

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

**REFERATY
PROBLEMOWE**

Zeszyt 96

Sławomir Skolimowski

TESTER PAKIETÓW CYFROWYCH

Mikroprocesorowy przyrząd diagnostyczny
dla zespołów urządzeń cyfrowych



Warszawa 1989

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

REFERATY | PROBLEMOWE

Zeszyt 96

Sławomir Skolimowski

TESTER PAKIETÓW CYFROWYCH

Mikroprocesorowy przyrząd diagnostyczny
dla zespołów urządzeń cyfrowych

Warszawa 1989

S-10012

Zespół Redakcyjny:

doc. dr inż. Stanisław Sońta, mgr inż. Andrzej Stągrowski

mgr inż. Krystyna Frączek

Opracował:

mgr inż. Sławomir Skolimowski

Wydział Konstrukcyjno-Wdrożeniowy Dział Wdrożeniowy /WKW DW/

Instytut Łączności Oddział w Gdańsku

80-252 Gdańsk, ul. Jaśkowa Dolina 15, tel. 41-80-91 w.230

Praca WKW-02

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
BIBLIOTEKA NAJROKA

Nr S-100-13

Opiniował: inż. Paweł Godlewski

Maszynopis dostarczono dnia 1989.05.04

W referacie przedstawiono w sposób ogólny budowę i właściwości użytkowe testera zespołów urządzeń cyfrowych, wykorzystującego analizę sygnatur. Opisano przebieg procesu diagnostycznego, umożliwiającego lokalizację uszkodzeń w badanym zespole oraz podano ograniczenia, zalety i wady testera stwierdzone w czasie kilkuletnich doświadczeń z eksploatacji pięciu testerów.

Redaktor: mgr Krystyna Juszkiewicz

Montaż tekstu: Barbara Skwara

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 1989.06.14.
Zam. WKW-02/204/34. Nakład 70 egz.

TESTER PAKIETÓW CYFROWYCH

Mikroprocesorowy przyrząd diagnostyczny
dla zespołów urządzeń cyfrowych

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Budowa i dane techniczne	3
3. Oprogramowanie	5
4. Przebieg procesu diagnostycznego	6
5. Podsumowanie	10
Wykaz literatury	11

TESTER PAKIETÓW CYFROWYCH

Mikroprocesorowy przyrząd diagnostyczny
dla zespołów urządzeń cyfrowych

1. WPROWADZENIE

Podczas opracowywania, modelowania oraz produkcji urządzeń składających się z podzespołów cyfrowych, a więc operujących sygnałami w postaci ciągów impulsów, powstał problem: w jaki sposób badać sprawność poszczególnych bloków urządzeń i jak analizować wyniki pomiarów w celu lokalizacji wadliwych podzespołów i połączeń? Oscyloskop, woltomierz i amperomierz są tu uciążliwe w użyciu i często nieskuteczne.

Proste urządzenia cyfrowe można badać za pomocą sondy logicznej. Złożone układy urządzeń wymagają jednak wysoko specjalizowanych, często zautomatyzowanych, przyrządów diagnostycznych. Producentom urządzeń cyfrowych potrzebne są testery, zapewniające sprawdzenie głównie parametrów funkcjonalnych gotowych zespołów, a następnie całych złożonych z nich urządzeń.

Opracowany w Instytucie Łączności w Oddziale w Gdańsku tester pakietów cyfrowych jest przeznaczony do testowania zespołów złożonych ze znacznej liczby układów scalonych i do lokalizacji uszkodzeń w tych zespołach.

Zasada jego działania oparta jest na analizie sygnatur. Nazwano tak, opracowaną w 1975 roku przez firmę Hewlett-Packard, metodę kompresji danych, podobną do stosowanej przy wykrywaniu i korekcji błędów transmisji, a polegającą na wykorzystaniu kodów Hammingowych. Do tworzenia tych kodów wykorzystuje się rejestr przesuwający o liniowym sprzężeniu zwrotnym bądź jego odpowiednik programowy.

Stosując tę metodę przy testowaniu złożonego układu cyfrowego nie ma potrzeby wnikania w zasady jego działania. Traktuje się go jak czarną skrzynkę o pewnej liczbie wejść pobudzających ciągami impulsów i pewnej liczbie wyjść wydających również

ciągłi impulsów, powstające w wyniku przetworzenia ciągów wejściowych. Wprowadzając do wspomnianego rejestru przesuwneho ciąg impulsów z określonego wyjścia i o określonej długości, uzyskuje się określony stan tego rejestru, który można przedstawić w notacji szesnastkowej, łatwo czytelnej dla operatora. Okazało się, że przy dostatecznie długich ciągach impulsów i wykorzystaniu szesnastobitowego rejestru przesuwneho do ich kompresji, można z prawdopodobieństwem niemal 100% przypisać każdemu wyjściu jednoznaczna sygnaturę złożoną z 4 znaków kodu szesnastkowego. Każde wyjście ma w postaci sygnatury swoją własną wtykawkę albo jakby tabliczkę znamionową. Również każdy węzeł elektryczny wewnątrz zespołu cyfrowego posiada swoją własną sygnaturę.

Proces wnioskowania o sprawności zespołu polega na porównaniu zgodności sygnatur odczytywanych podczas testowania z sygnaturami charakteryzującymi zespół sprawny technicznie. Przenoszenie odczytu po drogach sygnałowych, poczynając od wyjść poprzez węzły elektryczne w kierunku wejść zespołu, umożliwia lokalizację uszkodzonych podzespołów lub połączeń między nimi.

Opisana skrótowo analiza sygnatur, aby była praktycznie skuteczna, wymaga od badanych zespołów cyfrowych spełnienia pewnych warunków, jak np. możliwości przerwania wewnętrznych pętli sprzężeń zwrotnych [1]. Niespełnienie tych warunków może powodować pewne trudności w lokalizacji uszkodzeń, jednak i w takim przypadku analiza sygnatur jest bardzo pomocnym narzędziem podczas sprawdzania, uruchamiania i naprawy złożonych zespołów cyfrowych. Obszerniej na temat analizy sygnatur i przyrządów wykorzystujących tę metodę napisano w [1] i [2].

W latach 1983-85 grupa inżynierów w gdańskim oddziale Instytutu Łączności opracowała tester wykorzystujący opisaną wyżej metodę. Okazał się on niezbędnym narzędziem w produkcji warsztatowej elektronicznych central telegraficznych. Po zebraniu doświadczeń eksploatacyjnych tester wzbogacono o kilka oryginalnych rozwiązań ułatwiających pracę operatorowi.

2. BUDOWA I DANE TECHNICZNE

Tester składa się z osobnych urządzeń łączonych ze sobą za pomocą kabli:

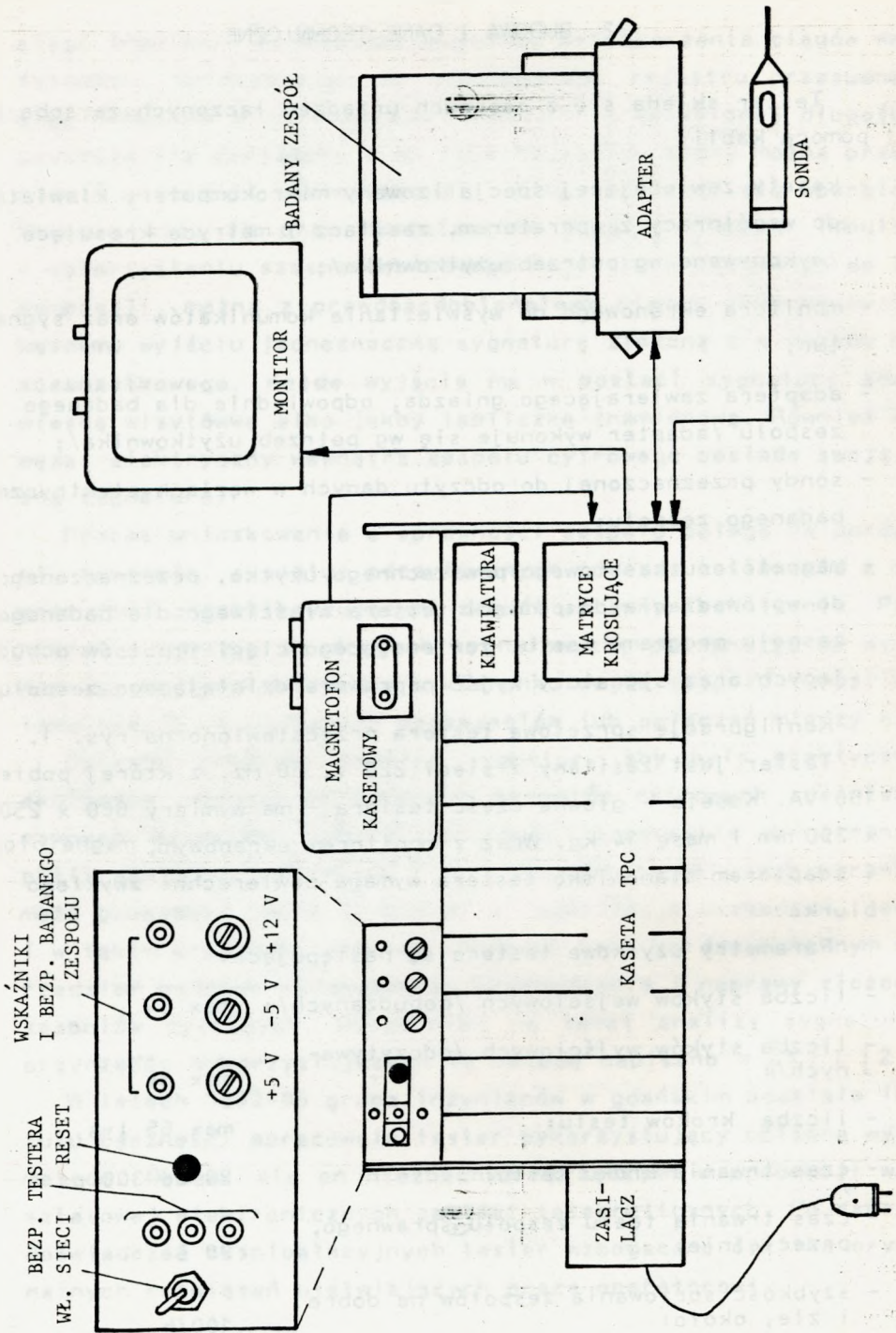
- kasety zawierającej specjalizowany mikrokomputer, klawiaturę do współpracy z operatorem, zasilacz i matryce krosujące /wykonywane wg potrzeb użytkownika/;
- monitora ekranowego do wyświetlania komunikatów oraz sygna-
tur;
- adaptera zawierającego gniazda, odpowiednie dla badanego zespołu /adapter wykonuje się wg potrzeb użytkownika/;
- sondy przeznaczonych do odczytu danych w węzłach elektrycznych badanego zespołu;
- magnetofonu kasetowego powszechnego użytku, przeznaczonego do wprowadzania do pamięci testera właściwego dla badanego zespołu programu testu, zawierającego ciągi impulsów pobudzających oraz sygnatury wyjść poprawnie działającego zespołu.

Konfigurację sprzętową testera przedstawiono na rys. 1.

Tester jest zasilany z sieci 220 V, 50 Hz, z której pobiera 150 VA. Kasety - główna część testera - ma wymiary 660 x 250 x 250 mm i masę 14 kg. Wraz z monitorem ekranowym, magnetofonem i adapterem stanowisko testera wymaga powierzchni zwykłego biurka.

Parametry użytkowe testera są następujące:

- liczba styków wejściowych /pobudzanych/: max 64
- liczba styków wyjściowych /odczytywa-
nych/: max 64
- liczba kroków testu: max 65 tys.
- czas trwania kroku testu: 30 do 300 μ s
- czas trwania testu zespołu sprawnego,
przeciętnie: 20 s
- szybkość sortowania zespołów na dobre
i złe, około: 100/h



-Rys. 1. Konfiguracja testera

- dysponowane zasilanie badanego zespołu: 5 V/10 A, -5 V/1 A,
12 V/1 A
- sygnały pobudzające wejścia badanego zespołu: poziom TTL.

3. OPROGRAMOWANIE

Oprogramowanie testera jest przechowywane w pamięci EPROM o pojemności 8 kB. Wykorzystuje się także 4 kB pamięci RAM, do której wprowadza się programy testujące /dla każdego rodzaju zespołu opracowuje się osobny program testujący, przechowywany na taśmie kasetowej/ oraz różne dane pośrednie powstające w trakcie pracy testera.

Oprogramowanie składa się z następujących części funkcjonalnych:

- programu operacyjnego,
- programu przygotowania testu,
- programu interpretacji testu,
- programu kontroli testu.

Program operacyjny jest to pseudo CP/M, umożliwiający tworzenie bądź modyfikowanie istniejącego oprogramowania użytkowego. Obsługuje on także szynę I/O, dołączoną dodatkowo klawiaturę alfanumeryczną i zarządza pamięcią.

Program przygotowania testu ma za zadanie umożliwić wykorzystanie testera do opracowania i nagrania na taśmę programu testu. Każdy rodzaj zespołu ma swój własny program testu generujący ciągły impuls pobudzających wejścia. Parametry testu stanowią sygnatury prawidłowych pobudzeń na wejściach i sygnatury prawidłowych odpowiedzi na wyjściach zespołu. Do opracowania testu wykorzystuje się specjalny prosty język programowania LOGTES-6, wprowadzając jego instrukcje za pomocą klawiatury alfanumerycznej dołączonej do testera. Prawidłowe sygnatury wejściowe i wyjściowe odczytuje się za pomocą sondy testera,

pobudzając opracowywanym programem testu zespół sprawny technicznie. Następnie dokonuje się asemblacji i konsolidacji wszystkich składników testu, uzyskując ostateczny test użytkowy.

Program Interpretacji testu realizuje wczytany z taśmy do pamięci operacyjnej test badanego zespołu, to znaczy wysyła na wejścia zespołu ciąg pobudzających sygnałów, sprawdza ich poprawność /mogą wystąpić np. zwarcia wejść, co zmieni te sygnały/ oraz poprawność sygnałów na wyjściach przez porównanie sygnatur czytanych z sygnaturami zapamiętanymi w parametrach testu. Rezultaty wyświetla na ekranie monitora.

Program kontroli testu sprawdza poprawność bieżąco wykonywanego testu, który może doznać degradacji na taśmie bądź w pamięci operacyjnej. Brak tego sprawdzenia powodowałby straty czasu, a nawet zbędne "naprawy" zespołu. Dlatego obliczana jest bieżąco sygnatura wykonywanego testu i porównywana z poprawną sygnaturą umieszczoną w parametrach testu. W razie niezgodności wyświetla się na ekranie odpowiedni komunikat.

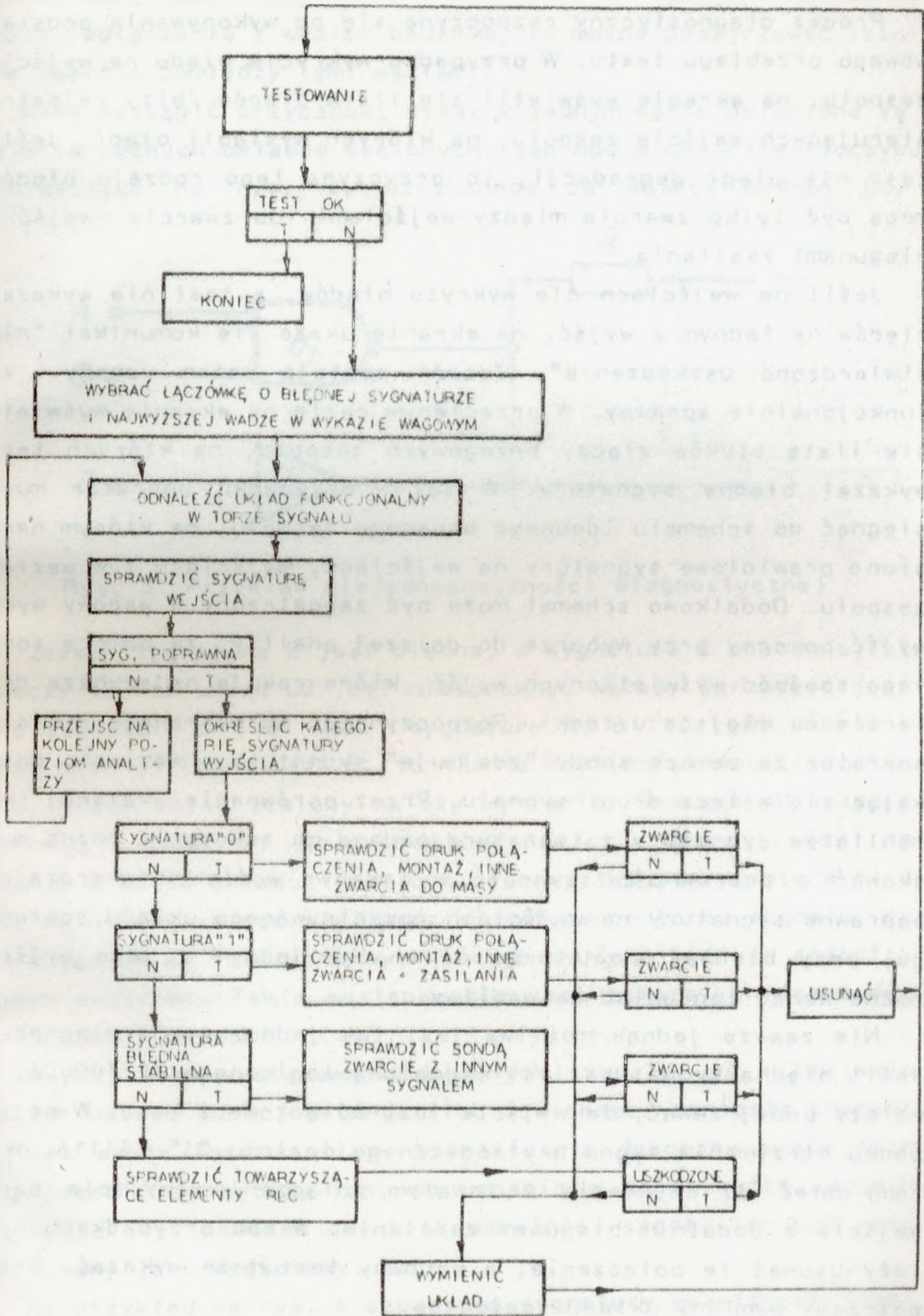
4. PRZEBIEG PROCESU DIAGNOSTYCZNEGO

Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowy procesu diagnostycznego.

Po przygotowaniu testera do pracy, tzn. włączeniu zasilania kasety, magnetofonu i monitora ekranowego, włożeniu do kasety właściwych matryc krosujących oraz wczytaniu z taśmy właściwego testu i włożeniu badanego zespołu do gniazd adaptera, można rozpocząć czynności diagnostyczne.

Czynności diagnostyczne polegają na wprowadzaniu za pomocą klawiatury w kasecie odpowiednich rozkazów, odczytywaniu z ekranu komunikatów, operowaniu sondą i przeprowadzeniu wnioskowania.

Rezultatem powyższych czynności jest stwierdzenie sprawności badanego zespołu po ewentualnym usunięciu wykrytych usterek takich, jak np. i zwarcia, braki połączeń, wadliwe układy scalone.



Rys. 2. Schemat blokowy procesu diagnostycznego

Proces diagnostyczny rozpoczyna się od wykonywania podstawowego przebiegu testu. W przypadku wykrycia błędu na wejściach zespołu, na ekranie wyświetli się lista błędów /bity rejestrów sterujących wejścia zespołu, na których wystąpił błąd/. Jeśli test nie uległ degradacji, to przyczyną tego rodzaju błędów mogą być tylko zwarcia między wejściami lub zwarcia wejść z bieżuną zasilania.

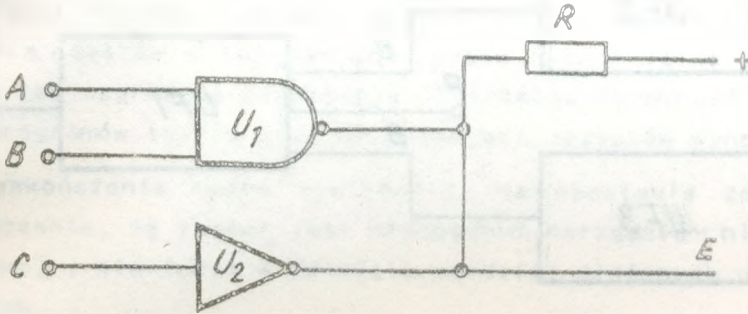
Jeśli na wejściach nie wykryto błędów, a test nie wykazał błędów na żadnym z wyjść, na ekranie ukaże się komunikat "nie stwierdzono uszkodzenia". Zespół zostaje zatem uznany za funkcjonalnie sprawny. W przeciwnym razie na ekranie wyświetli się lista styków złączy brzegowych zespołu, na których test wykazał błędne sygnatury. W takim przypadku operator musi sięgnąć do schematu ideowego badanego zespołu, na którym naniesiono prawidłowe sygnatury na wejściach, wyjściach i w węzłach zespołu. Dodatkowo schemat może być zaopatrzone w wagowy wykaz wyjść pomocny przy wyborze do dalszej analizy, za pomocą sondy, tego spośród wyświetlonych wyjść, które rokuje najszybsze dotarcie do miejsca usterki. Rozpoczynając od wybranego wyjścia, operator za pomocą sondy "zdejmuje" sygnatury w węzłach, posuwając się wstecz drogi sygnału. Przez porównanie ukazanej na monitorze sygnatury z sygnaturą podaną na schemacie można wnioskować o poprawności sygnału w badanym węźle. Stwierdzając poprawne sygnatury na wejściach rozpatrywanego układu scalonego, przy błędnej sygnaturze na choćby jednym z jego wyjść, można uznać ten układ za wadliwy.

Nie zawsze jednak możliwa jest tak jednoznaczna diagnoza. Jeśli błędna sygnatura jest sygnaturą logicznego "0"/0000/, to należy podejrzewać, że wyjście jest połączone z masą. W przypadku otrzymania sygnatury logicznego poziomu "1" /1111/, możemy mieć do czynienia z trwałym połączeniem wyjścia bądź wejścia z dodatnim bieżunem zasilania. W obu przypadkach należy usunąć te połączenia, a ponowny test może wykazać brak potrzeby wymiany układu scalonego.

Jeżeli otrzymana sygnatura jest stabilna, różna od sygnatury "0" i "1", ale również niezgodna z dokumentacją, a uda się

wykryć taką samą sygnaturę w innym węźle nie mającym bezpośredniego połączenia z węzłem badanym, to można podejrzewać istnienie zwarcia pomiędzy tymi węzłami.

Może wystąpić przypadek, kiedy w jednym węźle połączone są wyjścia różnych układów scalonych, jak np. w układzie iloczynu montażowego na rys. 3, uzyskanego za pomocą bramek OC.



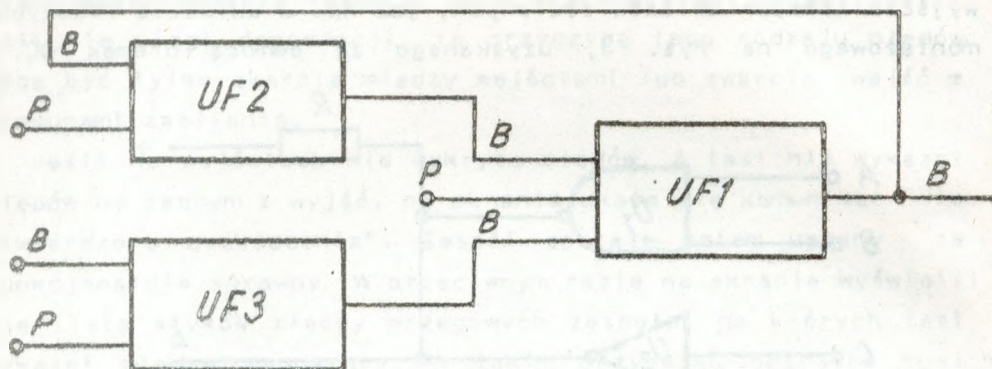
Rys. 3. Przykład niejednoznaczności diagnostycznej

Jeżeli sygnatura E jest błędna, a sygnatura C poprawna, nie znaczy to, że układ U_2 jest niesprawny. Należy sprawdzić jeszcze sygnatyry A i B . Jeśli sygnatyry A , B i C będą poprawne przy błędnej sygnaturze E , to nie ma możliwości rozstrzygnięcia, który układ scalony należy wymienić. Dopiero odłączenie jednego z wyjść od węzła umożliwi podjęcie decyzji. Gdy na jednym z wejść układu funkcjonalnego występuje sygnatura błędna, to należy cofnąć się bardziej wstecz po torze sygnału, odnajdując układ funkcjonalny, którego wyjście steruje rozpatrywanym wejściem. Takie postępowanie jest zawsze konieczne dla lokalizacji usterki.

W przypadku występowania błędnych sygnałów na kilku wejściach układu funkcjonalnego /lub scalonego/ doniosłe znaczenie ma wybór toru analizy. Niewłaściwie dokonany wybór może doprowadzić do pętli, tzn. do uznania w danym węźle sygnału za wejściowy, podczas gdy krok wcześniej sygnał ten był rozpatrywany jako wyjściowy.

Na przykład na rys. 4 oznaczono sygnatyry prawidłowe literą P , błędne zaś - literą B . Po stwierdzeniu błędnych sygnałów na wejściu układu funkcjonalnego UF_1 , dalszą analizę należy

przenieść na układ UF3, a nie UF2. W przypadku wystąpienia usterki wewnątrz pętli nie ma możliwości ustalenia przyczyny bez przerwania pętli.



Rys. 4. Przykład analizy diagnostycznej

Po usunięciu zlokalizowanej usterki konieczne jest ponowne testowanie, a w razie negatywnego wyniku - wznowienie procedury diagnostyki. Usunięte bowiem uszkodzenie może dać błędne sygnatury na wyjściach uznanych poprzednio za dobre.

5. PODSUMOWANIE

Wieloletnia eksploatacja kilku egzemplarzy testera potwierdziła całkowicie jego przydatność w kontroli produkcji zespołów cyfrowych. Umożliwiła ona również stwierdzenie pewnych uciążliwości, które w przypadku większego zapotrzebowania na testery należałoby usunąć, finansując opracowanie udoskonalonej konstrukcji testera.

Z ulepszeń, jakie byłyby wskazane, można wymieniać:

- usunięcie maciż krosujących dopasowujących rzeczywiste wejścia i wyjścia zespołu badanego do stałych wejść i wyjść interfejsu testera; kosztem rozbudowy oprogramowania można by usunąć kłopotliwe ilościowo i manipulacyjnie maciże krosujące i zastąpić ich funkcje deklaracją umieszczoną w programie testu;

- usunięcie magnetofonu kasetowego, który okazał się dość zawodnym ogniwem w przygotowaniu testera do pracy; objawia się to koniecznością nieraz kilkukrotnego powtarzania wczytywania dla uzyskania bezbłędneho kodu testu, co przy częstym przeprogramowywaniu testera na badanie coraz to innego zespołu jest uciążliwe i wydłuża czas przygotowania testera do pracy; kosztem rozbudowy pamięci stałej można by umieścić programy testów w tej pamięci, gdzie byłyby łatwo dostępne i nie tak zagrożone degradacją. Potrzebna pojemność pamięci dla programów testów przy 23 rodzajach zespołów wynosi 36 kB.

Na zakończenie można stwierdzić, na podstawie zebranego doświadczenia, że tester jest niezbędnym narzędziem nie tylko w produkcji, ale także w serwisie parzkiej złożonych urządzeń cyfrowych.

WYKAZ LITERATURY

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
BIBLIOTEKA NAUOWA
Nr S-100.13

1. Kubiś M.A.: Analiza sygnatur. Elektronizacja, zeszyt 20, WKŁ, Warszawa 1984.
2. Laube J.: Analizator sygnatur - uniwersalny przyrząd diagnostyczny do urządzeń cyfrowych. Referaty Problemowe IL, zeszyt 49, Instytut Łączności, Warszawa 1982.
3. Tester pakietów cyfrowych, opis techniczny D-18T-27.01. Instytut Łączności Oddział w Gdańsku, Gdańsk 1989.
4. Tester pakietów cyfrowych, Instrukcja obsługi i użytkownika D-18T-27.02. Instytut Łączności Oddział w Gdańsku, Gdańsk 1989.

S-10013