

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

6(196)

1980



BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 20

WARSZAWA 1980

NR 6/196/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

Redaktor Naczelny - prof. mgr inż. Lesław Kędzierski
Z-ca Redaktora Naczelnego - doc. dr inż. Krystyn Plewko

Redaktorzy działów:
doc. mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko

Adres Redakcji:
Instytut Łączności
Główny Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej
Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: mgr K. Juszkiewicz

Montaż tekstu: B. Drabik

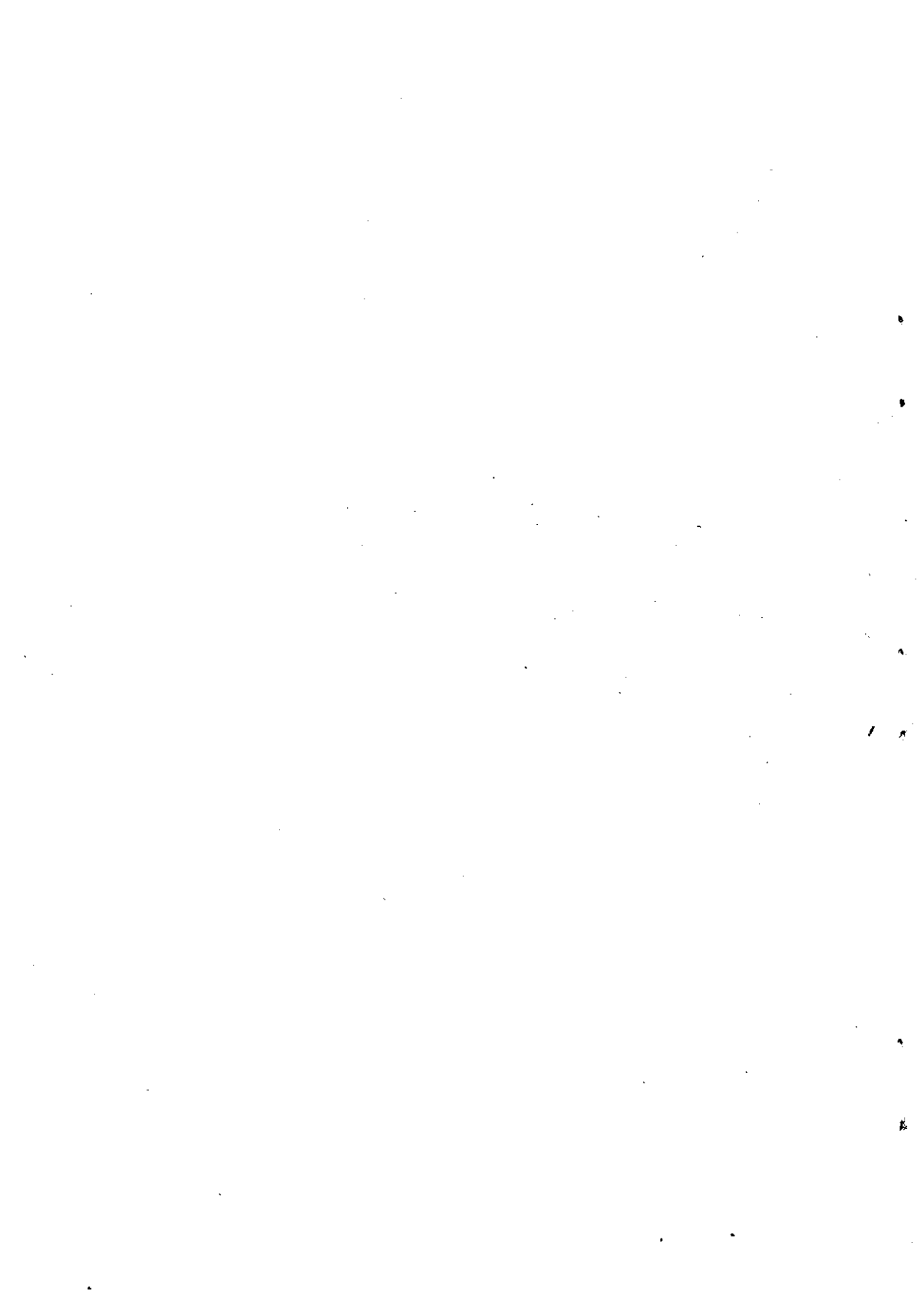
Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 19.VIII.1980 r.
Druk ukończono we wrześniu 1980 r.

Wojciech Białek
Lucyna Kałkusińska
Józef Michna
Leszek Steckiewicz
Antoni Trylski

WSTĘPNA KONCEPCJA
ZINTEGROWANEGO SYSTEMU TELEKOMUNIKACYJNEGO

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp - mgr inż. Józef Michna	1
2. ZST - Idea i założenia podstawowe - mgr inż. Józef Michna	4
3. Teletransmisja w ZST - inż. Lucyna Kałkusińska, mgr inż. Antoni Trylski	10
4. Problematyka komutacji w ZST - inż. Lucyna Kałkusińska	14
5. Sygnalizacja i synchronizacja w ZST - mgr inż. Antoni Trylski	21
6. Zarządzanie i eksploatacja ZST - mgr inż. Wojciech Białek, mgr inż. Leszek Steckiewicz	26
7. Zakończenie - mgr inż. Józef Michna	33
Wykaz literatury	37



Wojciech Białek
Lucyna Kałkusieńska
Józef Mična
Leszek Steckiewicz
Antoni Trylski

621.395.37

WSTĘPNA KONCEPCJA ZINTEGROWANEGO SYSTEMU TELEKOMUNIKACYJNEGO

1. WSTĘP

W ostatnich latach minionej dekady zarysowała się i utrwaliła w telekomunikacji światowej tendencja rozwojowa, którą można określić jako cyfryzację telekomunikacji. Na tle tej tendencji odrodziła się i urealniła inna, której początki sięgają do przełomu lat 1950/1960 - mianowicie tendencja integracji teletransmisji i telekomutacji, nazwana później integracją technik, a z tej z kolei wyłoniła się i upowszechniła idea integracji usług.

Cyfryzacja obejmowała stopniowo najpierw elementarne układy potem bloki urządzeń, aż do kompletnych systemów telekomunikacyjnych. W świetle materiałów ostatnich naukowych konferencji międzynarodowych [41] stwierdzić można, że zarówno w pracach badawczych, wdrożeniowych jak i przemysłowych, technika cyfrowa zyskała już całkowitą supremację nad techniką analogową. W eksploatacji natomiast proces ten nabiera z roku na rok cech zjawiska masowego, o coraz to większej dynamice.

Tendencja integracji natomiast jest niejako naturalną konsekwencją cyfryzacji i stanowi jej formę rozwiniętą i pogłębioną. Tak, jak zawsze w przypadku wprowadzania nowych rozwiązań do eksploatacji na szeroką skalę, jednym z czynników decydujących o powodzeniu i trwałości takich przedsięwzięć jest ekonomiczność i niezawodność nowych systemów oraz spełnianie wszystkich tych uwarunkowań, które narzuca bieżąca sytuacja, tak jak aktualnie na przykład kryzys surowcowy i energetyczny. Powszechnie twierdzi się, że integracja jest właśnie tym narzędziem, które wszechstronnie spełnić może generalny postulat oszczędności w telekomunikacji dzięki potencjalnym oszczędnościom na globalnych inwestycjach związanych z budową, odnawianiem, rozwojem i eksploatacją sieci telekomunikacyjnej.

Prapoczątki idei integracji sięgają do wynalazków takich, jak: modulacja impulsowo-kodowa PCM /Reeves, r. 1938/, tranzystor /Bardeen, Brattain,

Shoekley, lata 1948, 1949/, zapis programów maszyn matematycznych w postaci binarnych ciągów cyfrowych /Von Neumann, w r. 1950/, co dało początek zastosowania, a później sterowania programowanego w centralach telefonicznych. Innym ważnym wynalazkiem było komutacyjne pole cyfrowe o komutacji ciągów impulsowych PCM /model systemu Platon, r. 1965/.

"Prasystemem", o znaczeniu tylko eksperymentalnym, w którym po raz pierwszy sprawdzono ideę scalenia techniki teletransmisyjnej i telekomutacyjnej, był amerykański system ESSEX opracowany w r. 1958. W systemie tym trakty cyfrowe PCM łączące koncentratory abonenckie z centrum komutacyjnym były komutowane /w sposób ręczny/ bez przekształcania sygnałów cyfrowych na analogowe i odwrotnie.

W dobie powstawania wymienionych wynalazków nie było jeszcze technik i technologii adekwatnych do całkowitego urzeczywistnienia w praktyce idei integracji. Realne przesłanki do realizacji tego przedsięwzięcia zaistniały dopiero obecnie na skutek olbrzymiego skoku jakościowego, jaki w ostatnich latach został dokonany w technologiach mikroelektronowych układów cyfrowych i analogowych. Podobny postęp nastąpił w technice laserowej i w technologii światłowodów, a także w technice systemów elektronicznych central telefonicznych o komutacji cyfrowej i sterowaniu programowanym oraz w technice cyfrowych systemów teletransmisyjnych o modulacji impulsowo-kodowej i modulacji delta.

Przytoczone przyczyny spowodowały, że w skali światowej, w ciągu kilku ostatnich lat wiele administracji łączności i znaczących w świecie firm telekomunikacyjnych przedstawiło swoje programy badawczo-rozwojowe i wdrożeniowe [42] na systemy zintegrowane wprowadzane do sieci telekomunikacyjnych najpierw w postaci systemów o komutacji cyfrowej z integracją technik. Przykłady tych systemów to: we Francji - rodzina systemowa wywodząca się z systemu Platon, tzn. E10, E12, E10B oraz rodzina systemowa MT /firmy Thomson-CSF/, tzn. MT20, MT25, MT30, MT35, we Włoszech - system Proteo, w Wielkiej Brytanii system - X, w USA - systemy ESS4, ESS5 i system 12, w Szwecji - system AXE, w Kanadzie - rodzina systemowa DMS /firmy Northern Bell/, w Japonii - system DTS-1. Niektóre z tych systemów /np. Proteo, X, 12, DST-1/ już w obecnej wersji są przystosowane do realizacji zadań wynikających z integracji usług takich jak teledacyjne czy symiograficzne.

Jak to wynika z materiałów konferencyjnych i prognoz, usługi telefoniczne będą dominować nad innymi usługami telekomunikacyjnymi jeszcze przez wiele lat, nawet po roku 2000. W związku z tym sieci telefoniczne będą najsze-

rzej rozpowszechnionymi sieciami w Polsce, podobnie jak w innych krajach. Zatem przejście do integracji usług będzie się odbywać na bazie telefonicznych sieci z integracją technik. Sieci te będą musiały stopniowo spełniać coraz więcej wymagań na inne usługi. Ponieważ warunki eksploatacji usług telekomunikacyjnych w różnych krajach różnią się, zatem w celu znalezienia wspólnej bazy dla międzynarodowej standaryzacji systemów sieci cyfrowych z integracją usług postuluje się, w CCITT, przyjęcie za punkt wyjścia telefonicznych sieci cyfrowych. Ten pogląd jest obecnie na etapie dyskusji roboczych w CCITT i jest popierany przez wiele rządów łączności, a także firm przodujących w rozwoju teleinformatyki. Również w tym celu, dzięki dysponowaniu już odpowiednimi środkami technicznymi, opracowywane są obecnie rozwiązania zmierzające do przedłużania cyfrowych traktów transmisji sygnałów mowy aż do aparatu abonenckiego. Trakty takie stanowią zbiór kanałów czasowych o przepływności 64 kbit/s. Stwarza to zatem przesłankę całkiem nowego i niemal rewolucyjnego zwiększenia zakresu usług i udogodnień dla abonentów. Jest to również przesłanką zmiany jakościowej sposobu komunikowania się typu "człowiek-człowiek". Rozszerzyć można również dzięki temu wydatnie listę udogodnień w komunikacji typu "człowiek-automat" /bądź ogólniej "człowiek-system"/.

Odbiciem wagi i aktualności problematyki integracji są intensywne i liczne prace związane z tą tematyką w CCITT, prowadzone zwłaszcza przez Komisje VII, XI i XVIII. Dotyczą one następujących głównych zagadnień: architektury komutowanej sieci cyfrowej, rodzajów i parametrów styków urządzeń abonenckich z siecią cyfrową, protokołów wymiany informacji i sygnalizacji, synchronizacji sieci cyfrowej, utrzymania i eksploatacji cyfrowej sieci zintegrowanej, języków opisu i programowania urządzeń sterujących w centrach komutacyjnych. Obowiązujące już obecnie zalecenia CCITT z serii G, V, X będą miały zastosowanie przy stopniowym scalaniu usług teledancyjnych i telefonicznych.

Artykuł niniejszy jest zarysem wstępnej, a zarazem ogólnej, koncepcji Zintegrowanego Systemu Telekomunikacyjnego /ZST/, dla polskiej sieci telekomunikacyjnej. W pkt. drugim wprowadza się pojęcia podstawowe oraz omawia przesłanki, cel i zakres realizacji ZST. W pkt. trzecim i czwartym znajdują się odpowiednio szkice problematyki cyfrowych systemów teletransmisyjnych oraz komutacyjnych systemów przewidywanych do zastosowania w centrach komutacyjnych. Punkt piąty omawia ogólną problematykę synchronizacji i sygnalizacji w sieci ZST. Punkt szósty jest opisem przykładu koncepcji rozwiązania problematyki eksploatacji i zarządzania technicznego siecią ZST. W zakończe-

niu podaje się sugestie dotyczące głównych problemów budowy ZST w Polsce, omawia się podstawowe prace jakie powinny być kolejno prowadzone w tej tematyce, w tym również problemy badawcze, jakie będą do rozwiązania. Artykuł zamyka lista pozycji literatury najbardziej aktualnych i reprezentatywnych, wybranych ze źródeł polskich i obcych.

2. ZST - Idea i założenia podstawowe

2.1. Pojęcia podstawowe, przesłanki, cel i zakres realizacji ZST

2.1.1. Pojęcia podstawowe

Idea integracji wiąże się nierozłącznie z operacjami na sygnałach o postaci cyfrowej. Określa się ją za pomocą dwóch przyjętych na forum CCITT pojęć podstawowych:

- a. Zintegrowana Sieć Cyfrowa^{x/} jest to taka sieć, w której w węzłach komutacyjnych są zestawiane cyfrowe drogi transmisyjne pomiędzy cyfrowymi łączami międzycentralowymi, czyli inaczej to ujmując, jest to sieć jednorodna co do techniki komutacji i teletransmisji, co skrótowo określa się jako integrację techniki /IT/.
- b. Sieć Cyfrowa z Integracją Usług^{xx/} - jest to taka zintegrowana sieć cyfrowa, w której te same cyfrowe pola komutacyjne central i teletransmisyjne łącza cyfrowe są używane do zestawiania połączeń znamienych różnym rodzajom usług telekomunikacyjnych, jak np. telefonia, teledacja itp., co skrótowo określa się jako integrację usług /IU/.

W niniejszym artykule, w ślad za używanym już w literaturze telekomunikacyjnej polskiej i krajów RWPG, przyjęto pojęcie "Zintegrowany System Telekomunikacyjny" w skrócie "ZST", który jest odpowiednikiem pojęcia CCITT podanego w punkcie b.

^{x/} Odpowiednik w języku angielskim: Integrated Digital Network /IDN/, w jęz. francuskim: Réseau Numérique Intégré /RNI/.

^{xx/} W języku angielskim: Integrated Services Digital Network /ISDN/, w jęz. francuskim: Réseau Numérique avec Intégration des Services /RNIS/.

2.1.2. Przesłanki, cel i zakres realizacji ZST

Pierwszoplanową przesłanką idei Integracji - co szczególnie udokumentują poz. [4, 5, 13, 27, 41, 42] spisu literatury - jest zamierzenie pogłębianego wykorzystania na drodze Integracji /w szerokim znaczeniu tego pojęcia/ możliwości oszczędnego inwestowania przy budowie sieci telekomunikacyjnej. Możliwość tę zapewnia technika cyfrowa /w przeciwieństwie do techniki analogowej/ oraz sterowanie programowane gwarantujące podatność i łatwe dostosowywanie się do zmian funkcjonalnych. Oczywiście korzyści takie najdobitniej uwydatniają się w sieci jednorodnej, ale ponieważ nie jest możliwe natychmiastowe przejście z jednej techniki do drugiej, uwzględniona musi być cała problematyka techniczna i ekonomiczna okresu wzajemnej współpracy i współdziałania obu tych technik - analogowej i cyfrowej.

Przesłanką również ważną i sprowadzającą ideę ZST do kategorii realnych jest fakt, że na świecie, a także w Polsce produkuje się już i wprowadza do eksploatacji centrale telefoniczne systemu cyfrowego oraz cyfrowe systemy teletransmisyjne, a więc oba komponenty Integracji technik. Czynnikiem, który temu procesowi nadać może rzeczywiste przyspieszenie jest perspektywą masowej produkcji układów scalonych wielkiej skali integracji /LSI/ w najbliższych latach.

Z dostępnej literatury wynika, że praktyczna realizacja idei ZST na większą skalę rozpocznie się na świecie w latach 1985 - 99, czyli gdy układy półprzewodnikowe w technologii LSI będą bez wątpienia powszechnie dostępne.

Wiadomo również z literatury [43, 44], że telefonia jest i będzie rozwijana na świecie w sposób dynamiczny, prognozować więc można, że co najmniej do roku 2050 telefonia będzie usługą najbardziej rozwiniętą w stosunku do innych usług telekomunikacyjnych, zatem sieć telefoniczną przyjmuje się powszechnie jako bazę integracji [44].

Głównymi przesłankami przemawiającymi za systemem o integracji usług są:

- możliwość standaryzacji oraz unifikacji eksploatacji i utrzymania różnych usług telekomunikacyjnych;
- możliwość zwiększonego wykorzystania wiązek łączy przez tworzenie wspólnych, a zarazem jednorodnych wiązek dla różnych służb;
- możliwość unifikacji produkcji i dokumentacji sprzętu obejmującą większość usług telekomunikacyjnych;
- możliwość zwiększenia asortymentu udogodnień dla abonentów przez rozszerzo-

ny dostęp do różnorodnych usług;

- oszczędność kabli na budowę sieci /z punktu widzenia całej krajowej sieci telekomunikacyjnej/ przez upowszechnienie traktów cyfrowych systemów PCM;
- możliwość centralizacji nadzoru strumieni ruchu zapewniającej wprowadzenie, na drodze oprogramowania, zautomatyzowanych procedur bieżącego kierowania ruchem;
- możliwość automatyzacji procedur utrzymania i eksploatacji.

Warunkiem koniecznym integracji usług i zarazem warunkiem wyjściowym realizowalności ZST jest posiadanie systemu o integracji technik.

2.2. Charakterystyka ogólna ZST

2.2.1. Zbiór podstawowych cech systemowych

Zintegrowany system telekomunikacyjny powinien - jak to wynika z analiz teoretycznych, podanych w literaturze oraz z własności systemu o komutacji cyfrowej - charakteryzować się następującymi cechami:

- A. Sieć ZST jest siecią komutowaną.
- B. Parametry systemów PCM na traktach cyfrowych i w obrębie pól komutacyjnych central powinny być kompatybilne.
- C. Sterowanie węzłów komutacyjnych ZST jest programowane.
- D. Funkcje sterowania komutacyjnego i utrzymaniowo-eksploatacyjnego ZST są rozdzielone, zarówno co do oprogramowania jak i lokalizacji sprzętu realizującego te funkcje.
- E. Zarządzanie ZST oparte jest na zastosowaniu węzłów /centrów/ obsługujących określone obszary sieci, na zautomatyzowanym zbieraniu danych dotyczących stanu sieci, przetwarzaniu tych danych w wyspecjalizowanych centrach obliczeniowych generujących decyzje wykonawcze i przekazujących je na bieżąco do urządzeń węzłów komutacyjnych również w systemie zautomatyzowanym.
- F. Przewiduje się synchronizację współpracy poszczególnych węzłów komutacyjnych w sposób zależny bądź niezależny od węzłów współpracujących.

G. Wymiana informacji we wszystkich relacjach sieci ma charakter dwukierunkowy.

H. Przewiduje się przezroczystość relacji sieci z punktu widzenia wiadomości wymienianych między końcowymi urządzeniami abonenckimi.

Opisy znanych z literatury sieci ZST oprócz powyższych cech systemowych definiują również hierarchię węzłów komutacyjnych lub sterujących.

2.2.2. Cechy integrujące

Składnikami ZST, które objęte są procesami integracji /w odniesieniu do różnych służb telekomunikacyjnych/ są:

- a/ teletransmisja,
- b/ komutacja, sterowanie i sygnalizacja w węzłach,
- c/ synchronizacja,
- d/ utrzymanie i zarządzanie,
- e/ konstrukcja sprzętu w szczególności przez zastosowanie elementów i podzespołów cyfrowych.

Na rys. 1^{x/} przedstawiono schematycznie powyższe składniki, za pomocą relacji między blokiem urządzeń komutacyjnych a blokiem urządzeń pośredniczących. Składniki te są poniżej zwięźle omówione.

Wspólnymi dla wymienionych usług, na każdym poziomie hierarchii sieci, są cyfrowe systemy teletransmisyjne. Systemy cyfrowe pierwszego i drugiego rzędu są już znormalizowane przez CCITT, a pozostałe są w trakcie normalizacji. Każdy z powyższych systemów ma swój, z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego, optymalny zasięg. Z punktu widzenia telefonii system PCM pierwszego rzędu - 30 kanałów telefonicznych - ma podstawowe zastosowanie do małych i średnich odległości. W różnych płaszczyznach sieci zachodzić będzie konieczność stosowania systemu drugiego rzędu /120 kanałów telefonicznych/ oraz wyższych rzędów.

Zarówno komutacja, jak i sterowanie w węzłach komutacyjnych ZST będą realizowane według organizacji i procedur określonych pojęciem systemów o podziale czasu /TDM/. Poza tym sterowanie, jak wspomniano, jest programowane, z programem zapisanym w pamięciach.

^{x/} Rysunki zamieszczono na końcu artykułu.

Wprowadzenie do ZST teledycji wymaga z punktu widzenia komutacji, sterowania i sygnalizacji, rozwiązania zagadnień wyboru struktury formatu, wiadomości, a także rodzaju komutacji, synchronizacji i sygnalizacji. Oprócz komutowania łączy przewiduje się w kolejnych etapach budowy ZST w poszczególnych krajach możliwość komutowania informacji.

Synchronizacja współpracy węzłów jest jednym z podstawowych problemów występujących w ZST. Brak synchronizmu między wchodzącymi do węzła ciągami impulsów i przebiegami wewnątrz pola komutacyjnego w węzle może być spowodowany: różnicą częstotliwości zegarów dwóch współpracujących węzłów, zmieniającymi czasami propagacji w linii /zmiany termiczne/ bądź fluktuacjami fazy. Skutkiem braku synchronizacji jest utrata lub przekłamanie pewnych fragmentów ciągów cyfrowych, co jest niedopuszczalne w transmisji danych, a mniej istotne w telefonii, gdzie strata bądź powtórzenie pewnej liczby "próbek" mowy wnosi tylko nieznaczne zakłócenia.

W niniejszym artykule przedstawia się przykład jednej z możliwych idei realizacji funkcji eksploatacji, utrzymania i zarządzania siecią ZST. Są to funkcje wydzielone, realizowane w specjalnych centrach eksploatacji i zarządzania, nazwanych dalej w skrócie CEZ, zorganizowanych na przykład na trzech poziomach hierarchicznych. Współpracują one z centrami eksploatacji technicznej nazywanymi dalej CET, podobnymi do stosowanych w systemie E-10.

Obserwując światowy postęp w zakresie mikroelektroniki [42], [34], można stwierdzić, że powszechnie stosowanymi w ZST będą niewątpliwie półprzewodnikowe układy scalone wielkiej i bardzo wielkiej skali integracji /LSI, VLSI/. Możliwe jest to dzięki zastosowaniu np. technologii typów 1^2L , V-MOS, H-MOS, w wyniku czego upowszechniają się już na rynku układy LSI o bardzo dużej gęstości upakowania elementów /rzędu tysięcy układów elementarnych w jednej strukturze/. W układach LSI realizowane są pamięci półprzewodnikowe typów RAM, ROM i EAROM, mikroprocesory, filtry cyfrowe, kodery, dekodery PCM i punkty połączeniowe pól komutacyjnych. Podstawowymi zaletami układów LSI i VLSI są: zmniejszenie gabarytów i wagi sprzętu, zwiększenie niezawodności i szybkości pracy, zmniejszenie pobieranej mocy oraz bardzo istotne uproszczenie konstrukcji pakietów i stojaków urządzeń.

2.2.3. Zakres integracji usług

Najczęściej wymienia się następujące usługi realizowane przez ZST /rys. 1/: telefoniczne, teledacyjne /łącznie ze zdalnym korzystaniem z banków

danych i banków usługowych programów przetwarzania danych/, telegraficzne, symilograficzne, wizjotelefoniczne, radiokomunikacji ruchomej.

Na rys. 1 reprezentantami wymienionych usług są charakterystyczne wyposażenia abonenckie poszczególnych służb telekomunikacyjnych scalonych w ZST. Uwidoczniono także przykładowo, że za pośrednictwem systemu łączności satelitarnej można połączyć krajową sieć ZST z sieciami telekomunikacyjnymi innych krajów.

Warunkiem koniecznym realizacji ZST jest integracja technik, tzn. zastosowanie sygnałów specyficznych dla poszczególnych typów omawianych usług do, z założenia w ZST, jednorodnego typu transmisji i komutacji. Stąd istnieje potrzeba opracowania odpowiednich urządzeń przekształcających sygnały pierwotne na znormalizowane sygnały cyfrowe PCM stosownie do pasma częstotliwości zajmowanego przez te sygnały, a także opracowania urządzeń koncentrujących ruch od abonentów poszczególnych służb. Są to na rys. 1 urządzenia nazywane pośredniczącymi /interfejsowymi/, a na rys. 2 koncentratory różnych użytkowników.

Jedna z możliwych hierarchii systemów cyfrowych omawiana jest w dalszej części artykułu.

2.3. Struktura sieci ZST

Struktura sieci ZST jest przedstawiona na rys. 2 za pomocą przykładu odniesionego do warunków polskich w postaci obszaru reprezentatywnego odpowiadającego mniej więcej obszarowi jednego województwa o średniej wielkości, przy czym jest to województwo będące siedzibą władz regionu /stąd CTR/, czyli obszaru równego mniej więcej czterem takim województwom. Składnikami proponowanej struktury hierarchicznej są węzły komutacyjne /centra komutacji/: miejscowe wraz z koncentratorami, strefowe, regionalne oraz centra eksploatacji technicznej /CET/ i centra eksploatacji i utrzymania /CEZ/ rozłożone na trzech stopniach hierarchii.

Na poziomie sieci miejscowej, centra komutacyjne są typowymi centralami systemu E-10: centrale główne z telefonicznymi koncentratorami miejscowymi i wyniesionymi bądź centrale główne z uniwersalnym oprogramowaniem dostosowanym do obsługi różnych służb telekomunikacyjnych, które są reprezentowane na rys. 2 za pomocą koncentratorów różnych użytkowników, centrale tranzytowe i tranzytowo-koncowe oraz wszystkie rodzaje central międzymiastowych. Te ostatnie są połączone w obszarze strefy z pozostałymi centralami międzymiastowymi. Jedna centrala międzymiastowa tranzytowa powinna

być wyspecjalizowana w przekazywaniu głównych strumieni ruchu wchodzącego z danej strefy.

Centrale międzymiastowe są połączone z innymi tego samego rodzaju centralami w innych strefach w układzie wieloboczno-gwiazdowym.

Kolejnym poziomem w hierarchii jest poziom central międzymiastowych nazywanych regionalnymi, których przykładowo może być na obszarze kraju około dziesięć.

Podobną strukturę ma sieć centrów eksploatacyjno-zarządzających. Ustalenie funkcji komutacyjnych węzłów i ich struktur pól komutacyjnych powinno być dokonane na dalszych etapach opracowania koncepcji ZST. Dotyczy to także określania miejsca styku urządzeń specyficznych dla poszczególnych służb ze wspomnianymi wyżej węzłami uniwersalnymi i głównymi magistralami cyfrowymi, a także z węzłami systemów elektromagnetycznych wprowadzającymi i wyprowadzającymi ruch do ZST.

Zasady współpracy ZST z systemami istniejącymi mogą być określone dopiero po ustaleniu docelowej organizacji sieci ZST i wymagań szczegółowych na typoszeregi sprzętu.

3. TELETRANSMISJA W ZST

3.1. Hierarchia systemów cyfrowych

W ostatnich latach w wielu krajach prowadzono badania dotyczące zakresu zastosowań systemów cyfrowych o przepływnościach od 1,5 do 500 Mbit/s. Badania te wykazały, że stosowanie tych systemów jest ekonomicznie uzasadnione w przypadku ich produkcji w dużej skali. Funkcjonalna prostota i niezawodność systemów cyfrowych czyni je konkurencyjnymi w stosunku do systemów analogowych [3].

Za użyciem systemów cyfrowych w sieci ZST przemawiają następujące czynniki:

- jakość transmisji prawie niezależna od długości toru,
- zwielokrotnienie typu podziału czasu,
- łatwe komutowanie sygnałów cyfrowych zwielokrotnionych czasowo bez uśredniającej demultipleksacji i zamiany postaci cyfrowej na analogową,
- możliwość łatwej realizacji technicznej integracji usług,
- wykorzystanie układów scalonych o dużej skali integracji,

- możliwość zastosowania systemów cyfrowych wykorzystujących nowe środki transmisyjne, takie jak kanały satelitarne i światłowody.

Dokonując podziału systemów cyfrowych pod względem przepływności binarnej utworzono /opierając się na zaleceniach CCITT/ hierarchię systemów cyfrowych [38], obejmującą różne przepływności multiplekserów oraz łączy cyfrowych.

Zalecenia CCITT uwzględniają ponadto metody kodowania przystosowane do sygnałów charakterystycznych występujących w kanałach telefonicznych /grupy pierwotne, wtórne i trójne o zwielokrotnieniu czasowym/, kanałach transmisji danych, telewizyjnych oraz w kanałach radiofonicznych i wizjotelefonicznych.

Podstawowa hierarchia systemów cyfrowych zalecana dla Europy [38] dzieli się na pięć następujących poziomów:

pierwszy	- 2,048 Mbit/s	- w przybliżeniu 2 Mbit/s,
drugi	- 8,448 Mbit/s	- w przybliżeniu 8 Mbit/s,
trzeci	- 34,368 Mbit/s	- w przybliżeniu 34 Mbit/s,
czwarty	- 139,264 Mbit/s	- w przybliżeniu 140 Mbit/s,
piąty	- 565,148 Mbit/s	- w przybliżeniu 565 Mbit/s.

Obecnie CCITT dopuszcza zarówno przepływność 1,5 Mbit/s, jak i 2 Mbit/s dla poziomu pierwszego oraz przepływność 6,312 Mbit/s, jak i 8 Mbit/s dla poziomu drugiego. Trzeci poziom o przepływności 34 Mbit/s ma być także przyjęty przez CEPT /Europejski Komitet Poczty i Telekomunikacji/, chociaż pewne europejskie administracje łączności /np. francuska/ mają go nie stosować. Na czwarty poziom ma być przyjęta przepływność binarna 140 Mbit/s, chociaż i tutaj niektóre kraje, z przyczyn technicznych, ograniczają się do systemów o przepływności 120 Mbit/s. Piąty poziom prawdopodobnie będzie oparty o przepływność ok. 565 Mbit/s. Poszczególne systemy począwszy od trzeciego poziomu wzwyż znajdują się obecnie w stadium bądź eksploatacji próbnej, bądź badań eksperymentalnych. Niżej podany jest przykład przewidywanej realizacji systemów PCM.

Poszczególne poziomy zwielokrotnienia mogą być realizowane w sposób następujący [38]:

- na parach symetrycznych zwykłych i pęczkowych /2, 8, 34 Mbit/s/,
- na miniaturowych kablach współosiowych o średnicy 0,65/2,8 mm /34 Mbit/s/,

- na liniach radiowych w pasmach 11 GHz /2 Mbit/s/,
13 GHz /8 i 34 Mbit/s/,
18 GHz /280 Mbit/s/,
- na małowymiarowych kablach współosiowych o średnicy 1,2/4,4 mm -
- 140 Mbit/s,
- na normalnowymiarowych kablach współosiowych o średnicy 2,6/9,5 mm
/od 200 do 565 Mbit/s/,
- na światłowodach /wszystkie poziomy hierarchii cyfrowej/.

3.2. Zastosowanie transmisji cyfrowej

CCITT dla transmisji na łączach międzycentralowych i międzymiastowych zaleca systemy PCM powszechnie stosowane już w praktyce. Zasada pracy systemów PCM jest ogólnie znana i opisywana w wielu publikacjach, m.in. w [30]. W przyszłości przewiduje się również zastosowanie transmisji cyfrowej na poziomie łączy abonenckich. W tym przypadku prawdopodobnie stosowane będą również systemy z modulacją delta ΔM . Działanie systemu ΔM opisano m.in. w [30]. Repertuar środków transmisyjnych zastosowanych w przyszłych cyfrowych sieciach telekomunikacyjnych zależy będzie od stopnia rozwinięcia produkcji różnego rodzaju kabli i światłowodów. Wiadomo, że uzyskanie traktów o dużej przepustowości możliwa jest przy użyciu każdego z wyżej wymienionych środków transmisyjnych, w szczególności dotyczy to wyższych poziomów sieci [1]. Z drugiej strony w przyszłości mogą zaistnieć warunki ekonomiczno-techniczne, które uzasadnią stosowanie światłowodów nawet na najniższych poziomach sieci.

Przyjęta hierarchia systemów cyfrowych wyznacza zapotrzebowanie na przepływność traktów transmisyjnych na poszczególnych poziomach sieci, a mianowicie na poziomie łączy abonenckich, sieci międzycentralowej i międzymiastowej.

3.2.1. Sieć miejscowa /łącza abonenckie/

Obecnie stosowane telefoniczne linie transmisyjne wykonane są zwykle jako para przewodów miedzianych o średnicach od 0,3 do 0,9 mm. Będą one mogły być użyte nadal jako łącza abonenckie do celów telefonii analogowej. Abonenckie łącza transmisji danych są łączami dwutorowymi umożliwiającymi synchroniczne przesyłanie danych. Także abonenckie urządzenia szerokopasmowe

/np. wizjotelefoniczne/ wymagają dwutorowych łączy umożliwiających transmisję sygnałów wizyjnych.

Przewiduje się, że w przyszłości łącza abonenckie będą przystosowane do transmisji sygnałów w postaci cyfrowej. W takim przypadku każdy abonent dysponowałby odpowiednim kanałem cyfrowym o przepływności binarnej 64 kbit/s. Kanał taki pozwoliłby na realizację podstawowych usług telekomunikacyjnych /telefonicznych, teleksowych i transmisji danych/. Kanał cyfrowy umożliwiłby abonentowi bezpośredni dostęp do multipleksera, i byłby kompatybilny do łączy międzycentralowych i międzymiastowych.

3.2.2. Sieć miejscowa /łącza międzycentralowe/

Transmisja cyfrowa w strefowej sieci międzycentralowej będzie w przyszłości oparta głównie na traktach o przepływności 2 Mbit/s, utworzonych na kablach symetrycznych zaopatrzonych w regeneratory. Taki trakt cyfrowy składający się z 30 kanałów każdy o przepływności 64 kbit/s stanowi podstawową drogę cyfrową dla sygnałów telefonicznych, teledacyjnych i innych.

Obecnie większość urządzeń końcowych PCM używa wspólnego koderów i multipleksera dla 30 kanałów transmisyjnych. W przyszłej sieci cyfrowej może okazać się korzystne stosowanie oddzielnych koderów dla poszczególnych kanałów, zbudowanych na tanich układach scalonych i użycie uniwersalnego multipleksera dla wszystkich służb. W przyszłości będzie istniała potrzeba stosowania w sieciach międzycentralowych także systemów cyfrowych drugiego rzędu /8 Mbit/s/. Wtedy stosowane będą specjalne kable symetryczne, współosiowe kable miniaturowe, łącza radiowe lub światłowody.

3.2.3. Sieć międzymiastowa

Systemy cyfrowe stosowane w sieci międzymiastowej będą miały zazwyczaj przepływność binarną 140 Mbit/s. Zanim dojdzie do użycia światłowodów stosowane będą małowymiarowe kable współosiowe wyposażone w regeneratory. System ten zapewnia realizację 1920 kanałów 64 kbit/s i jest kompatybilny z obecnym systemem analogowym 12 MHz.

Obecnie na świecie badane są systemy o przepływności binarnej około 500 Mbit/s i około 1000 Mbit/s. Zastosowanie ich w sieci międzymiastowej umożliwi realizację znacznego ruchu międzymiastowego przy konkurencyjnych kosztach inwestycyjnych w porównaniu do zastosowania odpowiednich systemów analogowych.

4. PROBLEMATYKA KOMUTACJI W ZST

4.1. Wprowadzenie

Komutacja kanałów lub wiadomości odbywa się w centralach /węzłach komutacyjnych sieci/zlokalizowanych powyżej abonentkich urządzeń końcowych. Źródłami ruchu dla węzła komutacyjnego /WK/ zintegrowanego systemu telekomunikacyjnego będą różnorodnie urządzenia końcowe, biorące udział w realizacji usług telekomunikacyjnych.

W tabelicy 1 wyszczególniono podstawowe rodzaje usług, jakie będą realizowane w takim zintegrowanym węźle komutacyjnym.

T a b l i c a 1

Rodzaje usług	Przepływność binarna	Sposób wykorzystania systemów PCM	Uwagi
telefoniczne	64 kbit/s	kanał 64 kbit/s	możliwa redukcja przepływności binarnej do 2 Mbit/s
wizjotelefoniczne	16 Mbit/s	grupa 3-go rzędu /34 Mbit/s/	
teledacyjne			
klasy użytkowników			
1	50 bit/s	część przepływności kanału 64 kbit/s	
2	200 bit/s		
3	50-200 bit/s		
4	600 bit/s		
5	2,4 kbit/s		
6	9,6 kbit/s		
7	48 kbit/s	kanał 64 kbit/s	
8	48 kbit/s	więcej niż jeden kanał 64 kbit/s	wymiana danych między komputerami

Jak wynika z dostępnej literatury światowej /np. [4]/, najbardziej są zaawansowane prace nad integracją telefonii i teledacji. Obecnie prace te koncentrują się głównie nad opracowaniem wspólnego pola komutacyjnego dla obu tych usług. W dalszej perspektywie przewidywane jest opracowanie wspólnego systemu sygnalizacji.

Integracja telefonii i wizjotelefonii polegać będzie na wykorzystaniu tych samych systemów sygnalizacji i układów sterujących, natomiast koncepcje

cja wspólnego pola komutacyjnego jest na razie odrzucona ze względów czysto ekonomicznych [12, 5].

Przy opracowywaniu struktury uniwersalnego węzła komutacyjnego, a więc węzła odpowiadającego za realizację wszystkich rodzajów usług przedstawionych w tabelicy 1, należy przeanalizować dwa poniżej sformułowane zasadnicze problemy:

1. Konieczność komutowania przez węzeł kanałów obsługujących różne typy usług. Tu należy zasygnalizować dwa pytania. Pierwsze: Jaką strukturę będzie miało pole komutacyjne omawianego typu węzła? Należy przy tym pamiętać, że pole to powinno komutować również kanały o dużej przepływności binarnej /np. kanały wizjotelefoniczne/. Drugie: czy kanały o małej przepływności binarnej /telegraficzne i teledacyjne/ wkomponowane w podstawowy kanał telefoniczny /64 kbit/s/ będą komutowane indywidualnie w każdym węźle, czy będą jedynie koncentrowane w węzłach niższego poziomu, a komutacji będą dokonywały węzły wyższego poziomu sieci?
2. Konieczność sterowania procesami komutacyjnymi odnoszącymi się do różnych typów usług. Wymaga to opracowania uniwersalnego systemu sterowania pierwszego poziomu. Pod pojęciem sterowania pierwszego poziomu rozumie się sterowanie komutacyjne działające w czasie rzeczywistym. Sterowanie to obejmuje bardzo różne zadania komutacyjne, w związku z tym przy opracowywaniu sterowania dla węzła uniwersalnego, należy liczyć się ze znacznym wzrostem złożoności sprzętu i oprogramowania tego sterowania.

4.2. Organizacja sterowania w ZST

Przez sterowanie rozumie się: sterowanie siecią, sterowanie procesem zestawiania połączeń lub kombinację obydwu tych czynności. W tej części artykułu omówiono zagadnienia sterowania procesem zestawiania połączeń. Sterowaniu siecią poświęcony jest pkt. 6 niniejszego artykułu.

Znane są następujące podstawowe struktury urządzeń sterujących:

- struktura zdecentralizowana, złożona z wielu zespołów realizujących kolejne fazy procesu zestawiania połączenia;
- struktura scentralizowana, zawierająca urządzenie sterujące zestawiające połączenia wszystkich rodzajów od początku do końca poprzez wszystkie stopnie węzła. Takie urządzenie nazywa się procesorem, przy czym ze względów niezawodnościowych w węźle pracować muszą, co najmniej dwa takie pro-

cesory /systemy ESS, METACONTA 11F/. Pewną odmianą struktury scentralizowanej jest struktura złożona z wielu miniprocessorów specjalizowanych. Każdy z miniprocessorów realizuje wówczas, pewne określone funkcje komutacyjne. Przykładem takiego systemu wieloprocessorowego może być system E10 [40].

Z punktu widzenia oprogramowania funkcji sterujących systemy komutacyjne klasyfikuje się następująco:

- a/ systemy ze sterowaniem za pomocą programów w okablowaniu,
- b/ systemy ze sterowaniem za pomocą programu wpisanego do pamięci.

Systemy komutacyjne stosujące programy w okablowaniu do realizacji niektórych funkcji sterowania i program zmagazynowany w pamięci dla pozostałych funkcji, noszą nazwę systemów z programem zmagazynowanym /SPC/.

W przypadku kiedy wszystkie funkcje sterowania zawarte są w programie, wtedy system sterujący nosi nazwę systemu ze sterowaniem w pełni programowym /FSPC/. Takí wspólny system sterowania odpowiedzialny jest za całość przetwarzania z wyjątkiem detekcji wywołań i funkcji czysto komutacyjnych. Sposób działania systemu sterowania zawarty jest w odpowiednich instrukcjach programowych zmagazynowanych w jednej lub wielu powiązanych ze sobą pamięciach. Komplet informacji dotyczących aktualnie przetwarzanych wywołań przechowywany jest przez system w pamięciach o szybkim dostępie.

Poniżej scharakteryzowane zostaną dwie koncepcje sterowania: jedna znana i aktualnie stosowana koncepcja sterowania za pomocą struktury scentralizowanej i druga przyszłościowa ze strukturą zdecentralizowaną. Za zastosowaniem tej ostatniej przemawia pojawienie się układów scalonych dużej skali Integracji /LSI/ o doskonałych parametrach i bogatych funkcjonalnie /dotyczy to w szczególności mikroprocesorów/.

Większość znanych systemów SPC i FSPC posiada z reguły sterowanie o strukturze scentralizowanej bazującej na zastosowaniu uniwersalnego procesora centralnego. Jedną z głównych zalet wymienionych systemów jest ich elastyczność, czyli łatwość przystosowania do realizacji nowych usług, a także łatwość wprowadzenia dodatkowych funkcji do tych systemów, co zapewnić może ich użyteczność przez dłuższy okres. Z drugiej strony jednak, jak widać, wszelka rozbudowa funkcji polega głównie na rozszerzeniu oprogramowania, toteż w przypadku całkowitej integracji usług, należy liczyć się z dużym stopniem złożoności tego oprogramowania. Fakt ten z kolei pociąga za sobą

gwałtowny wzrost wydatków na oprogramowanie a także stosunkowo dużą wartość stopy błędów. Z literatury znane są przykłady ogromnych trudności przy oprogramowywaniu i weryfikacji programów operacyjnych i utrzymaniowych dla węzłów obsługujących tylko ruch telefoniczny /system ESS1 firmy Bell/. Panuje przekonanie, że systemy FSPC i SPC wymagają większych kosztów inwestycyjnych w porównaniu do systemów ze sterowaniem za pomocą programów w okablowaniu. Zasadniczą część kosztów stanowią tu procesory i pamięci. Wydaje się jednak, że zastosowanie elementów i podzespołów m.in. mikroprocesorów umożliwi znaczną redukcję tych kosztów. Prowadzi to w efekcie do nowych rozwiązań sterowania, odbiegających od sterowania za pomocą procesora centralnego. Proponuje się na przykład strukturę hierarchiczną, w której układy mikroprocesorowe pracują jako tzw. preprocesory realizujące tylko niektóre funkcje sterowania pod kontrolą procesora nadrzędnego /np. system ITT1220, TROPICO/.

Najnowszą propozycją rozwiązania sterowania jest powrót do struktury zdecentralizowanej stosowanej w starszych systemach telekomunikacyjnych. Sterowanie to, zwane również sterowaniem "rozproszonym", polega na zastosowaniu szeregu powtarzalnych układów z programami odwzorowanymi w okablowaniu lub w pamięciach półprzewodnikowych typu REPRON, wyposażonych we własne układy kontroli i realizujących określone funkcje w procesie zestawiania połączenia. Uszkodzenie jednego z wielu takich układów powoduje tylko niewielką degradację jakości usług systemu. Ponadto w takiej konfiguracji sterowania unika się wzajemnego niekorzystnego oddziaływania wyżej wspomnianych układów na siebie. Dodatkową okolicznością sprzyjającą zastosowaniu takiej struktury jest tendencja zmniejszania się kosztów jednostkowych układów scalonych oraz duża szybkość działania tych układów, co z kolei wpływa na znaczne skrócenie czasu obsługi użytkownika przez system.

4.3. Pole komutacyjne

4.3.1. Komutacja kanałów o różnych przepływnościach binarnych

W polu komutacyjnym węzła komutacyjnego zintegrowanej sieci telekomunikacyjnej możemy mieć do czynienia z kanałami o różnych przepływnościach binarnych. W celu zaproponowania koncepcji pola komutacyjnego takiego węzła podzielmy przepływności binarne kanałów na trzy podstawowe zakresy:

a/ o przepływności podstawowej 64 kbit/s,

b/ o przepływności większej od 64 kbit/s,

c/ o przepływności mniejszej od 64 kbit/s.

Każde standardowe pole komutacyjne jest w stanie komutować kanały z grupy a i b. Ponadto, może komutować pewien szczególny rodzaj kanałów z grupy c. W przypadku gdy grupa abonentów teledacyjnych dołączonych do jednego koncentratora i wykorzystująca do transmisji podkanały kanału 64 kbit/s nawiązuje połączenia z abonentami wybieranymi spośród grupy dołączonej do innego określonego koncentratora, wtedy kierunek komutacji dla wszystkich podkanałów jest taki sam. Wówczas kanały te mogą być komutowane identycznie jak jednorodny kanał 64 kbit/s. Jednakże, istota zagadnienia leży w tym, że poszczególne podkanały lub grupy podkanałów mogą być komutowane niezależnie na różne kierunki, a ponadto mogą wykorzystywać do transmisji informacji różne przepływności binarne.

Znane są co najmniej dwa sposoby rozwiązania pola komutacyjnego, komutującego kanały z grupy a, b i c:

- pole komutacyjne z podziałem na bloki, z których każdy przeznaczony byłby do komutacji kanałów o innej przepływności,
- pole komutacyjne uniwersalne dla komutacji kanałów o różnych przepływnościach binarnych. Jeżeli dla takiego pola ustalą się pewną podstawową szybkość pracy, wówczas nie będzie żadnych problemów z komutowaniem kanałów o dowolnych przepływnościach większych od przepływności podstawowej /wynikającej z przyjętej szybkości pracy pola komutacyjnego/ i stanowiących jej wielokrotność.

Jak wynika z rozwiązań opisanych w literaturze, zastosowanie oddzielnych bloków dla komutowania kanałów o różnych przepływnościach jest rozwiązaniem zaprzeczającym podstawowym zasadom elastyczności. Okazuje się wówczas, że jeżeli się weźmie pod uwagę liczbę obsługiwanych przez węzeł końcówek teledacyjnych i ruch przypadający na nie w zależności od szybkości, to obciążenie ruchowe poszczególnych bloków jest niejednakowe.

Rozwiązaniem optymalnym może być jedynie zastosowanie pola komutacyjnego uniwersalnego z punktu widzenia telefonii i teledacji. Zaletami takiego pola są: jednolita struktura niezależna od liczby poszczególnych rodzajów urządzeń końcowych, łatwość współpracy z multiplexerami zawierającymi różną liczbę urządzeń o różnych szybkościach transmisji i możliwość stosunkowo prostej wymiany urządzeń abonenckich o wolnej transmisji na urządzenia

szybsze podłączone do multiplexerów. Jediną wadą tego rozwiązania są pewne komplikacje w urządzeniach sterujących.

4.3.2. Struktura pola komutacyjnego

Jak wynika z literatury [12, 31], obecnie na świecie prowadzone są powszechnie prace dotyczące badań i produkcji przemysłowej struktur pól komutacyjnych o pojemnościach od 8000 do 16000 kanałów 64 kbit/s. Do budowy takich pól można używać stopni przestrzennych /S/ lub czasowych /T/. Pola komutacyjne w węzłach o średniej pojemności /do 256 traktów PCM/ mogą być zbudowane za pomocą trzech podstawowych struktur powstałych z kombinacji stopni czasowych i przestrzennych:

- 1/ pole typu T - stopień czasowy,
- 2/ pole typu TST - stopień czasowo-przestrzenno-czasowy,
- 3/ pole typu STS - stopień przestrzenno-czasowo-przestrzenny.

Wybór typu struktury pola zależy głównie od dostępnych technologii i takich wymagań jak: maksymalna pojemność, modularność, elastyczność, niezawodność i łatwość rozbudowy.

Poniżej scharakteryzowane zostaną poszczególne struktury pól pod kątem wymienionych wymagań.

Struktura T - pole jednowspółrzędne bez blokady, charakteryzujące się prostotą okablowania oraz łatwością w zestawianiu drogi połączeniowej. Do budowy tego typu pola wymagane są szybkie pamięci typu RAM z odpowiednią redundancją. Wadą tej struktury jest powiększanie pojemności za pomocą dużych bloków i konieczność dublowania sprzętu /struktura stosowana w E10/73/.

Struktura T-S-T - pole dwuwspółrzędne o cechach zbliżonych do struktury T. Podobnie jak w ostatniej posiada dość proste okablowanie, modularną budowę i wymaga dublowania stopni czasowych jako bardziej zawodnych. Niewątpliwą zaletą tej struktury jest jej wysoka niezawodność oraz to, że nie wymaga stosowania bardzo szybkich pamięci /struktura stosowana jest m.in. w systemach E10/76 i PROTEO/.

Struktura S-T-S - pole dwuwspółrzędne o dużym stopniu niezawodności, modularne, wymaga dublowania tylko stopnia czasowego, wykorzystuje pamięci o niezbyt dużej szybkości. Wadami tej struktury są: skomplikowane okablowanie, złożony proces zestawiania drogi połączeniowej, uciążliwe metody spraw-

dzania poprawności pracy /strukturę taką zastosowano m.in. w systemie DDX-1/.

Dla węzłów komutujących ruch większy od 2000 Eri wyboru należy dokonać pomiędzy strukturami STS i TST.

Z przeglądu rozwiązań elektronicznych systemów komutacyjnych wynika, że pole typu TST jest strukturą najbardziej przydatną do zastosowania w węzłach o średnich pojemnościach. Dla pól o bardzo dużych pojemnościach rzędu 60.000 kanałów i większych tworzy się struktury bogatsze, złożone z większej ilości stopni czasowych i przestrzennych.

Na podstawie dostępnych publikacji [41, 42] można podać przykłady niektórych rozwiązań pól komutacyjnych o dużych pojemnościach, zastosowanych w systemach już pracujących bądź w systemach eksperymentalnych. Przykłady struktur pól komutacyjnych przedstawiono w tabelicy 2.

T a b l i c a 2

Nazwa systemu	Pojemność maksymalna /liczba kanałów/	Struktura pola
E10B	10.000	TST
E12	64.000	TSSST
ESS4	107.000	TSSSST
EAX3	16.000	SSTSS
HTX1	16.000	TSST
HTX1	64.000	SSTSS
MT20	64.000	TSST

4.3.3. Komutacja kanałów wizyjnych dla potrzeb wizjotelefonii

Biorąc pod uwagę obecny stan technologii wydaje się, że komutacja szerokopasmowego sygnału wizyjnego w przestrzennym polu komutacyjnym z elementami komutacyjnymi elektromechanicznymi lub elektronicznymi jest jeszcze korzystniejsza od komutacji cyfrowej z podziałem czasowym. Komutacja czasowa wymaga w tym przypadku pól komutacyjnych o dużych pojemnościach koniecznych do komutowania sygnałów o przepływności 2 Mbit/s. W związku z tym ekonomiczniejszym rozwiązaniem jest zbudowanie oddzielnego pola komutacyjnego przestrzennego do celów komutowania sygnałów wizjotelefonijnych. Pole to tworzyłoby w węźle komutacyjnym dodatkowy integralny blok, przy czym sterowanie byłoby wspólne dla obu bloków pola: czasowego dla telefonii i przestrzennego dla połączeń wizjotelefonicznych. Jednakże, bardziej

przyszłościowym rozwiązaniem jest zastosowanie pola czasowego również dla wizjotelefonii.

5. SYGNALIZACJA I SYNCHRONIZACJA W ZST

5.1. Ogólna charakterystyka sygnalizacji za pomocą wspólnego kanału sygnalizacyjnego

Jak wynika z przeglądu wielu prac np. [9 i 10] prowadzonych na świecie, sygnalizacja w sieci cyfrowej o integracji usług będzie bazować na użyciu wspólnych kanałów sygnalizacyjnych /typu kanał-semafor/. Kanały cyfrowe zastępowane obecnie do sygnalizacji, np. w systemie sygnalizacji cyfrowej Nr 7 CCITT, mają przepływność binarną taką, jak typowe kanały PCM pierwszego rzędu, tj. 64 kbit/s.

System sygnalizacji typu kanał-semafor przewiduje się w sieci ZST między:

- koncentratorami i centrami komutacyjnymi,
- centrami komutacyjnymi na poziomie hierarchicznie identycznym lub różnym;
- centrami komutacyjnymi oraz centrami eksploatacji i zarządzania,
- centrami eksploatacji i zarządzania.

Z punktu widzenia sieci central z komutacją i transmisją cyfrową oraz programowanym sterowaniem, najbardziej naturalnym rozwiązaniem dla sygnalizacji typu kanał-semafor wydaje się być także kanał czasowy 64 kbit/s. Wynikają z tego następujące korzyści:

- omawiany kanał jest podstawowym kanałem komutowanym w sieci cyfrowej, co bardzo ułatwia projektowanie traktów sygnalizacyjnych sieci ZST;
- znaczna przepustowość tego kanału ułatwia rozwiązanie złożonych i różnorodnych funkcji sygnalizacji;
- w kanale tym można używać wskaźników sprawności przewidzianych dla systemu PCM, z czym łączy się w szczególności łatwość utrzymania synchronizacji i zapewnienie wykrywania przerw transmisji w kanale.

Centra komutacyjne przetwarzające dane otrzymane za pośrednictwem kanału-semafora czy innego dowolnego wspólnego kanału sygnalizacyjnego umożliwiają:

- grupowanie kanałów-semaforów /wspólnych kanałów sygnalizacyjnych/ należących do różnych traktów PCM w jeden trakt sygnalizacyjny, którego sygna-

ty mogą być przetwarzane przez zespoły specjalizowane /procesory sygnalizacyjne/;

- zmianę przebiegu drogi wspólnego kanału sygnalizacyjnego w przypadku uszkodzenia kanału podstawowego;
- łatwość zastępowania wspólnego kanału sygnalizacyjnego kanałem rezerwowym.

Poniżej przedstawiono zestawioną na podstawie literatury, listę najczęściej wymienianych postulatów, dotyczących systemu sygnalizacji przewidzianego do stosowania w ZST.

Należy mianowicie zapewnić:

- dużą przepustowość kanału sygnalizacji,
- niezależność kanału sygnalizacyjnego od innych kanałów wielokrocia PCM,
- szeregowy i synchroniczny sposób transmisji,
- wielkość elementarnej wiadomości równą 64 bity /8 bajtów/, w tym 40 bitów /5 bajtów/ właściwej informacji sygnalizacyjnej,
- strukturę wiadomości opartą na bajtach i dostosowaną do formatu wieloramki,
- niezniekształcanie formy wiadomości sygnalizacyjnej używanych do zestawiania połączenia, w czasie procesu jego zestawiania,
- ciągłą kontrolę jakości kanału sygnalizacyjnego przez transmisję tzw. sygnałów spoczynkowych, wówczas gdy nie są transmitowane przebiegi sygnalizacyjne,
- prostą korekcję błędów transmisyjnych kanału-semafora,
- korekcję błędów w procesorach nadających informacje.

Opracowywany obecnie system sygnalizacji Nr 7 CCITT spełnia większość wymienionych postulatów.

5.2. Synchronizacja w ZST

5.2.1. Wstęp

Komutacja oraz transmisja strumieni sygnałów cyfrowych są realizowane z pewną specyficzną częstotliwością narzuconą przez zegary central komutacyjnych. Jeżeli zegary te nie są zsynchronizowane, to ich częstotliwości wyjściowe mogą nieco różnić się od siebie z powodu różnic w wykonaniu zegarów.

wpływu otoczenia itp. Fakt ten, w połączeniu z innymi zjawiskami występującymi w procesie transmisji sygnałów cyfrowych, takimi jak fluktuacje fazy i różnicę w czasie transmisji sygnałów między poszczególnymi parami central, powoduje powstanie zakłóceń transmisji zwanych poślizgami. Pod pojęciem synchronizacji sieci rozumie się zbiór zabiegów technicznych, które zapewniają taką samą częstotliwość we wszystkich centralach, co w rezultacie zapobiega poślizgom i utrzymuje należyłą jakość transmisji. Jedynie w przypadku synchronizacji metodą plezjochroniczną częstotliwości zegarów central są różne, ale bardzo zbliżone do siebie. Jednakże i w tym przypadku należy zapewnić określony synchronizm.

5.2.2. Metody synchronizacji sieci

Można wyróżnić [31] dwie główne metody zapewnienia synchronizmu sieci. Są to: metoda plezjochroniczna i metoda synchroniczna.

W metodzie plezjochronicznej zegary centralowe pracują niezależnie, ale wymagają się od nich dużej dokładności i stabilności, tak aby utrzymać ich różnicę częstotliwości w określonych granicach.

W metodzie synchronicznej poszczególne zegary central są synchronizowane na bieżąco przez zegar centralny i w związku z tym pracują z identycznymi częstotliwościami.

Istnieje także pewna odmiana metody synchronizacji sieci zwana metodą synchronizacji wzajemnej. W tym przypadku każdy zegar lokalny, jest synchronizowany częstotliwością będącą średnią z częstotliwości zegara lokalnego i częstotliwości pozostałych zegarów central znajdujących się w sieci.

W metodzie synchronicznej istnieje mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia poślizgu i ona też jest najczęściej brana pod uwagę w rozważaniach związanych z budową ZST [15]. W metodzie tej wyróżnia się następujące podstawowe odmiany synchronizacji sieci:

- a/ zegar główny - zegary podporządkowane /master-slave, MS/,
- b/ zegar główny - zegary podporządkowane w układzie hierarchicznym /hierarchical master-slave, HMS/,
- c/ synchronizacja wykorzystująca zewnętrzny sygnał czasu lub częstotliwości jako sygnał odniesienia,
- d/ synchronizacja wzajemna z kontrolą pojedynczą lub podwójną.

Poniżej metody te omówiono bardziej szczegółowo.

Metoda synchronizacji typu zegar główny - zegary podporządkowane /MS/ jest oparta na koncepcji zastosowania w sieci /zazwyczaj gwiazdzistej/ zegara głównego zlokalizowanego w centrali głównej, który jest jedynym i niezależnym źródłem sygnałów zegarowych. Zegary /podporządkowane/ znajdujące się we wszystkich innych centralach są synchronizowane przez zegar główny i pracują z tą samą częstotliwością. Metoda ta zapewnia dostatecznie małą różnicę fazy pomiędzy zegarem centralnym i zegarem podporządkowanym. Informacja o chwilowej różnicy faz pomiędzy tymi zegarami kierowana jest do pamięci buforowej w urządzeniu synchronizacyjnym centrali podporządkowanej i następnie wykorzystana do synchronizacji częstotliwości zegara lokalnego.

W sieci o strukturze wielobocznej bardziej przydatną metodą synchronizacji wydaje się być utworzenie hierarchicznego systemu zegarów głównych i zegarów im podporządkowanych /HMS/. Wszystkie zegary centralowe są uszeregowane hierarchicznie, a każdy z nich jest oznaczony numerem identyfikacyjnym, zgodnie z jego miejscem w hierarchii. W przypadku awarii zegara głównego, zajmującego najwyższe miejsce w hierarchii, jego funkcję przejmuje zegar znajdujący się najbliżej w hierarchii i zajmujący w niej niższe miejsce.

Metoda synchronizacji za pomocą sygnału odniesienia jest oparta na koncepcji korzystania z zewnętrznego źródła częstotliwości wzorcowej, wspólnego dla wszystkich zegarów centralowych. Istnieją różne możliwości dystrybucji wzorcowego czasu lub wzorcowej częstotliwości na przykład za pomocą transmisji radiowych lub kablowych. W większości przypadków omawiana metoda jest ograniczona do obszaru jednego kraju, chociaż można by nią także rozwiązać problem synchronizacji całej sieci światowej.

Metoda wzajemnej synchronizacji zegarów jest realizowana w sieci o dużej liczbie relacji międzycentralowych. W tym przypadku częstotliwość każdego synchronizowanego tą metodą zegara centralowego jest sprowadzona do częstotliwości będącej średnią wszystkich wejściowych sygnałów zegarowych dochodzących do danej centrali. Jeżeli każdy zegar centralowy działa w powyższy sposób, to jest rzeczą oczywistą, że częstotliwości wszystkich zegarów będą się zbliżały do tej samej wartości średniej. W odmianie tej metody /kontrola pojedynczej/ na wejście układu, który steruje lokalnym zegarem centralowym jest podawana wartość średniego przesunięcia fazowego pomiędzy tym zegarem i wszystkimi wejściowymi sygnałami zegarowymi. Pewną niedogodnością w tej metodzie jest jej niezdolność do neutralizacji wpływu zmian opóźnienia czasu transmisji spowodowanych przez zmiany tempe-

ratury. Wpływ zmian temperatury na stałość częstotliwości sieci jest usunięty w innej odmianie metody wzajemnej synchronizacji zwanej metodą z podwójną kontrolą. W tej metodzie na wejście układu sterującego częstotliwością lokalnego zegara jest podawana różnica pomiędzy średnią wartością fazy uzyskaną za pomocą kontroli pojedynczej i średnimi przesunięciami fazowymi występującymi we wszystkich zegarach współpracujących. Przy zastosowaniu tej metody częstotliwość systemu jest również nieczuła na zmiany opóźnienia transmisji.

Rozwiązaniem najodpowiedniejszym do synchronizacji zintegrowanych węzłów komutacyjnych na najwyższym poziomie sieci wydaje się być metoda typu HMS. Rozdział sygnałów synchronizacyjnych na niższych poziomach sieci może być zrealizowany przez zastosowanie prostego rozwiązania typu zegar główny - zegar podporządkowany /MS/.

Przy opracowaniu koncepcji krajowego systemu synchronizacji ZST powinny być uwzględnione następujące aspekty omawianego zagadnienia:

- krajowy system synchronizacji nie powinien być sprzeczny z systemem synchronizacji zalecanym na forum międzynarodowym,
- system synchronizacji powinien być dopasowany do hierarchii sieci krajowej,
- system synchronizacji powinien być zdolny do łatwego przystosowania się do zmian w konfiguracji sieci synchronizowanej, spowodowanych zarówno rozwojem tej sieci, jak też uszkodzeniami jej węzłów bądź relacji.

Zgodnie z ostatnimi zaleceniami CCITT [15] sygnały transmitowane w połączeniach międzynarodowych powinny mieć stałość częstotliwości $\pm 1 \times 10^{-11}$. Spełnienie tego wymagania zapewnić może zastosowanie wzorcowych zegarów atomowych i one też powinny być uwzględnione przy realizacji krajowych systemów synchronizacji sieci.

Biorąc pod uwagę wyżej przedstawione aspekty synchronizacji dla sieci ZST można postulować wybór hierarchicznego systemu synchronizacji typu master-slave /HMS/. Ta metoda synchronizacji ma przewagę zarówno nad metodą MS ze względu na większą niezawodność, jak i nad metodą synchronizacji wzajemnej przez zastosowanie prostszego sprzętu, a także większą pewność pracy i łatwiejszą rozbudowę sieci. Z uwagi na wysoką elastyczność i niezawodność metody synchronizacji typu HMS, niewłaściwe działanie zegarów w niektórych węzłach bądź uszkodzenia relacji, jak też pojawienie się nowych węzłów w

sieci mają tylko nieznaczny wpływ na wartość i stabilność częstotliwości sieci.

6. ZARZĄDZANIE I EKSPLOATACJA ZST

6.1. Założenia ogólne

Obecnie omówiona będzie przykładowa koncepcja rozwiązania problemu zarządzania i eksploatacji sieci. Koncepcja ta została opracowana na podstawie danych z literatury [16, 23, 39, 40], opisu rozwiązań technicznych systemu E-10 oraz własnych przemyśleń autorów.

Zgodnie z tym, co podano w p. 2.2.1 /D i E/ zakłada się rozdzielenie funkcji sterowania komutacyjnego i funkcji eksploatacji i zarządzania siecią ZST. Przemawiają za tym argumenty ekonomiczno-administracyjne, niezawodnościowe oraz fakt, że w sieci polskiej, a także w sieciach innych krajów, wprowadza się systemy mające taką właśnie strukturę.

W systemie zarządzania siecią wyróżnia się zarządzanie utrzymaniem sieci i zarządzanie eksploatacją sieci.

Zarządzanie utrzymaniem sieci polega na utrzymaniu technicznej sprawności środków łączności, tzn. obejmuje:

- profilaktykę polegającą na przeprowadzaniu okresowych badań, regulacji i wymiany sprzętu /służy do tego zestaw komputerowych programów utrzymaniowych/,
- prace korekcyjne dotyczące wykrywania i lokalizacji uszkodzeń /za pomocą komputerowych programów diagnostycznych/, a następnie ich usuwanie w niesprawnych urządzeniach.

Zarządzanie eksploatacją sieci polega na optymalnym gospodarowaniu zasobami sieci w celu zapewnienia ciągłego świadczenia przez sieć usług telekomunikacyjnych na zadanym poziomie jakości, w warunkach zmiennych w czasie danych ruchowych /zmiany zapotrzebowań/ i danych sprawnościowych /uszkodzenia i przestoje urządzeń/.

Zarządzanie eksploatacją sieci obejmuje:

- pomiary ruchu i parametrów transmisyjnych sieci,
- bieżące przydziały kategorii nowo uruchomionych łączy abonenckich i międzycentralowych,
- zbieranie danych służących do statystyk i analiz ilościowych i jakościowych sieci,

- przygotowywanie danych do rozliczeń z abonentami.

Do wykonywania tak złożonego zakresu działań niezbędny jest sprawnie i szybko działający wyspecjalizowany system Informatyczny wchodzący w skład ZST.

6.2. Struktura systemu eksploatacji i zarządzania ZST

Struktura systemu eksploatacji i zarządzania ZST przedstawiona jest na rysunku 3. Omawiana struktura umożliwia pełną realizację zadań stawianych systemowi eksploatacji i zarządzania siecią zintegrowaną. Zadania te podzielone zostały między Centra Eksploatacji Technicznej /CET/ oraz Centra Eksploatacji i Zarządzania /CEZ/ kolejnych poziomów hierarchicznych systemu.

6.2.1. Centra Eksploatacji Technicznej

Centra Eksploatacji Technicznej mają realizować zadania związane z utrzymaniem sprawności technicznej urządzeń komutacyjnych i transmisyjnych tworzących ZST. Do realizacji tych zadań każde CET połączone jest gwiazdździe łączy z kilkoma centrami komutacyjnymi. Niektóre CET, oprócz central miejscowych, mogą również obsługiwać centralę strefową lub regionalną /obsługującą obszar odpowiadający w przybliżeniu makroregionowi/. Powyższy scentralizowany sposób nadzoru technicznego sieci jest charakterystyczny między innymi dla systemu E10 [40]. Oprócz funkcji CET zbliżonych do funkcji obecnych CET systemu E-10 niezbędna jest realizacja następujących zadań:

- przekazywanie do nadrzędnego CEZ informacji o awariach /łączy lub central/ wymagających zmian w zasadach kierowania ruchem wewnątrz strefy,
- wstępna analiza danych o ruchu i w razie wykrycia anomalii przesłanie meldunku do nadrzędnego CEZ,
- modyfikacja tablic kierowania ruchu w podległych centrach komutacyjnych.

Z powyższego zestawu funkcji CET wynika, iż w sprawach dotyczących gospodarki zasobami sieci, rozumianej tu jako optymalne wykorzystanie środków transmisyjnych i komutacyjnych, centra te stanowią jedynie ogniwa pośredniczące /wykonawcze/ między odpowiednimi CEZ a centrami komutacyjnymi. Urządzeniami sterującymi pracą sieci są właściwe CEZ. W przypadku stre-

fy /zgodnie z rysunkiem 2/ jest to strefowe CEZ, oznaczane dalej symbolem CEZ1 i odpowiednio dla regionu - CEZ2 i sieci krajowej - CEZ3.

6.2.2. Strefowe Centrum Eksploatacji i Zarządzania ZST /CEZ1/

Podstawowe zadania takiego centrum to:

- zbieranie /od CET/ informacji o aktualnych zasobach sieci na jej najniższym poziomie, to jest w strefie;
- zbieranie /od CET/ danych ruchowych;
- po zgłoszeniu zapotrzebowania przez CET przeprowadzenie analizy danych o zasobach sieci i ruchu wewnątrz strefy, oraz przesyłanie do CET wyników tej analizy w postaci nowych, optymalnych w zaistniałej sytuacji, tablic kierowania ruchem w strefie;
- przesyłanie do CEZ2 danych o ruchu przychodzącym i wychodzącym ze strefy;
- przyjmowanie z nadrzędnego CEZ2 odpowiednich poleceń, ich przetwarzanie i przekazywanie do podległych CET dyrektyw dotyczących strefy;
- administrowanie całością strefy /między innymi w sytuacjach awaryjnych podejmowanie i przesyłanie do CET decyzji o czasowym ograniczeniu uprawnień niektórych grup abonentów lub łączy międzycentralowych wchodzących w skład strefy/.

6.2.3. Regionalne Centrum Eksploatacji i Zarządzania ZST /CEZ2/

Zadania, jakie realizować powinno CEZ2 to:

- przyjmowanie od podległych CEZ1 danych dotyczących zasobów drugiego poziomu sieci ZST /central strefowych i łączy międzystrefowych/ w celu aktualizacji odwzorowania struktury tego poziomu sieci;
- przyjmowanie informacji o wielkości ruchu między strefami na podległym CEZ2 obszarze;
- analiza nadchodzących danych ruchowych w celu wykrycia sytuacji wymagającej modyfikacji zasad kierowania ruchem na poziomie regionu w sieci ZST;
- przesyłanie do podległych CEZ1 danych pozwalających realizować opracowane w CEZ2 zmienione zasady kierowania ruchem;

- rozsyłanie, w przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnej, poleceń ograniczenia ruchu wychodzącego z podległego regionu /poprzez zawężenie uprawnień niektórych grup abonentów i łączy/;
- wstępna analiza stanu trzeciego poziomu sieci ZST /central regionalnych i łączy międzyregionalnych/ oraz przekazywanie na bieżąco danych do CEZ3;
- przekazywanie na niższe poziomy zarządzania danych, otrzymanych z CEZ3, dotyczących wszelkich koniecznych zmian w pracy niższych poziomów sieci ZST.

6.2.4. Krajowe Centrum Eksploatacji i Zarządzania ZST /CEZ3/

Funkcjonalny zakres działania CEZ3 jest zbliżony do zakresu działania CEZ regionalnego. Ze względu jednak na to, iż terytorialnie obszar pracy CEZ3 może być obszarem całego kraju i może obejmować najwyższy poziom sieci ZST, wymagania na szybkość pracy i niezawodność takiego centrum są znacznie ostrzejsze.

Główne zadania CEZ3 to:

- zbieranie od wszystkich CEZ2 informacji o stanie najwyższego poziomu sieci i o ruchu między regionami bądź okręgami oraz, ewentualnie, wstępna analiza stanu łączy międzynarodowych i ruchu na nich;
- obliczanie, na podstawie zebranych danych, optymalnych zasad kierowania ruchem międzyregionalnym czy międzyokręgowym;
- przesyłanie do centrów niższych poziomów systemu eksploatacji i zarządzania siecią ZST wyników obliczeń, w postaci na przykład macierzy marszrutowania połączeń;
- podejmowanie i rozsyłanie decyzji o zmianach kategorii łączy międzycentralowych lub abonenckich w dowolnym fragmencie lub całej sieci ZST;
- prowadzenie statystyki ruchowej trzeciego poziomu ZST;
- kontrola pracy wszystkich pozostałych centrów eksploatacji i zarządzania oraz podejmowanie działań w przypadku zaobserwowania nieprawidłowości w pracy któregoś z nich.

Przedstawiona powyżej struktura systemu eksploatacji i zarządzania siecią ZST oraz funkcjonalny zakres działania poszczególnych centrów umożli-

wiają między innymi realizację dynamicznego sterowania ruchem w sieci ZST. Jest to funkcja bardzo istotna ze względu na rozległość sieci ZST oraz zgromadzenie w jednej sieci telekomunikacyjnej większości służb i użytkowników. Dokładniejszy opis ogólnych zasad elastycznej gospodarki ruchowej w sieci ZST przedstawiony zostanie w punkcie 6.4. niniejszego rozdziału.

We wszystkich zatem przypadkach awaryjnych, tj. gdy kierowanie ruchem dokonywane jest przez CEZ, przyjęto założenie, że jest to kierowanie dynamiczne. Nadchodzące informacje o stanie sieci ZST przetwarzane są w czasie rzeczywistym, a opracowane dane są na bieżąco przesyłane do odpowiednich central.

6.3. Ogólne założenia funkcjonalne na system informatyczny do realizacji funkcji eksploatacyjno-utrzymaniowych

Od szeregu lat, z powodu rosnących kosztów eksploatacji i utrzymania, wiele administracji łączności zmierza w kierunku centralizacji automatyzacji zarządzania w tym zakresie. Stosuje się w tym celu najnowocześniejsze narzędzia informatyki. Również i w ZST, ze względu na jego rozległość i złożoność, powinien być uwzględniony podobny tryb postępowania. System informatyczny służący do tego celu powinien zajmować się zbieraniem na bieżąco informacji o stanie sieci, przetwarzaniem tych informacji w specjalnych centrach sterujących, a następnie przesyłaniem odpowiednich dyrektyw łączami transmisji danych do poszczególnych urządzeń wykonawczych w sieci.

Na każdym poziomie sieci ZST należy zatem przewidywać wykorzystanie komputerów różnej mocy obliczeniowej i o różnych możliwościach przetwarzania.

Na najwyższym poziomie, w Krajowym Centrum Eksploatacji i Zarządzania /CEZ3/ zakłada się użycie komputera dużej mocy operacyjnej wyposażonego w zespoły przeznaczone do kontroli sprawności łączy transmisji danych, jak również mającego możliwość dostępu do komputerów umieszczonych na niższych poziomach sieci.

Na poziomie sieci regionalnej, ze względu na zakres i liczbę wykonywanych funkcji, zakłada się także użycie komputera dużej mocy. Komputer ten realizowałby przetwarzanie końcowe danych ruchowych, eksploatacyjnych i utrzymaniowych dotyczących sieci regionalnej. Dodatkowo zajmowałby się gromadzeniem oraz wstępnym przetwarzaniem danych ruchowych i utrzymaniowych nadchodzących z urządzeń peryferyjnych, umieszczonych w regionalnej centrali tranzytowej. Wyniki obliczeń byłyby przesyłane do komputera krajowego.

Na poziomie strefowym zakłada się umieszczenie minikomputera o średniej mocy obliczeniowej. Minikomputer ten miałby za zadanie gromadzenie oraz wstępne przetwarzanie danych ruchowych i utrzymaniowych przychodzących z urządzeń peryferyjnych, umieszczonych w centrach komutacyjnych strefy, a także przesyłanie wyników obliczeń do nadrzędnego komputera regionalnego oraz współdziałanie z CET w zakresie utrzymania. Urządzenia peryferyjne w centrach komutacyjnych wszystkich poziomów miałyby za zadanie pobieranie, kodowanie wyników pomiarów otrzymywanych z różnych urządzeń badaniowych, takich jak: analizatory i urządzenia do pomiaru ruchu, urządzenia do automatycznej kontroli jakości transmisji itp.

Zamiast minikomputerów średniej mocy w przyszłości przewiduje się coraz częstsze zastosowanie mikrokomputerów /jednostką centralną jest tu mikroprocesor/.

6.4. Sterowanie dynamiczne ZST

W obecnie istniejących systemach komutacyjnych drogi przejścia przez sieć ustalane są "na sztywno" na względnie długi czas. Występuje przy tym kilka dróg kolejnego wyboru o ustalonej z góry kolejności, tzn. stosuje się strategię statyczno-kolejnościową, nie uwzględniającą "stanów zajętości" sieci.

Dynamiczne sterowanie ZST polegać będzie na optymalizacji rozdziału strumieni ruchu w sieci z uwzględnieniem aktualnej sytuacji ruchowej. Optymalizacja rozdziału ruchu w ZST może być dokonana na podstawie zbioru strategii dynamicznych, uwzględniających aktualny stan obciążenia sieci. Proces ten może być realizowany jedynie przy wykorzystaniu sprawnie działającego systemu informatycznego dostarczającego na bieżąco danych o stanach ruchowych sieci, przy czym aktualizacja tych stanów, a co za tym idzie, wybór jednej z dynamicznych strategii kierowania ruchu zależy od mocy i szybkości działania tego systemu.

Zakłada się, że sterowanie dynamiczne ZST odbywać się będzie na trzech poziomach sieci: strefowym, regionalnym i krajowym, zgodnie z zakładaną strukturą sieci zintegrowanej. W każdym węźle komutacyjnym znajdować się będą tablice kierowania ruchu, opracowane w nadrzędnym centrum eksploatacji i zarządzania na podstawie dostarczonych z CET-ów długookresowych danych pomiarowych, dotyczących informacji o ruchu na łączach międzycentrałowych. W CET-ach również będą zbierane informacje o wszystkich niesprawnościach lub u-

szkodzeniach w sieci, a następnie będą przekazywane na bieżąco do nadrzędnych CEZ-ów. Na podstawie tych danych wprowadzane będą zmiany w tablicach marszrutowania połączeń. Nowe, w powyższy sposób zoptymalizowane, tablice kierowania ruchu będą przesyłane z CEZ-ów do CET-ów, a następnie do poszczególnych central.

CEZ1 jest pierwszym ogniwem systemu eksploatacji i zarządzania ZST, w którym przeprowadza się czynności zapewniające dynamiczne sterowanie siecią wewnątrzstrefową.

Sterowanie takie może być dokonywane dwoma sposobami:

1. Modyfikacja tablic kierowania ruchu w sposób zdeterminowany wielkością ruchu globalnego w rozpatrywanej sieci /zależnie np. od pory dnia/. CET przechowuje w tym celu standardowe tablice rozsyłane do podległych mu central albo w ustalonych porach, albo po stwierdzeniu /przez CET/ wystąpienia określonego natężenia ruchu.
2. W przypadkach losowych /uszkodzenia poszczególnych fragmentów sieci lub nienormalne zmiany wielkości ruchu/ CET po stwierdzeniu takiego faktu przesyła meldunek do CEZ1; który na bieżąco analizuje przypadek, oblicza optymalne w tych warunkach tablice kierowania ruchu dla każdej z central strefowych i przesyła odpowiednie parametry do podległych CET-ów. CEZ1 może podjąć decyzje o zmianie priorytetu łączy abonenckich lub wewnątrzstrefowych /w celu ograniczenia wielkości ruchu/ polecając wykonanie tego CET-om. CEZ1 mając informacje o ruchu w kierunkach wyjściowych ze strefy dokonuje ich analizy i ewentualnie przesyła określone polecenia do nadrzędnego CEZ2 zajmującego się zarządzaniem drugim poziomem ZST /regionem/.

W CEZ2 realizowany jest proces dynamicznego sterowania siecią regionalną. Sama zasada sterowania dynamicznego jest analogiczna, jak to poprzednio omówiono, dla strefy z tą tylko różnicą, że konsekwencje wszelkich zmian kierowania ruchu w regionie są szersze i mogą pociągać za sobą zmiany w marszrutowaniu połączeń w kilku strefach. Informacje o ruchu w łączach międzycentralowych pomiędzy centralami strefowymi i innymi ważnymi z punktu widzenia rozptywu ruchu centralami w regionie, jak również o uszkodzeniach na głównych traktach w regionie, przekazywane są do CET2 przez CET-y, którym podległe są te centrale, zaś w niektórych przypadkach przez CEZ1.

W przypadku sytuacji awaryjnej CEZ2 opracowuje optymalne w danych warunkach tablice kierowania ruchu dla każdej uprzywilejowanej, z punktu widzenia rozptywu ruchu, centrali w regionie. Tablice te poprzez CEZ-y strefowe są

rozsyłane do niektórych central w strefie bądź przesyłane są do nich odpowiednie parametry do przygotowania takich tablic w CEZ1; CEZ2 może również w niektórych przypadkach podjąć decyzję o zmianie priorytetów łączy abonenckich lub kategorii łączy regionalnych w celu ograniczenia wielkości strumienia ruchu na przeciążonych bądź uszkodzonych odcinkach. Centrum Okręgowe /CET2/, posiadając również informacje o wielkości ruchu na traktach wyjściowych z okręgu i analizując te dane, ma możliwość przesyłania pewnych sugestii do CEZ3. CET3 jest centralnym ogniwem sterowania dynamicznego ZST o zasięgu krajowym. Zasada sterowania dynamicznego jest analogiczna jak dla poprzednio omówionych CEZ1 i CEZ2. Ze względu na centralny charakter CEZ3 i duży zasięg działania rezultaty sterowania są odczuwalne na znacznie większym obszarze, niż w przypadku pozostałych centrów. CEZ3 zajmuje się bezpośrednio optymalizacją rozdziału strumieni ruchu na głównych magistralach krajowych na podstawie danych ruchowych przychodzących z CEZ-ów stopnia regionalnego. Sytuacje awaryjne mogą doprowadzić do całkowitej reorganizacji kierowania strumieniami ruchu w całej sieci w wyniku zastosowania uprzednio przygotowanych lub na bieżąco obliczanych awaryjnych tablic kierowania ruchem.

7. ZAKOŃCZENIE

Obserwacja światowych tendencji w zakresie ZST w ciągu ostatnich prawie dziesięciu lat pozwala na stwierdzenie, że w Polsce istnieją szczególnie sprzyjające warunki wyjściowe do rozpoczęcia budowy ZST. Naturalnie kojarzy się z tym cały szereg uwarunkowań. Zostaną one wyszczególnione w dalszej części tego punktu.

Do podstawowych warunków sprzyjających przystąpieniu do realizacji ZST w Polsce, nawet w najbliższej perspektywie, zaliczyć można:

- mały wskaźnik gęstości nasycenia sieci telefonicznej urządzeniami komutacyjnymi i aparatami telefonicznymi; paradoks jaki w tym przypadku daje się zauważyć jest pozorny, bowiem zakładając odpowiednią dynamikę rozwoju sieci telefonicznej /która byłaby siecią bazową dla ZST/ można by realizować od samego początku tę sieć za pomocą komutacyjnego systemu cyfrowego o integracji technik /tj. systemu E10 i jego pochodnych/,
- polska sieć telekomunikacyjna która stanowi własność państwową i jest centralnie zarządzana; z tego też względu może być konsekwentnie i od początku całkowicie jednorodnie wyposażona tylko w te urządzenia, które da-

ją w perspektywie możliwość wykorzystania ich w ZST, w przeciwieństwie do wielu krajów świata zachodniego, gdzie konkurencja /w tym przypadku oddziałująca negatywnie/ ogranicza bądź wręcz uniemożliwia całkowicie skoordynowane przedsięwzięcia w zakresie budowy w skali krajowej jednolitej sieci telekomunikacyjnej;

- oszczędność - postulat podstawowy we wszystkich przedsięwzięciach inwestycyjnych, a zwłaszcza w tak złożonym i kosztownym jak budowa sieci telekomunikacyjnych - może być zrealizowana przez budowę jednorodnej zintegrowanej sieci cyfrowej /ZST/ tańszej od odpowiedniej sieci analogowej. Oszczędności wynikają tu z wykorzystania tych samych dróg transmisyjnych przez różne służby telekomunikacyjne, a ponadto ze zunifikowanej produkcji elementów i podzespołów służących do budowy urządzeń komutacyjnych i transmisyjnych oraz z automatyzacji eksploatacji i utrzymania w skali całej sieci telekomunikacyjnej.

Zakłada się, że realizacja ZST w Polsce mogłaby przebiegać w trzech podstawowych okresach:

- 1/ do roku 1985 - prace typu badawczo-rozwojowego - opracowania koncepcyjne, analityczne, przygotowania warunków technicznych, projektów i modeli rozwiązań cząstkowych, projektów sieci modelowej;
- 2/ od około 1985 do roku 1990 - zbudowanie, uruchomienie i badanie sieci modelowej, prace wdrożeniowe i przygotowanie uruchomienia produkcji urządzeń ZST;
- 3/ po roku 1990 - stopniowa budowa krajowej sieci ZST.

W pierwszym okresie najważniejszymi problemami do rozwiązania będą:

1. W zakresie podstawowych opracowań koncepcyjnych:

- wybór służb i usług przewidywanych do zintegrowania w ZST,
- opracowanie koncepcji synchronizacji i sygnalizacji ZST,
- analiza porównawcza warunków technicznych poszczególnych usług i oszacowanie zapotrzebowania na nie w przyszłości,
- opracowanie charakterystyk ruchowych węzłów komutacyjnych poszczególnych rodzajów z określeniem strumieni ruchu i sposobów ich komutacji,

- opracowanie jednolitego systemu transmisji cyfrowej oraz wybór rodzaju środków transmisyjnych /kable, światłowody/ na poszczególnych poziomach hierarchicznych sieci ZST,
- opracowanie koncepcji eksploatacji i utrzymania ZST,
- opracowanie typoszeregów funkcjonalnych węzłów komutacyjnych, w tym opracowanie pól komutacyjnych i oprogramowania urządzeń sterujących.

2. W zakresie rozwiązań sprzętowych oraz struktury sieci:

- adaptacja obecnych rozwiązań urządzeń systemu E10 do potrzeb ZST - z punktu widzenia różnorodnych usług i rozszerzonych wymagań funkcjonalnych,
 - opracowanie urządzeń styku końcowych stacji abonenckich poszczególnych użytkowników z ZST,
 - wybór formatu informacji oraz sposobu ich komutowania,
 - opracowanie szczegółowe strategii sterowania dynamicznego eksploatacji i utrzymania, wybór komputerów, opracowanie systemu oprogramowania,
 - optymalizacja struktury sieci ZST,
-
- opracowanie zasad współpracy ZST z systemami klasycznymi,
 - przygotowanie projektu sieci modelowej,
 - bieżące dostosowywanie wszystkich rozwiązań ZST do zaleceń międzynarodowych /RWPG, CCITT/,
 - adaptacja elementów i podzespołów nowych technologii do potrzeb ZST,
 - opracowanie procedur wymiany informacji i sygnalizacji oraz opracowanie oprogramowania komutacyjnego dla poszczególnych procedur realizacji usług dla abonentów,
 - wykonanie modeli użytkowych i prototypów urządzeń nowo opracowanych.

Podczas realizacji prac okresu drugiego, podstawowymi problemami do rozwiązania byłyby:

- uruchomienie w sieci modelowej ZST urządzeń reprezentatywnych dla: styków wyposażenia abonenckich, traktów cyfrowych, centrów komutacyjnych, centrów eksploatacji i zarządzania, urządzeń synchronizacji i sygnalizacji,

- opracowywanie konstrukcji układów i urządzeń przystosowanej do produkcji wielkoseryjnej,
- sukcesywnie opracowywanie dokumentacji produkcyjnej i eksploatacyjnej,
- optymalizowanie rozwiązań na podstawie badań i eksploatacji sieci modelowej ZST,
- uruchomienie produkcji ZST.

Jak z powyższego przeglądu zagadnień wynika, oprócz wyżej wymienionych koniecznych uwarunkowań merytorycznych podstawowe^{x/} uwarunkowania decydujące o możliwości realizacji ZST w Polsce są następujące:

- konsekwentne upowszechnianie cyfrowych systemów komutacyjnych i transmisyjnych w sieci telefonicznej,
- produkcja bądź gwarantowany stały dostęp do cyfrowych układów scalonych wielkiej i bardzo wielkiej skali integracji,
- skupienie wokół problematyki ZST odpowiednio kwalifikowanej kadry specjalistów różnorodnych służb telekomunikacyjnych.

Prace w zakresie ZST, prowadzone dotychczas w Instytucie Łączności skupione były na studiach analitycznych problematyki, na podstawie doświadczeń obcych oraz na opracowaniu zarysu wstępnej koncepcji ogólnej ZST. Wydaje się, że Instytut Łączności byłby szczególnie powołany do tego, aby zwłaszcza w pierwszym okresie pełnić rolę jednostki wiodącej w dalszych pracach, bowiem problematyka ZST zamyka się prawie całkowicie w profilu badawczym tej Instytucji.

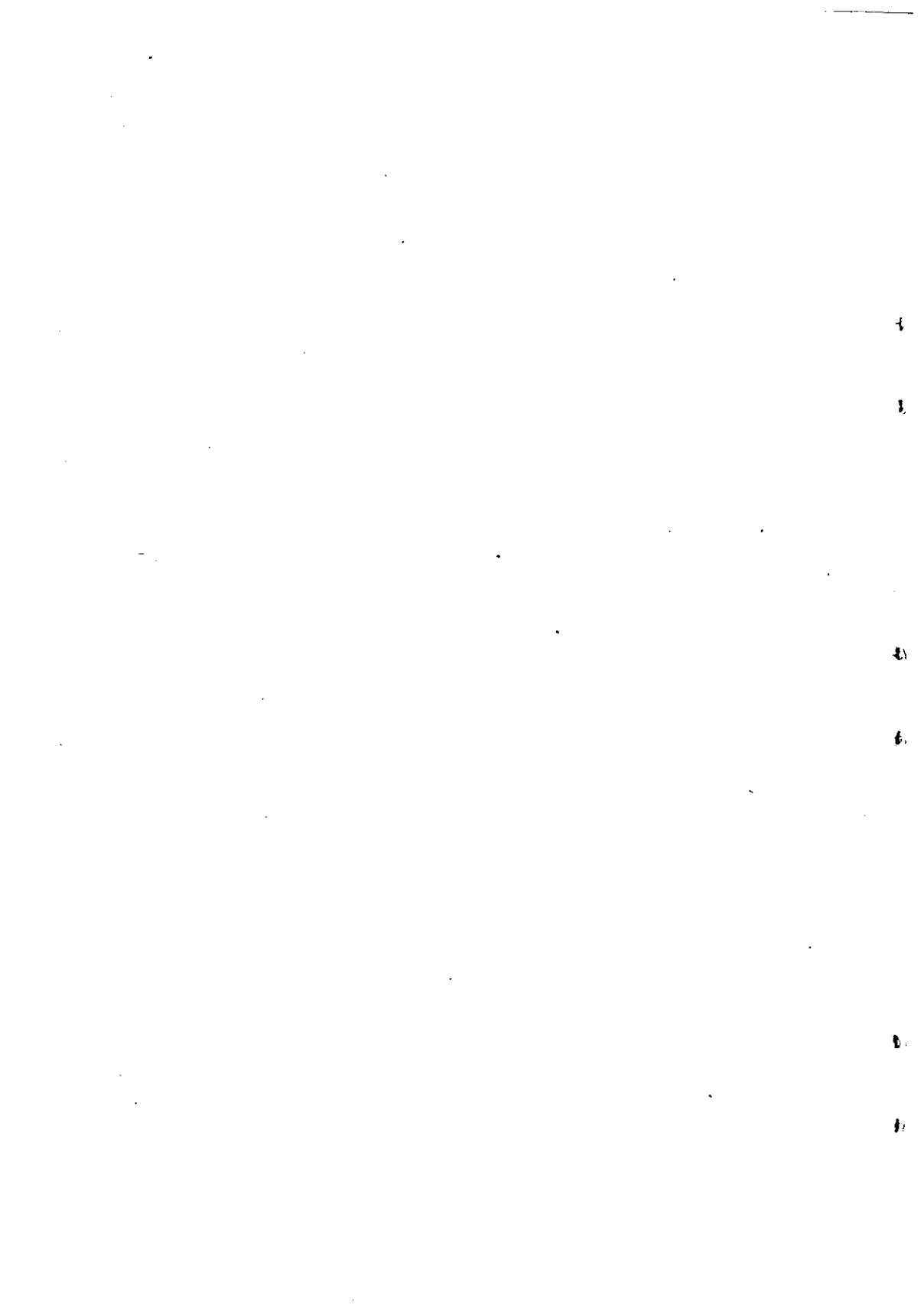
^{x/} Postulowane przez Autorów wdrożenie w Polsce Zintegrowanego Systemu Telekomunikacyjnego będzie możliwe w warunkach kompleksowego i zarazem dynamicznego rozwoju telekomunikacji krajowej /dop. Red./.

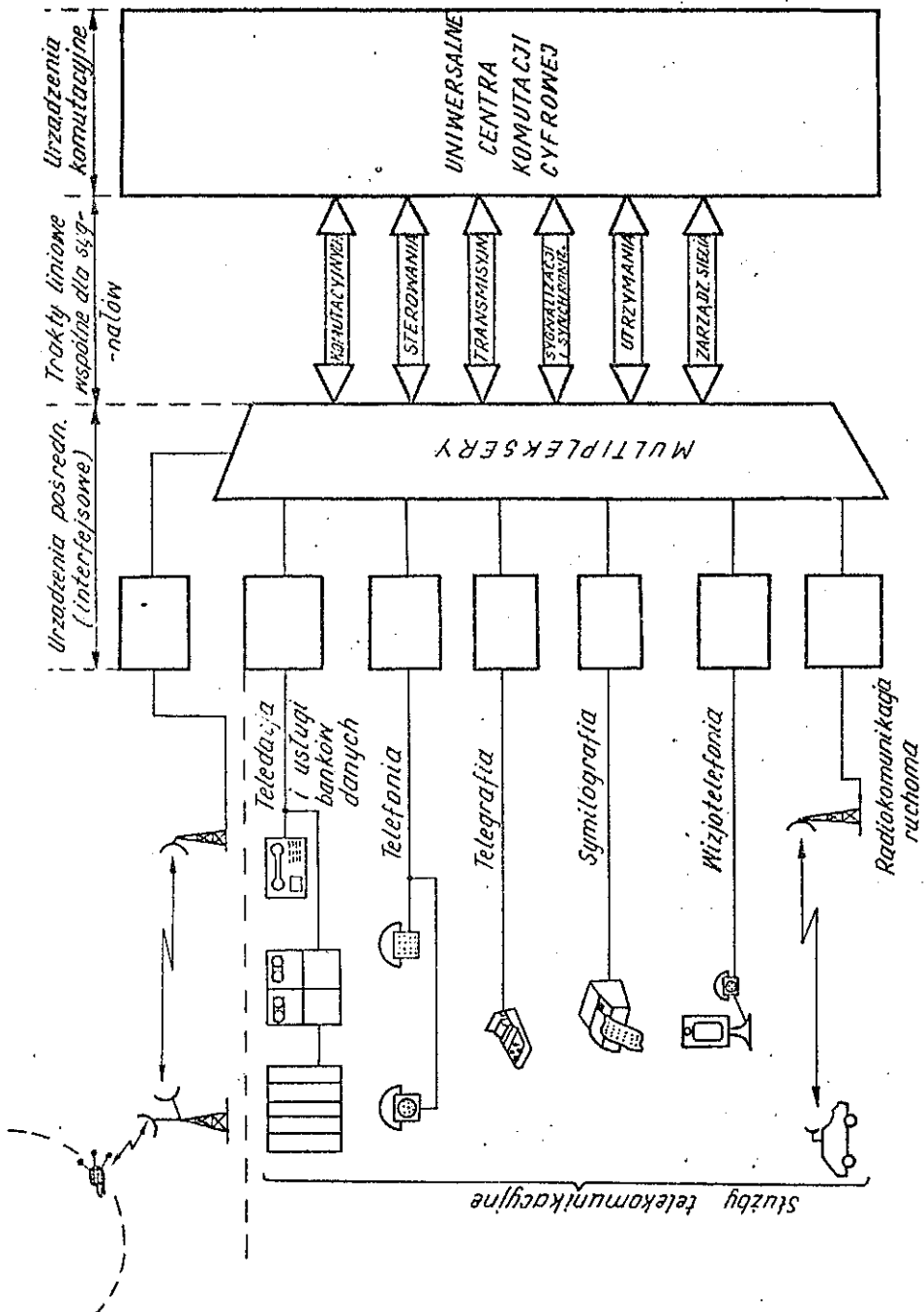
WYKAZ LITERATURY

1. Bray W.J.: The Integration of telecommunications. Australian Telecommunication Research. 1973 No 3.
2. Lucas P.: Les progrès de la commutation électronique dans le monde. Commutation et Electron. 1974 No 44.
3. Jacobaeus C.: Trends of development in telecommunication. Tendencje rozwojowe w telekomunikacji. Telecomm. J. Australia 1974 No 1.
4. Decina M., Pietromarchi A.: Intégration de technique et services dans de réseau numérique pour télécommunications. Rev. FITCE 1974 No 2.
5. Lambotte I.P.: Vues de la règle des T.T. sur l'évolution progressive du réseau de télécommunications vers, un réseau numérique intégré. Revue FITCE 1974, No 2.
6. Brande D.: Aspects techniques et économiques de l'implantation des numériques dans un réseau existant. Revue FITCE 1974, No 2.
7. Sowiński J.W.: Komputery w telekomunikacji. O niektórych tendencjach integracji sieci telekomunikacyjnych. Wiadomości Telekomunikacyjne. 1974, Nr 10.
8. Slow I.L., Purton R.F.: The background to future digital networks. System technology 1974, Nr 19.
9. Common channel in a digital network. Geneva: CCITT 1973, Nr dok. COM. XI-No 12-E COM. SP D-NR 6-E.
10. Common channel signaling in an integrated service digital network. CCITT. Komisja Studiów XI. Komisja studiów specjalna DM 1973-1976. Geneva: CCITT 1973, Nr dok. COM. SP. D-NR 5-E.
11. Michna J.: Zintegrowana sieć telekomunikacyjna. Sympozjum sterowania w systemach komutacji elektronicznej. Wrocław 1973.
12. Decina M.: Prospects for Techniques and services Integration into the Italian. Telecommunications Network. International switching symposium. München 1974.
13. Fischer K.: Aspects of service Integration in Analog and Digital Networks. International Switching Symposium, 244R. München 1974.

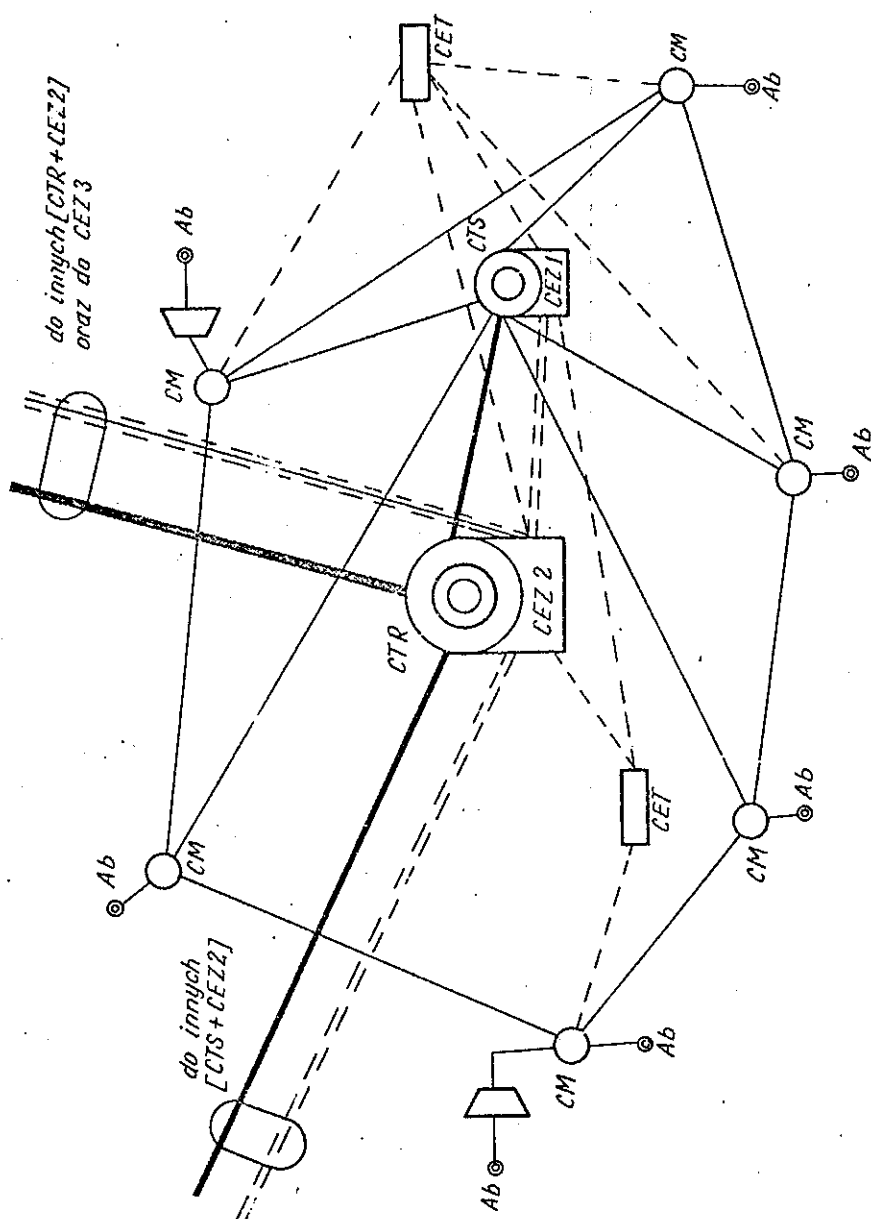
14. Gordon-Pearce: Multi-controls—a Possible Basis for the Next Generation of Switching System Organization, International Switching Symposium, 142R. München 1974.
15. Decina M., Pietromarchi A., Bovo A.: Development of Network Synchronization Techniques In Italy. International Conference on Communication. Philadelphia 1976.
16. Senese D.J., Snyder B.E.: Automated Centralized Maintenance Techniques for Electronic Switching Systems. International Switching Symposium. München 1974.
17. Bocker P.: Transmission de données dans les réseaux de télécommunications. Revue FITCE, 1975, vol. 13, No 3.
18. Report on the meeting held in Geneva from 29 October to 7 November 1973. CCITT 1973, COM. XI nr 30-E.
19. Sieci zintegrowane i ich aspekty ekonomiczne. Inf. proj. łączn. Ekonomiczna Informacja projektów łączności, BSiPt, 1975, Nr 1.
20. Martin J.: Przyszłość telekomunikacji. PWN, Warszawa 1975. Biblioteka Problemów T. 206.
21. Decina M., Ferra P.: Prospetiva di integrazione di tecniche e servizi nella rete italiana di telecomunicazioni. Telecomunicazioni, 1974 No 53.
22. Communications International, 1976 No 3.
23. Brown, Spindel, Phipps. Network Plannification. Bell System Technical Journal, 1975 No 5.
24. Machel R.E.: Acquiring Data for Network Planning and Control. Bell Lab. October 1974.
25. User's View of the Network. The Bell System Tech. Journal. 1975 No 5.
26. Network Synchronization. The Bell System Technical Journal. 1975 No 5.
27. Les futurs réseaux de télécommunication. J. Telecommun. Suisse. 1976 No 7.
28. Baker W.O., Mc Kay K.G.: Telecommunications in the future. Ericsson Rev. 1976 No 2.
29. Majewski W.: Sieci zintegrowana. Referaty zeszyt 18, Instytut Telekomunikacji PW. Warszawa 1976.

30. Teletransmisyjne systemy cyfrowe. WKiŁ, Warszawa 1976.
31. L.M. Ericsson Stockholm, 1977. Digital telephony. An introduction.
32. First European Conference on Optical fibre communication. IEE Conference Publication, No 132.
33. Microprocessors, Electronics. 1976 No 8.
34. Memories, Electronics. 1977 No 2.
35. Kaiser W.: Zukunfftige Telecommunication in der Bundesrepublik Deutschland-Ergebnisse der KtK-Beratungen. Nachrichtentech. Zeitschrift 3/76.
36. CCITT, Księga Zielona, vol. VIII.
37. Lucas P.: Les progrès de la commutation électronique dans le monde. Commut. et Electron, 1977 No 59.
38. Reeves H.S.V.: System Concepts Applications and Economics of Digital Line Systems. Telecommunications April 1977.
39. Johnson T., Soderberg L.: Computerized Operation and Maintenance System for Telephone Networks. Ericsson Review. 1977 No 1.
40. System komutacji elektronicznej E-10. Praca zbiorowa pod kierunkiem inż. Jerzego Błaszyka. WKiŁ, Warszawa 1977.
41. Materiały Międzynarodowego Sympozjum Komutacyjnego /ISS/. Paryż 1979.
42. Lucas P.: Les progrès de la commutation électronique dans le monde. Les enseignements du Colloque de Paris CIC - 1979 - ISS. Commutation et Transmission. 1979 No 2.
43. CCITT: Switching and Signalling in the ISDN. COM. XVIII - No 312-E, June, 1979.
44. CCITT: Studies of Digital Local Networks. COM. XI - No 277-E, April 1979.





Rys. 1. Szkic ideowy ZST



Rys. 2. Przykład koncepcji struktury łączy i central 20kV w obrębie strefy położonej w otoczeniu głównego miasta regionu

Legenda:

Rys. 2. Przykład koncepcji struktury łączy i central ZST w obrębie strefy położonej w otoczeniu głównego miasta regionu

Legenda:



Centrala tranzytowa Regionu /CTR/



Centrala tranzytowa Strefy /CST/



Centrala Miejskowa /CM/ z komutacją dla różnych użytkowników ZST



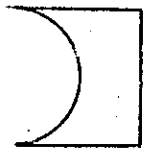
Abonenci urzędzenia końcowe i koncentratory różnych użytkowników ZST



Wiązki cyfrowych łączy transmisyjny przebiegów mowy i sygnalizacji wewnątrz strefy.



Wiązki cyfrowych łączy transmisyjny przebiegów mowy i sygnalizacji na relacjach CTS-CTR oraz CTR-CTR poszczególnych regionów



Centrum Eksploatacji i Zarządzania poziomu 2



Centrum Eksploatacji i Zarządzania poziomu 1

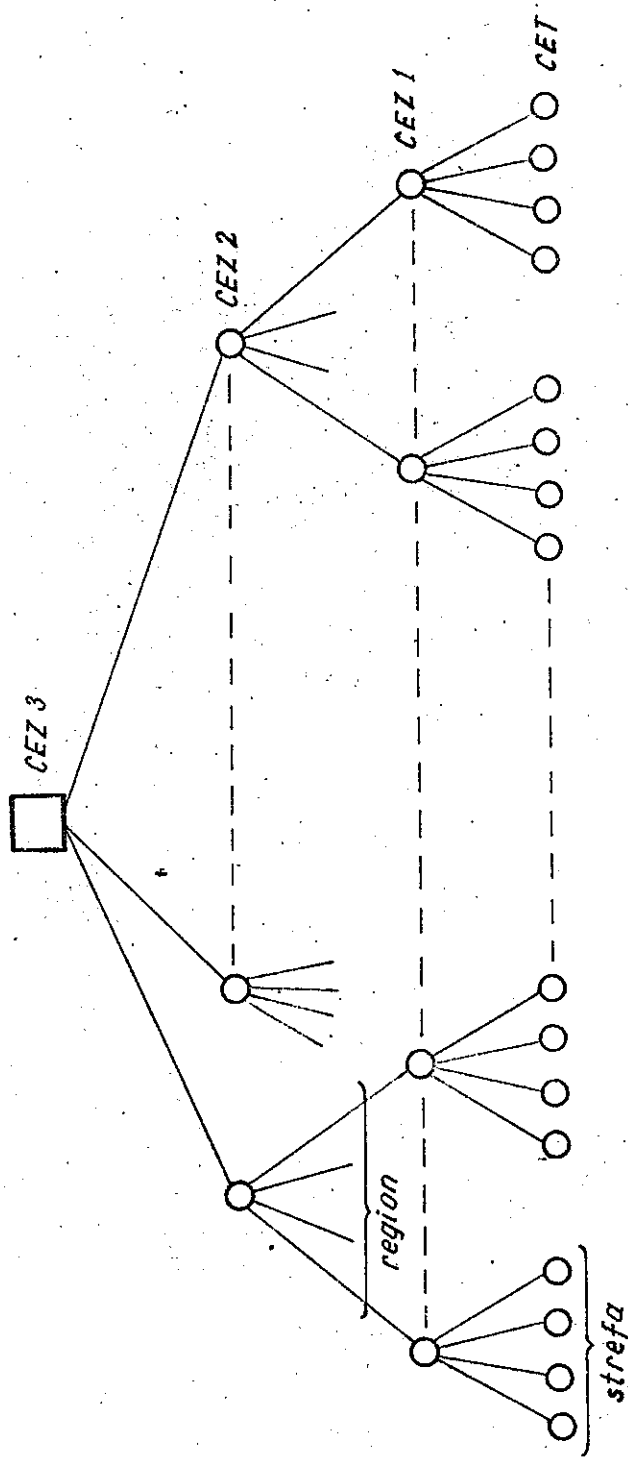


Centrum Eksploatacji Technicznej

Łączy cyfrowe transmisyjny danych, eksploatacji, zarządzania i sterowania na relacjach CM-CET, CET-CEZ1, CET-CEZ2

Łączy cyfrowe transmisyjny danych eksploatacji, zarządzania i sterowania na relacjach CEZ1-CEZ2, CEZ2-CEZ2 poszczególnych regionów

Łączy cyfrowe transmisyjny danych eksploatacji, zarządzania i sterowania siecią ZST na relacjach CEZ2-CEZ3



Rys. 3. Hierarchiczna struktura systemu eksploatacji i zarządzania siecią ZST

