

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ОТКАЗОВ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОСТИ АДРЕСНЫХ ДАННЫХ

Б. В. СИВКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В современных системах, связанных с безопасностью, широко используются микропроцессорные аппаратно-программные комплексы (АПК), позволяющие с помощью программного обеспечения разрабатывать системы, которые предоставляют широкие функциональные возможности. В то же время данные системы относятся к критически важным объектам информатизации, и к ним предъявляются повышенные требования по безопасности и надежности функционирования. Для таких систем в настоящее время одной из актуальных задач является создание эффективных методов и средств, позволяющих решать ключевые проблемы безопасности.

Рекомендованной практикой при разработке отказоустойчивых систем является создание защиты от известных и проявляющихся на практике отказов. Вместе с тем аппаратное обеспечение, выполняющее функцию адресации, является неотъемлемым элементом микропроцессорных АПК. Как следствие, проявление данных отказов характерно для микропроцессорных систем, и кроме того, защита от них рекомендуется согласно стандарту IEC 61508.

Отказы в адресных регистрах и переменных часто приводят к непредсказуемому поведению и соответствующим последствиям. В то же время верификация данных отказов является трудоемким процессом, когда в ряде случаев доказательство является сложным или проводится с рядом допущений. Предлагаемый метод предоставляет решение данной проблемы, позволяющее проектировать отказоустойчивые и безопасные микропроцессорные системы, которые способны обнаружить отказы аппаратного обеспечения, выполняющего функцию адресации. Как правило, это адресные регистры и переменные, к которым относятся программный счетчик микропроцессора, адресные регистры общего назначения, регистр стека, программные указатели на таблицы и массивы данных и др. Кроме того, автором показано, что метод позволяет обнаруживать отказы команд микропроцессора, выполняющих действия с адресацией, а также отказы в микропроцессорных шинах.

В настоящее время эффективность метода доказана математически и подтверждена имитационными испытаниями систем, построенных с его применением. В дополнение к этому на основе метода предложены удобные с инженерной точки зрения реализации, которые позволяют обнаруживать любые константные отказы и отказы короткого замыкания между линиями связи. Показано, что метод может быть применен с минимальными затратами к широкому классу систем без предъявления специфичных требований. В дополнение метод позволяет доказать, что система обладает заданным качеством, и при этом строгая верификация не является трудоемким процессом.

В докладе рассматривается предлагаемый метод, его математическое доказательство, условия и способы применения, а также примеры использования.

УДК 519.7

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА

А. Н. СТАРОВОЙТОВ, Д. Н. ШЕВЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Наряду с революционной заменой физически и морально устаревающих систем СЦБ на современные идет процесс эволюционных изменений. Так, многие существующие системы и технологии хорошо себя зарекомендовали и эффективно работают на участках железных дорог при существующих объемах перевозок. Но эти системы СЦБ стареют физически, а их обслуживание и ремонт постоянно дорожают. Поэтому разработчики делают попытки альтернативной реализации ряда устройств СЦБ с использованием современной более дешевой элементной базы.

Одна из модернизаций оборудования рельсовых цепей (РЦ) переменного тока 25 Гц с кодовым питанием связана с заменой электромагнитных путевых приемников на микропроцессорные. Ведь стоимость электромагнитного путевого приемника/передатчика с каждым годом увеличивается и достигает нескольких миллионов рублей, а количество приемопередатчиков, выработавших свой ресурс и требующих замены, превышает несколько сотен.

Для формирования сигнального тока 25 Гц могут применяться различные подходы. Но для используемого технического решения микропроцессорной аппаратуры РЦ, когда используются лишь три значения напряжения: $+U$, 0 и $-U$, возможным способом формирования сигнального тока является широтно-импульсная модуляция (ШИМ).

Важным требованием к разрабатываемому устройству является его совместимость с другими устройствами системы автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации, поэтому для разработки микропроцессорного путевого приемо-передатчика необходимо решить следующие математические задачи: 1) выбор оптимального «шаблона» сигнала с ШИМ, который обеспечивал бы наибольшую спектральную плотность мощности сигнала в заданной полосе частот (предлагается несколько стандартных шаблонов с тремя уровнями напряжения); 2) выбор эффективных параметров быстрого преобразования Фурье принимаемого из РЦ сигнала (разрядность аналого-цифрового преобразователя, частота дискретизации, период опроса), которые допускали бы надежную фильтрацию принимаемого сигнала и распознавание кодовых посылок («КЖ», «Ж», «З») в условиях работы РЦ с помехами.

Аналитическое решение первой задачи возможно лишь для некоторых параметров ШИМ (моментов начала импульсов, длительностей импульсов, их количества и амплитуды U), когда преобразование Фурье в символьном виде не затруднено. Для решения задачи в общем виде, а также для решения второй задачи предлагается использовать численный метод и компьютерную имитационную модель, разработанную авторами. Компьютерная модель включает в себя несколько подсистем (выходная информация, реализуемая одной подсистемой, является входной информацией для следующей подсистемы): 1) формирования квазисинусоидального напряжения по нескольким стандартным шаблонам и двухпараметрической ШИМ (параметрами являются количество и амплитуда импульсов); 2) модуляции сигнального тока в РЦ и формирования кодовых посылок «КЖ», «Ж», «З»; 3) формирования «шума», присутствующего в РЦ, с заданными вероятностными закономерностями; 4) дискретизации и квантования принимаемого из модели РЦ сигнала; 5) цифровой фильтрации (быстрого преобразования Фурье), включая визуализацию спектральной плотности мощности; 6) распознавания кодовых посылок.

Результаты работы будут использованы для выбора архитектуры микропроцессорного путевого приемопередатчика (разрядности АЦП, разрядности микроконтроллера) и разработки алгоритмов его функционирования.

УДК 656.25

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИМИТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

С. Н. ХАРЛАП, А. В. НОВОМЛИНЕЦ, А. А. ЧАПЛЮК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время в системы железнодорожной автоматики активно внедряются сложные технические комплексы и оборудование. Основной характеристикой данных систем является способность достоверно и надежно выполнять функции, определяющие безопасность функционирования объектов контроля и управления (функциональная безопасность). Доказательство функциональной безопасности представляет собой комплекс мероприятий по подтверждению количественных и качественных показателей безопасности функционирования в соответствии с заявленным разработчиком системы железнодорожной автоматики уровнем обеспечения безопасности (по ИЕС 61508).

К микропроцессорным системам, критичным к безопасности, предъявляется обязательное требование анализа поведения системы управления при возникновении в ней отказов аппаратуры. Поставляемое разработчиками микропроцессорных систем программное обеспечение не позволяет выполнить такие исследования. На основании этого в ИЛ «БЭМС ТС» БелГУТа был разработан программный комплекс КИИБ, позволяющий имитировать отказы в структуре микропроцессорных систем.