

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ТЕСТІВ ДЛЯ АВТОНОМНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

В роботі визначено загальний підхід до розробки алгоритму побудови тестів пошуку несправності радіоелектронних пристроїв для електромагнітного методу діагностування. Використання графічної схеми об'єкта діагностування у вигляді структурної моделі дає можливість розробки алгоритму обробки діагностичної інформації в контрольній точці, що забезпечує виявлення заданих несправностей.

Ключові слова: метод, алгоритм, графічна схема, об'єкт діагностування, тест.

The paper defines a general approach to the development of algorithm for constructing tests troubleshooting electronic devices for electromagnetic method of diagnosis. Using graphical object schema as diagnosing structural model enables the development of processing algorithm of diagnostic information at the reference point that provides specified fault detection

Key words: methods, algorithms, graphical schema, object of diagnostics, test.

Вступ. Сучасні об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) представляють собою складні технічні системи, що представляють собою об'єднання модулів різного фізичного виконання й призначення. Широка номенклатура цифрових пристроїв, що використовуються в об'єктах РЕТ, їх багатофункціональність висувають жорсткі вимоги до засобів діагностування з точки зору забезпечення заданого рівня тривалості діагностування, при забезпеченні необхідної достовірності [1, 2]. Забезпечити висунуті вимоги можна застосуванням нових ефективних принципів, методів і засобів для розробки сучасних засобів діагностування об'єктів РЕТ на основі нових ефективних методів діагностування.

Аналіз стану проблеми. До складу об'єктів РЕТ входять цифрові радіоелектронні пристрої (РЕП). Проведення якісного контролю технічного стану цифрових РЕП залежить від методу діагностування. Перспективним методом діагностування РЕП являється електромагнітний метод [3, 4]. Суть електромагнітного методу діагностування радіоелектронних пристроїв полягає в тому, що в якості діагностичних параметрів використовується параметри сигналів, що наводяться у «антенному» пристрої, що накладається на сам радіоелектронний компонент РЕП. Робота РЕП супроводжується зміною електромагнітного поля навколо нього. Потужність випромінювання радіоелектронних компонентів РЕП являється достатньою, щоб згенерувати у «антенному» пристрої сигнали, параметри яких можна використовувати у якості діагностичних. Експериментальні дослідження показали, що при вимірі даних діагностичних параметрів виконуються вимоги прояву й транспортування будь-якого дефекту в контрольну точку.

Постановка задачі. Для побудови сучасних автономних автоматизованих систем технічного діагностування з використанням електромагнітного методу завдання розробки алгоритмів побудови тестів для виявлення несправностей радіоелектронних пристроїв формулюється наступним чином [5]:

дано принципову схему об'єкта діагностування; еталонні значення відгуку кожного радіоелемента в контрольній точці при його переключенні; обмеження на структуру об'єкта діагностування, глибину пошуку несправності, які визначаються допустимим рівнем обробки інформації, що знімається в контрольній точці;

необхідно розробити алгоритм побудови тестів для виявлення несправностей радіоелектронних пристроїв електромагнітним методом.

Основна частина. Особливістю математичного подання радіоелектронних пристроїв для діагностування електромагнітним методом являється можливість представлення об'єкта діагностування у вигляді одномірних активізуючих шляхів. Рішення поставленого завдання розглянемо на прикладі об'єкта діагностування, що представлений на рис. 1. Згідно з [5] об'єкт діагностування можна подати у вигляді структурної моделі, що представляє собою графічну схему, яка визначається таблицею з'єднань елементів (Табл. 1). В даній таблиці всі зв'язки між елементами представлено у вигляді елементарних шляхів $\dot{I}_{\gamma_i \xi_j}$.

Одномірний шлях \dot{I}_{ij} є шляхом проходження сигналу від точки i об'єкта діагностування до точки j , в якому елементи спрацьовують послідовно.

Згідно з [5] одномірний шлях O_{ij} повинен проходити через елементарні і тільки елементарні шляхи $\Pi_{\gamma_i \xi_1}, \Pi_{\gamma_{i+1} \xi_2}, \dots, \Pi_{\gamma_k \xi_j}$.

Чутливість елементарного шляху $\Pi_{\gamma_i \xi_j}$ проявляється тільки тоді, коли при зміні вхідної змінної x_i може відбуватися перемикання елементів E_i та E_j . Такий шлях назовемо чутливим елементарним шляхом $r_{\gamma_i \xi_i}$.

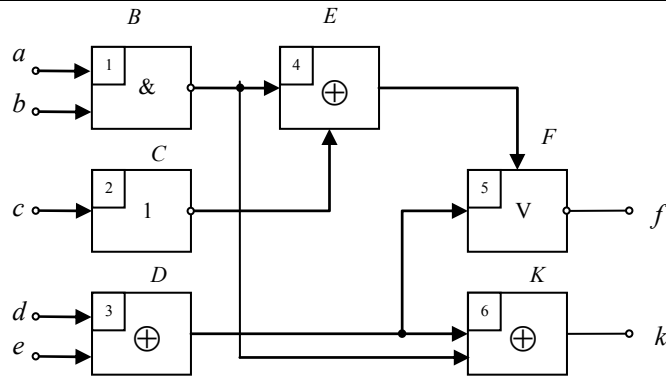


Рис. 1. Принципова схема об'єкта діагностування

Таблиця 1

№ п/п	Елементарний шлях	Тип елемента
1	a – 1	$\overline{\&}$
2	b – 3	$\overline{\&}$
3	c – 2	$\overline{\&}$
4	d – 3	\oplus
5	e – 3	\oplus
6	1 – 4	\oplus
7	1 – 6	\oplus
8	2 – 4	\oplus
9	3 – 5	$\overline{\&}$
10	3 – 6	\oplus
11	5 – ж	вих
12	6 – з	вих

Активізований чутливий елементарний шлях $A_{\gamma_i \xi_j}$ представляє собою чутливий елементарний шлях $r_{\gamma_i \xi_j}$, на зовнішні входи елементів i та j якого подано такі змінні, при яких безумовно забезпечується перехід елементів із одного стану в інший при зміні змінної на внутрішньому вході шляху.

Для визначення несправності в активізованому шляху необхідно, щоб виконувалась наступна умова: якщо вся множина чутливих одномірних шляхів \dot{I}_0 , в яку не входить одномірний активізований шлях A_{ij} що перевіряється, деактивізована, то несправність транспортується в контрольну точку при перевірці одномірного активізованого шляху A_{ij} .

Для активізації шляху необхідно розробити тести. При цьому частинний тест елемента, що входить в елементарний шлях $\Pi_{\gamma_i \xi_j}$, є частинним тестом цього шляху. Сукупність частинних тестів елементів, що входять в шлях представляє собою вектор T_{in} .

Вектор T_{in} є тестом для одномірного активізованого шляху, паралельно з елементами якого спрацьовують елементи дезактивізованих шляхів при будь-якій кратності несправностей і кратних несправностей при k -рівневій обробці.

Множина $M_{T_{in}}$ частинних тестів T_{in} одномірних активізованих шляхів є тестом $T_{од}$ об'єкта діагностування.

Для вищезначеного об'єкта діагностування розроблено алгоритм побудови тестів пошуку несправності, що полягає в наступному:

1. За початок одномірного шляху O_{ij} приймають вхідну змінну $x_i (i = \overline{1, m})$. Виключають її із множини змінних M_{x_i} . При розгалуженні вхідної змінної x_i утворюють множину одномірних шляхів M_{0i} .

2. В одновірний шлях O_{ij} включають тільки один елемент E_i із рангу $R_i (i = \overline{1, l})$ з одним із входів $\xi_i = (\overline{1, 2})$. Решта входів $(\xi_i - 1)$ елементів одновірного шляху O_{ij} є зовнішніми входами.

3. Утворюють множину елементів $M_{\gamma\xi}$, що входять в одновірний шлях O_{ij} .

3а. Для цього, починаючи з першого елемента, обчислюють часткові похідні $\frac{\partial y_\gamma}{\partial x_\gamma}$ від функцій, що реалізуються кожним з елементів одновірного шляху. Якщо $\frac{\partial y_\gamma}{\partial x_\gamma} \neq 0$, то елемент включають в одновірний шлях, в протилежному випадку переходять до П.9.

4. Визначають множину вхідних наборів \tilde{x}_a , що активізують зовнішні входи одновірного шляху O_{ij} (умова необхідності або умова проявлення несправностей в контрольній точці).

4а. Утворюють множину наборів \tilde{x}_a'' наступним чином: на входи елементів, для яких $\frac{\partial y_\gamma}{\partial x_\gamma} = 1$, подають змінну, рівну 0, а для $\frac{\partial y_\gamma}{\partial x_\gamma} \neq 1$, що рівна 1.

4б. Просувають множину \tilde{x}_a'' до входів об'єкта діагностування і отримують нову множину \tilde{x}_a' , яка є надлишковою.

4в. Із множини \tilde{x}_a' виключають набори, в яких одна і та сама змінна для різних елементів приймає протилежне значення, і отримують множину \tilde{x}_a .

5. Визначають множину вхідних наборів $\tilde{x}_{да}''$, що деактивізують всі одновірні шляхи, окрім шляху O_{ij} , що перевіряється (умова достатності або умова транспортування несправності в узагальнену контрольну точку).

5а. Утворюють множину наборів $\tilde{x}_{да}''$. Для цього визначають часткові похідні і прирівнюють їх до 0.

5б. Просувають множину $\tilde{x}_{да}''$ до входів об'єкта діагностування і отримують нову множину $\tilde{x}_{да}'$.

5в. Із множини $\tilde{x}_{да}'$ виключають набори, в яких одна і та сама змінна для різних елементів приймає протилежне значення, і отримують множину $\tilde{x}_{да}$.

6. Визначають перетин множин $\tilde{x}_b = \tilde{x}_a \cup \tilde{x}_{да}$.

6а. Якщо $\tilde{x}_b \neq \emptyset$, то його запам'ятовують, визначають відгук в узагальненій контрольній точці \tilde{y}_a і переходять до П.9.

7. Визначають множину вхідних наборів $\tilde{x}_{да}$, що деактивізують всі одновірні шляхи, крім одного, елементи якого можуть спрацьовувати одночасно з елементами одновірного активізованого шляху A_{ij} , що перевіряється. Далі П.5а – П.5в. Якщо $\tilde{x}_b \neq \emptyset$, то його запам'ятовують і переходять до П.9, при $\tilde{x}_b = \emptyset$ переходять до П.8.

8. Визначають множину вхідних наборів $\tilde{x}_{ДА}$, що деактивізують всі одновірні шляхи, крім ψ ($\psi = \overline{2, 5}$), елементи яких можуть спрацьовувати паралельно з елементами одновірного активізованого шляху A_{ij} , що перевіряється. При цьому k - допустимий рівень обробки.

8а. Приймають $\psi = 2$. Переходять до П.5.

8б. Якщо $\psi = k$ та $\tilde{x}_b \neq \emptyset$, то знижують вимоги до глибини і достовірності контролю.

8в. Якщо задані глибина і достовірність контролю не можуть бути змінені, то використовують метод інжекції при виділенні одновірного активізованого шляху A_{ij} .

9. Якщо $\frac{\partial y_\gamma}{\partial x_\gamma} = 0$, то повертаються до найближчого розгалуження. Розгалуження виключають із множини \dot{I}_δ . Із визначеного раніше одновірного шляху виключають відрізок до першого розгалуження, а

замість нього додають новий відрізок після розгалуження. Якщо $M_p \neq 0$, то П.2, в протилежному випадку П.10.

10. Обирають наступну вхідну змінну, виключають її з множини змінних M_{x_i} . Якщо $M_{x_i} \neq 0$, то П.1, в протилежному випадку П.11.

11. Мінімізація множин \tilde{X}_a .

11а. Якщо елементи одномірного шляху, що перевіряється за допомогою k -рівневої обробки, входять в інші одномірні шляхи, то цей шлях виключається.

11б. Із множин \tilde{X}_b обирають тільки по одному набору, причому такому, щоб попередній перевіряючий був підготовчим для наступного.

11в. По кількості елементів, що спрацювали в одномірному активізованому шляху визначають еталонний відгук в узагальненій контрольній точці, що відповідає T_{in} .

12. Побудова вхідної тестової послідовності \tilde{X}_T для об'єкта діагностування проводиться так само, як і для елемента, тобто будується урізана таблиця спрацювань (УТС) для об'єкта діагностування:

- "Шлях, що перевіряється" – всі виділені одномірні шляхи;

- "Вхідний набір" – номери наборів для всіх одномірних шляхів;

- "Спрацювання" – номери елементів (по рангам); якщо елемент входить в одномірний шлях, то в клітинці, що відповідає цьому елементу, проставляється кількість одиниць, що відповідає відгуку елемента в узагальненій контрольній точці. В протилежному випадку клітинка залишається порожньою;

- "Кількість спрацювань" – сумарна кількість одиниць у відповідній строчці;

- "Разом" – сумарна кількість одиниць у відповідному стовпчику.

13. Побудова перевіряючого тесту складається з вибору із УТС стовбців "Шлях, що перевіряється", "Вхідний набір" і "Кількість спрацювань". Працездатність об'єкта діагностування визначають шляхом ідентифікації еталонних значень n у стовпчиках "Кількість спрацювань" з отриманими при контролі об'єкта діагностування. При цьому порівняння повинно проводитися на кожному із наборів. Якщо хоча б на одному з наборів рівність порушується, то об'єкта діагностування приймають несправним.

14. Побудова тесту локалізації несправності. При локалізації дефекту УТС використовується повністю. По вимірним значенням \tilde{Y} проводять побудову УТС. Аналіз здійснюється по стовбцям "Стани". Несправний елемент визначають шляхом ідентифікації еталонних значень m в строках "Разом" з отриманими при контролі об'єкта діагностування. Елемент першого стовпця, в якому порушується рівність, приймається несправним.

Висновок. На основі проведених в [5] теоретичних досліджень розроблено алгоритм побудови тестів пошуку несправності радіоелектронних пристроїв для електромагнітного методу. Даний алгоритм дозволяє будувати перевіряючий тест і тест пошуку несправності для автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів радіоелектронної техніки.

Література

1. Шкуліпа П.А. Шляхи і методи підвищення ефективності автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних пристроїв спеціального призначення / П.А. Шкуліпа, М.К. Жердев, С.В. Ленков, Ю.О. Гунченко // Журнал «Сучасна спеціальна техніка», 2012. – № 3 (30). – С 69 – 74.

2. Шкуліпа П.А. Основні напрямки розвитку автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів радіоелектроніки / П.А. Шкуліпа // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2012. – № 6. – С.192 – 194.

3. Шкуліпа П.А. Діагностична модель радіоелектронного пристрою об'єкта радіоелектронної техніки для електромагнітного методу діагностування / П.А. Шкуліпа, С.В. Ленков, О.В. Карпенко // Науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» Одеський національний морський університет. – Одеса, 2012. – С.137 – 139.

4. Шкуліпа П.А. Перевірка адекватності діагностичної моделі радіоелектронного компонента для електромагнітного методу діагностування / П.А. Шкуліпа, С.В. Ленков, С.І. Глухов // Вестник научных трудов Восточноукраинского национального университета им. В. Даля». – Луганск, 2012. – № 8 (179). – Ч.1. – С.106 – 110.

5. Шкуліпа П.А. Розробка перевіряючих тестів для діагностування радіоелектронних пристроїв електромагнітним методом / П.А. Шкуліпа // Наукові нотатки постійно діючого семінару науковців, здобувачів та ад'юнктів. Вип. № 24. – К: ВІКНУ, 2013. – С.3– 26.

Надійшла 23.1.2013 р.

Рецензент: д.т.н. Шинкарук О.М.