

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA - MIEDZESZYN

PROBLEMY

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności

Nr. _____

ŁĄCZNOŚCI

111

1974

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności

№ _____

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 14

WARSZAWA 1974

NR 111

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski

Redaktorzy działów:

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

mgr inż. Józef Możejko

Adres Redakcji:

Institut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 655. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 28.11.1973 r.
Druk ukończono w marcu 1974 r.

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Wiktor Brzeziński, Stanisław Witulski

STEROWANIE PROGRAMOWANE W CENTRALACH TELEFONICZNYCH

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Zasadnicze zadania sterowania	10
3. Sposoby realizacji zadań komutacyjnych	13
3.1. Zasadnicze rodzaje realizacji	13
3.2. Realizacja zadań nadzoru i identyfikacji	14
3.3. Realizacja zadania analizy	26
3.4. Realizacja zadania wyboru	29
3.5. Realizacja zadania odbioru i rejestracji informacji komutacyjnych	40
3.6. Realizacja zadania zwolnienia	48
4. Podsumowanie	49
Wykaz literatury	55

Wiktor Brzeziński
Stanisław Witulski

621.395.3-503.55

STEROWANIE PROGRAMOWANE W CENTRALACH TELEFONICZNYCH

1. WPROWADZENIE

Pojawienie się na rynku elementów elektronowych pewnych w działaniu zintensyfikowało prace nad systemami elektronicznych automatycznych central telefonicznych /EACT/. Próby zastępowania elementami elektronicznymi podzespołów elektromechanicznych prowadziły jednak do rozwiązań nieekonomicznych. Zmusiło to do odejścia od ogólnej koncepcji, a przede wszystkim filozofii pracy central telefonicznych.

W centralach elektromechanicznych czasy trwania poszczególnych elementów informacji, napływających ze "świata zewnętrznego" centrali, tj. od aparatów telefonicznych i central współpracujących, są tego samego rzędu co czasy działania podzespołów elektromechanicznych, z jakich zbudowane są tego typu centrale. Współrzędność tych czasów oraz bezwzględna ich wartość /co najmniej kilku milisekund/ narzucają określoną filozofię pracy i określone zasady rozwiązań schematowych dla otrzymania sprawności usługowej centrali na rozsądnie wysokim poziomie. Spośród szeregu parametrów określających tę sprawność wybrano dwa, istotne dla niniejszych rozważań, a mianowicie:

- bezbłądność odbieranych informacji komutacyjnych ze "świata zewnętrznego";
- czas oczekiwania abonenta wywołującego /abA/, tj. czas, jaki upływa od chwili zakończenia nadawania przez niego numeru abonenta wywoływanego /nr ab.B/ do chwili otrzymania sygnału informującego go o stanie połączenia.

Spośród systemów elektromechanicznych central telefonicznych największą bezbłądność odbierania informacji i najkrótszy czas oczekiwania uzyskuje się w rozwiązaniach o sterowaniu rozproszonym i bezpośrednim, jak np. w systemach biegowych. W systemach tych jednak każdy zespół funkcjonalny /ZF/ musi być niezależny w zakresie sterowania od innych ZF, wobec czego musi być wyposażony w taką liczbę podzespołów, która umożliwi mu wykonywanie jego funkcji. To z kolei prowadzi do bogatego wyposażenia ZF oraz do słabego wykorzystania stosowanych podzespołów z punktu widzenia potrzeb sieci automatycznej. Systemy te charakteryzują się dużą sztywnością funkcjonalną i słabym wykorzystaniem wyposażenia sieci, głównie łączy międzycentralowych. W tych bowiem systemach informacje komutacyjne są magazynowane fragmentarycznie w każdym ZF, który bierze udział w danym połączeniu. Uniemożliwia to wykonywanie analiz pozwalających na racjonalne kierowanie ruchu i zwiększenie stopnia wykorzystania wyposażenia sieci.

Tej ostatniej wady można uniknąć przez centralizację sterowania, głównie w zakresie skupiania w jednym ZF całości lub istotnej części informacji komutacyjnych, związanych z aktualnie zestawianym połączeniem. Ta idea znalazła zastosowanie w syste-

mach rejestrowych, zwłaszcza w systemach krzyżowych /crossbar/. Wprowadzenie centralizacji sterowania zostało więc podyktowane koniecznością wzbogacenia funkcjonalnego central, wynikającą z potrzeb automatyzowanych sieci telekomunikacyjnych. Magazynowanie informacji komutacyjnych w wyznaczonym do tego celu ZF powoduje opóźnienie faktycznego zestawiania połączenia, gdyż musi ono być poprzedzone analizą. Wzbogacenie zaś funkcjonalne sterowania prowadzi do konieczności równoległego wykonywania szeregu czynności, aby nie występowało zbyt długie wydłużenie czasu oczekiwania abonenta, wywołanego magazynowaniem informacji komutacyjnych. O ile w systemach krokowych o sterowaniu bezpośrednim czas oczekiwania był niezauważalny przez abonenta, to w systemach krzyżowych, w zależności od rozwiązania i usytuowania centrali w sieci, czas oczekiwania może dochodzić do kilkunastu sekund i więcej. Jest to czas będący na granicy "zniecierpliwienia" abonenta, gdyż nie wie on, czy ma czekać dalej, czy też uznać, że centrala źle pracuje i zrezygnować z połączenia. "Zniecierpliwienie" abonenta w zależności od jego temperamentu, stanu emocjonalnego itp. zwiększa w różnym stopniu szkodliwy ruch jałowy w centrali. Z drugiej strony wprowadzanie, gdzie to możliwe, równoległego wykonywania funkcji prowadzi do wzrostu wyposażenia i rozmiarów centrali oraz do zmniejszania stopnia wykorzystania podzespołów. Powoduje to wzrost kosztów inwestycyjnych central oraz kosztów ich eksploatacji na skutek wzrostu stopnia skomplikowania rozwiązań. Powstaje stąd istotne ograniczenie techniczno-ekonomiczne możliwości wzbogacenia funkcjonalnego central elektromechanicznych w stosunku do potrzeb rozwijających się sieci.

Z rozważań powyższych wynika, że wad tych i ograniczeń można uniknąć w przypadku skrócenia czasów reakcji, tzn. czasów działania podzespołów, co, przy zachowaniu obecnie stosowanych czasów trwania elementów informacji komutacyjnych, prowadzi do wyeliminowania współrzędności tych czasów. Przy dużej różnicy tych czasów sterowanie centrali może być znacznie wzbogacone funkcjonalnie bez wydłużania czasu oczekiwania lub nawet powodować jego skracanie. Podzespoły elektromechaniczne mają z natury swej ograniczony od dołu czas reakcji /działania/ na poziomie uniemożliwiającym dokonywanie istotnych zmian we własnościach systemów elektromechanicznych. Dopiero półprzewodnikowe podzespoły elektroniczne pozwalają na taką zmianę, gdyż ich czasy reakcji są o kilka rzędów wielkości mniejsze od czasów trwania elementów informacji komutacyjnych.

Szybki rozwój półprzewodnikowych podzespołów numerycznych pozwolił na wypracowanie w przodujących krajach świata zupełnie nowej koncepcji rozwiązań sterowania central telefonicznych. Wszelkie jednak próby zastępowania zestyków metalicznych układami półprzewodnikowymi w analogowych obwodach rozmównych, a zwłaszcza pól komutacyjnych przestrzennych nie powiodły się. W tej sytuacji, w celu zdyskontowania dorobku w zakresie sterowania i wycofania kapitałów włożonych w opracowanie tych koncepcji, postanowiono wprowadzić do produkcji i eksploatacji centrale, w których sterowanie oparto na nowych koncepcjach i podzespołach elektronicznych, a w obwodach rozmównych pozostawiono zestyki metaliczne. W ten sposób powstały tzw. systemy quasi-elektroniczne.

W tych systemach funkcje sterowania są wykonywane bardzo szyb-

ko, przy czym rodzaje i liczby tych funkcji mogą być łatwo zmieniane i dodawane bez wyczuwalnego przez abonenta wydłużania czasu oczekiwania. Jednak czas zestawiania połączeń w sieci zbudowanej z tych systemów jest stosunkowo długi, choć krótszy niż w systemach krzyżowych. Wynika to z faktu istnienia w nich pól komutacyjnych elektromechanicznych. Czas zestawiania drogi połączeniowej w takim polu jest nadal rzędu dziesiątków ms, a połączenie może przecież przebiegać przez szereg central. Przetwo systemy quasi-elektroniczne należy traktować jako systemy przejściowe, zaś moment ich wprowadzenia do eksploatacji jako punkt zwrotny w rozwoju telekomutacji. Dalszy rozwój telekomutacji zmierza do usprawnienia i poprawienia efektywności sterowania z jednej strony oraz do eliminacji zestyków metalicznych z obwodów rozmównych w drugiej strony.

Równolegle do prac rozwojowych w telekomutacji opracowano i wprowadzono do eksploatacji systemy teletransmisyjne oparte na modulacji impulsowo-kodowej /PCM/. Postęp technologiczny półprzewodnikowych układów numerycznych również i tu umożliwił dynamiczny rozwój, dzięki czemu zakres stosowalności tych systemów bardzo się rozszerzył. Od stosowania dotychczas systemów PCM na łączach międzycentralowych /na małe odległości/ przechodzi się do wykorzystywania ich w sieciach dalekosiężnych i satelitarnych. Zamierza się wprowadzać je także w łączach abonenckich.

Za pomocą modulacji PCM sygnał analogowy mowy jest zamieniany w ciąg cyfr, a te dają się już przetwarzać i można nimi manipulować w sposób identyczny jak z sygnałami numerycznymi w sterowaniu. Dla tych sygnałów można więc zbudować pola komutacyjne elektroniczne, spełniające wymagania transmisyjne /czego nie moż-

na zrobić dla sygnałów analogowych/, a tym samym zbudować centrale całkowicie elektroniczne. W ten sposób następuje również scalanie - integrowanie technik komutacji z techniką teletransmisji, stąd też nazwa tych systemów - systemów zintegrowanych w zakresie technik. Taki właśnie jest zakupiony we Francji system CITEDIS /E-10/.

W większości przypadków obecne systemy zintegrowane, wobec istnienia analogowych łączy abonenckich, zawierają quasidelektroniczne stopnie koncentracji ruchu, co podyktowane jest względami ekonomicznymi. Wprowadzenie abonenckich łączy PCM wyeliminuje rozwiązania quazi-elektroniczne również i z tych stopni.

Dalszy postęp technologiczny podzespołów elektronicznych pozwoli w niedalekiej przyszłości wprowadzać pamięci do aparatów telefonicznych i, wykorzystując szybkość pracy układów elektronicznych, zmienić zasady współpracy aparat telefoniczny - centrala, eliminując z pracy tej ostatniej uwzględnianie czasów zależnych od woli i sprawności abonenta. Będzie to miało istotny wpływ na wielkość wyposażenia central. W tym przypadku dojdzie się ponownie do pewnej współrzędności czasów trwania elementów informacji komutacyjnych i czasów reakcji, lecz przy bardzo małej ich wartości bezwzględnej.

W dalszym ciągu niniejszego artykułu znajdzie Czytelnik przesłanki techniczne uzasadniające twierdzenie, że po wprowadzeniu do sieci systemów zintegrowanych w zakresie technik powstaną warunki do zbudowania krajowej jednolitej sieci telekomunikacyjnej zintegrowanej również w zakresie usług i użytkowników, tzn. jednej sieci świadczącej wszelkie usługi telekomunikacyjne /telefonii, telegrafia, teledacja itp./ dla wszystkich użytkowni-

ków /abonentów mieszkaniowych, instytucji i resortów/.

Układ elektroniczny, z punktu widzenia funkcjonalności, charakteryzuje się zdolnością do wykonywania czynności elementarnej przejścia z jednego stanu do drugiego. Jest więc on zdolny do zastąpienia jednego układu sprężyn zwiernych lub rozwiernych przekaźnika. Jeśli układ elektroniczny zawiera również element pamięciowy, który pod wpływem określonego bodźca zmienia swój stan i utrzymuje go po usunięciu tego bodźca, to taki układ elektroniczny może zastąpić przekaźnik z jednym układem sprężyn.

Podzespoły elektromechaniczne są konstruowane jako podzespoły wielofunkcyjne /wieloczynnościowe/. Na przykład wzbudzenie jednego przekaźnika pozwala na wykonanie czynności zmiany obwodów w szeregu punktach jednocześnie. Każda taka zmiana jest jedną czynnością elementarną. Wybierak podnosząco-obrotowy jest zdolny do wykonywania jeszcze większej liczby różnych czynności. Te własności podzespołów elektromechanicznych pozwalały na operowanie pewnymi makroczynnościami i analizowanie ich skutków w schemacie. Chęć zastąpienia tych podzespołów przez układy elektroniczne zmusiła do operowania nie makroczynnościami, a czynnościami elementarnymi. Liczba więc czynności wymagających zaprojektowania i zanalizowania stała się bardzo duża; tak duża, że człowiek bez odpowiednich metod nie mógłby nad nimi panować. Jedną z takich metod jest stosowanie funkcjogramów lub algorytmów pracy. Po sporządzeniu szczegółowych funkcjogramów i ich analizie okazało się, że szereg czynności w przypadku rozwiązań elektronicznych jest zbędnych, a część, dzięki dużej szybkości pracy układów elektronicznych może być wykonywana w innym zespole niż rozpatrywany. Był to pierwszy krok do poszukiwania innych koncep-

cji rozwiązań urządzeń komutacyjnych, zbudowanych z układów elektronicznych.

Informacje napływające ze "świata zewnętrznego" do centrali są w większości przypadków informacjami numerycznymi. Z drugiej strony procesy komutacyjne daje się przedstawić jako kolejne przetwarzanie informacji stałych, zarejestrowanych w centrali na podstawie danych wejściowych otrzymanych ze "świata zewnętrznego", co sugerowały funkcjogramy. Wobec tego procesy komutacyjne da się zrealizować na zasadach identycznych jak przetwarzanie danych w komputerach. Na podstawie analiz funkcjogramów dało się określić przebiegi niezbędnych procesów oraz rodzaje i zakresy informacji stałych, jakie zawierać musi każda centrala, informacji zmiennych, zależnych od rodzaju centrali i jej usytuowania w sieci, jak również rodzajów abonentów do niej przyłączonych oraz zestawu informacji, jakie mogą napływać ze świata zewnętrznego". Dla każdego rodzaju informacji wprowadzono osobny zespół, w którym je zmagazynowano. Informacje stałe stanowią program pracy centrali, który jest zmagazynowany w pamięci programu. Ta cecha, będąca nowością w stosunku do rozwiązań istniejących, posłużyła jako przesłanka do nadawania rodzinie systemów z programem zmagazynowanym w specjalnej pamięci nazwy "systemów ze zmagazynowanym programem" /ang. Stored Programme Control - SPC/ lub w skrócie - "systemów sterowania programowanego".

Poszczególne systemy programowane różnią się między sobą przede wszystkim:

- rodzajem podzespołów użytych do budowy pamięci;

- zakresem informacji zawartych w programie, a więc pojemnością pamięci;
- liczbą pamięci i ich specjalizacją.

Każdy system sterowania programowanego zawiera właściwy dla niego zestaw procesów cząstkowych i procesów komutacyjnych oraz zestaw zasad realizacji tych procesów, tzn. zasad przetwarzania informacji. Oczywiście te procesy muszą być dla danego systemu opracowane ze szczegółowością na poziomie czynności elementarnych, co w odniesieniu do programu oznacza zapisanie każdej informacji z dokładnością do jednego bitu, tzn. nadawania każdemu bitowi odpowiedniej wartości 0 lub 1. W pamięci programu centrali liczba bitów osiąga wartości rzędu 10^6 i więcej. Tak opracowany program nosi nazwę zapisanego w języku wewnętrznym maszyny. Opracowywanie dla każdej centrali danego systemu programów w języku wewnętrznym jest nie do przyjęcia ze względów ekonomicznych. Dlatego opracowywane są zasady sporządzania programów za pomocą symboli wygodniejszych dla człowieka oraz urządzenia tłumaczące tak zapisany program na program zapisany w języku wewnętrznym. Te zasady i symbole noszą nazwę języków wyższego rzędu. Problemy oprogramowania central oraz języków do tego celu używanych stanowią obecnie dość odrębną i obszerną dziedzinę wiedzy. Są to problemy związane z tzw. "softwarem" systemu.

W niniejszym artykule przedstawiono zasadnicze cechy sterowania programowanego w celu umożliwienia szerokiemu kręgu specjalistów w dziedzinie telekomutacji zorientowania się w odmienności pracy tych urządzeń od urządzeń elektromechanicznych, jak rów-

niez poznania filozofii ich pracy, co ułatwi zapewne poznawanie systemu licencyjnego.

2. ZASADNICZE ZADANIA STEROWANIA

"Świat zewnętrzny" centrali stanowią aparaty telefoniczne oraz inne centrale z nią współpracujące. Z funkcjonalnego punktu widzenia współpraca centrali z aparatem telefonicznym jest jasno określona i nie ulega zmianom. Współpraca zaś z innymi centralami nie jest określona w sposób stały. Jest to konsekwencja dążności do optymalnego wykorzystania wyposażenia sieci w danych warunkach technicznych. Zasady współpracy central, określane systemami sygnalizacji, zmieniają się wraz z stopniem automatyzacji sieci i postępem technicznym. Celem nadrzędnym jest zapewnienie możliwej do osiągnięcia maksymalnej sprawności usługowej sieci telefonicznej, przy stosunkowo niskich kosztach inwestycyjnych, a przede wszystkim eksploatacyjnych. Wynika stąd potrzeba zwiększania obszerności informacji wymienianych pomiędzy centralami dla zestawiania jednego połączenia. Zagadnienie to jest bardzo obszerne i może być przedmiotem osobnego opracowania. Ponadto wprowadzenie szczegółowych rozważań na ten temat nie ma wpływu na tematykę niniejszego artykułu. Przeto rozważania na temat sygnalizacji zostaną tu ograniczone do niezbędnego minimum.

Na rysunku 1^{x/} przedstawiono funkcjogram współpracy abonenta z centralą, a na rys. 2 - funkcjogram zmodyfikowany tej współ-

^{x/} Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

pracy. Modyfikacja polega na rozdzieleniu zadań abonenta od zadań centrali wynikających z tej współpracy. Funkcjogram z rys. 1 pokazuje kolejność czynności wykonywanych przez abonenta wywołującego /ab. A/ bądź z własnej inicjatywy /inicjacja, rozłączenie/, bądź w odpowiedzi na sygnały przychodzące z centrali. W tym funkcyjogramie uwidoczniono również możliwość przejścia do czynności 6 od każdej innej czynności, gdy abonent rezygnuje z zestawianego połączenia. W funkcyjogramie z rys. 2 możliwość ta jest podana tylko dla ab. A, bo tylko on jako inicjator połączenia może zrezygnować z połączenia, zaś centrala reaguje na czynności ab. A i jego skok do czynności 6 powoduje przejście centrali do procesu C6. U ab. B z oczywistych względów tego rodzaju skoki są niemożliwe.

Na rysunku 3 przedstawiono bardzo ogólny funkcyjogram współpracy dwóch central. Jest on jednym z możliwych funkcyjogramów ogólnych takiej współpracy i dlatego może być traktowany jako dyskusyjny. Jednak, zarówno ten jak i poprzednie funkcyjogramy, uwidaczniają pośrednio lub bezpośrednio podstawowe zadania sterowania i dlatego zostały tu podane. Pierwszym takim zadaniem jest możliwość odbioru sygnału inicjacji, który może się pojawić w dowolnej chwili od dowolnego źródła ruchu, tzn. od dowolnego abonenta lub przyszściowego łącza międzycentralowego. Wynika stąd konieczność stałego nadzorowania wszystkich łączy abonenckich i międzycentralowych. Ponadto centrala musi jednocześnie wiedzieć, jakie źródło ruchu zgłasza inicjację, wobec czego musi dokonać jego identyfikacji. Wynika to z procesu C1.

Dla wysłania sygnału o gotowości przyjęcia informacji wybierczych, centrala musi, jak wiadomo:

- dokonać analizy cech charakterystycznych źródła ruchu, aby wiedzieć, w jakiej postaci będą napływały sygnały elektryczne informacji komutacyjnych i przyłączyć właściwy dla tego źródła ruchu odbiornik oraz aby znać uprawnienia lub ograniczenia obowiązujące dla tego źródła ruchu;
- dokonać wyboru rodzaju zespołów obsługowych /ZO/ właściwych dla inicjującego źródła ruchu /np. rejestru, odbiornika kodu/ oraz dokonać wyboru jednego wolnego i osiągalnego ZO spośród całego ich zbioru;
- dokonać wyboru drogi połączeniowej w polu komutacyjnym w celu połączenia inicjującego źródła ruchu z wybranym ZO i zestawić tę drogę.

Są to czynności wynikające z procesu C2.

Z procesu C3 wynikają następujące zadania:

- odbiór informacji komutacyjnych wraz z ich rejestracją;
- analiza informacji komutacyjnych;
- wybór odpowiednich zespołów funkcjonalnych /ZF/, jak np. tfranslacji, przelicznika;
- wybór drogi połączeniowej.

Tak więc proces C3 wniósł jako nowe zadanie tylko odbiór informacji komutacyjnych. Pozostałe rodzaje zadań wystąpiły już w procesie C2. Podobnie procesy C4 i C5 nie wnoszą dodatkowych nowych zadań. Próba czy dany ZF, w tym również abonent, jest wolny jest zawarta w zadaniu wyboru i nie ma potrzeby jej wyodrębnić, zwłaszcza przy rozpatrywaniu procesów komutacyjnych

z funkcjonalnego punktu widzenia. Proces C6 wnosi nową czynność: zwolnienia wziętych do pracy ZO i ZF.

Reasumując, podstawowymi zadaniami są:

- nadzór,
- identyfikacja,
- analiza,
- wybór zbioru i elementu z wybranego zbioru,
- wybór drogi połączeniowej,
- odbiór i rejestracja informacji komutacyjnych,
- zwolnienia.'

3. SPOSOBY REALIZACJI ZADAŃ KOMUTACYJNYCH

3.1. Zasadnicze rodzaje realizacji

W technice telekomutacyjnej rozróżnia się trzy zasadnicze rodzaje realizacji zadań komutacyjnych:

- tzw. rozwiązania "hardwarowe"^{1/}
- tzw. rozwiązania "softwarowe"^{2/}
- rozwiązania mieszane zawierające oba powyższe rodzaje.

Rozwiązania "hardwarowe" są to takie rozwiązania, w których logika wykonywania zadania jest zawarta w układzie połączeń podzespołów przeznaczonych do realizacji tego zadania. Przez logikę wykonywania zadania rozumie się kolejność działania poszczególnych podzespołów oraz warunki funkcjonalne, jakie muszą być spełnione, aby dany podzespół mógł zadziałać. Z pojęcia tego wy-

1/ z ang. "hardware" - co oznacza "urządzenia"

2/ z ang. "software" - co oznacza "programy"

nika, że wszystkie rozwiązania elektromechaniczne central telefonicznych są rozwiązaniami "hardwarowymi".

Rozwiązania "softwarowe" są to takie rozwiązania, w których logika wykonywania zadania jest zawarta w zbiorze informacji, przy czym informacje te są zmagazynowane w specjalnej pamięci, zwanej pamięcią programu.

Rozwiązania "softwarowe" są stosowane w centralach elektronicznych. Ogólna koncepcja tych rozwiązań i ich cechy charakterystyczne są przedmiotem niniejszego artykułu. Do tej grupy rozwiązań zalicza się również rozwiązania, w których poszczególne części zadań są wykonywane "hardwarowo", ale koordynacja ich wykonywania dla realizacji zadania jest rozwiązana "softwarowo".

Rozwiązania mieszane zawierają zarówno rozwiązania "hardwarowe", jak i "softwarowe". Oznacza to, że część zadań jest wykonywana za pomocą rozwiązań jednych, a część drugich.

3.2. Realizacja zadań nadzoru i identyfikacji

Zadanie nadzoru odnosi się do wszystkich zespołów funkcjonalnych /ZF/ i do wszystkich łączy przyłączonych do danej centrali. Tak jak dla centrali "światem zewnętrznym" są łącza abonenckie i międzycentralowe, tak dla ZF centrali "światem zewnętrznym" są inne ZF tej centrali. Każdy bowiem ZF, z punktu widzenia filozofii pracy, musi badać czy jest zapotrzebowanie na wykonywanie zadań jemu przypisanych oraz w czasie ich wykonywania badać czy nie zrezygnowano z jego usług, a tego rodzaju badanie jest istotą nadzoru. Z tego powodu, to co będzie niżej napisane w odniesieniu do pewnych wybranych przykładowo zagadnień mo-

że być rozciągnięte również na inne przypadki wykonywania nadzoru.

W centralach np. Strowgera zadanie nadzoru łącza abonenckiego wykonują przekaźniki liniowe L i K. Przełącznik L, zwany liniowym, spełnia rolę czujnika pętli abonenta, zaś przekaźnik K, zwany odłącznym, spełnia rolę odłącznika czujnika na czas, gdy jest on zbędny. Ogólny funkcjogram nadzoru łącza wykonywanego przez te przekaźniki przedstawiono na rys. 4.

Na rysunku 4 i następnym wprowadzono następujące symbole graficzne:

- prostokąt ilustrujący czynność nakazaną do wykonania, zwaną operatorem;
- romb ilustrujący czynność decyzyjną binarną, zwaną warunkiem logicznym;
- strzałka ilustrująca kierunek przechodzenia od jednej czynności do drugiej.

Czynność decyzyjna warunku logicznego polega na udzieleniu odpowiedzi bądź pozytywnej /tak/, co oznaczono znakiem "+", bądź negatywnej /nie/, co oznaczono znakiem "-", na pytanie zapisane wewnątrz rombu.

W stanie spoczynku, gdy abonent ma odłożony mikrotelefon na widełki aparatu, przekaźnik L jest dołączony do łącza /operator NF/. W tym stanie jego zadaniem jest czuwanie nad łączem przez ciągłe odbieranie sygnałów, jakie mogą wystąpić w tym łączu. Z chwilą zamknięcia pętli przekaźnik ten przyciąga swoją kotwicę, dając start następnym procesom komutacyjnym. Z funkcjonalnego

punktu widzenia czynności te można opisać bardziej szczegółowo w sposób następujący:

Czujnik odbiera sygnał, jaki do niego dotarł z łącza /operator N1/ /brak sygnału jest też sygnałem/ i przechodzi do warunku logicznego n1. Sygnał przychodzący z łącza ma różne znaczenie informacyjne, w zależności od tego czy przyszedł on, gdy łącze było w stanie spoczynku, czy już po jego zajęciu. Fakt ten musi być zbadany - stąd n1. Z założenia łącze jest wolne, więc decyzja pozytywna i przejście do następnego warunku logicznego n2, który decyduje czy parametry odebranego sygnału są zgodne z ustalonymi /w danym systemie/ wartościami /prąd, czas trwania/ dla sygnału inicjacji połączenia. W przypadku decyzji negatywnej następuje powrót do operatora N1 i cykl się powtarza. Czas trwania tego cyklu wynosi w omawianym przypadku zero. W przypadku decyzji pozytywnej następuje bezzwłoczne przejście do operatorów N2 i N3 wykonywanych równocześnie oraz następuje powrót do operatora N1. Powrót ten jest konieczny w celu umożliwienia odbioru ewentualnego sygnału rezygnacji z zestawianego połączenia. Teraz, po odebraniu sygnału z łącza, n1. daje odpowiedź negatywną, co prowadzi do przejścia do warunku logicznego n3. Jeśli nadal trwa zamknięcie pętli, to decyzja jest negatywna, dając przejście do n4. Ten warunek logiczny sprawdza, czy szukacz liniowy /SL/ odnalazł już tego abonenta i tym samym przyłączył do niego wybierak grupowy pierwszy /WGI/. Jeśli to nie nastąpiło, to następuje powrót do N1. Czas trwania tego cyklu N1, n1, n3, n4, N1 wynosi również zero. W przypadku odpowiedzi pozytywnej na n4, następuje przejście do N4 i N5. Operator N5 i warunek n5 świadczą o tym, że układ przestawił swój schemat uzależniając swój stan

od WGI, a nie bezpośrednio od łącza, bo jest ono teraz nadzorowane przez WGI. Zatem układ zmienił obiekt nadzorowania. Pętla N5, n5, N5 istnieje tak długo, dopóki nie zniknie potencjał podtrzymujący od strony WGI. Wtedy decyzja jest pozytywna, na skutek czego układ przechodzi do operatora N7, a po jego wykonaniu wraca do stanu spoczynkowego i operatora N1.

Zanim nastąpi przyłączenie WGI, abonent może zrezygnować z połączenia lub też może wystąpić krótka przerwa w łączu. W tym przypadku, w pewnym cyklu N1, n1, n3, n4, N1 decyzja n3 będzie pozytywna, powodując przejście do warunku n6, który da decyzję negatywną, co spowoduje przejście do N6 i dalej do n4. Odcinek czasu t_0 jest z góry ustalony i określa jak długo trwającą przerwę można uznać za rezygnację z połączenia. Jeśli czas ten minie, a nie nadszedł sygnał na przewodzie p od strony WGI, to odpowiedź n6 jest pozytywna, co powoduje przejście do N7 i N1. Jeśli wcześniej nadejdzie sygnał od WGI, to układ przejdzie do N4, N5, n5.

Funkcyjogram pracy przekaźników liniowych w systemie Strowgera oraz jego opis słowny został tu podany w celu ułatwienia czytania następnych funkcjogramów oraz w celu uwidocznienia, jakie czynności elementarne są wykonywane w procesie nadzoru. Pomimo pozorów teoretyzowania zagadnienia, zdanie sobie sprawy z tych czynności prowadzi do zupełnie odmiennych sposobów realizacji zadania nadzoru.

W opisanym przykładzie czas realizacji procesu obejmującego przebieg N1, n1, n2, N2, N3, N1, n1, n3, N4 trwa średnio ponad 200 ms, a w przypadku dużego natężenia ruchu może trwać znacznie dłużej.

Przyjmując średnie natężenie ruchu wychodzącego na abonenta $a = 0,05$ erl, pojemność grupy obsługiwanej przez jeden rozdzielnik $N = 200$ abonentów i średni czas trwania połączenia $t = 180$ s uzyskuje się średnią intensywność inicjacji połączeń I wynoszącą:

$$I = \frac{N \cdot a}{t} = 0,06 \frac{\text{inicjacji}}{\text{sekundę}}$$

z czego wynika, że średnio co około $T_1 = 17$ s występuje nowa inicjacja połączenia w grupie 200 abonentów. Przyjmując średni czas załatwiania jednej inicjacji przez rozdzielnik zgłoszeń $t_1 = 250$ ms otrzymuje się średnie natężenie ruchu oferowanego na rozdzielnik $a_1 = 0,02$ erl. W tych warunkach średnie opóźnienie przyłączania sygnału zgłoszenia, tj. czasu pomiędzy podniesieniem mikrotelefonu przez abonenta i usłyszeniem sygnału zgłoszenia, wynosi wg krzywych Crommelina mniej niż 250 ms dla około 1% abonentów. Dlatego w systemie Strowgera uzyskuje się prawie natychmiast sygnał zgłoszenia. Jest to jednak okupione dość bogatym wyposażeniem.

Stosując elementy elektroniczne o znacznie krótszych czasach działania można by jednym rozdzielnikiem obsłużyć z taką samą sprawnością wszystkie inicjacje z centrali o pojemności 10000 abonentów. W tym celu wystarczy, aby średni czas obsługi jednej inicjacji wynosił około 7,2 ms. Do obsłużenia jednej inicjacji konieczne jest wykonanie bardzo dużej liczby czynności elementarnych przez rozdzielnik zgłoszeń i szukacz liniowy /SL/. Gdyby czynności te wykonywał jeden rozdzielnik i SL elektroniczny, lecz z zachowaniem organizacji pracy jak w sprzęcie elektromechanicznym, to czas wykonywania jednej czynności musiałby być rzędu po-

jedynczych nanosekund /ns/ lub mniej, a są to czasy reakcji układów scalonych średniej integracji. Takie układy musiałyby pracować na granicy swoich możliwości, co jest niedopuszczalne ze względów niezawodnościowych. Zachodzi więc konieczność zmiany koncepcji pracy układu.

W urządzeniach elektromechanicznych wyposażenie sterujące jest zdecentralizowane, tzn. że każdy zespół funkcjonalny /ZF/ obsługuje pewną grupę abonentów, przy czym każdy z nich oczekuje beczynnie na sygnał wzięcia do pracy. Wynika to ze współrzędności czasów trwania elementów informacji komutacyjnych i czasów reakcji na te elementy. Są one bierne funkcjonalnie względem źródeł ruchu. Powoduje to niemożność wykorzystywania wolnych ZF dla obsługi przeciążonych w danej chwili innych grup, co pociąga za sobą wzrost wyposażenia i zmniejszania stopnia jego wykorzystania.

Przy znacznym skróceniu czasów reakcji można centralizować ZF lub inaczej - zwiększać znacznie grupy abonentów obsługiwanych przez jeden ZF. W tym jednak przypadku, wykorzystując również fakt, że trwałość układów elektronicznych nie zależy od liczby zdarzeń a od czasu, można uprościć rozwiązania schematowe, eliminując z nich obwody zabezpieczające przed błędnym działaniem w przypadku pojawienia się sygnału wzięcia do pracy od więcej niż jednego źródła /co jest konieczne w rozwiązaniach elektromechanicznych/, przez nadanie ZF roli czynnej funkcjonalnie względem źródeł. Wyraża się to tym, że ZF nie czeka na nadejście sygnału wzięcia do pracy, a sam cyklicznie "pyta" źródła, czy mają one zapotrzebowanie na jego "usługi". Przy takiej koncepcji pracy musi ulec zmianie funkcjogram zadania nadzoru.

Każde źródło ruchu musi być wyposażone, tak jak i poprzednio w czujnik stanu reagujący na określone sygnały. Odebranie takiego sygnału powoduje zmianę stanu czujnika bez dalszych konsekwencji, co miało miejsce w omawianym poprzednio przykładzie. Z tego względu takim czujnikiem może być przekaźnik, rdzeń o prostokątnej pętli histerezy, przerzutnik, bramka lub zwykły opornik. Funkcjogramy pracy czujników przedstawiono na rys. 5.

Odczytu aktualnych stanów czujników dokonuje urządzenie centralne w sposób cykliczny. Ogólną strukturę takiego urządzenia przedstawiono na rysunku 6. pod kreską przerywaną. Ponieważ łącza abonenckie są dołączone do sieci dróg rozmównych /SDR/, tzn. tej części centrali, w obwodach której przepływają prądy rozmowy telefonicznej, omawiane więc urządzenie musi być dołączone do SDR za pomocą dwóch rodzajów łączy sterowania, zwanych telestradami lub sterostradami: jedna dla zbierania informacji od SDR, druga do przesyłania zapytań do określonych fragmentów wyposażenia SDR.

Urządzenie to składa się z trzech podstawowych bloków:

- sieci logicznej /SL/, przeznaczonej do wykonywania funkcji logicznych, takich jak koincydencji, alternatywy, porównywania itp, oraz arytmetycznych, jak np. dodawania;
- pamięci połączenia /PP/ przeznaczonej do przechowywania wszelkich informacji zmiennych związanych z zestawianym połączeniem;
- pamięci programu /PPr/ przeznaczonej do przechowywania informacji stałych określających sposób wykonywania procesów, tzn. sekwencji czynności, jakie powinny być wykonywane przy realizacji danego zadania.

Każda pamięć jest zbiorem elementów elektronowych mających dwa stany, którym można przyporządkować wartość 0 lub 1, a więc zdolnych do magazynowania informacji elementarnych - tzn. bitów w zapisie binarnym. Ze względów konstrukcyjnych elementy te są ułożone w postaci macierzy prostokątnej o liczbie kolumn od kilkunastu do kilkudziesięciu i liczbie wierszy rzędu tysięcy lub kilkudziesięciu tysięcy, a nawet więcej /rys. 7/. W związku z tym macierz ta jest dzielona na mniejsze macierze o mniejszej liczbie wierszy, zwane płytami, które z kolei są montowane w bloki konstrukcyjne. Elektronicznie zaś płyty i bloki są połączone ze sobą tak, że tworzą dużą, wspomnianą wyżej, macierz. Odczyt informacji z pamięci odbywa się zwykle wierszami, zwanymi słowami. Każde więc słowo zawiera tyle bitów, ile jest kolumn w macierzy. W celu otrzymania informacji zawartej w jednym bicie trzeba znać jego adres, tj. numer słowa i numer tego bitu w słowie. Przyporządkowanie poszczególnym bitom i słowom określonych znaczeń informacyjnych zależy od konstruktora urządzenia, w skład którego wchodzi pamięć. Dla uproszczenia dalszych rozważań przyjęto, że zmiany informacji w PP dokonuje SL, a w PPr - personel obsługi. Dalej przyjęto, że wszystkie rejestry /R/, potrzebne przy realizacji zadań, znajdują się w PP w wyznaczonych słowach.

Po tych wyjaśnieniach można przystąpić do dalszego opisu realizacji zadania nadzoru wg nowej koncepcji. Przyjmując, jak poprzednio: $a = 0,05$ erl, $t = 180$ s, lecz $N = 10^4$ abonentów uzyskuje się intensywność $I = 2,8$ inicjacji na sekundę, co odpowiada średniemu czasowi występowania nowej inicjacji $T_1 = 357$ ms. Na rys.8 przedstawiono jeden z możliwych funkcjogramów odczytu stanów czuj-

ników wszystkich abonentów i wprowadzenia tych danych do rejestru stanów bieżących R_b . W tym procesie nie następuje jeszcze wykrycie inicjacji, nawet jeśli ona wystąpiła i odpowiedni czujnik zmienił swój stan. Dopiero w procesie następnym, wykonywanym wewnątrz urządzenia sterującego już bez udziału SDR, którego funkcjogram przedstawiono na rys. 9, następuje wykrycie inicjacji i wyzwolenie startu dla dalszych procesów obsługi inicjacji N15. Wykrycie to odbywa się przez porównanie stanu każdego czujnika w poprzednim cyklu zapytywania /tzw. przepatrywania/, zapisanego w rejestrze stanów poprzednich R_p ze stanem bieżącego cyklu z R_b . Przejście ze stanu $R_p = 0$ w stan $R_b = 1$ świadczy o wystąpieniu inicjacji.

Rejestry R_p i R_b można rozwiązać przez przyporządkowanie w każdym z nich po jednym bicie dla każdego abonenta. Przyjmując, że pamięć ma słowa 20-bitowe, liczba słów potrzebna do utworzenia każdego z tych rejestrów wynosi dla omawianego przypadku 500. Gdyby parametrowi "i" przyporządkować znaczenie numeru abonenta, to zakres jego zmienności musiałby się zawierać w granicach od 1 do 10^4 . Zatem, po wyzwoleniu procesu z rys. 8 /N3, n2, N4/, należałoby obieć pętlę N5, N6, n3, N7, N5 10^4 razy. Jeśli jeden obieg trwa np. $5 \mu s$, to czas zużyty na odczyt stanów czujników $T_o = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 = 50 \text{ ms}$. Tyle samo razy należałoby obieć pętlę N11, N12, N13, n5, n6, N17, N11 z rys. 9, gdy nie wykryto żadnej inicjacji, a w przypadku wykrycia inicjacji dodatkowo przejść przez N14, N15 i N16. Przyjmując i tu czas obiegu jednej pętli równy $5 \mu s$, czas sprawdzenia wszystkich abonentów wyniósłby również 50 ms. Łącznie więc średni czas odczytu i ewentualnego wykrycia inicjacji wyniósłby 100 ms. Gdyby przyjąć czas cyklu przepatrywa-

nia czujników $T_p = 100$ ms, co oznacza, że po zakończeniu jednego cyklu natychmiast rozpoczyna się następny, to można by przyjąć czas obsługi inicjacji równy 100 ms. W tym przypadku opóźnienie załatwiania inicjacji wyniosło by wg krzywych Crommelina 100 ms dla 5% abonentów i około 300 ms dla 1% abonentów, gdyż strumień ruchu oferowanego na to urządzenie wyniósłby 0,3 erl. Są to wartości do przyjęcia z punktu widzenia jakości obsługi, jednak w tym przypadku całkowity czas pracy urządzenia byłby tracony jedynie na wykrywanie inicjacji, co stoi w sprzeczności z dążnością do jak najlepszego wykorzystania sprzętu. Sieć logiczna i pamięć, dzięki swej szybkości pracy oraz faktowi, że są zdolne do wykonywania skończonej liczby określonych czynności elementarnych wchodzących w skład wszystkich procesów komutacyjnych, mogą być wykorzystywane do wykonywania wszystkich procesów. Te bowiem różnią się między sobą rodzajami informacji i różnymi sekwencjami wykonywania czynności elementarnych. Wobec tego omówioną koncepcję pracy należy zmodyfikować.

Modyfikacja będzie polegać na innym okablowaniu czujników i zmianie znaczenia parametru "i". Informacje z pamięci są odczytywane i zapisywane do pamięci całymi słowami. Wobec tego niech parametr "i" oznacza nie numer abonenta, a numer grupy abonentów o liczności równej długości słowa, np. 20 bitów. Przesyłany do SDR numer "i" określa teraz 20 czujników, a nie 1, zaś odpowiedź SDR będzie dokonywana na 20 przewodach, a nie 1. Dzięki temu zabiegowi zakres zmienności "i" ogranicza się od 1 do 200, a więc zmniejsza 20-krotnie, i tyle samo razy zmniejsza się liczba obiegów wspomnianych wyżej pętli, redukując czas potrzebny do wykrycia zgłoszenia ze 100 ms do 5 ms. Zwolniony w ten spo-

sób czas pracy urządzenia wynoszący 95 ms może być teraz wykorzystany do realizacji innych zadań. W tym jednak przypadku w urządzeniu musi istnieć pewien program rozrządczy przedstawiający omawiane urządzenie we właściwym czasie na wykonywanie określonego zadania. Program ten nosi nazwę programu głównego lub monitora. Za pomocą tego programu urządzenie sterujące na czas 5 ms staje się detektorem inicjacji źródeł ruchu. Przebieg procesu wykrywania inicjacji może być zmieniany nawet w już pracującym urządzeniu /w zasadzie bez zmiany jego okablowania/ tylko przez zmianę informacji zawartych w pamięci programu, tzn. przez zmianę programu. Daje to ogromną elastyczność eksploatacyjną sprzętu, polegającą na łatwości dokonywania zmian w pracy urządzenia i adaptowania jego pracy do aktualnych sytuacji i potrzeb sieci.

Program pracy urządzenia składa się z instrukcji określających czynności elementarne, jakie należy wykonać oraz na jakich informacjach. Informacje te są zmagazynowane w wyznaczonych miejscach pamięci połączenia, wobec czego określenie tych informacji podlegających przetworzeniu sprowadza się do podania adresu ich lokalizacji. Moment czasu wykonania danej czynności wynika z narzuconej przez konstruktora logiki pracy i jest określany momentem odczytu instrukcji. Tak więc instrukcja, będąca najczęściej jednym słowem w pamięci, zawiera w ściśle określonych miejscach słowa kody binarne:

- adresów informacji podlegających przetwarzaniu;
- czynności, jaka ma być wykonana na tych informacjach;

Na przykład instrukcja wykonywania operatora N4 z rys. 8 zawiera:

- w części adresowej - kod rejestru, w którym ma być umieszczony parametr "i";
- w części operacyjnej, w miejscu przeznaczonym na wartość parametru - cyfrę 1.

Tak podana do sieci logicznej instrukcja powoduje otwarcie drogi do pamięci połączenia, po której zostanie przekazany adres rejestru i nastąpi wpisanie do niego wartości $i = 1$. Jednocześnie ta wartość "i" zostanie skierowana do SDR jako adres grupy czujników, których stan ma być odczytany /N5/. Odczytana informacja zostanie zapisana w buforze SL, a do PPr zostanie skierowany adres, wypracowany w SL, nowej instrukcji. Ta nowa instrukcja nakaze podniesienie informacji z bufora do Rb, zatem w części adresowej musi zawierać adres bufora i adres Rb umieszczone w taki sposób, że SL wie skąd i dokąd ma przenieść informację. W części operacyjnej zaś zawierać musi kod czynności przeniesienia.

Struktury programów i związane z nimi struktury instrukcji stanowią dość obszerne zagadnienie, niejako nową specjalność techniczną i nie mieszczą się w ramach niniejszego artykułu, którego celem jest podanie filozofii sterowania programowanego central telefonicznych, a nie szczegółów programowania. Wydaje się, że podany wyżej zasób informacji pozwoli Czytelnikowi na zrozumienie nowych pojęć i poznanie nowej filozofii pracy central telefonicznych.

W zakres czynności nadzoru wchodzi również zadanie identyfikacji. Numer wyposażeniowy abonenta, tzn. numer w kodzie wewnętrznym centrali, jest jednoznacznie określony przez numer słowa w Rb i Rp oraz numer bitu w tym słowie. Tak więc przy porów-

nywaniu informacji obu rejestrów, w przypadku wykrycia inicjacji /n5 rys. 9/, znany jest numer wewnętrzny abonenta. Numer ten zostaje następnie przepisany do rejestru komutacyjnego wyznaczonego do obsługi tego zgłoszenia, dzięki czemu następuje związanie tego rejestru z abonentem. Wpisanie tego numeru do rejestru zastępuje fizyczne przyłączenie rejestru do łącza abonenta, co ma miejsce w centralach elektromechanicznych.

Otrzymanie numeru katalogowego abonenta na podstawie jego numeru wyposażeniowego wchodzi w zakres następnego zadania -
- analizy.

3.3. Realizacja zadania analizy

Zadanie analizy wprowadzono w celu uzyskania możliwości kierowania ruchu po optymalnych w danych warunkach trasach oraz rozróżniania własności źródeł ruchu i ich uprawnień. Należy zaznaczyć, że wraz z rozbudową sieci, jej automatyzacją oraz wprowadzaniem coraz większej liczby udogodnień dla abonentów zakres analizy w sensie informacyjnym stale się rozszerza. Zadanie analizy można podzielić na dwie podstawowe grupy: analiz źródeł ruchu i analiz numeru abB.

Analizy źródeł ruchu obejmują:

a/ tłumaczenie /przeliczenie/ numeru wyposażeniowego na numer katalogowy i odwrotnie;

b/ odczytanie danych o własnościach źródła ruchu i wyznaczenie właściwych procedur jego obsługi;

c/ odczytanie uprawnień i ograniczeń źródła ruchu oraz wyznaczenie właściwych procedur obsługi.

Zakres a/ analizy nie wymaga komentarza. W zakresie b/ chodzi o informacje o systemie sygnalizacji, aby móc przyłączyć wyposażenie zapewniające właściwą pracę oraz o podstawowym priorytecie inicjowanego połączenia. Np. łącza międzycentralowe powinny być załatwiane zawsze w pierwszej kolejności przed zgłoszeniami od abonentów. W zakresie c/ chodzi o przepisanie do rejestru komutacyjnego informacji, do jakich połączeń dane źródło ruchu jest uprawnione i czy ma specyficzne priorytety co do pilności jego obsługi.

Dążąc do możliwie najlepszego wykorzystania wyposażenia sieci wprowadza się różnego rodzaju integracje. np.: łączenie central abonenckich z miejskimi, zachowując zasady zestawiania połączeń tak jakby to były centrale odrębne; przyłącza się do central telefonicznych abonentów transmisji danych itp. z tego względu każde źródło ruchu musi mieć coraz większą liczbę cech, pozwalających centrali zakwalifikować je jednoznacznie do odpowiedniego zbioru, dla którego przewidziane są właściwe procedury załatwiania ich połączeń. Wszystkie te informacje muszą być znane urządzeniu sterującemu w momencie przyjęcia inicjacji, aby mogło się przygotować do jego obsługi. Podobne dane odnośnie abB są potrzebne pod koniec zestawiania połączenia.

W centralach telefonicznych tego typu analizy są dokonywane za pomocą wyspecjalizowanego urządzenia, zwanego przelicznikiem lub tłumaczem. Zwykle jest to pamięć, podobna w konstrukcji do pamięci programu, zwana pamięcią danych /PD/. W pamięci tej, np, w wierszu o adresie zgodnym z numerem wyposażeniowym źródła ruchu, znajdują się w wyznaczonym miejscach: numer katalogowy abonenta oraz kody jego własności, jak również uprawnień

i ograniczeń. W innym miejscu tej pamięci, w wierszu o adresie zgodnym z numerem katalogowym, znajduje się jego numer wewnętrzny. Jest to rozwiązanie najprostsze, lecz bogate wyposażeniowo w sensie wymaganej pojemności pamięci. Istnieją inne, bardziej pod tym względem efektywne rozwiązania, lecz ich budowa jest bardziej skomplikowana.

Informacje uzyskane z tej analizy są magazynowane w rejestrze, który może stanowić określony wycinek pamięci połączenia. Informacje: z zakresu a/ służą do przesłania w przód numeru katalogowego abonenta, gdy zajdzie tego potrzeba; z zakresu b/ służą do wyznaczenia właściwych zespołów obsługowych i później są one w zasadzie zbędne; z zakresu c/ służą do dalszej analizy, np. do sprawdzenia czy źródło ruchu jest uprawnione do zestawianiażądanego połączenia - są one niezbędne przy analizie nr ab, B.

Analiza nr ab, B ma dwa aspekty: wybór kierunku zestawianiażądanego połączenia po optymalnej trasie i zbadanie czy źródło inicjujące jest uprawnione do zestawianego połączenia. Wybór optymalnej trasy może być różny dla różnych źródeł ruchu, jak i określonej sytuacji w sieci. Innymi słowy w danych warunkach oraz dla danego źródła mogą być inne kryteria optymalności trasy. Na przykład dla telefonii takim kryterium może być najniższy koszt, a dla abonenta teledacyjnego - najlepsza jakość teletransmisyjna. Zwykle do tego typu analiz korzysta się również z pamięci danych, w której, w wydzielonym jej obszarze, umieszczone są słowa zawierające informacje do bezpośredniego wykorzystania w sterowaniu. Słowa te mogą być adresowane numerem centrali docelowej w sieci z kombinowanym kodem rodzaju źródła ruchu. Tak zaadresowane słowo zawiera kod cechy charakteryzującej wszystkie za-

kończenia łączy /translacje/ w polu komutacyjnym, prowadzących do centrali docelowej po wyznaczonej trasie, tzn. określa zbiór łączy, spośród którego należy wybrać jedno i połączyć go ze źródłem ruchu.

Badanie uprawnień źródła ruchu do zestawianego połączenia wykonuje rejestr komutacyjny, tj. odpowiedni fragment pamięci połączenia, sieć logiczna i właściwy zestaw instrukcji w pamięci programu. Analiza ta może być wykonana np. w ten sposób, jak przedstawiono na rys. 10.

Instrukcja pod adresem x , który wypracowuje SL, zawiera wzorzec cechy uprawniającej do danego połączenia. Tak więc analiza jest wykonywana przez porównanie cechy abonenta z wzorcem. Stanowi to idee tego rozwiązania.

Jak w każdym przypadku sterowania programowanego, możliwych rozwiązań jest wiele, a wybranie właściwego jest zależne od analizy optymalności rozwiązania całości sterowania. Zmiana przeprowadzania takiej analizy w rejestrze elektromechanicznym wymagałaby zmiany okablowania, tu zaś wymagana jest tylko zmiana zestawu instrukcji w pamięci programu.

3.4. Realizacja zadania wyboru

Zadanie wyboru można podzielić na cztery zasadnicze rodzaje:

- a/ zadanie wyboru grupy ZF lub inaczej określonego zbioru ZF;
- b/ zadanie wyboru jednego ZF z określonego ich zbioru /1 z n/;
- c/ zadanie wyboru drogi połączeniowej w sieci dróg rozmownych /SDR/.

d/ zadanie wyboru trasy połączenia.

Zadanie wyboru rodzaju a/ jest dokonywane w trakcie realizacji zadania analizy w zakresie b/, tzn. przy analizie własności źródła ruchu. Jest więc ono wykonywane metodami tam opisanymi.

Zadania wyboru rodzajów b/, c/ i d/ są wykonywane różnymi sposobami. W celu łatwiejszego zorientowania Czytelnika w filozofii realizacji zadania wyboru rodzaju b/ posłużono się przykładem wybieraka grupowego pierwszego /WGI/ systemu Strowgera. Ogólny funkcjogram pracy WGI przedstawiono na rys. 11a, 11b, 11c i 11d. Podane w warunkach logicznych w6 i w8 czasy t_1 i t_2 odpowiadają: t_1 - dopuszczalnemu czasowi trwania przerwy wybierczej, a t_2 - dopuszczalnemu czasowi trwania zwarcia wybierczego. Przekroczenie czasu t_1 oznacza rozłączenie, a czasu t_2 oznacza koniec nadawania cyfry. Operator W17 oznacza zwolnienie WGI.

Pętla W1, w1, w2, W1 z czasem obiegu równym zero odpowiada ciągłemu nadzorowaniu łącza przyściowego w stanie spoczynku WGI. Z chwilą wykrycia zgłoszenia pętla się wydłuża i obejmuje W1, w1, w2, W2, W3, W4, W5 i W1. Pętla W1, w1, w3, w4, W1 odpowiada oczekiwaniu na rozpoczęcie wybierania. Pętla W1, w1, w3, 3 - 1 odpowiada odbiorowi przerwy wybierczej i skoku szczotek wybieraka o jedną pozycję w górę. Pętla W1, w1, w3, 2-1 odpowiada przyjęciu zwarcia wybierczego. Odgałęzienie w8, 5-k odpowiada przyjęciu rezygnacji z połączenia, a odgałęzienie w6, W11 odpowiada przyjęciu sygnału końca nadawania cyfry. Przebieg od W12 do W15 z odgałęzieniem W16, w13, W13 odpowiada wyborowi jednego łącza z wiązki 20 łączy. Przebieg ten jest taki sam dla

zwolnienia WGI, z tym że omija się warunek w12.

Program pracy WGI przy wyborze jednego łącza z wiązki jest zawarty w konstrukcji wybieraka i okablowaniu jego wyposażenia sterującego. Zwolnienie przekaźnika C odpowiada nadaniu parametrowi "i" wartości 1 /W12/, co z kolei powoduje wyznaczenie pierwszej pary łączy międzystopniowych przez ustawienie szczotek na pierwszej pozycji w ruchu obrotowym. Teraz przekaźniki próbne HA i HB dokonują badania stanu łączy /w12/. Jednocześnie wykonywane jest badanie czy nastąpiła rezygnacja z połączenia /w11/. Jeśli łącze jest wolne, to je zajmuje się /W12, W15/, jeśli nie - to powiększa się parametr "i" o 1 i cykl powtarza się. Jeśli nie ma wolnych łączy, co powoduje przejście do pozycji 11 /w13/, z pozycji tej przy braku rezygnacji /w14/ wysyła się do abonenta sygnał zajętości /W18/.

Powyższy funkcjogram wyboru łącza może mieć zastosowanie do każdej operacji wymagającej wyboru 1 z n. Może on być również stosowany w urządzeniach elektronicznych, w szczególności małych pojemności, gdzie występuje duży nadmiar czasu, wynikający z dużej szybkości pracy i małych zbiorów oraz tam, gdzie wprowadzenie pamięci jest nieopłacalne. Należy bowiem zwrócić uwagę na fakt, że koszt jednego bitu pamięci maleje ze wzrostem jej pojemności. Wprawdzie wraz z postępem technologii granice te przesuwają się w dół, tym niemniej stosowanie pamięci poniżej pewnej pojemności może być nieopłacalne. Z drugiej strony pojemność pamięci programu zależy przede wszystkim od zakresu wykonywanych funkcji, a nie pojemności centrali. Wobec tego stosowanie sterowania w pełni programowanego może być nieopłacalne w centralach o małej pojemności. Jednak w centralach, w których sterowa-

nie programowane jest opłacalne, stosowanie powyższego funkcjogramu do wyboru 1 z n jest mało efektywne. W tych przypadkach zmienia się znaczenie parametru "i" oraz stosuje się zasady podane przy opisie realizacji zadania nadzoru i analizy. Przykładowy funkcjogram wyboru 1 z n w sterowaniu programowanym jest przedstawiony na rys. 12.

Każdy zbiór jednego rodzaju wyposażenia, zwanych zespołami funkcjonalnymi /ZF/ - np. rejestrów komutacyjnych, translacji czy odbiorników kodu dla określonego systemu sygnalizacji - jest wyróżniony odrębnym numerem w zapisie binarnym, tzn. pewną liczbą binarną, zwaną również kodem. Kod więc zbioru musi być znany na początku wykonywania zadania wyboru 1 z n, stąd operator $W1$, w którym x markuje kod zbioru. Zbiór x może być dzielony na podzbiory o liczności równej liczbie bitów m w słowie pamięci połączenia /PP/, gdy liczność tego zbioru n jest większa od m . Łącząc kod x z kodem i otrzymuje się adres /numer/ podzbioru /W3/. Podobnie jak w przypadku łączy abonenckich każdy ZF jest wyposażony w pewien element, którego stan odpowiada stanowi swobody lub zajętości tego ZF. Możliwe jest również rozwiązanie, w którym każdemu ZF odpowiada określony bit w PP. Wartość takiego bitu odpowiada stanowi swobody lub zajętości ZF. W pierwszym przypadku adres x_i jest kierowany do fizycznych zespołów w SDR lub w urządzeniu sterującym, zaś w drugim przypadku jest kierowany do "obrazu" stanów zespołów, tzn. do PP. Odczytane stany są umieszczane w buforze sieci logicznej /W4/. Do innego buforu tej sieci jest wpisywane słowo wzoru /W5/, np. samych jedynek /każdy bit tego słowa ma wartość 1/. Jeśli przyjąć, że stanowi swobody przyporządkowano wartość 0, a zajętości wartość 1

i jeśli porównanie $/W6/$ dokonuje się przez sumowanie modulo 2, to w wyniku otrzymuje się słowo zawierające jedynki tylko w tych bitach, w których sumowane bity słów obu buforów miały wartość odpowiednio 0 i 1. Natomiast tam, gdzie ich wartości były 1 i 1 otrzymuje się zero. Doprowadzając wszystkie bity np. do bramki "lub", tj. takiego układu, na wyjściu którego występuje 1, jeśli co najmniej na jednym jego wejściu występuje 1, otrzymuje się odpowiedź na pytanie w1. Warunek ten wprowadzono w celu zaoszczędzenia czasu pracy urządzenia w przypadku, gdy w podzbiorze xi nie ma ani jednego ZF wolnego. W przypadku odpowiedzi pozytywnej na w1 następuje kolejne przeglądanie bitów wynikowego słowa porównania w celu znalezienia pierwszej jedynki charakteryzującej stan swobody ZF. Numer j bitu w słowie oraz numer i słowa określają jednoznacznie numer ZF w zbiorze x. Numer ten musi być przepisany do rejestru komutacyjnego $R_k /w10/$ w celu umożliwienia mu sterowania następnymi procesami.

Z funkcjogramu z rys. 12 wynika, iż przyjęto tu wybór uporządkowany. Uporządkowanie polega na rozpoczynaniu wykonywania tego zadania od zespołów o najmniejszym numerze porządkowym. Konsekwencją tego jest "upychanie" ruchu w te zespoły. W pewnych warunkach takie rozwiązanie może nie być korzystne. Lepsze może okazać się rozwiązanie z przypadkowym wyborem ZF.

Zapotrzebowanie na wykonanie omawianego zadania występuje przypadkowo w dowolnej chwili czasu. Wobec tego wybór przypadkowy można rozwiązać przez wprowadzenie licznika zliczającego impulsy generatora zegarowego /podstawy czasu/ modulo k, przy czym wartość k może być bieżąco zmieniana stosownie do potrzeb. Na wyjściach takiego licznika będą występowały kolejno wartości

$i = 1, 2, \dots, k$. Licznik pracuje w sposób ciągły, tzn. po osiągnięciu $i = k$ przechodzi do $i = 1$ itd. W momencie wystąpienia zapotrzebowania na zadanie wyboru następuje odczyt numeru z wyjść licznika. W tym przypadku operator W2 z rys. 12 jest zastąpiony operatorem: "zapisać wartość "i" z licznika". Podobnie można postąpić z parametrem j, przy czym zakres jego zmienności jest zawsze taki sam, bowiem długość słowa jest w danym rozwiązaniu wielkością stałą. Zakres zmienności parametru "i" musi ulegać modyfikacjom, gdyż poszczególne zbiory mogą mieć różną liczebność, dlatego w celu uniknięcia marnotrawienia czasu na badanie czy dana wartość "i" mieści się w danym zbiorze i oczekiwania aż licznik osiągnie odpowiedni stan lepiej jest zmieniać jego zakres zliczania impulsów lub też wprowadzić osobne liczniki dla każdego zbioru. Reszta funkcjogramu pozostaje bez zmiany, a osiągnięty efekt jest całkiem odmienny od poprzedniego.

Warunek logiczny w4 jest wprowadzony w celu określenia końca iteracji słowa. W zasadzie, w tak ogólnym funkcjogramie można byłoby go wyeliminować opierając się na założeniu, że pozytywny wynik w3 zapewnia, iż najwyżej w ostatnim bicie nastąpi przerwanie pętli i przejście do W10. Umieszczenie go jednak ilustruje jak łatwo jest w urządzeniach pracujących na omawianych zasadach wprowadzać różnego rodzaju badania, służące do automatycznego diagnozowania uszkodzeń. Spełnienie pozytywne warunku w4 może mieć bowiem miejsce tylko w przypadku uszkodzenia w obszarze wyposażenia biorącego udział w obiegu tej pętli.

W omawianym przykładzie, podobnie jak w zadaniu nadzoru, przez zmianę znaczenia parametru "i" osiąga się tylokrotne skrócenie czasu wykonywania zadania, ile jest bitów w słowie. Stoso-

wanie zaś zasady wyboru uporządkowanego w taki lub inny sposób czy przypadkowego ma szczególne znaczenie w odniesieniu do sieci dróg rozmównych /SDR/. W tym zastosowaniu zasada wyboru może mieć wpływ na wielkość blokady wewnętrznej pola komutacyjnego. Mówiąc odwrotnie, zasada wyboru może mieć wpływ na wielkość wyposażenia pola komutacyjnego przy założonej wielkości ruchu oferowanego, założonych stratach i wielkości blokady wewnętrznej. Przyjęcie takiej lub innej zasady wiąże się z przyjętą zasadą wyboru drogi połączeniowej w polu komutacyjnym. Uzależnienie to jest konsekwencją żądania, aby wybrany wolny ZF był osiągalny dla danego źródła ruchu, tzn. aby istniała wolna droga połączeniowa w polu komutacyjnym pomiędzy źródłem ruchu i wybranym ZF. W przypadku braku takiej drogi na skutek blokady wewnętrznej zadanie wyboru 1 z n musi być powtórzone.

Wybór drogi połączeniowej polega na wielokrotnym, wzajemnie od siebie uzależnionym, zastosowaniu wyboru 1 z n. Na rys. 13 przedstawiono przykładową strukturę pola komutacyjnego trójsekccyjnego. W takim polu pomiędzy danym źródłem ruchu i danym ZF istnieje n^2 możliwych dróg połączeniowych. Przy zestawianiu pewnego połączenia punktem niezmiennym jest inicjujące źródło ruchu. Natomiast ZF, który ma być przyłączony do źródła ruchu, jest punktem zmiennym. W praktycznych i ekonomicznych polach tego rodzaju występuje blokada wewnętrzna. Wobec tego proces wyboru drogi połączeniowej dla danego połączenia powinien być taki, aby prawdopodobieństwo wystąpienia blokady dla następnych połączeń było najmniejsze. Jednym z takich sposobów jest zasada "upychania" ruchu w matrycy sekcji B o najmniejszym lub największym numerze porządkowym. Dzięki temu pozostawia się do dyspo-

zycji największą liczbę wolnych dróg połączeniowych.

Proces wyboru można zaczynać "od końca", tzn. od strony ZF, lub "od początku" pola, tzn. od strony źródeł ruchu lub też z obu stron. Przyjmuje się, że każde łącze międzysekcyjne wyposażone jest w element odzwierciedlający jego stan. Element ten może znajdować się bądź w wyposażeniu łącza, bądź w obrazie pola komutacyjnego umieszczonego w pamięci połączenia. Na rys. 14 przedstawiono poglądowy funkcjogram wyboru drogi połączeniowej "od końca" pola komutacyjnego z rys. 13. Funkcjogram ten daje się łatwo przestawić na wybieranie "od początku" pola. Funkcjogram wyboru jednocześnie od obu stron składa się z trzech funkcjogramów składowych: jednego jak z rys. 14, kończącego się na W14 z pominięciem w1, w4, w5, W7, W8 i W15; drugiego takiego samego jak pierwszy, z tym że w miejsce operatora W1 wchodzi W7, a w operatorze W2 zmienia się adres na wynikający z adresu Ab. A i trzeciego, w którym następuje sumowanie modulo 2 wyników uzyskanych z dwóch poprzednich. W wyniku otrzymuje się słowo, w którym bity o wartości 1 odpowiadają numerom matryc sekcji B, przez jakie może przejść połączenie. Brak jakiegokolwiek 1 oznacza blokadę wewnętrzną, co zmusza do wybrania nowego ZF z danego zbioru i powtórzenia pełnego funkcjogramu.

Operator W1 dokonuje odczytu adresu wybranego ZF zgodnie z funkcjogramem z rys. 12. Adres tego ZF jest tak skonstruowany, że zsumowanie go modulo 2 z pewnym wzorcem z1 wyznaczy adres /numer/ matrycy w sekcji C, do której zespół ten jest przyłączony /W2, W3 i W4/. Warunki w1 i w2 kierują przebieg do operatora W5, który dokonuje odczytu stanu łącza międzysekcyjnych C-B, przyłączonych do wyznaczonej matrycy sekcji 6. W celu stwierdzenia

nia, które z tych łączy jest wolne należy w przyjętej zasadzie wyboru zsumować modulo 2 odczytane stany łączy z pewnym wzorcem z2. W wyniku tego sumowania uzyskuje się słowo zawierające 1 tylko w tych miejscach, które odpowiadają wolnym łączom międzysekcyjnym. Numer łączy C-B jest jednocześnie numerem matrycy sekcji B, gdyż w polu z rys. 13 każda matryca sekcji B jest połączona z każdą matrycą sekcji C tylko jednym łączem. To samo dotyczy łączy międzysekcyjnych B-A. Wobec tego, przyjmując wybór uporządkowany, wyznaczenie matrycy sekcji B, przez jaką może przejść, połączenie dokonywane jest przez operator W11 i pętlę W12, w7, w8, W13. Znalezienie wolnej drogi przerywa pętlę, powodując przejście do operatora W14.

Znając wartość parametru "j" i tym samym numer matrycy, należy sprawdzić stan łączy międzysekcyjnych B-A przyłączonych do matrycy j sekcji B. Dokonuje tego operator W15. Znow następuje sumowanie modulo 2 z wzorcem z2, wskutek czego zostają wyznaczone matryce sekcji A, do których istnieje w danej chwili dostęp z wyznaczonej matrycy sekcji B. Teraz wystarczy stwierdzić, czy w zbiorze tak wyznaczonych matrycy sekcji A znajduje się matryca, do której przyłączone jest obsługiwane źródło ruchu. W tym celu wystarczy zsumować modulo 2 adres źródła ruchu, a właściwie tę część adresu, gdzie zawarty jest numer matrycy sekcji A z otrzymanym ostatnio wynikiem. Do tej pory skorzystano dwukrotnie /2x/ z wzorca z2, co sprawia że w1 kieruje przebieg do w5, który dokonuje sprawdzenia czy w otrzymanym słowie znajduje się 1. W stanie tym może być tylko jedna 1 lub żadna. Wynik pozytywny tej próby kończy proces wyboru - droga została wyznaczona. Wynik negatywny zaś oznacza drogę nie prowadzącą do ob-

sługiwane źródła ruchu, wobec czego należy wyznaczyć inną dostępną macierz sekcji B, co zostało zaznaczone przez wprowadzenie operatora W8. Gdy sprawdzono przejścia przez wszystkie dostępne macierze sekcji B /w8/ z wynikiem negatywnym /w5/, zachodzi konieczność powrotu do funkcjogramu z rys. 12 i wybranie innego ZF, co zostało zaznaczone na rys. 14 operatorem W16.

Z opisu tego funkcjogramu wynika, że jest on mało efektywny z punktu widzenia ekonomii czasu pracy urządzenia sterującego, zwłaszcza w godzinie największego ruchu, gdzie dość często mogą występować stany blokady wewnętrznej. Z tego punktu widzenia bardziej efektywny byłby sposób wyboru "od przodu" pola, pod warunkiem, że proces wyboru ZF ze zbioru, określony funkcjogramem z rys. 12 kończyłby się na zmodyfikowanym operatorze W8 /rys. 12/: "zapisać słowo wynikowe". W tym przypadku, idąc "od przodu" pola uzyskuje się, po zbadaniu łączy międzysekcyjnych B-C przyłączonych do wyznaczonej macierzy sekcji B, słowo określające osiągalne macierze C. Sumując modulo 2 tak otrzymane słowo ze słowem ze zmodyfikowanego funkcjogramu z rys. 12 otrzymuje się słowo zawierające 1 w miejscach odpowiadających osiągalnym macierzom sekcji C, do których przyłączone są wolne ZF danego zbioru. Teraz można dokonać ostatecznego wyboru jednego ZF i tym samym drogi połączeniowej od obsługiwanego źródła ruchu do wyznaczonego ZF.

Przy zasadzie "upychania" ruchu w macierze o najmniejszym lub największym numerze można wybór drogi połączeniowej rozpocząć od środka, tzn. od sekcji B. W tym przypadku wyznacza się kolejno macierze sekcji B od numeru najmniejszego lub największego, po czym w kierunku sekcji A /źródła ruchu/ postępuje się wg

odpowiedniego fragmentu funkcjogramu z rys. 14, tzn. "od końca" pola, a w kierunku sekcji C - wg funkcjogramu "od początku" pola.

Wreszcie pozostaje do omówienia zadanie wyboru trasy połączenia. Zadanie to polega na wybraniu optymalnej trasy przebiegu połączenia w automatycznej sieci telefonicznej. Zadanie to można zrealizować bądź w oparciu o zasadę opisaną przy analizie nr ab.B, z wykorzystaniem przelicznika zawierającego stałe dane dla każdego przypadku zestawianego połączenia, bądź o zasadę obliczeń na macierzach odwzorujących strukturę sieci, jej stany stabilne, parametry optymalizacji. Ta ostatnia metoda bardzo elastyczna z punktu widzenia eksploatacji jest wysoce nieekonomiczna, gdyż wymaga bardzo dużych pamięci, których koszt nie byłby kompensowany zyskami płynącymi z lepszego wykorzystania wyposażenia sieci. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku stosowania tej metody każda centrala musiałaby być wyposażona w taką pamięć. Dlatego przy obecnym poziomie techniki w praktyce stosowana jest metoda pierwsza.

Przy zastosowaniu metody z przelicznikiem o stałych danych wprowadza się centra zarządzania siecią, które są zdolne do szybkiego przeprowadzania obliczeń modyfikacyjnych, gdy dochodzą nowe relacje czy nowe wiązki łączy lub też na skutek uszkodzenia wypada na pewien czas istniejąca relacja lub wiązka łączy. Wyniki tych obliczeń służą do zdalnej modyfikacji zawartości informacyjnej przeliczników tych central, których te zmiany sieciowe dotyczą.

3.5. Realizacja zadania odbioru i rejestracji informacji komutacyjnych

W zakres informacji komutacyjnych wchodzi informacje współpracy centrali z abonentem oraz współpracy z innymi centralami. Każdej informacji odpowiada inny sygnał. W zależności od miejsca odbioru i nadawania sygnału można wszystkie sygnały podzielić na dwa zbiory: odbierane i nadawane z wyposażenia stanowiących zakończenia łączy w centrali /tzw. przyłączy/, które nazwano sygnałami liniowymi oraz odbierane i nadawane przez inne zespoły wewnętrzne centrali, które nazwano sygnałami rejestrowymi. W zbiorze sygnałów rejestrowych wyróżnia się podzbiór sygnałów wybierczych niosących informacje wybiercze, tzn. numer katalogowy abonenta B.

W wielu systemach elektromechanicznych przy współpracy dwóch central sygnały wybiercze wchodzi do zbioru sygnałów liniowych, gdyż są odbierane przez przyłącza łączy międzycentralowych.

W systemach elektromechanicznych rejestrowych, dla współpracy dwóch central, drugi podzbiór sygnałów rejestrowych jest dość różny, tak pod względem liczności /ilości różnych sygnałów/ i postaci sygnałów, jak i procedur wymiany tych sygnałów pomiędzy współdziałającymi centralami. W tych przypadkach zbiór sygnałów rejestrowych /obydwa podzbiory/, noszących tu nazwę międzyrejestrowych oraz procedury wymiany objęte są tzw. systemem sygnalizacji. Wobec tego można stwierdzić; że dla każdego systemu sygnalizacji potrzebny jest inny odbiornik kodu. Oznacza to, że centrala musi zawierać tyle rodzajów odbiorników kodu /każdy w ilości odpowiedniej do natężenia ruchu do nich kierowanego/, ile

jest systemów sygnalizacji w centralach z nią współpracujących. To twierdzenie jest słuszne przy przyjęciu zasady, że nowa centrala musi współpracować z istniejącymi bez zmiany tych ostatnich.

Wobec dużej różnorodności systemów sygnalizacji, w dalszych rozważaniach ograniczono się do uwzględnienia faktu istnienia odbiornika kodu. Skoncentrowano się głównie na programowanych sposobach odbioru informacji tego zbioru. Odbiorniki kodu stanowią wyposażenie SDR i są przyłączone do pola komutacyjnego. Tak więc, po wykryciu inicjacji i zanalizowaniu źródła ruchu, następuje wybór odbiornika i drogi połączeniowej pomiędzy źródłem ruchu i odbiornikiem. Z punktu widzenia sterowania odbiornik kodu traktowany jest jak ZF SDR, dostarczający informacji ze "świata zewnętrznego" do przetworzenia na połączenie telefoniczne.

Przyjmuje się, że każdy odbiornik kodu współpracuje ze "światem zewnętrznym" w sposób określony systemem sygnalizacji. Współpraca zaś każdego z nich z urządzeniem sterującym centrali odbywa się zawsze w ten sam sposób, tzn. każdy z nich przekazuje informacje do urządzenia sterującego w kodzie wewnętrznym urządzenia i przyjmuje polecenia od tego urządzenia również w jego kodzie wewnętrznym. Innymi słowy przetwarzają one sygnały rejestrowe na sygnały wewnętrzne urządzenia sterującego i na odwrót.

W dotychczasowych rozwiązaniach central automatycznych, tak elektromechanicznych jak i elektronicznych, sygnały liniowe przy współpracy z abonentem są zawsze takie same i obejmują jeden sygnał: inicjacji połączenia, którym jest zamknięcie pętli łącza abonenckiego, co powoduje przepływ prądu w uzwojeniu przekaźnika

liniowego. Sygnały rejestrowe są tu ograniczone do sygnałów wybierczych. Sygnałami tymi są w przypadku aparatu telefonicznego z tarczą numerową /TN/ przerwy i zwarcia pętli łącza abonenckiego, których czas trwania jak również tolerancje tego czasu są ściśle określone. W przypadku zaś aparatu z klawiaturą numerową /KN/ sygnały te są wieloczęstotliwościowe, tzn. że każdej cyfrze przyporządkowana jest inna kombinacja dwóch częstotliwości mieszczących się w pasmie częstotliwości telefonii naturalnej.

Sposób odbioru sygnału liniowego został opisany przy realizacji zadania nadzoru, a odbiór cyfry z tarczy numerowej został wstępnie podany przy opisie rys. 11, tj. w rozdziale dotyczącym realizacji zadania wyboru.

Sygnały rejestrowe z TN, w postaci przerywania i zamykania pętli łącza abonenckiego, których liczba odpowiada nadawanej cyfrze, wymagają do ich odbioru stosowania elementu wrażliwego na tego rodzaju sygnały. Takim elementem jest czujnik nadzorujący łącze. Dlatego zwykle wykorzystuje się ten sam czujnik zarówno do nadzoru, jak i odbioru sygnałów wybierczych.

Sygnały rejestrowe wieloczęstotliwościowe z KN muszą być odbierane przez specjalny zespół, zdolny do detekcji występujących częstotliwości. W tym przypadku centrala musi być wyposażona w odpowiednią liczbę takich zespołów, zwanych odbiornikami kodu. Traktowanie bowiem tych sygnałów jako liniowych pociągałoby za sobą konieczność wyposażenia każdego przyłącza abonenckiego w pełne wyposażenie odbiornika kodu, które jest kosztowne. Ten rodzaj odbiornika kodu jest również traktowany jak ZF SDR dostarczający informacji ze "świata zewnętrznego", współpracuje on z urządzeniem sterującym na tych samych zasadach co odbiorniki sygnałów międzyrejestrowych.

Z punktu widzenia urządzenia sterującego, przy istnieniu odbiorników kodu odrębnych dla każdego systemu sygnalizacji, występują tylko dwa rodzaje odbioru informacji komutacyjnych: od czujników nadzoru, co odpowiada zliczaniu impulsów oraz od odbiorników kodu, co odpowiada otrzymaniu całej cyfry lub znaku w kodzie wewnętrznym urządzenia sterującego.

Na rysunku 15 przedstawiono przykładowy i poglądowy funkcjogram pracy odbiornika kodu, a na rys. 17 przedstawiono przykładowy i poglądowy funkcjogram odbioru informacji wybierczych od czujnika nadzoru, a na rys. 16 od odbiornika kodu.

W zależności od systemu sygnalizacji, odbiornik kodu zawiera lub nie nadajnik sygnałów potwierdzających odbiór. Na przykład odbiornik kodu sygnałów z KN nie zawiera nadajnika /N/, a odbiornik kodu sygnalizacji R2 zawiera go. Wobec tego, gdy odbiornik kodu zawiera N, wówczas jego ogólny schemat blokowy jest taki, jak na rys. 15a i wówczas również istnieje funkcjogram z rys. 15c, gdy zaś go nie zawiera, wówczas wypada on ze schematu z rys. 15a i nie ma wówczas funkcjogramu z rys. 15c. Przetwornik /Prz/ zamienia sygnały i kod przychodzący z odbiornika sygnałów na sygnały i kod dostosowane do wymagań urządzenia sterującego. Działa on również w kierunku odwrotnym, gdy istnieje N, i zamienia sygnały i kod z urządzenia sterującego na sygnały i kod zdolne do przyjęcia przez N.

Funkcjogram z rys. 15b jest oczywisty. Sygnał odbierany z łącza przez cały czas jego trwania w łączu jest przekazywany do Prz i dalej na jego wyjście w kierunku urządzenia sterującego US. Czas trwania sygnału informacyjnego w łączu jest wystarczająco długi, aby US zdołało go odebrać co najmniej raz. Oczywiście zasady pra-

cy US muszą być takie, aby zapewniały prawidłowy i pewny odbiór każdej informacji.

W kierunku zaś odwrotnym, gdy zachodzi potrzeba sterowania nadajnikiem N, czas trwania emisji sygnału jest wielokrotnie dłuższy od czasu przekazania odpowiedniego polecenia do odbiornika kodu. W celu więc nie absorbowania US przez cały czas emisji sygnału, przetwornik Prz musi być wyposażony w pewną pamięć operacyjną zdolną do szybkiego przyjęcia polecenia od US i utrzymywania tej informacji do chwili nadejścia z US sygnału kasowania lub następnego polecenia. Pamięć taka nazywa się pamięcią buforową, w skrócie buforem. Dzięki temu z odbiornika eliminuje się wyposażenie sterujące N w zależności od odebranego sygnału z łącza. Zadania te są przerzucone na US, dając w efekcie minimum niezbędnego wyposażenia odbiornika.

Funkcyjogram z rys. 16 przedstawia w sposób uproszczony i poglądowy pracę rejestru komutacyjnego w zakresie trzech czynności: wzięcia go do pracy /zajęcia/, zarejestrowania faktu przyłączenia do źródła ruchu /ab. A/ odbiornika kodu /OK/ oraz odbioru cyfr numeru abonenta wywoływanego /nr ab. B/. Przy wykorzystywaniu tych samych operatorów w różnych procesach zachodzi konieczność wielokrotnego wprowadzania do funkcjogramów tych samych warunków logicznych. W funkcjogramie z rys. 16 warunek r2 występuje dwukrotnie /r2 i r4/, r3 - trzykrotnie /r3, r12, i r15/, a r6 również trzykrotnie /r6, r5 i r9/.

Przy wykryciu /R1, r1/ znaku /instrukcji/ zajęcia RK, co ma miejsce, gdy w centrali stwierdzono nową inicjację połączenia, następuje pozytywna odpowiedź na warunek r3, w wyniku czego rozpoczyna się proces wyszukania wolnego RK. W instrukcji odebra-

nej z pamięci programu /PPr/ za pośrednictwem sterostrady - będącej zespołem łączy łączących PPr z siecią logiczną /SL/ - zawarta jest maksymalna wartość parametru $i = k1$ odpowiadająca liczbie RK w centrali. Za każdym razem, gdy SL ma wyznaczać RK bądź w procesie brania jednego z nich do pracy, bądź w procesie odczytu informacji od OK, wartość K1 jest wprowadzana do buforu SL. W ten sam sposób wprowadzany jest wartość K2, bowiem po wybraniu wolnego RK dalsze przeglądanie następnych RK jest zbędne, wobec czego można zmienić zakres zmienności parametru i . Oczywiście, w rzeczywistych rozwiązaniach wyznaczania magazynu kolejnej cyfry wykorzystywane są te same podzespoły co do wyszukania RK, tzn. te same operatory i warunki /R3, R4, r14 i R19/. Jednak w celu zachowania przejrzystości funkcjogramu wprowadzono odrębne operatory /R6, R7 i R8/. Wyznaczenie magazynu cyfry, w szczególności dla pierwszej cyfry może nastąpić zaraz po zajęciu RK. W funkcjogramie z rys. 16 przyjęto, że następuje to dopiero po przyłączeniu OK do źródła ruchu, co w RK oznacza zapisanie w jego pamięci numeru przyłączonego OK /nr OK/, a nr OK będzie potrzebny przy odbiorze cyfr z OK.

Przyjęto, że odbiór cyfr /informacji komutacyjnych/ z OK jest dokonywany w drodze przepatrzenia tak, jak to miało miejsce w zadaniu nadzoru. Powstaje zagadnienie długości cyklu przepatrywania OK oraz generatora ich adresów. Cykl przepatrywania musi być dobrany tak, aby odbiór tej samej informacji mógł być dokonany co najmniej dwukrotnie. Warunek ten wprowadza się dlatego, że dość często zdarzają się przypadki występowania w łączu lub innych drogach transmisyjnych chwilowych sygnałów przypadkowych, które mogłyby być przyjęte jako informacyjne, powodując błędne po-

łączenia. Z tego względu informację odebraną po raz pierwszy traktuje się jako "informację prawdopodobnie użyteczną" i zwykle wprowadza się w wydzielone miejsce pamięci. Dopiero potwierdzenie tej informacji w następnym cyklu odczytu powoduje wprowadzenie jej do właściwego magazynu jako faktycznie użytecznej.

Liczba OK jednego rodzaju jest proporcjonalna do wielkości ruchu obciążającego te OK. Niech OK będzie zajęty na rzecz jednego połączenia, $t_z = 60$ s; liczba źródeł ruchu obsługiwanych przez jeden rodzaj OK wynosi $N_1 = 10^3$, z których każde generuje średni ruch $a = 0,05$ erl. Ruch obciążający OK wynosi $N_1 a = 50$ erl. Dla jego załatwienia ze stratami 2% potrzeba około $N_2 = 70$ OK. Dalej przyjęto, że średni czas trwania jednej informacji w łączu wynosi $t_1 = 50$ ms, a średni czas trwania odczytu informacji z jednego OK wynosi $t_c = 50$ μ s. Ze względu na to, że OK wydaje informacje w kierunku US w postaci zakodowanej jednocześnie w kilku bitach /odczyt równoległy/ przyjęto, że przepatrywanie każdego OK odbywa się indywidualnie. W tych warunkach średni czas odczytu informacji ze wszystkich OK wynosi $t_o = N_2 \cdot t_c = 3,5$ ms. Na to, aby dokonać odczytu tej samej informacji co najmniej dwa razy, czas cyklu przepatrywania powinien być mniejszy lub równy 20 ms. Tak więc co 20 ms program główny będzie wystawiał instrukcję odczytu OK.

Odczytanie informacji z OK może być dokonywane bądź przez generowanie kolejnych numerów /adresów/ OK i wyszukiwanie rejestru komutacyjnego RK, w pamięci którego ten numer jest zapisany, bądź też odwrotnie - kolejne generowanie numerów /adresów/ RK, odczytanie z ich pamięci numeru OK i skierowanie pod tym adresem pytania o informację. W funkcjogramie z rys. 16 przy-

jęto pierwszy sposób /R9, R10, r7, r8, P11, R18/. Ten sposób powoduje, że po każdym nowym adresie OK następuje przeszukiwanie RK od pierwszego, gdyż może się zdarzyć tak, że pierwszy OK jest związany z ostatnim RK. Przyjęta tu zasada jest mało efektywna, gdyż wymaga zbyt wielu czynności elementarnych. Została tu jednak podana w celu umożliwienia Czytelnikowi zorientowania się w idei sterowania programowanego i jego własnościach, przez poznanie bardziej złożonych funkcjogramów pracy oraz łączenia funkcjogramów poszczególnych operacji w jeden. Po zapoznaniu się z tym funkcjogramem, Czytelnik będzie mógł tytułem ćwiczenia opracować funkcjogram odbioru dla drugiego z wyżej wymienionych sposobów.

Funkcjogram z rys. 17a opisuje przepatrywanie przy odbiorze cyfr numeru abB od czujników nadzorczych. Przyjęto tu, że przepatrywanie odbywa się podobnie jak w zadaniu nadzoru z tym, że słowo odczytanych stanów czujników zostaje wpisane do buforu przepatrywania P w SL, gdzie jest zerowane /zamienia 1 na 0/ kolejno w miarę przenoszenia informacji o stanie danego czujnika do rejestru komutacyjnego RK. Gdy wszystkie bity tego słowa mają wartość zero, następuje odczyt następnej grupy czujników.

Funkcjogram odbioru informacji wybierczych i ich rejestracji podany na rys. 17b i 17c jest podobny do tego z rys. 16. Czasy ustalone t_1 i t_2 określają odpowiednio maksymalny czas trwania przerwy /r6/ i zwarcia /r8/. Cykl przepatrywania, spełniający ogólne warunki omówione w opisie rys. 16, musi być tu krótszy, gdyż czas trwania najkrótszego elementu wybierczego jest tu krótszy od czasu trwania znaku kodu. Najkrótszym elementem wybierczym jest zwarcie pętli tarczy numerowej o częstotliwości 12 Hz i stosunku

przerwy do zwarcia 4:1 i wynosi około 16.7 ms. Wobec tego cykl przepatrywania musi być krótszy i wynosi zwykle około 10 ms. Jeśli centrala ma odbierać zarówno sygnały kodowe jak i sygnały impulsowania, to w celu ujednoczenia przebiegów przyjmuje się jednakowy cykl przepatrywania dla wszystkich źródeł informacji komutacyjnych, o których była tu mowa.

Informacje komutacyjne są magazynowane w pamięci rejestru komutacyjnego. Czas przechowywania tych informacji jest różny w różnych systemach: od przechowywania na czas zestawiania do przechowywania ich przez cały czas trwania połączenia. Dysponowanie wszystkimi danymi w każdej chwili w czasie trwania połączenia ułatwia, a czasem stanowi wręcz warunek konieczny realizacji pewnych nowoczesnych udogodnień dla abonentów. Utrzymanie zajęcia rejestru komutacyjnego, który w tych rozwiązaniach jest pewnym wycinkiem pamięci połączenia, przez cały czas trwania połączenia powoduje wzrost liczby tych rejestrów, lecz, ze względu na ich mały koszt, rozwiązanie takie może być stosowane.

3.6. Realizacja zadania zwolnienia

Zadanie zwolnienia można łączyć z zadaniem uruchomienia jakiegoś elementu lub ich zbioru, gdyż są one wykonywane w centralach ze sterowaniem programowanym w ten sam sposób. W opisach realizacji wszystkich poprzednich zadań nie uwidoczniło, w celu zachowania ich przejrzystości, czynności wyznaczania elementów, których stan na być w wyniku sterowania zmieniony. Dokonuje się tego bądź na drodze interacji, bądź związków logicznych uwzględnionych w programie, podobnych do wyznaczania OK czy RK. Uży-

skany w ten sposób adres elementu zaopatrzonego zostaje np. w bit działania, którego wartość odpowiada jego uruchomieniu lub zwolnieniu. Bieżący stan elementu jest zawarty bądź w pamięci US i wystarczy odczytać odpowiednie słowo, bądź w jego fizycznym stanie i wówczas wykorzystuje się jego adres do utworzenia drogi dostarczenia do niego i odczytania jego stanu. Znając jego stan i znając potrzebę dokonania zmiany stanu na przeciwny, wypracowanie odpowiedniego polecenia jest już sprawą prostą.

4. PODSUMOWANIE

W powyższych rozdziałach próbowano zwrócić uwagę Czytelnika na inny sposób opisu, jak i realizacji poszczególnych zasadniczych zadań wykonywanych w każdej centrali automatycznej. Przez zmianę metody opisu za pomocą funkcjogramów chciano wprowadzić Czytelnika w szczegółową analizę funkcjonalną dobrze znanych zadań i tym samym w filozofię sterowania programowanego, którego istotą są związki funkcjonalne, uwarunkowania logiczne, wykonywanie pewnych czynności składających się na pewien proces. Powyższe rozdziały można potraktować jako obszernie wprowadzenie do zagadnień sterowania programowanego. Wprowadzenie to jednak było przeprowadzone wycinkowo dla pewnych wybranych zadań, bez ujęcia całościowego. Jest to więc wprowadzenie niekompletne.

Celem niniejszego rozdziału jest zapełnienie tej luki.

W centralach elektronicznych ze sterowaniem programowanym istnieje scentralizowane urządzenie sterujące US. Wobec dużej szybkości jego pracy i malej w stosunku do niej szybkości napływu informacji, to US może zestawiać połączenia etapami w miarę otrzy-

mywania nowych informacji. Informacje są dostarczane do US za pośrednictwem sygnałów elektrycznych. W celu zminimalizowania liczby sygnałów znaczenie informacyjne sygnału zależy nie tylko od jego postaci elektrycznej, lecz również od chwili, w jakiej on wystąpił względem zestawianego połączenia. Typowym przykładem jest przerwa pętli, która ma przecież wiele znaczeń informacyjnych w zależności od tego, kiedy wystąpi w toku zestawiania połączenia. W celu więc poprawnego zrozumienia informacji zawartych w sygnale dzieli się cały tok połączenia, od chwili zaistnienia inicjacji do chwili przejścia w stany spoczynkowe wszystkich elementów biorących udział w zestawianym połączeniu na pewne części, zwane fazami. Liczba faz w poszczególnych systemach jest różna, lecz zawsze skończona, tzn. że można ją ponumerować. W ten sposób każda faza ma swój numer porządkowy oraz, co najważniejsze, ściśle określone funkcje do wykonania. Oznacza to, że dla każdej z nich można opracować szczegółowy funkcjogram i tym samym program pracy. W celu zapewnienia poprawności włączania się programów poszczególnych faz zestawiania za inicjowanych połączeń konieczne jest wprowadzenie programu głównego / rozrządczego lub monitora/.

Mamy więc program główny i sterowane przez niego programy faz. W danej chwili w centrali może być zestawianych wiele połączeń, z których każde może być w innej fazie. W celu więc załatwienia każdego połączenia bez odczuwalnej zwłoki w miarę napływu informacji tzn. w czasie realnym, program każdej fazy powinien być oferowany każdemu połączeniu, bądź zespoły obsługujące połączenia powinny sygnalizować zapotrzebowanie na potrzebne im fazy. Wynika stąd potrzeba określania zasad i uwarunkowań wła-

czania do pracy programów poszczególnych faz.

Wykonanie programu każdej fazy trwa pewien określony czas. W czasie wykonywania programu pewnej fazy może powstać sytuacja wymagająca natychmiastowego włączenia do pracy innego programu, co oznacza konieczność przerwania programu wykonywanego. Np. wyszukiwanie nowych inicjacji jeszcze trwa, a nadszedł już czas włączenia nowego cyklu przepatrywania zadania odbioru informacji, które jest zadaniem na pewno pilniejszym. Tego typu sytuacje sprawiają, że fazy i ich programy należy podzielić na pewne zbiorzy i każdemu z nich przyporządkować określoną pilność lub priorytet względem pozostałych. Innymi słowy zachodzi konieczność wprowadzenia hierarchii faz i ich programów.

Urządzenia elektroniczne pod względem ich budowy fizycznej, tzw. hardwarowej są prostsze od rozwiązań elektromechanicznych, lecz pod względem funkcjonalnym są bardziej złożone. Ponadto liczba elementów użytych do jej budowy jest bardzo duża. Oba te czynniki sprawiają, że w celu utrzymania tego rodzaju urządzeń w wymaganej sprawności muszą być one stale sprawdzane i to tak, aby w chwili powstania uszkodzenia znane było miejsce jego powstania z dokładnością do całości wymiennej, oraz aby znane były przyczyny jego powstania po to, aby w czasie wymiany nie nastąpiło uszkodzenie części nowej. Takie zadania mogą być wykonywane automatycznie. Te zadania wchodzą w zakres automatycznego wykrywania i diagnozowania uszkodzeń. Zadania te są częściowo wykonywane hardwarowo i częściowo softwarowo. Wprowadzenie ich do centrali podnosi jej sprawność usługową i eksploatacyjną, lecz zwiększa liczbę różnych programów oraz liczbę priorytetów tych programów względem siebie.

Zasady współpracy programów ze sobą, poziomów przerwania wykonywania jednych programów przez inne o wyższym priorytecie, jak również wykrywanie i diagnozowanie uszkodzeń tworzą wraz z programami: głównym i faz, system programowania oraz system sterowania programowanego. Znanych jest obecnie wiele systemów sterowania programowanego dla central telefonicznych. Brak jest natomiast pewnych ujęć je syntetyzujących w sposób metodyczny i przejrzysty. Dlatego w niniejszym artykule koncentrowano się bardziej na filozofii sterowania programowanego, niż na podaniu podstaw systemowych takiego sterowania i central.

Z materiału przedstawionego w niniejszym artykule wynikają ogromne zalety sterowania programowanego.

Na podstawie nawet tak skromnego materiału jak przedstawiony w niniejszym artykule można uzasadnić istotne zalety techniczne sterowania programowanego, pozwalające w sposób stosunkowo prosty spełniać różnorodne wymagania techniczno-eksploatacyjne, wynikające z potrzeb współczesnych sieci telekomunikacyjnych. Te zalety techniczne mają swój wpływ na ekonomię systemów central elektronicznych tak w sferze produkcji, jak i w sferze eksploatacji.

W produkcji systemy elektroniczne charakteryzują się:

- prostotą technologii, dającą w efekcie kilkukrotne zmniejszenie potrzebnej powierzchni produkcyjnej ;
- znaczną typizacją sprzętu, co umożliwia wydłużanie serii tak, że można wprowadzać produkcję wielkoseryjną części składowych systemu

- łatwością automatyzacji procesów produkcyjnych, dzięki czemu uzyskuje się oczywiste korzyści ekonomiczne;
- łatwością przeprowadzania szczegółowych kontroli międzyoperacyjnych i ostatecznych części składowych i całych łącznie, dzięki czemu uzyskuje się:
 - zmniejszenie kosztów produkcji przez eliminację wadliwych podzespołów i części składowych systemu w możliwie najwcześniejszej fazie produkcji;
 - zwiększenie bezbłędności wykonywania sprzętu, co ma bardzo istotny wpływ na skrócenie czasu uruchamiania nowo instalowanego sprzętu;
 - zwiększenie niezawodności pracy central elektronicznych, co ma bardzo istotny wpływ na wielkość produkcji części zamiennych i koszty eksploatacyjne central.

W eksploatacji ekonomikę systemów telekomunikacyjnych należy rozpatrywać w zakresie inwestycji i w zakresie utrzymania oraz łącznie w obu tych zakresach. W zakresie inwestycji systemy elektroniczne charakteryzują się:

- wyższą ceną jednostkową w przeliczeniu na jednego abonenta od ceny za sprzęt systemów krzyżowych. W obecnych warunkach technicznych sprzęt elektroniczny jest droższy o około 30%. Jednak ten wzrost kosztów inwestycyjnych jest skutecznie kompensowany niższymi kosztami utrzymania i oszczędnościami;
- w przypadku systemów zintegrowanych w zakresie technik uzyskuje się porównywalne koszty inwestycyjne w odniesieniu do całości sieci danego obszaru przy mniejszym zużyciu miedzi;

- wobec ciągłego obniżania się cen na podzespoły elektroniczne należy spodziewać się podobnego zmniejszania się kosztów inwestycyjnych i to tym bardziej, im większe będzie tempo wzrostu produkcji sprzętu elektronicznego, gdyż elektroniczny sprzęt komutacyjny jest jednym z największych odbiorców podzespołów elektronicznych;
- małymi wymiarami sprzętu i dużym ich upakowaniem, co daje w efekcie trzy do czterokrotne zmniejszenie potrzebnej powierzchni pomieszczeń central.

W zakresie utrzymania systemy elektroniczne charakteryzują się:

- łatwością dostosowywania pracy central do aktualnych potrzeb sieci /np. wprowadzanie nowych udogodnień, zmian w kierowaniu ruchu lub przyłączanie abonentów nietelefonicznych - tzw. integracja sieci w zakresie usług/;
- automatyzacją procesów konserwacyjnych, co prowadzi do zmniejszenia zatrudnienia personelu obsługi;
- dużą typizacją sprzętu wynikającą stąd, że część hardwarowa jest niezależna od roli centrali i jej usytuowania w sieci, gdyż te różnice są zawarte w części softwarowej, co przy wysokiej niezawodności sprzętu elektronicznego powoduje zmniejszenie powierzchni magazynów i kosztów zasobów części zamiennych.

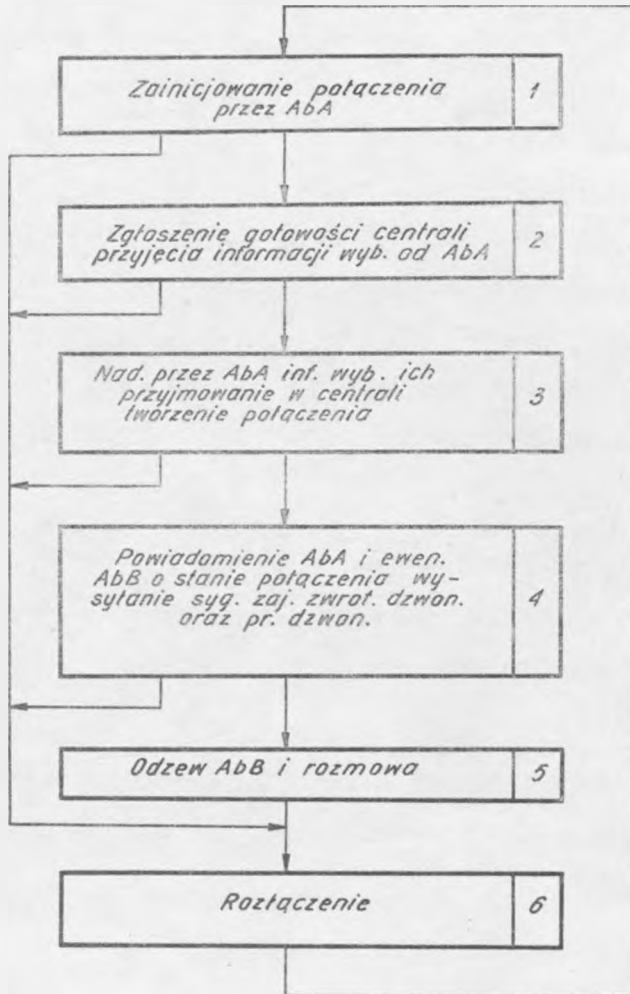
Tak więc opisywane własności techniczne systemów elektronicznych dają dodatkowe korzyści ekonomiczne już przy obecnym poziomie technicznym. Tym tłumaczy się dynamiczny rozwój tych systemów i ich wprowadzanie do eksploatacji.

W sumie zyski ekonomiczne są tak duże, że w niezbyt odległej przyszłości może okazać się bardziej ekonomiczna wymiana dobrych central elektromechanicznych na elektroniczne niż utrzymywanie ich nadal w eksploatacji.

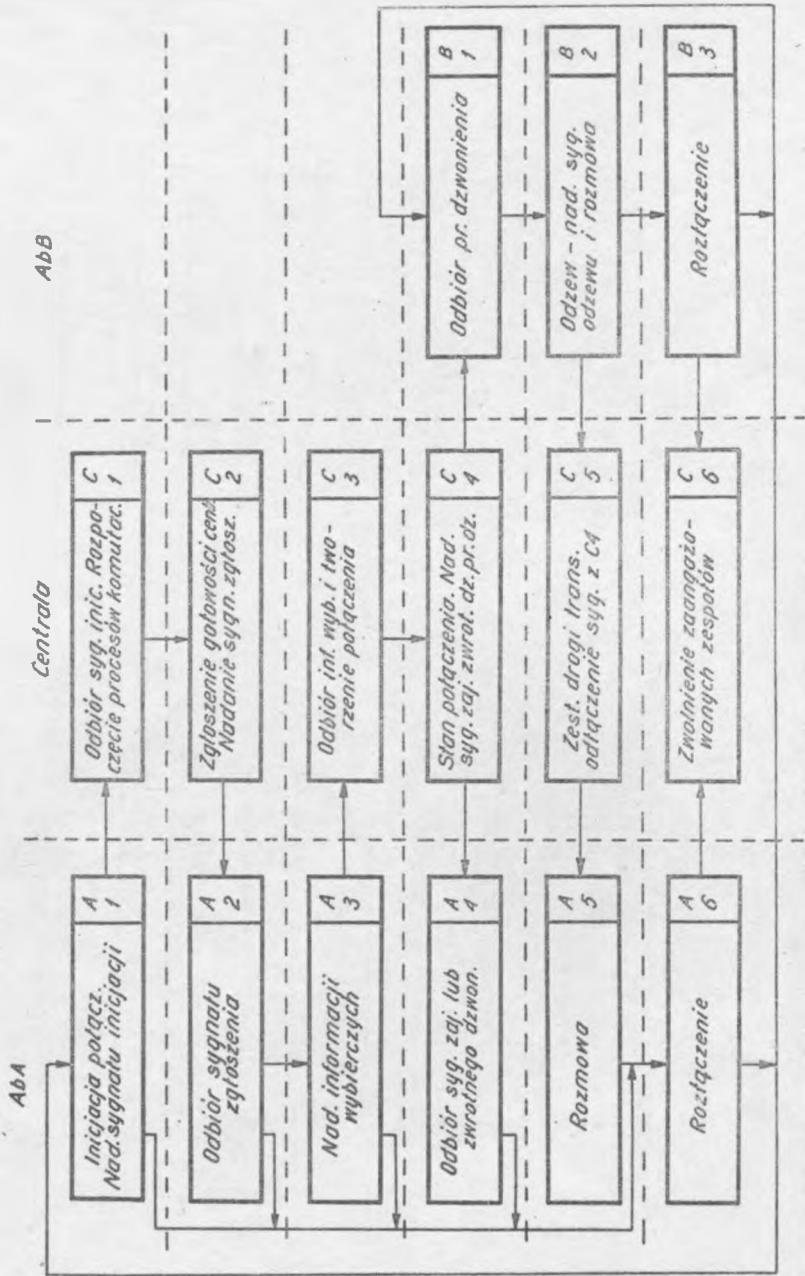
Rozwój central elektronicznych jest w dużym stopniu sprzężony z rozwojem informatyki. Osiągnięcia tej dziedziny wiedzy w zakresie efektywnych systemów programowych i metod programowania z jednej strony i postęp technologiczny z drugiej strony będą miały wybitny wpływ na rozwój komutacji elektronicznej tym bardziej, że informatyka będzie również potrzebować komutacji.

WYKAZ LITERATURY

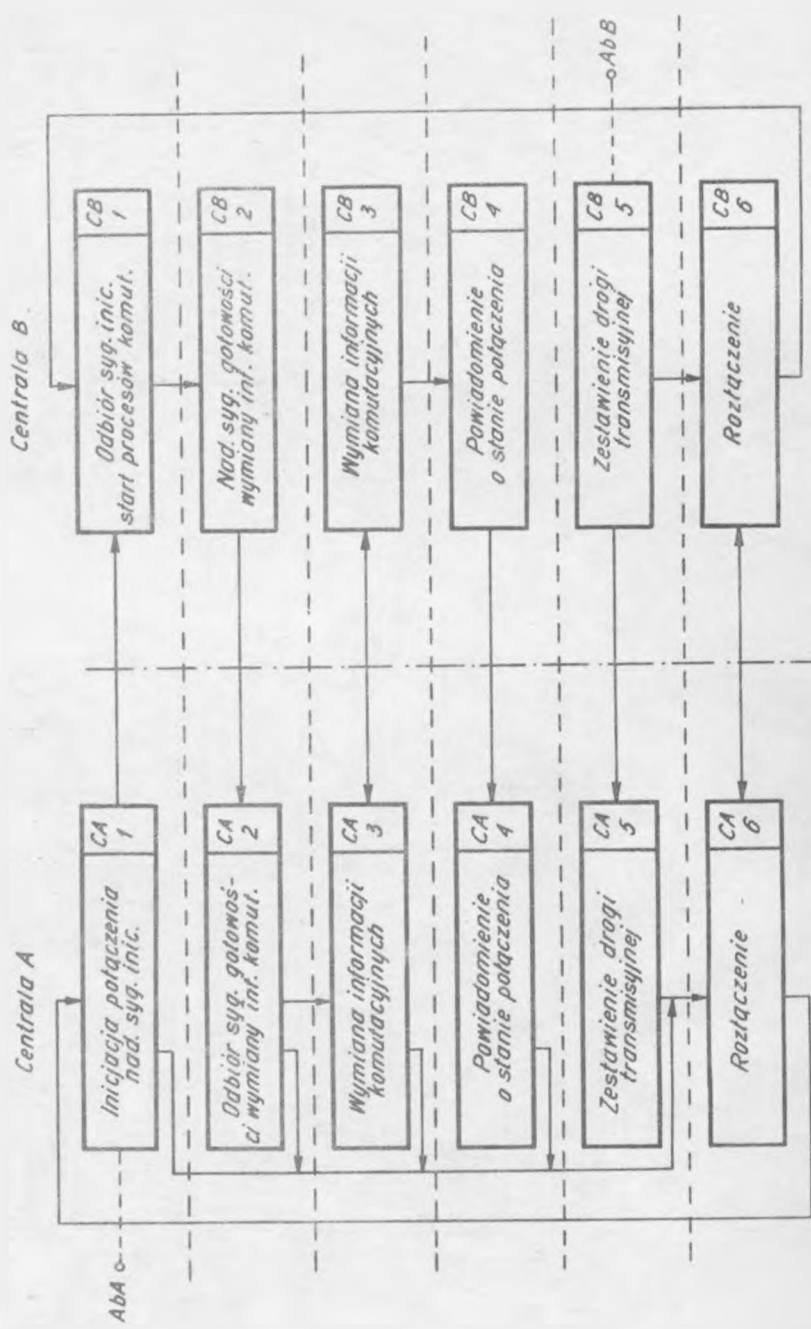
1. Praca zbiorowa pod kierunkiem prof. Henryka Śmigielkiego. Elektroniczne automatyczne centrale telefoniczne. WKŁ, Warszawa 1969 r.
2. Witulski St.: Wstęp do telekomutacji elektronicznej. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 1971 r.
3. Prace naukowo-badawcze wykonane przez Zespół Katedry Telekomutacji Politechniki Warszawskiej. Elektroniczne Automatyczne Centrale Telefoniczne.



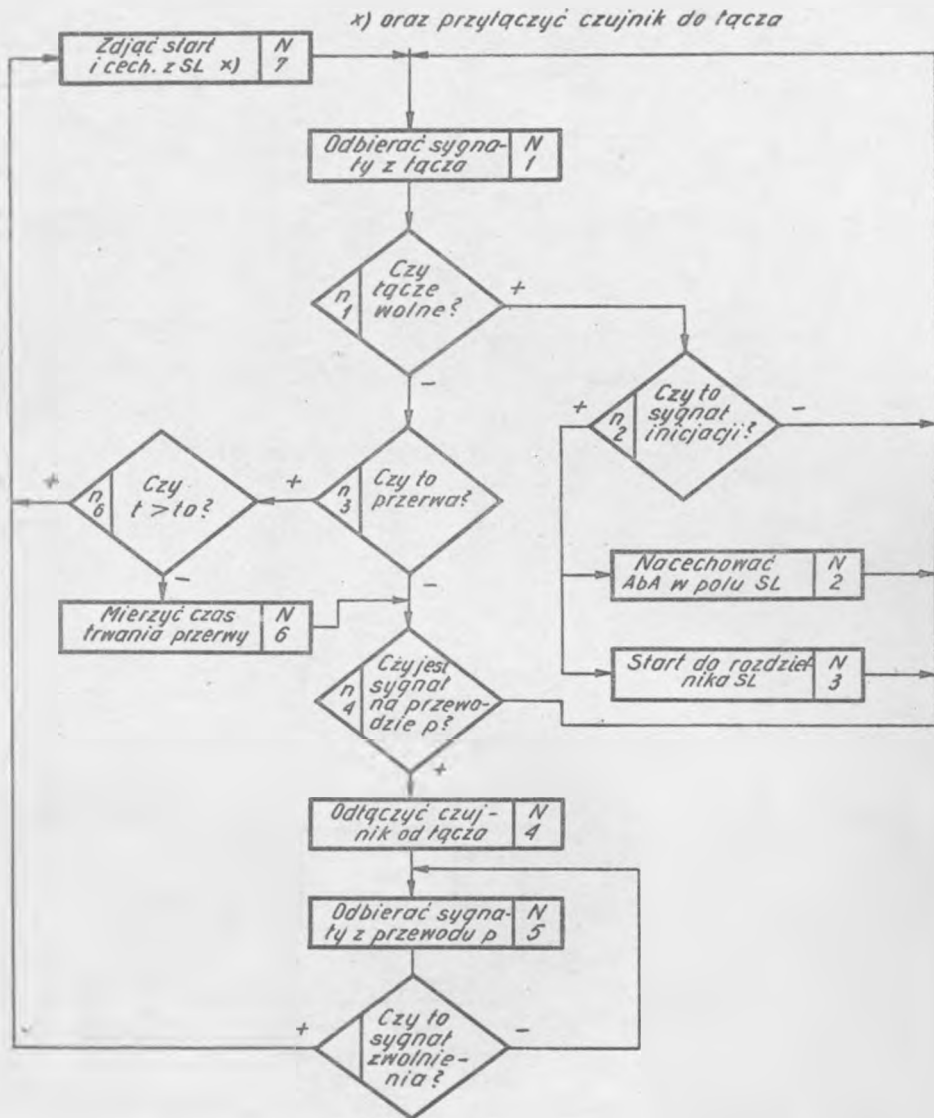
Rys. 1. Funkcjogram współpracy abonenta z centralą



Rys. 2. Zmodyfikowany funkcjogram w współpracy abonenta z centralą



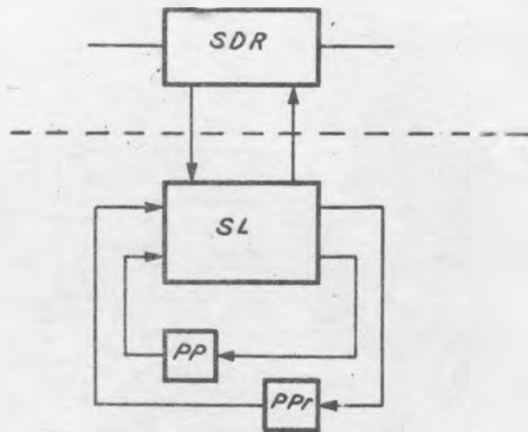
Rys. 3. Ogólny funkcjogram w współpracy dwóch central



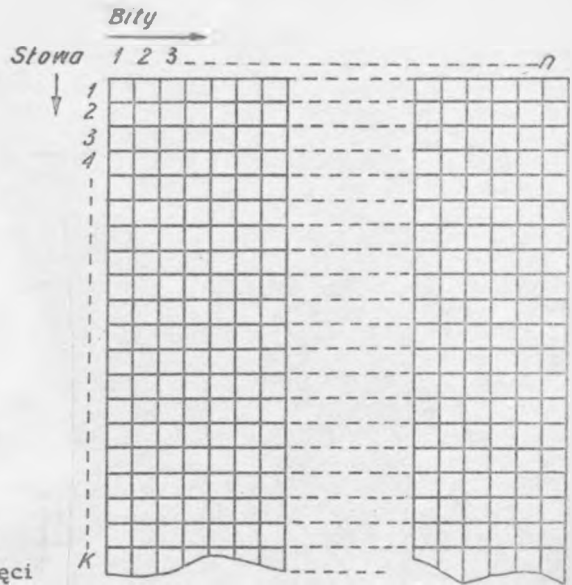
Rys. 4. Ogólny funkcjogram nadzoru łącza abonenckiego w systemie Strowgera



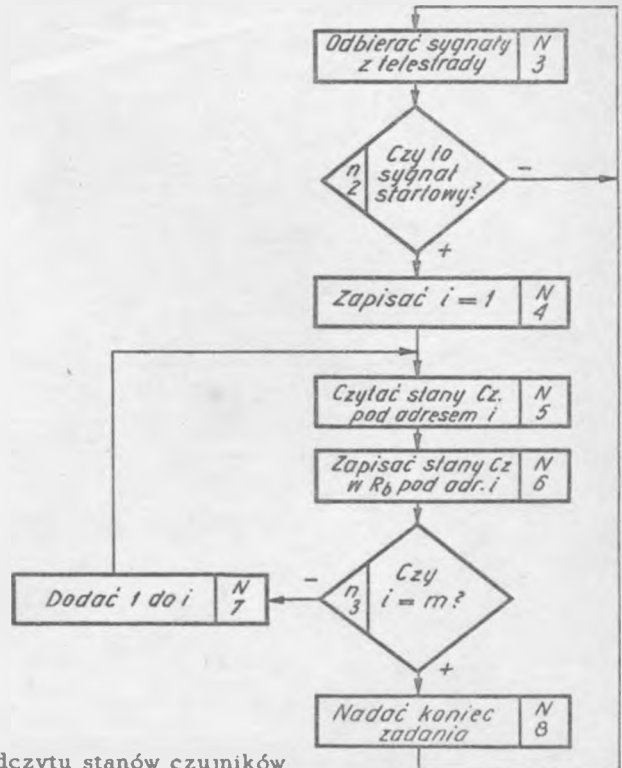
Rys. 5. Funkcjogram pracy czujników



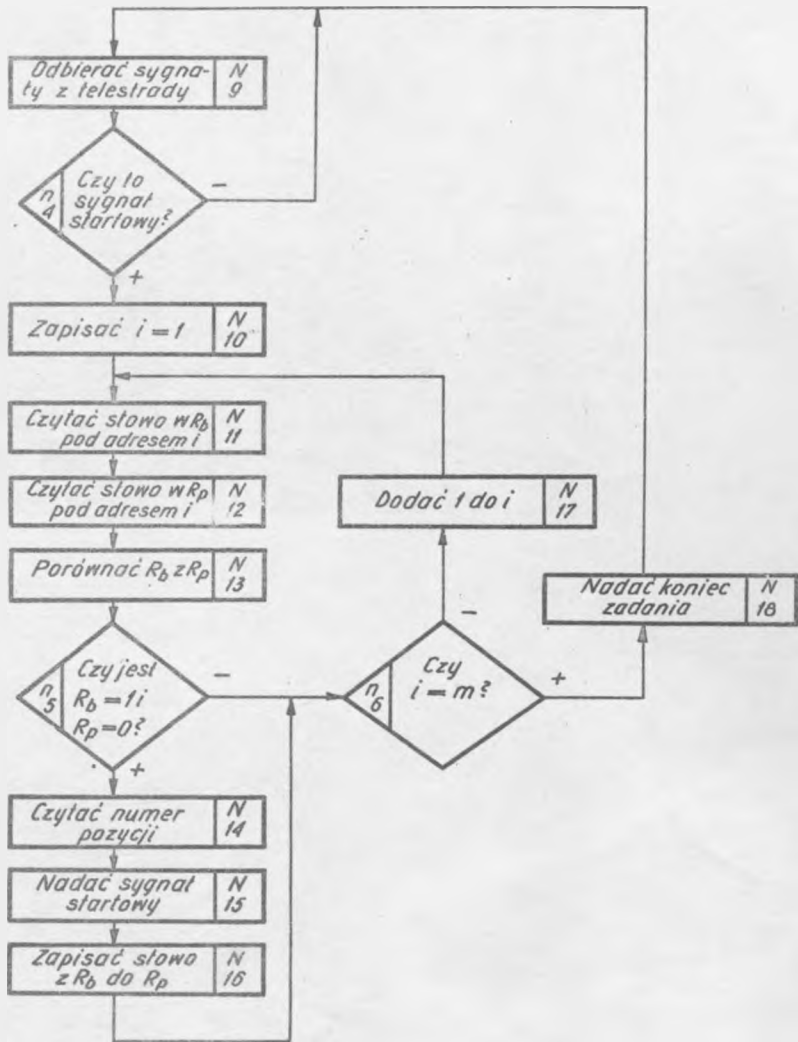
Rys. 6. Struktura urządzenia do odczytu stanów czujników



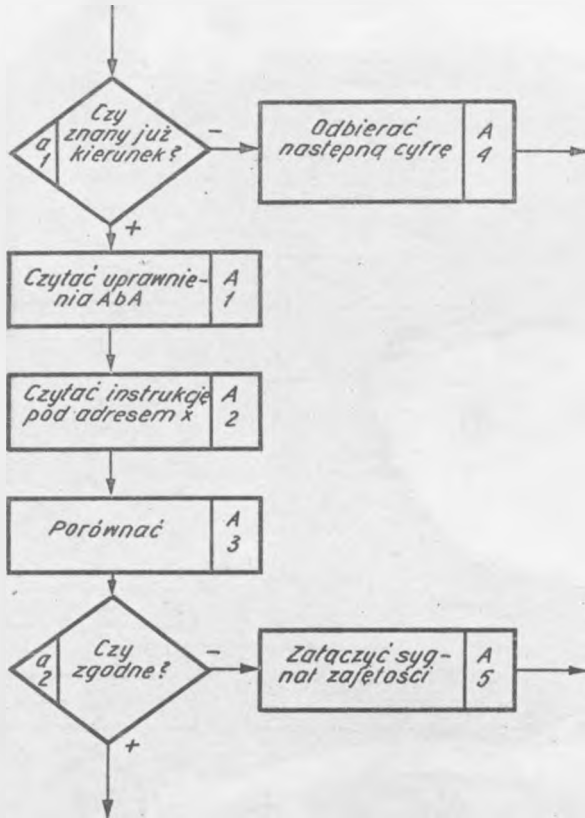
Rys. 7. Struktura pamięci



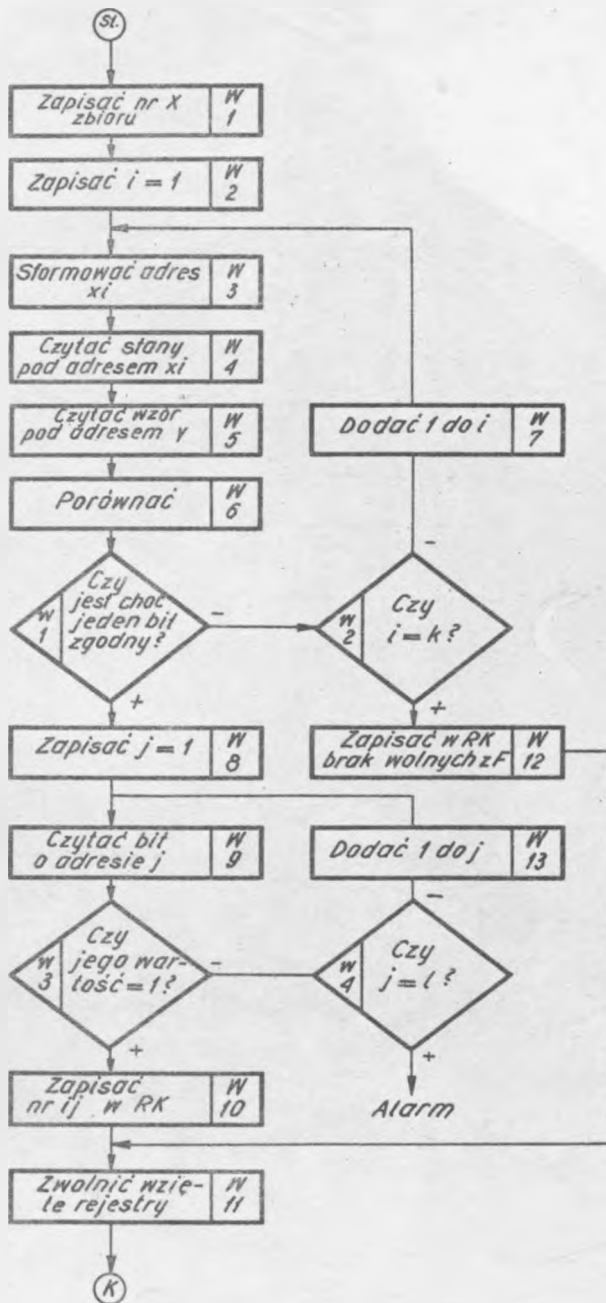
Rys. 8. Funkcjogram odczytu stanów czujników

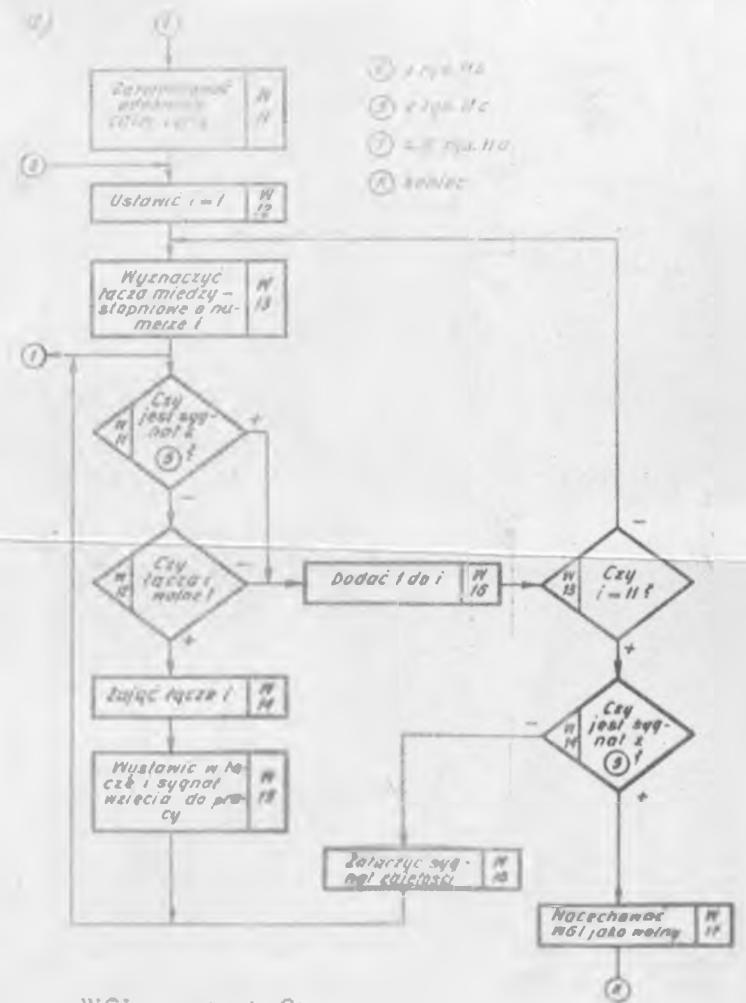
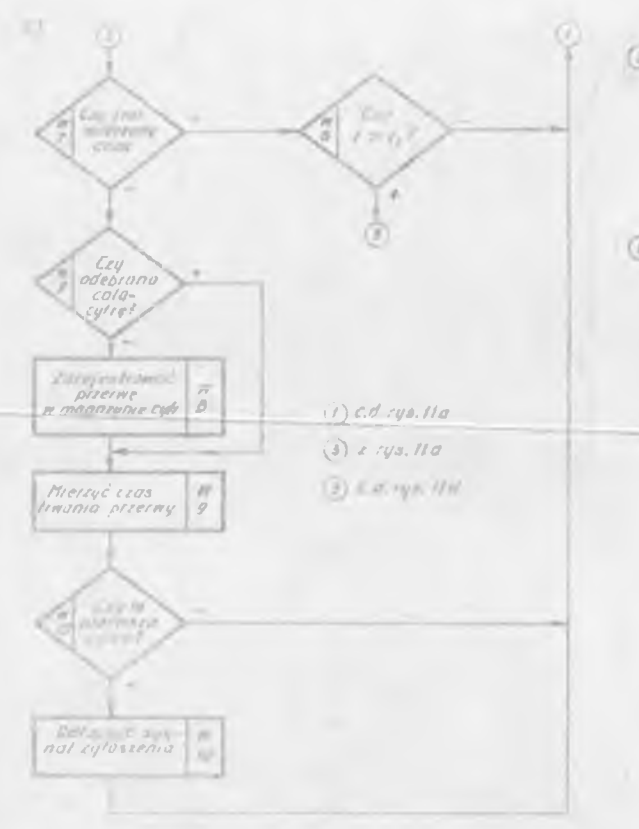
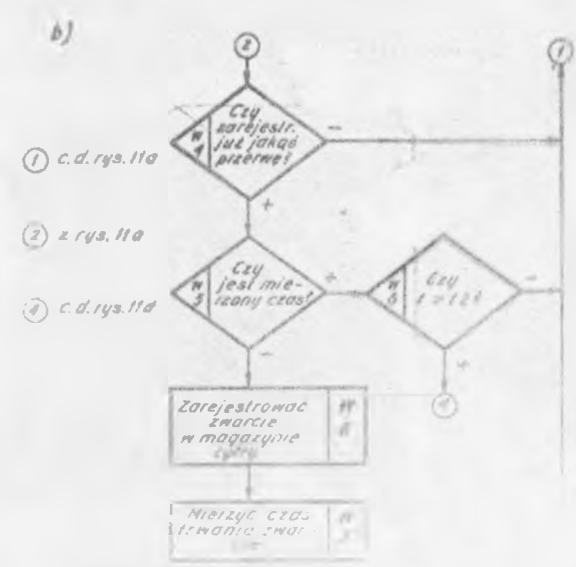


Rys. 9. Funkcyjogram wykrycia inicjacji

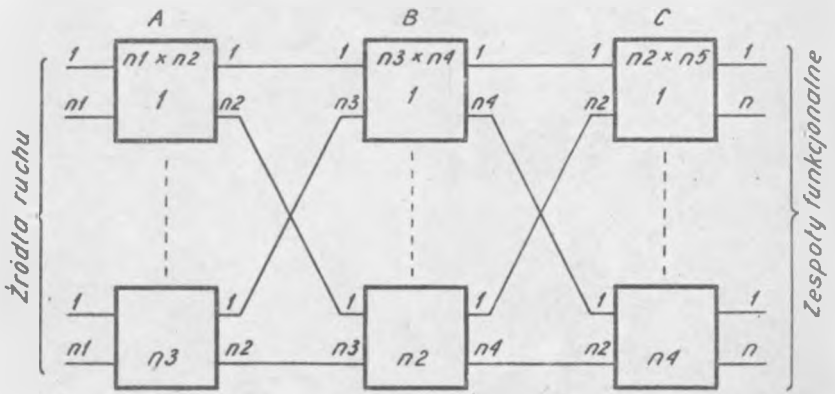


Rys. 10. Fragment funkcjogramu analizy nr AbB

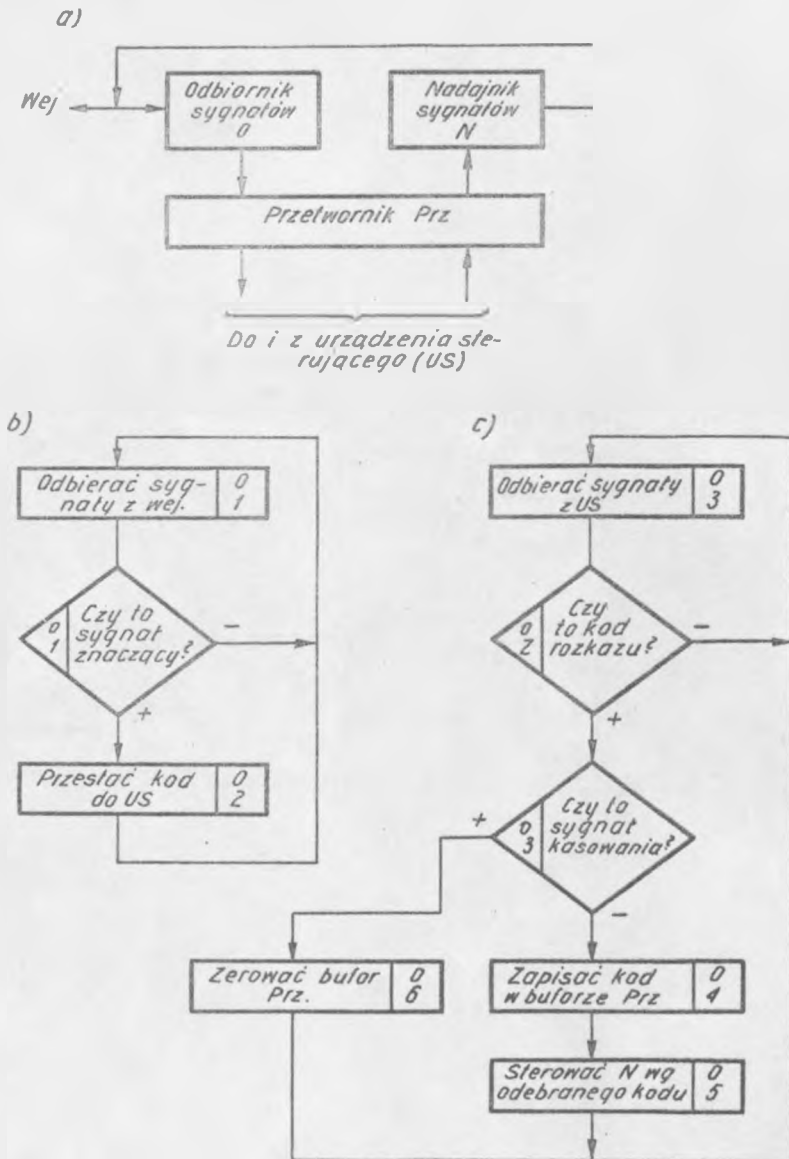
Rys. 12. Przykładowy funkcjogram wyboru 1 z n



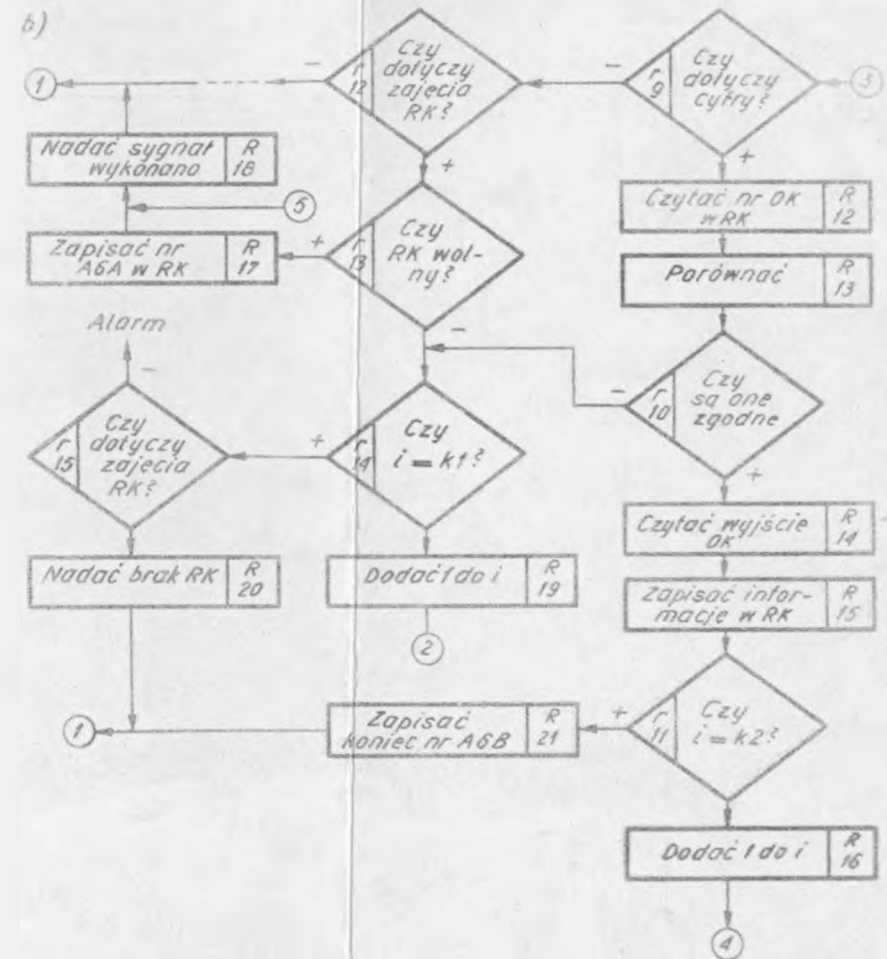
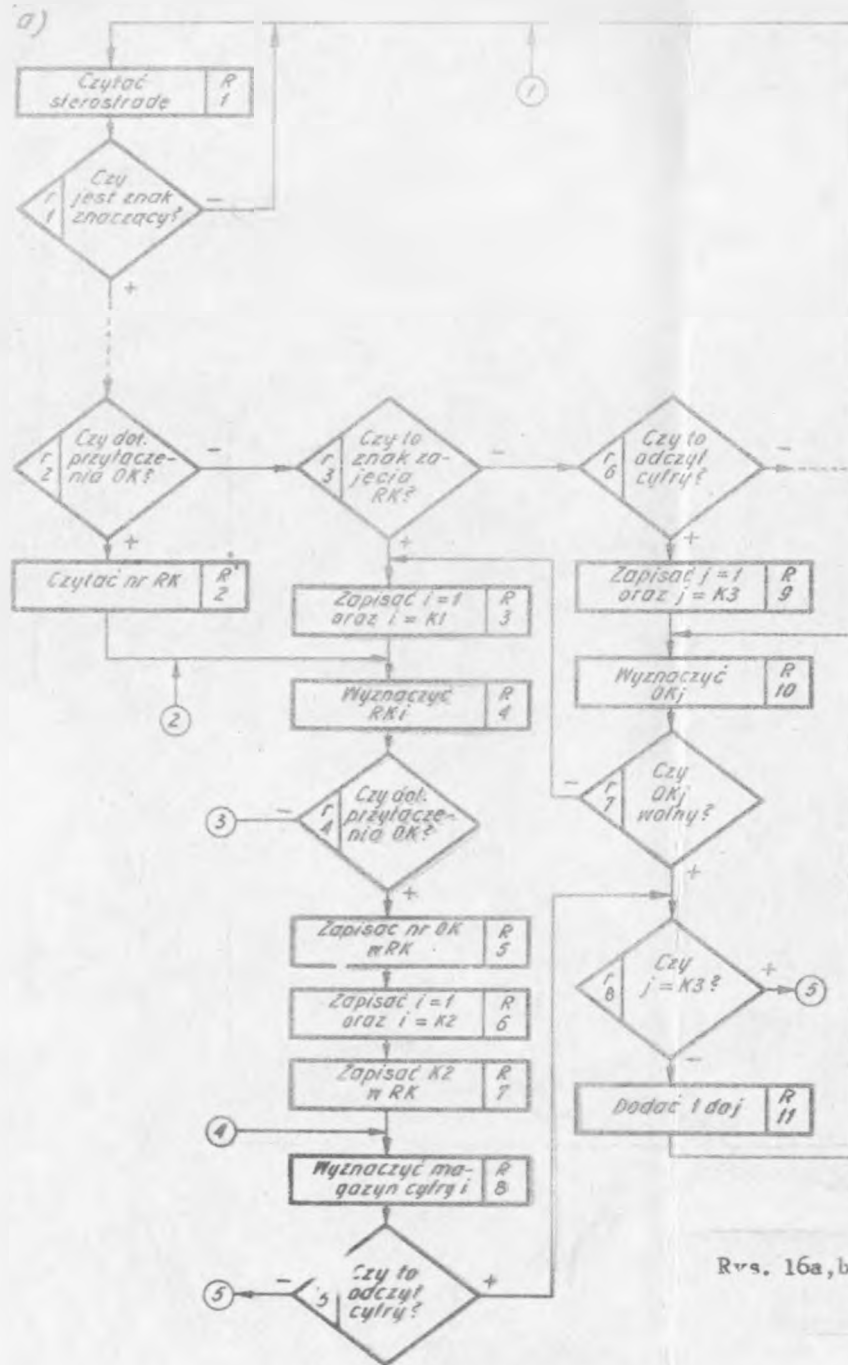
Rys. 11a,b,c,d. Funkcjogram pracy WGI w systemie Strowgera



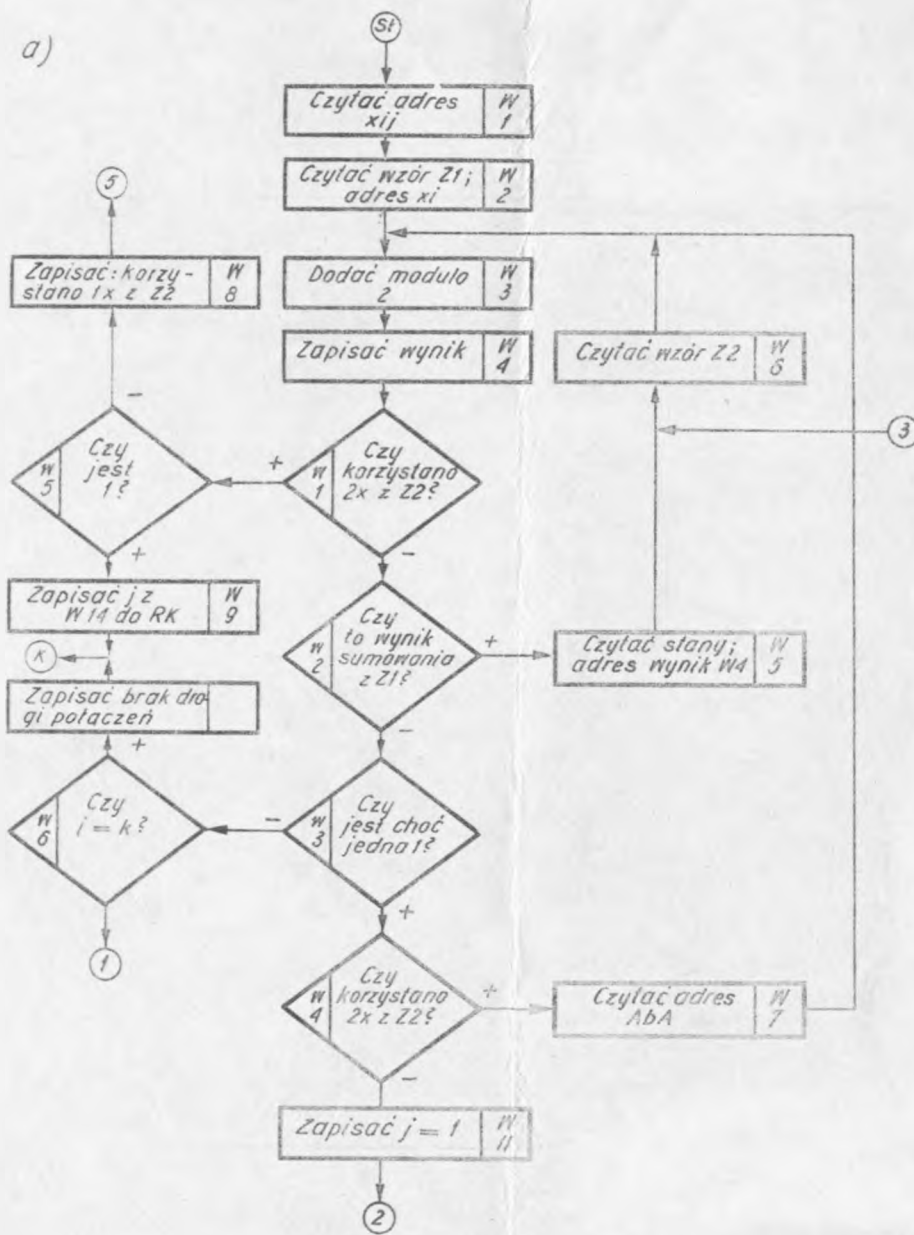
Rys. 13. Przykładowa struktura pola komutacyjnego



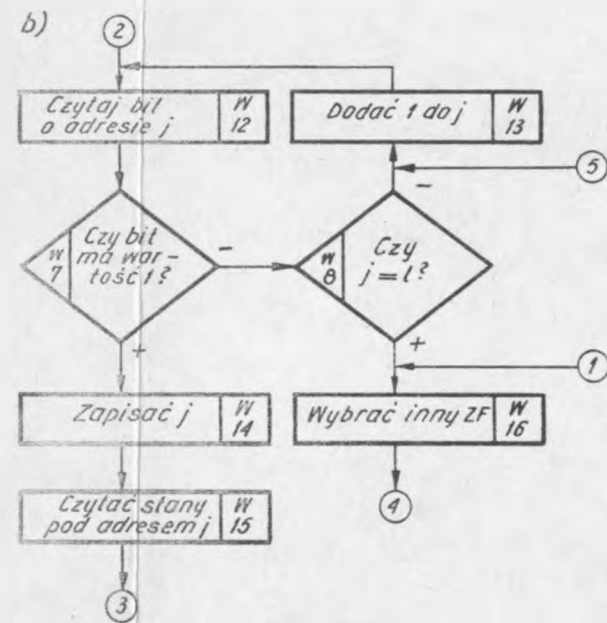
Rys. 15. Przykładowy funkcjogram pracy odbiornika kodu



Rys. 16a, b. Przykładowy funkcjogram odbioru informacji wybierczych od odbiornika kodu

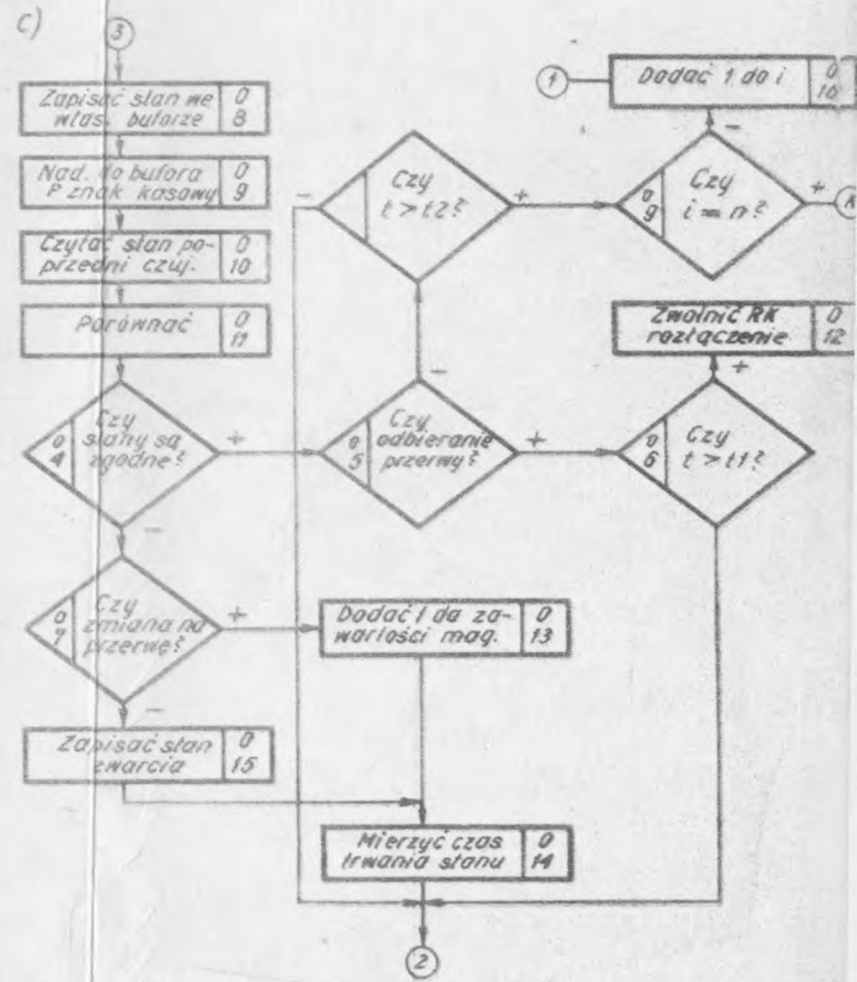
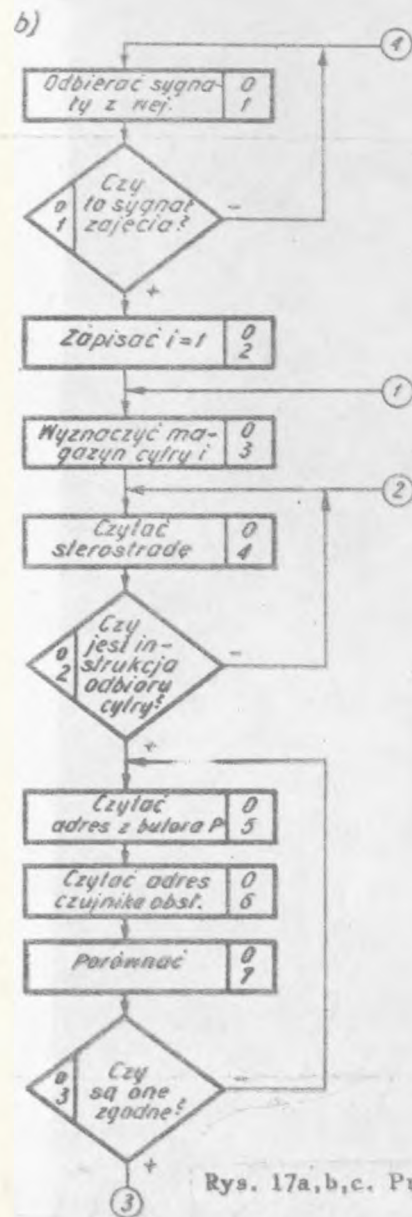
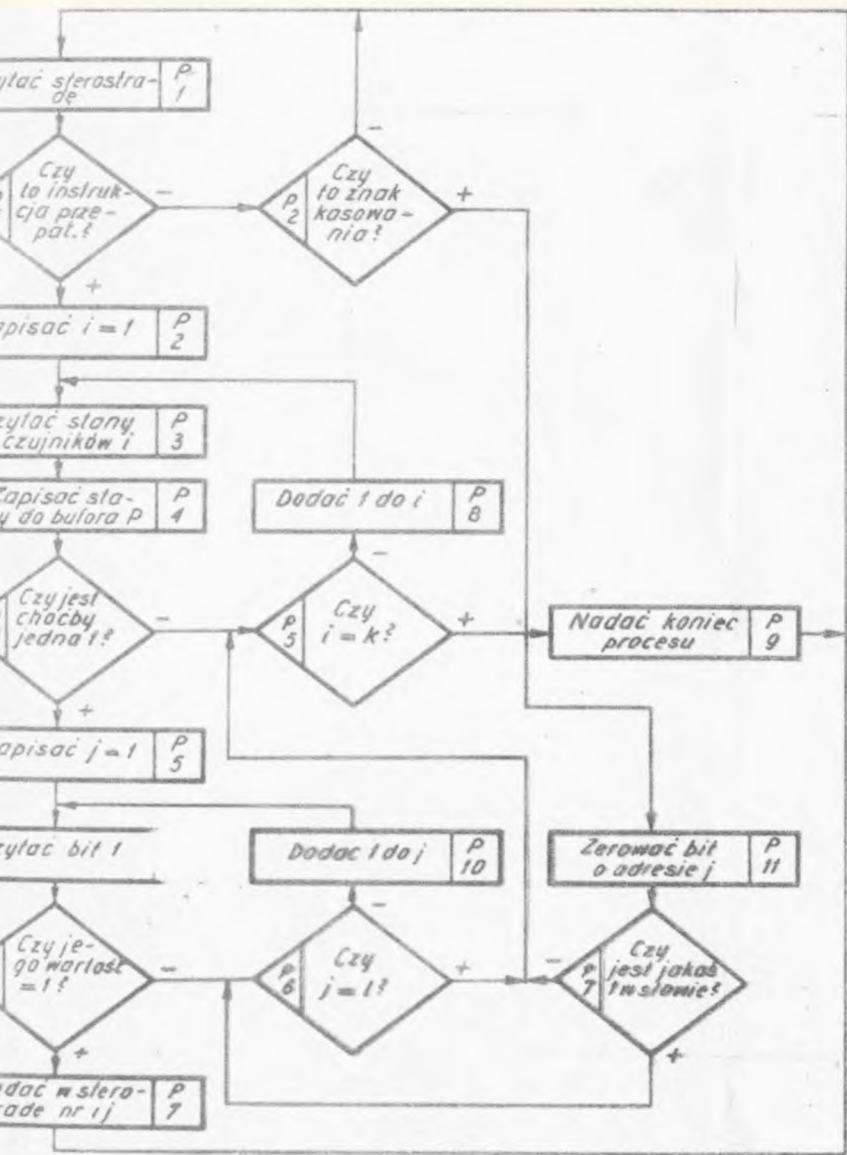


①, ②, ③ c.d. rys. 14b; K koniec



① ② ③ c.d. rys. 14a; ④ skok do rys. 12

Rys. 14.a, b. Poglądowy funkcjonalny program wyboru drogi połączeniowej



Rys. 17a, b, c. Przykładowy funkcjogram odbioru informacji wybierczych od czujnika nadzo

1951

