

Potrzeba istnienia sygnalizacji (model warstwowy)

Z dotychczasowych rozważań wynika, że w sieci telekomunikacyjnej przekazywane są dwa rodzaje informacji wynikające bezpośrednio z ich różnego przeznaczenia. Podstawowym rodzajem informacji jest informacja wymieniana między użytkownikami (abonentami) nazywana informacją użytkową oraz drugi rodzaj informacji wynikający z konieczności realizacji sterowania w sieci telekomunikacyjnej tak aby informacja użytkowa od jej źródła została dostarczona do odbiorcy. Ten rodzaj informacji jest informacją przeznaczoną dla sterowania i w telekomunikacji nazwany został informacją sygnalizacyjną.

Z uwagi na dwa rodzaje sieci telekomunikacyjnych, zorientowanych połączeniowo oraz bezpołączeniowo, sposób tworzenia i przekazywania informacji dla sterowania dla tych sieci jest różny.

W przypadku sieci zorientowanych bezpołączeniowo informacja ta dolączana jest w ściśle określonej formie do informacji użytkowej. Sterowanie węzłów komutacyjnych w oparciu o tą informację i posiadane dane (które musi w jakiś sposób pozyskać!) określa dalszą drogę, którą ma być przesyłana informacja użytkowa (łącznie z informacją dla sterowania). Zatem można powiedzieć, że w tym przypadku nie ma osobnych zasobów wykorzystywanych dla wymiany informacji dla sterowania. I dlatego nie używa się tu określenia sygnalizacji, gdyż w telekomunikacji zostało one zarezerwowane dla przypadku, gdy dla ich przesłania przeznacza się wydzielone zasoby lub wyraźnie wyróżnia się informację sterującą od informacji użytkowej.

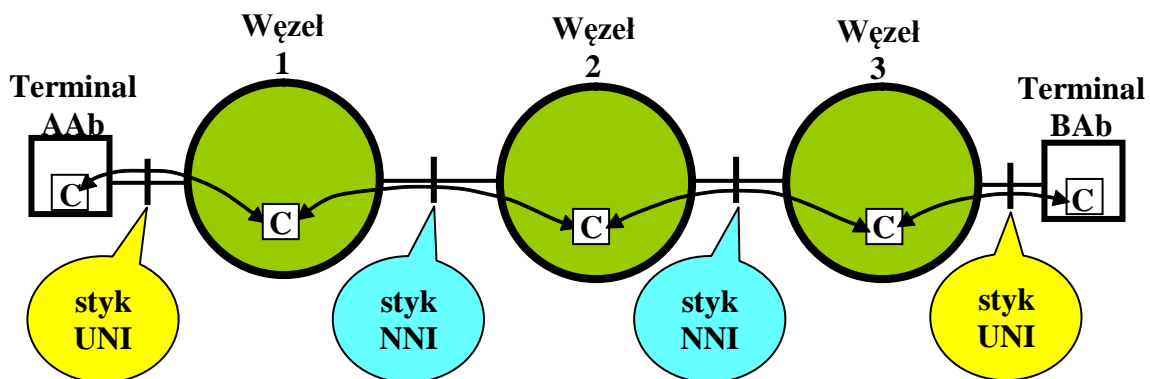
Sytuacja ta ma miejsce w sieci zorientowanej połączeniowo. W związku z tym ograniczymy się, z uwagi na czas przeznaczony na omówienie tego zagadnienia, do rozważań dotyczących sieci zorientowanych połączeniowo.

Zauważmy, że informację dla sterowania muszą wymieniać między sobą:

- terminal abonenta A z węzłem dostępu (pierwszy węzeł w sieci z którym ma połączenie terminal),
- węzeł z węzłem,
- węzeł dostępu z terminalem abonenta B.

Charakter i przeznaczenie informacji sterującej na styku terminal - sieć telekomunikacyjna oraz styku węzeł - węzeł jest inne. Stąd domyślamy się że organizacja zasad wymiany informacji sterującej i jej struktura będą inne

dla każdego z tych styków (wprowadza się pojęcie styku szeroko wykorzystywane w telekomunikacji). W pierwszym przypadku mówimy o styku użytkownik - sieć ([User Network Interface](#) - UNI), a w drugim mówimy o styku węzeł - węzeł ([Node Node Interface](#) - NNI). Należy podkreślić, że samo pojęcie styku dotyczy zarówno wymiany informacji użytkowej jak i sterującej i opisuje ono wszystkie cechy tego styku (nie tylko sygnałowe i transmisyjne co postaramy się wykazać w dalszej części materiału).

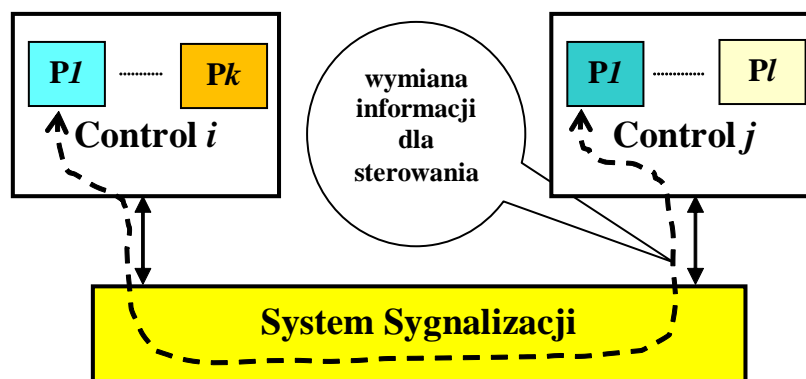


Z punktu widzenia wymiany informacji przeznaczonej dla sterowania (C - Control) możemy mówić o konieczności współpracy dwóch urządzeń C-C wchodzących w skład węzłów, które znajdują się w znacznej odległości od siebie połączonych systemem transmisyjnym (proszę rozrysować taki styk NNI, gdy jako system transmisyjny zastosujemy system PCM30/32).

Ponieważ informacja sterująca jest bardzo ważna dla obsługi żądań realizacji usług na odpowiednim poziomie jakości usług (zastanowić się i uzasadnić dlaczego to stwierdzenie jest słuszne) to powstaje problem jak należy zorganizować współpracę tych dwóch urządzeń.

W telekomunikacji [dla obsługi wymiany informacji sterującej](#) skierowanej na obsługę żądań realizacji usług utworzono [systemy sygnalizacji](#), które zmieniały się wraz z rozwojem techniki i technologii.

Użytkownikiem (niejako abonentem chociaż nic nie abonuje) tych systemów sygnalizacji jest sterowanie C, które w danej chwili może obsługiwać dużą liczbę połączeń i dla każdego z nich istnieje potrzeba wymiany informacji sterującej. Można to ogólnie zobrazować następującym rysunkiem.



Na rysunku tym sterowanie *i*-tego węzła Control *i* (CC) obsługuje połączenie *PI* w kierunku *j*-tego węzła, którego sterowanie Control *j* (CC) musi dysponować informacjami z *i*-tego węzła aby mogło obsłużyć to połączenie oznaczone dla uproszczenia także przez *PI*. Oczywiście wymiana informacji odbywa się w obu kierunkach (uzasadnić dlaczego), tzn. także z *j*-tego do *i*-tego węzła. Do realizacji tej funkcji stosuje się właśnie system sygnalizacji.

Zastanówmy się i wymienimy cechy jakie powinien mieć system sygnalizacji. Otóż do podstawowych cech należy zaliczyć to że:

- umożliwia wymianę wiadomości sygnalizacyjnych,
- wiadomości muszą być wymieniane w czasie rzeczywistym (dlaczego?),
- wiadomości muszą być wymieniane na znacznych odległościach,
- wiadomości muszą być dostarczane w sposób pewny (dlaczego?),
- system musi obsługiwać wymianę wiadomości od wielu jednocześnie obsługiwanych połączeń (dotyczących wielu połączeń),
- musi obsługiwać urządzenia (sterujące) niezależnie od tego kto je zrealizował (czyli od różnych producentów sprzętu telekomunikacyjnego),
- musi być zorientowany na obsługę połączeń,
- do przesyłania wiadomości wykorzystują tą samą technikę i technologię transmisyjną, która jest zastosowana dla wymiany informacji użytkowej (dlaczego?).

Z tego wynika, że systemy sygnalizacji są systemami masowej obsługi zorientowanymi bezpołączeniowo z małymi i kontrolowanymi opóźnieniami dostarczania wiadomości.

Ponieważ elementy funkcjonalne (urządzenia) wchodzące w skład systemu sygnalizacji muszą realizować szereg funkcji to dla przejrzystości i otwartości funkcjonalnej w urządzeniach tych wprowadzono podział tych funkcji na poziomy (warstwy). Ich liczba wynika z podziału funkcji na grupy, które są logicznie uzasadnione. Podział ten wsparty jest standaryzowanym warstwowym modelem odniesienia ISO/OSI dla współpracujących ze sobą urządzeń przekazujących dane. Wyróżnia się w nim siedem warstw, przy

czym w naszym tu omawianym przypadku ważne są tylko trzy dolne warstwy (pozostałe warstwy są na ogół puste). Te trzy warstwy to warstwa:

- **fizyczna** PL - Physical Layer,
- **łącza** (danych) LL (DLL) - Link Layer (Data Link Layer),
- **sieciowa** NL - Network Layer.

Warstwa fizyczna

Jest to najniższa warstwa modelu, która jest odpowiedzialna za aktywację, utrzymanie i deaktywację fizycznych obwodów oraz udostępnienie sygnałów zegarowych. Ma ostatecznie za zadanie po stronie nadawczej przekształcenie ciągu bitów na sygnały, a następnie po stronie odbiorczej rozpoznanie sygnałów i przedstawienie ich jako ciągu zer i jedynek (ciągu bitów). W warstwie tej znajduje się system transmisyjny ale nie tylko.

Warstwa łącza (danych)

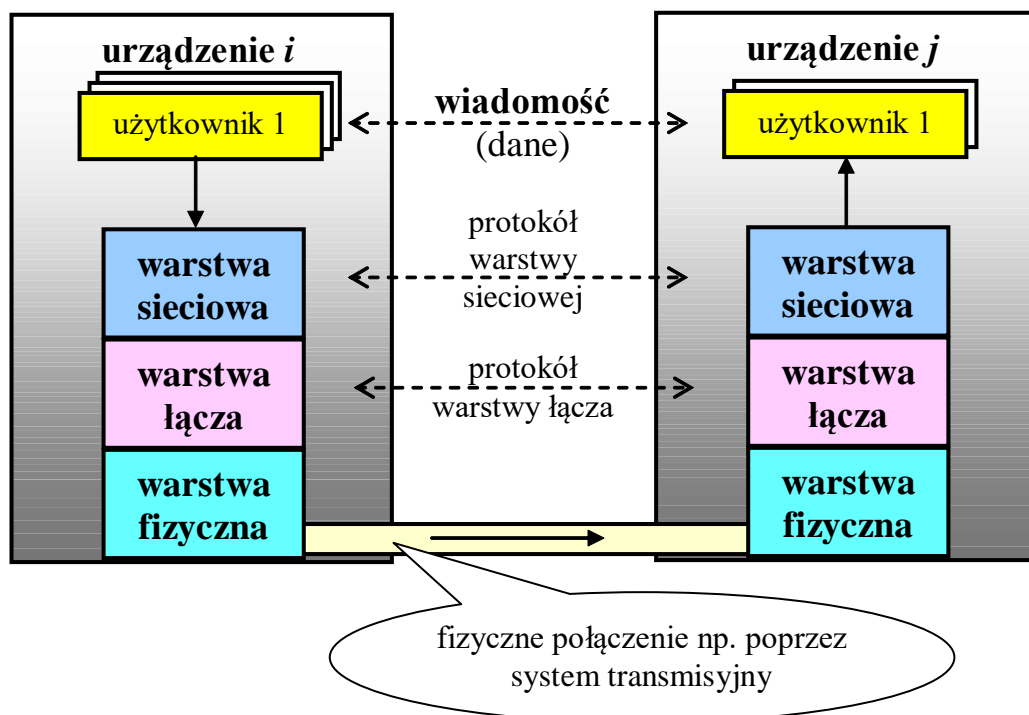
Jest odpowiedzialna za przekazywanie danych przez łącze (nowe znaczenie słowa łącze, dotychczas używane odnosiło się do warstwy fizycznej a tu jest użyte w sensie łącza logicznego). Określa granice strumienia bitów z warstwy fizycznej, umożliwiając identyfikację bitów w jednostce danych (np. pakiet, wiadomość). Steruje przepływem strumienia danych. Przeprowadza detekcję błędów transmisji i udostępnia mechanizmy odzyskiwania straconych jednostek danych, usuwania jednostek danych zduplikowanych lub błędnych.

Warstwa sieciowa

Warstwa ta wynika z faktu iż informacja ma być przekazywana między użytkownikami dołączonymi do sieci. Odpowiada więc za kierowanie przepływem informacji w sieci a także za komunikację między sieciami.

Podane definicje funkcjonalne odnoszą się do każdego systemu, który ma za zadanie przekazywać dane w sieci a nie tylko dla danych systemu sygnalizacji.

Na kolejnym rysunku pokazano bardzo ogólną zasadę podziału na warstwy w odniesieniu do systemu sygnalizacji (tylko trzy dolne warstwy; więcej szczegółów będzie przy omawianiu sieci sygnalizacyjnej), przy czym dla uproszczenia przepływ informacji zaznaczano tylko w jedną stronę.



Protokół każdej z warstw określa zasady współpracy odpowiadających sobie warstw i jest standaryzowany. Dla każdej z warstw istnieje wiele różnych standardów. Natomiast między warstwami tego samego urządzenia nie ma standardów (proszę zastanowić się dlaczego tak jest). **Na organizację protokołów potrzebne są dodatkowe informacje**, które muszą być dołączane w postaci **nagłówka** do danych przekazywanych przez użytkownika. Powoduje to wydłużenie pierwotnej długości danych. Przedstawiono to na kolejnym rysunku dla dwóch sąsiednich warstw.

Stos protokołów tworzy system sygnalizacji. System ten jest różny na styku UNI oraz NNI. Przykładowo dla styku UNI mamy system sygnalizacji DSS1 (**Digital Subscriber Signalling number 1**) dla abonenta ISDN (Integrated Services Digital Network) (a w przypadku mobilnego DSS1m) oraz DSS2 (**Digital Subscriber Signalling number 2**) dla abonenta B-ISDN (Broadband ISDN), natomiast dla styku NNI mamy odpowiednio system sygnalizacji SS7 ISUP (**Signalling System number 7 whit ISUP**, więcej na ten temat w następnym temacie) oraz SS7 B-ISUP. W przypadku sieci abonentów mobilnych mamy SS7 MAP, a dla sieci usług inteligentnych mamy SS7 INAP.

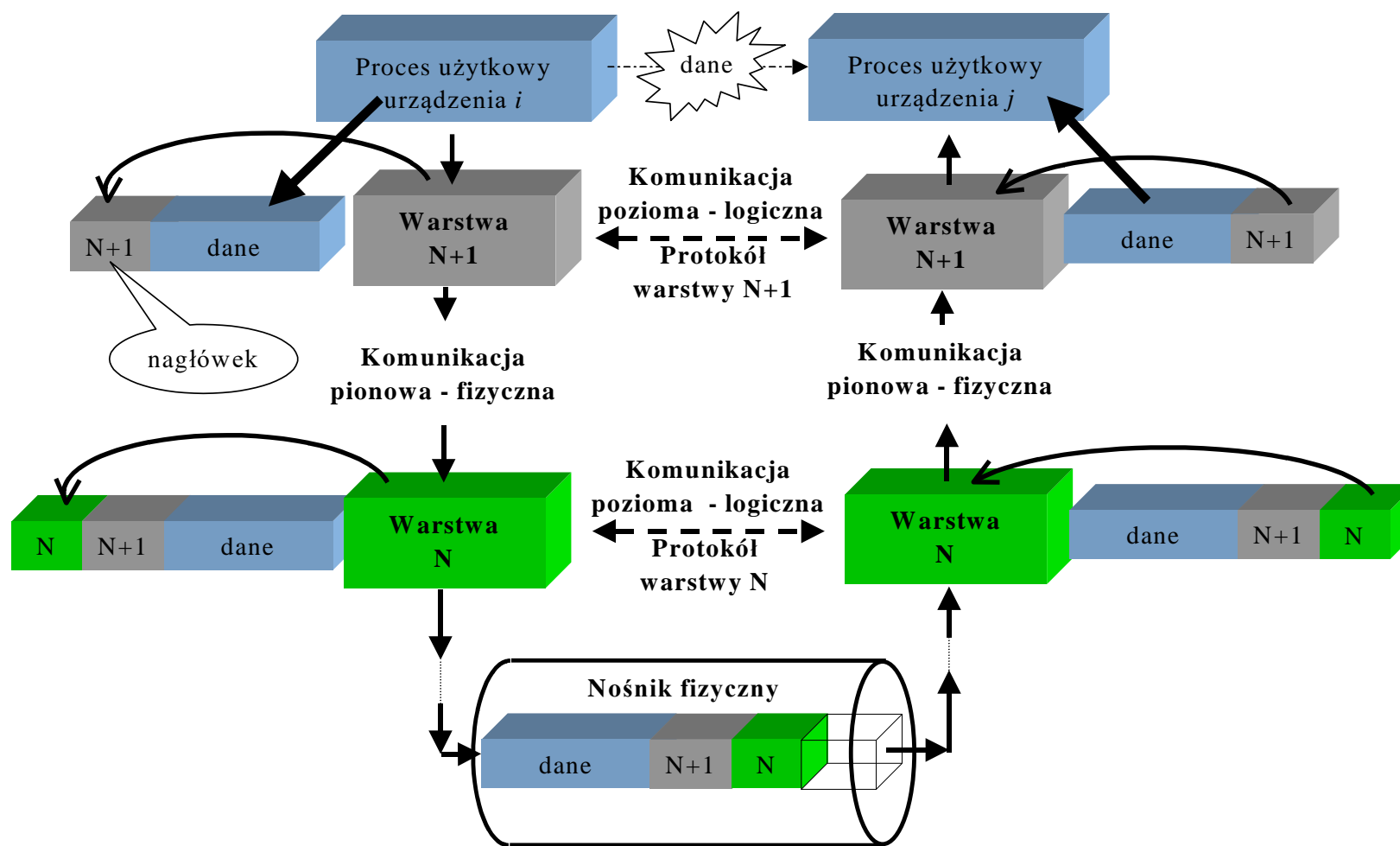
Zauważmy, że z punktu widzenia wymiany informacji sygnalizacyjnej połączenie w systemie sygnalizacji wymaga łącza, tzn. **mam bezpośrednio połączyć Control jednego węzła z Control drugiego węzła** dla węzłów, które są bezpośrednio połączone łączami dla przesyłania informacji użytkowej. Gdyby wprost zrealizować taki sposób połączeń dla wymiany informacji sygnalizacyjnej to okazałby się on kosztowny i mało elastyczny do potrzeb

wynikających z zasady działania systemu sygnalizacji. Dlatego w przypadku wymiany informacji między węzłami dla potrzeb sterowania (informacji sygnalizacyjnej) dla zoptymalizowania procesu przekazywania wiadomości można w ramach sieci telekomunikacyjnej zrealizować dodatkową sieć sygnalizacyjną. Sieć ta rządzi się swoimi zasadami wynikającymi z faktu, że realizuje komutację wiadomości. Proces jej projektowania (struktura i zasoby) odbywa się według zasad stosowanych dla komutacji wiadomości i pakietów.

Na temat tej sieci sygnalizacyjnej powiemy nieco więcej w dalszym materiale.

Spostrzeżenie:

Przedstawiony tu sposób realizacji systemu sygnalizacji należy do rozwiązań, które bazuje na rozwiązaniu stosowanym w sieciach zorientowanych bezpołączeniowo. Przy czym na ogół wykorzystują one więcej niż trzy najniższe warstwy.



Uwaga: na rysunku pokazano przepływ danych tylko w jednym kierunku – od urządzenia *i* do urządzenia *j*.

Sieć sygnalizacyjna

Jak to już było wcześniej powiedziane dla wymiany informacji sygnalizacyjnej między węzłami sieci telekomunikacyjnej wyróżniono w niej sieć sygnalizacyjną. Uzasadnione jest to optymalizacją kosztów wymiany informacji i zapewnieniem odpowiedniego poziomu obsługi abonentów żądających usług.

Zatem należy się zastanowić jak taka sieć powinna być zorganizowana, tzn. jaka jest jej struktura oraz jakie funkcje i jaką strukturę mają jej elementy funkcjonalne, a dokładnie mówiąc jej węzły ponieważ łączy w warstwie fizycznej dla tej sieci są tak samo zrealizowane jak dla sieci telekomunikacyjnej przenoszące informacje użytkowe.

Nasze dalsze rozważania ograniczymy do konkretnego rozwiązania, które jest szeroko stosowane w sieciach telekomunikacyjnych i jest na tyle ogólne, że pokazuje zasady realizacji sygnalizacji i odpowiada ogólnej poprzednio przedstawionej idei. Jest to system sygnalizacji SS7 ISUP.

Przypomnijmy, że aby dwa węzły komutacyjne połączone wiązką łączy mogły zestawieć połączenie między sobą muszą wymieniać informację konieczną do obsługi tego połączenia. Jeden z nich jest węzłem inicjującym, tzn. węzłem z którego połączenie wychodzi, drugi natomiast jest węzłem przyjmującym połączenie, tzn. węzłem do którego połączenie przychodzi.

Co musi przekazać węzeł inicjujący do węzła przyjmującego? Otóż podstawowa informacja, która jest niezbędna to:

- numer łącza w tej wiązce, które zostało wybrane do zrealizowania połączenia,
- numer abonenta żądanego (wywołanego) z którym ma być zestawione połączenie,
- atrybuty opisujące usługę, która ma być na tym łączu zrealizowana.

Oczywiście wymieniamy tu tylko minimalne wymagania na przekazywaną informację. W ogólności tych informacji może być więcej.

Kolejne pytanie na które należy odpowiedzieć to w jakim formacie ta informacja będzie przekazana? Jest to konieczne dlatego aby strona odbierająca mogła w poprawny sposób rozpoznać i zinterpretować informację.

Następny problem to pytanie o zasady współpracy obu stron przy wymianie informacji oraz wzajemne informowanie o stanie realizacji połączenia. Tu

jedynym rozwiązaniem jest odpowiednio dobrany protokół, który uwzględni zarówno wcześniej wymienione potrzeby (format danych i ich wartości) jak i fakt, że mamy obsługiwać realizację połączenia nie tylko między tymi dwoma węzłami ale w całej sieci telekomunikacyjnej. Taki protokół został opracowany i w przypadku sieci ISDN nosi on nazwę ISDN User Part co daje skrót ISUP. Protokół ten generuje określone sekwencje wiadomości, które są wymieniane między oprogramowaniem realizującym ten protokół w obu węzłach, w oparciu o informacje dostarczane przez oprogramowanie sterujące (Control) tych węzłów.

Pozostaje jeszcze problem rozwiązania niezawodnego dostarczenia tych wiadomości do odbiorcy. Sposób realizacji tego zadania i jego uzasadnienie zostało omówione i przedstawione w poprzednim punkcie (temacie) tego materiału. Zatem do przekazywania tej informacji powinna być wydzielona sieć transportowa (transferowa). Sieć taka jest rzeczywiście zrealizowana i nosi ona nazwę sieci sygnalizacyjnej ze względu na to, że przenosi wiadomości sygnalizacyjne.

Sieć ta jest logicznie wydzielona w sieci telekomunikacyjnej chociaż jest zrealizowana w tych samych elementach co sieć telekomunikacyjna.

Sieć SS7 składa się z węzłów sygnalizacyjnych nazywanych punktami sygnalizacyjnymi SP (Signalling Point) oraz łączy łączących te węzły sygnalizacyjne.

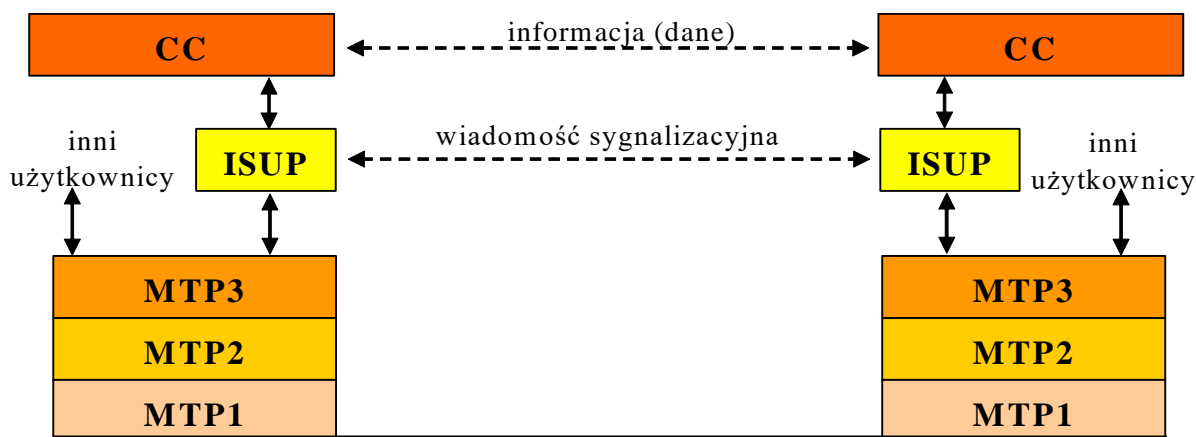
Bezpośrednim użytkownikiem tej sieci jest ISUP z którego usług korzysta program sterujący (Call Control - CC) węzła komutacyjnego.

W związku z takim rozwiązaniem nasuwa się kolejne pytanie: jak powinien być zorganizowany punkt sygnalizacyjny oraz jakie powinien realizować funkcje?

Odpowiedź jest w miarę prosta i wynika z założenia niezawodnego przekazywania danych (wiadomości sygnalizacyjnych) w sieci sygnalizacyjnej między określonymi użytkownikami. A przypomnijmy, że użytkownikami są ISUP'y. Ponieważ punkty sygnalizacyjne wraz z łączami tworzą sieć sygnalizacyjną to w punktach sygnalizacyjnych muszą być realizowane funkcje dotyczące (patrz poprzedni temat): warstwy fizycznej w której utworzony jest kanał sygnalizacyjny, warstwy łącza danych dla zapewnienia niezawodnego dostarczania wiadomości od punktu do punktu sygnalizacyjnego oraz funkcje warstwy sieciowej dla zrealizowania dostarczenia wiadomości od początkowego punktu sygnalizacyjnego OSP (Originating SP) do końcowego punktu sygnalizacyjnego DSP (Destination SP).

W odróżnieniu od warstwowego modelu odniesienia tu, zamiast określenia warstwa, używa się określenia poziom co ma swoje uzasadnienie ale nie będzie ono tu rozwijane. I tak mamy poziom pierwszy – fizyczny, poziom drugi – łącza danych oraz poziom trzeci – sieci. Te trzy poziomy razem wzięte nazywane są Message Transfer Part (MTP). Dla każdego z poziomów używa się też skrótu odpowiednio: MTP1, MTP2 i MTP3. Wprowadzono także pojęcie łącza sygnalizacyjnego SL (Signalling Link), które obejmuje MTP2 – MTP1 – MTP2. Między dwoma punktami sygnalizacyjnymi może być większa liczba łączy sygnalizacyjnych (co najmniej dwa ze względów niezawodnościowych, a jeżeli więcej to dlaczego?). Zbiór tych łączy nazywamy wiązką sygnalizacyjną.

Na rysunku pokazano wzajemne relacje wymienionych elementów funkcjonalnych w postaci ogólnego modelu dla dwóch połączonych punktów sygnalizacyjnych (proszę to porównać z ogólnymi rozważaniami przeprowadzonymi w poprzednim temacie i znaleźć odpowiedniki!!!).



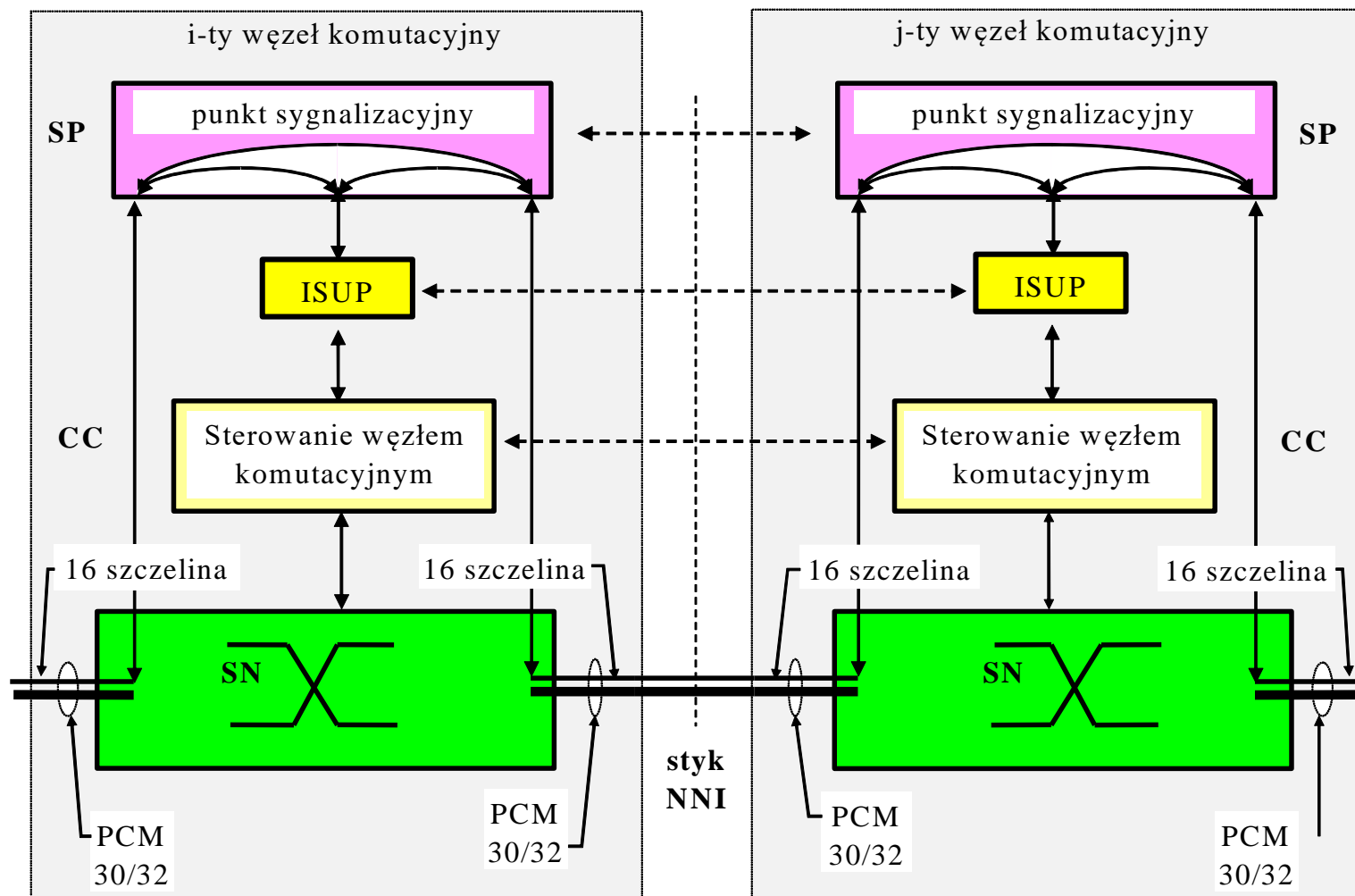
Na kolejnym rysunku pokazano strukturę funkcjonalną dwóch węzłów komutacyjnych, połączonych standardowym systemem transmisyjnym PCM30/32, z uwzględnieniem obecności punktu sygnalizacyjnego SP w każdym z nich. Zaznaczono na nim także możliwe sytuacje przepływu wiadomości sygnalizacyjnych w punkcie sygnalizacyjnym SP.

Najogólniej mówiąc MTP1 jest zrealizowane na 16-tej szczelinie systemu PCM30/32 oraz elementach węzła komutacyjnego (SN – Switching Network, PK - Pole Komutacyjne) i w ten sposób uzyskany kanał ma przepływność 64kbit/sek. Zatem jest to także maksymalna przepływność łącza sygnalizacyjnego. Jest ono projektowane na maksymalne wykorzystanie wynoszące 20% (obciążenie 0.2). Kanał ten jest wspólny dla obsługi połączeń realizowanych przez wiązkę łączy międzywęzłowych, której został on

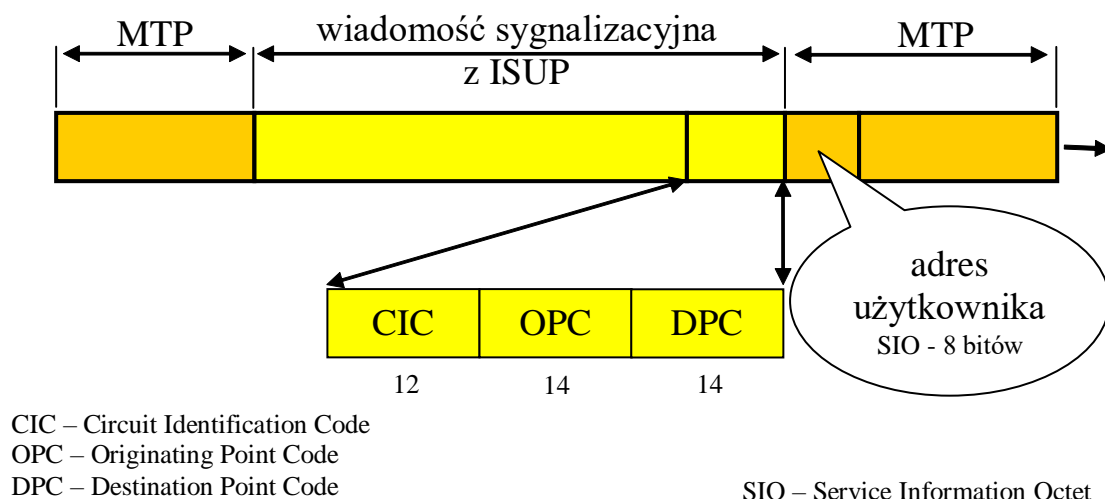
przyporządkowany. Jest to więc sygnalizacja typu CCS (Common Channel Signalling) czyli sygnalizacja we wspólnym kanale.

Z uwagi na wielu użytkowników tego kanału w MTP2 zastosowano buforowanie wiadomości. ISUP, MTP3 oraz częściowo MTP2 są zrealizowane w postaci oprogramowania, przy czym ISUP jest rozproszony po komputerach modułów łączy węzła komutacyjnego, a MTP3 jest zrealizowany w postaci systemu wielokomputerowego pracującego w czasie rzeczywistym.

Struktura węzła komutacyjnego i przepływ informacji sygnalizacyjnej



Ponieważ mamy sieć sygnalizacyjną i jej użytkowników konieczne jest chociaż krótko powiedzenie o zasadach adresacji w tej sieci. Otóż adresowane są wszystkie punkty sygnalizacyjne, i na ich zakodowanie przeznaczono czternaście bitów, oraz użytkownicy MTP3 (np. ISUP) i na to przeznaczono osiem bitów. Adres punktu sygnalizacyjnego SP oznaczany jest przez OPC (Originating Point Code), natomiast adres punktu sygnalizacyjnego DSP oznaczony przez DPC (Destination Point Code). Ponieważ przekazywana wiadomość dotyczy konkretnego połączenia między dwoma węzłami komutacyjnymi realizowanego na określonym łączy to konieczne jest uwzględnienie tej informacji w wiadomości. Na zaadresowanie tego łączy (CIC - Circuit Identification Code) przeznaczono dwanaście bitów. Z tego wynika, że sygnalizacja może obsłużyć między dwoma węzłami komutacyjnymi 4096 łączy. Aby pokazać gdzie ulokowane są te adresy konieczne jest przedstawienie ogólnego formatu wiadomości na poziomie MTP3. Na kolejnym rysunku pokazano tylko dwie części tego formatu: część określaną przez MTP oraz część pochodzącą z ISUP. W każdej z nich zaznaczono miejsce wystąpienia określonej informacji adresowej. OPC jest kodem początkowego punktu sygnalizacyjnego, tzn. punktu sygnalizacyjnego związanego z węzłem, który zajął łączy (którego kod jest w CIC) do następnego węzła komutacyjnego, natomiast DPC jest kodem docelowego punktu sygnalizacyjnego, tzn. punktu sygnalizacyjnego, który jest związany z węzłem komutacyjnym w którym kończy się wyżej wymienione zajęte łączy.



Po tych rozważaniach możemy przejść do pokazania związku między siecią telekomunikacyjną a siecią sygnalizacyjną, która sprzętowo należy do sieci telekomunikacyjnej ale logicznie jest w niej wydzielona. Na tą sieć składają się punkty sygnalizacyjne połączone kanałami o przepływności 64kbit/sek bazujące na szesnastej szczelinie czasowej. Wiadomość sygnalizacyjna utworzona w ISUP zostaje przenoszona w sieci sygnalizacyjnej od

początkowego punktu sygnalizacyjnego (o kodzie w OPC) do docelowego punktu sygnalizacyjnego (o kodzie w DPC). Punkt z OPC należy do węzła komutacyjnego, który zajął łącze dla użytkownika do następnego węzła komutacyjnego w procesie zestawiania połączenia, natomiast punkt z DPC należy do węzła komutacyjnego w którym kończy się wyżej wymienione zajęte łącze. Oczywiście wiadomość sygnalizacyjna w ogólnym przypadku może przechodzić przez pośrednie punkty sygnalizacyjne, które są nazywane dla tej wiadomości transferowymi punktami sygnalizacyjnymi (**STP – Signal-ling Transfer Point**).

Na kolejnym rysunku pokazano sieć telekomunikacyjną w której połączenie z WK1 do WK3 przechodzi przez jeden tranzytowy węzeł komutacyjny WK2. Rozważana sieć telekomunikacyjna ma pięć punktów sygnalizacyjnych: SP1, SP2, SP3, SP4 i SP5. Dla obsługi połączenia między węzłem komutacyjnym WK1 i WK2 mogą być wykorzystane różne drogi sygnalizacyjne dla przeniesienia wiadomości sygnalizacyjnej między SP1 i SP2. Możliwe sytuacje to: SP1 i SP2, albo SP1, SP4 i SP2, albo SP1, SP5 i SP2, itp. Z kolei dla obsługi połączenia między WK2 i WK3 (są to punkty SP2 i SP3) są to: SP2, SP3, albo SP2, SP5 i SP3, itp. To jakie drogi sygnalizacyjne zostaną wykorzystane zależy od zawartości tablic routingu sieci sygnalizacyjnej.

Podstawowe nazwy wiadomości wykorzystywane przez protokół ISUP i konieczne dla realizacji połączenia to (wymienione są alfabetycznie):

- **Address Complete Message (ACM)** – informuje, że strona nadająca tą wiadomość nie potrzebuje już żadnej informacji dla realizacji połączenia,
- **Answer Message (ANM)** – informuje, że żądany abonent zgłosił się i rozpoczęło się połączenie,
- **Initial Address Message (IAM)** – zawiera informację o adresie żadanego abonenta oraz atrybuty usługi, jest to wiadomość inicjująca połączenie,
- **ReLease Complete message (RLC)** – potwierdzenie rozłączenia połączenia (zwolnienia zasobów),
- **RELease message (REL)** – żądanie rozłączenia połączenia (zwolnienia zasobów).

Proszę spróbować samemu wymienić sekwencję wiadomości wymienianych między programami ISUP dla realizacji połączenia przedstawionego na kolejnym rysunku sieci telekomunikacyjnej i sieci sygnalizacyjnej.

Sieć telekomunikacyjna wraz z siecią sygnalizacyjną

