

Wielofunkcyjny przyrząd pomiarowy dla telekomunikacji

Paweł Gajewski, Piotr Duszyński,
Marcin Cichowski, Stanisław Dziubak

Zaprezentowano koncepcję wielofunkcyjnego przyrządu pomiarowego przeznaczonego dla służb zajmujących się utrzymaniem analogowej i cyfrowej sieci abonenckiej. Przedstawiono też schemat blokowy oraz funkcje pomiarowe.

telekomunikacja, pomiary, linia abonencka, przyrządy uniwersalne

Wprowadzenie

Sieć telekomunikacyjna PSTN powinna zapewniać jej użytkownikom właściwy poziom usług, dlatego poszczególne elementy sieci (tzn. centrale telekomunikacyjne, łącza międzycentralowe oraz linie abonenckie) powinny odznaczać się dobrymi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi oraz wysoką niezawodnością.

Utrzymanie i eksploatacja central cyfrowych, które obecnie zaczynają dominować w sieci, opiera się głównie na wykorzystaniu możliwości diagnostycznych oprogramowania i sprzętu centralowego. Do codziennej eksploatacji central i łączy międzycentralowych nie są zatem potrzebne żadne dodatkowe przyrządy pomiarowe lub testery. Podobnie jest w przypadku zbierania danych statystycznych o ruchu, pracy i sprawności usługowej centrali. Jedynie pomiar sprawności technicznej wymaga zainstalowania w obiektach dodatkowego sprzętu. Sprawność techniczna może odnosić się, przykładowo, tylko do ruchu lokalnego, generowanego, np. za pomocą symulatora ruchu telefonicznego, dołączonego na przełącznicy głównej do grupy wolnych numerów abonenckich, których jedna połowa (wyjściowa) stanowi źródło generowanego ruchu, a druga (przyjściowa) odbiera kierowane do niej wywołania. Sprawność ta może też dotyczyć połączeń do abonentów innych central, jeśli połączenia próbne będą wykonywane do abonentów znajdujących się w innych centralach danej sieci. Praktycznie może to być zrealizowane w jeden z następujących sposobów:

- za pomocą specjalnego analizatora połączeń w sieci wielocentralowej,
- przez rozmieszczenie symulatorów ruchu w różnych centralach sieci,
- dzięki wykorzystaniu w centralach tzw. odzewników lub „sztucznych abonentów”, osiągniętych z innych central przez specjalne numery testowe.

Cyfrowe centrale telefoniczne są wyposażone w systemowe narzędzia do badania i pomiarów łączy abonenckich z poziomu terminalu utrzymaniowego centrali, przy czym można wykonać badanie zarówno w stronę linii abonenckiej (przy izolowanej stronie centralowej wyposażenia abonenckiego), jak i w stronę centrali. Jest to możliwe dzięki temu, że abonenckie zespoły liniowe (karty wyposażenia abonenckiego) w centrali są wyposażone w przekaźniki testowe, pozwalające na odłączenie strony stacyjnej (centralowej) i przełączenie linii abonenckiej na szyny pomiarowe, do których, na czas testowania (pomiarów), dołącza się odpowiednie urządzenia.

Badanie wyposażenia abonenckiego w stronę centrali polega na symulowaniu, przez urządzenie testujące, urządzenia końcowego (aparatu telefonicznego) oraz nadawaniu i odbieraniu odpowiednich sygnałów – z zakresu sygnalizacji abonenckiej – sprawdzając reakcję każdej ze stron na założone wartości progowe każdego z sygnałów testowych. Wyniki testu otrzymuje się w formie: pozytywny/negatywny.

Wszystkie systemy central cyfrowych pracujących w krajowej sieci PSTN umożliwiają pomiary co najmniej następujących parametrów łącza abonenckiego:

- napięcia obce stałe (DC): $U_{a/b}, U_{a/z}, U_{b/z}$,
- napięcia obce zmienne (AC): $U_{a/b}, U_{a/z}, U_{b/z}$,
- rezystancje: $R_{a/b}, R_{a/z}, R_{b/z}$,
- pojemności: $C_{a/b}, C_{a/z}, C_{b/z}$.

Czasy trwania cykli pomiarowych tych parametrów są duże (w pewnych przypadkach znacznie przekraczają 20 s), a dokładności niezbyt wysokie.

Znaczna poprawa jakości nastąpiła po wprowadzeniu do eksploatacji scentralizowanych biur napraw. W centralach telefonicznych zostały zainstalowane głowice pomiarowe, które umożliwiają nie tylko pomiary tych samych parametrów co wbudowane w centrale systemy, ale także wielu innych, np. zdalną lokalizację miejsca uszkodzenia w kablu, czy rozpoznawanie obecności urządzenia końcowego na łączu abonenckim. Pomiary wykonywane przez głowice w tych systemach charakteryzują się dużo większą dokładnością od pomiarów centralowych.

Stosunkowo ograniczone możliwości badań i pomiarów łącza abonenckich przez centrale oraz niedogodności związane z korzystaniem ze scentralizowanych systemów badań SBN (tam, gdzie one istnieją), szczególnie w czasie lokalizacji i usuwania uszkodzeń, spowodowały zainteresowanie przyrządami instalowanymi jako dodatkowe wyposażenie w pomieszczeniach przełączalni (PG) lub też przyrządami przenośnymi dla monterów. Urządzenia te są dołączane na czas badania do odpowiedniego łącza abonenckiego, np. za pośrednictwem czteroprzewodowego kabla zakończonych tzw. rakiem, umożliwiającym dostęp zarówno do strony liniowej, jak i do strony centralowej wyposażenia abonenckiego.

Funkcje realizowane przez przyrząd pomiarowy

Opisane pomiary linii abonenckiej wykonywane przez wbudowane w centralę systemy lub zewnętrzne urządzenia pomiarowe nie są wystarczające, zwłaszcza do utrzymania łącza do transmisji cyfrowych. Poza tym są one trudno dostępne dla montera pracującego w terenie.

Abonenckie urządzenia końcowe (telefony, faksy, modemy itp.) są połączone z odpowiednimi interfejsami central najczęściej siecią kabli miedzianych, będącą w różnym stanie technicznym i narażoną na różnego rodzaju uszkodzenia (przerwy, zwarcia, utratę izolacji, np. na skutek zamknięcia itp.). Dodatkowe problemy mogą również wynikać z nieprzewidywalnego zachowania abonentów, którzy mają wpływ na ich wewnętrzną instalację oraz z dołączania do gniazdka telefonicznego różnych urządzeń końcowych. Istotne staje się zatem zapewnienie odpowiednio częstych badań profilaktycznych, umożliwiających wcześniejsze wykrycie rzeczywistych lub potencjalnych zakłóceń w realizacji połączeń, a więc i dostarczenie narzędzi pomiarowo-kontrolnych, usprawniających oraz przyspieszających identyfikację i usunięcie uszkodzenia.

Z wyników badań przeprowadzanych przez operatorów wynika, że to właśnie w sieci abonenckiej powstaje najwięcej uszkodzeń oraz awarii i to jej jakość decyduje przede wszystkim o jakości usług świadczonych przez operatora. Z tych też powodów w Instytucie Łączności podjęto prace nad zdefiniowaniem założeń dotyczących przyrządu lub przyrządów, które ułatwiłyby utrzymanie tej sieci w należytym stanie.

Dążenie operatorów do minimalizacji kosztów utrzymania sieci będzie się wiązało ze zmniejszeniem zatrudnienia (z jednoczesnym wzrostem wymagań stawianych pozostałym pracownikom) oraz poszukiwaniem taniego i dobrze dostosowanego do potrzeb sprzętu pomiarowego. Można się zatem spodziewać, że wzrośnie zapotrzebowanie na wielofunkcyjne przyrządy pomiarowe. Ustalając zakres funkcji realizowanych przez taki przyrząd, starano się więc tak je dobrać, aby zaspokajały wszystkie potrzeby, jakie monter może spotkać w czasie pracy w terenie.

Projektowany przyrząd pomiarowy powinien umożliwiać:

- sprawdzenie parametrów elektrycznych analogowej linii telefonicznej, w tym:
 - pomiar napięć stałych i zmiennych,
 - pomiar prądów stałych i zmiennych,
 - pomiar rezystancji oraz asymetrii rezystancji żył i izolacji,
 - pomiar pojemności między żyłami oraz między żyłą i ziemią,
 - reflektometryczną lokalizację uszkodzeń w kablu,
 - pomiar szumów,
 - generowanie sygnału do lokalizacji par w kablu,
 - długotrwałą obserwację wybranej linii abonenckiej, w celu wykrycia krótkotrwałych oraz nieregularnych zakłóceń i przerw,
 - wykrywanie zbyt wysokiego napięcia pojawiającego się na linii;
- sprawdzenie przydatności linii do transmisji cyfrowej, w tym:
 - pomiar przesłuchów między parami w kablu,
 - pomiar poziomu szumów z użyciem filtrów o różnych charakterystykach częstotliwościowych dobranych do typu kodu (np. AMI, HDB3, 2B1Q, 4B3T), jaki ma być używany w badanej linii,
 - pomiar tłumienia w funkcji częstotliwości (wspólnie z drugim przyrządem na przeciwnym końcu linii),
 - obserwację kształtu i parametrów impulsów kodowych oraz porównanie ich z maską wzorcową;
- sprawdzenie dostępu do ISDN-BRA, w tym:
 - dołączenie do sieci w punktach S, T, U,
 - pomiar stopy błędów,
 - monitorowanie i rejestrację sygnalizacji DSS1 w czasie realizacji testowanych usług przez aparat abonenta lub przyrząd;
- sprawdzenie traktu PCM oraz dostępu do ISDN-PRA, w tym:
 - pomiar stopy błędów,
 - testowanie wybranej szczeliny czasowej,

- sygnalizowanie braku sygnału, utraty synchronizacji ramki i wieloramki, przekroczenia stopy błędów,
 - jednoczesne testowanie wielu kanałów,
 - monitorowanie i rejestrację sygnalizacji,
 - monitorowanie transmisji z wykorzystaniem filtrów wykrywających określone zdarzenia (transmitowane wiadomości);
- skontrolowanie sprawności sprzętu abonenckiego (telefon analogowy, ISDN), w tym:
 - sprawdzenie sygnałów wybierania DTMF,
 - sprawdzenie dzwonienia,
 - sprawdzenie odbierania informacji CLIP,
 - wysyłanie impulsów telezaliczania,
 - przeprowadzenie próbnej rozmowy,
 - symulację styków S, T, U sieci ISDN.

Ponadto przyrząd pomiarowy powinien umożliwiać:

- prowadzenie rozmów telefonicznych z opcją telefonu głośnomówiącego;
- zestawianie pomiarów w automatycznie wykonywane sekwencje testowe;
- podawanie wyników pomiarów na różnych poziomach szczegółowości – od klasyfikacji typu dobre/złe do szczegółowych wyników, z zaznaczeniem tych parametrów, które nie mieszczą się w dopuszczalnych granicach;
- współpracę z komputerem przez łącze RS-232, w celu konfiguracji, sterowania oraz przesyłania wyników pomiarów;
- rozbudowę w celu testowania innych rodzajów transmisji danych, systemów sygnalizacji, np. X25, Frame Relay, V5.2;
- prostą i intuicyjną obsługę z możliwością korzystania z funkcji podpowiedzi kontekstowej.

Przyrząd powinien być zasilany z wbudowanego akumulatora oraz z zewnętrznego źródła napięcia (instalacji samochodowej, sieci energetycznej). Masa przyrządu nie powinna przekraczać 2 kg.

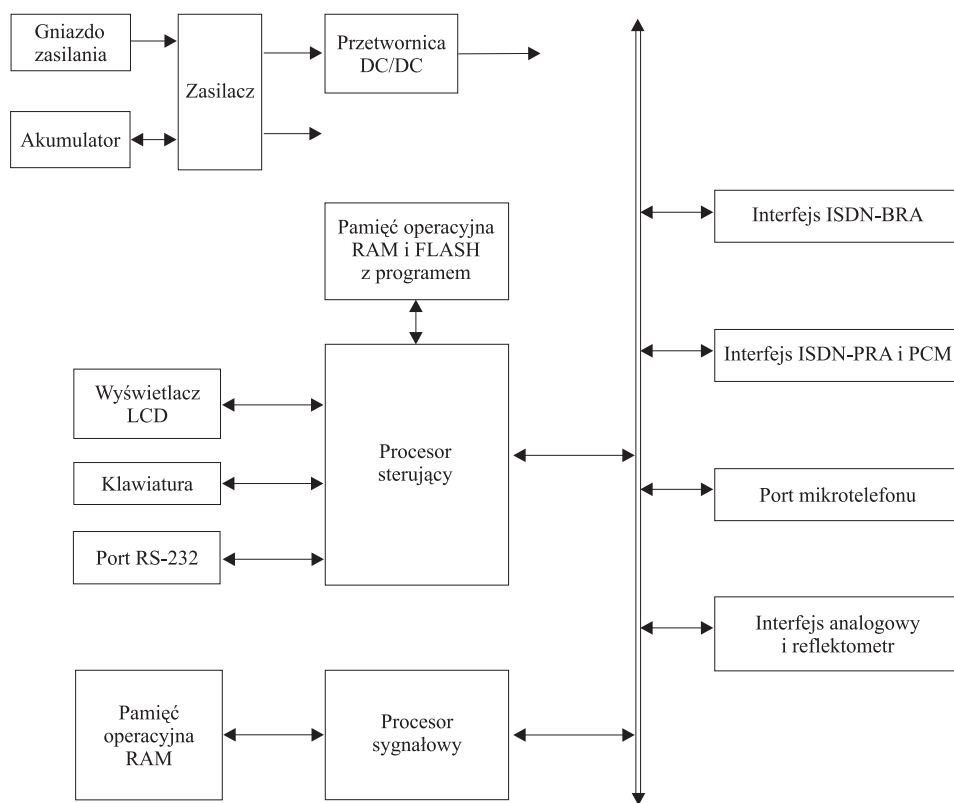
Centrale telekomunikacyjne nie umożliwiają pomiaru ich sprawności technicznej, zatem byłoby wskazane, aby stacjonarna wersja przyrządu miała dodatkowo funkcje:

- 1) generowania ruchu na 32 interfejsach analogowych lub cyfrowych ISDN-BRA,
- 2) generowania ruchu dla co najmniej dwóch cyfrowych łączy PCM 2048 kbit/s lub ISDN-PRA,
- 3) współpracy z innymi przyrządami stacjonarnymi lub przenośnymi w celu testowania jakości sieci.

Założenia konstrukcyjne

Przy konstruowaniu przyrządów powinny być zastosowane w maksymalnym stopniu programowalne układy cyfrowe, tak aby do minimum ograniczyć liczbę elementów, w szczególności analogowych. Zastąpienie procesów analogowych przetwarzaniem cyfrowym znacznie zmniejszy liczbę precyzyjnych

elementów R, L, C, uprości kalibrację i poprawi odporność przyrządu na warunki otoczenia oraz starzenie się elementów. Ponadto programowalne układy cyfrowe umożliwią uzyskanie parametrów, jakich nie da się osiągnąć w technice analogowej. Programowalne układy cyfrowe to nie tylko mikroprocesory, lecz również i procesory sygnałowe oraz układy programowalnych matryc logicznych. Przy takich założeniach, realizacja funkcji pomiarowych w urządzeniu będzie się odbywała głównie przez oprogramowanie. Umożliwi to łatwą rozbudowę przyrządów o nowe funkcje, szybkie opracowywanie nowych wersji przyrządów i uprości ich konstrukcję. Podstawowe bloki funkcjonalne, takie jak jednostka sterująca, modem do transmisji danych, standardowe interfejsy, układy wejścia-wyjścia (ekran, klawiatura), będą mogły być takie same we wszystkich przyrządach. Z punktu widzenia przyszłego użytkownika ujednoczenie konstrukcji przyrządów i ich obsługi umożliwi zredukowanie kosztów szkolenia, a zebranie w jednym urządzeniu funkcji pomiarowych wykonywanych obecnie przez wiele przyrządów obniży koszty działania i poprawi mobilność pracowników.



Rys. 1. Architektura przyrządu pomiarowego

Na rys. 1 przedstawiono zaproponowaną architekturę przenośnego przyrządu pomiarowego. Pracą przyrządu steruje procesor C165UTAH firmy Infineon [3]. Obsługuje on klawiaturę, wyświetlacz graficzny LCD oraz port RS-232 do transmisji danych do komputera zewnętrznego. Ponadto, na podstawie poleceń operatora, włącza do pracy i konfiguruje potrzebne interfejsy pomiarowe.

Jeżeli wykonanie pomiarów, a w szczególności przetwarzanie wyników, tego wymaga, procesor sterujący uruchamia dodatkowo procesor sygnałowy (układ z rodziny TMS320C6000 firmy Texas Instruments [4]). Przyrząd jest zasilany z wbudowanego akumulatora lub ze źródła zewnętrznego, które automatycznie jest też wykorzystywane do doładowywania akumulatora. Przetwornica DC/DC dostarcza wyższych napięć do zasilania interfejsów pomiarowych.

Bibliografia

- [1] Brzeziński K. M.: *Istota sieci ISDN*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999
- [2] Kościelnik D.: *ISDN – cyfrowe sieci zintegrowane usługowo*. Warszawa, WKŁ, 1997
- [3] Opisy procesorów firmy Infineon, www.infineon.com
- [4] Opisy procesorów sygnałowych firmy Texas Instruments, www.ti.com
- [5] *Systemy i sieci SDH*. Warszawa, WKŁ, 1996
- [6] Woźniak J., Nowicki K.: *Sieci LAN, MAN i WAN – protokoły komunikacyjne*. Kraków, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, 2000

Paweł Gajewski



Mgr inż. Paweł Gajewski (1958) – absolwent Wydziału Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Warszawskiej (1983); długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1983); zainteresowania: projektowanie oraz oprogramowanie urządzeń i systemów pomiarowych, kontrolnych itp.
e-mail: P.Gajewski@itl.waw.pl

Piotr Duszyński



Mgr inż. Piotr Duszyński (1971) – absolwent Wydziału Mechanicznego, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (1998); pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1998).
e-mail: P.Duszynski@itl.waw.pl

Marcin Cichowski



Mgr inż. Marcin Cichowski (1971) – absolwent Wydziału Mechanicznego, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (1998); pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1998).
e-mail: M.Cichowski@itl.waw.pl

Stanisław Dziubak



Mgr inż. Stanisław Dziubak (1950) – absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej (1975); długoletni pracownik naukowy Instytutu Łączności w Warszawie (od 1976); współautor wielu wniosków racjonalizatorskich i patentów; zainteresowania naukowe: projektowanie i wdrażanie systemów informatycznych, szczególnie kontrolno-pomiarowych.
e-mail: S.Dziubak@itl.waw.pl