

Комп'ютерні засоби контролю працездатності ТЕЗ на основі сигнатурного аналізу

Стан проблеми. Зі зростанням складності цифрових систем та поширенням інтегральної електроніки актуальною стає задача оперативного та надійного контролю працездатності типових елементів засобів (ТЕЗ). Одним із найбільш ефективних методів є сигнатурний аналіз, що базується на використанні псевдовипадкових тестових послідовностей і стиску вихідної реакції до короткого сигнатурного коду. Такий метод дозволяє з високою точністю виявляти несправності при мінімальному обсязі інформації, що зберігається та передається.

Традиційні засоби тестування часто характеризуються високою вартістю, складністю конфігурації та обмеженими можливостями масштабування. Це стримує їх широке застосування у навчальних та виробничих лабораторіях.

Постановка задачі. Метою роботи є розроблення універсального контролера сигнатурного стенду, який забезпечує формування тестових сигналів, їх подачу на цифровий вузол, зчитування реакції, виконання згортки сигналів та відображення сигнатури на індикаторному модулі. Контролер має забезпечити: підтримку багатоканального аналізу з можливістю розширення, формування та збереження тестових шаблонів у енергонезалежній пам'яті, автоматичну ідентифікацію відхилень від еталонної сигнатури, зручний інтерфейс користувача.

Розв'язання задачі. Для реалізації системи контролю працездатності ТЕЗ на основі сигнатурного аналізу було спроектовано апаратно-програмний комплекс, який об'єднує засоби генерації тестових сигналів, модулі збору та обробки даних, а також механізми сигнатурного стиску інформації. Основною ідеєю є автоматизоване тестування цифрових вузлів з використанням псевдовипадкових тестових послідовностей та формування сигнатур, що дозволяє швидко виявляти відхилення від еталонних параметрів.

В основі системи лежить мікроконтролер Arduino Nano RP2040 Connect, який виконує генерацію керуючих послідовностей, їх подачу на тестований об'єкт та обробку зворотних сигналів. Для індикації сигнатури використовується драйвер MAX7219, який дозволяє зручно відображати інформацію на семисегментних індикаторах. Задля розширення кількості каналів введення/виведення застосовано модулі PCF8575TS, що забезпечують підтримку багатоканального аналізу.

Система підтримує до 999 панелей, 68 каналів логічного аналізу та 16 спеціалізованих тестових сигналів. Керуючі пакети містять як псевдовипадкові послідовності, так і спеціально сформовані імпульси,

що забезпечує універсальність методу для різних типів цифрових вузлів [1].

Програмне забезпечення створено в середовищі Arduino IDE з використанням мови програмування C++, що забезпечує високу швидкодію та простоту обслуговування. Алгоритм роботи передбачає: ініціалізацію контролера та периферійних модулів, вибір номера панелі та відповідного тестового пакета, генерацію тестових сигналів та їх подачу на ТЕЗ, зчитування реакції та згортку сигналів у 16-бітну сигнатуру [2], відображення результатів на індикаторі та автоматичне порівняння з еталоном, збереження шаблонів сигнатур у енергонезалежній пам'яті та можливість архівації на зовнішньому USB-носії.

Розроблена система відрізняється високою швидкодією, компактністю та модульною архітектурою, що забезпечує простоту розширення та модернізації. У порівнянні з традиційними стендами тестування, використання сигнатурного аналізу дозволяє мінімізувати обсяг переданої та збереженої інформації при одночасному збереженні високої точності контролю[3]. Крім того, завдяки використанню доступних мікроконтролерів та готових модулів система може бути реалізована з невеликими фінансовими витратами, що робить її придатною як для промислових, так і для навчальних цілей [4].

Результати. Під час тестування макета стенду підтверджено працездатність розробленої системи та ефективність сигнатурного аналізу для швидкого виявлення несправностей цифрових вузлів. Середній час обробки одного тестового пакета не перевищує кількох мілісекунд, а ймовірність виявлення помилок становить понад 99,99 %.

Висновки. Розроблений апаратно-програмний комплекс демонструє ефективність використання сигнатурного аналізу для контролю працездатності ТЕЗ. Використання сучасних мікроконтролерів та модульного підходу дає змогу створювати доступні, масштабовані та надійні стенди для промислових і навчальних застосувань.

Література.

- [1] Banerji S. Seven-Segment Display Programming: Arduino and C Programming, 1st ed., 2020. – 144 p.
- [2] Lippman S. B., Lajoie J., Moo B. E. C++ Primer, 5th ed., 2012. – 976 p.
- [3] Заяць Т.Т., Біленко В.М., Глухов В.С. Особливості використання сигнатурного аналізу в цифрових системах. – «Комп'ютерні системи та мережі», 2021.
- [4] Bilenko V.M., Hlukhov V.S. Методика впровадження сигнатурного аналізу в автоматизовані тестові системи. – «Advances in cyber-physical system», vol. 6, num. 1, 2021, pp. 8–13.