

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ОТКАЗОВ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

Харлап С. Н., Клименок О. В., Харлап Д. С.

Кафедра «Микропроцессорная техника и информационно-управляющие системы», электротехнический факультет, Белорусский государственный университет транспорта

Гомель, Республика Беларусь

E-mail: {olchikgomel, d.harlap}@yandex.by

При использовании микроконтроллеров в системах, критичных к безопасности, обязательным требованием является анализ поведения системы управления при возникновении в ней отказов аппаратуры. Программное обеспечение, предоставляемое разработчиками микроконтроллеров для отладки программ, не позволяет выполнить такие исследования. Поэтому в ИЛ «БЭМС ТС» БелГУТа разработан программный комплекс КИИБ. Для повышения эффективности использования комплекса разработана универсальная модель, которая динамически конфигурируется в зависимости от выбранного типа микроконтроллера. Это позволяет значительно сократить время проведения испытаний на безопасность функционирования за счет повторного использования разработанных модулей для исследования различных систем.

ВВЕДЕНИЕ

При сегодняшнем уровне развития IT-индустрии такие устройства, как микроконтроллеры, широко используются во многих областях техники. В новейших системах управления они являются одними из самых важных элементов. Современные микроконтроллеры достаточно дешевы и надежны, системы управления, построенные на основе микроконтроллеров, используются даже в отраслях, критичных к безопасности, таких, как железнодорожный транспорт. Поэтому для микропроцессорных систем железнодорожной автоматики проводится анализ на функциональную безопасность, целью которого является доказательство безопасности функционирования системы при возникновении отказов в структуре микроконтроллеров [1].

ИМИТАЦИЯ ОТКАЗОВ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ

Основными особенностями отказов в программируемых элементах являются [2]:

- взаимная зависимость аппаратных и программных средств, что приводит к тому, что один и тот же отказ проявляется по-разному в зависимости от загруженного программного обеспечения. Характер искажений, внесенных отказом в алгоритм работы микроконтроллера, может быть очень сложным из-за многократного использования отказавших аппаратных ресурсов программным обеспечением. Это значительно затрудняет анализ и увеличивает затраты на доказательство безопасности.
- зависимость результата отказа от типа исследуемого микроконтроллера, так как на функционирование программного обеспечения после отказа оказывают влияние такие характеристики микроконтроллера,

как его архитектура и методы обработки информации внутри БИС. Поэтому при переносе программного обеспечения на другую элементную базу необходимы повторные испытания.

- большое количество учитываемых отказов, что требует автоматизации процесса тестирования микроконтроллера.

На основании данных факторов возникла проблема быстрого и качественного исследования влияния отказов микроконтроллеров на поведение систем управления. Программное обеспечение, предоставляемое разработчиками микроконтроллеров для отладки программ, не позволяет исследовать поведение микроконтроллера при отказе элементов его аппаратной части, что очень важно для исследований систем, критичных к безопасности.

Для анализа на безопасность микропроцессорных систем управления в испытательной лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» разработан программный комплекс КИИБ [3], позволяющий имитировать отказы в структуре микроконтроллеров с высокой достоверностью. Его структурная схема представлена на рисунке 1.

Блок запуска и управления представляет собой исполняемый файл операционной системы Windows. Остальные блоки, в том числе модели устройств, представляют собой библиотеки динамической компоновки.

Блок запуска и управления производит подготовку работы системы моделирования и тактирование работы устройств. Непосредственно после загрузки в память персональной ЭВМ производится загрузка блока коммутации, который производит начальную инициализацию отдельных элементов системы.



Рис. 1 – Структура комплекса имитационного моделирования

Блок коммутации предназначен для передачи информации между элементами комплекса. Программный модуль блока коммутации содержит в себе основные сервисные функции, предоставляемые в качестве инструмента межмодульного взаимодействия элементов.

Блок подачи входных сигналов и регистрации выходных воздействий подключается к системе как обычное устройство. Он предназначен для генерации аналоговых и цифровых сигналов, которые могут быть переданы на любые устройства в зависимости от конфигурации внутренних соединений устройств. Данный блок имеет входы для протоколирования, к которым могут быть подключены любые внешние устройства.

Блок автоматического тестирования предназначен для внесения отказов и сбоев в испытываемые устройства в соответствии с заданной программой испытаний.

В настоящее время выпускается довольно большое количество различных видов микроконтроллеров, и их число постоянно увеличивается. Это связано с большим разнообразием элементной базы, ее постоянным совершенствованием и со стремлением разработчиков оптимизировать применяемые технические средства под конкретные задачи. Поэтому тестирование сложных технических систем на данный момент является затруднительным процессом. Сложившаяся ситуация привела к тому, что для каждой анализируемой системы приходится разрабатывать новый эмулятор и проводить весь комплекс работ, связанный с подтверждением адекватности модели и ее функциональным тестированием, что увеличивает временные затраты на проведение анализа и требует привлечения на этой стадии высококвалифицированных специалистов.

Устранить эти недостатки можно за счет использования универсальной модели микроконтроллера, которая бы динамически конфигурировалась в зависимости от выбранного типа микроконтроллера. Такой подход позволяет значительно сократить время проведения испытаний на безопасность функционирования за счет повторного использования разработанных модулей для исследования различных систем.

Однако исследования, выполненные в испытательной лаборатории, показали, что создать

полностью универсальную модель затруднительно. Кроме того, появление на рынке новых моделей микроконтроллеров с новыми возможностями все равно приведет к необходимости модернизации модели. Поэтому было принято решение создать универсальные модели для определенных классов микроконтроллеров, имеющих одинаковую систему команд, структуру, принцип функционирования и отличающиеся только набором внутренних ресурсов.

Была реализована модель микроконтроллера для серий PIC12, PIC16. Для конфигурирования структуры микроконтроллера используются текстовые файлы, содержащие описание структуры микроконтроллера и используемые ресурсы. Файл содержит несколько секций, которые описывают количество и назначение выводов, объем памяти, наименование и адреса регистров и управляющих битов, наличие ресурсов (таймеров, АЦП и т.п.).

Основные этапы проведения исследований систем с помощью КИИБ:

1. Загрузка конфигурации выбранного микроконтроллера. Просмотр состояния микроконтроллера осуществляется в отдельном окне.
2. Загрузка программного обеспечения микроконтроллера. Просмотр программы осуществляется в отдельном окне.
3. Исследование правильности функционирования микроконтроллера по заложенному алгоритму.
4. Имитация неисправности аппаратной части микроконтроллера и исследование его поведения с помощью модуля автоматического тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время выполняется тестирование функционирования модели в различных конфигурациях. Однако уже сейчас можно сделать вывод о перспективности такого подхода, так как затраты на разработку универсальной модели ненамного превысили затраты на разработку одного специализированного эмулятора. В перспективе разработка универсальных моделей для других типов микроконтроллеров.

1. IEC Standard 61508. Functional safety of electrical/ electronic/ programmable electronic safety-related systems.
2. Бочков, К. А. Моделирование отказов и сбоев в микросистемных и микропроцессорных системах железнодорожной автоматики и телемеханики / К. А. Бочков, С. Н. Харлап, А. В. Логвиненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2000. – № 3. – С. 28–38.
3. Харлап, С. Н. Комплекс для проведения имитационных испытаний микропроцессорных систем железнодорожной автоматики на функциональную безопасность / С. Н. Харлап // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Красноярск, 2005. – С. 188–193.