

Paweł Godlewski
Ryszard Kobus
Stanisław Sońta
Andrzej Zejdel
Institut Łączności

W sieci telefonicznej (rys. 1) połączenia pomiędzy abonentami są realizowane z udziałem wielu urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych, tworzących łańcuch telekomunikacyjny. W takim łańcuchu można wyodrębnić ogniwa sieci międzynarodowej (z centralami CMN), sieci międzymiastowej (z centralami CTW, CTZ i CK), sieci miejscowej/strefowej (z centralami CK, CT i CM) oraz sieci abonenckiej (do abonentów *T*).

Dla zapewnienia właściwej jakości połączeń, łańcuch ten oraz jego fragmenty muszą być nadzorowane i systematycznie badane. Systematyczne badania polegają na kolejnym sprawdzaniu parametrów central i łączy, w określonej kolejności i odstępach czasu. Można badać poszczególne ogniwa sieci (wykrycie usterek jest tu równoznaczne z lokalizacją miejsca uszkodzenia) lub, w sieciach o niskiej intensywności uszkodzeń, całe łańcuchy telekomunikacyjne.

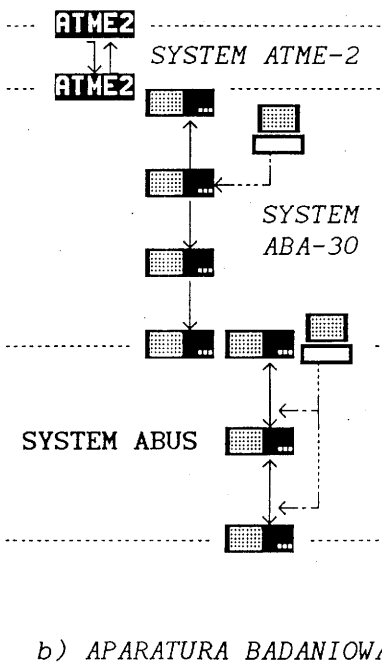
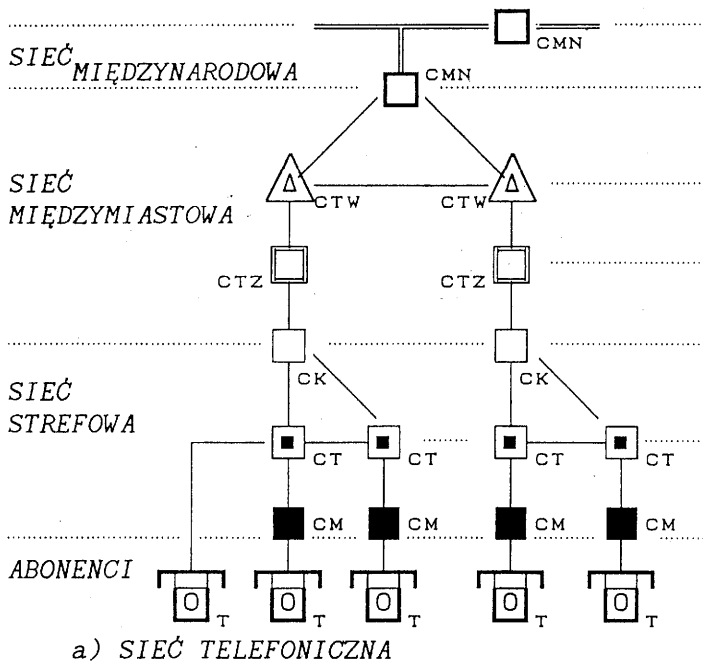
Do badań systematycznych jest wykorzystywana (rys. 1b)

Aparatura do automatycznych badań sieci telefonicznej – systemy ATME2p, ABA30, ABUS

aparatura automatycznych badań łączy/kanałów oraz urządzenia automatycznych badań połączeń (próbniki dróg połączeniowych). Pomimo wbudowania funkcji automatycznych urządzeń pomiarowych w architekturę i strukturę utrzymania nowoczesnych central, niektóre administracje nadal stosują niezależne, „zewnątrzne” próbki tego typu.

AUTOMATYCZNA APARATURA DO BADANIA ŁĄCZY

Łącza (kanały) telefoniczne są elementami sieci, umożliwiającymi dwukierunkowe przesyłanie sygnałów w zakresie 300 ÷ 3400 Hz i zakończone translacjami, przy czym aparaty telefoniczne i elementy łączeniowe central nie wchodzi w ich skład. Łącza mogą być jednotorowe, o torze wspólnym dla obu kierunków transmisji lub dwutorowe, o torach oddzielnych dla każdego kierunku. Początek i koniec łącza/kanału wyznacza



Rys. 1. Sieć telefoniczna i aparatura do jej systematycznych badań

ją punkty dostępu (pomiarowe) o znamionowym poziomie względnym (dBr), których parametry nie ulegają zmianom w procesach komutacji. Translacje dopasowują sygnały systemu transmisyjnego do wymaganych przez dany typ centrali.

Aparatura do badania łączy, np. międzynarodowych (typu ATME), składa się z dwóch elementów, umieszczonych na ich obydwu końcach: sterownika (aparatury A) i odzewnika (aparatury B), które mogą stanowić jedno lub dwa urządzenia, instalowane w każdej z centrali sieci objętej badaniami. Aparatura ta (rys. 2) mierzy wyznaczone łącza i wskazuje te, które wymagają regulacji lub naprawy.

Sterownik aparatury jest dołączany do translacji wyznaczonego łącza/kanału wyjściowego poprzez dołącznik (UD) lub pole komutacyjne centrali. Gdy łącze/kanał jest wolne, to sterownik przekazuje numer odzewnika, a po jego osiągnięciu steruje przebiegiem pomiarów, odbiera i rejestruje wyniki oraz inicjuje rozłączenie.

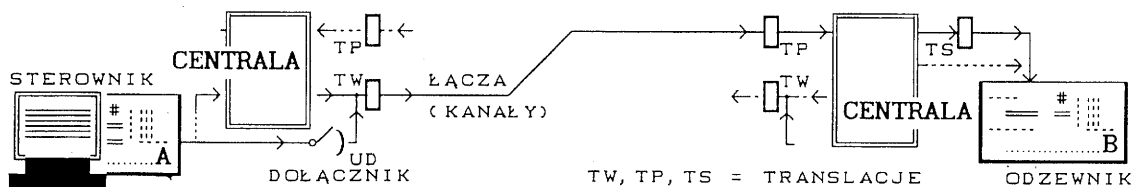
Odzewnik, osiągnięty poprzez stopień grupowy lub abonencki centrali po stronie przyjsiowej łącza/kanału, na polecenia sterownika przesyłane kodem MFC (wieloczęstotliwościowym „2” z „6”), wykonuje pomiary i przekazuje ich wyniki.

Podczas badania aparatura:

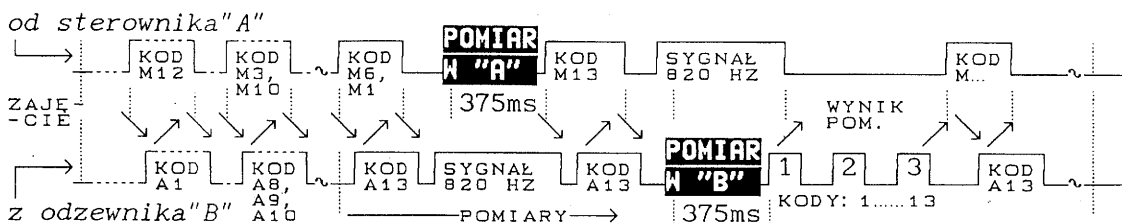
- wykrywa i rejestruje błędy występujące przy zestawianiu połączenia;
- wykonuje pomiary teletransmisyjne dla obu kierunków transmisji łącza/kanału, tzn. pomiary tłumienności, pomiary poziomu szumów psfometrycznych oraz sygnalizuje przerwy i wahania poziomu sygnału, wykryte podczas trwania cyklu pomiarowego;
- sprawdza poprawność przekazywania sygnałów liniowych, wykrywa i rejestruje błędy występujące podczas rozłączania połączenia.

Wyposażenie pomiarowe aparatów musi spełniać następujące wymagania:

- impedancja: 600 Ω, symetryczna;
- częstotliwości sygnałów pomiarowych: 400 Hz, 820 Hz, 2800 Hz;
- bezwzględny poziom mocy nadawczy: -10 dBm0 i ew. 0 dBm0;
- pomiar tłumienności – czas i zakres częstotliwości: 375 ms; 390 Hz do 2820 Hz;
- pomiar tłumienności w zakresie: od -9,9 dB do +5,1 dB;



Rys. 2. Aparatura do badania łączy (sterownik i odzewnik)



Rys. 3. Przykład wymiany kodowej pomiędzy aparaturami

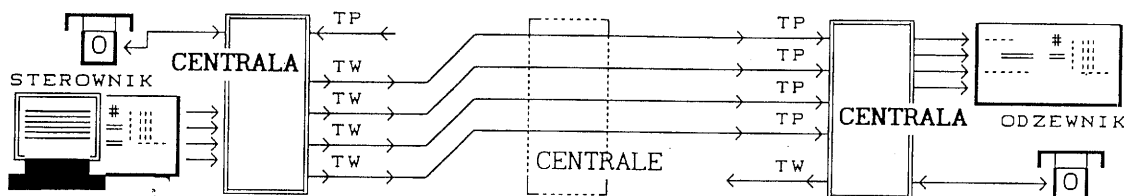
- pomiar szumów — czas i zakres częstotliwości: 375 ms; 50 Hz do 5000 Hz;
- pomiar szumów w zakresie: od -30 do -65 dBm0.

Wszystkie polecenia, potwierdzenia, dane identyfikacyjne oraz wyniki pomiarów są przekazywane kodem MFC, sygnałami: kodu R2 (dla sieci jedno- i dwutorowej) lub kodu nr 5 (dla sieci międzynarodowej dwutorowej). Sterownik przesyła polecenia za pomocą sygnałów nazwanych M1 ÷ M15, a odzewnik odpowiedzi i wyniki za pomocą sygnałów A1 ÷ A15.

Sposób wymiany kodowej pomiędzy aparaturami pokazano na rys. 3.

AUTOMATYCZNA APARATURA DO BADANIA POŁĄCZEŃ

Automatyczna aparatura do badania połączeń (rys. 4) składa się również ze sterownika oraz odzewnika. Połączenia są realizowane tak jak dla abonentów i w związku z tym nie jest znana droga zestawiona przez centralę oraz współrzedne łączy wykorzystywanych pomiędzy centralami. Ocena jakości może więc być wyłącznie typu statystycznego, na podstawie dużej



Rys. 4. Aparatura do badania połączeń (sterownik — odzewnik)

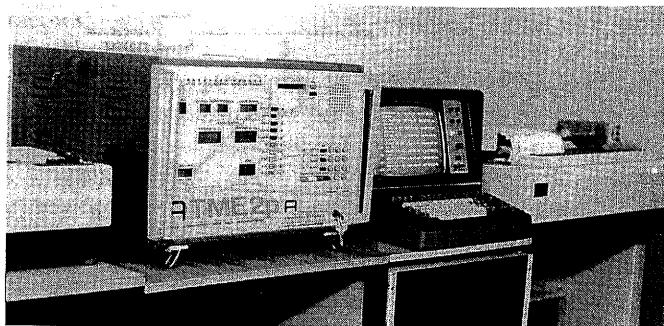
liczby połączeń. Badaniem, realizowanymi na zasadzie próbnych wywołań, mogą być objęte wyłącznie centrale wyposażone w stopień abonencki.

Sterownik jest dołączany, w sposób ręczny lub poprzez dołącznik, jednocześnie do 5 ÷ 32 (dla generowania ruchu) wejść abonenckich centrali. W celu zestawienia połączeń sterownik przesyła „abonenckie” numery wejść odzewnika, a po jego zgłoszeniu steruje przebiegiem badań, odbiera i rejestruje wyniki oraz inicjuje rozłączenie.

Odzewniki ma, odpowiednio, 5 ÷ 32 wejść i jest dołączony do wyjść stopnia abonenckiego centrali. Na polecenie sterownika wykonuje badania (kolejno lub równocześnie dla wszystkich dołączonych linii) i przekazuje lub rejestruje ich wyniki. Najprostsza wersja takiej aparatury to „próbnik dróg połączeniowych”, który sprawdza poprawność zestawiania i rozłączania połączeń (z ewentualną kontrolą poprawności przekazywanych sygnałów tonowych). Komunikacja pomiędzy sterownikiem a odzewnikiem tego typu aparatury nie jest objęta zaleceniami CCITT.

APARATURA DO BADANIA ŁĄCZY MIĘDZYKRAJOWYCH W SYSTEMIE ATME2

Przy badaniu łączy międzynarodowych, w systemie ATME2, komunikacja pomiędzy aparaturami odbywa się kodem MFC-nr 5, a badania mają przebieg zgodny z Zaleceniem CCITT O.22. Obecnie badania takich łączy są realizowane przez aparatury wbudowane w centrale (SESS, S12, EWSD). Wcześniej automatyczne badania łączy pracujących w ruchu międzynarodowym, pomiędzy centralą międzynarodową E10A (CMN) w Warszawie a połączonymi z nią centralami międzynarodowymi wyposażonymi w aparaturę typu ATME2, realizo-



Rys. 5. Aparatura ATME2p

wała opracowana w Instytucie Łączności aparatura ATME2p (rys. 5).

Badania łączy wychodzących były prowadzone przez sterownik ATME2pA, dostęp do translacji wyjściowych badanych łączy zapewniał dołącznik UD (UD-E10) oraz pole komutacyjne centrali (MNAA-E10). Dane o łącach, objętych automatycznymi badaniami, zawarte były w tzw. katalogu łączy tego urządzenia. Badania łączy przychodzących były prowadzone przez odzewnik ATME2pB, dołączony do stopnia grupowego centrali.

APARATURA DO BADANIA ŁĄCZY MIĘDZYMIASTOWYCH SYSTEMU ABA30

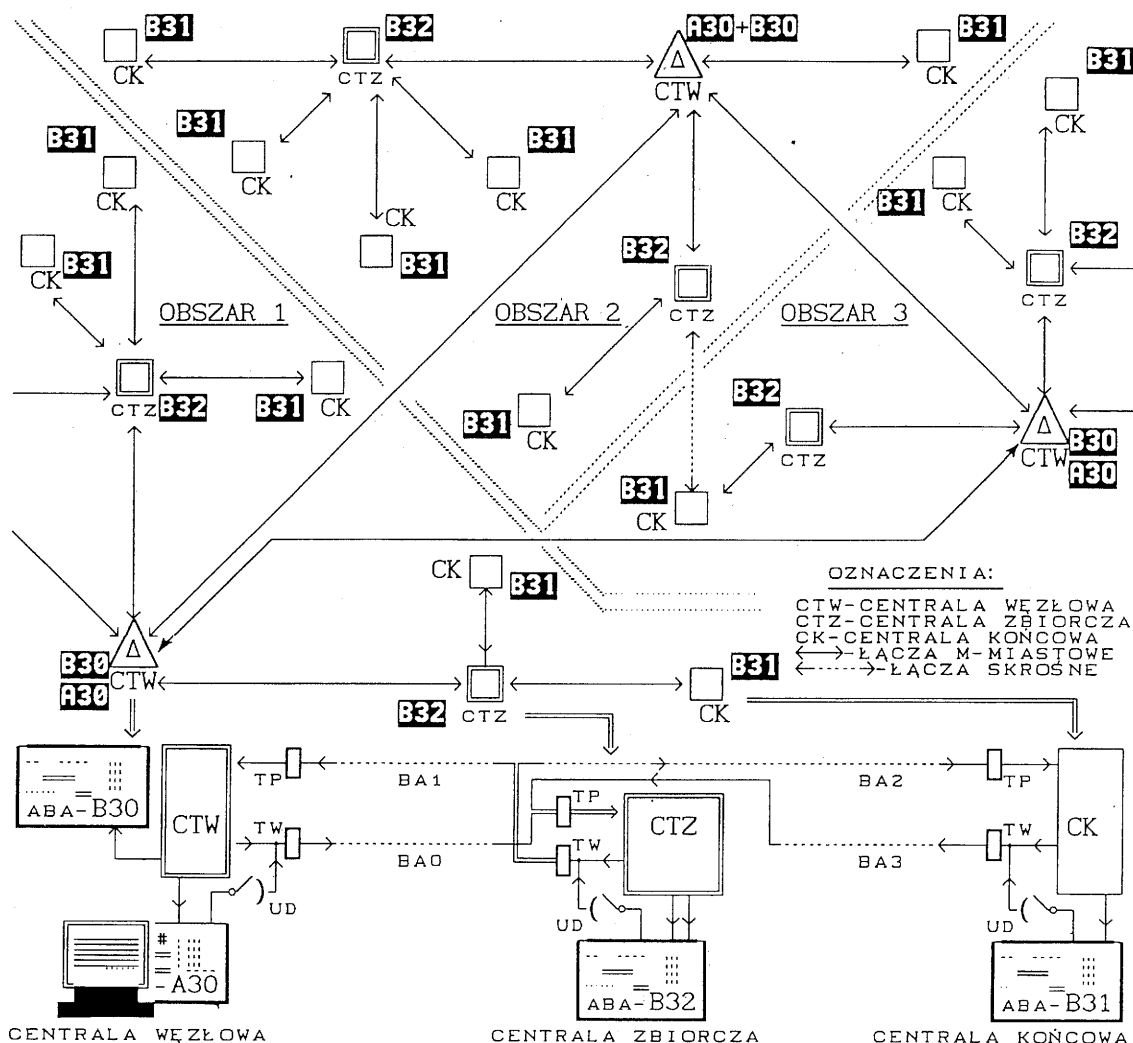
W dotychczasowej organizacji badań (rys. 6) krajowa międzymiastowa sieć telefoniczna jest podzielona na obszary telekomunikacyjne, z których każdy obejmuje jedną centralę węzłową (CTW) oraz wiele współpracujących z nią central zbiorczych (CTZ) i końcowych (CK). Dla badania tej sieci, w Instytucie Łączności opracowano, będący następcą systemu ABA2 do badania sieci miasto-miasto, system ABA3/ABA30.

Do badania łączy automatycznej sieci międzymiastowej za pomocą aparatur systemu ABA3/ABA30 w centralach węzłowych (CTW) są instalowane urządzenia A3/A30 i odzewniki B3/B30, w centralach zbiorczych (CTZ) urządzenia B32, a w centralach końcowych (CK) urządzenia B31.

Dane o łącach (objętych automatycznymi badaniami), wychodzących ze wszystkich central danego obszaru telekomunikacyjnego, są zawarte w „katalogu łączy” urządzenia A30. Programowanie, sterowanie badaniami (przy współpracy z urządzeniami B30, B31 i B32) i rejestrację wyników dla całego obszaru zapewnia również urządzenie A30. Urządzenie B30 pełni funkcję odzewnika, a urządzenia B31/32 mogą pełnić funkcję odzewnika (jak B30) lub sterownika, pracując zgodnie z poleceniami odbieranymi od urządzenia A30 po zestawionym na czas badań łączy.

System ABA30 realizuje 4 rodzaje pracy przy badaniu łączy:

- BA0: urządzenie A30 pełni funkcję sterownika przy badaniu łączy wyjściowych centrali węzłowej (CTW), współpracując z odzewnikiem B30 lub B31/32;
- BA1: urządzenie A30, po zestawieniu (i zajęciu na czas badań) łączy do urządzenia B32 w centrali zbiorczej (CTZ), pełni



Rys. 6. Organizacja badań łączy w systemie ABA30

funkcję odzwonika dla badania łączy przyjsściowych, a funkcję sterownika pełni B32;

- BA2: urządzenie A30, po zestawieniu (i zajęciu na czas badań) łączy do urządzenia B32, steruje badaniami; funkcję sterownika przy zdalnym badaniu łączy wyjściowych pełni urządzenie B32, a odzwonikiem jest urządzenie B31 w centrali końcowej (CK);
- BA3: urządzenie A30, po zestawieniu (i zajęciu na czas badań) łączy do urządzenia B32 i łączy od urządzenia B32 do B31, steruje badaniami; funkcję sterownika pełni urządzenie B31 w centrali końcowej (CK), funkcję odzwonika pełni urządzenie B32 w centrali zbiorczej (CTZ). Dostęp do translacji wyjściowych badanych łączy zapewnia, odpowiedni dla danego typu centrali, dołącznik UD (UD-PC, UD-D lub UD-E10). Komunikacja pomiędzy aparaturami, po zestawionych łączach, odbywa się sygnałami kodu MFC-R2. Badania mają przebieg zgodny z Zaleceniem CCITT O.22.

Instytut Łączności wyposażył sieć międzymiastową w około 80 aparatów tego typu. W skład pierwszych czterech aparatów sterujących (typu A3) wchodził minikomputer MERA 305, a aparaty sterowane B3/B30, B31 i B32 miały „logikę” opartą na wykorzystaniu układów TTL. Kilka aparatów zainstalowano w Bułgarii i Słowacji. Po pojawieniu się mikroprocesorów Z80 została opracowana przy ich wykorzystaniu seria aparatów mniejszych i bardziej niezawodnych – typu A30 i A30P (12 szt.) oraz aparaty B30P, B32P, a także sterowane mikroprocesorowo urządzenia dostępu do łączy – UD-E10 (do central E10A) i UD-D (do central biegowych). Rodzinę aparatów systemu ABA pokazano na IV stronie okładki.

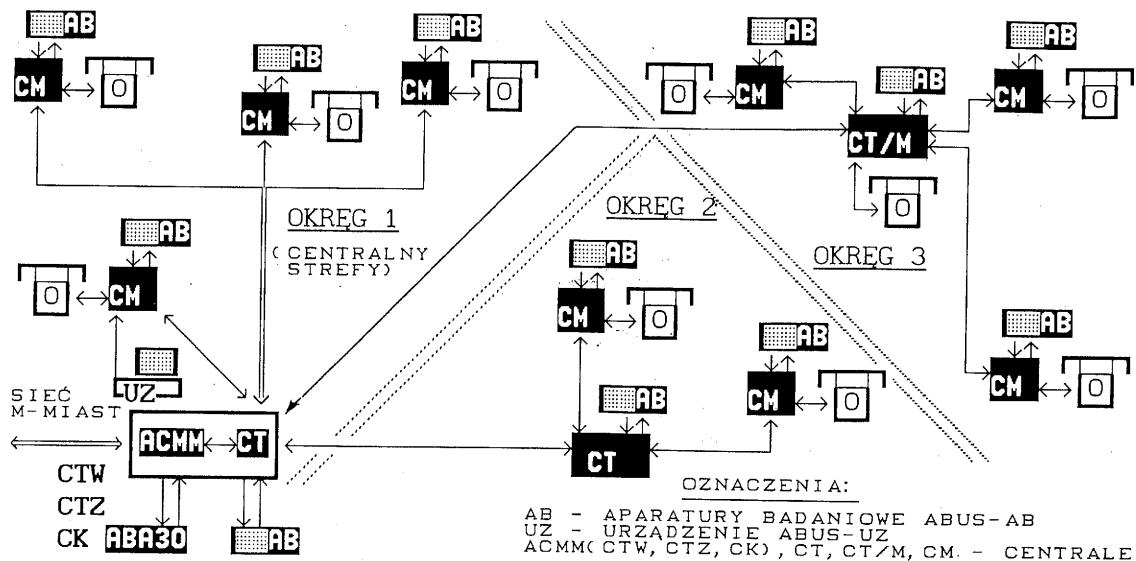
W celu umożliwienia zdalnego programowania badań z centrum w Warszawie wykonano, wykorzystując komputery PC/XT wyposażone w modemy 1200 bit/s, dwanaście „stacji operatorskich”. Zastąpiły one wyeksploatowane monitory aparatur sterujących A3/A30/A30P. Stacje operatorskie umożliwiają lokalne programowanie badań oraz mogą współpracować poprzez publiczną sieć komutowaną z „centralną stacją operatorską”. Stacja ta (komputer PC AT z modemem) ma także możliwość odbioru i przechowywania wyników badań dla wszystkich łączy objętych nadzorem systemu ABA30.

Elektroniczne centrale węzłowe, instalowane po roku 1990, zostały wyposażone przez ich producentów w funkcje aparatów A3/A30 do badań bezpośrednich (rodzaj pracy BA0). Pojawił się problem zdalnego sterowania istniejących w sieci aparatów B31/B32. Rozwiązano go programowo, dostosowując aparaty A30/A30P do komunikacji z tymi centralami kodem MFC-R2.

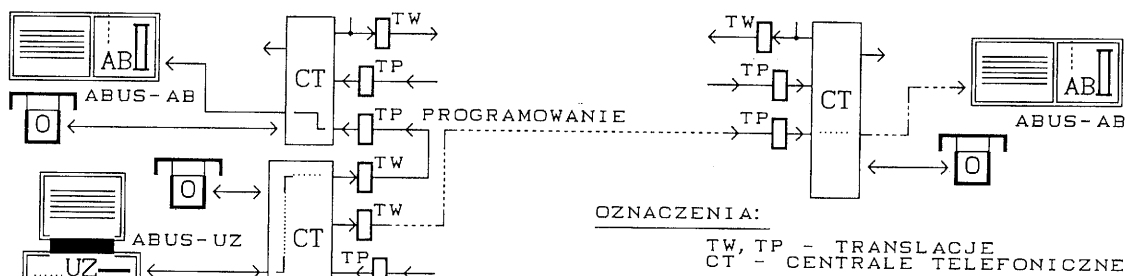
APARATURA DO AUTOMATYCZNYCH BADAŃ SIECI STREFOWYCH – SYSTEM ABUS

W sieci strefowej (rys. 7) centrala międzymiastowa (CTW, CTZ, CK) współpracuje z centralami okręgowymi: tranzyto-miejskimi (CT/M) lub tranzytowymi (CT), a te z centralami miejscowymi (CM) miejskimi, wiejskimi i zakładowymi.

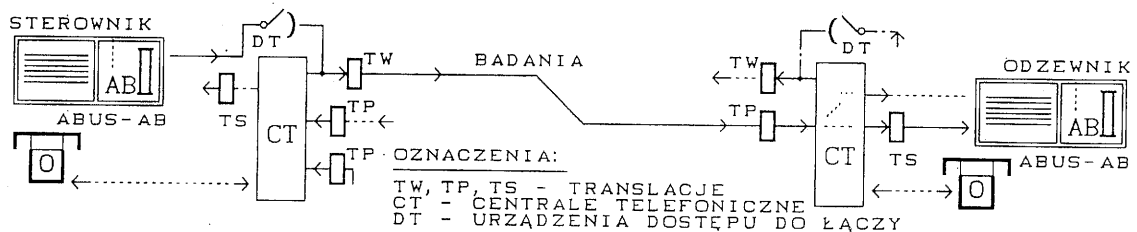
Automatyczne badania sieci strefowych realizuje system ABUS, w skład którego wchodzi: aparatura badaniowa ABUS-AB, dołączniki ABUS-DA i urządzenie zarządzające



Rys. 7. Rozmieszczenie aparatur badawczych w sieci strefowej



Rys. 8. Programowanie badań z urządzenia ABUS-UZ



Rys. 9. Badanie łączy

badaniami ABUS-UZ. System umożliwia prowadzenie badań systematycznych, statystyczną ocenę jakości sieci oraz wykonywanie badań diagnostycznych.

Urządzenie zarządzające badaniami ABUS-UZ, instalowane w „centrum utrzymania” strefy numeracyjnej, jest przeznaczone do programowania pracy aparatur badawczych ABUS-AB oraz do oceny jakości danej sieci strefowej. Programy badań systematycznych dla poszczególnych aparatur badawczych, przygotowane na podstawie danych wprowadzonych przez operatora oraz informacji zawartych w pamięci urządzenia zarządzającego ABUS-UZ, są przekazywane okresowo do aparatur badawczych ABUS-AB po komutowanych łączach telefonicznych (rys. 8). W ten sam sposób, na polecenie urządzenia zarządzającego, pobierane są wyniki przeprowadzonych badań. Funkcję urządzenia ABUS-UZ pełni komputer, kompatybilny z IBM PC, wyposażony w modem telefoniczny. Praca odbywa się w wygodny dla operatora sposób – za pomocą „okien”. Po ewentualnej rozbudowie oprogramowania urządzenie ABUS-UZ może dostarczać informacje o jakości sieci dla krajowego systemu utrzymania i nadzoru.

Aparatura badawcza ABUS-AB pełni funkcję sterownika oraz odzewnika przy automatycznym badaniu łączy i połączeń.

Aparatura ABUS-AB, dla realizacji funkcji sterownika, może być programowana lokalnie (przy wykorzystaniu jej monitora i klawiatury) i z urządzenia zarządzającego ABUS-UZ. Wyniki badań oraz „katalog” łączy przeznaczonych do badań są zapisane w jej pamięci dyskowej. Aparatura ABUS-AB pełni także funkcje odzewnika:

- dla innych aparatur ABUS-AB przy badaniach łączy;
- dla innych aparatur ABUS-AB przy badaniach połączeń;
- dla istniejących w sieci urządzeń automatycznych HD jako HAV i dla urządzeń ręcznych jako „cicha końcówka” i „pętla pomiarowa” (dodatkowa opcja).

Komunikacja pomiędzy aparaturami ABUS-AB odbywa się za pomocą sygnałów kodu MFC-R2.

Przy badaniach łączy (rys. 9) dostęp aparatury do żądanych kanałów wyjściowych (maksymalnie do 80 tys.) w centrali ze sterowaniem programowym jest realizowany poprzez pole komutacyjne centrali. Współpraca z rejestrem centrali (np. poprzez krotnicę TCK30) odbywa się kodem R2. Dostęp do żądanych translacji wyjściowych (maksymalnie 4900), równoległe z urządzeniami komutacyjnymi central elektromechanicznych typu: Pentaconta 1000C/LNI/GCI, Strowger 32AB i 32AA/AB oraz K-66, zapewniają dołączniki zbudowane na

wyberakach krzyżowych, komutujące od 3 do 8 linii zależnie od typu translacji.

Aparatura ABUS-AB sterownik, po zajęciu żądanego w programie łącza/kanału, pełni rolę rejestru wyjściowego, przekazując impulsami dekadowymi, kodem R2 lub kodem „znakozmiennym” (dla centrali K-66) numer odzewnika skrócony lub abonencki. Odzewnik wykonuje polecenia sterownika, m.in. przekazuje numer centrali i swój numer porządkowy oraz wykonuje pomiary.

Badania mają przebieg analogiczny jak w systemie ABA30 i obejmują:

- zajęcie łącza oraz zestawienie połączenia do odzewnika;
- pomiary parametrów transmisyjnych, tzn. tłumienności przy częstotliwościach 400 Hz, 820 Hz i 2800 Hz (w zakresie od -30 do +3 dB, z rozdzielczością 0,5 dB, wyłącznie przy poziomie obniżonym -10 dBm0) oraz poziomu szumów (w zakresie od -30 do -65 dB, z rozdzielczością 5 dB);
- kontrolę sekwencji „położenie-podniesienie mikrofonu” i kontrolę poprawności rozłączenia.

Badania połączeń (metodą próbnych wywołań) umożliwiają ocenę jakości usług telefonicznych z punktu widzenia zwykłego

abonenta. Aparatura ABUS-AB realizuje funkcje próbnika dróg połączeniowych i jest dołączana do centrali analogicznie jak abonenci telefoniczni. Generując ruch zestawia 5 połączeń jednocześnie, zarówno wewnątrz centrali, jak też pomiędzy centralami.

Aparatura ABUS-AB sterownik jest dołączona do stopnia liniowego centrali bezpośrednio lub za pośrednictwem dołącznika, który umożliwia skomutowanie drogi dla 1 lub 5 równoczesnych połączeń do 50x5 punktów centrali. Aparatura nadaje (w sposób dekadowy) zadane w programie „abonenckie” numery odzewnika.

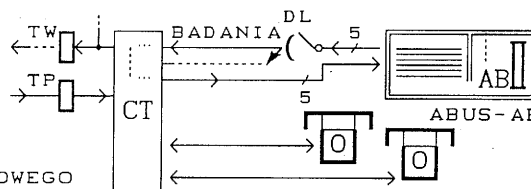
Aparatura ABUS-AB odzewnik dołączona jest do indywidualnych lub zrównoleglonych wyjść abonenckich centrali. Po zajęciu wykonuje polecenia sterownika (m.in. przekazuje numer centrali i swój numer porządkowy oraz dołącza blok pomiarowy do aktualnie mierzonej linii).

Przy badaniu „5 połączeń” zestawianie odbywa się równocześnie, zaś kontrola nawiązania współpracy odbywa się kolejno, z podtrzymaniem połączeń skontrolowanych. Badania „pojedynczych połączeń” mają przebieg podobny jak dla łączy.

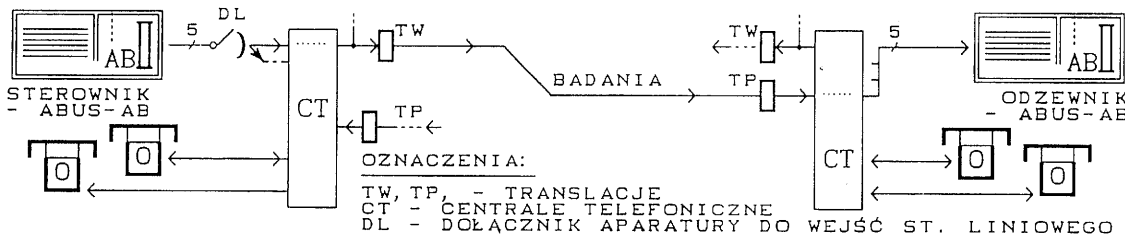
Przy badaniu połączeń w obrębie jednej centrali (rys. 10)

OZNACZENIA:

- TW, TP, - TRANSLACJE
- CT - CENTRALE TELEFONICZNE
- DL - DOŁĄCZNIK DO WEJŚĆ STOPNIA LINIOWEGO



Rys. 10. Badanie połączeń lokalnych (w obrębie centrali)



Rys. 11. Badanie połączeń „zewnętrznych” (pomiędzy centralami)

a)

<WYNIKI-.....>		0: 15		20: 45	
NR. STAN	9580. 1	9581. 1	9582. 1	9583. 1	9584. 1
820 Hz	2,5+0,0	2,5 0,0	2,5+0,0	0,5+0,0	2,5 7,0
400 Hz	+0,5 0,5	+0,5 0,5	+1,5 0,5	+0,5 0,5	+0,5 0,5
2800Hz	1,5 3,0	1,5 3,5	1,5 3,0	1,5 1,0	1,5 3,5
SZUMY:	55 50	65 55	60 55	55 65	45 55
/T/-Q-	NTK	OK	N-T	OK	N-K
ET-NWP	60-PMT	62-ROZ
G: MN	20: 40	20: 43	20: 43	20: 44	20: 45
MC-DN	04-01	04-01	04-01	04-01	04-01

5=WYDRUK ACK→NAST. WYNIK #→LISTA (FUNKCJI)

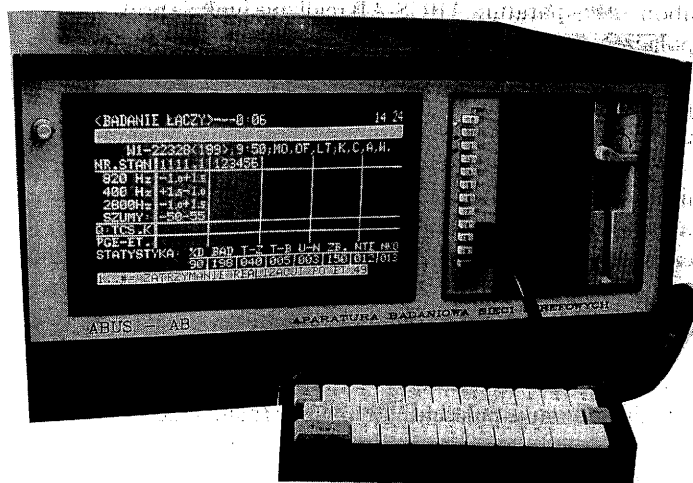
- 1 ZASILANIE
- 2 TRANSMISJA
- 3 ALARM
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 0
- #
- STP
- RESET
- ACK

b)

WYNIK POMIARU:		SZUMÓW		820 Hz,		400 Hz,		2800 Hz,	
NR. STAN	-Q- ET-NWP	-G: MN	SZUMY	---820---	---400---	---2800---			
9583. 1	ok	20: 44	55 65	0.5 +0.0	+0.5	1.5	1.5	1.0	
9584. 1	ntk	62-roz	20: 45	45 55	2.5	7.0	+0.5	0.5	1.5 3.5

NUMER → DOSTĘPNOŚĆ
 GODZINA BADANIA (G: MN)
 OCENA JAKOŚCI KOMUTACYJNEJ I TELETRANSMISYJNEJ (Q)

Rys. 12. Postać wyników na: a) ekranie, b) wydruku



Rys. 13. Aparatura ABUS-AB

aparatura pełni jednocześnie funkcję sterownika i odzewnika, natomiast sposób badania połączeń „zewnętrznych” pokazano na rys. 11.

Programy pracy aparatury i dane katalogowe badanych łączy mogą być wprowadzane: lokalnie (przez operatora) oraz zdalnie (z urządzenia zarządzającego ABUS-UZ). Lokalnie wybór realizowanej funkcji i wybór badanych parametrów jest dokonywany za pomocą klawiatury, z wyświetlanej na ekranie „rozwijanej listy”.

Wyniki badań łączy, połączeń i testów są wyświetlane na

wbudowanym monitorze ekranowym aparatury i są archiwizowane na dysku. Mogą być drukowane oraz transmitowane do urządzenia ABUS-UZ (na jego polecenie). Postać wyników na ekranie oraz wydruk przedstawiono na rys. 12.

Pierwsza seria aparatów (rys. 13) systemu ABUS, przeznaczona dla central w Warszawie, została wykonana w Instytucie Łączności przy wykorzystaniu mikroprocesorów Z80. Zastosowano dwa procesory: taktowany częstotliwością 2,5 MHz, organizujący pracę zespołów i urządzeń zewnętrznych oraz taktowany częstotliwością 4 MHz, realizujący transmisję danych, generację, odbiór i pomiar wszystkich sygnałów analogowych. Aparatura jest zasilana z baterii centralowej 48V lub 60V i ma wymiary: 385 × 490 × 270 mm. Zespoły o wymiarach 140 × 160 mm są wsuwane od czoła oraz od tyłu obudowy, mają złącza do współpracy z urządzeniem dostępu oraz drukarką. Aparaturę zaprojektowano w ten sposób, że bez zmian układowych może ona współpracować ze wszystkimi typami central wykorzystywanymi w Polsce.

W roku 1993 została opracowana nowa wersja aparatur ABUS. Ma ona postać dwu pakietów komputera PC486/50MHz (IV strona okładki). Na pakietach znajdują się elementy współpracujące z centralą (transformatory, przekaźniki, układy odbiorcze oraz 14-bitowy przetwornik D/A, A/D), natomiast wszystkie funkcje sterujące i przetwarzania sygnałów realizuje procesor komputera (w tym psfometryczny pomiar poziomu szumów). Wykonana w Instytucie Łączności seria 7 sztuk takich aparatów została zainstalowana w Okręgu Katowice TP SA.