

1 9 7 0

Nr 48

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

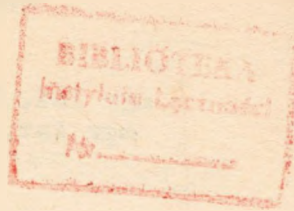
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PROBLEMY

ŁĄCZNOŚCI



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI



PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 10

WARSZAWA 1970

NR 48

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja
Problemów Łączności i Przeglądu Zagadnień Łączności

Redaktor Naczelny - prof. Zenon Szpigler

Redaktorzy działów:

**mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,
mgr inż. Józef Możejko, dr Stanisław Włoszczowski**

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr

29

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 720. Druk ukończono
w czerwcu 1970 r.**

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ZAGADNIENIA SYSTEMÓW UNIWERSALNYCH QUASIELEKTRONICZNYCH AUTOMATYCZNYCH CENTRAL TELEFONICZNYCH (UQACT)

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp (opracował St. Witulski)	1
1.1. Geneza systemów QACT i UQACT	1
1.2. Ogólna charakterystyka systemów UQACT	13
2. Ogólna charakterystyka urządzeń systemów UQACT (opracował W. Brzeziński)	22
2.1. Wprowadzenie	22
2.2. Koncentrator końcowy (KK)	24
2.3. Koncentrator tandemowy (KT)	29
2.4. Centrum (C)	32
2.5. Centrala telefoniczna	36
2.6. Przykładowe przebiegi w UQACT	37
3. Charakterystyka sygnalizacji systemów UQACT (opracował J. Michna)	46
3.1. Założenia ogólne	46
3.2. Obciążenie informacyjne łączy TD	60

Wiktor Brzeziński
Józef Michna
Stanisław Witulski

ZAGADNIENIA SYSTEMÓW UNIWERSALNYCH
QUASIELEKTRONICZNYCH AUTOMATYCZNYCH CENTRAL
TELEFONICZNYCH (UQACT)

1. WSTĘP

1.1. Geneza systemów QACT i UQACT

Powstanie systemów quasidelektronicznych automatycznych central telefonicznych (QACT) i następnie systemów uniwersalnych QACT (UQACT) jest konsekwencją stałych, inspirowanych przez konkretne potrzeby gospodarcze, dążeń konstruktorów urządzeń telekomutacyjnych do wypracowywania systemów charakteryzujących się coraz lepszymi własnościami technicznymi, a przede wszystkim ekonomicznymi. W miarę bowiem rozwoju gospodarczego wzrasta zapotrzebowanie na usługi telekomunikacyjne oraz wzrastają wymagania odnośnie sprawności realizacji tych usług. Wzrost zapotrzebowania wyraża się rosnącą liczbą zgłoszeń na instalowanie nowych, telekomunikacyjnych urządzeń końcowych, wzrostem natężenia ruchu generowanego przez źródła ruchu oraz wzrostem zróżnicowania rodzajów usług i kategorii abonamentu. Zaspokajanie tych potrzeb prowadzi do wzrostu gęstości sieci zwykle odrębnych dla zasadniczych rodzajów usług oraz do wzrostu liczby za-

działań elementów biorących udział w zestawianych połączeniach. Miarą czasu "życia" (trwałości) elementów elektromechanicznych jest liczba zadziałań, wobec czego stało się konieczne poszukiwanie takich elementów, których dopuszczalna liczba zadziałań byłaby bardzo duża np. 10^8 , bądź też ich trwałość byłaby niezależna od liczby zadziałań.

W związku z tym prowadzono prace badawcze i konstrukcyjne w dwóch kierunkach: udoskonalania rozwiązań elektromechanicznych oraz wypracowania rozwiązania całkowicie elektronicznego, jako że trwałość elementów elektronicznych nie zależy od liczby zadziałań. W wyniku tych prac w kierunku pierwszym powstały systemy krzyżowe itp., w których trwałość elementów jest większa od 10^8 , a w kierunku drugim powstało wiele systemów o różnym stopniu zelektronizowania.

Wzrost gęstości sieci mierzonej średnią liczbą abonentów przypadających na jednostkę powierzchni, średnią liczbą abonentów przyłączonych do urządzenia komutacyjnego (UK) oraz średnim zasięgiem terytorialnym jednego UK wymaga bardziej racjonalnego gospodarowania łączami, co oznacza w konsekwencji uelastycznienie pracy UK tak, aby przy zachowaniu wymaganej sprawności załatwiania ruchu można było ograniczyć liczbę łączy łączących UK pomiędzy sobą oraz średnią długość linii abonenckich. Innymi słowy, przez nakładanie na UK coraz bardziej złożonych funkcji, a więc przez zwiększenie stopnia ich skomplikowania, uzyskuje się oszczędności w liczbie łączy występujących w sieci, przez co zwiększa się stopień

ich wykorzystania. Oczywiście, wzrost kosztów zwiększonego stopnia skomplikowania UK musi być mniejszy od wielkości oszczędności wynikającej z lepszego wykorzystania łączy, gdyż tylko wówczas zabieg taki jest ekonomicznie uzasadniony. W przypadku sterowania rozproszonego i zdecentralizowanego funkcjonalnie (np. systemy Strowgera lub Siemens) nakładanie na UK dodatkowych i skomplikowanych funkcji pociąga za sobą wzrost kosztów nie spełniający powyższego warunku. Wobec tego, konieczne było przyjęcie innego systemu sterowania. W wyniku badań i studiów systemów pośrednich, np. systemy krzyżowe (mały stopień rozproszenia i dość duży stopień centralizacji), powstały systemy skoncentrowane i scentralizowane funkcjonalnie, które w swej filozofii pracy są odpowiednikami telefonistki w centralach ręcznych.

Oczywiście w tej ostatniej grupie systemów, aby spełnić zadania komutacyjne, przy zachowaniu wymaganej sprawności załatwiania ruchu, urządzenia sterujące muszą pracować z bardzo dużą szybkością, znacznie większą niż w systemach elektromechanicznych. Oznacza to, że urządzenia sterujące muszą być budowane z elementów elektronicznych.

W początkach prac badawczych nad elektronicznymi automatycznymi centralami telefonicznymi (EACT), tzn. w latach 1930-tych, nie dysponowano elementami elektronicznymi odpowiednimi do omawianych zastosowań. Również ogólny poziom wiedzy technicznej nie pozwalał na stworzenie koncepcji systemu sterowania, spełniającego stawiane wymagania. Dopiero po II wojnie światowej, gdy uru-

chomiono produkcję półprzewodnikowych elementów elektro-
nowych jak również elementów magnetycznych o prostokąt-
nej pętli histerezy powstała odpowiednia baza technicz-
na dla wypracowania właściwego systemu EACT.

Równolegle do prac nad EACT prowadzone były prace
nad nowymi systemami teletransmisyjnymi opartymi o cza-
sowy rozdział kanałów. Powstała wówczas myśl budowy EACT
w oparciu o zasady stosowane w teletransmisji. Korzyści
ekonomiczne, jakie powinno się dzięki temu osiągnąć, są
tak duże, że prowadzono w tym kierunku intensywne prace
badawcze. W wyniku wspomnianych prac uzyskano trzy za-
sadnicze grupy systemów elektronicznej komutacji dróg
rozmównych lub inaczej - systemów sieci dróg rozmównych
(SDR), tzn. tej części wyposażenia UK, przez które prze-
pływają prądy rozmówne:

- grupa systemów z przestrzennym rozdziałem dróg roz-
mównych;
- grupa systemów z częstotliwościowym rozdziałem dróg
rozmównych;
- grupa systemów z czasowym rozdziałem dróg rozmów-
nych.

Systemy elektroniczne SDR z przestrzennym i często-
tliwościowym rozdziałem dróg rozmównych nie zdały egza-
minu praktycznego. Pierwszy rodzaj ze względów technicz-
nych (duża tłumienność przejścia i mała tłumienność prze-
słuchu) oraz wysokich kosztów, a drugi rodzaj głównie
ze względu na wysokie koszty urządzeń. Grupa systemów

z rozdziałem czasowym nie mogła dotychczas znaleźć zastosowań praktycznych ze względu na ówczasnie niedostateczne dla tego systemu parametry elementów elektronicznych. Parametry współczesnych elementów półprzewodnikowych są już zadowalające dla potrzeb tej grupy systemów, w wyniku czego obserwuje się obecnie znaczne zintensyfikowanie prac nad tymi systemami w kierunku integracji sieci telekomunikacyjnych, głównie w zakresie integracji technik bez wprowadzenia systemu teletransmisyjnego, jaki jest stosowany na łączach - systemu PCM.

Dzięki bardzo dynamicznemu rozwojowi maszyn matematycznych i elektronicznych urządzeń automatyki przemysłowej zdołano znacznie wcześniej uporać się z problematyką sterowania UK niż z problematyką SDR. W tej sytuacji firmy przodujące na świecie podjęły decyzję uruchomienia produkcji central częściowo elektronicznych w celu uzyskania danych z eksploatacji o pracy elektronicznych urządzeń sterujących systemów skoncentrowanych i scentralizowanych funkcjonalnie, tzn. systemów sterowania programowanego oraz w celu wycofania części kapitałów zużytych na dotychczasowe prace badawcze. Wyposażenie UK można podzielić na trzy zasadnicze części, które mogą pracować na różnych, i w dużym stopniu niezależnych od siebie, zasadach. Są to:

- SDR - sieć dróg rozmównych,
- US - urządzenie sterujące,
- WZS - wykonawczy zespół sterujący stanowiący urządzenie pośredniczące pomiędzy SDR i US.

Wobec tego stało się możliwe budowanie SDR według dotychczasowych zasad, a US i WZS na odmiennych, nowych zasadach. W ten sposób powstała grupa systemów, zwanych systemami quasidelektronicznych automatycznych central telefonicznych (QACT). Nazwę tę po raz pierwszy wprowadziła firma SEL z NRF, dla systemu, którego SDR jest zbudowana z zestyków hermetycznych, a US jest całkowicie elektroniczne. Nazwę tę argumentowano tym, że zestyk jest zamknięty w rurce szklanej, a jego czas działania jest krótszy od czasów działania elementów elektromechanicznych stosowanych w dotychczasowych centralach telefonicznych. Autorzy niniejszego opracowania uważają, że nazwa ta dobrze oddaje istotę większej grupy systemów od grupy, do jakiej odnosiła ją firma SEL, a mianowicie do wszystkich systemów, w których SDR zbudowana jest w oparciu o zestyk metaliczny. WZS jest wykonany w technice mieszanej zestykowo-elektronicznej, a US jest całkowicie elektroniczne, przy czym organizacja pracy US jest odmienna od systemów elektromechanicznych. W takim też rozumieniu jest stosowana nazwa QACT w niniejszym opracowaniu.

W większości systemów QACT struktura i organizacja pracy US jest bardzo zbliżona do struktury i organizacji maszyn cyfrowych do przetwarzania danych. W związku z tym zasady budowy US są co najmniej bardzo zbliżone do zasad budowy tego rodzaju maszyn. Tego rodzaju maszyny o różnym przeznaczeniu mogą być budowane z tego samego zestawu podzespołów i zespołów funkcjonalnych. Maszynę konkretnego przeznaczenia uzyskuje się przez właściwe wy-

branie rodzajów i liczby podzespołów i zespołów funkcjonalnych z ustalonej listy oraz przez właściwe oprogramowanie pracy. Zasada ta prowadzi do podziału wyposażenia na dwie główne grupy: sprzęt (ang. hardware) oraz wiedzę sprzętu (w skrócie wiedza) (ang. software). Do sprzętu zalicza się całe fizyczne wyposażenie UK, tzn. wszystko to, co jest z czegoś zrobione, co widać i można wziąć do ręki. Natomiast do wiedzy sprzętu zalicza się układy połączeń pomiędzy sprzętem oraz dane i informacje zmagazynowane w pamięciach. Przyjęcie tej zasady do UK pozwala na wydłużenie serii produkcyjnych sprzętu z listy typizacyjnej oraz pozwala na budowę dowolnego UK niezbędnego w sieci z typowego sprzętu, dostosowując do potrzeb jedynie rodzaj, ilość i układ połączeń sprzętu oraz program pracy. Rozciągając powyższą zasadę również na SDR i WZS uzyskuje się system uniwersalnych QACT, tzn. UQACT. Zasada ta jest już dość powszechnie stosowana, tak że można byłoby z nazwy grupy systemów wyeliminować słowo "uniwersalnych". Jednak ze względu na nowość tej zasady względem dotychczasowej praktyki uznano za konieczne podkreślenie tej cechy i pozostawienie powyższego słowa w nazwie omawianej grupy systemów. Głównym powodem zainteresowania oraz uzasadnieniem intensywnych prac nad tymi systemami są ich korzystne właściwości techniczne i ekonomiczne. Zasadniczą i wspólną cechą wszystkich systemów sterowania skoncentrowanego i scentralizowanego funkcjonalnie, a w szczególności programowanego, jest ich elastyczność eksploatacyjna. Z punktu widzenia funkcjonalności jest to system najbar-

dziej zbliżony do systemów central ręcznych, a właściwie do systemu pracy telefonistki.

Pod pojęciem systemu skoncentrowanego funkcjonalnie rozumie się system, w którym przeważająca większość funkcji jest skoncentrowana w jednym zespole funkcjonalnym. Pod pojęciem systemu scentralizowanego rozumie się system, w którym większość zespołów funkcjonalnych wykonuje swoje funkcje dla całości SDR.

Pod pojęciem sterowania programowanego rozumie się rozwiązanie, w którym procesy sterowania realizowane są w oparciu o instrukcje (program) zmagazynowane w wyodrębnionym urządzeniu, zwanym pamięcią.

Pod pojęciem elastyczności eksploatacyjnej rozumie się własność łatwego dostosowywania urządzeń do aktualnych potrzeb sieci (rozbudowa, zmiana roli UK w sieci, zmiana organizacji eksploatacji itp.).

Zlokalizowanie większości funkcji sterowania w jednym miejscu UK sprawia, że urządzenie sterujące zna bieżącą sytuację całego wyposażenia UK oraz bieżący stan wszystkich połączeń, podobnie jak w przypadku telefoni-
stki. Fakt ten znakomicie upraszcza kontrolę pracy UK oraz wykrywanie uszkodzeń. Dalsze wzbogacenie wyposażenia UK w sprzęt i wiedzę zapewnia możliwość przedsięwzięcia określonych automatycznych czynności w celu wyeliminowania uszkodzonego zespołu i szybkiego przywrócenia sprawności pracy UK. Tym samym uszkodzony zespół zostaje zidentyfikowany, tzn. znany jest jego numer i lokalizacja. Tak więc czynności obsługi sprowadzają się do wymiany uszkodzonego zespołu, który jest już jej znany. Ce-

cha ta wraz z wysoką niezawodnością pracy osiąganą przy współczesnych elementach elektronowych wysoce upraszcza zabiegi konserwacyjne i to tak dalece, że liczba personelu bezpośredniej konserwacji może być mała i nie mieć nawet średniego wykształcenia technicznego. Oznacza to istotne zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych i zwiększenie elastyczności eksploatacyjnej.

Ponadto oparcie procesów sterowania na programie umieszczonym w jednym urządzeniu upraszcza dostosowywanie pracy UK do aktualnych potrzeb sieci. Jeśli np. na jakimś obszarze zachodzi potrzeba zmiany konfiguracji sieci przez wprowadzenie dodatkowego węzła komutacyjnego i tym samym stworzenie nowych dróg alternatywnych dla zestawiania połączeń, to w omawianym systemie zmiana pracy UK sprowadza się do zmiany programu pracy. Nowy program może być przygotowany i sprawdzony w oddległym laboratorium, a jego wprowadzenie do pamięci może być przeprowadzone szybko bez zakłócania normalnej pracy UK. Przy rozbudowie UK ze względu na liczbę łączy abonenckich lub łączy międzycentralowych lub też ze względu na wzrost natężenia załatwianego ruchu zwiększa się wyposażenie UK przez dostawianie i przyłączanie dodatkowego sprzętu oraz zwiększa się odpowiednio wiedzę przez wprowadzanie dodatkowych danych do pamięci. Tak więc również i ten zabieg znacznie się upraszcza względem systemów dotychczasowych, dając w efekcie dodatkowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych^{x)} i zwiększenie elastyczności eksploatacyjnej.

U w a g a . Przez koszty eksploatacyjne rozumie się tu: koszty utrzymania ciągłości pracy UK, koszty dokonywania zmian w wyposażeniu (bez kosztów zakupu dodatkowego sprzętu) np. zmian okablowania rejestrów, przeliczników itp. oraz zmian w sposobie załatwiania połączeń (kategoria programu itp).

Dalsze zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych wynika z daleko posuniętej typizacji sprzętu oraz wysokiej niezawodności pracy. W konsekwencji zmniejszają się zapasy magazynowe.

Innym przejawem elastyczności eksploatacyjnej omawianej grupy systemów jest ich zdolność do sterowania zestawianiem połączeń w odległych urządzeniach komutacyjnych. Własność ta wynika z bardzo dużej szybkości pracy elektronicznych urządzeń sterujących stosowanych w systemach UQACT, a będących wyspecjalizowanymi maszynami do przetwarzania danych. Jedno urządzenie sterujące może załatwić ruch telefoniczny generowany przez kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt tysięcy abonentów. Wykorzystując dużą szybkość pracy oraz metody szybkiego przesyłania danych (transmisja danych), można za pomocą jednego urządzenia sterującego sterować zestawianiem połączeń w UK, których sumaryczna pojemność odpowiada szybkości pracy urządzenia sterującego. Oznacza to, że na obszarach o małej gęstości można na jednostkę powierzchni stosować jak gdyby jedną, lecz rozproszoną w terenie centralę dużej pojemności. Innymi słowy, własność ta pozwala na bardziej optymalne projektowanie struktury sieci telekomunikacyjnej zarówno sieci łączy abonenckich, jak i sieci łączy międzycentralowych.

Idea ta w odniesieniu do sieci łączy abonenckich nie jest oczywiście nowa. Jest ona realizowana w systemach elektromechanicznych przez stosowanie central cząstkowych czy reduktorów łączy. W omawianych jednak systemach wyposażenie koncentratorów (odpowiedników central cząstkowych) jest znacznie mniejsze, dzięki czemu rozwiązanie to może być stosowane powszechnie. Natomiast nowością jest możliwość stosowania tej zasady względem central średniej, a nawet dużej pojemności. Istnieje bowiem możliwość instalowania urządzenia sterującego poza centralami i jednym takim urządzeniem sterować pracą kilku central. Daje to dalszą swobodę w dostosowaniu struktury sieci łączy rozmównych do rozkładu gęstości źródeł ruchu i tym samym daje to dodatkowe zyski ekonomiczne. Jest to również cecha zaliczana do elastyczności eksploatacyjnej systemu.

Wreszcie ostatnią, istotną właściwością systemów UQACT, a właściwie zasad ich sterowania, zaliczaną do elastyczności eksploatacyjnej, jest właściwie dowolność przyjęcia i zmieniania zasad kierowania ruchu. Zasady kierowania ruchu mają głównie wpływ na program pracy, a więc na wiedzę sprzętu, której zmiana nie jest tak kosztowna jak w przypadku systemów elektromechanicznych. Ta dowolność obejmuje nie tylko liczbę tras alternatywnych, ale również tworzenie samych tras. Właściwość ta, sama w sobie, nie wnosi bezpośrednio istotnych korzyści ekonomicznych. Natomiast pośrednio pozwala ona na bardzo oszczędne projektowanie sieci łączy przy zachowaniu założonej sprawności załatwiania ruchu i wysokiej niezaw-

wodności łączności. Stąd płyną bardzo poważne korzyści ekonomiczne, głównie na skutek możliwości optymalnej budowy sieci telekomunikacyjnej.

Inne właściwości tej grupy systemów dające się przeliczyć na efekty ekonomiczne to między innymi:

- małe zużycie miedzi,
- małe wymiary sprzętu (oszczędność miejsca względem systemów elektromechanicznych wynosi około 50%),
- łatwość automatyzacji produkcji,
- łatwość gruntownych badań kontrolnych w fabryce i przez to znaczne skrócenie czasu montażu sprzętu i jego uruchomienia.

Osiągane korzyści ekonomiczne całkowicie uzasadniają intensywność prac badawczych i ponoszenie znacznych nakładów finansowych na te prace. Pomimo zarysowującej się wizji wprowadzenia do eksploatacji tzw. systemów zintegrowanych, tzn. przejścia na sieć cyfrową (zintegrowaną), systemy UQACT będą przez długi czas produkowane również jako sprzęt wchodzący w skład systemów zintegrowanych. Przy współczesnym poziomie technologii elementów elektronicznych bardziej ekonomiczne są rozwiązania quasidelektroniczne stopni koncentracji ruchu niż całkowicie elektroniczne.

Reasumując, genezą systemów QACT i UQACT było praktyczne opanowanie techniki i technologii elektronicznych urządzeń sterujących, których właściwości pozwalają na osiągnięcie istotnych korzyści ekonomicznych w eks-

platacji, oraz konieczność techniczna oparcia budowy SDR większości urządzeń komutacyjnych o zestyk metaliczny.

1.2. Ogólna charakterystyka systemów UQACT

Podstawowe cechy systemów UQACT są następujące:

- a) sterowanie programowane;
- b) oparcie budowy SDR o zestyk metaliczny;
- c) możliwość szybkiego przesyłania (transmisja danych sterowania - TDS) informacji współdziałania po wydzielonych łączach;
- d) typizacja sprzętu i zasada budowy składankowej (modułowej);
- e) wysoka niezawodność pracy.

Z tych pięciu cech podstawowych wynikają ważne cechy pochodne, jak między innymi:

- 1) możliwość rozproszenia centrali telefonicznej w dotychczasowym znaczeniu na obszarze jej zasięgu,
- 2) centralizacja sterowania rozproszonych central telefonicznych,
- 3) duża elastyczność eksploatacyjna,
- 4) duża elastyczność rozbudowy,
- 5) mała pracochłonność utrzymania sprawności działania,

- 6) automatyczna kontrola poprawności pracy sprzętu i diagnostyki uszkodzeń,
- 7) łatwość współpracy z urządzeniami systemów dotychczasowych,
- 8) łatwość wprowadzania dodatkowych udogodnień dla abonentów oraz dodatkowych usług.

Największy wpływ na strukturę sieci miejscowych mają cechy 1,2,7 i 8 systemów UQACT, zwłaszcza na obszarach o małej gęstości telefonicznej na jednostkę powierzchni. W tym bowiem przypadku centrala telefoniczna może być rozproszona jak to przykładowo ilustruje rys. 1^{x)}. Taka struktura sieci może występować w sieciach wiejskich, peryferyjnych dużych miast, a nawet w dużych miastach. Pierwsze dwa przypadki są oczywiste, podczas gdy trzeci wymaga pewnego wyjaśnienia. W sieciach dużych miast, gdzie gęstość abonentów jest duża, może opłacać się instalowanie koncentratorów o pojemności 100-1000 NN na obszarach o największej gęstości połączonych z centrum wiązką łączy o większym wykorzystaniu niż linie abonenckie. Inne rozwiązanie, stosowane dotychczas, polega na instalowaniu centrali telefonicznej o średniej pojemności (3 do 5 tysięcy NN) w środku między linii abonenckich. W tym przypadku średnia długość linii słabo wykorzystanej jest większa niż przy instalowaniu koncentratorów, a ponadto centrala taka musi zawierać własne ste-

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

rowanie, którego koszt i wielkość są większe niż w przypadku koncentratorów (K). Inną zaletą stosowania koncentratorów jest fakt, że droga połączeniowa jest wybierana przez scentralizowane sterowanie w centrum (C), co pozwala na zmniejszenie liczby łączy pomiędzy K i C oraz na oszczędniejsze wyposażenie SDR w C. W przypadku instalowania centrali, w której wybór drogi jest niezależny od takiego samego procesu w centrali współpracującej, liczba łączy i wyposażenie SDR musi być nadmierne ze względu na zmniejszenie prawdopodobieństwa trafienia na natłok w tej drugiej centrali. W przypadku zaś koncentratorów, po wyznaczeniu drogi połączeniowej w K i C może być ona analizowana ze względu na natłok, tak że wyznaczona droga nie trafi na natłok oraz wprowadza możliwie najmniejsze prawdopodobieństwo natłoku dla innych połączeń.

Wobec powyższych rozważań można przyjąć, że rozproszenie centrali jest zasadą powszechną dla systemów UQACT stosowaną oczywiście wtedy, gdy jest to uzasadnione ekonomicznie. Rozproszenie może być jedno i dwustopniowe, tzn. że do C mogą być przyłączane koncentratory końcowe (KK) bezpośrednio lub za pośrednictwem koncentratorów tandemowych (KT). Dwustopniowe rozproszenie przewidywane jest dla sieci wiejskich i peryferii miast, a rozproszenie jednostopniowe dla sieci miejskich. Abonenci są przyłączani tylko do KK i C. W celu uelastycznienia stosowania sprzętu systemów UQACT przewiduje się stosowanie koncentratorów mieszanych końcowo-tandemowych (K KT).

Wszystkie linie abonenckie są zakończone w K lub C a-

bonenckimi zespołami liniowymi (AZL), które są przepatrywane cyklicznie z okresem zwykle kilkuset milisekund. AZL w K mogą być przepatrywane bądź rozkazami przesyłowymi z C po łączach transmisji danych sterowania (TDS), przy czym wyniki przepatrywania są przesyłane do C również po łączu TDS, bądź za pomocą własnego generatora numerów, przy czym wyniki przepatrywania są przesyłane po łączu TDS. W pierwszym sposobie wielkość wyposażenia K jest najmniejsza, lecz wymagana szybkość transmisji jest największa. Zespół TDS stanowi tu urządzenie centralne względem abonentów przyłączonych do K, czas więc zajęcia tego zespołu dla przepatrzenia grupy abonentów wpływa na czas opóźnienia zestawiania połączenia. Dla utrzymania tego opóźnienia w rozsądnych granicach szybkość transmisji musi być w tym przypadku większa od 1200, a nawet 2400 bitów/sekundę (b/s). W drugim zaś z rozpatrywanych przypadków wielkość wyposażenia jest większa o generator numerów, przy czym możliwe są dwa rozwiązania: z i bez analizy wyników przepatrywania. W przypadku włączenia analizy do zadań K zwiększa się dodatkowo jego wyposażenie o sieć logiczną porównawczą, oraz pamięć stanów AZL, lecz maleje do minimum wymagana szybkość transmisji informacji. W tym bowiem przypadku K przesyła do C jedynie tylko te numery AZL, w których nastąpiła zmiana stanu. W przypadku przeniesienia zadania analizy do C wyposażenie K dalej nie wzrasta, lecz rośnie wymagana szybkość transmisji danych co najmniej do szybkości średnich. W rozwiązaniu tym K przesyła do C bieżące stany wszystkich swoich AZL.

Urządzenie sterujące (US) centrum wykonuje wszystkie funkcje komutacyjne na rzecz wszystkich zestawianych połączeń zarówno w koncentratorach przyłączonych do C, jak i centrum. Jeśli połączenie zestawiane jest pomiędzy abonentami obsługiwanymi przez jedno centrum, to droga połączeniowa jest wyznaczana przez US centrum w całej rozproszonej sieci od abonenta do abonenta. Jeśli połączenie wychodzi poza zasięg US jednego C, to droga połączeniowa może być wyznaczana przez US jednego C w obrębie sieci tego C i w obrębie sieci drugiego C przez US tego drugiego C bądź bez uzgadniania łącza międzycentralowego pomiędzy tymi C, bądź z uzgadnianiem takiego łącza. W pierwszym przypadku w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa blokady wewnętrznej konieczne jest zwiększenie wyposażenia SDR centrów, czego konsekwencją jest zmniejszenie strumienia informacji współdziałania pomiędzy centrami. W drugim przypadku sytuacja jest odwrotna. Oczywiście, wybór jednego z powyższych rozwiązań jest uwarunkowany ich ekonomicznością. Jeśli koszty urządzeń systemu TDS o dużej szybkości nadawania byłyby niskie, to bardziej opłacalne byłoby rozwiązanie drugie.

US centrum po wyznaczeniu drogi połączeniowej oraz w innych przypadkach sterowania SDR wysyła do koncentratorów po łączach TDS, a w C po specjalnych telestradach, rozkazy sterownicze określające, jaki element w danej chwili ma zadziałać. Ze względu na możliwość wystąpienia przekłamań w TDS zwykle przewiduje się układy protekcyjne ze sprzężeniem decyzyjnym, pozwalające na wykrycie pojedynczego błędu. Tak słabe zabezpieczenie in-

formacji sterowniczych uzasadnia się głównie tym, że prawdopodobieństwo błędnego zestawienia połączenia z winy abonenta jest większe niż z winy błędów występujących w TDS.

Osobnymi zagadnieniami są sposoby: wymiany informacji sterowania pomiędzy C i KT oraz zestawiania połączeń skrośnych pomiędzy koncentratorami własnej lub na granicy różnych stref numeracyjnych. Informacje współdziałania mogą być wymieniane pomiędzy KK i C za pośrednictwem bądź łączy komutowanych, bądź niekomutowanych. Przy zastosowaniu łączy niekomutowanych liczba łączy TDS pomiędzy K i C musi być równa liczbie wszystkich koncentratorów obsługiwanych przez jedno C. W tym przypadku KT jest również sterowane po odrębnych (specjalnych dla niego) łączach TDS. Jest to więc rozwiązanie dość rozrzutne z punktu widzenia gospodarki łączami, lecz upraszcza zwiększenie niezawodności przesyłanych informacji (zmniejszenie prawdopodobieństwa przekłamań).

Przyjęcie natomiast komutowanych łączy dla TDS prowadzi do poprawienia gospodarki łączami, lecz wprowadza szereg trudności technicznych oraz utrudnia zapewnienie wymaganej niezawodności przesyłania informacji. W tym bowiem przypadku łącza TDS występują pomiędzy KK i KT, KT i C oraz KK i C, jeśli KK jest przyłączony bezpośrednio do C. Wobec tego dla przesłania informacji z C do KK lub KT oraz odebrania informacji z tych urządzeń zarówno US w C jak i KT oraz określony KK muszą wiedzieć, o jaką w danej chwili relację chodzi. W związku z tym C musi wysyłać rozkaz do KT zestawienia drogi pomiędzy

konkretnym KK i C. Zwiększa to strumień wymienianych informacji oraz zwiększa wyposażenie komutacyjne KT. Ponadto, charakterystyki łączy pomiędzy C - KT, KT - KK mogą być różne, co oczywiście wpływa na wynikową stopę błędów. Jest to również zagadnienie ekonomiczne, a wybór sposobu zależy od szczegółowej analizy techniczno-ekonomicznej konkretnych zastosowań.

Połączenia skróśne są zwykle dawane tam, gdzie natężenie ruchu w GNR przekracza pewien ekonomicznie uzasadniony próg, przy uwzględnieniu położenia geograficznego, gęstości abonentów itp. W przypadku połączeń skróśnych pomiędzy koncentratorami tej samej strefy numeracyjnej połączenie wstępne zawsze jest zestawione do C. C po odebraniu nr BAb wyznacza drogę połączeniową poprzez wiązkę skróśną i połączenie to kontroluje na drodze zwykłego przepatrywania. W przypadku istnienia wiązki skróśnej pomiędzy koncentratorami zlokalizowanymi na granicy dwóch stref numeracyjnych połączenie takie może być zestawione jednak przy współpracy dwóch C, do których przyłączone są rozpatrywane koncentratory. Nie stosowane jest sterowanie pracą koncentratorów nie przyłączonych do danego C pomimo istnienia wiązki skróśnej. Rozwiązanie takie jest oczywiście możliwe, lecz nieco skomplikowane. Gdyby rozwiązanie takie zastosować, to w obydwu C konieczne byłoby dysponowanie bieżącymi danymi o stanie wyposażenia własnego i pseudowłasnego koncentratora oraz wzajemnego wykluczania w danej chwili możliwości sterowniczych obydwu C w odniesieniu do tych koncentratorów.

Bardzo ważnym zagadnieniem eksploatacyjnym jest współpraca urządzeń systemu UQACT z urządzeniami innych systemów. Istnienie takiej współpracy jest oczywistą koniecznością, lecz jej zakres oraz poziom w hierarchii sieci jej stosowania jest dyskusyjny. Współpraca urządzeń systemu UQACT musi być zawsze zapewniona na poziomie centrum w zakresie wymaganym przez urządzenia systemów dotychczasowych. Natomiast współpraca na poziomie koncentratorów tandemowych i końcowych może nie istnieć w ogóle, istnieć w zakresie ograniczonym, tzn. takim samym jak przewidywany dla central systemów dotychczasowych, oraz istnieć w zakresie pełnym, tzn. wzbogacenie funkcji urządzeń systemów dotychczasowych o funkcje systemu UQACT. Zagadnienie współpracy urządzeń różnych systemów na poziomie koncentratorów może być rozważane w zasadzie w odniesieniu do sieci wiejskich. W sieciach tych powstaje problem w przypadku wprowadzenia do eksploatacji urządzeń systemu UQACT, czy zapewniać współpracę dwóch sieci: wyposażonej w sprzęt dotychczasowy i sprzęt UQACT, czy też nowy sprzęt powinien wnikać w sieć dotychczasową i ją wzbogacać. W większości przypadków znanych autorom stosowana jest współpraca dwóch sieci, co jednocześnie oznacza brak bezpośredniej współpracy na poziomie koncentratorów.

W zasadzie wnikania sprzętem nowego systemu w sieć dotychczasową najtrudniejsze jest rozwiązanie wzbogacania funkcjonalnego sprzętu systemów dotychczasowych o możliwości nowego systemu. W tym bowiem przypadku u-

urządzenie systemu dotychczasowego staje się niejako "podkoncentratorem" koncentratora. W tym ostatnim należałoby wbudować wyposażenie tłumaczące sygnały z i do podkoncentratora na jego język oraz odpowiednio wzbogacić program pracy US centrum. Wydaje się, że przyjęcie tej zasady wprowadza trudności techniczne oraz zwiększa koszty urządzeń nie uzasadnione korzyściami, jakie się w efekcie uzyska. Tak więc pozostaje jedynie alternatywa bądź wnikania nowego sprzętu w istniejącą sieć z ograniczeniem wykorzystywania funkcji nowego systemu do możliwości systemu współpracującego, bądź budowania nowej sieci sprzętem UQACT, współpracującym z siecią dotychczasową na poziomie centrum. Inna możliwość polega na zastępowaniu sprzętu systemu dotychczasowego sprzętem UQACT.

Wreszcie na zakończenie tych rozważań należałoby wyjaśnić przyjętą dość powszechnie zasadę współpracy urządzeń systemu UQACT za pomocą TDS po wydzielonych łączach zamiast dotychczas stosowanej po łączach rozmównych. Wynika to przede wszystkim z dążności do maksymalnego zmniejszenia wyposażenia koncentratorów, a w przypadku centrów do uproszczenia rozwiązań zespołów występujących w dużych ilościach, jak translacje lub rejestry. Koszt łączy TDS o średniej szybkości nadawania i uproszczonym systemie protekcyjnym jest mniejszy od kosztów dość bogatego wyposażenia, jakie trzeba wbudowywać w koncentratory przy przyjęciu innego systemu współpracy.

Omówiona powyżej charakterystyka systemów UQACT zostanie znacznie pogłębiona w następnych rozdziałach, w

których opisano przykładowo reprezentatywne dla tych systemów rozwiązania urządzeń. Opisy te stanowią pewne ogólne uzasadnienie wspomnianych wyżej cech systemów UQACT, wynikających z rozwiązań technicznych. Jednocześnie opisy te pozwolą zrozumieć odmienną strukturę i organizację pracy central elektronicznych, w tym również central quasidelektronicznych, od central elektromechanicznych.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ SYSTEMÓW UQACT

2.1. Wprowadzenie

Systemy UQACT składają się z następujących urządzeń podstawowych:

- a) centrum,
- b) koncentratora tandemowego,
- c) koncentratora końcowego.

Te rodzaje urządzeń wynikają z ogólnej dążności do możliwie optymalnej budowy sieci telekomunikacyjnej. Jedną z głównych idei jest zmniejszenie średniej długości linii abonenckiej przez instalowanie na obszarze dużych skupisk abonentów bardzo prostych i tanich urządzeń komutacyjnych, jakimi są koncentratory. Dążność ta jest od wielu lat realizowana także w dotychczasowych systemach przez instalowanie wyniesionych urządzeń komutacyjnych, jakimi są np. centrale cząstkowe. Koncentratory jednak mają tę przewagę nad centralami cząstkowymi, że urządzenia sterujące, w jakie są one wyposażo-

ne, spełniają minimum funkcji. Natomiast większość procesów łączeniowych sterowana jest przez centralny organ sterujący, znajdujący się w centrum. Takie rozłożenie funkcji sterujących procesami łączeniowymi zapewnia prostotę tych urządzeń komutacyjnych, których w sieci jest znaczna ilość (koncentratory), kosztem komplikacji urządzeń centralnego sterowania, jakimi są centra, których jest o wiele mniej. Jednak w zależności od potrzeby koncentratory posiadają także sterowanie własne współpracujące z centralnym sterowaniem lub sterowanie własne włączane automatycznie w przypadku uszkodzenia centralnego organu sterującego w centrum. W niektórych rozwiązaniach w przypadku awarii sterowania koncentratora wybrani abonenci przyłączani bywają bezpośrednio do obwodów centrum. Ma to na celu zapewnienie stałej i pewnej łączności takich abonentów, jak pogotowie ratunkowe, straż pożarna, milicja itp.

Ważnym zagadnieniem przy decentralizacji urządzeń komutacyjnych jest zasilanie części wyniesionych, takich jak koncentratory, które pracują w zasadzie bez obsługi. Istnieją tu różne koncepcje, od obecnie stosowanych, tzn. zasilania przez prostownik (lub specjalne zasilacze), czerpiące energię z publicznej sieci energetycznej i pracujące równolegle baterie akumulatorów, do zasilania zdalnego przesyłanego z centrum przez kable telefoniczne po wydzielonych parach żył.

2.2. Koncentrator końcowy (KK)

Całość wyposażenia koncentratora końcowego (rys. 2) można podzielić na trzy zasadnicze części:

- sieć dróg rozmównych (SDR),
- urządzenia sterujące (US),
- zespoły współpracy transmisją danych sterowania z urządzeniem nadrzędnym (ZWTD).

Sieć dróg rozmównych składa się z trzech podstawowych zespołów: pola liniowego (PL), abonenckich zespołów liniowych (AZL) oraz zespołów liniowych (ZL), zwanych w niektórych przypadkach translacjami. W koncentratorach z zamykaniem ruchu pomiędzy abonentami tego samego koncentratora stosuje się zespoły sznurowe (ZS). Prąd dzwonienia do abonenta wywoływane wysyłany bywa na ogół z centrum. W przypadkach jednak wysyłania prądu dzwonienia z koncentratora, w sieci dróg rozmównych istnieje zespół nazywany nadajnikiem prądu dzwonienia (NPD).

W skład części sterującej wchodzi takie zespoły, jak: przepatrywacz (P) oraz wykonawczy zespół sterujący (WZS).

Zespoły współpracy transmisją danych (ZWTD) stanowią odbiorniki danych (OD) oraz nadajniki danych (ND). Podstawowym zadaniem abonenckiego zespołu liniowego (AZL) jest wykrycie zgłoszenia się AAb w celu tworzenia połączenia oraz zasilania mikrotelefonu aparatu tego abonenta do momentu zestawienia drogi połączeniowej w polu liniowym (PL). Po zestawieniu tej drogi abonent otrzymuje zasilanie z zespołu liniowego (ZL). Pole liniowe (PL)

jest stopniem koncentracji ruchu telefonicznego od abonentów w kierunku centrum (lub koncentratora tandemowego). Elementem łączeniowym może tu być wybierak krzyżowy, wybierak kodowy, przekaźnik pręcikowy z podtrzymaniem elektrycznym lub magnetycznym itp. Rodzaj elementu łączeniowego użytego w polu liniowym ma duży wpływ na rozwiązanie zespołów sieci dróg rozmównych, "budowy" i ilości rozkazów przesyłanych pomiędzy centrum a koncentratorem końcowym.

Nadajnik prądu dzwonienia (NPD) zapewnia wysyłanie do BAb impulsu prądu pierwszego dzwonienia oraz następnych w takcie przyjętym w systemie. Nadajnik prądu dzwonienia wykrywa zgłoszenie BAb do rozmowy, natychmiast przerywa wysyłanie prądu dzwonienia oraz wysyła kryterium podniesienia mikrotelefonu do części sterującej, która przesyła go za pośrednictwem transmisji danych do centrum.

W przypadku podtrzymania prądowego punktów łączeniowych tworzy odpowiedni do tego celu obwód oraz odbiera z urządzenia sterującego (US) kryterium rozłączenia i realizuje go.

Praca przepatrywacza zależna jest od stopnia zależności koncentratora od centrum. W przypadku gdy istnieje pełna zależność koncentratora od centrum, odbiornik danych (OD) odbiera adresy grup punktów podlegających w danej chwili przepatrywaniu. Adresy te przekazywane są do przepatrywacza (P). W przepatrywaczu (P) następuje koincydencja adresu przepatrywanego numeru abonenta z kryterium z AZL o stanie jego linii. Aktualny stan wszy-

stkich punktów przepatrywanej grupy przekazywany jest z P do nadajnika danych (ND), który z kolei przesyła je do centrum. Taki system przepatrywania wymaga przesyłania pomiędzy centrum a koncentratorom dużej ilości rozkazów (informacji) przesyłanych za pomocą transmisji danych, a więc dużej szybkości pracy tych zespołów, a co za tym idzie znacznego skomplikowania urządzeń transmisji danych sterowania.

W celu uniknięcia tej niedogodności stosowana bywa inna zasada pracy przepatrywacza. W przepatrywaczu koncentratora istnieje generator numerów abonenckich w takt pracy, którego za pośrednictwem przepatrywacza P, sprawdzany jest stan łącza abonentów przyłączonych do danego koncentratora. Zmiany stanu łącza danego abonenta zapamiętywane są w odpowiedniej pamięci, która wchodzi w skład przepatrywacza. Do centrum natomiast przesyłane są tylko zmiany stanu łącza. Kryterium takie przesyłane jest zawsze w postaci zakodowanego numeru łącza abonenta, która zmieniła stan. Jeżeli pętla łącza abonenckiego pozostaje np. przez czas rozmowy zwarta, żadne kryterium z przepatrywacza nie jest przesyłane do centrum. Ten sposób przepatrywania będzie brany pod uwagę przy dalszym omawianiu pracy urządzeń UQACT. Innym zagadnieniem przy rozpatrywaniu pracy przepatrywacza jest to, czy impulsy wybiercze od aparatów z tarczą numerową są przesyłane do centrum za pośrednictwem transmisji danych sterowania czy za pośrednictwem torów rozmównych. Przesyłanie impulsowania za pośrednictwem ZWTD komplikuje układy sterowania oraz zwiększa znacznie ilość

przesyłanych informacji, a co za tym idzie szybkość transmisji danych sterowania. Stąd w większości systemów impulsowanie przesyłane jest po torach rozmównych.

Zespół liniowy (ZL) zapewnia połączenie pomiędzy abonentem koncentratora liniowego a zespołami koncentratora tandemowego. Do zadań tego zespołu można zaliczyć: zasilanie pętli abonenta od momentu połączenia w polu liniowym aż do rozłączenia, przesyłanie impulsowania w postaci kryteriów stałoprądowych lub prądu przemiennego. Zapewnienie obwodu elektrycznego podtrzymania dla punktów pola liniowego w przypadku zastosowania łączników z podtrzymaniem elektrycznym. Przy tym rozwiązaniu zespół liniowy dokonuje także rozłączenia zestawionej drogi połączeniowej po otrzymaniu odpowiedniego kryterium z centrum za pośrednictwem transmisji danych sterowania, rozdzielnika danych oraz wykonawczego zespołu sterującego (WZS). O ile pole liniowe zbudowane jest z łączników z podtrzymaniem magnetycznym, ZL nie bierze udziału w rozłączaniu, a rozkaz przesyłany jest z WZS do konkretnych punktów pola liniowego. Zespół liniowy zasila tylko jednego z rozmawiających abonentów (AAb lub BAb), zależnie od tego, jaki rodzaj połączenia realizuje koncentrator (wychodzące czy przychodzące). ZL może realizować dodatkowe funkcje, jak np. odłączenie zasilania pętli abonenckiej przy włączaniu rozmowy mm na trzeciego itp.

Zespół sznurowy (ZS) przeznaczony jest do realizacji połączenia pomiędzy abonentami przyłączonymi do tego samego koncentratora, w przypadku kiedy w danym koncentra-

torze przewidziane jest zamykanie drogi rozmównej (koncentrator z zamykaniem ruchu), tzn. droga nie jest realizowana od AAb poprzez koncentrator końcowy do centrum (ewentualnie do koncentratora tandemowego) i tam kierowana z powrotem do KK. Zespół sznurowy (ZS) zapewnia zasilanie łączy obydwu abonentów (AAb i BAB). W przypadku współpracy z polem liniowym zawierającym punkty łączeniowe o podtrzymaniu prądowym zapewnia on obwód dla spełnienia tego warunku. Może umożliwiać także odłączenie od zestawionego już połączenia dowolnego z obu abonentów lub obydwu równocześnie.

Wykonawczy zespół sterujący (WZS) otrzymuje za pośrednictwem transmisji danych sterowania oraz rozdzielnika danych odpowiednie adresy: AZL, łączy międzycentrałowego oraz punktów łączeniowych potrzebnych do zestawiania drogi pomiędzy AZL a ZL, biorących udział w połączeniu, oraz rozkazy konieczne dla zapewnienia poprawnej pracy ZL. Po wykonaniu "pracy" na rzecz konkretnego połączenia, w danej chwili WZS odłącza się i pracuje przy realizacji następnych funkcji w innym połączeniu, o ile takowe jest realizowane. Wykonawczy zespół sterujący jest pośrednikiem pomiędzy odbiornikiem danych (OD) i polem liniowym (PL) oraz zespołami liniowymi (ZL) i zespołami sznurowymi (ZS). Wykonawczy zespół sterujący odbiera z odbiornika danych adresy sterowanych punktów i związane z nim rozkazy w formie zakodowanej, deszyfruje je i przesyła do współpracujących zespołów.

Odbiornik danych (OD) stanowi urządzenie odbiorcze systemu transmisji danych sterowania. Odbiera sygnały

przesłane z centrum, kontroluje ich poprawność i w przypadku wykrycia błędu żąda powtórzenia.

Nadajnik danych (ND) stanowi urządzenie nadawcze systemu transmisji danych sterowania. Nadaje do centrum informacje o zmianach stanu przepatrywanych punktów oraz informacje poprawności pracy koncentratora końcowego.

2.3. Koncentrator tandemowy (KT)

Wyposażenie koncentratora tandemowego (KT) (rys. 3) składa się, podobnie jak w koncentratorze końcowym, z trzech zasadniczych części:

- sieci dróg rozmównych (SDR),
- urządzenia sterującego (US),
- zespołów współpracy transmisją danych z koncentratorami i centrum (ZWTD).

Jednak poszczególne części znacznie różnią się od analogicznych w koncentratorze końcowym.

W sieci dróg rozmównych w koncentratorze tandemowym nie występują abonenckie zespoły liniowe (AZL), a tylko zespoły liniowe (ZL), które są znacznie prostsze niż w KK. Zapewniają one przedłużenie drogi rozmównej oraz, jeżeli pole liniowe jest z punktami łączeniowymi z podtrzymaniem elektrycznym, tworzą obwód podtrzymania oraz odbierają rozkaz rozłączenia i realizują go. W przypadku pola liniowego, nie wymagającego tworzenia przez ZL obwodu podtrzymania punktów łączeniowych, zespołów ZL w koncentratorze tandemowym

wym może nie być. Zespoły liniowe koncentratorów tandemowych nie zasilają łączy abonenckich, co jest realizowane przez odpowiednie zespoły koncentratorów końcowych (KK).

Zespół sznurowy (ZS) koncentratora tandemowego przeznaczony jest do realizacji połączenia między abonentami koncentratorów końcowych dołączonych do tego samego koncentratora tandemowego, w przypadku kiedy przewidziane jest w nim zamykanie dróg rozmównych (koncentrator z zamykaniem ruchu). Zespół sznurowy nie zasilą łączy abonenckich, gdyż realizowane jest to w odpowiednich zespołach koncentratorów końcowych. W przypadku pola liniowego z punktami łączeniowymi o podtrzymaniu prądowym ZS zapewnia obwód podtrzymania oraz odbiera rozkaz rozłączenia i realizuje go. W przypadku sterowania pola liniowego o podtrzymaniu magnetycznym zespołu sznurowego może nie być, a wtedy odpowiednie punkty pola liniowego będą ze sobą zwarte przy połączeniach zamykanych w koncentratorze tandemowym.

Przepatrywacz (P) ogranicza tu swoją pracę tylko do odpowiednich punktów badaniowych i kontroluje je wyłącznie na rozkaz z centrum.

Wykonawczy zespół sterujący (WZS) pracuje analogicznie jak w koncentratorze końcowym, tzn. otrzymuje za pośrednictwem transmisji danych sterowania odpowiednie adresy łączy międzycentralowych oraz punktów łączeniowych potrzebnych do zestawiania drogi połączeniowej pomiędzy poszczególnymi ZL. Po wykonaniu "pracy" w danej chwili na rzecz konkretnego połączenia, WZS odłącza się

i pracuje przy realizacji analogicznych funkcji dla innych połączeń, o ile takowe są realizowane. WZS jest pośrednikiem pomiędzy odbiornikiem danych i polem liniowym oraz zespołami połączeniowymi. WZS odbiera z odbiornika danych adresy sterowanych punktów i związane z nimi rozkazy w formie zakodowanej, deszyfruje je i przesyła do współpracujących zespołów.

Wyposażenie zespołów współpracy transmisją danych sterowania (ZVTD) zależy od przyjętego systemu współpracy centrum ze sterowanymi przez nie urządzeniami.

Jeżeli zostanie przyjęta zasada bezpośrednich łączy między centrum a poszczególnymi koncentratorami (system bez komutowania łączy transmisji danych) wyposażenie ZVTD jest takie same jak w KK i spełnia analogiczne zadania. Istotnej zmianie ulega ZVTD w przypadku zastosowania systemu z komutowaniem łączy transmisji danych w koncentratorach tandemowych. Ponieważ koncentrator tandemowy współpracuje z szeregiem koncentratorów końcowych, w kierunku których przedłuża cyklicznie swoje łączy transmisji danych, powinien on posiadać wtedy rozdzielniki odbiorników danych oraz rozdzielniki nadajników danych. Dotychczas w większości systemów części wyniesione (koncentratory tandemowe i koncentratory końcowe) sterowane są po łączach bezpośrednich, a nie komutowanych, dzięki czemu nie stosuje się rozdzielników nadajników i odbiorników danych.

2.4. Centrum (C)

Centrum jest to urządzenie komutacyjne, które steruje zestawianiem połączeń w koncentratorach oraz we własnym polu liniowym. Centrum (rys. 4) składa się z następujących podstawowych części:

- sieci dróg rozmównych (SDR),
- urządzenia sterującego (US),
- zespołów współpracy transmisją danych z "własnymi" koncentratorami oraz innymi centrami sieci (ZWTD),
- centralnego organu sterującego (COS).

Sieć dróg rozmównych centrum stanowią zespoły liniowe (ZL), pole liniowe (PL), nadajniki i odbiorniki sygnałów informacyjnych (NOSI) oraz translacje do współpracy z systemami dotychczasowymi (TR). Sieć dróg rozmównych (SDR) nie zawiera abonenckich zespołów liniowych (AZL), ponieważ pole liniowe traktowane jest tu jako stopień rozdzielczy, a w przypadku potrzeby przyłączenia łączy abonenckich należy w tym samym pomieszczeniu w centrum umieścić koncentrator końcowy, współpracujący jednak z centrum bez pośrednictwa urządzeń transmisji danych, na tej samej zasadzie jak współpracuje COS centrum z własną częścią sterującą (CS) i siecią dróg rozmównych (SDR).

Zespoły liniowe (ZL) centrum spełniają te same funkcje co w koncentratorach tandemowych. Analogiczna sytuacja jest z zespołami sznurowymi (ZS).

Zespołem, który nie występował w sieci dróg rozmównych żadnego rodzaju koncentratorów jest nadajnik i odbiornik sygnałów informacyjnych. Nadajniki i odbiorniki sygnałów informacyjnych powinny spełniać następujące funkcje:

- generacja sygnałów: zgłoszenia, zajętości, ostrzegawczego, zwrotnego dzwonienia, bacznościowego;
- generacja sygnałów mówionych, o ile takie są przewidziane;
- generacja sygnałów liniowych i współdziałania z systemami dotychczasowymi;
- wysyłanie na rozkaz części sterującej określonych sygnałów;
- odbieranie sygnałów wybierczych, liniowych, współdziałania od abonentów lub współpracujących urządzeń komutacyjnych systemów dotychczasowych;
- przekazywanie odebranych informacji do części sterującej.

Przepatrywacz (P) spełnia funkcje analogiczne jak w koncentratorze tandemowym, a więc bierze udział tylko przy przepatrywaniu punktów badaniowych.

Translacje do współpracy z systemami dotychczasowymi (TR) spełniają funkcje dopasowania istniejących w sieci central telefonicznych do systemu UQACT, i odwrotnie. Translacje te mogą być dwukierunkowe, tzn. mogą realizować ruch wychodzący z UQACT oraz ruch przychodzący do

UQACT lub mogą być wykonane jako jednokierunkowe, tzn. część z nich realizuje ruch przychodzący, a część z nich ruch wychodzący. Oczywiście podział ilościowy wynika z ruchu telefonicznego realizowanego przez poszczególne kierunki. W przypadku podtrzymania elektrycznego punktów łączeniowych translacje powinny zapewniać odpowiedni do tego celu obwód, a następnie przyjąć i zrealizować kryterium rozłączenia.

Wykonawczy zespół sterujący (WZS) spełnia takie same funkcje jak w koncentratorze końcowym i koncentratorze tandemowym oraz dodatkowo funkcje potrzebne do wysterowania zespołów, które nie występują w tych częściach wyniesionych jak nadajniki i odbiorniki sygnałów informacyjnych (NOSI) oraz translacje do współpracy z systemami dotychczasowymi (TR).

Zespoły współpracy transmisją danych (ZWTD) spełniają analogiczne funkcje jak w koncentratorze tandemowym i zależą także od przyjętego systemu transmisji danych sterowania. Przy założeniu bezpośrednich łączy transmisji danych sterowania ZWTD ma tyle nadajników i odbiorników danych, z iloma urządzeniami współpracuje centrum. Odbiorniki i nadajniki współpracują z analogicznymi urządzeniami w poszczególnych koncentratorach lub centrach.

Zespół wyjściowo-wejściowy przetwarzania danych (WPD) przyjmuje informacje nadawane przez przetwarzacz danych, przyjmuje informacje z poszczególnych odbiorników danych (OD), pochodzące z różnych zespołów funkcjonalnych

systemu, deszyfruje adresy informacji wychodzących i kieruje informacje do właściwych zespołów funkcjonalnych systemu przez nadajniki danych (ND). Przy współpracy z częścią sterującą oraz siecią dróg rozmównych centrum WPD nie korzysta z pośrednictwa transmisji danych, a współpracuje bezpośrednio. Odbierane informacje z zespołów funkcjonalnych zespołów WPD kieruje do przetwarzacza danych.

Przetwarzacz danych (PD) spełnia wszystkie funkcje analiz, decyzji, nadzoru, taryfikacji, konserwacji itp., niezbędne w procesach zestawiania połączeń. Przetwarzanie danych może być realizowane maszynami cyfrowymi z pamięcią programu (lub pamięciami programu). Przetwarzacz danych zapewnia automatyczną kontrolę poprawności pracy urządzeń włącznie z lokalizacją, diagnozowaniem oraz rejestracją uszkodzeń. PD przekazuje odpowiednie dane do sporządzania rachunków w wyspecjalizowanych urządzeniach, a więc: nr AAb, nr BAb, czas rozpoczęcia i czas zakończenia rozmowy. Przetwarzacz danych zawiera więc całą "inteligencję centrali", zbiera wszystkie informacje o stanach poszczególnych zespołów i łączy, jakie nadzoruje oraz zbiera informacje wybiercze, liniowe itp., wybiera drogi połączeniowe, zestawia połączenia w polach liniowych, koncentratorów końcowych, tandemowych i centrum, nadzoruje pracę całej centrali, współpracuje za pośrednictwem urządzeń transmisji danych z przetwarzaczami danych innych centrów. Odbiera kryteria niepoprawności pracy i powoduje sygnalizację odpowiednich stanów w celu poinformowania obsługi.

2.5. Centrala telefoniczna

Centrala telefoniczna może być centralą końcową, współpracującą z innymi centralami, lecz bez stopnia tandemowego. Centralę telefoniczną końcową instaluje się w dużych skupiskach o dużej gęstości aparatów telefonicznych, tzn. tam, gdzie niepotrzebna jest decentralizacja urządzeń komutacyjnych. Centrala taka jest jak gdyby połączeniem koncentratora końcowego KK oraz centrum C.

W sieci dróg rozmównych (SDR) znajdują się abonenckie zespoły liniowe (AZL), zespoły liniowe (ZL), zespoły sznurowe (ZS), nadajniki prądu dzwonienia (NPD), nadajniki i odbiorniki sygnałów informacyjnych (NOSI), translacje do współpracy z innymi systemami (TR). W urządzeniu sterującym występuje wykonawczy zespół sterujący (WZS) oraz przepatrywacz (P) z wszystkimi funkcjami, tj. przepatrywanie AZL, punktów badaniowych i ewentualnie zespołów. W części ZVTD przewidziano odbiorniki (OD) i nadajniki (ND) danych tylko do współpracy z innymi centralami lub centrami systemu UQACT.

Centralny organ sterujący (COS) jest analogiczny jak w centrum, tj. zawiera zespół wyjściowo-wejściowy przetwarzacza danych WPD oraz przetwarzacz danych (PD).

Centrala telefoniczna może być centralą tandemową, lecz bez ruchu końcowego. Centralę telefoniczną tandemową instaluje się w miejscach, gdzie nie istnieje zapotrzebowanie na aparaty telefoniczne, a względy ruchowo-sieciowe wymagają komutowania ruchu telefonicznego. Centrala taka jest jak gdyby połączeniem koncentratora

tandemowego (KT) oraz centralnego organu sterującego (COS) centrum. W sieci dróg rozmównych znajdują się tylko zespoły liniowe (ZL) oraz translacje do współpracy z innymi systemami (TR) i ewentualnie nadajniki i odbiorniki sygnałów informacyjnych (NOSI). W części sterującej występuje wykonawczy zespół sterujący (WZS) i przepatrywacz (P) z ograniczeniem funkcji do zagadnień badaniowych. W części ZWTD są odbiorniki (OD) i nadajniki (ND) danych do współpracy z innymi centralami i centrami systemu UQACT. Centralny organ sterujący (COS) jest tu także analogiczny jak w centrum (C), tj. zawiera zespół wejściowo-wyjściowy przetwarzania danych (ZWTD) oraz przetwarzacz danych (PD). Przetwarzacz danych jest jednak prostszy, ponieważ ilość realizowanych funkcji jest znacznie mniejsza (brak AZL, NPD itp.). W przypadkach kiedy na określonym terenie istnieje zapotrzebowanie na komutowanie rozmów tranzytowych oraz kiedy potrzeba na tym terenie zainstalować niewielką liczbę aparatów, wtedy można w tym samym budynku postawić centrum (C) oraz koncentrator końcowy (KK).

2.6. Przykładowe przebiegi w UQACT

Omówione będą przykładowe połączenia w ramach urządzeń przyłączonych do jednego centrum oraz połączenia przychodzące i wychodzące z tego centrum.

Połączenie od abonentów przyłączonych do różnych koncentratorów końcowych (KK), a te z kolei do centrum (C) poprzez różne koncentratory tandemowe (KT) będzie miało następujący przebieg:

Ab → KK → KT → C → KT → KK → Ab

Generator numerów abonenckich przepatrywacza w koncentratorze końcowym (KK) generuje kolejno adresy własnych abonentów. Jeżeli abonent podniesie mikrotelefon (zostanie zwarta pętla), stan ten zostanie rozpoznany w AZL i jako kryterium przesłany do przepatrywacza (P). Tam następuje koincydencja adresu abonenta (o ile jest on w tym czasie generowany) z kryterium z AZL i przesłany do nadajnika danych (ND), który w zakodowanej formie przesyła do centrum (C) do odbiornika danych (OD). Tu odbiornik danych przekazuje informacje do zespołu wejściowo-wyjściowego przetwarzacza danych (WPD), a ten w odpowiedniej formie elektrycznej do przetwarzacza danych (PD). W przetwarzaczu danych (PD) następuje porównanie stanu przesłanego ze stanem obecnym i, o ile jest to zgłoszenie do rozmowy, w pamięci następuje zapisanie tego stanu. Przetwarzacz danych (PD) analizuje stan dróg połączeniowych między AZL zgłaszającego się abonenta a nadajnikami i odbiornikami sygnałów informacyjnych (NOSI) w centrum (C). Wybiera wolny nadajnik-odbiornik (NOSI) oraz wolną drogę połączeniową, zajmuje je i wysyła kolejno odpowiednie rozkazy do biorących udział w połączeniu urządzeń komutacyjnych poprzez system transmisji danych sterowania. Zostaje zestawioną droga połączeniowa, w której biorą udział następujące zespoły:

AZL/KK/ → PL/KK/ → ZL/KK/ → ZL/KT/ → PL/KT/ →
 ZL/KT/ → /ZL/C/ → PL/C/ → NOSI/C/

Obecnie przetwarzacz danych (PD) poprzez zespół wejściowo-wyjściowy (WPD) przekazuje do wykonawczego zespołu sterującego (WZS) centrum rozkaz załączenia abonentowi sygnału zgłoszenia. Rozkaz ten jest przekazany do NOSI, skąd zostaje wysyłany sygnał zgłoszenia. AAb powinien teraz rozpocząć wybieranie numeru BAb. O ile abonent nie zacznie wybierać, przetwarzacz danych odmierzy czas przeznaczony na rozpoczęcie wybierania i przekaże rozkaz załączenia sygnału zajętości do WPD, a ten do WZS centrum. Jeżeli abonent po określonym czasie nie odłoży mikrotelefonu, jest on "przestawiony" w stan blokady, tzn. że przetwarzacz danych wystawia do urządzeń komutacyjnych rozkaz rozłączenia drogi połączeniowej. Abonent nie otrzymuje obecnie żadnego sygnału i ażeby zrealizować połączenie, musi on położyć i ponownie podnieść mikrotelefon z aparatu.

Gdy abonent rozpocznie wybieranie, impulsy wybiercze przesyłane są z aparatu abonenta poprzez zespół liniowy (ZL) koncentratora końcowego do nadajnika-odbiornika sygnałów wybierczych (NOSI). Należy obecnie rozpatrzyć dwa przypadki, kiedy abonent ma aparat tradycyjny z tarczą numerową lub aparat telefoniczny z klawiaturą (tastaturą) numerową - wybieranie częstotliwościowe.

Przy aparacie z tarczą numerową przetwarzanie impulsów stałoprądowych na przemiennoprądowe następuje w zespole liniowym (ZL) koncentratora końcowego (KK) i te impulsy odbiera dopiero NOSI. Przy aparacie z klawiaturą (wybieranie częstotliwościowe) sygnały wybiercze przesyłane są z aparatu AAb bezpośrednio do NOSI, bez przetwarzania ich w zespole liniowym (ZL). Niekiedy za-

silanie, a więc i odbiór sygnałów wybierczych, realizowane jest w urządzeniach wyższego stopnia, np. centrach, ale ogranicza to zasięg sterowania koncentratorów.

Odbierane przez NOSI kolejne cyfry są przez WZS oraz WPD przekazywane do przetwarzacza danych (PD), który magazynuje numer BAb. Po otrzymaniu pierwszego sygnału wybierczego na rozkaz z PD w NOSI odłączany jest sygnał zgłoszenia. Po otrzymaniu wszystkich cyfr numeru przetwarzacz danych analizuje go, stwierdzając do którego koncentratora końcowego przyłączony jest abonent żądany. oraz stwierdza stan abonenta, czy jest zajęty czy wolny. W przypadku kiedy abonent jest zajęty inną rozmową lub tworzeniem połączenia, przetwarzacz danych (PD) daje rozkaz poprzez WPD i WZS do NOSI wysłania sygnału zajętości. W przypadku swobody BAb przetwarzacz danych zajmuje go (rejestruje we własnej pamięci stan zajętości), wyszukuje wolną drogę połączeniową między AAb i BAb, zajmuje ją wstępnie. wyszukuje wolny nadajnik prądu dzwonięcia (NPD) oraz wolną drogę połączeniową między BAb a NPD, którą zajmuje. Wysyła rozkazy do NOSI w centrum w celu załączenia AAb sygnału dzwonięcia, a do koncentratora końcowego (KK) BAb, za pośrednictwem systemu transmisji danych sterowania (OD i ND), rozkaz zestawienia konkretnej drogi pomiędzy AZL BAb i nadajnikiem prądu dzwonięcia (NPD). BAb otrzymuje pierwsze i następne dzwonięcia w rytmie przewidzianym dla danego systemu.

BAb → AZL → PL/KK/ → APD/KK/

Z chwilą podniesienia mikrotelefonu przez BAb, co jest rozpoznawane w nadajniku prądu dzwonienia (NPD), zostaje przerwane wysyłanie prądu dzwonienia oraz przesłane kryterium poprzez WZS i ND oraz system transmisji danych sterowania do centrum (C), gdzie odbiera je odbiornik danych (OD) i przekazuje poprzez WPD do przetwarzacza danych (PD). Przetwarzacz danych przeprowadza analizę otrzymanej informacji i wydaje do poszczególnych urządzeń komutacyjnych rozkazy zestawiania drogi między abonentami i rozłączenia nadajnika-odbiornika sygnałów informacyjnych (NOSI) w centrum (C) oraz nadajnika prądu dzwonienia (NPD) w koncentratorze końcowym (KK). W czasie rozmowy udział w połączeniu biorą następujące zespoły:

AAb → AZL/KK/ → PL/KK/ → ZL/KK/ → ZL/KT →
 → PL/KT/ → ZL/KT/ → ZL/C/ → PL/C/ → ZS/C →
 → PL/C/ → ZL/C/ → ZL/KT/ → PL/KT/ → ZL/KK/ →
 → AZL/KK/ → BAb.

Między realizacjami poszczególnych funkcji dla danego połączenia przetwarzacz danych pracuje na rzecz innych połączeń przebiegających w urządzeniach systemu UQACT.

Rozpoznanie kryterium położenia mikrotelefonu następuje w ZL (KK) AAb. Kryterium to jest przesyłane z koncentratora końcowego (KK) za pośrednictwem WZS i ND do centrum (C), gdzie odbiera je odpowiedni dla danej relacji odbiornik danych (OD). Następnie kryterium to zostaje przekazane do przetwarzacza danych (PD), który a-

nalizuje kryterium oraz stan poprzedni, w jakim znajdowało się połączenie, i wydaje rozkazy za pośrednictwem systemu transmisji danych sterowania kryteria rozłączenia dla pola liniowego i zespołów liniowych w koncentratorach końcowych (KK) AAB i BAb i koncentratorach tandemowych (KT) oraz do sieci dróg rozmównych centrum (C) za pośrednictwem WZS centrum. Jednocześnie przetwarzacz danych wymazuje we własnych pamięciach stany zajętości dla danego połączenia dróg rozmównych (punktów łączeniowych w PL), zespołów liniowych (ZL), zespołu sznurowego (ZS) centrum oraz AZL obydwu abonentów.

Połączenia między abonentami przyłączonymi do tego samego koncentratora końcowego (KK) przebiegają w identyczny sposób z wyjątkiem zestawiania drogi rozmównej. Przetwarzacz danych (PD) po otrzymaniu wszystkich cyfr numeru BAb przeprowadza jego analizę i stwierdza, że obydwaj abonenci przyłączeni są do tego samego koncentratora końcowego (KK). Wyszukuje wtedy wolną drogę połączeniową, zajmuje ją wstępnie oraz zestawia drogę między BAb a nadajnikiem prądu dzwonięcia (NPD), skąd wysyłane jest dzwonięcie. AAb otrzymuje sygnał zwrotny dzwonięcia w opisany już sposób z nadajnika i odbiornika sygnałów informacyjnych (NOSI). Po zgłoszeniu się BAb, co rozpoznawane zostaje w NPD, kryterium zgłoszenia jest przesyłane do centrum poprzez system transmisji danych (ND w koncentratorze końcowym i OD w centrum). W centrum przetwarzacz danych (PD) przeprowadza analizę otrzymanego kryterium i wydaje rozkazy do KK zestawienia drogi połączeniowej między AAb i BAb oraz

rozłączenia drogi między BAb i nadajnikiem prądu dzwonięcia (NPD). Przetwarzacz danych (PD) wysyła rozkaz także do wszystkich urządzeń komutacyjnych rozłączenia drogi połączeniowej między AAb oraz nadajnikiem i odbiornikiem sygnałów informacyjnych (NOSI). Droga rozmówna obecnie przebiega przez następujące zespoły:

Ab → AZL/KK/ → PL/KK/ → ZS/KK/ → PL/KK/ →
→ AZL/KK/ → Ab.

Sygnał rozłączenia rozpoznawany jest w zespole sznurowym (ZS) koncentratora końcowego (KK) i przesyłany do centrum, które po analizie tego kryterium wystawia do KK rozkaz rozłączenia PL (KK).

W przypadku jeżeli w koncentratorze końcowym zajęte są wszystkie zespoły sznurowe (ZS) lub możliwe drogi połączeniowe, przetwarzacz danych może wydać rozkaz zestawienia drogi rozmównej poprzez koncentrator tandemowy, o ile taki istnieje. Jeśli i w KT zajęte są wszystkie zespoły lub linie do połączeń wewnętrznych, to PD może wydać rozkazy do zestawienia połączenia poprzez sieć dróg rozmównych centrum.

Przy zamknięciu drogi rozmównej przez SDR koncentratora tandemowego w połączeniu będą brały udział następujące zespoły:

Ab → AZL/KK/ → PL/KK/ → ZL/KK/ → ZL/KT/ →
→ PL/KT/ → ZS/KT/ → PL/KT/ → ZL/KT →
→ ZL/KK/ → PL/KK/ → AZL/KK/ → Ab.

Wszystkie inne przebiegi są analogiczne jak w opisywanych już przypadkach połączeń. Rozłączenie rozpoznawane jest przez zespół liniowy (ZL) w koncentratorze końcowym (KK). Współpracę pomiędzy systemem UQACT a systemami dotychczasowymi zapewniają translacje (TR). W ruchu przychodzącym do UQACT po zajęciu translacji (TR) przez CA systemu dotychczasowego w sieci dróg rozmównych (SDR) centrum zostaje na podstawie rozkazów z przetwarzacza danych (PD) zestawiona droga pomiędzy tą translacją (TR) a nadajnikiem-odbiornikiem sygnałów wybierczych (NOSI), i dalsze przebiegi są analogiczne jak w poprzednich przykładach połączeń. Jeżeli to będzie połączenie do abonenta koncentratora końcowego (KK) przyłączonego bezpośrednio do centrum (C), droga rozmówna będzie przebiegała przez następujące zespoły:

CA → TR/C/ → PL/C/ → ZL/C/ → ZL/KK/ →
 PL/KK/ → AZL → Ab.

Przy połączeniach wychodzących z systemu UQACT do CA dotychczasowe przebiegi od momentu podniesienia mikrofonu do chwili odebrania wszystkich cyfr numeru BAB są identyczne. W tym momencie przetwarzacz danych centrum (C) po przeprowadzeniu analizy cyfr numeru BAB stwierdza, że połączenie jest wychodzące poza system UQACT, zestawia w sieci dróg rozmównych (SDR) centrum (C) drogę połączeniową pomiędzy translacją (TR) oraz nadajnikiem i odbiornikiem sygnałów informacyjnych (NOSI). Następnie przetwarzacz danych (PD) za pośrednictwem WPD i WZS przesyła poszczególne cyfry do NOSI,

który współpracuje z translacją (TR), przekazuje je do CA współpracującej. Po wydaniu wszystkich cyfr zostaje zestawiona droga rozmówna pomiędzy AAb w UQACT a CA. Rozłączenie odbywa się w podobny sposób jak już opisano.

Współpraca różnych centrów (C) lub central systemu UQACT może być realizowana w wielu wariantach, a więc w podobny sposób jak współpraca koncentratorów i centrum. Przesyłana jest wtedy część kryteriów po drogach rozmównych, a część po wydzielonych łączach transmisji danych. Można także wszystkie informacje, kryteria, rozkazy przesyłać po wydzielonych łączach transmisją danych, stosując odpowiednią sygnalizację, np. kod nr 6 CCITT, a drogi połączeniowe (SDR) wykorzystywane są tylko do przesyłania prądów rozmównych. Stosowanie odpowiedniego systemu zależne jest od urządzeń transmisji danych (szybkość, możliwość przeniesienia określonej ilości informacji w przeznaczonym do tego czasie oraz pewność) i warunków ekonomicznych.

Omówione zostały w tym rozdziale zespoły, które mogą występować w systemach UQACT oraz funkcje, jakie bywają im przyporządkowywane. Zależnie od przyjętych założeń w poszczególnych rozwiązaniach niektóre funkcje i zespoły są scalane, a inne rozdzielane. Przedstawione przebiegi opisano w sposób bardzo uproszczony i zawierający niewielką liczbę możliwych połączeń. Na przykład w opisie nie uwzględniono połączeń do służb specjalnych oraz pracy urządzeń systemu UQACT w sieci międzymiastowej.

3. CHARAKTERYSTYKA SYGNALIZACJI SYSTEMÓW UQACT

3.1. Założenia ogólne

3.1.1. Sygnały informacyjne

Podstawowym zadaniem funkcjonalnych zespołów sygnalizacyjnych w systemie quasidelektronicznym - tak jak i w tradycyjnych systemach telefonicznych - jest obsługa poszczególnych faz zestawianych połączeń (różnego rodzaju) pomiędzy dowolnymi abonentami.

Dzięki omawianym już w poprzednich częściach artykułu cechom układów funkcjonalnych systemu UQACT liczba abonentów biorących udział w jednym połączeniu może być nawet znacznie większa od dwóch. Fakt ten nie narzuca jednak konieczności wprowadzania nowych sygnałów informacyjnych służących abonentom do zestawiania połączeń.

Wszystkie lub prawie wszystkie połączenia mogą być tu obsługiwane za pomocą istniejącego zbioru sygnałów informacyjnych, wypracowanego w ciągu wielu lat eksploatacji klasycznych systemów telefonicznych.

Można więc powiedzieć, że w zakresie zbioru sygnałów informacyjnych system UQACT nie różni się od systemów dotychczasowych.

Inne składowe procesy sygnalizacji systemu UQACT są już zasadniczo różne i wynikają z cech tego systemu.

3.1.2. Niektóre problemy sygnalizacji na tle cech systemu UQACT

Dotychczasowe, klasyczne sieci telefoniczne pracują na zasadzie superpozycji dwojakiego rodzaju procesów: sterowania oraz komutacji i transmisji. Superpozycja tych procesów dokonuje się - fizycznie - za pośrednictwem łączy abonenckich i łączy międzycentralowych, gdzie nie ma jednoznacznego wydzielania specjalnych kanałów służących do sterowania oraz komutacji i transmisji.

Wydzielenie specjalnych kanałów sterowania i transmisji nastąpiło w systemie UQACT, którego koncepcja wynika z następujących przesłanek:

Współczesne zapotrzebowanie na usługi telefoniczne wyrażające się w: potrzebie pełnej automatyzacji sieci, konieczności zwiększenia niezawodności pracy, żądaniu rozszerzania użyteczności sieci, przy stałym i dużym wzroście liczby abonentów, znalazło konkretne możliwości realizacyjne dzięki zastosowaniu w telefonii układów elektronicznych, których głównym walorem jest szybkość działania. Jak już wyżej wykazano, pełne zastosowanie elektroniki w telekomunikacji obecnego etapu rozwoju zostało ograniczone ze względu na niemożność stworzenia takiego elektronicznego elementu komutacyjnego dwustanowego, który swoimi parametrami odpowiadałby całkowicie parametrom zestyku metalicznego, a to z kolei doprowadziło do stworzenia koncepcji systemu UQACT.

Jak już w artykule podano, podstawowymi cechami tego systemu są scentralizowane sterowanie programowane (cał-

kowicie elektroniczne) oraz decentralizacja sieci dróg rozmównych. Jedną z możliwości dopasowania małej szybkości pracy zestyków metalicznych do olbrzymiej - w porównaniu z nią - szybkości pracy układów sterowania jest wydzielenie specjalnych kanałów sterowania. Informacje sterowania w postaci odpowiednich sygnałów elektrycznych są przekazywane dwukierunkowo pomiędzy koncentratorami i centrum.

W ten sposób w sieci UQACT następuje dezintegracja sterowania i komutacji z transmisją.

Dezintegracja ta wpływa pośrednio na "gospodarkę" sygnałową systemu, przez stworzenie warunków zapewniających możliwość umiejscowienia zespołów źródeł i odbiorników sygnałów bądź w centrum, bądź w urządzeniach komutacyjnych wyniesionych.

Innym aspektem tego wydzielenia specjalnych łączy służących do przenoszenia z dużą szybkością informacji sterowania jest ustalenie optymalnych proporcji między liczbą informacji sterowania (sygnalizacji) przekazywanych przez łącza rozmówne i liczbą informacji przekazywanych za pośrednictwem łączy danych.

Dalszym problemem jest wybór systemu przekazywania danych. System taki musi być odpowiednio niezawodny. Charakteryzować się też musi taką stopą błędu, jaka zapewni zachowanie sprawności usługowej systemu UQACT na wymaganym poziomie.

Utrzymanie odpowiedniej niezawodności zmusza w tym przypadku do stosowania bezpośrednich i rezerwowych łączy transmisji danych, przy czym łącza rezerwowe powin-

ny być w zasadzie prowadzone inną trasą.

3.1.3. Zagadnienia eksploatacyjne w powiązaniu z sygnalizacją

Gospodarka sygnałami i organizacja układów sygnalizacji w systemie UQACT wynika przede wszystkim z koncepcji budowy sieci i sposobu jej eksploatacji, jak też i z konieczności spełnienia kanonicznego założenia funkcjonalnego, tj. dopuszczenia nie większej niż 1000 msek zwłoki od chwili podniesienia przez abonenta mikrotelefonu do chwili powiadomienia go specjalnym sygnałem, że urządzenie komutacyjne, do którego jest przyłączony, jest "gotowe" do spełnienia usług określonych wybieranymi cyframi. Wartość powyższego czasu z góry określa minimalną częstość sprawdzania stanu linii abonenta, czyli częstość przepatrywania i tym samym obciążalność ruchową łączy transmisji danych uzależnione jednocześnie od założonej wielkości ruchu przypadającego na jednego abonenta.

Z koncepcji budowy sieci wynikają przesłanki dla sygnalizacji w przypadku pełnej automatyzacji z zastosowaniem, tzw. kierowania ruchu. W takich warunkach muszą istnieć specjalne sygnały międzyrejestrów oraz synchronizacyjne, przekazywane na przykład po wydzielonych łączyach transmisji danych.

W wyniku przyjęcia koncepcji bezobsługowej pracy urządzeń komutacyjnych - koncentratorów - powstaje konieczność wprowadzenia sygnalizacji specjalnej, alarmo-

wej, służącej do przekazywania do centrum naprawczego odpowiednich informacji o miejscu i charakterze uszkodzenia w układach koncentratorów.

Oddzielną grupę sygnałów wywodzącą się ze sposobu rozwiązania taryfikacji i zaliczania opłat stanowić mogą sygnały przesyłane do specjalnego centrum administracyjnego, wyposażonego w niezbędne urządzenia do gromadzenia i końcowej obróbki (aż do drukowania rachunku) wszystkich niezbędnych danych do rozliczeń między klientem i administracją telefonów. Dane te gromadzone w czasie trwania każdej rozmowy w centrum, do którego należy abonent wywołujący połączenie, mogą być przekazywane do centrum administracyjnego w sposób ciągły, wspólnie z trwającą rozmową lub w formie odpowiednio przystosowanej, po zakończeniu rozmowy. W zależności od tego, łączy między centrum komutacyjnym i administracyjnym mogą mieć urządzenia końcowe przystosowane do odbioru danych przekazywanych w sposób równoległy lub szeregowy.

Jedną z możliwości funkcjonalnych systemu UQACT jest stosowanie (na równi z aparatami z tarczą numerową) aparatów klawiaturowych z wieloczęstotliwościowym nadajnikiem sygnałów wybierczych.

Fakt ten narzuca konieczność uwzględnienia, przy obsłudze każdego połączenia, danych dotyczących wybierania, co wyraża się stosowaniem w centrum specjalnych odbiorników sygnałów wybierczych wieloczęstotliwościowych oraz zapisem kategorii abonenta (ze względu na rodzaj posiadanego aparatu) w odpowiedniej pamięci.

Powyższy skrótowy przegląd potrzeb sygnalizacyjnych, wynikających bezpośrednio z koncepcji systemu UQACT oraz z potrzeby obsługi każdej z faz typowego połączenia telefonicznego, daje obraz złożoności problemów sygnalizacyjnych. W następnej części artykułu znajdzie się omówienie zagadnień wynikających z wydzielenia specjalnego rodzaju łączy - łączy transmisji danych.

3.1.4. Założenia sterowania zdecentralizowanych urządzeń komutacyjnych za pomocą łączy transmisji danych

Jak już wyżej podkreślono, wykonywanie zadań sterowniczych w UQACT odbywa się za pośrednictwem dwóch rodzajów łączy: rozmównych i transmisji danych sterowania (TDS).

Każdy z tych rodzajów łączy można tak obciążyć wykonywaniem funkcji sterowniczych, aby osiągnąć optymalne ich wykorzystanie i w rezultacie odpowiednią sprawność usługową systemu.

Jeżeli rozpatrzymy chwilowo tylko łącza TDS, to stwierdzić można, że ich obciążenie zależy głównie od przyjętej koncepcji określającej stopień "samodzielności" pracy koncentratorów i od wielkości ruchu generowanego przez abonentów, czyli praktycznie od liczby wywołań w określonym czasie. Liczba ta jest największa w godzinie największego ruchu (GNR), a zatem określenie obciążenia łączy TDS musi uwzględniać dane ruchowe charakterystyczne dla GNR.

Stopień "samodzielności" albo niezależności (w stosun-

ku do centrum) pracy urządzenia komutacyjnego w zakresie sterowania wynika przede wszystkim z dążenia do obniżenia kosztu wyposażenia koncentratorów, których liczba w sieci UQACT jest bardzo duża, wynika też z samej koncepcji centralizacji sterowania i decentralizacji sieci dróg rozmównych, co w skrajnym przypadku ograniczałoby wyposażenie koncentratorów do pola komutacyjnego i układów realizujących rozkazy przesyłane z centrum - współpracujących z układami transmisji danych. Tę koncepcję streszcza rys. 5.

Rozwiązanie takie wymagałoby jednak stałego, przeprowadzonego z centrum za pośrednictwem łączy TDS, przepatrywania łączy abonenckich koncentratora, czyli wysyłania z układów sterujących centrum "zapytań" o stan łącza i powrotnego przekazywania odpowiedzi po każdym zapytaniu, niezależnie od tego, czy łącze znajduje się w stanie "spoczynku" czy wywołania. Łącza TDS w tych warunkach byłyby obciążone również ruchem jałowym, przy czym szybkość przekazywania danych (bity/sek) musiałaby być bardzo duża, co mogłoby wyeliminować możliwość stosowania, jako łączy TDS, łączy o parametrach łączy telefonicznych i poza tym stwarzałoby konieczność rozbudowy do olbrzymich rozmiarów centralnych układów przepatrywania.

Trzecim aspektem takiej koncepcji jest niebezpieczeństwo dużej zawodności pracy. Awaria centralnego układu przepatrywania mogłaby oznaczać przerwę w pracy wszystkich koncentratorów przyłączonych do danego centrum.

Podana, powierzchowna argumentacja prowadzi do wniosku, że korzystniejszym rozwiązaniem problemu, doboru stopnia zależności koncentratorów od centrum jest częściowe usamodzielnienie koncentratora w procesach sterowania, polegające na wprowadzeniu do koncentratora układów przepatrywania, tak jak to przedstawiono na rys. 6.

Rozszerzeniem tej koncepcji jest przyjęcie zasady, że wyniki przepatrywania przekazuje się do centrum tylko wtedy, gdy zostanie stwierdzona zmiana stanu przepatrywanego łącza czy innego punktu przepatrywania. Można w ten sposób zmniejszyć liczbę informacji przesyłanych po łączach TDS i tym samym zastosować urządzenia transmisji danych o niższych szybkościach.

Sterowanie za pomocą łączy transmisji danych wiąże się nierozdzielnie z procesem przepatrywania.

3.1.5. Przepatrywanie - założenia ogólne w powiązaniu z sygnalizacją

Jedną z funkcji układów sterujących UQACT jest przepatrywanie, które jest cyklicznym sprawdzaniem aktualnego stanu (elektrycznego) nadzorowanych zespołów liniowych abonenckich bądź odpowiednio wyselekcjonowanych punktów innych układów funkcjonalnych koncentratorów czy centrum. Aby trafić do danego przepatrywanego punktu, trzeba znać jego "współrzędne", tj. adres. Oprócz tego, w celu określenia czy nastąpiła zmiana stanu, musi nastąpić porównanie stanu punktu w chwili przepatrywania ze stanem poprzednim - zatem musi być przechowywa-

ny, w odpowiedniej pamięci, zapis stanu poprzedzającego przepatrywanie.

Układy przepatrywania wymagają zatem współpracy z odpowiednią pamięcią.

Lista punktów przepatrywania może być tak ułożona, że informacja o zmianie stanu punktu określonego adresem jest wystarczająca do podjęcia decyzji (w układach sterujących centrum), jakie operacje muszą być wykonane, aby doszło do realizacji zapotrzebowania zgłoszonego przez zmianę stanu danego punktu.

Na przykład w wyniku uszkodzenia jakiegoś układu funkcjonalnego może nastąpić zmiana stanu punktu lub punktów zabezpieczających dany układ, a w następstwie tego centralne urządzenie sterujące może uruchomić specjalny program diagnostyczny w celu określenia rodzaju uszkodzenia i sposobu jego usunięcia.

Ponieważ układy analizujące i decyzyjne znajdują się w centrum, wyniki analiz i decyzji muszą być przesłane z centrum do koncentratora możliwie szybko. Urzeczywistnieniem tej potrzeby jest zastosowanie wydzielonych łączy transmisji danych^{x)}.

Wyniki analiz i decyzji centralnych urządzeń sterujących muszą być przekazywane po łączach transmisji danych do koncentratorów w sposób uporządkowany. W taki sam sposób - ze względu na powtarzalność urządzeń trans-

^{x)} Łącza te ze względu na parametry elektryczne (oporność, upływność itp.) niczym nie różnią się od łączy rozmównych ze względu na koszt i łatwość budowania tras.

nisyjnych - muszą być przekazywane dane z koncentratorów do centrum.

Wspomniane uporządkowanie narzucają rozwiązania techniczne układów odbiorczych i nadawczych stosowanych w systemach transmisji danych. W systemach tych, jak wiadomo, zapis informacji opiera się na kodzie binarnym, a transmisja sygnałów odbywa się bądź kolejno po sobie, czyli szeregowo w czasie (za pośrednictwem jednego kanału), bądź równoległe. Sposób pierwszy jest dla telefonów odpowiedniejszy ze względu na dwukierunkowy charakter wymiany informacji, w związku z czym dalsze rozważania będą dotyczyły transmisji szeregowej.

Każda przesyłana informacja, a więc albo informacja o zmianie stanu punktu przepatrywanego albo polecenie (rozkaz) przekazywane z centrum do odpowiedniego punktu musi zawierać, jak już wcześniej stwierdzono, adres danego punktu i kryterium stanu, w jakim się znajduje bądź ma się znajdować.

Wystarczy więc znać liczbę punktów przepatrywanych, mieszczących się w danej strukturze przestrzennej pól komutacyjnych i zespołów funkcjonalnych współpracujących, czyli w sieci dróg rozmównych, aby można było ustalić podstawowy zestaw elementarnych jednostek informacji - bitów - potrzebny do opisanego dowolnego punktu przepatrywania w sieci dróg rozmównych. Jeżeli bity porównać do głosek i spółgłosek, to odpowiednio zestaw bitów będzie słowem.

Transmitowanie informacji po łączach TDS odbywa się właśnie w postaci słów. Liczba koniecznych do przesła-

nia słów w procesie zestawiania połączeń telefonicznych będzie m.in. decydować o szybkości transmisji.

Każde połączenie telefoniczne składa się z kilku typowych części składowych, zwanych fazami połączenia. Każda z faz wymaga wypełnienia przez określone układy funkcjonalne zadań narzuconych przez układy sterujące centrum.

Praktycznie sprowadza się to do zbudowania dróg przejścia przez układy SDR koncentratorów i centrum. Budowa dróg przejścia polega na wysterowaniu z góry wyznaczonych (przez układy marszrutowe centrum) punktów.

Można zatem z góry określić liczbę rozkazów (słów) potrzebnych do "obsługi" poszczególnych faz połączeń.

Te założenia określające liczbę bitów w słowie i liczbę słów niezbędnych do zrealizowania danej fazy połączenia są niezbędne do określenia obciążenia łączy transmisji danych, a w dalszej konsekwencji do określenia koniecznej szybkości przesyłania informacji po tych łączach.

Oprócz powyższych danych niezbędna jest znajomość największego zapotrzebowania ruchowego - czyli liczby (największej) zgłoszeń abonentów. Liczbę tę można znaleźć z wielkości największego ruchu - czyli z wielkości ruchu przypadającego na określoną liczbę abonentów, w godzinie największego ruchu. Poza tym znana musi być zasada wymiany informacji pomiędzy centrum i koncentratorami przy realizowaniu danych faz połączenia - wynikiem jest liczba potrzebnych rozkazów.

Łącza transmisji danych służą w systemie UQACT prze-

de wszystkim do obsługi wstępnej fazy połączeń, tj. fazy rozpoczynającej się wywołaniem abonenta i kończącej się przesłaniem temu abonentowi sygnału zgłoszenia. Ponieważ nie każde wywołanie (podniesienie mikrotelefonu) kończy się rozmową, gdyż może nastąpić ze strony abonenta albo rezygnacja z wybierania numeru, albo złe manipulowanie czy wybieranie numerów nie istniejących, albo strata połączenia z winy układów komutacyjnych - stąd połączeń wstępnych jest zawsze więcej aniżeli rozmów.

Zatem z punktu widzenia obciążenia łączy transmisji danych bardziej właściwe jest rozpatrywanie ogólnej liczby połączeń wstępnych, bowiem każde z nich musi spowodować doprowadzenie układów centrum do stanu gotowości do obsługi.

Ostatecznym poziomem odniesienia przy ustalaniu szybkości transmisji łączy transmisji danych jest założony poziom strat połączeń telefonicznych, tzn. dopuszczalny procent połączeń, które nie doszły do skutku z winy urządzeń komutacyjnych. Przy zbyt małej szybkości transmisji łączy transmisji danych mogłoby nastąpić w fazie połączenia wstępnego, przy spiętrzeniu zgłoszeń, opóźnienie w przekazywaniu sygnału zgłoszenia, tzn. wyraźne przekroczenie 1000 msek. Konsekwencją tego mogłoby być - przy zniecierpliwieniu abonentów - rezygnowanie z zainicjowanego wywołania i ponowienie próby.

Wpływ urządzeń transmisji danych na straty jest w takim wypadku pośredni. Wpływ bezpośredni może zaistnieć wtedy, gdy skutkiem wadliwej pracy tych urządzeń dochodzi do przekłamania (np. przekazanie złego numeru wywo-

lującej linii) przekazywanej informacji, przy czym liczba przekłamań powoduje przekroczenie założonej wartości strat.

Jedynym sposobem uniknięcia tego zjawiska jest wybór urządzeń transmisji danych z taką dopuszczalną stopą błędów, która eliminuje z góry straty w połączeniach większe od założonych.

Oczywiste jest, że zakładane straty systemu UQACT nie mogą przekraczać strat klasycznych systemów elektromagnesowych.

Sprawa doboru szybkości transmisji łączy TDS będzie przedmiotem dalszej części artykułu.

3.1.6. Ogólne zasady pracy zespołów źródeł i odbiorników sygnałów

Jak już poprzednio wspomniano, konsekwencją centralizacji sterowania oraz wielkości i jakości wyposażenia części SDR wyniesionych w systemie UQACT jest umieszczenie źródeł i odbiorników sygnałów w centrum.

W związku ze znanymi dobrymi wynikami pracy w pełni zelektronizowanych telefonicznych układów sygnalizacyjnych nadawczo-odbiorczych system UQACT zakłada stosowanie jedynie układów tranzystorowych.

Centralizacja tych układów wymaga dołączenia ich do odpowiednich wyjść i wejść sieci dróg rozmównych, po każdym ich zapotrzebowaniu, według specjalnie opracowanych programów.

Omawiane zespoły źródeł i odbiorników sygnałów obejmują:

- źródła sygnałów informacyjnych (zgłoszenia, zajętości, kontrolny wywołania, bacznościowy, ostrzegawczy),
- źródła sygnałów mówionych np. "abonenta o tym numerze nie ma", "abonent czasowo wyłączony", "abonent ma zmieniony numer", "abonent zrezygnował z telefonu", "linia abonenta uszkodzona",
- źródła informacji taryfikacyjnych,
- źródło prądu dzwonienia,
- odbiorniki informacji wybierczych pochodzących od aparatów z klawiaturą.

Centralizacja powyższych źródeł i odbiorników z wyjątkiem źródła prądu dzwonienia nie stwarza jakichś dodatkowych problemów. Źródło prądu dzwonienia jest tu wyjątkiem ze względu na moc sygnału i konieczność przerywania pracy w bardzo krótkim czasie. W związku z tym źródła prądu dzwonienia mogą być umieszczane w każdym z koncentratorów końcowych.

Sygnały ze źródeł scentralizowanych, a także do odbiorników scentralizowanych przesyłane są po łączach rozmównych.

Oprócz źródeł i odbiorników sygnałów informacyjnych tonowych i mówionych, wykorzystywanych przy obsłudze połączeń w obszarze jednego centrum, każde centrum musi posiadać również źródła i odbiorniki sygnałów współdziałania, które są stosowane przy zestawianiu połączeń między abonentami przyłączonymi do różnych centrów w sieci pełnoautomatycznej.

Sygnały współdziałania, czyli również sygnały międzyrejestrów wykorzystywane są przy połączeniach daleko-
siężnych. Są to sygnały zalecane przez CCITT i stosowa-
ne np. w automatycznych sieciach dalekiego zasięgu.

Liczba źródeł i odbiorników sygnałów zależy od obciążenia ruchowego, które stanowi podstawę do obliczeń.

3.2. Obciążenie informacyjne łączy TD

3.2.1. Strumienie informacji

W rozdziale 3.1. podkreślono, że uzyskanie odpowiedniej sprawności usługowej systemu UQACT stosującego łącza wydzielone do transmisji danych zależy od szybkości pracy tych łączy, czyli od szybkości urządzeń końcowych zespołów transmisji danych.

Dobór odpowiedniej szybkości transmisji jest zatem problemem bardzo istotnym, niezbędnym dla opracowania całości koncepcji systemu UQACT.

Ponieważ w strukturze sieci UQACT występują różne powiązania wzajemne między centrum i koncentratorami, a także między poszczególnymi centrami, nieodzowne jest znalezienie metody określania szybkości transmisji danych w każdej z możliwych relacji, których można wyróżnić cztery (rys. 7), przy czym są to jedynie te relacje, gdzie zakłada się stosowanie łączy TDS.

Obciążenie ruchowe każdej z powyższych relacji jest inne i wynika przede wszystkim ze zróżnicowania pojemno-

ści koncentratorów końcowych i sposobu przyłączenia tych koncentratorów do centrum (bezpośrednio lub za pośrednictwem koncentratora tranzytowego) oraz ze struktury sieci dróg rozmównych. Relacje tego samego rodzaju mogą się różnić między sobą obciążeniem ruchowym ze względu na zróżnicowaną gęstość telefoniczną, rodzaj przyłączonych abonentów, różnoraki stopień zainteresowania abonentów sąsiednich stref czy rejonów.

Cechą charakterystyczną relacji II rodzaju z rys. 7 jest to, że w koncentratorze KT zbiegają się wszystkie łącza od koncentratorów końcowych. Łącza te są trwałe^{x)}, powiązane z łączami odcinka koncentrator tranzytowy - centrum. W związku z tym obciążenie łączy między KT i C jest sumą obciążeń wszystkich łączy koncentratorów końcowych, gdyż strumień informacji, które muszą być przekazane do centrum, jest sumą strumieni informacji wychodzących z koncentratorów końcowych i nakładających się (w czasie) w koncentratorze tranzytowym. Ze stwierdzeń powyższych wynika wprost wniosek, że dobór szybkości transmisji relacji centrum - koncentrator tranzytowy - koncentrator końcowy powinien być oparty na danych odcinka C-KT, które gwarantując poprawną pracę tego odcinka, gwarantują jednocześnie poprawną pracę całej relacji C-KT-KK. Relacje na rys. 7-I i 7-IV mają wspólną cechę - mianowicie nie składają się z odcinków, nato-

^{x)} Przy komutowaniu łączy TDS występuje konieczność opóźnionego (o czas komutacji) przekazywania danych i poza tym konieczność stosowania specjalnych pól komutacyjnych, co spowodowałoby poważne komplikacje układów sterowania.

miast relacja III (rys. 7-III), przy założeniu stosowania metod kierowania ruchu telefonicznego, charakteryzuje się też nakładaniem się ruchu bezpośredniego (między danymi centrami) i tranzytowego.

Różnorodność zapotrzebowania na usługi układów transmisji danych w dowolnym punktach sieci jednego centrum nie pozwala znaleźć prostej zależności między strumieniem informacji przekazywanych i czasem ich przekazywania - takiej zależności, którą można uogólnić na wszystkie łącza TDS. Zachodzi tu konieczność ustalenia kryterium wspólnego dla wszystkich łączy niezależnie od relacji. Takim kryterium jest strumień ruchu telefonicznego. Jego znajomość może stanowić bazę obliczeń, gdyż w prostej zależności od ruchu telefonicznego pozostaje ilość informacji (adresów i rozkazów), jakie muszą być przesyłane na danych relacjach i ich kierunkach. Jak już wyżej wspomniano, istnieje też zróżnicowanie strumieni informacji kierunków do i od centrum. Wynika to stąd, że wynik przepatrywania przesłany w postaci jednego tylko słowa (określającego np. linię wywołującą) do centrum, po analizie w układach sterujących zostaje rozbudowany do kilku słów "wykonawczych", wysyłanych w kierunku od centrum do układu SDR.

3.2.2. Opis metody obliczeniowej doboru szybkości układów transmisji danych łączy dowolnej relacji na podstawie natężenia ruchu telefonicznego

Dane wyjściowe potrzebne do obliczenia natężenia ruchu, to liczba abonentów (N) koncentratorów końcowych i

ruch generowany przez każdego z tych abonentów A_a bądź wartość strumienia ruchu przypadającego na łącze danej relacji.

Całkowite natężenie ruchu: $A = A_a \cdot N$.

Wzór

$$\bar{A} = \frac{C \cdot t}{3600} \quad (1)$$

umożliwia obliczenie liczby połączeń C , w godzinie największego ruchu, przy znanej wartości t , czyli wartości średniego czasu trwania połączenia.

Na podstawie znajomości układów SDR na danej relacji można ustalić liczbę słów (rozkazów) potrzebnych do przesłania przez łącza TD w celu zestawienia jednego połączenia; stąd znając liczbę wszystkich połączeń (c) w GNR, można ustalić całkowitą liczbę słów potrzebnych do zestawienia C połączeń wstępnych.

Zakładając, że transmisja słów polega na szeregowym przekazywaniu bitu za bitem, można - dzięki znajomości całkowitej liczby słów i liczby bitów w każdym słowie - znaleźć całkowitą liczbę bitów potrzebnych do przesłania przez łącza danej relacji w godzinie największego ruchu.

Ten obliczony strumień bitów w czasie godziny największego ruchu charakteryzuje się tym, że każdy zestaw słów przypadających na dane połączenie musi być przekazywany w określonym porządku czasowym i określonej kolejności. W czasie, gdy transmitowany jest zestaw słów jednego połączenia, inne połączenia, które zostały ziden-

tyfikowane przez przepatrywacz w tym samym czasie lub nieznacznie później, oczekują w "kolejce" na decyzje centralnego cechownika, jakim jest urządzenie sterujące centrum, a następnie w kolejce w układach nadawczych WTD. Zwłoka w obsłudze zależy od aktualnej liczby połączeń i od opóźnienia wnoszonego przez układy TD.

Ponieważ zwłoka "kolejki decyzyjnej", tzn. kolejki w układach przetwarzacza danych (PD) jest pomijalnie mała w porównaniu ze zwłoką powstającą w układach nadawczych zespołu współpracy transmisją danych (ZVTD) - - można stwierdzić, dopuszczając pewien nieduży błąd - że zwłoka w obsłudze połączeń wynika ze sposobu pracy układów ZVTD.

Układy ZVTD spełniają tu, łącznie z układami wejść i wyjść PD, rolę centralnego cechownika. Schemat blokowy takiego układu przedstawiono na rys. 8.

Jeżeli wziąć dodatkowo pod uwagę fakt, że napływ wywołań do powyższych układów odbywa się w sposób zupełnie przypadkowy, to model takiego układu ruchowego odpowiada typowemu modelowi układów opisywanych w teorii masowej obsługi.

Jednym z zastosowań tej teorii jest ocena obciążalności scentralizowanych organów sterujących, które pracują z możliwością opóźniania realizacji zgłoszeń.

Sformułowania matematyczne obciążalności cechowników centralnych opierają się na zależnościach wyprowadzonych przez C.D. Crommelina i ujętych we wzorze - zwanym wzorem Crommelina - określającym funkcję rozkładu czasu oczekiwania.

Wykres funkcji Crommelina $P\{\gamma > t\} = f(t, \alpha)$,
gdzie:

$P\{\gamma > t\}$ jest prawdopodobieństwem opóźnienia zgłoszeń o czas większy od założonej wartości t - inaczej funkcja rozkładu czasu oczekiwania zgłoszeń na realizację,

α - średnia wartość natężenia ruchu podawanego na daną liczbę cechowników; w naszym przypadku $\alpha = A_{TD}$ (średnie natężenie ruchu łączy TD w godzinie największego ruchu),

stanowi to podstawę dalszych rozważań dotyczących doboru szybkości transmisji danych. Średnie natężenie ruchu łączy transmisji danych można znaleźć ze wzoru (1), jeżeli znana jest liczba zgłoszeń c (w GNR) i średni czas obsługi danego zgłoszenia.

Uwzględniając fakt, że czas obsługi połączenia w cyfrowym organie sterującym w centrum jest pomijalnie mały, to czasem obsługi połączenia będzie iloczyn czasu transmisji jednego bitu przez liczbę bitów i liczbę słów. Jest to w rzeczywistości opóźnienie wnoszone przez układy transmisyjne, które jest jednoznaczne z czasem zajętości łącza przypadającym na jedno połączenie, czyli jest czasem obsługi zgłoszenia:

$$t_{op.TD} = l_{bs} \cdot l_s \cdot t_b$$

gdzie:

l_{bs} - liczba bitów w słowie,

l_s - liczba słów,

t_b - czas transmisji jednego bitu.

Czas t_b można znaleźć zakładając szybkość (V_{TD}) transmisji łącza danych, której jednostką jest liczba bitów na sekundę. Dzieląc jedną sekundę (=1000 msek) przez liczbę bitów, otrzymujemy czas transmisji jednego bitu, a więc czas opóźnienia nadawania:

$$V_{TD} = \frac{l_b}{\text{sek}},$$

gdzie: l_b - liczba bitów

$$t_b = \frac{1000 \cdot 10^{-3}}{l_b} \quad (\text{sek}),$$

zatem

$$t_{op.TD} = l_{bs} \cdot l_s \cdot \frac{1000 \cdot 10^{-3}}{l_b} \quad (\text{sek}) \quad (2)$$

Obliczając c ze wzoru (1) i $t_{op.TD}$ ze wzoru (2), można obliczyć natężenie ruchu łącza transmisji danych w GNR:

$$A_{TD} = \frac{c \cdot t_{op.TD}}{3600} \quad (3)$$

Z wykresów funkcji rozkładu czasu oczekiwania (rys.9) można znaleźć prawdopodobieństwo opóźnienia realizacji zgłoszonych połączeń o czas zawarty w przedziale od $1 + \epsilon$ + 1000 msek, będący daną (np. 1,2,3,...) wielokrotnością

$t_{op.TD}$, przy czym $\alpha = \frac{A_{TD}}{n}$; gdzie $n = 1$ dla warunków opisywanych powyżej. Przytoczone na rys. 9 wykresy zostały opracowane przez radziecki instytut łączności telefonicznej na podstawie wzorów Crommelina, z wprowadzeniem współczynnika korekcji - autorstwa L. Kostena.

Na podstawie odczytane z wykresu wartości prawdopodobieństwa $P(\gamma > t)$ można określić, jaki procent zgłoszeń będzie oczekiwał na realizację (tzn. odebranie sygnału zgłoszenia) przez czas dłuższy niż założony (maks. 1 sek). Jeżeli liczba zgłoszeń nie załatwionych przekroczy liczbę określoną wartością strat, to znaczy, że założona szybkość transmisji jest za mała, wobec czego należy przyjąć szybkość większą i powtórzyć obliczenia.

Za pomocą opisanej metody można dobrać szybkości transmisji wszystkich relacji łączy transmisji danych i w celu ujednoczenia wyposażenia zespołów współpracy transmisją danych (ZWTD) wybrać takie szybkości, które gwarantowałyby właściwą pracę całej sieci.

W wyniku zastosowania powyższej metody do obliczeń szybkości TD łączy między koncentratorami końcowymi różnej pojemności i centrum stwierdzono, że przy pojemności koncentratora rzędu pięciu tysięcy numerów szybkość kierunku C-KK powinna wynosić 1200 bitów/sek, natomiast tylko 600 bitów/sek dla kierunku KK=C. Należy podkreślić, że szybkość transmisji jest w powyższych rozważaniach wyrażana w liczbie bitów na sekundę, a nie w bodach, gdyż rozpatrywano przypadek binarnej transmisji szeregowej.

Możliwość doboru szybkości na podstawie znajomości

obciążenia łączy ruchem telefonicznym może być wykorzystana do przewidywania rozbudowy koncentratorów - bez zmiany układów transmisji danych.

Przyjęcie koncepcji przepatrywania koncentratorów z centrum, zamiast przepatrywania lokalnego, z przesyłaniem wyników tylko po zmianie stanu punktu przepatrywanego, uniemożliwiłoby oczywiście stosowanie średnich szybkości transmisji, gdyż wymagałoby szybkości bardzo dużych, co byłoby niewykonalne przy wykorzystywaniu zwykłych łączy telefonicznych jako łączy TD.

3.3. Strumienie informacji sygnalizacyjnych w układach wielocentralowych

3.3.1. Omówienie wstępne

Jednym z założeń systemu UQACT jest przystosowanie układów SDR i układów sterowania do pracy w sieci telefonicznej pełnoautomatycznej. Jest to założenie uwzględniające aktualne problemy rozwoju telefonii.

Pełna automatyzacja oznacza duże skrócenie czasu oczekiwania przez abonentów na usługi telefoniczne, co można osiągnąć tym skuteczniej, im szybsze stosuje się układy komutacyjne i transmisyjne.

Przyspieszenie procesów komutacyjnych (w porównaniu z komutacją tradycyjną) urzeczywistniają sterowanie centralne programowane, gdzie w urządzeniach stosuje się superszybkie układy elektroniczne, cyfrowe oraz metody pozwalające na przyspieszenie przekazywania sygnałów,

szczególnie we wstępnej fazie budowania połączeń, tj. przed i po wybieraniu numerów przez stronę inicjującą połączenie.

Zakładając, że "pierwsza generacja" central quasi-elektronicznych pracujących w sieci pełnoautomatycznej wprowadzałyby tylko nieznaczne poszerzenie możliwości funkcjonalnych w postaci wprowadzenia nowych udogodnień (np. zdalna automatyczna kontrola prawidłowości opłat monetowych w aparatach wrzutowych), można stwierdzić, że potrzeby sygnalizacyjne pełnoautomatycznej sieci quasidelektronicznej niewiele odbiegałyby od potrzeb klasycznej sieci pełnoautomatycznej. Ograniczanie rozszerzania możliwości funkcjonalnych wynika z konieczności utrzymania kosztów nowych systemów na poziomie kosztów sygnałów tradycyjnych.

System UQACT dzięki jednej z jego cech, tj. dzięki tzw. "rozbudowywalności" nie przekreśla jednak możliwości wprowadzania w przyszłości wielu nowych udogodnień w skali pełnoautomatycznej sieci krajowej.

Konsekwencją ograniczenia wprowadzania nowych udogodnień byłoby utrzymanie w postaci nie zmienionej (w odniesieniu do syst. klasycznych) zestawu sygnałów liniowych potrzebnych do obsługi dalekosiężnych połączeń pełnoautomatycznych.

Zestaw sygnałów międzyrejestrów musiałby jednak ulec rozszerzeniu w wypadku wprowadzenia jakichkolwiek nowych udogodnień.

W związku z tym oraz z powodu dążenia do skrócenia czasów oczekiwania na sygnały przed i po wybraniu nume-

ru, zastosowanie łączy transmisji danych do przesyłania sygnałów międzyrejestrów, jak się wydaje, byłoby pożądane. Szybkość pracy tych łączy powinna gwarantować jakość usług sieci pełnoautomatycznej nie gorszą od uzyskiwanej obecnie, np. w systemie crossbar. Ze względu na postać sygnałów międzyrejestrów (kody wieloczęstotliwościowe) urządzenia wydzielonych łączy danych różniłyby się od urządzeń stosowanych w sieciach rejonowych i okręgowych.

Należy również podkreślić, że w chwili obecnej brakuje danych do stwierdzenia czy ekonomicznie opłacalne byłoby stosowanie wydzielonych łączy transmisji danych w układach sieci pełnoautomatycznej.

3.3.2. Zarys potrzeb sygnalizacyjnych koniecznych do uwzględnienia w koncepcji systemu UQACT w zakresie układów wielocentralowych pełnoautomatycznych

Dzięki właściwościom systemu UQACT, opisanym w poprzednich częściach niniejszego opracowania możliwe jest zrealizowanie pełnoautomatycznych zakładów wielocentralowych, tzn. powiązanie w sposób automatyczny, w dużym zbiorze, podstawowych jednostek, jakimi są centra poszczególnych rejonów wraz z przyłączonymi do nich koncentratorami końcowymi, bezpośrednio lub za pośrednictwem koncentratorów tranzytowych.

Ze specyfiki pracy układów wielocentralowych pełnoautomatycznych wynika bezpośrednio potrzeba wprowadzenia sygnałów współdziałania wykorzystywanych w poszcze-

gólnych fazach zestawianych połączeń wieloogniwowych wraz z potrzebami wynikającymi z zasad kierowania ruchu. Równorzędną w stosunku do powyższej jest potrzeba wprowadzenia odpowiedniego systemu taryfikacji i sygnalizacji zaliczania przy połączeniach między dwoma aparatami końcowymi abonentkami, a także potrzeba wprowadzenia specjalnych sygnałów obsługujących dalekosiężne połączenia inicjowane ze specjalnych aparatów wrzutowych.

W związku z powyższymi potrzebami każde centrum rejonu czy strefy wyspecjalizowane w obsłudze ruchu dalekosiężnego pełnoautomatycznego musi posiadać układy generujące i przyjmujące odpowiednie sygnały współdziałania, deszyfracji informacji monetowych oraz sygnały (np. mówione), kierujące czynnościami abonenta prowadzącego rozmowę "dalekosiężną" za pośrednictwem aparatu wrzutowego.

Omówione potrzeby nie stanowią cech, które można przypisać jedynie układom wielocentralowym pełnoautomatycznym w systemie UQACT. Istnieją one bowiem i są uwzględnione w istniejących układach wielocentralowych-pełnoautomatycznych systemów klasycznych.

Dalszą potrzebę z zakresu sygnalizacji, którą powinna uwzględniać koncepcja UQACT są sygnały synchronizacji pracy sieci, które ustalają rytm pracy jej centrów. Jest to już potrzeba wynikająca tylko i jedynie z właściwości systemu UQACT. Podobną do niej jest potrzeba ustalenia sposobu przenoszenia sygnałów numerycznych pochodzących z aparatów telefonicznych z wybieraniem wieloczęstotliwościowym.

Ponieważ jednym z założeń funkcjonalnych systemu UQACT jest współpraca z systemami konwencjonalnymi elektromagnesyowymi, koncepcja pracy układów wielocentralowych musi uwzględniać potrzebę stosowania przeliczników informacji wybierczych przetwarzających informacje wybiercze zakodowane pod postacią sygnałów wieloczęstotliwościowych na przebiegi impulsowe typu zamknięcie i otwarcie pętli obwodu prądu stałego.

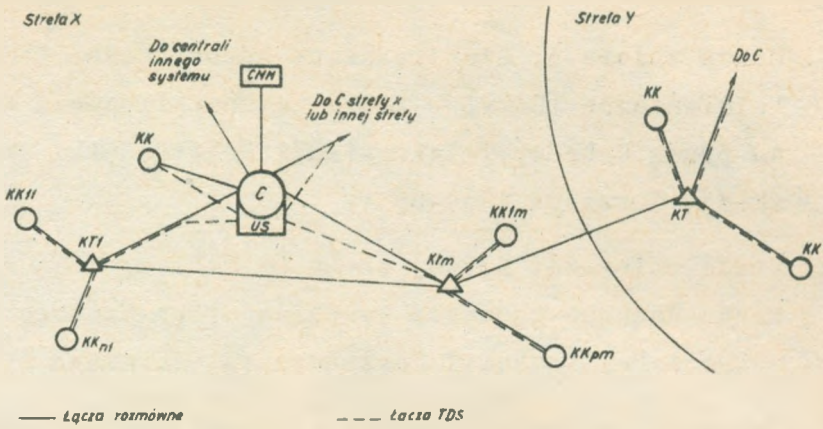
Wszystkie omówione w tym rozdziale potrzeby sygnalizacyjne stanowią zbiór potrzeb podstawowych, wynikających jednocześnie ze specyfiki pracy układów pełnoautomatycznych wielocentralowych oraz z cech systemu UQACT.

Wprowadzenie specjalnych możliwości funkcjonalnych "powszechnego" użytku w całej sieci wielocentralowej pełnoautomatycznej UQACT narzuca konieczność wprowadzania nowych sygnałów.

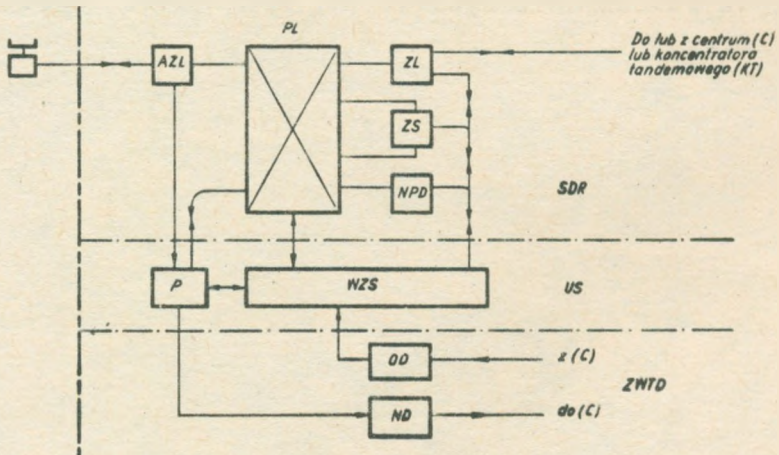
Jak już wcześniej podkreślono, istnieje teoretyczna możliwość wprowadzenia specjalnych, wydzielonych łączy sygnalizacyjnych do przesyłania niektórych z omawianych sygnałów w sieci pełnoautomatycznej. Jednak brakuje danych określających czy takie rozwiązanie byłoby ekonomicznie uzasadnione. W związku z tym ostateczne ustalenie sposobu przesyłania informacji sygnalizacyjnych w pełnoautomatycznych układach wielocentralowych systemu UQACT byłoby możliwe po przeprowadzeniu odpowiednich eksperymentów własnych bądź wykorzystaniu eksperymentów, jeżeli takie istnieją (odpowiadających warunkom sieci polskiej) w sieciach zagranicznych.

WYKAZ LITERATURY

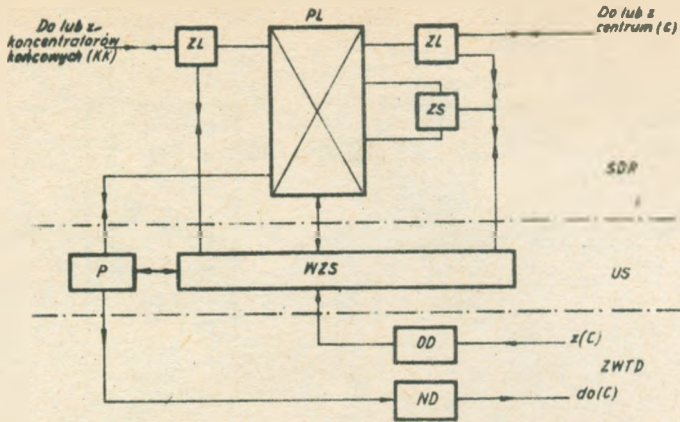
1. Praca zbiorowa: Elektroniczne Automatyczne Centrale Telefoniczne (EACT) - Praca naukowo-badawcza wykonana przez Katedrę Telekomutacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1964-65 r.
2. Praca zbiorowa: Rozwój techniki EACT do 1966 r. - Praca naukowo-badawcza wykonana przez Katedrę Telekomutacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1967.
3. Materiały z Międzynarodowej Konferencji Telekomutacji Elektronicznej, Paryż 1966 - Colloque International de Commutation Electronique Paris 28 mars - 2 avril 1966, Editions Chiron.
4. A. Klimontowicz: Obliczanie wyposażenia central telefonicznych z wybierakami krzyżowymi, Warszawa 1967, WKiŁ.



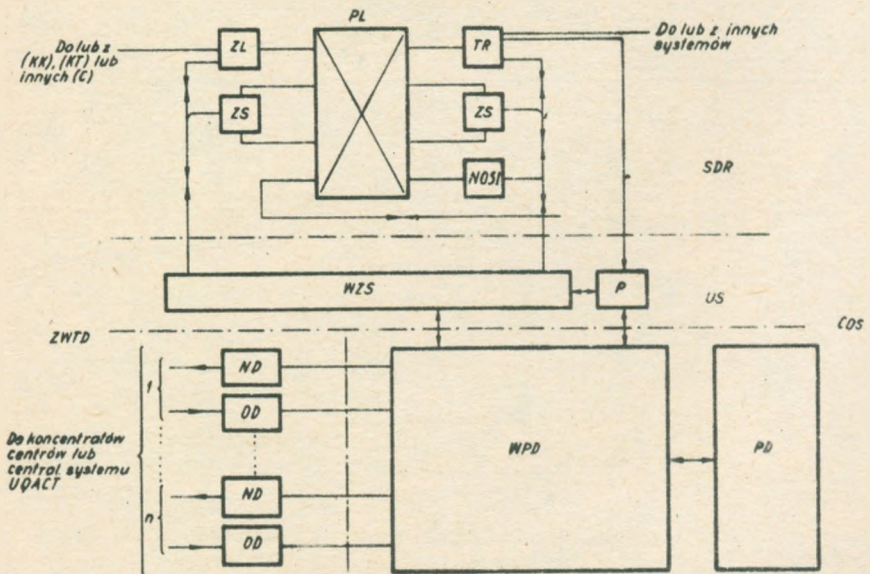
Rys. 1. Ogólna koncepcja struktury sieci dla systemu UQAOT



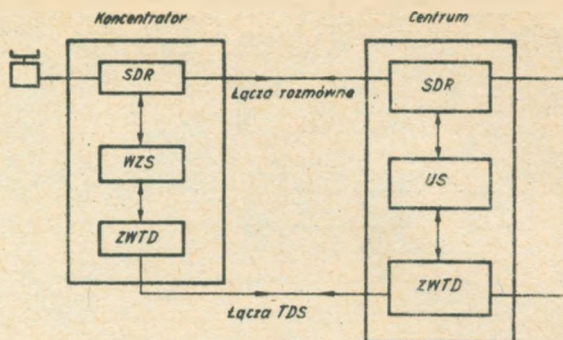
Rys. 2. Koncentrator końcowy /EK/



Rys. 3. Koncentrator tandemowy /KT/

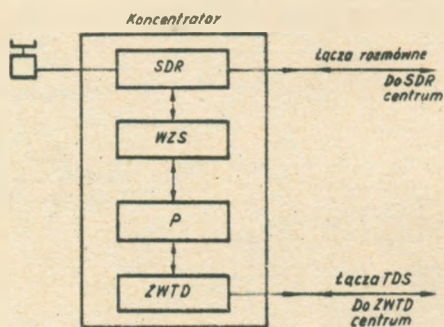


Rys. 4. Centrum /O/



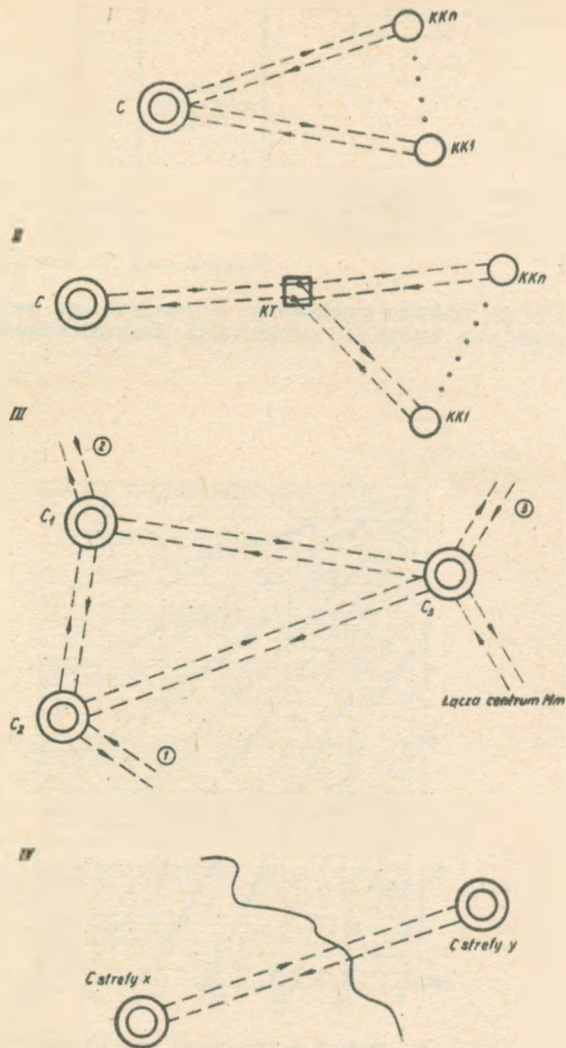
Rys. 5. koncepcja układów funkcjonalnych koncentratora całkowicie zależnego od układów sterowania centrum

SDR - sieć dróg rozmównych, US - urządzenia sterujące, WZS - wykonawcze układy sterujące, ZWTD - zespoły współpracy transmisją sterowania danych



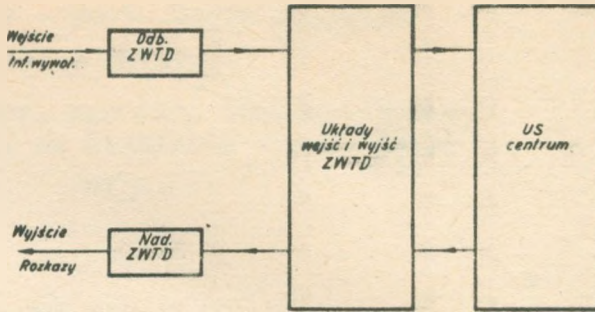
Rys. 6. Układ blokowy koncentratora z samodzielnym przepatrywaniem

P - przepatrywacz

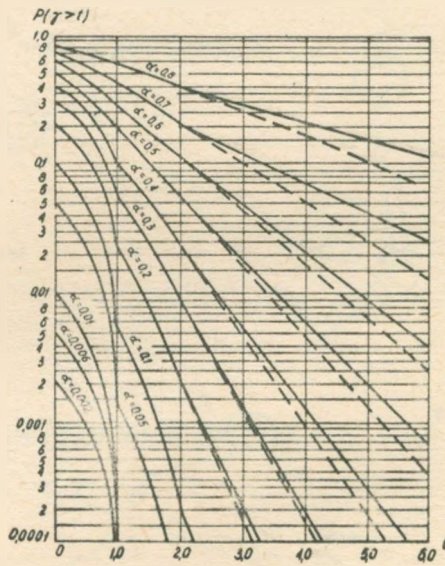


Rys. 7. Rodzaje relacji łączy TDS

O - centrum, KK - koncentrator końcowy, KT - koncentrator przejściowy, ① ② ③ - do centrów tej samej kategorii co O_1, O_2 i O_3



Rys. 8. Model układu ruchowego z centralnym cechownikiem w systemie z łączami transmisji danych sterowania



Rys. 9. Wykresy funkcji rozkładu czasów oczekiwania
 — krzywe z korekcją wg Kostena
 - - - krzywe bez korekcji wg Grommelina

B. 68