

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności

Nr _____

BIULETYN

INFORMACYJNY

9(199)

1980

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności

Nr _____

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI



BIULETYN INFORMACYJNY

OK 20

WARSZAWA 1980

NR 9/199/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

Redaktor Naczelny - prof. mgr inż. Lesław Kędzieraki
Z-ca Redaktora Naczelnego - doc. dr inż. Krytyn Plewko

Redaktorzy działów:

doc. mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Monieszko

Adres Redakcji

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH REKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: mgr K. Juszkiewicz

Montaż tekstu: E. Milkiewicz

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności

Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do

Działu Wydawniczego 31.X.1980 r.

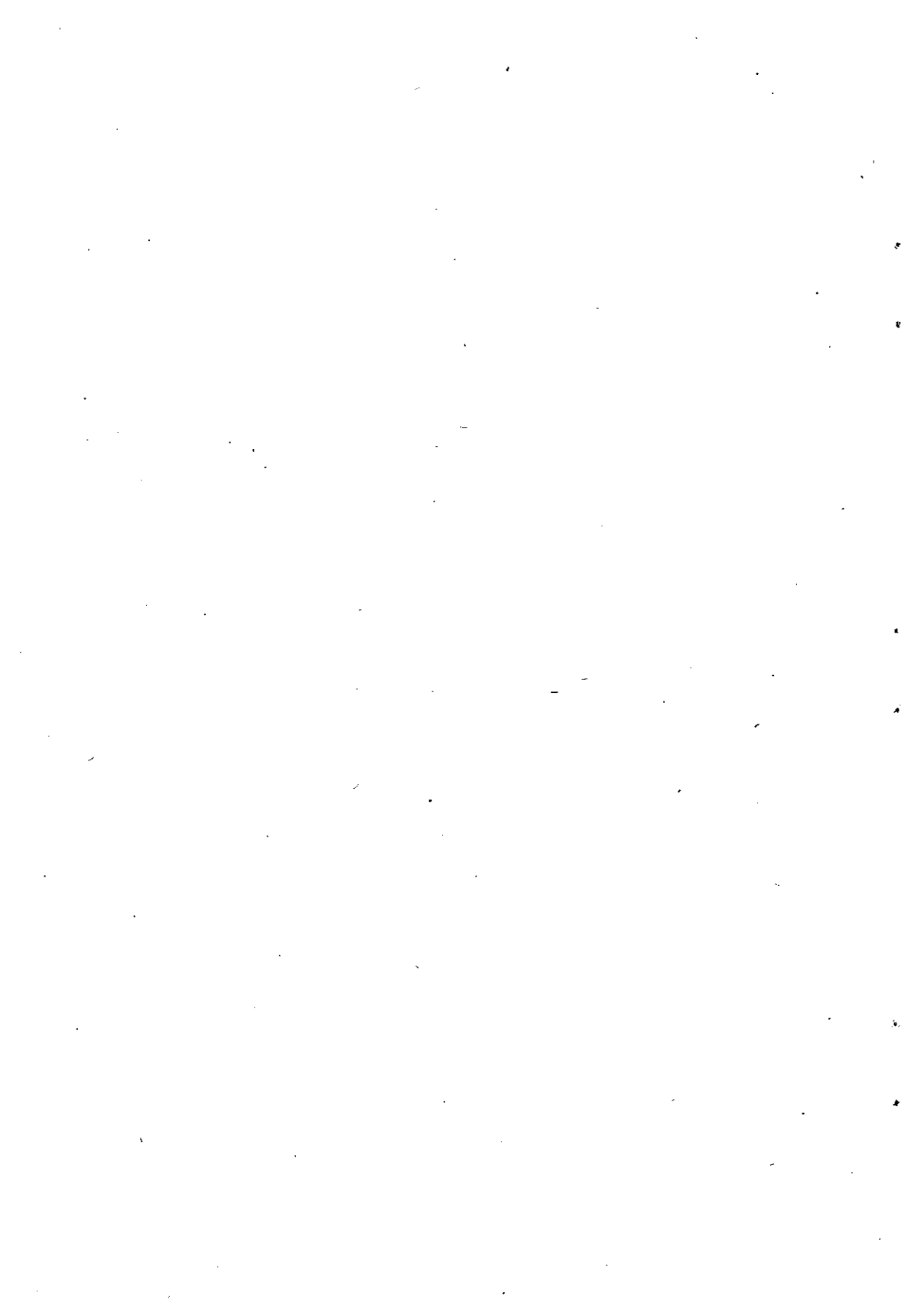
Druk ukończono w grudniu 1980 r.

Jerzy Trechciński

SIECI TELEFONICZNE, ICH ROZBUDOWA
I PRZYSZŁOŚĆ

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Dawne systemy i istniejące sieci telefoniczne	1
3. Założenia wyjściowe nowych rozwiązań łączności telefonicznej	7
4. Cyfrowy system telekomunikacyjny	11
5. Ogólne zasady rozbudowy istniejących sieci telefonicznych	14
6. Korzyści z wprowadzanych do sieci systemów o cyfrowej transmisji i komutacji	17
7. Przykład rozbudowy sieci telefonicznej w niezbyt dużej strefie numeracyjnej	20
8. Przykład rozbudowy sieci telefonicznej w strefie telefonicznej o dużym dominującym mieście	27
9. Rozbudowa sieci o dużym dominującym mieście z zastosowaniem systemów cyfrowych	33
10. Zintegrowana sieć telefoniczna jako baza w niedalekiej przyszłości dla integracji usług i użytkowników	35
Wykaz literatury	39



SIECI TELEFONICZNE, ICH ROZBUDOWA I PRZYSZŁOŚĆ

1. WSTĘP

Istniejące sieci telefoniczne ukształtowały się w większości przypadków, także w naszym kraju, w wyniku zastosowania w nich względnie prostych elektromagnesowych systemów telekomutacyjnych oraz łączy analogowych. Systemy te nie są już obecnie w zasadzie produkowane i zostały zastąpione w produkcji przez system krzyżowy oraz bardziej nowoczesny elektroniczny system cyfrowy.

Odmienne własności tych nowych systemów i inne sposoby ich wykorzystywania w sieciach telefonicznych wpłynęły na potrzebę zastanowienia się nad metodami rozbudowy sieci krajowej. W sieci tej istnieją bowiem dotychczasowe systemy elektromagnesowe, a obecnie wprowadza się do nich sukcesywnie, w możliwie korzystny sposób, nowe systemy. Optymalnej, według propozycji autora, metodzie rozbudowy istniejących sieci za pomocą nowych /z preferencją dla cyfrowych/ systemów telekomunikacyjnych zostało poświęcone niniejsze opracowanie.

2. DAWNE SYSTEMY I ISTNIEJĄCE SIECI TELEFONICZNE

Wspomniane wyżej elektromagnesowe systemy telekomutacyjne [1, 9, 12, 13] wykorzystywano przede wszystkim do tworzenia miejskich układów wielocentralowych. Centrale telefoniczne w omawianych układach objęte były jednolitą numeracją abonencką o tzw. skrytych cyfrach kierunkowych lub krócej "skrytą numeracją". W ramach takiej numeracji każdy abonent /niezależnie od lokalizacji na obszarze danej sieci

telefonicznej/ ma swój, różny od innych, numer abonencki o pewnej określonej dla całego układu liczbie cyfr. Wszystkie numery abonenckie przewidziane w planie numeracji danego układu wielocentralowego stanowią jego pojemność numeracyjną. Wraz ze wzrostem liczby abonentów może być konieczny wzrost pojemności numeracyjnej układu wielocentralowego, a w ramach tej operacji również zwiększenie liczby cyfr w numerach abonenckich.

Układy strukturalne central telefonicznych i rozwiązania ich zespołów funkcjonalnych są uzależnione od pojemności tych central oraz pojemności numeracyjnej sieci telefonicznej. Tak więc wraz ze zmianą pojemności poszczególnych central zmienia się ich układ strukturalny oraz rozwiązania niektórych zespołów, a w szczególności scentralizowanych zespołów sterujących.

Istotnym elementem wpływającym na rozwiązanie zespołów sterujących jest ich oprogramowanie zawarte w doborze elementów funkcjonalnych i ich okablowaniu. W związku z tym wszelkie zmiany w programach odbioru, przetwarzania i transmitowania informacji przez omawiane zespoły funkcjonalne wymagają kłopotliwych oraz kosztownych przeróbek, a czasem i rekonstrukcji tych zespołów. Wprawdzie stosowane w nich elementy konstrukcyjne są na tyle niedostatecznie trwałe, że i tak bywa konieczna częstsza rekonstrukcja scentralizowanych urządzeń sterujących przy nadal prawidłowo pracujących urządzeniach pola komutacyjnego. Taka rekonstrukcja może być /i tak w praktyce bywało/ wykonana z użyciem bardziej współczesnych elementów i właściwym wprowadzeniem modyfikacji programu pracy oraz struktury urządzeń sterujących.

Dalszym generalnym założeniem komplikującym rozwiązania omawianych elektromagnesowych systemów komutacyjnych jest sterowanie ustawianiem organów połączeniowych od strony wywołującej. Ten postulat jest realizowany w systemach o tzw. bezpośrednim sterowaniu z zastosowaniem transmitowania, w zasadzie bez przetwarzania, abonenckich impulsów wybierczych do poszczególnych organów w łańcuchu połączeniowym. W systemach zaś o tzw. pośrednim sterowaniu występuje bądź podobne

transmitowanie impulsów przez rejestr, nazywany abonenckim, bądź ustawianie organów połączeniowych od początku do końca łańcucha połączeniowego pod kontrolą tego rejestru.

Dodajmy, że systemy o bezpośrednim sterowaniu wymagają często znacznych niewykorzystywalnych rezerw w pojemności numeracyjnej. Ma to miejsce przy bardziej złożonych układach wielocentralowych i różnych pojemnościach central telefonicznych. W związku z tym wcześniej osiąga się większą liczbę cyfr w numerach abonenckich, niż wynika to z faktycznej liczby abonentów. W tym systemie nie jest też możliwe alternatywne kierowanie ruchu, co prowadzi do nieekonomicznych rozwiązań w sieci łączą międzycentralowych.

Gdy nie zmienia się pojemność danej centrali telefonicznej, a zmienia się pojemność numeracyjna sieci telefonicznej, zwłaszcza jeżeli rośnie liczba cyfr w numerach abonenckich, konieczna jest zmiana struktur poszczególnych central o bezpośrednim sterowaniu. Dla zmniejszenia bieżących kosztów i rozłożenia w czasie rekonstrukcji central telefonicznych niejednokrotnie podejmuje się decyzję doraźnego stosowania w sieciach miejscowych numeracji mieszanej. W takim przypadku pozostawia się część numerów abonenckich według dotychczasowego planu numeracji i wzrasta liczba numerów abonenckich o większej liczbie cyfr /o jedną/. To rozwiązanie może być praktycznie dopuszczane do użytku, lecz powoduje konieczność specjalnego podejścia do numeracji wskaźników międzymiastowych, gdy chce się utrzymać zalecaną jednolitość w numeracji krajowej w automatycznym ruchu międzymiastowym.

Jeżeli w sieci miejscowej stosowane są systemy o pośrednim sterowaniu, zmiany pojemności numeracyjnej układu wielocentralowego, przy niezmiennącej się pojemności danej centrali telefonicznej, nie pociągają za sobą zmian struktury układu pola komutacyjnego tej centrali. Natomiast wprowadza się pewne zmiany w odpowiednich zespołach urządzeń scentralizowanego sterowania mające często tzw. charakter aranżacyjny. Dzięki takim rozwiązaniom często można zwiększyć

liczbę cyfr w numerach abonenckich danej centrali telefonicznej bez istotnych zmian w rozwiązaniach zastosowanych w niej urządzeń sterujących.

W peryferyjnych obeerach podmiejskich i wiejskich poszczególnych miast w początkowych fazach automatyzacji miejscowych układów wielocentralowych stosowano bądź pojedyncze automatyczne centrale telefoniczne, bądź niewielkie układy złożone z kilku takich central. W tym ostatnim przypadku występowały też niejednokrotnie układy o jednej głównej lub węzłowej centrali telefonicznej otoczonej zbiorem central końcowych lub satelitowych.

W omawianym okresie automatyzacja łączności na większe odległości, a tym bardziej łączności dalekosiężnej, nie była rozwinięta. Wspomniane więc podmiejskie lub wiejskie centrale telefoniczne były powiązane z miastem poprzez ręczną sieć międzymiastową lub jej odmianę, nazywaną siecią podmiejską.

W miarę upływu czasu, gdy wzrastały możliwości tak zwanego zdalnego wybierania, coraz większe obszary wokół miast obejmowano jednolitymi układami wielocentralowymi. Rozszerzały się układy podmiejskie i wiejskie i ściślejsze stawało się ich powiązanie z poszczególnymi miastami. W wielu przypadkach telefoniczne powiązania zbioru miast na pewnych obszarach kraju były na tyle silne, że jeszcze przed przystąpieniem do automatyzowania ruchu międzymiastowego tworzono tak zwane okręgowe układy wielocentralowe.

Wspomniane tu przedsięwzięcia wymagały odpowiedniego "podejścia" do numeracji abonenckiej i wskaźników międzymiastowych pozwalających na współpracę central telefonicznych włączonych dotychczas do różnych układów wielocentralowych.

Generalnie biorąc, dąży się do tego, aby jeden miejscowy układ wielocentralowy był objęty jednym planem skrytej numeracji abonenckiej. Przewidując takie wymagania, stosowano w okręgowych, podmiejskich i wiejskich układach wielocentralowych centrale telefoniczne systemu rejestrowego lub też co najmniej wyposażano je w zespoły rozróżniające i współ-

bieżne pozwalające na oszczędniejsze rozwiązania i numerację o mniejszych rezerwach. Niemniej pełne objęcie wielu central telefonicznych, szczególnie niewielkich, skrytą numeracją abonencką bywało niejednokrotnie uznawane za zbyt kosztowne. Warto zauważyć, że centrale telefoniczne małej pojemności wnoszą większe koszty jednostkowe i to tym większe, im większa jest pojemność układu wielocentralowego o jednolitej skrytej numeracji. Jednocześnie mniejsze gęstości abonentów na obszarach tych central i wynikające stąd większe koszty instalacji abonenckich wpływały na mniejsze zainteresowanie Administracji łączności automatyczną łącznością podmiejską i wiejską w stosunku do łączności miejskiej i międzymiastowej. Poszukiwano więc, chociażby na okres przejściowy innych oszczędniejszych rozwiązań central podmiejskich i wiejskich. W związku z tym uznawało się również za dopuszczalne stosowanie dla połączeń między abonentami takich "quasi-wydzielonych" central telefonicznych lub ich niewielkich sieci, numeracji abonenckiej o mniejszej liczbie cyfr i jawnego prefiksu dla połączeń z innymi abonentami omawianego miejscowego układu wielocentralowego. Takie przedsięwzięcie wpływa oczywiście na bardziej luźne powiązanie obszarów podmiejskich i wiejskich, w miejscowych układach wielocentralowych, z sieciami telefonicznymi poszczególnych miast.

Omawiane centrale telefoniczne podmiejskie i wiejskie lub niewielkie układy takich central charakteryzują się zwykle niewielkim zainteresowaniem ruchowym do podobnych, zresztą często dość odległych, "sąsiadów". Poza niewielkimi więc wiązkami łączy pierwszego wyboru, najczęściej są one powiązane z właściwymi miejskimi centralami telefonicznymi, które pośredniczą w ich "dostępie" do całego układu wielocentralowego.

Trzeba tu jeszcze raz podkreślić, że istotny wpływ na koszt central telefonicznych ma podana wyżej zasada sterowania ustawianiem organów połączeniowych od strony wywołującej. Sprowadza się to bowiem do zastosowania w każdej nie-

mal centrali telefonicznej rozbudowanego zespołu przelicznika-analizatora, dysponującego pamięcią wszystkich wskaźników centralowych całego danego układu wielocentralowego. Wspomniane zespoły funkcjonalne analizują nadawane przez abonentów wywołujących wskaźniki centralowe zawarte na początku informacji adresowej i przeliczają je na ciągi cyfr, najczęściej dłuższe niż w przeliczanych wskaźnikach. Ciągi te są następnie nadawane przez rejestry w wyjściowej centrali telefonicznej. Tylko taki ciąg cyfr bowiem może zrealizować połączenie poczynawszy od wyjściowej centrali telefonicznej, poprzez łańcuch pośredniczących w nim central, do centrali telefonicznej abonenta żadanego.

W wyniku połączenia powyższych zasad sterowania z zasadą oprogramowania zawartego w okablowaniu, powstają systemy telekomutacyjne o różnych rozwiązaniach poszczególnych central telefonicznych. Systemy te wymagają w czasie eksploatacji w danym miejscowym układzie wielocentralowym wielu zmian i przeróbek, nieraz włącznie do rekonstrukcji określonych układów i zespołów funkcjonalnych. Dodajmy, że wynikający z takich założeń większy koszt mniejszych central telefonicznych wpływał często na zaniedbania telefonizacji pewnych słabiej zaludnionych obszarów na terenie działania danego układu wielocentralowego. Omawiane mniejsze centrale telefoniczne były niejednokrotnie produkowane z użyciem częściowo innych elementów funkcjonalnych oraz z zastosowaniem innych rozwiązań schematowych niż masowo stosowane w tych samych układach wielocentralowych centrale telefoniczne większej pojemności. W ten sposób tworzyła się dodatkowa - w zasadzie małoseryjna - produkcja małych i stosunkowo drogich obiektów, nie objętych jednolitymi rozwiązaniami systemu telekomutacyjnego stosowanego w danym kraju.

Rozszerzyć też trzeba jeszcze informację dotyczącą pojemności numeracyjnej strefy numeracyjnej, a więc liczby cyfr w numerach abonenckich w różnych okresach rozwoju łączności telefonicznej na danym obszarze. Praktycznie biorąc stwierdza się zawsze stały wzrost liczby abonentów w sieci

telefonicznej występujący z mniejszą lub z większą intensywnością. W przeciętnych przypadkach spotkać się można z podwojeniem liczby abonentów w okresie od siedmiu do piętnastu lat, zwiększeniem pięciokrotnym w okresie od 17 do 35 lat oraz zwiększeniem dziesięciokrotnym w okresie 24 do 50 lat. Dodajmy, że przy zalecanej rezerwie w numeracji na około 50 lat, nawet przy podanej tu niższej intensywności rozwoju łączności telefonicznej, trzeba się liczyć co najmniej z dziesięciokrotną planowaną pojemnością numeracyjną w stosunku do aktualnej liczby wykorzystywanych w strefie numeracyjnej numerów abonenckich. Jednolita skryta numeracja o pojemności numeracyjnej rzędu 80 000 numerów abonenckich wiąże się zwykle z numeracją pięciocyfrową, 800 000 numerów abonenckich z numeracją sześciocyfrową oraz ponad 800 000 numerów abonenckich z siedmiocyfrową. Przy przekraczaniu podanych wyżej granicznych wielkości pojemności numeracyjnej, jeżeli nie dopuszcza się stosowania numeracji abonenckiej o dwóch długościach, trzeba wszystkie numery abonenckie powiększyć o jedną cyfrę, przechodząc odpowiednio z numeracji 5-cyfrowej na 6-cyfrową lub z 6-cyfrowej na 7-cyfrową.

3. ZAŁOŻENIA WYJŚCIOWE NOWYCH ROZWIĄZAŃ ŁĄCZNOŚCI TELEFONICZNEJ

W wyniku kilkunastoletnich doświadczeń w skali międzynarodowej z sukcesywnie elektroniczowanymi systemami Crossbar i dalszym rozwojem opieranym na elektronicznych systemach telekomutacyjnych, ukształtowały się pewne nowe założenia rozwiązań łączności telefonicznej we współczesnych i przyszłych układach sieci telefonicznej oraz w sieciach z integracją takich usług jak przede wszystkim telefonia i transmisja danych.

Zmieniły się przede wszystkim poglądy na rozwiązanie sterowania połączeniami w układach wielocentralowych ze stosowaniem przy tym takiego przetwarzania i przekazywania infor-

macji adresowych między zespołami sterującymi poszczególnych central telefonicznych, aby centrala wyjściowa nie musiała mieć zapisaną w programie "geografię" układu wielocentralowego. Ma ona zatem zadanie sterowanie połączeniami od własnego abonenta wywołującego bądź do abonenta żadanego w tej samej centrali, bądź też do łącza wyjściowego z tej centrali do innej centrali telefonicznej w danym miejscowym układzie wielocentralowym. W tym drugim przypadku urządzenia sterujące centrali wyjściowej analizują odbierany od abonenta wskaźnik centralowy i wybierają wiązkę łączy, która bezpośrednio albo z tranzytowaniem ruchu przez inne właściwe centrale "prowadzi" do centrali abonenta żadanego. Transmitują one następnie do współpracującej centrali telefonicznej najczęściej od początku informację adresową odebraną poprzednio od abonenta wywołującego. Jeżeli przy tym ta druga centrala telefoniczna tranzytuje ruch na drodze połączeniowej do centrali abonenta żadanego, to mogą być w zasadzie stosowane dwa sposoby dalszego transmitowania informacji adresowych do następnej centrali. Może być przy tym realizowana transmisja bez pośrednictwa urządzeń sterujących w centrali tranzytującej lub pośrednie przetwarzanie informacji przez te urządzenia i retransmisja właściwych informacji adresowych do następnej centrali telefonicznej w łańcuchu połączeniowym. Jeżeli centrale tranzytujące ruch pracują wg pierwszego sposobu, to odbierają one nadawany przez centralę wyjściową wskaźnik centralowy lub część cyfr tego wskaźnika, wystarczającą do wysterowania połączenia z łączem wyjściowym do następnej centrali telefonicznej. Po zestawieniu połączenia w centrali tranzytującej do tej następnej centrali, centrala wyjściowa przekazuje właściwe informacje adresowe do urządzeń sterujących omawianej następnej centrali telefonicznej, wykorzystując przy tym drogę połączeniową przez centralę tranzytową. Jest to tzw. system transmitowania informacji adresowych "od końca do końca" i realizowany we współczesnych systemach telekomutacyjnych najczęściej za pomocą tak zwanej współzależnej sygnalizacji kodowej.

Wspomniany drugi sposób we współczesnych systemach telekomutacyjnych stosowany jest najczęściej do bezpośredniej transmisji informacji między urządzeniami sterującymi poszczególnych central z zastosowaniem tzw. wspólnych kanałów sygnalizacyjnych. Taka sygnalizacja wykorzystuje w zasadzie możliwości szybkiej transmisji danych w wydzielonych dla tego celu telefonicznych kanałach analogowych lub cyfrowych. Omawiany system przekazywania informacji pomiędzy urządzeniami sterującymi obejmuje w zasadzie cały zestaw sygnałów należących w dotychczasowych rozwiązaniach zarówno do zbioru sygnałów liniowych, jak i sygnałów rejestrowych.

Centrala przyściowa, jak widać, odbiera informacje adresowe od centrali wyjściowej bezpośrednio albo z retransmisją tych informacji przez centralę tranzytującą, po kanale rozmównym albo po wspólnym kanale sygnalizacyjnym i steruje zestawieniem połączenia do abonenta żądanego.

Dodać tu można, że oba nowoczesne systemy transmitowania sygnalizacji komutacyjnej, a więc po kanałach rozmównych z wykorzystaniem odpowiedniego kodowania czy też po wspólnych kanałach sygnalizacyjnych z wykorzystaniem transmisji danych, cechują się znacznie większą niezawodnością niż systemy transmitowania impulsowych informacji adresowych w dawniej stosowanych systemach telekomutacyjnych.

Drugą znamiennej inowacją we współczesnych systemach telekomutacyjnych jest tzw. programowane sterowanie. Oznacza to rezygnację z dotychczasowego "tworzenia" programu pracy urządzeń komutacyjnych przez dobór elementów i ich okablowanie. Oznacza to też większe ujednoczenie produkcji sprzętu telekomutacyjnego i specyfikowanie poszczególnych central telefonicznych czy centrów komutacyjnych dla transmisji danych przez wpisanie do pamięci odpowiednich modułów podprogramów operacyjnych i odpowiednich danych charakteryzujących tzw. otoczenie centrali. Zakłada się również, że w czasie eksploatacji będą zmieniały się parametry układu wielocentralowego /numeracja, kierowanie ruchu itp./ oraz będą pojawiały się, dzięki postępowi w telekomunikacji, nowe funkcje i przebiegi. Można je będzie wtedy wprowadzać do istnieją-

cych urządzeń bez zmian w sprzęcie komutacyjnym, ograniczając się jedynie do zmian w oprogramowaniu. Dodajmy, że wprowadzanie programu i zmiany w poszczególnych jego modułach mogą być dokonywane za pomocą dużego stacjonarnego komputera oraz wprowadzane również zdalnie do pamięci programu poszczególnych obiektów telekomunikacyjnych.

Podkreślić można, że omawiane założenia generalnie oprogramowania urządzeń telekomutacyjnych realizowane są praktycznie za pomocą elektronicznego sterowania opartego początkowo na procesorze, a następnie na mikroprocesorze. Podstawowymi cechami takich urządzeń sterujących są m.in. praca w rozdzielale czasowym oraz transmisja i przetwarzanie informacji w postaci cyfrowej. Urządzenia oparte na mikroprocesorach charakteryzują się poza tym, z natury rzeczy, modułową strukturą sprzętu, czyli tzw. hardware'u i oprogramowania, czyli tzw. software'u. Scentralizowane elektroniczne programowane sterowanie stosuje się w praktycznych rozwiązaniach urządzeń telekomutacyjnych zarówno o przestrzennym rozdzielale naturalnych kanałów transmisji informacji w polu komutacyjnym, jak i przy uwielokrotnieniu kanałów w polu komutacyjnym z wykorzystaniem rozdzielału czasowego. Podstawowe moduły urządzeń sterowania mogą pozostać takie same zarówno przy jednym, jak i przy drugim systemie komutacji, a zmiany się mogą ewentualnie tylko peryferyjne moduły pośredniczące tak zwane interfejsy.

Najbardziej wreszcie współczesne urządzenia telekomutacyjne oparte są na wykorzystywaniu cyfrowej komutacji. Tego typu komutacja w połączeniu z rozpowszechniającą się jednocześnie transmisją cyfrową umożliwia uzyskiwanie bardzo ekonomicznych rozwiązań układów wielocentralowych. Możliwe jest przy tym wykorzystywanie istniejących w sieci miejscowej linii kablowych do tworzenia, z zastosowaniem uwielokrotnienia cyfrowego, nowych łączy międzycentralowych. Bardzo małe rozmiary i ciężar urządzeń komutacyjnych umożliwiającą z kolei lokowanie ich w pomieszczeniach o parametrach pomieszczeń mieszkalnych, a niektóre części tych urządzeń w pawilonach, kioskach i kontenerach. Omawiane systemy telekomunikacyjne mo-

gą kompleksowo i w bardziej jednolity sposób obsłużyć telefonizowany obszar przy stosunkowo małej zależności kosztów inwestycji od gęstości abonentów na tym obszarze.

Omawiany system, przy wykorzystaniu go tylko do łączności telefonicznej, charakteryzuje się integracją teletransmisyjnej i telekomutacyjnej techniki cyfrowej. W ramach takiej integracji technik tworzy się centra komutacyjne^{x/} o komutacji cyfrowej i programowanym sterowaniu, które w dalszym ich rozwoju będą mogły komutować również strumienie informacji cyfrowych transmisji danych. W ten sposób można będzie dojść w przyszłości do jednolitej sieci użytku publicznego o integracji wszystkich usług.

4. CYFROWY SYSTEM TELEKOMUNIKACYJNY

Omawiany dalej cyfrowy system telekomunikacyjny [10, 12] jest systemem o cyfrowej transmisji i komutacji oraz o programowanym sterowaniu realizowanym w strukturze rozproszonej. Podstawową też cechą tego systemu jest centralizacja obsługi eksploatacyjnej w specjalnym, skomputeryzowanym Centrum Eksploatacji Technicznej /CET/, nadzorującym odpowiedni zbiór centrów komutacyjnych na danym obszarze układu wielocentralowego. Wydzielenie eksploatacji technicznej prowa-

x/ Warto podkreślić, że termin centrum komutacyjne lepiej odzwierciedla zadania i funkcje określonego w nim zbioru urządzeń i programów niż używany dotychczas termin centrala telefoniczna, tym bardziej, że wyróżnia rysuje się wykorzystywanie ich nie tylko dla telefonii, ale także dla innych usług w sieci użytku publicznego. W związku z tym w niniejszym opracowaniu wprowadzono ten termin /również z odpowiednimi określeniami dodatkowymi/ w odniesieniu do omawianych nowoczesnych urządzeń telekomutacyjnych, jak na przykład główne centrum komutacyjne, satelitowe centrum komutacyjne, tranzytowe centrum komutacyjne, miejscowe centrum komutacyjne, międzymiastowe centrum komutacyjne czy centrum komutacyjne dla łączności dalekosiężnej i abonenckie centrum komutacyjne.

dzi praktycznie, jak to się krótko określa, do rozdzielenia sterowania komutacyjnego i eksploatacyjnego. Sterowanie w centrach komutacyjnych specjalizuje się przy tym w wykonywaniu, pod zdalnym nadzorem sterowania eksploatacyjnego, w zasadzie tylko funkcji komutacyjnych.

Rozproszona struktura opisywanego systemu telekomutacyjnego /rys. 1/x/ wyraża się podziałem na główne centra komutacyjne /CG/ i "towarzyszące" im centra satelitarne /CS/. Jedno główne centrum komutacyjne, zawierające urządzenia samodzielnego programowanego sterowania przebiegami komutacji oraz podporządkowane mu satelitarne centra komutacyjne stanowią wyodrębnioną jednostkę sieciową lub elementarny układ centrów komutacyjnych cyfrowego systemu telekomutacyjnego. Część abonentów omawianej jednostki jest podłączonych do głównego centrum komutacyjnego za pośrednictwem tak zwanych lokalnych abonenckich stopni komutacyjnych. Pozostali abonenci są podłączeni do satelitowych centrów komutacyjnych, zbudowanych z wykorzystaniem tak zwanych wyniesionych abonenckich stopni komutacyjnych. W tym rozwiązaniu analogowe łącza abonenckie są stosunkowo krótkie, a więc i stosunkowo tanie.

Komutacji w stopniu abonenckim towarzyszy przetworzenie analogowej postaci przebiegu rozmównego w łączu abonenckim na postać cyfrową w łączu między CS i CG. W centrum CG zastosowano cyfrową komutację. Łącza do współpracy między poszczególnymi CG są łączami cyfrowymi i mogą być realizowane na torach przewodowych i radiowych. W uzasadnionych przypadkach mogą być stosowane dodatkowe urządzenia w sieci łączy abonenckich, służące do zwiększenia ekonomiczności jej budowy, w postaci stosunkowo niewielkich koncentratorów, np. o pojemności 60 abonentów na 8 łączach analogowych między stacyjnym i liniowym wyposażeniem koncentratora.

Wspomnijmy jeszcze o programowanym sterowaniu, które jest

x/ Rysunki umieszczono na końcu artykułu.

charakterystyczne dla tego typu nowoczesnych systemów telekomunikacyjnych. Odpowiednie programy zostają wpisane do pamięci w urządzeniach sterujących w CG oraz pamięci w CS. Oprócz tego do pamięci wpisywane są informacje o aktualnie stosowanej numeracji abonenckiej, o dyskryminacji wskaźników centralowych, o kategoriach abonentów, o świadczeniu im poszczególnych dodatkowych udogodnień, kierowaniu ruchu itp.

Dodajmy, że poszczególne łącza abonenckie i wiązki łączy międzycentralowych mają swoje numery związane z układem strukturalnym centrum komutacyjnego CG i podporządkowanych mu CS. Numery te nazywane są numerami urządzeniowymi i oznaczają "położenie" w poszczególnych zespołach łączy dołączonych do centrum komutacyjnego. Numery zaś, za pomocą których wybiera się danego abonenta lub służbę specjalną zwane są numerami katalogowymi.

Bardzo ważną procedurą jest pobieranie informacji z pamięci za pomocą adresów, którymi są bądź numery urządzeńowe bądź katalogowe. Gdy na przykład abonent wywołujący inicjuje połączenie telefoniczne, zostaje on zidentyfikowany przez zespół sterujący w jego stopniu abonenckim i zostaje "odczytany" przy tym numer urządzeniowy abonenta. Z tym adresem "idzie się" do centralnej pamięci danych w CG, która z właściwej komórki pamięci podaje kategorię, cechy udogodnień i numer katalogowy abonenta. Numerem katalogowym abonenta żadanego "woła się" pamięć po zakończeniu procesu wybierania i w odpowiedzi podaje ona przede wszystkim numer urządzeniowy abonenta i jego kategorię. Na podstawie dopiero tych danych można dotrzeć do łącza abonenta żadanego. Cyframi wskaźnika centralowego adresuje się komórkę pamięci, w której zapisany jest numer urządzeniowy wiązki łączy do współpracującego centrum komutacyjnego i procedura nadawania do niego informacji adresowych.

Omawiane rozwiązania z adresowalną pamięcią, o bardzo szerokich możliwościach zapisu właściwych danych, wprowadzają dużą elastyczność do numeracji abonenckiej oraz w kierowaniu ruchu. Umożliwiają też przydzielanie zbiorów numerów abonenckich o różnych długościach i o różnych wskaźnikach

różnym zbiorom abonentów w tej samej jednostce danego systemu komutacyjnego.

Pierwszy, a zarazem podstawowy zapis programu pracy i zbioru danych może być opracowany przez producenta i wprowadzony wstępnie do odpowiednich pamięci za pomocą komputera fabrycznego. Realizuje się tę procedurę w dziale kontroli zbytu, gdzie testuje się po wyprodukowaniu cały zestaw sprzętu przygotowywanego do montażu centrum komutacyjnego. Omawiany program i zbiór danych może być utrwalony na taśmie dziurkowanej lub magnetycznej i w ten sposób przystosowany do wprowadzenia do urządzeń oddawanych do eksploatacji za pośrednictwem właściwego terminala w centrum eksploatacji technicznej CTI. Za pośrednictwem tego terminala w CTI, personel eksploatacyjny może dokonywać następnie koniecznych zmian w programie i zbiorze danych, skreślając pewne fragmenty i wprowadzając nowe. W ten sposób uzyskuje się więc elastyczność i prostotę przystosowania poszczególnych centrów komutacyjnych do aktualnych potrzeb w czasie eksploatacji.

5. OGÓLNE ZASADY ROZBUDOWY ISTNIEJĄCYCH SIECI TELEFONICZNYCH

Przytoczone poprzednio względy [5, 7] wskazują, że - wraz z rozwijającą się produkcją nowych systemów telekomunikacyjnych - powinno się w zasadzie podjąć decyzję zaniechania rozbudowy istniejących centrów komutacyjnych dawnego systemu. Mogą oczywiście występować wyjątkowe przypadki celowości uzupełniania wyposażenia określonych centrów typowym dla nich sprzętem do optymalnej pojemności w danym miejscu ich lokalizacji.

Generalnie biorąc, decyzja dalszego, w zasadzie doraźnego, użytkowania istniejących centrów komutacyjnych w rozbudowywanej sieci powinna być poparta stwierdzeniem przydatności tego sprzętu do dalszej pracy. Powinny być wzięte poza tym pod uwagę większe koszty nowo instalowanych centrów spowodowane takimi wadami starszych systemów, jak: wolniejsze

i bardziej zawodne przekazywanie i przetwarzanie informacji adreśowych oraz nieelastyczność i błędy w zestawianiu połączeń.

Pozostawieniu w sieci istniejących centrów komutacyjnych może towarzyszyć utrzymanie istniejącej sieci łączy międzycentralowych z aktualnym ich wyposażeniem i z zachowaniem w większości przypadków do współpracy między nimi istniejących systemów sygnalizacji komutacyjnej. Jeżeli jednak częściej występują przypadki szczególnie błędnego lub niekorzystnego zestawiania przez nią połączeń, można tranzytować ruch przez nowe wprowadzane do sieci centra komutacyjne. Pozwoli to na podniesienie jakości transmisji sygnałów komutacyjnych dzięki zastosowaniu do tego celu wspomnianych wyżej nowoczesnych i niezawodnych systemów sygnalizacji. Podkreślić też trzeba korzyści techniczne i ekonomiczne z tworzenia nowych, głównie cyfrowych, łączy międzycentralowych, łączących przede wszystkim między sobą nowe centra komutacyjne, ale także wykorzystywanych w uzasadnionych przypadkach, do uzupełniania wiązek łączy między dawnymi centrami komutacyjnymi.

Nowe centra komutacyjne przewiduje się przede wszystkim do obsługi nowych abonentów, a także abonentów starych likwidowanych centrów. W ten sposób minimalizuje się i ewentualnie korzystnie rozkłada w czasie nowe inwestycje, gdyż nowe centra obliczane są w zasadzie tylko na "przyrost" pojemności sieci oraz jej sukcesywną modernizację. Ponieważ konfiguracja nowej sieci musi, ze względu na optymalność jej budowy, być dostosowana do rozkładu wspomnianego przyrostu, może mieć miejsce różna konfiguracja dotychczasowej i nowo tworzonej sieci. Fakt ten jednak nie ma jakiegoś istotnego znaczenia, gdyż sieć nowych łączy zostaje zrealizowana równoległe do istniejącej sieci i nałożona na nią. Przy dalszym rozwoju sieci nowe centra komutacyjne, ulokowane w zasadzie w niezbyt dużej odległości od poszczególnych centrów istniejącej sieci, mogą być wykorzystywane do tranzytowania właściwej części ruchu wychodzącego z tych istniejących centrów.

Omawiane rozwiązanie nie powinno w zasadzie powodować ko-

nieczności rozbudowywania stopni komutacyjnych w starszych centrach, których pojemność nie zwiększa się; nie trzeba także dodawać do nich jakiegokolwiek nietypowego sprzętu. Dla zapewnienia zaś kierowania ruchu od centrów w dotychczasowej sieci do zbioru nowych centrów komutacyjnych wystarczy powiązać każde centrum z pierwszego zbioru z jednym tylko przystosowanym do tego i najkorzystniej położonym nowym centrum komutacyjnym. Takie powiązania powinny być realizowane przede wszystkim za pomocą łączy cyfrowych również z tego względu, że zakończenia tych łączy, zbudowane w nowoczesnej technologii elektronicznej, mogą być z reguły wprowadzane do istniejących centrów komutacyjnych, co jest bardzo korzystne/.

Proponowane rozwiązanie jest również uzasadnione tym, że w początkowym okresie rozbudowy sieci, kiedy centrów nowego systemu jest stosunkowo jeszcze niewiele, nie ponosi się kosztów związanych ze zmianą kierowania i załatwiania ruchu między centrami dotychczasowej sieci. Koszty te mogą zostać nawet zmniejszone przez zastosowanie na przykład tranzytowania szczytów ruchu poprzez nowe centra komutacyjne.

Nowe centra komutacyjne, zgodnie z przytoczonymi zasadami, nie powinny być przesadnie rozbudowane, gdyż nie mają być one obciążane załatwianiem w ich stanie początkowym dużych strumieni ruchu dotychczasowej sieci. Jednak połączenia kierowane od abonentów istniejących do abonentów nowych centrów komutacyjnych powinny przebiegać w większej części przez urządzenia nowej sieci. Takie rozwiązanie zapewnia bowiem lepszą jakość transmisji i większą niezawodność zestawiania połączeń. Połączenia w kierunku przeciwnym, to znaczy od abonenta nowej sieci do abonenta w sieci istniejącej, powinny być również zestawiane, w większości przypadków, za pośrednictwem nowej sieci z wykorzystaniem tylko małej końcowej części łańcucha połączeniowego w urządzeniach sieci istniejącej.

Omawiane nowe centra komutacyjne mogą oferować nowym oraz także starym przełączonym z istniejącej sieci abonentom, nowe usługi i udogodnienia.

6. KORZYSCI Z WPROWADZANYCH DO SIECI SYSTEMÓW O CYFROWEJ TRANSMISJI I KOMUTACJI

Łącza cyfrowe mogą być tworzone z zastosowaniem odpowiednich nowo budowanych linii kablowych. Tańszym jednak sposobem jest uzyskiwanie takich łączy przez uwielokrotnianie łączy naturalnych w istniejących kablach miejskich i okręgowych [2, 5, 6, 7, 10, 11]. Innym też korzystnym sposobem jest stosowanie istniejących podbudów dotychczasowych linii napowietrznych do prowadzenia cienkich kabli samowiszących przystosowanych do łączy cyfrowych. Generalnie biorąc, koszt łączy cyfrowych jest stosunkowo niski również przy większych odległościach między centrami komutacyjnymi. Warto zwrócić uwagę na równoważniki kosztu łączy naturalnych i łączy cyfrowych, które uwidaczniają korzyści ze stosowania łączy cyfrowych. Jako koszt jednostkowy przyjęto do tego porównania średni koszt jednego kilometra łączy abonenckiego. Równoważniki kosztu /na abonenta/ podstawowych rodzajów łączy międzycentralowych przedstawiono w tabelicy 1.

Tabelica 1

Równoważniki kosztu łączy międzycentralowych

l [km]	4	6	8	10	15	20	30	40	50
r ₁	0,3	0,45	0,6	0,75	1,13	1,5	2,25	3,0	3,75
r ₂	-	-	0,6	0,63	0,7	0,78	0,93	1,1	1,23
r ₃	0,06	0,09	0,12	0,15	0,23	0,3	0,45	0,6	0,75
r ₄	0,3	0,33	0,36	0,39	0,47	0,54	0,69	0,84	0,99
r ₅	0,6	0,9	1,2	1,5	2,25	3,0	4,5	6,0	7,5
r ₆	0,1	0,15	0,2	0,25	0,37	0,5	0,75	1,0	1,25
r ₇	0,6	0,65	0,7	0,75	0,87	1,0	1,25	1,5	1,75

Objaśnienia skrótów:

l - długość łączy w km;

- r_1 - równoważnik średniego kosztu analogowych międzycentralowych łączy wyjściowych danego centrum komutacyjnego;
- r_2 - równoważnik średniego kosztu traktu liniowego międzycentralowych wyjściowych łączy cyfrowych, powiększony o koszt przetworników analogowo-cyfrowych na obu końcach łączy;
- r_3 - równoważnik średniego kosztu traktu liniowego międzycentralowych wyjściowych łączy cyfrowych;
- r_4 - równoważnik średniego kosztu traktu liniowego międzycentralowych wyjściowych łączy cyfrowych, powiększony o koszt przetworników analogowo-cyfrowych na jednym końcu łączy;
- r_5 - równoważnik średniego kosztu łączy analogowych dla obu kierunków ruchu pomiędzy głównym i satelitowym centrum komutacyjnym;
- r_6 - równoważnik średniego kosztu traktu liniowego dwukierunkowych łączy cyfrowych między centrum głównym i satelitowym;
- r_7 - równoważnik średniego kosztu traktu liniowego dwukierunkowych łączy cyfrowych między centrum głównym i satelitowym, powiększony o koszt przetworników analogowo-cyfrowych.

Jak już wyżej wspomniano, nowo budowane centra komutacyjne powinny obsługiwać przede wszystkim przyrosty pojemności danej sieci. Rozproszona struktura systemu cyfrowego sprzyja "dojściu blisko" do abonenta bądź przez główne, bądź przez satelitarne centrum komutacyjne. Również więc w przypadku niewielkich odosobnionych zbiorów, abonentów można liczyć się ze stosunkowo krótkimi łączy abonenckimi. Omawiany cyfrowy system komutacyjny umożliwia przy tym obsługiwanie abonentów rozrzuconych po całej niemal sieci miejscowej bez istotnego wzrostu kosztu inwestycji.

Istotne jest to, że kubaturą pomieszczeń przeznaczonych do instalowania sprzętu elektronicznego systemu komutacyj-

nego jest z zasady wielokrotnie mniejsza niż dla sprzętu systemów elektromechanicznych o takiej samej pojemności. Parametry konstrukcyjne systemu elektronicznego pozwalają poza tym na lokowanie satelitowych centrów komutacyjnych nie tylko w typowych pomieszczeniach stacyjnych, ale również w różnych pomieszczeniach dodatkowych w budynkach centralowych, które dotychczas nie mogły być wykorzystywane dla sprzętu komutacyjnego lub w budynkach mieszkalnych, a także w kioskach, pawilonach itp. Umożliwia to dalsze skrócenie łączy abonenckich, a więc w rezultacie zmniejszenie kosztów inwestycyjnych.

Warto zauważyć, że sala sprzętu komutacyjnego, przewidywana lub zastosowana uprzednio dla centrali elektromagnesowej może zostać wykorzystana do zainstalowania elektronicznego centrum komutacyjnego o około trzy razy większej pojemności. Dzięki temu również w przypadku sukcesywnej wymiany zużytej centrali elektromagnesowej, np. przy zdemontowaniu sprzętu obsługującego dotychczas 2000 abonentów, może zostać zwolnione miejsce dla sprzętu nowego centrum elektronicznego o pojemności większej niż 4000 numerów abonenckich.

W szczególnie trudnym przypadku, gdy w budynku centralowym nie ma w ogóle swobodnego miejsca na nowy sprzęt komutacyjny, istnieje jeszcze w fazie początkowej możliwość posłużenia się satelitowym centrum komutacyjnym. Centrum to może zostać skonstruowane jako jednostka przewoźna /np. w kontenerze/ i dołączone do jednego z nowo budowanych cyfrowych centrów głównych /zlokalizowanego w innej części miasta/. Omawiany kontener może być umieszczony w pobliżu budynku wymienianej starej centrali telefonicznej. Do nowego centrum satelitowego przełącza się najpierw 2000 abonentów ze starej centrali głównej. Ten zbiór abonentów, mimo że obsługiwany jest przez centrum satelitowe podporządkowane "odległemu" głównemu centrum komutacyjnemu, może obecnie uzyskać numery abonenckie przewidziane w przyszłości dla nowego głównego centrum o komutacji cyfrowej, które zastąpi omawianą starą centralę. W tej starej centrali może być w pierwszej fazie zdemontowany sprzęt, który obsługiwał dotychczas grupę 2000

abonentów. Tworzy się więc w sali stacyjnej miejsce dla wyposażenia nowego głównego centrum elektronicznego o pojemności ponad 4000 numerów abonenckich. Po zmontowaniu z kolei tego sprzętu, abonenci z centrali kontenerowej i dalszych 2000 abonentów starej centrali zostają przełączeni do nowego głównego centrum elektronicznego. Zwolnione teraz pomieszczenie /po demontażu dalszej części sprzętu starej centrali/ umożliwia następnie zwiększenie pojemności centrum elektronicznego, aż do całkowitego wyeliminowania starego sprzętu komutacyjnego z danego budynku centralowego. Dalsza rozbudowa elektronicznego sprzętu komutacyjnego pozwoli, jak już wspomniano wyżej, na wprowadzenie do istniejącego budynku centralowego głównego centrum elektronicznego o pojemności /wraz z jej centrami satelitowymi/ wielokrotnie przerażającej poprzednio działającą w tym budynku i w tej dzielnicy starą centralą elektromechaniczną.

7. PRZYKŁAD ROZBUDOWY SIECI TELEFONICZNEJ W NIEZBYT DUŻEJ STREFIE NUMERACYJNEJ

Niezbyt duże strefy numeracyjne [6, 10] charakteryzują się zwykle stosunkowo niewielkim telefonicznym układem wielocentralowym w centralnym mieście oraz bardzo mało rozwiniętą zewnętrzną siecią telefoniczną, składającą się zazwyczaj z pojedynczych centrów komutacyjnych typu wiejskiego.

W miejskiej sieci telefonicznej urząd telekomunikacyjny znajduje się przeważnie w śródmieściu. Zawiera on pierwsze /zwykle najstarsze/ automatyczne miejskie centrum komutacyjne oraz międzymiastowe centrum komutacyjne dla danej strefy numeracyjnej. Nowsze centra komutacyjne pojawiające się w peryferyjnych dzielnicach miasta, wiąże się najczęściej siecią typu wielobocznego między sobą i z centrum w śródmieściu. Omawiane centra komutacyjne stanowią w zasadzie pewną jednolitą sieć, do której dołączone są w układzie gwiazdystym pojedyncze wiejskie centra komutacyjne jako tzw. ogniwą dodatkowe omawianej sieci miejskiej.

Przyjmijmy orientacyjnie, że wspomniane śródmieście otoczone jest w granicach miasta czterema dzielnicami peryferyjnymi, przy czym śródmieście zajmuje jedną czwartą obszaru omawianego miasta. Z sieci telefonicznych, przykładowo czterech dzielnic peryferyjnych o mniej więcej jednakowych obszarach, bardziej zaawansowane są w budowie północno-zachodnia i południowo-zachodnia oraz mniej południowo-wschodnia, a północno-wschodnia jest jak gdyby we wstępnym stadium organizacji. Z kolei obszar podmiejski o powierzchni osiem razy większej niż miasto podzielony może być na osiem podmiejskich sieci telefonicznych. Rozłożone są one w zasadzie symetrycznie wokół miasta i każda taka sieć obsługuje powierzchnię mniej więcej równą powierzchni tego miasta.

W rozpatrywanym okresie rozbudowy przykładowej sieci telefonicznej strefy numeracyjnej, zadaniem naszym jest wprowadzenie do niej nowych centrów komutacyjnych i nowych łącz międzycentralowych w taki sposób, aby zapewnić silniejsze powiązanie rozwijającej się bardziej dynamicznie sieci telefonicznych obszarów podmiejskich /i wiejskich/ oraz peryferyjnych miejskich w jednolitej sieci strefy numeracyjnej, a także na objęcie tej strefy automatycznym dalekosiężnym ruchem krajowym i międzynarodowym.

Niech w rozpatrywanej sieci miejskiej /rys. 2/ w początkowym okresie rozbudowy działa w śródmieściu jedno główne miejskie centrum komutacyjne oznaczone A, a w dzielnicach peryferyjnych trzy główne centra komutacyjne, oznaczone odpowiednio literami B, C i D. W czwartej dzielnicy peryferyjnej, w której sieć telefoniczna jest dopiero w stadium organizacji, mogą być stosowane przejściowo nawet ręczne centrale osiedłowe włączone jako ogniwa końcowe do wyżej wymienionych centrów miejskich lub do stopnia tranzytowego w międzymiastowym i podmiejskim centrum komutacyjnym. Centrum to /oznaczone jest literą X/ jest zlokalizowane w tym samym budynku co centrum A. Przeznaczone ono jest do tranzytowania, w zasadzie półautomatycznego, ruchu międzymiastowego wychodzącego i przychodzącego od i do danej strefy numeracyj-

nej, oraz do tranzytowania ruchu od i do centrów dołączonych w układzie gwiazdzistym jako końcowe ogniwa sieci miejskiej i zlokalizowane przy tym na peryferiach miasta i w obszarach podmiejskich. Warto tu przypomnieć, że w omawianym typie miast w dzielnicach o starszej zabudowie, a więc przede wszystkim w śródmieściu, zazwyczaj nie ma miejsca na nowe budynki centralowe oraz budowę nowych kabli.

Wepomnijmy jeszcze o pojemności numeracyjnej w rozpatrywanym stanie początkowym i o numeracji rozpatrywanej strefy. Łączna pojemność numeracyjna niech wynosi przy tym 60 tysięcy numerów abonenckich w aktualnym planie numeracji. Podział tej pojemności jest następujący: centrum A - 10 tys., centra B, C i D też po 10 tys., z tym że duża część tej numeracji, szczególnie w centrum D, nie jest jeszcze wykorzystana i wreszcie centrum X dysponuje dla wszystkich centrów dołączonych jako wspomniane ogniwa końcowe sieci telefonicznej dwoma zbiorami o pojemności maksymalnej 10 tys. numerów każdy. Przy powyższej pojemności numeracyjnej stosuje się zwykle 5-cyfrową numerację abonencką i taka numeracja ma w omawianym przypadku nie wykorzystane dwie pierwsze spośród cyfr przewidywanych dla numerów abonenckich.

Omówimy obecnie plany rozwoju przykładowej strefy numeracyjnej wyrażające się dojściem, w pierwszym okresie planowym, do łącznej pojemności numeracyjnej 140 tys. z następującym podziałem: 30 tys. w śródmieściu i 70 tys. na peryferiach miasta oraz 40 tys. na obszarach podmiejskich. W drugim okresie planowym przewiduje się wzrost pojemności numeracyjnej do łącznej wielkości 300 tys. z podziałem: 60 tys. i 140 tys. w mieście oraz 100 tys. na obszarach podmiejskich. Wspomniane planowe pojemności numeracyjne wymagają, w przypadku stosowania jednolitej skrytej numeracji abonenckiej, zastosowania numerów 6-cyfrowych. Tak czy inaczej musi nastąpić w pewnym momencie pełne przejście z dotychczas stosowanej numeracji 5-cyfrowej na numerację 6-cyfrową zajmującą w omawianym przypadku w końcu rozpatrywanego okresu trzydzieści zbiorów po 10 tys. numerów.

Wiele względów przemawia za tym, aby istniejące centra

komutacyjne nie rozbudowywać ich tradycyjnym sprzętem i, że dalszy rozwój sieci łączy międzycentralowych powinien opierać się na wykorzystywaniu teletransmisyjnych systemów cyfrowych. W tej sytuacji najbardziej celowe jest zastosowanie do rozbudowy sprzętu komutacyjnego urządzeń nowoczesnego systemu o cyfrowej komutacji i o programowanym sterowaniu, budowanego w strukturze rozproszonej. System ten, jak wspomniano wyżej, jest też bardziej efektywny niż inne systemy, gdy w sieci telefonicznej występują: obszary o niezbyt dużej gęstości powierzchniowej abonentów, trudności w budowie normalnych budynków centralowych oraz trudności w układaniu nowych kabli. Jednocześnie, korzystniejsza jest budowa nowych centrów komutacyjnych w ramach "niezależnej" od istniejącej sieci telefonicznej. W tych istniejących centrach organizuje się tak współpracę z nową siecią w danej strefie numeracyjnej, aby można było nie stosować w nich nietypowego sprzętu, a jednocześnie nie rozbudowywać układów pól komutacyjnych. Można też tak zaplanować budowę nowych centrów komutacyjnych, że stare a zarazem zużyte technicznie centra komutacyjne będą likwidowane sukcesywnie przy minimalizowaniu budowy nowych obiektów szczególnie na obszarach o starszej zabudowie.

Na początku rozbudowy sieci telefonicznej wszystkie istniejące centra komutacyjne w mieście są pozostawione bez zmiany, przy założeniu, że w sieci dopuszczalne będzie współistnienie dotychczasowych 5-cyfrowych numerów abonenckich z nowymi numerami 6-cyfrowymi. Jeżeli w istniejącej sieci stosuje się bezpośrednio wiązki łączy między głównymi centrami /z których każde zajmuje 10 tys. numerów w pojemności numeracyjnej/, połączenie jest kierowane do innego współpracującego centrum, za pomocą jednocyfrowego wskaźnika centralowego /rys. 3/, przy czym wyjście następuje bezpośrednio ze stopnia WG I. W omawianym przypadku zajętych jest osiem kierunków wyjściowych, a dwa są jeszcze nie wykorzystane. W przypadku 6-cyfrowej numeracji abonenckiej nowe centra komutacyjne będą oznaczone za pomocą wskaźników dwucyfrowych. Przy wyjściu z istniejących centrów komutacyjnych trzeba,

po wyjściu pierwszą cyfrą z WG I, umożliwić drugą cyfrą dalsze skierowanie ruchu poprzez odpowiedni stopień grupowy do właściwego centrum w nowej sieci. Taki stopień grupowy może znaleźć się poza istniejącym centrum komutacyjnym i może być zbudowany z nowego sprzętu komutacyjnego. Stopień ten może wchodzić w skład specjalnego centrum tranzytującego ruch wychodzący, również z szeregu okolicznych istniejących centrów, ale może on być też częścią stopnia grupowego o cyfrowej komutacji jednego z nowych centrów. Przez ten sam stopień grupowy komutowany jest również ruch przychodzący do istniejących centrów komutacyjnych, przede wszystkim od abonentów nowej sieci. W przypadku stosowania do rozbudowy sieci nowego systemu o komutacji cyfrowej, wykorzystującego w sieci łącza międzycentralowych relatywnie tanie łącza cyfrowe, najczęściej korzystnie jest komutować ruch od i do istniejących centrów komutacyjnych przez stopnie komutacyjne w nowych centrach komutacyjnych. Jeżeli od istniejącego centrum biegnie do tego stopnia SG więcej niż jedna wiązka łącza, z których każda jest wybierana inną cyfrą początkową, to zastosowany tam układ rejestrujący R_p jest w stanie, na podstawie kategorii łącza, skompletować sobie sam właściwą informację adresową o numerze żadanego abonenta. Wykorzystując te możliwości udaje się też poprawić ekonomiczność załatwiania ruchu między istniejącymi centrami komutacyjnymi, kierując tranzytem przez omawiany stopień SG szczyty ruchu z niektórych wiązek i cały ruch z innych szczególnie małych kierunków. Zastosowanie kierowania ruchu z istniejącego centrum komutacyjnego do omawianego stopnia SG może szczególnie w późniejszym okresie dotyczyć całego ruchu generowanego przez istniejące centrum komutacyjne. Oznacza to, bez wykorzystywania w ogóle jakichkolwiek bezpośrednich wiązek łącza z tego centrum do innych, poza tranzytującym, centrów komutacyjnych. Taki całkowity tranzyt umożliwia wyłączenie istniejącego centrum z "obszaru" dotychczasowej numeracji i przydzielenie abonentom nowych numerów. W istniejącym centrum bezwzględnie powinny pozostać dotychczasowe stopnie SL, WL i końcowe stopnie grupowe zgodnie z potrzebami wynikającymi

z pojemności numeracyjnej tego centrum. Natomiast stopień WG I może być równie dobrze zlikwidowany lub pozostawiony, jak opisano poniżej.

W pierwszym przypadku wszystkie łącza międzystopniowe biegnące dotychczas wieloprzewodowo od poszczególnych SL do WG I musiałyby zostać skierowane, w zasadzie poprzez przygotowane typowe translacje, do stopnia SG. Wadą takiego rozwiązania jest zwykle mała koncentracja ruchu na tych łączach, co wiązałoby się z zastosowaniem stosunkowo dużej liczby łączy. W przypadku drugim, wszystkie łącza z różnych stopniowanych pól wyjściowych stopnia WG I, zostają skierowane z wykorzystaniem normalnie istniejących translacji do stopnia SG. Zwykle koncentracja ruchu na tych łączach jest nieco większa, ale pozostaje pewna niedogodność, która zresztą występowała od początku, wynikająca z konieczności orientowania się wg kategorii łącza, jaką cyfrę abonent "zgubił" w istniejącym centrum komutacyjnym.

W ramach pierwszej fazy rozbudowy omawianej sieci /rys.4/ mogą do sieci miejskiej zostać wprowadzone najpierw dwa główne centra komutacyjne nowego systemu o cyfrowej komutacji. Pierwsze z nich, oznaczone /jak i pozostałe nowe centra w odróżnieniu od istniejących nie symbolem literowym, a cyfrowym/ symbolem "1", może zostać ulokowane przykładowo w wolnych pomieszczeniach budynku centralowego w południowo-wschodniej dzielnicy peryferyjnej wraz z istniejącym centrum oznaczonym symbolem "D". Z kolei drugie nowe centrum główne, oznaczone symbolem "2", może zostać ulokowane w nowym budynku centralowym w północno-wschodniej dzielnicy peryferyjnej, gdzie istniejącego głównego centrum komutacyjnego dotychczas nie było. Liczne centra satelitarne oznaczone odpowiednimi symbolami dwucyfrowymi, częściowo podporządkowane centrum 1, a częściowo - 2, rozlokowane są głównie w obszarach peryferyjnych i podmiejskich, ale i również, w miarę potrzeby na obszarze śródmieścia. Zwrócić tu też można uwagę na możliwość lokalizacji satelitowych centrów komutacyjnych w istniejących budynkach centralowych w innych dzielnicach, jak np.: CS 17 w budynku centrum C oraz CS 23 w budynku centrum B. Umożliwia to, mimo nie stosowania chwi-

lowo w danej dzielnicy nowego głównego centrum komutacyjnego, włączenie tam również potrzebnej liczby nowych abonentów. Zastosowane w sieci podmiejskiej centra satelitowe stwarzają podwaliny do budowy nowej sieci telefonicznej ściśle powiązanej z siecią miasta. Centra te w zasadzie eliminują stare centra, dość luźno powiązane z jednolitą siecią strefy numerycznej. Podkreślimy jeszcze raz, że wraz z nowymi głównymi i satelitowymi centrami komutacyjnymi, "wchodzą" masowo do sieci telefonicznej cyfrowe łącza międzycentralowe pomiędzy nowymi a także nowymi i istniejącymi centrami komutacyjnymi.

Zwróćmy jeszcze uwagę na 6-cyfrową numerację abonencką, która zaczyna się pojawiać wraz z nowymi centrami komutacyjnymi i która ma się rozszerzać aż do całkowitego wyeliminowania istniejącej dotychczas numeracji 5-cyfrowej. Współistnienia tych dwóch zbiorów numerów abonenckich stawia jako pierwszy warunek wykorzystanie różnych pierwszych cyfr w poszczególnych numerach abonenckich. W omawianym przypadku abonenckich numerów 5-cyfrowych może być najwyżej 60 tys., numerów 6-cyfrowych, w przypadku wykorzystania obu dotychczas wolnych pierwszych cyfr - 200 tys. Dla uzyskania wspomnianych 300 tys. numerów końcowej pojemności numeracyjnej, trzeba w odpowiednim momencie "przenieść" jedną z cyfr z numeracji 5-cyfrowej do numeracji 6-cyfrowej. Dodajmy, że ze względu na rozróżnianie w istniejących centrach komutacyjnych taryfy przy rozmowach między abonentami miejskimi oraz przy rozmowach między abonentami miejskimi i podmiejskimi, często żąda się, aby abonenci miejscy i podmiejscy mieli numery rozpoczynające się od innych cyfr. Ponieważ jednocześnie zaleca się jak najradsze zmienianie numerów poszczególnym abonentom telefonicznym, wskazane jest nowym abonentom i abonentom przełączanym z istniejących centrów komutacyjnych, nadanie od razu takich numerów 6-cyfrowych, które nie podlegałyby zmianie aż do planowej perspektywy. Umożliwia to programowane sterowanie, które dopuszcza w omawianym nowym systemie zastosowanie numerów abonenckich o różnych cyfrach początkowych w głównym i różnych centrach satelitowych jednej sieci głównego centrum komutacyjnego.

W kolejnej fazie rozbudowy przykładowej sieci /rys. 5/ założono budowę nowych centrów głównych oznaczonych symbolem "3" w północno-zachodniej dzielnicy peryferyjnej oraz symbolem "4" w południowo-zachodniej dzielnicy peryferyjnej. Oba te centra zostają zlokalizowane w nowo budowanych budynkach centralowych w tych osiedlach. Wraz z uruchomieniem tych centrów, wcześniej zbudowane satelitowe centra komutacyjne w zachodnich dzielnicach peryferyjnych, a podporządkowane poprzednio centrom głównym w dzielnicach wschodnich, mogą być teraz przełączone do bliższych głównych centrów komutacyjnych. Omawiane centra satelitowe powinny były, jak wspomniano wyżej, już wcześniej mieć numery abonenckie przewidziane w planie numeracji dla abonentów dzielnic zachodnich.

W ostatniej omawianej tu fazie rozbudowy sieci /rys. 6/ pokazano zastąpienie miejskiego centrum głównego A oraz centrum międzymiastowego X przez nowe centrum, oznaczone symbolem "5". Warto zauważyć, że przedsięwzięcie to może być zrealizowane bez nowego budynku centralowego z wykorzystaniem omówionej poprzednio metody sukcesywnej zamiany jednego sprzętu drugim. Istniejący sprzęt centrum D pod symbolem "10" został dzięki pełnemu tranzytowi przez nowe centrum 1 objęty nową 6-cyfrową numeracją.

8. PRZYKŁAD ROZBUDOWY SIECI TELEFONICZNEJ W STREFIE TELEFONICZNEJ O DUŻYM DOMINUJĄCYM MIEŚCIE

Obszar o podobnej strukturze jak w poprzednim przykładzie, ale znacznie lepiej telefonizowany [5, 6, 7, 10], może mieć w stanie początkowym pojemność numeracyjną rzędu 400 tys. numerów abonenckich. W dominującym mieście jest przy tym 50 tys. numerów w śródmieściu oraz po 10 tys. numerów w dwóch bardziej rozwiniętych i 40 tys. numerów w dwóch pozostałych dzielnicach peryferyjnych. W trzech bardziej rozwiniętych obszarach podmiejskich jest po 30 tys. numerów, w jednym - 20 tys. numerów, i w czterech pozostałych - po 10 tys. numerów.

abonenckich: Powyższe pojemności niemal podwajają się w okresie przejściowym, a w planowanej perspektywie dochodzą w sumie do 1,5 mln numerów. Sieć telefoniczna śródmieścia będzie miała wtedy pojemność 100 tys. numerów, dwóch bardziej rozwiniętych miejskich dzielnic peryferyjnych - po 200 tys. numerów i dwóch pozostałych - po 100 tys. numerów abonenckich. Jednocześnie każdy z 8 obszarów podmiejskich będzie miał pojemność 100 tys. numerów. Taki rozkład pojemności w strefie numeracyjnej tłumaczy się coraz to bardziej wzrastającymi trudnościami budowlanymi w śródmieściu omawianego miasta oraz typowym rozwojem dużych aglomeracji miejskich w wyniku wzrostu miast satelitarnych w obszarach podmiejskich.

W stanie początkowym, ale co najwyżej do końca okresu przejściowego, można wykorzystywać 6-cyfrowe katalogowe numery abonenckie. Przy dalszej rozbudowie zaś sieci do stanu perspektywicznego trzeba przejść na 7-cyfrową numerację.

Strefy numeracyjne założonego rzędu pojemności w stanie początkowym charakteryzują się normalnie podziałem na rejony telefoniczne o pojemności do 100 tys. numerów w każdym z nich. W poszczególnym rejonie może być do 10 elementarnych układów centrów komutacyjnych o pojemności po 10 tys. numerów. Z punktu widzenia kierowania ruchu przy wspomnianym układzie strukturalnym sieci, stosuje się w bardziej skupionej sieci miejskiej, bezpośrednie połączenia między centrami głównymi w tym samym rejonie. Przy połączeniach między abonentami różnych rejonów stosuje się natomiast tranzytowanie ruchu przychodzącego "na progu" rejonu abonenta żądanego. W rozłożonej na większym obszarze i mniej zwykle rozwiniętej sieci podmiejskiej, bezpośrednie połączenia między centrami głównymi w tym samym rejonie stosuje się nie we wszystkich przypadkach. Gdy są one stosowane mają wtedy charakter dróg pierwszego wyboru. W sieciach podmiejskich przeważające zainteresowanie ruchowe kierowane jest do dominującego miasta. Przesądza to o tranzytowaniu ruchu wychodzącego i przychodzącego od i do głównych centrów komutacyjnych w tym rejonie przez odpowiednie centrum "na styku" tego rejonu i właściwego rejonu w mieście. Nie zmienia to zasad

rozbudowy sieci i wobec tego dalsze rozważania będą dotyczyły równie lub nawet bardziej reprezentatywnej sieci miejskiej.

Fragment sieci strefy numeracyjnej, obejmujący dwa rejon-y sieci telefonicznej miejskiej /rys. 7/, pokazuje zasadę komutowania połączeń między abonentami określonego rejonu i między abonentami należącymi do różnych rejonów. Funkcje tranzytowania ruchu przyściowego do rejonu mogą być "dołączane" do normalnych funkcji dowolnego głównego centrum komutacyjnego. W tej sytuacji tranzytowanie ruchu do danego rejonu, generowanego przez różne centra główne w innych rejonach, może się odbywać praktycznie przez różne centra /np. B2, B5 i B7/. W omawianym fragmencie sieci połączenie na przykład od abonenta centrum A 4 do abonenta centrum A 1 biegnie po łączu bezpośrednim A4 - A1. Połączenia od abonenta A 4 do abonenta B 3 lub B 6 biegną tranzytem przez B 5, natomiast od abonenta A 1 do tych samych centrów B - tranzytem przez B 2. Z kolei połączenie od abonenta centrum B 3 do abonenta centrum B 6 biegnie po łączu bezpośrednim B3 - B6. Połączenia od abonenta B 3 lub B 6 do abonenta A 4 biegną w obu przypadkach tranzytem przez A 3.

Ważnym czynnikiem w omawianych, jak wspomnieliśmy wcześniej względnie prostych elektromagnesowych systemach komutacyjnych, jest zależność liczby stopni komutacyjnych od liczby cyfr w numerach abonenckich /rys. 8/. Czynnikiem ten waży tam bardziej, że przy przccchodzeniu, tak jak tu zakładamy, na większą liczbę cyfr w numerach abonenckich, trzeba stosować w tradycyjnych rozwiązaniach kłopotliwą i nie zawsze możliwą do praktycznej realizacji rekonfigurację układów pól komutacyjnych poszczególnych centrów lub ich uzupełniania scentralizowanymi układami sterującymi - rejestrkami.

Nic więc dziwnego, że podobnie jak w przypadku wcześniej omawianej sieci telefonicznej, należy wstrzymać rozbudowę sieci w ramach istniejącego starego systemu, a przystąpić do "tworzenia" nowej sieci z wykorzystaniem w niej nowoczesnego systemu telekomutacyjnego. W tej sytuacji bierzemy na przykład pod uwagę system o przestrzennej komutacji i centralnym

programowanym sterowaniu. System ten wnosi istotny postęp w planowaniu i przekazywaniu informacji adresowych oraz kierowaniu ruchu. Centra komutacyjne omawianego systemu mogą być instalowane na terenach w niedostatecznym zakresie obsługiwanych przez istniejącą sieć, a także na terenach nowo budowanych osiedli, gdzie występują w zasadzie tylko nowi abonenci.

Według nowych poglądów na struktury sieci, dopuszcza się "przenikanie" obszarów obsługi dwóch lub więcej centrów komutacyjnych działających na pewnym terenie. Może mieć także miejsce "przenikanie" sieci różnych rejonów. Zakłada się też zwykle, że w granicach opłacalności stosuje się w sieci międzycentralowe łącza cyfrowe, zakończone we współpracujących centrach komutacyjnych przetwornikami analogowo-cyfrowymi. Sposób ten załatwia z jednej strony sprawę parametrów technicznych i ekonomicznych łączy dłuższych, a z drugiej strony szeregu innych łączy, których nie można /a nawet nie opłaca się/ budować bez uwielokrotnienia istniejącej miejskiej sieci linii kablowych. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę, że u podstaw rozprowadzania nowych systemów leżało między innymi odwrócenie się od sztywnej dziesiętnej struktury bloków komutacyjnych i poszczególnych centrów na rzecz ich większych pojemności. W ten sposób np. zlikwidowano niedogodności wynikające z konieczności "składania" większych głównych centrów miejskich z osobnych jednostek po 10 tys. numerów. Również przez zastosowanie końcowych centrów komutacyjnych w elementarnym układzie centrów można zmniejszyć niewykorzystywane dotychczas rezerwy numeracyjne.

Stosowanie jednak łączy analogowych między głównymi i końcowymi centrami komutacyjnymi nie pozwala na obsługę przez jeden elementarny układ centrów większego obszaru. Te ograniczenia stwarzają poważne kłopoty w ekonomicznej budowie sieci, szczególnie w słabiej rozwiniętych obszarach podmiejskich i wiejskich.

Tak więc w nowej sieci występują jako podstawowe jednostki nowe elementarne układy centrów lub nowe centra główne, a także ich zbiory w nowych rejonach. Przy założonej koegzy-

stencji istniejącego i nowego układu wielocentralowego, dla uproszczenia analizy danych niezbędnych do ustalenia zasad kierowania ruchem i taryfikacji oraz szczególnie w starych centrach komutacyjnych zmniejszenia ilości i asortymentu dodatkowego sprzętu, przyjmuje się stosowanie innych cyfr początkowych w numerach abonentów dołączonych do istniejących i nowych centrów, a także centrów w dominującym mieście i w obszarach podmiejskich.

Przy powyższych założeniach rejony złożone z nowych centrów komutacyjnych nie muszą stanowić tak zwartych skupisk jak to miało miejsce w dawniejszych rozwiązaniach sieci. Także rejony o tych samych pierwszych cyfrach we wskaźnikach rejonowych mogą występować w różnych częściach obszaru sieci wewnątrzstrefowej.

Niech w tej części nowej sieci, którą tworzy się na terenie objętym dotychczas przez rejony istniejących centrów A i B i która powstaje w rozpatrywanym tu początkowym "skoku" rozbudowy, potrzebna jest budowa pięciu nowych głównych centrów komutacyjnych oznaczonych symbolami 1 do 5 /rys. 9/. Można założyć, że centra te należą organizacyjnie do jednego rejonu w nowej sieci i że wskaźnik rejonowy jest, przy zastosowanej dla nowych abonentów numeracji 7-cyfrowej, dwucyfrowy, a wskaźnik centralowy - trzycyfrowy. Dodać można, że pierwsza cyfra tych wskaźników jest zaczerpnięta z rezerwy cyfr pierwszych numeracji 6-cyfrowej i jest ona taka sama dla wszystkich wskaźników nowych rejonów w dominującym mieście.

W tej sytuacji kierowanie ruchem od centrów dotychczasowej sieci do nowych centrów komutacyjnych wymaga najpierw "wyjścia" w nowym kierunku do dominującego miasta jako całości, następnie "rozdzielenia" tego ruchu na części kierowane do poszczególnych rejonów oraz wreszcie skierowanie tego ruchu do poszczególnych nowych głównych centrów komutacyjnych. Aby uniknąć dobudowywania przy tym nowych stopni komutacyjnych w istniejących centrach, postąpić trzeba jak w poprzednio przedstawionym przykładzie /rys. 3/ i wyjść od razu po pierwszej cyfrze do nowego centrum, które może tran-

zytować ruch. Nowe główne centra komutacyjne nie są przystosowane do tranzytowania ruchu od istniejących centrów i byłyby istotnie droższe w przypadku konieczności przetwarzania w ich urządzeniach sterujących starszych systemów sygnalizacji komutacyjnej. Z tego względu przedstawiono dalej rozwiązanie ze specjalnymi centrami tranzytującymi ruch "na styku" istniejącej i nowej sieci. W omawianym przykładzie, wraz z poprzednio wymienionymi centrami głównymi, wchodzi do sieci telefonicznej pięć centrów tranzytowych oznaczonych symbolami T 1 i T 5 /rys. 9/. Znaczne odległości między tymi centrami i w większości przypadków trudności w budowie nowych linii kablowych, stwarzają warunki do stosowania w zasadzie tylko nowych cyfrowych łączy międzycentralowych oraz najtańszego w takich przypadkach tranzytowania ruchu przez centra o komutacji cyfrowej.

Nowe centra lokowane są w zasadzie w nowych budynkach. Te nowe budynki mogą być wspólne dla nowego centrum głównego i nowego centrum tranzytowego. W takim przypadku oba centra mogą wykorzystywać w nowej sieci wspólne wiązki łączy międzycentralowych /np. 2 i T5 oraz 5 i T4/. Przeciwno takiemu rozwiązaniu przemawia jednak inna motywacja lokalizacji jednych i drugich centrów. W przypadku głównych centrów komutacyjnych decydują aktualne skupiska nowych i przełączanych z istniejącej sieci abonentów. Chodzi tu bowiem o możliwie najtańszą sieć łączy abonenckich. W przypadku zaś centrów tranzytujących ruch od i do istniejących centrów decydują odpowiednie skupiska istniejących centrów. Chodzi bowiem o możliwie najtańszą sieć łączy międzycentralowych /rys. 10/.

W nowej sieci, zgodnie zresztą z aktualnymi zainteresowaniami ruchowymi, połączono centra w rejonie w układzie każde z każdym, a zastosowane centra tranzytowe mogą również być wykorzystywane do przelewu ruchu między nowymi centrami głównymi.

Zwróćmy jeszcze uwagę na "oszczędnościową" alternatywę dotyczącą pierwszego wejścia do istniejącej sieci z nowymi centrami /rys. 11/. Charakteryzuje się one wprowadzeniem tylko trzech nowych głównych centrów komutacyjnych oznaczonych symbolami 1, 2 i 3 oraz jednego tylko centrum tranzytu-

jącego T1. Do niego muszą być wtedy doprowadzone dłuższe wiązki łącz, od i do wszystkich istniejących centrów rejonów A i B.

W rozpatrywanej obecnie drugiej fazie rozbudowy fragmentu sieci telefonicznej w dominującym mieście /rys. 12/ może nastąpić zarówno zastąpienie starszych centrów przez nowe centra komutacyjne /np. 6 zastąpiło B 2 oraz 7 - A 3/, jak również włączenie w nową numerację 7-cyfrową innych istniejących centrów /np. B 5 - oznaczone obecnie 8 oraz A 4 - obecnie 9/. W tych ostatnich przypadkach przejście na nową numerację uzyskuje się w sposób opisany wyżej, dzięki pełnemu tranzytowi ruchu głównego centrum komutacyjnego przez właściwe centrum tranzytujące.

Po zastąpieniu centrów oznaczonych B 2 i A 3 przez nowe centra oznaczone odpowiednio 6 i 7 występuje pewien nowy problem. Mianowicie stare centra były wykorzystywane w istniejącej sieci również do tranzytowania ruchu przychodzącego do rejonu. Te nowe centra nie są przewidziane do tranzytowania ruchu i wobec tego tranzytowanie ruchu między pozostałymi centrami dotychczasowej sieci w rejonach A i B trzeba zorganizować inaczej. Dla uniknięcia bardziej złożonego wyjścia można np. nowe centra tranzytowe powiązać między sobą i korzystając z odpowiedniego tranzytowania jednocześnie po stronie wyjściowej i stronie przyjeściowej, łączyć między sobą abonentów różnych rejonów starej sieci.

9. ROZBUDOWA SIECI O DUŻYM DOMINUJĄCYM MIEŚCIE Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMÓW CYFROWYCH

Rozważmy ponownie [6, 10] przykładową istniejącą sieć telefoniczną o pojemności numeracyjnej w stanie początkowym rzędu 400 tys. numerów i w planowanej perspektywie rozbudowanej do pojemności ok. 1,5 mln numerów abonenckich. Rozbudowa ma tu nastąpić z zastosowaniem systemów o cyfrowej transmisji i cyfrowej komutacji.

Dalsze różnice w stosunku do systemu o przestrzennej ko-

mutacji, który był wykorzystywany do rozbudowy sieci w poprzednim przykładzie, to rozproszona, a nie skupiona, struktura oraz mniejsze niż poprzednio powierzchnie, kubatury i obciążalność stropów pomieszczeń centralowych.

Z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego ważny jest też fakt zastosowania między centrami o cyfrowej komutacji łączy cyfrowych bez przetworników analogowo-cyfrowych.

Dzięki korzystnym własnościom systemu omawiany teren może być bardziej równomiernie niż poprzednio "pokryty" przez centra komutacyjna. Większość nowych abonentów może być przy tym dołączonych do centrów satelitowych, a liczba centrów głównych może być mniejsza. Może być też mowa o zlokalizowaniu nowego centrum głównego w istniejącym budynku centralowym, a nowych centrów satelitowych - w nie wykorzystywanych dotychczas dla sprzętu komutacyjnego pomieszczeniach w budynkach centralowych i budynkach mieszkalnych.

Omawiane elektroniczne centra o cyfrowej komutacji, dzięki programowalnemu sterowaniu, są przystosowane w sposób elastyczny /w różnych ich blokach/ do dowolnego systemu współpracy. Dzięki temu, bez większych kosztów, można zaaranżować centrum nazywane głównym do spełniania też częściowo funkcji tranzytowania ruchu innych centrów.

W tej sytuacji w pierwszym "skoku" rozbudowy istniejącej sieci /rys. 13/ można ograniczyć się do trzech tylko centrów głównych w rejonach telefonicznych A i B dominującego miasta. Przykładowe centra główne oznaczone symbolami 1 i 3 zlokalizowano w nowych budynkach, a centrum 2 - w budynku istniejącego centrum B 3. Centra satelitowe, oznaczone symbolami od 11 do 17, od 21 do 29 oraz od 31 do 38 mogą być rozproszone po obszarze omawianej części sieci miejskiej, a także, w razie potrzeby, poza jego granicami. Każde z istniejących centrów głównych powiązane zostaje wiązką łączy cyfrowych z jednym nowym centrum komutacyjnym.

W drugiej fazie rozbudowy istniejącej sieci, w kierunku przekształcenia jej właściwie na sieć cyfrową, zakłada się zwiększenie do dziewięciu liczby centrów komutacyjnych należących do nowej sieci /rys. 14/ o 7-cyfrowej numeracji.

Spółród tych centrów, centra oznaczone symbolami 2, 5, 6 i 7 zastępują /z ew. przewyższeniem pojemności poprzednich/ stare centra - odpowiednio oznaczone B 3, B 4, B 2 i A 3. Dależe dwa o symbolach 8 i 9 - to istniejące centra rozbudowane nowym sprzętem zastępującym również ich "początkowe" stopnie grupowe. Oznaczone były one poprzednio odpowiednimi symbolami B 5 i A 4, a teraz od strony innych centrów w sieci telefonicznej "widziane są" tak jak nowe centra komutacyjne. Mogą być one w tej fazie połączone drogami ostatniego wyboru nawet nie ze wszystkimi centrami nowej sieci. Przy tym mogą zostać zachowane wiązki do współpracy tych centrów z istniejącymi centrami, z którymi były one powiązane w stanie początkowym. Przez nowe centra, które zastępują centra stare, pełniące dotychczas dodatkowo funkcje tranzytowania ruchu przyściowego, może być nadal tranzytowany ruch, tak jakby sprzęt starego centrum nie został zlikwidowany.

10. ZINTEGROWANA SIĘĆ TELEFONICZNA JAKO BAZA W NIEDALEKIEJ PRZYSZŁOŚCI DLA INTEGRACJI USŁUG I UŻYTKOWNIKÓW

Przedstawione w tym punkcie kierunki działania, mają na względzie zarysowanie początkowych przedsięwzięć, które warto podjąć dla lepszego wykorzystania możliwości stwarzanych przez nowe telefoniczne sieci cyfrowe. Należy dążyć do postulowanej przez dużą część Administracji łączności na świecie, uniwersalnej cyfrowej sieci telekomunikacyjnej o integracji technik, usług i użytkowników [1, 3, 4, 8, 10, 12,] 13 .

Realizację nowoczesnych sieci telefonicznych o cyfrowej transmisji i cyfrowej komutacji, nazywanych też sieciami o integracji technik, można uznać jako przedsięwzięcie dnia dzisiejszego, jeżeli nie ilościowo to w każdym razie jakościowo. Podstawowymi własnościami centrów komutacyjnych stosowanych w tych sieciach jest komutowanie strumieni bitów o przepływności binarnej 64 kb/s oraz programowane sterowanie.

Po rozszerzeniu się takich sieci cyfrowych pierwsza własność może być wykorzystywana do wymiany potrzebnych informacji cyfrowych pomiędzy różnymi źródłami i odbiornikami informacji, które w ramach łączności o charakterze dialogowym korzystają ze stosunkowo krótkich seansów transmisji. Można też brać pod uwagę przypadki wykorzystywania telefonicznej sieci cyfrowej użytku publicznego jako części przewidywanego łańcucha wymiany informacji. Własność natomiast druga pozwala na zaprogramowanie w każdym centrum komutacyjnym szerszego wachlarza usług i udogodnień w zakresie większym niż dotychczas stosowano w telefonicznych sieciach użytku publicznego.

Warto określić, jakie są najważniejsze dziedziny działalności gospodarczej, w których przez właściwe wykorzystanie cyfrowej transmisji i komutacji można osiągnąć istotne efekty. Postępująca automatyzacja procesów wytwórczych, zdalna ich kontrola i zdalne zarządzanie, a także rozszerzenie przetwarzania i przekazywania danych cyfrowych wynikające z tej działalności, skłaniają w pierwszym rzędzie do podjęcia środków dla usprawnienia łączności telefonicznej, obsługującej zainteresowane ośrodki. Oprócz tego należy usprawnić automatyzację zbierania i przetwarzania danych w samym zakładzie wytwórczym oraz przekazywanie rozkazów dla potrzeb zautomatyzowanego sterowania produkcją. Następnym, równie ważnym przedsięwzięciem, jest wprowadzenie wymiany informacji cyfrowych między zakładami wytwórczymi i centralnymi placówkami zarządzania gospodarczego, a także właściwymi przedsiębiorstwami zaopatrzenia i zbytu.

Potrzeby te kierują z jednej strony naszą uwagę na abonenckie centra komutacyjne, które są podstawowymi elementami tzw. łączności wewnątrzzakładowej oraz pośredniczą w łączności między abonentami danego zakładu i abonentami sieci użytku publicznego a także innych centrów abonenckich. Z drugiej strony powstaje możliwość wymiany, przez telefoniczną sieć cyfrową i współpracujące z nią sieci, informacji między przede wszystkim urządzeniami przetwarzania danych, dołączo-

nyimi jako terminale cyfrowe do właściwych centrów komutacyjnych.

Dotychczas centra abonenckie i ich sieci były projektowane tradycyjnie jako niezależne od sieci użytku publicznego. Niewłaściwość takiego podejścia uwypukla się jeszcze bardziej, jeżeli weźmie się pod uwagę, że większość ruchu komutowanego przez zautomatyzowaną sieć telefoniczną użytku publicznego w godzinach największego ruchu - to ruch kierowany od i do centrów abonenckich. Postęp w rozwiązaniach telekomunikacji skłonił do szerszej automatyzacji załatwiania ruchu od centrów miejscowych do centrów abonenckich. Dominująca stała się przy tym tendencja objęcia abonentów tych centrów/o automatycznym zestawianiu połączeń przyjeściowych/ katalogiem danej sieci miejscowej. Oznacza to komunikację między abonentami danego centrum abonenckiego z zastosowaniem numerów krótszych niż w sieci miejscowej, wyjście za pomocą jawnego prefiksu oraz wybieranie abonenta przy ruchu przychodzącym numerem o tej samej liczbie cyfr, co w numerach abonentów danego obszaru sieci miejscowej. Wspomniane rozwiązanie i właściwości eksploatacyjne nadają centrum abonenckiemu rangę końcowego centrum komutacyjnego sieci użytku publicznego.

W nowoczesnych centrach komutacyjnych, a szczególnie elektronicznych stosowanych w sieciach użytku publicznego, pojawiły się nowe rodzaje usług i udogodnień, wprowadzane dotychczas tylko w centrach abonenckich.

Relatywnie duży koszt jednostkowy centrów o małej pojemności, skłania do budowy raczej dużych centrów komutacyjnych, do których można dołączać aparaty telefoniczne kilku różnych organizacji gospodarczych położonych w danym obszarze sieci. Występują w nich zbiory abonentów, komutowanych między sobą i z siecią publiczną na prawach tzw. grup wspólnych zainteresowań. Planuje się zwykle przy tym osobne zbiory krótkich numerów dla abonentów poszczególnych organizacji oraz automatyczny ruch od i do abonentów. Równocześnie inne względy skłoniły do stosowania w miejscowych centrach komutacyjnych różnych udogodnień, a mianowicie wybierania abonentów za pomocą numerów skróconych. Jest to jeden z czynników ujednolici-

cających właściwości usługowe centrów abonenckich i centrów sieci użytku publicznego. W tej sytuacji niewielkie odosobnione organizacje gospodarcze mogą być racjonalnie obsługiwane przez satelitarne centra sieci użytku publicznego jako grupy wspólnych zainteresowań. Pozwala to na uniknięcie wyżej podanej nieskonomiczności dzięki zrezygnowaniu z niezależnego centrum abonenckiego małej pojemności.

Występująca w ostatnim dziesięcioleciu na świecie tendencja powszechnego wprowadzenia w nowoczesnych centrach komutacyjnych programowanego sterowania, uczyniła z nich uniwersalnie maszyny do komutacji o elastycznych możliwościach zaprogramowania ich funkcji, usług i udogodnień oraz współpracy ze starymi i nowymi centrami w sieci telefonicznej.

Większe i ważniejsze organizacje gospodarcze będą, w ramach normalnego trybu kontroli ich działalności i zarządzania nią, korzystać niejednokrotnie z "dwustopniowego" przetwarzania i przekazywania danych. Zbiór terminali telecyfryzacji i telesterowania odpowiedniej organizacji gospodarczej może być dołączony do własnego centrum przetwarzania danych, a z kolei to centrum może być dołączane jednym lub kilkoma łączami cyfrowymi o przepływności binarnej 64 kb/s. Łącza te, jak inne łącza telefoniczne, mogą wykorzystywać katalogowe numery abonenckie w sieci użytku publicznego, co umożliwi ich wybieranie.

Mniejsze organizacje gospodarcze mogą korzystać, dla realizacji omawianych potrzeb z pojedynczych terminali łącz cyfrowych sieci publicznej.

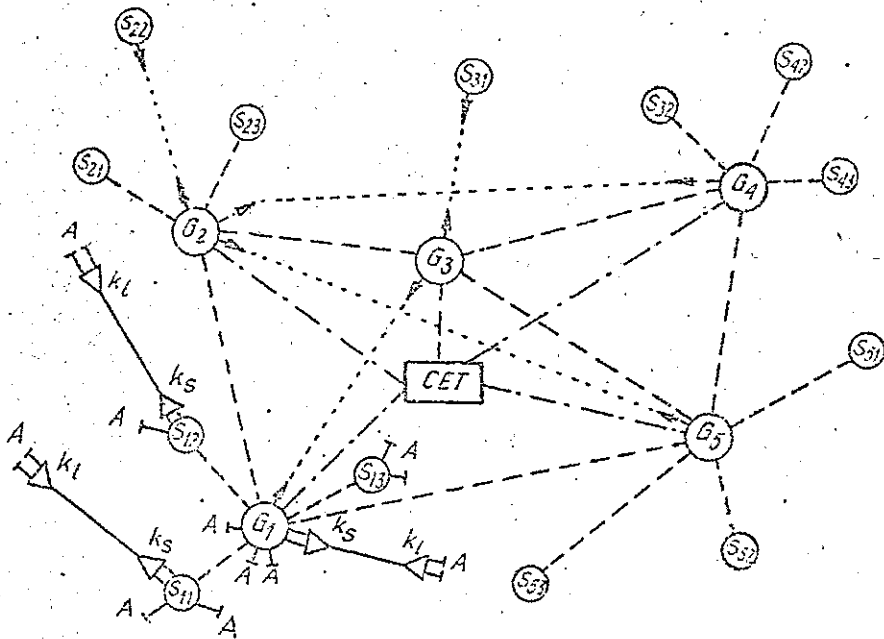
Omawiany rodzaj powszechnej sieci cyfrowej może pracować w zasadzie według procedury komutacji kanałów. Mogą jednak występować w praktyce potrzeby czasowego zatrzymywania pewnych bloków informacji i nadawania ich w późniejszym czasie. Do realizacji takiej procedury "w środku" łańcucha wymiany informacji, można postulować wprowadzenie uproszczonego systemu komutacji wiadomości. Przy określonych centrach komutacyjnych sieci użytku publicznego można przewidywać zastosowanie ogólnodostępnych centrów przetwarzania danych cyfrowych. Do nich mogą być kierowane określone wiadomości, ca-

lem zapisania w ich pamięci chwilowej. We właściwym czasie omawiana wiadomość może zostać przekazana dalej przez zestawioną drogę połączeniową do "abonenta" żadanego.

WYKAZ LITERATURY

1. Flowes T.M.: Introduction to Exchange Systems. London 1976.
2. Majewski W.: Telefoniczne sieci miejskie i okręgowe. WKŁ, Warszawa 1964.
3. Trehcieński J.: Integracja sieci telekomunikacyjnych. W: Wielokrotne systemy czasowe. Praca zbiorowa-F. Błocki i inni. PWN, Warszawa 1978.
4. Trehcieński J.: Komutacja teleinformatyczna w sieci zintegrowanej w oparciu o centrale E-10. Materiały konferencji SEP: SIECI TELEINFORMATYCZNE. Warszawa 1978.
5. Trehcieński J.: Możliwości wykorzystywania central krzyżowych w układach wielocentralowych. Problemy łączności nr 37, Ił., 1969.
6. Trehcieński J.: Optimal extention of existing telephone network with integrated digital switching system - International Switching Symposium Session 13 A, Paris 1979.
7. Trehcieński J.: Postęp techniczny w rozwiązaniach central telefonicznych systemu krzyżowego. Problemy łączności nr 54, Ił., 1970.
8. Trehcieński J.: Systemy z integracją usług. W: Systemy sieci zintegrowanej. Praca zbiorowa pod red. prof. W. Majewskiego. WKŁ, Warszawa 1978.
9. Trehcieński J.: Telefonia. /Wybrane działy/. Poradnik Teleelektronika. WKŁ, Warszawa 1974.
10. Trehcieński J.: Telefoniczne systemy z integracją techniki. W: Systemy sieci zintegrowanej. Praca zbiorowa pod red. prof. W. Majewskiego. WKŁ, Warszawa 1978.
11. Trehcieński J.: Uwagi do kosztu łączności międzycentralowych w sieciach telefonicznych. Przegląd Telekomunikacyjny, 1979, nr 7.

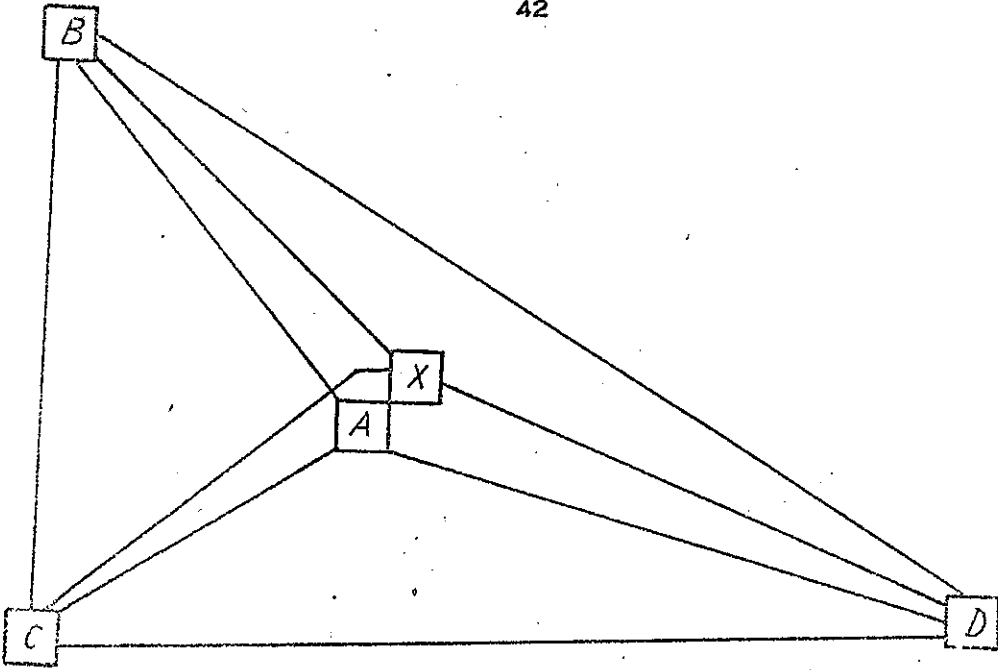
12. Trehciński J.: Zastosowanie systemów o komutacji cyfrowej w sieciach telefonicznych i przyszłych sieciach zintegrowanych. Prace Ił nr 83.
13. Via A.: Domaines d'application du systeme E-10. CNET Doc. RCI/11, Lannion 1973.



Uwaga: Dołączenie abonentów do głównych i satelitowych centrów komutacyjnych oraz do tych centrów poprzez koncentratory pokazano przykładowo w obszarze G_1 .

rys. 1. Struktura systemu telekomunikacyjnego o integracji technik

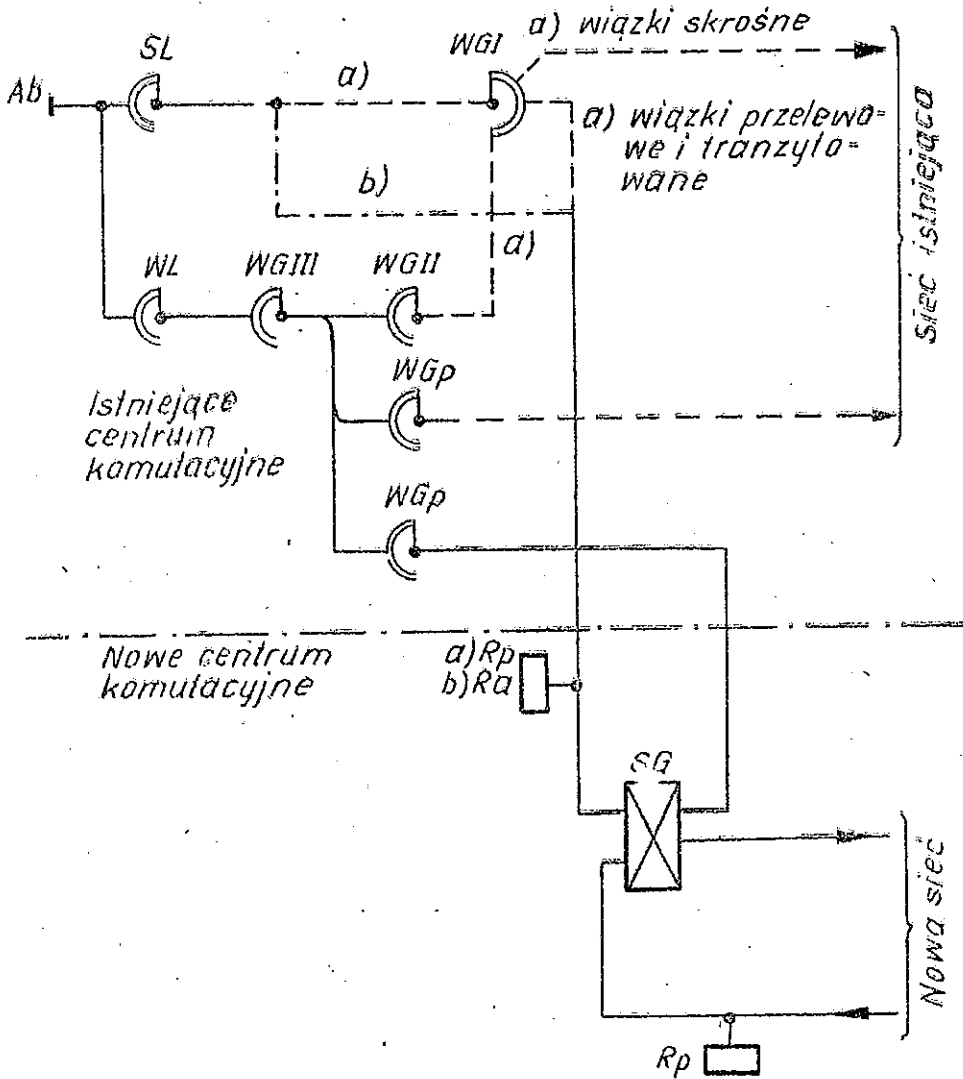
CET - centrum eksploatacji technicznej; G_x - główne centrum komutacyjne; S_{xy} - satelitowe centrum komutacyjne; k_a - koncentrator /np. GO/B/ część stacyjna; k_l - koncentrator, część liniowa; a - abonent telefoniczny; ———— łącza analogowe; - - - - - łącza cyfrowe dla komunikacji telefonicznej; - · - · - · łącza cyfrowe dla kontroli i zarządzania; ······ linia radiowa o cyfrowej transmisji;



Rys. 2. Istniejąca sieć w dominującym mieście
niewielkiej strefy

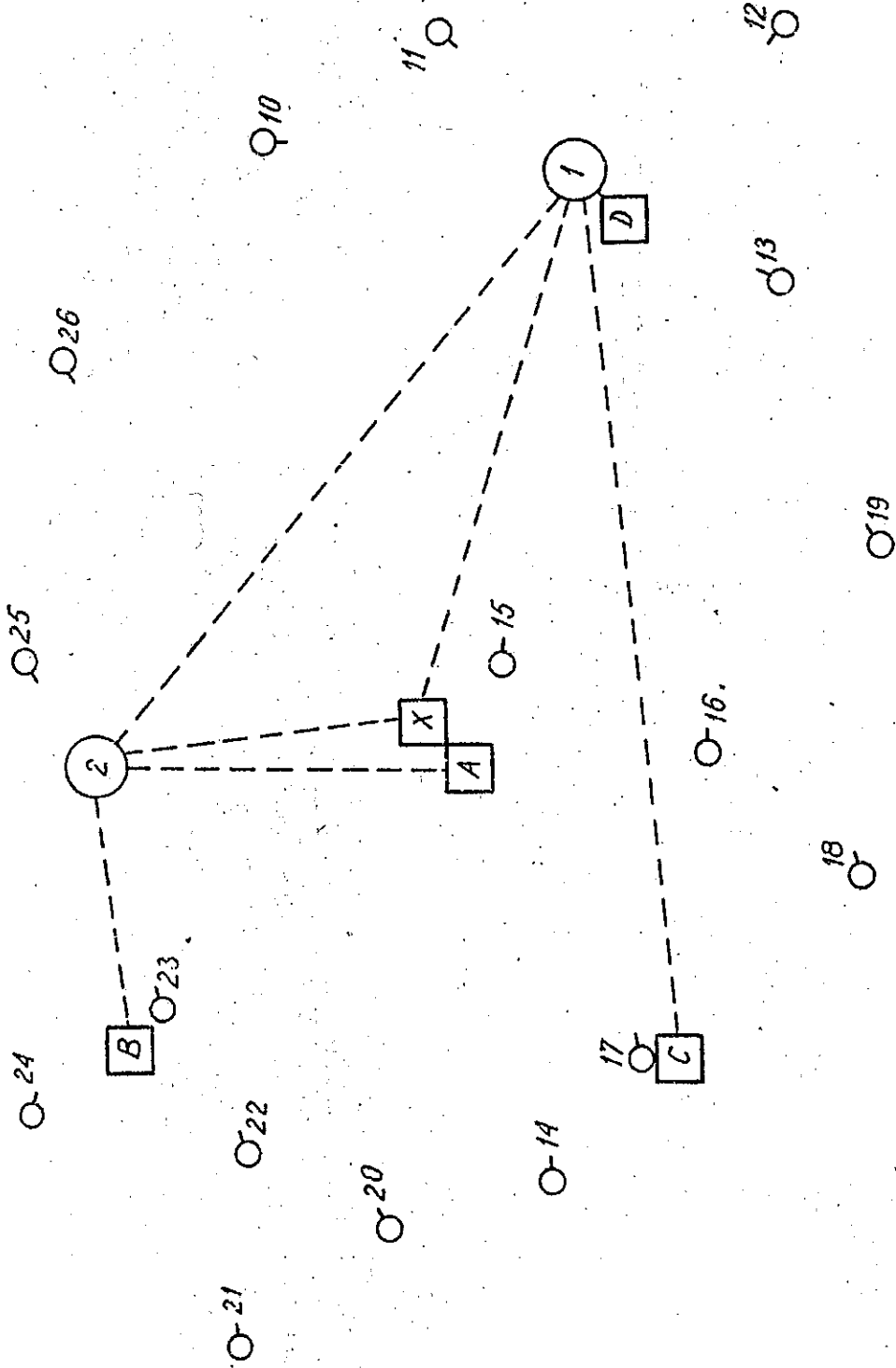
Wykaz ważniejszych oznaczeń na rysunkach:

- - istniejące elektromagnesowe centrum komutacyjne
- - nowe główne lub tranzytowe centrum komutacyjne
- - satelitowe centrum komutacyjne
- ◻ - nowe centrum uzyskane przez częściowe wykorzystanie sprzętu istniejącego centrum elektromagnesowego
- ⊙ - nowe centrum główne w sieci strefowej i tranzytowe w sieci krajowej

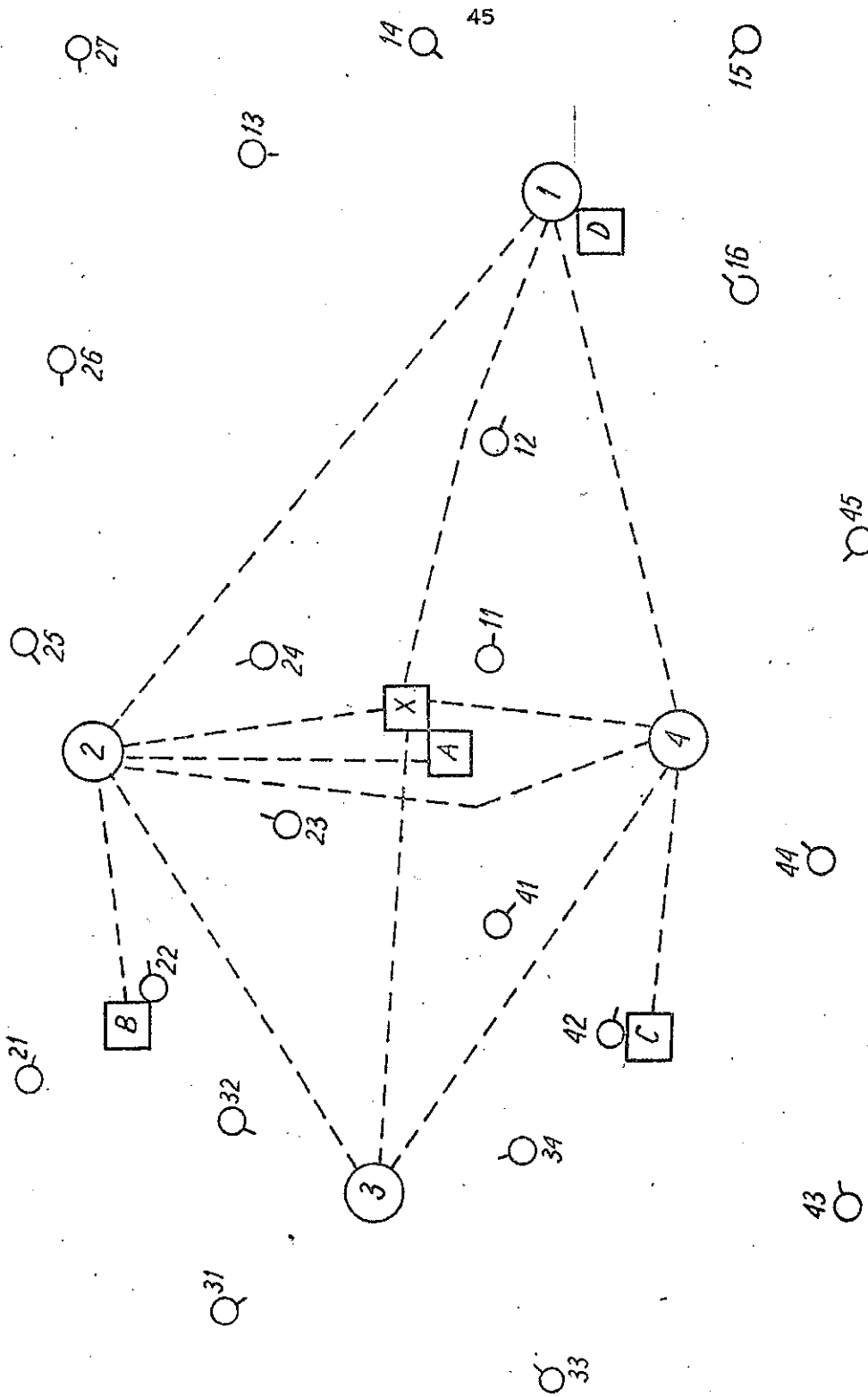


Rys. 3. Powiązanie istniejącego centrum z nowym centrum komutacyjnym

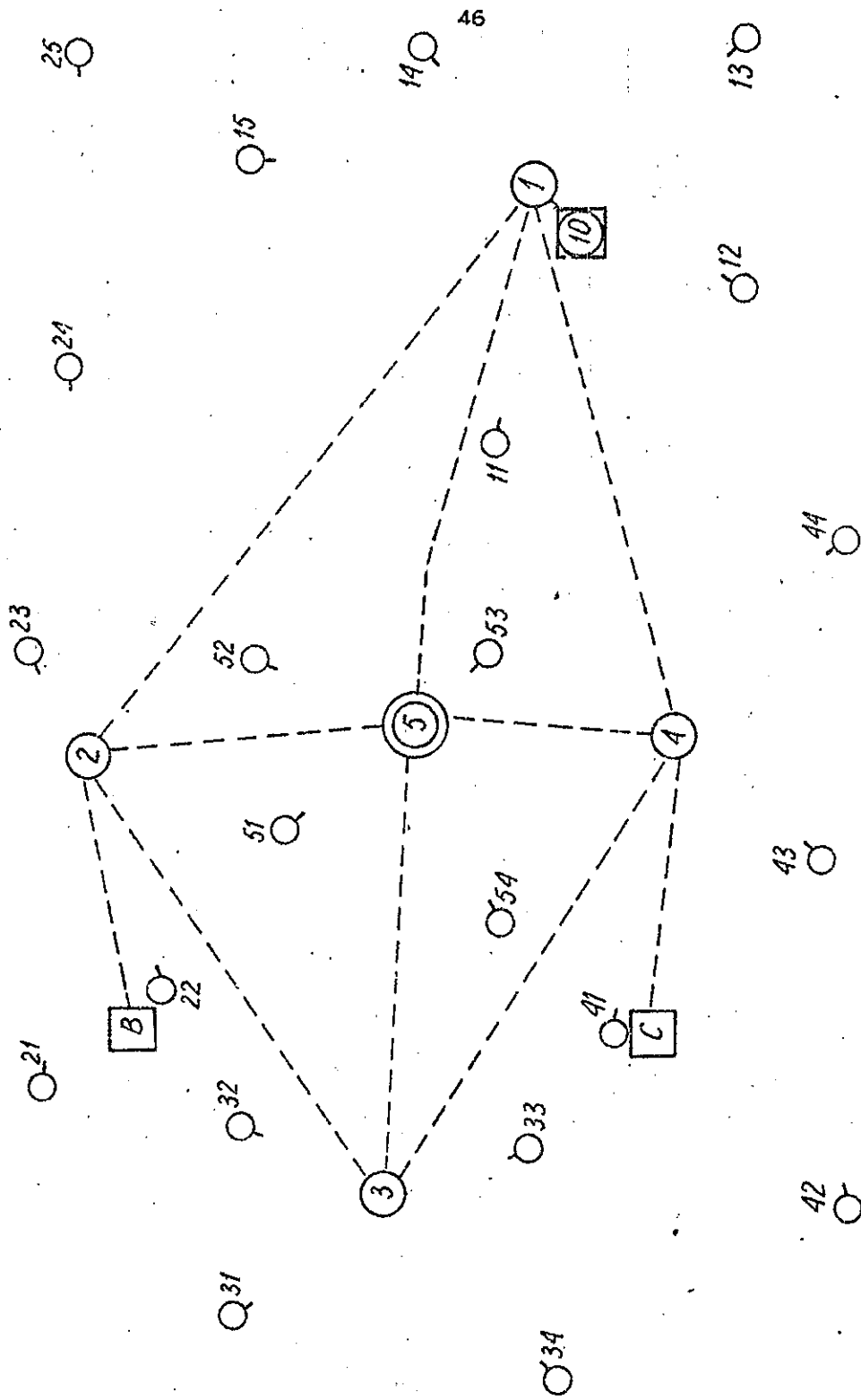
- a/ istniejące centrum komutacyjne z WGI,
 b/ po zlikwidowaniu WGI i pełnym tranzyście ruchu przez nowe centrum



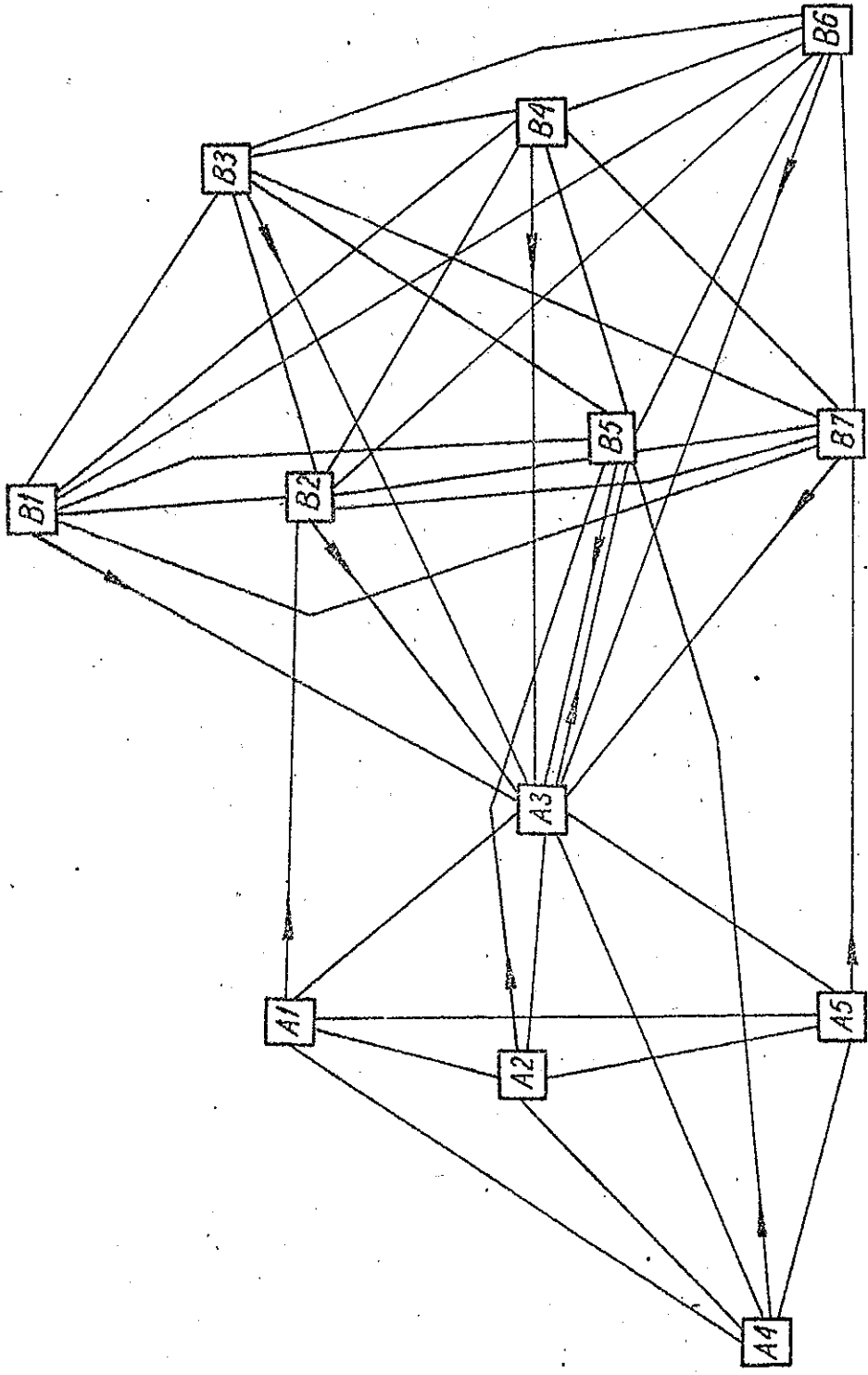
Ryc. 4. Pierwsza faza rozbudowy sieci za pomocą systemów cyfrowych



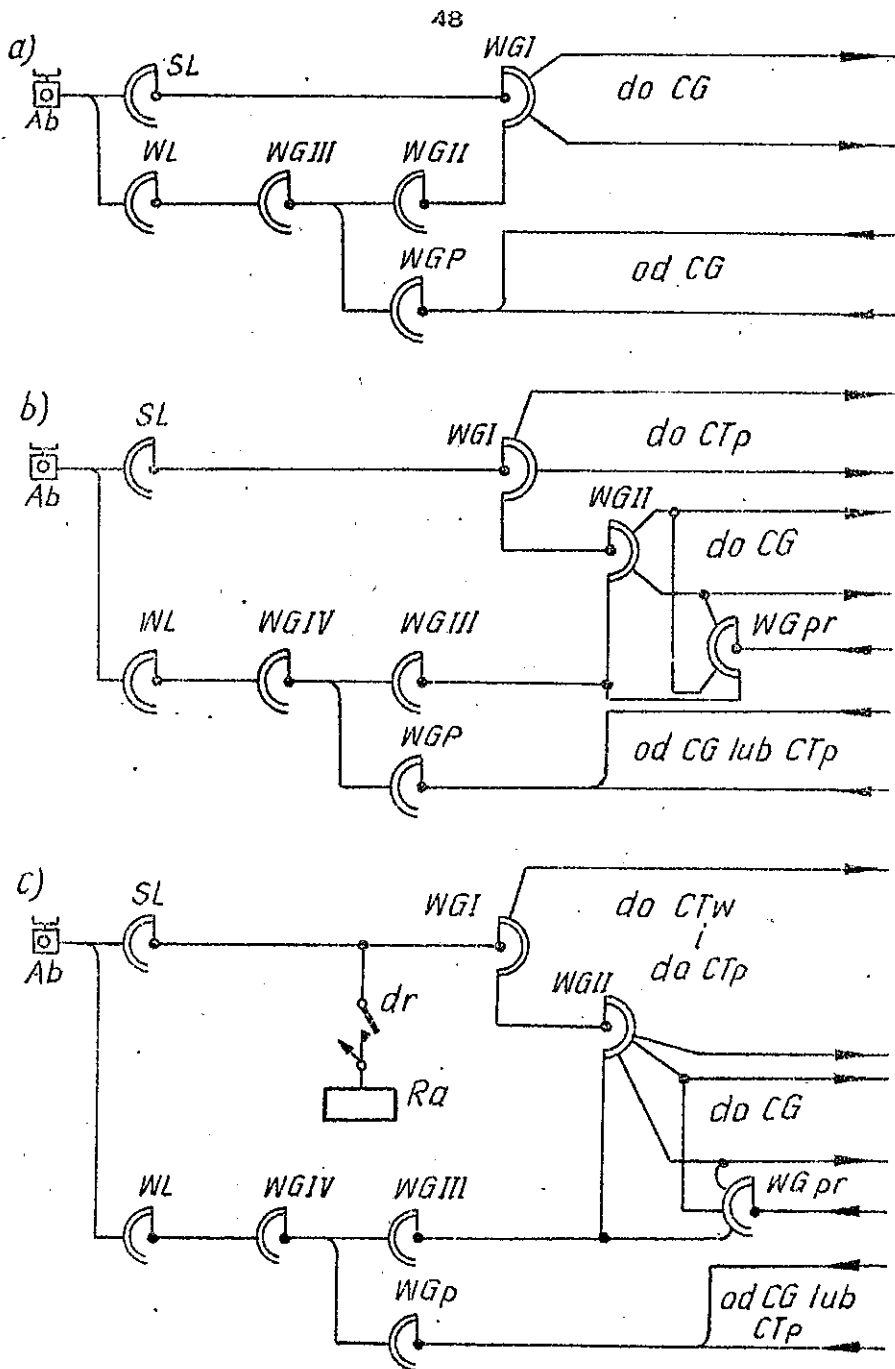
Rys. 5. Druga faza rozbudowy sieci



rys. 6. Trzecia faza rozbudowy sieci i dojście do sieci w siećkacji cyfrowej

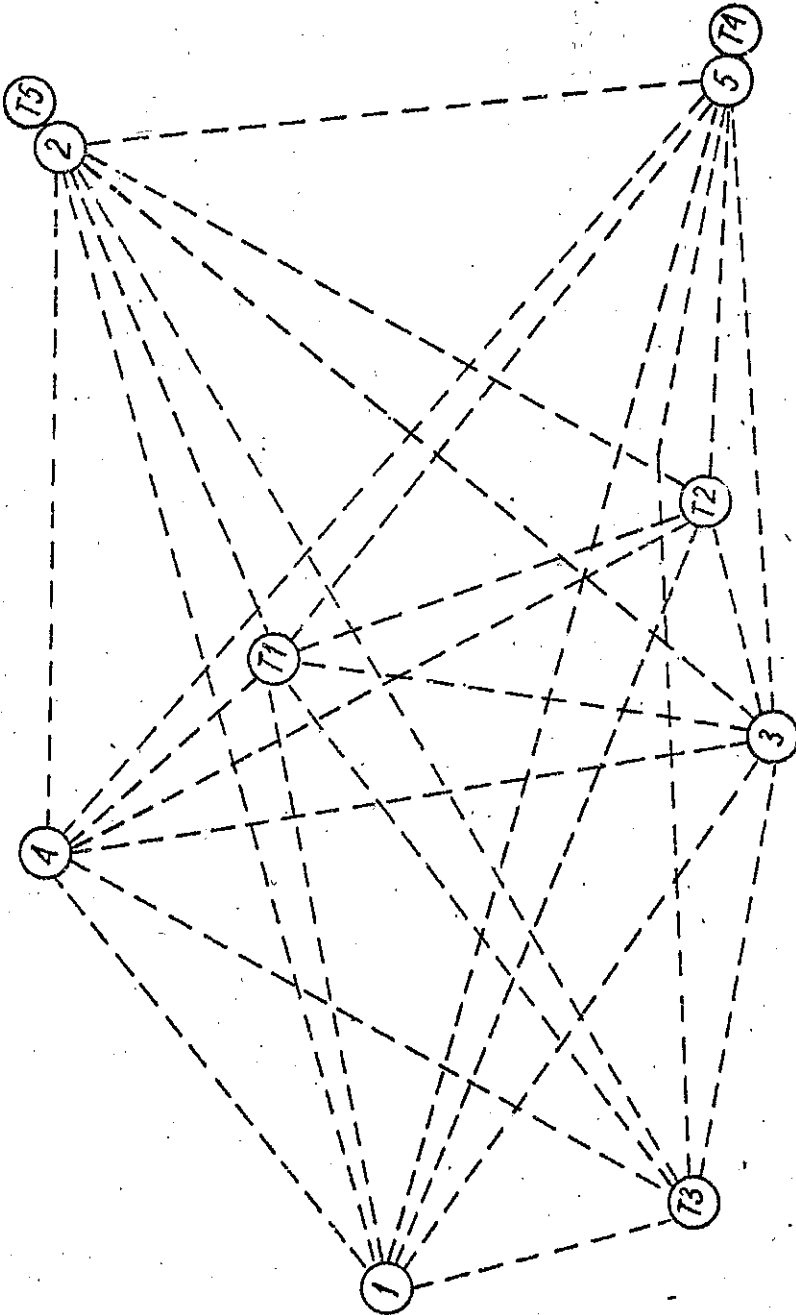


Rys. 7. Fragment istniejącej sieci miejskiej w dużym dominującym mieście

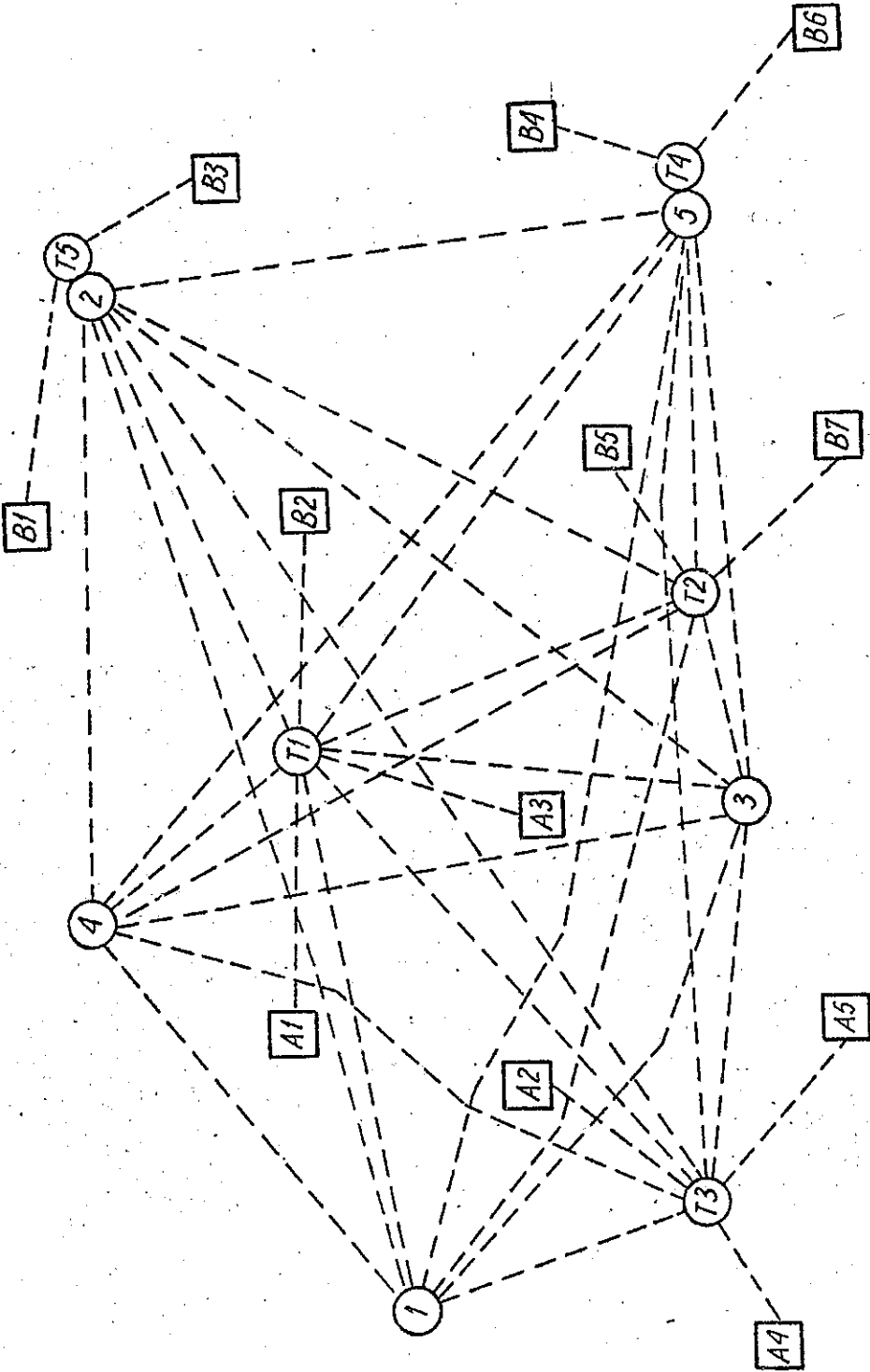


Rys. 8. Układy istniejących centrów przy różnej numeracji w strefie

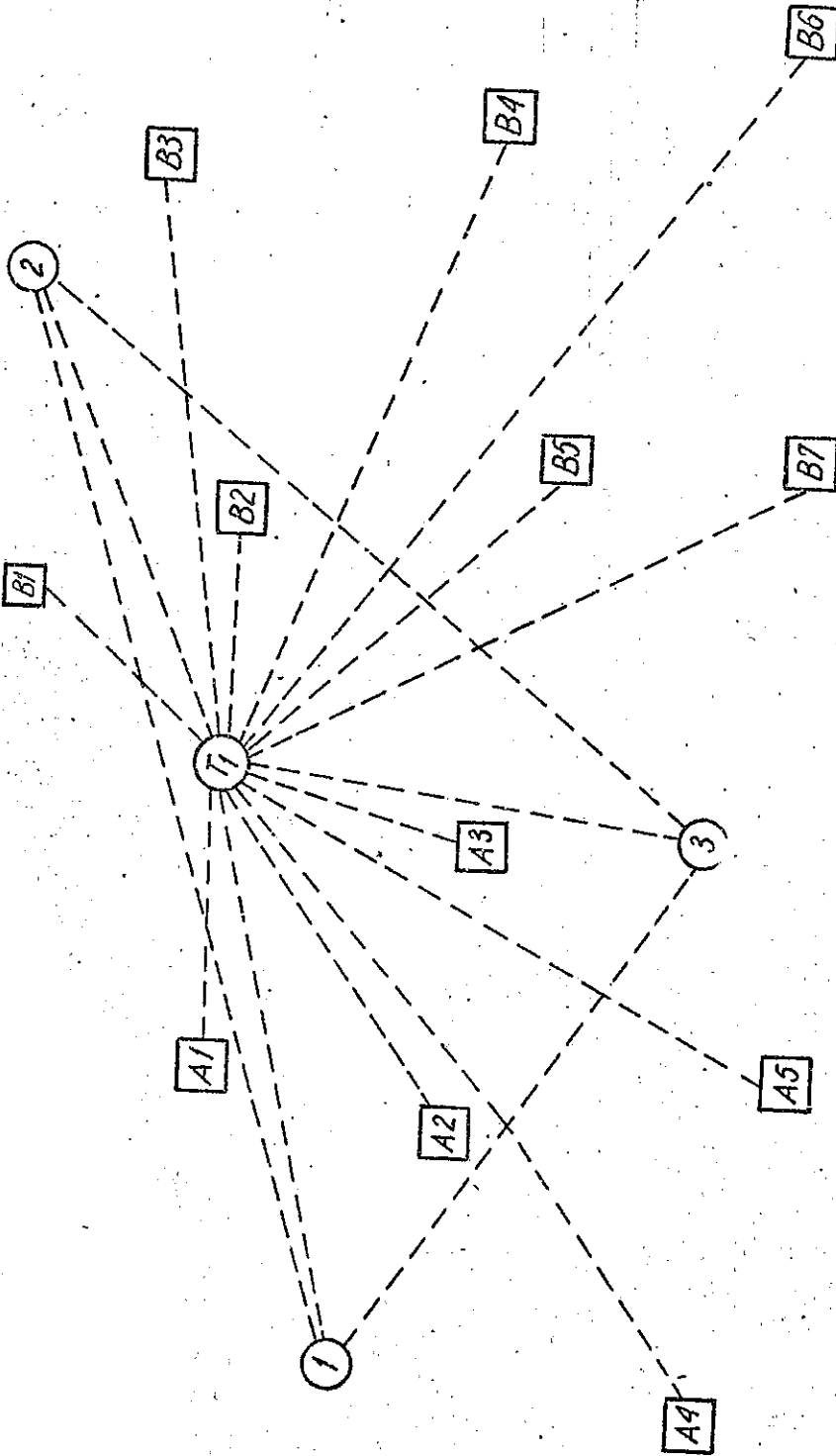
- a/ numeracja 5-cyfrowa, b/ numeracja 6-cyfrowa,
c/ numeracja 7-cyfrowa



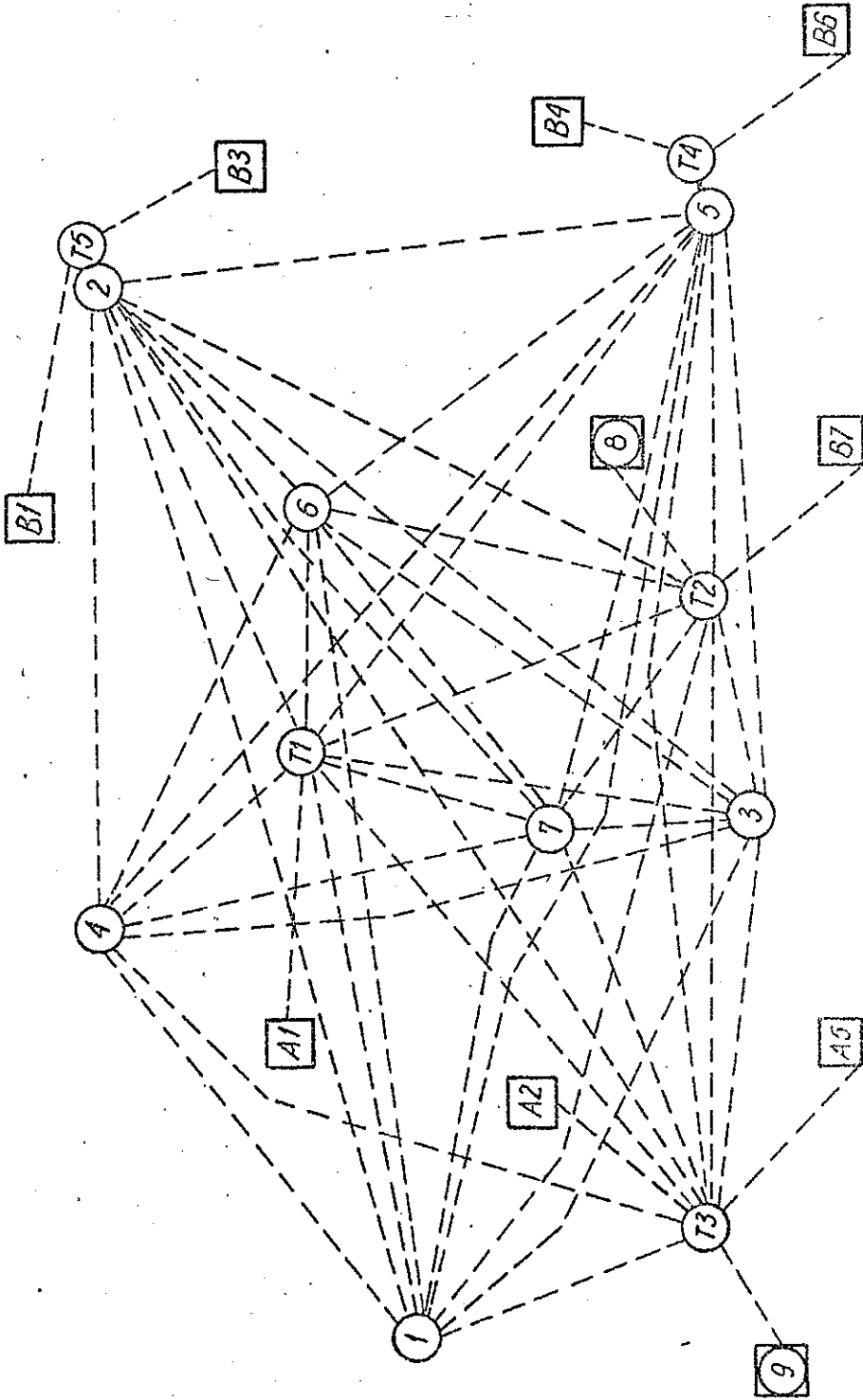
Rys. 9. Początkowy układ sieci nowych centrów o komutacji przestrzennej



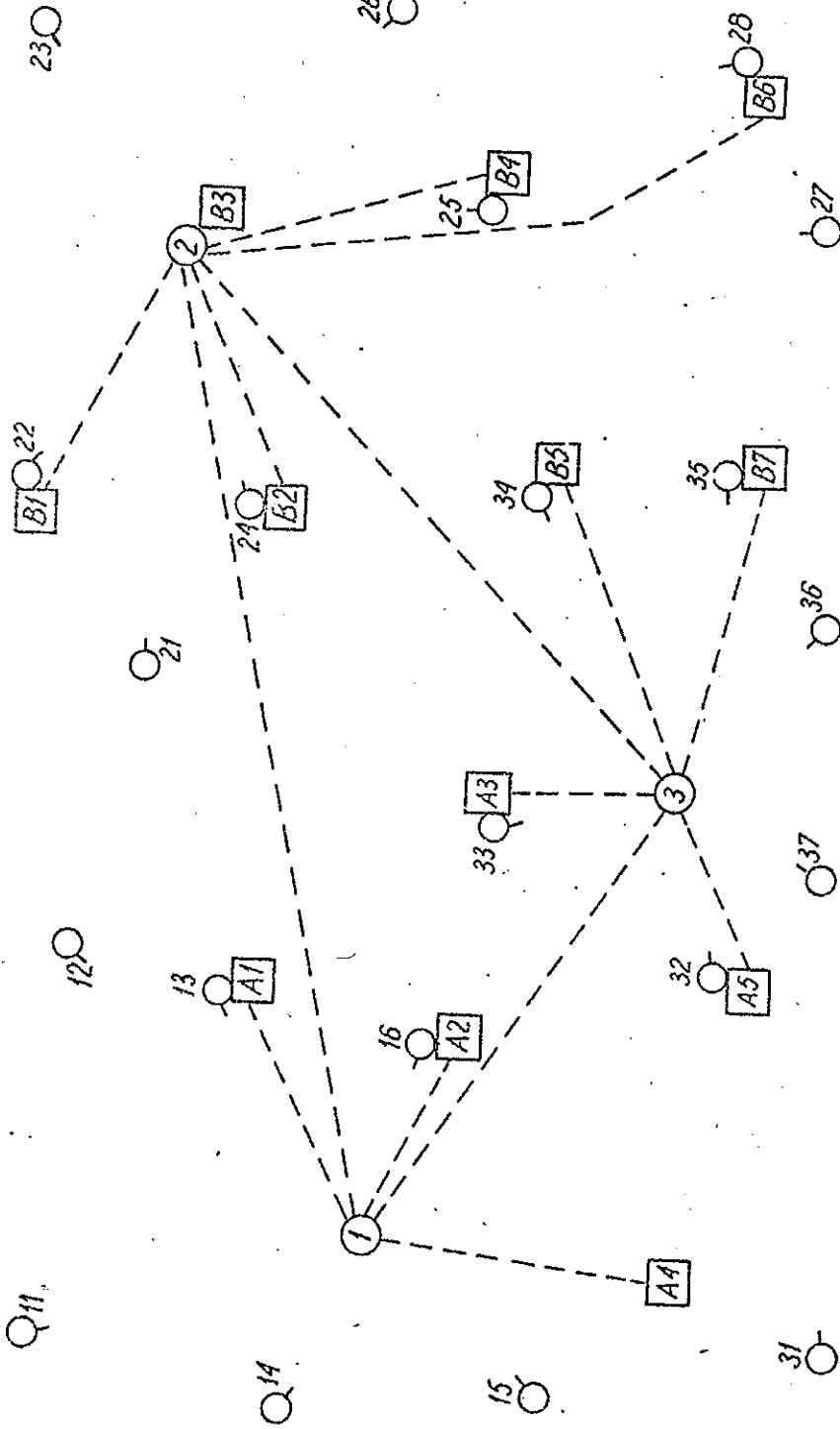
Rys. 10. Współpraca centrów w istniejącej i w nowej sieci



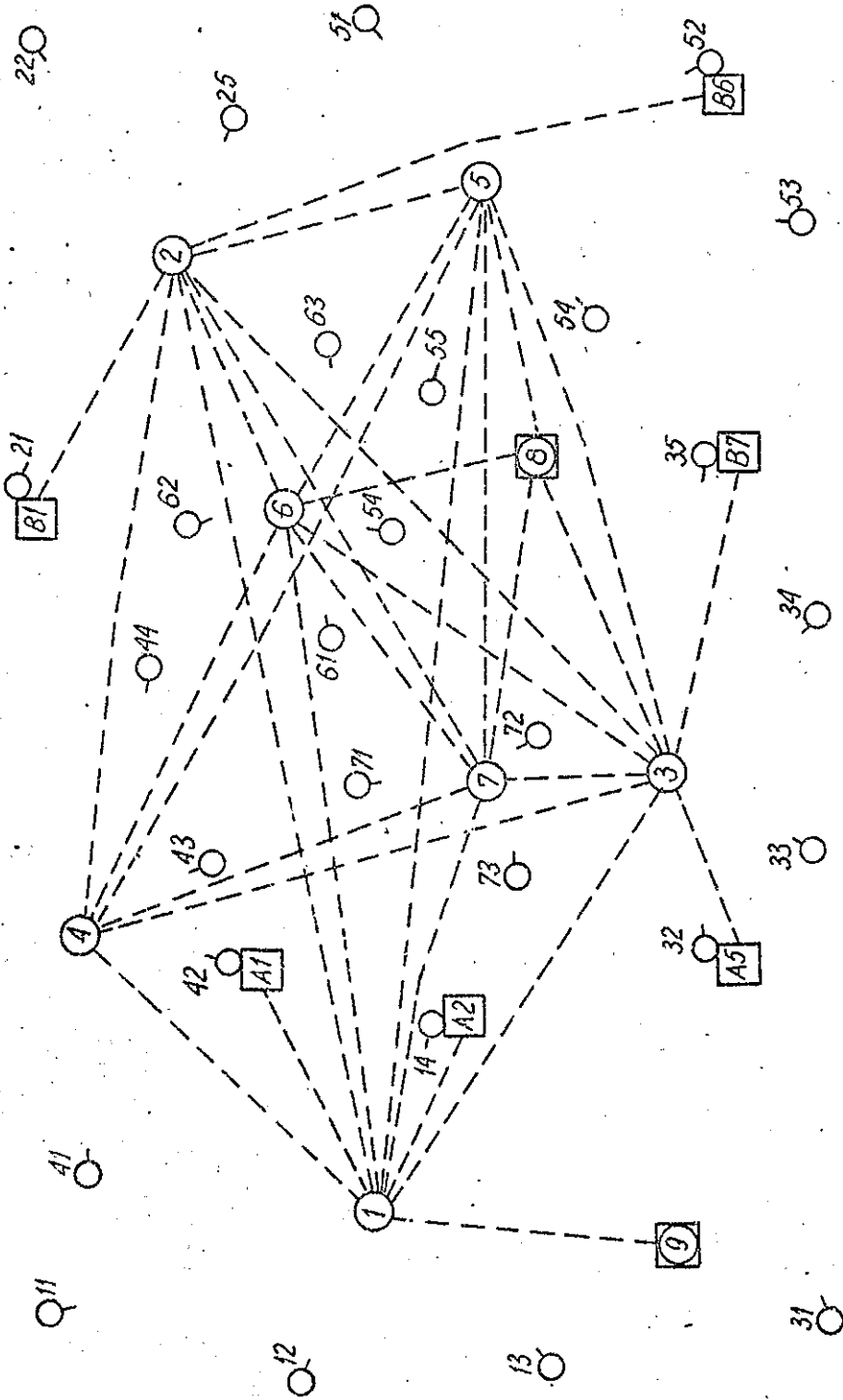
Rys. 11. Druga alternatywa pierwszej fazy budowy nowej sieci



Rys. 12. Dalsza rozbudowa sieci dużego miasta



Rys. 13. Pierwsza faza rozbudowy technologicznej sieci dużego miasta z zastosowaniem cyfrowych systemów telekomunikacyjnych



Rys. 14. Dależe wejście z systemami cyfrowymi do dużego miasta

