

МiCOM P141, P142, P143, P144 & P145

СТРУКТУРА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ

FD

Дата:

Суффикс аппаратного обеспечения: J

Версия программного обеспечения: 35

Схемы подключения: 10P141/2/3/4/5xx (xx = 01 - 07)

СОДЕРЖАНИЕ

(FD) 9-

1.	СТРУКТУРА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ	4
1.1	Обзор системы устройства защиты	4
1.1.1	Обзор аппаратного обеспечения	4
1.1.1.1	Процессорная плата	4
1.1.1.2	Согласующий модуль	4
1.1.1.3	Модуль питания	4
1.1.1.4	Плата IRIG-B	4
1.1.1.5	Вторая плата интерфейсов обмена данными	4
1.1.1.6	Ethernet-плата	4
1.1.2	Обзор программного обеспечения	5
1.1.2.1	Операционная система реального времени	5
1.1.2.2	Служебное программное обеспечение	7
1.1.2.3	Базовое программное обеспечение	7
1.1.2.4	Программное обеспечение функций защиты и управления	7
1.1.2.5	Регистратор событий	7
1.2	Модули аппаратного обеспечения	7
1.2.1	Процессорная плата	7
1.2.2	Внутренние шины обмена данными	8
1.2.3	Согласующий модуль	8
1.2.3.1	Плата трансформаторов	8
1.2.3.2	Плата входов	8
1.2.3.3	Универсальные дискретные входы	9
1.2.4	Модуль питания	10
1.2.4.1	Плата модуля питания (включая интерфейс EIA(RS)485)	10
1.2.4.2	Плата выходных реле	11
1.2.4.3	Плата выходных реле с контактами, обладающими высокой отключающей способностью	11
1.2.4.4	Плата входных / выходных реле (4 + 4)	12
1.2.4.5	Плата IRIG-B	12
1.2.4.6	Вторая плата интерфейсов обмена данными	12

FD

(FD) 9-2

MiCOM P141, P142, P143, P144 & P145

1.2.5	Ethernet-плата	13
1.2.6	Корпус устройства	14
1.3	Программное обеспечение устройства защиты	14
1.3.1	Операционная система реального времени	15
1.3.2	Служебное ПО	15
1.3.3	Базовое ПО	15
1.3.3.1	Регистрация данных	16
1.3.3.2	База данных настроек	16
1.3.3.3	Интерфейс базы данных	16
1.3.4	Программное обеспечение функций защиты и управления	16
1.3.4.1	Обзор – планирование задач функций защиты и управления	16
1.3.4.2	Обработка сигналов	17
1.3.4.3	Алгоритм фильтрации Фурье	17
1.3.4.4	Свободно-программируемая логика	18
1.3.4.5	Функциональные клавиши	18
1.3.4.6	Регистрация событий	18
1.3.4.7	Функция регистрации осциллограмм	18
1.3.4.8	Функция определения места повреждения	19
1.4	Определение места повреждения	19
1.4.1	Основные положения по КЗ на землю	19
1.4.2	Получение данных и обработка данных буфера	19
1.4.3	Выбор поврежденной фазы	20
1.4.4	Вычисление расстояния до места повреждения	20
1.4.4.1	Получение векторов	20
1.4.4.2	Определение расстояния до места повреждения	20
1.5	Самотестирование и диагностика	22
1.5.1	Самодиагностика при запуске устройства	22
1.5.1.1	Загрузка системы	22
1.5.1.2	Программное обеспечение инициализации	22
1.5.1.3	Инициализация базового программного обеспечения	23
1.5.2	Непрерывный самоконтроль	23

РИСУНКИ

Рис. 1:	Модули устройства защиты и процессы обмена данными	6
Рис. 2:	Основная плата входов	9
Рис. 3:	Срабатывание контактов с высокой отключающей способностью	12
Рис. 4:	Вторая плата интерфейсов обмена данными (на задней панели устройства)	13
Рис. 5:	Структура программного обеспечения устройства защиты	15
Рис. 6:	Амплитудно-частотная характеристика	17
Рис. 7:	Схема замещения с двумя источниками питания	19
Рис. 8:	Определение места повреждения	21

1. СТРУКТУРА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ

1.1 Обзор системы устройства защиты

1.1.1 Обзор аппаратного обеспечения

Аппаратное обеспечение устройства защиты построено на модульной структуре. Таким образом, устройство защиты состоит из нескольких модулей, которые являются стандартными. Наличие некоторых модулей является обязательным, оснащение другими – опционально, в зависимости от требований, выдвигаемых пользователем.

Далее приведено перечисление модулей, которые могут быть установлены в устройстве защиты:

1.1.1.1 Процессорная плата

Процессорная плата ответственна за выполнения всех вычислительных операций и за управление другими модулями устройства защиты. Процессорная плата также включает в себя и осуществляет управление пользовательскими интерфейсами (дисплей, светодиоды, клавиатуру, функциональные клавиши и интерфейсы обмена данными).

1.1.1.2 Согласующий модуль

Согласующий модуль преобразует информацию, содержащуюся в аналоговых и дискретных сигналах, в формат, подходящий для обработки процессорной платой. Стандартный согласующий модуль состоит из двух плат: платы трансформаторов, предназначенной для обеспечения электрической изоляции, и основной платы, обеспечивающей аналогово-цифровое преобразование и включающей в себя изолированные дискретные входы.

1.1.1.3 Модуль питания

Модуль питания обеспечивает питание всех других модулей устройства защиты на трех различных уровнях напряжения. Модуль питания также обеспечивает электрическое соединение EIA(RS)485 для порта обмена данными задней панели устройства. На второй плате модуль питания содержит выходные реле.

Модуль питания также предоставляет сигнал 48 В (напряжение возбуждения) для управления дискретными входами (также для управления дискретными входами может быть использовано напряжение сети постоянного тока подстанции).

1.1.1.4 Плата IRIG-B

Данная плата является опциональной и может быть использована там, где сигнал IRIG-B доступен для обеспечения синхронизации времени устройства защиты. На этой плате также может быть предусмотрен оптический порт для использования с Courier, MODBUS, DNP3.0 и МЭК 60870-5-103.

1.1.1.5 Вторая плата интерфейсов обмена данными

Опциональный порт на задней панели предназначен для обеспечения модемного доступа к устройству защиты инженерам релейной защиты и операторам, когда основной порт зарезервирован для SCADA. Обмен данными может осуществляться через три физических канала; K-Bus, EIA(RS)485 или EIA(RS)232. Порт поддерживает полноценное местное и удаленное управление устройством защиты при использовании ПО MiCOM S1. Второй порт задней панели также доступен с установленным входом IRIG-B.

1.1.1.6 Ethernet-плата

Наличие данной платы для устройств, использующих протокол МЭК 61850, является обязательным. Соединение может обеспечиваться как по медным проводам, так и по оптическим линиям связи на скоростях 10 Мб/с (только медные провода) или 100 Мб/с. Также на этой плате возможна установка порта IRIG-B. Данная плата, плата IRIG-B,

упомянутая в разделе 1.1.14, и вторая плата интерфейсов обмена данными, упомянутая в разделе 1.1.15, являются взаимоисключающими, поскольку они все ни используют слот А устройства защиты.

Все модули соединяются при помощи шин параллельных данных и адресной шины, что позволяет процессорной плате отправлять и получать информацию тому или иному модулю. Также имеется отдельная последовательная шина данных для передачи мгновенных значений величин (выборки) процессору. На рис. 1 представлены модули устройства защиты и процессы обмена данными между ними.

1.1.2 Обзор программного обеспечения

Программное обеспечение устройства защиты может концептуально быть разделено на четыре части: операционная система реального времени, служебное ПО, базовое ПО и ПО функций защиты и управления. Для пользователя данные четыре элемента единой структуры не различимы и все они обрабатываются единой процессорной платой. Разделение на четыре части приведено здесь для простоты выполнения пояснений и облегчения понимания:

1.1.2.1 Операционная система реального времени

Операционная система реального времени необходимо для обеспечения условий совместной работы различных элементов ПО. Здесь необходимо выделить две основные задачи операционной системы реального времени.

Операционная система реального времени ответственна за планирование обработки таких задач таким образом, чтобы они выполнялись в необходимый момент времени и в требуемом порядке. Операционная система также ответственна за процесс обмена данными между различными задачами в виде сообщений.

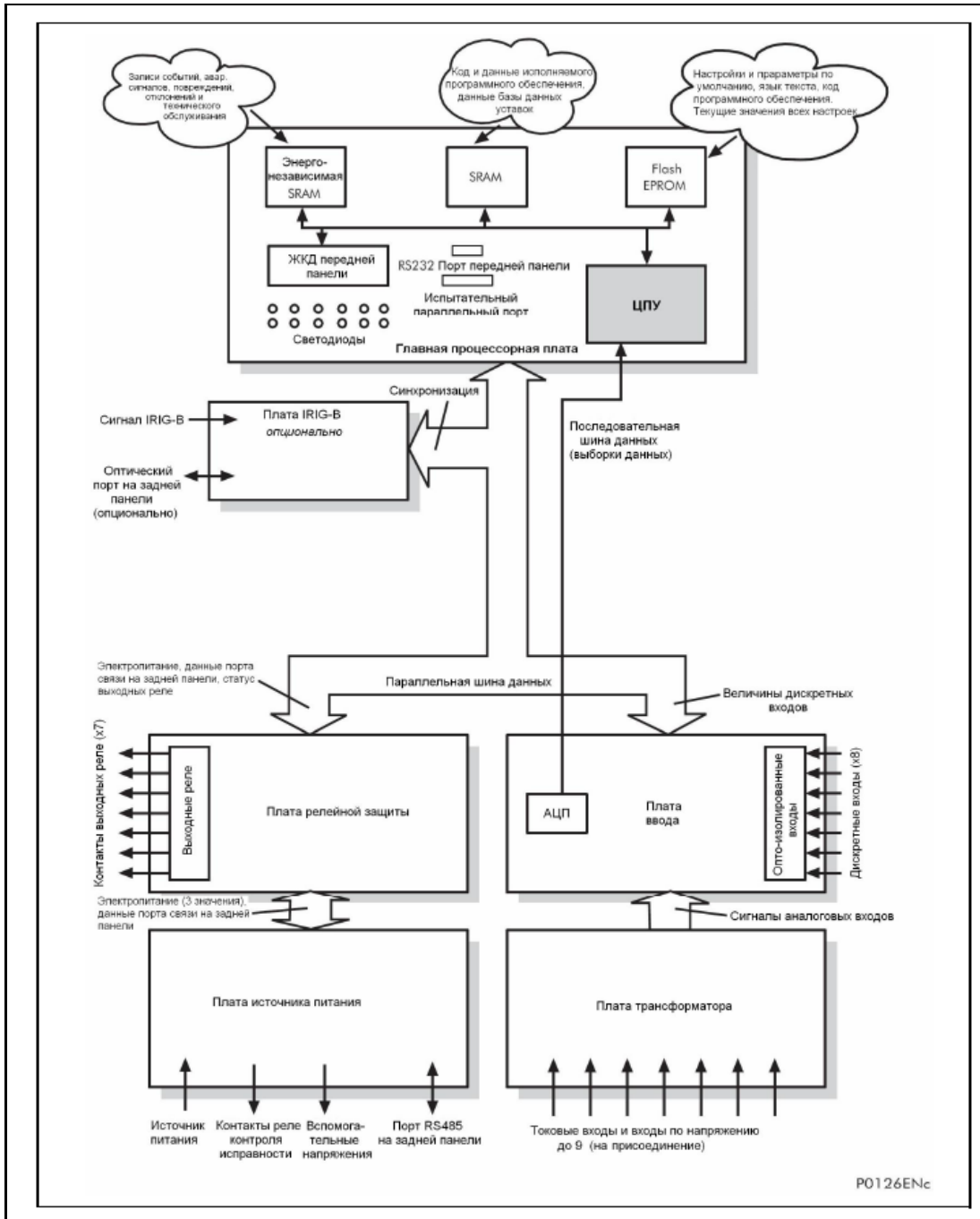


Рис. 1: Модули устройства защиты и процессы обмена данными

FD

1.1.2.2 Служебное программное обеспечение

Служебное ПО обеспечивает управление аппаратным обеспечением устройства. Например, служебное ПО управляет загрузкой ПО устройства защиты из флэш-памяти EPROM при наличии питания. Также обеспечивает набор драйверов для пользовательского интерфейса (дисплей и клавиатура, последовательные порты обмена данными). Служебное ПО обеспечивает связь между операциями управления аппаратным обеспечением устройства и остальным ПО.

1.1.2.3 Базовое программное обеспечение

Базовое ПО ответственно за управление настройками устройства защиты, пользовательскими интерфейсами и регистрацией событий, сигнализаций. Все настройки устройства защиты хранятся в базе данных, совместимой с коммуникациями Courier. Для всех других устройств (интерфейс клавиатуры лицевой панели устройства и светодиодов, MODBUS, МЭК 60870-5-103, DNP3.0 и МЭК 61850) базовое ПО преобразует информацию из базы данных в требуемый формат. Базовое ПО извещает ПО функций защиты и управления об изменении настроек и выполняет регистрацию данных.

1.1.2.4 Программное обеспечение функций защиты и управления

Программное обеспечение функций защиты и управления производит вычислительные операции согласно алгоритмам защит. Также данное ПО обеспечивает выполнение алгоритмов фильтрации (алгоритм Фурье) и других вспомогательных задач (например, измерений). Программное обеспечение функций защиты и управления взаимодействует с базовым ПО для изменения уставок и регистрации данных, а также со служебным ПО - для получения мгновенных значений (выборок) и доступа к выходным реле и дискретным входам.

1.1.2.5 Регистратор событий

Аналоговые и логические сигналы направляются ПО функций защиты и управления ПО регистратора событий. Базовое ПО взаимодействует с регистратором событий для обеспечения возможности извлечения сохраненных осциллограмм.

1.2 Модули аппаратного обеспечения

Устройство защиты имеет модульную структуру, где каждый модуль выполняет отдельную функцию. В данном разделе описаны принципы работы отдельных модулей аппаратного обеспечения.

1.2.1 Процессорная плата

Устройство построено на базе 32 битного сигнального процессора TMS320VC33 (с плавающей точкой). Данный процессор выполняет все вычислительные операции, включая функции защиты, управление обменом данными и пользовательскими интерфейсами (работой дисплея устройства, работой клавиатуры и светодиодов).

Процессорная плата расположена непосредственно за лицевой панелью устройства защиты, которая, в свою очередь, позволяет выполнять установку дисплея, функциональных клавиш и светодиодов на процессорную плату наряду с портами обмена данными лицевой панели. Таковыми портами являются: 9 контактный разъем типа D для EIA(RS)232 (последовательный обмен данными при использовании ПО MiCOM S1) и 25 контактный разъем типа D тестирования устройства защиты (для параллельного обмена данными).

Память, предоставляемая на основной процессорной плате, подразделяется на две категории: энергозависимая память и энергонезависимая память. Энергозависимой памятью является быстродействующая статическая ОЗУ (SRAM), которая используется для хранения и работы процессорного ПО, а также для хранения данных, необходимых при выполнении процессором вычислительных операций. Энергонезависимая память подразделяется на две группы: 4 Мб флэш-памяти для хранения кода программного обеспечения, настоящих значений уставок, текста, данных конфигурирования, зафиксированных сигналов (от дискретных входов, функциональных клавиш, све-

диодов, выходных реле) и 4 Мб быстродействующей ОЗУ с резервным питанием, предназначенной для хранения данных о повреждениях, событиях.

1.2.2 Внутренние шины обмена данными

Устройство защиты обладает двумя внутренними шинами обмена данных между различными модулями. Основная шина является параллельной (часть 64 жильного шлейфа). Шлейф передает сигналы данных и адреса (помимо сигналов управления и питания). Работа шины управляется основным процессором, который является ведущим элементом в то время, как все остальные модули устройства являются ведомыми.

Вторая шина является последовательной и используется исключительно для передачи выборок аналогового сигнала на процессорную плату. Сигнальный процессор обладает встроенным последовательным портом, который используется для считывания мгновенных значений с последовательной шины. Последовательная шин также представляет из себя 64 жильный шлейф.

1.2.3 Согласующий модуль

Согласующий модуль обеспечивает интерфейс между процессорной платой устройства защиты и аналоговыми и дискретными сигналами, поступающими в устройство защиты. Согласующий модуль состоит из двух печатных плат: основной платы входов и платы трансформаторов. Устройство защиты также обладает одним дополнительным входом по напряжению для реализации функции проверки синхронизма.

1.2.3.1 Плата трансформаторов

Плата трансформаторов содержит до четырех трансформаторов напряжения (ТН) и до пяти трансформаторов тока (ТТ). Токовые входы рассчитаны на номинальный ток 1 А или 5 А, а входы по напряжению – на напряжение 110 В или 440 В (определяется при заказе). Трансформаторы используются для понижения токов и напряжений до соответствующего уровня (для обеспечения допустимости их дальнейшей обработки), а также для обеспечения эффективной изоляции между устройством защиты и энергосистемой.

1.2.3.2 Плата входов

Основная плата входов представлена в виде блочной диаграммы на рис. 2. Плата обеспечивает прием дискретных сигналов и аналогово-цифровое преобразование для аналоговых сигналов. Плата получает дифференциальные аналоговые сигналы от ТТ и ТН платы трансформаторов, производит выборку значений и осуществляет передачу выборок на процессорную плату через последовательную шину данных. На плате входов аналоговые сигналы пропускаются через сглаживающий фильтр. Аналогово-цифровой преобразователь обеспечивает 16-битную разрядность. Дискретные входные сигналы оптически изолированы на данной плате, что необходимо для предотвращения повреждения внутренних цепей устройства.

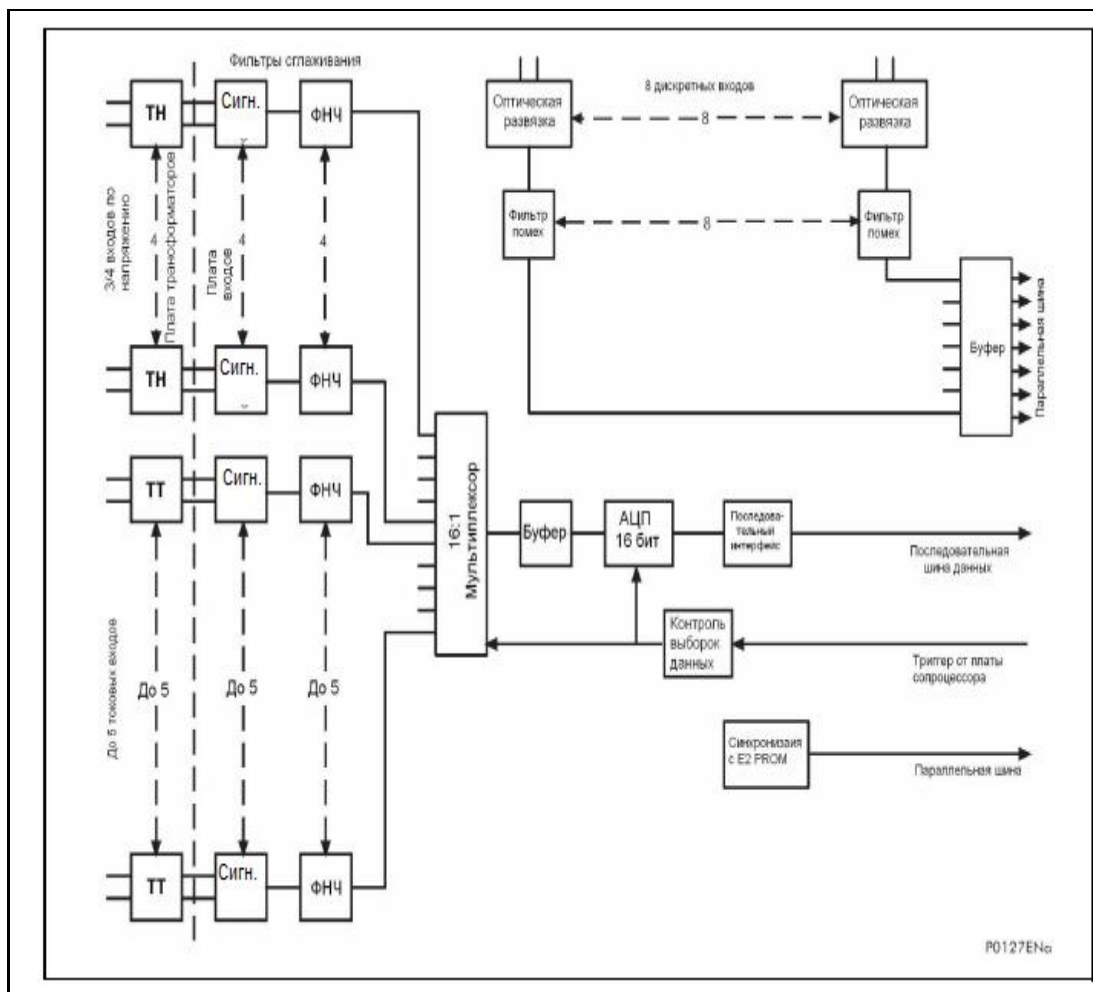


Рис. 2: Основная плата входов

Устройство уплотнения каналов обеспечивает работу с 16 каналами аналоговых сигналов. Устройство P14x обладает 5 токовыми входами и 4 входами по напряжению. 3 свободных канала используются для выборки 3 различных опорных напряжений для обеспечения непрерывной проверки исправности мультиплексора и точности АЦП. Частота дискретизации поддерживается равной 24 выборкам в период цепи, которая управляется функцией отслеживания частоты основной процессорной платы. Калибровка E²PROM заключается в калибровке коэффициентов, которые используются процессорной платой для коррекции погрешностей по амплитуде и по фазе, обусловленных погрешностями трансформаторов.

Другой функцией платы входов является считывание состояний сигналов на дискретных входах и предоставление полученных данных параллельной шине данных для дальнейшей обработки. Плата содержит 8 оптронов для передачи до 8 входных дискретных сигналов. Оптоны используются при обработке дискретных сигналов с той же целью, что и трансформаторы для аналоговых сигналов – для обеспечения изоляции внутренних цепей устройства защиты от внешних воздействий энергосистемы. Плата входов обеспечивает аппаратную фильтрацию для исключения помех перед записыванием сигналов в буфер.

1.2.3.3 Универсальные дискретные входы

Устройство защиты P14x оснащено универсальными дискретными входами, которые могут быть настроены под напряжение той сети, частью которой они являются. Настройка входов производится заданием характеристики срабатывания / возврата (стандартная характеристика срабатывания-возврата: 60% - 80% от значения напряжения сети; опционально конфигурируемая характеристика срабатывания-возврата: 50% - 70% от значения напряжения сети). Указанное означает, что на входе появляется логическая единица при подаче напряжения $\geq 80\%$ или 70% от установленного меньшего номинального напряжения, логический ноль – при подаче напряжения

≤60%или 50% от установленного большего номинального напряжения. Меньший порог срабатывания исключает срабатывания дискретных входов при возникновении замыкания на землю в сети постоянного тока, когда на входе может присутствовать напряжения до 50% от номинала. Каждый вход также оснащен конфигурируемым полупериодным фильтром, который исключает влияние помех. Хотя использование данного фильтра обеспечивает хорошие результаты, срабатывание может достаточно медленным (что не допустимо при получении сигналов телеотключения и резервного отключения). Большого быстродействия можно достичь отключив полупериодный фильтр. В этом случае необходимо предусмотреть использование одного из описанных далее способов отстройки от помех. Первым способом является использование двухполярного сигнала, вторым – использование экранированного витого кабеля.

В меню Opto Config. (Конфигурирование дискретных входов) может быть определено номинальное напряжение батареи для всех дискретных входов выбором одного из стандартных значений (значение Global Nominal V (глобальная уставка по номинальному напряжению)). Если выбрано значение Custom (Индивидуальная настройка), тогда для каждого дискретного входа может быть определено номинальное значение напряжения.

В зависимости от модификации, устройство P14x может быть оснащено до 3 платами дискретных входов (что позволит увеличить число дискретных входов до 32).

Текст меню	По умолчанию	Диапазон значений		Дискретность
		Мин.	Макс.	
OPTO CONFIG (Конфигурирование дискретных входов)				
Global Nominal V (глобальная уставка по номинальному напряжению)	24-27	24 - 27, 30 - 34, 48 - 54, 110 - 125, 220 - 250, Custom (Индивидуальная настройка)		
Opto Input 1 (Дискретный вход 1)	24-27	24 - 27, 30 - 34, 48 - 54, 110 - 125, 220 - 250		
Opto Input 2-32 (Дискретный вход 2-32)	24-27	24 - 27, 30 - 34, 48 - 54, 110 - 125, 220 - 250		
УПРАВ ОПТО ФИЛЬТ (Управление фильтром)	111111111111			
Характеристика	Стандартная 60% - 80%	Стандартная 60% - 80%, 50% - 70%		

Хотя использование данного фильтра обеспечивает хорошие результаты, срабатывание может достаточно медленным (что не допустимо при получении сигналов телеотключения и резервного отключения).

Для устройства защиты присоединения P14x условия срабатывания проверяются дважды в период (через каждые 12 выборок при частоте дискретизации 24 выборки за период промышленной частоты). Тем самым, момент выполнения регистрации изменения состояния будет зависеть от того, когда происходит изменение состояния дискретного входа: в начале или в конце цикла проверки условий срабатывания.

1.2.4 Модуль питания

Модуль питания состоит из двух печатных плат, одной – для самого модуля питания, другой - для выходных реле устройства. Модуль питания также включает в себя аппаратное обеспечение для порта обмена данными задней панели устройства, который обеспечивает интерфейс EIA(RS)485.

1.2.4.1 Плата модуля питания (включая интерфейс EIA(RS)485)

В устройстве защиты может быть установлена одна из трех плат различной конфигурации. Конфигурация платы модуля питания определяется при заказе устройства и зависит от вида напряжения питания, которое будет подведено к устройству. Три возможных варианта отображены в таблице 1:

Диапазон номинального напряжения постоянного тока	Диапазон номинального напряжения переменного тока
24/54 В	Только напряжение постоянного тока
48/125 В	30/100 В (действующее значение)
110/250 В	100/240 В (действующее значение)

Таблица 1: Допустимые напряжения питания

Плата модуля питания обеспечивает питание всех других модулей устройства защиты. Три уровня напряжения используются в устройстве защиты: 5.1 В – для всех цепей дискретных сигналов, $\pm 16V$ – для аналоговых элементов (например, на плате входов), 22 В – для управления катушками выходных реле. Все напряжения питания подводятся через 64 жильный шлейф. Плата питания обеспечивает еще одно дополнительное напряжение – напряжение 48 В. Оно подводится к клеммам задней панели устройства, поэтому оно может быть использовано для управления дискретными входами устройства.

Двумя другими функциями, выполняемыми платой питания, является обеспечение интерфейса EIA(RS)485 и контактов готовности устройства защиты. Интерфейс EIA(RS)485 используется с портом данных задней панели устройства для обеспечения обмена данными через протоколы Courier, MODBUS, МЭК 60870-5-103 или DNP3.0. Аппаратное обеспечение EIA(RS)485 поддерживает полудуплексный режим обмена данными и обеспечивает оптическую изоляцию передаваемых и получаемых данных.

Также обеспечиваются два контакта готовности устройства защиты: один – нормально-разомкнутый, один – нормально-замкнутый. Указанные контакты необходимы для сигнализации о том, что устройство защиты находится в исправном состоянии.

Плата питания также обеспечивает ограничение намагничивающего тока. При включении производится ограничение тока до 10 А.

1.2.4.2 Плата выходных реле

Плата выходных реле оснащена 8 реле, шесть из которых – с нормально разомкнутыми контактами, 2 реле – с переключающими контактами. Реле питаются внутренним напряжением 22 В. Информация о состоянии реле считывается с использованием параллельной шины данных.

В зависимости от модификации, устройство защиты P145 может быть оснащено максимум тремя платами выходных реле (с общим числом выходных реле равным 32).

1.2.4.3 Плата выходных реле с контактами, обладающими высокой отключающей способностью

Для устройств защиты P142/4 доступна одна плата выходных реле с контактами, обладающими высокой отключающей способностью и она включает в себя четыре нормально-разомкнутых контакта. Для устройств защиты P143/5 доступна одна или двух плат (опционально).

На данной плате в параллель с контактами выходных реле включены полупроводниковые элементы MOSFET (SSD). На полупроводниковом элементе установлен варистор для обеспечения защиты при выполнении отключения индуктивных нагрузок, поскольку запасенная энергия в индуктивном элементе обуславливает повышение напряжения. Данное повышение напряжения может стать причиной повреждения элементов MOSFET.

При поступлении команды управления срабатывание реле происходит в то же время, что и полупроводниковый элемент. Контакт миниатюрного реле замыкается за 3.5 мс и используется для проведения продолжительного нагрузочного тока. Полупроводниковый элемент срабатывает за менее чем 0.2 мс и отключается через 7.5 мс. При исчезновении сигнала управления полупроводниковый элемент вновь включается на 7.5 мс. Возврат миниатюрного реле производится через 3.5 мс – до отключения полупроводникового элемента. Тем самым, именно полупроводниковый элемент используется для прерывания тока. Полупроводниковый элемент поглощает энергию при выполне-

нии отключения индуктивной нагрузки и также производится ограничение уровня напряжений. Данная схема применима только в сетях постоянного тока. Поскольку срабатывание полупроводникового элемента происходит достаточно быстро (<0.2 мс), указанные контакты с высокой отключающей способностью также имеют преимущество будучи быстродействующими.

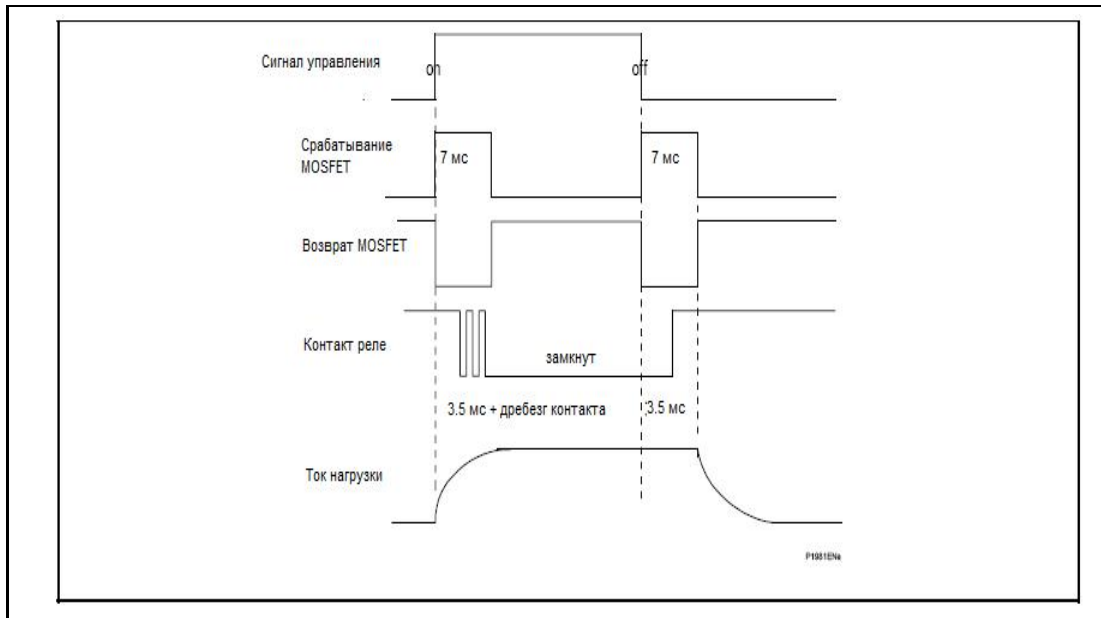


Рис. 3: Срабатывание контактов с высокой отключающей способностью

1.2.4.4 Плата входных / выходных реле (4 + 4)

Плата входных / выходных реле содержит четыре изолированных дискретных входа и четыре выходных реле, два из которых – с нормально-разомкнутыми контактами, два реле – с переключающими контактами. Питание выходных реле осуществляется внутренним напряжением 22 В. Информация о состоянии реле считывается с использованием параллельной шины данных.

Плата используется с модификацией В устройства защиты P145, которое оснащено 12 дискретными входами и 12 выходными контактами.

1.2.4.5 Плата IRIG-B

Плата IRIG-B является другим дополнительной опцией заказа. Плата устанавливается в устройство защиты для обеспечения его точной привязки по времени. Возможно использование модулированного и демодулированного сигнала (в зависимости от требований). Сигнал IRIG-B подводится к плате через разъем BNC, расположенный на задней панели устройства. Сигнал времени предназначен для синхронизации внутренних часов устройства защиты с точностью 1 мс (модулированный сигнал). Тогда внутренние часы устройства защиты могут быть использованы для присваивания метки времени событиям, зарегистрированным данным.

Плата IRIG-B также может быть заказана с оптическим приёмником / передатчиком, который может быть использован вместо порта задней панели устройства (EIA(RS)485 (Courier, MODBUS, DNP3.0 и МЭК 60870-5-103)).

1.2.4.6 Вторая плата интерфейсов обмена данными

Для устройств защиты, использующих протоколы Courier, MODBUS, МЭК 60870-5-103 или DNP3.0 на первом порту обмена данными, возможен заказ второго порта, который будет работать с языком Courier. При этом возможно использование одного из трех физических каналов связи: витой пары K-Bus (не чувствительный к полярности), витой пары EIA(RS)485 (чувствительный к полярности) или EIA(RS)232.

Вторая плата интерфейсов обмена данными и плата IRIG-B являются взаимоисключающими, поскольку обе они используют один и тот же слот. По этой причине доступны две версии платы интерфейсов обмена данными: одна с входом IRIG-B, другая – без последнего. Задний порт InterMiCOM расположен на заднем разъеме SK5 (соответствует стандарту EIA232). Схема размещения портов на второй плате интерфейсов обмена данными представлена на рис. 4.

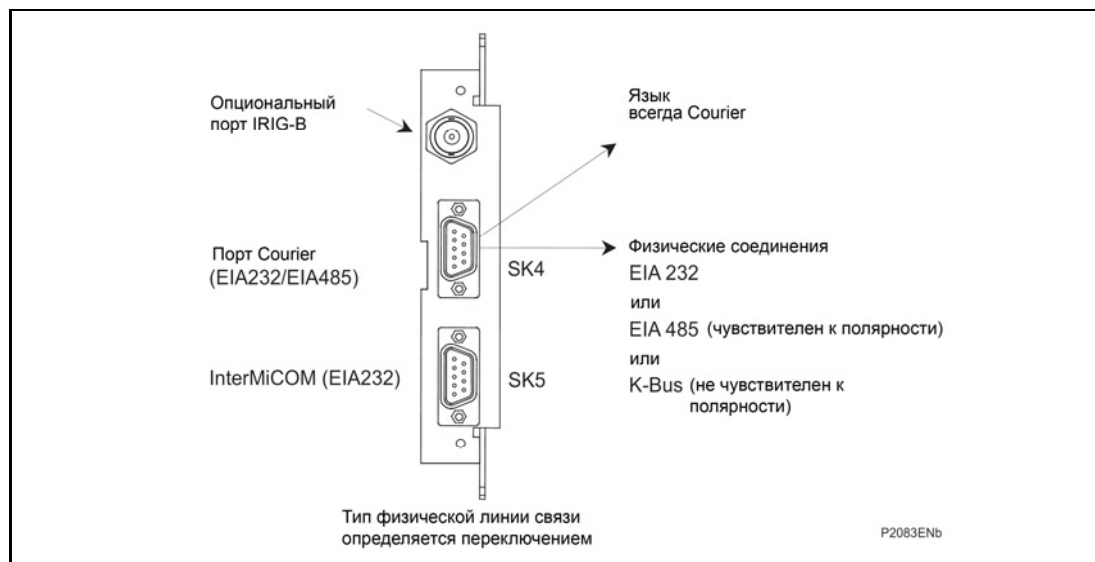


Рис. 4: Вторая плата интерфейсов обмена данными (на задней панели устройства)

1.2.5 Ethernet-плата

Ethernet-плата (ZN0049) имеет 3 исполнения, которые поддерживают реализацию МЭК 61850:

- Оптоволоконно 100 Мбит/с + медный провод 10/100 Мбит/с
- Оптоволоконно 100 Мбит/с + медный провод 10/100 Мбит/с + модулированный IRIG-B
- Оптоволоконно 100 Мбит/с + медный провод 10/100 Мбит/с + немодулированный IRIG-B

Данная плата устанавливается в слот А устройство защиты, который является опциональным слотом обмена данных. Каждая Ethernet-плата обладает уникальным MAC-адресом, используемым в процессе выполнения обмен данными. Данный адрес печатается на задней стороне платы, рядом с разъемами Ethernet.

Оптические порты 100 Мбит/с используют разъемы типа ST®. Подходит использование оптоволоконна 1300 нм.

Порты, к которым осуществляется подключение медных проводов, используют разъемы типа RJ45. При реализации медных соединений важно использование экранированной витой пары для обеспечения защиты от электромагнитных помех. Разъем RJ45 на каждом конце кабеля должен быть экранирован и экран кабеля должен быть соединен с экраном разъема RJ45 (таким образом, экран оказывается заземленным – подключение к корпусу устройства защиты). Как кабель, так и разъем RJ45 на каждом конце кабеля должны иметь категорию 5 согласно стандарту МЭК 61850. Рекомендуемая максимальная длина медного кабеля (Ethernet) составляет 3 метра (в одном шкафу).

При использовании обмена данными по МЭК 61850 через Ethernet-плату для использования также одновременно доступны порты задней панели устройства EIA(RS)485 и лицевой панели устройства EIA(RS)232 (протокол Courier).

1.2.6 Корпус устройства

Корпус устройства изготовлен из предварительно обработанной стали с проводящим алюминиевым и цинковым покрытием, что обеспечивает хорошее заземление во всех точках. При этом обеспечивается низкое сопротивление по контуру к земле, что необходимо для устойчивого функционирования защиты при присутствии внешних помех. Платы и модули заземляются в нескольких точках для улучшения устойчивости к внешним помехам и минимизации влияния помех по внутренним цепям. На платах используются заземленные экраны, а пружинные защелки используются для заземления металлических частей модулей.

Блоки клемм (для суровых условий окружающей среды) используются для обеспечения возможности подключения токовых цепей и цепей напряжения к устройству защиты. Блоки клемм (стандартное исполнение для нормальных условий) используются для обеспечения возможности подключения цепей дискретных сигналов, контактов выходных реле, цепей питания. Разъем BNC предназначен для подключения сигнала IRIG-B. 9-контактные и 25-контактные разъемы типа D («мама») используются со стороны лицевой панели устройства для обмена данными.

Внутри устройства защиты печатные платы соединяются с клеммными колодками задней панели и могут быть извлечены только со стороны лицевой панели устройства. Клеммные колодки входов ТТ оснащаются внутренними закорачивающими перемычками, которые будут осуществлять закорачивание цепей ТТ перед их разрывом при удалении платы.

Лицевая панель состоит из мембранной клавиатуры с тактильными клавишами, дисплея и 12 светодиодов.

1.3 Программное обеспечение устройства защиты

Обзор ПО устройства защиты был представлен в начале данного руководства (P14x/EN FD). Программное обеспечение может быть условно разделено на четыре части:

- Операционная система реального времени
- Службное ПО
- Базовое ПО
- Программное обеспечение функций защиты и управления

В данном разделе представлено подробное описание последних двух частей: базового ПО и ПО функций защиты и управления. На рис. 5 представлена структура ПО устройства защиты.

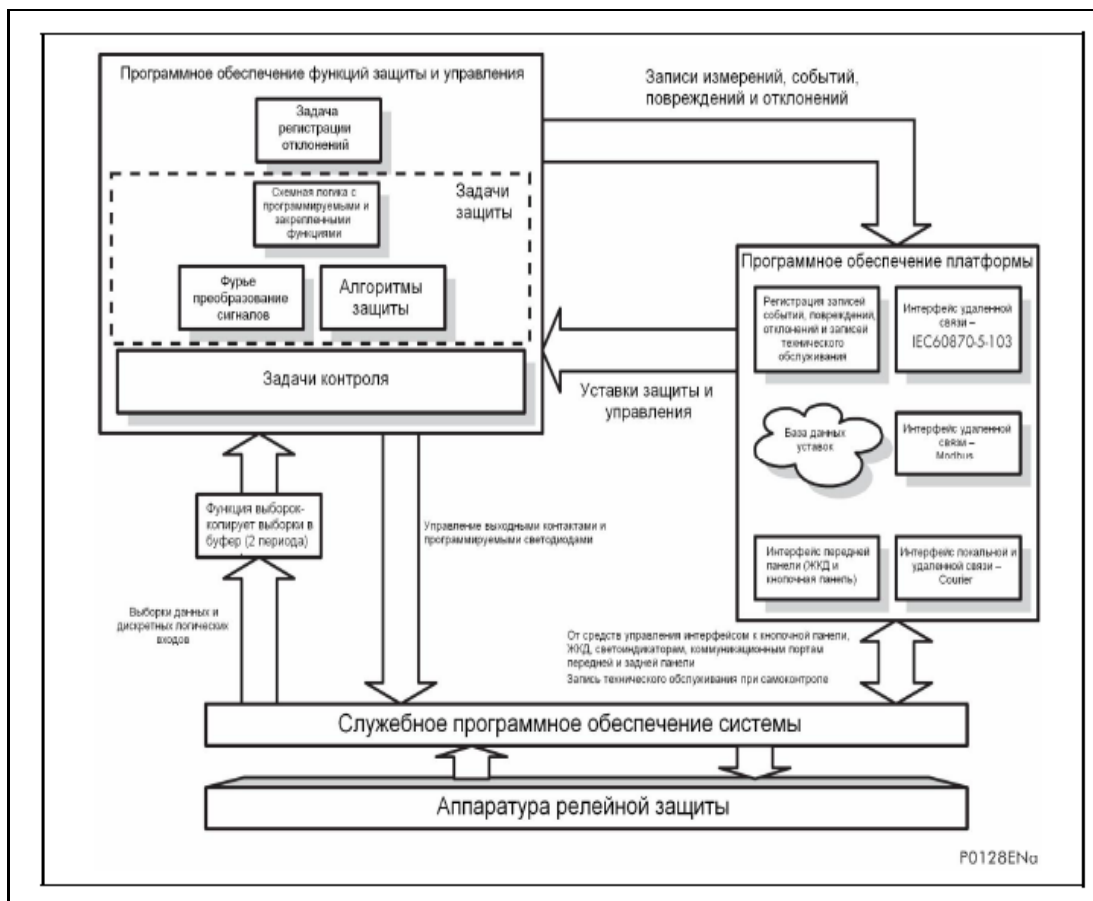


Рис. 5: Структура программного обеспечения устройства защиты

1.3.1 Операционная система реального времени

Операционная система ответственна за выполнение двух задач. Первое – за планирование обработки задач, что необходимо для обеспечения их выполнения в необходимый момент времени и в правильной последовательности. Операционная система также ответственна за управление процессом обмена данными между различными задачами.

1.3.2 Службное ПО

Как представлено на рис. 5, службное ПО обеспечивает взаимодействие между аппаратным обеспечением устройства защиты, базовым ПО (высший уровень функциональности) и ПО функций защиты и управления. К примеру, службное ПО обеспечивает драйверы для таких элементов, как жидко-кристаллический дисплей, клавиатура, порты данных, а также осуществляет управление загрузкой процессора и загрузкой процессорного кода в ОЗУ (SRAM) из флэш-памяти EPROM при включении устройства защиты.

1.3.3 Базовое ПО

Базовое ПО выполняет три основных функции:

- Управление регистрацией данных, формируемых функциями защиты, которыми являются сообщения, события, осциллограммы.
- Хранение и поддержка базы данных настроек устройства защиты в энергонезависимой памяти.
- Обеспечение внутреннего интерфейса между базой данных настроек и каждым пользовательским интерфейсом защиты, например, интерфейсом лицевой панели устройства, портами лицевой и задней панели на основе сконфигурированного протокола (Courier, MODBUS, МЭК 60870-5-103, DNP3.0 или МЭК 61850).

1.3.3.1 Регистрация данных

Функция регистрации данных необходима для сохранения всех сигнализаций, событий, осциллограмм повреждений. Записи обо всех этих данных сохраняются в статическом ОЗУ с резервным питанием от батареи. Устройство защиты поддерживает четыре журнала данных: предназначены для сохранения до 32 сигнализаций, 512 записей о событиях, 5 осциллограмм о повреждениях и 5 записей по обслуживанию. Журналы поддерживаются таким образом, что самые старые записи перезаписываются самыми новыми. Функция регистрации данных может быть запущена от ПО функции защиты или базового ПО (ответственно за формирование сообщения по обслуживанию в случае неисправности устройства защиты). Тем самым, регистрация данных производится при обнаружении неисправностей базовым ПО, служебным ПО и ПО функций защиты. См. также раздел по функциям диагностики и контролю далее в данном документе (P14x/EN FD).

1.3.3.2 База данных настроек

База данных содержит все уставки и данные устройства защиты, включая настройки функций защиты, функции регистрации осциллограмм, функций управления и поддержки. Все данные хранятся в энергонезависимой памяти. Задачей базового ПО является обеспечение доступа к изменению настроек только через один пользовательский интерфейс в один момент времени. Выполнение данной задачи необходимо для исключения конфликта между различными функциональными частями ПО при изменении настроек. При изменении настроек функций защиты и функции регистрации данных повреждений базовое ПО использует временный буфер в статической ОЗУ. Это позволяет выполнять изменение нескольких параметров функций защиты, функции регистрации данных о повреждениях (см. также введение к данному руководству пользователя P14x/EN IT). Если изменение уставок оказывает влияние на решение задач функций защиты и управления, база данных извещает соответствующие функции о выполненных изменениях.

1.3.3.3 Интерфейс базы данных

Другой функцией базового ПО является реализация внутреннего интерфейса между базой данных настроек и каждым из пользовательских интерфейсов защиты. База данных настроек и измерений должна быть доступна при использовании любого пользовательского интерфейса защиты (для выполнения операций считывания и изменения данных). Базовое ПО представляет данные в подходящем формате для каждого пользовательского интерфейса.

1.3.4 Программное обеспечение функций защиты и управления

Задачей ПО функций защиты и управления является обработка алгоритмов всех защит и функций измерения устройства. Для выполнения этого должен быть обеспечен обмен данными как со служебным ПО, так и с базовым ПО. Задачи, выполняемые программным обеспечением функций защиты и управления, обладают наивысшим приоритетом по сравнению с задачами, решаемыми другими функциональными частями ПО. Программное обеспечение функций защиты и управления решает задачу контроля, которая управляет запуском различных задач и передачей сообщений между конкретной задачей и базовым ПО.

1.3.4.1 Обзор – планирование задач функций защиты и управления

После инициализации устройства, выполнение задач функций защиты и управления не осуществляется до тех пор, пока устройство не получит достаточное число выборок. Процесс получения выборок контролируется 'функцией выборки значений', которая вызывается служебным ПО и получает группу новых выборок от модуля входов и сохраняет их в буфере. Программное обеспечение функций защиты и управления продолжает выполнение своих задач, когда число необработанных выборок в буфере достигает определенного числа. Для устройства защиты присоединения P14x задачи, определяемые функциями защиты, выполняются дважды в период, т.е. через каждые 12 выборок (при частоте дискретизации равной 24 выборкам в период). Работа ПО функций защиты и управления приостанавливается, когда обработка группы выборок завершается. Возникающий промежуток времени используется для выполнения программным обеспечением других задач.

1.3.4.2 Обработка сигналов

Функция выборки значений обеспечивает фильтрацию входных сигналов от оптронов и отслеживание частоты аналоговых сигналов. Выполняется сравнение текущего значения дискретного сигнала со его значениями за последний полупериод. Тем самым, для регистрации изменения состояния сигнала на дискретном входе данное состояние должно присутствовать по крайней мере в течение полупериода.

Отслеживание частоты аналоговых входных сигналов выполняется рекурсивным алгоритмом Фурье. Данный алгоритм применяется к одному из входных сигналов и согласно ему определяется изменение фазы входного сигнала. Вычисленное значение частоты используется для изменения частоты дискретизации, используемой модулем входов, с целью поддержания постоянным числа выборок, равного 24 в период. Значение частоты также сохраняется в памяти для использования его функциями защиты и управления.

1.3.4.3 Алгоритм фильтрации Фурье

Когда производится перезапуск задачи функции защиты или управления, производится вычисление составляющих Фурье для аналоговых сигналов. За исключением функции измерения действующих значений, работа всех других функций изменена на получение составляющих согласно алгоритму фильтрации Фурье. Составляющие вычисляются согласно однопериодному дискретному преобразованию Фурье (24 выборки). Дискретное преобразование Фурье всегда выполняется с использованием выборки за последний период, хранящихся в буфере (т.е. с использованием самых последних выборок). Таким образом, производится выделение основной гармоники сигнала и определение амплитуды и фазы основной гармоники. Указанный способ обеспечивает хорошую отстройку от помех с частотами до 23 гармоники включительно. 23 гармоника является первой гармоникой, которая не ослабляется фильтром Фурье и указанное известно как «ложная частота» (помеха дискретизации). Однако «ложная частота» ослабляется приблизительно 85% дополнительным аналоговым сглаживающим фильтром (фильтром нижних частот). Эффект одновременного использования сглаживающего аналогового фильтра и фильтра Фурье представлен ниже:

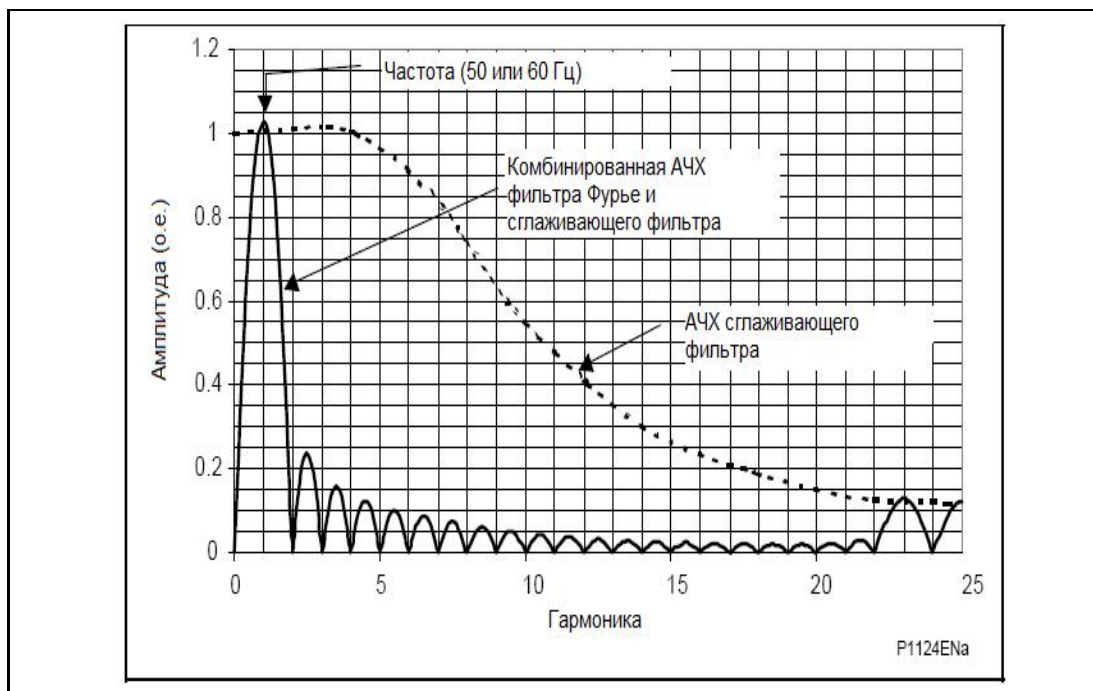


Рис. 6: Амплитудно-частотная характеристика

Ортогональные составляющие токов и напряжения, получаемые в результате фильтрации по Фурье, сохраняются в памяти и могут быть получены всеми функциями защиты. Значения выборок от модуля входных сигналов также используются в необра-

ботанной форме функцией осциллографирования и для вычисления действующих значений токов, напряжений и мощности для целей измерения.

1.3.4.4 Свободно-программируемая логика

Целью свободно-программируемой логики является предоставление пользователю возможности конфигурирования индивидуальных схем защиты, требуемых в конкретных условиях. Построение схем осуществляется при помощи различных логических элементов и таймеров выдержки времени.

Входными сигналами для схем свободно-программируемой логики являются любые комбинации дискретных сигналов, выходные сигналы отдельных функций защиты (например, сигналы о срабатывании функций защит, сигналы отключения от функций защиты, входные сигналы управления, сигналы функциональных клавиш, выходные сигналы схем жесткой логики функций защит). Схемы жесткой логики предоставляют стандартные схемы защиты. Схемы свободно-программируемой логики строятся на различных логических элементах и таймерах. Логические элементы могут быть сконфигурированы для выполнения различного рода логических функций и могут обрабатывать различное число входных сигналов. Таймеры обычно используются для ввода программируемой выдержки времени и / или для управления характеристиками логических сигналов (например, создания импульса определенной длительности на выходе в независимости от длительности импульса на входе). Формируемые выходные сигналы – сигналы управления светодиодами и выходными реле устройства защиты.

Выполнение схемы свободно-программируемой логики производится при изменении состояния используемых ею входных сигналов, например, в результате изменения одного или нескольких дискретных сигналов или получения сигнала отключения от той или иной функции защиты. При этом производится обработка только лишь той части логики, на которую оказало влияние изменение данного входного сигнала. Это позволяет снизить время обработки заложенной логики. Программное обеспечение функций защиты и управления обновляет логические элементы выдержки времени и осуществляет проверку изменений входных сигналов схемы свободно-программируемой логики.

Данная система предоставляет пользователю возможность создания своих логических схем. Однако отмеченное также означает, что создаваемые логические схемы могут оказаться достаточно сложными. По этой причине создание схем логики производится при использовании программного обеспечения MiCOM S1.

1.3.4.5 Функциональные клавиши

Десять функциональных клавиш формируют сигналы, которые могут быть использованы в качестве входных сигналов для схем пользовательской логики. Однако изменение состояния сигнала идентифицируется только после нажатия клавиши в течение 200 мс. Время, необходимое для регистрации изменения состояния, зависит от того, выполняется ли нажатие функциональной клавиши в начале или в конце выполнения задачи функции защиты. Может быть введен в работу режим запоминания нажатого состояния функциональной клавиши (работы клавиши в режиме переключателя) или режим нормальной работы, когда сигнал формируется только при нажатии клавиши. При использовании первого режима состояние сигнала записывается в энергонезависимую память и может быть считано из памяти при запуске устройства.

1.3.4.6 Регистрация событий

Изменение любого входного дискретного сигнала вызывает создание соответствующей записи. Когда это происходит, функция защиты и управления отправляет сообщение функции контроля выполнения задач для информирования о том, что произошло событие. Далее производится запись события в быстросействующий буфер статической ОЗУ. Когда функция контроля выполнения задач получает сообщение о событии, она информирует базовое ПО о том, что требуется создание соответствующей записи в статической ОЗУ с резервным питанием.

1.3.4.7 Функция регистрации осциллограмм

Функция регистрации осциллограмм является функцией независимой от функций защиты и управления. Данная функция предоставляет возможность осуществлять за-

пись осциллограмм по 8 каналам аналоговых сигналов, а также позволяет регистрировать значения до 32 дискретных сигналов. Время регистрации определяется пользователем и может быть выбрано равным максимум 10 секундам. Функция регистрации осциллограмм оценивает данные, получаемые от задач защиты и управления раз в период. Зарегистрированные данные могут быть получены при использовании ПО MiCOM S1, которое также позволяет сохранять данные в формате COMTRADE. Тем самым, обеспечивается возможность использования других пакетов программ для просмотра зарегистрированных данных.

1.3.4.8 Функция определения места повреждения

Функция определения места повреждения также работает независимо от функций защиты и управления. Пуск функции определения места повреждения осуществляется при срабатывании функций защиты. Функция определения места повреждения использует циклический буфер (с данными за 12 периодов) аналоговых входных сигналов и возвращает вычисленное место повреждения функциям защиты и управления, которые, в свою очередь, включают эти данные в блок зарегистрированных данных о повреждении.

1.4 Определение места повреждения

Устройство обладает встроенной функцией определения места повреждения, которая использует информацию о токах и напряжениях для вычисления расстояния до места повреждения. Значения выборок аналоговых сигналов записываются в циклический буфер до тех пор, пока не будет обнаружено повреждение. Затем данные в буфере сохраняются (приостанавливается обновление данных) для обеспечения возможности определения расстояния до места повреждения. Когда все вычисления завершаются, требуемая информация оказывается доступной в блоке зарегистрированных данных о повреждении.

1.4.1 Основные положения по КЗ на землю

Схема замещения системы с двумя источниками питания представлена на рис. 7.

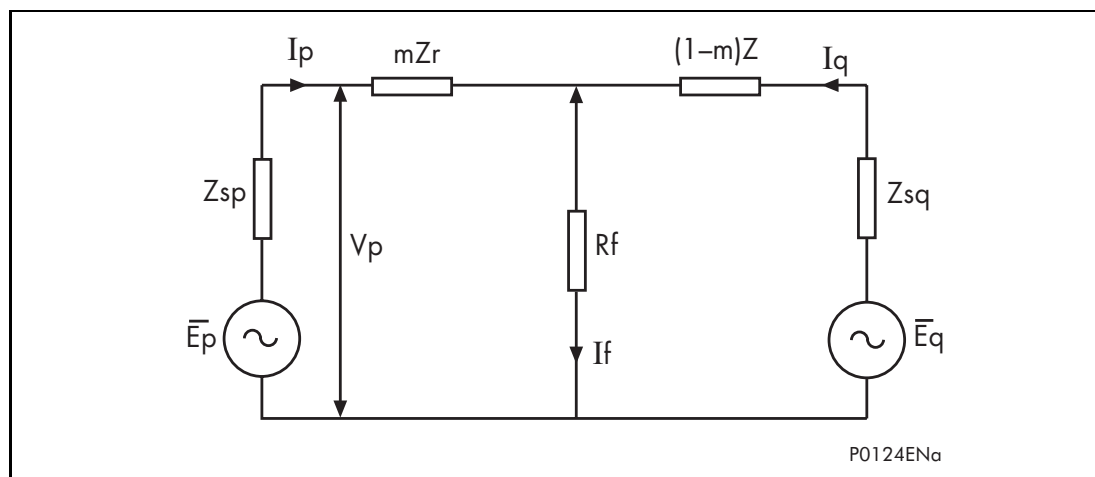


Рис. 7: Схема замещения с двумя источниками питания

Для данной схемы справедливо:

$$V_p = mI_p Z_r + I_f R_f \quad \dots(\text{уравнение 1})$$

Место повреждения – m – может быть найдено, если может быть произведена оценка I_f , что необходимо для разрешения уравнения 1.

1.4.2 Получение данных и обработка данных буфера

Функция определения места повреждения сохраняет данные по выборкам в циклическом буфере (при 24 выборках в период). При запуске функции регистрации данных о повреждении данные буфера сохраняются (их обновления более не производится).

Таким образом, в буфере сохраняются данные за 6 периодов до момента пуска функции регистрации данных о повреждении и данные за 6 периодов после запуска этой функции. Процесс определения места повреждения начинается сразу же после запуска функции регистрации данных о повреждении.

То, по какому факту будет производиться запуск функции определения места повреждения, можно обозначить при помощи свободно-программируемой логики.

Функция определения места повреждения может хранить данные о максимум 4 повреждениях. Это обеспечивает вычисление места повреждения для всех циклов АПВ.

1.4.3 Выбор поврежденной фазы

Выбор поврежденной фазы (фаз) выполняется путем сравнения амплитуд трех междуфазных токов предшествующего режима и режима после возникновения КЗ. При возникновении однофазного КЗ на землю характерно одинаковое изменение двух сигналов, при третьем сигнале равно нулю. При междуфазном КЗ или двухфазном КЗ на землю – характерно наличие одного сигнала, который будет превышать два других. При возникновении трехфазного КЗ характерно одинаковое изменение всех трех токов.

Изменения токов считаются одинаковыми, если они отличаются друг от друга не более, чем на 20%. Выбор фазы и вычисление места повреждения могут выполняться только в том случае, если изменение токов превышает 5%Inом.

1.4.4 Вычисление расстояния до места повреждения

Выполняется в следующей последовательности:

- a) Получение векторов
- b) Выбор поврежденной фазы (фаз)
- c) Оценка фазного тока КЗ I_f для поврежденной фазы (фаз)
- d) Решение уравнения 1 для определения расстояния до места повреждения (параметр m) в момент времени, когда $I_f = 0$

1.4.4.1 Получение векторов

Различные комбинации векторов выбираются в зависимости от вида повреждения, которое определяется алгоритмом функции выбора поврежденной фазы (фаз). Вычисление согласно выражению 1 производится либо для КЗ на землю, либо для междуфазных КЗ.

При КЗ на землю фазы А имеем:

$$I_{pZr} = I_a (Z_{лин} / \theta_{лин}) + I_n (Z_{ост} / \theta_{ост}) \quad \dots \text{(уравнение 2)}$$

$$\text{и } V_p = V_A$$

И для междуфазного КЗ (между фазами А и В) имеем:

$$I_{pZr} = I_a (Z_{лин} / \theta_{лин}) - I_b (Z_{ост} / \theta_{ост}) \quad \dots \text{(уравнение 3)}$$

$$\text{и } V_p = V_A - V_B$$

1.4.4.2 Определение расстояния до места повреждения

Когда периодическая составляющая тока I_f проходит через нуль, мгновенные значения V_p и I_{pZr} могут быть использованы для решения уравнения (1) для определения расстояния до места повреждения в метрах (при $I_f R_f$ равно нулю).

Указанное выполняется сдвигом вычисленных векторов V_p и I_{pZr} на угол (90° - фаза тока КЗ) и делением действительного значения V_p на действительное значение I_{pZr} . См. рис. 8 ниже.

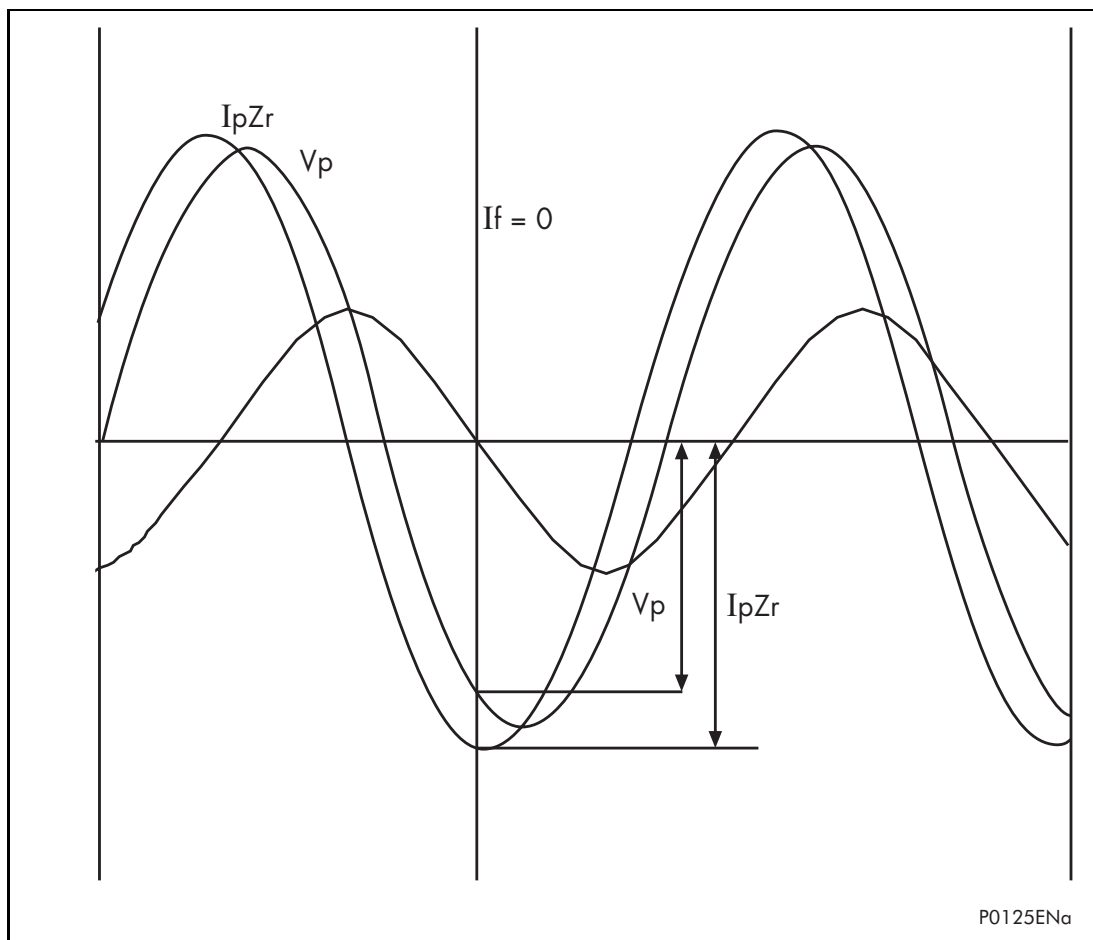


Рис. 8: Определение места повреждения

Т.е.:

Вектор V_p

$$= |V_p| (\cos(s) + j\sin(s)) * (\sin(d) + j\cos(d))$$

$$= |V_p| [-\sin(s-d) + j\cos(s-d)]$$

Вектор $I_p Z_r$

$$= |I_p Z_r| (\cos(e) + j\sin(e)) * (\sin(d) + j\cos(d))$$

$$= |I_p Z_r| [-\sin(e-d) + j\cos(e-d)]$$

Исходя из уравнения 1

$$m = V_p \div (I_p * Z_r) \text{ at } I_f = 0$$

$$= V_p \sin(s-d) / (I_p Z_r * \sin(e-d))$$

where

d = фаза тока КЗ I_f

s = фаза V_p

e = фаза $I_p Z_r$

Тем самым, устройство защиты производит оценку величины m , которая является расстоянием до места повреждения в процентах от уставки полного сопротивления линии, а затем производит расчет расстояния до места повреждения умножением полученного значения на уставку длины линии. После того, как расчет выполнен, результат может быть найден среди данных о повреждении в столбце "VIEW RECORDS (ПРОСМОТР ДАННЫХ)" в ячейке «ОМП». Расстояние до места повреждения доступно в километрах, милях, как полное сопротивление или в процентах от длины линии.

1.5 Самотестирование и диагностика

Устройство обладает рядом функций самодиагностики, предназначенных для выполнения контроля функционирования аппаратного и программного обеспечения, когда устройство находится в работе. Функции самодиагностики работают таким образом, что при возникновении ошибок и сбоев в работе аппаратного или программного обеспечения, устройство обнаружит и выполнит сигнализацию о неисправности. Также будет выполнена попытка разрешения возникшей проблемы перезагрузкой устройства защиты. Перезагрузка приводит к выводу устройства защиты из работы на незначительное время. Данную ситуацию можно идентифицировать по факту погашения светодиода 'Healthy (Исправное состояние)' и по факту срабатывания контакта готовности устройства. Если после перезагрузки устройства проблему устранить не удалось, тогда устройство автоматически выведет себя из действия. Об этом вновь будет просигнализировано светодиодом и контактом готовности устройства защиты.

Если проблема обнаруживается функциями самодиагностики, тогда устройство защиты выполняет попытку сохранения соответствующей записи в статической ОЗУ с резервным питанием, что необходимо для оповещения пользователя.

Самодиагностика выполняется в два этапа: первый этап – при загрузке (включении) устройства выполняется тщательная проверка его исправности, второй этап – осуществляется непрерывный контроль исправности устройства проверкой выполнения им наиболее важных функций.

1.5.1 Самодиагностика при запуске устройства

Самодиагностика, которая выполняется при запуске устройства, занимает по времени несколько секунд, в течение которых устройство защиты не функционирует. После завершения всех проверок и ввода устройства в работу загорится светодиод 'Healthy (Исправное состояние)' на лицевой панели устройства. Если во время тестирования была обнаружена проблема, тогда устройство останется выведенным из действия до тех пор, пока оно не будет приведено в исправное состояние.

Операции, выполняемые при запуске устройства:

1.5.1.1 Загрузка системы

Исправность флэш-памяти проверяется при помощи контрольной суммы перед тем, как выполняется копирование кода программы и хранимых в ней данных в статическое ОЗУ для обработки их процессором. По завершению процесса копирования, все данные SRAM сравниваются с данными во флэш-памяти на предмет их идентичности. Указанное необходимо для исключения ошибок, возникновение которых возможно при передаче данных из флэш-памяти в статическое ОЗУ.

1.5.1.2 Программное обеспечение инициализации

Процесс инициализации включает в себя процессы инициализации регистров процессора, процессы запуска таймеров контроля (используются аппаратным обеспечением для определения работы программного обеспечения), процесс запуска операционной системы реального времени, а также процесс создания и запуска задачи контроля исправности устройства защиты. В процессе инициализации устройством выполняются следующие проверки:

- Проверка состояния батареи
- Проверка исправности статической ОЗУ с резервным питанием, которая обеспечивает хранение событий, данных о повреждениях
- Проверка уровня напряжения возбуждения, которое используется для управления дискретными входами
- Проверка работоспособности контроллера дисплея устройства
- Проверка контакта готовности устройства

В заключении производится запуск базового программного обеспечения.

1.5.1.3 Инициализация базового программного обеспечения

При запуске базового ПО устройство защиты осуществляет проверку целостности данных, хранимых в энергонезависимой памяти посредством формирования контрольной суммы, проверку работоспособности часов реального времени и платы IRIG-B, если выполняется ее установка. Заключительная проверка касается входных и выходных данных; проверяется присутствие и исправность платы входов и система получения аналоговых данных (путем выборки значений опорного напряжения).

При успешном завершении всех проверок устройство защиты вводится в работу и начинает функционировать в полном объеме.

1.5.2 Непрерывный самоконтроль

Когда устройство защиты находится в работе, оно осуществляет непрерывную проверку наиболее важных элементов аппаратного и программного обеспечения. Проверка выполняется служебным ПО устройства (см. раздел по программному обеспечению устройства защиты ранее в данном документе P14x/EN FD). О результатах проверки сообщается базовому ПО. Осуществляются следующие проверки:

- Флэш-память, содержащая все уставки и настройки, проверяется посредством формирования контрольной суммы
- Код и постоянные данные, хранимые в статической ОЗУ, проверяются на соответствие данным, хранимым во флэш-памяти
- Статическая ОЗУ, содержащая все другие данные, помимо кода и постоянных данных, проверяется посредством формирования контрольной суммы
- Выполняется проверка состояния батареи
- Выполняется проверка уровня напряжения возбуждения
- Выполняется проверка целостности данных, получаемых по дискретным входам устройства, а также осуществляется проверка исправности контактов реле.
- Выполняется проверка исправности платы IRIG-B, если последняя установлена. Проверка осуществляется ПО, которое считывает время и дату с платы
- Проверяется исправности Ethernet-платы, если она устанавливается. Проверка выполняется программным обеспечением основной процессорной платы. Если Ethernet-плата не отвечает на формируемые запросы, тогда формируется сигнализация и производится перезагрузка платы с целью устранения неисправности

В том редком случае, когда в ходе одной из выполняемых проверок все-таки будет обнаружена неисправность, об этом извещается базовое ПО, которое предпримет попытку регистрации записи о неисправности в соответствующем журнале статической ОЗУ с резервным питанием. Если обнаруженная проблема связана с состоянием батареи или с платой IRIG-B, устройство продолжит функционировать. Однако при возникновении проблем другого рода будет осуществляться перезагрузка устройства. Указанное повлечет вывод устройства защиты из работы приблизительно на 5 с, однако, стоит, отметить, что после перезагрузки устройства велика вероятность устранения всех неисправностей. Как было описано ранее, одной из процедур, выполняемых при запуске устройства, является процедура тщательной диагностики устройства. Если при выполнении данной проверки обнаруживается та неисправность по причине которой и была выполнена перезагрузка устройства, т.е. перезагрузка не устранила данной неисправности, тогда устройство автоматически выводится из действия. Данную ситуацию можно идентифицировать по факту погашения светодиода 'Healthy (Исправное состояние)' и по факту срабатывания контакта готовности.