

# *Programowalne urządzenia do badania sieci i usług komunikacji elektronicznej – działalność konstrukcyjna Instytutu Łączności*

*Paweł Godlewski,  
Bogdan Chojnacki, Barbara Regulska*

*Zaprezentowano urządzenia do badania sieci i usług komunikacji elektronicznej, opracowane przez pracowników Instytutu Łączności na przestrzeni lat 1970–2009. Opisano też bieżące prace z tego zakresu prowadzone w Zakładzie Zastosowań Technik Łączności Elektronicznej.*

*badanie sieci i usług, działalność konstrukcyjna IŁ*

## **Wprowadzenie**

W Instytucie Łączności (IŁ), od początku jego istnienia, były wytwarzane różnorodne urządzenia pomiarowe. W okresie przed drugą wojną światową opracowano i wykonano wiele przyrządów dla Państwowych Zakładów Teletransmisyjnych (PZT), Ministerstwa Poczty i Telegrafów oraz Fabryki Kabli w Ożarowie. W latach powojennych wykonywano m.in. takie urządzenia, jak mierniki poziomu, przyrządy do wykrywania i lokalizacji uszkodzeń kabli. W latach 1961–1970 opracowano wiele metod pomiarowych i wzorcowych stanowisk pomiarowych na potrzeby resortu łączności.

Wielkie wyzwanie dla Instytutu Łączności pojawiło się we wczesnych latach siedemdziesiątych w związku z rozpoczęciem automatyzacji międzymiastowej sieci telefonicznej. Proces ten wymagał również wprowadzenia automatyzacji pomiarów. Instytut rozpoczął wówczas opracowywanie systemów oraz urządzeń do automatycznego badania sieci i usług komunikacji elektronicznej. Z powodzeniem realizuje te zadania do dziś.

## **Badania sieci i usług**

W połączeniach między użytkownikami i użytkownikami oraz dostawcami usług świadczonych w sieciach komunikacji elektronicznej uczestniczą liczne węzły komutacji i łączące je kanały komunikacyjne. Dla zapewnienia właściwej jakości usług świadczonych za pośrednictwem takich sieci zarówno całe łańcuchy komunikacyjne, jak i ich fragmenty muszą być nadzorowane oraz systematycznie badane. Przez nadzór rozumie się ciągły proces pomiarowy, realizowany z wykorzystaniem czujników i mierników rozmieszczonych w nadzorowanej sieci, natomiast systematyczne badania obejmują kontrolę parametrów węzłów oraz kanałów komunikacyjnych (łączna lub rozdzielna) w określonej kolejności i odstępach czasu.

Nadzorować lub badać można poszczególne ogniwa sieci, przy czym wykrycie usterki jest równoznaczne z lokalizacją miejsca uszkodzenia. W sieciach o niskiej intensywności uszkodzeń można badać całe łańcuchy telekomunikacyjne, zakładając, że jeżeli pracują poprawnie, to ewentualne uszkodzenia indywidualnych podzespołów mogą nie być brane pod uwagę. Do określenia jakości technicznej fragmentów sieci lub całych sieci oraz do oceny stopnia ich wykorzystania stosuje się obróbkę statystyczną zgromadzonych wyników.

Operatorzy sieci mogą stosować zamiennie lub jednocześnie obie wymienione metody, a regulator rynku usług telekomunikacyjnych (Urząd Komunikacji Elektronicznej – UKE) może albo wykorzystywać wyniki uzyskiwane od operatorów, albo – niezależnie od nich – badać całe łańcuchy telekomunikacyjne za pomocą urządzeń, realizujących funkcje analogiczne do terminali abonenckich.

Współczesna sieć komunikacji elektronicznej przechodziła różne fazy rozwoju, od telefonicznych central ręcznych i łączy naturalnych, przez centrale elektromechaniczne i systemy analogowe dużych krotności, centrale oraz sieci cyfrowe, do fazy zintegrowanej sieci komunikacji i usług. Na każdym etapie były stosowane inne metody oceny pracy sieci. Początkowo jakość „od końca do końca” oceniały telefonistki przy okazji zestawiania połączeń, później pojawiły się urządzenia automatyzujące badania.

Automatyzacja połączeń w sieci spowodowała konieczność szybkiej automatyzacji badań jej najbardziej wrażliwego ogniwa – analogowych łączy międzycentralowych. Wzrost liczby usług oraz podmiotów uczestniczących w procesie komunikacyjnym postawił kolejne wyzwania, głównie przed regulatorami krajowych rynków usług komunikacji elektronicznej.

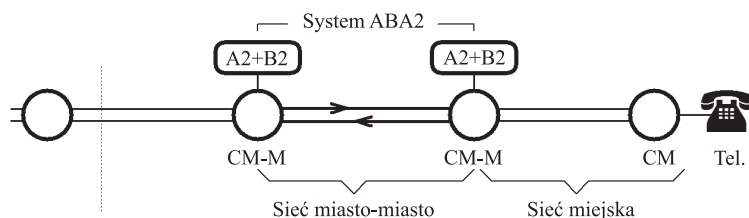
Konstruowanie programowanych urządzeń badaniowych rozpoczęto w Instytucie Łączności równocześnie z automatyzacją sieci połączeń międzymiastowych. Początkowo był to system badaniowy dla central biegowych „miasto-miasto”, a następnie – dla central rejestrowych ACMM z sygnalizacją R2. W kolejnych latach opracowano urządzenia do badania sieci strefowych, w końcu utworzono ogólnopolski system badania jakości „usług powszechnie dostępnych” w sieciach komunikacji elektronicznej.

## System ABA

W latach siedemdziesiątych rozpoczęła się w Polsce automatyzacja połączeń telefonicznych ruchu „miasto-miasto”. Wybierając odpowiedni numer kierunkowy, można było łączyć się bez udziału telefonistki z innym miastem, także za pośrednictwem innych miast, których numery kierunkowe zostały wybrane. Tym samym rosła liczba koniecznych do kontrolowania kanałów telefonicznych. Instytut Łączności podjął prace nad urządzeniem do takiej automatycznej kontroli.

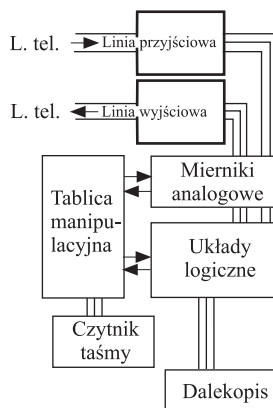
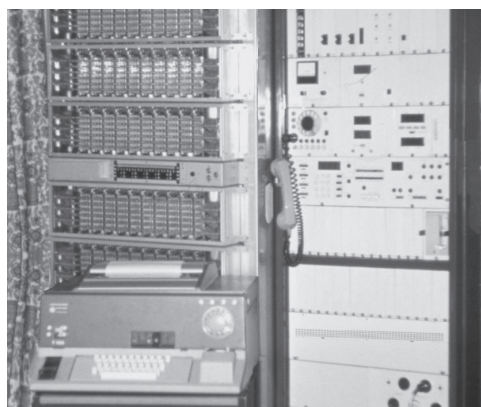
### System ABA2

System ABA2 (rys. 1 i 2), opracowany w Zakładzie Miernictwa i Automatyzacji Badań, służył do badania jakości łączy międzycentralowych (tzn. tych elementów sieci, które umożliwiają dwukierunkowe przesyłanie sygnałów akustycznych w pasmie 300–3400 Hz między centralami telefonicznymi). System



**Rys. 1.** Zasada działania systemu ABA2 w centralach Strowgera typu „miasto-miasto”  
A2 – urządzenie inicjujące, B2 – odzewnik, CM – centrala miejska, CM-M – centrala „miasto-miasto”

składał się z – pracujących w centralach na odległych końcach badanych łączy – autonomicznych urządzeń sterujących A2 inicjujących badania oraz z odzewników B2. Dostęp do badanych łączy zapewniało, wykonane na tzw. wybierakach, urządzenie dołączające. Urządzenia sterujące A2, na podstawie wpisanego zakresu numerów, sterowały zestawianiem kolejnych łączy oraz dokonywały pomiarów ich parametrów elektrycznych. Urządzenia sterujące komunikowały się z odzewnikami, które także wykonywały pomiary i przesyłały ich wyniki za pomocą sygnałów tonowych w systemie sygnalizacji R2 (wchodzącym wówczas do stosowania do komunikacji między centralami). Mierzono tłumienność sygnałów przy 800 Hz oraz oceniano progowo poziom szumów psfometrycznych. Każde urządzenie sterujące A2 miało pod bezpośrednią kontrolą do 700 łączy wychodzących. Wszystkie wyniki pomiarów były drukowane na dalekopisie i ewentualnie rejestrowane na taśmie perforowanej (w celu ich późniejszej obróbki na komputerze Odra). Na taśmie perforowanej były też rejestrowane numery łączy/kanałów, wymagających ponownego zbadania (na polecenie operatora wczytywane przez czytnik taśmy perforowanej urządzenia A2).



**Rys. 2.** Widok oraz schemat blokowy urządzenia ABA2 (stojak prawy) wraz z urządzeniem dołączającym i dalekopisem (stojak lewy)

Modele urządzeń systemu ABA2 były wykonane w Zakładzie Miernictwa i Automatykacji Badań Instytutu Łączności, natomiast produkcja kilkunastu zestawów odbywała się, na podstawie dostarczonej dokumentacji i modelu, w Państwowych Zakładach Telekomunikacyjnych. Urządzenia były eksploatowane w miastach wojewódzkich Polski do czasu zastąpienia central „miasto-miasto” systemu Strowgera tranzytowymi centralami rejestrowymi systemu Pentaconta oraz E-10.

System ABA2 został zauważony także poza granicami kraju – do Bułgarii wyeksportowano zestaw urządzeń A2 + B2, który pracownicy Instytutu Łączności dostosowali do lokalnych wymagań oraz zainstalowali w Sofii i Płowdiw.

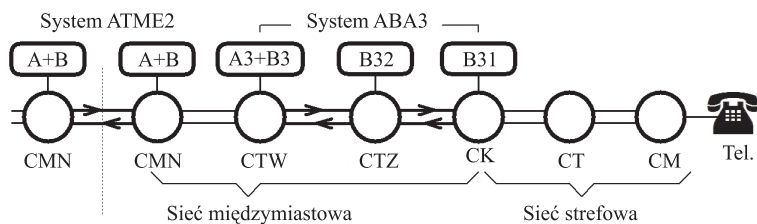
Urządzenia systemu ABA2 zbudowano z hybrydowych układów cyfrowych – bramek NOR, zasilanych napięciem 24 V. Takie duże napięcie zasilania zastosowano w obawie przed zakłóceniami. Do komunikacji z operatorem systemu służyły: przełączniki, lampki sygnalizacyjne, wyświetlacze cyfrowe LED (nowość) oraz 5-kanałowa (dalekopisowa) taśma dziurkowana. W podobnej technologii wykonywano w tym czasie wszystkie europejskie urządzenia kontrolno-pomiarowe.

## System ABA3/ABA30 oraz urządzenia systemu ATME2

W Zakładzie Miernictwa i Automatykacji Badań opracowano kolejny system automatycznych badań telekomunikacyjnych łączy międzymiastowych – ABA3.

W Życiu Warszawy z 29 listopada 1977 r. opublikowano na ten temat artykuł pt. *ABA3 usprawni działanie automatycznych central międzymiastowych*, w którym podkreślono znaczenie tego systemu:

„Rozwój automatycznych połączeń w ruchu międzymiastowym zrodził potrzebę automatycznej kontroli sieci. Dotychczasowe sprawdzanie łączy przez panie z międzymiastowej nie wystarcza ze względu na ciągły przyrost nowych połączeń. Do tego celu służyć ma m.in. system automatycznych badań, telekomunikacyjnych łączy międzymiastowych, typu ABA3. Jest to bardzo nowoczesne rozwiązanie oparte na minikomputerze Mera 300. Daje możliwości automatyzacji pomiarów całej sieci, w tym nie tylko łączy oddalonych od siebie central, ale i połączeń tranzytowych”. (...) „Na razie zestawy ABA3 przechodzą w Instytucie Łączności ostatnie próby przed zainstalowaniem w czterech centralach „Pentaconta” (w Warszawie, Gdańsku, Poznaniu i Krakowie). Jest to niejako poletko doświadczalne przed objęciem całego kraju siecią automatycznych połączeń telefonicznych. Opracowanie ABA3 – mówi mgr inż. Sońta z Zakładu Miernictwa i Automatykacji Badań Instytutu Łączności – trwało niespełna dwa lata. Duża to zasługa całego pięćdziesięcioosobowego zespołu, w większości ludzi młodych, absolwentów wyższych uczelni. Dzięki ich inwencji i wiedzy fachowej udało się w tak krótkim czasie przygotować system do podjęcia normalnej pracy. Dużą pomoc okazały zakłady systemów minikomputerowych «Mera»”.

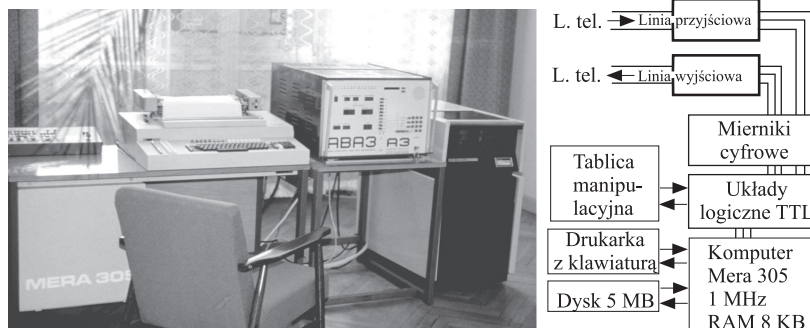


**Rys. 3.** Zasada działania systemu ABA3 i ATME2 w automatycznej sieci telefonicznej  
A – urządzenia sterujące, B – urządzenia sterowane, CMN – centrale międzynarodowe, CTW – centrale węzłowe, CTZ – centrale tranzytowe, CK – centrale końcowe, CK, CT, CM – centrale sieci strefowej

System ABA3 (rys. 3), nazwany po modernizacji ABA30, dostosowano do konfiguracji, w której zostały wyodrębnione: sieć międzynarodowa (z centralami CMN), sieć międzymiastowa (z centralami węzłowymi CTW, tranzytowymi CTZ i końcowymi CK) oraz sieci strefowe (z centralami CK, CT i CM).

Dla central CTW przeznaczono urządzenia sterujące A3 (rys. 4) lub A30 oraz sterowane B3 lub B30, dla central CTZ – urządzenia sterowane B32, a dla central CK – zdalnie sterowane urządzenia B31. Urządzenia sterujące, na podstawie wpisanej konfiguracji sieci, wprowadzały łączy/kanały do urządzeń sterowanych oraz wspólnie z tymi urządzeniami dokonywały pomiarów ich parametrów elektrycznych. Komunikacja urządzeń sterujących z urządzeniami sterowanymi odbywała się za pomocą sygnałów tonowych w systemie sygnalizacji R2 (stosowanym do komunikacji między centralami). Mierzono tłumienność sygnałów 400 Hz, 800 Hz i 2800 Hz oraz poziom szumów psfometrycznych,

a oceniano także dostępność łączy i stabilność transmitowanych sygnałów pomiarowych. Każde urządzenie sterujące miało pod bezpośrednią kontrolą około 1000 łączy wychodzących oraz zarządzało badaniami około 10 000 kolejnych łączy, dostępnych z urządzeń sterowanych. Wszystkie wyniki pomiarów rejestrowano w pamięciach dyskowych urządzeń sterujących i wykorzystywano, m.in. do obliczania nastaw korygujących wzmocnienie sygnałów w analogowych międzymiastowych traktach wysokiej krotności. W końcowym okresie eksploatacji systemu, aby optymalnie wykorzystać czas na badania, programy przeznaczone do uruchamiania w urządzeniach A30 przygotowywano w jednym centrum obliczeniowym.



**Rys. 4.** Widok oraz schemat blokowy urządzenia ABA3-A3 w centrali węzłowej w Głównym Urzędzie Telekomunikacji Międzymiastowej (GUTM) w Warszawie

Równoległe z budową systemu ABA3 wykonano też jedno urządzenie sterujące i jedno sterowane, przeznaczone do badania łączy w, zalecanym przez CCITT (*Consultative Committee International Telegraphy and Telephony*), systemie ATME2. Za pomocą tych urządzeń badano parametry wszystkich łączy wychodzących i przychodzących, pracujących w ruchu automatycznym (w tym czasie połączenia z krajami pozaeuropejskimi odbywały się wyłącznie z udziałem telefonistek) z jedynej wówczas centrali międzynarodowej CMN w Warszawie.

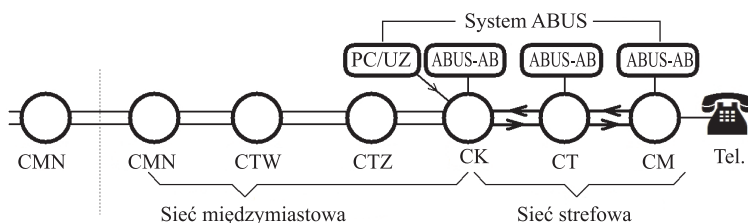
W kolejnych latach, opracowane w 1977 r., urządzenia systemu ABA3 podlegały ewolucji. Mini-komputer Mera 305, zarządzający badaniami urządzenia sterującego A3, został zastąpiony – zaprojektowanym w Instytucie Łączności – sterownikiem mikroprocesorowym (z mikroprocesorem Z80), wchodzącym w skład zmodernizowanego urządzenia A30. Służącą do wprowadzania programów drukarkę z klawiaturą DZM180 zastąpił monitor ekranowy z klawiaturą. Jako pamięć masową – w nowej wersji urządzenia – zastosowano pamięć z dyskami elastycznymi, a dane do centrum obliczeniowego były zapisane na 8-calowych dyskietkach. Skonstruowane wyłącznie z układów scalonych TTL urządzenia sterowane B3 zostały uproszczone dzięki zastosowaniu procesora, tworząc rodzinę urządzeń B30, B31 i B32.

Urządzenia modelowe systemu ABA3/ABA30 były wykonywane w Zakładzie Miernictwa i Automatykacji Badań, natomiast produkcja małoseryjna odbywała się, na podstawie dostarczonej dokumentacji i modelu, w Oddziale Konstrukcyjno-Warsztatowym (OKW) Instytutu Łączności. Urządzenia te, serwisowane także przez OKW, były eksploatowane (17 urządzeń A3/A30 oraz 60 urządzeń B3/B30, B31 i B32) do czasu zastąpienia central Pentaconta i E-10 centralami cyfrowymi, a międzymiastowych łączy analogowych – łączy PCM (*Pulse Code Modulation*).

Do Czechosłowacji wyeksportowano dwa urządzenia sterowane dla systemu ATME2 (współpracowały z ATME2 firmy Ericsson w Smokowcu i Spiskiej Nowej Wsi), prowadzono też zaawansowane rozmowy dotyczące eksportu systemu ABA30 (po modyfikacjach, zgodnie z oczekiwaniami zamawiających) do Bułgarii i ZSRR – przerwane zmianami ustrojowymi z końca lat osiemdziesiątych (na podstawie podpatrzonych rozwiązań Bułgarzy opracowali własną wersję takiego systemu).

## System ABUS

Wraz z pojawieniem się pierwszych komputerów osobistych PC i dostępem do ich komponentów, w Instytucie Łączności przystąpiono do opracowywania niedrogiej aparatury przeznaczonej do badania sieci strefowych (rys. 5).

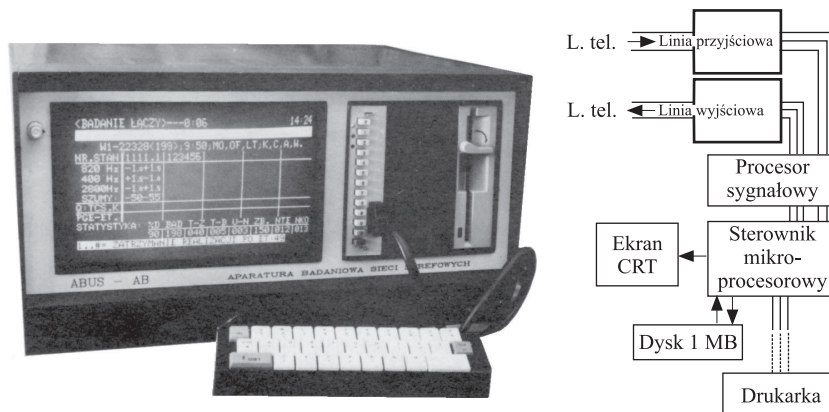


Rys. 5. Zasada działania urządzenia systemu ABUS w sieciach strefowych (oznaczenia central jak na rys. 3)

Urządzenia ABUS-AB, z wbudowanym monitorem i stacją dysków elastycznych FDD, sterowane procesorem Z80, umożliwiły lokalne programowanie pracy (na zasadzie wyboru z listy) oraz zdalne programowanie z – umieszczonego w strefowym centrum zarządzania – komputera PC/UZ typu PC-AT, wyposażonego w modem 300/1200 bit/s i pracującego pod kontrolą systemu operacyjnego IBM-DOS. Mierzone były zarówno parametry łączy międzycentralowych (poprzez urządzenie dostępu do łączy), kanałów PCM central E-10 (poprzez dedykowany moduł programowy tych central), jak i jakość połączeń zestawianych z analogowych wejść abonenckich centrali. Wbudowane przyrządy pomiarowe (z cyfrowym przetwarzaniem sygnałów i wykorzystaniem szybkiej transformaty Fouriera) umożliwiały pomiar tłumienności dla 400 Hz, 820 Hz, 2800 Hz oraz psfometrycznego poziomu szumów. Komunikacja między urządzeniami odbywała się za pomocą sygnałów kodu wieloczęstotliwościowego R2. Programy pracy oraz wyniki badań, wyświetlane na ekranie wbudowanego monitora ekranowego, były rejestrowane we wbudowanej 5-calowej pamięci dyskowej urządzenia inicjującego połączenie i były dostępne zdalnie dla komputera PC/UZ, nadzorującego pracę urządzeń ABUS-AB w całej strefie numeracyjnej. Komputer mógł zarządzać badaniami do 80 urządzeń typu ABUS-AB.

W urządzeniu badaniowym ABUS-AB (rys. 6) zastosowano dwa procesory Z80 taktowane sygnałem 4 MHz oraz pamięć RAM o pojemności 64 KB, przy czym jeden z procesorów, w połączeniu z typowym kodekiem PCM, służył wyłącznie do cyfrowej obróbki sygnałów analogowych. Jako ciekawostkę można podać fakt, że modem pracujący z szybkością 300 bit/s po stronie urządzenia zrealizowano w sposób programowy oraz że zaimplementowano w urządzeniu interpreter języka BASIC, zajmujący zaledwie 2 KB pamięci EPROM! Zarówno w urządzeniach, jak i w komputerze PC programowanie badań odbywało się przez wybór z wyświetlanego menu kontekstowego, a oprogramowanie napisano w assemblerze.

W Zakładzie Miernictwa i Automatykacji Badań Instytutu Łączności wyprodukowano serię kilkunastu tych urządzeń. Były one wykorzystywane w latach 1990–1996 w Dyrekcji Okręgu Warszawa



Rys. 6. Widok oraz schemat blokowy urządzenia ABUS-AB do badania sieci strefowych

Telekomunikacji Polskiej SA (TP SA). Ponadto w 1994 r. wykonano, dla central w Dyrekcji Okręgu Katowice, serię 8 urządzeń ABUS-AB, mających postać dwóch długich kart wkładanych do komputera PC-486 (program emulujący pracę urządzenia sterowanego procesorem Z80 napisano w języku Pascal).

## System AWP-IŁ

W związku z rozporządzeniem Ministra Łączności z dnia 9 kwietnia 1997 r.<sup>①</sup>, pojawiła się potrzeba opracowania niedrogich, zdalnie programowanych urządzeń, przeznaczonych do oceny jakości sieci telekomunikacyjnej, możliwych do zainstalowania we wszystkich centralach końcowych (z zakończeniami abonenckimi) sieci PSTN/ISDN (*Public Switched Telephone Network/Integrated Services Digital Network*).

Gdy w 1998 r. powstawała koncepcja systemu, nie znajdowano w literaturze opisów podobnych rozwiązań, dopiero dwa lata później dotarły informacje o systemie dla sieci telekomunikacyjnej Australii, o podobnej architekturze (z ok. 2 000 próbników). Dużym problemem było przekonanie potencjalnych odbiorców w Polsce do rozwiązania, w którym obsługa obiektu nie może lokalnie zaprogramować badań i obejrzeć wyników dotyczących ich sieci, a o kolejności badań decyduje program, a nie człowiek.

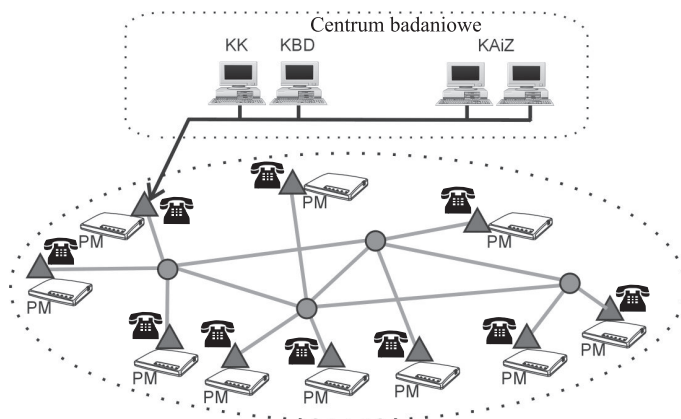
### System AWP-IŁ z próbnikami PM2 i PM3

W latach 1999–2001 system AWP-IŁ z próbnikami PM2 wdrożono do eksploatacji na terenie Dyrekcji Warszawskiej TP SA. Od 2001 r., po pozytywnej ocenie TP SA i po rozbudowie funkcjonalnej, system ten jest wykorzystywany przez Urząd Komunikacji Elektronicznej do zdalnej kontroli i oceny parametrów krajowej sieci telekomunikacyjnej.

<sup>①</sup> „Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 9 kwietnia 1997 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych warunków świadczenia usług telekomunikacyjnych w sieci telekomunikacyjnej użytku publicznego” (Dz.U., 1997, nr 39, poz. 238), zobowiązujące operatorów do systematycznego publikowania raportów o skuteczności połączeń w sieci krajowej.

We wrześniu 2000 r. system badania jakości technicznej sieci telefonicznej AWP-IŁ otrzymał II nagrodę w kategorii „Projekty Gotowe do Wdrożenia” i został wyróżniony w konkursie „Laur Infotela”, ogłoszonym na XVI Krajowym Sympozjum Telekomunikacji (KST) w Bydgoszczy.

System AWP-IŁ z próbnikami PM2 oraz PM3 (rys. 7) służy do badania jakości usług telefonicznych „od końca do końca” i statystycznego opracowywania wyników badań. Składa się on z jednego centrum badaniowego (zawierającego komputery: komunikacyjny KK, baz danych KBD oraz analiz i zarządzania KAIZ), przeznaczonego do planowania badań, rozsyłania programów, zbierania, analizy i udostępniania wyników oraz z urządzeń badaniowych – próbników PM, rozmieszczonych w obiektach telekomunikacyjnych.



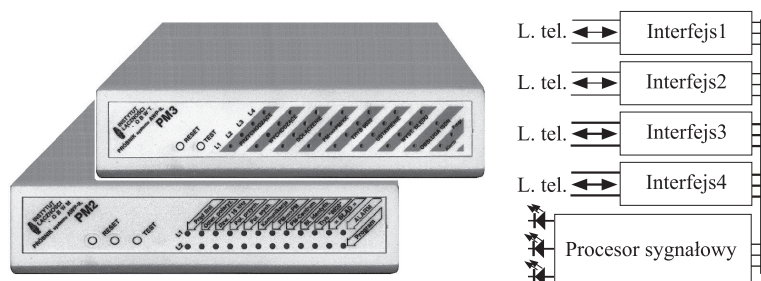
Rys. 7. Konfiguracja systemu AWP-IŁ z próbnikami PM2 oraz PM3 (na rysunku PM)

System został zaprojektowany tak, aby docelowo było możliwe rozmieszczenie próbników PM przy wszystkich centralach, we wszystkich strefach i u wszystkich operatorów (maksymalnie 5 000 próbników). Przyjęto, że wszystkie uczestniczące w badaniach próbki będą równorzędne, a ponadto, że jednocześnie wszystkie będą mogły prowadzić badania. Ze względu na planowaną wielkość systemu założono, że wybór badanych relacji (tzn. par współpracujących w danym momencie próbników) będzie dokonywany pseudolosowo przez program. Początkowo planowano realizację losowania w próbnikach, ale później zadanie to przypisano jednemu z komputerów w centrum, a próbki wyposażono w pamięć, która mieściła tygodniowy program badań i ich wyniki (do 1440 połączeń na dobę dla każdego z interfejsów abonenckich próbki). Takie rozwiązanie uniezależniło pracę próbników od przerw w komunikacji z centrum, gdyż w czasie gdy uruchamiano system (1999 r.), skuteczność połączeń nie przekraczała 70%, a skuteczność transmisji modemowych w wielu relacjach była zdecydowanie niższa. Do programowania badań i transmisji wyników wykorzystano badaną sieć PSTN w ten sposób, że komputer komunikacyjny KK, przez 30-kanalowy modem telefoniczny, zestawia okresowo połączenia do próbników, pobiera wyniki i wysyła nowe programy badań.

Obecnie w prowadzonych przez UKE badaniach sieci telefonicznej PSTN jest wykorzystywanych 8 próbników PM2 oraz 219 próbników PM3. Każdy próbnik PM2 jest dołączony do dwóch analogowych linii abonenckich, a próbnik PM3 – do dwóch lub czterech. Próbki PM3 mogą być dołączone do dwóch linii ISDN, jednak opcja ta nie jest wykorzystywana. Interfejs obsługujący każdą linię pracuje niezależnie – mogą być zestawiane i odbierane połączenia zarówno do innych próbników z innych central, jak i w ramach tego samego próbki w obrębie jednej centrali. Do budowy próbników wykorzystano układy modemowe oraz wysoko wydajne procesory sygnałowe.



Próbniki PM2 i PM3 (rys. 8) umożliwiają pomiar poziomów i czasów trwania sygnałów informacyjnych centrali oraz sygnału taryfikacji, pomiar tłumienności transmitowanych sygnałów dla częstotliwości 400 Hz, 1020 Hz i 2800 Hz, pomiar poziomu szumów psfometrycznych oraz kwantyzacji,



Rys. 8. Widok oraz schemat blokowy próbnika PM2 oraz PM3 systemu AWP-IŁ

ocenę transmisji modemowej (do 14 400 bit/s) i szybkości transmisji faksowej. Ponadto, próbnik PM2 realizuje wszystkie wymagane funkcje odzwonika eksploatowanego również w sieci systemu A8620, a próbnik PM3 umożliwia także badanie systemu taryfikacji.

### Rozbudowa systemu AWP-IŁ – próbniki PM5

W 2007 r. w Urzędzie Komunikacji Elektronicznej oraz w Instytucie Łączności prowadzono prace związane z wytypowaniem wskaźników jakościowych do oceny sieci komunikacji elektronicznej. Na liście takich wskaźników znalazły się między innymi: jakość połączeń faksowych, osiągnięta na łączu modemowym szybkość dla wdzwanianego dostępu do internetu, skuteczność i czas zestawiania połączeń z sieci przewodowej PSTN do sieci komórkowych GSM (*Global System for Mobile Communications*) oraz wewnątrz sieci GSM, skuteczność i czas przesyłania wiadomości SMS. Do realizacji wymienionych funkcji opracowano nowe urządzenie PM – próbnik PM5.

Komunikacja centrum – próbnik we wcześniejszych rozwiązaniach była nawiązywana przez centrum i wymagała analogowych lub cyfrowych modemów, a do sprawnego przesłania programów – znacznej liczby linii/kanałów telefonicznych. Dla próbników PM5 zaś przyjęto rozwiązanie nie wymagające dodatkowego sprzętu. Dotychczasowe centrum badaniowe systemu AWP-IŁ w UKE, pełniące funkcje planowania badań, rozsyłania programów, zbierania, analizy i udostępniania wyników (zawierające komputer: komunikacyjny KK, baz danych KBD oraz analiz i zarządzania KAIZ), zostało jedynie uzupełnione przez dodanie serwera dostępowego SWWW, przeznaczonego do komunikacji z próbnikami PM5 przez sieć internet.

Próbniki, raz na godzinę lub w momentach wyznaczonych przez program, łączą się niemal równocześnie przez sieć internet (wykorzystując infrastrukturę operatorów) z serwerem, z którego zawsze pobierają aktualny czas oraz program badań – nowy albo już zrealizowany – i do którego przesyłają logi z wynikami zrealizowanych badań. Programy badań mogą być przygotowywane z dowolnym wyprzedzeniem lub zmieniane na chwilę przed zaplanowanym dostępem próbników, a wyniki badań w pamięci próbników są kasowane dopiero po potwierdzeniu poprawnego zapisu w centrum.

Próbniki typu PM5 (103 szt.), rozszerzające możliwości kontrolno-pomiarowe systemu AWP-IŁ, umieszczono w sąsiedztwie wybranych próbników PM3 (m.in. ze względu na gotowe doprowadzenie

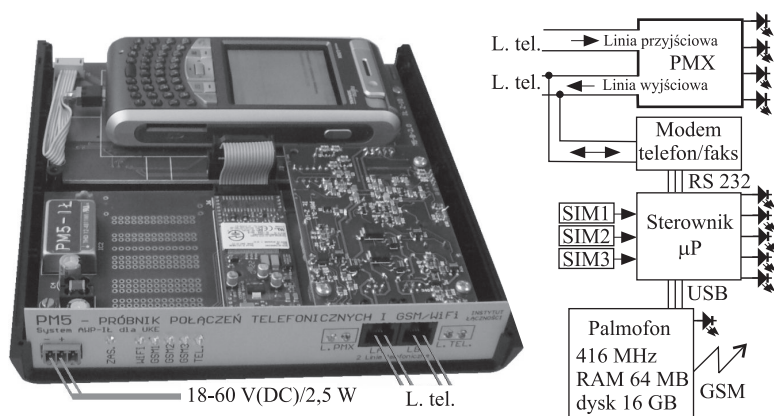
linii telefonicznych i napięć zasilania). Tak jak w przypadku próbników PM2/PM3, przyjęto, że wszystkie uczestniczące w badaniach próbniki PM5 będą równorzędne, że jednocześnie wszystkie będą mogły prowadzić badania, a ponadto, że wybór badanych relacji (tzn. par współpracujących w danym momencie próbników) będzie dokonywany pseudolosowo przez program uruchamiany (z reguły raz na dobę) w centrum.

Próbniki PM5 są dołączane do jednej lub dwóch linii analogowych sieci PSTN oraz pracują na przemian, według programu, w trzech sieciach GSM (3 karty *pre-paid*).

Pojedynczy, programowalny cykl badań trwa 15 min (96 badań/próbnik w ciągu doby) i obejmuje: odbiór wywołań z sieci PSTN i GSM od innych próbników lub dostęp do centrum przez wdzwaniany internet, przesłanie 3-stronicowego testowego faksu, kontrolę dostępu do wdzwanianego internetu, wywołania przez sieć GSM lub testowe SMS-y do wskazanych próbników.

Działania próbników (inicjowane badania, odbierane wywołania, zachowania sieci GSM) są zapisywane w logach, przesyłanych przez próbniki do serwera (SWWW) centrum badawczego w UKE. Przy okazji składania logów, co z reguły odbywa się prawie równocześnie dla wszystkich próbników, są pobierane nowe programy badań, przygotowane na jednym z komputerów KAiz i złożone w serwerze SWWW.

Pracą próbników PM5 (rys. 9) zarządza umieszczony wewnątrz obudowy komunikator mobilny (palmofon z procesorem 416 MHz, systemem Windows Mobile 5, pamięcią RAM 64 MB i ewentualnie pamięcią SD do 16 GB), pracujący w sieci GSM 850/900/1800/1900 MHz, o wymiarach 126 × 64 × 21 mm. Rozwiązanie to znacznie zmniejszyło pracochłonność opracowania próbniaka. W komunikacji z modułem modemu telefon/faks oraz trzema kartami SIM (*Subscriber Identity Module*) (rys. 9) trzech operatorów sieci GSM (Idea, Plus, Era) pośredniczy sterownik z mikroprocesorem AT90USB (*host Universal Serial Bus – USB*). Jednym z elementów składowych jest także moduł odzewnika PMX. Program działania próbniaka, napisany w języku C++, zajmuje w pamięci komunikatora około 100 KB i może być wymieniany zdalnie.



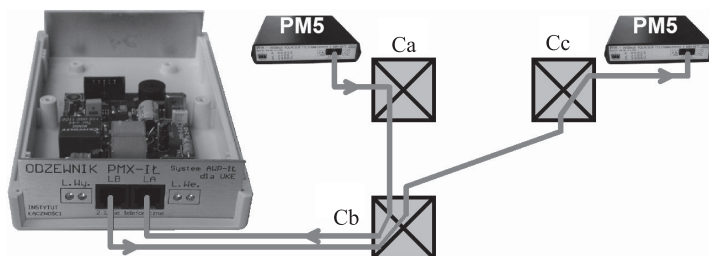
Rys. 9. Widok oraz schemat blokowy próbniaka PM5

Próbniki PM5 wykonano w Zakładzie Zastosowań Technik Łączności Elektronicznej i w końcu 2007 r. zainstalowano w UKE. W 2008 r. uruchomiono badania sieci GSM, a obecnie jest rozbudowywana funkcjonalność próbników (możliwość badania usługi SMS) i powiększana wydajność badań (5-krotne zwiększenie liczby wyników podczas badań w sieci GSM). W maju 2008 r. system badania

jakości usług w sieciach telekomunikacyjnych AWP-IŁ otrzymał tytuł „Lider Rynku” w „Konkursie Promocyjnym na Najlepszy Produkt”.

**Odzewniki PMX.** Równocześnie z rozszerzeniem funkcjonalności systemu AWP-IŁ powiększono jego zasięg, instalując w końcu 2007 r., w prawie 500 węzłach komutacyjnych, opracowane i wykonane w Zakładzie Zastosowań Technik Łączności Elektronicznej, odzewniki PMX.

Zadaniem odzewników PMX (rys. 10) jest umożliwienie zdalnego dostępu do usług świadczonych abonentom central odległych od urządzenia kontrolno-pomiarowego (np. próbnika PM5), oceniającego te usługi.



**Rys. 10.** Widok oraz sposób współpracy odzewnika PMX z próbnikami PM5  
Ca, Cb, Cc – odległe od siebie centrale telefoniczne

Z punktu widzenia urządzenia kontrolno-pomiarowego, odzewnik PMX odwzorowuje dołączone do centrali dwa sprzężone ze sobą akustycznie, abonenckie analogowe aparaty telefoniczne i realizuje dwie funkcje:

- automatycznego urządzenia odzewowego, które w odpowiedzi na sygnał dzwonięcia z linii telefonicznej przyściowej wysyła sygnał akustyczny;
- tzw. ekspandera, przedłużającego na żądanie odległego urządzenia kontrolno-pomiarowego linię telefoniczną przyściową w taki sposób, że jest traktowana przez centralę jak pełnoprawna linia wyjściowa lokalnego abonenta.

Ponieważ sprzężenie obu linii odbywa się wyłącznie poprzez pojemności, retransmitowane sygnały są zniekształcane w minimalnym stopniu (tłumienie ok. 7 dB, wynikające z przejścia przez centralę; płaska charakterystyka tłumienności).

W typowej konfiguracji odzewnik PMX w odpowiedzi na sygnały wywołania zamyka pętlę prądową linii przyściowej oraz wysyła sygnały akustyczne 2 kHz i 2,4 kHz. Jeżeli nie otrzyma żadnego polecenia, to po 10 s rozłącza połączenie przychodzące. Jeżeli otrzyma odpowiednie polecenie, to zajmuje linię wyjściową na wymagany czas i łączy ją przez kondensatory z linią przyściową, umożliwiając dowolne badania urządzeniu kontrolno-pomiarowemu.

Odzewnik PMX jest zasilany wyłącznie z linii telefonicznej przyściowej, co uzyskano dzięki zastosowaniu m.in. bardzo energooszczędnego mikroprocesora zarządzającego pracą urządzenia.

Odzewniki pracują w systemie AWP-IŁ w roli ekspanderów próbników PM5, umożliwiając (minimalnym kosztem) badania jakości usług dostępnych z oddalonych od tych urządzeń central (jakość faksu, dostępu do internetu, wywołania z sieci PSTN do GSM). Pracują też jako urządzenia odzewowe

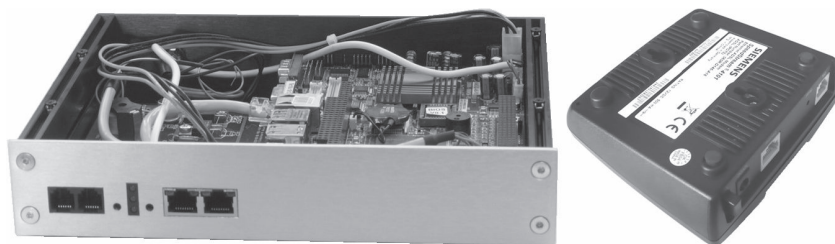
dla głowic pomiarowych TRU (systemu A8620, który stał się podsystemem AWP-IŁ), badających skuteczność połączeń. Mogą także pracować poza systemem AWP-IŁ (np. zarządzane z testera PM9, również opracowanego w Instytucie Łączności), umożliwiając ocenę dostępności usług lub służb alarmowych (w tym numeru 112) z central telefonicznych, na których zostały zainstalowane.

### ***Próbniki do badania internetu w systemie AWP-IŁ***

W 2008 r. został opracowany próbnik PM6, przeznaczony do pracy w systemie AWP-IŁ, umożliwiając badanie wskaźników jakościowych szerokopasmowego dostępu do internetu.

Wskaźnikami jakości ocenianymi przez próbnik są: przepływność łącza stałego w obu kierunkach podczas transmisji plików z wykorzystaniem protokołu FTP (*File Transfer Protocol*) lub SFTP, dostępność zasobów wyznaczonych portali, stopa błędów transmisji przy przeglądaniu stron WWW, możliwość nadawania i odbierania poczty internetowej za pośrednictwem wskazanych serwerów SMTP. Wartości wymaganych wskaźników jakości będą wyznaczone w centrum badaniowym (w UKE) po przetworzeniu wyników przesłanych przez próbnik PM6.

Podczas projektowania przyjęto następujące założenia: próbnik PM6 będzie dołączany do modemu ADSL/DSL/CATV (*Asymmetric Digital Subscriber Line/Digital Subscriber Line/Community Antenna Television*) (neostrada, Net24 itp.) przez złącze Ethernet 100BaseT i umożliwi pracę z przepływnością do 6 Mbit/s, badania będą wykonywane cyklicznie co 15 min, w każdym cyklu będą przeprowadzane wszystkie zaprogramowane testy, kolejność testów w cyklu będzie losowana, a badania będą realizowane cyklicznie, aż do daty/godz. końca badań lub do momentu pobrania z serwera następnego programu badań. Co godzinę próbnik będzie się zgłaszał do centrum, w celu przekazania cząstkowych wyników i ewentualnie pobrania nowego programu. W 2008 r. (w ramach pracy statutowej IŁ) wykonano dwa modele, wykorzystując mikrokomputer przemysłowy PC z systemem Linux.



**Rys. 11.** Model próbniaka PM6 i współpracujący z nim „firmowy” modem ADSL

Opracowane modele (rys. 11) zostały poddane badaniom laboratoryjnym i zaferowane UKE. Po ewentualnych modyfikacjach, wynikających z próbnej eksploatacji w systemie AWP-IŁ, próbniaki PM6 będą służyły do oceny jakości usług świadczonych przez przewodowy szerokopasmowy internet o przepływności do 6 Mbit/s. Urządzenia będą dołączane do tych samych badaniowych zakończeń linii telefonicznych co próbniaki PM3, PM4, PM5 i PMX – po udostępnieniu na nich przez operatorów funkcji szerokopasmowego dostępu do internetu (neostrada, Net24) lub będą dołączane do linii udostępnionych w wojewódzkich siedzibach UKE.

## Podsumowanie

Budowa programowalnych urządzeń przeznaczonych do badania sieci oraz usług komunikacji elektronicznej przez wiele lat stanowiła i nadal stanowi specjalność Instytutu Łączności. Ich konstruowanie wymaga dogłębnej znajomości rynku usług komunikacyjnych oraz stosowanych technik i technologii, a także umiejętności projektowania, montowania, uruchamiania i programowania złożonych funkcjonalnie, ale jednocześnie tanich i prostych w obsłudze, rynkowych (bo konkurujących z innymi) wyrobów. W Instytucie Łączności są znakomite zespoły specjalistów, sprostających tym wymaganiom. Przy tworzeniu nowoczesnych rozwiązań, na przestrzeni blisko 40 lat, uczestniczyło około stu osób zarówno zatrudnionych w Instytucie Łączności, jak i pracowników operatora telekomunikacyjnego (obecnie TP SA) oraz regulatora usług (obecnie UKE).

Wiele osób zaangażowanych bezpośrednio w tworzenie systemów ABA, ABUS lub AWP-IŁ (w tym: Stanisław Sońta, Lech Brennek, Andrzej Zejdel, Henryk Kotlewski, Otton Sikora, Jerzy Borża, Marian Kula, Zbigniew Kupisz, Włodzimierz Zasiewski, Tadeusz Kunert, Wojciech Juraszek, Leszek Kamionka, Jan Gozdan, Janina Kowalska, Justyna Komorowska, Marian Kula, Józef Odrobiński, Maciej Boglewski, Henryk Więclawski, Lech Bednarek, Tomasz Rakowski) zmieniło pracę lub przeszło na emeryturę (rys. 12).



*Rys. 12. Pracownicy Zakładu Miernictwa i Automatykacji Badań (na zdjęciu od lewej): Zygfryd Kulpiński, Andrzej Zejdel, Stanisław Sońta, Leszek Kwiatkowski, Otton Sikora, Lech Brennek, Kazimierz Jackowski i Józef Odrobiński, przy opracowanym w 1970 r. urządzeniu do zdalnej kontroli pracy obiektów telekomunikacyjnych*

Niektórzy pracownicy (Bogdan Chojnacki, Paweł Godlewski, Ryszard Kobus, Krzysztof Olechowski, Kazimierz Niechoda, Zbigniew Mąkosza, Marian Kania, Piotr Karpeta, Grażyna Stolarska) zaczęli pracę w fazie projektowania oraz uruchamiania systemu ABA, a teraz uczestniczą w budowie i wdrażaniu systemu AWP-IŁ (rys. 13). Inni (Stanisław Dziubak, Paweł Gajewski, Marcin Miłosiewicz) oprogramowywali oraz uruchamiali urządzenia systemu ABA i ABUS, a obecnie pracują w Instytu-

cie Łączności przy tworzeniu kolejnych rozwiązań dla telekomunikacji. Dla niektórych osób (Barbara Regulska, Anna Ołtarzewska, Zofia Hendler, Bartłomiej Parol, Mikołaj Waszkiewicz, Tomasz Sędek, Lech Józwik, Grzegorz Skwarski) wdrażanie rozwiązań z zakresu badania sieci i usług rozpoczęło się od systemu AWP-IL.



Rys. 13. Inżynierowie Bogdan Chojnacki, Paweł Godlewski i Wojciech Szpecht przy aparaturze ABA3

W związku z konstruowaniem urządzeń kontrolno-pomiarowych dokonano kilkudziesięciu zgłoszeń patentowych i uzyskano na nie patenty.

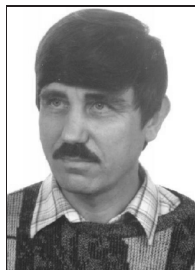
Konstruowanie automatycznych urządzeń rozpoczęło się w Instytucie Łączności od techniki przekaźnikowej, później konstruktorzy mieli do dyspozycji kolejno: tranzystory, grubowarstwowe układy hybrydowe, układy scalone TTL, procesory (najpierw Z80, później sygnałowe), a w końcu całe moduły funkcjonalne (w tym komunikatory PDA – *Personal Digital Assistant*). Być może w kolejnej edycji urządzeń kontrolno-badaniowych będzie to wyłącznie program (wymagający dużej wiedzy z wielu dziedzin), uruchamiany na ogólnodostępnych terminalach abonenckich.

Oczywiście nie wszystkie rozwiązania zostały wdrożone i powielone (próbnik PM5 został poprzedzony kilkoma modelami o wspólnej nazwie PM4, natomiast wdrożony w 500 egzemplarzach odzewnik PMX to trzecia wersja tego urządzenia). Doświadczenia zdobyte przy tworzeniu urządzeń kontrolno-pomiarowych zaowocowały równolegle realizowanymi rozwiązaniami z innego zakresu: opracowano i wykonano dla Telekomunikacji Polskiej SA m.in. 80 rejestratorów kodu R2 oraz ponad 10 000 interfejsów do systemu *preprocesingu* AST-IL, zainstalowanego w 110 miejscach dla 660 000 abonentów central elektromechanicznych.

## Bibliografia

- [1] Chojnacki B., Godlewski P., Kobus R., Kowalewski M.: *System oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IL*. Przegląd Telekomunikacyjny + Wiadomości Telekomunikacyjne, 2009, nr 8–9, s. 791–795
- [2] Godlewski P., Chojnacki B.: *Rozbudowa funkcjonalna systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IL*. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2008, nr 3–4, s. 49–66

### ***Paweł Godlewski***



Inż. Paweł Godlewski (1949) – absolwent Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej (1973); długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1973); autor wielu prac konstrukcyjnych, współautor systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IŁ i urządzeń serii TBA-IŁ, autor licznych publikacji naukowych; współautor wielu patentów; zainteresowania naukowe: systemy wizualizacji danych dla systemów telekomunikacyjnych, urządzenia sterowane programowo (procesorami) w telekomunikacji.  
e-mail: P.Godlewski@itl.waw.pl

### ***Bogdan Chojnacki***



Inż. Bogdan Chojnacki (1951) – absolwent Wydziału Elektroniki Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy (1976); pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (1973–1978), kierownik Zakładu Telematyki w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Telekomunikacji w Warszawie (1978–1990), zastępca dyrektora w firmie telekomunikacyjnej wdrażającej pierwsze w kraju systemy billingowe (1990–1994), od 1994 r. w Instytucie Łączności w Warszawie pełnomocnik dyrektora ds. billingu i monitoringu, zastępca dyrektora ds. marketingu i wdrożeń, kierownik Ośrodka Badawczo-Wdrożeniowego Technik Informatycznych i Usług w Telekomunikacji, a obecnie kierownik Zakładu Zastosowań Technik Łączności Elektronicznej; współautor systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IŁ i urządzeń serii TBA-IŁ; zainteresowania naukowe: systemy oceny sieci telekomunikacyjnych, systemy łączności dla służb publicznych i państwowych (w tym system TETRA).  
e-mail: B.Chojnacki@itl.waw.pl

### ***Barbara Regulska***



Mgr inż. Barbara Regulska (1957) – absolwentka Wydziału Mechaniczno-Technologicznego Politechniki Warszawskiej (1980); długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1984); współorganizator i współwykonawca wdrożeń w Instytucie Łączności (systemu preprocesingu AST-IŁ i systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IŁ); współwykonawca projektów dotyczących systemów specjalnych łączności na potrzeby kierowania bezpieczeństwem narodowym i badań jakości usług telekomunikacyjnych; zainteresowania naukowe: systemy oceny jakości sieci telekomunikacyjnych i specjalne systemy łączności dla administracji publicznej.  
e-mail: B.Regulska@itl.waw.pl