

KRZYSZTOF BADŹMIROWSKI, WALDEMAR RADZIKOWSKI, PIOTR ŁUBKOWSKI

Przemysłowy Instytut Elektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

WYBRANE PROBLEMY OCENY TESTERÓW TERMINALI ISDN

W artykule przedstawiono tester terminali ISDN wykonany we współpracy PIE i WAT, pozwalający przeprowadzać testy warstwy 2 i warstwy 3. Jest on przeznaczony do wykonywania testów na etapie projektowania i produkcji terminali ISDN. Artykuł zawiera również porównanie możliwości opracowanego testera z możliwościami analizatora HP 4957 w zakresie realizacji pomiarów oraz interpretacji wyników testów.

1. WPROWADZENIE

Nowoczesne aparaty telefoniczne są coraz bardziej skomplikowane, mają wiele funkcji dodatkowych i w związku z tym są coraz trudniejsze do sprawdzenia. Pełna kontrola różnorodnych parametrów współczesnych aparatów telefonicznych jest zadaniem coraz bardziej złożonym i kosztownym, zwłaszcza że obok klasycznych telefonów współpracujących z łączem analogowym pojawiły się telefony współpracujące z łączem cyfrowym.

Wzrastające zainteresowanie sieciami ISDN i usługami przez nie oferowanymi sprawia, że powiększa się liczba użytkowników terminali cyfrowych. Większość z tych urządzeń spełnia opracowane przez ETSI i CCITT zalecenia na terminale dla potrzeb europejskiej sieci ISDN. Część z nich realizuje jednak funkcje i usługi charakterystyczne dla kraju producenta danego urządzenia, które niekoniecznie muszą być zgodne z wymaganiami obowiązującymi w sieci krajowej. Sytuacja taka stwarza konieczność sprawdzenia zgodności wprowadzanych na rynek terminali z wymogami krajowej sieci telekomunikacyjnej.

2. CHARAKTERYSTYKA POMIARÓW DOTYCZĄCYCH TERMINALI ISDN

W celu przyłączenia terminala ISDN do publicznej sieci poprzez interfejs użytkownik – sieć, w punkcie odniesienia T lub koincydentnym punkcie odniesienia S/T , musi on spełniać podstawowe wymagania ujęte w stosownych zaleceniach [1]. Zalecenia te odnoszą się zarówno do parametrów fizycznych, akustycznych jak i logicznych terminala. Celem sprawdzenia wspomnianych wymagań, dla terminala należy przeprowadzić szereg testów. Podstawową grupą prowadzonych testów są testy parametrów logicznych. Testy te realizowane są w pierwszych trzech warstwach modelu odniesienia OSI [4, 5].

2.1. Charakterystyka warstwy fizycznej (warstwy 1)

Wszystkie, niezbędne dla stwierdzenia poprawnego funkcjonowania terminala w obszarze warstwy fizycznej testy zawarte zostały w aneksie D zalecenia ETS 300 012 *Basic user-network interface – layer 1 specification and test principles*. Dotyczy ono pomiarów parametrów funkcjonalnych, elektrycznych, zasilania oraz wymagań na bezpieczeństwo i ochronę.

Zestaw pomiarów odniesionych do parametrów funkcjonalnych obejmuje m.in. testy binarnej organizacji ramki, procedur aktywacji/deaktywacji, synchronizacji oraz liczników czasu. Zalecenie w sposób szczegółowy definiuje procedury postępowania w trakcie realizacji testów, jak również określa warunki w których test uznawany jest za wykonany poprawnie.

Testy parametrów elektrycznych mają na celu sprawdzenie czy terminal (interfejs) spełnia parametry elektryczne zalecenia ETS 300 012. Pewna część tych pomiarów wymaga stałej aktywności interfejsu i przekazywania specjalnego wzoru bitowego z dołączonymi lub odłączonymi parami przewodów odbiorczych NT1 (zakończenie sieciowe typu 1). Zalecenie podaje również pewne ograniczenia narzucone na dostęp do kanałów B terminala (TE). Wartości parametrów w tych pomiarach mogą zmieniać się zależnie od rodzaju źródła i odbiornika zasilania oraz ekstremalnych wartości napięć dostarczanych przez sieć. Stąd potrzeba powtarzania pomiarów z ekstremalnymi poziomami napięć prądu stałego – z wartościami minimalnymi i maksymalnymi dla lokalnego zasilania w warunkach normalnego i ograniczonego zasilania. Testy parametrów elektrycznych wykonywane są w kilku różnych konfiguracjach pomiarowych.

Pomiary parametrów zasilania realizowane są w określonych przez zalecenie warunkach. Dotyczą one sprawdzenia zachowania testowanego terminala w warunkach zasilania normalnego i ograniczonego, pomiarów mocy, czy ograniczeń czasowo/prądowych terminala.

Ostatnią grupę pomiarów zdefiniowanych w omawianym zaleceniu dla warstwy fizycznej stanowią wymagania na bezpieczeństwo i ochronę. Rozpatrywane są w odniesieniu do interfejsu podstawowego styku użytkownik – sieć i bazują na zaleceniach EN 60950 i EN 41003.

2.2. Charakterystyka warstwy przęśla (warstwy 2)

Wymagania określające współpracę terminala TE z warstwą 2 poprzez interfejs podstawowy użytkownik – sieć w punkcie odniesienia T lub S/T zostały zdefiniowane w zaleceniu ETS 300 153 *Attachment requirements for terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN basic access* [4], natomiast sposób testowania TE dla określenia jego zgodności z deklaracjami SAR (*Static Attachment Requirements*) został przedstawiony w aneksie A wspomnianego zalecenia. Testowaniu podlegają wszystkie procedury oznaczone jako obowiązujące M (*mandatory*) oraz procedury opcjonalne O (*optional*), zaimplementowane w testowanym urządzeniu.

Wykonywane testy należą do trzech grup dotyczących:

- zarządzania — MGMT (*Management*);
- działania w trybie wieloramki — MFO (*Multiple Frame Operation*);
- parametrów systemowych — SYSTEM.

Z założenia testowania dokonuje się dla jednego identyfikatora TEI, przy braku ramek nadawanych dla innych terminali.

Zakres definiowanych przez zalecenie pomiarów obejmuje następujące zagadnienia:

- inicjalizację;
- transmisję ramki;
- rozłączenie warstwy;
- uszkodzenie łącza;
- sterowanie przepływem;
- sygnały sterujące kolizją warstwy przesyła;
- procedury zarządzania;
- wymuszenia;
- liczniki czasu i transmisji.

Testy realizowane w oparciu o przedstawione w zaleceniu wymagania polegają na wysyłaniu lub oczekiwaniu na odbiór przez tester określonej sekwencji testowej w postaci ramki. Wykorzystywane do testowania sygnały powinny spełniać następujące wymagania:

- sekwencja testowa wymieniana pomiędzy testerem a TE powinna być wolna od błędów transmisji;
- tester może symulować błędy transmisji w kierunku TE poprzez wstawianie błędnej sekwencji kontrolnej FCS (*Frame Checking Sequence*);
- tester może symulować błędy transmisji w kierunku TE poprzez założenie braku sekwencji kontrolnej;
- tester może naruszać reguły protokołu związane ze sterowaniem różnych stanów w celu wywołania przerw w sekwencji;
- nie występuje połączenie w kanale D warstwy 1;
- odnośnie połączenia w kanale D warstwy 2 zostały zdefiniowane dwie oddzielne sytuacje:
 - test procedury protokołu obsługiwanego przez pojedynczą jednostkę. W tym przypadku nie występuje połączenie w kanale D (dopuszczalny jest jeden przekaz informacji w czasie);
 - test multipleksowania warstwy 2 i możliwość przetwarzania TE w warunkach liczby punktów dostęp i łączy które TE jest zdolne obsłużyć równocześnie. W tym przypadku występuje połączenie w kanale D warstwy 2 i jest ono rozwiązane wewnątrz warstwy 2 na bazie SAPI.

Norma podaje także wymagania umożliwiające właściwe określenie wyników testu. Zdefiniowane zostały także parametry czasowe oczekiwania na odpowiedź po wysłaniu wymuszenia, czy też tolerancje pomiarów liczników czasu.

2.3. Charakterystyka warstwy sieciowej (warstwy 3)

Procedury testowe w zakresie warstwy 3 opisuje norma ETS 300 104 *Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN basic access* [5]. Stosowane w obrębie tej normy określenie TE (*terminal equipment*) odnosi się do wyposażenia abonenckiego pełniącego funkcje:

- terminala typu 1 TE1 (*Terminal Equipment Type 1*),
- adaptera terminala TA (*Terminal Adaptor*),
- zakończenia sieciowego typu 2 (*Network Terminator Type 2*) zdefiniowanego w Zaleceniu CCITT I.411.

Może być ono przyłączone do sieci przez styki: *T* lub *S/T*.

W zaleceniu zdefiniowane zostały stałe wymagania na dołączenie (*static attachment requirements* — *SAR*) dotyczące zarówno nawiązywania jak i przyjmowania połączeń w trybie komutacji kanałów.

Norma ETS 300 104 nie zawiera żadnych wymagań ani testów dotyczących realizacji połączeń w trybie komutacji pakietów, sygnalizacji użytkownik — użytkownik oraz usług dodatkowych (za wyjątkiem możliwości przenoszenia terminala — *terminal portability* zaimplementowanej w większości terminali). Wynika to z faktu, że zakres tych usług i wymagania dla realizujących je terminali ustalają administracje krajowe.

Szczegółowy wykaz testów przeprowadzanych w celu sprawdzenia zgodności terminali w zakresie warstwy 3 z wymaganiami dla urządzeń dołączanych do sieci publicznej zawiera Aneks A normy ETS 300 104. Testowaniu podlegają wszystkie procedury oznaczone jako obowiązujące **M** (*mandatory*) oraz procedury opcjonalne **O** (*optional*), zaimplementowane w testowanym urządzeniu. Zestaw zaimplementowanych procedur opcjonalnych określa instytucja (osoba) dostarczająca testowane urządzenie.

Podczas testów jedynym dostępem do terminala jest styk *T* lub *S/T*. Gdy jest to konieczne, dla spowodowania określonych działań w warstwie 3 kanału D może być również wykorzystywany styk człowiek — urządzenie. Niektóre testy mogą wymagać wysyłania przez tester określonego wzorca bitowego w kanale B w celu wywołania reakcji warstwy 4.

Testowane funkcje terminala dotyczą następujących zagadnień:

- obsługi wywołań;
- funkcjonowania terminala abonenta wywoływanego;
- funkcjonowania terminala abonenta wywołującego;
- przebiegu zerowania;
- stanów zawieszenia i odtworzenia;
- liczników czasu warstwy 3.

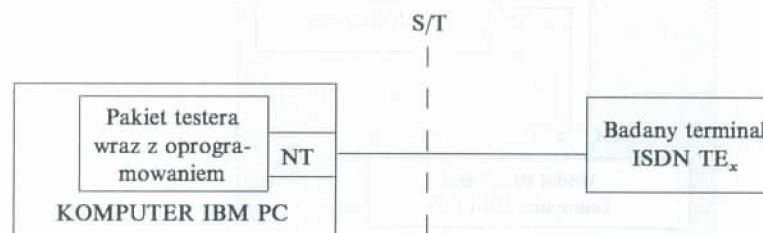
Każda z wymienionych grup zagadnień zawiera szereg charakterystycznych stanów, które stanowią zasadniczą część procesu testowania.

3. TESTER TERMINALI ISDN

3.1. Charakterystyka testera

Sprawdzenie funkcjonowania dowolnego terminala ISDN wymaga, aby tester pełnił rolę wyposażenia sieciowego typu NT (*Network Termination*), pracującego w trybie komutacji kanałów. Tester powinien umożliwić prowadzenie badań funkcjonalnych dla trzech pierwszych warstw modelu odniesienia OSI.

Opracowany przez PIE i WAT tester terminali zbudowany został w postaci pakietu (karty) do komputera typu IBM zawierającej wyposażenie sieciowe NT i oprogramowanie, umożliwiające interakcyjne badanie procedur nawiązywania czy rozłączania połączeń. Pakiet testera, stanowiąc integralną część komputera IBM PC umożliwia realizację następującego układu badaniowego:



Rys. 1. Podstawowy układ badaniowy terminala ISDN

Zasadniczo, dla badania poprawności wymienianych pomiędzy centralą (wyposażenie NT) a terminalem (TE_x) komunikatów, właściwym badaniom w zrealizowanym połączeniu, powinien być poddany kanał D, którym przesyłane będą wszystkie komunikaty sterujące (inicjujące). Biorąc pod uwagę konieczność badania toru akustycznego jak również możliwość realizowania przez terminal pewnych funkcji związanych z transmisją danych, istnieje potrzeba obsługi kanału B. Obsługę kanału B w układzie zaprojektowanego testera pełni moduł cyfrowego aparatu telefonicznego.

Należy podkreślić, że z punktu widzenia pracy testera, moduł cyfrowy aparatu telefonicznego może być traktowany opcjonalnie.

Biorąc pod uwagę powyższą charakterystykę testera terminali ISDN, jego schemat funkcjonalny zawiera (rys. 2) następujące zasadnicze moduły:

- wyposażenia sieciowego typu NT, w których zachodzi obsługa kanału D,
- aparatu cyfrowego w którym zachodzi obsługa kanału B.

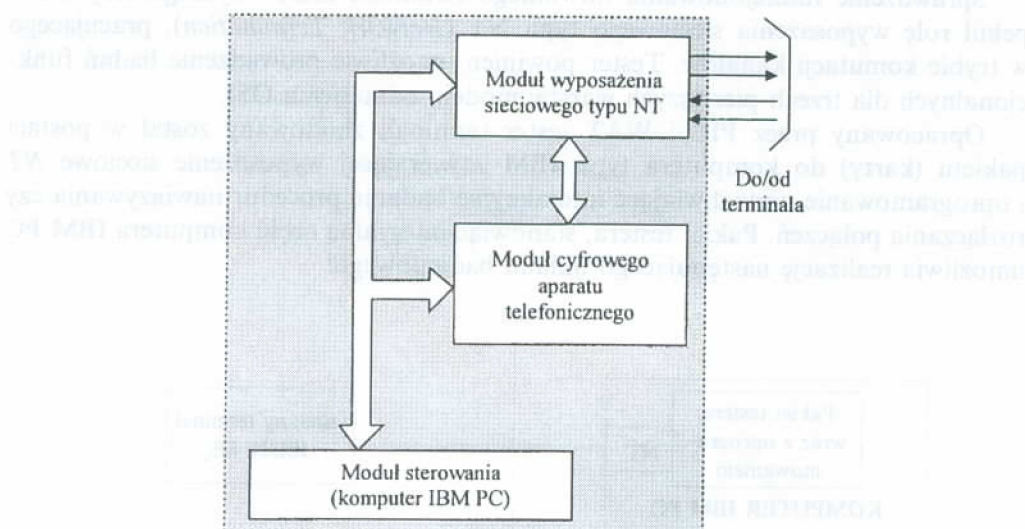
Moduł sterowania testera zrealizowany został na bazie systemu mikroprocesorowego będącego integralną częścią typowego komputera IBM PC. Takie rozwiązanie gwarantuje szybką realizację projektu technicznego, umożliwiającego praktyczne badanie zaprojektowanych i fizycznie zrealizowanych modułów funkcjonalnych.

Od strony przyłącza terminala, tester zapewnia możliwość emulacji styku NT. Współpracując ze stroną liniową tester terminali:

- wykorzystuje ten sam kod transmisyjny (zmodyfikowany kod AMI),
- zapewnia dopasowanie napięciowe i impedancyjne,

- posiada rozwiązania sprzętowe i programowe umożliwiające, aktywację i deaktywację styku oraz tworzenie ramek HDLC.

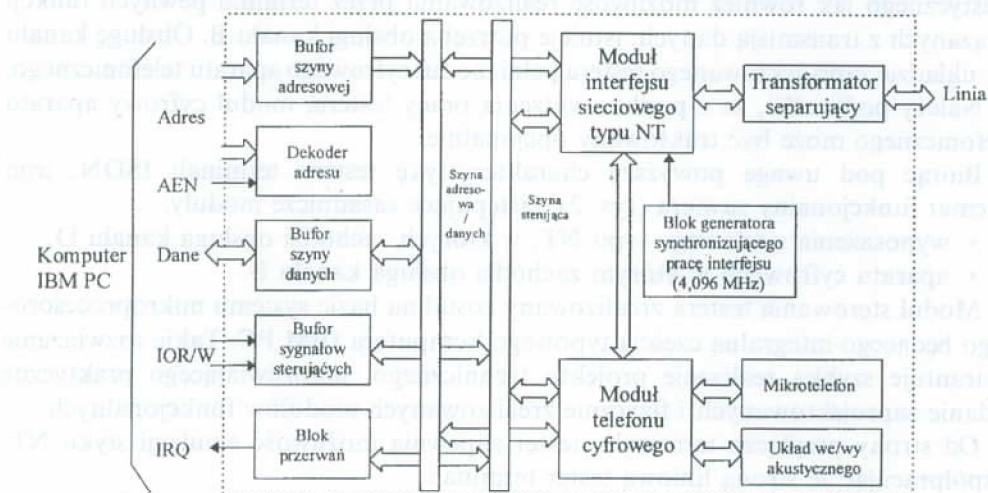
Spełnienie powyższych wymagań osiągnięto przez zastosowanie do budowy modułów funkcjonalnych urządzenia specjalizowanych układów firmy MITEL.



Rys. 2. Schemat funkcjonalny testera terminali ISDN

3.2. Schemat blokowy testera

Schemat blokowy omawianego testera terminali prezentuje rys. 3. Na schemacie tym wyróżniono zasadnicze moduły i bloki funkcjonalne warunkujące jego poprawną



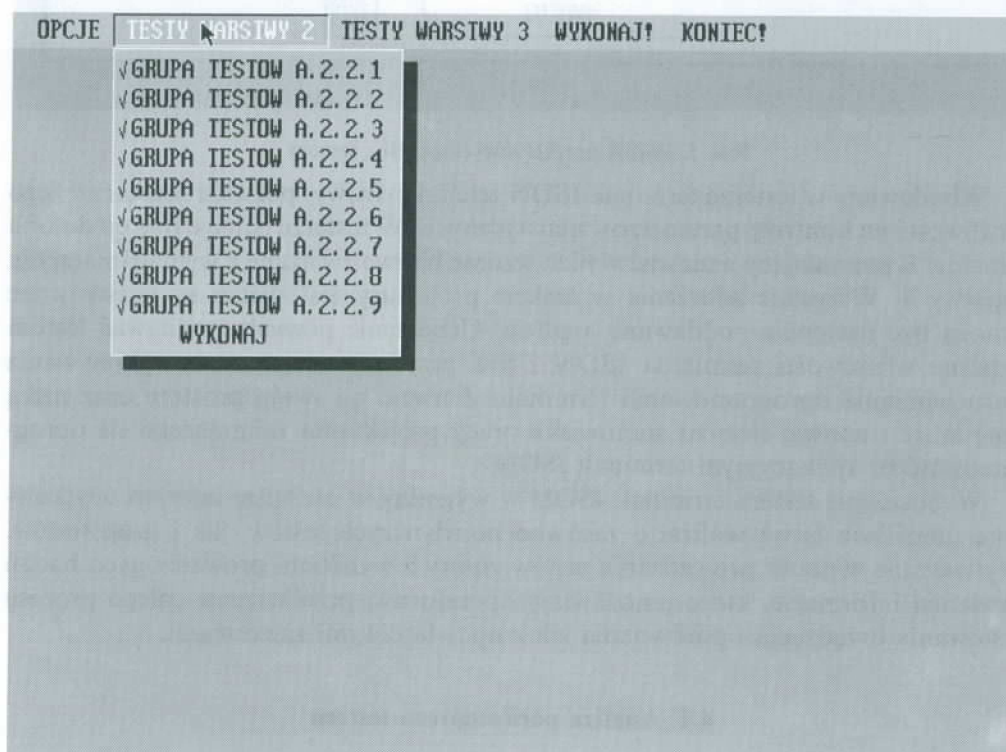
Rys. 3. Schemat blokowy testera terminali ISDN

pracę. Podstawowymi elementami testera są: moduł interfejsu sieciowego wraz z transformatorem separującym oraz moduł cyfrowego aparatu telefonicznego wraz z elementami umożliwiającymi prowadzenie rozmowy telefonicznej. Rysunek zawiera ponadto szereg buforów jedno i dwukierunkowych, które wraz z dekoderym adresu stanowią interfejs od strony systemu mikroprocesorowego (komputera IBM PC).

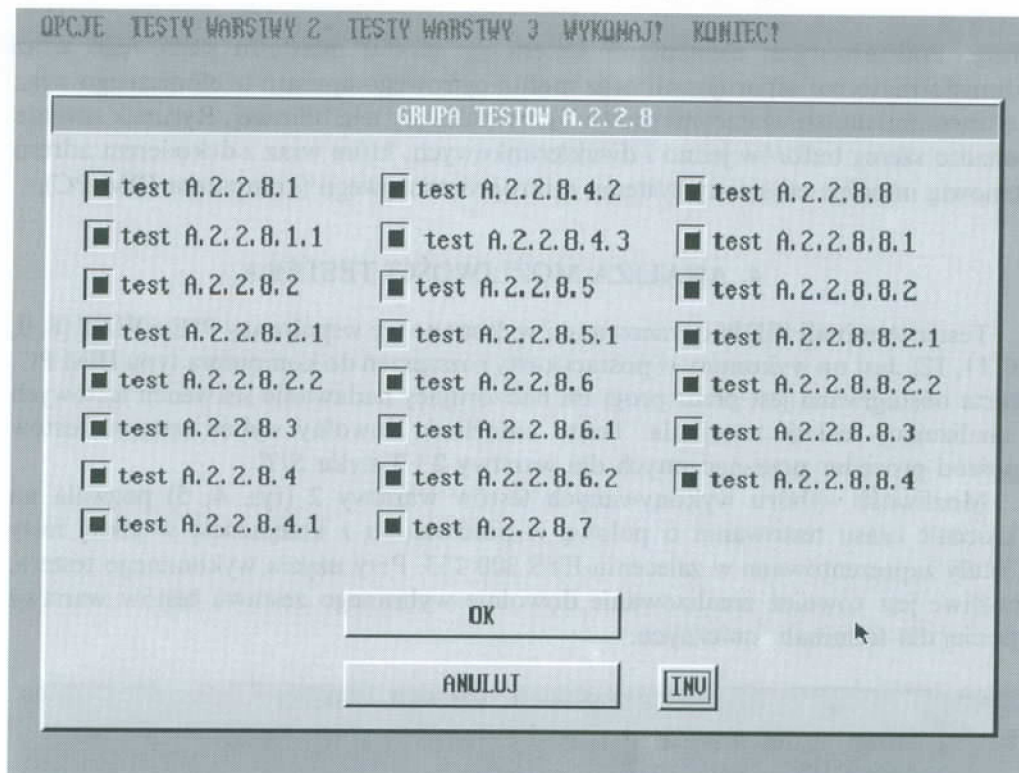
4. ANALIZA MOŻLIWOŚCI TESTERA

Tester terminali ISDN opracowano i wykonano we współpracy PIE z WAT [8, 9, 10, 11, 12]. Jest on wykonany w postaci karty rozszerzeń do komputera typu IBM PC. Karta obsługiwana jest przez program nadzorujący nadawanie sekwencji testowych i analizujący reakcje terminala. Tester umożliwia dowolny wybór zestawu testów spośród procedur przeznaczonych dla warstwy 2 i 3 styku *S/T*.

Możliwość wyboru wykonywanych testów warstwy 2 (rys. 4, 5) pozwala na skrócenie czasu testowania o połowę w porównaniu z kolejnością w jakiej testy zostały zaprezentowane w zaleceniu ETS 300 153. Przy użyciu wykonanego testera, możliwe jest również zrealizowanie dowolnie wybranego zestawu testów warstwy trzeciej dla terminali fonicznych.



Rys. 4. Widok menu rozwijalnego GRUPA TESTÓW 2



Rys. 5. Widok przykładowych paneli z testami

Wbudowany w testerze terminali ISDN telefon cyfrowy, pozwala rozszerzyć jego możliwości na kontrolę parametrów akustycznych. W testerze istnieje dostęp do obu kanałów B pozwalający nadawać w nich wzorce bitowe związane z wymaganiami dla warstwy 4. Wszystkie zdarzenia w trakcie procedury testowania są rejestrowane i mogą być następnie poddawane analizie. Urządzenie pozwala poddawać testom logiczne właściwości terminala ISDN i jest przydatne w procesie wykonywania i uruchamiania oprogramowania terminali. Z uwagi na swoją prostotę oraz niską cenę może stanowić element stanowiska pracy projektanta zajmującego się oprogramowaniem aplikacyjnym terminali ISDN.

Wyposażenie testera terminali ISDN w wygodny w obsłudze interfejs użytkownika umożliwia łatwą realizację zarówno pojedynczych testów, jak i grup testów. Wytwarzane w czasie prowadzenia testów zbiory z wynikami prowadzonych badań zawierają informacje, które umożliwiają operatorowi prześledzenie całego procesu testowania urządzenia i porównania ich z np. właściwymi zaleceniami.

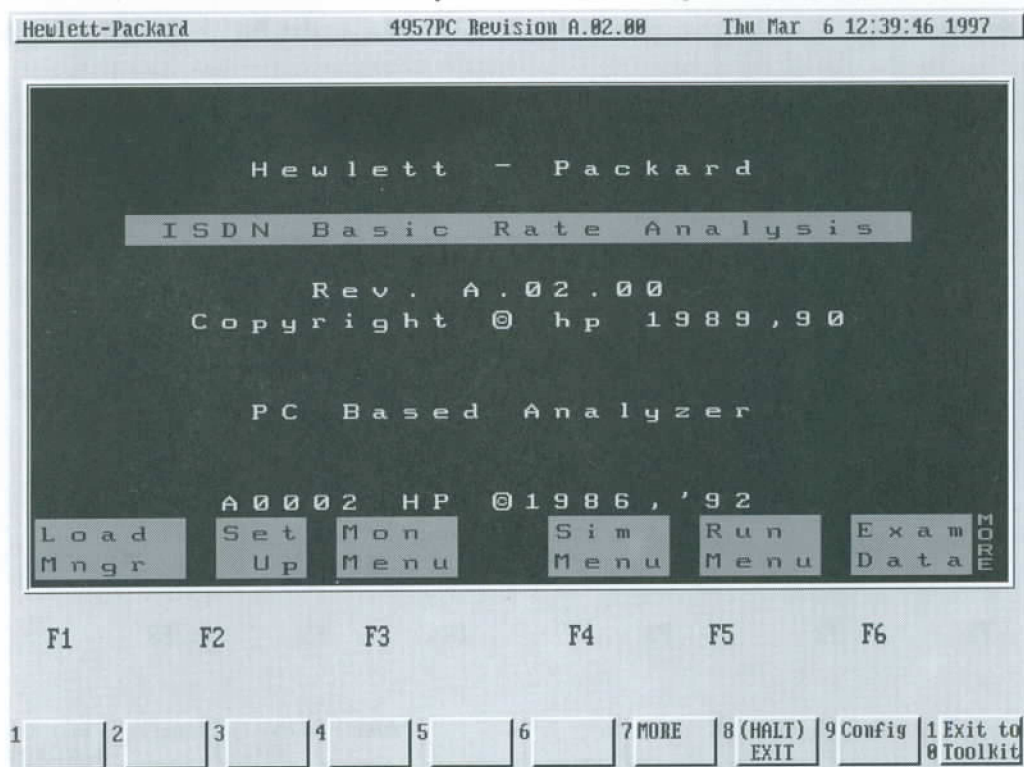
4.1. Analiza porównawcza testera

W porównaniu z innymi występującymi na rynku produktami tester oferuje użytkownikowi szereg udogodnień. Zostaną one zaprezentowane w odniesieniu do

możliwości analizatora HP 4957 będącego przedstawicielem dużej grupy urządzeń umożliwiających testowanie terminali ISDN.

HP 4957 stanowi urządzenie przeznaczone do analizowania zachowania terminali ISDN w pierwszych trzech warstwach OSI. Zachowanie terminala w warstwie fizycznej polega na obserwacji wymiany odpowiednich sygnałów inicjalizujących styk S, obecność których sygnalizują wskazania diod LED umieszczonych na dołączanej do analizatora przystawce. Zawiera ona również wskaźniki sygnalizujące występowanie odpowiednich napięć zasilających w łączy cyfrowym. W prezentowanym testerze proces aktywacji styku przeprowadzany jest samoczynnie po uruchomieniu testera i przyłączeniu testowanego terminala. Operator informowany jest o przebiegu aktywacji, jak również posiada możliwość zmiany sekwencji aktywujących wysyłanych do terminala w celu sprawdzenia jego zachowania na pojawienie się błędów w procesie aktywacji. Istotną zaletę stanowi też możliwość kontroli występowania time-outów aktywacji. Możliwości takich nie posiada analizator HP.

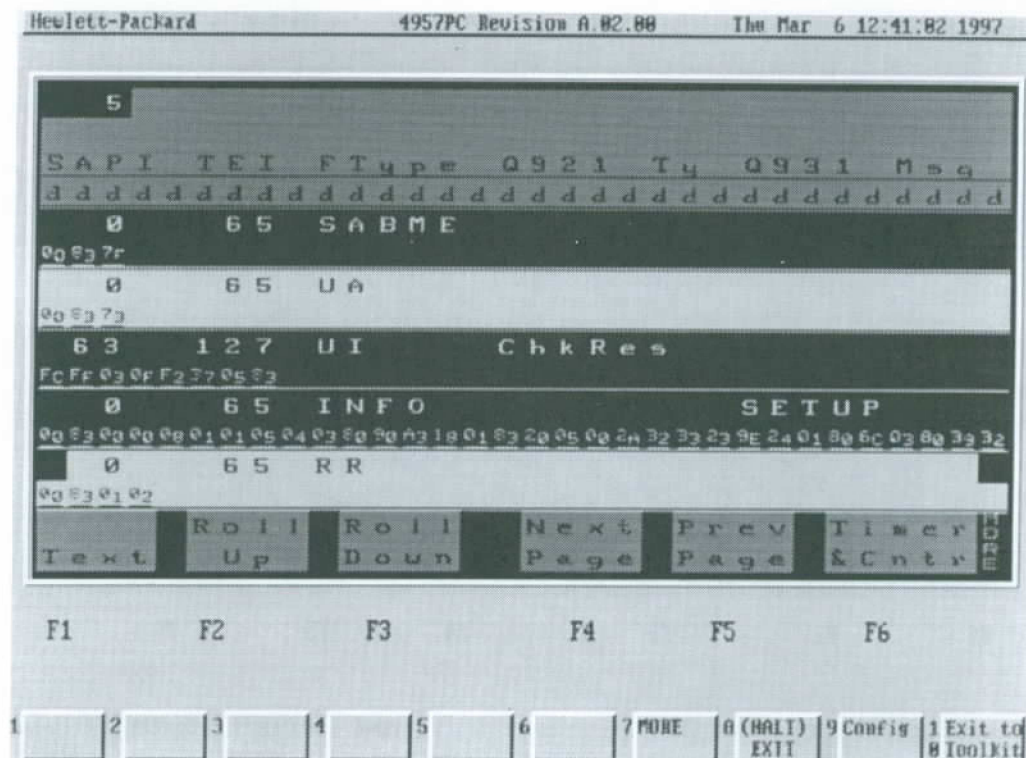
Kolejnymi istotnymi zaletami przedstawianego testera terminali są jego właściwości w zakresie realizacji testów w warstwie drugiej i trzeciej. Kontrola zachowania terminala w tych warstwach przeprowadzana analizatorem HP 4957 pozwala na prześledzenie zawartości kolejnych ramek przesyłanych pomiędzy testowanym terminalem, a zakończeniem sieciowym NT. Ramki te prezentowane są na ekranie



Rys. 6. Widok ekranu menu wyboru funkcji analizatora

monitora jednakże operator nie posiada jakiegokolwiek informacji o tym, czy format i zawartość ramek są zgodne z właściwymi zaleceniami. Jedynym udogodnieniem oferowanym użytkownikowi jest możliwość zapisania przesłanych sekwencji w pliku i późniejsze ich porównanie z zaleceniami. Ekran zawierający menu testowe analizatora oraz przykładowe sekwencje ramek przedstawiają rysunki 6 i 7. Omawiany tester posiada pełne możliwości w zakresie wysyłania w kierunku testowanego terminala określonych, zadanych w stosownych zaleceniach, sekwencji testujących oraz możliwość bieżącej analizy wyników testu lub ich zapisanie w celu późniejszej obróbki. Użytkownik jest także informowany po zakończeniu każdego testu o wyniku jego przebiegu, a w przypadku wykonywania serii testów posiada możliwość kontynuacji w przypadku wystąpienia testu błędnego. Jak już wspomniano tester charakteryzuje możliwość generacji błędnych sekwencji w celu sprawdzenia reakcji badanego terminala na wystąpienie takich ramek. Informacje o wynikach zapisywane są w raporcie z przebiegu testów. Rysunek 5 przedstawia przykład panelu z testami dla warstwy 2.

Tester charakteryzuje wygodny i łatwy w obsłudze interfejs użytkownika wykorzystujący oprogramowanie LabWin oraz umożliwiający pracę w środowisku DOS i Windows. W odróżnieniu od analizatora HP 4957 umożliwia on wykorzystanie myszki, a nie jak w przypadku analizatora klawiszy funkcyjnych, posługiwanie się którymi utrudnia jego obsługę.



Rys. 7. Widok ekranu analizatora HP 4957 podczas zapisu sekwencji ramek

LITERATURA

1. ETS 300 125, *Integrated Services Digital Network (ISDN); User-network interface data link specification, Application of CCITT Recommendations Q. 920/I.440 and Q.921/I.441.*
2. ETS 300 102-1, *Integrated Services Digital Network (ISDN); User-network interface layer 3 Specifications for basic call control.*
3. ETS 300 102-2, *Integrated Services Digital Network (ISDN); User-network interface layer 3 Specifications for basic call control. Specification Description Language (SDL) diagrams.*
4. ETS 300 153, *Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to ISDN using ISDN basic access.*
5. ETS 300 104, *Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to ISDN using ISDN basic access. Layer 3 aspects.*
6. ISO/IEC JTC1/SC21 DIS 9646: *OSI Conformance Testing Methodology and Framework.*
7. Gary C. Kessler, *ISDN Concepts, Facilities and Services.*
8. *Wymagania na tester terminali ISDN*, PIE – WAT, Warszawa 1995.
9. *Koncepcja testera terminali ISDN*, PIE – WAT, Warszawa 1995.
10. *Projekt techniczny modułów analizatora*, PIE – WAT, Warszawa 1995.
11. *Wykonanie modułów analizatora do diagnozowania terminali ISDN*, PIE – WAT, Warszawa 1995.
12. *Koncepcja interfejsu graficznego testera terminali ISDN*, PIE – WAT, Warszawa 1996.

SELECTED PROBLEMS OF ASSESSMENT OF TESTING INSTRUMENTS
FOR END USER TERMINALS IN ISDN NETWORK

S u m m a r y

In this paper, the ISDN terminal testing instrument designed and made in collaboration by IIE and MUT is presented. Special attention was given to the results of comparative analysis of the ISDN terminal testing instrument with the other similar type of testing instruments.

Keywords: ISDN.