



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014139531/06, 30.09.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.09.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.09.2014

(45) Опубликовано: 27.12.2014 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

117447, Москва, Севастопольский пр-кт, 11Г,
центр "ЮНТЭКС"

(72) Автор(ы):

Хочанский Марк Давидович (RU),
Хочанский Алексей Маркович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Московский завод "ФИЗПРИБОР" (RU)

(54) ШКАФ БАЗОВЫЙ ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Формула полезной модели

Шкаф базовый для автоматизации управления технологическим оборудованием электростанций, характеризующийся тем, что он состоит из двух крейгов для установки источника питания и блока контроля изоляции и наличия напряжения и предохранителей, диодного модуля и резервного источника питания, при этом шкаф снабжен дублированной локальной сетью и блоком аналого-дискретного преобразователя для обеспечения сравнения аналоговых сигналов по двум входам, содержащим два резервирующих друг друга микроконтроллера чтения предварительной обработки входных сигналов, объединенных по входу и выходу с функцией диагностирования узлов блока и контроля входных и выходных цепей, при этом указанный блок содержит контакты для подключения к цепям питания, локальной сети и клеммникам.

Область техники.

Полезная модель относится к области энергетики, электротехники и автоматики и может быть использована для построения автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами электростанций.

5 Уровень техники

В настоящее время известные шкафы в целом служат для размещения блоков дистанционного управления, формирования команд технологических защит; сигнализации, аналого-дискретного преобразования сигналов, логического преобразования сигналов, временных задержек, преобразования напряжения,

10 обеспечивая внутришкафные соединения между блоками и кроссовыми клеммниками.

Известны шкафы типа УКТС, который выполняет функции контроля технологических параметров и управления оборудованием технологических систем в соответствии с заданными в УКТС алгоритмами. В аварийных условиях при формировании

15 иницирующего события УКТС обеспечивает выдачу необходимых сигналов воздействия на механизмы и электроприводную арматуру технологических систем безопасности.

Механизмы запускаются в определенной последовательности, закрытие/открытие арматуры происходит в соответствии с логикой работы технологических систем. УКТС обеспечивает проведение в режиме нормальной эксплуатации централизованное

20 опробование защит (ЦОЗ) без выдачи управляющих команд, с целью выявления дефектов и отказов, не обнаруживаемых в ходе эксплуатации.

В комплексах УКТС происходит ввод (измерение значений) аналоговых сигналов, ввод дискретных сигналов, определяющих состояние оборудования и технологических процессов энергоблока АЭС, логическая обработка, вывод команд управления и сигнализации шкафами УКТС-М.

25 Шкаф базовый УКТС-М является наиболее близким техническим решением.

Базовый шкаф УКТС-М предназначен для размещения и обеспечения условий функционирования набора служебных и логических блоков УКТС-М: блоков дистанционного управления, технологических защит; сигнализации, аналого-дискретного преобразования сигналов, распределения унифицированного сигнала, стабилизаторов

30 напряжения, монтажа между ответными частями разъемов блоков и кроссовыми клеммниками.

Шкаф УКТС-М обеспечивает:

- ввод аналоговых сигналов для их преобразования в дискретный сигнал;

- ввод дискретных сигналов о состоянии технологического оборудования или

35 послеалгоритмической обработки сигналов из соседних шкафов комплекса;

- вывод дискретных сигналов управления и сигнализации или передачу дискретных

- сигналов для дальнейшей алгоритмической обработки. К недостаткам базового

шкафа УКТС-М следует отнести:

- паяное поле ХВ и внутришкафная электропроводка;

40 - высокое тепловыделение и, как следствие, необходимость установки вентиляторов;

- винтовые зажимы на полях ХТ, требующие периодической протяжки;

- назначенный срок службы 10 лет;

- низкую надежность оборудования, наработка на отказ 50000 ч.

Например, известен шкаф управления, содержащий вертикально ориентированный

45 прямоугольный каркас, образованный скрепленными между собой вертикальными

стойками и фронтальными балками, при этом шкаф выполнен с разделенными

вертикальной перегородкой отсеками: присоединения кабелей и функциональной

аппаратуры, последний из которых снабжен выдвижными модульными блоками,

устанавливаемыми ярусами по всему объему отсека, при этом на каждом ярусе для каждого модульного блока закреплены направляющие, а каждый модульный блок снабжен направляющими для взаимодействия с направляющими соответствующего яруса и фиксатором требуемого положения в шкафу, обеспечивающим независимое
5 выдвижение любого блока. При этом фиксатор положения блока содержит закрепленный на основании блока подпружиненный стержень, связанный с ручкой, установленной с возможностью перемещения в Г-образном отверстии, выполненном на лицевой панели блока, при этом на каждом ярусе установлены горизонтальные пластины с выполненными в них рядами отверстий для захода в них соответствующего
10 подпружиненного фиксатора (см. патент на полезную модель RU 61471, 27.02.2007).

Наиболее близким аналогом заявленной полезной модели является шкаф базовый КСО КТПС-ПН для сбора данных о состоянии технологического оборудования АЭС, состоящего из трех крейтов, один из которых служит для установки служебных блоков: источники питания, блок контроля напряжения, сетевые устройства, второй и третий
15 служат для установки функциональных блоков, обеспечивающих сбор аналоговых сигналов - унифицированных сигналов постоянного тока и напряжения, сигналов от термопар и термопреобразователей сопротивления, а также сбор и выдачу дискретных сигналов, причем функциональные блоки имеют резервированную внутреннюю структуру преобразования входного сигнала и объединены локальной магистралью
20 по стандарту RS-485, обеспечивающей возможность осуществления последовательного опроса функциональных блоков с циклом менее 20 мс, при этом в функциональные блоки встроены фильтры, обеспечивающие подавление синусоидальной помехи на частотах 50 и 60 Гц, при этом в аналоговых блоках применены гальваническая развязка в цифровых цепях и высокоточные измерительные АЦП, а линии связи шкафа от входов
25 функциональных блоков до концентраторов дублированы полностью (см. патент на полезную модель RU 136608, 10.01.2014).

Раскрытие полезной модели

Технический результат заключается в повышении надежности работы разработанного и внедренного шкафа базового (ШБ) программно-технологического комплекса (ПТК)
30 средств автоматизированного управления (САУ).

Заявленный технический результат достигается следующим образом.

Устройство шкаф базовый для автоматизации управления технологическим оборудованием электростанций, согласно полезной модели состоит из двух крейтов для установки служебных блоков, таких как источник питания и блок контроля изоляции
35 и наличия напряжения и предохранителей, функциональных блоков и резервных блоков, таких как диодный модуль и резервный источник питания, при этом шкаф снабжен дублированной локальной сетью и блоком аналого-дискретного преобразователя для обеспечения сравнения аналоговых сигналов по двум входам и содержащим два резервирующих друг друга микроконтроллера чтения предварительной обработки
40 входных сигналов, объединенных по входу и выходу с функцией диагностирования узлов блока и контроля входных и выходных цепей, при этом указанный блок содержит контакты для подключения к цепям питания, локальной сети и клеммникам.

Осуществление полезной модели

Шкаф базовый ШБ САУ предназначен для реализации функции контроля и
45 управления технологическим оборудованием систем, важных для безопасности атомных станций.

Шкаф ШБСАУ, с размещенной в нем аппаратурой, осуществляет:

- для приема и обработки аналоговых сигналов, пропорциональных значениям

контролируемых технологических параметров и положению регулирующих клапанов от средств измерения и смежных систем контроля и управления (в дальнейшем СКУ);

- для приема и обработки дискретных сигналов, характеризующих состояние технологического оборудования;

5 - для автоматизированного контроля и управления технологическими процессами и работой технологического оборудования;

- для выдачи информации о контролируемых параметрах и состоянии технологического оборудования в аппаратуру ВУ ПТК САУ, на оборудование пультов/панелей БПУ и смежные СКУ.

10 Шкаф ШБ САУ состоит из:

1) поворотной рамы, на которой установлено:

- два крейта - А1.1 (основной) и А1.2 (резервный), предназначенные для установки в них отказоустойчивых функциональных блоков (ФБ) основного и резервного каналов и сетевых коммутаторов Ethernet. В верхнем крейте А1.1 размещен служебный блок

15 БКИНП.

- в верхней части поворотной рамы установлены два источника питания 24 В, основной и резервный, диодный модуль, реализующий функцию «горячего резерва», температурный сенсор для контроля температуры внутри шкафа;

2) внутри шкафа за поворотной рамой снизу установлены клеммники XL1, XL2 для

20 подключения кабелей основного и резервного питания шкафа и автоматический выключатель SA3 для подключения сервисного питания, необходимого для лампы подсветки шкафа и электрической розетки;

3) с внешней стороны в нижнем ряду установлена распределительная коробка АЗ с автоматическими выключателями цепей питания (SA1, SA2) и сетевыми фильтрами для

25 коммутации и фильтрации питания шкафа ШБ САУ.

4) с тыльной стороны шкафа слева расположены кроссовые клеммники:

- ХТ1...ХТ18 - для реализации внешних связей в количестве 18 штук по 32 клеммы каждая;

- ХТН1...ХТН3 - для организации шинок питания внешних «сухих контактов» и

30 световой сигнализации в количестве 3 штук по 32 клеммы каждая;

- ХТМ1, ХТМ2 - для размножения электрических цепей в количестве 2 штук, где каждая включает в себя по 8 полей, имеющих по 3 объединенных контакта, и 2 поля, имеющих по 4 объединенных контакта;

- ХТН6 - для ввода внешнего питания 48 В и выдачи сигналов с «сухих контактов»

35 о неисправности в шкафу;

5) с тыльной стороны шкафа внизу на переднем профиле расположена шина заземления для подключения к ней экранов внешних кабелей и цепи защитного заземления.

6) с тыльной стороны шкафа сверху расположены резервирующие друг друга

40 промышленные ЭВМ, реализующие алгоритмы управления и передачи информации в систему верхнего уровня атомной станции через шлюз.

7) Блок аналого-дискретного преобразователя с диагностикой (АДП22), размещаемый в шкафу базовом ШБ КТПС-ПН комплекса технико-программных средств повышенной надежности КТПС-ПН предназначен для формирования и выдачи дискретных сигналов

45 управления действием аварийных, технологических защит, блокировок, сигнализаций в автоматизированных системах управления технологическими процессами при достижении контролируемыми параметрами заданных предельных значений.

Блок обеспечивает:

5 - прием унифицированного аналогового сигнала постоянного тока на гальванически изолированный вход; возможность перенастройки диапазона входного сигнала при замене входного измерительного резистора; возможность диагностического контроля входных сигналов внешним прибором; возможность изменения полярности входного сигнала;

- линейное преобразование отклонения суммарного или разностного сигнала по первому и второму входам от заданного верхнего или нижнего предельного значения (уставки срабатывания) в сглаженный результирующий сигнал с изменяемой постоянной времени демпфирования;

10 - релейное преобразование аналогового результирующего сигнала в дискретный сигнал срабатывания с регулируемой зоной возврата; сигнализация состояния срабатывания на лицевой панели; выдача информации о срабатывании в локальную сеть функциональных блоков (ЛСФБ); возможность инвертирования сигналов на выходах срабатывания;

15 - выдачу дискретного сигнала срабатывания с возможностью запрета (блокирования сигнала) внешними сигналами; выдача информации о срабатывании с запретом в ЛСФБ;

- выдача релейных сигналов типа «сухой контакт» по дискретному входному сигналу;

20 - возможность блокирования выходов срабатывания установкой блокиратора; сигнализация заблокированного состояния на лицевой панели; выдача информации о блокировке в ЛСФБ;

- пассивная и активная диагностика дискретных входов и выходов; диагностика внутриблочная и межконтроллерного обмена; диагностика обмена по ЛСФБ; сигнализация неисправности на лицевой панели; выдача информации о неисправности в ЛСФБ.

25 Блок выполнен в унифицированном конструктивном исполнении, в своей конструкции содержит контакты для подключения к цепям питания, локальной сети и клеммникам. Блок может быть установлен в любую позицию второго и третьего крейтов шкафа.

30 Блок АДП22 входит в группу функциональных блоков шкафа базового ШБ КТПС-ПН и является составной частью комплекса технико-программных средств повышенной надежности, предназначенного для создания проектным путем систем автоматизированного управления и контроля технологическими процессами и передачи информации о состоянии технических средств шкафа и технологического оборудования в систему верхнего блочного или станционного уровня.

Назначенный срок службы блока не менее 30 лет.

35 Нарботка на отказ не ниже 200000 ч.

40 Высокий показатель наработки на отказ блока АДП22 достигается за счет использования высоконадежных электронных компонентов, частичного дублирования цепей внутри блока. Применяемые в блоке радиоэлектронные компоненты с низким энергопотреблением не требуют организации принудительной вентиляции шкафа, в котором блок установлен.

Таким образом, заявленный блок имеет следующие возможности, отсутствующие у аналога, что крайне важно, поскольку к работоспособности оборудования, обеспечивающего технологический процесс, например, АЭС, предъявляются национальные и международные требования обеспечения безопасности.

45 Блок сохраняет выполнение всех функций при возникновении в нем одной любой неисправности за счет внутреннего дублирования в блоке.

Блок допускает выемку и установку его обратно в шкаф без отключения питания шкафа.

В блоке установлены два микроконтроллера резервирующие логическую схему блока.

В блоке на микроконтроллерах реализована дублированная локальная сеть для передачи информации о состоянии блока, о состоянии входных и выходных сигналов блока на верхний уровень.

В блоке предусмотрена активная и пассивная диагностика, обеспечивающая раннее выявление неисправности до отказа выполнения функции управления.

Выявление неисправности в блоке происходит в процессе активного и пассивного контроля элементов.

В пассивном контроле блок проверяет соответствие сигналов на выходе с сигналами, выработанными блоком в зависимости от совокупности входных сигналов. В пассивном контроле блок выявляет неисправности входных цепей с гальванической развязкой при наличии на входах активных сигналов.

Пассивная диагностика выходов проводится каждый раз после записи данных в регистры ключей.

Пассивная диагностика построена на сравнении данных, записанных в регистры ключей и информации, считанной с выходов блока. Задачи пассивной диагностики выходов (в приоритетном порядке):

- предотвратить выдачу ложного сигнала;
- определить есть ли ошибка записи данных в регистры ключей;
- определить есть ли неисправности в цепях управления регистрами ключей;
- определить есть ли короткие замыкания в нагрузках блока.

В активном контроле блок проверяет работоспособность цепей и узлов путем подачи кратковременных сигналов "0" или "1" на вход узла и считывания результата воздействия на выходе. Длительность тестовых сигналов (15...100) мкс выбрана так, чтобы не вызвать ложного срабатывания исполнительных механизмов и ложной сигнализации.

Перед каждым считыванием входных сигналов проводится активная диагностика входов, состоящая из двух этапов:

1. микроконтроллер проверяет состояние выходов компараторов путем последовательной подачи «0» и «1».

2. микроконтроллер проверяет мультиплексоры входных сигналов и оптроны чередованием подачи логических «0» и «1», напряжения 0 В и 5 В.

Таким образом, активная диагностика входов проверяет мультиплексоры входных сигналов, транзисторы оптронов и компараторы.

В процессе активной диагностики выходов микроконтроллер поочередно открывает ключи. По цепям обратной связи проверяется как открытие, так и закрытие ключей. Активная диагностика выходов выявляет пробой ключа, короткое замыкание нагрузки блока, обрыв цепей обратной связи или короткое замыкание внутри канала, неисправность цепей управления ключом вне зависимости от состояния выходных сигналов.

Активная диагностика выходов во втором канале начинается после ее завершения в 1-м канале: ведущий микроконтроллер подает ведомому команду. Это позволяет разнести во времени активную диагностику выходов в каналах. При неисправности одного из каналов активная диагностика выходов не проводится.

- Межканальный обмен информацией служит для:
- пассивной диагностики входов;
- пассивной и активной диагностики выходов;
- пересылки состояния триггеров и больших временных выдержек (используется при

рестарте одного из контроллеров).

Если микроконтроллер более 200 мс не получает информацию от соседнего канала, то загорается светодиод «Неисправность» на лицевой панели блока.

Каждый блок состоит из двух каналов. Между каналами производится информационный обмен по синхронному последовательному интерфейсу, который предполагает наличие одного ведущего и как минимум одного ведомого. Главное различие между ведущим и ведомым состоит в том, что ведущий генерирует синхросигналы, а ведомый - нет. Входы и выходы двух каналов блока объединены монтажными «ИЛИ». После подачи питания происходит инициализация микроконтроллеров обоих каналов блока, которые в момент запуска блокируют выходы ключей, каждый своего канала. Затем микроконтроллеры очищают регистры ключей и разрешают работу их выходов. Дальнейшая работа происходит в циклическом режиме в следующей последовательности:

- проверка входов
- считывание входов в ОЗУ
- вычисление реакций блока на входные сигналы
- периодические проверки - активная диагностика выходов
- вывод выходных сигналов в регистры ключей
- проверка выходных ключей
- обмен с соседним каналом и по локальной сети

Система диагностики также проверяет "сторожевые таймеры" и индикаторы на лицевой панели блока.

Пассивный контроль входов и выходов проводится раз в 1,5 мс. Активный контроль входов проводится один раз в 1,5 мс. Активный контроль выходов проводится раз в 12 часов. Индикаторы лицевой панели блока проверяются один раз в 5 с.

При появлении неисправности блок формирует:

- общий выходной сигнал "Неисправность";
- сигнал на один из светодиодов "Неисправность" лицевой панели блока;
- мигающий сигнал на оба светодиода "Неисправность" в случае короткого замыкания в нагрузке.

После удаления короткого замыкания в цепи нагрузки сигналы неисправности снимаются. Длительность сигнала "Неисправность" - не менее 2 с.

Блок сохраняет работоспособность при отсутствии питающего напряжения +24 В.

Шкаф базовый ШБ САУ является составной частью программно-технологического комплекса, рассчитанного на длительное непрерывное функционирование в режиме реального времени и предназначенного для реализации функций контроля и управления технологическим оборудованием систем, важных для безопасности атомных станций.

Назначенный срок службы шкафа не менее 30 лет.

Наработка на отказ не ниже 450000 ч.

Высокий показатель наработки на отказ шкафа базового ШБ САУ достигается за счет использования высоконадежных электронных компонентов, резервирования ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов, полного дублирования сетей связи, отсутствия принудительного охлаждения.

Дополнительно шкаф базовый ШБ САУ имеет следующие возможности, отсутствующие у аналога.

В шкафу установлены оригинальные, высокой надежности и виброустойчивости клеммники WAGO для внутренней и внешней коммутации, позволяющие подключать жилы кабелей и проводов сечением от 0,08 мм² до 2,5 мм² (внешней - крепление «под

зажим») и от 0,03 мм² до 0,5 мм² (внутренней - крепление «под зажим»).

С целью обеспечения надежного электрического соединения для подключения жил ленточного кабеля внутри шкафа к контактам плоского соединителя использован метод прокалывания изоляции.

5 Шкаф обеспечивает работоспособность системы контроля и управления при наличии одного отказа за счет резервирования ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов, контроллеров управления (промышленных ЭВМ).

В шкафу служебные блоки - источники питания и диодный модуль - реализуют функцию «горячего резерва».

10 В шкафу, в функциональных блоках имеется активная и пассивная диагностика, обеспечивающая раннее выявление неисправности до отказа выполнения функции управления.

Функциональные блоки шкафа допускают их выемку и установку обратно в шкаф без отключения питания шкафа.

15 Конструкцией шкафа предусмотрена проверка функциональных блоков с помощью сервисного оборудования без извлечения из шкафа.

Связь между функциональными блоками и промышленными ЭВМ в шкафу выполнена при помощи интерфейсов RS485 и Ethernet IEEE802.3.

В шкафу имеется дублированная локальная сеть.

20 При проектировании ПТК применены радиоэлектронные компоненты с низким энергопотреблением, обеспечивающие минимальное рассеяние электрической мощности, что позволило отказаться от принудительной вентиляции шкафа при полном заполнении функциональными блоками.

В шкафу реализован температурный контроль внутри шкафа.

25 Таким образом, как это следует из описания полезной модели, существенные конструктивные составляющие - два крейта для установки блоков, функциональные блоки, установленные с возможностью их выемки и установки в шкаф без отключения питания шкафа, резервные блоки и резервный источник питания, дублированная сеть при наличии блока аналого-дискретного преобразователя с его конструктивными
30 особенностями позволяют повысить надежность работы заявленного устройства.

(57) Реферат

Полезная модель относится к области автоматизации и вычислительной техники и может
35 быть использована для построения автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами электростанций. Технический результат заключается в повышении надежности работы разработанного и внедренного шкафа базового (ШБ) программно-технологического комплекса (ПТК) средств автоматизированного
40 управления (САУ). Устройство шкафа базовый для автоматизации управления технологическим оборудованием электростанций состоит из двух крейтов для установки служебных блоков, таких как источник питания и блок контроля изоляции и наличия
напряжения и предохранителей, функциональных блоков и резервных блоков, таких как диодный модуль и резервный источник питания, при этом шкаф снабжен дублированной локальной сетью и блоком аналого-дискретного преобразователя для
45 обеспечения сравнения аналоговых сигналов по двум входам и содержащим два резервирующих друг друга микроконтроллера чтения предварительной обработки входных сигналов, объединенных по входу и выходу с функцией диагностирования узлов блока и контроля входных и выходных цепей, при этом указанный блок содержит контакты для подключения к цепям питания, локальной сети и клеммникам.