

ВЕРСИОНИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ЦЕЛОСТНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

А.Ф. МАРКО

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – С.Е. КАРПОВИЧ, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР

Представлено программное обеспечение для версионирования и контроля целостности программного продукта при управлении многокоординатными системами реального времени, как программный элемент расширения Visual Studio 2017 с реализацией в системе управления тестером печатных плат

Ключевые слова: программное обеспечение, версионирование, контроль целостности версий, многокоординатные системы реального времени

1. ВВЕДЕНИЕ

Объединение узлов точной механики с электронными, электрическими и компьютерными компонентами позволило осуществлять проектирование и производство качественно новых модулей, систем и машин с их интеллектуальным управлением [1]. С развитием электрических приводов и возможностей их применения в индустриально-производственных и транспортных системах, стала очевидна необходимость полной интеграции составляющих элементов электропривода: механики, электрических машин, силовой электроники, микропроцессорной техники и программного обеспечения для наиболее полного использования возможностей современного электропривода, и построения на его основе мехатронных систем перемещения [2].

Проведённый анализ современных программно-аппаратных средств показал, что для многокоординатных систем перемещений возникает необходимость управления приводами в режиме реального времени, так как при большом количестве приводов трудно достигнуть требуемых скоростей. Наиболее эффективной технологией для реализации управления системами в режиме реального времени является технология EtherCAT, внедрение которой требует разработки дополнительного программного обеспечения [1].

Разработка такого программного обеспечения выполняется с применением специальных инструментов, которые повышают эффективность разработки за счёт снижения трудоёмкости выполняемых операций. К таким инструментам относятся различные среды разработки [3].

В рамках настоящей работы рассматривается программное обеспечение для версионирования и контроля целостности при управлении системами многокоординатных перемещений в режиме реального времени. Разработка данного программного обеспечения выполнялась в интегрированной среде разработки Visual Studio и комплексной системе управления версиями Team Foundation Server [4].

2. МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ НА ШЕСТИКООРДИНАТНОМ ГИБРИДНОМ ПРИВОДЕ

Для управления в реальном времени всё большее распространение получает технология EtherCAT. Типовая схема пересылки данных в EtherCAT-сети представлена на *рисунке 1*.

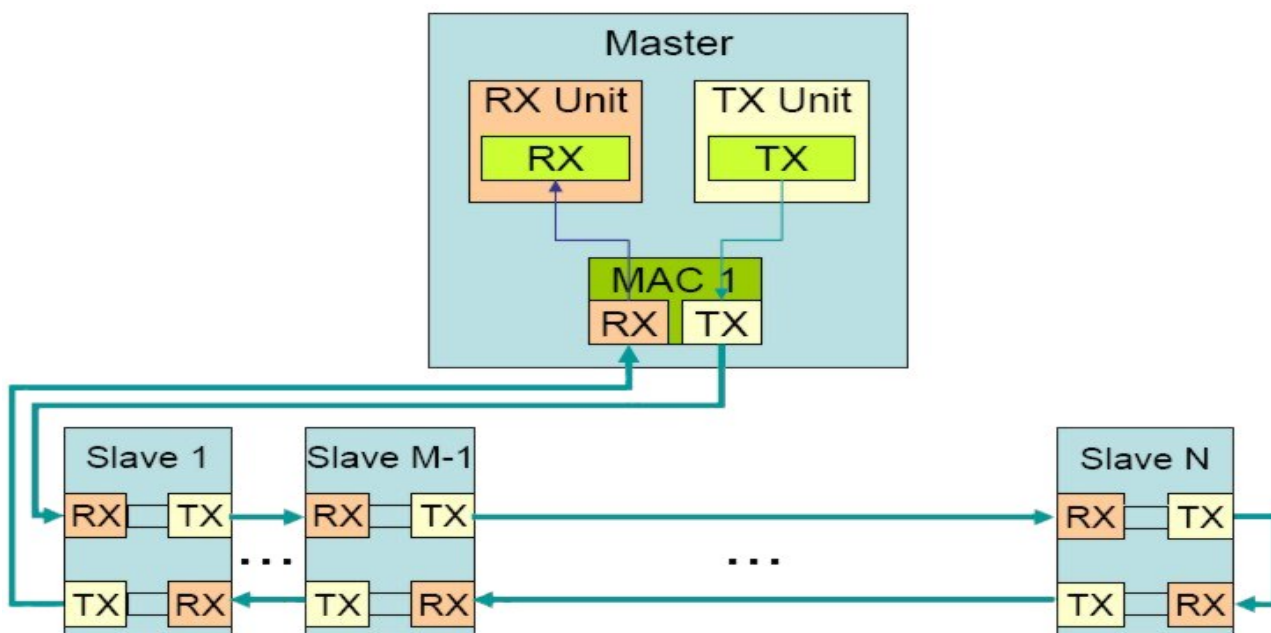


Рис. 1 –Типовая схема пересылки данных в EtherCAT-сети

Из всех устройств, подключённых к шине EtherCAT, только мастер может быть инициатором телеграмм. Все остальные устройства «на лету» модифицируют проходящую через них телеграмму, читая и записывая в неё данные технологического процесса. Аппаратная задержка на прохождение телеграммы через одно slave-устройство составляет всего несколько наносекунд.

Рассматриваемая в работе EtherCAT-сеть (рисунок 2) содержит один управляющий компьютер Master и шесть локальных систем управления, каждая из которых работает в режиме «управляемый» и обеспечивает реализацию прецизионных перемещений соответствующего планарного позиционера по двум координатам.

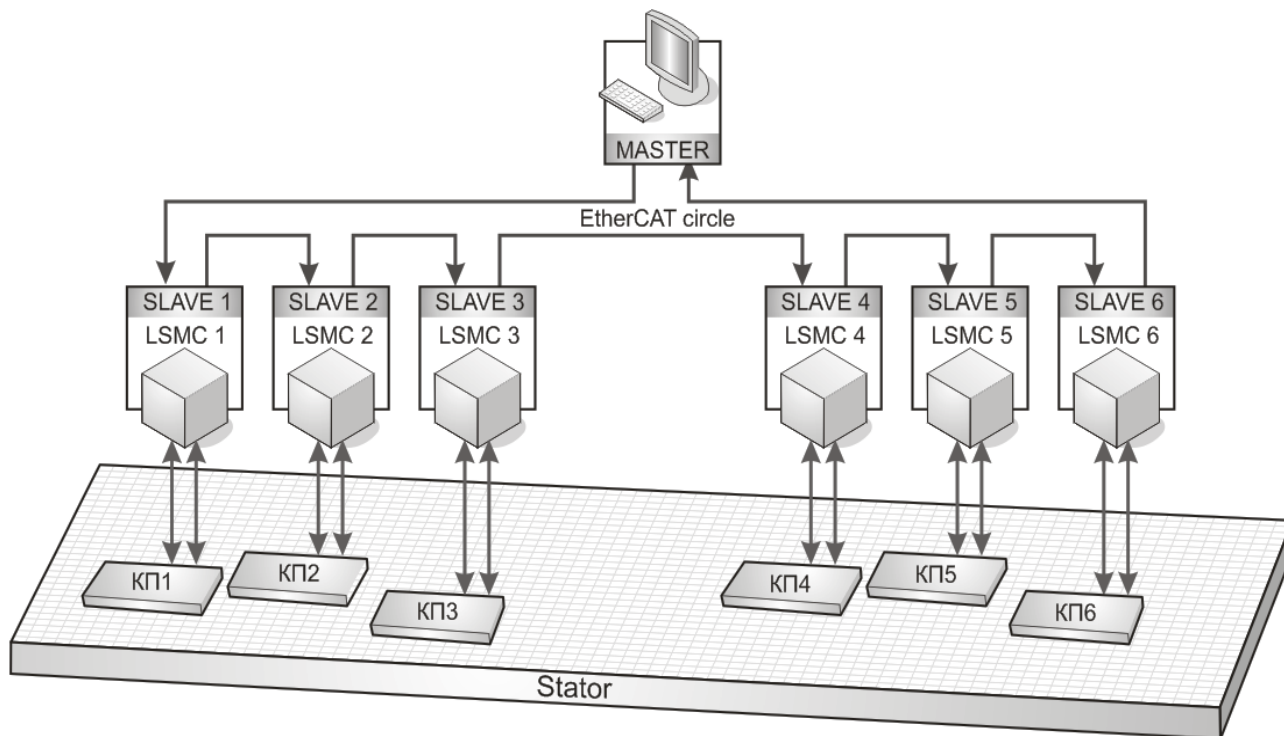


Рис. 2 – Схема EtherCAT-сети для управления шестью позиционерами

Таким образом, EtherCAT-технология предоставляет разработчикам систем управления технологическими процессами и сложным оборудованием полностью интегрированное решение, обеспечивающее стандартную и надёжную сеть обмена управляющей информацией. При этом количество задействованных полевых шин и интерфейсов уменьшается, обеспечивая тем самым унификацию всех

процессов управления, гибкость структуры при практически неограниченном количестве устройств и малое время реакции на события, а также обеспечивается возможность переконфигурирования системы управления без необходимости её полного отключения.

В связи с наметившимся внедрением технологии EtherCAT в прецизионное технологическое оборудование актуальной и важной является разработка специальных инструментов, позволяющих разрабатывать программное обеспечение системы управления в множестве версий и тем самым с постоянным изменением кода. Поэтому актуальной и важной является автоматизация процесса версионирования такого программного обеспечения и контроль целостности в процессе его эксплуатации.

3. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ВЕРСИОНИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ

При разработке и эксплуатации программного обеспечения (ПО) для систем перемещений важной задачей является обеспечение их целостности, необходимой для предотвращения незапланированных изменений. Контроль за целостностью в предложенном ПО обеспечивается на этапе разработки с помощью внедрения процесса версионирования в интегрированную среду разработки Visual Studio (VS) и систему управления версиями Team Foundation Server (TFS), а на этапе эксплуатации – через формирование и сравнение контрольных сумм. Для этого было предложено выделить два функциональных модуля. Основные функциональные блоки модулей и их взаимосвязи приведены на *рисунке 3*.

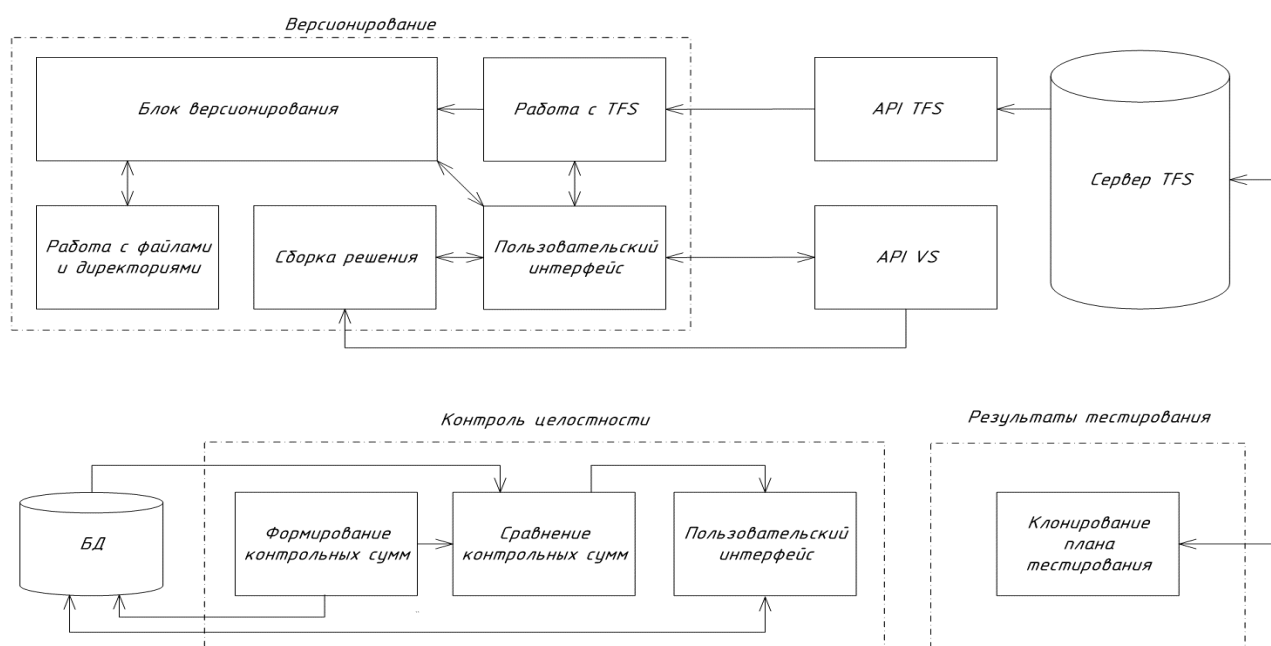


Рис. 3 – Функциональные блоки модулей и их взаимосвязи

Модуль версионирования реализован в виде расширения VS и позволяет обновлять версии ПО при внесении изменений. В процессе разработки была реализована концепция формирования версий для проектов, как принадлежащих к версионируемому решению, так и для проектов, подключённых из других решений по ссылке. В свою очередь проекты, принадлежащие к версионируемому решению, подразделяются на основные проекты, которые являются источником версии последнего релиза и обычные проекты. Определение типа проекта выполняется с помощью структурного анализа файла решения и конфигурационных файлов. Версия проекта состоит из двух частей: ручной части (первые три старших разряда версии), определяемой последней версией релиза и автоматической части, соответствующей номеру сохранения в системе TFS, в котором был изменён проект. Каждый проект содержит текстовый файл AssemblyInfo, который хранит версию проекта. Для её получения или изменения используются регулярные выражения. В результате после сборки релиза будут сформированы исполняемые файлы, в которых сохранится номер актуальной версии [4].

Модуль контроля целостности предназначен для определения незапланированных изменений данных в процессе эксплуатации. Для обеспечения целостности данных в процессе эксплуатации необходимо учитывать, что некоторые данные не могут оставаться неизменными, поэтому выделяются части, которые должны быть неизменными в процессе эксплуатации, и части, которые могут изменяться [5].

Программное обеспечение системы управления состоит из множества различных объектов, таких как исполняемые файлы, файлы данных и объекты баз данных. Формирование контрольных сумм выполняется для каждого типа по-разному (*рисунк 4*).



Рис. 4 – Многоступенчатый процесс формирования контрольных сумм

Основная цель многоступенчатого формирования контрольных сумм заключается в удобстве представления информации о состоянии каждой подгруппы и в повышении скорости нахождения изменённых файлов.

Таким образом результатом работы является программное средство, которое контролирует целостность ПО системы управления в процессе разработки и эксплуатации.

4. РЕАЛИЗАЦИЯ В ТЕСТЕРЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Традиционная аппаратно-программная реализация не позволяет создавать системы управления тестерами печатных плат в реальном режиме времени, поэтому в настоящей работе было предложено новое аппаратно-программное решение [1], основанное на технологии EtherCAT. Разработанное программное средство было использовано для обеспечения целостности ПО управления двумя многокоординатными системами, каждая из которых конструктивно конфигурируется на трёх планарных ЛШД. Такая система разрабатывается и производится предприятием ООО «Рухсервомотор» для канадской фирмы Acculogic, выпускающей автоматические установки тестирования печатных плат, предназначенные для реализации финишного контроля печатных плат в сборе с электронными компонентами.

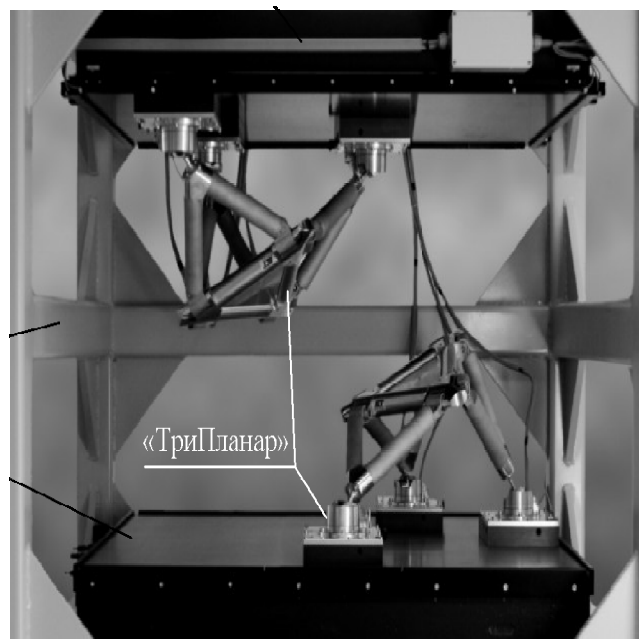


Рис. 5 – Многокоординатная система перемещений

Конструктивно многокоординатная система (рисунки 5) состоит из двух параллельно установленных планарных статоров, расположенных рабочими поверхностями друг к другу. На каждом из статоров, в свою очередь, располагается три планарных якорей с тестирующими иглами и камерами распознавания. Суммарное число степеней свободы такой координатной системы равно 12, при этом по каждой из координат обеспечивается точность перемещений ± 10 мкм, повторяемость 3 мкм, скорость перемещения до 0,5 м/с и ускорение до 20 м/с². Печатная плата фиксируется в зоне загрузки в плоскости между двумя статорами установки, при этом манипуляторы находятся с обеих сторон печатной платы, тем самым обеспечивая контактирование зондов с верхней и нижней сторон печатной платы. Каждый из зондов обладает шестью степенями свободы, позволяя осуществить подвод контактирующего зонда к контактной площадке под различными углами.

Модульное построение системы перемещений обеспечивает при необходимости аппаратно-программное мультиплицирование системы управления, и тем самым быстрое изменение количества используемых зондов.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанное в работе компьютерное приложение, включающее версионирование и контроль целостности программного продукта, реализованное в виде расширения интегрированной интерактивной среды разработки Microsoft Visual Studio, посредством использования программных интерфейсов, представленных в виде структурированных библиотек классов, оказалось весьма востребованным для систем управления реального времени на многокоординатных приводах прямого действия, таких как тестеры печатных плат, сборочное и оптико-механическое оборудование микроэлектроники.

Литература

1. Карпович, С.Е. Системы многокоординатных перемещений на механизмах параллельной кинематики : монография / С.Е. Карпович [и др.]; под ред. проф. С.Е. Карповича. – Минск : Бестпринт, 2017. – 254 с.
2. Raymont, E. S. The Art of Unix Programming / E. S. Raymont. – Addison-Wesley, 2003 – 547.
3. Chowdhury, K Mastering Visual Studio 2017 // K. Chowdhury / Birmingham B3 2PB, UK, July 2017 – 433 P.
4. Марко, А. Ф. Программное средство для обеспечения целостности при разработке и эксплуатации системы автоматизированного управления транспортным оборудованием / А. Ф. Марко, К. В. Чеушев, М. В. Лобашицкий // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018) = Information Technologies and Systems 2018 (ITS 2018) : материалы международной научной конференции, Минск, 25 октября 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2018. – С. 122 - 123.
5. Марко, А. Ф. Программный модуль контроля целостности в системах управления реального времени / А. Ф. Марко, В. В. Кузнецов, А. Ю. Войтов // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол. : В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2019. – С. 221 – 223.