystąpić jedynie w sytuacji, gdy zachodzi kompatybilność kategorii typu wywołania i wyposażenia abonenckiego.
<b>18</b>	Brak odpowiedzi strony żądanej <i>No user responding</i>	Kod ten jest stosowany, gdy w ramach protokołu dostępu ISDN strona żądana nie odpowiedziała w ciągu ustalonego czasu na wysłane do niej wskazanie zestawienia połączenia (set-up) ani wskazaniem "powiadomienie" (alerting) ani wskazaniem "połącz" (connect).
<b>19</b>	Abonent nie zgłosił się (a był wywoływany) <i>No answer from user (user alerted)</i>	Kod ten stosuje się, gdy w ramach protokołu dostępu ISDN strona żądana odpowiedziała wskazaniem powiadomienia (czyli przyjęła połączenie), ale nie wskazaniem "połącz", bo abonent nie zgłosił się w ciągu ustalonego okresu czasu. Dotyczy to również przypadku niezgłoszenia się abonenta żadanego z dostępem analogowym.

21	Wywołanie odrzucone <i>Call rejected</i>	Kod ten wskazuje, że wyposażenie, które nadało ten numer przyczyny (w ramach protokołu dostępu ISDN), nie akceptuje tego wywołania pomimo tego, że ani nie jest zajęte ani nie zachodzi niekompatybilność usługowa. W sieci PL kod jest stosowany również wtedy, gdy przy współpracy SS7 z sygnalizacją rejestrową R2 w sygnalizacji R2 jest przekazywana informacja o kolizji kategorii.
22	Numer zmieniony <i>Number changed</i>	Kod ten jest nadawany w kierunku strony wywołującej, gdy numer żądany przez abonenta wywołującego został zmieniony.
27	Uszkodzenie strony żądanej <i>Destination out of order</i>	Kod ten wskazuje, że strona żądana nie może być osiągnięta, ponieważ jej interfejs nie działa poprawnie. Termin "nie działa poprawnie" oznacza, że nie było możliwe przesłanie informacji sygnalizacyjnej do wyposażenia strony odległej, np. na skutek uszkodzenia warstwy fizycznej lub przęsa sygnalizacyjnego po stronie odległej, wyłączenia samego wyposażenia abonenckiego itp.
28	Adres niekompletny <i>Address incomplete</i>	Kod ten wskazuje, że strona żądana nie może być osiągnięta ponieważ nadany numer nie ma poprawnego formatu lub jest niepełny. Sytuacja ta może zostać stwierdzona w przyszłości w centrali międzynarodowej lub w centrali krajowej sieci docelowej w następujących przypadkach: po odbiorze sygnału ST, po upływie kontrolnego czasu oczekiwania na kolejną cyfrę.
29	Udogodnienie odrzucone <i>Facility rejected</i>	Kod ten nadawany jest wtedy, gdy usługa dodatkowa żądana przez użytkownika nie może być zrealizowana przez sieć.
31	Normalny, bez określenia <i>Normal, unspecified</i>	Kod ten jest stosowany, aby wskazać na zdarzenie normalne tylko wtedy, gdy do tej sytuacji nie przystaje żadna inna przyczyna z klasy normalnych.
<b>b</b>	<b>Klasa zasobów nieosiągalnych</b>	
34	Brak dostępu do łącza <i>No circuit available</i>	Kod ten oznacza, że w danym momencie brak jest dostępu do łącza, właściwego do obsługi danego wywołania.
38	Sieć uszkodzona <i>Network out of order</i>	Kod ten oznacza, że wystąpiło uszkodzenie sieci, które prawdopodobnie będzie trwało przez dłuższy czas, co oznacza, że natychmiastowe powtórzenie wywołania będzie prawdopodobnie nieskuteczne.
41	Uszkodzenie krótkotrwałe <i>Temporary failure</i>	Kod ten oznacza, że wystąpiło uszkodzenie sieci, które prawdopodobnie będzie krótkotrwałe, co oznacza, że abonent może ponowić próbę wywołania niemal natychmiast.
42	Natłok w centrum komutacyjnym <i>Switching equipment congestion</i>	Kod ten wskazuje, że centrum komutacyjne, które go nadaje jest w danej chwili obciążone mchem o istotnie dużym natężeniu.
44	Nieosiągalność żadanego łącza bądź kanału <i>Requested circuit/channel not available</i>	Kod ten jest wysyłany w sytuacji, gdy łącze lub kanał wskazane przez stronę wywołującą nie mogą być udostępnione przez interfejs po stronie przeciwnej.
47	Nieosiągalność zasobów, bez określenia <i>Resource unavailable, unspecified</i>	Kod ten jest stosowany, aby opisać sytuację niedostępności zasobów tylko wtedy, gdy nie można użyć innego numeru przyczyny z klasy zasobów nieosiągalnych.
<b>c</b>	<b>Klasa usług lub opcji nie do uzyskania</b>	

55	Zakaz wywołań przychodzących do CUG <i>Incoming call barred within CUG</i>	Kod ten oznacza, że chociaż strona żądana w realizowanym właśnie "połączeniu do CUG" należy do CUG, to połączenia przychodzące do abonentów tej grupy CUG nie są dozwolone.
57	Brak uprawnienia do usługi bazowej <i>Bearer capability not authorized</i>	Kod ten wskazuje, że użytkownik żąda usługi bazowej, która wprawdzie jest zaimplementowana w wyposażeniu generującym ten numer przyczyny, ale użytkownik nie ma upoważnienia do jej użytkowania.
58	Usługa bazowa obecnie nieosiągalna <i>Bearer capability not presently available</i>	Kod ten wskazuje, że użytkownik zażądał usługi bazowej, która jest zaimplementowana w wyposażeniu generującym dany numer przyczyny, ale nie jest dostępna w tym momencie.
63	Usługa lub opcja nieosiągalna, bez określenia <i>Service or option not available, unspecified</i>	Kod ten jest używany do informowania o sytuacji nieosiągalności usługi lub opcji nieokreślonej szczegółowo, gdy nie można zastosować żadnego innego numeru przyczyny należącego do niniejszej klasy.
<b>d</b>	<b>Klasa usług lub opcji nie wdrożonych</b>	
65	Usługa bazowa niewdrożona <i>Bearer capability not implemented</i>	Kod ten wskazuje, że wyposażenie nadające ten numer przyczyny nie realizuje żądanej usługi bazowej.
79	Usługa lub opcja niewdrożona, bez określenia <i>Service or option not implemented, unspecified</i>	Kod ten służy do powiadamiania o sytuacji dotyczącej usługi lub opcji niewdrożonej, gdy nie można zastosować żadnego innego numeru przyczyny należącego do niniejszej klasy.
<b>e</b>	<b>Klasa wiadomości z defektem (np. parametr spoza zbioru)</b>	
87	Abonent żądany nie należy do CUG <i>Called user not member of CUG</i>	Kod ten wskazuje, że w przychodzącym wywołaniu do CUG abonent żądany nie jest członkiem danej grupy CUG, <u>lub abonent wywołujący jest abonentem zwykłym wywołującym abonenta CUG.</u>
88	Niekompatybilność po stronie żądanej <i>Incompatible destination</i>	Kod ten wskazuje, że wyposażenie nadające ten numer przyczyny (w protokole dostępu ISDN) odebrało żądanie zestawienia połączenia, którego atrybuty kompatybilności niskiego poziomu (LLC) lub wysokiego poziomu (HLC) bądź też inne atrybuty kompatybilności (np. szybkość transmisji danych) nie odpowiadają możliwościom danego wyposażenia.
95	Wiadomość z defektem, bez określenia <i>Invalid message, unspecified</i>	Kod ten jest używany do informowania o sytuacji odbioru wiadomości z defektem, gdy nie można zastosować żadnego innego numeru przyczyny z niniejszej klasy.
<b>f</b>	<b>Klasa błędów protokołów ( np. nieznaną wiadomość)</b>	
102	Powrót do obsługi po przekroczeniu czasu kontrolnego <i>Recovery on timer expiry</i>	Kod ten wskazuje, że na skutek przekroczenia czasu kontrolnego została zainicjowana odpowiednia procedura obsługi połączenia, łącznie z procedurą obsługi błędu.
111	Błąd protokołu, bez określenia <i>Protocol error, unspecified</i>	Kod ten jest stosowany do powiadamiania o sytuacji, gdy zdarza się błąd protokołu, do którego nie można zastosować żadnego innego numeru przyczyny z niniejszej klasy.
<b>g</b>	<b>Klasa współpracy</b>	



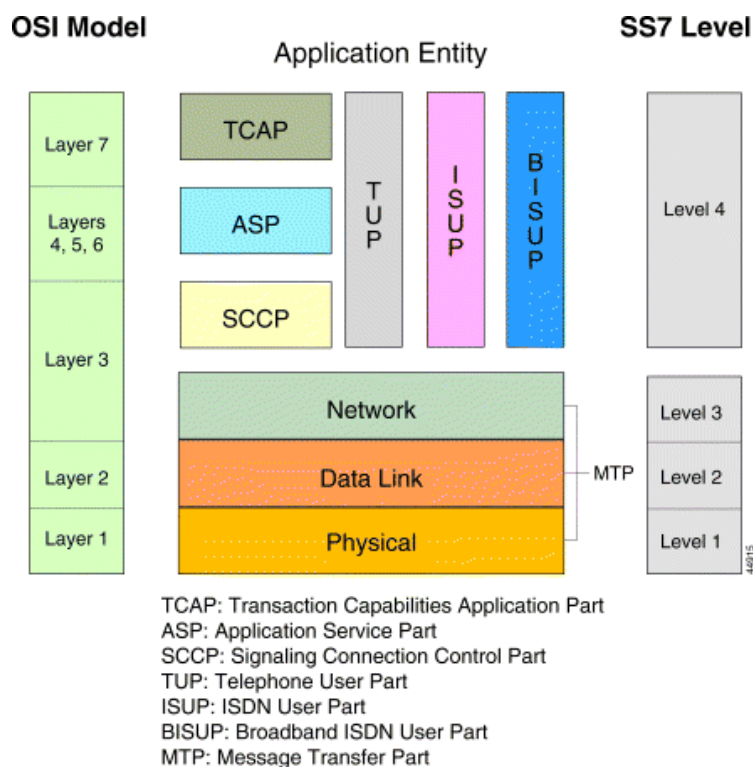
127	Współpraca, bez określenia <i>Interworking, unspecified</i>	Kod ten wskazuje, że nastąpiła współpraca z siecią, która nie posługuje się numerami przyczyn przy współpracy, którą podejmuje; stąd nie można precyzyjnie określić numeru przyczyny dla wiadomości właśnie nadawanej.
-----	---	--

## 2. Sygnalizacja w cyfrowym łączu międzycentralowym

Konieczność komutacji połączeń poza obszar lokalnej centrali wymagała wprowadzenia szczególnych technik przekazywania informacji o stanie łącza abonenta, wybranym numerze abonenta docelowego, czy wybranej usługi dodatkowej. Wraz z rozwojem sieci ISDN i IN analogowe systemy sygnalizacji międzycentralowej uznano za niewystarczające.

System sygnalizacji nr 7 opracowano na początku lat, jako otwarty system warstwowy. Otwartość tej sygnalizacji jest podyktowana możliwością stałego rozwoju sieci telekomunikacyjnych oraz usług, które te sieci oferują. Standard okazał się na tyle „wytrzymały”, iż możliwe stało się obsługiwanie zarówno nowoczesnej sieci GSM, IN, sieci łączów satelitarnych oraz nowoczesnych sieci szerokopasmowych.

Model warstwowy sygnalizacji został przedstawiony na poniższym rysunku.



Rys. 2. Model warstwowy sygnalizacji SS7

Trzy niższe poziomy SS7 odpowiadają za transmisję wiadomości w sieci sygnalizacyjnej od punktu źródłowego do punktu docelowego. Nazywane są one wspólnie częścią transferu wiadomości MTP (*Message Transfer Part*). Część MTP w dużej mierze odpowiada trzem niższym warstwom modelu OSI, jednakże nie realizuje wszystkich funkcji warstwy 3. Początkowe obszary wykorzystania SS7 nie wymagały implementacji pełnej funkcjonalności warstwy 3, jednakże zastosowanie sieci sygnalizacyjnej do przesyłania wiadomości nie związanych bezpośrednio z zestawianiem lub rozłączaniem połączeń (na przykład wiadomości dotyczących zarządzania siecią) czy do wprowadzenia nowych usług, które nie wymagały, by przesyłane wiadomości sygnalizacyjne były powiązane z łączami danych, powodowało

konieczność rozbudowy funkcjonalności poziomu MTP-3 do funkcji trzeciej warstwy modelu OSI. Dlatego opracowana została część sterująca połączeniami sygnalizacyjnymi SCCP (*Signalling Connection Control Part*). MTP wspólnie z SCCP tworzą tak zwaną część usługową sieci SP (ang. *Network Service Part*). Część SP odpowiada za samo przesyłanie wiadomości sygnalizacyjnych w sieci oraz za zapewnienie ich niezawodnego przesyłania. Nie odpowiadają one natomiast za samo sterowanie połączeniami. Za sterowanie połączeniami odpowiedzialna jest część użytkownika UP (*User Part*). W zależności od usług i rodzaju sieci zdefiniowano kilka części użytkownika, które zostaną dalej krótko omówione. Z części użytkownika korzystają różne aplikacje, które wymagają komunikowania się między sobą i do komunikacji tej wykorzystują SS7. Przykładem aplikacji jest proces sterowania połączeniem CC (*Call Control*) w centrali. Centrale muszą przekazywać pomiędzy sobą informacje o obsługiwanym połączeniu, a system SS7 został do tego celu zaprojektowany. Innymi aplikacjami wykorzystującymi SS7 są na przykład rejestry lokalizacyjne w sieci telefonii komórkowej (VLR, HLR), centrum zarządzania siecią, czy punkty kontroli usług SCP w sieci inteligentnej. Część użytkownika realizuje funkcje odpowiadające warstwom od 4 do 7 modelu OSI.

W chwili obecnej najchętniej wykorzystywaną aplikacją służącą do sterowania połączeniami telefonicznymi jest ISUP. Ważniejsze wiadomości komutacyjne zostały zebrane w poniższej tabeli 6.

Tabela 6. Typy wiadomości ISUP [1]

Lp	Akronim	Nazwa ang.	Nazwa pol.	Znaczenie
1	ACM	<i>Address Complete</i>	Adres skompletowany	Wskazuje na odbiór kompletnej informacji adresowej niezbędnej do zestawienia połączenia
2	ANM	<i>Answer</i>	Zgłoszenie (strony żądanej)	Informuje o pozytywnej odpowiedzi na wywołanie strony wywołującej
3	BLA	<i>Blocking Acknowledgment</i>	Potwierdzenie blokady	Stanowi odpowiedź na wiadomość BLO
4	BLO	<i>Blocking</i>	Blokada	Do zablokowania łącza w centrali odległej (tylko dla wywołań wychodzących)
5	CCR	<i>Continuity Check Request</i>	Żądanie kontroli ciągłości	Żądanie od odległej strony zamknięcia pętli pomiarowej w celu kontroli ciągłości łącza
6	CFN	<i>Confusion</i>	Nieporozumienie	Wysyłana w odpowiedzi na wiadomość, której centrala nie rozpoznaje
7	CGB	<i>Circuit Group Blocking</i>	Blokada grupy łączy	Do zablokowania wiązki łączy dla wywołań wychodzących z centrali odległej
8	CGBA	<i>Circuit Group Blocking Acknowledgment</i>	Potwierdzenie blokady grupy łączy	Potwierdzenie zablokowania wiązki łączy
9	CGU	<i>Circuit Group Unblocking</i>	Odblokowanie grupy łączy	Do usunięcia blokady wiązki łączy w centrali odległej, zablokowanych wcześniej przez CGB
10	CGUA	<i>Circuit Group Unblocking Acknowledgment</i>	Potwierdzenie odblokowania grupy łączy	Potwierdzenie odblokowania zablokowanej wcześniej wiązki (odpowiedź na CGU)
11	CON	<i>Connect</i>	Połącz	Informuje, że wywołanie zostało odebrane przez stronę wywołującą
12	COT	<i>Continuity</i>	Ciągłość	Zawiera wyniki testu ciągłości łącza
13	CPG	<i>Call Progress</i>	Progresja wywołania	Informuje o zdarzeniach występujących w czasie zestawiania lub trwania połączenia
14	CQM	<i>Circuit Group Query</i>	Pytanie o stan grupy łączy	Żądanie podania stanu łączy w wiązce

15	CQR	<i>Circuit Group Query Response</i>	Odpowiedź o stanie grupy łączy	Odpowiedź na wiadomość COM; wskazuje stan łączy
16	FAA	<i>Facility Accepted</i>	Akceptacja żądania udogodnienia	Wiadomość potwierdzająca uaktywnienie udogodnienia (usługi dodatkowej)
17	FAC	<i>Facility</i>	Obsługa udogodnienia	Wiadomość oznaczająca żądanie działań związanych z udogodnieniem (usługą dodatkową)
18	FAR	<i>Facility Request</i>	Żądanie udogodnienia (usługi dodatkowej)	Wiadomość żądająca uaktywnienia udogodnienia (usługi dodatkowej)
19	FOT	<i>Forward Transfer</i>	Przywołanie telefonistki w połączeniu międzynarodowym	Do współpracy pomiędzy telefonistkami central międzynarodowych
20	FRJ	<i>Facility Reject</i>	Odrzucenie żądania udogodnienia	Wiadomość wskazująca na odrzucenie żądania uaktywnienia udogodnienia (usługi dodatkowej)
21	GRA	<i>Circuit Group Reset Acknowledgment</i>	Potwierdzenie wyzerowania grupy łączy	Wysyłana jako odpowiedź na GRS, w celu potwierdzenia wyzerowania (zwolnienia) łączy
22	GRS	<i>Circuit Group Reset</i>	Zerowanie grupy łączy	Do zwolnienia wiązki, jeżeli nie wiadomo, jakie sygnały rozłączające są właściwe dla wiązki
23	IAM	<i>Initial Address</i>	Wiadomość adresowa wstępna	Inicjuje połączenie, zajmuje łącze wyjściowe, zawiera adres i inne informacje do obsługi połączenia
24	IDR	<i>Identification Request</i>	Żądanie identyfikacji	Wiadomość oznaczająca żądanie podjęcia działań dotyczących usługi MCID
25	INF	<i>Information</i>	Odpowiedź z informacją żadaną	Do przesyłania dodatkowych informacji żądanych w wiadomości INR
26	INR	<i>Information Request</i>	Żądanie informacji	Do żądania od strony wywołującej dodatkowych informacji dotyczących połączenia
27	IRS	<i>Identification Response</i>	Odpowiedź na żądanie identyfikacji	Wiadomość wysyłana w odpowiedzi na IDR
28	LOP	<i>Loop Prevention</i>	Zapobieganie pętli	Wysyłana w trakcie procedury ochrony przed zapętleniem
29	LPA	<i>Loop Back Acknowledgement</i>	Potwierdzenie utworzenia pętli	W odpowiedzi na CCR, w celu wskazania na zamknięcie pętli
30	NRM	<i>Network Resource Management</i>	Zarządzanie zasobami sieci	Do modyfikacji zasobów sieciowych związanych z połączeniem
31	OLM	<i>Overload</i>	Przeciążenie	Wysyłana w odpowiedzi na IAM, w celu zablokowania łączy, gdy wystąpi przeciążenie
32	PAM	<i>Pas -Along</i>	Przełącz dalej	Do przenoszenia informacji pomiędzy dwoma SP na tej samej drodze sygnalizacyjnej
33	REL	<i>Release</i>	Żądanie rozłączenia	Informuje o rozłączeniu w dowolnym kierunku i zwolnieniu łączy
34	RES	<i>Resume</i>	Wznowienie	Informacja o wznowieniu po uprzednim zawieszeniu połączenia
35	RLC	<i>Release Complete</i>	Rozłączenie dokonane	Potwierdza rozłączenie, przesyłana po ustawieniu wskazanego łączy w stan spoczynku
36	RSC	<i>Reset Circuit</i>	Zerowanie łączy	Wysyłana, gdy istnieje niepewność co do stanu danego łączy w odległej centrali

37	SAM	<i>Subsequent Address</i>	Wiadomość adresowa kolejna	Zawiera kolejne cyfry adresu (numeru) strony wywoływanej
38	SGM	<i>Segmentation</i>	Segmentacja	Do przenoszenia dalszej części zbyt długiej wiadomości
39	SUS	<i>Suspend</i>	Zawieszenie	Informuje o zawieszeniu połączenia przez stronę wywołującą lub wywoływaną
40	UBA	<i>Unblocking Acknowledgment</i>	Potwierdzenie odblokowania	Potwierdza odblokowanie zablokowanego wcześniej łącza lub wiązki łączy
41	UBL	<i>Unblocking</i>	Odblokowanie	Wysyłana w celu usunięcia blokady łącza w centrali odległej
42	UCIC	<i>Unequipped Clc</i>	CIC łącza niewyposażonego	W odpowiedzi na wiadomość z kodem CIC łącza niewyposażonego
43	UPA	<i>User Part Available</i>	Dostępność części użytkownika	Wysyłana w odpowiedzi na UPT do wskazania, że część użytkownika jest dostępna
44	UPT	<i>User Part Test</i>	Test części użytkownika	Do sprawdzania stanu części użytkownika oznaczonej jako niedostępnej
45	USR	<i>User-To-User Information</i>	Informacja użytkownik – użytkownik	Do przesyłania sygnalizacji użytkownik – użytkownik

## PRAKTYCZNE UWAGI NA TEMAT REALIZACJI WYBRANYCH ZADAŃ

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń podczas badania sygnalizacji uzyskiwane są w postaci wydruków strumieni danych pojawiających się w kanale D – sygnalizacyjnym. Analizator sygnalizacji ANkontrol dokonuje interpretacji strumienia danych wykrywając początki i końce nowych wiadomości, testując poprawność odbioru poprzez nadanie sum kontrolnych, a wreszcie analizując pole danych każdej z wiadomości.

Ponieważ sygnalizacje DSS1 i SS7 należą do grupy binarnych, treści przez nie przekazywane są zakodowane umownymi sekwencjami bitów. Z tego powodu ręczna analiza wiadomości sygnalizacyjnych wymagałaby ich dokumentacji opracowanych przez organ standaryzujący. Dzięki zaawansowanej funkcjonalności posiadanego analizatora możliwy jest bezpośredni odczyt znaczenia treści zawartych w wiadomościach. Okno analizatora sygnalizacji podczas pracy przedstawiono poniżej.

```

MILLENIUM O&M App. v.4.4a1 - [Analizator sygnalizacji [0111,34]]
Plik Zadanie Ustawienia Narzędzia Okno Pomoc
Sygnalizacja: DSS1/S0 Wersja: 3.2k6 Kompilacja: 09:06:11 Dec 20 2004

Właściwości kodu sterownika:
15:16:53.580!-> D=000 T064 c800 SABME F1
15:16:53.580!<- D=000 T064 R800 UA - F1
15:16:53.650!-> D=024 T064 F_Call(062) Setup
P001[BEARER speach/cir 64K]A3
P011[CFA NR UnPI NR: (allowed,usr) 1536]
P021[HL COMP 91] telefon
P031[User(1) 04]
15:16:53.720!<- D=021 T064 B_Call(062) Setup Acknowledge
P001[CHN ID : B1 Mandatory]
P011[Progress_1 (81) L:1] In-Band information
P021[Display] Wybieraj
15:16:57.120!-> D=007 T064 F_Call(062) Information
P001[KeyFac : *]
15:16:57.765!-> D=007 T064 F_Call(062) Information
P001[KeyFac : 0]
15:16:57.940!<- D=005 T127 TEI MGT : R1=0000H A1=64 Identity check req
15:16:57.980!-> D=005 T127 TEI MGT : R1=62C8H A1=64 Identity check rsp
15:16:58.210!-> D=007 T064 F_Call(062) Information
P001[KeyFac : 5]
15:16:58.665!-> D=007 T064 F_Call(062) Information
P001[KeyFac : *]
15:16:59.215!-> D=007 T064 F_Call(062) Information
P001[KeyFac : #]
15:16:59.280!<- D=004 T064 B_Call(062) Call Proceeding
15:16:59.385!<- D=025 T064 B_Call(062) Disconnect
P001[Cause U-PTM 28] Invalid nr format
P011[Progress_1 (81) L:1] In-Band information
  
```

Rys. 3. Przebieg procesu rejestracji zdarzeń sygnalizacyjnych w analizatorze ANkontrol

## Analiza przykładowej wiadomości sygnalizacji DSS1

### Treść:

```
12:51:02.040|<- D=042 T127 F_Call(107) Setup
P00|[BEARER 3.1kHz audio/cir 64K]A3
P01|[CHN ID : B2 Mandatory]
P02|[Progress_i (81) L:1] non-ISDN origination
P03|[Display] Wywołanie
P04|[CPA NR UnPl SN: (allowed,net) 1507]
P05|[CPB NR UnPl SN: 1541]
```

### Analiza:

```
12:51:02.040|<- D=042 T127 F_Call(107) Setup
informacja o czasie nadejścia wiadomości (12:51:02.040), kierunku
transmisji (<-_do centrali), identyfikator punktu dostępu do
usługi SAPI (D=042), identyfikator terminala TEI (T127), nazwa
wiadomości (Setup)

P00|[BEARER 3.1kHz audio/cir 64K]A3
numer parametru (P00), wybór usługi podstawowej (BEARER 3.1kHz
audio/cir 64K)

P01|[CHN ID : B2 Mandatory]
numer parametru (P01), wybór kanału (CHN ID : B2 Mandatory)

P02|[Progress_i (81) L:1] non-ISDN origination
numer parametru (P02), informacja o terminalu wywołującym -
analogowy (non-ISDN origination)

P03|[Display] Wywołanie
numer parametru (P03), przekazanie wiadomości na wyświetlacz
terminala ([Display] Wywołanie)

P04|[CPA NR UnPl SN: (allowed,net) 1507]
numer parametru (P04), informacje o numerze strony wywołującej i
jej numerze katalogowym ((allowed,net) 1507)

P05|[CPB NR UnPl SN: 1541]
numer parametru (P05), numer katalogowy strony wywoływanej (1541)
```

## PRZEBIEG ĆWICZENIA

### Przygotowanie:

1. W trakcie ćwiczenia korzystać należy z terminali o numerach:

Nr katalogowy:	510	600	601	306	307
Nr fizyczny:	106_02	105_00	105_00	102_07	102_08
Styk ISDN:	S <sub>0</sub>	U <sub>ko</sub>	U <sub>ko</sub>	CB	CB

UWAGA: Abonenci 600 i 601 są dołączeni na tym samym łączu ISDN na stylu U poprzez urządzenie NT.

2. Uruchomić analizator sygnalizacji *ANkontrol*. Wybrać z menu górnego *Zadanie – Analizator sygnalizacji*. W oknie adresu wprowadzić numer procesora S<sub>0</sub> obsługującego sygnalizację DSS1 – **0106**. Korzystając z przycisków prawej części okna ustawić kanał C na wartość **127**. Wartość ta odpowiada dostępowi rozgłoszeniowemu na wskazanym procesorze (można obserwować całą korespondencję).
3. Uruchomić aplikację *Konsola Operatora* (skrót na pulpicie). Otworzyć *Okno Sterowania*, a następnie w *sekcji 1* wybrać *procesor 14.00*. Jest to procesor traktu SS7.
4. Zapisywane podczas wykonywania ćwiczenia wyniki pomiarów należy zapisać w pliku txt.
5. Nie wolno włączać pamięci przenośnych typu pendrive do komputerów.
6. Wyniki za badań wysyłamy na końcu zajęć na własną skrzynkę pocztową.

### Badanie sygnalizacji abonenckiej DSS1:

7. Wykonać połączenie telefoniczne pomiędzy abonentami **510** → **600**. Zapisać w pliku .txt zarejestrowane pojawiające się na łączu komunikaty (dołącz je do sprawozdania). W sprawozdaniu wyróżnić fazy:
  - zgłoszenia abonenta,
  - wybierania numeru żadanego,
  - rozmowy oraz
  - zakończenia połączenia.
8. Wykonać ponownie to połączenie korzystając z funkcji **REDIAL** aparatu. Ponownie zapisać przebieg komunikacji. Dokonać porównania sygnalizacji zestawienia połączenia w pierwszym i drugim przypadku. Wskazać różnice. Narysować wykres przebiegu komunikacji stron CPA i CPB (podobnie jak to zostało przedstawione na rysunku 1).
9. Wykonać połączenie telefoniczne pomiędzy abonentami **510** → **601**. Czy połączenie z linii jest kierowane na ten sam terminal?
10. Odłączyć aparat skonfigurowany, jako **601**. W jego miejsce podłączyć telefon nieskonfigurowany (jest położony na stanowisku obok)
11. Wykonać testowe połączenia **510** → **600** i **510** → **601**. Czy prawidłowo kierowane są połączenia do aparatów?
12. Przeprowadzić konfigurację nowego terminala wpisując, jako nr MSN: 605 (numer nie istnieje w centrali!). Następnie wykonać testowe połączenia **510** → **600** i **510** → **601** oraz **510** → **605**. Wyniki obserwacji opisz w sprawozdaniu.
13. Wykonać połączenie telefoniczne pomiędzy abonentami **600** → **601**. Prześledzić i zapisać przebieg sygnalizacji. Co różni tą wymianę wiadomości od poprzedniej? Cechy charakterystyczne opisać w sprawozdaniu.

14. Włączyć opcję *Full display* w analizatorze ANkontrol. Przeprowadzić połączenie z numerem **510** (ISDN) oraz **307** (CB). Czy sygnalizacja wykrywa typ strony wywoływanej? Które wiadomości i parametry na to wskazują? (wskaż te wiadomości i ich parametry w wydrukach sygnalizacji dołączonych do sprawozdania).
15. Po zakończeniu punktu powyższych działań wyłączyć opcję *Full display*.
16. Korzystając z tabeli zamieszczonej w instrukcji wymusić sygnalizację dla sześciu wybranych przypadków CAUSE.

### **Badanie sygnalizacji abonenckiej międzycentralowej SS7:**

17. Uruchomić drugie okno monitora sygnalizacji w sposób opisany w punkcie 2. W oknie adresu wprowadź numer procesora dowolnego SS7 obsługującego sygnalizację SS7 (adres procesora można wskazać wykorzystując aplikację konsola operatorska). Ustawić kanał C na wartość **127**. Po poprawnej konfiguracji powinny być widoczne na ekranie dwa okna, jedno zawierające podgląd sygnalizacji DSS1 i drugie z sygnalizacją SS7.
18. Wykonać połączenie z aparatu **510** na numer **600** wybierając łącze międzycentralowe o numerze kierunkowym **1013** lub **1014** do nowej centrali w NK163, a następnie powrócić do centrali w NK010 wybierając nr **71**. Zapisać wiadomości przesyłane przez łącza abonenckie i międzycentralowe. W sprawozdaniu narysuj graf przejść między komunikującymi stronami uwzględniając obydwie sygnalizacje (DSS1 i SS7).
19. Przeprowadzić ponownie to samo połączenie jednak włączając wcześniej opcję *Full display*. Porównać zawartość wiadomości SETUP sygnalizacji DSS1 i IAM sygnalizacji SS7. Czy informacje występujące w obydwu sygnalizacjach przenoszą również parametry charakterystyczne dla każdej z sygnalizacji? Zapisać wyniki badań i opisać w sprawozdaniu.
20. Zrealizować połączenie między abonentami analogowymi **306** → **307** z wykorzystaniem łącza międzycentralowego. W otwartym oknie analizatora ANkontrol sygnalizacji SS7 zaobserwować wymianę komunikatów, jaka następuje podczas zestawiania i rozłączania połączenia. Czy różni się ona od wcześniejszej wymiany wiadomości SS7 dla łączy ISDN? Czym spowodowana jest ta zmiana?
21. Zapisać wiadomości wysyłane w łączu międzycentralowym i dokonaj ich analizy. Narysować graf przejść między komunikującymi stronami uwzględniając obydwie sygnalizacje. Jakie różnice występują w stosunku do wyników uzyskanych w punkcie 6?
22. W aplikacji *Konsola Operatora*, w sekcji 1 wybrać procesor 14.00. Jest to procesor wcześniej obserwowanego traktu SS7. Sprawdzić, w jakim stanie są poszczególne porty tego traktu przy dwóch równoczesnych rozmowach międzycentralowych (tj. pomiędzy abonentami CB (**306** → **307**) i ISDN (**510** → **600**)). Co z tego wynika?
23. Wykonać sprawozdanie z przeprowadzonego ćwiczenia.

### **Literatura**

- [1] Dokumentacja techniczna analizatora sygnalizacji DGT. Gdańsk 2006
- [2] Danilewicz G., Kabaciński W.: System Sygnalizacji nr 7. WKŁ, Warszawa 2005
- [3] Dołowski J.: Szkolenie ISDN. IST Sp. z o. o. Warszawa 2007
- [4] Kościelnik D. ISDN Cyfrowe sieci zintegrowane usługowo. WKŁ, Warszawa 2001
- [5] Jajszyk A.: Wstęp do telekomutacji. WT, Warszawa 2009.