

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

6(231)

1985

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 25

WARSZAWA 1985

NR 6/231/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

Redaktor Naczelny - doc. dr inż. Krystyn Plewko
Z-ca Redaktora Naczelnego - dr inż. Stanisław Sońta

Redaktorzy działów:

dr inż. Alina Karwowska-Lamparska,
mgr inż. Mirosław Żurawski

Adres Redakcji:

Instytut Łączności
Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa - Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr K. Juszkiewicz

Montaż tekstu: B. Skwara

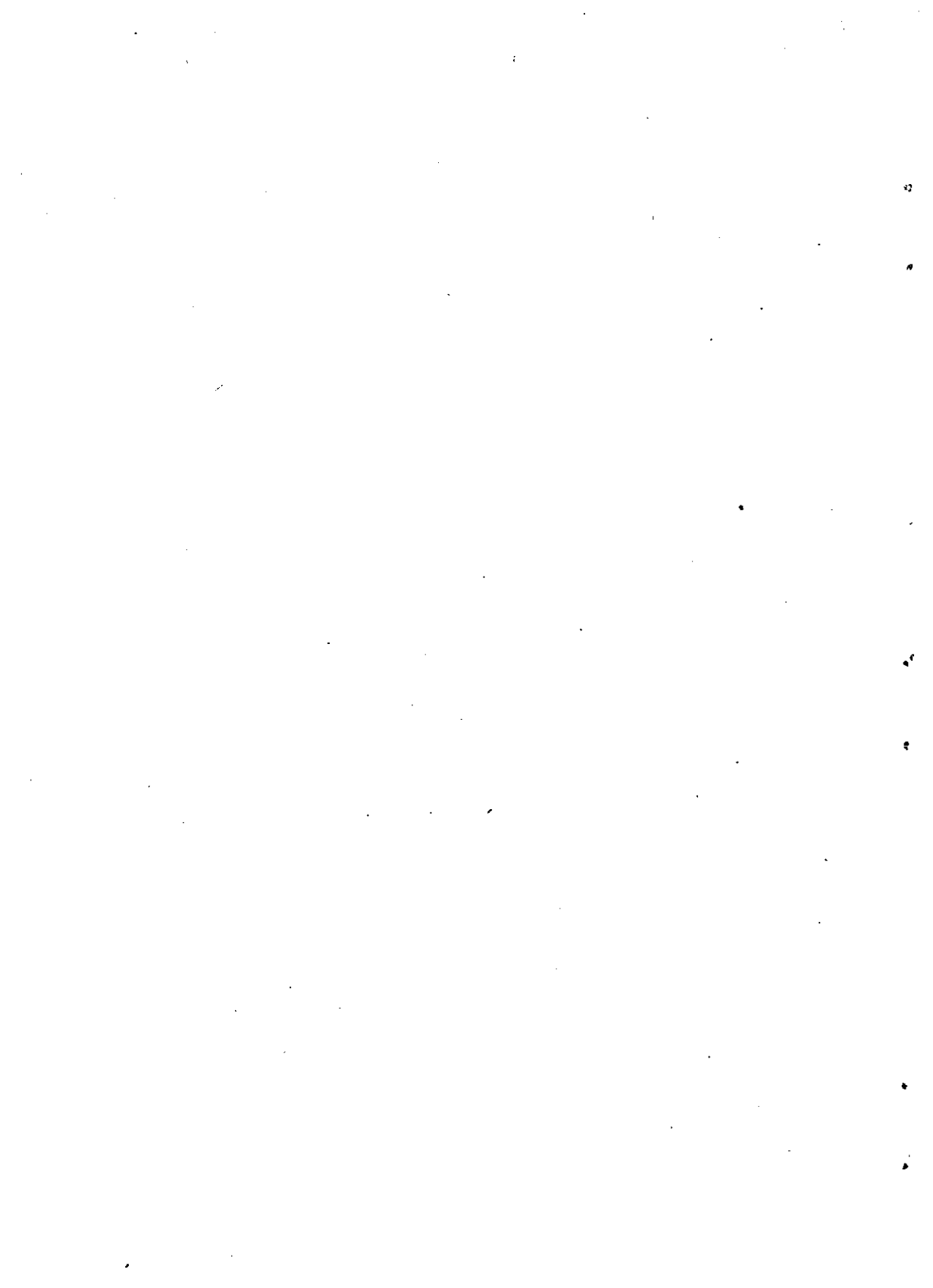
Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 1986.05.09.
Druk ukończono w czerwcu 1986 r.

Józef Michna

SYSTEM 5ESS-PRX
PRZYKŁAD NOWEJ GENERACJI CYFROWYCH CENTRAL
TELEFONICZNYCH

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Ogólna charakterystyka systemu	2
2.1. Filozofia systemu	2
2.2. Architektura systemu	4
2.2.1. Charakterystyka ogólna	4
2.2.2. Podstawowy schemat blokowy	5
2.2.3. Sterowanie rozproszone	6
2.2.4. Komutacja rozproszona	6
3. Aspekty oprogramowania - odbiciem nowych kierunków techniki komputerowej	8
3.1. Charakterystyka ogólna	8
3.2. Modularność oprogramowania 5ESS-PRX	9
3.3. Aspekt przemieszczalności - język C	12
3.4. Aspekt niezawodności	12
3.5. System operacyjny	13
3.6. Proces	14
4. Charakterystyka zastosowań systemu 5ESS-PRX w sieci	15
4.1. Zakres zastosowań	15
4.2. Możliwości lokalizacji sprzętu w centrali	17
4.3. Sieć miejscowa	18
4.4. Środki transmisyjne i struktura sieci z użyciem 5ESS-PRX	20
4.5. Wprowadzenie systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT	23
5. Praca systemu 5ESS-PRX w sieci zintegrowanej typu ISDN	25
Wykaz literatury	28



SYSTEM 5ESS-PRX
PRZYKŁAD NOWEJ GENERACJI CYFROWYCH CENTRAL
TELEFONICZNYCH

1. WPROWADZENIE

System 5ESS-PRX powstał w okresie, w pewnym sensie, przełomowym w komutacji elektronicznej. Fabryki elektronicznych central telefonicznych dużych firm światowych stanęły w obliczu konieczności obniżania kosztów produkcji swoich wyrobów seryjnych /opartych głównie na układach średniej i wielkiej skali integracji/, w konfrontacji z prężnymi i szybko wdrażającymi nowośći firmami mniejszymi, które swoją produkcję oparły na mikroprocesorach i układach bardzo wielkiej skali integracji /VLSI/.

Jednocześnie w wyniku upowszechnienia się w telekomunikacji idei cyfryzacji oraz wdrażania do eksploatacji idei sieci cyfrowych z integracją usług /skrót ang. ISDN/ zaczęły powstawać systemy central telefonicznych nowej generacji. Są one funkcjonalnie dostosowane do pracy w sieciach ISDN i zapewniają /dzięki mikroprocesorom/ realizację idei sterowania całkowicie rozproszonego, rozdzielonego na zbiorę specjalizowanych modułów funkcjonalnych.

Systemem o takiej filozofii jest 5ESS-PRX. Został on opracowany przez skojarzenie sił dwóch wielkich koncernów AT & T /z firmą Bell Laboratories/ i Philips Telecommunications. Skojarzenie tych dwóch potęg telekomunikacyjnych nie jest dziełem przypadku - rezultat wspomnianej ostrej konkurencji na rynkach telekomunikacyjnych.

System 5ESS - PRX jest niejako ucieleśnieniem wszystkich najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych i usługowych oferowanych rozdzielnie przez wiele różnych systemów małych firm, zatem jego opracowanie było nie-

zwykle kosztowne. Stąd, aby zapewnić gwarantowany i szybki zwrot nakładów na jego opracowanie, sformułowano możliwości twórcze, finansowe i rynkowe dwóch gigantów telekomunikacyjnych.

W artykule przedstawiono filozofię, architekturę sprzętu i oprogramowania, zasady zastosowania w sieci, strukturę sieci oraz zagadnienia integracji usług systemu SESS-PRX.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU

2.1. Filozofia systemu

System SESS-PRX jest zbiorem urządzeń komutacyjnych zapewniających realizację, w sposób cyfrowy, funkcji komutacyjnych centrali miejscowej, tandemowej, tranzytowej, międzynarodowej lub funkcji odpowiednich kombinacji tych central.

Głównym założeniem koncepcji jego opracowania było dostosowanie do sieci zintegrowanych ISDN oraz ułatwienie procesu przechodzenia od obecnych sieci analogowo-cyfrowych do sieci pełnocyfrowych typu ISDN. Dzięki temu system ten może być stosowany w otoczeniu sieci czysto analogowej, mieszanej analogowo-cyfrowej lub czysto cyfrowej.

System jest zrealizowany w najnowocześniejszych technologiach stosowanych w telekomunikacji, w taki sposób by zapewnić jego zwartość, stałość parametrów utrzymania oraz efektywną eksploatację. Rozwiązania systemu SESS-PRX są dostosowane do założeń międzynarodowych, zarówno CEPT jak CCITT. Jednym z założeń projektowych było opracowanie takiej architektury systemu, by był on ekonomiczny w szerokim zakresie pojemności, od małych do największych oraz aby był adaptowalny w łatwy sposób, do przyszłościowych podzespołów.

Kolejnym podstawowym założeniem koncepcyjnym było takie obniżanie, już w fazie projektowej, kosztów eksploatacyjnych, aby można było uzyskać oszczędności w następujących składnikach kosztu:

- budynków,
- instalacji /czas oraz stopień skomplikowania/,
- wstępnego szkolenia personelu,
- utrzymania i eksploatacji,
- energii,
- napraw i remontów.

W realizacji praktycznej przewidziano taką integrację sprzętu i oprogramowania, która w sposób giętki umożliwia komponowanie modułów sprzętowych i oprogramowania na różne sposoby, tak aby spełnić potrzeby różnych administracji łączności, zarówno obecne jak przyszłe.

Dzięki zastosowaniu wymieniających zespołów liniowych i oddalonych modułów komutacyjnych /RSM/ system może być stosowany również w terenach o małej gęstości telefonicznej i małych przyrostach nowych zgłoszeń na instalację telefonów.

Przewidziany zakres pojemności, z założeniem określonej efektywności ekonomicznej, wynosi od paruset do 350 000 łączy abonenckich lub od paruset do 90 000 łączy międzymiastowych /przychodzących i wychodzących/. Maksymalny ruch obsługiwany przez centralę systemu 5ESS-PRX o pełnej pojemności wynosi 45 000 Erl, czyli około 600 000 wywołań w GNR.

W systemie 5ESS-PRX zastosowano najnowsze techniki realizacji spotykane w dziedzinie komutacji cyfrowej. Ideę sterowania oparto na tzw. "inteligencji rozproszonej" zawartej w 32-bitowych mikroprocesorach o bardzo dużej mocy operacyjnej, które wykonują 95% oprogramowania funkcji obsługi połączeń w blokach peryferyjnych centrali.

Jako pamięci zewnętrzne mikroprocesorów zastosowano układy półprzewodnikowe RAM, najnowocześniejszej technologii, o pojemności 256 kbitów. Pakiety oprogramowania w

całości są wykonane w języku wyższego rzędu, obecnie najbardziej rozpowszechnionym w świecie. Oprogramowanie to jest modułowe, z optymalnym rozdziałem poszczególnych modułów pomiędzy bloki funkcjonalne. Program operacyjny, specjalnie dostosowany do komutacji ze sterowaniem rozproszonym, oddziela sprzęt układów wykonawczych peryferyjnych /komutacyjnych i przetwarzania danych połączeń/, od oprogramowania funkcjonalnie rozdzielonego na moduły. Dzięki temu, w sposób łatwy można wprowadzać nowe elementy i zespoły oraz nowe funkcje istniejącego oprogramowania.

Moduły komutacyjne abonentkich stopni oddalonych są dołączane do centrali głównej 5ESS-PRX albo za pomocą traktów PCM na kablach o torach metalicznych, światłowodach lub cyfrowych łączach radiowych /mikrofalowych/. Taki oddalony stopień wyniesiony ma cechy centrali autonomicznej mogącej zestawiać połączenia miejscowe oraz obsługiwać łącza wydzielone do innych central.

Ostatnią, z omawianych ale jedną z najważniejszych technik realizacji są światłowody. Łącza światłowodowe są używane do połączenia ze sobą poszczególnych bloków systemu, dzięki czemu zmniejsza się znacznie liczba kabli pomiędzy poszczególnymi stojakami, nie istnieją problemy uziomów, przestrzenna kompozycja sprzętu jest ułatwiona oraz możliwe jest bezpośrednie dołączanie odległych stopni komutacyjnych.

2.2. Architektura systemu

2.2.1. Charakterystyka ogólna

W odróżnieniu od systemów z całkowitą centralizacją bloków komutacyjnych i sterujących, system 5ESS-PRX składa się z modułów urządzeń specjalizowanych o sterowaniu całkowicie rozproszonym, rozdzielonym na te moduły. Kompletny zbiór modułów dzieli się na:

- moduły komutacyjne,
- moduł komunikacyjny /pośredniczący/.

- moduł zarządzania i eksploatacji.

Moduł komunikacyjny zawiera pola odpowiadające stopniom grupowym w urządzeniach klasycznych, komutujące ciągi cyfrowe pochodzące z kanałów wielokroci PCM oraz pole komutacyjne komutujące pakiety informacji. Pola te są skojarzone z modułem komutacyjnym za pomocą światłowodowych traktów czasowych. Te funkcje, które mogą być wykonywane najlepiej w urządzeniach scentralizowanych, czyli funkcje eksploatacji i zarządzania systemem, funkcje nadzoru nad bazą danych i nad zbiorem zasobów wykonawczych oraz funkcje utrzymaniowe są zgrupowane w module administracyjnym, w centrali głównej SESS-PRX. W odróżnieniu od powyższych funkcji, architektura systemu SESS-PRX jest tak opracowana, że te atrybuty, które mogą być łatwo decentralizowane, jak moc operacyjna, pojemność modułów abonenckich i łączowych oraz wyposażenia końcowe tych modułów, są zdecentralizowane, tzn. rozrzucone w modułach komutacyjnych.

2.2.2. Podstawowy schemat blokowy

Na rys. 1. przedstawiono trzy podstawowe grupy modułów.

Moduł SM jest tym podstawowym blokiem, za pomocą którego zwiększa się pojemność centrali. Do niego są dołączone wszystkie łącza abonenckie i międzycentralowe. Moduł ten obsługuje większość operacji w procesie zestawiania połączeń. Moduły SM mogą być sytuowane w znacznych odległościach od głównych zespołów pola komutacyjnego i w tym przypadku noszą one nazwę odległych albo wyniesionych modułów komutacyjnych /RSM/.

Moduł komunikacyjny /CM/ zapewnia komunikację pomiędzy modułami komutacyjnymi. Komutuje on dołączone do tych modułów kanały traktów rozmównych oraz kanały transmitujące dane. Spełnia również rolę zespołu dołączającego ciągi sygnałów kontrolnych pochodzących od modułu administracyjnego i kierowanych do modułów komutacyjnych.

Moduł administracyjny /AM/ spełnia zadania przydziału /alokacji/ zasobów wykonawczych oraz realizuje te funkcje

procesu zestawiania połączeń, które są najwygodniejsze i najefektywniejsze do centralizacji. Moduł ten wykonuje podstawowe funkcje eksploatacji i zarządzania systemem oraz pośredniczy pomiędzy personelem eksploatacji oraz urządzeniami modułów lokalnych i wyniesionych.

Całe wyposażenie układowe wykonujące funkcje sterujące i komutacyjne jest podwajane. Podwajaniu nie podlegają jedynie wyposażenia zespołów końcowych indywidualnych łączy abonenckich.

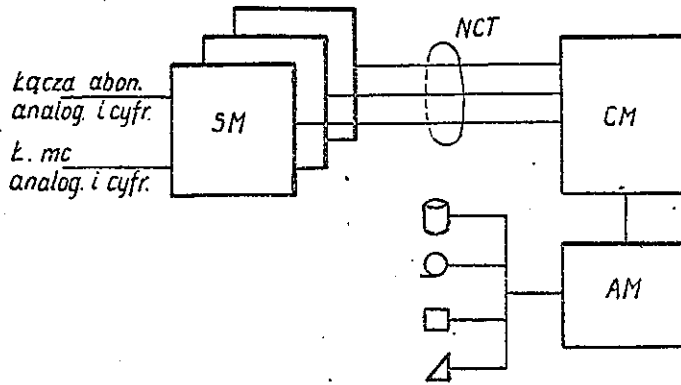
2.2.3. Sterowanie rozproszone

Dzięki zastosowaniu mikroprocesorów osiąga się w systemie 5ESS-PRX bardzo dużą elastyczność w kształtowaniu optymalnych struktur komutacyjnych. Miejsca, w których niezbędne jest stworzenie lokalnych ugrupowań układów mikroprocesorowych zapewniających realizację funkcji sterowania przedstawiono na rys. 2.

W urządzeniach stopnia abonenckiego centrali, gdzie znajdują się układy zakończeń łączy abonenckich i międzycentralowych, użycie 32-bitowych mikroprocesorów o dużej mocy operacyjnej umożliwia realizację "na miejscu" wielu funkcji procesu zestawiania połączeń. Pozwala to jednocześnie na zwiększenie całkowitej mocy operacyjnej centrali przez powielanie takich jednostek przetwarzania, przy wzroście liczby obsługiwanych wyposażań łączowych w centrali. Dotyczy to nie tylko funkcji czysto komutacyjnych, ale także funkcji pomocniczych, takich jak: utrzymaniowych, badaniowych, zdalnej eksploatacji z wydzielonych centrów eksploatacji i utrzymania, kierowania ruchu między modułami komutacyjnymi, czy też magazynowania i zarządzania bazą danych masowych.

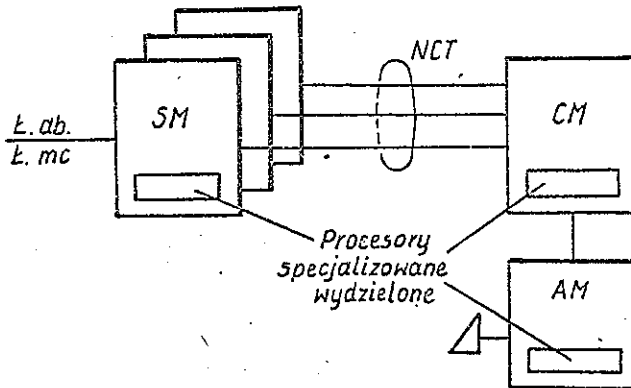
2.2.4. Komutacja rozproszona

Zastosowane w systemie 5ESS-PRX pole komutacyjne ma strukturę typu czas-przestrzeń-czas /T-S-T/, przedstawioną na rys. 3. W każdym miejscowym, czy oddalonym module komutacyjnym, znajduje się podzespół grupowania i wymiany szcze-

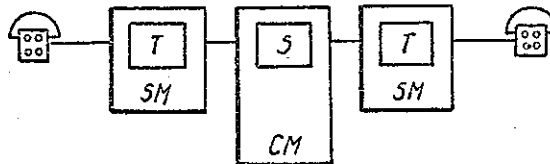


Rys. 1. Architektura systemu SESS-PRX

AM - moduł administracyjny, CM - moduł komunikacyjny, SM - moduł komutacyjny, NCT - łącza sterowania i synchronizacji, Łmc - łącza międzycentralowe



Rys. 2. Zasada przetwarzania /sterowania/ rozproszonego /oznaczenia jak na rys. 1/



Rys. 3. Komutacja typu T-S-T

lin czasowych, który wykonuje funkcje komutacji ciągów sygnałów rozdzielonych w czasie /time-division/.

W każdym module komutacyjnym przebiegi wyjściowe z łączy abonenckich i międzycentralowych są przekształcane w ciągi standardowe impulsów szczelin czasowych /kanałów/ 16 bitowych. W ciągach tych są zakodowane binarne przebiegi mowy, dane, impulsy sygnalizacji, sterowania i parzystości. Szczeliny te są komutowane we wspomnianym podzespołe grupowania i wymiany szczelin czasowych, są następnie uwielokrotniane czasowo przez urządzenia sterujące pola komutacyjnego. Podkreślić tu należy, że oprócz komutacji łączy, w systemie 5ESS-PRX stosuje się komutację pakietów. Komutacja łączy jest dostosowana do standardowych ciągów 32 kanałowego systemu PCM.

3. ASPEKTY OPROGRAMOWANIA - ODBICIEM NOWYCH KIERUNKÓW TECHNIKI KOMPUTEROWEJ

3.1. Charakterystyka ogólna

Architektura oprogramowania systemu 5ESS-PRX jest klasycznym przykładem koncepcji oprogramowania pogrupowanego "warstwowo" na poziomy /rys. 4/, gdzie system operacyjny jest swego rodzaju buforem uniezależniającym oprogramowanie od bezpośredniego wpływu właściwości fizycznych /parametrów elektrycznych/ sprzętu procesorów. W przypadku 5ESS-PRX charakterystyczne prócz tego jest to, że zastosowany tu system operacyjny /UNIX/ został opracowany tak, aby wspomagać architekturę przetwarzania fizycznie rozproszonego.

Oprogramowanie systemu jest oparte na bardzo użytecznej zasadzie komunikacji pomiędzy procesami /czynnościami/, z których składają się poszczególne sekwencje oprogramowania. Prócz tego, zarówno w modułach komutacyjnych jak i w module administracyjnym, stosuje się ten sam język wyższego

poziomu, niezależny od języka wewnętrznego maszyny.

Powyższe zasady oprogramowania umożliwiają bardzo wyrafinowany podział oprogramowania wykonawczego /aplikacyjnego/ na moduły i pakiety funkcjonalne. Umożliwiają także elastyczny rozdział zadań pomiędzy procesory w SM i AM. Komunikacja pomiędzy procesorami jest utrzymywana przez tzw. pakiety komunikacyjne. Fizycznie, komunikację tę zapewnia CM /rys. 5/.

Najważniejszą częścią oprogramowania wykonawczego jest oprogramowanie procesu zestawiania połączenia. Jest ono funkcjonalnie podzielone na część nadzorującą poprawne wykonywanie kolejnych operacji w sekwencjach zestawiania połączenia, niezależnych od sprzętu, za pomocą rozkazów wysyłanych do podsystemu sterowania układami peryferyjnymi.

Bardzo znaczącą częścią oprogramowania wykonawczego jest zbiór pakietów oprogramowania związanych z eksploatacją, utrzymaniem i administrowaniem systemu. Podsystemami wspomagającymi są tu podsystemy pomiaru ruchu, pomiaru parametrów usługowych oraz rejestracji danych zaliczeniowych. W grupie oprogramowania utrzymaniowego znajdują się następujące podsystemy: utrzymania łączy abonenckich i międzycentralowych, styku z urządzeniami personelu obsługi, rozruchu systemu, wykrywania błędów, kontroli obciążenia /zapobieganie skutkom przeciążeń ruchowych/. Wzyskane podsystemy są wspomagane przez system operacyjny.

3.2. Modularność oprogramowania SESS-PRX

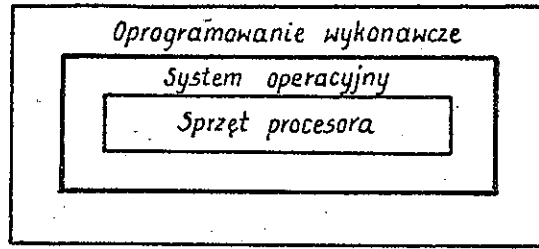
Środkiem służącym do opanowania olbrzymiej złożoności współczesnych systemów oprogramowania jest nabierająca coraz to większego znaczenia koncepcja "modułów programowych". Modułem takim jest część programu wykonująca specyficzną, dokładnie określoną funkcję. Przykładem może tu być program sekwencji czynności koniecznych przy odbiorze impulsów tarczy wybierczej z analogowego łącza abonenckiego.

Bardzo istotną cechą modułu programu jest jego interfejs, który determinuje "reakcje" logiczne modułu programu widzianego z zewnątrz, od strony jego otoczenia. Interfejs określa również sposób, w jaki dany moduł może być użyty przez inne moduły programu. W ten sposób wprowadzenie nowej funkcji do oprogramowania jest niejako "zamaskowane" przed otoczeniem.

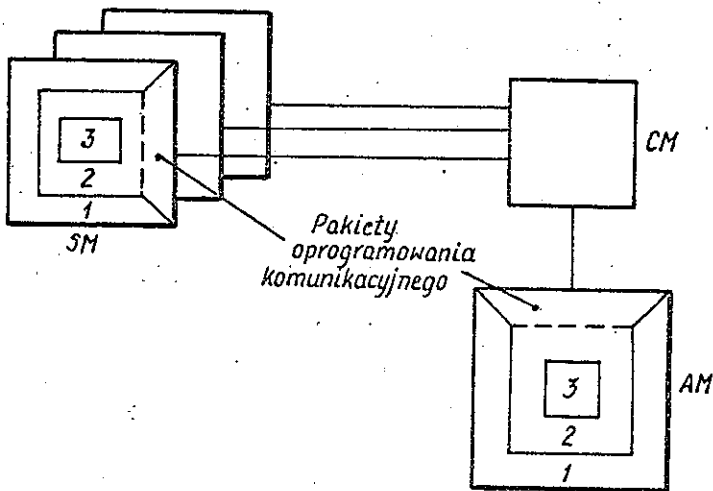
Wracając do wyżej przytoczonego przykładu łącza abonenckiego można stwierdzić, że w przypadku wprowadzenia do systemu cyfrowych łączy abonenckich wprowadza się nowy moduł oprogramowania służący do odbioru cyfr wybierczych nadawanych w postaci cyfrowej za pośrednictwem takiego łącza. Moduł ten tworzy się w taki sposób, aby jego interfejs do współpracy z istniejącymi wcześniej modułami był taki sam, jak interfejs modułu programu do odbioru cyfr z analogowego łącza abonenckiego. W ten sposób mamy do czynienia z uniezależnieniem oprogramowania od nowych wersji technologicznych sprzętu czy od nowo wprowadzonej funkcji.

Technika ta znana jest pod nazwą operacji na zbiorach danych abstrakcyjnych. Określony zbiór modułów programu tworzy dla innych modułów programu nowy zbiór funkcji - wyższego poziomu /rys. 6/. Taki zbiór funkcji wyższego poziomu jest nazywany maszyną wirtualną /maszyną umowną/. Ponad tą maszyną umowną można umieścić następną, itd. Koncepcja budowy modularnej oprogramowania umożliwia projektantom koncentrowanie się na nowo wprowadzonych funkcjach bez konieczności zapoznawania się ze szczegółami modułów funkcji już istniejących.

Innym istotnym aspektem tej koncepcji jest możliwość wykonywania wielu wersji oprogramowania. Wersje przystosowanych na przykład do wymagań różnych krajów. Dotyczy to zwłaszcza pakietów oprogramowania związanych z sygnalizacją międzycentralową oraz urządzeń styku personelu z maszyną.

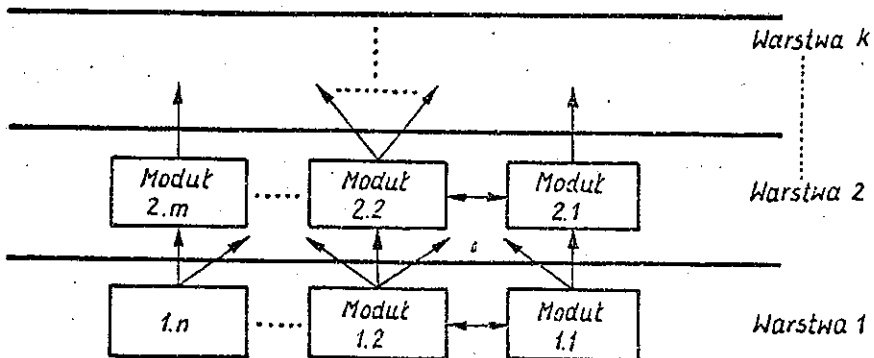


Rys. 4. Warstwy oprogramowania



Rys. 5. Rozdział oprogramowania

1 - oprogramowanie wykonawcze, 2 - system operacyjny, 3 - sprzęt procesora



Rys. 6. Koncepcja maszyny wirtualnej

3.3. Aspekt przemieszczalności - język C

Cały prawie program systemu 5ESS-PRX jest napisany w języku C, czyli w języku niezależnym od języka wewnętrznego maszyny cyfrowej. Język C jest powszechnie stosowanym językiem oprogramowania, zwłaszcza w otoczeniu programu operacyjnego napisanego w języku UNIX. Dzięki uniezależnieniu języka C od języka wewnętrznego procesorów, poszczególne części oprogramowania mogą być przemieszczane, np. z AM do SM, w miarę ewolucji systemu 5ESS-PRX. Ta możliwość została już zresztą wykorzystana w 5ESS-PRX do opracowania niezależnego stopnia komutacyjnego, jakim jest RSM.

Aspekt przemieszczalności pakietów oprogramowania odgrywa również podstawową rolę w tworzeniu oprogramowania współpracy z typowym komputerowym sprzętem peryferyjnym.

3.4. Aspekt niezawodności

Gotowość do pracy, praktycznie bez przerw, inaczej dostępność systemów komutacyjnych takich, jak 5ESS-PRX, od których wymaga się ściśle, aby całkowity czas przestoju w ciągu 20 lat ich pracy wynosił mniej niż 1 godzinę, narzuca również na oprogramowanie ostry warunek niezawodności. W przypadku systemu 5ESS-PRX niezawodność oprogramowania uzyskuje się następującymi sposobami:

- stworzenie przejrzystości struktury oprogramowania poprzez użycie technik, takich jak: operacja na zbiorach danych abstrakcyjnych oraz budowa programu według koncepcji maszyn wirtualnych;
- zastosowanie ściśle przestrzeganej metodyki opracowywania w sposób jednolity [1] oprogramowania we wszystkich fazach jego powstawania /od wymagań aż do wdrożenia w pierwszej centrali oddawanej do eksploatacji/;

- wprowadzanie finezyjnej metodyki wykrywania i korygowania błędów na poziomie oprogramowania "on-line" [1].

3.5. System operacyjny

System operacyjny w przypadku komutacji rozproszonej, takiej jak w 5ESS-PRX, służy jako styk /interfejs/ pomiędzy sprzętem procesorów i ich oprogramowaniem aplikacyjnym. Styk ten jest identyczny w obu modułach: SM i AM /rys. 5/. W architekturze oprogramowania opartej na koncepcji maszyn wirtualnych system operacyjny zajmuje poziom najniższy. W module systemowym AM występuje on pod nazwą UNIX-RTR /"real time reliable"/. DMERT jest jego wcześniejszą nazwą /używaną w publikacjach firmy Bell Laboratories/. UNIX-RTR jest w tym przypadku systemem operacyjnym dla procesora 3B 20D stosowanego w module AM i stanowi maszynę wirtualną "maskującą" wszystkie szczegóły sprzętowe procesora 3B 20D. UNIX-RTR spełnia następujące funkcje:

- sterowanie będącymi w rezerwie procesorem i pamięcią;
- sterowanie układami: wejść, wyjść i stosu;
- sterowanie funkcjami specjalnymi, spełnianymi dla łącza danych;
- realizacja styku z urządzeniami peryferyjnymi zapewniającymi dostęp personelu eksploatacji do systemu.

Podobny system operacyjny, o nazwie Kernal, z ograniczonymi możliwościami funkcjonalnymi jest użyty w procesorach modułu komutacyjnego SM.

Maszyną wirtualną następnego, wyższego poziomu, znajdująca się zarówno w AM jak SM, jest system operacyjny komutacji rozproszonej /OSDS/. Zapewnia on jednolity styk służący do realizacji funkcji wyższego poziomu, niezależnie od ich fizycznej lokalizacji. Głównymi funkcjami OSDS są:

- obsługa procesorów komutacyjnych /rejestracja danych,

przydział zespołów wykonawczych, czyli zasobów systemowych/;

- zapewnianie komunikacji między procesorami, np. sterowanie wymianą pakietów informacji;
- dostęp do bazy danych systemu.

3.6. Proces

W koncepcji struktury oprogramowania systemu 5ESS-PRX stosuje się bardzo ważną jednostkę nazywaną procesem. Jest to taka jednostka oprogramowania /tzn. sekwencja czynności/, która jest wykonywana w układach logicznych procesora równolegle z innymi operacjami. Komunikacja pomiędzy procesami odbywa się za pomocą pakietów wiadomości. Z poziomu procesu jest zapewniony dostęp do głównej bazy danych.

Proces jest swego rodzaju "cegłą" służącą do konstrukcji oprogramowania wykonawczego 5ESS-PRX. Znaczenie koncepcji procesów oprogramowania polega na tym, że projektant może się skoncentrować na logicznych aspektach takiej sekwencji oprogramowania ignorując przebiegi asynchroniczne, takie jak: rejestracja danych, przerw itp. Zbiór procesów dzieli się na dwa podzbiory:

- procesy końcowe,
- procesy systemowe.

Pierwsze procesy dotyczą sterowania wyposażeniami końcowymi łączy abonenckich i międzycentralowych w czasie trwania wywołania, są więc krótkotrwałe. Są one dynamicznie kontynuowane, przez te drugie - procesy systemowe. Procesy systemowe spełniają funkcje odnoszące się, jak nazwa wskazuje, do zadań systemowych. Przykładami są przepatrywanie, kierowanie połączeń oraz zarządzanie bazą danych systemowych. Obsługą wszystkich procesów steruje program operacyjny, który je powołuje do życia. W przeci-

wieństwie do procesów końcowych mają one cechę procesów permanentnych.

4. CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWAŃ SYSTEMU 5ESS-PRX W SIECI

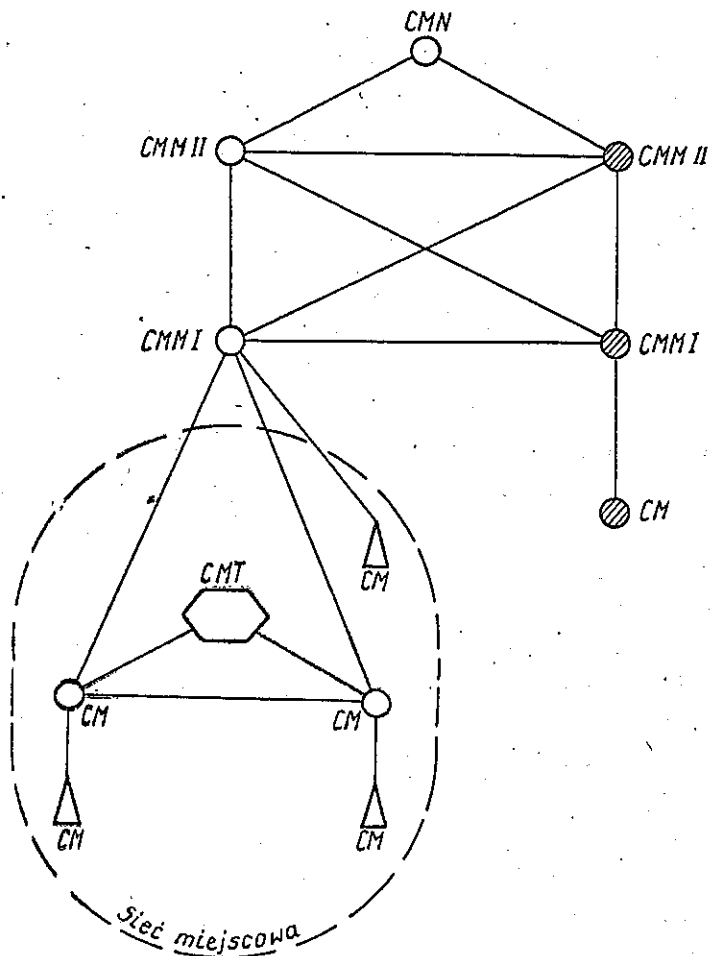
4.1. Zakres zastosowań

Zgodnie z tym, co stwierdzono w pkt. 2.1 system 5ESS-PRX może być stosowany na każdym poziomie hierarchii central w sieci telefonicznej. Prócz tego umożliwia tworzenie węzłów komutacyjnych o funkcjach kombinowanych oraz takich, które można optymalnie zbliżyć do skupisk abonentów. Na rys. 7 przedstawiono schemat sieci telefonicznej realizowanej za pomocą 5ESS-PRX.

Tak szeroka gama zastosowań jest osiągnięta za pomocą stosunkowo prostych rozwiązań sprzętowych i programowych. Po pierwsze, dzięki architekturze zdecentralizowanej i modularnej sprzętu, a po wtóre dzięki sterowaniu rozproszonemu. Sprzęt bloku SM składa się ze specjalizowanych powtarzalnych modułów, których liczba jest proporcjonalna do liczby łączy przyłączonych i całkowitego ruchu generowanego przez te łącza. Jest to pierwszy stopień modularności. Drugi jest osiągany za pomocą powielania takich samych bloków SM, gdy ruch centrali jest większy od możliwości obsługowych pojedynczego SM.

Oprócz takiej, jak przedstawiona, modularności sprzętowej, zapewniającej adaptację centrali do wymaganego ruchu, zastosowano również modularność funkcjonalną zapewniającą tworzenie poszczególnych rodzajów central /rys. 7/ poprzez składanie niezależnych od siebie, specjalizowanych modułów oprogramowania. Komunikację pomiędzy tymi modułami zapewnia system operacyjny specjalnie przystosowany do potrzeb komutacji rozproszonej /zdecentralizowanej/. Na przykład funkcje centrali półautomatycznej ze stanowiskami telefonistek używać można za pomocą odpowiednich modułów sprzętowych za-

końców łączy oraz modułów oprogramowania, służącego do obsługi stanowisk telefonistek oraz niezbędnej sygnalizacji i zaliczenia.

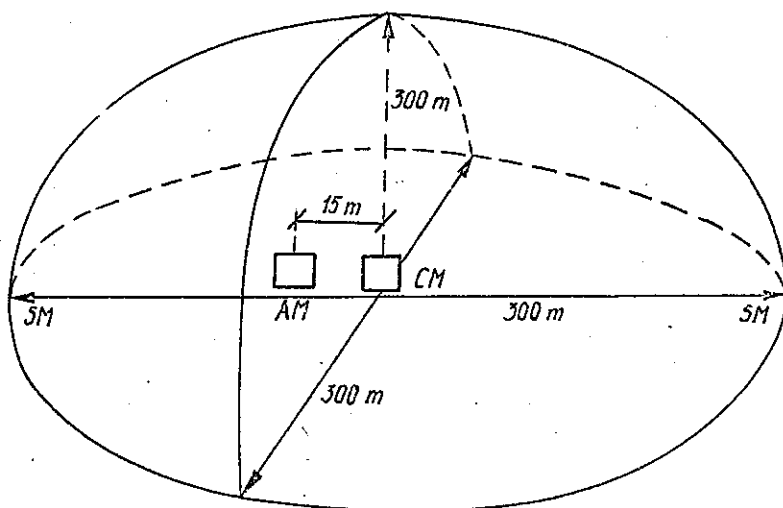


Rys. 7. Sieć telefoniczna realizowana za pomocą systemu 5ESS-PRX

○ - 5ESS-PRX, ⊗ - inne systemy, ⬡ - zespolona centrala 5ESS-PRX miejscowotandemowa, Δ - RSM systemu 5ESS-PRX, CMN - centrala międzynarodowa, CMM (I, II) - centrala międzymiastowa I lub II poziomu hierarchii, CM - centrala miejscowa, CMT - centrala miejscowotandemowa

4.2. Możliwości lokalizacji sprzętu w centrali

Łatwe przystosowywanie systemu 5ESS-PRX do warunków występujących w sieci potwierdzić można, analizując jego właściwości konstrukcyjno-instalacyjne z punktu widzenia budynku centrali. Trzeba tu zresztą zrewidować zakres pojęciowy terminu centrala, bowiem w znaczeniu klasycznym jest to zwarty zbiór pomieszczeń, w których są ulokowane urządzenia. Natomiast w systemie 5ESS-PRX poszczególne bloki sprzętowe mogą być usytuowane w dużych odległościach od siebie. Wyobraźmy sobie półkulę o promieniu 300 m /rys. 8/.



Rys. 8. Dopuszczalne odległości pomiędzy modułami sprzętowymi systemu 5ESS-PRX

Jeżeli w środku tej półkuli umieścimy moduł komunikacyjny CM, to moduły komutacyjne mogą być rozlokowane wewnątrz tej półkuli, czyli największa odległość między dwoma modułami SM /tej samej centrali/ może wynosić 600 m. Poszczególne moduły i moduł CM łączy się odcinkami światłowodów o długości 300 m. Natomiast odległość pomiędzy modułami AM i CM

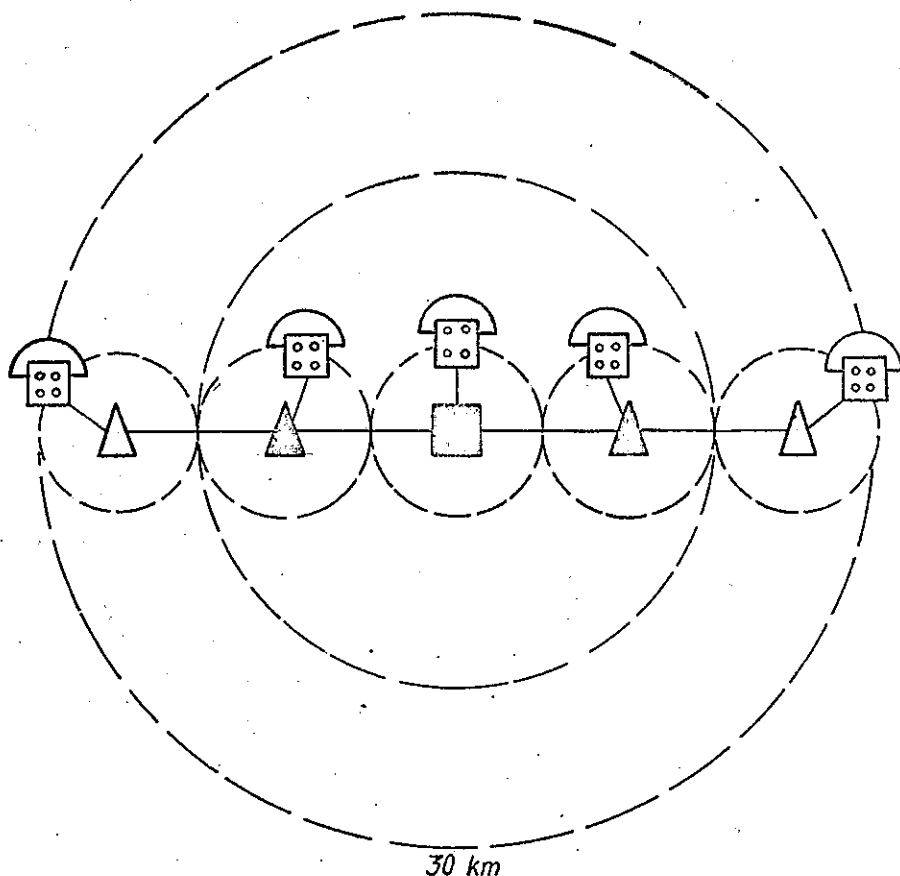
może wynosić tylko 15 m, bowiem łączone są one przewodami metalicznymi. Biorąc pod uwagę również to, że największa pojedyncza szafa sprzętowa wymaga około $1,2 \text{ m}^2$ powierzchni potrzebnej do instalacji, całą centralę rozmieścić można praktycznie w dowolnym budynku lub budynkach sąsiednich, bez potrzeby budowania specjalnego budynku centralowego.

4.3. Sieć miejscowa

Biorąc za punkt wyjścia dane CCITT dotyczące długości pętli abonenckiej, stwierdzamy, że 95% wszystkich łączy abonenckich mieści się na obszarze o promieniu 3,5 km od centrali, z czego wynika, że przy dużej gęstości telefonicznej trzeba wiele central staroego typu, sby pokryć obszary większe, co wynika ze stosunkowo małego "promienia obsługi" tych central. Skutkiem tego jest również duża liczba łączy międzycentralowych, które są kosztowne.

W przypadku zastosowania systemu SESS-PRX promień obsługi jednej centrali zwiększa się wyraźnie, dzięki architekturze systemu /rys. 9/. Blok RSM jest w tym przypadku typowym modułem komutacyjnym SM wyniesionym poza centralę. SM z kolei ma również budowę modułową. Jego modułem podstawowym jest zestaw wyposażenia końcowych łączy abonenckich obsługujących standardowy 32 kanałowy trakt PCM. Jest to jednostka konstrukcyjna, którą, wynosi się poza RSM; nosi ona nazwę: wyniesiona jednostka obsługi linii abonenckich /RISLU/. Może być ona dołączona nie tylko do RSM, ale także bezpośrednio do centrali głównej, do modułu SM. Zarówno RSM jak RISLU są połączone z centralą główną za pomocą traktów cyfrowych /PCM/.

Kolejną cechą korzystną dla planowania i konstruowania sieci miejscowych jest możliwość tworzenia wielomodułowych RSM i RISLU, z zapewnieniem zamykania ruchu miejscowego w obrębie tych modułów. Dzięki temu zmniejsza się liczba traktów PCM pomiędzy centralą główną i takim wielomodułowym RSM czy RISLU.



Rys. 9. Teoretyczny obszar zasięgu obsługi centrali miejscowej systemu 5ESS-PRX

■ - centrala główna 5ESS-PRX, ▲ - RSM - wyniesiony stopień komutacyjny 5ESS-PRX, △ - RISLU - koncentrator wyniesiony 5ESS-PRX

Poniżej podane parametry ilustrują zakres zastosowań urządzeń 5ESS-PRX. Są to:

- pojemność RISLU: od 100+512 łączy abonenckich;
- pojemność pojedynczego RSM: od kilkuset do 4096 łączy abonenckich /bez uwzględnienia łączy międzycentralowych/;

- pojemność RSM wielomodułowych: od kilku tysięcy do 16 tysięcy łączy abonenckich /bez uwzględnienia międzycentralowych/;
- pojemność centrali głównej 5ESS-PRX: od kilku tysięcy łączy abonenckich do 350 000 łączy abonenckich lub 90 000 łączy międzycentralowych.

Podsumowując, można przytoczyć stwierdzenie autorów /3/ na temat zalety wnoszenia stopni komutacyjnych abonenckich /takich jak: RSM i RISLU/. Według nich, dzięki zbliżeniu - - urządzeń wyposażonych w autonomię i odpowiednie oprogramowanie - do skupisk abonentów obszar obsługiwany przez jedną centralę główną 5ESS-PRX jest w przybliżeniu 25 razy większy niż ma to miejsce przy zastosowaniu konwencjonalnych systemów komutacyjnych.

Należy również podkreślić to, co było już wcześniej zasygnalizowane, mianowicie generalne skrócenie długości łączy abonenckich, odnoszące się do 95% ogółu abonentów centrali. Skrócenie to jest ważne, zwłaszcza w przypadku cyfrowych łączy abonenckich mających strukturę standardową 2B+D = 144 kbit/s, której zasięg maksymalny, przy obecnej technologii wynosi 5 km, to znaczy tyle samo, co przeciętna długość łącza abonenckiego w systemie 5ESS-PRX.

Zbliżenie tych urządzeń o wysokim stopniu "inteligencji" do użytkowników oznacza, w tym przypadku, również możliwość zaoferowania abonentom całego wachlarza usług, który zapewnia zintegrowana sieć typu ISDN; w tym również usług "szerokopasmowych". Aspekt ten będzie rozwinięty w części następnego artykułu.

4.4. Środki transmisyjne i struktura sieci z użyciem 5ESS-PRX

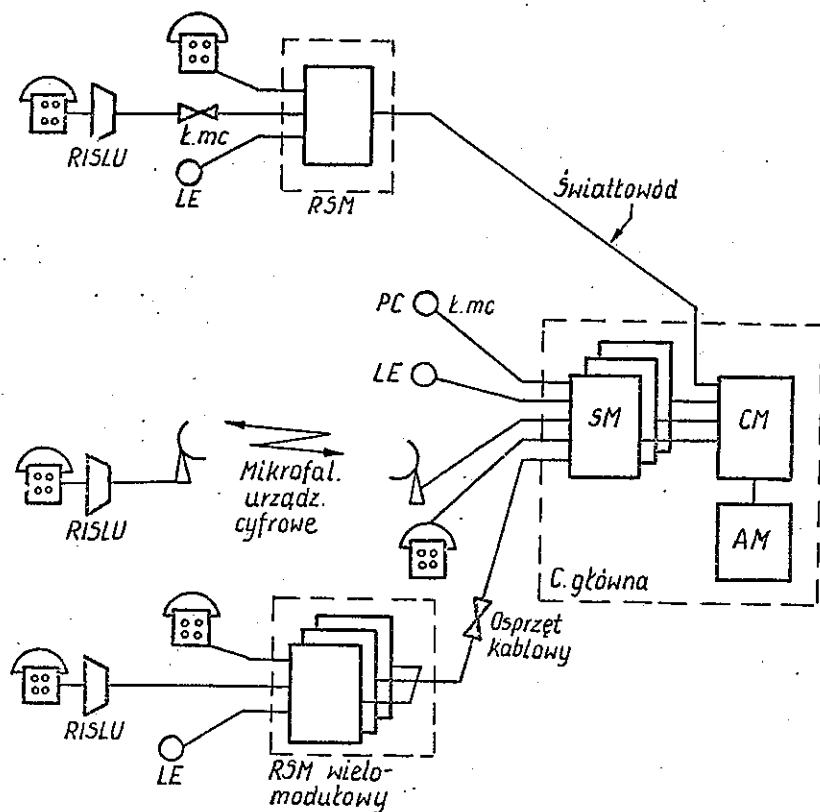
Transmisja sygnałów pomiędzy centralą główną 5ESS-PRX i urządzeniami zdalnymi RSM i RISLU bazuje na standardowym systemie PCM o ramce 32 kanałowej i przepływności binarnej

2.04R Mbit/s. Zastosowane fizyczne środki transmisyjne są następujące:

- kable o żyłach metalicznych z parami symetrycznymi lub współosiowymi,
- cyfrowe łącza mikrofalowe,
- linie światłowodowe dalekiego zasięgu.

Dzięki zastosowaniu systemów PCM oraz architekturze komutacji i oprogramowania, odległości, jakie można osiągnąć pomiędzy poszczególnymi stopniami komutacyjnymi /rys.10/, są praktycznie nieograniczone z punktu widzenia potrzeb komutacji. Ograniczają je właściwie tylko wymagania krajowego planu transmisji. Przenosząc, w wyobraźni, te możliwości do Polski moglibyśmy przyjąć na przykład konfigurację taką, że centrala główna zlokalizowana w Warszawie obsługiwałaby zdalny koncentrator RSM o pojemności 16 tysięcy łączy abonenckich umieszczony w Radomiu lub Kielcach. Przy fantazji umiarkowanej kontrolowanej, wyobrazić sobie można 10 central głównych SESS-PRX o pojemności całkowitej 350 000 łączy dającej przyrost trzymilionowy numerów. Abstrahujemy od tego, w jakim kraju są one zainstalowane.

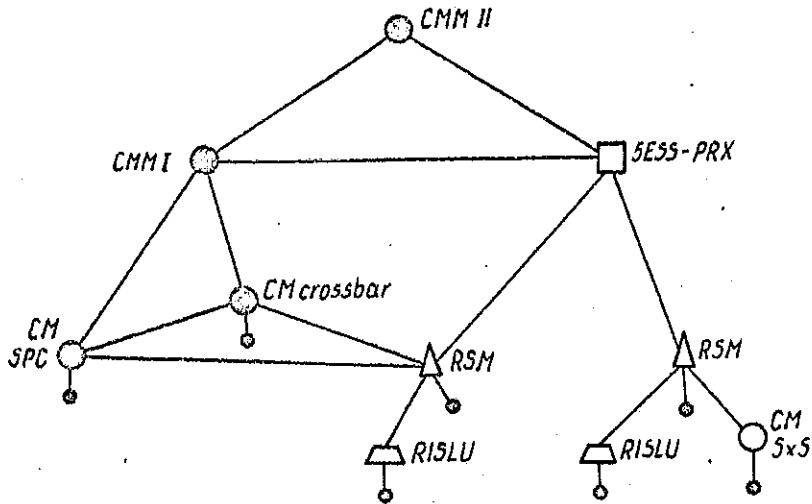
Moduły komutacyjne SM, również w RSM, wykonują wszystkie funkcje zestawiania połączeń w tym przychodzących, wychodzących i tranzytowych międzymiastowych, zatem RSM nie są ograniczone tylko do obsługi ruchu ich abonentów. Służą także do obsługi ruchu międzymiastowego. Wynika stąd, że z punktu widzenia planowania sieci koncentrator RSM lub wielomodułowy RSM może być rozpatrywany jako niezależny węzeł komutacyjny, dlatego na rys. 10 widzimy dołączone do RSM centrale /LE/ innych systemów. W tej sytuacji stopnie komutacyjne RSM stają się centralami miejscowymi a centrale główne, do których są dołączone te stopnie, stają się centralami międzymiastowymi pierwszego rzędu /poziom I - patrz rys. 7/ i jednocześnie obsługują ruch miejscowy abonentów bezpośrednio do nich dołączony. Daje to wielką łatwość i elastyczność planowania sieci.



Rys. 10. Zastosowanie 5ESS-PRX w sieci

łmc - łącza międzycentral., LE - centrala miejscowa, PC - centrala międzym. pierwszego rzędu hierarchii

Na rys. 11 przedstawiono zdolności adaptacyjne systemu 5ESS-PRX do warunków otoczenia w sieci. Mamy tu przykład dołączenia na poziomie koncentratora RSM central miejscowych biegowych, krzyżowych i SPC. Centrala główna 5ESS-PRX obsługuje jednocześnie sieć międzymiastową i miejscową. Pełni więc rolę centrali zespolonej miejscowo-międzymiastowej.



Rys. 11. Możliwości adaptacji 5ESS-PRX do warunków sieci

⊙ - centrale klasyczne starych systemów, ▲ - RSM 5ESS-PRX, △ - RISLU 5ESS-PRX, □ - centrala główna 5ESS-PRX, ● - aparaty abonenckie, CM SPC - centrala miejscowa SPC, CM SXS - c.miejscowa systemu biegowego, CM crossbar - c.miejscowa sytemu croeobar, CMM(I,II) - centrale międzymiast. poziomu I lub II

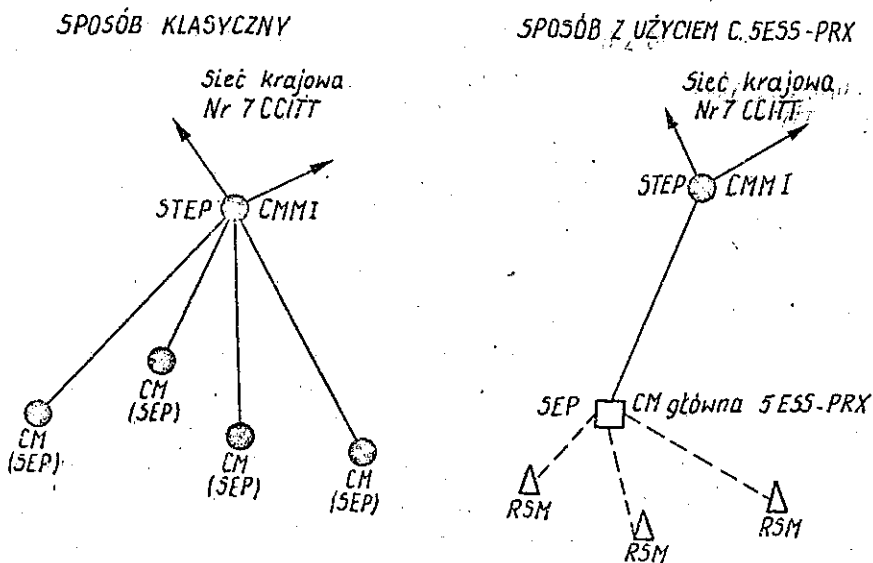
4.5. Wprowadzenie systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT

Zgodnie z zasadą działania systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT informacje pomiędzy dwiema współpracującymi centralami typu SPC są przesyłane poprzez wydzielone kanały cyfrowe 64 kbit/s. Oznacza to, że na każdym kierunku z traktami PCM pomiędzy dwiema współpracującymi centralami powinien być zarezerwowany jeden kanał 64 kbit/s do obsługi ruchu sygnalizacji Nr 7 CCITT. W praktyce, ze względów niezawodnościowych, są rezerwowane jednak zawsze dwa takie kanały. Jak wiadomo, stosowanie sygnalizacji Nr 7 CCITT nie jest ograniczone tylko do międzymiastowych relacji cyfrowych. W międzymiastowych relacjach analogowych do wymiany informacji sygnalizacyjnych tego systemu jest zalecane stosowa-

nie modemów - V35 lub V36, zgodnych z zaleceniami CCITT.

Każda centrala, w której istnieje wyposażenie końcowe łącza sygnalizacji Nr 7, nosi nazwę końcowego punktu sygnalizacji /skrót ang. SEP/. Połączenie wszystkich SEP, według zasady wieloboku zupełnego lub prawie zupełnego daje w efekcie typową strukturę sieci sygnalizacyjnej, przy czym, w celu uzyskania struktury bardziej skutecznej w działaniu są niezbędne jeszcze odpowiednio usytuowane tranzytowe punkty sygnalizacji /skrót ang. STP/. Funkcje STP mogą być zespolone z funkcjami węzła komutacyjnego tranzytowego lub mogą być zupełnie niezależne od funkcji komutacyjnych. W przypadku skojarzenia obu tych zbiorów funkcji mamy do czynienia z węzłem końcowotandemowym, który nosi nazwę końcowo-tandemowego węzła sygnalizacji /skrót ang. STEP/.

Na rys. 12 przedstawiono porównanie dwóch sposobów organizacji sieci z użyciem systemu sygnalizacji Nr 7 - jednego w sposób klasyczny, drugiego z użyciem central 5ESS-PRX.



Rys. 12. Porównanie dwóch sposobów organizacji sieci sygnalizacji Nr 7 CCITT

— - 64 kbit/s wydzielony kanał sygnalizacji, - - - - - wewnątrzny kanał sygnalizacji

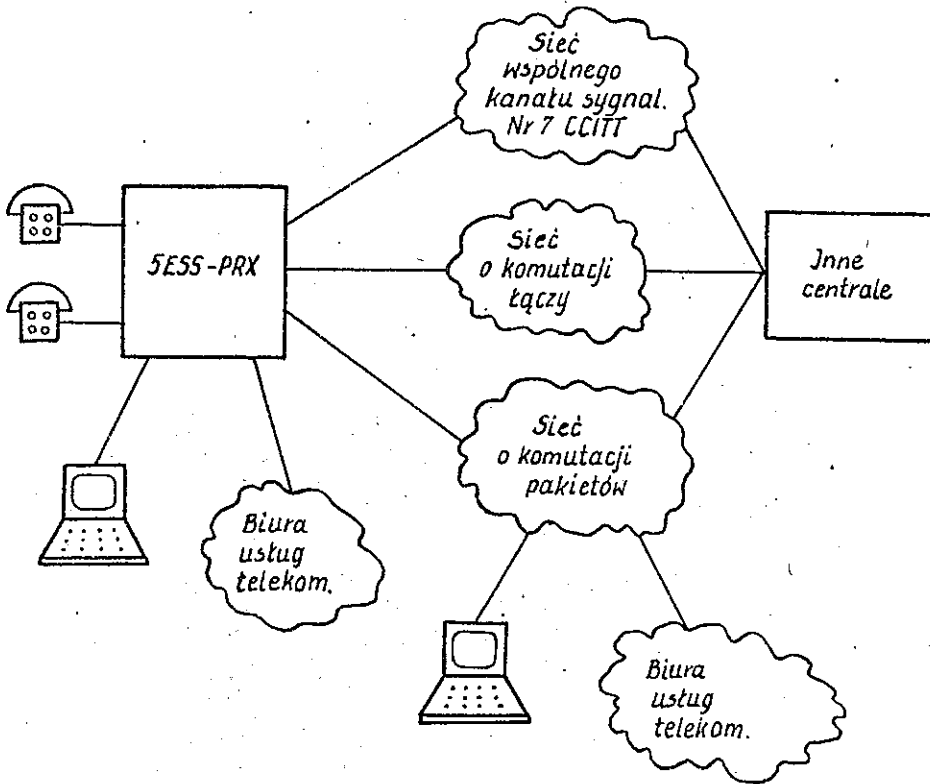
Kanał 64 kbit/s ma przepustowość ruchową, odnoszoną do sygnałów mowy, około 2000 Erl. w związku z czym, zwłaszcza w okresie wdrażania sygnalizacji Nr 7 istnieje duża nadmiarowość ruchowa - wydzielone kanały sygnalizacji nie są odpowiednio wykorzystane. Wadę tę omija się dzięki zastosowaniu centrali głównej z dołączonymi do niej koncentratorami RSM, co umożliwia koncentrację ruchu sygnalizacyjnego i stąd daje oszczędność na łączach sygnalizacji.

5. Praca systemu 5ESS-PRX w sieci zintegrowanej typu ISDN

Dzięki architekturze systemu zapewniony jest jego styk z otoczeniem /zarówno istniejącym jak i przyszłościowym/ poprzez zbiór interfejsów standardowych, w tym również interfejs z abonenckimi łączami cyfrowymi. Interfejs ten nosi nazwę ISLU i spełnia zalecenia CCITT, dotyczące styku z cyfrową siecią zintegrowaną ISDN. Styk ten znormalizowany przez CCITT określany jest formułą 2B+D. Umożliwia on transmisję sygnałów mowy oraz transmisję danych. Komutowane kanały 64 kbit/s, czyli kanały B, służą do transmisji mowy lub do transmisji danych z dużą szybkością albo też pakietów danych. Kanały D - 16 kbit/s służą do transportu wiadomości sygnalizacyjnych i pakietów danych.

Abonenci central systemu 5ESS-PRX mają dostęp do sieci teledacyjnych z komutacją łączy i z komutacją pakietów za pośrednictwem interfejsów, zgodnych z zaleceniami CCITT - X.25 i X.75.

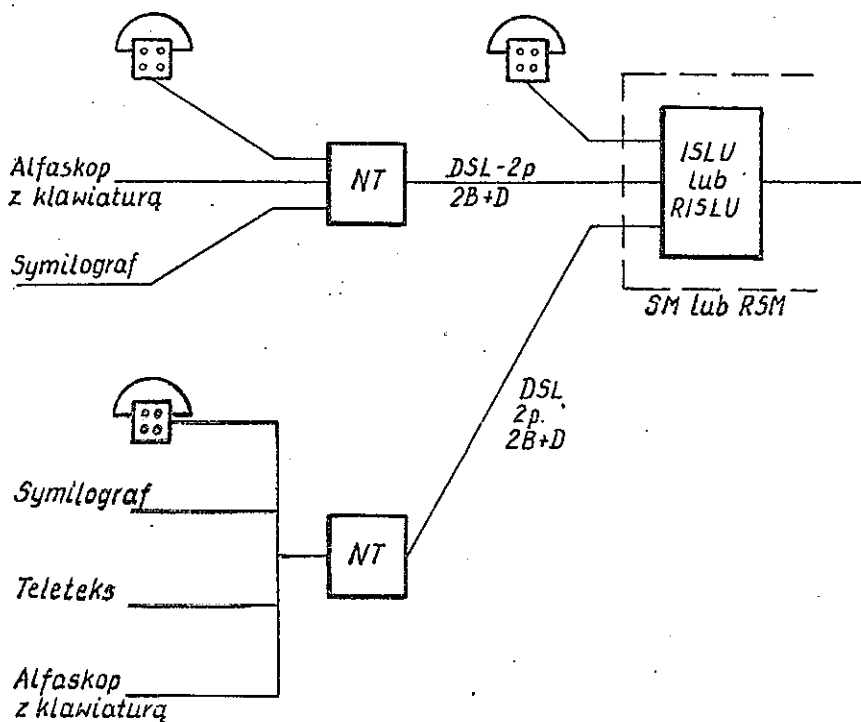
Obecnie są opracowywane interfejsy i oprogramowanie zapewniające realizację usług ISDN, takich jak: dostęp do banków danych i centrów elektronicznego przetwarzania danych w trybie dialogowym /interactive/ wideotekst, wizjotelefon itp. - czyli do grupy usług, które mogą być realizowane za pomocą cyfrowych traktów szerokopasmowych doprowadzonych aż do aparatów abonenckich. Ogólną wizję zastosowania 5ESS-PRX w tym zakresie przedstawia rys. 13.



Rys. 13. Idea zastosowania systemu 5ESS-PRX w ISDN

Najważniejszym, bardzo konkretnym krokiem w kierunku pełnej realizacji idei ISDN przedstawionej na rys. 13 jest w systemie 5ESS-PRX zapewnienie cyfrowego przejścia pomiędzy dwoma dowolnymi abonentami tego systemu. Oznacza to, że oprócz cyfrowych traktów współpracy z innymi centralami, cyfrowe są również obwody pętli abonenckich. Struktura 2B+D tego obwodu umożliwia abonentowi tej pętli cyfrowej do przesyłania sygnałów mowy lub danych /np. tekst, obraz/ dane osiągnane zdalnie z komputera itp., co przedstawia rys. 14.

Stopnie abonenckie wyniesione, takie jak RSM, z interfejsami ISLU cyfrowych łączy abonenckich umożliwiają ekspansywne wprowadzanie usług ISDN. Interfejsy RISLU można,



Rys. 14. Wyposażenia liniowe cyfrowych łączy abonenckich ISDN

DSL - cyfrowe łącze abonenckie, ISLU - zespół liniowy cyfrowych łączy abonenckich ISDN, NT - interfejs standardowy ISDN - CCITT, 2p. - 2 przewody

dzięki ich miniaturyzacji, w sposób bardzo łatwy instalować nawet w istniejących centralach starych systemów, na przełącznicy głównej. W ten sposób abonenci uzyskują dostęp do wszystkich usług oferowanych przez ISDN. System 5ESS-PRX umożliwia już obecnie dostęp do publicznych sieci telodacyjnych z komutacją łączy i z komutacją pakietów, za pośrednictwem specjalnych portów - zwrotnic ulokowanych w centralach głównych. W przyszłości możliwości te będą przeniesione do RSM, w zależności od zapotrzebowania na takie usługi.

WYKAZ LITERATURY

1. Bourgonjon R.H.: 5ESS-PRX software.
Philips Telecommunications Review., vol. 42, No 3,
1984.
2. Goebertus H.J.: 5ESS-PRX architecture.
Philips Telecommunications Review., vol. 42, No 3,
1984.
3. Lemstra W.: Network planning with 5ESS-PRX.
Philips Telecommunications Review., vol. 42, No 3,
1984.

ISSN 0209-1046

