

УДК 67.05

# ПРИНЦИПЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ НА БАЗЕ ПРОГРАММНО- РЕАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЛЕРА

НИКИШЕЧКИН ПЕТР АНАТОЛЬЕВИЧ

к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

**Аннотация:** Резервирование является практически единственным и широко используемым методом кардинального повышения надежности практически любых систем автоматизации. Оно позволяет создавать системы аварийной сигнализации, противоаварийной защиты, автоматического пожаротушения, контроля и управления взрывоопасными технологическими блоками и другие, а также ответственные системы, в которых даже короткий простой ведёт к большим финансовым потерям. В работе исследуются возможности резервирования функций управления электроавтоматикой технологического оборудования на базе программно-реализованного контроллера.

**Ключевые слова:** резервирование, управление, электроавтоматика, станок, контроллер, производство.

## PRINCIPLES OF RESERVING THE FUNCTIONS OF ELECTRIC AND AUTOMATIC CONTROL OF MACHINE EQUIPMENT ON THE BASIS OF SOFTWARE-BASED CONTROLLER

Nikishechkin Petr Anatolyevch

**Abstract:** Redundancy is practically the only widely used method to drastically increase the reliability of virtually any automation system. It allows you to create alarm systems, emergency protection, automatic fire extinguishing, monitoring and control of explosive technological units and others, as well as responsible systems, in which even a short downtime leads to large financial losses. In this paper, the possibilities of redundant control functions of technological equipment based on a SoftPLC are investigated.

**Key words:** reservation, management, electric, machine, controller, production.

Резервирование является практически единственным и широко используемым методом кардинального повышения надежности практически любых систем автоматизации. Оно позволяет создавать системы аварийной сигнализации, противоаварийной защиты, автоматического пожаротушения, контроля и управления взрывоопасными технологическими блоками и другие, а также ответственные системы, в которых даже короткий простой ведёт к большим финансовым потерям (например, системы распределения электроэнергии, управления непрерывными технологическими процессами, слежения за движущимися объектами и т.д.). Метод резервирования позволяет создавать высоконадёжные системы из типовых изделий широкого применения.

Глобально отказы в системах автоматизации разделяют на аппаратные неисправности и неисправности с программным обеспечением. Не исключением является и контроллер электроавтоматики,

интегрированный в систему ЧПУ, состоящий из программных и аппаратных составляющих, работоспособность которых необходимо поддерживать. Соответственно, и методы резервирования должны применяться как к его аппаратным компонентам, так и программным модулям. При этом составной частью любой системы с резервированием является подсистема автоматического контроля работоспособности и диагностики неисправностей, которая также может быть выполнена как на программном, так и на аппаратном уровнях.

Существует несколько подходов к реализации резервирования в сложных системах автоматизации, но практически все они основаны на дублировании различных компонентов системы. Соответственно, компоненты устройства, обеспечивающие его работоспособность, называются основными элементами; резервными элементами называются элементы, предназначенные для обеспечения работоспособности устройства в случае отказа основных элементов. Резервирование в системах автоматизации классифицируют по ряду признаков, основные из которых: кратность резервирования (отношение числа резервных элементов к числу основных элементов устройства), состояние резервных элементов до момента включения их в работу, возможность совместной работы основных и резервных элементов с общей нагрузкой, способ соединения основных и резервных элементов. В резервированном изделии отказ наступает тогда, когда выйдут из строя основное устройство (элемент) и все резервные устройства (элементы).

Резервирование позволяет наиболее полно решить задачу получения требуемой надежности систем управления при относительно малонадежных элементах. В зависимости от типа создаваемой в системе управления избыточности, различают резервирование [1]:

- структурное, это использование избыточных элементов в структуре системы управления (введением дополнительных элементов системы, аналогичных имеющимся);
- временное, это использование избыточного времени, которое может присутствовать при соответствующей структуре информации в системе и некоторых задачах управления;
- информационное, это использование избыточности информации об объекте и средств ее обработки в системе;
- функциональное, это использование дополнительных функций в элементах и узлах системы управления;
- нагрузочное, режимное, это способность системы реагировать на дополнительную нагрузку на объект управления и его элементы.

При проектировании системы электроавтоматики можно выделить несколько уровней, на которых могут быть реализованы технологии резервирования для повышения надежности работы системы:

- программные модули подсистемы электроавтоматики;
- аппаратная платформа, на которой функционирует подсистема электроавтоматики;
- внешний ПЛК или удаленные модули ввода/вывода (в зависимости от построения системы);
- исполнительные элементы, датчики и другие устройства;

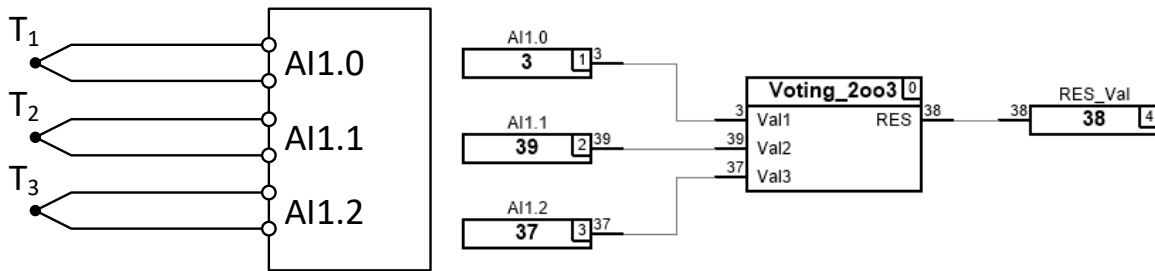
Для реализации систем с требованиями повышенной надежности зачастую технологии резервирования применяются не только для элемента, осуществляющего управление объектом (контроллер или система управления), но и непосредственно на управляемые объекты, или те объекты, с которых система получает информацию для своей работы [2].

Одним из подходов резервирования в таком случае является построение так называемой системы с голосованием. Принцип данного подхода заключается в том, что вместо одного элемента (например, датчика, концевого выключателя и т.д.), с помощью которого система получает данные о работе или состоянии определенного узла, используется несколько таких элементов. При этом система управления должна одновременно обрабатывать все сигналы и принимать дальнейшие решения на основе их анализа. Выбор одного сигнала из нескольких осуществляется схемой голосования, которая в частном случае нечетного числа голосов называется мажоритарной схемой [2-3].

Системы с голосованием не требуют контроля работоспособности элементов для своего функционирования, но используют подсистему диагностики для сокращения времени восстановления отказавших элементов. Наличие подсистемы диагностики снижает также вероятность накопления скрытых

неисправностей, которые со временем могут явиться причиной отказа.

Например, для реализации резервирования один датчик заменяется тремя (или большим количеством), все из которых подключены к модулям ввода контроллера. Соответственно, в контроллер электроавтоматики поступает три значения измеряемой величины, из которых необходимо выбрать одно. На рисунке 1 представлена схема подключения трех резервируемых термодатчиков к аналоговым модулям ввода, и реализация системы голосования в программе ПЛК на языке FBD. В данном случае голосование функционирует по принципу «2оо3», то есть когда выбирается два «голоса» из трех, и как результат берется их среднее значение. Таким образом, на выход на выход схемы голосования поступает значение, расположенное между двумя крайними (но не среднее арифметическое).

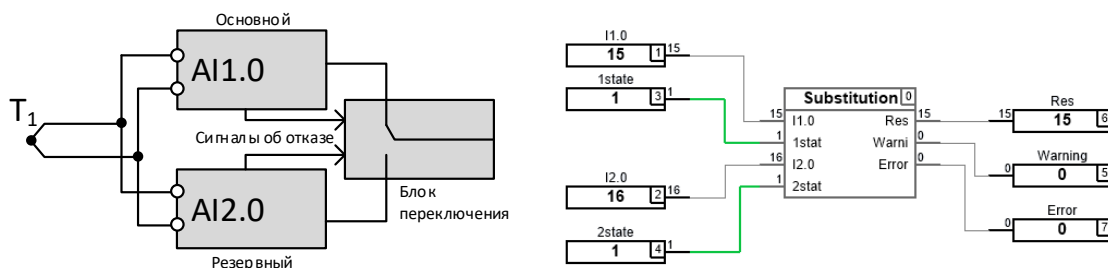


**Рис. 1. Реализация резервирования с применением системы голосования для аналоговых входов**

В отличие от рассмотренной системы резервирования с голосованием, при которой дублируются исполнительные элементы и датчики, распространен также подход, называемый система с замещением. В отличие от системы с голосованием, в данной схеме имеется подсистема контроля работоспособности как основного, так и резервного элементов и блок переключения на резерв. Переключение может производиться как программным, так и аппаратным способом. Переход на резерв выполняется в пределах одного или нескольких контроллерных циклов и занимает время от единиц миллисекунд до долей секунды [3].

Системы с более медленным переключением на резерв (от долей до единиц секунд) относят к системам с теплым резервом. Конструктивное отличие теплового резервирования контроллеров от горячего заключается в отсутствии высокоскоростного канала синхронизации между процессорами, вместо него используется стандартная низкоскоростная промышленная сеть или другой последовательный канал обмена.

На рисунке 2 представлен пример системы резервирования путем замещения на примере модулей ввода/вывода.



**Рис. 2. Реализация резервирования с применением системы голосования для аналоговых входов**

В системе выделяется основной модуль и резервный, работоспособность которых непрерывно контролируется. Сигнал о работоспособности модуля передается либо в аппаратный блок переключения, либо на другой вход контроллера, по которому переключение производится программным способом.

Помимо описанных способов, перспективным видится подход для резервирования функций подсистемы электроавтоматики в целом. Описанные подходы по резервированию модулей подсистемы

электроавтоматики могут комбинироваться для построения наиболее полной структуры резервирования в составе системы ЧПУ, для обеспечения работоспособности при выходе из строя подсистемы электроавтоматики, ПЛК и модулей распределенного ввода/вывода.

#### Список литературы

1. Дмитриевский Е. С. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационной надежности авиационного радиоэлектронного оборудования: Учебное пособие / СПбГУАП. СПб., 2001. 88 с: ил.
2. SIMATIC Система автоматизации S7-400 Н Отказоустойчивые системы. Руководство. Издание 07/2003 A5E00068197-07.
3. Козак Н.В., Абдуллаев Р.А., Ковалёв И.А., Червоннова Н.Ю. Реализация логической задачи ЧПУ и задачи производственной безопасности на основе внешних вычислительных модулей Soft PLC // Автоматизация в промышленности, №5. 2016. с.28-30.