

Marian BUDKA

Instytut Informatyki Czasu Rzeczywistego
Politechniki Śląskiej

PODZIAŁ SIECI LOGICZNEJ NA MODUŁY
Z UWZGLĘDNIENIEM ASPEKTÓW DIAGNOSTYKI

Streszczenie. W artykule przedstawiono metodę podziału sieci logicznej na moduły, z zadanego zbioru modułów przeznaczonych do technicznej realizacji sieci, z uwzględnieniem pewnych aspektów diagnostyki. Jako dopuszczalny zbiór testów diagnostycznych dla lokalizowania uszkodzenia z dokładnością do modułu przyjęto minimalny zbiór testów detekcyjnych wykrywających zadaną klasę pojedynczych, trwałych uszkodzeń logicznych przy obserwacji pierwotnych wyjść układu. Zagadnienie podziału sieci związane z wybraniem zbioru dodatkowych punktów kontrolnych, dla uzyskania właściwego stopnia rozróżnialności uszkodzeń przypisanych poszczególnym elementom funkcjonalnym.

Zaproponowana procedura ma charakter iteracyjny i prowadzi do rozwiązań optymalnych lub praktycznie optymalnych. Jako kryterium optymalizacji przyjęto minimalizację całkowitego kosztu diagnozy z dokładnością do modułu.

Metoda ta jest łatwa do zaprogramowania. W oparciu o tę metodę wykonano programy określania podziału sieci w języku FORTRAN-ODRA-1300. Jak wykazują doświadczenia dla sieci średnio rozbudowanych (kilkadziesiąt bramek) wyniki otrzymuje się po krótkim czasie obliczeń - rzędu kilku do kilkuset sekund.

1. WPROWADZENIE

Realizację układów cyfrowych cechuje modułowość. Oznacza to, że są one wykonane z niepodzielnych, w pewnym sensie, podzespołów, np. układów scalonych, kart, bloków itp.

W diagnostyce tego typu układów interesujące jest zlokalizowanie uszkodzenia z zadaną dokładnością, tzn. z dokładnością do wymiennalnego podzespołu - kostki obwodu scalonego, karty czy bloku. Lokalizacja uszkodzenia z dokładnością do defektu fizycznego wiąże się ze znacznym powiększeniem wymaganego zbioru testów diagnostycznych i wydłużeniem procesu testowania, a jest niecelowe w przypadku, gdy wymianie podlega moduł - układ scalony, karta czy blok.

Znane są metody generowania zbiorów testów diagnostycznych dla zlokalizowania defektu z zadaną dokładnością [1], [2], [3], [4]. Z uwagi na stosunkowo liczne zbiory uszkodzeń nierozróżnialnych, związanych z różnymi modułami, które komplikują zlokalizowanie uszkodzonego podzespołu, wydaje się konieczne uwzględnienie zagadnień diagnostyki na etapie projek-

towania układu cyfrowego, m.in. poprzez przyjęcie odpowiedniej struktury funkcjonalnej i struktury modułowej. Wybór techniki testowania, struktury funkcjonalnej i modułowej układu cyfrowego wpływa na koszt diagnozy.

Dla zadanej struktury funkcjonalnej, zadanego zbioru obserwowalnych wyjść (punktów kontrolnych), zadanego zbioru modułów przeznaczonych do realizacji danego układu, zadanej klasy uszkodzeń przypisanych poszczególnym elementom funkcjonalnym i określonej techniki testowania można zminimalizować koszt diagnozy z dokładnością do modułu przez określenie odpowiedniej struktury modułowej układu, tzn. przez właściwe przyporządkowanie elementów funkcjonalnych modułom.

W pracy niniejszej przedstawiono jeden ze sposobów syntezy łatwo diagnozowalnych modułowych struktur układów cyfrowych z minimalnym zbiorem testów diagnostycznych. W oparciu o tę metodę wykonano program w języku FORTRAN 1900, który stanowić może fragment systemu automatycznego projektowania układów cyfrowych.

2. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

Załóżmy, że dana jest struktura funkcjonalna układu cyfrowego (np. minimalna, łatwotestowalna itp.), zadany jest zbiór modułów przeznaczonych do technicznej realizacji tego układu oraz klasa prawdopodobnych, pojedynczych uszkodzeń logicznych przypisanych poszczególnym elementom funkcjonalnym.

Należy znaleźć takie przyporządkowanie elementów funkcjonalnych modułom, aby całkowity koszt diagnozy przeprowadzonej z dokładnością do modułu był najmniejszy, prawie najmniejszy lub mniejszy od zadanej wartości.

Całkowity koszt diagnozy obliczany może być dla pewnej struktury modułowej s_1 układu o zadanej strukturze funkcjonalnej wg zależności:

$$R_1 = \sum_{j=1}^p \omega_j r_{j1},$$

gdzie:

ω_j - koszt jednostkowy wielkości r_{j1} ,

r_{j1} - wielkość ujmująca ilościowo proste właściwości diagnostyczne (ilość testów niezbędnych do zlokalizowania uszkodzenia z dokładnością do modułu, ilość dodatkowych punktów kontrolnych, ilość modułów redundancji modułowej itp.).

Szukamy zatem takich struktur modułowych, dla których:

$$R_{\min} = \min_i R_i = \min_i \sum_{j=1}^p \omega_j r_{j1}$$

$$\text{dla} \quad r_{ij} \leq r_{jzad}$$

lub

$$R_i = \sum_{j=1}^p \omega_j r_{ji} \leq R_{zad}$$

dla

$$r_{ij} \leq r_{jzad}$$

Określony powyżej wskaźnik R_i służyć może do ilościowego ujęcia ww. diagnostycznych cech struktur modułowych bądź też do porównania różnych struktur.

Pewność, że wybrana struktura modułowa posiada bezwzględnie minimalną wartość R_i , można mieć jedynie po przeglądnięciu pełnego zbioru możliwych struktur modułowych dla danej struktury funkcjonalnej. Przeglądnięcie jednak wszystkich możliwych przyporządkowań elementów funkcjonalnych modułom prowadzi zwykle do ogromnych problemów obliczeniowych. Ilość możliwych struktur modułowych dla układu o n elementach funkcjonalnych jednego typu i k jednakowych modułach zawierających po m jednakowych elementów funkcjonalnych można obliczyć z zależności:

$$P = \frac{n!}{k! (m!)^k}$$

Dla przykładu, dla $n = 20$, $m = 4$, $k = \frac{n}{m} = 5$ ilość możliwych struktur modułowych jest większa od 10^{11} . Praktycznie, dla każdej z możliwych struktur należałoby dobrać zbiór dodatkowych punktów kontrolnych oraz określić minimalny zbiór testów diagnostycznych. Przeszukanie zatem całego zbioru struktur modułowych nawet dla średnich układów cyfrowych jest praktycznie niemożliwe.

Stąd też w kilku pracach [5], [6] zaproponowano metody syntezy łatwo diagnozowalnych modułowych struktur układów cyfrowych. Pozwala ono efektywnie znaleźć modułowe struktury o minimalnym lub prawie minimalnym koszcie diagnozy przy określonych założeniach.

W niniejszej pracy przedstawiono podejście polegające na przyjęciu jako dopuszczalny zbiór testów diagnostycznych minimalnego zbioru testów detekcyjnych, wykrywających na pierwotnych wyjściach układu zadaną klasę uszkodzeń oraz uzyskiwaniu żądanej rozróżnialności przez wprowadzenie minimalnej lub bliskiej minimalnej ilości dodatkowych punktów kontrolnych. Takie postawienie problemu odpowiada w niektórych przypadkach uzyskaniu modułowej struktury o minimalnym lub prawie minimalnym koszcie diagnozy.

3. PODSTAWOWE OKREŚLENIA

Dla zwięzłego opisanie algorytmu określania modułowych struktur układów cyfrowych wprowadzony zostanie zestaw niezbędnych określeń.

Przez F oznaczymy zbiór uszkodzeń, jakie mogą wystąpić w układzie.

Przez T oznaczymy dopuszczalny zbiór testów.

Przez P_k oznaczymy zbiór punktów kontrolnych wybranych po k krokach procedury; licznosc zbioru P_k jest równa k .

Blokiem F_1 nazwijmy podzbiór zbioru F , jaki można jednoznacznie rozróżnić w oparciu o testy ze zbioru T i punkty kontrolne ze zbioru P_k .

Sumą bloków $(\Sigma F)_p$ pewnej liczby bloków F_1 , wybranych z bloków $F_1, F_2, F_3, \dots, F_r$, przy czym $F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_r = F$, jest zbiór będący sumą tych zbiorów F_1 , przy czym uszkodzenia żadnego z elementów funkcjonalnych, których niesprawności są zgrupowane w wybranych blokach F_1 , nie występują w żadnym z pozostałych bloków.

Cecha $C_p(\Sigma F)_p$ sumy bloków $(\Sigma F)_p$ jest to zbiór par liczb określających ilość i rodzaj elementów funkcjonalnych, których uszkodzenia tworzą sumę bloków $(\Sigma F)_p$, przy czym pierwsza liczba określa typ elementu, a druga ilość elementów tego typu.

Analogicznie zdefiniowana jest cecha modułu C_{ii}^m charakteryzująca pod względem ilościowym i jakościowym poszczególne moduły M_u należące do zbioru dopuszczalnych modułów M .

Γ -operacja na zbiorze F względem P_k i T , oznaczona przez $\Gamma(F)_{P_k}^T$, jest rozbięcie F na bloki F_1 .

Ω -operacja - jest to określenie sumy bloków $(\Sigma F)_p$ o minimalnej liczbie bloków F_1 .

Δ -operacja - jest to przyporządkowanie elementów funkcjonalnych modułom.

4. OPIS METODY

Podział sieci logicznej na moduły czyli określenie modułowej struktury układu cyfrowego o zadanej strukturze funkcjonalnej przy zadanym zbiorze modułów wg określonego powyżej kryterium odbywa się poprzez rozbięcie pełnego zbioru uszkodzeń F w oparciu o zbiory: T i P_k ($\Gamma(F)_{P_k}^T$) i utworzenie sum bloków $(\Sigma F)_p$ (Ω -operacja) o cechach $C_p(\Sigma F)$ równych cechom modułów $M_u \in M$.

Przypadek taki uważany jest tutaj jako zasadniczy, dotyczy on bowiem sytuacji, w której liczba elementów funkcjonalnych danego układu jest równa ilości elementów zawartych we wszystkich modułach zbioru M przeznaczonych do technicznej realizacji tego układu. W przypadku istnienia redundancji modułowej - sztucznej lub naturalnej - metodę przedstawioną poniżej należy zmodyfikować.

Wobec przyjęcia jako dopuszczalny zbiór testów T zbioru testów de-tekcyjnych dla techniki testowania PI/PO dokonać można rozbitcia F względem PO (pierwotnych wyjść) oraz zbioru T ($\Gamma(F)_{PO}^T$). Uzyskane tą drogą F_1 oraz $(\Sigma F)_P$ mogą być wykorzystane do kojarzenia elementów funkcjonalnych z modułami (\wedge -operacja).

Uzyskanie większej rozróżnialności uszkodzeń osiąga się przez wprowadzenie zbioru dodatkowych punktów kontrolnych. Wybór punktów kontrolnych w tym przypadku jest zagadnieniem dość złożonym.

W przypadku, gdy należałoby wybrać nie więcej niż s dodatkowych punktów kontrolnych spośród t węzłów sieci, pewną elementarną procedurę trzeba powtarzać L razy, gdzie L określone jest zależnością:

$$L = \binom{t}{1} + \binom{t}{2} + \binom{t}{3} + \dots + \binom{t}{s} = \sum_{i=1}^s \binom{t}{i}$$

Dla przykładu, gdy $t = 50$, $s = 6$, $L = 18\ 260\ 635$.

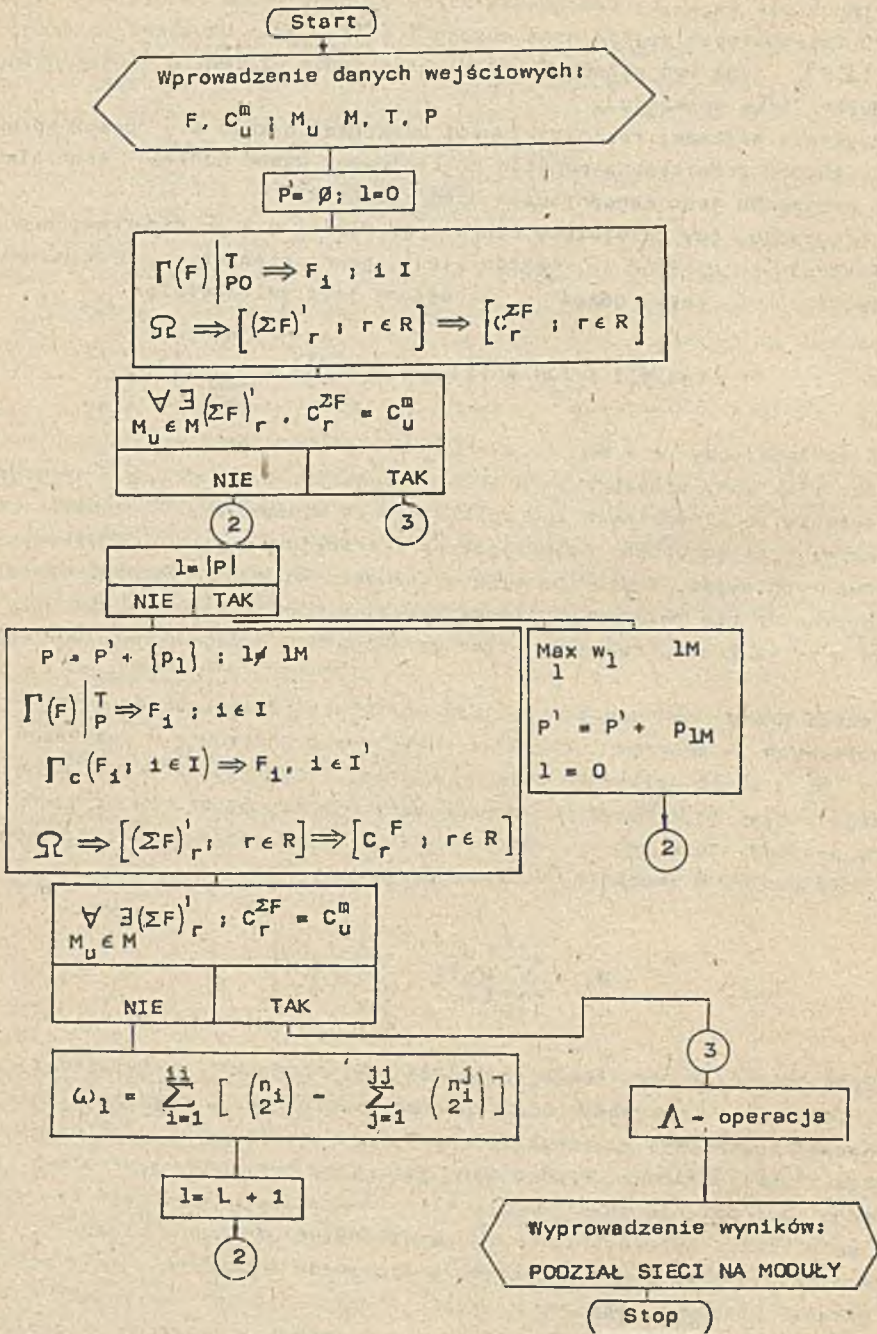
Jako efektywny sposób wyboru zbioru punktów kontrolnych, prowadzący praktycznie do minimalnych lub zbliżonych do minimalnych liczebności zbioru P_k , można przyjąć sposób polegający na iteracyjnym wyborze dodatkowych obserwowalnych wyjść. Kryterium wyboru stanowić może przyrost rozróżnialności uszkodzeń nie związanych z tymi samymi elementami funkcjonalnymi, uzyskany w k -tym kroku procedury przez wprowadzenie k -tego punktu kontrolnego.

Jeżeli przez n_i oznaczymy ilość uszkodzeń należących do i -tej klasy równoważnych (nierozróżnialnych) w k -tym kroku procedury uszkodzeń, a przez n_1^j - ilość uszkodzeń w i -tej klasie, związanych z j -tym elementem funkcjonalnym, to w k -tym kroku procedury wybrany będzie punkt kontrolny, który posiada minimalną wartość wskaźnika nierozróżnialności w_1 określonego dla punktu o indeksie 1 następująco:

$$w_1 = \sum_{i=1}^{11} \left[\binom{n_i}{2} - \sum_{j=1}^{Jj} \binom{n_j^i}{2} \right]$$

Uzasadnienie wyboru takiego właśnie kryterium jest następujące: wybierany jest punkt kontrolny, który pozwala rozróżnić największą liczbę par uszkodzeń dotychczas nie rozróżnionych, nie związanych z tymi samymi elementami funkcjonalnymi. Preferowany jest przy tym punkt kontrolny, który prowadzi do rozbitcia dużej liczby klas równoważnych uszkodzeń na odpowiednio małe klasy. Zwiększa to prawdopodobieństwo uzyskania bloków F_1 o parametrach umożliwiających kojarzenie elementów funkcjonalnych z modułami.

Schemat blokowy procedury podziału sieci logicznej na moduły pokazano na rys. 1, gdzie operacje Γ , Ω i \wedge szczegółowo określone są poniżej.



Rys. 1. Schemat blokowy procedury podziału sieci

Γ - operacja - dokonana na zbiorze F względem zbiorów T i P_k ($\Gamma(F)|_{P_k}^T$) - jest to operacja rozbicia zbioru F na bloki F_1 , przy czym w każdym bloku znajdują się te uszkodzenia, które nie mogą być rozróżnione w oparciu o zbiór T na wyjściach (PO) i punkt $p_1 \in P$ (P - zbiór dopuszczalnych punktów kontrolnych). Jeżeli przez F_w^* , $w = 1, 2, \dots$, w oznaczymy bloki uszkodzeń w $(k-1)$ kroku procedury a przez $F_r(p_1)$ - bloki uszkodzeń dla zbioru T i punktu kontrolnego p_1 , to Γ - operacja względem zbiorów T i P_k w k -tym kroku procedury określona jest następująco:

$$\Gamma(F)|_{P_k}^T \Leftrightarrow \left(\bigvee_w \bigvee_{p_1 \in P/P_{k-1}} F_w \right) = F_w^* \cap F_r(p_1),$$

$$F_s = F_w^* | F_w^* \cap F_r(p_1), \quad F_t = F_r(p_1) | F_w^* \cap F_r(p_1)$$

$$s=1, \dots, ss$$

Jak łatwo zauważyć:

$$[F_w^* \cap F_r(p_1)] \cap [F_w^* | F_w^* \cap F_r(p_1)] \cap [F_r(p_1) | F_w^* \cap F_r(p_1)] = \emptyset$$

Jeżeli spośród bloków F_w , F_s i F_t znaleźć można dwa lub więcej jednakowych bloków, wówczas do dalszych etapów procedury brany jest tylko jeden z nich.

Podobnie odrzucane są bloki $F_j = \emptyset$.

Usunięcie zbędnych bloków nazwijmy Γ - korektą (Γ_c).

$$\Gamma_c(F_i, i \in I) \Leftrightarrow \left(\exists_{i \in I} \exists_{u \in I} i \neq u, F_i = F_u \right) \Rightarrow (F_u = \emptyset)$$

Ω - operacja - jest to operacja tworzenia sum bloków zawierających minimalną ilość bloków. Operacja taka, zwana "lawinowym określaniem sum bloków" [5], [6], polega na wybraniu wszystkich F_1 , które grupują uszkodzenia przypisane tym samym elementom funkcjonalnym. Jeżeli w dalszej części rozważań będziemy operowali pojęciem zmodyfikowanego bloku F'_1 , określonego jako zbiór elementów, których uszkodzenia należą do F_1 , to "lawinowe określanie sum bloków" polega na zgrupowaniu wszystkich tych bloków F'_1 , które zawierają przynajmniej jeden taki sam element.

$$((\Sigma F)_r = \bigcup_{i \in I_r} F'_i) \Rightarrow \left(\bigvee_{i \in I_r} \bigvee_{j \in I/I_r} F'_i \cap F'_j = \emptyset \right)$$

Dla potrzeb kojarzenia elementów funkcjonalnych z modułami należy uwzględnić sumy bloków określone powyższym sposobem oraz sumy bloków obejmujące dowolne binacje ww. sum.

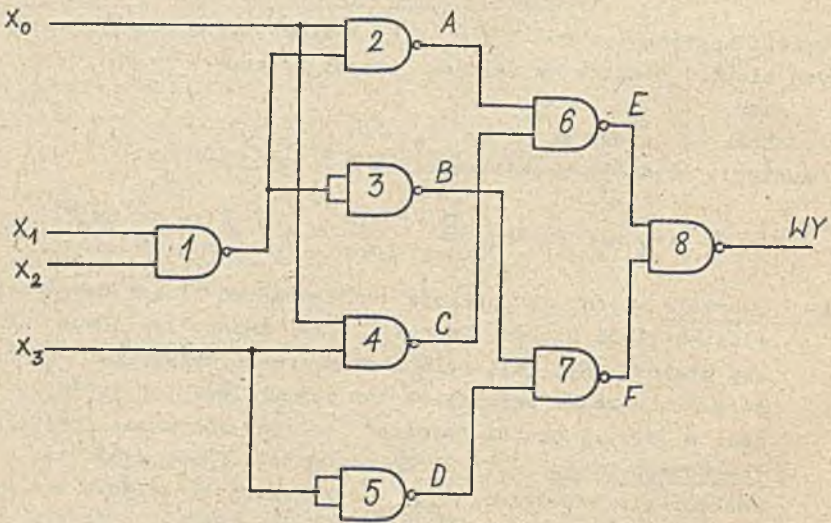
Δ - operacja - obejmuje kojarzenie elementów funkcjonalnych z modułami. Może ono być dokonane wówczas, gdy uszkodzenia związane z poszczególnymi elementami funkcjonalnymi zostaną tak pogrupowane w sumach bloków, że wszystkie elementy można przyporządkować modułom ze zbioru M ;

$$\left(\bigvee_{M_U \in M} \exists (\Sigma F)_r: C_r^{\Sigma F} = C_U^m \right) \Rightarrow \Delta$$

Równość cech modułu i sumy bloków zachodzi wówczas, gdy odpowiadające sobie pary liczb (pierwsza-pierwszej i druga-drugiej) ze zbioru C_U^m i $C_r^{\Sigma F}$ są równe.

Przykład

Dla przykładowego układu (bramki) z rys. 2 przy założeniu występowania uszkodzeń typu s-z-0 i s-z-1 wyjść poszczególnych bramek zaproponować podział sieci - elementy funkcjonalne $\{1, 2, 3, \dots, 8\}$, na moduły $\{M_1, M_2\} = M$ o jednakowych cechach $C_1^m = C_2^m = \{(1, 4), (-, -), \dots\}$



Rys. 2. Schemat logiczny układu przełączającego z przykładu

Jako dopuszczalny zbiór testów T przyjąć zbiór testów detekcyjnych dla PO. Koszt diagnozy z tytułu dodatkowych punktów kontrolnych powinien być minimalny. Zbiór $P = \{A, B, C, D, F\}$.

$$F = \{1_0, 1_1, 2_0, 2_1, 3_0, 3_1, 4_0, 4_1, 5_0, 5_1, 6_0, 6_1, 7_0, 7_1, 8_0, 8_1\}$$

Zbiór testów detekcyjnych

$$T = \{T_0, T_1, T_{14}, T_{15}\} = \{0000, 0001, 1110, 1111\}_{x_3 x_2 x_1 x_0}$$

Bloki uszkodzeń F_j^* uzyskane w wyniku $\Gamma(F) \Big|_{PO}^T$:

$$F_1^* = \{1_0, 2_1, 3_1\}; F_2^* = \{2_0, 5_0, 6_1\}; F_3^* = \{1_1, 4_0, 7_1\},$$

$$F_4^* = \{4_1, 5_1\}; F_5^* = \{6_0, 7_0, 8_1\}; F_6^* = \{8_0\}; F_7^* = \{3_0\}$$

$$\Gamma(F) \Big|_{A}^T$$

$$F_1^A = \{1_0, 2_1\}; F_2^A = \{1_1\}; F_3^A = \{2_0\}; F_4^A = \{3_1\}; F_5^A = \{5_0, 6_1\};$$

$$F_6^A = \{4_0, 7_1\}; F_7^A = \{4_1, 5_1\}; F_8^A = \{6_0, 7_0, 8_1\}; F_9^A = \{8_0\};$$

$$F_{10}^A = \{3_0\}$$

$$W_A = 7$$

Ω - operacja

$$(\Sigma F)'_1 = F_1^A + F_2^A + F_3^A = \{1, 2\}$$

$$(\Sigma F)'_2 = F_4^A + F_{10}^A = \{3\}$$

$$(\Sigma F)'_3 = F_5^A + F_6^A + F_7^A + F_9^A = \{4, 5, 6, 7, 8\}$$

$$C_1^{\Sigma F} = \{(1, 2)\}; C_2^{\Sigma F} = \{(1, 1)\}; C_3^{\Sigma F} = \{(1, 5)\}$$

Jak łatwo zauważyć, w tym przypadku operacja \wedge jest niemożliwa.

Punkt B

$$W_B = 9$$

$$(\Sigma F)'_1 = \{1, 3\}; (\Sigma F)'_2 = \{2, 4, 5, 6, 7, 8\}$$

$$C_1^{\Sigma F} = \{(1, 2)\}; C_2^{\Sigma F} = \{(1, 6)\}$$

Punkt C i D

Nie wnoszą nic nowego.

Punkt E

$$W_E = 6$$

$$(\Sigma F)'_1 = \{1, 3, 4, 7\}; (\Sigma F)'_2 = \{2, 5, 6, 8\}$$

$$\left. \begin{array}{l} C_1^{\Sigma F} = \{(1, 4)\} = C_1^m \\ C_2^{\Sigma F} = \{(1, \dots)\} = C_2^m \end{array} \right\} \Rightarrow \wedge$$

Zatem moduł M_1 zawiera elementy $\{1,3,4,7\}$ oraz moduł $M_2 = \{2,5,6,8\}$. Całkowity koszt diagnozy wynikający z ilości testów i dodatkowych punktów kontrolnych wyniesie:

$$R = 4 \cdot w_1 + 1 \cdot w_2,$$

gdzie:

- w_1 - cena jednego testu,
- w_2 - cena jednego punktu dodatkowego.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Zaproponowany powyżej sposób podziału sieci logicznych z uwzględnieniem aspektów diagnostyki prowadzi do struktur modułowych o minimalnym lub zbliżonym do minimalnego koszcie całkowitym diagnozy. Wynika to z faktu wykorzystania minimalnego zbioru testów detekcyjnych do diagnostyki jak i z wyboru praktycznie minimalnej liczby dodatkowych punktów kontrolnych.

Wprowadzenie pewnego nadmiaru modułowego wymaga nieznaczącej modyfikacji procedury.

Przedstawiona metoda może z powodzeniem być stosowana dla układów zbudowanych z elementów wyższej skali integracji w problemie rozmieszczania ich na kartach urządzenia.

Metoda powyższa jest dogodna do obliczeń na maszynie cyfrowej i zwykle nie prowadzi do zbyt dużych trudności obliczeniowych. Może ona być z powodzeniem wykorzystana w systemie automatycznego projektowania urządzeń cyfrowych - na etapie podziału struktury funkcjonalnej na moduły karty i bloki.

LITERATURA

- [1] Chang H.Y.: An Algorithm for Selecting an Optimum Set of Diagnostic Tests. IEEE Trans. on El. Comp., (October), 1965, vol. EC-14, No 5.
- [2] Ćipulis N.P.: Методы минимализации разрешающей способности диагноза и диагностической информации. Автоматика и телемеханика 2/1975.
- [3] Sogomonian E.S.: Вопросы анализа комбинационных многополисныхников для циклы контроля их работоспособности и поиска неисправностей - Абстрактная и структурная теория релейных устройств - Наука, Москва 1966.
- [4] Pravilščikov P.A.: Алгоритмы построения процедур поиска одиночных констатных неисправностей в комбинационных устройствах, разбитых на конструктивные блоки. Автоматика и телемеханика 12/1972.
- [5] Budka M.: Algorytm generowania łatwodiagnozowalnych modułowych struktur układów cyfrowych. Organizacja maszyn cyfrowych i mikroprogramowanie 1975, PWN, Warszawa 1977, tom II.
- [6] Budka M.: Test Points Selection to Locate Failure Packages of Digital Circuits. Diagnostics. Praha 1977. International Conference on Technical Diagnostics.

ДЕЛЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ НЕКОТОРЫХ АСПЕКТОВ ДИАГНОСТИКИ

Р е з ю м е

В работе представлен метод деления логической сети на модули из заданного множества модулей, предназначенных для технической реализации сети с учетом некоторых аспектов диагностики.

За допустимое множество диагностических тестов для локализации неисправности с точностью до модуля принято минимальное множество проверяющих тестов для одиночных константных неисправностей при наблюдении выходов дискретного устройства. Проблема деления сети вяжется с выбором множества дополнительных контрольных точек для получения соответствующей степени отличия неисправностей, приписанных отдельным функциональным элементам.

Предложенная процедура имеет итеративный характер и ведет к оптимальным или практически оптимальным решениям. За критерий оптимальности принята минимизация общей стоимости диагноза с точностью до модуля.

Этот метод легко программируется. На основании этого метода разработаны программы определения деления сети на языке ФОРТРАН-Одра-1300. Как показывают эксперименты, результаты для сетей средней сложности несколько десятков портовых опор можно получить в течение короткого времени - порядка нескольких или нескольких сотен секунд.

THE DIVISION OF LOGIC NETWORKS WITH THE RESPECT TO THE DIAGNOSIS

S u m m a r y

A method of division of a logic network modules intended for their realization, considering some problems of technical diagnostics, has been presented in the paper. It has been assumed that a diagnostic test set is a minimal detection test set for primary outputs. It has been assumed that only the single, constant, logic faults can exist in the network. The problem of division of the logic network has been associated with the selection of additional test points in order to increase the distinguishability of the faults.

The described procedure is an iterative one. It gives the optimal or near optimal solutions. The minimalization of costs of diagnosis of single module - level is assumed as the optimization criterion.

The programmability of the method is full and simple. THE FORTRAN-ODRA-1300 program has been set up to facilitate the division of the logic networks. As it has been shown in experiments of the time of computation for logic networks with several tens gates the results came after few to few hundred seconds.