ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1991
Seria: AUTOMATYKA z. 103 Nr kol. 1090

Andrzej MITAS

AUTOMATYCZNY TESTER DIAGNOSTYCZNY MASTER-DQ JAKO PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA NIELINIOWYCH TECHNIK KOMPRESJI INFORMACJI

Streszczenie: W artykule omówiono sposób kompresji ciągów trójwartościowych lub dwuwartościowych oraz tester układów cyfrowych, realizujący przedstawioną koncepcję. Podstawowym zadaniem testera, oznaczonego symbolem MASTER-DQ, jest łatwe stwierdzenie poprawności działania badanego układu z maksymalnie dużym prawdopodobieństwem poprawności oceny.

Tester ten stanowił jeden z punktów pracy naukowo-badawczej prowadzonej w ramach CPBP 02.17, wykonanej w Politechnice Śląskiej w Gliwicach na zlecenie Instytutu Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk (praca NB-379/RAu-3/86).

WSTĘP

Znane dotychczas sposoby i urządzenia do kompresji ciągów [1] - [6] zorientowane są na pojedynczą technikę kompresji. Sposoby kompresji i konstrukcje znanych testerów tej klasy nie ujmują zagadnienia minimalizacji prawodopodobieństwa błędu związanego z redukcją informacji, w zależności od cech ciągu. Znany np. z polskiego opisu patentowego 137712 sposób kompresji przewiduje wyłącznie zastosowanie rejestru liniowego jako układu kompresji, co implikuje stałe prawodopodobieństwo błędu, niezależnie od cech badanego ciągu. Liczne eksperymenty [6] wykazują, że w testowaniu systematycznym dominują klasy ciągów, których kompresja metodami nieliniowymi charakteryzuje się nieznaczną wartością prawodopodobieństwa popełnienia błędu.

Podłoże teoretyczne proponowanego sposobu kompresji informacji zostało szczegółowo przedstawione w pracy [7]. W prezentowanym opracowaniu pominięto więc szczegółowe wyprowadzenia teoretyczne na rzecz opisu zasady działania i konstrukcji testera realizującego mieszane techniki kompresji. Kompresja ta polega na współbieżnym badaniu pojedynczego ciągu trójwartościowego lub dwuwartościowego trzema technikami: techniką liniową, techniką zliczania

jedynek i techniką zliczania przejść. Na podstawie analizy cech zliczeniowych wykonywany jest wybór techniki zapewniającej minimalne prawodopodobieństwo popełnienia błędu.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYAKA STOSOWANYCH TECHNIK KOMPRESJI

Zaprezentowane poniżej i pokrótce omówione techniki kompresji należą do powszechnie znanych i stosowanych. Skrótowa charakterystyka tych technik ma na celu ułatwienie analizy proponowanych rozwiązań. Największą popularnością cieszy się analiza sygnatury. Szczegółowe informacje o jej rozwoju zawierają pozycje [1], [3], [6]. Zaletą tej techniki jest przede wszystkim równomierny rozkład prawdopodobieństwa błędu kompresji. Terminem "prawodopodobieństwo błędu" określa się wyliczoną z definicji klasycznej wartość prawodopodobieństwa, że identyczny z wzorcem, końcowy wynik kompresji, może wystąpić dla wejściowego ciągu testowego innego niż poprawny.

Kompresja szeregowej informacji w rejestrze przesuwającym ze sprzężeniem zwrotnym w postaci sumy modulo dwa do wejścia ze stopni rejestru określonych równaniem wielomianu sprzężenia pozwala na równomierny podział przestrzeni zdarzeń elementarnych wszystkich wariacji z powtórzeniami m pozycji binarnych, gdzie m oznacza długość ciągu badanego.

Każdemu z podzbiorów przyporządkowana jest, wzajemnie jednoznacznie dla określonego wielomianu sprzężenia, cecha zwana sygnaturą. Zastosowanie LFSR sprawia, że liczności zbiorów ciągów przekształcanych w identyczną sygnaturę są takie same i równe $2^m/2^n$, gdzie n jest liczbą stopni układu kompresji.

Oczywiste jest więc, że przy założeniu stałego prawdopodobieństwa dowolnego zdarzenia elementarnego, prawdopodobieństwo błędu kompresji wynosi [1], [3]:

$$PAS = \frac{2^{m-n} - 1}{2^m - 1} \tag{1}$$

dla $m \gg n$ $PAS \approx 2^{-n}$

Różnica 2^m-1 w mianowniku wynika stąd, że eliminujemy ciąg binarny uznany za wzorcowy.

Taką samą jakość kompresji, przy określonych powyżej założeniach, dałaby zwykła pamięć n określonych pozycji ciągu binarnego. Różnica polega w tym przypadku na cechach detekcyjnych. Szerzej omawia to poz. [1]. Właściwości te są bezpośrednim następstwem wyboru wielomianu sprzężenia (w przypadku pamięci n pozycji - wielomianu zerowy). Zastosowanie wielomianów niezerowych pozwala

na uzyskanie takich cech, jak: całkowicie pewna detekcja pojedynczego błędu w ciągu m-bitowym, detekcja paczki błędów o długości mniejszej od długości kompresora - n itd. Do najczęściej stosowanych należą rejestry liniowe objęte sprzężeniami wyznaczonymi przez wielomiany pierwotne.

Technika LFSR posiada atrybut prostej implementacji układowej, determinujący stosowalność w testerach wbudowanych. Znane są również wielowejściowe rejestry LFSR, gruntownie przebadane i opisane w [1], a zastosowane w [6].

Do najprostszych koncepcyjnie technik kompresji należą techniki polegające na wyznaczaniu liczby określonych zdarzeń w ciągu testowym. Do podstawowych należą techniki: zliczania jedynek i zliczania przejść. W przypadku pierwszej techniki zliczeniowej cechą porównywaną z wzorcową jest bezwzględna liczba jedynek (lub zer). Znane są sposoby testowania układów VLSI [4] tą techniką, ponieważ, podobnie jak analiza sygnaturowa charakteryzuje się ona łatwością stosowania.

Przyjmując, jak w technice LFSR, założenie o równym prawodopodobieństwie wystąpienia dowolnego ciągu, prawdopodobieństwo błędu kompresji określimy jako stosunek:

$$PSC = \frac{\binom{m}{t} - 1}{2^m - 1} \tag{2}$$

Podobnie jak wyżej symbol m określa długość ciągu wyników, a t - liczbę jedynek w ciągu, czyli wartość porównywanej cechy.

Z analizy wyrażenia (2) wynika bezpośrednio wniosek o zależności błędów kompresji od cechy ciągu. Wzór (1) określa natomiast stałą wartość błędu w całej przestrzeni zdarzeń.

Z własności trójkąta Pascala wynika, że $\binom{m}{t}$ przyjmuje wartości maksymalne dla $t = \mathrm{INT}\left(\frac{m+1}{2}\right)$.

Stosując aproksymację Stirlinga można wartość liczbową funkcji określonej symbolem Newtona ograniczyć podanym poniżej wyrażeniem:

$$\binom{m}{t} \le \frac{2^m}{\sqrt{\frac{\pi m}{2}}} \exp\left[-\frac{\left(t - \frac{m}{2}\right)^2}{\frac{m}{2}}\right] \tag{3}$$

Zakładając, że $t = \frac{m}{2}$ oszacujemy, że:

$$PSC \approx \frac{1}{\sqrt{\frac{\Pi \cdot m}{2}}} > \frac{1}{2^n} = PAS.$$

Istnieją więc przypadki, że zastosowanie techniki LFSR charakteryzuje się mniejszym prawdopodobieństwem błędu w stosunku do techniki zliczeniowej.

W innym szczególnym przypadku, np. dla t=0 lub t=m, otrzymujemy PSC=0. Taka wartość błędu kompresji jest w technice linowej nieosiągalna. Przypadek takiego ciągu występuje często przy uszkodzeniach typu "stack at fault" (na wejściu testera ciągu samych zer lub jedynek). Ponieważ funkcja PSC(t) jest symetryczna oraz monotoniczna w zakresie $\langle 0; INT(\frac{m+1}{2})\rangle$ a funkcja PAS jest niezależna od t, więc stała w omawianej dziedzinie, to dla określonej długości ciągu oraz przyjętej długości rejestru istnieje granica stosowalności obu technik.

Godnymi podkreślenia są cechy diagnostyczne techniki zliczania jedynek. Warto zauważyć, że błąd kompresji wystąpi jedynie wówczas, kiedy dokładnie równe są liczby tych pozycji ciągu testowego, które zmienią wartości z wysokiego na niski poziom logiczny i tych, które zmienią się przeciwnie. Wypływa stąd wniosek, że każdy błąd pojedynczy zostanie wykryty. Zdetektowane będą również wszystkie paczki błędów o nieparzystej liczbie przekłamań. Ważną cechą ujemną tej techniki jest niewrażliwość na kolejność pozycji w sekwencji badanej, czego następstwem może być np. niewykrycie opóźnienia fazy reakcji układu testowanego na zadawane wzorce testowe.

Inną metodą obserwacji wyszczególnionych zdarzeń w ciągu testowym jest technika zliczania przejść, rozumianych jako zmiana z niskiego na wysoki poziom logiczny i odwrotnie [5]. Opierając się jak powyżej na definicji klasycznej prawodopodobieństwo błędu kompresji określimy jako następujący stosunek:

$$PTC = \frac{L_T - 1}{2^m - 1} \tag{4}$$

gdzie: L_T oznacza liczność zbioru ciągów o identycznej liczbie przejść w przestrzeni zdarzeń wszystkich ciągów.

Liczbę przejść wyznaczyć można według poniższej zależności:

$$L_T = 2 \binom{m-1}{k}. \tag{5}$$

Stąd prawdopodobieństwo błędu kompresji techniki zliczania przejść wynosi:

$$PTC = \frac{2\binom{m-1}{k} - 1}{2^m - 1}. \tag{6}$$

Postać wzoru (6) sugeruje, że technikę zliczania przejść można porównywać z techniką analizy sugnatury, podobnie jak w przypadku techniki zliczania jedynek, jakkolwiek zerowa wartość prawdopodobieństwa błędu kompresji w (6) już nie występuje.

WYBÓR TECHNIKI OPTYMALNEJ

Jak wynika z obserwacji przebiegów funkcji PAS, PSC i PTC w dziedzinie przestrzeni wszystkich ciągów, opłacalne powinno być przyporządkowanie grup ciągów do określonych typów kompresji. Uogólniając można ocenić, że ciągi o bardzo małej lub bardzo dużej tzn. o bliskiej długości ciągu, liczbie jedynek powinny być testowane techniką zliczania jedynek, co zapewnia większą niż dla techniki liniowej detekcyjność. Odpowiednio z analogicznych przyczyn ciągi o zbliżonej do minimalnej lub maksymalnej liczbie przejść powinny być badane techniką TC. W każdym przypadku, gdy (PAS < PTC) ∧ (PAS < PSC), kompresorem powinien być LFSR.

W oparciu o zaprezentowaną w [7] analizę zaproponowano następujący sposób kwalifikacji ciągu wejściowego do jednej z trzech wyszczególnionych technik kompresji. W pierwszym etapie po wykonaniu testu należy ocenić, czy przynajmniej jedna z technik nieliniowych zapewnia mniejsze prawdopodobieństwo błędu niż technika liniowa. Należy więc kolejno sprawdzić, czy wartości cech zliczeniowych należą do przedziałów przewagi technik zliczeniowych. Jeśli okaże się, że zarówno technika zliczania jedynek jak i technika zliczania przejść jest lepsza od analizy sygnaturowej, wówczas konieczne jest porównanie obu technik nieliniowych. W pozostałych trzech przypadkach, tzn. przewagi jednej z technik zliczeniowych nad techniką liniową lub przewagi techniki liniowej nad obydwiema technikami nieliniowymi automatycznie wskazywana jest technika optymalna.

Z probabilistycznego porównania techniki liniowej i techniki zliczania jedynek wynika, że przedziały stosowalności techniki zliczania jedynek są następujące:

$$\left\{t \in \langle 0;\ \frac{m}{2} - \left[\frac{m}{2}\left(n \ln 2 - \frac{1}{2} \ln \Pi_{\frac{m}{2}}\right)\right]^{\frac{1}{2}} \rangle\right.$$

$$\vee\ t \in \left\langle \frac{m}{2} + \left[\frac{m}{2}\left(n \ln 2 - \frac{1}{2}\ln \frac{\Pi m}{2}\right)\right]^{\frac{1}{2}} ;\ m \right\rangle \tag{7}$$

operator alternatywy

$$\wedge\ t = 1,2,\ldots$$

Porównując technikę zliczania przejść i technikę liniową możemy podobnie wyznaczyć przedziały stosowalności techniki zliczeniowej:

$$\left\{k \in \left\langle 0;\ \frac{m-1}{2} - \left[\frac{m-1}{2}\left(n \ln 2 - \frac{1}{2}\ln \Pi - \frac{1}{2}\ln \frac{m-1}{2}\right)\right]^{\frac{1}{2}} \right\rangle \right. \tag{8}$$

$$\vee\ k \in \left\langle \frac{m-1}{2} + \left[\frac{m-1}{2}\left(n \ln 2 - \frac{1}{2}\ln \Pi - \frac{1}{2}\ln \frac{m-1}{2}\right)\right]^{\frac{1}{2}} \right\rangle$$

$$\wedge\ k = 1,2,\ldots$$

Z porównania PTC=PSC i przy zastosowaniu przybliżenia wartości określonej symbolem Newtona wynika następujące równanie:

$$2\binom{m-1}{k} = \binom{m}{t} \tag{9}$$

zatem

$$\exp\left[\frac{\left(t - \frac{m}{2}\right)^2}{\frac{m}{2}} - \frac{\left(k - \frac{m-1}{2}\right)^2}{\frac{m-1}{2}}\right] = \sqrt{\frac{m-1}{m}} \tag{10}$$

Zależność powyższą należałoby skomentować w ten sposób, że w porównaniu zliczanie jedynek - zliczanie przejść lepsza jest ta technika, w odniesieniu do danego ciągu, dla której wynikowa cecha porównywana (stan licznika) bardziej się różni od połowy długości ciągu.

Poniżej podano przykład uzasadniający stosowanie technik selektywnie w funkcji cech ciągu. Niech długość ciągu wynosi m = 1024 bitów, ciąg zawiera przykładowo $\frac{m}{4}$ jedynek (t = 256) tak ułożonych, że występuje 250 przejść. Przyjmijmy, jak poprzednio, długość LFSR n = 16.

Obliczenie prawdopodobieństwa błędów kompresji:

1°. $PAS \approx 2^{-16} = 15 \cdot 10^{-6}$

2°. $PSC = \dfrac{\binom{1024}{256} - 1}{2^{1024} - 1} < \dfrac{1}{\sqrt{\Pi \cdot 512}} \exp\left[-\dfrac{(256-512)^2}{512}\right] = 6.4 \cdot 10^{-58}$

$$3^{o}.\ PSC = \frac{\binom{1023}{250} - 1}{2^{1024} - 1} < \frac{1}{\sqrt{\Pi \cdot 511}} \exp\left[-\frac{(250-511)^2}{511}\right] = 3.17 * 10^{-60}$$

Komentarzem tych obliczeń jest porównanie prawodopodobieństw popełnienia błędu zaliczenia ciągu prawidłowego jako nieprawidłowy w wyniku stosowania kompresji.

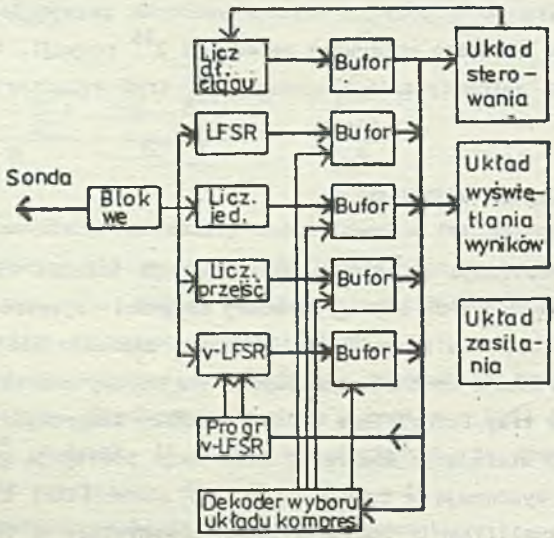
Prawdopodobieństwo błędu kompresji, jakkolwiek niewielkie dla techniki analizy sygnaturowej, przy zastosowaniu techniki zliczania jedynek lub zliczania przejść jest radykalnie mniejsze.

Ponieważ długość odpowiedzi w przypadku technik zliczeniowych jest zmienna, a sprzętowo uwarunkowany format wyniku stały, więc proponuje się zastosowanie koncepcji dodatkowego rejestru kompresji liniowej, oznaczanego dalej symbolem v-LFSR. Rejestr ten ma zmienną długość oznaczaną literą v, wyznaczoną liczbą wolnych pozycji w podstawowym formacie wyniku, w trakcie realizacji kompresji technikami zliczeniowymi. Układ kompresji v-LFSR ma programowane sprzężenie zwrotne, w zależności od bieżącej długości ciągu, tak by było ono opisane wielomianem pierwotnym. Uwzględniając ograniczenie długości formatu wyniku do 4 pozycji heksadecymalnych przyjmuje się górną granicę długości ciągu badanego opisywaną metodą na 2^{16} pozycji. W przypadku przekroczenia długości automatycznie włączany jest tryb wyłącznej kompresji liniowej.

ZASADA DZIAŁANIA TESTERA MASTER-DQ

Opisywany tester realizuje algorytm jednoczesnego badania ciągu trzema technikami oraz kompresję v-LFSR o programowanej długości rejestru liniowego. W końcowej fazie pomiaru realizuje wybór techniki zapewniającej minimalne prawdopodobieństwo w funkcji cech zliczeniowych. Trójtorowy charakter badania realizowany jest przez trzy rozdzielnie wykonane kanały kompresji, nadzorowane przez wspólny układ sterujący. Kompresji informacji podlegają wyłącznie te pozycje ciągu, które występują w czasie aktywnego stanu linii kwalifikacji informacji w trybie kwalifikacji lub bezwzględnie wszystkie w trakcie okna pomiarowego w przeciwnym przypadku. W testerze zastosowano standardowy układ wejściowego filtru J-K dla ciągów trójwartościowych. Innowacją jest wprowadzanie do kompresji w przypadku stanu wysokiej impedancji na wejściu testera poprzednio akceptowanego stanu przerzutnika, a nie jak w dotychczasowych rozwiązaniach stanu poprzedniego (dotyczy trybu kwalifikacji).

Tester wyposażony jest w pamięć wyników wzorcowych, której zawartość przechowywana jest także po wyłączeniu zasilania. Finalne wyniki realizacji trzech technik kompresji mogą być wskazywane na wyświetlaczu zamiennie, w zależności od stanu klawiatury. W przypadku deklaracji trybu automatycznego wyboru wskazany zostanie wynik kompresji techniką zapewniającą minimalne prawodpodobieństwo błędu. Niezależnie od stanu klawiatury uaktywniany jest diodowy wskaźnik techniki optymalnej, ulokowany w sąsiedztwie wyświetlaczy. Rezultat pomiaru może być zachowany w pamięci wzorców po zadeklarowaniu z klawiatury realizacji funkcji WRITE. W pamięci tej lokowany jest globalny wynik wszystkich elementarnych typów kompresji. Aktualny wynik kompresji może być porównywany z zawartością pamięci wzorców po wybraniu funkcji SEARCH. Pozytywny wynik porównania sygnalizowany jest użytkownikowi. W przypadku pomiaru cyklicznego, wynik może być podtrzymywany także po zwolnieniu kontaktu sondy pomiarowej z punktem badanym do chwili przyłączenia sondy do innego punktu pomiarowego. Funkcja ta, określona nazwą READ, wywoływana jest na żądanie z klawiatury. Podtrzymywany wynik może archiwowany lub porównywany z dostępnymi w pamięci wzorców.



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy testera z zamiennym stosowaniem technik kompresji

Fig. 1. General block-schema of the tester with interchangeable compression techniques applied

Przedstawiany tester charakteryzuje się podobnym sposobem obsługi jak standardowe testery tej klasy, zapewniając jednocześnie minimalizację wartości prawdopodobieństwa błędu, przy stosunkowo nieznacznej rozbudowie konstrukcyjnej układu.

Działanie testera MASTER-DQ ilustruje przedstawiony na rysunku 1 schemat blokowy. Badany ciąg wejściowy poddawany jest wzmocnieniu i filtracji w układzie wejściowym, oznaczonym jako "Blok we". W pierwszym cyklu pomiarowym po inicjacji testera układ wejściowy v-LFSR, oznaczony na rysunku jako "Progr. v-LFSR" ustawiony jest w stan zerowy, co powoduje że układ dodatkowej kompresji liniowej ("v-LFSR") funkcjonuje jako pamięć szesnastobitowego fragmentu ciągu. W trybie pracy HOLD, tzn. pomiaru pojedynczego (inicjowanego ręcznie lub standardową sekwencją sygnałów sterujących, według reguł analizy sygnaturowej [1], [3]) zawartość rejestru wejściowego v-LFSR i funkcja całego układu kompresji dodatkowej v-LFSR nie ulegają dalszym zmianom. Nie obniża to jednak detekcyjnej roli omawianego podzespołu. W przypadku pracy cyklicznej w pierwszym pomiarze wyznaczana jest wartość parametru długości ciągu za pomocą układu licznika ("Licz. dł. ciągu"). Stan licznika, odczytany poprzez układ bufora do układu decyzyjnego, oznaczonego na rysunku jako "Układ sterowania", stanowi podstawę wyznaczenia wartości parametru v. W trakcie okna pomiarowego realizowane są także kompresje w układach: kompresji liniowej ("LFSR"), kompresji techniką zliczania jedynek ("Licz. jed.") i kompresji techniką zliczania przejść ("Licz. przejść"). Należy podkreślić, że okno pomiarowe kompresji technikami zliczeniowymi wystąpi jedynie wówczas, gdy wynik kompresji w układzie liniowym jest stabilny. Wyniki kompresji w podstawowych torach układu są porównywane z poprzednio skompletowanymi (w przypadku co najmniej dwóch pomiarów). W przypadku niezgodności wznawiana jest inicjacja układu z czytelnym komunikatem o niestabilności pomiaru. Zgodne wyniki są warunkiem realizacji procedury korekcji wartości cech zliczeniowych ciągu o liczbę zdarzeń na v określonych pozycjach ciągu badanego. Wyniki pomiaru są następnie odpowiednio formatowane i porównywane ze sobą, w celu wskazania techniki gwarantującej minimalne prawdopodobieństwo błędu. Wyniki te mogą być przedstawione użytkownikowi na wyświetlaczu - "Układ wyświetlania wyników", mogą być porównywane z zawartością pamięci wzorców lub mogą być zachowane jako wyniki wzorcowe badania układu.

WNIOSKI

Zrealizowany w Instytucie Elektroniki Politechniki Śląskiej tester diagnostyczny MASTER-DQ jest autonomicznym urządzeniem serwisowym. Dzięki temu, że konstrukcja testera oparta została na specjalizowanym systemie mikroprocesorowym nie ma potrzeby stosowania dodatkowego mikrokomputera personalnego do obsługi procesu diagnostycznego. Zastosowanie w warunkach laboratoryjnych do badania układów cyfrowych potwierdza przydatność opisywanego urządzenia. Jak wynika z obserwacji statystycznych, w testowaniu systematycznym wyraźnie dominują techniki nieliniowe. Potwierdza to rezultaty programowych eksperymentów opisanych w [7]. Próbna eksploatacja testera wykazała, że powinien być on dodatkowo wyposażony w podstawkę dla pamięci typu PROM (EPROM) określonego typu, np. 2716. Pamięć ta miałaby zawierać wyniki wzorcowe dla aktualnie badanego układu cyfrowowego. W takim przypadku diagnostyka danego urządzenia elektronicznego nie wymaga każdorazowej kompletacji wzorcowego zbioru sygnatur w podstawowej pamięci testera.

LITERATURA

[1] Hławiczka A., Nowiński M.: PAS-80 - Programowalny Analizator Sygnatur Współpracujący z Mikrokomputerem. Pomiary Automatyka Kontrola nr 7, 1985.

[2] Mitas A.: Automatyczny tester diagnostyczny systemów mikrokomputerowych zbudowanych na bazie mikroprocesora 8080. Pomiary Automatyka Kontrola nr 6, 1987.

[3] Kubiś M.: Analiza Sygnatur. Elektronizacja z. 20, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984.

[4] Savir J.: Syndrome-Testable Design of Combinational Circuits. IEEE, Transactions on Computers, June 1980, vol. C-29, No 6.

[5] Hayes J.P.: Transition Count Testing of Combinational Logic Circuits. IEEE, Transactions on Computers, June 1976, vol. C-25, No 6.

[6] MASTER-86 - Tester Układów Cyfrowych. Instrukcja Eksploatacji. Instytut Elektroniki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Instytut Maszyn Matematycznych w Warszawie, Prace CPBR 8.7.

[7] Mitas A.: Zwiększanie skuteczności wykrywania uszkodzeń metodami kompresji ciągów. Praca doktorska. Instytut Elektroniki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, 1989.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Jan Piecha

Wpłynęło do Redakcji 3.04.1990 r.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ТЕСТЕР MASTER-DQ
КАК ПРИМЕР НЕЛИНЕЙНЫХ ТЕХНИК СВЕРТКИ
(КОМПРЕСИИ) ИНФОРМАЦИИ

Р е з ю м е

В статье описывается способ свёртки (компресии) трёхзначных или двухзначных последовательностей а также тестер цифровых схем, реализующий предлагаемую идею. Основным назначением тестера, обозначенного символом MASTER-DQ, является простое подтверждение работоспособности исследуемой схемы с максимальной вероятностью безошибочной оценки.

Вышеупомянный тестер был одним из составляющих науино-исследовательской работы проводимой в рамках Центральной Программы Основных Исследований Кафедрой Электроники Силезцкого Политехнического Института Гливице по заказу Польской Академии Наук (разработка No NB-379/RAu-3-/86).

AUTOMATIC DIAGNOSTIC TESTER MASTER-DQ AS AN EXAMPLE
OF APPLICATION OF NON-LINEAR COMPRESSION TECHNIQUES

S u m m a r y

The paper discusses a way of three-state and binary data compression and a tester of digital circuits realizing the presented idea. The basic task of the tester MASER-DQ is to determine easily correctness of the circuit under test with maximum probability of evaluation.

The tester was one of problems in scientific research carried out in CPBP 02.17, done in the Silesian Technical University in Gliwice ordered by the Institute of Computer Science of Polish Academy of Science (work NB-379/RAu-3/86).