

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

REFERATY
PROBLEMOWE

Zeszyt 34

Andrzej Waśniewski

PROBLEM MINIMALIZACJI CZASU
BADANIA SIECI W SYSTEMIE ABA-3



Warszawa - październik 1980

621.317.341621.395.24

mb

I N S T Y T U T Ł Ą C Ź N O S C I

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

~~A LR~~



Na prawach rękopisu

R E F E R A T Y P R O B L E M O W E

Zeszyt 34

Andrzej Waśniewski

PROBLEM MINIMALIZACJI CZASU
BADANIA SIECI W SYSTEMIE ABA-3

Warszawa - październik 1980

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sołta, mgr inż. Andrzej Stągrowski,
mgr inż. Maria Waśniewska

Opracował,:

mgr Andrzej Waśniewski

Zakład Miernictwa i Automatyzacji Badań /Z-2/

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności
Nr 5-8766

Instytut Łączności

04-894 Warszawa, ul. Szachowa 1 tel. 128-616

Praca nr 19.01.D.02.01

Opiniował: dr Leszek Zaremba

Maszynopis dostarczono dnia 8.09.1980 r.

Referat stanowi kontynuację ogłoszonego wcześniej w Zeszy-
cie 16 Referatów Problemowych artykułu "Kombinatoryczne
aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą
systemu ABA-3". Omówiono w nim wpływ praktycznych zasad
eksploatacji systemu ABA-3 na postać zbiorów i funkcji uży-
tych w modelu matematycznym planowania pomiarów.

Redaktor: mgr K. Jużkiewicz

Montaż tekstu: E. Milkiewicz

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności
dnia 31.X.1980 r.
Nakład 70 egz.

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Definicje używanych pojęć z teorii grafów i hypergrafów	3
3. Konsekwencje podstawowych zasad praktycznej eksploatacji systemu	5
4. Wnioski	9
Wykaz literatury	10

1. WSTĘP

W artykule pt.: "Kombinatoryczne aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą systemu ABA-3"^{x/} został wprowadzony model matematyczny, w ramach którego pojęcia użyteczne do opisu planowania badań można wyrazić w języku teorii grafów i hipergrafów.

Podstawowymi pojęciami są:

- zestaw pomiarowy /R.P. 16 str. 5/;
- cykl pomiarowy /R.P. 16 str. 7/;
- procedura pomiarowa /R.P. 16 str. 8/.

Schemat modelu matematycznego wyglądał następująco:

Każdemu zestawowi pomiarowemu przyporządkowujemy kod /ciąg liczb/. Niech $Z = \{p_1, \dots, p_m\}$ będzie zbiorem ponumerowanych kodów. Niech liczby od 1 do n będą numerami urządzeń systemu ABA-3 rozstawionych w sieci.

Definiujemy rodzinę podzbiorów $\{A_1, \dots, A_n\}$ zbioru kodów Z .

Definicja /R.P. 16 str. 6/

$p_i \in A_j$ wtedy i tylko wtedy, jeśli w skład i -tego zestawu pomiarowego wchodzi urządzenie /aparatura/ o numerze j . Otrzymujemy w ten sposób hipergraf $\nabla = \{A_1, \dots, A_n\}$ na zbiorze Z .

Założmy teraz, że zbiór $R \subseteq Z$ ma własność:

$$(xx) \quad \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \#(R \cap A_i) = 1$$

x/ Waśniowski Andrzej: Kombinatoryczne aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą ABA-3. Ił., Referaty Problemowe, zeszyt 16, 1979.
Odwołaniu się do tej pracy będziemy oznaczać przez /R.P. 16 str. .../.

gdzie # oznacza liczbę elementów zbioru. Zestawy pomiarowe, których kody należą do R tworzą właśnie tzw. cykl pomiarowy, to znaczy mogą pracować równocześnie.

Liczba $\omega(p)$ dla $p \in Z$ określa ilość łączy, które będą mierzone za pomocą zestawu o kodzie p .

Dla $A \in \nabla$ rozszerzamy funkcję:

$$\bar{\omega}(A) = \sum_{p \in A} \omega(p) \quad /n.P. 16 \text{ str. } 3/$$

Procedura pomiarowa reprezentowana jest przez ciąg rozłącznych zbiorów o własności $/x \times /$. $\{R_1, \dots, R_k\}$.

Określamy $\nabla_j = \{A \in \nabla \mid \#(A \cap R_j) = 1\}$

Niniejszy referat jest kontynuacją zagadnień zawartych w art. zamieszczonym w R.P. 16. Zasadniczym celem jest szczegółowy opis zbiorów i funkcji wprowadzonych w tamtym artykule.

Pojęcia cyklu i procedury pomiarowej dostosowane zostaną do właściwości techniczno-eksploatacyjnych systemu ABA-3. Pokazane również zostanie, w jaki sposób podstawowe praktyczną zasadę badania sieci w systemie ABA-3 wpływają na postać funkcji, co ma duże znaczenie przy programowej realizacji planowania badań.

Opis procedury pomiarowej realizującej minimalny czas badań za pomocą pojęć teorii grafów i hypergrafów umożliwia także wykorzystanie już znanych algorytmów.

Kompletny opis algorytmu rozwiązującego problem minimalnego czasu badań sieci przy zadanym rozstawieniu aparatury w sieci znajdzie się w następnym, przygotowywanym obecnie opracowaniu.

Uwaga: Macierz opisującą strukturę topologiczną sieci z N centralami oznaczamy przez

$$K = [K_{ij}] \quad i, j \leq N$$

2. DEFINICJE UŻYWANYCH POJĘĆ Z TEORII GRAFÓW I HYPERGRAFÓW

Definicja 2.1.

Grafem prostym nazwiemy parę $/X, G/$ gdzie X jest zbiorem skończonym a $G \subset X \times X$ relacją spełniającą:

- i) $\forall x \in X \quad (x, x) \notin G$
- ii) $\forall x, y \in X \quad ((x, y) \in G \Rightarrow (y, x) \in G)$

Definicja 2.2.

Podzbiór $Y \subset X$ nazwiemy zbiorem niezależnym w grafie $/X, G/$, jeśli

$$\forall x, y \in Y \quad (x, y) \notin G$$

Definicja 2.3.

Niech X będzie jak poprzednio zbiorem skończonym. Rodzinę $\nabla = \{A_1, \dots, \dots, A_n\}$ podzbiorów zbioru X nazwiemy hypergrafem na X , jeśli

- i) $\forall 1 \leq i \leq n \quad A_i \neq \emptyset$
- ii) $\bigcup_{i=1}^n A_i = X$

Zbiory A_i nazywamy blokami hypergrafu natomiast zbiór X zbiorem wierzchołków odpowiednio grafu i hypergrafu.

Definicja 2.4.

Zbiór $R \subset X$ nazwiemy zbiorem mocno stabilnym dla hypergrafu $\nabla = \{A_1, \dots, A_n\}$ jeśli:

$$\forall 1 \leq i \leq n \quad \#(R \cap A_i) \leq 1$$

Definicja 2.5.

Niech ∇ będzie hypergrafem na zbiorze X .

2-sekcją hypergrafu nazwiemy graf $/X, G/$ taki, że:

$$(x, y) \in G \iff (x \neq y \ \& \ (\exists 1 \leq i < n) \{x, y\} \subset A_i)$$

Zauważmy, że zdefiniowana w R.P. 16 str. 6 rodzina zbiorów odpowiadających aparaturom systemu ABA-3 jest hypergra-

fem na zbiorze kodów zestawów pomiarowych. Warunki definicji 2.3 odpowiadają oczywistym założeniom, że każda aparatura może wchodzić w skład co najmniej jednego zestawu pomiarowego i w skład każdego zestawu pomiarowego wchodzi jakaś aparatura. Następujący prosty fakt pozwala na wykorzystanie dowolnego algorytmu poszukiwania niezależnych podzbiorów wierzchołków grafu do tworzenia zbiorów mocno stabilnych:

Zbiór R jest zbiorem stabilnym dla hypergrafu ∇ na zbiorze skończonym X wtedy i tylko wtedy, jeśli R jest zbiorem niezależnym w 2-sekcji tego hypergrafu.

Dowód wynika wprost z definicji.

Rozważmy teraz najważniejszy w zastosowaniach przypadek, gdy każdy zestaw pomiarowy jest używany w procedurze pomiarowej co najwyżej raz. Jest to równoważne równoczesnemu spełnieniu następujących warunków:

i/ zbiory mocno stabilne w ciągu $\{R_1, \dots, R_k\}$ są parami rozłączne,

$$ii) \quad \bigcup_{i=1}^k R_i = Z' \quad \text{gdzie } Z' = \{p \in Z \mid \omega(p) > 0\}$$

Definicja 2.6.

Pokolorowaniem hypergrafu $\nabla = \{A_1, \dots, A_n\}$ na zbiorze skończonym X nazywamy ciąg zbiorów mocno stabilnych $\{S_1, \dots, S_m\}$ spełniających:

$$i) \quad \forall i, j \leq m \quad S_i \cap S_j = \emptyset \quad \text{gdzie } i \neq j$$

$$ii) \quad \bigcup_{i=1}^m S_i = X$$

A zatem problem znajdowania procedury pomiarowej daje się sprowadzić do konstrukcji pokolorowania odpowiedniego hypergrafu i algorytm znajdowania tej procedury jest algorytmem kolorowania 2-sekcji tego hypergrafu. Jeśli hypergraf jest na zbiorze kodów zestawów pomiarowych, a jego bloki odpowiadają aparaturom systemu w sensie definicji z pkt. 1, to 2-sekcją takiego hypergrafu jest graf, którego wierzchołkami

mi są kody zestawów pomiarowych oraz p_j jest połączone z p_1 wtedy i tylko wtedy, jeżeli $i \neq j$ oraz w skład odpowiednich zestawów pomiarowych wchodzi ta sama aparatura.

3. KONSEKWENCJE PODSTAWOWYCH ZASAD PRAKTYCZNEJ EKSPLOATACJI SYSTEMU

W praktyce przyjęto następujące zasady badań sieci:

1. Każda wiązka łączy jest badana przez jedną aparaturę sterującą.
2. Badanie wiązki odbywa się bez przerw czasowych, tzn. zestaw pomiarowy nie jest rozłączany przed zakończeniem programu badań wiązki.

Z warunków 1 i 2 wynika, że wszystkie łącza biegnące z centrali i -tej do j -tej badane są przez ten sam zestaw pomiarowy. Determinuje to postać funkcji planowania.

Funkcja planowania jest ciągiem m -elementowym $\{a_1, \dots, a_m\}$ takim, że:

$$i) \quad a_i = \omega(\rho_i)$$

$$ii) \quad \forall 1 \leq t \leq m \quad a_t = 0 \quad \text{lub} \quad a_t = k_{ij}$$

dla pewnych i, j będących numerami central.

Jeśli, jak założyliśmy, w sieci znajduje się N central, to możemy określić funkcję na zbiorze $N \times N$ w zbiór podzbiorów zbioru kodów Z :

$$L: N \times N \longrightarrow P(Z)$$

$$L[(i, j)] = \left\{ p \in Z \mid \text{zestaw odpowiadający kodowi } p \text{ mierzy łącza z centrali } i\text{-tej do } j\text{-tej} \right\}$$

Funkcję taką łatwo zrealizować, ponieważ kod zestawu zawiera jednoznacznie informację o centralach, między którymi dokonuje się pomiaru.

Wyróżnimy zbiór $Z_1 \subset Z$:

$$Z_1 = \left\{ p \in Z \mid (\exists (i, j) \in N \times N) L[(i, j)] = \{p\} \right\}$$

oraz zbiór $M \subset N \times N$

$$M = \{(i, j) \in N \times N \mid \# L[(i, j)] = 1\}$$

Widać, że funkcja L ograniczona do zbioru M ustala jednoznacznie odpowiedniość między wiązkami łączy, które mogą być mierzone za pomocą tylko jednego zestawu pomiarowego, a kodami tych zestawów. Zauważmy, że $\# L[(i, j)] = 1 (L[(i, j)])$ jest zbiorem/ oznacza po prostu, że istnieje dokładnie jeden zestaw pomiarowy zdolny do badania wiązki łączy między centralami i -tą oraz j -tą. Oczywiście dla każdej funkcji planowania w i dowolnego $p \in Z_1$ takiego, że:

$$\{p\} = L[(i, j)] \quad \text{otrzymujemy} \quad \omega(p) = k_{ij}$$

Założmy teraz, że $(i, j) \notin M$.

Oznacza to, że albo $L[(i, j)] = \emptyset$,
albo

$$L[(i, j)] = \{q_1, q_2, \dots, q_s\} \quad s \geq 2$$

W pierwszym przypadku pomiędzy centralami i -tą i j -tą nie ma bezpośredniego połączenia.

W drugim przypadku rozporządzamy więcej niż jednym zestawem pomiarowym do badań wiązki biegnącej z centrali i -tej do j -tej. Oczywiście, zgodnie z 1 i 2, tylko jeden z zestawów q_1, \dots, q_s będzie faktycznie użyty.

A zatem dla dowolnej funkcji planowania ω istnieje $1 \leq s_0 \leq s$ takie, że dla $1 \leq t \leq s$

$$\omega(q_t) = \begin{cases} k_{ij} & \text{gdy } t = s_0 \\ 0 & \text{gdy } t \neq s_0 \end{cases}$$

Uwzględniając warunki 1 i 2 zmieniliśmy klasę funkcji planowania /wagi/, które należy rozpatrywać w zagadnieniach dotyczących pomiarów jednoczesnych i czasu trwania badań sieci. W ogólnym przypadku funkcja planowania określona jest na m -elementowym zbiorze kodów $Z = \{p_1, \dots, p_m\}$ i może przyjmować co najwyżej $N_0 + 1$ różnych wartości, gdzie $N_0 = \max \{k_{ij} \mid (i, j) \in N \times N\}$.

Praktycznie jednak na każdym elemencie podzbioru Z_1 funkcja ta przyjmuje wartości z góry zadane.

Możemy zatem postępować tak, jak gdyby funkcje planowania, które mamy rozpatrywać określone były na zbiorze $Z \setminus Z_1$ /który jest $k = m - \# Z_1$ elementowy/ i mogły przyjmować co najwyżej $N/N-1/ - / \# Z_1 /$ wartości.

Ostatnie ograniczanie pochodzi stąd, że wartościami funkcji planowania mogą być tylko elementy macierzy K opisującej strukturę topologiczną sieci.

Założmy, że w pewnej chwili początkowej t_0 zaczęły jednocześnie działać zestawy pomiarowe wchodzące w skład cyklu pomiarowego. Założenie 2 nie pozwala na przerwanie pracy żadnego z zestawów zanim nie wykona on programu badania wiązki o licznosci k_{ij} dla pewnych $i, j \in N$. Niech $R_1 = \{r_1, \dots, r_s\}$ będzie zbiorem mocno stabilnym odpowiadającym temu cyklowi. Ponieważ po wykonaniu cyklu obciążenie aparatur wchodzących w skład zestawów o kodach r_1, \dots, r_s zmienia się w różny sposób, eliminujemy z rozważań funkcję $f/R.P. 16 \text{ str. } 8/$.

Zmianie ulega określenie funkcji $\bar{\omega}_0, \dots, \bar{\omega}_k /R.P. 16 \text{ str. } 4/$. Mianowicie:

$$\bar{\omega}_0 = \bar{\omega}$$

$$\bar{\omega}_j(A) = \begin{cases} \bar{\omega}_{j-1}(A) & \text{gdy } A \notin V_j \\ \bar{\omega}_{j-1}(A) - \bar{\omega}(A \cap R_j) & \text{gdy } A \in V_j \end{cases}$$

Oczywiście $\bar{\omega}/A \cap R_j/ = \bar{\omega}/r_k/$, gdzie r_k jest kodem zestawu, w skład którego wchodzi aparatura odpowiadająca zbiorowi A w cyklu wyznaczonym przez zbiór mocno stabilny R_j .

Taka definicja zgodna jest z założeniem, że aparatury wchodzące w skład cyklu kończą pracę w różnym czasie, a cykl trwa do momentu, aż najbardziej obciążony zestaw pomiarowy ukończy program badań.

Wadą takiego postępowania jest to, że czas jaki upływa między ukończeniem programu badań przez pewne zestawy pomiarowe wchodzące w skład cyklu a zakończeniem cyklu jest dla aparatur z tych zestawów czasem straconym.

Można jednak zauważyć, że nie ma to żadnego wpływu na czas badań całej sieci, jeśli spełniony jest warunek nieprzerwanej pracy aparatur najbardziej obciążonych.

Jeśli ten warunek nie będzie spełniony /nie każde rozmieszczenie aparatury w centrach na to pozwala/ można zmniejszać straty czasowe dobierając zestawy o zbliżonym obciążeniu. Zauważmy na koniec, że każdy zestaw jest używany dokładnie raz, a zatem poszukiwaniu procedury pomiarowej odpowiada konstrukcja pokolorowania hypergrafu ∇ . Pokolorowanie to powinno spełniać warunek minimalnego czasu pomiarów, tzn. liczba:

$$\alpha = \sum_{i=1}^k \max \{ \omega(r) : r \in R_i \}$$

powinna być jak najmniejsza.

Znalezienie procedury realizującej czas minimalny przy zadanym ustawieniu aparatury w sieci i ustalonej funkcji planowania jest równoważne znalezieniu takiego ciągu zbiorów mocno stabilnych $\{R_1, \dots, R_k\}$ że:

i/ $\{R_1, \dots, R_k\}$ jest pokolorowaniem hypergrafu,

$$\nabla' = \{A_1 \cap Z', \dots, A_n \cap Z'\} \text{ dla } Z' = \{p \in Z \mid \omega/p/ > 0\}$$

ii/ liczba α jest minimalna.

Na zakończenie uwag dotyczących wpływu praktycznych zasad eksploatacji systemu na postać funkcji i zbiorów wprowadzonych w części drugiej uwzględnimy fakt, że aparatura pośrednicząca B32 to właściwie trzy połączone aparaty /B31, B30, B32/, z których w cyklu pomiarowym może pracować tylko jedna. Załóżmy, że $\nabla = \{A_1, \dots, A_n\}$ jest rodziną podzbiorów zbioru kodów Z i zbiory A_{n-2}, A_{n-1}, A_n odpowiadają połączonym aparatom B30, B31, B32.

Niech

$$\nabla' = \{A_1', \dots, A_{n-3}', A_{n-2}\} \quad \text{gdzie}$$

$$A_1' = A_1, A_2' = A_2, \dots, A_{n-3}' = A_{n-3} \quad 1$$

$$A_{n-2} = A_{n-2} \cup A_{n-1} \cup A_n$$

Cykl pomiarowy odpowiadający zbiorowi mocno stabilnemu dla

rodziny V w sposób oczywisty uwzględnią opisaną wyżej własność systemu.

4. WNIOSKI

Metoda przedstawiona w pracy nie nakłada żadnych ograniczeń na liczbę aparatów wchodzących w skład pojedynczego zestawu pomiarowego. Zestawy pomiarowe opisywane tą metodą systemu mogą się składać z dwóch /ABA-2/, dwóch lub trzech /ABA-3/ i większej liczby aparatów; mogą także spełniać różne role w procesie pomiarowym.

Jak zostało wykazane, podstawowe problemy planowania dają się sprowadzić do zagadnień z teorii grafów /generowania niezależnych zbiorów wierzchołków i kolorowania/. Należy jednak pamiętać, że zasady eksploatacji systemu powodują, że ciąg zbiorów niezależnych reprezentujący procedurę pomiarową posiada wiele dodatkowych /zależnych tylko od konkretnego praktycznego przypadku/ własności. Na analizie tych własności oparty będzie wybór i zastosowanie /lub zastosowanie/ jednego z wielu znanych algorytmów wyznaczania zbiorów niezależnych i kolorowania grafów.

Na koniec wypada zwrócić uwagę na pewną cechę tzw. zastosowań teorii grafów. Pojęcia tej teorii są tak elastyczne, że bardzo obszerna klasa zagadnień praktycznych daje się sformułować za pomocą tych pojęć jako pytania o własności pewnych grafów. I w tym momencie okazuje się najczęściej, że twierdzenia teorii grafów nie dają żadnego analitycznego rozwiązania. Stosowanie teorii grafów polega więc w głównej mierze na stosowaniu jej pojęć do systematyzacji zagadnień i przygotowaniu rozwiązania algorytmicznego.

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności
Nr. 5-8766

WYKAZ LITERATURY

1. Berge C.: Graphs Hypergraphs. North Holland, 1973.
2. Godlewski P.: Charakterystyka systemu ABA. Materiały Zakładu Miernictwa i Aut. Badań Ił. Warszawa 1978.
3. Mirsky L.: Transversal Theory. Seria Mathematics in Science and Engeneering, 1971.
4. Sońta S.: Aparatura badań automatycznych ABA-3. Materiały konferencji SEP: "Automatyzacja procesów badaniowych w telekomunikacji". Warszawa 5-6.X.1978.
5. Waśniewski A.: Formalizacja procesu badania łączy telefonicznych za pomocą aparatury systemu ABA-3 . Materiał seminaryjny Zakładu Miernictwa i Automatyzacji Badań Ił. Warszawa 1978.
6. Waśniewski A.: Kombinatoryczne aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą systemu ABA-3. Referaty Problemowe Ił, zeszyt 16, 1979.

D o t y c h c z a s u k a z a ł y s i ę :

1. Białobrzęski R., Sońta S.: Zastosowanie testu chi kwadrat Pearsona do weryfikacji hipotezy statystycznej, na podstawie empirycznej gęstości prawdopodobieństwa. Grudzień 1977.
2. Blinkiewicz A., Mędrzycki B., Hutnik M., Sambierski R.: Zastosowanie pamięci kasetowej PK-1 do rejestracji danych w systemie komutacyjnym E-10. Styczeń 1978.
3. Orłowski A.: Optymalizacja układu ogranicznika dynamiki zwłaszcza dla radiofonii krótkofalowej. Luty 1978.
4. Frączek K.: Zasady opracowywania wymagań techniczno-eksploatacyjnych na urządzenia pomiarowe w resorcie łączności. Marzec 1978.
5. Białobrzęski R., Dudziewicz J.: Minimalna częstość próbkowania sygnału losowego przy pomiarze jego mocy średniej. Marzec 1978.
6. Lewandowski W.: Wprowadzenie komutacji teledacyjnych kanałów cyfrowych w powszechnej telefonicznej sieci komutacyjnej z centralami elektronicznymi E-10. Kwiecień 1978.
7. Dudziewicz J.: Ogólne wytyczne w sprawie prowadzenia i dokumentowania prac naukowo-badawczych wykonywanych w Instytucie łączności. Kwiecień 1978.
8. Stągrowski A.: Metoda detekcji i pomiaru impulsów o maksymalnych i minimalnych czasach trwania w ciągu. Maj 1978.
9. Chamski J.: System CTI-B dla maszyny cyfrowej R-10. Maj 1978.
10. Puchalski E.: Kompensator napięcia stałego stosowany w układach do sprawdzania przetworników termoelektrycznych i mikropotencjometrów. Czerwiec 1978.
11. Kozłowski A.: Elektroniczny sygnalizator przywołania abonenta w aparacie telefonicznym CB. Wrzesień 1978.
12. Stasiński L.: Wyładowania łukowe w.cz. na izolatorach odciągów pionowych anten radiofonicznych. Październik 1978.
13. Wałaszek S.: Zastosowanie uogólnionego rozwiązania układu o trzech stanach do analizy niezawodności. Styczeń 1979.
14. Sońta S.: Aparaturą automatyczna badań sieci łączy międzymiastowych systemu ABA-3. Luty 1979.

15. Godlewski P.: Język programowania badań w systemie ABA2 i ABA3. M= rzec 1979.
16. Waśniewski A.: Kombinatoryczne aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą systemu ABA-3. Kwiecień 1979.
17. Brennek L., Lebidziuk B.: System edycji, przechowywania i translacji programów w języku SAWIK dla minikomputera MERA 305. Maj 1979.
18. Godlewski P.: Aparatura sterująca systemu badawczego ABA-3 - architektura urządzenia. Czerwiec 1979.
19. Chamski J.: Centrum eksploatacji technicznej w systemie E 10. Lipiec 1979.
20. Porada M.: Komunikat o badaniach zakłóceń impulsowych w łączach telefonicznych. Sierpień 1979.
21. Śońta S.: Generacja sygnałów losowych niezależnych obciążających kanały telefoniczne. Wrzesień 1979.
22. Karwowska-Lamparska A.: Koncepcja systemu WIDEOTEKS. Październik 1979.
23. Kowalska J.: Próba eksploatacyjna automatycznej aparatury badawczej ABA-2 - analiza wyników, wnioski. Listopad 1979.
24. Tyrowicz M.: System zdalnej rejestracji kontroli obiektów specjalnych + REKO = . Grudzień 1979.
25. Frydrych Z.: Uwagi o wymiarowaniu wiązek łączy międzycentralowych. Styczeń 1980.
26. Frydrych Z.: O niezawodności sieci telekomunikacyjnej. Luty 1980.
27. Kisło M.: Automatyzacja stacjonarnych pomiarów propagacyjnych. Marzec 1980.
28. Mieszczanek J.: Analiza i projektowanie oscylatorów kwarcowych pracujących w układzie Pierce'a-Colpitts'a. Kwiecień 1980.
29. Frydrych Z.: Niektóre problemy projektowania dróg kolejnego wyboru. Maj 1980.
30. Laube J.: Wybrane metody projektowania cyfrowych zespołów funkcjonalnych na przykładzie projektu generatora połączeń telefonicznych. Czerwiec 1980.

31. Kowalski Z.: Pasmowe tłumienności czwórników i ortotelefoniczne tłumienności odniesienia. Lipiec 1980.
32. Proga I.: Analiza i ocena odgromników zagranicznych oraz niezbędnego do nich osprzętu na podstawie badań i obserwacji w warunkach eksploatacyjnych. Sierpień 1980.
33. Godlewski P., Zejdel A.: System automatycznej kontroli obecności i ruchu załogi AKJR. Wrzesień 1980.

Biblioteka

IL

S-8766