

BIULETYN

INFORMACYJNY

***INSTYTUTU
ŁĄCZNOŚCI***



1991

7

**BIULETYN
INFORMACYJNY
INSTYTUTU
ŁĄCZNOŚCI**

ROK 31

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

NR 7(293)

WARSZAWA 1991

Komitet Redakcyjny

Redaktor Naczelny: dr inż. Krystyn Plewko

Z-ca Redaktora Naczelnego: dr inż. Stanisław Sońta

Redaktorzy Działowi:

doc. dr inż. Włodzimierz Barjasz

doc. dr inż. Alina Karwowska-Lamparska

inż. Maria Łopuszniak

© Copyright by Instytut Łączności, Warszawa 1991

ISSN 00-20-451X

Redaktor: mgr Krystyna Juskiewicz

Montaż tekstu: techn. Grażyna Woźnica

Instytut Łączności, Dział Ogólnotechniczny

ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa

Jerzy Trehciński

WŁASNOŚCI WSPÓLCZESNYCH SYSTEMÓW KOMUTACYJNYCH

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Charakterystyka ogólna systemu komutacyjnego	1
1.1. Omawiane systemy komutacyjne	2
1.2. System E10	4
1.3. System 12	4
1.4. System AXE-10	5
1.5. System DMS	6
1.6. System 5ESS	6
1.7. System EWSD	7
2. Abonenci i łącza dołączane do systemu komutacyjnego	8
3. Architektura funkcjonalna systemu komutacyjnego	9
3.1. Stopień abonencki	10
3.2. Stopień komutacyjny	16
3.3. Sterowanie	19
4. Postęp technologiczny i oprogramowanie systemu komutacyjnego	23
5. Wykorzystanie systemu komutacyjnego w publicznej sieci telekomunikacyjnej	30
5.1. System E10	34
5.2. System 12	35
5.3. System AXE-10	37
5.4. System DMS	38
5.5. System 5ESS	40
5.6. System EWSD	41

	Str.
6. Usługi oferowane abonentom telefonicznym dołączanym przez łącza naturalne (nazywanymi także abonentami analogowymi)	43
7. Usługi oferowane abonentom z terminalami sieci cyfrowej o integracji usług (abonentom ISDN)	45
8. Taryfikacja i określanie opłat za połączenia	45
9. Eksploatacja i utrzymanie	48

WŁASNOŚCI WSPÓLCZESNYCH SYSTEMÓW KOMUTACYJNYCH

1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA SYSTEMU KOMUTACYJNEGO

Elektroniczny cyfrowy system komutacyjny, który może być obecnie korzystnie stosowany w sieci krajowej, ma własności predestynujące go do stosowania w sieciach telekomunikacyjnych o integracji usług, jeśli:

- jest to pełnoelektroniczny system cyfrowy o sterowaniu programowanym;
- ma cyfrowe pole komutacyjne, o komutacji czasowej, zapewniające dwutorową komutację standardowych kanałów 64 kbit/s oraz kanałów $n \cdot 64$ kbit/s, w trybie komutacji łączy;
- umożliwia tworzenie węzłów obsługujących ruch telefoniczny i teledacyjny w trybie komutacji łączy i komutacji pakietów;
- umożliwia tworzenie węzłów zaprogramowanych jako centra komutacyjne, obsługujące co najmniej 50 000 abonentów z radiotelefonami w systemie komórkowej sieci radiokomunikacji ruchomej;
- ma bloki sprzętowo-programowe do systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT oraz bloki przyłączeniowe terminali abonenckich dołączanych poprzez wielokanałowe łącza cyfrowe typu $2 \cdot B + D$ oraz $30 \cdot B + D$, a w tym bloki użytkowników ISDN, oznaczane skrótem ISUP i zrealizowane wg zaleceń Księgi Niebieskiej CCITT oraz Europejskiego Instytutu Norm Telekomunikacyjnych ETSI;
- są zastosowane moduły sprzętowo-programowe, obejmujące nowoczesne stanowiska telefonistek z monitorami ekranowymi (sterowane przez mikroprocesory) przeznaczone do obsługi ruchu półautomatycznego w centrach tranzytowych międzymiastowych i międzynarodowych;
- obejmuje rodzinę układów specjalizowanych stosowanych jako interfejsy obsługi ruchu abonentów ISDN, szybkiej transmisji danych, kanału D i związanej z nim transmisji danych oraz transmisji pakietowej;

- zapewnia współpracę z siecią komutacji pakietów za pośrednictwem kanału 64 kbit/s, zgodnie z protokołem X.25;
- jest wyposażony w sprzęt i oprogramowanie systemu sygnalizacji Nr 7, a w szczególności w podsystemy sterowania połączeniami sygnalizacyjnymi SCCP i transferu wiadomości MTP; o ile ich implementacja będzie dokonana zgodnie z zaleceniami Księgi Niebieskiej CCITT oraz normami ETSI, wtedy zapewnia współpracę z siecią krajową i międzynarodową radiokomunikacji ruchomej (np. z siecią GSM);
- ma interfejs do zewnętrznej sieci synchronizacyjnej;
- zapewnia zgodność rozwiązań systemu komutacyjnego ze standardami europejskimi, wg CCITT, CEPT oraz ISO;
- parametry transmisyjne systemu komutacyjnego są zgodne z zaleceniami CCITT Q.507, Q.517 oraz niezawodność jest zgodna z zaleceniami CCITT Q.504, Q.514.

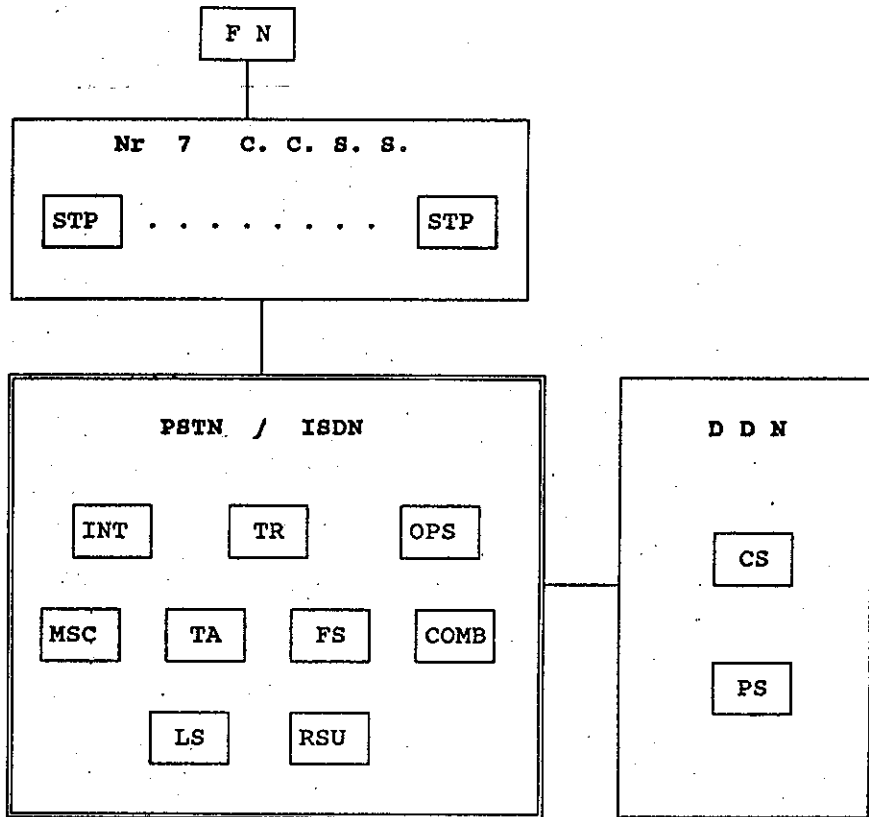
1.1. Omawiane systemy komutacyjne

W niniejszym opracowaniu omówiono systemy komutacyjne rozpowszechnione na świecie, opracowane przez największych renomowanych producentów europejskich i amerykańskich, którzy wykazują zainteresowanie produkcją w Polsce i zastosowaniem tych systemów w polskiej publicznej sieci telekomunikacyjnej. Są to następujące systemy: E10, system 12, AXE-10, DMS, 5ESS oraz EWSD.

Współczesna wersja systemu E10 jest produkowana we Francji pod kryptonimem Alcatel E10. Przewiduje się ją również do produkcji w Polsce pod oznaczeniem E10B.

Współczesna wersja systemu 12 proponowana przez koncern Alcatel jest przewidziana także do produkcji w Polsce.

Współczesną wersję systemu AXE-10 oferuje koncern Ericsson (patrz rys. 1).



Rys. 1. Możliwości wykorzystywania systemu AXE-10 w sieciach z integracją usług

Nr 7 C.C.S.S. - sieć sygnalizacji Nr 7, PSTN/ISDN - publiczna sieć telekomunikacyjna ISDN, DDN - sieci specjalizowane transmisji danych, FN - perspektywiczne centra (np. sterowania usługami lub centrum komutacyjne usług dodatkowych), STP - centrum transferu sygnalizacji, INT - międzynarodowe tranzytowe centrum komutacyjne, TR - międzymiastowe tranzytowe centrum komutacyjne (ACMM), OPS - podsystem obsługi ruchu półautomatycznego, MSC - centrum komutacyjne dla abonentów sieci radiokomunikacji ruchomej, TA - centrum tranzytujące (MCA) w sieci strefowej, COMB - wielofunkcyjne centrum w systemie AXE (ewentualnie centrum zespolone MCA), FS - centrum komutacyjne służb specjalnych lub inny węzeł cyfrowy w sieci strefowej, LS - centrum komutacyjne MCA w sieci strefowej (główne lub okręgowe), RSU - wyniesiony stopień abonencki = satelitowe centrum komutacyjne, CS - sieć transmisji danych z komutacją łącz, PS - sieć transmisji danych z komutacją pakietów

Współczesne wersje systemów DMS firmy Northern Telcom obejmują systemy DMS 100/200 i DMS-10 oraz system ADS (produkowany na podstawie kooperacji w Austrii), która to wersja ma być również produkowana w Polsce.

Współczesna wersja systemu 5ESS, spełniająca normy europejskie, jest oferowana przez amerykański koncern AT&T.

Współczesna wersja systemu EWSD firmy Siemens jest przewidziana także do produkcji w Polsce.

1.2. System E10

Omawiany tu zestaw sprzętu systemu E10 nie zapewnia realizacji węzłów komutacji pakietów, lecz umożliwi uzyskiwanie dostępu do sieci z komutacją pakietów za pomocą połączenia półstałego (tzn. kanału przezroczystego 64 kbit/s). We Francji zorganizowano taką sieć, nazwaną TRANSPAC, która jest wykorzystywana w krajowym i międzynarodowym ruchu z komutacją pakietów. Ten zestaw sprzętu E10 nie zapewnia także realizacji węzłów zaprogramowanych jako centra komutacyjne, obsługujące abonentów z radiotelefonami w systemie komórkowej sieci radiokomunikacji ruchomej. Zastosowany w centrall E10 sprzęt i oprogramowanie systemu sygnalizacji Nr 7, a w szczególności podsystemy sterowania połączeniami sygnalizacyjnymi SCCP i transferu wiadomości MTP - o ile ich implementacja będzie dokonana zgodnie z zaleceniami Księgi Niebieskiej CCITT i normami ETSI - mogą zapewnić współpracę z krajową i międzynarodową siecią radiokomunikacji ruchomej. Zestaw sprzętu E10 obejmuje podsystem o nazwie Sysope, o strukturze sprzętowej i programowej opartej na modułach systemowych, pozwalający - za pomocą nowoczesnych monitorowych stanowisk operatorskich - na obsługę ruchu półautomatycznego.

1.3. System 12

Specyfika systemu 12, a zwłaszcza rozwiązanie jego pola komutacyjnego, umożliwi budowę centrów sieci zintegrowanej ISDN obsługujących ruch telefoniczny oraz teledacyjny w trybie komutacji łączy i komutacji pakietów. Przewidziano różne stopnie integracji komutacji pakietów z podstawową komutacją łączy. Zastosowany w systemie 12 sprzęt i oprogramowanie systemu

sygnalizacji Nr 7 zapewniają współpracę z siecią krajową i międzynarodową radiokomunikacji ruchomej. W stadium kompletacji znajdują się węzły zaprogramowane jako centra komutacyjne radiokomunikacji ruchomej w cyfrowej sieci komórkowej.

System 12 obejmuje podsystem, pozwalający - za pomocą nowoczesnych monitorowych stanowisk operatorskich - na obsługę ruchu półautomatycznego. Grupa podstawowa 15 stanowisk może być zlokalizowana w danym centrum lub wyniesiona za pośrednictwem specjalnego interfejsu i traktu liniowego PCM 30/32.

1.4. System AXE-10

Specyfika systemu AXE-10 umożliwia tworzenie centrów ISDN obsługujących ruch telefoniczny oraz teledacyjny w trybie komutacji łączy i komutacji pakietów. Z wykorzystaniem wyspecjalizowanego bloku PSS realizuje się transmisję pakietową w kanale D i w kanale B oraz współpracuje z siecią komutacji pakietów, zgodnie z protokołem X.75.

W systemie AXE-10 mogą być tworzone węzły komutacyjne, obsługujące jednocześnie abonentów stacjonarnych i abonentów ruchomych radiowej cyfrowej sieci komórkowej. Zastosowany sprzęt i oprogramowanie systemu sygnalizacji Nr 7 zapewniają współpracę z krajową i międzynarodową siecią radiokomunikacji ruchomej.

System AXE-10 obejmuje podsystem OPS, pozwalający - za pomocą nowoczesnych monitorowych stanowisk operatorskich - na obsługę ruchu półautomatycznego. Stanowiska mogą być zlokalizowane w danym centrum lub wyniesione za pośrednictwem łączy transmisji danych. Takie centrum AXE-OPS może występować jako samodzielny węzeł sieci i korzystać z własnej bazy danych.

1.5. System DMS

Producent systemu DMS deklaruje w terminie późniejszym rozbudowę systemu o bloki sprzętowo-programowe dla systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT oraz o bloki ISDN. Wcześniej, bo już w roku 1991, zakłada się wprowadzenie nowej generacji urządzeń sterujących, opartych na zastosowaniu mikroprocesorów 32-bitowych.

W systemie DMS jest przewidziane zastosowanie wyspecjalizowanego bloku do obsługi ruchu abonentów ISDN, szybkiej transmisji danych, kanału D i związanej z nim transmisji danych oraz transmisji pakietowej. Centrale systemu DMS w wersji ISDN zapewnią współpracę z siecią komutacji pakietów za pośrednictwem przezroczystego kanału 64 kbit/s, zgodnie z protokołem X.25, z wykorzystaniem modułu obsługi transmisji pakietowej w wyspecjalizowanym bloku ISDN.

W nowej wersji systemu DMS występują węzły komutacyjne DMS-MTX obsługujące po 50 000 abonentów w systemie komórkowej sieci radiokomunikacji ruchomej. System DMS-10 zapewnia współpracę z siecią radiokomunikacji ruchomej za pośrednictwem kanałów cyfrowych 64 kbit/s.

W systemie DMS-200 zastosowano sprzętowo-programowy moduł obsługi ruchu półautomatycznego TOPS, obejmujący bogaty zestaw funkcji. Stanowiska telefonistek mogą się znajdować w pomieszczeniu centrali oraz w bardzo dużej od niej odległości. W przypadku DMS-10, który ma być głównie stosowany w okręgach, nie zachodzi potrzeba budowy central tranzytowych ze stanowiskami telefonistek międzymiastowych, zatem przewiduje się tylko współpracę z centrami międzymiastowymi, obsługującymi dane strefy numeracyjne.

1.6. System 5ESS

Specyfika systemu 5ESS umożliwia tworzenie centrów ISDN obsługujących ruch telefoniczny oraz teledacyjny w trybach komutacji łączy i komutacji pakietów. Z wykorzystaniem wyspecjalizowanego bloku PSU realizuje się transmisję

pakietową po kanale D i po kanale B oraz współpracuje z siecią komutacji pakietów, zgodnie z protokołem X.75.

Zastosowany w systemie 5ESS sprzęt i oprogramowanie systemu sygnalizacji Nr 7 zapewniają współpracę z krajową i międzynarodową siecią radiokomunikacji ruchomej. Przewidziana jest również możliwość budowy w systemie 5ESS węzłów komutacyjnych sieci komórkowej radiokomunikacji ruchomej.

System 5ESS obejmuje podsystem, pozwalający - za pomocą nowoczesnych monitorowych stanowisk operatorskich, takich jak komputery osobiste klasy IBM-PC - na obsługę ruchu półautomatycznego. Omawiane wyposażenie jest dołączone za pośrednictwem łącza cyfrowego 2·B+D do uniwersalnego zespołu liniowego ISLU w centrum komutacyjnym. Istnieje również możliwość dołączania stanowisk operatorskich do wyniesionych stopni RSM i RISLU. Podsystem operatorski spełnia wszystkie wymagania półautomatycznego ruchu krajowego i międzynarodowego.

1.7. System EWSD

W przypadku systemu EWSD podano w jego opisie, że abonent ISDN może w kanale D pracować w trybie komutacji pakietów. W posiadanej dokumentacji brak natomiast danych, jakie są możliwości budowy węzłów komutacji pakietów, a także jakie urządzenia oraz oprogramowanie centralowe są konieczne w tym systemie pracy.

System EWSD oferuje tworzenie centrów dla abonentów ruchomych, przy czym jedno takie centrum może obsługiwać w ramach sieci komórkowej do 80 000 abonentów z radiotelefonami.

System EWSD obejmuje nowoczesne urządzenia z monitorami ekranowymi sterowane przez mikroprocesory do obsługi ruchu półautomatycznego w tranzytowych centrach międzymiastowych i międzynarodowych.

Spośród omawianych systemów najbardziej nowoczesny pod względem ogólnych cech systemu komutacyjnego jest system 5ESS, a jako następny może być wymieniony AXE-10.

2. ABONENCI I ŁĄCZA DOŁĄCZANE DO SYSTEMU KOMUTACYJNEGO

Do centrów elektronicznych omawianych systemów o cyfrowej komutacji mogą być przyłączane abonenckie aparaty telefoniczne z tarczą numerową lub klawiaturą wybierczą nadającą informacje impulsami dekadowymi lub też z klawiaturą nadającą informacje znormalizowanymi sygnałami wieloczęstotliwościowymi.

Do dołączania terminali abonenckich sieci ISDN są przewidziane łącza podstawowe typu $2 \cdot B + D$ z kanałami cyfrowymi $64 \text{ kbit/s} + 16 \text{ kbit/s}$ oraz łącza wielokanałowe typu $30 \cdot B + D$ z kanałami cyfrowymi $30 \cdot 64 \text{ kbit/s} + 64 \text{ kbit/s}$. Oba te typy łączy powinny być zgodne z zaleceniami CCITT.

Do łącza podstawowego może być dołączonych jednocześnie osiem terminali, takich jak:

- cyfrowy aparat telefoniczny pracujący w pasmie 3,1 lub 7 kHz;
- telefaks grupy 2, 3 i 4;
- teleteks pracujący z szybkością 64 kbit/s;
- terminal videoteksu pracujący z szybkością 64 kbit/s;
- terminal teleakcji (zdalny nadzór - telemetria);
- terminal transmisji danych;
- komputer, np. wg standardu IBM PC;
- terminal wielofunkcyjny dla transmisji fonii i danych;
- terminal konferencji audiograficznej;
- terminal wizjotelefonii $2 \cdot 64 \text{ kbit/s}$.

Przewidziano zamianę terminali i ich wybór. Dopuszczalne jest przełączanie terminala z gniazdka do gniazdka i wskazywanie stosowanych usług. Można zmieniać usługi w czasie połączenia i korzystać z kilku usług w czasie jednego połączenia.

Omawiane systemy komutacyjne są przystosowane do współpracy z innymi systemami za pomocą systemów sygnalizacji zgodnych z polskimi normami: prądem stałym, R2 i Nr 5, sygnalizacji w kanałach skojarzonych z kanałami rozmównymi lub po kanale wydzielonym (sygnalizacja Nr 7, która jest realizowana zgodnie z zaleceniami Księgi Niebieskiej CCITT oraz normami ETSI).

Współpraca z istniejącymi centrami w tej samej sieci może się odbywać głównie poprzez łącza cyfrowe zakończone we współpracujących centrach o komutacji przestrzennej przetwornikami PCM i translacjami typu E & M z dwoma kanałami sygnalizacyjnymi "pozapasmowymi" w przód i dwoma wstecz.

Wszystkie omawiane systemy, tzn. *E10, system 12, AXE-10, DMS, 5ESS oraz EWSD*, mają wymienione wyżej cechy charakterystyczne i w ich przypadku mogą być zagwarantowane warunki współpracy z istniejącymi centrami komutacyjnymi w polskiej sieci krajowej. Niemniej godne jest podkreślenia, że opracowane przez nasze jednostki naukowo-badawcze, projektowe, eksploatacyjne i przemysłowe znormalizowane systemy budowy sieci telekomunikacyjnych i współpracy w niej centrów komutacyjnych są oparte na długoletnim doświadczeniu wysokiej klasy specjalistów. Nieodzowne jest zatem pełne i prawidłowe przestrzeganie tych norm przez oferentów nowego sprzętu o komutacji cyfrowej i programowanym sterowaniu.

3. ARCHITEKTURA FUNKCJONALNA SYSTEMU KOMUTACYJNEGO

Współczesny elektroniczny cyfrowy system komutacyjny posiada architekturę funkcjonalną opartą na wydzielonych blokach takich, jak:

- Stopień abonencki lokalny lub wyniesiony, realizujący typową w stopniu abonenckim koncentrację/ekspansję ruchu. Stopień ten składa się z elementarnych modułów abonentów analogowych i modułów abonentów ISDN, które są obsługiwane przez indywidualne mikroprocesory sterujące. Ze stopnia abonenckiego mogą być wynoszone koncentratory o cyfrowej komutacji, składane z niewielkich modułów, umożliwiające dołączanie dalszych abonentów rozproszonych na obszarze obsługi.

- **Pole komutacyjne** składające się z elementarnych modułów o komutacji czasowej T lub modułów o komutacji czasowej T oraz modułów o komutacji przestrzennej S. Pozwala to na tworzenie pól o różnej liczbie sekcji, począwszy od najmniejszej korzystnej dla danego systemu liczby komutowanych kanałów cyfrowych o przepływności binarnej 64 kbit/s do największych pól centrów komutacyjnych tego systemu.
- **Urządzenie sterujące** o strukturze wieloprocessorowej typu rozproszonego i ze specjalizacją funkcjonalną oraz z możliwością zwiększania liczby procesorów i interfejsów międzyprocessorowych oraz pakietów pamięci. W ramach architektury wieloprocessorowej w urządzeniach centralnych można stosować dwa lub więcej identycznych procesorów pracujących równolegle z podziałem obciążenia. Obciążenie obliczane przy tym na n procesorów jest rozkładane na n+1 procesorów. Sterowanie centralowe może być typu rozproszonego z centralnym układem sterującym o zdublowanej strukturze modularnej, z którym współpracują indywidualne procesory sterujące w modułach przyłączeniowych i modułach pola; można również spotkać rozwiązania sterowania centralowego bez procesora centralnego.
- **Podsystem eksploatacji i utrzymania** realizujący bogate funkcje na miejscu centrali lub za pomocą wydzielonych centrów eksploatacji i utrzymania.

3.1. Stopień abonencki

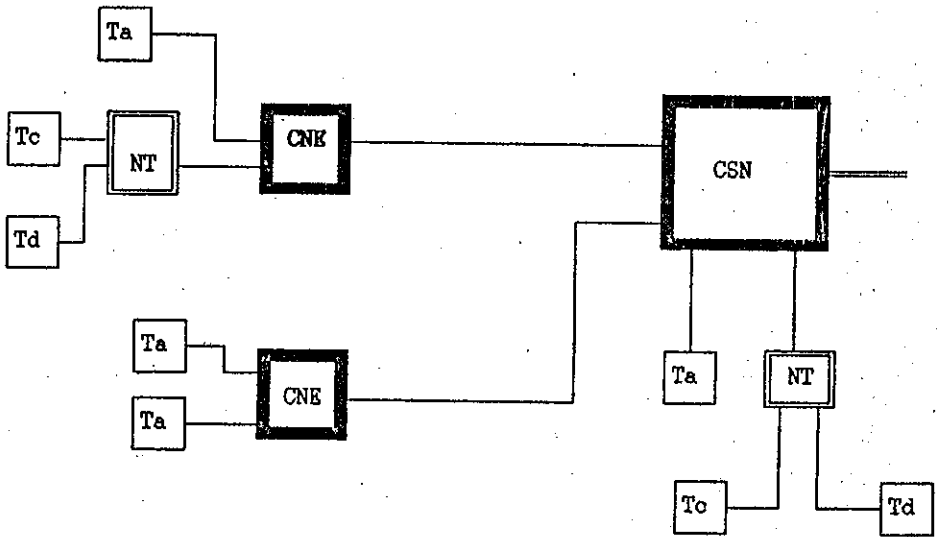
Omawiane systemy z punktu widzenia rozwiązania stopnia abonenckiego, można podzielić na:

- systemy ze stopniem abonenckim o ograniczonej samodzielności,
- systemy ze stopniem abonenckim o autonomicznym sterowaniu,
- systemy z autonomicznym stopniem abonenckim.

Ograniczona samodzielność wyraża się brakiem możliwości, w wyniesionych stopniach abonenckich i centrach satelitowych, realizacji (z wyjątkiem przypadku awarii traktów do nadrzędnego centrum komutacyjnego) bezpo-

średniej komunikacji pomiędzy ich abonentami. W przypadku wspomnianej awarii abonenci nie mogą korzystać z dodatkowych usług i nie jest zwykle realizowane zaliczanie rozmów. Do omawianego zbioru należą systemy E10, AXE-10, DMS i EWSD.

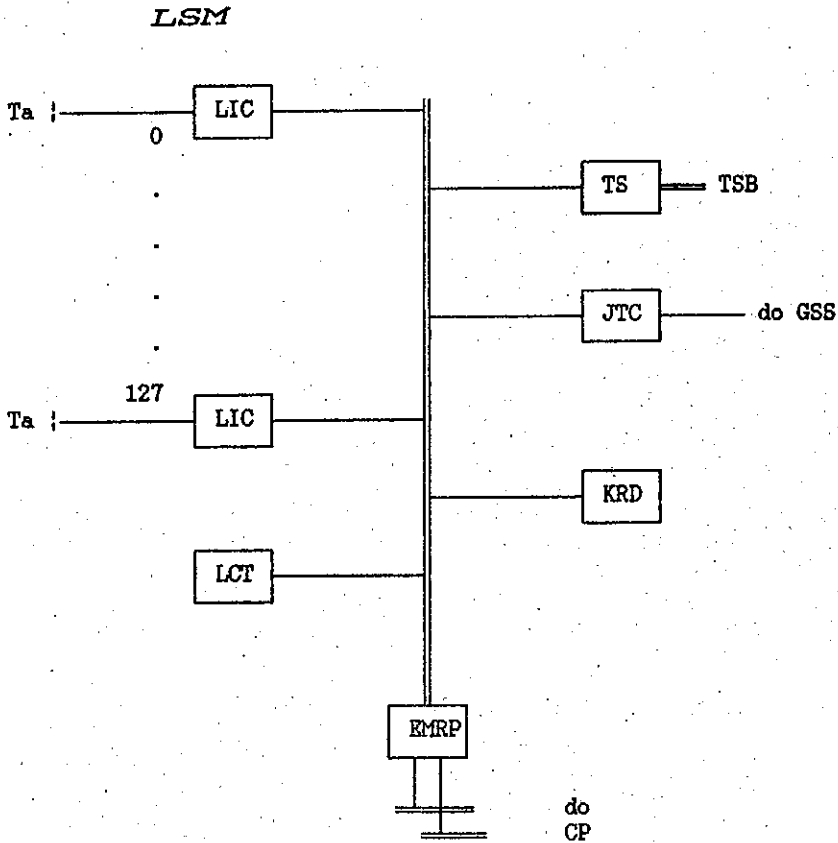
W systemie E10 cyfrowy stopień abonencki CSN ma pojemność maksymalną 5120 numerów abonenckich i jest złożony z koncentratorów CN (do 19) o pojemnościach do 256 abonentów analogowych lub do 128 cyfrowych (rys. 2); podstawowy pakiet AZL obejmuje do 16 abonentów.



Rys. 2. Przykład obsługi abonentów przez system E10

CSN - stopień abonencki o cyfrowej komutacji, CNE - koncentrator (wyniesiony podstawowy moduł abonencki), NT - terminal liniowy łącza podstawowego ISDN, Ta - aparat telefoniczny analogowy, Tc - aparat telefoniczny cyfrowy, Td - terminal abonencki usług niefonicznych

W systemie AXE-10 abonenckie stopnie komutacyjne lokalne SSS i wyniesione RSS składają się z modułów LSM (rys. 3) i służą do podłączania za pośrednictwem zespołów liniowych LIC-A łączy analogowych abonentów telefonicznych i zespołów LIC-D łączy abonentów ISDN. Centra satelitowe mogą obejmować zbiory bloków RSS.



Rys. 3. Schemat blokowy zespołu SM systemu AXE-10

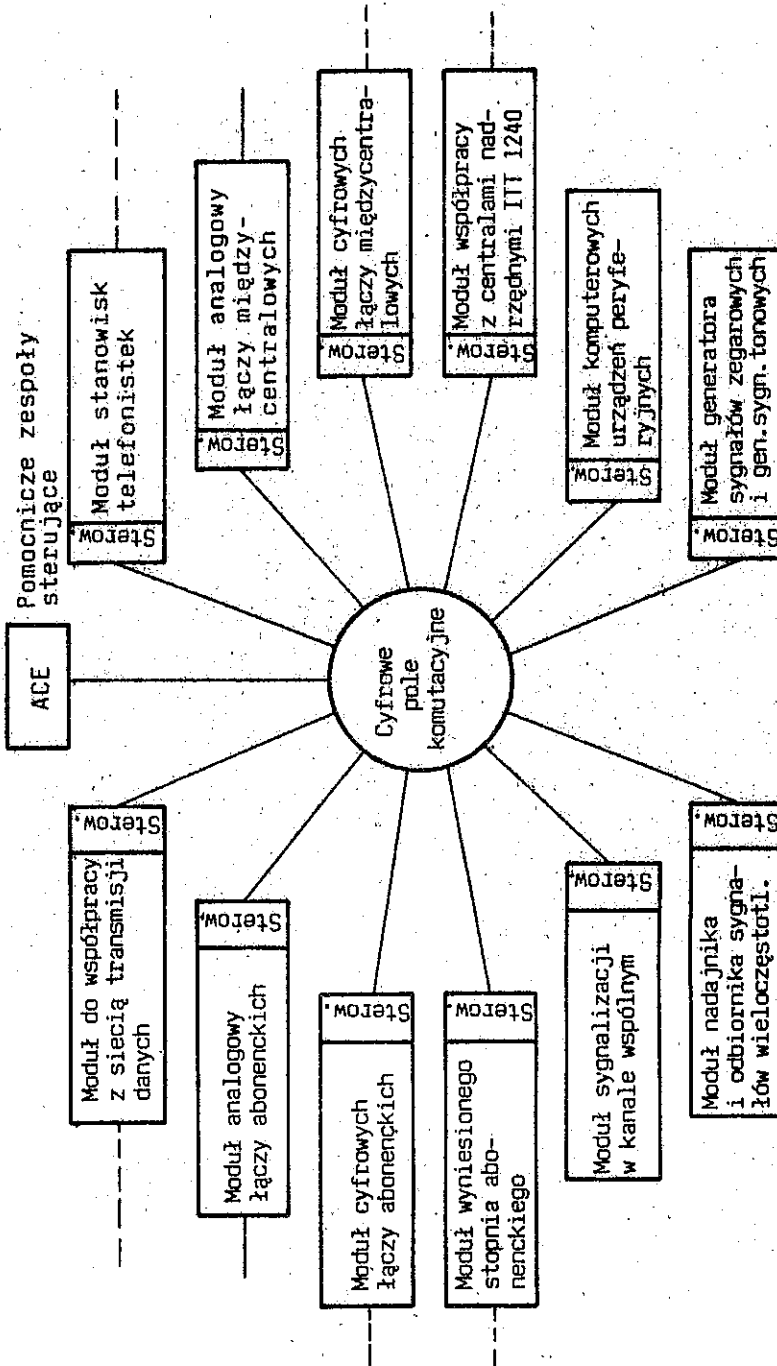
Ta - terminal abonencki, LSM - abonencki zespół przyłączeniowy, LIC - zespół liniowy, LCT - tester łączy i obwodów, JTC - zakończenie zespołu połączeniowego, EMRP - procesor regionalny, TS - układ komutujący czasowy, KR D - odbiornik sygnałów klawiatury wybierczej, TSB - wielokrotne łącze czasowe zespołów TS, do GSS - do centralnego stopnia komutacyjnego, do CP - do centralnych procesorów sterujących

W systemie DMS stopnie abonenckie lokalne LCM i wyniesione RLCM składają się z modułów po 30 abonentów analogowych. Każde dwie półki służące do dołączania 640 abonentów są obsługiwane przez dwa wzajemnie się dublujące mikroprocesory sterujące. W typowym stojaku stopnia abonenckiego centrali miejskiej mieści się wyposażenie do dołączania 1280 abonentów analogowych, przy czym realizują one przetworzenie na transmisję cyfrową, oraz

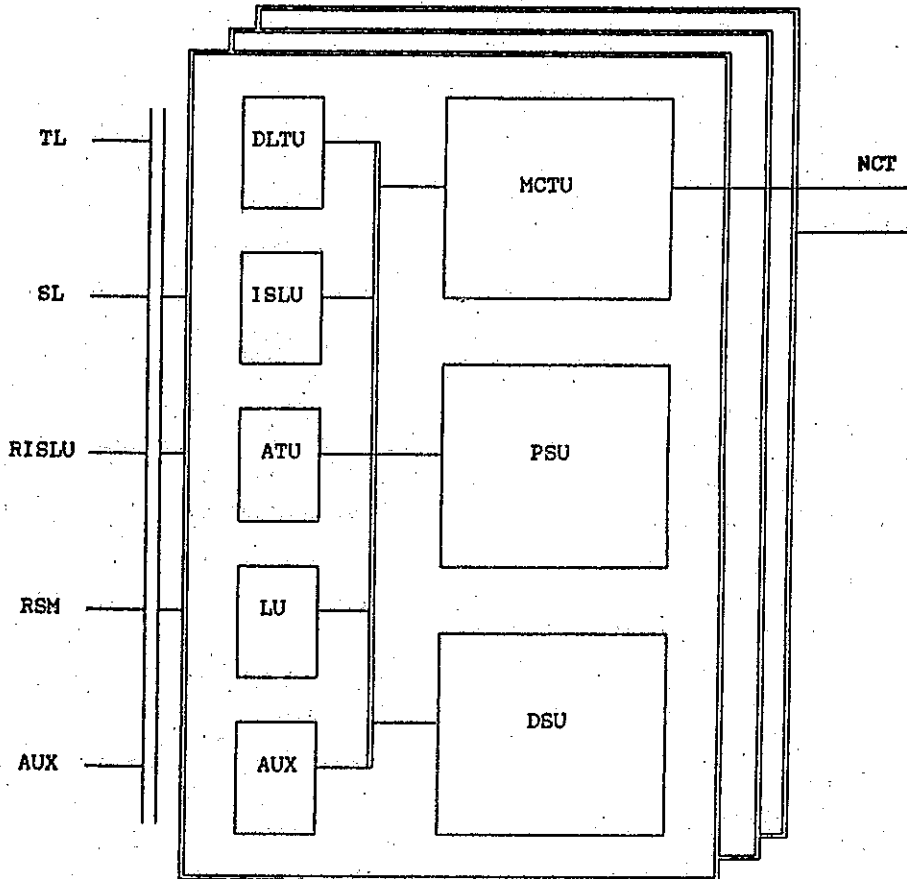
odwrotnie, z wykorzystaniem układu typu BORSCHT. Ten skrót, używany w dokumentacji anglojęzycznej, oznacza zbiór następujących funkcji: B - zasilanie bateryjne, O - ochrona przeciwprzepięciowa, R - dzwonienie, S - sygnalizacja, C - kodowanie analogowo-cyfrowe, H - rozwidlenie, T - testowanie i pomiary łącza.

W systemie EWSD cyfrowy stopień abonencki DLU składa się z modułów po 8 abonentów analogowych lub 8 łączy ISDN. Każdy taki moduł jest obsługiwany przez mikroprocesor sterujący. W typowym stojaku stopnia abonenckiego centrali miejskiej może być zastosowanych do 119 modułów abonentów analogowych lub ok. dwukrotnie mniej modułów abonentów ISDN. Wyposażenie liniowe dla 952 abonentów analogowych mieści się w typowym stojaku centralowym; wersja do 160 abonentów jest utokowana w wolno stojącej szafce hermetyzowanej i może być umieszczona w dowolnym miejscu obszaru obsługi.

System ze stopniem abonenckim o autonomicznym sterowaniu reprezentuje system 12. Mamy tu moduły specjalizowane, sterowane za pomocą indywidualnych procesorów TCE. Do zestawu podstawowego (rys.4) należą m.in.: moduły abonentów analogowych i cyfrowych, moduły łączy międzycentralowych, moduły stanowisk telefonistek, moduł procesora zarządzania bazą danych i analizy numerów, moduły nadajników i odbiorników, moduł systemu sygnalizacji Nr 7 oraz moduł utrzymania i wyposażenia peryferyjnych. Realizacja funkcji komutacyjnych, eksploatacyjnych i utrzymaniowych w systemie 12 ma miejsce dzięki tym specjalizowanym modułom, komunikującym się poprzez pole komutacyjne DSN, budowane od najmniejszej do największej pojemności z identycznych elementów komutujących. Procesory sterujące mają swoje specjalistyczne oprogramowanie zorientowane na funkcje obsługiwanych przez nie modułów, a komunikują się między sobą za pomocą standardowych pakietów wiadomości. Oprogramowanie służące do analizy numerów przy połączeniach wychodzących oraz związane z rejestracją opłat i centralową bazą danych jest specjalnie zabezpieczone, celem uzyskania właściwej pewności pracy.



Rys. 4. Schemat blokowy centrum systemu 12



Rys. 5. Schemat blokowy stopnia komutacyjnego SM systemu 5ESS

TL - łącza międzycentralowe analogowe lub cyfrowe, SL - łącza abonenckie analogowe lub cyfrowe, RISLU - wyniesiony ISLU, RSM - wyniesiony SM, AUX - łącza pomocnicze, DLTU - zespół liniowy łącza cyfrowego, ISLU - uniwersalny abonencki zespół liniowy, ATU - zespół liniowy łącza analogowego, LU - zespół liniowy abonenckiego łącza analogowego, AUX - zespoły pomocnicze, MCTU - układ komutacji czasowej oraz sterowania stopniem SM, PSU - wyspecjalizowany blok transmisji pakietowej, DSU - blok usług cyfrowych, NCT - łącza światłowodowe do stopnia komunikacyjnego CM

Przykładem systemu z autonomicznym stopniem abonenckim jest system 5ESS. Stopnie komutacyjne lokalne SM i wyniesione RSM (rys. 5) służą do podłączania, za pośrednictwem uniwersalnych modułów ISLU, analogowych

i cyfrowych telefonicznych łączy abonenckich, łączy innych usług cyfrowych oraz łączy międzycentralowych. Realizują one koncentrację ruchu, komutację łączy oraz procesy związane ze sterowaniem połączeniami telekomunikacyjnymi. W przypadku abonenta z normalnym analogowym aparatem telefonicznym przetworzenie na transmisję cyfrową, oraz odwrotnie, ma miejsce z wykorzystaniem układu typu BORSCHT. Każde dwa bloki stopnia SM, przewidziane do dołączania 512 abonentów, są obsługiwane przez dwa indywidualne wzajemnie dublujące się mikroprocesory sterujące, a w typowym stojaku stopnia SM mieszczą się urządzenia dla ok. 2 000 abonentów. Stopnie SM realizują bezpośrednią komunikację pomiędzy ich abonentami. Centra satelitowe mogą obejmować zbiory bloków RSM i współpracować przez łącza bezpośrednio, np. z leżącymi w pobliżu centrami istniejącej sieci telefonicznej.

Spośród omawianych systemów największą "elastyczność" w wykorzystaniu stopnia abonenckiego i centrum satelitowego wykazuje system 5ESS, a następnie system 12 i DMS.

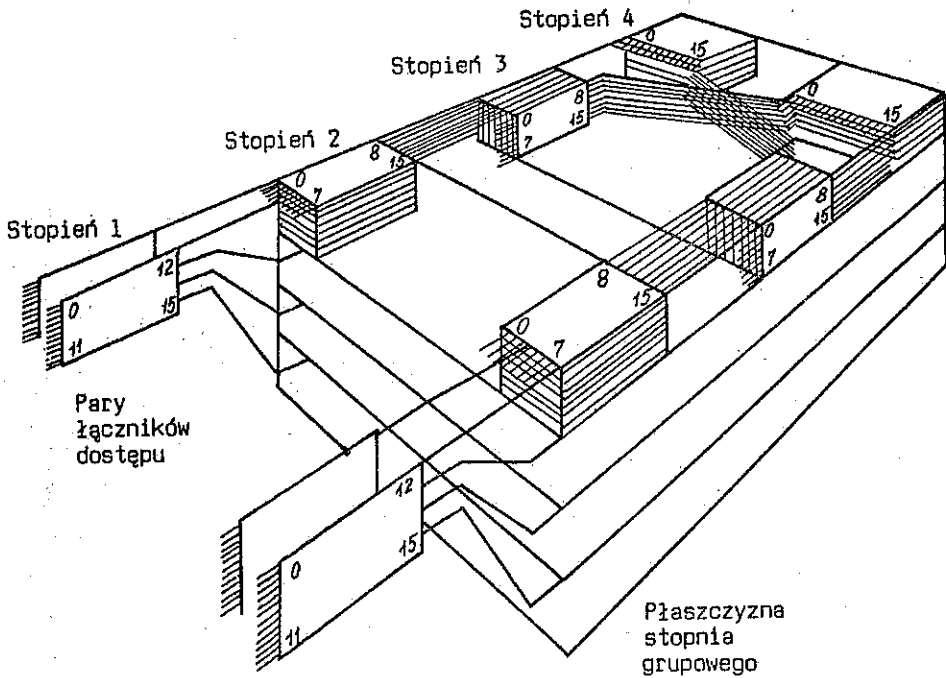
3.2. Stopień komutacyjny

Omawiane systemy, z punktu widzenia rozwiązywania centralnego stopnia komutacyjnego, można podzielić na:

- systemy ze stopniem jednosekcyjnym złożonym z modułów czasowych T;
- systemy ze stopniem wielosekcyjnym T,
- systemy ze stopniem typu T-S-T,
- systemy ze stopniem typu S.

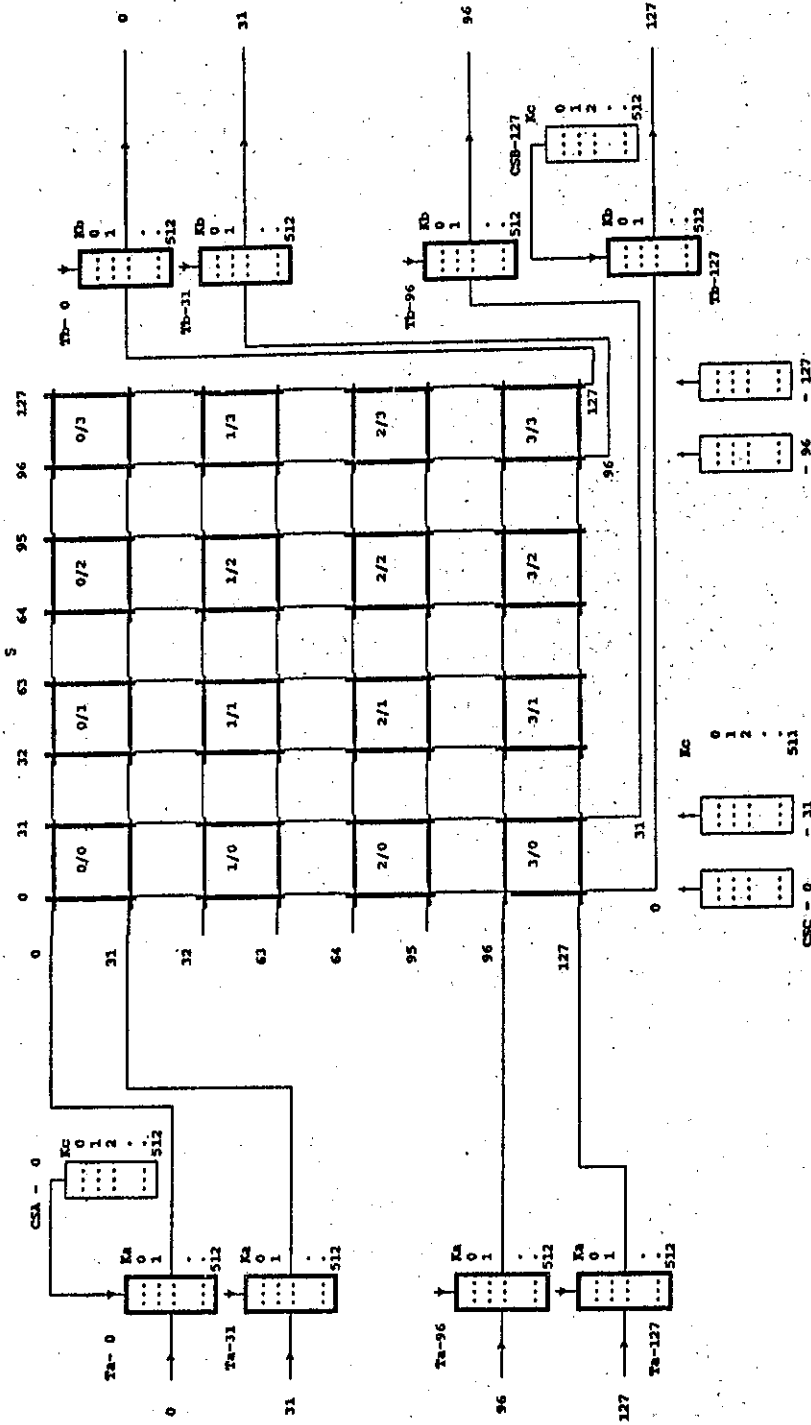
Do systemów pierwszego rodzaju zaliczyć można E10, w którym zastosowano pole CX o komutacji cyfrowej T o pojemności do 2048 traktów przyściowych i 2048 traktów wyjściowych (każdy trakt w tym polu to 32 kanały 16-bitowe).

Do systemów ze stopniem wielosekcyjnym złożonym z modułów czasowych można zaliczyć systemy 12 i DMS. W systemie 12 zastosowano pole komuta-



Rys. 6. Cyfrowe pole komutacyjne w systemie 12

cyjne DSN o pojemności do $230 \cdot 16$ traktów PCM, złożone z modułów DSE ($16 \cdot 4$ Mbit/s) i komutujące przy maksymalnej czterosekcyjnej konfiguracji (rys. 6) ruch ponad 30 000 erl. Natomiast w systemie DMS zastosowano pole komutacyjne SN, składające się z modułów NM o komutacji czasowej $1920 \cdot 1920$ kanałów czasowych. Pozwala to na tworzenie w systemach DMS 100/200 dużych pól 4-sekcyjnych począwszy od 1920 kanałów cyfrowych o przepływności binarnej 64 kbit/s do 61 440 kanałów. W systemie DMS-10/standard zastosowano pole o komutacji czasowej do $2 \cdot 1920$ kanałów. Jeszcze mniejsze pole zastosowano w centrali ISS i wobec tego przy przekształcaniu ISS w standard pole jest rozbudowywane.



Rys. 7. Pole komutacyjne typu T-S-T w systemie AXE-10

Ka - przyściowe kanałowe szeliny czasowe, Ta - pamięci przyściowe, CSA - pamięci sterowania połączeniami przyściowego stopnia T, S - matryca komutacyjna stopnia S, CSC - pamięci sterowania połączeniami stopnia S, Kc - wewnętrzne kanałowe szeliny czasowe, CSB - pamięci sterowania połączeniami wyjściowego stopnia T, Tb - pamięci wyjściowe, Kb - wyjściowe kanałowe szeliny czasowe

W systemie AXE-10 zastosowano stopień komutacyjny GSS w układzie T-S-T, składający się z elementarnych modułów o komutacji czasowej T po 512 kanałów czasowych i modułów o komutacji przestrzennej S, o pojemności do $128 \cdot 512$, tzn. do ok. 64 000 komutowanych kanałów 64 kbit/s (rys. 7). W systemie EWSD pole komutacyjne SN składa się z elementarnych modułów o komutacji czasowej T (512 kanałów czasowych) i modułów o komutacji przestrzennej S. Tworzy się przy tym pola typu T-S-T lub pola typu T-S-S-T, co pozwala na komutowanie przez nie począwszy od 1 800 kanałów cyfrowych o przepływności binarnej 64 kbit/s do 60 000 kanałów przy maksymalnej konfiguracji. To pole może być wykorzystywane również do komutacji wielokanałowej: $n \cdot 64$ kbit/s.

W systemie 5ESS zastosowano centralny stopień komunikacyjny CM złożony ze zbioru matryc typu S 32×32 , przystosowanych do komutacji kanałów 64 kbit/s w rozdziale czasowym. W powiązaniu ze stopniami o komutacji czasowej T w stopniach przyłączeniowych SM tworzą się 3-sekcyjne pola cyfrowe typu T-S-T o pojemności do ok. 10 000 kanałów czasowych (rys. 8).

3.3. Sterowanie

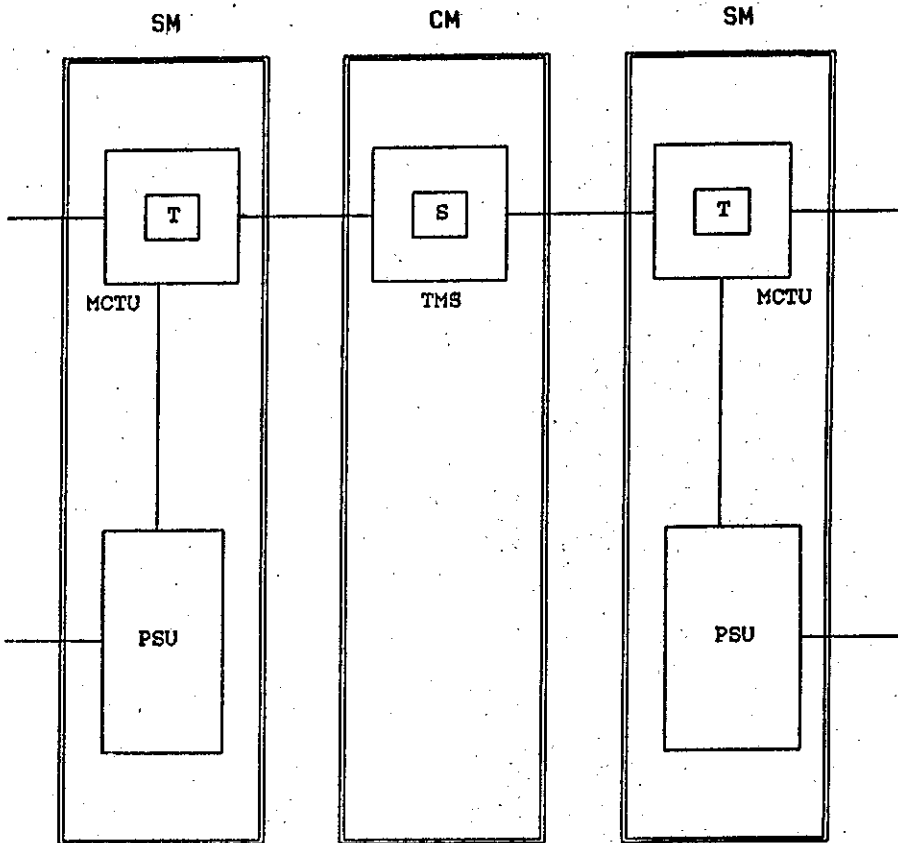
Omawiane systemy, z punktu widzenia rozwiązania sterowania, można podzielić na:

- systemy ze sterowaniem centralnym;
- systemy ze sterowaniem rozproszonym po modułach przyłączeniowych.

Reprezentantami pierwszego rodzaju są systemy E10, AXE-10, DMS i EWSD, a drugiego rodzaju: system 12 i 5ESS.

W systemie E10 zastosowano urządzenia sterujące SM typu rozproszonego, nazwane OCB 283, o strukturze wieloprocessorowej ze specjalizacją funkcjonalną, cechujące się możliwością zwiększania liczby procesorów i interfejsów międzyprocesorowych oraz pakietów pamięci. System posiada architekturę wieloprocessorową z jednoczesnym wykorzystaniem podziału zadań i obciążenia

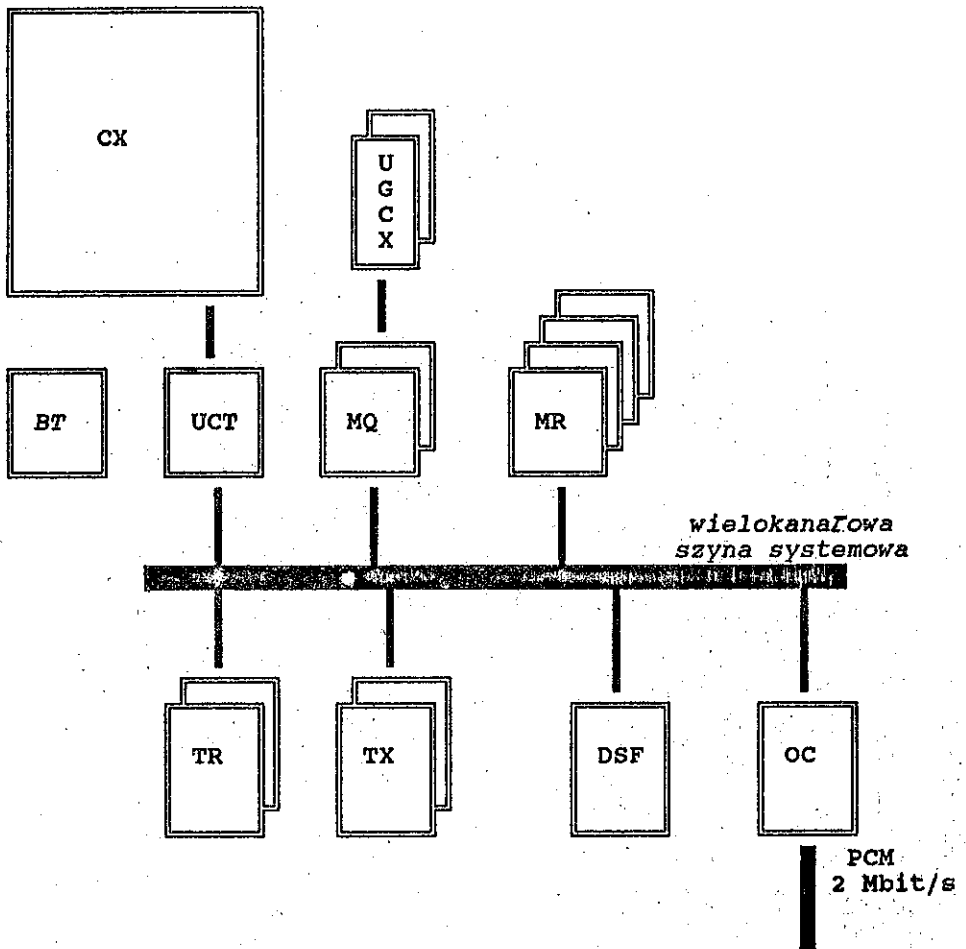
(rys. 9). Sterowanie blokami przyłączeniowymi, blokiem sygnalizacji Nr 7 i polem komutacyjnym jest realizowane przez indywidualne mikroprocesory.



Rys. 8. Układ komutacyjny T-S-T w systemie 5ESS

SM - blok stopnia komutacyjnego, MCTU - układ komutacji czasowej oraz sterowania stopniem SM, PSU - wyspecjalizowany blok transmisji pakietowej, CM - stopień komunikacyjny, TMS - matryca komutacyjna S pracująca w rozdziale czasowym

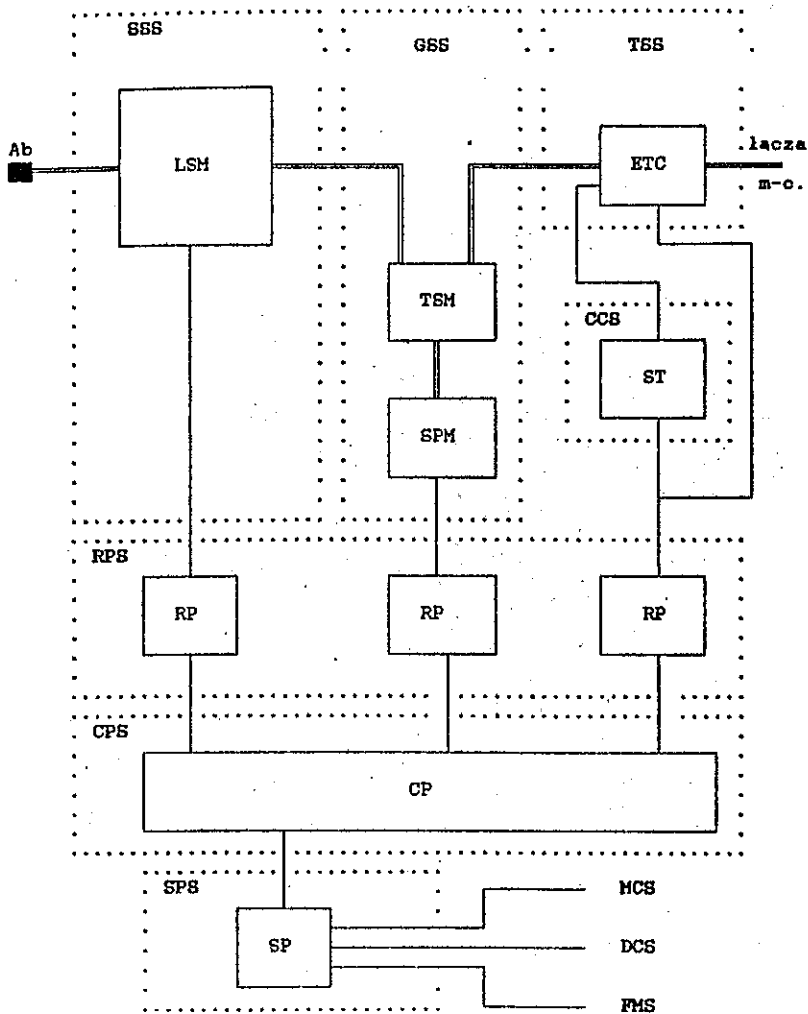
W systemie AXE-10 zastosowano sterowanie typu rozproszonego z lokalnymi procesorami sterującymi w modułach przyłączeniowych SSS i modułach stopnia komutacyjnego GSS oraz ze zdublowanymi centralnymi procesorami sterującymi CP (rys. 10). W systemie AXE-10 mogą być stosowane procesory centralne CP różnej wielkości, zależnie od pojemności centrów, w których są one wykorzystywane.



Rys. 9. Centralny układ sterujący w systemie E10

CX - centralne pole komutacyjne, UGCX - układ sterujący pola komutacyjnego, BT - układ generacji centralowych ciągów impulsów (tzw. baza czasu), UTC - układ obsługujący sygnalizację Nr 7, MQ - układ wyspecjalizowany rozdziału informacji, MR - układ wyspecjalizowany zestawiania połączeń (rejestr), TR - układ wyspecjalizowany przeliczania informacji, TX - układ wyspecjalizowany określania należności za połączenia, DSF - układ rejestrujący dane o należnościach za połączenia, OC - układ wyspecjalizowany transmisji informacji oraz kontroli pracy urządzeń centralowych dla celów eksploatacji i utrzymania

Urządzenia sterujące w systemie DMS cechują się indywidualnymi procesorami sterującymi w poszczególnych modułach przyłączeniowych oraz



Rys. 10. Sterowanie w systemie AXE-10

Ab - abonent, SSS - podsystem komutacyjny w stopniu abonenckim, GSS - podsystem centralnego stopnia komutacyjnego, TSS - podsystem przyłączeniowy łączy i sygnalizacji, CCS - podsystem sygnalizacji po wspólnym kanale sygnalizacyjnym, LSM - układ komutacyjny stopnia abonenckiego, TSM - układ komutacyjny T, SPM - układ komutacyjny S, ETC - zespół liniowy łączy międzycentralowych, ST - interfejs sygnalizacji Nr 7, RPS - podsystem procesorów regionalnych, CPS - podsystem procesorów centralnych, RP - procesor regionalny, CP - procesor centralny, SPS - podsystem wspomagający, MCS - podsystem komunikacji człowiek-maszyna, DCS - podsystem transmisji danych, FMS - podsystem nośników danych podsystemu utrzymania, SP - procesor wspomagający

centralnym zdublowanym układem sterującym, z którym współpracują powyższe procesory w poszczególnych modułach przyłączeniowych.

Urządzenia sterujące w systemie EWSD są podobnego typu z indywidualnymi procesorami sterującymi w modułach przyłączeniowych, modułach pola komutacyjnego i bloku sygnalizacji Nr 7. W systemie zastosowano procesor koordynujący, z którym współpracują te procesory. Szczególną uwagę zwrócono na niezawodność procesora koordynującego, który nadzoruje pracę procesorów indywidualnych oraz załatwia funkcje wspólne dla systemu, takie jak: taryfikacja i zaliczanie, współpraca z innymi centrami przez kanał sygnalizacyjny Nr 7 oraz uruchamianie programów testujących.

Realizacja funkcji komutacyjnych, eksploatacyjnych i utrzymaniowych w systemie 12 ma miejsce, jak podano wyżej, dzięki specjalizowanym modułom, komunikującym się poprzez pole komutacyjne DSN.

W systemie 5ESS zastosowano urządzenia sterujące z indywidualnymi procesorami sterującymi w poszczególnych modułach przyłączeniowych. Ze zdublowanym urządzeniem sterującym centralowego podsystemu administracji, eksploatacji i utrzymania AM (obejmującego też centralną bibliotekę danych węzła komutacyjnego) wspomniane indywidualne urządzenia sterujące mogą wymieniać informacje poprzez stopień komunikacyjny CM.

Spośród omawianych systemów 5ESS i system 12 cechują się wykorzystaniem sterowania rozproszonego po modułach przyłączeniowych. Pozostałe mają procesory centralne, które w systemie E10 są rozwiązane jako modułarne. W AXE-10 zastosowano współpracę z zachowaniem hierarchii pomiędzy procesorami centralnymi i regionalnymi w modułach przyłączeniowych oraz modułach centralnego stopnia komutacyjnego.

4. POSTĘP TECHNOLOGICZNY I OPROGRAMOWANIE SYSTEMU KOMUTACYJNEGO

Wyrazem postępu technologicznego we współczesnych systemach o cyfrowej komutacji i programowanym sterowaniu jest zwiększenie udziału układów

technologii VLSI, zmniejszenie liczby i rodzajów pakietów oraz zastosowanie obwodów drukowanych dwustronnych i wielowarstwowych. Korzystny jest większy udział mikroprocesorów 16- i 32-bitowych, pamięci RAM i EPROM o dużej pojemności i bezpośrednim adresowaniu, indywidualnych liniowych układów scalonych z kodekami dla abonenckich łącz analogowych oraz zmniejszenie liczby i typów pakietów, pólek i stojaków.

Podstawową cechą oprogramowania współczesnego energooszczędnego systemu komutacyjnego jest modularność, przy czym niezależne od siebie moduły oprogramowania kojarzy się ze sobą za pomocą znormalizowanych interfejsów. Korzystna jest możliwość komponowania zestawu modułów w zbiory praktycznie nieograniczone oraz niezależność oprogramowania od wersji technologicznej sprzętu urządzeń sterujących. Należy przy tym umożliwić dobudowywanie nowych funkcji systemowych bez naruszania istniejących. Można też tworzyć różne struktury oprogramowania, takie jak: podział oprogramowania na poziomy lub podsystemy oprogramowania. Poszczególne programy mogą być specyfikowane, np. jako: egzekucyjne, zapewniające niezawodność systemu, zorientowane na użytkownika, sterujące procesami łączeniowymi, programy dla celów administracyjnych i programy utrzymaniowe.

Technologia oprogramowania, jak wynika z zaleceń CCITT, powinna obejmować wstępny plan, znormalizowany sposób opisu za pomocą języków SDL i CHILL oraz wprowadzenie do systemu za pomocą języka CHILL. Opracowanie programów, składających się z bardzo dużej liczby modułów może być zautomatyzowane. Producenci wykorzystują też język quasiszynowy, assembler i języki zorientowane problemowo, a także języki wyższego rzędu, zbliżone do znormalizowanego przez CCITT języka CHILL. Typowymi nośnikami baz danych i oprogramowania są pamięci dyskowe, taśmowe i półprzewodnikowe MOS-RAM. Takie procesory jak sterujące polem komutacyjnym i jego pamięciami buforowymi mogą korzystać z programów wpisanych do pamięci typu ROM.

W systemie E10 zastosowano m.in. elementy HCMOS i mikroprocesory 16- i 32-bitowe, pamięci RAM i EPROM 1-Mbitowe, indywidualne abonenckie układy COFIDEC i SLIC. Zwiększono udział układów technologii VLSI, zmniejszono

liczbą i rodzaje pakietów oraz zastosowano obwody drukowane dwustronne i wielowarstwowe.

Podstawową cechą oprogramowania systemu E10 jest modularność, przy czym niezależne od siebie moduły oprogramowania kojarzy się ze sobą za pomocą znormalizowanych interfejsów. Większość modułów zawiera instrukcje odnoszące się do zbioru operacji związanych z tą samą funkcją lub pojedynczym zadaniem logicznym. W programie występują moduły standardowe realizujące zadania uniwersalne oraz moduły specjalizowane wg potrzeb abonentów. Istnieje możliwość komponowania zestawu modułów w zbiorach praktycznie nieograniczonych. W systemie zrealizowano niezależność oprogramowania od wersji technologicznej sprzętu urządzeń sterujących, dzięki zastosowaniu takich środków technicznych i narzędzi, jak kompilatory, translatory i edytory. W ten sposób to samo oprogramowanie można otrzymać za pomocą sprzętu różnych generacji technologicznych. Uzyskano otwartość funkcjonalną oprogramowania dzięki modularności struktury i stypizowanym interfejsom, zapasowi mocy operacyjnej procesorów i możliwości współpracy aż 256 stacji SM poprzez układ znormalizowanych wielokanałowych szyn systemowych oraz dzięki zastosowaniu jednolitej procedury. Umożliwiono dobudowywanie nowych funkcji systemowych bez naruszania istniejących.

W opisywanym systemie oprogramowania E10 wykorzystuje się język quasimaszynowy, assembler i znormalizowany przez CCITT język CHILL. Jako nośniki zastosowano wewnętrzne półprzewodnikowe pamięci procesorów zrealizowane w technologii HCMOS o pojemnościach 1 M byte, pakiety pamięci zewnętrznych zrealizowane w tej samej technologii o pojemności 4 M byte, dyski typu Winchester o pojemności 300 M byte i taśmy magnetyczne o dużej gęstości zapisu i dużej szybkości przewijania.

W systemie 12 zastosowano m.in. układy scalone N MOS i C MOS, standardowe i specjalizowane, mikroprocesory 16-bitowe, pamięci RAM 1 Mbitowe, półprzewodnikowe układy wysokonapięciowego dołącznika urządzeń badawczych i prądu dzwonienia. Ograniczono liczbę typów pakietów do 40, a w centrach SSA - do 26 i VSSA - do 14. Płyty obwodów drukowanych

dwu- i wielowarstwowych mają jeden gabaryt. Zastosowano płaski montaż elementów. W centrach komutacyjnych systemu 12 stosuje się tylko jeden typ stojaka.

Podstawową cechą oprogramowania systemu 12 jest jego rozproszenie po modułach sprzętowych. Występuje pięć podsystemów oprogramowania: operacyjny, wspomaganie funkcji telefonicznych, obsługi wywołań, utrzymania i administracji. Niezależne od siebie moduły oprogramowania kojarzy się ze sobą za pomocą znormalizowanych interfejsów. Moduły FMM - sekwencyjne procesory komunikatowe - korespondują między sobą za pomocą ściśle określonych wiadomości transmitowanych poprzez pole komutacyjne danego centrum lub w obrębie tego samego procesora TCE.

Każdy z podsystemów sprzętowych obejmuje pakiety oprogramowania nazwane handlerami sprzętowymi, co powoduje powstanie maszyny wirtualnej w oryginalny sposób wykorzystywanej do tworzenia struktury oprogramowania. Dokonano przy tym podziału oprogramowania na poziomy, dzięki czemu ułatwiono pracę programistów i uzyskano możliwość, w przypadku zmiany sprzętu procesorów, zmian tylko w oprogramowaniu operacyjnym (a nie aplikacyjnym). W opisywanym systemie oprogramowania wykorzystuje się znormalizowany przez CCITT język CHILL, języki zorientowane problemowo (POL) oraz assembler. Jako nośniki zastosowano dyski typu Winchester i taśmy magnetyczne oraz pamięci półprzewodnikowe RAM i ROM.

W systemie AXE-10 zastosowano technologię VLSI i m.in. 32-bitowe procesory segmentowe, bipolarne matryce bramkowe, układy SLIC w tej technice, płyty wielowarstwowe obwodów drukowanych oraz montaż powierzchniowy elementów. Do oprogramowania jest używany język wysokiego poziomu o nazwie PLEX, opracowany w latach siedemdziesiątych wraz z dokumentacją wyjściową systemu AXE, mający obecnie największą i najbardziej uniwersalną bibliotekę tego rodzaju. Oprogramowanie podzielono na autonomiczne bloki funkcjonalne, które mogą być programowane, ładowane i testowane oddzielnie. Charakterystyczną cechą tego oprogramowania jest zasada pełnego rozproszenia baz danych. W omawianym oprogramowaniu występują

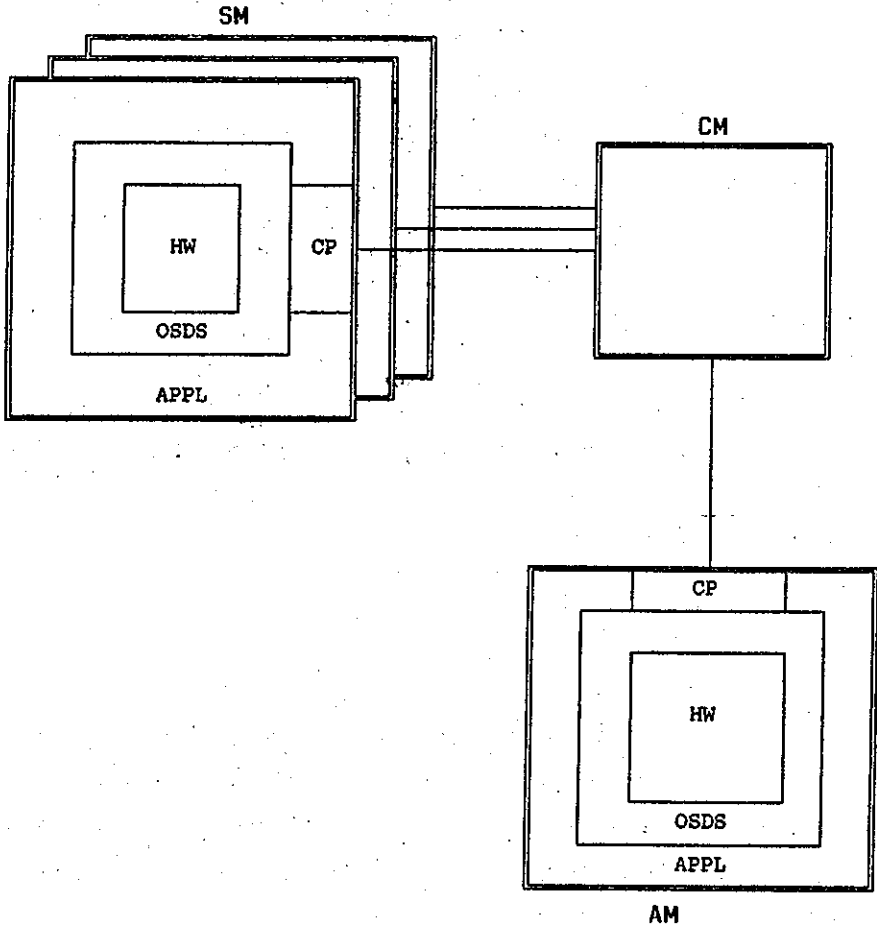
bloki powiązane funkcjonalnie ze sterowaniem centralnym, ze sterowaniem regionalnym i oprogramowaniem wspomagającym. Celem zabezpieczenia oprogramowania i zwiększenia jego niezawodności zastosowano metodę numeracji bloków ich adresami symbolicznymi, ograniczono rozprzestrzenianie się błędów do konkretnego bloku oraz wykorzystano możliwość modyfikacji fragmentów bloku bez zakłócania innych bloków. Jako nośniki oprogramowania zastosowano dyski twarde i elastyczne oraz opcjonalnie (problem klimatyzacji) taśmy magnetyczne. Przykładowa wielkość pamięci procesora centralnego dla centrów dużej pojemności wynosi $32 \cdot 10^6$ słów i $192 \cdot 10^6$ słów pamięci danych.

W systemie DMS zastosowano układy liniowe BORSCHT i czasowe matryce komutacyjne kanałów 64 kbit/s, mikroprocesory I 8085 i w centralnym procesorze 16-bitowy Shottky TTL oraz pamięci ROM i RAM o dużej pojemności i bezpośrednim adresowaniu m.in. układy scalone technologii MOS. Najnowsza wersja technologiczna sprzętu DMS charakteryzuje się sterowaniem na bazie struktury wieloprocessorowej M 68020 (25 MHz) oraz polem komutacyjnym o podwojonej mocy operacyjnej, a jednocześnie dwukrotnie zmniejszonych gabarytach i poborze mocy. Zapewni ona realizację sieci zintegrowanych ISDN i sieci inteligentnych oraz dalszy korzystny rozwój krajowej sieci telekomunikacyjnej. W systemie DMS oprogramowanie podzielono na dwie podstawowe części: oprogramowanie procesora głównego CC i oprogramowanie modułów przyłączeniowych. Uzyskano dużą elastyczność oprogramowania dzięki podziałowi na wiele modułów, z których potem składa się oprogramowanie różnych typów centrów komutacyjnych. Mikroprogramy dla komputerów w urządzeniach peryferyjnych zapisano w języku assembler I 8085 i w języku Pascal - w przypadku procesorów M 68020. Natomiast oprogramowanie procesora głównego napisano w języku PROTEL, zbliżonym do znormalizowanego przez CCITT języka CHILL. W systemie DMS-10 do przetwarzania danych sterowania zestawianiem połączeń zastosowano język wyższego rzędu SL-1. Typowymi nośnikami oprogramowania są pamięci dyskowe, taśmowe i półprzewodnikowe MOS-RAM. Dostęp do oprogramowania jest zabezpieczony za pomocą słów

szyfrowych, które zapewniają osiągnięcie tylko określonych części zasobów i są przydzielane różnym osobom.

W systemie 5ESS zastosowano technologię VLSI, układy liniowe BORSCHT i układy komutacyjne kanałów 64 kbit/s, mikroprocesory 32-bitowe, pamięci RAM i ROM o dużej pojemności i bezpośrednim adresowaniu. Okablowanie wewnętrzne i międzystopniowe wykonano przy użyciu kabli światłowodowych. Sprzęt i oprogramowanie systemu 5ESS są modularne i rozproszone po niezależnych jednostkach funkcjonalnych. System ma cechy systemu otwartego, umożliwiające wprowadzanie zmian obciążenia ruchowego oraz zmian technologicznych i funkcjonalnych. W systemie 5ESS oprogramowanie dzieli się na dwie główne części: oprogramowanie stopni komutacyjnych SM i oprogramowanie bloku administracyjnego AM. Wymiana informacji pomiędzy stopniami SM i blokiem AM odbywa się poprzez układ komunikacyjny CM (rys. 11). Rozproszonemu sterowaniu towarzyszy niezależne oprogramowanie poszczególnych procesorów, przy czym oprogramowanie jest dzielone na moduły zależne od jego aplikacji. Oprogramowanie ma cechy maszyny wirtualnej w oryginalny sposób wykorzystywanej do tworzenia struktury oprogramowania i jego podziału na poziomy. W opisywanym systemie oprogramowania wykorzystuje się znormalizowany język wyższego rzędu C. Jako nośniki oprogramowania zastosowano pamięci półprzewodnikowe RAM i ROM oraz dyski typu Winchester i taśmy magnetyczne.

W systemie EWSD zastosowano dużo elementów standardowych TTL, TTLs, MSI i NMOS oraz w niewielkim zakresie CMOS, rozwiązania techniki hybrydowej TTL ALS/AS/FAST. Stosuje się mikroprocesory 32-bitowe 80186, 16-bitowe 8086 i 8-bitowe 8085 oraz pamięci DRAM 256 kbitowe, SRAM 4- do 64 kbitowe i EPROM 8- do 64 kbitowe. W systemie EWSD wykorzystuje się przede wszystkim oprogramowanie wpisywane do pamięci i tylko nieliczne procesory, takie jak sterujące polem komutacyjnym i pamięciami buforowymi, korzystają z programów wpisanych do pamięci typu ROM. Program aplikacyjny systemu EWSD (tzw. APS) ze względów niezawodnościowych jest wpisywany do zdublowanej pamięci zewnętrznej.



Rys. 11. Oprogramowanie systemu 5ESS

HW - hardware, OSDS - system operacyjny sterowania rozproszonego, APPL - system aplikacyjny, CP - modul transmisyjny, SM - stopnie komutacyjne, CM - stopień komunikacyjny, AM - zespół administracji, eksploatacji i utrzymania

W celu zapewnienia lepszych warunków postępu w systemie występuje możliwie mała zależność oprogramowania od konfiguracji sprzętu. Rozproszonemu sterowaniu towarzyszy niezależne oprogramowanie poszczególnych procesorów, przy czym oprogramowanie jest dzielone na moduły zależne od jego aplikacji. Każdy procesor w systemie EWSD ma własny program operacyjny działający w czasie realnym. Poszczególne programy są specyfikowane jako

egzekucyjne, zapewniające niezawodność systemu, zorientowane na użytkownika, sterujące procesami łączeniowymi, programy do celów administracyjnych, programy utrzymaniowe itp. Technologia oprogramowania obejmuje wstępny plan, znormalizowany sposób opisu za pomocą języków SDL i CHILL oraz wprowadzenie do systemu za pomocą języka CHILL. Opracowanie programów aplikacyjnych APS, składających się z bardzo dużej liczby modułów, jest odpowiednio zautomatyzowane.

Spośród systemów przykładowych pod względem nowoczesności technologii i oprogramowania na pierwszym miejscu można postawić system AXE-10, a jako następne 5ESS i E10. Wieloletnie doświadczenia wskazują na problematyczne oszczędności wykorzystywania elementów i podzespołów elektronicznych niewłaściwej klasy niezawodności oraz pochodzących od nierenomowanych dostawców na rynku światowym.

5. WYKORZYSTANIE SYSTEMU KOMUTACYJNEGO W PUBLICZNEJ SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ

Polska publiczna sieć telekomunikacyjna dzieli się na strefy numeracyjne. W strefach tych występują różne liczby abonentów, zależne od liczby mieszkańców i rozwoju gospodarczego poszczególnych obszarów kraju. W ramach strefy "zamyka się" jej strefowy ruch telekomunikacyjny, a ruch pomiędzy abonentami różnych stref jest kierowany poprzez krajową sieć międzymiastową. Ruch ten przechodzi najpierw przez międzymiastowe centrum komutacyjne ACMM wyjściowe strefy numeracyjnej, w której znajduje się abonent wywołujący, i dalej kierowany jest poprzez sieć międzymiastową do ACMM przyściowego strefy numeracyjnej, w której znajduje się abonent żądany. W danym momencie mogą egzystować w sieci takie ACMM, które są przewidziane do obsługi jednej określonej strefy numeracyjnej, ACMM przewidziane do obsługi zbioru stref oraz zbiory ACMM przewidziane do obsługi określonej strefy.

W polskiej sieci międzymiastowej ma być 12 ACMM tzw. węzłowych (oznaczanych skrótem ACMM-W), zlokalizowanych w najważniejszych gospodarczo miastach wojewódzkich. Oprócz tego wielkości komutowanego ruchu krajowego

uzasadniają budowę jeszcze dalszych kilkudziesięciu centrów międzymiastowych ACMM lub centrów zespolonych miejsko-międzymiastowych (traktowanych jako odmiana miejskich centrów komutacyjnych, oznaczanych ogólnym skrótem MCA). W tej sytuacji zastosowany zestaw ACMM w sieci krajowej będzie obsługiwać właściwe zbiory spośród planowanych stref numeracyjnych. Wszystkie nowo budowane centra międzymiastowe mają być elektroniczne (oznaczane skrótem ACMM-E). Centra z istniejącymi modułami o przestrzennej komutacji ACMM-K mogą być rozbudowywane za pomocą modułów elektronicznych ACMM-E, które zostaną wykorzystane przede wszystkim do obsługi ruchu międzymiastowego abonentów dołączanych do strefowych centrów elektronicznych MCA-E. Prawdopodobny scenariusz budowy ACMM może być następujący:

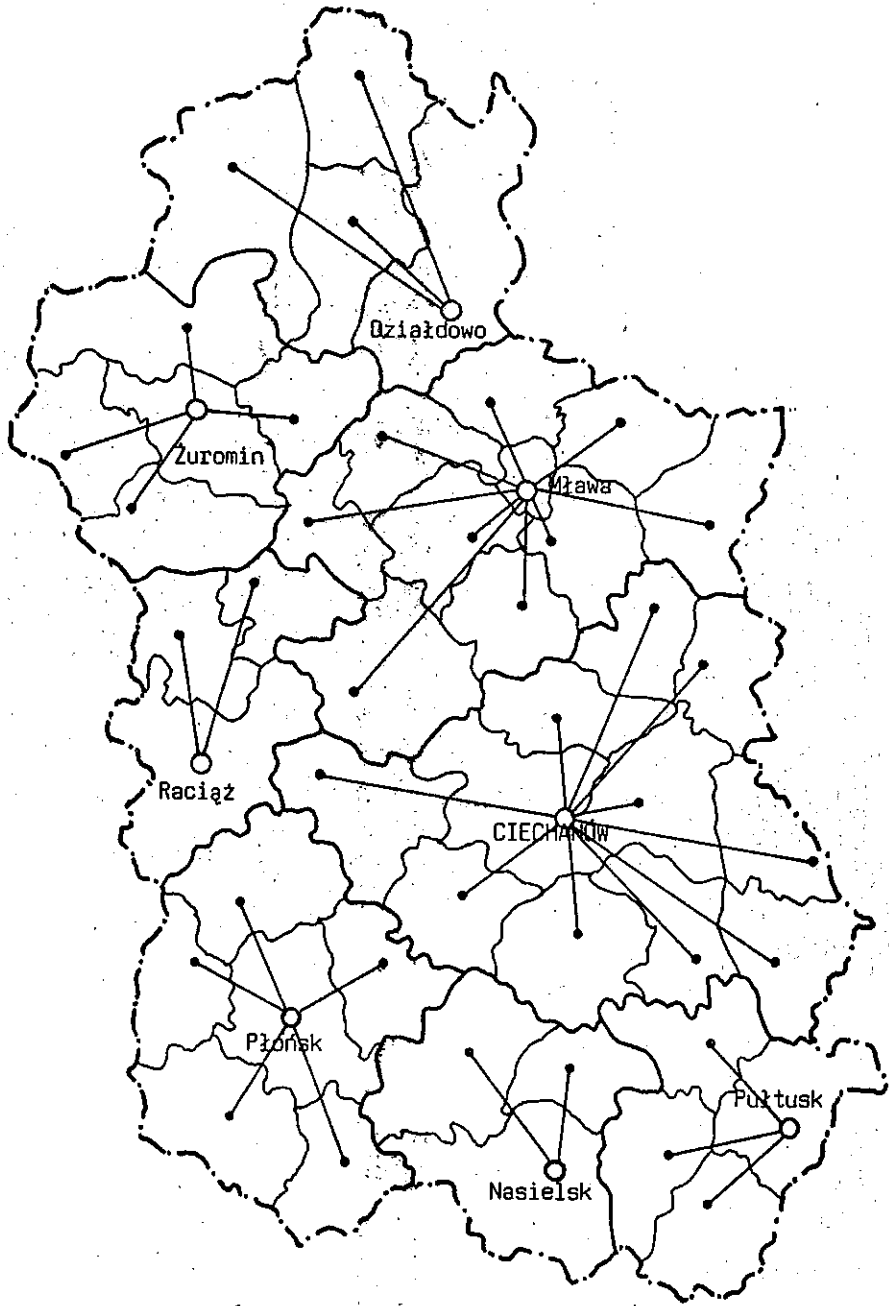
- a) mały ruch międzymiastowy nie uzasadniający budowy ACMM: obsługa strefy przez sąsiednią większą ACMM-E; w strefie zgodnie z potrzebami miejscowymi mogą być budowane MCA-E;
- b) ruch uzasadniający budowę zespolonego centrum MCA-E miejsko-międzymiastowego - w mieście głównym strefy może być zbudowane nowe MCA-E o funkcjach centrum miejsko-międzymiastowego lub może nastąpić rozbudowa istniejącego już MCA-E i wzbogacenie go o funkcje tranzytu międzymiastowego;
- c) duży ruch międzymiastowy uzasadniający budowę ACMM-E danej strefy i w przypadku bardzo dużego ruchu budowa wielomodułowego ACMM-E.

Strefy numeracyjne składają się z okręgów. W strefie numeracyjnej można wyróżnić okrąg centralny oraz pozostałe okręgi. W centrum okręgu występuje różnej wielkości miasto (nazywane głównym) lub w szczególnych przypadkach większa osada typu wiejskiego. Miasto główne okręgu centralnego jest jednocześnie miastem głównym strefy numeracyjnej. Miasto główne okręgu może być miastem o sieci telefonicznej różnej wielkości. Na obszarze okręgu poza miastem głównym występują zwykle mniejsze osiedla typu miejskiego i wiejskiego. Ten obszar okręgu jest obsługiwany przez centra końcowe lub satelitowe. Występują

też przypadki sieci okręgowych, obejmujących jedynie miasta główne. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem sieci okręgowej z centrami elektronicznymi o cyfrowej komutacji jest sieć obsługiwana przez pojedynczą jednostką centralową (oznaczoną skrótem MCA-E), złożoną z głównego centrum komutacyjnego (rys. 12) i podporządkowanych mu centrów satelitowych. Większe sieci okręgowe muszą być obsługiwane przez odpowiedni zbiór jednostek MCA-E. Można spotkać przy tym rozwiązanie z jedną jednostką MCA-E w sieci miasta głównego oraz drugą jednostką z głównym centrum komutacyjnym w mieście głównym i z centrami satelitowymi w sieci obszaru podmiejskiego oraz wiejskiego. W największych okręgach może być stosowana sieć miasta głównego złożona z wielu jednostek centralowych MCA-E, przy czym właściwe centra w tym mieście mogą pełnić funkcje centrów okręgowych dla określonych części obszarów podmiejskich. Pierwszym krokiem w cyfryzacji sieci okręgowej, obejmującej zbiór istniejących centrów biegowych w mieście i obszarach wiejskich, może być budowa co najmniej jednego centrum MCA-E przewidzianego do tranzytowania ruchu. W ten sposób powinno zapewnić się współpracę istniejących MCA-K, zgodnie z hierarchią typowej sieci okręgowej, i umożliwić stosowanie nowych elektronicznych centrów satelitowych w obszarach wiejskich.

Wykorzystując współczesne systemy o cyfrowej komutacji i programowanym sterowaniu można budować wszystkie rodzaje centrów komutacyjnych sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie.

Architektura funkcjonalna i modularność sprzętu omawianych systemów powinny pozwalać na obsługę abonentów rozlokowanych na dużych obszarach o zróżnicowanej od małej do bardzo dużej gęstości. Pojemność maksymalna jednostki centralowej w przypadku miejskiego centrum głównego może wynosić rzędu 100 000 (i więcej) numerów abonenckich, po to, aby uzyskać ekonomiczność rozwiązania również na obszarach o dużych gęstościach abonentów w aglomeracjach miejskich. Taka sama duża jednostka centralowa pracująca jako centrum tranzytowe międzymiastowe, międzynarodowe lub strefowe może



Rys. 12. Przykład podziału strefy numeracyjnej na sieci okręgowe

komutować 60 000 (i więcej) łączy, co powinno pozwolić na budowę największych węzłów łączności międzymiastowej w kraju.

W obszarach o mniejszej gęstości abonentów, występujących powszechnie w kraju, jako typowe rozwiązanie jest przewidziane zastosowanie, poza stopniami abonenckimi tzw. lokalnymi w centrach miejskich, wyniesionych stopni z tych centrów, realizujących funkcje centrów satelitowych. Centra satelitowe zwykle zamykają ruch własnych abonentów tylko w przypadku awarii traktów, łączących je z centrum nadrzędnym. Ze wspomnianych centrów satelitowych mogą być jeszcze wynoszone dalej moduły abonenckie bądź zbiór szeregu modułów abonenckich, dołączanych w różnych miejscach do wyprowadzonych z centrum komutacyjnego traktów cyfrowych. Aby rozszerzyć opłacalność stosowania danego systemu na obszarach o mniejszych gęstościach, firmy budują również samodzielne centra końcowe mniejszych pojemności z prostszymi rozwiązaniami centralnego stopnia komutacyjnego i centralnego sterowania.

5.1. System E10

Przy wykorzystaniu systemu E10 mogą być budowane wszystkie rodzaje centrów sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie. Podstawowe parametry omawianych central są następujące:

- pojemność:

jednostki centralowej	
miejskiej	do 200 tys. abonentów,
centrum tranzytowego	do 60 tys. łączy;
- pojemność:

stopni abonenckich CSN	do 5120 abonentów,
koncentratorów CNE	od 16 do 256 abonentów;
- obciążalność ruchowa:

centrum miejskiego lub tranzytowego	do 25 000 erl.,
-------------------------------------	-----------------

liczba załatwianych wywołań w GNR	ok. 800 000,
stopień abonencki CSN (do 5120 NN)	do 450 erl.

Architektura funkcjonalna i modularność sprzętu w systemie E10 pozwala na obsługę abonentów rozlokowanych na dużych obszarach o różnicowanej (od małej do bardzo dużej) gęstości. W systemie są przewidziane, poza stopniami abonenckimi CSN w miejskim centrum komutacyjnym o nominalnej pojemności do 5120 abonentów analogowych, wyniesione stopnie CSN i wyniesione dalej z nich moduły abonenckie CNE w liczbie do 19 o pojemnościach od 16 do 256 abonentów.

Pojemność miejskiej jednostki centralowej może wynosić do 200 000 abonentów, po to, aby uzyskać ekonomiczność rozwiązania również na obszarach o dużych gęstościach abonentów w aglomeracjach miejskich.

Dzięki zastosowanej architekturze oraz modularności sprzętu i oprogramowania można ogólnie stwierdzić, że w przypadku systemu E10 staje się możliwa optymalizacja kosztów centrów różnej pojemności i minimalizacja nakładów wstępnych na budowane centrale w sieciach strefowych. Oprócz tego zastosowanie wyniesionych stopni i modułów abonenckich dla obszarów o małej gęstości abonentów pozwala na minimalizację kosztów budowy centrów komutacyjnych w tych sieciach. Modularność rozwiązania układu komutacji cyfrowej ze sterowaniem typu rozproszonego OCB 283 powoduje również uzyskiwanie korzystnych wskaźników kosztów centrów komutacyjnych w sieci międzymiastowej.

5.2. System 12

Z wykorzystaniem systemu 12 mogą być budowane wszystkie rodzaje centrów komutacyjnych sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie, a oprócz tego centra typu centrex i centra bazowe sieci komórkowej radiokomunikacji ruchomej. Za pomocą typowego sprzętu i oprogramowania centrów dużej pojemności oraz po dodaniu

kilku specjalizowanych pakietów można budować centra małej (SSA) i bardzo małej (VSSA) pojemności.

Podstawowe parametry omawianych centrów są następujące:

- pojemność:

miejskiej jednostki centralowej	do 100 tys. abonentów,
centrum tranzytowego	do 60 tys. łączy,
centrum SSA	do 3840 abonentów i 840 łączy,
centrum VSSA	do 768 abonentów i 180 łączy,
wyniesiony stopień abonencki RSU	488 do 1024 abonentów;

- obciążalność ruchowa:

centrum miejskiego lub tranzytowego	do 25 000 erl.,
liczba załatwianych wywołań	
w GNR	ok. 750 000,
SSA	ok. 20 000,
VSSA	ok. 8 000,
RSU	do 50 erl.

Architektura funkcjonalna i modularność sprzętu w systemie 12 pozwala na obsługę abonentów rozlokowanych na dużych obszarach o zróżnicowanej (od małej do bardzo dużej) gęstości. Do dołączania abonentów, oprócz stopni abonenckich w centrach miejskich, mogą być stosowane centra SSA i VSSA oraz wyniesione stopnie abonenckie RSU.

W tej strukturze wyniesionej występują dwa trakty PCM 30 i jeden blok RSU o pojemności do 488 abonentów bądź zbiór do ośmiu bloków RSU (po 128 abonentów), dołączanych w różnych miejscach tych dwóch traktów, o łącznej pojemności do 1024 abonentów. W przypadku połączeń między abonentami tego samego RSU kanał PCM jest zajmowany tylko na czas zestawiania połączenia, a w razie awarii traktów każdy RSU pracuje samodzielnie.

Pojemność miejskiej jednostki centralowej może wynosić do 100 000 abonentów, po to, aby uzyskać ekonomiczność rozwiązania również na obszarach o dużych gęstościach abonentów w aglomeracjach miejskich.

Konstrukcja pola komutacyjnego, składającego się z małych modułów, oraz system rozproszonego sterowania po modułach peryferyjnych umożliwiają optymalizację kosztów centrów różnej pojemności i minimalizację nakładów wstępnych na budowaną centralę. Specjalne rozwiązania centrów dla obszarów o małej gęstości abonentów SSA, VSSA i RSU również uwzględniają minimalizację kosztów przy małych pojemnościach.

Z podawanych kosztów na abonenta wynika sugerowany przez producenta zakres stosowania różnego typu centrów. Np. w przypadku centrów średniej i dużej pojemności przyjęto jako wyjściowy koszt centrum o pojemności 5000 abonentów i stwierdzono, że wraz z trzykrotnym wzrostem pojemności koszt jednostkowy zmniejsza o ok. 16% i przy dalszym wzroście pojemności maleje jeszcze o 4%. W przypadku centrów SSA podano wyjściową cenę jednostkową dla pojemności 800 abonentów i możliwość spadku ceny o 35% przy trzykrotnym wzroście pojemności. Z kolei, w przypadku centrów VSSA przyjęto wyjściową cenę dla pojemności 300 abonentów i jej spadek o 25% przy ok. dwukrotnym wzroście pojemności.

Modularność rozwiązania cyfrowego pola komutacyjnego wpływa podobnie jak podano wyżej na kształtowanie się kosztu centrów tranzytowych.

5.3. System AXE-10

Z wykorzystaniem systemu AXE-10 mogą być budowane wszystkie rodzaje centrów komutacyjnych sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie, a oprócz tego centra typu centrex oraz centra SP, STP i SCP w sieci sygnalizacji Nr 7.

Podstawowe parametry omawianych centrów są następujące:

- pojemność:

miejskiej jednostki centralowej

do 200 tys. abonentów,

centrum tranzytowego	do 64 tys. łączy;
wyniesiony stopień RSS	od 256 do 2048 abonentów;
multiplekser abonencki RSM	30 abonentów;
centrum autonomiczne CGS	do 10 000 abonentów;
centrum autonomiczne VGS	do 3 000 abonentów (w tym 1000 dołączonych za pośrednictwem RSS);
- obciążalność ruchowa:	
centrum miejskiego lub tranzytowego	do 25 000 erl.,
liczba załatwianych połączeń w GNR	do ok. 800 000,
stopień RSS z 512 kanałami cyfrowymi	do 450 erl.

5.4. System DMS

Z wykorzystaniem systemu DMS mogą być budowane wszystkie rodzaje centrów komutacyjnych sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie. W systemie jest przewidziane tworzenie wyniesionych centrów komutacyjnych RSC, składających się z bloków RLCM, oraz centrów o małej pojemności nazwanych DMS-10/ISS. System dużej pojemności ADS i DMS-100 może być wykorzystywany również do obsługi abonentów w obszarach peryferyjnych o małej gęstości abonentów dzięki zastosowaniu centrów końcowych, zbudowanych w systemie DMS na podstawie wyniesionych stopni RLCM. Z centrów RSC mogą być dalej wynoszone bloki RLCM. Centra RSC i bloki RLCM mogą, po zastosowaniu dodatkowego wyposażenia, zestawiać połączenia pomiędzy abonentami przyłączonymi do nich bez zajmowania łączy do centrali nadrzędnej bądź w przypadku awarii tych łączy, bądź też we wszystkich przypadkach takich połączeń.

W ten sposób system DMS-100, ADS i DMS-10 może być wprowadzany na terenie kraju z zastosowaniem tych centrów w miastach głównych okręgów i wyniesionych stopni RLCM na obszarach gmin wiejskich. W przypadkach większej liczby abonentów na obszarach gmin można brać pod uwagę stosowanie centrów RSC w siedzibach gmin i wynoszenie dalej w teren stopni

abonenckich RLCM . W sieciach okręgowych z centrami DMS-10 również centra DMS-10/ISS mogą być wykorzystywane jako centra końcowe o większej pojemności niż RLCM. Centra DMS10/ISS mogą być, po wprowadzeniu dodatkowych stojaków, przekształcone na centra DMS-10/standard.

Podstawowe parametry omawianych centrów komutacyjnych są następujące:

- pojemność:

miejskiej jednostki centralowej DMS-100	do 100 tys. abonentów,
jednostki okręgowej DMS-10	do 12 tys. abonentów;
centrum tranzytowego DMS-100/200	do 60 tys. łączy,
centrum DMS-10	do 3600 łączy;
wyniesionego stopnia RLCM	do 640 abonentów,
wyniesionego centrum końcowego RSC	do 5760 abonentów,
centrów końcowych DMS-10/ISS	od 640 do 2560 abonentów;

- obciążalność ruchowa:

centrum miejskiego lub tranzytowego DMS-100/200	do 48 000 erl.,
liczba załatwianych wywołań w GNR	ok. 1 200 000;
centrum miejskiego lub tranzytowego DMS-10	do 1650 erl.,
liczba załatwianych wywołań w GNR	ok. 60 000;
stopnia IRLCM z 60 kanałami cyfrowymi	do 50 erl.,
wyniesionego centrum końcowego RSC	od 60 do 570 erl.,
centrum końcowego ISS	od 60 do 280 erl.

Architektura funkcjonalna i modularność sprzętu w systemie DMS-100 pozwala na obsługę abonentów rozlokowanych na dużych obszarach o różnicowanej (od dużej do małej) gęstości, a w przypadku DMS-10 przede wszystkim małej gęstości. W systemie są przewidziane, poza stopniami abonenckimi LCM o nominalnej pojemności 1280 abonentów analogowych w centrum miejskim głównym, wyniesione (do 160 km) stopnie RLCM o pojemnościach od ok. 30 do 640 abonentów, centra końcowe RSC, składające się z RLCM do pojemności

5760 abonentów, a także centra końcowe DMS-10/ISS o pojemnościach do 2560 abonentów. Z kolei z centrów RSC i DMS-10 mogą być wynoszone bloki RLMC. Pojemność miejskiej jednostki centralowej może wynosić do 100 000 abonentów, po to, aby uzyskać ekonomiczność rozwiązania również na obszarach o dużych gęstościach abonentów w aglomeracjach miejskich.

Dzięki zastosowanej architekturze oraz modularności sprzętu i oprogramowania można ogólnie stwierdzić, że w przypadku systemu DMS staje się możliwa optymalizacja kosztów centrów różnej pojemności i minimalizacja nakładów wstępnych na budowane centrale w sieciach strefowych. Zastosowanie centrów małej pojemności DMS-10 oraz wyniesionych stopni RLCM i RSC w obszarach o małej gęstości abonentów pozwoli na minimalizację kosztów budowy centrów komutacyjnych w tych sieciach. Modularność rozwiązania układu komutacji cyfrowej ze zdublowanym odpowiednio sterowaniem powoduje również uzyskiwanie korzystnych wskaźników kosztów centrów komutacyjnych w sieci międzymiastowej.

5.5. System 5ESS

Z wykorzystaniem systemu 5ESS mogą być budowane wszystkie rodzaje centrów komutacyjnych sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie, a oprócz tego centra typu centrex oraz centra SP, STP i SCP w sieci sygnalizacji Nr 7.

Podstawowe parametry omawianych centrów są następujące:

- pojemność:

miejskiej jednostki centralowej	do 350 tys. abonentów,
centrum tranzytowego	do 90 tys. łączy,
wyniesiony stopień RSM	do 2500 abonentów,
wyniesione centrum RSM	do 10 000 abonentów;
- obciążalność ruchowa:

centrum miejskiego lub tranzytowego	do 45 000 erl.,
liczba załatwianych połączeń w GNR	ok. 600 000,
stopień ISLU z 512 kanałami cyfrowymi	do 450 erl.

Architektura funkcjonalna i modularność sprzętu w systemie 5ESS pozwala na obsługę abonentów rozlokowanych na dużych obszarach o zróżnicowanej gęstości. W systemie są przewidziane, poza stopniami komutacyjnymi SM o nominalnej pojemności do ok. 5000 abonentów analogowych lub cyfrowych w miejskim centrum głównym, wyniesione stopnie RSM o pojemnościach od kilkuset do ok. 2500 abonentów, a także centra złożone z kilku RSM o pojemnościach do ok. 10 000 abonentów. Wyniesione stopnie komutacyjne RSM mogą być wykorzystywane jako centra satelitowe przede wszystkim w sieciach wiejskich i mogą przy tym samodzielnie współpracować z istniejącymi centrami w sieci telefonicznej. Z centrów okręgowych i satelitowych w obszarach o małej powierzchniowej gęstości abonentów, mogą być wyprowadzane łącza cyfrowe, przewidziane do dołączania rozproszonych w terenie abonentów poprzez koncentratory RISLU o cyfrowej komutacji. Do nich mogą być dołączane zbiory po kilkuset abonentów.

Pojemność miejskiej jednostki centralowej może wynosić do 350 tys. abonentów, po to, aby uzyskać ekonomiczność rozwiązania również na obszarach o dużych gęstościach abonentów w aglomeracjach miejskich.

Na podstawie zastosowanej architektury sprzętu i oprogramowania w systemie 5ESS, przy zachowaniu modularności tego sprzętu i oprogramowania oraz właściwego doboru typów centrów, można ogólnie stwierdzić, że w przypadku omawianego systemu staje się możliwa optymalizacja kosztów centrów różnej pojemności i minimalizacja nakładów wstępnych na budowane centra w sieciach strefowych. Modularność rozwiązania układu cyfrowej komutacji łączy powoduje również uzyskiwanie korzystnych wskaźników kosztów centrów komutacyjnych w sieci międzymiastowej.

5.6. System EWSD

Z wykorzystaniem systemu EWSD mogą być budowane wszystkie rodzaje centrów komutacyjnych sieci publicznej w miastach i na wsi oraz centra tranzytowe międzymiastowe i miejskie, a także węzły komutacyjne dla komórkowej

radiokomunikacji ruchomej. System EWSD może być wprowadzany na terenie kraju z zastosowaniem centrów w miastach głównych okręgów i wyniesionych stopni DLU na obszarach gmin wiejskich. W przypadkach większej liczby abonentów na obszarach gmin można brać pod uwagę stosowanie "samodzielnych" centrów mniejszej pojemności w siedzibach gmin i współpracę ich w ramach sieci międzycentralowej z centrum okręgowym, które wtedy może, ale nie musi, być systemu EWSD. Okręgowe centrum komutacyjne może też składać się z cyfrowego centrum tranzytowego systemu EWSD i centrum miejskiego, którym wtedy może być istniejące centrum innego systemu.

Podstawowe parametry omawianych centrów komutacyjnych są następujące:

- pojemność:

miejskiej jednostki centralowej	do 250 tys. abonentów,
centrum tranzytowego	do 60 tys. łączy,
centrum końcowego	do 7500 abonentów,
centrum	
w typowym kontenerze	do 6000 abonentów,
w mniejszym kontenerze	do 2600 abonentów,
wyniesionego stopnia abonenckiego	od 8 do 950 abonentów,
stopnia abonenckiego w szafce wolno stojącej	do 160 abonentów;

- obciążalność ruchowa:

centrum miejskiego lub tranzytowego	do 25 200 erl.,
liczba załatwianych wywołań w GNR	ok. 1 mln,
stopnia abonenckiego	
ze 120 kanałami cyfrowymi	do 100 erl.,
z 60 kanałami cyfrowymi	do 50 erl.,
z 30 kanałami cyfrowymi	do 20 erl.

Architektura funkcjonalna i modularność sprzętu w systemie EWSD pozwala na obsługę abonentów rozlokowanych na dużych obszarach o zróżnicowanej (od małej do bardzo dużej) gęstości. W systemie są przewidziane, poza stopniami

abonenckimi o nominalnej pojemności 952 abonentów analogowych w miejskim centrum komutacyjnym, stopnie abonenckie wynoszone do centrów satelitowych. Typowe pojemności wyniesionych stopni wynoszą: 952, 696, 440 i 184 abonentów analogowych. Istnieje też wykonanie stopnia abonenckiego w szafce wolno stojącej o pojemności do 160 abonentów. We wszystkich stopniach abonenckich abonenci analogowi są zgrupowani w moduły po ośmiu abonentów. Moduł dla ośmiu abonentów ISDN zajmuje miejsce dwóch modułów abonentów analogowych. Pojemność miejskiego centrum głównego może wynosić do 250 000 abonentów, po to, aby uzyskać ekonomiczność rozwiązań również na obszarach o dużych gęstościach abonentów w aglomeracjach miejskich.

Na podstawie zastosowanej architektury sprzętu i oprogramowania w systemie EWSD, przy zachowaniu modularności tego sprzętu i oprogramowania oraz właściwego doboru typów centrów komutacyjnych, można ogólnie stwierdzić, że w przypadku systemu EWSD staje się możliwa optymalizacja kosztów centrów różnej pojemności i minimalizacja nakładów wstępnych na budowane centra w sieciach strefowych. Modularność rozwiązania układu komutacji cyfrowej powoduje także uzyskiwanie korzystnych wskaźników kosztów centrów komutacyjnych w sieci międzymiastowej.

6. USŁUGI OFEROWANE ABONENTOM TELEFONICZNYM DOLĄCZANYM POPRZEZ ŁĄCZA NATURALNE (NAZYWANymi TAKŻE ABONENTAMI ANALOGOWYMI)

Ważniejsze usługi oferowane abonentom analogowym w systemie komutacyjnym są następujące:

- wybieranie tarczą numerową lub klawiaturą nadającą informacje impulsami dekadowymi;
- wybieranie klawiaturą nadającą informacje znormalizowanymi sygnałami wieloczęstotliwościowymi;
- wybieranie za pomocą numerów skróconych;
- wywołanie służb alarmowych;

- "gorąca linia";
- obsługa wywołań do abonentów nieobecnych z bezpośrednim transferem: do stanowiska telefonistki, urządzenia zapowiedzi słownych lub do innego abonenta;
- "proszę nie przeszkadzać";
- informacja o wywołaniu oczekującym;
- konferencja trójstronna;
- informacja o czasie trwania i należności za połączenie;
- budzenie automatyczne (wywołanie w określonym czasie);
- połączenia półstałe;
- ograniczenia usług (na życzenie i ewentualnie pod kontrolą abonenta);
- oferowanie połączeń międzymiastowych;
- abonenci o uprawnieniach specjalnych;
- przystawka licznikowa przy aparacie;
- identyfikacja wywołań złośliwych;
- połączenia bezpłatne i za opłatą zryczałtowaną;
- połączenia zaliczane po stronie B;
- aparaty samoinkasujące;
- połączenia rejestrowane do linii zajętej rozmową;
- wiązki łączy zbiorowych;
- automatyczne wybieranie numerów wewnętrznych PABX;
- centrex;
- obsługa abonentów w czasie awarii i w razie katastrofy.

Generalnie biorąc, wszystkie przykładowe systemy oferują, opierając się na zaleceniach CCITT, obszerny zbiór ważniejszych usług telefonicznym abonentom analogowym, co jeszcze raz potwierdza przydatność tych systemów we współczesnych sieciach telekomunikacyjnych.

7. USŁUGI OFEROWANE ABONENTOM Z TERMINALAMI SIECI CYFROWEJ O INTEGRACJI USŁUG (ABONENTOM ISDN)

Poniżej wymieniono ważniejsze dodatkowe usługi abonenckie w sieci ISDN, które powinny być oferowane przez centra komutacyjne w uzupełnieniu usług oferowanych abonentom analogowym, takie jak:

- identyfikacja na wyświetlaczu linii wywołującej,
- identyfikacja na wyświetlaczu linii żądanej,
- blokowanie identyfikacji (numer zastrzeżony),
- wyświetlanie informacji o czasie trwania i należności za połączenie,
- wyświetlanie listy wywołań "bez odpowiedzi",
- oczekiwanie wywołań z wyświetlaniem numeru wywołującego lub numeru żądanego,
- automatyczny transfer wywołań pod kontrolą abonenta,
- transfer bezwarunkowy wywołania,
- transfer w przypadku zajętości,
- transfer w przypadku braku odpowiedzi,
- tworzenie grup zainteresowań (zamkniętych grup użytkowników),
- identyfikacja wywołań złośliwych za pomocą sygnalizacji Nr 7,
- połączenia konferencyjne (ewentualnie videokonferencyjne).

Reasumując, wszystkie przykładowe systemy oferują, opierając się na zaleceniach CCITT, obszerny zbiór ważniejszych usług abonentom ISDN, co jeszcze raz potwierdza przydatność tych systemów we współczesnych sieciach telekomunikacyjnych.

8. TARYFIKACJA I OKREŚLANIE OPŁAT ZA POŁĄCZENIA

System komutacyjny powinien oferować różne możliwości taryfikacji, jak: połączenia bezpłatne do określonych abonentów żądanych, połączenia z taryfą ryczałtową lub opłacane wg strefy i czasu. Taryfy mogą być zmieniane w

różnych okresach doby i obniżane, np. w dni świąteczne. Przewiduje się też różne systemy rejestracji danych do określania należności za połączenia, takie jak: szczegółowe dane do poszczególnych połączeń, rejestracja impulsów licznikowych w zależności od kierunku wyjściowego z miejscowego centrum komutacyjnego (również na indywidualnych licznikach abonenckich), automatyczna rejestracja danych w odpowiednich urządzeniach centralnych itp. W systemie powinna istnieć możliwość uwierzytelniania zaliczania na życzenie abonenta. Obliczanie wysokości opłat za połączenia realizuje się na podstawie analizy takich danych, jak:

- numer abonenta wywołującego,
- numer abonenta żadanego,
- informacja o rodzaju połączenia,
- strefa taryfikacyjna,
- data i czas zgłoszenia się abonenta żadanego,
- liczba zaliczonych impulsów taryfikacyjnych,
- czas trwania połączenia i czas trwania rozmowy.

Powinna też być możliwość rejestracji danych do rozliczeń międzynarodowych i pomiędzy operatorami różnych obszarów sieci.

Dane zaliczeniowe są zabezpieczane za pomocą kodów korekcyjnych i podwójnych zapisów, co redukuje prawdopodobieństwo ich utraty. Istnieje możliwość rejestrowania danych w zewnętrznych pamięciach taśmowych i masowych o dużej pojemności. Rejestrowane dane taryfikacyjne mogą być poddawane obróbce w centrum obrachunkowym, przy czym mogą one być przesłane do niego po łączach transmisji danych.

W systemie E10 przewiduje się różne możliwości taryfikacji i określania opłat za połączenia, zgodnie z przedstawionymi wyżej zasadami. Zastosowano dwa zespoły taryfikacyjne TX, pracujące w trybie podziału obciążenia, przy czym jednak moc operacyjna każdego TX jest obliczona na obsłużenie taryfikacji węzła maksymalnej pojemności w godzinie największego ruchu. Istnieje możliwość rejestrowania danych w zewnętrznych pamięciach masowych o dużej pojemności.

W systemie 12 przewiduje się różne możliwości taryfikacji i określania opłat za połączenia, zgodnie z przedstawionymi wyżej zasadami. Indywidualne konta zaliczeniowe korzystają ze specjalnie zabezpieczonych pamięci, ulokowanych w modułach abonenckich lub w modułach łączы międzycentralowych i charakteryzujących się prawdopodobieństwem utraty lub dopisania danych mniejszym 10^{-5} . W systemie 12 może być prowadzona rejestracja danych do rozliczeń międzynarodowych i rozliczeń pomiędzy różnymi operatorami sieci. Istnieje możliwość uwierzytelniania zaliczania na zamówienie abonenta.

W systemie AXE-10 przewiduje się różne możliwości taryfikacji i określania opłat za połączenia, zgodnie z przedstawionymi wyżej zasadami. Istnieje możliwość uzyskiwania informacji o opłacie bezpośrednio po zakończeniu połączenia i uwierzytelniania zaliczania, a także danych do rozliczeń pomiędzy różnymi administracjami i operatorami sieci.

W systemie DMS przewiduje się różne możliwości taryfikacji i określania opłat za połączenia, zgodnie z przedstawionymi wyżej zasadami. Dane rejestrowane na taśmach poddaje się obróbce w centrum obrachunkowym; dane taryfikacyjne mogą być przesłane do centrum obrachunkowego po łączach transmisji danych.

W systemie 5ESS przewiduje się różne możliwości taryfikacji i określania opłat za połączenia, zgodnie z przedstawionymi wyżej zasadami. Dane taryfikacyjne są specjalnie zabezpieczone i zmagazynowane w systemie w zdublowanych pamięciach dyskowych. Dane te okresowo przenosi się na taśmę magnetyczną lub przesyła po łączach transmisji danych do centrum obrachunkowego, gdzie poddaje się je obróbce.

W systemie EWSD przewiduje się różne możliwości taryfikacji i określania opłat za połączenia, zgodnie z przedstawionymi wyżej zasadami. Rejestracja danych odbywa się w lokalnym procesorze koordynującym, z którego są one przekazane do centrum obrachunkowego.

9. EKSPLOATACJA I UTRZYMANIE

Omawiane współczesne elektroniczne systemy komutacyjne wymagają pomieszczeń o wielokrotnie mniejszych gabarytach i o mniejszych obciążeniach podłogi niż systemy elektromechaniczne. Jako typowe wielkości tzw. sali stacyjnej można wymienić ok. 40 m² dla centrum miejskiego o pojemności 10 000 abonentów i obciążenie podłogi ok. 300 kg/m². Dopuszczane są zmiany temperatury i wilgotności otoczenia w szerokich granicach. Aby pozbyć się nadmiaru ciepła, jedne systemy stosują ruch powietrza wymuszony przez lokalny nawiew, a inne - naturalne konwekcyjne odprowadzanie, uzyskiwane dzięki odpowiedniej konstrukcji stojaków. Można tu wymienić także wartości temperatury, jak od 5 do 40°C w pracy ciągłej i krótkotrwale 50°C oraz wilgotność od 10 do 75% w pracy ciągłej i krótkotrwale 95%. Na ograniczenia przytoczonych wahań temperatury i wilgotności mogą mieć wpływ pamięci taśmowe starszych rozwiązań.

System eksploatacji i utrzymania sieci telekomunikacyjnej z elektronicznym cyfrowym systemem komutacyjnym obejmuje obszerny zbiór funkcji eksploatacyjnych i utrzymaniowych, spełnianych przez moduły sprzętowo-programowe i stanowiska operatorskie. W systemie przewidziano ich lokalizację w poszczególnych centrach i/lub w oddzielnym centrum, które jest połączone z obsługiwanyimi centrami za pomocą łączy cyfrowych. Takie centrum, jedno na określony obszar sieci telekomunikacyjnej, może współpracować z centrum wyższego poziomu, realizującym regionalne rozliczenia opłat i nadzór obsługi ruchu telekomunikacyjnego.

Funkcje eksploatacyjno-utrzymaniowe obejmują: podsystem wspomagania operatora, podsystem lokalizacji usterek i włączania/wyłączania uszkodzonych urządzeń, podsystem oprogramowania pracującego pod nadzorem oraz podsystem śledzenia połączeń. Operator może ze swego stanowiska zlecać m.in. przeprowadzanie badań oraz testów sieci łączy i zlecać "przełączenia", wynikające z potrzeb zarządzania siecią. Takie funkcje, jak: zarządzanie eksploatacyjne, badania i pomiary w centrali oraz zarządzanie siecią mogą być

Inicjowane automatycznie bądź przez obsługę za pośrednictwem modułów specjalizowanych z użyciem znormalizowanego przez CCITT języka MML. System utrzymania może wykorzystywać autonadzór i autodiagnostykę poszczególnych układów oraz izolowanie zespołów uszkodzonych. Interwencja obsługi sprowadza się na ogół do wymiany uszkodzonych pakietów, wskazanych przez system utrzymania. Wspomnieć tu można o zaawansowanym systemie lokalizacji uszkodzeń, który wykrywa uszkodzenia za pomocą testów wewnętrznych i symulacji, z dokładnością do jednego wymienialnego modułu.

System E-10 wymaga dla miejskiego centrum komutacyjnego o pojemności 10 000 numerów abonenckich sali stacyjnej o powierzchni ok. 42 m² i wysokości ok. 3 m, w której obciążenie stropu może nie być większe niż 400 kg/m². System E10 może pracować prawidłowo w temperaturach zmieniających się w granicach od 5 do 40°C i okresowo od 0 do 45°C. Wilgotność może się zmieniać przy tym w granicach od 5 do 85% i okresowo dochodzić do 90%. Wymagana jest sztuczna podłoga i naturalny konwekcyjny obieg powietrza w stojakach.

System E10 obejmuje obszerny zbiór funkcji eksploatacyjnych i utrzymaniowych, spełnianych przez moduły sprzętowo-programowe OM i stanowiska operatorskie. W systemie przewidziano ich lokalizację w poszczególnych centrach komutacyjnych lub w oddzielnym centrum, o nazwie OMC-83, które jest połączone z obsługiwаныmi centrami za pomocą łączy cyfrowych, zakończonych standardowymi interfejsami V.24 i X.25. Centrum OMC-83 obsługuje określony obszar sieci telekomunikacyjnej oraz może współpracować z centrum wyższego poziomu, realizującym regionalne rozliczenia opłat i nadzór obsługi ruchu telekomunikacyjnego.

Wspomnieć tu można o systemie lokalizacji uszkodzeń za pomocą programu LOCAVAR, który wykrywa uszkodzenia z zastosowaniem testów wewnętrznych i symulacji, z dokładnością do jednego wymienialnego modułu.

System 12 wymaga dla miejskiego centrum komutacyjnego o pojemności 10 000 numerów abonenckich sali stacyjnej o powierzchni ok. 34 m² i wysokości ok. 3 m, w której obciążenie stropu może nie być większe niż 300 kg/m².

System 12 może pracować prawidłowo w temperaturach zmieniających się w granicach od 0 do 40°C. Wilgotność może się zmieniać przy tym w granicach od 10 do 80%.

System 12 cechuje wysoki stopień automatyzacji procesów eksploatacji i utrzymania. Takie funkcje, jak zarządzanie eksploatacyjne, badania i pomiary w centrum komutacyjnym oraz zarządzanie siecią są inicjowane automatycznie lub przez obsługę za pośrednictwem modułów specjalizowanych z wykorzystaniem znormalizowanego przez CCITT języka MML bądź też centrów eksploatacji i utrzymania NSC. Centra NSC, realizowane w takiej samej technologii jak centra komutacyjne, komunikują się z nadzorowanymi centrami o łącznej pojemności do 200 tys. abonentów poprzez trakty cyfrowe sygnalizacji Nr 7. Centra NSC magazynują dane ruchowe i zaliczeniowe oraz dane o alarmach nadzorowanych centrów. Może też być zrealizowane powiązanie NSC z rejonowym centrum przetwarzania danych za pośrednictwem łączy z interfejsami X.25.

Filozofia utrzymania systemu 12 obejmuje autonadzór i autodiagnostykę poszczególnych układów oraz izolowanie zespołów uszkodzonych. Interwencja obsługi sprowadza się praktycznie do wymiany uszkodzonych pakietów, wskazanych przez system utrzymania.

System AXE-10 wymaga dla miejskiego centrum komutacyjnego o pojemności 10 000 numerów abonenckich sali stacyjnej o powierzchni 25 m² i wysokości ok. 2,6 m, w której obciążalność stropu może nie być większa niż 400 kg/m². System AXE-10 może pracować prawidłowo w temperaturach zmieniających się w granicach od 5 do 40°C i dochodzących okresowo do 45°C. Wilgotność może się zmieniać przy tym w granicach od 20 do 80% i okresowo od 5 do 90%.

W każdym bloku funkcjonalnym systemu AXE-10 zawarto również funkcje eksploatacyjno-utrzymaniowe. Systemowa koordynacja tych funkcji jest wykonywana w bloku SPS wspomaganie procesora, a dostęp personelu obsługi realizuje blok MMS komunikacji człowiek-maszyna. Struktura ta zapewnia realizację funkcji eksploatacji i utrzymania lokalnie w obrębie centrum komutacyjnego. W systemie AXE-10 może być tworzona sieć eksploatacji i utrzymania,

w której centra komutacyjne są dołączane do specjalizowanych centrów eksploatacyjno-utrzymaniowych za pomocą standardowych łączy teledacyjnych ze stykiem X.25, zakończonych po stronie AXE blokiem DCSD. Taki system utrzymania, oznaczany skrótem TMOS, obejmuje w Szwecji niezależną sieć łączy i centra systemu zarządzania centrów elektronicznych, centrów systemu crossbar, centrów komórkowej radiokomunikacji ruchomej oraz system zarządzania zasobami teletransmisyjnymi publicznej sieci telekomunikacyjnej. System ten jest w pełni zgodny z zaleceniami CCITT i ETSI.

System DMS-100 wymaga dla miejskiego centrum komutacyjnego o pojemności 8000 numerów i 800 łączy międzycentralowych sali stacyjnej o powierzchni ok. 54 m² i wysokości ok. 3 m, w której obciążenie stropu może nie być większe niż 390 kg/m². W systemie DMS-10 centrum o pojemności 12 000 numerów i 1500 łączy międzycentralowych wymaga sali stacyjnej o powierzchni ok. 45 m². Centra te mogą pracować prawidłowo w temperaturach zmieniających się w granicach od 0 do 30°C i dochodzących okresowo do 50°C. Wilgotność może się zmieniać przy tym w granicach od 20 do 55% i okresowo do 80%. W systemie następuje wytracanie energii cieplnej na stojakach do wielkości 270 W/m²; wspomagane jest ono przez stojakowe urządzenia nawiewu.

System DMS obejmuje obszerny zbiór funkcji eksploatacyjnych i utrzymaniowych, spełnianych przez moduły sprzętowo-programowe MAP i stanowiska operatorskie. W systemie przewidziano lokalizację MAP w poszczególnych centralach lub w specjalnym centrum, o nazwie COAMS, które może być połączone z obsługiwanymi centralami za pomocą łączy cyfrowych w sieci telefonicznej lub sieci teledacyjnej (X.25). Operator może ze swego stanowiska zlecać m.in. przeprowadzanie badań oraz testów sieci łączy, a także "przełączenia", wynikające z potrzeb zarządzania siecią.

System 5ESS wymaga dla miejskiego centrum komutacyjnego o pojemności 10 000 numerów abonenckich sali stacyjnej o powierzchni 40 m² i wysokości 3 m, w której obciążenie stropu może nie być większe niż 315 kg/m². System 5ESS może pracować prawidłowo w temperaturach zmieniających się w

granicach od 0 do 45°C i dochodzących okresowo do 50°C. Wilgotność może się zmieniać przy tym w granicach od 0 do 75% i okresowo do 95%.

Takie funkcje, jak zarządzanie eksploatacyjne, badania i pomiary w centrali oraz zarządzanie siecią są inicjowane automatycznie bądź przez obsługę za pośrednictwem specjalizowanych modułów sprzętowo-programowych AM i stanowisk operatorskich. Zastosowano przy tym znormalizowany przez CCITT język dialogowy MML. W systemie przewidziano lokalizację terminali eksploatacji, administracji i utrzymania OAM w poszczególnych centralach lub w specjalnych centrach wyniesionych, regionalnych i krajowych, które mogą być połączone z obsługiwanymi centrami komutacyjnymi za pomocą cyfrowych łączy teledycyjnych (X.25). Funkcje eksploatacyjno-utrzymawcze obejmują: podsystem wspomaganie operatora, podsystem lokalizacji usterek i włączania/wyłączania uszkodzonych urządzeń, podsystem nadzoru oprogramowania oraz podsystem śledzenia połączeń.

Budowa systemu 5ESS jest modularna z punktu widzenia sprzętu i oprogramowania. Uszkodzony moduł zostaje zidentyfikowany przez system utrzymaniowy i w większości przypadków zostaje wskazany przez palącą się lampkę uszkodzeniową. Obsługa eksploatacyjna powinna, jeżeli nie przewidziano inaczej, działając z odpowiedniego stanowiska roboczego, spowodować wyłączenie omawianego modułu. Po usunięciu uszkodzenia, a w większości przypadków po zamianie na sprawny moduł, zarządza się właściwy test funkcjonalny i w wyniku pozytywnych rezultatów przywraca się normalny stan pracy.

System EWSD wymaga dla miejskiego centrum komutacyjnego o pojemności 10 000 numerów abonenckich sali stacyjnej o powierzchni 35 m² i wysokości ok. 3 m, w której obciążenie stropu może nie być większe niż 315 kg/m². System EWSD może pracować prawidłowo w temperaturach zmieniających się w granicach od 5 do 40°C. Wilgotność może się zmieniać przy tym w granicach od 10 do 80%.

System EWSD obejmuje obszerny zbiór funkcji eksploatacyjnych i utrzymaniowych, spełnianych przez urządzenia i program systemu EWSD zgodnie z zaleceniami CCITT. Zastosowano przy tym znormalizowany język dialogowy

MML. W systemie EWSD przewidziano odpowiednie terminale w poszczególnych centrach komutacyjnych oraz dodatkowo w rejonowym centrum E/U eksploatacji i utrzymania. Oba te sposoby działania mogą występować jednocześnie w danej sieci i przejście od jednego do drugiego sposobu jest proste. Przewidziano też tworzenie właściwych sieci centrów i ich współpracę z centrum przetwarzania danych (np. centrum obrachunkowym poczty i telekomunikacji). W tej sieci zastosowano odpowiednie łącza transmisji danych. Funkcje lokalnego i rejonowego centrum są identyczne, a każde centrum rejonowe ma możliwość nadzoru każdej z central w danym obszarze.

Dodajmy, że opisywane systemy eksploatacji i utrzymania wykazują istotne różnice w rozwiązaniach centrów i stosowanych językach dialogowych. Jednocześnie przedstawiono rozwiązania eksploatacji i utrzymania za pomocą tych samych centrów istniejących centrów komutacyjnych systemu crossbar. Można przyjąć, że istnieje możliwość przystosowania centrów eksploatacji i utrzymania do obsługi w strefach numeracyjnych różnych omawianych systemów elektronicznych. Jeżeli pokusić się o kwalifikację rozwiązania problemów administracji, eksploatacji i utrzymania, to największe zalety można znaleźć w systemie AXE-10, a następnie w systemie 12 i 5ESS.

Wykorzystano firmowe opisy systemów komutacyjnych: E10, systemu 12, AXE-10, DMS i ADS, 5ESS oraz EWSD z lat 1990-91 koncernów Alcatel, Ericsson, Northern Telecom, AT&T oraz Siemens, rozszerzone o komentarze przedstawicieli tych wytwórców w Warszawie.

