

БЕСПРОЦЕССОРНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ В АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

В.Ю. Вербицкий (ООО «Компания ДАНЭТ»), А.Н. Полосин (ОАО «Ангстрем»)

Представлены особенности и функциональные возможности инновационной универсальной интегральной микросхемы АИС(Т), позволяющей создавать цифровые, пассивные, быстродействующие системы высокой надежности с низким энергопотреблением и высокой степенью защищенности от воздействия внешних факторов.

Ключевые слова: беспроцессорные контроллеры, интегральная микросхема, надежность, энергопотребление, безадресная ассоциативная память.

Построение всех систем автоматики осуществляется по единому принципу: надежная и адекватная реакция исполнительных механизмов на основе доверительных показаний первичных датчиков контроллера ТП, взаимодействие которых определены проектными решениями.

Современный уровень развития ПО и процессорных технологий, а также серийное производство компонентов систем автоматизации, наличие квалифицированных специалистов в области программирования и системотехники позволяют создавать любые востребованные системы автоматики с заданными функциональными требованиями [1–3]. Унификация программно-технических средств и протоколов обмена данными сводят процесс разработки систем к уровню интеграции типовых модулей и обвязкой их рабочим ПО. Но, несмотря на всю доступность и привлекательность использования данного подхода, процессорные устройства обладают рядом негативных особенностей, которые в важных для безопасности системах приходится компенсировать за счет построения дополнительных технологических уровней защиты. Это связано со спецификой работы процессорных систем: высокие скорости обработки и передачи данных, необходимость синхронизации вычислительных процессов всеми узлами системы, высокая зависимость и «чувствительность» к потере даже одного синхроимпульса и некоторые другие факторы. К элементам защиты относятся дублирование отдельных узлов системы, создание специальных климатических зон эксплуатации, защита от ЭМС, обеспечение проектных требований к питанию и заземлению, наличие высококвалифицированного персонала по обслуживанию, формирование специализированных исследовательских лабораторий и т. д. Стоимость этих мероприятий на порядок выше стоимости электронной составляющей системы.

Кроме того, использование процессорных схем, способных осуществлять порядка 1 млн. операций в секунду, в системах автоматики, где (с учетом инертности датчиков контроля и особенностей технологии) изменение процесса начинается от 1 с, представляется как мало обоснованное и высоко затратное решение. К данной категории относятся практически все системы (за исключением измерительных, прогнозирующих и аналитических) локального управления, не обслуживаемые системы, находящиеся в труднодоступных районах, транспортные системы, «спящие»

системы, системы управления технологическим оборудованием и т. д. Этот сектор автоматизации характеризуется повышенными требованиями к надежности, устойчивости к воздействиям внешних негативных факторов, высокой степенью доверительности, безотказности и низкой зависимостью от обслуживания. Использование процессорных технологий в этих системах является достаточно рискованным мероприятием из-за непредсказуемого наступления отказа процессорных и программных компонентов, проблем с их устранением и организационными вопросами по эксплуатации и сопровождению. Как правило, для обеспечения надежности таких систем используются релейные схемы, специализированные микросхемы и микросборки, которые реализуют узкие, локальные задачи/алгоритмы с высокой степенью защиты и надежности. Серийность производства таких элементов невысока, поэтому стоимость их разработки, изготовления, проведения испытаний и т. д. значительна. Кроме того, эксплуатационная надежность их применения не может быть достоверно подтверждена практикой из-за ограниченной сферы применения.

Для построения систем автоматики данного класса в 2011 г. было принято решение по разработке и производству универсальной интегральной микросхемы, позволяющей создавать цифровые, пассивные, быстродействующие системы высокой надежности с низким энергопотреблением и высокой степенью защищенности от воздействия внешних факторов.

Цель разработки: создание конфигурируемого под конкретные задачи устройства для построения высоконадежных, быстродействующих, исключающих эффекты непредсказуемого сбоя систем автоматического управления, характеризующегося:

- возможностью идентификации значимых (проектных) данных в общем потоке внешней информации в асинхронном режиме;
- максимально возможной информационной предсказуемостью, доверительностью и надежностью;
- высокой степенью устойчивости к внешним негативным факторам как объективным, так и субъективным;
- возможностью интеграции в АСУТП: обеспечение непосредственного приема сигналов от первичных датчиков и выдачи силовых сигналов;
- возможностью восстановления работоспособности после сбоя в области энергоснабжения без внешнего вмешательства;

- возможностью реализации ≥ 30 проектных алгоритмов в одной микросхеме (конфигурируется пользователем);
- отсутствием активных элементов и минимальным энергопотреблением;
- унифицированностью, технологичностью и малогабаритностью, возможностью функционирования со смежными аналогичными устройствами без организации электрических схем согласования сигналов и с процессорными системами;
- возможностью использоваться в необслуживаемых системах в течение всего их жизненного цикла;
- серийностью выпуска, пригодностью для массового применения.

В соответствии с данными требованиями была осуществлена разработка изделия под условным наименованием «Ассоциативный идентификатор событий технологический» (АИС (Т)), и начаты работы по его серийному промышленному освоению. В основе АИС (Т) заложены принципы реализации LUT таблиц и построения базового матричного кристалла, программируемого пользователем (FPGA -Field Programmable Gate Array). Но в отличие от существующих разработок в изделии нет элементов управления процессами и их синхронизации в режимах записи, идентификации, выдачи информации – изделие является полностью асинхронным и абсолютно пассивным устройством. Изделие реализует принцип (противоположный процессорным устройствам), когда не система ищет решения на основе поступившей информации, а информация ищет возможные решения во всем спектре ранее определенных проектных заданий.

Для реализации данного принципа была разработана инновационная схема построения ассоциативного безадресного пространства памяти [4], позволяющая осуществлять одновременный параллельный доступ всех хранимых проектных данных/алгоритмов к внешней информации. Решение этой задачи позволило одновременно осуществлять идентификацию входной информации как на абсолютное соответствие с проектными решениями, так и идентифицировать скрытую информацию, завуалированную «помехами». То есть изделие способно идентифицировать из общего потока внешней, неопределенной информации данные, обозначенные в проекте как значимые (теневые события). При этом изделие позволяет идентифицировать наступление сразу нескольких таких событий и формировать на выходе результирующий код в пассивном режиме без предварительной процессорной обработки. Это особенно актуально при аварийных ситуациях и нарушениях нормального протекания ТП, когда первичные датчики могут формировать показания, не предусмотренные проектом и в системах детектирования.

Результатом завершения конструкторских работ стала однокорпусная микросхема (16x16 мм).

В конструкции микросхемы предусмотрены дополнительные информационные сигналы:

Прогресс – это лучшее, а не только новое.

Лопе де Вега

Технические характеристики микросхемы

| | |
|---|--|
| Напряжение питания, В..... | 5 |
| Энергопотребление, Вт..... | $\leq 0,01$ |
| Быстродействие, нс..... | ≤ 20 |
| Принцип действия..... | пассивный, асинхронный, не тактируемый |
| Температурный рабочий диапазон, °С..... | 60...85 (предельный – 120) |
| Наработка на отказ, ч..... | ≥ 100 тыс. |
| Срок службы, лет..... | ≥ 40 |
| Обслуживание..... | не обслуживаемое, не ремонтируемое |
| Тип корпуса..... | металлокерамический Н18.64-1В |
| Число выводов, ед. | 64 |
| Число одновременно идентифицируемых и обрабатываемых событий, ед..... | 30 |
| Число принимаемых внешних сигналов, ед. | 6 |
| Уровень формирования логической единицы, В..... | 0,8 |
| Допустимое максимальное напряжение по входу приема внешних сигналов, В..... | до 15 |
| Число формируемых сигналов при физическом/логическом совпадении входных данных с проектом, ед. | 16 |
| Максимально допустимые уровни выходных сигналов, В..... | 15 (100 мА) |

- Sleep – выдает логическую единицу (5 В) при отсутствии значимой информации на входе микросхемы.
- Akt – выдает логическую единицу (5 В) при идентификации информации на входе микросхемы, соответствующей с хранимыми инициативными данными.
- Микросхема устойчива к воздействию внешних электромагнитных помех группы IV, допустимы испытания средней степени жесткости в соответствии с ГОСТ Р 50746-2000.

Дополнительные сведения об изделии

- Безадресная организация памяти определяет процедуру записи новых данных по принципу «записать там, где есть свободное место». Разрешение записи осуществляется путем формирования единичного сигнала «запись», не регламентированного ни по времени, ни по уровню сигнала при одновременной подаче инициативных и альтернативных данных на соответствующие выводы микросхемы.
- В памяти изделия хранятся только ожидаемые события и адекватные реакции при их наступлении. Изделие реализует только события, определенные проектом управления.
- Изделие предусматривает возможность прямой состыковки как по входу, так и по выходу аналогичных микросхем. Стыковка позволяет расширять функциональные возможности по числу идентификации событий, принимаемых внешних сигналов и выдачи сигналов/кодов управления и диагностики.
- Изделие предусматривает два способа хранения первичной информации: энергозависимого (динамического/оперативного) и энергонезависимого. Энергоза-

висимый режим предусматривает возможность замены проектных данных путем удаления хранимых данных и записи новых. Энергозависимый режим предусматривает выборочное сохранение особо важного проектного решения для бессрочного хранения. Данный режим обеспечивается путем «пережога» выбранного проектного решения, при этом остальные ячейки памяти микросхемы остаются в динамическом режиме. Все проектные решения могут быть сохранены как в энергозависимом, так и в энергонезависимом режимах.

- Изделие обеспечивает возможность параллельной работы традиционных вычислительных систем по обработке входных/первичных и альтернативных данных.

Для обеспечения отказоустойчивости, надежности и доверительности в микросхеме реализованы следующие схемотехнические и конструктивные решения:

- исключены элементы управления и синхронизации всех процессов;

- отсутствуют элементы (технические и программные) имитации, дублирования проекта управления, устройство хранит только исходную и конечную (инициативную и альтернативную) информацию, важную для управления и диагностики;

- безадресное хранение данных исключает возможность несанкционированного вмешательства в работоспособность изделия и изменение хранимых данных.

- асинхронность, отсутствие адресов, низкое энергопотребление позволяют обеспечить работоспособность изделия в широком диапазоне климатических условий эксплуатации и высокую степень защищенности от негативного внешнего вмешательства, и позволяет организовывать эффективную, низкозатратную пассивную дополнительную защиту от воздействия внешних факторов.

В отличие от процессорных систем, представленная микросхема имеет более высокие показатели надежности, достоверности, низкие производственные затраты, эксплуатационные издержки и фактически не требует технического сопровождения. Кроме того, некоторые схемотехнические решения невозможно реализовать

процессорными схемами без создания определенных схем электронной обвязки, обеспечения синхронизации обработки данных и т. д., что в конечном итоге снижает показатели надежности, увеличивает стоимость разработки, изготовления и эксплуатации.

Технические характеристики и функциональные возможности микросхемы АИС (Т) позволяют сделать выводы: изделие является многофункциональным устройством, что позволяет позиционировать его как востребованный элемент для построения систем автоматизации высокой надежности и экономичности, таких как бортовые системы управления и диагностики; высоконадежные необслуживаемые системы управления и оповещения; системы автоматики, находящиеся в зоне действия негативных внешних условий, включая зоны с повышенным электромагнитным фоном; высоконадежные системы предупредительной и аварийной защиты; системы, предусматривающие возможность «обучения» автоматизированных комплексов силами производственного персонала по факту определения или совершения определенного события; бытовые и производственные системы управления общего назначения (пожарная, дымоудаление, вентиляция, физическая защита, лифты, светофоры и т. д.).

В качестве примера эффективного применения данной разработки в системах автоматики микросхема АИС (Т) прошла апробацию в беспроцессорной системе управления движением лифта.

Список литературы

1. *Девятков В.В.* Системы искусственного интеллекта / Гл. ред. И. Б. Федоров. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. Информатика в техническом университете.
2. *Колмогоров А.Н.* Три подхода к определению "количества информации" // Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987.
3. *Харкевич АА.* О ценности информации // Проблемы кибернетики. М. Физматгиз, 1960. Вып. 4.
4. *Кохонен Т.* Ассоциативные запоминающие устройства. М. Мир. 1982.

*Полосин Александр Николаевич — главный инженер по НИОРуОКР ОАО «Ангстрем»,
Вербицкий Владимир Юрьевич — главный инженер «ООО Компания ДАНЭТ».
Контактные телефоны: (909) 167-39, (926) 303-68-56.
Email: Polosin@angstrom.ru vlk69@yandex.ru*

Новая технология смешивания Honeywell помогает снизить уровень выбросов парниковых газов для автобусов в Лондоне

Корпорация Honeywell объявила о выборе корпорацией Transport for London (подразделение администрации Лондона) технологии Fusion4 для организации смешивания биодизельного топлива непосредственно в лондонских автобусных депо. Ранее биотопливо смешивалось с обычным дизельным топливом на нескольких НПЗ в Шотландии и оттуда доставлялось в столицу. В настоящее время решение находится в пробной эксплуатации в автобусном депо в Баркинге.

Возможность смешивать биодизель в депо позволит уменьшить число автоцистерн, необходимых для снабжения биотопливом лондонских автобусов. На дорожный транспорт приходится около 80 % транспортных выбросов CO₂ в Лондоне. Автобусная сеть города является одной из крупнейших и наиболее загруженных в мире: за год автобусы перевозят более 2 млрд. пассажиров.

Использование технологии смешивания топлива Honeywell даст корпорации Transport for London возможность не только сэкономить на

доставке топлива, но и по необходимости варьировать состав биодизеля для своих автобусов. Это важно, потому что так оператор автобусного парка может добиться максимального сокращения выбросов парниковых газов без ухудшения характеристик своего транспорта.

В сентябре депо в Баркинге получило от Honeywell Enraf систему Fusion4 Microblender — модульную смонтированную на раме установку смешения в комплекте с резервуаром, которая поставляется на объект полностью готовой к использованию. Контроллер смешения Fusion4 позволяет операторам в депо без труда точно дозировать компоненты смеси благодаря интуитивному меню, состоящим из значков, и последовательным экранам.

Центр управления сетями на базе МЭС Востока обеспечивает четкий контроль и координацию оперативного управления распределительным сетевым комплексом, что способствует сокращению потерь в ЕНЭС и надежному энергоснабжению.

[Http://www.honeywellenraf.com](http://www.honeywellenraf.com), www.honeywell.com