

*Мірошник М. А., д-р техн. наук, проф. (УкрГУЖТ),
Салфетникова Ю. М., асистент,
Деменкова С. Д., асистент,
Мірошник А. Н., ст. гр. 2КІТ301п.8
(НТУ «ХП»)*

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ЛЕГКОТЕСТІРУЕМИХ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ І СИСТЕМ

В основі діагностування цифрових пристроїв (ЦП) лежать дві групи методів: неруйнівні фізичні методи і методи, що базуються на контрольних логічних тестах. Для достовірності визначення працездатного стану ЦП найбільш ефективно використовуються тестові методи діагностики і контролю. В основі тестового контролю лежить тестовий сигнал, що подається на ЦП і викликає таку реакцію на вхідний сигнал, який свідчить про те, що ЦП знаходиться в працездатному стані. Контрольний тест формально визначається як послідовність вхідних наборів і відповідних їм вихідних наборів, які забезпечують контроль справного стану цифрового вузла. Контрольні тести складаються таким чином, що дозволяють виявити поодинокі константні несправності в статичному режимі.

Працездатність контролюється наступним чином. На вхід ЦУ подаються набори контрольних тестів, що знімаються з ЦУ вихідні набори порівнюються з еталонними. При збігу кожного з вихідних наборів тесту з еталонними наборами ЦУ вважається працездатною. Контрольні тести складаються на базі аналізу принципів схем ЦУ. Що стосується розбіжності сигналів контрольних і еталонних наборів подальша подача тестів припиняється і на цьому наборі діагностується відмову. Діагностування відмови починається з того виходу ЦУ, на якому зафіксовано контрольний і еталонний набори.

На тому логічному елементі схеми, який пов'язаний з цим виходом, вимірюється вихідний сигнал і вхідні сигнали. За сумарними значеннями вхідних сигналів відповідно до алгоритму функціонування визначають значення вихідного сигналу, $U_0 = f(X_1 \dots X_k)$. У разі нерівності $U \neq U_0$ відмовив вважається контрольований елемент або гальванічна зв'язок від його виходу. У разі рівного $U = U_0$ розподілу визначаються істотні входи логічного елемента, а потім ті елементи, які пов'язані з цими виходами

Описані вимірювання виконуються для всіх елементів, пов'язаних з істотними входами. Вимірювання виконуються до визначення несправності або до відповідних входів цифрового вузла. У разі, якщо в якості елемента схеми ЦП виступають тригери, то для нього U визначається

виразом: $U_0 = f(X_1 \dots X_k, U')$. - попередній стан тригера. Таким чином U_0 визначається не на кожному наборі.

На практиці, крім діагностування ЦУ контактної системи широко застосовується діагностування за таблицями. За цією методикою для кожного набору контрольних тестів складаються діагностичні таблиці: повна і скорочена. Повна діагностична таблиця розрахована на кратні несправності, скорочена таблиця - на поодинокі несправності. Скорочена діагностична таблиця включає тільки ті елементи ІМС, які не перевірені не на одному з попередніх наборів контрольних тестів.

Діагностування відмов по таблиці проводиться в такий спосіб. Скорочена таблиця вибирається по номеру набору, на якому виявлено розбіжність. Починають діагностування з того виходу ЦП, на якому зафіксовано невірний результат, і виробляють його послідовно по кожному рядку діагностичної таблиці. Для кожного з елементів рядка таблиці порівнюють значення логічних сигналів на входах і виходах згідно з контрольними значеннями в таблиці. На елементі, у якого інформація на виході не збігається з контрольною, необхідно зупинитися. Несправним буде або цей елемент, або один з елементів, входи якого з'єднані з виходом цього елемента, або друкований провідник, що з'єднує вихід елемента зі входами інших елементів, джерелом живлення, корпусом і іншими вузлами.

Оцінка ефективності діагностування РЕМ дозволяє кількісно судити про те, наскільки корисно виявилось застосування або впровадження системи тестового діагностування (СТД). Поняття ефективності пов'язано з початком використання системи за призначенням, тобто з отриманням ефекту в результаті роботи системи.

Показники якості систем поділяють на інтегральні, поодинокі і комплексні.

Інтегральний показник якості близький за змістом до показника ефективності використання системи і визначається як відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації системи до сумарних витрат на її створення і експлуатацію.

Комплексний показник якості системи характеризує спільно кілька простих властивостей або одне складне властивість системи. Іншим прикладом комплексного показника якості є ймовірність правильного діагностування СТД, яка визначається

$$\text{співвідношенням: } D = 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^m P_{ij}.$$

Інтегральний показник якості СТД може бути обчислений за формулою $I = \frac{E}{3_C + 3_E}$, де E – сумарний

корисний ефект від функціонального використання системи; Z_C, Z_E - сумарні витрати на створення і експлуатацію системи.

Основним виразом для K_E є визначення ефективності використання СТД, тому, для подання K_E в чистому вигляді повинні бути сформульовані оцінювані елементи корисного ефекту СТД. Такими елементами корисного ефекту від застосування СТД можуть бути: підвищення безвідмовності РЕС, скорочення часу відновлення РЕС, збільшення коефіцієнта технічного використання, зменшення ймовірності відмов РЕС в період функціонального використання, підвищення надійності РЕС в цілому, поліпшення точностних характеристик РЕС за рахунок своєчасних регулювань, підвищення обсягу інформації в системі інформаційного забезпечення засобів управління. З наведеного переліку очевидно, що сукупність оцінюваних елементів корисного ефекту майже повністю визначається призначенням РЕС, її ПФІ і ТП.

Ефективність операції діагностування і контролю в загальному вигляді можна представити різницею. $k_E(t) = \Delta E = E(t/t_d) - E(t)$, $t > t_d$, де $E(t/t_d)$ - ефективність об'єкта діагностування за умови що в момент t_d наведено його технічне діагностування та обслуговування, $E(t)$ - ефективність об'єкта діагностування за умови, що ТО не проводилося.

Нормований показник ефективності використання визначиться виразом $k_E = (E(t/t_d) - E(t)) / E(t)$ $0 < k_E < 1$. При цьому результат застосування СТД можна використовувати в двох варіантах.

1. Для вимірювання безвідмовності виробу РЕЗ шляхом проведення робіт ТО за даними діагностування.

2. Для визначення тимчасового інтеграла протягом якого РЕМ збереже своє працездатний стан із заданою вірогідністю $P_{рл}$. Якщо уявити $E(t) = E_0(t)P(t)$, де $E_0(t)$ - ефективність ідеальної в сенсі безвідмовності РЕМ; $P(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи, яка виступає як міра зниження ефективності, то коефіцієнт ефективності використання визначиться виразом $k_E = (P(t/t_d) - P(t)) / P(t)$. Тобто K_E визначається через показники безвідмовності, а ефект від використання СТД виражається в підвищенні безвідмовності об'єкта діагностування.

Іншим характерним показником оцінки ефективності СТД є коефіцієнт технічного використання РЕЗ при наявності діагностування та його відсутності.

Список використаних джерел

1. Мирошник М. А. Проектирование диагностической инфраструктуры вычислительных систем и устройств на ПЛИС: монография / М.А. Мирошник. – Х.: ХУПС, 2012. – 188 с.
2. Мирошник М. А. Методи автоматизованого комп'ютерного проектування цифрового пристрою локального управління. / Мирошник М. А, Клименко Л. А. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2019, №1, с.11-18.
3. Мирошник М. А. Методи автоматизації проектування легкотестованих комп'ютерних систем і пристроїв на основі цифрових автоматів. / Мирошник М. А., Клименко Л. А., Пахомов Ю. В. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2018, №4, с.3-10
4. Miroshnyk M. A. Design automation of testable finite state machines / М. А. Miroshnyk, Д. Е. Кучеренко, Ю. В. Пахомов, Э. Е. Герман, А. С. Шкиль, Э. Н. Кулак // 15th IEEE EAST-WEST DESIGN & TEST SYMPOSIUM (EWDTS-2017). Харьковский национальный университет радиоелектроники – 2017. – P. 203-208.
5. Мирошник М. А. Practical Methods for de Bruijn sequences Generation using Non-Linear Feedback Shift Registers / Olexandr Demihiev Maryna Miroshnyk, Dmitrij Karaman, Filippenko Inna, Krylova Viktoria, Tetyana Korytchinko // 14th IEEE International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, Lviv-Slavske, Ukraine, 2018/2, p. 35.
6. Ітераційні алгоритми компонування в конструкціях мультимедіа. / Мирошник М. А, Корольова Я. Ю. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2019, №2, с. 3-8.

*Мирошник М. А., д-р техн. наук, проф.,
Клименко Л. А., к.т.н., доцент,
Федорін Д. Д., ст. гр. 7-3-СКС
(УкрДУЗТ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВБУДОВАНОГО КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ТА ПІДВИЩЕННЯ КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТІ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ

Якість контролю та діагностики залежить не тільки від технічних характеристик контрольно-діагностуючої апаратури, а й у від тестопригодності самого виробу, що випробовується. Це означає, що якість перевірки багато в чому зумовлюється якістю розробки виробів. Найпростіше рішення підвищення якості контролю - це виведення деяких внутрішніх точок виробу на зовнішній роз'єм. Однак число