



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230248

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
G 06 F 11/00

[22] Přihlášeno 19 04 83
[21] (PV 2756-83)

[40] Zveřejněno 25 11 83

[45] Vydáno 15 08 86

(75)

Autor vynálezu

SMÍŠEK JIŘÍ ing., PRAHA

(54) Zapojení autonomně diagnostikovatelného systému

1

Předmětem vynálezu je zapojení autonomně diagnostikovatelného systému, které řeší zejména zkrácení doby průběhu diagnostiky systému, při odstranění předpokladu bezporuchovosti komparátoru.

Jedním ze základních požadavků kladených na nově navrhovaný systém je zabezpečení jeho diagnostikovatelnosti pro maximální počet současně vzniklých poruch, tzn., že lze při použití nějaké testovací metody detekovat a následně lokalizovat všechny poruchy, které se mohou v daném systému vyskytnout za předpokladu, že počet současně vzniklých poruch nepřevyší toto maximum. Pravděpodobnost vzniku vyššího počtu poruch je zanedbatelná. Jestliže rozdělíme systém na funkční moduly, tj. počítačové podsystémy, počítače, procesory, paměti, periferní zařízení apod., v rámci nichž neprovádíme další diagnostické rozlišení, potom poruchou zpravidla rozumíme funkční modul s poruchou, respektive s poruchami. Byla vytvořena řada zapojení číslicových systémů, kde se uvažuje realizace buď metody vzájemných testů mezi funkčními moduly, nebo komparační metody.

Dosud známá zapojení neuvažují kombinaci těchto metod a testy se realizují buď sekvenčně, což prodlužuje dobu průběhu diagnostiky, nebo se pro para-

2

lení komparaci použije komparátorů, které však rozšiřují oblast tvrdého jádra. Navíc systém musí obsahovat pouze funkční moduly schopné komparace.

Uvedené nedostatky odstraňuje zapojení autonomně diagnostikovatelného systému podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že svorka prvního počítače je spojena se svorkou prvního výstupního zařízení, s první svorkou prvního komparátoru, s druhou svorkou stykového modulu a s druhou svorkou sběrnice rozpojovače, svorka druhého počítače je spojena se třetí svorkou prvního komparátoru, s první svorkou stykového modulu, se svorkou druhého výstupního zařízení a s první svorkou druhého komparátoru, přičemž svorka třetího počítače je spojena se svorkou třetího výstupního zařízení, se třetí svorkou druhého komparátoru, s první svorkou sběrnice rozpojovače a se svorkou vnější paměti.

Výhodou uvedeného zapojení je zejména zkrácení doby průběhu diagnostiky systému v důsledku paralelního testování některých funkčních modulů a odstranění předpokladu bezporuchovosti komparátorů. Další výhodou je vypuštění předpokladu úplné testovatelnosti jednoho počítačového podsystému druhým počítačovým podsystémem, čímž se zjednoduší struktura testovacího programu.

Rovněž nemusí být všechny moduly schopné komparace. Oproti nekombinovaným metodám je potřeba o $t-1$ méně funkčních modulů schopných testovat nebo vyhodnotit test při stejné hodnotě t , kde t je maximální počet poruch, který se může v systému současně vyskytnout. Když na základě tohoto zapojení vytvoříme obecný diagnostický model, kterým jsme schopni popsat proces diagnostiky, lze potom pomocí teoretických závěrů analyzovat diagnostikovatelnost libovolného zapojení nebo optimalizovat návrh systému z hlediska jeho autonomní diagnostiky.

Na přiloženém výkresu je příklad zapojení autonomně diagnostikovatelného systému podle vynálezu. Svorka 10 prvního počítače 1 je spojena se svorkou 60 prvního výstupního zařízení 6, s první svorkou 20 prvního komparátoru 2, s druhou svorkou 111 stykového modulu 11 a s druhou svorkou 91 sběrnicového rozpojovače 9. Svorka 30 druhého počítače 3 je spojena se třetí svorkou 22 prvního komparátoru 2, se svorkou 70 druhého výstupního zařízení 7, s první svorkou 110 stykového modulu 11 a s první svorkou 40 druhého komparátoru 4. Svorka 50 třetího počítače 5 je spojena se svorkou 120 třetího výstupního zařízení 12, se třetí svorkou 42 druhého komparátoru 4, s první svorkou 90 sběrnicového rozpojovače 9 a se svorkou 80 vnější paměti 8.

V normálním režimu je sběrnicový rozpojovač 9 v sepnutém stavu neaktivním signálem na řídicím vstupu 92 a třetí počítač 5 komunikuje s dvouprocesorovým podsystemem s počítači 1 a 3 prostřednictvím stykového modulu 11. První počítač 1, druhý počítač 3 a třetí počítač 5 zahrnují pro účely diagnostiky vnitřní permanentní paměť a vnitřní zapisovatelnou paměť s testovacím programem pro všechny funkční modely systému. Testovací program je spuštěn současně ve všech třech počítačových podsystemech při rozpojeném stavu sběrnicového rozpojovače 9 aktivním signálem na řídicím vstupu 92. První podsystem je tvořený prvním počítačem 1 a prvním výstupním zařízením 6, druhý podsystem je tvořen druhým počítačem 3 a druhým výstupním zařízením 7 a třetí podsystem obsahuje třetí počítač 5 a třetí výstupní zařízení 12. Tyto počítačové podsystemy jsou funkčně shodné, a proto odezvy na jednotlivé kroky testu je možné srovnávat v reálném čase pomocí komparátorů 2 a 4. Na řídicích vstupech 21 a 41 jsou přítomny neaktivní hladiny signálu. Případná detekce neshody se posílá do dekodéru stavu systému (není zakresleno), který je považovaný spolu se sběrnicovým rozpojovačem 9 za tvrdé jádro.

Dále se do tohoto dekodéru posílá:

a) výsledek testu prvního komparátoru 2, který realizuje třetí počítač 5 přes spojený sběrnicový rozpojovač 9 a prostřednictvím spojení svorek 20 a 22 aktivní hladinou signálu na řídicím vstupu 21,

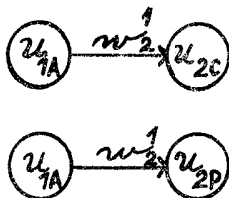
b) výsledek testu druhého komparátoru 4, který realizuje první počítač 1 přes spojený sběrnicový rozpojovač 9 a prostřednictvím spojení svorek 40 a 42 aktivní hladinou signálu na řídicím vstupu 41,

c) výsledek testu vnější paměti 8, který realizuje třetí počítač 5 a výsledek testu stykového modulu 11, který realizuje první počítač 1 při rozpojeném stavu sběrnicového rozpojovače 9 a prostřednictvím spojení svorek 20 a 22 aktivní hladinou signálu na řídicím vstupu 21.

Tento vícepočítačový systém lze z hlediska diagnostiky rozdělit na n_A shodných počítačových podsystemů, n_C komparátorů a n_P vnějších pamětí, vnějších zařízení a procesorů a znázornit jej grafovým modelem $G(A, C, P, T, E)$, kde A je množina n_A uzlů odpovídajících shodným počítačovým podsystemům u_{iA} (aktivní funkční moduly schopné testovat komparační a pasivní moduly), C je množina n_C uzlů odpovídajících komparátorům u_{jC} (komparační funkční moduly schopné porovnat odezvy dvou shodných modulů), P je množina n_P uzlů odpovídajících vnějším pamětím, vnějším zařízením a procesorům, jejichž odezvy nelze komparovat u_{iP} (pasivní funkční moduly, které se nemohou samostatně zúčastnit vyhodnocení testů), T je množina orientovaných hran t_j^i reprezentujících úplný detekční test modulu u_j realizovaný modulem u_i a E je množina hran $\rightarrow | e_{m,n}^k$ reprezentujících komparaci shodných modulů stimulovaných úplným detekčním souborem u_m a u_n realizovanou v reálném čase komparačním modulem u_{kC} . První index značí číslo modulu v systému a druhý index značí typ modulu A-aktivní, C-komparační, P-pasivní. Předpokládáme, že se v průběhu testu nevyskytne porucha. K jednotlivým hranám grafu t_j^i , respektive $e_{m,n}^k$ se přiřpisují váhy w_j^i , respekt. $w_{m,n}^k$ a mají hodnotu 0, když diagnostická operace nedetekovala poruchu a 1, když detekovala poruchu. Výsledek operace je spolehlivý, jestliže operaci provádějící modul je bez poruchy. V opačném případě je výsledek x (0 nebo 1). Uvažujeme pouze poruchy trvalého rázu.

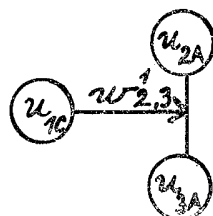
Definice operací:

a) aktivní modul bez poruch u_{iA} $i=1, \dots, n_A$ testuje modul u_{kC} , u_{iP}



b) komparační modul bez poruchy u_{kC} $k = 1, \dots, n^C$ realizuje komparaci odezev shodných modulů vnitřně stimulovaných ú-

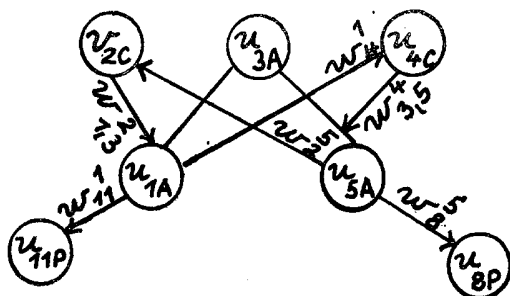
plným detekčním souborem stimulů, například u_{iA} a u_{jA} $i, j = 1, \dots, n_A, i \neq j$



Zde je možné realisticky předpokládat, že lze zajistit, aby v průběhu komparace byl komparační modul stimulovaný úplným detekčním souborem stimulů.

Dále definuje tzv. zapojení systému, což je souhrn testovacích hran t_j^i a komparačních hran $e_{m,n}^k$ $i, j = 1, \dots, n_i \neq j$ a $m, n, k = 1, \dots, n, m \neq n \neq k$. Komunikační cesty a centrální vyhodnocovací obvod (dekodér stavu systému) považujeme za tvrdé jádro. Zapojení, které je předmětem vynálezu znázorníme pomocí uvedeného diagnostického modelu.

Diagnózu provádíme na základě tabulky syndromů (slovníku poruch) za předpokladu, že se může vyskytnout porucha pouze v jednom funkčním modulu. Pravděpodobnost výskytu dvou a více poruch současně je zanedbatelná.



$w_{1,3}^2$	$w_{3,5}^4$	w_4^1	w_2^5	w_8^5	w_{11}^1	Porucha
0	0	0	0	0	0	—
0	0	0	0	1	0	u_{8P}
0	0	0	0	0	1	u_{11P}
1	0	X	0	0	X	u_{1A}
1	0	0	1	0	0	u_{2C}
1	1	0	0	0	0	u_{3A}
0	1	1	0	0	0	u_{4C}
0	1	0	X	X	0	u_{5A}

Jiné kombinace za uvedeného předpokladu neuvažujeme.

Když provádíme návrh systému, hledáme vždy takové zapojení, které zabezpečí úplnou diagnostikovatelnost systému pro určitou třídu poruch při daném maximálním možném počtu současně vzniklých poruch. To znamená, že předpokládáme pravděpodobnost výskytu o jedničku vyššího počtu poruch za zanedbatelnou. Je možné dokázat, že minimální počet aktivních modulů, který musí být při návrhu použitý je $n_{A \min.} = t + 2$ (t je maximální počet současně vzniklých poruch v systému). Protože ekonomické hledisko je pro návrh podstatné, snažíme se o optimalizaci s minimálním počtem $n_A = n_{A \min.}$. Pro tento počet pak vychází minimální počet komparačních modulů $n_{C \min.} = \frac{t+2}{2} - 1$. Pro zabezpečení diagnostikovatelnosti systému v jednom kroku pro dané t je nutné dodržet podmínku, že každý komparační modul musí být úplně

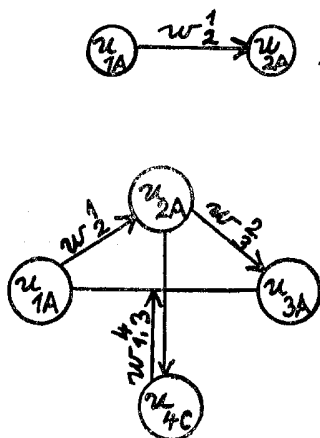
$$a) t = 1, n_{C \min.} = n_A - \left\lceil \frac{n_A}{3} \right\rceil$$

$$b) t > 1, n_A = t + 2, n_{C \min.} = \frac{t+2}{2} - 1$$

$$c) t > 1, n_A > t + 2, n_{C \min.} = \left\lceil \frac{n_A \cdot t + 1}{2} \right\rceil$$

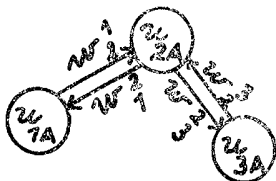
přičemž nutně každý aktivní modul je komparován alespoň t komparačními moduly s dalšími aktivními moduly, aby nedocházelo k maskování poruchy v aktivním modulu vlivem falešných signálů dobroty v těchto komparačních modulech. Dále se předpokládá, že každý komparační modul komparuje

testovatelný alespoň jedním aktivním modulem, se kterým není po provedení komparací ve stejné oblasti podezřelých modulů. Pro test pasivních modulů musí být splněna podmínka realizovatelnosti úplných testů alespoň z t aktivních modulů. Pro optimální zapojení pak musí být zajištěna realizovatelnost právě t testů. Nedodržení těchto podmínek se zapojení stane sekvenčně diagnostikovatelným pro dané t , tj., aktivní moduly s poruchou se musí nejprve opravit a potom provést autonomní test systému znovu. Z provedené analýzy je vidět, že zapojení v předmětu vynálezu je optimální pro výskyt jedné poruchy. Další možnost optimalizace je minimalizace počtu komparačních modulů pro daný počet n_A a hodnotu t . Je možné dokázat existenci zapojení systému, ve kterém jsou hodnoty $n_{C \min.}$ následující:



w_2^1	u_{2A}				
0	bez poruchy				
1	porucha				
w_2^1	w_3^2	w_4^2	$w_{1,3}^4$	porucha	
0	0	0	0	—	
X	0	0	1	U_{1A}	
0	0	1	X	U_{4C}	
0	1	0	1	U_{3A}	
1	1	X	0	U_{2A}	

Uvedený systém je diagnostikovatelný v jednom kroku pro $t = 1$, výskyt dalších kombinací nepředpokládáme. Tento přístup k návrhu systému z hlediska diagnostiky je ovšem zřejmě méně výhodný než u klasické metody vzájemných testů.



Možnost použití uvedeného zapojení je v případě, že úkolem návrháře výpočetního systému je zajištění rychle probíhající autonomní diagnostiky pro libovolný počet poruch.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení autonomně diagnostikovatelného systému, vyznačující se tím, že svorka (10) prvního počítače (1) je spojena se svorkou (60) prvního výstupního zařízení (6), s první svorkou (20) prvního komparátoru (2), s druhou svorkou (111) stykového modulu (11) a s druhou svorkou (91) sběrnicového rozpojovače (9), svorka (30) druhého počítače (3) je spojena se třetí svorkou (22) prvního komparátoru (2), se svorkou (70)

druhého výstupního zařízení (7), s první svorkou (110) stykového modulu (11) a s první svorkou (40) druhého komparátoru (4), přičemž svorka (50) třetího počítače (5) je spojena se svorkou (120) třetího výstupního zařízení (12), se třetí svorkou (42) druhého komparátoru (4), s první svorkou (90) sběrnicového rozpojovače (9) a se svorkou (80) vnější paměti (8).

1 list výkresů

