

Техническое описание
Реле MiCOM P547
Дифференциально-фазная защита

Глава 3
ОПИСАНИЕ РЕЛЕ

Содержание

1. КРАТКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ РЕЛЕ	3
1.1 Краткий обзор аппаратной части	3
1.1.1 Блок процессора	3
1.1.2 Блок сопроцессора	3
1.1.3 Блок входов	3
1.1.4 Блок питания	3
1.1.5 Панель IRIG-B	3
1.2 Краткий обзор программного обеспечения	3
1.2.1 Операционная система в режиме реального времени	5
1.2.2 Программное обеспечение обслуживания системы	5
1.2.3 Основное программное обеспечение	5
1.2.4 Программное обеспечение защиты и управления	5
1.2.5 Осциллограф	5
2 АППАРАТНЫЕ МОДУЛИ	6
2.1 Блок процессора	6
2.2 Дифференциально-фазная защита – блок сопроцессора	6
2.3 Внутренние шины связи	6
2.4 Модуль входов	7
2.4.1 Плата трансформаторов	7
2.4.2 Плата входов	7
2.4.3 Универсальные опто изолированные дискретные входы	7
2.5 Блок питания (включая выходные реле)	9
2.5.1 Плата источника питания (включая интерфейс связи RS485).....	9
2.5.2 Плата выходных реле	10
2.6 Панель IRIG-B	10
2.7 Механическая схема,	10
3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЛЕ	11
3.1 Операционная система в режиме реального времени	11
3.2 Программное обеспечение обслуживания системы	11
3.3 Основное программное обеспечение	12
3.3.1 Регистрация записей	12
3.3.2 База данных уставок.....	12
3.3.3 Интерфейс базы данных	12
3.4 Программное обеспечение управления и защиты	13
3.4.1 Кратких обзор – планирование защиты и управления	13
3.4.2 Обработка сигналов	13
3.4.3 Дифференциально-фазная защита –плата сопроцессора	14
3.4.4 Программируемая логика схемы	14
3.4.5 Записи событий и повреждений	14
3.4.6 Осциллограф.....	14
4 САМОПРОВЕРКА И ДИАГНОСТИКА	16
4.1 Самоконтроль запуска	16
4.1.1 Загрузка системы	16
4.1.2 Запуск программного обеспечения	16
4.1.3 Запуск и контроль основного программного обеспечения	17
4.2 Непрерывный самоконтроль	17

1. КРАТКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ РЕЛЕ

1.1 Краткий обзор аппаратной части

Аппаратные средства реле основаны на модульной конструкции, то есть реле состоит из нескольких модулей, которые выбираются из стандартного диапазона. Некоторые модули являются обязательными, в то время как другие – необязательные, в зависимости от требований пользователя.

Различные модули, которые могут присутствовать в реле, следующие:

1.1.1 Модуль процессора

Модуль процессора исполняет все вычисления для реле и управляет действием всех других модулей в реле. Модуль процессора также содержит интерфейсы пользователя и управляет ими (ЖКД, светодиоды, вспомогательная клавиатура и интерфейсы связи).

1.1.2 Модуль сопроцессора

Используется для обработки алгоритмов дифференциально-фазной защиты и соответствующей связи. Содержит сигнализацию передачи и приема ВЧ связи по ЛЭП.

1.1.3 Модуль входов

Модуль входов преобразует информацию, содержащуюся в сигналах аналоговых и цифровых входов, в формат, подходящий для обработки модулем процессора. Стандартный модуль входов состоит из двух плат: платы трансформаторов- платы для обеспечения электрической изоляции и платы основных входов, которая обеспечивает аналого-цифровое преобразование и изолированные цифровые входы.

1.1.4 Модуль питания

Модуль питания обеспечивает питание всех других модулей реле на трех различных уровнях напряжения. Плата питания также обеспечивает электрическое соединение RS485 для тыльного порта связи. На второй плате блок питания содержит реле, которые обеспечивают выходные контакты.

1.1.5 Панель IRIG-B

Эта панель, которая является необязательной, может использоваться, где имеется сигнал IRIG-B, чтобы обеспечить точную привязку по времени для реле. На этой панели имеется также опция, чтобы определить волоконно- оптический тыльный порт связи для использования только со связью по МЭК60870.

Все модули связаны параллельно поступающими данными и адресной шиной, которая позволяет панели процессора по требованию посылать и принимать информацию к и от других модулей. Имеется также отдельная шина последовательно поступающих данных для передачи выборочных сведений со входного блока на процессор. На рис. 1 показаны модули реле и поток информации между ними.

1.2 Краткий обзор программного обеспечения

Программное обеспечение для реле может быть разбито на четыре элемента: операционная система в режиме реального времени, программное обеспечение обслуживания системы, основное программное обеспечение и программное обеспечение защиты и управления. Эти четыре элемента неразличимы пользователем, и обрабатываются одной и той же платой процессора. Различие

между четырьмя частями программного обеспечения сделано только для объяснения здесь:

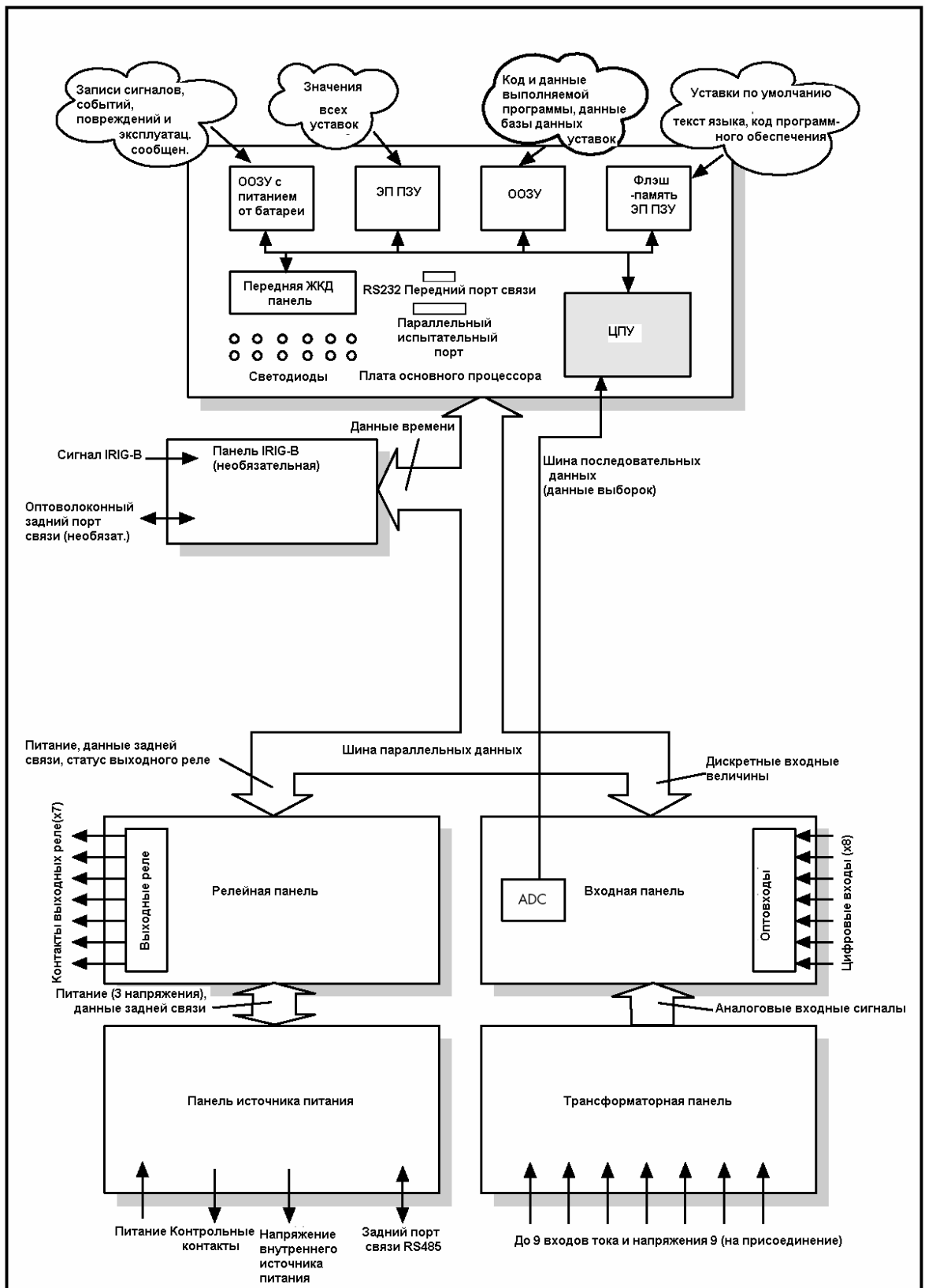


Рисунок 1: Релейные модули и обработка потока информации

1.2.1 Операционная система в режиме реального времени

Операционная система реального времени используется, чтобы создать основу для работы различных частей программного обеспечения реле. Программное обеспечение разбито на задачи. Операционная система в режиме реального времени ответственна за выполнение этих задач так, чтобы они выполнялись в доступное время и в желательном порядке очередности.

Операционная система также ответственна за обмен информацией в форме сообщений между задачами.

1.2.2 Программное обеспечение обслуживания системы

Программное обеспечение обслуживания системы обеспечивает управление нижнего уровня релейными аппаратными средствами. Например, программное обеспечение обслуживания системы управляет начальной загрузкой программного обеспечения реле из энергонезависимой флеш-памяти ППЗУ при включении питания и обеспечивает программный драйвер для интерфейса пользователя через ЖКД, вспомогательную клавиатуру и последовательные порты связи. Программное обеспечение обслуживания системы обеспечивает уровень интерфейса между управлением аппаратными средствами реле и остальной частью релейного программного обеспечения.

1.2.3 Основное программное обеспечение

Основное программное обеспечение имеет дело с управлением уставками реле, интерфейсами пользователя и выполнением записей событий, сигналов и повреждений и эксплуатационных сообщений. Все уставки реле сохранены в базе данных реле, которая обеспечивает прямую совместимость со связью Курьер. Для всех других интерфейсов (то есть, вспомогательная клавиатура лицевой панели и интерфейс ЖКД, Modbus и МЭК60870-5-103) основное программное обеспечение преобразует информацию из базы данных в требуемый формат. Основное программное обеспечение уведомляет программное обеспечение защиты и управления обо всех изменениях уставок и записывает данные, как определено программным обеспечением защиты и управления.

1.2.4 Программное обеспечение защиты и управления

Программное обеспечение защиты и управления выполняет вычисления для всех алгоритмов защиты реле. Оно включает обработку цифрового сигнала, такую, как фильтрация Фурье, и вспомогательных задач, таких, как измерения. Программное обеспечение защиты и управления имеет интерфейс с основным программным обеспечением для изменения уставок и выполнения записей и с программным обеспечением обслуживания системы для получения выборочных данных и доступа к выходным реле и цифровым опто изолированным входам.

1.2.5 Осциллограф

Программное обеспечение осциллографа обрабатывает выбираемые аналоговые значения и логические сигналы из программного обеспечения управления и защиты. Это программное обеспечение сжимает данные, чтобы позволить сохранение большего числа записей. Основное программное обеспечение имеет интерфейс с осциллографом, чтобы позволить извлечение сохраненных осциллограмм.

2 АППАРАТНЫЕ МОДУЛИ

Реле основано на модульной аппаратуре, где каждый модуль выполняет отдельную функцию в работе реле. Этот раздел описывает функциональное действие различных аппаратных модулей.

2.1 Модуль основного процессора

Реле основано на 32-разрядном процессоре цифрового сигнала (DSP) TMS320C32 с плавающей запятой, работающем на частоте синхронизации 20 МГц. Этот процессор выполняет все вычисления для реле, включая функции защиты, управление передачей данных и интерфейсы пользователя, содержащие работу ЖКД, вспомогательной клавиатуры и светодиодов.

Плата процессора расположена непосредственно позади лицевой панели реле, которая позволяет ЖКД и светодиодам быть установленными на плате процессора наряду с портами связи лицевой панели. Они содержат 9-контактный D-соединитель RS232 для последовательной связи (например, использующий MiCOM S1 и связь Курьера) и 25-контактный D-соединитель испытательного порта реле для параллельной связи. Вся последовательная связь выполняется с помощью последовательного двухканального контроллера связи (SCC) 85C30.

Память, имеющаяся в модуле основного процессора, разбита на две категории, энергозависимую и энергонезависимую. Энергозависимая память – это ООЗУ с быстрым доступом (состояние с нулевым временем ожидания), которое используется для хранения и выполнения программного обеспечения процессора и хранения данных, необходимых в течение вычислений процессора. Энергонезависимая память подразделена на 3 группы: 2 МБ флэш-памяти для долговременного хранения программного кода и текста вместе с уставками по умолчанию, 256 кБ ООЗУ с резервным питанием от батареи для хранения осциллограмм, записей событий и повреждений и эксплуатационных сообщений и 32 кБ ЭП ППЗУ для хранения конфигурационных данных, включая существующие значения уставок.

2.2 Дифференциально-фазная защита – модуль сопроцессора

Второй модуль процессора используется в реле для выполнения алгоритмов дифференциально-фазной защиты и интерфейсов с оборудованием ПВЗ. Дифференциально-фазная защита основана на обмене информации, касающейся фазы составного сигнала, вычисленной из фазных токов, между двумя реле на концах линии, использующей ВЧ канал связи. Плата сопроцессора, поэтому, предназначена для выполнения алгоритма дифференциально-фазной защиты и сигнализации связанного с ней оборудования ПВЗ. Сопроцессор делает выборки в платы входов, вычисляет модулированное значение и использует это значение для сигнализации в ПВЗ. Плата сопроцессора также предназначена для вычисления задержки на время прохождения составного сигнала между двумя концами линии. Обмен информацией между платой сопроцессора и основного процессора достигается с помощью совместно используемой памяти на плате сопроцессора. Код сопроцессора копируется на плату при запуске, после чего копируются уставки защиты и калибрующая информация. После этого основной поток информации между двумя платами состоит из измерений дифференциально-фазной защитой.

2.3 Внутренние шины связи

Реле имеют две внутренних шины для передачи данных между различными модулями. Основная шина - параллельное соединение, которое является частью 64-жильного ленточного кабеля. Ленточный кабель несет данные и сигналы адресной шины в дополнение к сигналам управления и всем линиям питания. Действие шины

управляется платой основного процессора, которая оперирует как хозяин, в то время, как все другие модули в реле - рабы.

Вторая шина – последовательное соединение, которое используется исключительно для передачи цифровых значений выборок от входного модуля в плату основного процессора. Процессор DSP имеет встроенный последовательный порт, который используется для считывания выборочных данных с последовательной шины. Последовательная шина также обеспечивается 64-жильным ленточным кабелем.

2.4 Модуль входов

Модуль входов обеспечивает интерфейс между платой процессора реле и аналоговыми и цифровыми сигналами, входящими в реле. Модуль входов состоит из двух печатных плат; основной платы входов и платы трансформаторов. Реле P547 имеет четыре токовых входа.

2.4.1 Плата трансформаторов

Плата трансформаторов подключена к четырем трансформаторам тока (ТТ). Токовые входы имеют номинальный ток 1А или 5А, (опции меню и подключения).

Трансформаторы используются для снижения токов до уровня, соответствующего электронной схемотехнике реле для обеспечения эффективной изоляции между реле и энергосистемой. Схемы соединений вторичных обмоток трансформаторов тока обеспечивают дифференциальные входные сигналы к основной плате входов, чтобы снизить шумы.

2.4.2 Плата входов

Основная плата входов показана на рисунке 2 как блок-схема. Она обеспечивает электрическую цепь для цифровых входных сигналов и аналого-цифрового преобразования для аналоговых сигналов. Следовательно, она берет дифференциальные аналоговые сигналы от ТТ на плате трансформаторов, конвертирует их в дискретные выборки и передает выборки на плату процессора через шину последовательно поступающих данных. На плате входов аналоговые сигналы пропускаются через фильтр анти-условного названия прежде, чем будут мультиплексированы в элементарный сигнал аналого-цифрового преобразователя. А-Ц преобразователь обеспечивает разрешающую способность 16-бит и выход потока последовательно поступающих данных. Цифровые входные сигналы на этой плате опто изолированы, чтобы предотвратить чрезмерные напряжения на этих входах, вызывающие повреждение внутренней электрической схемы реле.

2.4.3 Универсальные опто изолированные дискретные входы

P547 имеет универсальные опто изолированные дискретные входы, которые могут быть запрограммированы на номинальное напряжение батареи цепи, частью которой они являются, т.е., тем самым, допуская различные напряжения для разных цепей, например, сигнализации, отключения. Дискретные входы обеспечивают значение логической 1 для напряжений $\geq 80\%$ напряжения уставки и логического 0 для напряжений $\leq 60\%$ напряжения уставки. Это более низкое значение исключает многократное срабатывание, возможное при замыкании на землю в батарее, когда паразитная емкость может представлять до 50% напряжения батареи на вход. Каждый вход имеет также предварительно настроенный фильтр $\frac{1}{2}$ периода, который создает невосприимчивость входов к наведенным в проводке шумам.

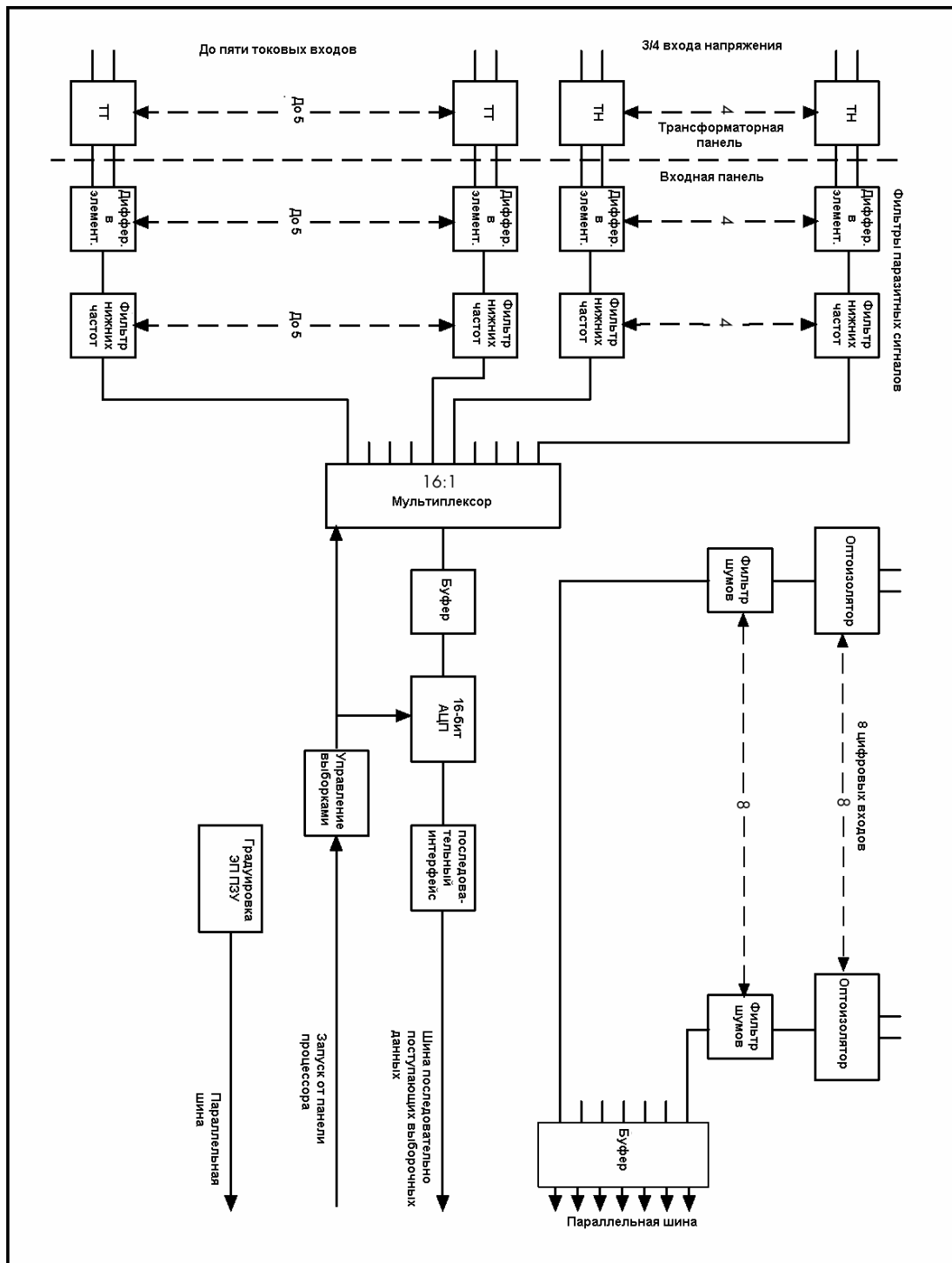


Рисунок 2: Основная плата входов

Схема, уплотняющая сигнал, предусматривает для выборки 16 аналоговых каналов. Устройства серии Rx40 обеспечивают до 9 токовых входов и 4 входа напряжения. Используются 3 запасных канала, чтобы произвести выборку 3 различных напряжений с целью непрерывной проверки работы мультиплексора и точности А-Ц преобразователя. Дискретизация поддерживается 24 выборки в период логической управляющей цепи, которая управляется функцией коррекции по частоте на плате основного процессора.

Калибровка ЭППЗУ имеет градуировочные коэффициенты, которые используются платой процессора, чтобы соответствовать любой амплитуде или погрешности фазы, представленными трансформаторами и аналоговой электрической схемой.

Другая функция платы входов – чтение состояния сигналов, присутствующих на цифровых вводах и представление их шине параллельно поступающих данных для обработки. Плата входов содержит 8 оптических входов для подключения до восьми цифровых входных сигналов. Опто изоляторы используются с цифровыми сигналами так же, как трансформаторы с аналоговыми сигналами; для изоляции электроники реле от энергосистемы. Внутренний источник питания 48 В находится в задней части реле для питания цифровых опто входов. Входная панель обеспечивает некоторую фильтрацию цифровых сигналов аппаратных средств, чтобы удалить нежелательный шум перед буферизацией сигналов для чтения на шине параллельно поступающих данных. В зависимости от модели реле больше, чем 8 входных цифровых сигналов могут быть приняты реле. Это достигнуто при помощи дополнительной опто платы, которая предусматривает те же 8 изолированных цифровых входов, что и основная плата входов, но не содержит никаких цепей для аналоговых сигналов, которые имеются на основной плате входов.

2.5 Модуль питания (включая выходные реле)

Модуль питания содержит две печатных платы, одну непосредственно для источника питания и другую для выходных реле. Плата источника питания также содержит аппаратные средства ввода и вывода для тыльного порта связи, который обеспечивает интерфейс связи RS485.

2.5.1 Плата источника питания (включая интерфейс связи RS485)

На реле может быть одна из трех различных конфигураций платы источника питания. Она определяется при заказе и зависит от характера питающего напряжения, подключенного к реле. Три опции приведены в таблице 1:

Напряжение постоянного тока	Напряжение переменного тока
24/54 В	только постоянное напряжение
48/125 В	30/100 В
110/250 В	100/240 В

Таблица 1: Выбор источника питания

Выходы всех версий модуля питания используются, чтобы подвести изолированные шины питания ко всем другим модулям в реле. В реле используются три уровня напряжения, 5.1 В для всех цифровых цепей, ± 16 В для аналоговой электроники, например, на плате входов, и 22 В для питания катушек выходных реле. Все напряжения питания, включая 0 В заземления, распределены по реле 64-жильным ленточным кабелем. Еще один уровень напряжения в блоке питания, это напряжение внутреннего источника 48 В. Оно подведено к зажимам сзади реле так, чтобы оно могло использоваться для управления оптически изолированными цифровыми входами.

Две других функции платы питания - интерфейс связи RS485 и контакты реле контроля исправности. Интерфейс RS485 используется с задним портом связи для поддержания связи, используя один из протоколов: Курьер, Modbus или МЭК60870-5-103. RS485 поддерживает полудуплексную связь и обеспечивает оптическую изоляцию передаваемых и получаемых последовательных данных. Вся внутренняя передача данных от платы питания проводится через плату выходных реле, соединенную с параллельной шиной.

Устройство контроля исправности имеет два контакта выходных реле, один нормально разомкнутый и один нормально замкнутый, которые управляются платой процессора. Они установлены, чтобы указывать, что реле находится в исправном состоянии.

2.5.2 Плата выходных реле

Панель выходных реле содержит восемь реле, шесть с нормально разомкнутыми контактами и два с переключающимися контактами. Реле питаются напряжением 22 В. Запись или чтение состояния реле выполняется с использованием шины параллельно поступающих данных.

2.6 Плата IRIG-B

Плата IRIG-B - опция заказа, которая может быть установлена, чтобы обеспечить точную синхронизацию времени для реле. Она может использоваться везде, где имеется сигнал IRIG-B. Сигнал IRIG-B соединен с платой через соединитель BNC сзади реле. Информация о времени используется, чтобы синхронизировать внутренние часы реле в режиме реального времени с точностью 1 мс. Внутренние часы тогда используются для меток времени событий, повреждений и осциллограмм.

Плата IRIG-B может также быть снабжена волоконно-оптическим передатчиком / приемником, который может использоваться для тыльного порта связи вместо электрического соединения RS485 (только МЭК60870).

2.7 Механическая схема

Материалы корпуса реле созданы из обработанной начерно стали, которая имеет проводящее покрытие из алюминия и цинка. Это обеспечивает хорошее заземление во всех соединениях с низким полным сопротивлением заземления, что является существенным для работы при внешних помехах. Платы и модули используют стратегию многократного заземления для повышения иммунитета к внешним помехам и минимизации влияния шума в канале. На платах используются заземляющие пластины, чтобы снизить полное сопротивление, и клипсы, чтобы заземлить металлоконструкцию модуля.

Клеммники тяжелого режима используются в тыльной части реле для соединений сигналов тока и напряжения. Клеммники среднего режима используются для цифровых логических входных сигналов, контактов выходных реле, источника питания и тыльного порта связи. Соединитель BNC используется для необязательного сигнала IRIG-B. 9-контактные и 25-контактные розеточные D-соединители используются на передней стороне реле для передачи данных.

Внутри реле ПП соединяются штепселем с соединительным блоком сзади реле и могут быть удалены только с передней стороны реле. Соединительные блоки входов ТТ обеспечиваются внутренними закорачивающими соединениями внутри реле, которые будут автоматически закорачивать цепи трансформатора тока прежде, чем они разъединятся при удалении панели.

Лицевая панель состоит из мембранной вспомогательной клавиатуры с осязательными клавишами, ЖКД и 12 светодиодами, установленными на алюминиевой опорной плите.

3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЛЕ

Программное обеспечение реле было представлено в кратком обзоре реле в начале этой главы. Программное обеспечение может рассматриваться, как состоящее из четырех разделов:

- Операционная система в режиме реального времени
- Программное обеспечение обслуживания системы
- Основное программное обеспечение
- Программное обеспечение защиты и управления

Этот раздел описывает подробно два последних, основное программное обеспечение и программное обеспечение управления и защиты, которые управляют функциональным режимом реле между ними. Рисунок 3 показывает структуру программного обеспечения реле.

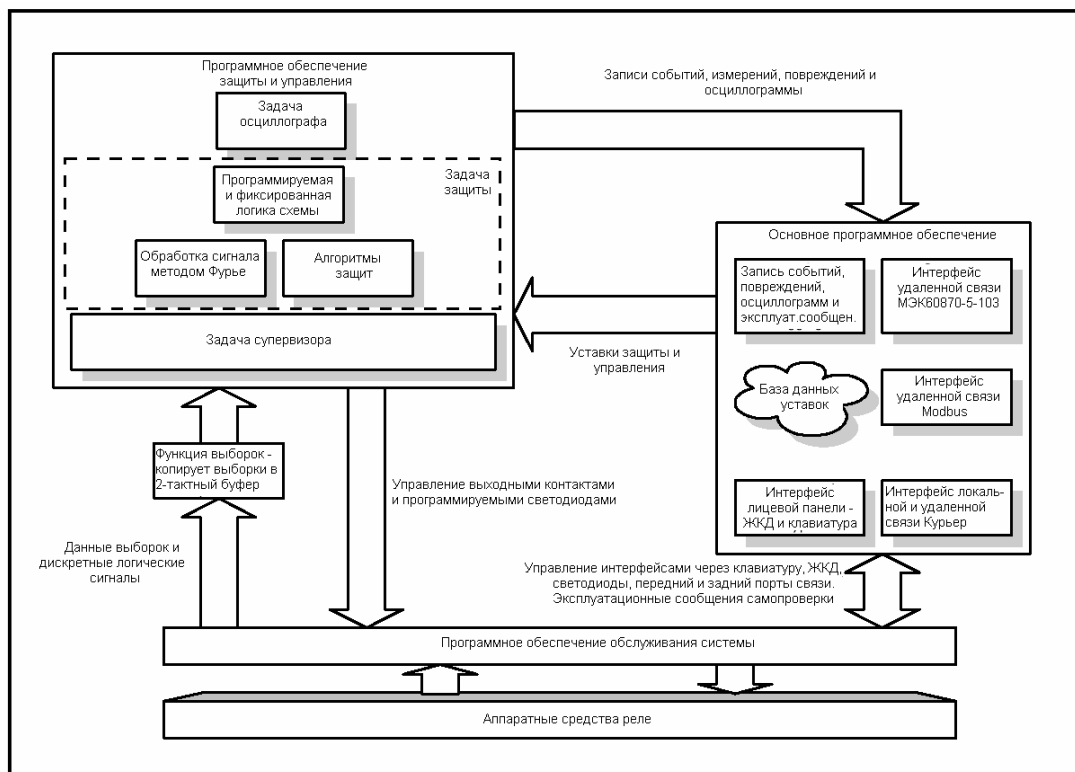


Рисунок: 3 Структура программного обеспечения реле

3.1 Операционная система в режиме реального времени

Программное обеспечение разбито на задачи; операционная система используется в режиме реального времени, чтобы обеспечить обработку задач в доступное время и в желательном порядке очередности. Операционная система также ответственна за управление связью между программными задачами с помощью сообщений операционной системы.

3.2 Программное обеспечение обслуживания системы

Как показано на рисунке 3, программное обеспечение обслуживания системы обеспечивает интерфейс между аппаратными средствами реле и функциональными возможностями высшего уровня основного программного обеспечения и программного обеспечения управления и защиты. Например, программное

обеспечение обслуживания системы обеспечивает драйверы для элементов типа ЖКД, вспомогательной клавиатуры и портов удаленной связи и управляет начальной загрузкой процессора и загрузкой кода процессора в ООЗУ из энергонезависимой флэш-памяти ППЗУ при включении.

3.3 Основное программное обеспечение

Основное программное обеспечение имеет три основных функции:

- управление регистрацией записей, генерируемых программным обеспечением защиты, включая записи событий и повреждений и эксплуатационные сообщения;
- сохранение и обслуживание базы данных всех уставок реле в энергонезависимой памяти;
- обеспечение внутреннего интерфейса между базой данных уставок и интерфейсом пользователя каждого из реле, то есть, интерфейсом лицевой панели и передними и задними портами связи, используя выбранный протокол связи (Курьер, Modbus, МЭК60870-5-103, DNP 3.0).

3.3.1 Регистрация записей

Имеется регистрирующая функция, чтобы сохранить все записи сигналов, событий, повреждений и эксплуатационных сообщений. Все эти записи регистрируются в ООЗУ с аварийным питанием от батареи, чтобы обеспечить энергонезависимый файл регистрации всего, что произошло. Реле поддерживает четыре записи: каждая для 32 сигналов, 250 записей событий, 5 записей повреждений и 5 эксплуатационных сообщений. Записи поддерживаются так, что самая новая запись записывается поверх самой старой. Регистрирующая функция может быть запущена программным обеспечением защиты или основным программным обеспечением, ответственным за регистрацию записей эксплуатационного сообщения в случае неисправности реле. Оно содержит ошибки, которые были обнаружены непосредственно основным программным обеспечением или ошибку, которая обнаружена функцией программного обеспечения либо обслуживания системы, либо защиты. См. также раздел о контроле и диагностике далее в этой главе.

3.3.2 База данных уставок

База данных уставок содержит все уставки и данные для реле, включая защиту, осциллограф и уставки управления. Уставки содержатся в энергонезависимом ЭППЗУ. Управление основным программным обеспечением базы данных уставок включает ответственность за то, чтобы только один интерфейс пользователя мог изменять уставки базы данных в любой момент. Эта особенность используется, чтобы избежать конфликта между различными частями программного обеспечения во время изменения уставок. Для изменения уставок защиты и уставок осциллографа основное программное обеспечение оперирует 'сверхоперативной' памятью в ООЗУ. Это позволяет выполнять множество изменений уставок элементов защиты, осциллографа и сохранить в базе данных в ЭППЗУ. (См. также главу 1 по интерфейсу пользователя). Если изменение уставки воздействует на задачу защиты и управления, база данных рекомендует новые значения.

3.3.3 Интерфейс базы данных

Другой функцией основного программного обеспечения является осуществление внутреннего интерфейса реле между базой данных и каждым из интерфейсов пользователя реле. База данных уставок и измерений должна быть доступна от всех интерфейсов пользователя реле, чтобы позволить чтение и изменять действия. Основное программное обеспечение представляет данные в соответствующем формате для каждого интерфейса пользователя.

3.4 Программное обеспечение управления и защиты

Программное обеспечение защиты и управления ответственно за работу всех элементов защиты и функций измерения реле. Чтобы достичь этого, оно должно иметь связь и с программным обеспечением обслуживания системы и с основным программным обеспечением, а также организовать собственные действия. Программное обеспечение защиты имеет приоритет над любой из программных задач в реле, чтобы обеспечивать самый быстрый возможный ответ защиты. Программное обеспечение защиты и управления имеет задачу контроля, которая управляет запуском задачи, и имеет дело с обменом сообщениями между задачей и основным программным обеспечением.

3.4.1 Краткий обзор – планирование защиты и управления

После запуска задача защиты и управления приостанавливается до тех пор, пока не запустится после перерыва плата сопроцессора. В случае неисправности платы сопроцессора задача защиты автоматически запустится после получения шести аналоговых выборок. При нормальной работе задача вновь запускается сопроцессором четыре раза за период, что соответствует частоте передачи информационных сообщений на систему дифференциальной связи. Сбор выборок на основном процессоре управляется ' функцией выборок ', которая вызывается программным обеспечением обслуживания системы и берет каждый набор новых выборок из модуля входов и сохраняет их в двухтактном буфере. Эти выборки одновременно сохраняются также сопроцессором.

3.4.2 Обработка сигналов

Функция выборок обеспечивает фильтрацию цифровых входных сигналов от оптоизоляторов и коррекцию по частоте аналоговых сигналов. Цифровые входы сверены с их предыдущими значениями в течение половины периода. Следовательно, изменение состояния одного из входов должно поддерживаться по крайней мере половину периода прежде, чем оно регистрируется программным обеспечением управления и защиты.

Коррекция по частоте аналоговых входных сигналов достигается методом Фурье, который применяется к одному из входных сигналов, и работает, обнаруживая изменение фазы измеренного сигнала. Используется расчетное значение частоты, чтобы изменить дискретизацию, используемую модулем входов, для достижения постоянного уровня дискретизации 24 выборок в период. Значение частоты также сохраняется для использования задачей управления и защиты.

Когда задача защиты и управления перезапущена функцией выборок, она вычисляет члены ряда Фурье для аналоговых сигналов. Члены ряда Фурье рассчитаны, используя однопериодное дискретное преобразование Фурье (DFT) на 24 выборки. DFT всегда вычисляется, используя прошлый период выборок из буфера с 2 тактами, то есть, используются самые современные данные. DFT, используемое таким образом, извлекает основную составляющую промышленной частоты из сигнала и воспроизводит величину и фазовый угол основной гармоники в формате прямоугольных составляющих. DFT обеспечивает точное измерение компонента основной частоты, и эффективную фильтрацию гармонических частот и шума. Выполнение этого достигнуто в сочетании с входным блоком реле, который обеспечивает аппаратную фильтрацию паразитных сигналов для уменьшения частот выше половины дискретизации и коррекцию по частоте для поддержания дискретизации 24 выборок в период. Члены ряда Фурье входных сигналов тока и напряжения сохраняются в памяти так, чтобы к ним имели доступ все алгоритмы элементов защиты. Выборки из входного модуля также используются в необработанной форме осциллографом для регистрации формы волны и вычисления истинных действующих значений тока, напряжения и мощности для целей измерения.

3.4.3 Дифференциально-фазная защита –плата сопроцессора

Пожалуйста, обратитесь к разделу 2.2.

3.4.4 Программируемая логика схемы

Цель программируемой логики схемы (PSL) - позволить пользователю реле конфигурировать индивидуальную схему защиты, удовлетворяющую их собственному конкретному применению. Это достигается с помощью программируемых логических элементов и реле времени.

Вход к PSL - любая комбинация состояния цифровых входных сигналов от опто изоляторов на входной панели, выходов элементов защиты, например, запуски защиты и отключения, и выходов фиксированной логики схемы. Фиксированная логика схемы обеспечивает стандартные схемы защиты реле. PSL непосредственно состоит из программных логических элементов и таймеров. Логические элементы могут быть запрограммированы для выполнения ряда различных логических функций и могут охватывать любое число входов. Таймеры используются, чтобы создать программируемую выдержку времени, или/и, чтобы создать режим для логических выходов, например, создать импульс фиксированной продолжительности на выходе, независимо от длины импульса на входе. Выходы PSL - светодиоды на лицевой панели реле и выходные контакты сзади реле.

Выполнение PSL логики управляется событиями; логика обрабатывается всякий раз, когда изменяется любой из входов, например, в результате изменения одного цифрового входного сигнала или выходного реле отключения от элемента защиты. Также, обрабатывается только часть PSL логики, на которую воздействует конкретное изменение входа. Это сокращает время обработки, которое используется PSL. Программное обеспечение защиты и управления каждый раз обновляет реле времени логики и проверяет наличие изменений во входных сигналах PSL.

Эта система обеспечивает гибкость для пользователя, чтобы создать его собственный проект логики схемы. Однако, это также означает, что PSL может быть конфигурирована в очень сложную систему, и из-за этого уставки PSL реализуются при поддержке пакета ПК, MiCOM S1.

3.4.5 Записи событий и повреждений

Изменение в любом цифровом входном или выходном сигнале элемента защиты приводит к созданию записи события. Когда это случается, задача защиты и управления посылает сообщение задаче супервизора указать, что присутствует событие для обработки, и записывает данные события в быстрый буфер в ООЗУ, который управляется задачей супервизора. Когда задача супервизора принимает сообщение о событии или регистрации повреждения, она дает команду основному программному обеспечению создать соответствующий файл в ООЗУ с аварийным питанием от батареи. Операция регистрации записи в ООЗУ с аварийным питанием от батареи более медленная, чем буфер супервизоров. Это означает, что программное обеспечение защиты не приостанавливается, ожидая регистрации записи основным программным обеспечением. Однако, в редком случае, когда создано большое количество записей для регистрации за короткий промежуток времени, возможно, что некоторые будут потеряны, если буфер супервизоров заполнится прежде, чем основное программное обеспечение создаст файл в ООЗУ с аварийным питанием от батареи. Если это произошло, тогда регистрируется событие, чтобы указать эту потерю информации.

3.4.6 Осциллограф

Осциллограф работает как отдельная задача управления и защиты. Он может делать запись формы волны для 8 аналоговых каналов и значений 32 дискретных сигналов. Время регистрации выбирается пользователем до максимум 10 секунд. Осциллограф снабжается данными задачи защиты и управления один раз за период. Осциллограф

представляет данные, которые он получает на осциллограмме требуемой длины. Он пытается ограничить требования к пространству памяти, сохраняя аналоговую информацию в сжатом формате всякий раз, когда возможно. Это выполняется путем обнаружения изменения в аналоговых входных сигналах и сжатием записи формы волны, когда она находится в установившемся режиме. Сжатые осциллограммы могут быть декомпрессированы MiCOM S1, которая может также сохранять данные в формате COMTRADE, таким образом, позволяя использование других пакетов для просмотра зарегистрированных данных.

4 САМОПРОВЕРКА И ДИАГНОСТИКА

Реле включает множество функций самоконтроля, чтобы проверить действие аппаратных средств и программного обеспечения, когда они в работе. Они включены так, чтобы, если возникнет ошибка или неисправность в аппаратных средствах или программном обеспечении реле, реле было способно обнаружить и указать проблему и попытаться устранить ее, выполняя перезагрузку. Это приводит к выведению реле из работы на короткий промежуток времени, которое указывается погасанием светодиода 'Исправно' на передней панели реле и срабатыванием контрольного контакта сзади реле. Если перезагрузка будет не в состоянии устранить проблему, то реле выведет себя из работы. Это снова будет обозначено контактом контроля исправности и светодиодом.

Если проблема обнаружена функциями самоконтроля, реле попытается сохранить эксплуатационное сообщение в ООЗУ с аварийным питанием от батареи, чтобы уведомить пользователя о характере проблемы.

Самоконтроль реализован в двух стадиях: во-первых, полная диагностическая проверка, которая выполняется, когда реле загружается, например, при включении питания, и, во-вторых, непрерывная работа самопроверки, которая проверяет выполнение критических функций реле, пока оно в работе.

4.1 Самоконтроль запуска

Самоконтроль, который выполняется при включении реле, занимает несколько секунд, в течение которых защита не работает.

На это указывает светодиод 'Исправно' на передней стороне реле, который загорится, когда реле пройдет все испытания и начнет работать. Если проверка обнаружит проблему, реле останется выведенным из эксплуатации, пока вручную не будет введено в рабочее состояние.

Действия, которые выполняются при запуске, следующие:

4.1.1 Загрузка системы

Целостность флэш-памяти ЭП ПЗУ проверяется использованием контрольной суммы прежде, чем программный код и данные, сохраненные в ней, будут скопированы в ООЗУ для обработки процессором. Когда копия сделана, тогда данные, содержащиеся в ООЗУ, сравниваются с данными во флэш-памяти ЭП ПЗУ, чтобы гарантировать, что они одинаковы, и что никакие ошибки не произошли в передаче данных из флэш-памяти ЭП ПЗУ в ООЗУ. Тогда вызывается точка ввода программного кода в ООЗУ, который является кодом запуска реле.

4.1.2 Запуск программного обеспечения

Процесс инициации включает действия запуска регистраций и прерываний процессора, пуск таймеров реле контроля исправности (используемых аппаратными средствами, чтобы определить, выполняется ли еще программное обеспечение), запуск операционной системы в режиме реального времени и создание и запуск задачи супервизора. В процессе инициации реле проверяет:

- состояние батареи;
- целостность ООЗУ с аварийным питанием от батареи, которое используется для сохранения записей событий и повреждений и осциллограмм;
- уровень напряжения дополнительного внутреннего источника напряжения, который используется для питания опто изолированных входов;
- действие контроллера ЖКД;
- срабатывание реле контроля исправности.

При завершении программы инициации задача супервизора начинает процесс запуска основного программного обеспечения. Проверка, выполняемая в процессе запуска сопроцессора, включает:

- проверку наличия и верного сообщения от сопроцессора;
- проверку ООЗУ на плате сопроцессора по тестовому шаблону бит перед передачей кода сопроцессора из флэш-памяти ЭП ПЗУ;
- проверку обнаружения правильного числа дифференциальных каналов связи.

Любая из этих проверок, обнаружившая ошибку, приводит к тому, что плата сопроцессора выводится из работы, и можно полагаться только на другие функции защиты, обеспечиваемые платой основного процессора.

4.1.3 Запуск и контроль основного программного обеспечения

При запуске основного программного обеспечения реле проверяет целостность данных, содержащихся в ЭП ПЗУ с помощью контрольной суммы, работы часов реального времени, и панели IRIG-B, если она установлена. Завершающая выполняемая проверка касается ввода и вывода данных; проверки присутствия и исправности входной панели и проверки системы сбора аналоговых данных путем осуществления выборки соответствующего напряжения.

При успешном завершении всех этих испытаний реле вводится в действие, и защита начинает работу.

4.2 Непрерывный самоконтроль

Когда реле находится в работе, оно непрерывно проверяет действие критических частей аппаратных средств и программного обеспечения. Проверка выполняется программным обеспечением обслуживания системы (см. раздел о программном обеспечении реле ранее в этой главе), и результаты сообщаются основному программному обеспечению. Функции, которые проверяются, следующие:

- флэш-память ЭП ПЗУ, содержащая весь программный код и текст языка, проверяются контрольной суммой;
- код и постоянные данные, содержащиеся в ООЗУ, проверяются по соответствующим данным во флэш-памяти ЭП ПЗУ, чтобы проверить нарушение целостности данных;
- ООЗУ, содержащее все данные, кроме кода и постоянных данных, проверяется контрольной суммой;
- ЭП ПЗУ, содержащие значения уставок проверяется контрольной суммой;
- состояние батареи;
- уровень напряжения внутреннего источника питания;
- целостность данных входов/выходов цифрового сигнала из опто изолированных входов и контактов реле проверяются каждый раз функцией сбора данных. Работа системы сбора аналоговых данных непрерывно проверяется функцией сбора данных посредством выборки соответствующих напряжений;
- работа платы сопроцессора, включая реакцию платы на изменение уставок, неправильные полученные данные, неисправность канала связи и общего реле контроля исправности для отражения непрерывной работы ПО на плате;
- работа панели IRIG-B, если она установлена, проверяется программным обеспечением, которое читает время и дату на плате.

В маловероятном случае, когда одна из проверок обнаруживает ошибку в подсистемах реле, это сообщается основному программному обеспечению, и оно попытается записать эксплуатационное сообщение в ООЗУ с питанием от батареи. Если проблема с состоянием батареи или панелью IRIG-B, то реле продолжит работу. Однако, если проблемы обнаружены в любой другой области, реле инициирует отключение и перезагрузку. Это приведет к периоду до 5 секунд, когда защита не работает, но полный перезапуск реле, включая все инициализации, должен устранить большинство проблем, которые могут возникнуть. Как описано выше, неотъемлемая часть процедуры запуска - полная диагностическая самопроверка. Если она обнаруживает ту же самую проблему, которая заставила реле перезапуститься, то есть, перезапуск не устранил проблему, то реле выведет себя из эксплуатации. Это указывается погасанием светодиода 'Исправно' на передней панели реле и срабатыванием контакта контроля исправности.