

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

3 (169)

1978

MINISTERSTWO ŁACZNOŚCI

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 18

WARSZAWA 1978

NR 3/169/

INSTYTUT ŁACZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-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
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej
Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

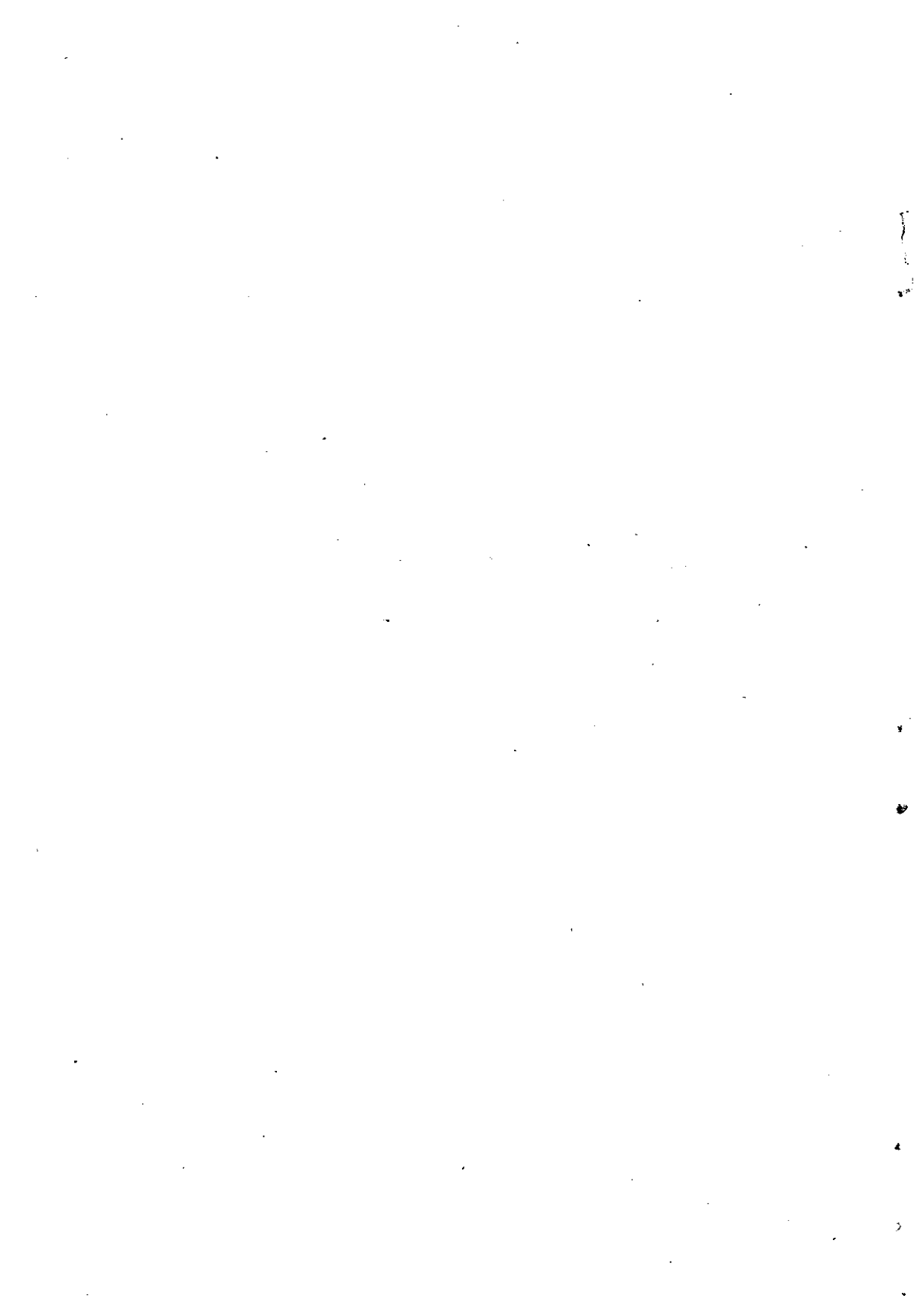
Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 624. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 21.02.1978 r.
Druk ukończono w marcu 1978 r.

Aurelia Pawlicka

**AUTOMATYCZNY TRANZYT MIĘDZYMIASTOWY W ZAGADNIENIACH KIEROWANIA
I POMIARÓW RUCHU TELEFONICZNEGO**

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Tranzytowanie ruchu w sieciach o strukturze hierarchicznej	2
3. Tranzytowanie ruchu w systemach symetrycznych kierowania alternatywnego	6
4. Ocena prawidłowości występowania automatycznego ruchu tranzytowego w krajowym systemie miasto-miasto	10
4.1. Tranzyt w systemie miasto-miasto	10
4.2. Próba oceny prawidłowości rozptywu ruchu tranzytowego	12
4.2.1. Ruch przychodzący do centrali tranzytowej	12
4.2.2. Rozptyw ruchu tranzytowego	13
4.2.3. Ruch wychodzący z centrali tranzytowej	14
4.2.4. Ruch tranzytowy przez więcej niż jedną centralę tranzytową	15
4.2.5. Tranzyt popołudniowy	16
5. Zakończenie	16
6. Wykaz literatury	17



Aurelia Pawlicka

AUTOMATYCZNY TRANZYT MIĘDZYMIASTOWY W ZAGADNIENIACH KIEROWANIA I POMIAROW RUCHU TELEFONICZNEGO

1. WSTEP

Praca niniejsza traktuje, ogólnie biorąc, o sposobach wyznaczania strumieni zainteresowań międzycentralowych w sieciach telefonicznych o różnych strukturach i organizacjach spływu ruchu bezpośredniego i tranzytowego.

Możliwość określania wartości strumieni zainteresowań, a w szczególności wyznaczenie pełnej macierzy zainteresowań międzycentralowych dla sieci o złożonej strukturze pozwala na dokonanie oceny prawidłowości procesów generacji i rozptywu ruchu, budowy i weryfikacji modeli opisujących te procesy oraz wnioskowania w przyszłość na tej podstawie o parametrach określających ruch telefoniczny.

Wyznaczanie strumieni zainteresowań w ruchu bezpośrednim, końcowym, a więc typu punkt-punkt, nie nastrecza innych trudności jak tylko związanych z pomiarami ruchu na odpowiednich wiązkach łączy bezpośrednich. Występowanie jednak dla pewnych odcinków sieci /odcinków tranzytowych/ strumieni zainteresowań typu obszar-obszar, na które składają się strumienie cząstkowe generowane przez kilka źródeł lub kierowane do kilku ujęć prowadzi do konieczności wydzielenia tych składowych. Jest to podstawowym zagadnieniem rozważanym w niniejszym artykule.

W układzie pracy wyraźnie wyróżnia się dwie odmienne w charakterze części. Pierwsza z nich, tzn. rozdziały 2 i 3, ma charakter przeglądowy i ogólny. Przedstawione są w niej znane metody wyznaczenia wartości strumieni w wiązkach tranzytowych dla sieci o różnych strukturach z tandemowaniem i alternatywnym kierowaniem ruchu. Materiał zawarty w tej części wyznacza więc podstawowy zakres problemów, jakie należy uwzględnić przy rozpatrywaniu zagadnienia występowania różnych rodzajów tranzytu w międzymiastowych sieciach telefonicznych.

Druga część pracy /rozdział 4/ przedstawia wnioski z własnych prac nad zagadnieniem oceny prawidłowości rozptywu zainteresowań w sieciach telefonicznych z automatycznym tranzytowaniem ruchu - prac prowadzonych na podstawie wyników obserwacji automatycznego ruchu telefonicznego w krajowym systemie "miasto-miasto". Zaprezentowana jest, dla konkretnej, istniejącej sieci /sieć systemu "miasto-miasto"/, próba określenia prawidłowości rozptywu ruchu z punktu widzenia możliwości uzyskania pełnej macierzy zainteresowań międzycentralowych.

2. TRANZYTOWANIE RUCHU W SIECIACH O STRUKTURZE HIERARCHICZNEJ

Strukturę sieci określa się poprzez plan sieci łączy z podziałem na rodzaje wiązek, zależnie od sposobu kierowania strumieni ruchu. Podział taki jest najbardziej celowy dla sieci łączy międzycentralowych, dla których można wyróżnić trzy zasady kierowania ruchu:

- 1/ kierowanie bezpośrednie,
- 2/ kierowanie tandemowe,
- 3/ kierowanie alternatywne.

W związku z powyższym łączy międzycentralowe porządkuje się w trzy niżej wymienione grupy.

1. łączy bezpośrednie obliczane na małe straty, po których przenoszone jest całe natężenie ruchu od jednej centrali do drugiej;

2. łączy tandemowe obliczane na małe straty, po których cały strumień ruchu pomiędzy dwiema centralami przepływa przez jeden lub więcej stopni tandemowych w innych centralach;

3. Drogi połączeniowe alternatywne, gdy strumień ruchu szuka najpierw łączy bezpośrednich, a w razie ich zajętości łączy tandemowych przez jeden, dwa ... stopnie. Zarówno w wiązkach bezpośrednich jak i związanych z nimi wiązkach tandemowych dopuszcza się zwykle duży natłok. Są to wiązki nazywane wiązkami o wysokim wykorzystaniu.

Widoczne jest, że w tym przypadku tranzytowanie ruchu jest równoznaczne z tandemowaniem. Wykorzystywane jest ono do zabezpieczania dróg przelewu nadmiaru ruchu bezpośredniego bądź dla celowego pośredniego przekazywania jego całkowitych strumieni. Wymienione poprzednio trzy rodzaje kierowania ruchu mogą być oczywiście stosowane w tej samej sieci wielocentralowej; np. w przypadku stosowania jednocześnie dwóch pierwszych sposobów bezpośredniego i tandemowego mamy do czynienia z tzw. siecią o małych stratach.

System hierarchiczny bierze swą nazwę od grupy systemów z kierowaniem alternatywnym, w których ruch kierowany jest z pewnym stopniem uprzywilejowania do poszczególnych hierarchicznie ustawionych stopni tandemowych. Wobec tego obliczanie ruchu w tranzytowych wiązkach tandemowych jest ściśle związane z przyjętą strukturą sieci hierarchicznej.

W dalszej części tego rozdziału przedstawione będą najczęściej spotykane i wykorzystywane struktury sieci hierarchicznych oraz metody ustalania w takich przypadkach wartości ruchu w wiązkach tandemowych [3].

Najprostszą, często spotykaną odmianę alternatywnego kierowania przedstawi-

no schematycznie na rys. 2.1^{x/} dla układu sieci łączy międzycentrałowych. Jest to dwupoziomowa sieć hierarchiczna o dwóch alternatywnych drogach wyboru:

i-j - droga pierwszego wyboru,

i-u-j - droga drugiego wyboru

oraz o drodze tandemowej:

i-u-v-j,

przy czym: i, j, są to centrale, natomiast u, v stopnie tandemowe. Przedstawiony system nazywany jest także systemem z kierowaniem alternatywnym jednostopniowym.

Dla sieci o s-centralach /a więc i, j = 1, 2, ..., s/, t - stopniach tandemowych /oznaczanych wskaźnikiem l = s + 1, s + 2, ..., s + t/, ze znanymi wartościami ruchu oferowanego pomiędzy centralami i, j oraz /dla ustalonych wiązek tandemowych/ z wartościami średnimi A_{i1}^0 , A_{ij}^0 ruchu tandemowego, można dla każdej wiązki obliczyć:

$$A_{i1} = A_{i1}^0 + \sum_j P_{ij} \quad /2.1./$$

$$A_{ij} = A_{ij}^0 + \sum_{l \in I} P_{ij} \quad /2.2./$$

gdzie: P_{ij} - wartość średnia ruchu odprowadzanego z wiązki i-j o wysokim wykorzystaniu zawierającej n_{ij} łączy, określana zależnością:

$$P_{ij} = A_{ij} \cdot E/n_{ij}, A_{ij}/ \quad /2.3./$$

Drugim powszechnie spotykanym systemem kierowania alternatywnego jest kierowanie dwustopniowe /nadal system hierarchiczny dwupoziomowy/. W tym przypadku stosuje się dwa stopnie tandemowe, co powoduje, że ilość dróg wyboru alternatywnego zwiększa się do trzech. System taki przedstawiony jest na rys.2.2.

Drogami alternatywnymi będą:

i-j - pierwszego wyboru,

i-u-j - drugiego wyboru,

i-u-v-j - trzeciego wyboru.

Ze struktury przedstawionej sieci wynika bezpośrednio fakt większego skomplikowania obliczeń w porównaniu z systemem jednostopniowym. Należy bowiem zauważyć, że w takiej sieci należy obliczać odprowadzenie ruchu z wiązek przelewowych /tan-

^{x/} Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

demowych/, więc ruchu nie czysto przypadkowego, a to jak wiadomo wiąże się z koniecznością stosowania równoważnej zmiany przypadkowej dla wielkości A_{ij} i n_{ij} zgodnie z teorią Wilkinsona [4]. W związku z powyższym wartości ruchu oferowanego na poszczególne wiązki tandemowe przy znanych wielkościach początkowych jak dla systemu jednostopniowego wyniosą ogólnie:

$$A_{iu} = \sum_j P_{ij} \quad /2.4./$$

ponieważ wiązka i-u jest wiązką końcową /ostatniego wyboru/, więc:

$$A_{uj} = \sum_{i \in u} P_{ij} \quad /2.5./$$

$$A_{uv} = \sum_{j \in v} P_{uj} \quad /2.6./$$

Wszystkie wiązki typu u-v są końcowymi, więc:

$$A_{vj} = \sum_{l \neq v} P_{lj} + \sum_{i \in v} P_{ij} \quad /2.7./$$

Ponieważ przewiduje się przelew w wiązkach tandemowych o wysokim wykorzystaniu u-j lub l-j zgodnie więc z przedstawionymi wcześniej uwagami należy składowe P_{uj} i P_{lj} w /2.6./ i /2.7./ obliczać stosując teorię równoważnej zmiennej przypadkowej dla wartości średniej ruchu A^* i liczby łączy w wiązce n^* , a więc:

$$P_{uj} = A_{uj}^* \cdot E/n_{uj}^* + n_{uj}^*, A_{uj}^*/, \quad /2.8./$$

$$P_{lj} = A_{lj}^* \cdot E/n_{lj}^* + n_{lj}^*, A_{lj}^*/. \quad /2.9./$$

Jako ostatni, omówiony będzie najczęściej spotykany system kierowania alternatywnego, a mianowicie system z czterema drogami wyboru. Tak jak i poprzednio, będzie przedstawiona metoda obliczania średnich wartości ruchu dla poszczególnych odcinków dróg tranzytowych.

Na rysunku 2.3. przedstawiony jest układ sieci hierarchicznej z czterema drogami alternatywnymi:

- i-j - pierwszego wyboru,
- i-v-j - drugiego wyboru,
- i-u-j - trzeciego wyboru,
- i-u-v-j - czwartego wyboru.

Aby ułatwić dalsze rozważania, należy na początku ustalić rodzaje wiązek tandemowych występujących w tym systemie. Widoczne jest, że wiązki i-u, u-v, v-j, stanowiące jakby szkielet sieci, będą wiązkami końcowymi /ostatniego wyboru/ o małych stratach, natomiast i-j, i-v oraz u-j wiązkami o dużym wykorzystaniu. Wobec powyższego oraz po uwzględnieniu definicji /2.3./ można przystąpić do wyznaczenia wartości średnich ruchu w poszczególnych wiązkach tandemowych.

Kolejno wyznacza się:

$$A_{iv} = \sum_{j \in v} P_{ij} \quad /2.10./$$

$$A_{iu} = \sum_{j \in u} P_{ij} + \sum_{v \neq u} P_{iv} \quad /2.11./$$

Drugi składnik zależności 2.11 reprezentuje ruch nie przyjęty na drogach drugiego wyboru /jej odcinka/ i-v.

$$A_{uj} = \sum_{i \in u} P_{ij} E_{iv} \quad /2.12./$$

W powyższej zależności ze względu na to, że i-u jest wiązką końcową sumuje się strumienie przelewowe z wiązek pierwszego wyboru i-v dla wszystkich central obszaru tandemowego u, kierowane do wybranej j z obszaru v /stąd współczynnik strat E_{iv} /.

$$A_{uv} = \sum_{j \in v} P_{uj} \quad /2.13./$$

Zależność 2.13 reprezentuje czysty przelew z wiązek u-j.

$$A_{vj} = \sum_{i \in v} P_{ij} + \sum_{i \notin v} P_{ij} /1 - E_{iv}/ + \sum_{u \neq v} P_{uj} \quad /2.14./$$

Poszczególne składniki /2.14./ mają następujący sens:

- 1/ przelew z wiązek pierwszego wyboru i-j /i ∈ v/,
- 2/ przyjęty ruch przez wiązki drugiego wyboru i-v kierowany do j,
- 3/ przyjęty ruch przez wiązki czwartego wyboru u-v, a nie przyjęty przez wiązki trzeciego wyboru u-j, kierowany do j.

Zależności /2.10./ + /2.14./ pozwalają na całościowe obliczanie podziału ruchu w sieci o strukturze z rys. 2.3, należy tylko pamiętać o degeneracji ruchu przelewowego i wyznaczyć na wstępie:

$$P_{iv} = A_{iv}^* \cdot E/n_{iv}^* + n_{iv}, A_{iv}^* / \quad /2.15./$$

$$E_{iv} = E/n_{iv}^* + n_{iv}, A_{iv}^* / \quad /2.16./$$

$$P_{uj} = A_{uj}^* \cdot E/n_{uj}^* + n_{uj}, A_{uj}^* / \quad /2.17./$$

Przedstawione w tym rozdziale struktury sieci hierarchicznych są najczęściej spotykanymi. Systemy wielostopniowe o trzech lub o większej liczbie poziomów stosowane są tylko w bardzo dużych sieciach krajowych. Systemy takie nie będą omawiane w niniejszej pracy, należy jedynie zwrócić uwagę, że obliczanie ich, choć o znacznym stopniu skomplikowania, jest możliwe na zasadach analogicznych do przedstawionych.

3. TRANZYTOWANIE RUCHU W SYSTEMACH SYMETRYCZNYCH KIEROWANIA ALTERNATYWNEGO

Systemy symetryczne stanowią drugą obok hierarchicznych główną grupę systemów z kierowaniem alternatywnym. W przeciwieństwie jednak do systemów hierarchicznych, w systemach symetrycznych wszystkie wiązki są wiązkami o małych stratach, a każda z nich może przyjmować oraz wysyłać ruch przelewowy zgodnie z pewnym ustalonym z góry programem.

Przykładowa, najprostsza struktura sieci dla systemu symetrycznego przedstawiona jest na rys. 3.1; składa się ona z trzech central i dwukierunkowych wiązek międzycentralowych.

W systemie symetrycznym ruch między dwiema centralami może być kierowany przez dowolne centrale w sieci, a w związku z tym jest rzeczą do ustalenia, która z central ma być centralą tranzytową oraz które odcinki drogi połączeniowej uznać za tranzytowe. Przedstawienie ogólnej metody obliczania ruchu w sieciach tego typu daje więc możliwość wybrania, spośród kompletu danych, informacji o ruchu tranzytowym, co jest przedmiotem niniejszej pracy.

Analizując sieć z rys. 3.1 można stwierdzić, że np. ruch w wiązce 1-2 składa się z ruchu pomiędzy centralami 1-2, ruchu przelewowego z wiązek 1-3 oraz 2-3, wobec tego wartość średnia tego ruchu wyniesie:

$$M_{12} = 1/E_{12} / [A_{12} + 1 - E_{23} / E_{13} A_{13} + 1 - E_{13} / E_{23} A_{23}] \quad /3.1/$$

gdzie: E_{ij} - współczynnik strat wiązki i-j,
 A_{ij} - ruch oferowany na wiązki i-j.

Podobnie określa się wartości M_{13} i M_{23} .

Ruchem tranzytowym w omawianym przykłądzie będzie ruch przelewowy o postaci:

$$A_{p12} = M_{12} - A_{12}/1-E_{12}/ \quad /3.2./$$

Przy bardziej rozbudowanych sieciach tego typu, o większej liczbie central oraz kilku tranzytowych drogach obejściowych załatwiających ruch przelewowy, pożyteczna byłaby możliwość określenia przepustowości sieci. Przepustowość, przy zadanych: strukturze sieci i sposobie kierowania alternatywnego, wyznacza maksymalne strumienie ruchu pomiędzy dwoma centralami, jaki jest w stanie załatwić sieć; a więc daje informacje o górnym ograniczeniu wartości strumieni ruchu. Znajomość wartości przepustowości sieci, choć na ogół trudna do ustalenia; pozwala także na dokonanie oceny i w konsekwencji przyjęcia najbardziej optymalnego sposobu kierowania ruchu. Jedna z lepszych metod określania przepustowości sieci jest przedstawiona w [1], [2]. Dla przykłądu rozważona będzie sieć o niezbyt skomplikowanej strukturze, lecz ze znacznie rozbudowanym kierowaniem alternatywnym. Struktura tej sieci określona jest na rys. 3.2, a plan kierowania ruchu, dla trzech strumieni ruchu F_{1-2} , F_{2-3} , F_{3-4} , w tabelicy 3.3. Sieć przewiduje pięć dróg obejściowych.

T a b l i c a 3.3

Sposób alternatywnego kierowania strumieni ruchu
 F_{12} , F_{23} i F_{34}

Gałąź sieci Drogi wyboru $u_k / ij /$	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{23}	b_{24}	b_{34}
$u_1/12/$ $u_2/12/$ $u_3/12/$ $u_4/12/$ $u_5/12/$	1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
$u_1/23/$ $u_2/23/$ $u_3/23/$ $u_4/23/$ $u_5/23/$	1 1	1 1	1 1	1	1 1	1 1
$u_1/34/$ $u_2/34/$ $u_3/34/$ $u_4/34/$ $u_5/34/$	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1

W metodzie tej, w pierwszej kolejności, w sposób uproszczony oblicza się przepustowości poszczególnych gałęzi sieci, zakładając że odkształcenie danego j-tego przelewowego strumienia ruchu od przypadkowego określane jest parametrem, zwanym parametrem degeneracji $\theta_j = V_j/M_j$, czyli stosunkiem warlancji do wartości średniej ruchu przelewowego.

Jeżeli na wiązkę i-j jest podawane obciążenie w postaci czysto przypadkowych strumieni ruchu $\theta = 1$, $V/x = M/x$, to dla przyjętych lub zadanych strat można określić y_{ij} , a więc przepustowość odcinka i-j tej sieci, korzystając bezpośrednio ze wzoru Erlanga $p_{ij} = E/n_{ij}$, $y_{ij}/$. Jeśli jednak na ten sam odcinek i-j podany zostanie ruch nie będący czysto przypadkowym $\theta > 1$, to wartość ruchu M/x_{ij} , który może załatawić wiązka i-j przy takich samych warunkach jak dla $\theta = 1$, będzie mniejsza niż y_{ij} , tzn.

$$M/ij/ = y_{ij} - \Delta_M y_{ij} \quad /3.3./$$

gdzie: Δ_M - współczynnik zmniejszenia przepustowości gałęzi i-j sieci na poczet degeneracji ruchu przelewowego.

Wartość współczynnika zmniejszenia $\Delta_M = f/Y \cdot \theta, p/$ można określać z wykresów tej zależności [2], otrzymanych metodą równoważnej grupy Wilkinsona dla pełnodostępnych wiązek o pojemności do 100 łączy przy wartości parametru θ od 1,1 do 2,5, wartości ruchu Y od 1 do 50 Erl i wartości współczynnika strat p od 0,005 do 0,2 lub za pomocą aproksymującego wyrażenia o postaci:

$$\Delta_M = / -1//1 - 0,5 \frac{\lg p}{2} / Y^{-0,864} - 0,106 \lg p. \quad /3.4./$$

Obliczone, w wyżej podany sposób, przepustowości $y_{ij}^1 = y_{ij} - \Delta_M y_{ij}$ dla poszczególnych gałęzi b_{ij} posłużą do wyznaczenia przepustowości całej sieci, tzn. wyznaczenia takich maksymalnych strumieni ruchu F_{12} , F_{23} i F_{34} , jakie jednocześnie mogą być załatawione w sieci o strukturze przedstawionej na rys. 3.2 i sposobie kierowania opisanym w tablicy 3.3.

Jednym z głównych pojęć wykorzystywanych przy ocenie metodami topologicznymi maksymalnych strumieni ruchu w sieciach /także i pojemności wiązek/ jest pojęcie "cięcia" sieci. Cięciem S_v nazywa się zbiór gałęzi $\{b_{ij}\}$, przy usunięciu których wszystkie drogi między węzłami podzbiorów v i \bar{v} zostają przerwane, a sieć dzieli się na dwie nie związane ze sobą "podsieci" o podzbiórach węzłów v w jednej i $\bar{v} = N - v$ w drugiej. Wartość takiego cięcia określa się sumą /w tym przypadku/ przepustowości gałęzi b_{ij} , stanowiących to cięcie, a więc:

$$V_v = \sum_{\substack{i \in v \\ j \in \bar{v}}} y_{ij}^1 \quad /3.5./$$

Zgodnie z teorią o maksymalnych strumieniach [1], maksymalna wartość F_{ij} - strumienia ruchu pomiędzy parą węzłów i i j sieci, określa minimalne, ze względu na wartość, cięcie rozdzielające te węzły, tj.:

$$F_{ij} \leq \min_v V_v ; \quad /i \in v, \quad j \in \bar{v}/ \quad /3.6./$$

Dla sieci obsługujących więcej niż jeden strumień ruchu rozwiązanie zagadnienia sprowadza się do układu nierówności o postaci:

$$\begin{aligned} F_{xy} &\leq V_{x,y}, \\ F_{xy} + F_{kl} &\leq V_{xk, yl}, \end{aligned} \quad /3.7./$$

$$\sum_{i=1}^r F_{xi,yi} \leq V_{xi,yi} - W_{xi,yi}$$

gdzie: F_{xy} - maksymalny strumień ruchu pomiędzy parą węzłów x i y ;

$V_{x,y}$ - wartość minimalnego cięcia rozdzielającego wszystkie drogi między x i y ;

$W_{xi,yi}$ - pewna wielkość proporcjonalna do przepustowości dróg u , zawierających w minimalnym cięciu $S_{xi,yi}$ więcej niż jedną gałąź;

$1 \leq r \leq n-1/n$ - liczba par węzłów pomiędzy którymi zapewnia się załatwienie strumieni ruchu przy n -węzłach w sieci.

Układ nierówności /3.7./ dla sieci o strukturze przykładowej z rys. 3.2 będzie przedstawiał się następująco:

$$\begin{aligned} F_{22} &\leq V_{1, 4} \\ F_{23} &\leq V_{2, 3} \\ F_{34} &\leq V_{3, 4} \\ F_{12} + F_{23} &\leq V_{12, 23} \\ F_{12} + F_{34} &\leq V_{13, 24} \\ F_{23} + F_{34} &\leq V_{23, 34} \\ F_{12} + F_{23} + F_{34} &\leq \min [V_{123, 234} - W_{123, 234}] \end{aligned} \quad /3.8./$$

Jeżeli założyć się, że w wyniku obliczeń przepustowości poszczególnych gałęzi sieci przedstawionej na rys. 3.2 otrzymano następujące wartości y_{ij}^1 /w erlangach/: $y_{12}^1 = 8$, $y_{13}^1 = 3$, $y_{14}^1 = 1$, $y_{23}^1 = 8$, $y_{24}^1 = 0,5$, biorąc wtedy pod uwagę sposób kierowania ruchu /tablica 3.3/ i stosując metodę cięć minimalnych otrzymuje się:

$$F_{12} \leq y_{12}^1 + y_{13}^1 + y_{14}^1$$

$$F_{23} \leq y_{13}^1 + y_{14}^1 + y_{23}^1 + y_{24}^1$$

$$F_{34} \leq y_{14}^1 + y_{24}^1 + y_{34}^1$$

$$F_{12} + F_{23} \leq y_{12}^1 + y_{23}^1 + y_{24}^1 \quad /3.9./$$

$$F_{12} + F_{34} \leq y_{12}^1 + y_{13}^1 + y_{24}^1 + y_{34}^1$$

$$F_{23} + F_{34} \leq y_{13}^1 + y_{23}^1 + y_{34}^1$$

$$F_{12} + F_{23} + F_{34} \leq y_{12}^1 + y_{14}^1 + y_{23}^1 + y_{34}^1$$

Prawe strony układu nierówności /3.9./ wskazują wyraźnie na to, że przy większej liczbie dróg alternatywnych /w przykładzie 5 dróg/ minimalne cięcia S_v mogą być trudne /zwykłą metodą rachunkową/ do wyznaczenia. Metodą zaradczą w tym przypadku jest wykorzystanie tablicy dróg obejściowych, typu tablicy 3.3, jako tablicy prostych implikant boolowskich i działań na niej jak na funkcjach boolowskich [2], co pozwala na obliczenia maszynowe.

Rozwiązanie układu nierówności /3.9./, tzn. wyznaczenie F_{12} , F_{23} oraz F_{34} należy przeprowadzić w oparciu o metody programowania liniowego.

4. OCENA PRAWIDŁOWOŚCI WYSTĘPOWANIA AUTOMATYCZNEGO RUCHU TRANZYTOWEGO W KRAJOWYM SYSTEMIE MIASTO - MIASTO

4.1. Tranzyt w systemie miasto - miasto

W niniejszym rozdziale będzie omówiony tranzyt w krajowym automatycznym ruchu telefonicznym systemu miasto - miasto, wyniki własnych obserwacji tego ruchu wraz z próbą uproszczonego opisu rozptywu przy zastosowaniu określonego modelu przyczynowego.

Tranzyt w systemie miasto - miasto jest realizowany w sposób odmienny [6] niż omówiony w rozdziałach 2 i 3. W centralach międzymiastowych bezsznurowych i nie-

których węzłowych sznurowych automatyczny tranzyt jest realizowany w układzie komutacji jednotorowej, przy jednoczesnym działaniu automatycznych układów wyłączających tłumiki tranzytowe w translacjach przyjeściowych i wyjściowych. Drugi stopień grupowy w centralach jest rozbudowany o oddzielny stopień tranzytowy. Obecnie możliwość przejść tranzytowych jest zapewniona w następujących między-miastowych centralach telefonicznych: w Warszawie, Bydgoszczy, Wrocławiu, Lublinie, Koszalinie, Wałbrzychu, Piotrkowie Trybunalskim, Olsztynie i Białymstoku. Należy jeszcze zaznaczyć, że choć pierwotnie nie przewidywane w założeniach dla systemu miasto - miasto nastąpiło i jeszcze przynajmniej do roku 1990 będzie miało miejsce dołączanie relacji miasto - miasto dla sieci central automatycznych ACMM, czyli powstającej w pełni zautomatyzowanej krajowej sieci telefonicznej. Możliwości tranzytowe wdrażanych ACMM będą znacznie większe niż obecnych CMM. Aktualnie przy wdrożonych do eksploatacji ACMM w Warszawie, Gdańsku, Poznaniu i Krakowie abonenci central, mających połączenia z wymienionymi ACMM, mają możliwośći zestawiania połączeń tranzytem do 22 dużych miast w kraju.

W 1975 roku zostały przeprowadzone obserwacje ruchu tranzytowego w systemie miasto - miasto [7]. W okresie tym tranzyt realizowany był w czterech CMM: w Warszawie, Bydgoszczy, Gdańsku oraz we Wrocławiu i dlatego też tylko dla tych central w dalszej części pracy będą przedstawiane wyniki obserwacji oraz ich analiza. Należy jeszcze dodać, że pod koniec 1975 roku w systemie miasto - miasto ruch automatyczny był realizowany w około 400 relacjach, które dawały możliwość zestawiania połączeń w 400 relacjach bezpośrednich końcowych i w około 1000 relacjach tranzytowych /w znacznej części popołudniowych lub seansowych/. Pod koniec 1976 roku "największym" węzłem tranzytowym była CMM Warszawa tranzytująca ruch z trzydziestu CMM w miastach wojewódzkich do pięćdziesięciu CMM w większych miastach /w tym 38 wojewódzkich/.

Biorąc pod uwagę strukturę sieci miasto - miasto oraz uwagi zawarte na wstępie tego rozdziału, problem oceny automatycznego ruchu tranzytowego należy sprowadzić do rozpatrzenia następujących zagadnień:

1. ruch tranzytowy przychodzący do centrali tranzytowej,
2. ruch wychodzący z centrali tranzytowej,
3. rozptyw ruchu tranzytowego,
4. tranzyt przez więcej niż jedną centralę,
5. ruch tranzytowy popołudniowy.

Wymienione zagadnienia 1 ÷ 5 są przedmiotem rozważań w dalszej części pracy. Wszelkie wyniki pomiarów ruchu tranzytowego przytaczane w tej części pracy pochodzą z obserwacji dokonanych w 1975 roku w GUTM Warszawa, a opisanych w [7].

4.2. Próba oceny prawidłowości rozptywu ruchu tranzytowego

4.2.1. Ruch przychodzący do centrali tranzytowej

Ruch Y_p przychodzący do centrali tranzytowej CT zgodnie z zasadami działania systemu miasto - miasto zawiera dwie składowe: Y_K - ruch bezpośredni końcowy do centrali CT oraz Y_T - ruch tranzytowy kierowany tranzytem przez CT do innych central / C_{oi} ; $i = 1, 2, \dots, n$ /. Schematycznie przedstawione jest to na rys. 4.1. Symbolem C_g oznaczona jest centrala generująca ruch Y_p .

W badaniach rutynowych ruchu automatycznego, ze względów technicznych, mierzona jest jedynie sumaryczna wartość Y_p , w związku z tym należałoby określić choćby szacunkowo strukturę tego ruchu, czyli podział na strumienie Y_K i Y_T . Wydzielenie strumieni Y_K i Y_T może mieć w szeregu przypadkach duże znaczenie, np. przy konstruowaniu macierzy rzeczywistych strumieni ruchu pomiędzy wszystkimi centralami w sieci.

Na podstawie obserwacji należało więc ustalić następujące parametry: t - udziału ruchu tranzytowego w ruchu przychodzącym oraz k - udziału ruchu końcowego w ruchu przychodzącym, a więc:

$$t = \frac{Y_T}{Y_p} \quad /4.1./$$

$$k = \frac{Y_K}{Y_p} \quad /4.2./$$

przy warunku

$$t + k = 1 \quad /4.3./$$

Jako estymatory rzeczywistych parametrów t i k ustalono wielkości t_i i k_i , będące wartościami średnimi wskaźników struktury

$$\frac{t_i/i/}{1/i/} \quad \text{ i } \quad \frac{k_i/i/}{1/i/}, \quad \text{ a więc zgodnie z [5]:}$$

$$\hat{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{t_i/i/}{1/i/} \quad /4.4./$$

$$\hat{k} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1/i/ - t_i/i/}{1/i/} \quad /4.5./$$

gdzie:

$t_i/i/$ - liczba połączeń przychodzących, kierowanych na tranzyt zaobserwowanych w i -tej próbie;

l/i/ - liczba wszystkich połączeń zaobserwowanych w i-tej próbie /najczęściej l/i/ = 100/;

N - liczba prób /każda po l/i/ zaobserwowanych połączeń/.

W tabelicy 4.2 przedstawione są wartości współczynników t oraz k wyznaczone z obserwacji dla czterech central tranzytowych CT, przy czym ponieważ zakłada się, że $t \approx \bar{t}$ oraz $k \approx \bar{k}$, w tabelicy oraz w dalszej części pracy pominięte zostały dodatkowe oznaczenia /-/.

T a b l i c a 4.2

CMM tranzytowa CT	t %	k %
Bydgoszcz	15	85
Gdańsk	1	99
Warszawa	40	60
Wrocław	5	95

Jak wynika z treści tabelicy 4.2, ruch tranzytowy nie jest do pominięcia, szczególnie dotyczy to CMM Warszawa.

Na podstawie znajomości wartości t i k dla poszczególnych central tranzytowych można obliczyć wartości strumieni składowych ruchu przychodzącego do CT w relacji tranzytowej, a mianowicie:

$$Y_T = t Y_p \quad /4.6./$$

$$Y_K = k Y_p \quad /4.7./$$

4.2.2. Rozpływ ruchu tranzytowego

Po przejściu centrali tranzytowej CT /rys. 4.1/ ruch tranzytowy Y_T rozpływa się do poszczególnych, osiągalnych /tranzytem/ central C_{oi} . W celu ustalenia wartości ruchu tranzytowego Y_{g-oi} należy wyznaczyć:

$$Y_{g-oi} = Y_{Ti} = w/i/.Y_T \quad /4.8./$$

lub uwzględniając /4.6./:

$$Y_{Ti} = w/i/.t.Y_p \quad /4.9./$$

W zależnościach /4.8./ i /4.9./ $w/i/$ jest pewną funkcją rozpływu ruchu tranzytowego, którą określono z obserwacji, początkowo w postaci dyskretnej:

$$w^*/i/ = \frac{l_{oi}}{l}; \quad i = 1, 2 \dots n \quad /4.10./$$

gdzie:

- l - ogólna liczba połączeń tranzytowych zaobserwowana w określonym czasie /l ≈ 2000/
- l_{oi} - liczba połączeń tranzytowych kierowanych do centrali C_{oi}

Okazuje się, że wartość w^{*}/i/ wykazuje silną korelację z wartością N_{oi} - liczby abonentów central C_{oi}, a rozwiązanie liniowego zagadnienia regresji w postaci:

$$w/i/ = b_1 N_{oi} + b_0 \quad /4.11./$$

daje wynik wskazujący na proporcjonalny rozptyw ruchu tranzytowego. W wyniku obliczeń otrzymuje się bowiem:

$$w/i/ = \frac{N_{oi}}{\sum_{i=1}^n N_{oi}}; \quad /b_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n N_{oi}}; \quad b_0 \approx 0/ \quad /4.12./$$

co w pełni odpowiada współczynnikowi rozptywu w metodzie Langera:

$$w/i/ = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad /4.13./$$

gdzie w_i - wielkość centrali i-tej; w /4.12./ wielkość centrali określa liczba jej abonentów/.

4.2.3. Ruch wychodzący z centrali tranzytowej

W przypadku pomiarów ruchu na wiązkach wychodzących z centrali tranzytowej CT, podobnie jak dla ruchu przychodzącego, określana jest tylko wartość globalna ruchu wychodzącego /Y_w/. Na ruch Y_w składają się strumienie: tranzytowy Y_{Ti} oraz wychodzący bezpośredni Y_{wi}; schematycznie przedstawia to rys. 4.3.

Na podstawie wyników poprzednich rozważań /4.9./ i /4.12./ oblicza się ruch tranzytowy Y_{Ti}

$$Y_{Ti} = w/i/.t.Y_{\Sigma P} \quad /4.14./$$

gdzie Y_{ΣP} jest to suma wartości strumieni ruchu przychodzących do CT z centrali mających połączenie tranzytowe z centralą C_{oi}

W wyniku szczegółowych obliczeń okazało się, że wartość udziału ruchu tranzytowego w ruchu całkowitym wychodzącym jest niska i w przybliżeniu stała dla danej centrali tranzytowej CT. Wartości liczbowe parametru

$$t_w = \frac{Y_{Ti\delta r.}}{Y_w}$$

dla poszczególnych central CT są zawarte w tabelicy 4.4.

T a b l i c a 4.4

Centrala tranzytowa CT	Bydgoszcz	Gdańsk	Warszawa	Wrocław
t_w [%]	3.4	3.1	8.3	6.0

4.2.4. Ruch tranzytowy przez więcej niż jedną centralę tranzytową

W krajowym ruchu automatycznym systemu "miasto - miasto" istnieje możliwość uzyskania połączenia za pośrednictwem dwóch central tranzytowych /obecnie jest to maksymalna liczba central tranzytowych biorących udział w zestawianiu pojedynczego połączenia i nie ma tendencji do jej zwiększania/. Pierwszą centralą tranzytową w połączeniu jest zawsze CMM Warszawa.

Na rysunku 4.5 przedstawiona jest sytuacja tranzytu poprzez dwie centrale CT1 i CT2. Centralą docelową jest centrala $C2_{oi}$.

Tranzyt podwójny opisuje się jako wielokrotność tranzytu pojedynczego, zakładając że znane są współczynniki t_1 i t_2 dla tranzytu central CT1 i CT2.

Podobnie jak poprzednio należy określić strumień ruchu tranzytowego $Y_{g-oi} = Y_{T/2/i}$ /cyfra 2 oznacza tranzyt przez dwie centrale CT/. Dla tego celu wykorzystuje się definicję współczynnika tranzytu t oraz funkcji rozptywu $w/i/$; można wtedy wykazać, że:

$$Y_{T/2/i} = Y_p \cdot t_1 \cdot w_1 / N_{CT2} / \cdot t_2 \cdot w_2 / N_{oi} / \quad /4.15./$$

Istnieje możliwość uogólnienia tego zagadnienia na przypadek tranzytu j -krotnego / j central CT/, wtedy:

$$Y_{T/j/i} = Y_p \cdot w_j / N_{oi} / \cdot t_j \prod_{l=1}^{j-1} t_l \cdot w_l / N_{CT/l+1} / \quad /4.16./$$

dla $j \geq 2$.

Widoczne jest, że ze wzrostem krotności j wartości ruchu tranzytowego $Y_{T/j/i}$ będą szybko malały, tym bardziej że poszczególne t_l i $w_l/i/$ są mniejsze od jedności.

4.2.5. Tranzyt popołudniowy

Zagadnienia omówione poprzednio dotyczyły ruchu automatycznego całodobowego. Dla części centrali CT tranzyt jest ograniczony czasowo do godzin popołudniowych i nocnych /15.00 ÷ 8.00/, wobec tego należy uwzględnić co następuje:

a/ ruch przychodzący do centrali CT w okresie przedpołudniowym /8.00 ÷ 15.00/ jest z założenia w całości ruchem końcowym;

b/ w ruchu przychodzącym do centrali CT w okresie popołudniowym /15.00÷8.00/ wyróżnia się: ruch końcowy do CT oraz ruch przechodzący tranzytem przez CT.

Jeżeli ruch popołudniowy w relacji przychodzącej do CT stanowi część r_p / $0 < r_p < 1$ / ruchu całodobowego w tej relacji, to: k_p - udział ruchu bezpośredniego końcowego w całkowitym ruchu przychodzącym dla tej relacji wyniesie:

$$k_p = /1 - r_p/ + r_p \cdot k \quad /4.17./$$

czyli cały ruch przedpołudniowy oznaczony $/1 - r_p/$ oraz część ruchu popołudniowego oznaczona $r_p \cdot k$.

Na podstawie wyników pomiarów ruchu automatycznego z 1974 roku oszacowano przybliżoną wartość r_p i ustalono, że: $r_p \approx 0,25$. Wobec tego dla relacji, z których oprócz całodobowego ruchu końcowego jest przewidziany tranzyt w godzinach popołudniowych należy w miejsce parametru k stosować parametr k_p w postaci:

$$k_p = 0,75 + 0,25 k \quad /4.18./$$

oraz analogicznie jak poprzednio, dla parametru t uzyskuje się:

$$t_p = 1 - k_p \quad /4.19./$$

5. ZAKONCZENIE

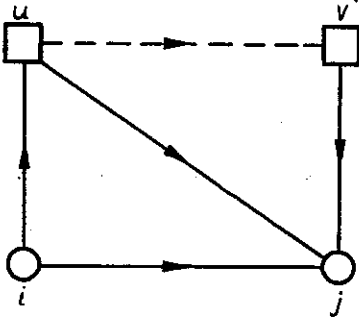
Potrzeba pracy traktującej o zagadnieniach ruchu tranzytowego wiąże się ze zjawiskiem powszechności jego występowania zarówno w układach tradycyjnych jak i tandemowych oraz z alternatywnym kierowaniem ruchu. Powszechność stosowania tranzytu często nie idzie w parze z zadowalającym wyodrębnieniem i podkreśleniem tego zagadnienia w wielu istniejących pracach, szeroko omawiających problemy ruchu telefonicznego.

Materiał przedstawiony w niniejszym opracowaniu zawiera szereg istotnych informacji podanych z konieczności w bardzo skróconej formie. Wobec jednak wielu jeszcze innych aspektów zagadnienia tranzytowego ruchu telefonicznego, które za-

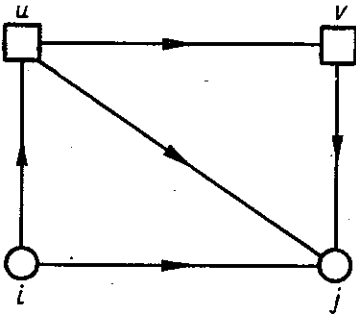
sługują na uwagę, a które nie znalazły miejsca w tej pracy, należałoby postulować konieczność kontynuowania badań powyższego zagadnienia.

6. WYKAZ LITERATURY

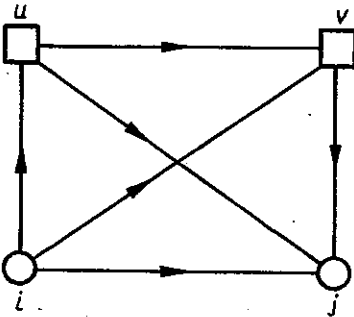
1. Ford L.R., Falkreson D.G.: Potoki v setjach. Moskwa: Mir 1966.
2. Łazarev W.G., Savvin G.G.: Seti svjazi-upravlenie i komutacija. Moskwa: Svjaz' 1973.
3. Rapp Y.: Planning of junction network in a multiexchange area. Ericsson Technics 1964 Vol. 20 No 1 s. 77-130.
4. Wilkinson R.J.: Theories for toll traffic engineering in the U.S.A. Bell Syst. Techn. J. 1956 No 35 s. 421-514.
5. Stankiewicz A., Szczepański J.: Metody i aparatura do nadzoru i pomiarów ruchu telefonicznego. Warszawa: Instytut łączności, B0INTE. Problemy łączności 1975 nr 138.
6. Malik Z., Plewa J.: Tranzytowanie ruchu na łączach systemu miasto-miasto. Warszawa: WKiŁ, Wiad. Telekom. 1975 nr 6.
7. Pawlicka A.: Obserwacje ruchu tranzytowego w systemie miasto-miasto./Opracowanie It, Z-3/. Warszawa: Instytut łączności, listopad 1975 r. Praca 11.01.A.09. Opracowanie cząstkowe 16.
8. Zagadnienia ruchu telefonicznego. Praca zbiorowa pod kierunkiem St. Kuhna. Warszawa: WKiŁ 1971. Problemy Elektroniki i Telekomunikacji nr 23.



Rys. 2.1. Sieć łączy międzycentralowych z możliwością wyboru dwóch dróg alternatywnych

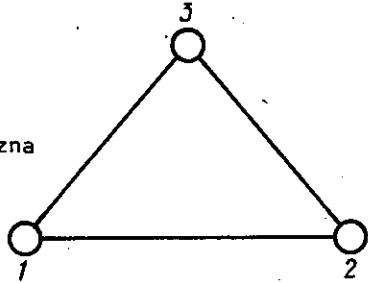


Rys. 2.2. Sieć międzycentralowa z trzema drogami alternatywnymi

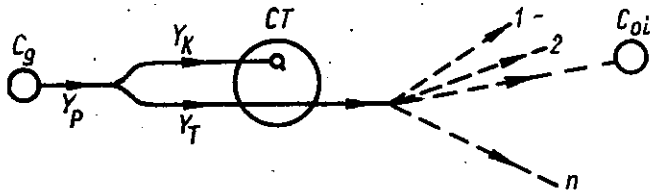
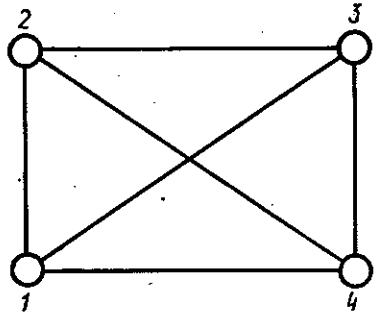


Rys. 2.3. Układ sieci z czterema drogami alternatywnymi

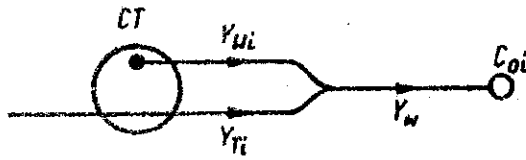
Rys. 3.1. Najprostsza sieć symetryczna



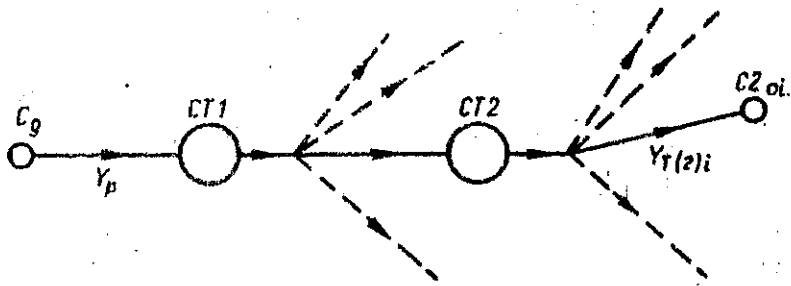
Rys. 3.2. Schemat przykładowej sieci symetrycznej



Rys. 4.1. Podział ruchu przychodzącego do centrali tranzytowej CT.



Rys. 4.3. Podział ruchu wychodzącego z centrali tranzytowej CT



Rys. 4.5. Tranzyt przez dwie centrale tranzytowe

