

УДК 681.35

М.К. Жердев, В.В. Кузавков

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ДУТ, Київ

ПОБУДОВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПЕРЕВІРНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ІНДУКЦІЙНОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ

В роботі визначено загальний підхід до побудови функціональних перевірних тестів для безконтактного індукційного методу діагностування радіоелектронних компонентів. В якості радіоелектронних компонентів розглянуто цифрові елементи пам'яті та мікроконтролер.

Ключові слова: метод діагностування, функціональний перевірний тест.

Вступ

Сучасні об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) представляють собою складні технічні системи, що являються об'єднанням модулів різного фізичного виконання та 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]. 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 публікацій. Аналіз джерел показав що проведення якісного контролю технічного стану цифрових радіоелектронних компонентів залежить від методу діагностування. Перспективним методом діагностування РЕК являється безконтактний індукційний метод діагностування (надалі – метод) [2], сутність котрого полягає в тому, що в якості діагностичних параметрів (ДП) використовуються параметри сигналів, що наводяться струмоведучим елементом на затискачах вимірювальної котушки при подачі на радіоелектронний блок тестового впливу.

Під струмоведучим елементом розуміється провід живлення радіоелектронного блоку (позитивний або корпусний). Робота радіоелектронного блоку супроводжується зміною магнітного поля навколо проводу живлення при подачі діагностичного тесту.

Дану властивість доцільно використовувати для визначення технічного стану радіоелектронного блоку. Для цього вимірювальна котушка закріплюється «вдягається» на струмоведучий елемент. При подачі діагностичного тесту в радіоелектронному блоці спрацьовують складові елементи що призводить до зміни сигналу – магнітного поля на струмоведучому елементі. На затискачах вимірювальної котушки генерується сигнал з певними параметрами. Наявність та форма сигналу на вимірювальній котушці служить інформацією про факт роботи радіоелектронного

блоку. Діагностична інформація, отримана за допомогою вимірювальної котушки надходить до блоку її обробки. На основі порівняння параметрів еталонних і отриманих сигналів, приймається рішення про ТС даного радіоелектронного блоку.

Формулювання мети статті. Для впровадження запропонованого методу діагностування в систему технічного обслуговування та ремонту РЕТ потрібне інтегрування в нею засобів обчислювальної техніки. Функціонування подібної системи не можливе без розробки перевірних тестових наборів та побудова відповідних алгоритмів для окремих РЕК та цифрових блоків. **Метою статті** є доведення принципів побудови функціональних перевірних тестів для безконтактного індукційного методу діагностування.

Виклад основного матеріалу

Інформацією про працездатність РЕК для безконтактного індукційного методу є характеристики сигналів, які виникають у індукційному датчику (ДДС).

Побудова часткових функціональних перевірних тестів (ЧФПТ) для елементів пам'яті

На відміну від елемента комбінаційного типу елемент пам'яті характеризується тим, що сигнал на його виході $Y(t)$ визначається не тільки видом тестового набору $X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, але також і тим, у якому стані перебував елемент пам'яті у попередній момент часу, тобто тим, які тестові набори були подані на його входи раніше. При перевірці елемента пам'яті суттєвим є порядок подачі вхідних тестових наборів. Для завдання моделей цифрових блоків з пам'яттю часто використовують функції переходів і виходів [3, 4]:

$$\begin{aligned} Y(t) &= \rho' [S(t), X(t)], \\ S(t+1) &= \delta' [S(t), X(t)], \end{aligned} \quad (1)$$

де ρ' - функція виходу елемента пам'яті; δ' - функція переходів; $S(t)$ - стан елемента пам'яті у момент t ; $X(t)$ - вхідний сигнал у момент часу t .

Якщо в системі (1) функції ρ' і δ' задані кінцевим числом аргументів, то елемент пам'яті може бути заданий таблицею переходів і виходів. Побудова ФПТ для елемента пам'яті полягає у відборі таких вхідних тестових наборів X_1, X_2, \dots, X_m , які в сукупності забезпечили б із заданою достовірністю перевірку всіх РЕК елемента пам'яті.

Розглянемо задачу побудови ЧФПТ для перевірки працездатності RS-тригера (рис. 1).

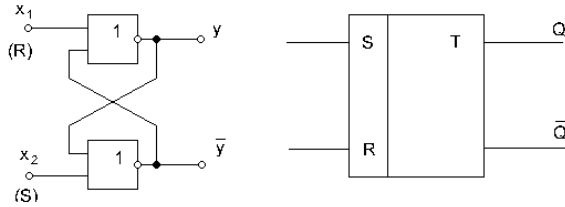


Рис. 1. Схема RS-тригера

Так як тригер має тільки один стійкий стан, то до складу ЧФПТ буде входити більше число тестових наборів у порівнянні з ЧФПТ для елементів комбінаційного типу. При цьому повинна забезпечуватися роздільна перевірка RS-тригера по кожному із входів. Таблиця станів RS-тригера – табл. 1 ($Q(t)$ - стан в початковий момент часу; $Q(t+1)$ - стан в наступний момент часу).

Таблиця 1

Таблиця станів RS-тригера

R	S	Q(t)	Q(t+1)	Сигнал ДДС
0	0	0	Не визн.	Не визн.
0	0	1	Не визн.	Не визн.
1	0	0	0	-
1	0	1	0	+
0	1	0	1	+
0	1	1	1	-
1	1	0	0	-
1	1	1	1	-

Наявність несправностей в схемі тригера однозначно проявлятися на ДДС внаслідок відсутності спрацьовування тригера при подачі заданої сукупності наборів зі складу ЧФПТ, або за рахунок виникнення додаткових спрацьовувань. При виникненні несправності еталонний відгук на ДДС буде спотворено.

Перевірка працездатності RS-тригера зводиться до перевірки відповідності сигналів відгуків на ДДС в залежності від «слів» на входах. Аналіз таблиці істинності RS-тригера показує, що незалежно від стану, у якому він перебуває в момент часу t , подача набору $X^{(0)} = \{x_1, x_2\}$, де $x_1 = 1$ (3-ій набір) приводить до того, що $Q = 0$, а подача набору $X^{(1)} = \{x_1, x_2\}$, де $x_2 = 1$ (2-ій набір) до того, що $Q = 1$.

Алгоритми проведення діагностування з використанням розроблених ЧФПТ RS-тригера приведені на рис. 2.

Таким чином, технічний стан RS-тригера може бути перевірений з використанням таблиці іс-

тинності та контролем вихідних сигналів (шість наборів вхідних слів), або за допомогою ДДС та ЧФПТ (два набори вхідних слів).

Розглянемо задачу перевірки працездатності двійкового n -розрядного лічильника, побудованого на базі T-тригера (рис. 3).

У табл. 2 та 3 наведені можливі стани n -розрядного лічильника. Із таблиці видно, що для перевірки лічильника треба встановити його у початковий стан, а потім подати на вхід лічильника «+1» послідовність з 2^n одиниць. У випадку, якщо ТП складається із 2^n одиниць, то буде перевірений а + 1 тригер з індексами $T(0)$ до $T(a)$ включно, де $0 \leq a \leq n - 2$.

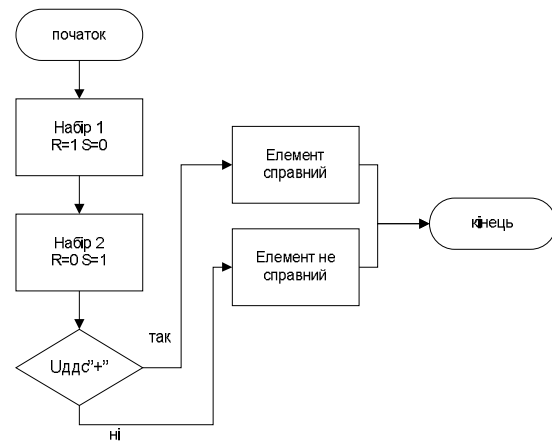


Рис. 2. Алгоритм побудови тесту діагностування RS-тригера з використанням ДДС

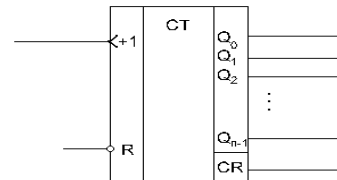


Рис. 3. Лічильник на базі T-тригера

Для перевірки можливості переносу одиниці із старшого розряду лічильника на його лічильникові вхід «+1» потрібно подати ТП із 2^{n-1} одиниць.

Таблиця 2

Можливі стани n -розрядного лічильника

Номер стану лічильника	Виходи лічильника						
	Q_{n-1}	Q_{n-2}	...	Q_2	Q_1	Q_0	CR
0	0	0	...	0	0	0	
1	0	0	...	0	0	1	
2	0	0	...	0	1	0	
3	0	0	...	0	1	1	
4	0	0	...	0	0	0	
5	0	0	...	1	0	1	
...
2^{n-1}	1	1	...	1	1	1	1

Таким чином, ЧФПТ для перевірки стану двійкового n -розрядного лічильника на базі T-тригера являє собою набір послідовностей, складених із 2^{n-1} одно розрядних слів $x_i = 1$, де $1 \leq i \leq 2^{n-1}$. Так як

тригер складає основу інших елементів пам'яті, можна побудувати ЧФПТ для перевірки кожного з них.

Таблиця 3

Зміна рівнів на виході сумуючого двійкового лічильника та ДДС

Номер вхідного імпульсу	Q2	Q1	Q0	Сигнал ДДС (U _{ддс}) наявність та рівень
1	0	0	1	+, U _{ддс}
2	0	1	0	+, U _{ддс}
3	0	1	1	+, 2U _{ддс}
4	1	0	0	+, U _{ддс}
5	1	0	1	+, 2U _{ддс}
6	1	1	0	+, 2U _{ддс}
7	1	1	1	+, 3U _{ддс}
8	0	0	0	-

Аналіз табл. 2, 3 показує – з кожним тактом вхідної послідовності спостерігається наявність сигналу на виході ДДС, крім того, одночасна зміна вихідного стану (спрацьовування) декількох виходів призводить до збільшення рівня сигналу в ДДС, рис. 4. Таким чином, реєстрація наявності та закономірності зміни рівня сигналу ДДС однозначно характеризує технічний стан РЕК, що контролюється.

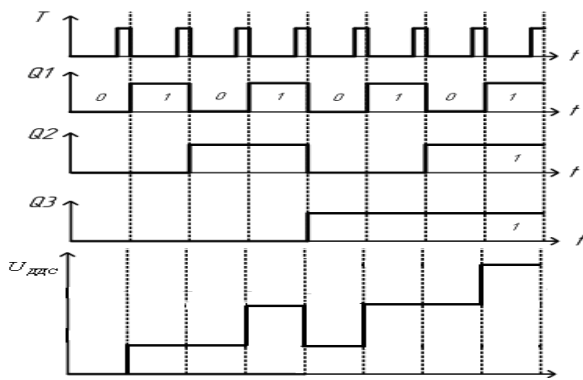


Рис. 4. Часова діаграма роботи сумуючого асинхронного лічильника та зміна рівня сигналу ДДС

Побудова функціональних перевірих тестів (ФПТ) для мікроконтролера

Сигнали на виході МК (рис. 5) залежать від тестового набору $X_i(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_j(t)\}$, що поданий на його вхід, стану, в якому він знаходиться, та алгоритму обробки інформації [3, 4]:

$$Y_i(t) = A_i[S_i(t), X_i(t)], \quad (2)$$

де A_i – алгоритм обробки інформації в МК, $S_i(t)$ – стан МК в момент часу t , $X_i(t)$ – вхідний сигнал в момент часу t , сигнали $X_i(t)$ та $Y_i(t)$ є цифровими послідовностями.

В пристроях РЕТ МК виконують визначену задачу, тому тести для перевірки МК мають назву функціональні перевірих тести (ФПТ). Такі тести можна отримати тільки відносно тих виводів МК, які використовуються в об'єкті, що діагностується.

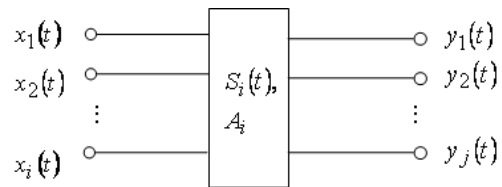


Рис. 5. Схема МК

Якщо МК (рис. 5) використовується для шифрування інформації то:

$x_1(t)$ – вхідна інформація;

A_1 – алгоритм шифрування;

$y_1(t)$ – вихідна зашифрована інформація.

Якщо МК (рис. 5) використовується для дешифрування інформації то:

$x_2(t)$ – вхідна зашифрована інформація;

A_2 – алгоритм дешифрування;

$y_2(t)$ – дешифрована інформація.

ФПТ МК (рис. 5) для прикладу має вигляд:

- на вхід 2 подається інформація $x_1(t)$, яка максимально використовує можливості МК;

- запускається алгоритм A_1 ;

- закодована інформація $y_1(t)$ подається на вхід $x_2(t)$;

- запускається алгоритм A_2 ;

- з виходу $y_2(t)$ знімається дешифрована інформація;

- порівнюється $x(t)_1$ та $y(t)_2$.

Після порівняння можливі такі варіанти:

$x(t)_1 = y(t)_2$, - МК справний.

$x(t)_1 \neq y(t)_2$, - МК не справний.

Таким чином, знаючи функцію, яку виконує МК в пристрої, можна побудувати ФПТ, значно коротший повного перевірного тесту (ППТ) МК.

Висновки

Таким чином, визначено загальний підхід до побудови перевірих тестів цифрових радіоелектронних компонентів для безконтактного індукційного методу діагностування.

Використання таблиць істинності РЕК (діагностична інформація (ДІ) знімається з виходу РЕК) не гарантує мінімальності довжини побудованого тесту. У випадку використання безконтактного індукційного датчика кількість тестових наборів скорочується, відповідно зменшується час проведення діагностики.

Застосування даних тестів дає можливість забезпечити вимоги до засобів діагностування з точки зору забезпечення заданого рівня тривалості діагностування, при необхідній достовірності.

Список літератури

1. Діагностика цифрових та аналогових пристроїв радіоелектронної техніки: Монографія / Під ред. М.К. Жердева, С.В. Ленкова. – К.: Знання України, 2009. – 220 с.
2. Безконтактний індукційний метод діагностування радіоелектронних блоків / В.В. Вишнівський, М.К. Жердев, Б.П. Креденцер, В.В. Кузавков, С.В. Редзюк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2013. – Вип. 43. – С. 17-33.
3. Жердев М.К. Побудова функціональних перевірних тестів для енергодинамічного та електромагнітного методів діагностування / М.К. Жердев, С.В. Ленков, П.А. Шкуліна // Система обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 1 (108). – С. 49-52.
4. Шкуліна П.А. Побудова перевірних тестів для діагностування радіоелектронних пристроїв електромагнітним методом / П.А. Шкуліна // Наукові нотатки постійно діючого семінару науковців, здобувачів та ад'юнктів. – Вип. 24. – К.: ВІКНУ, 2013. – С. 3–25.

Надійшла до редколегії 6.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Вишнівський, Державний університет телекомунікацій, Київ.

ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОВЕРОЧНЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ИНДУКЦИОННОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Н.К. Жердев, В.В. Кузавков

В работе определен общий подход к построению функциональных проверяющих тестов для бесконтактного индукционного метода диагностирования радиоэлектронных компонентов. В качестве радиоэлектронных компонентов рассмотрены цифровые элементы памяти и микроконтроллер.

Ключевые слова: метод диагностирования, функциональный проверяющий тест.

BUILDING A FUNCTIONAL SCREENING TESTS FOR NON-CONTACT INDUCTION METHOD OF DIAGNOSIS

N.K. Zherdev, V.V. Kuzavkov

In the work on a common approach to the construction of functional checking tests for non-contact induction method of diagnosing of radio-electronic components. As the radio-electronic components are considered digital memory and microcontroller elements

Keywords: method of diagnosticating, functional checking test.