

KRZYSZTOF BADŹMIROWSKI, JANUSZ TURCZYŃSKI, KRZYSZTOF ŁYSEK

Przemysłowy Instytut Elektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

OPTIMALIZACJA PROCEDUR TESTOWYCH DLA TESTERA TERMINALI ISDN

W artykule zaprezentowano zagadnienia związane z testowaniem terminali ISDN w zakresie warstwy 2 i warstwy 3 modelu odniesienia ISO/OSI. Przedstawiono propozycje optymalizacji kolejności testów warstwy 2 styku użytkownik/sieć, sprawdzoną w testerze wykonanym we współpracy Przemysłowego Instytutu Elektroniki z Wojskową Akademią Techniczną.

1. WSTĘP

Współczesny terminal abonencki, przyłączany do publicznej sieci ISDN poprzez interfejs użytkownik – sieć w punkcie odniesienia T lub koincydentnym punkcie odniesienia S/T , musi spełniać podstawowe wymagania ujęte w stosownych zaleceniach.

Zalecenia te zostały podzielone na wymagania związane z warstwą 1, warstwą 2 oraz warstwą 3 modelu odniesienia OSI. Wymagania związane z warstwą pierwszą dotyczą w zasadzie parametrów elektrycznych i o ich spełnienie należy zadbać na etapie projektowania i produkcji obwodów sprzęgających terminal z linią. Wymagania związane z warstwami 2 i 3 dotyczą logicznej części interfejsu i ich spełnienie jest w przeważającej części uzależnione od poprawnego funkcjonowania oprogramowania.* W Europie instytucją standaryzacyjną jest ETSI (European Telecommunication Standard Institute).

Warunkiem uzyskania zgody na przyłączenie urządzenia końcowego do publicznej sieci ISDN jest pomyślne przejście serii badań i testów w laboratorium uprawnionym do wydawania certyfikatów. Tego rodzaju badania, realizowane przy użyciu specjalistycznego sprzętu, są jednak bardzo kosztowne i wykonuje się je dopiero w ostatnim etapie wprowadzania nowego produktu na rynek.

W artykule przedstawiamy prosty tester, 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.

Podstawowy zakres testów dla współczesnych urządzeń końcowych zawierają normy:

* W Europie instytucją standaryzacyjną jest ETSI (European Telecommunication Standard Institute)

- ETS 300 153 — Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to ISDN using ISDN basic access.
- Annex A to ETS 300 153.
- ETS 300 104 — Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to ISDN using ISDN basic access. Layer 3 aspects.
- Annex A to ETS 300 104.

2. ZASADY PRZEPROWADZANIA TESTÓW

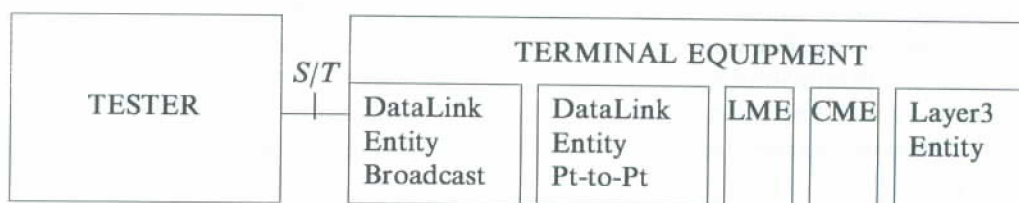
Podczas prowadzenia testów, jedynym dostępem do terminala zgodnie z zaleceniami CCITT jest styk *T* lub *S/T*. Gdy jest to konieczne, dla spowodowania określonych działań w warstwie 3 kanału D może być również wykorzystywany styk człowiek — urządzenie. Niektóre testy, w celu wywołania określonej reakcji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

2.1. Charakterystyka testów w warstwie łącza

Testowanie terminala w zakresie warstwy 2 polega na badaniu reakcji terminala na bodźce pochodzące z testera, mające postać poprawnych lub błędnych ramek LAP D. Sekwencje testowe zostały opisane w Aneksie A do ETS 300 153. Sekwencje te podzielone na następujące grupy:

- Inicjalizacja (sekwencje od A.2.2.1.1 do A.2.2.1.5)
- Testy transmisji ramki (sekwencje od A.2.2.2.1 do A.2.2.2.4)
- Rozłączenie w warstwie 2 (sekwencja A.2.2.3.1)
- Błąd w łączy (sekwencje od A.2.2.4.1 do A.2.2.4.4)
- Sterowanie przepływem danych (sekwencje od A.2.2.5.1 do A.2.2.5.2)
- Procedury zarządzania (sekwencje od A.2.2.7.1 do A.2.2.7.4)
- Testy wymuszające błędy (sekwencje od A.2.2.8.1 do A.2.2.8.4)
- Testy liczników czasu (sekwencje od A.2.2.9.1 do A.2.2.9.2)

Testowanie winno być przeprowadzone z wykorzystaniem konfiguracji przedstawionej na rys. 1. Na schemacie tym występują określone bloki funkcjonalne terminala związane z warstwą łącza.



Rys. 1. Konfiguracja testowa (ETS 300 153)

T a b e l a 1

Numer testu	Nazwa testu (ETS 300 153)
Warunek wstępny: stan TEI unassigned	
A.2.2.7.4	Check N202
A.2.2.8.7	Receipt of unexpected frames whilst in the TEI-unassigned state
A.2.2.7.1	TEI allocation
A.2.2.7.2	TEI allocation denied
Warunek wstępny: stan TEI assigned	
A.2.2.1.2	Initialisation failure, Modulo 128
A.2.2.1.3	Initialisation denial
A.2.2.1.4	Total initialisation failure
A.2.2.2.1	Unacknowledged transfer
A.2.2.7.3	TEI validation
A.2.2.8.1.1	Frame transmission using an invalid TEI value
A.2.2.8.2.2	SABME-frame with C bit set to zero
A.2.2.8.6.1	Receipt of a DISC-frame
A.2.2.8.6.2	Receipt of "T" or supervisory frame
A.2.2.1.1	Normal initialisation, Modulo 128
Warunek wstępny: stan MF established	
A.2.2.2.4	Receipt of an I-frame in the timer recovery state
A.2.2.3.1	Normal layer 2 disconnection
A.2.2.2.4	Receipt of an I-frame in the timer recovery state
A.2.2.4.1	Frame Check Sequence (FCS) check
A.2.2.4.3	RR response frame loss (ET to terminal)
A.2.2.5.1	ET indicates Receiver Not Ready
A.2.2.8.2.1	I-frame with C bit set to zero
A.2.2.8.2.2	SABME-frame with C bit set to zero
A.2.2.9.1	T200, time between retransmission of a frame
A.2.2.9.2	N200, maximum number retransmissions of a frame
A.2.2.1.5	Data link reset by the network side
A.2.2.2.2	Normal information transfer — receiver ready response
A.2.2.6.1	Terminal disconnects — EET initialises
A.2.2.5.2	Link supervision
A.2.2.2.3	Normal initialisation transfer — I-frame response
A.2.2.4.2	I-frame loss (terminal to ET)
A.2.2.4.4	RR response frame loss (to terminal to ET)
A.2.2.8.4.1	Out of sequence I-frame
A.2.2.8.4.2	Reject frame operations
A.2.2.8.4.3	Forced I-frame retransmission during timer recovery operation
A.2.2.8.5.1	Invalid N(R) value
A.2.2.8.8.1	Receipt of a command or response field that is undefined or unimplemented
A.2.2.8.8.2.1	DISC-frame with information field
A.2.2.8.8.2.2	RR-frame with additional octet
A.2.2.8.8.4	Receipt of an I-frame with exceeds the maximum number of octets

Przeprowadzenie każdego z testów wymaga spełnienia warunków wstępnych, czyli wprowadzenia terminala w jeden z określonych stanów warstwy 2:

- TEI unassigned (nieprzydzielony identyfikator terminala),
- TEI assigned (przydzielony identyfikator terminala),
- Multiframe mode established (tryb transmisji wieloramkowej).

Wybrany stan terminala uzyskuje się na ogół przez wymianę z testerem odpowiedniej sekwencji komunikatów. W niektórych sytuacjach potrzebna jest interwencja operatora, polegająca np. na podniesieniu i odłożeniu mikrotelefonu.

Zalecenie ETS 300 153 nic nie mówi o kolejności przeprowadzania poszczególnych testów warstwy 2. Wymaga jedynie, aby najpierw była przetestowana warstwa 1. Kolejność, w jakiej zostały zapisane sekwencje opisujące realizację poszczególnych testów ma logiczny związek z tematyką przeprowadzanych testów ale nie ułatwia ich wykonywania. Wymaga ona bowiem wielokrotnego przechodzenia pomiędzy stanami warstwy drugiej.

W takiej sytuacji często zdarza się, że w celu spełnienia warunków wstępnych, wprowadzenie terminala w wybrany stan wymaga przesłania większej ilości informacji i zajmuje więcej czasu niż właściwe sekwencje testowe. Np. warunkiem wstępnym wykonania testów A.2.2.2.2, A.2.2.2.3, A.2.2.8.4.1 czy A.2.2.8.4.2 jest przeprowadzenie zerowania warstwy łącza danych przez stronę sieci, czyli wykonanie testu A.2.2.1.5 po którym jako kolejny opisany jest A.2.2.2.1 – nie wymagający spełnienia takiego warunku. Po każdej sekwencji testowej terminal pozostaje w określonym stanie warstwy 2, odpowiednim do przeprowadzenia jednego z testów, dla którego ten stan jest warunkiem wstępnym.

Odpowiednio dobierając kolejność testów można zminimalizować liczbę przejść pomiędzy stanami warstwy 2 a więc czas testowania. Można znaleźć wiele takich kombinacji sekwencji testowych. Można również uwzględnić konieczność interwencji operatora np. grupując testy wymagające takich działań. Będzie to z pewnością cenne udogodnienie w przypadku seryjnego testowania większej liczby terminali. Tabela 1 przedstawia proponowaną kolejność wykonywania testów warstwy 2.

2.1.1. Testy w warstwie sieciowej

Zasady przeprowadzania testów w warstwie 3 opisane zostały w normie ETS 300 104 „Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN basic access”. Stosowane w obrębie tej normy określenie TE (terminal equipment) odnosi się do wyposażenia abonenckiego pełniące funkcje:

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

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

W normie ETS 300 104 zdefiniowane zostały stałe wymagania na dołączenie (*static attachment requirements* – *SAR*) dotyczące zarówno nawiązywania 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 (z wyjątkiem możliwości przenoszenia terminala – *terminal portability* implementowanej 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*), realizowane w testowanym urządzeniu. Zestaw realizowanych 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.

Testowanie warstwy 3 polega na badaniu reakcji terminala na wybraną sekwencję komunikatów emitowaną przez tester. Dotyczy to zarówno reakcji na komunikaty poprawne jak i na błędne (tzn. nieodpowiednie w danym momencie lub niepoprawne syntaktycznie). Sekwencje testowe dla warstwy 3 podzielone zostały na grupy:

- General tests
- Called user terminal tests
- Calling user terminal tests
- Cleardown state terminal tests
- Suspend/resume states tests
- Layer 3 timer tests

Liczba testów warstwy 3 jest kilkakrotnie większa niż liczba testów warstwy 2. Część z nich dotyczy opcjonalnych możliwości terminala i jest przeprowadzana tylko wtedy, gdy takie możliwości występują.

Przed przystąpieniem do testowania warstwy 3 należy dokonać odpowiedniego skonfigurowania testera. Polega to na wyborze zestawu sekwencji testujących odpowiedniego dla zestawu możliwości opcjonalnych. W skład komunikatów warstwy 3 wchodzi elementy informacyjne związane z rodzajem usługi wykorzystywanej przez terminal. Inne komunikaty będą generowane i obsługiwane przez terminale foniczne, inne przez terminale wideotelefoniczne, czy telefaksowe. W przypadku testowania procedur związanych z realizacją usług dodatkowych należy dostosować zestaw do wymagań administracji krajowej. Warunkiem rozpoczęcia każdego z testów warstwy 3 jest wprowadzenie terminala w stan zerowy. Każdy z testów warstwy

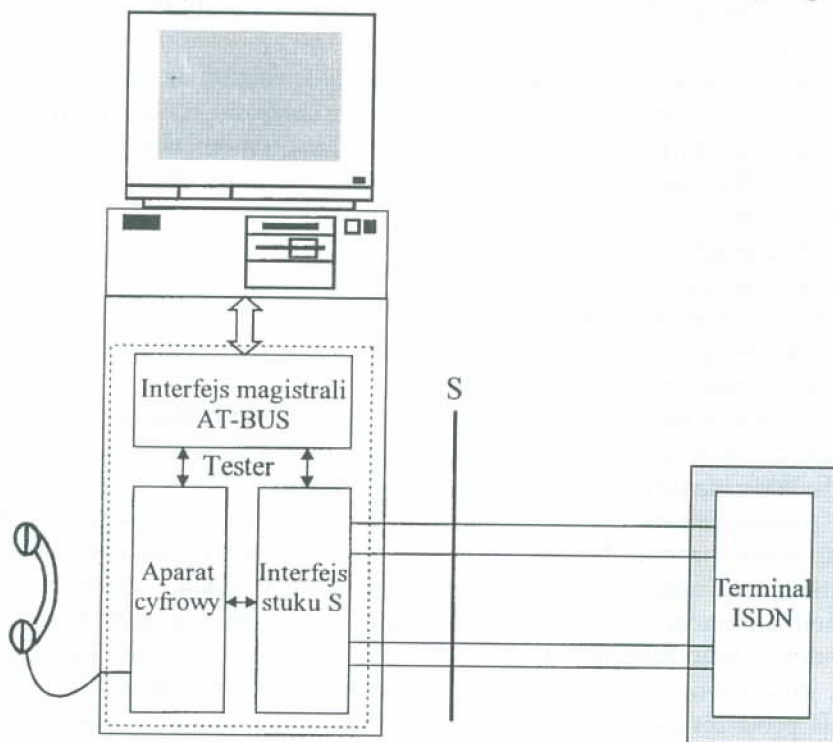
3 kończy się specjalną sekwencją (*postamble*) powodującą powrót do stanu zerowego. Kolejność wykonywania testów nie ma więc w tym przypadku znaczenia.

2.1.2. Tester terminali

Tester terminali ISDN opracowano i wykonano we współpracy PIE z WAT. Jest on wykonany w postaci karty rozszerzeń do komputera typu IBM PC. Karta zawiera blok interfejsu styku S, blok telefonu cyfrowego i blok interfejsu magistrali ISA. Karta obsługiwana jest przez program nadzorujący nadawanie sekwencji testowych i analizujących reakcje terminala. Tester umożliwia dowolny wybór zestawu testów spośród procedur przeznaczonych dla warstwy 2 i 3 styku S/T.

Wybór, zaproponowanej w tabeli 1 kolejności wykonywania testów warstwy 2 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.

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



Rys. 2. Układ pomiarowy terminala ISDN

warstwy 4. Wszystkie zdarzenia w trakcie procedury testowania są rejestrowane i mogą być następnie poddawane analizie. Podstawowy układ pomiarowy z zastosowaniem wykonanego testera terminali przedstawiono na rys. 2.

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.

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. BADŹMIROWSKI K., RADZIKOWSKI W., ŁUBKOWSKI P.: *Wybrane problemy oceny testerów terminali ISDN*. Metrologia i Systemy Pomiarowe Tom V, Zeszyt 1 – 2/1998.

OPTIMALISATION OF TEST PROCEDURES FOR ISDN TESTER

S u m m a r y

In this paper, the results of analyses concerning the selected topics in testing of ISDN terminals are presented. Special Attention shall be given to the works related to the methodology of performing the tests for the layer 2 and layer 3 OSI/ISO reference model.

Keywords: ISDN.