

# Отечественный контроллер для ответственных применений

Алексей Елов, Дмитрий Добриян

В статье рассматривается разработанный инженерами компании «ПРОСОФТ-Системы» и серийно выпускаемый с 2014 года программируемый логический контроллер REGUL R600 – уникальный по своим характеристикам отечественный продукт, отвечающий самым высоким требованиям, предъявляемым к оборудованию систем промышленной автоматизации. Приведено описание контроллера, его функциональные возможности и технические характеристики.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в России появилось много приборов отечественного производства, предназначенных для решения как специализированных, так и общих задач, стоящих перед различными отраслями промышленности. Так, образовался небольшой рынок российских программируемых логических контроллеров (ПЛК), представляющих собой универсальный продукт для последующей интеграции в комплексные решения по автоматизации.

Однако стоит отметить, что среди отечественной продукции серьёзный вакуум наблюдается в сегменте так называемых высокопроизводительных решений, представленных такими зарубежными брендами, как SIEMENS SIMATIC S7-400, Schneider Electric Modicon Quantum, Invensys Triconex и т.д. Данную нишу ПЛК отличают следующие характеристики:

- практически неограниченное количество входов/выходов (свыше 10 000 по дискретным входным/выходным каналам и свыше 1000 по аналоговым входным/выходным каналам);
- значительная вычислительная мощность;
- поддержка большого количества протоколов обмена;
- поддержка «горячей» замены всех модулей;
- поддержка «горячего» резервирования.

Одним из редких представителей этого сегмента среди отечественной продук-

ции является новая разработка инженерной компании «ПРОСОФТ-Системы» – программируемый логический контроллер REGUL R600, предназначенный для создания АСУ ТП сложных технологических объектов с жёсткими условиями эксплуатации.

## Конструктив REGUL R600

Контроллер REGUL R600 представляет собой набор модулей, устанавливаемых в 19-дюймовый крейт высотой 6U в стандарте Евромеханика (рис. 1). Один крейт содержит 14 слотов. Степень защиты модулей – IP20 в соответствии с ГОСТ 14254. Крейт может иметь два исполнения:

- для установки в монтажную панель;
- для установки в 19-дюймовую стойку.

Конструкция модулей контроллера унифицирована и состоит из плат, помещённых в сборный металлический корпус – cassette. Полностью металлический корпус контроллера обеспечивает хорошую электромагнитную защиту и неприхотливость в реальных условиях эксплуатации на объектах российской промышленности.

## Конфигурация контроллера

Основой любого ПЛК является внутренняя шина, по которой происходит обмен данными между модулями контроллера. Именно она определяет максимальный набор функций и быстродействие ПЛК. Ведь в конечном счёте мощность процессора можно нарас-

тить, а изменить внутреннюю шину при достижении 100% её загрузки невозможно, так как это повлечёт за собой переделку всех модулей ввода/вывода и значительные изменения программного обеспечения. А это по сути уже является разработкой нового ПЛК.

В контроллере REGUL R600 в качестве внутренней шины выступает EtherCAT – открытый стандарт, поддерживаемый международным консорциумом EtherCAT Technology Group, отличающийся высокой производительностью и простотой использования. Среди других особенностей EtherCAT – сверхвысокое быстродействие (типичное время цикла обмена от 50 мкс), жёсткое реальное время и высокая точность синхронизации (в большинстве случаев отклонение составляет не более 100 нс).

Ещё одним преимуществом EtherCAT является то, что количество абонентов в сети практически не сказывается на цикле обмена. В связи с этим ПЛК с сотнями модулей будет иметь такую же скорость обмена, как и небольшой



Рис. 1. Крейт с модулями контроллера REGUL R600

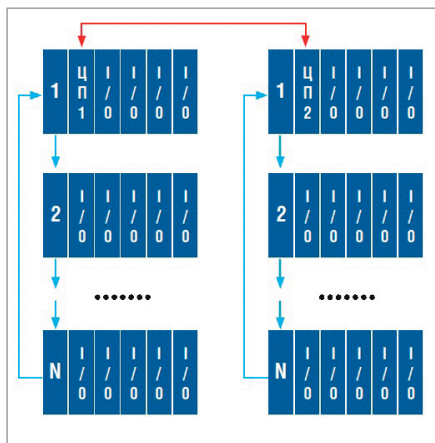


Рис. 2. Схема реализации зеркального резервирования

контроллер с несколькими входами/выходами. Кроме того, шина EtherCAT в контроллере REGUL R600 может использоваться как внутри крейта, так и между ними (меняется лишь физический уровень сигнала). Поэтому не имеет значения, будет модуль размещён в крейте центрального процессора (ЦП) или за несколько километров от него (в контроллере предусматривается использование подключаемых модулей малого форм-фактора) – в крейте расширения функции и доступность модуля будут одинаковыми.

Другая отличительная особенность сети EtherCAT заключается в её кольцевой структуре, позволяющей резервировать канал связи в случае обрыва линии. При этом стоит отметить, что в контроллере REGUL R600 используются две независимые шины EtherCAT. В случае работы контроллера в режиме «горячего» резерва два процессора общаются с модулями ввода/вывода по независимым каналам с циклом обмена по шине 1 мс.

### ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

ПЛК REGUL R600 поддерживает различные схемы резервирования:

- 1) 100% зеркальное резервирование – каждый ЦП имеет собственный набор модулей ввода/вывода, представляя собой зеркало другого ЦП (рис. 2);
- 2) резервирование ЦП и контроллеров шины/блоков питания – оба ЦП находятся в одном крейте и осуществляют обмен данными с одними и теми же модулями ввода/вывода по независимым шинам EtherCAT (рис. 3);
- 3) комбинированные схемы резервирования представляют собой различные сочетания 1-го и 2-го вариантов размещения модулей (рис. 4).

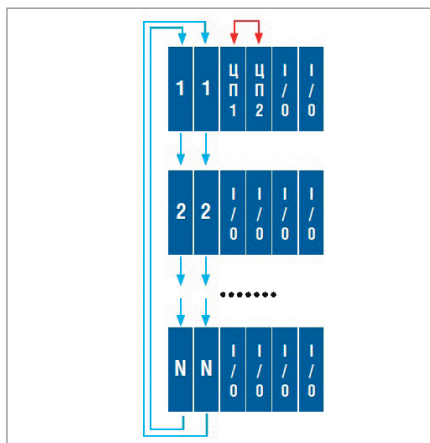


Рис. 3. Схема резервирования ЦП и внутренней шины

Центральный процессор контроллера REGUL R600 обладает большой вычислительной мощностью. Его ядром является процессор серии Intel Atom E6xx с частотой 1,6 ГГц. В ПЛК устанавливается до 2 Гбайт оперативной памяти. В распоряжении пользователя 2 Гбайт свободного пространства для прикладной программы и до 64 Гбайт для архивов и баз данных.

Что касается самих модулей, то во всех, включая модули дискретных входов/выходов, установлены микропроцессоры. Таким образом, модули представляют собой своего рода микроконтроллеры, работающие с циклом 1 мс. За это время в модулях происходит первичная обработка сигнала, включающая в себя:

- проверку сигналов на выход за заданный диапазон и резкое изменение величины;
- функцию антидребезга для дискретных сигналов;
- программируемое время усреднения;
- преобразование значения сигнала в инженерные величины;
- контроль на короткое замыкание и обрыв выходной цепи;
- поддержку резервированной сети с выдачей информации по двум портам;
- реализацию алгоритмов противоаварийной защиты (ПАЗ) с выдачей сигналов непосредственно в модуль вывода, минуя центральный процессор (с максимальной задержкой вход-выход 2 мс);
- присвоение метки времени с точностью 1 мс как самому сигналу, так и событию по этому сигналу.

Конечно, в большинстве случаев такая скорость для обработки не требуется, однако за счёт неё достигается высокая точность и стабильность измерения. Так, например, если необходимо измерить аналоговый входной сигнал с

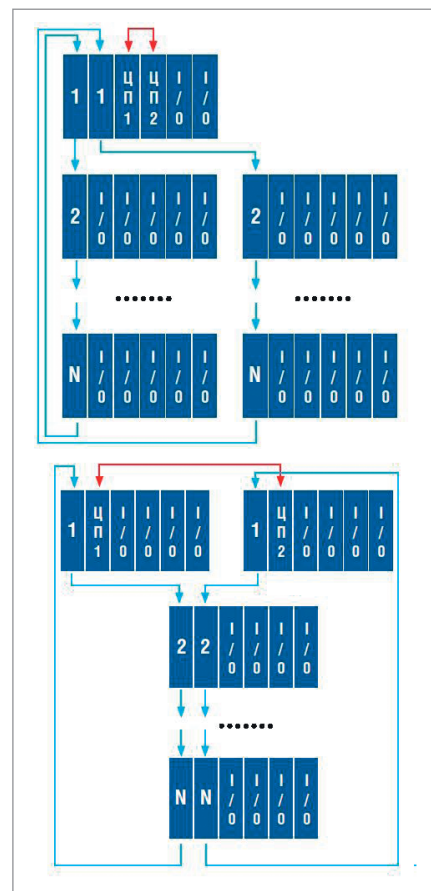


Рис. 4. Схемы комбинированного резервирования

циклическостью 100 мс, то от модуля можно получить скользящую среднюю от 100 измерений, которые предварительно ещё и отбракованы по скачкам.

### ДРУГИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В качестве операционной системы контроллера REGUL R600 используется QNX 6.5 Neutrino. Отметим её ключевые особенности.

1. Операционная система реального времени (ОС РВ):
  - детерминированное поведение в наихудших внешних условиях;
  - типовое время реакции на прерывание – около 5 мкс;
  - прогнозируемое время реакции на события;
  - реализация алгоритмов вытесняющей многозадачности с приоритетами;
  - реализация защиты памяти.
2. Микроядерная архитектура операционной системы:
  - неисправность отдельного программного модуля не приводит к неисправности всей ОС;
  - возможно, не прерывая работы ОС, загружать и выгружать новые драйверы, файловые системы и т. д.

3. Высокая готовность (High Availability).

В качестве среды разработки используется инструментальный программный комплекс CoDeSys, обладающий следующими характеристиками:

- поддержка 5 языков стандарта МЭК 61131-3 (IL, LD, ST, SFC, FBD);
- выходной формат прикладной программы – машинный код;
- конфигурирование проекта (менеджеры задач, конфигурация ПЛК, менеджер библиотек);
- интегрированный отладчик, работа в online-режиме;
- удалённая отладка и загрузка программ по сети;
- поддержка объектно-ориентированного программирования;
- встроенная поддержка сетей TCP/IP, CAN, PROFIBUS и т.д.;
- встроенный редактор визуализации.

Следует отметить широкие коммуникационные возможности контроллера.

1. Поддержка интерфейсов:

- RS-232 (9-контактный, полнодуплексный, скорость 300...115 200 бит/с, оптоизоляция 500/1500 В, защита от перенапряжения);
- RS-422/485 (9-контактный, скорость 300...115 200 бит/с, полная

поканальная оптоизоляция 500/1500 В, защита от перенапряжения) – до 96 портов на контроллер;

- Ethernet 10/100/1000 RJ-45 (полнодуплексный) – до 4 портов на ЦП;
  - Ethernet 10/100/1000 оптоволоконный (одномодовый, многомодовый) – до 2 портов на ЦП;
  - возможна реализация дополнительных интерфейсов, включая различные типы Fieldbus (PROFIBUS DP/FMS, CAN, DeviceNet и др.).
2. Поддержка протоколов обмена:
- IEC 61870-5-101 (Master/Slave);
  - IEC 61870-5-104 (Master/Slave);
  - Modbus RTU (Master/Slave, с возможностями расширения);
  - Modbus TCP (Master/Slave, с возможностями расширения);
  - OPC DA 2.0 (SplitOPC), OPC UA (JoinOPC) – с возможностями ретрансляции;
  - EtherCAT, TCP/IP, FTP, UDP, Telnet и др.;
  - возможна реализация дополнительных протоколов обмена по требованиям заказчика, включая нестандартные.

ПЛК REGUL R600 прошёл испытания на электромагнитную совместимость, а также проверку работоспособности и метрологических характери-

стики при температурах от –40 до +60°С. Контроллер имеет сертификат соответствия ГОСТ Р и свидетельство об утверждении типа средств измерений, в настоящее время контроллер проходит сертификацию на SIL2. Среднее время безотказной работы модуля контроллера (MTBF) – 150 000 часов.

ПЛК REGUL R600 выпускается на собственном современном производственном комплексе «ПРОСОФТ-Системы», расположенном на площади более 10 тысяч квадратных метров. Производственный комплекс включает в себя автоматизированную линию поверхностного монтажа печатных плат, участок объёмного монтажа, слесарный и электромонтажный цеха, участки проведения регулировки и испытаний, склады комплектующих и готовой продукции. Установленное инновационное конвейерное оборудование позволяет обеспечить высокое качество выпускаемой продукции.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Одним из примеров успешного применения контроллера REGUL R600 является создание на его базе в 2014 году специалистами «ПРОСОФТ-Системы» программно-технического комплекса электрической части системы регулирования паровой турбины К800-240 на Нижневартовской ГРЭС.

Применение контроллеров собственного производства даёт возможность компании осуществлять техническую поддержку как на программном, так и на аппаратном уровнях. Кроме того, это позволяет оперативно реагировать на просьбы заказчиков по расширению функциональности конкретных модулей или системы в целом, а также адаптировать выпускаемое оборудование с учётом изменения элементной базы радиоэлектронных компонентов.

Сегодня компания «ПРОСОФТ-Системы» продолжает работать над расширением номенклатуры модулей контроллера REGUL R600 и функциональностью применяемого программного обеспечения с учётом технических требований заказчиков. Это позволяет оптимизировать предлагаемые решения для различных задач по автоматизации технологических процессов. ●

**Авторы – сотрудники компании «ПРОСОФТ-Системы»**  
**Телефон: (343) 356-5111**  
**E-mail: info@prosoftsystems.ru**

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**



**Надёжные контрольно-измерительные системы с длительным сроком доступности**



- Помехоустойчивые платы аналогового и цифрового ввода/вывода PCI, PCI Express, CompactPCI, ISA
- Модули управления движением
- Коммуникационные платы для локальных сетей с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485
- Интеллектуальные измерительные Ethernet-системы со степенью защиты IP65

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADDI-DATA**

**PROSOFT®**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640  
 E-mail: info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



# ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР REGUL R600

Реклама



Предназначен для создания АСУ ТП  
сложных технологических объектов  
в жестких условиях эксплуатации

## Основные технические характеристики

- время программного цикла от 1 мс;
- время переключения с основного контроллера на резервный – 5 мс;
- точность синхронизации времени – 5 мкс;
- среднее время безотказной работы модуля контроллера (MTBF) – 150 000 часов;
- диапазон входного напряжения питания – 85...264 VAC/120...370 VDC, 18...36 VDC;
- расширенный диапазон рабочих температур (от –40 до + 60°C).

## Основные технические решения

- поддержка «горячего» резервирования;
- различные схемы резервирования;
- «горячая» замена всех модулей;
- дублированная высокоскоростная внутренняя шина EtherCAT;
- операционная система QNX;
- среда разработки CoDeSys;
- дополнительная EMC-защита.