



ЦИФРОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ШИН МІСОМ Р746

Описание аппаратных средств

FD

Дата:	2008
Аппаратная версия:	К
Версия ПО:	01
Схемы подключения:	10P746xx (xx = с 01 по 07)



СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСТРОЙСТВЕ РЕЛЕ	3
1.1	Обзор аппаратных средств	3
1.1.1	Плата процессора (основная плата)	3
1.1.2	Модуль ввода	3
1.1.3	Модуль питания	4
1.1.4	Плата IRIG-B	4
1.1.5	Второй задний порт связи (опция)	4
1.1.6	Плата Ethernet	4
1.2	Обзор программного обеспечения	5
1.2.1	Операционная система реального времени	5
1.2.2	ПО обслуживания системы	6
1.2.3	ПО платформы	7
1.2.4	ПО защиты и управления	7
1.2.5	Цифровой осциллограф	7
2.	АППАРТНЫЕ МОДУЛИ	8
2.1	Плата процессора	8
2.2	Шина внутреннего обмена данными	8
2.3	Модуль входов	9
2.3.1	Плата трансформаторов	10
2.3.2	Плата входов	10
2.3.3	Универсальные оптически изолированные логические входы	11
2.4	Блок питания (включая выходные реле)	11
2.5	Плата питания (включая интерфейс связи EIA(RS)485)	11
2.6	Плата выходных реле	12
2.7	Плата выходных реле (Быстродействующие / Высокая разрывная способность)	12
2.8	Вспомогательное питание	13
2.9	Плата IRIG-B	13
2.10	Второй задний порт связи	13
2.11	Плата Ethernet	14

2.12	Механическая конструкция	15
3.	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	16
3.1	Операционная система реального времени	16
3.2	Программное обеспечение обслуживания системы	17
3.3	Основное программное обеспечение	17
3.3.1	Регистрация записей	17
3.3.2	База данных уставок	17
3.3.3	Интерфейс базы данных	17
3.4	Программное обеспечение защиты и управления	18
3.4.1	Краткий обзор планирования задач защиты и управления	18
3.4.2	Обработка топологии	18
3.4.3	Обработка сигналов	18
3.4.4	Программируемая схема логики	19
3.4.5	Интерфейс функциональных ключей	19
3.4.6	Регистрация событий и аварий в системе	19
3.4.7	Цифровой осциллограф	20
4.	САМОКОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ	20
4.1	Самоконтроль при включении питания	20
4.1.1	Загрузка системы	21
4.1.2	Запуск программного обеспечения	21
4.1.3	Инициализация основного программного обеспечения и мониторинг	21
4.2	Постоянный самоконтроль	21

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСТРОЙСТВЕ РЕЛЕ

1.1 Обзор аппаратных средств

Оборудование релейной защиты спроектировано на модульной основе, т.е. устройство релейной защиты собирается из нескольких модулей стандартного типа. Некоторые модули являются обязательными, тогда как другие устанавливаются по требованию заказчика.

Аппаратные модули и платы процессора формируют сеть. Шина данных используемая для обмена данными и выбора адресов, связывает между собой компоненты этой сети. Процессор управляет и контролирует работу плат ввода/вывода, а также остальных модулей реле. Следующий рисунок иллюстрирует обмен данными.

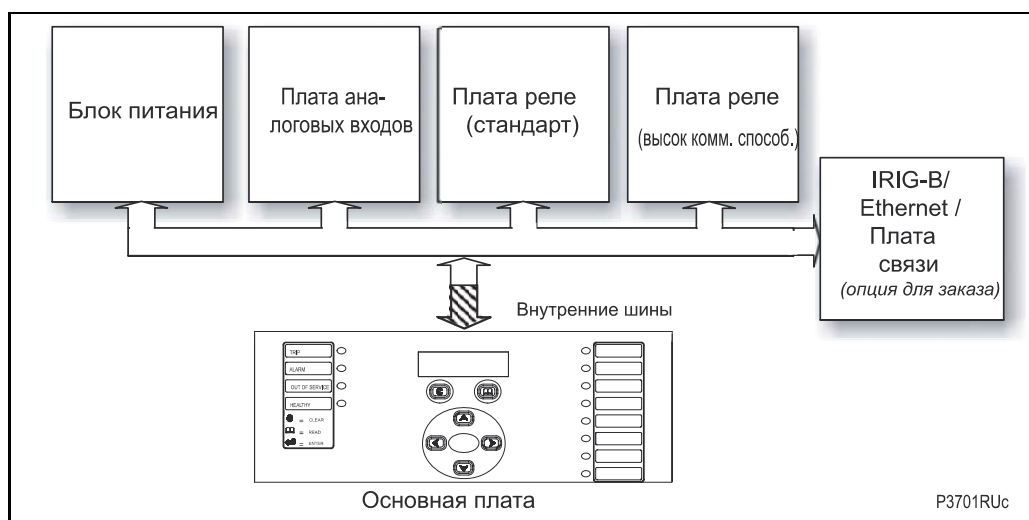


Рис. 1: Архитектура MiCOM P746

В реле могут присутствовать следующие модули:

1.1.1 Плата процессора (основная плата)

На плате центрального процессора обрабатываются алгоритмы некоторых функций реле (фиксированная и программируемая логика...) и по шине связи поддерживается управление всеми остальными модулями входящими в его состав. Кроме этого данная плата установлена и управляются аппаратные средства интерфейса пользователя (ЖКД, светодиоды, клавиатура и интерфейс переднего порта локальной связи).

1.1.2 Модуль ввода

Модуль ввода преобразует информацию, получаемую по аналоговым и дискретным каналам, в формат пригодный для обработки поступающих данных на плате центрального процессора. Стандартный модуль ввода состоит из двух плат:

- Плата трансформаторов, обеспечивающая электрическую развязку
- Главная плата ввода, обеспечивающая аналого-цифровое преобразование и работу оптически изолированных дискретных логических входов.

Платы входов / выходов

Модель	Опто входы	Выходные реле (контакты)	
		Нормально разомкнутые	Переключающиеся контакты
P746xxxA	16 x UNI ⁽¹⁾	12	4
P746xxxB	16 x UNI ⁽¹⁾	12	4
P746xxxC	16 x UNI ⁽¹⁾	24	8
P746xxxD	16 x UNI ⁽¹⁾	24	8
P746xxxE	24 x UNI ⁽¹⁾	18	6
P746xxxF	24 x UNI ⁽¹⁾	18	6
P746xxxG	24 x UNI ⁽¹⁾	18	6
P746xxxH	32 x UNI ⁽¹⁾	18	6
P746xxxJ	32 x UNI ⁽¹⁾	18	6
P746xxxK	40 x UNI ⁽¹⁾	18	6

⁽¹⁾ UNI – Универсальные опто изолированные входы

1.1.3 Модуль питания

Модуль блока питания обеспечивает для всех остальных модулей устройства от источника питания с тремя уровнями напряжения. Блок питания также обеспечивает электрическое соединение для коммуникационного порта на задней панели EIA(RS)485.

На второй плате модуля блока питания расположены:

- Реле, обеспечивающие контактными выходами

Кроме этого, в модуле питания имеется источник постоянного напряжения 48В предназначенный для питания оптовходов реле (батарея подстанции также может быть использована для этих целей).

1.1.4 Плата IRIG-B

Данная плата устанавливается по заказу и может быть использована для точной синхронизации внутренних часов в тех случаях, когда на объекте доступно использование сигналов стандарта IRIG-B. Плата IRIG-B контролируется с основной платы.

1.1.5 Второй задний порт связи (опция)

Второй задний порт связи, устанавливаемый по заказу, обычно используется для модемной связи инженерами релейщиками или обслуживающим персоналом, если основной задний порт связи резервируется для связи с системой управления объектом (SCADA). Связь выполняется по одному из трех физических подключений: K-Bus, EIA(RS)485 или EIA(RS)232. Данный порт обеспечивает полный локальный или дистанционный доступ к уставкам и командам управления при помощи программного пакета MiCOM S1 V2 или MiCOM S1 Studio. Второй задний порт связи может быть также установлен на одной плате с интерфейсом IRIG-B.

1.1.6 Плата Ethernet

Эта плата является обязательной для реле, предназначенных для работы по IEC 61850. Данная плата обеспечивает связь с сетью либо по медным проводникам либо по оптоволоконному каналу связи со скоростью 10Мбит/сек (только по меди) или 100Мбит/сек. Кроме этого, имеется также опция заказа данной платы с интерфейсом IRIG-B (модулированный или немодулированный сигнал). Такая плата и плата IRIG-B со вторым задним портом связи являются взаимоисключающими компонентами,

поскольку обе платы используют один и тот же слот (посадочное гнездо) в корпусе реле.

Внимание: Имеется техническая возможность подключения любого реле P746 к сети Ethernet при отсутствии встроенной платы Ethernet. Это выполняется при помощи конвертера RS485 в Ethernet типа MiCOM I4X (по протоколу Courier).

1.2 Обзор программного обеспечения

Защита шин является некой централизованной системой.

Программное обеспечение реле концептуально может быть разделено на четыре блока: операционная система реального времени, ПО обслуживания системы (или ПО системного сервиса, основное ПО (или ПО платформы) и ПО защиты и управления. Эти четыре элемента не различимы для пользователя и все обрабатываются одной платой центрального процессора. Объяснение различия между четырьмя блоками программного обеспечения в зависимости от назначения приведено ниже.

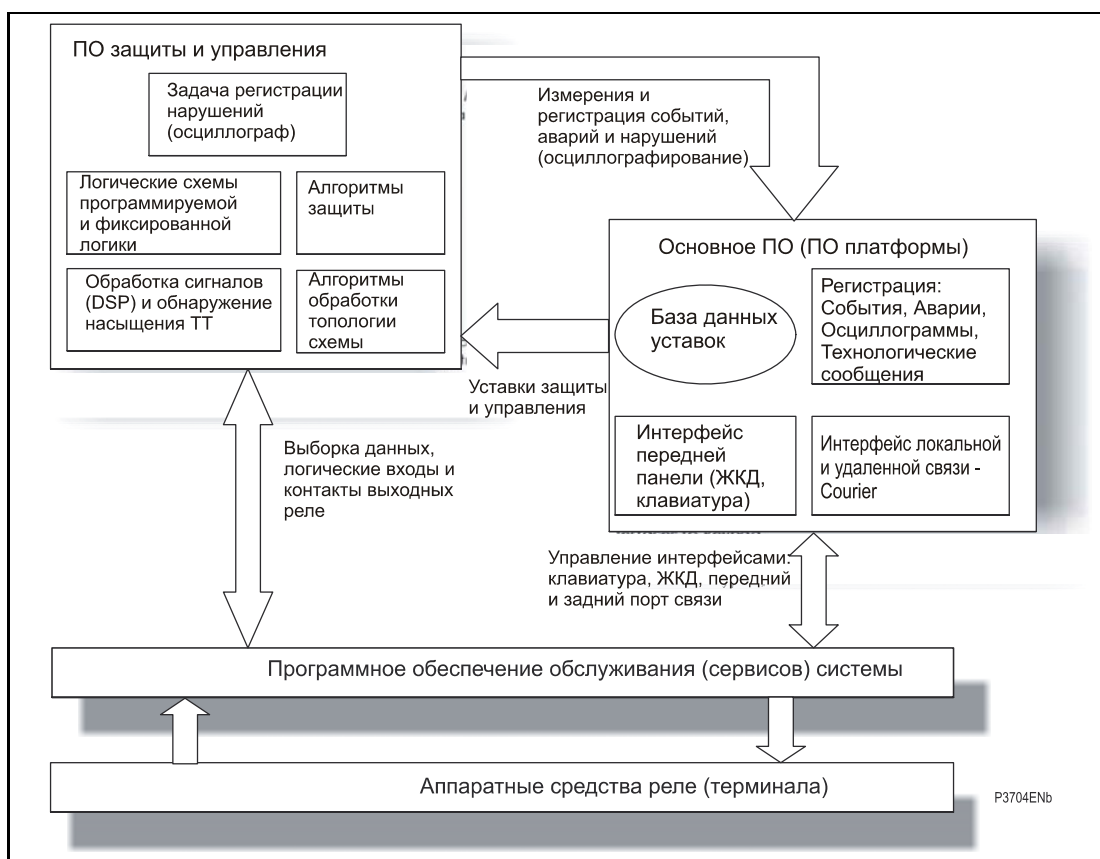


Рис. 2: Обзор программного обеспечения

1.2.1 Операционная система реального времени

Как было сказано выше в обзоре аппаратных средств, каждое реле имеет плату центрального процессора. Операционная система реального времени используется для обеспечения среды работы различных блоков программного обеспечения реле. Для этого программное обеспечение разбито на задачи.

Операционная система реального времени отвечает за очередность обработки этих задач таким образом, чтобы они выполнялись в пределах доступного интервала времени и порядке их приоритета. Операционная система также отвечает за обмен информацией между выполняемыми задачами в форме сообщений.

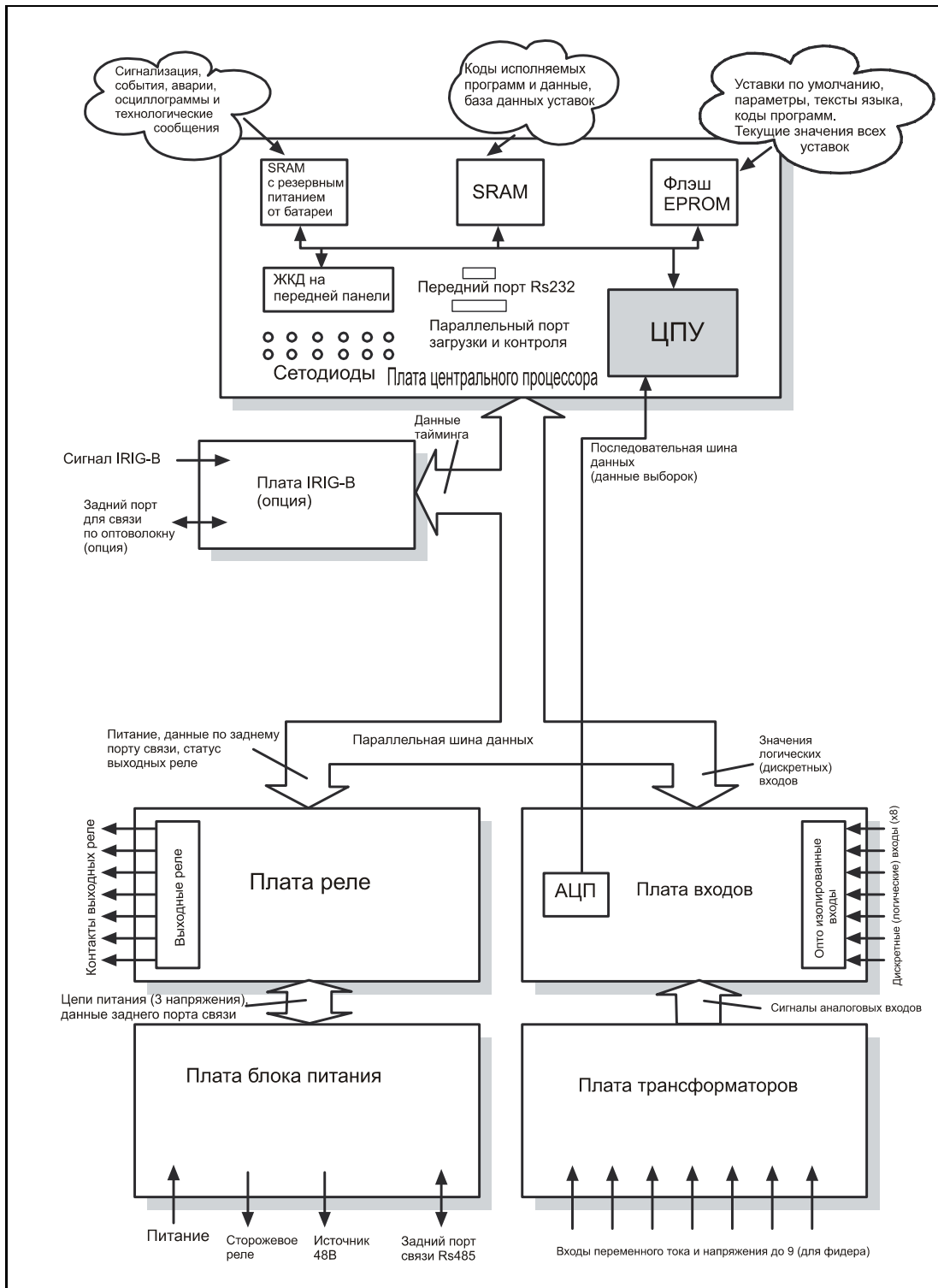


Рис. 3: Модули реле и информационные потоки

1.2.2 ПО обслуживания системы

Программное обеспечения обслуживания системы обеспечивает первый (низкий) уровень управления аппаратными средствами реле. Например, ПО обслуживания системы контролирует загрузку программного обеспечения реле из энергонезависимой флэш EPROM при включении питания реле, а также обеспечивает программное обеспечение драйверов интерфейса пользователя по ЖКД и клавиатуре или по последовательному порту связи. ПО обслуживания системы также обеспечивает уровень интерфейса между управлением аппаратными средствами реле и остальным программным обеспечением реле.

FD

1.2.3 ПО платформы

Основное программное обеспечение управляет уставками реле, интерфейсами пользователя и записью (регистрацией) событий, аварий и технологических сообщений. Все уставки реле хранятся в базе данных реле, что обеспечивает прямую совместимость со связью по протоколу Courier. Для всех других интерфейсов (т.е. клавиатура на передней панели, ЖКД и IEC 61850) основное программное обеспечение конвертирует информацию из базы данных в требуемый формат. Кроме этого основное программное обеспечение извещает ПО защиты и управления обо всех изменениях уставок и регистрирует данные как специфицировано программным обеспечением защиты и управления.

1.2.4 ПО защиты и управления

Программное обеспечение функций защиты и управления выполняет вычисления (обработку) всех алгоритмов защит интегрированных в реле. Сюда входит такая обработка дискретных сигналов как фильтрация по методу Фурье и вспомогательные задачи, такие как измерения. ПО функций защиты и управления взаимодействует с основным программным обеспечением в части изменения уставок и регистрации записей, а также с ПО обслуживания системы в части сбора данных выборки уставок и доступа к управлению выходным реле и данных оптически изолированных входов.

1.2.5 Цифровой осциллограф

Значения аналоговых сигналов и данные статуса логических сигналов передаются из программного обеспечения защиты и управления в ПО цифрового осциллографа. Программное обеспечение платформы взаимодействует с цифровым осциллографом для извлечения из реле сохраненных записей осциллограмм.

2. АППАРТНЫЕ МОДУЛИ

Реле базируется на модульной структуре аппаратных средств, в которой каждый модуль выполняет в реле свою функцию. В данном разделе приводится описание работы различных модулей аппаратного обеспечения реле.

2.1 Плата процессора

Плата центрального процессора выполнена на основе 32-битного процессора цифровой обработки сигналов (DSP) с плавающей запятой типа TMS320VC33-150 МГц работающего с половиной этой частоты. Центральный процессор выполняет все вычисления для реле, включая функции защиты, управление данными каналов связи и интерфейсами пользователя включая работу ЖКД, клавиатуры и светодиодов.

Плата процессора расположена непосредственно под передней панелью, что позволяет установить непосредственно на ней жидкокристаллический индикатор, светодиодные индикаторы, а также порты связи передней панели. Последовательный порт RS232 (используемый, например, для связи с использованием ПО MiCOM S1 или Studio и протокола Courier) имеет 9-контактный разъем типа D, а параллельный порт, предназначенный для тестирования и загрузки программного обеспечения в устройство защиты - 25-контактный разъем типа D. Обмен данными через последовательные порты связи обеспечивается двухканальным контроллером последовательного доступа (FPGA).

Весь последовательный обмен данными ведется двухканальным контроллером 85C30 последовательной передачи данных (SCC).

Память главной платы процессора делится на энергозависимую и энергонезависимую память: Энергозависимая память SRAM быстрого доступа (с нулевым временем ожидания), которая используется для хранения и выполнения команд процессора, а также хранения данных при вычислениях процессора. Энергонезависимая память делится на две группы: 4 Мб флэш-памяти для хранения программного кода, текста сообщений и текущих значений уставок, 4Мб SRAM с резервной батареей для хранения данных о нарушениях режима работы энергосистемы, регистрации событий, повреждений, данных технического обслуживания.

2.2 Шина внутреннего обмена данными

В реле имеется внутренняя шина обмена данными между различными модулями с управлением от основной платы (процессора). Через эту внутреннюю шину основная плата также контролирует плату IRIG-B (если установлена).

Внутренняя шина представляет собой связь для параллельной передачи данных, частью данной шины является 64 жильный ленточный кабель. По гибкому кабелю передаются данные, адреса сигналов в дополнение к сигналам управления, а также все линии питания. Работа шины управляется платой центрального процессора, который выступает в роли ведущего устройства, а все модули в реле являются ведомыми устройствами.

DSP (процессор цифровой обработки сигналов) процессор имеет встроенный последовательный порт, который используется для чтения данных выборок, получаемых по шине последовательной связи. Последовательная шина также выполнена с помощью 64 жильного ленточного кабеля.

Основная часть данной шины является параллельной связью с 6 линиями адресов для выбора платы, 16 линий данных и линии управления. На основной управляемой шине – адрес драйвера основной шины и линии управления.

Остальными частями шины являются:

- Цепь питания, которая проложена напрямую между двумя внутренними шинами.
- Последовательные линии для интерфейса RS485 заднего порта связи. Таким образом, основная плата контролирует связь по RS485.

2.3 Модуль входов

Модуль входов обеспечивает связь между платой процессора реле и аналоговыми и дискретными сигналами, поступающими в реле. Модуль входов состоит из двух печатных плат; основная плата входов и плата трансформаторов.

P746 обеспечивает 18 токовых входов (6 раз по 3 фазы или 18 раз по 1 фазе).

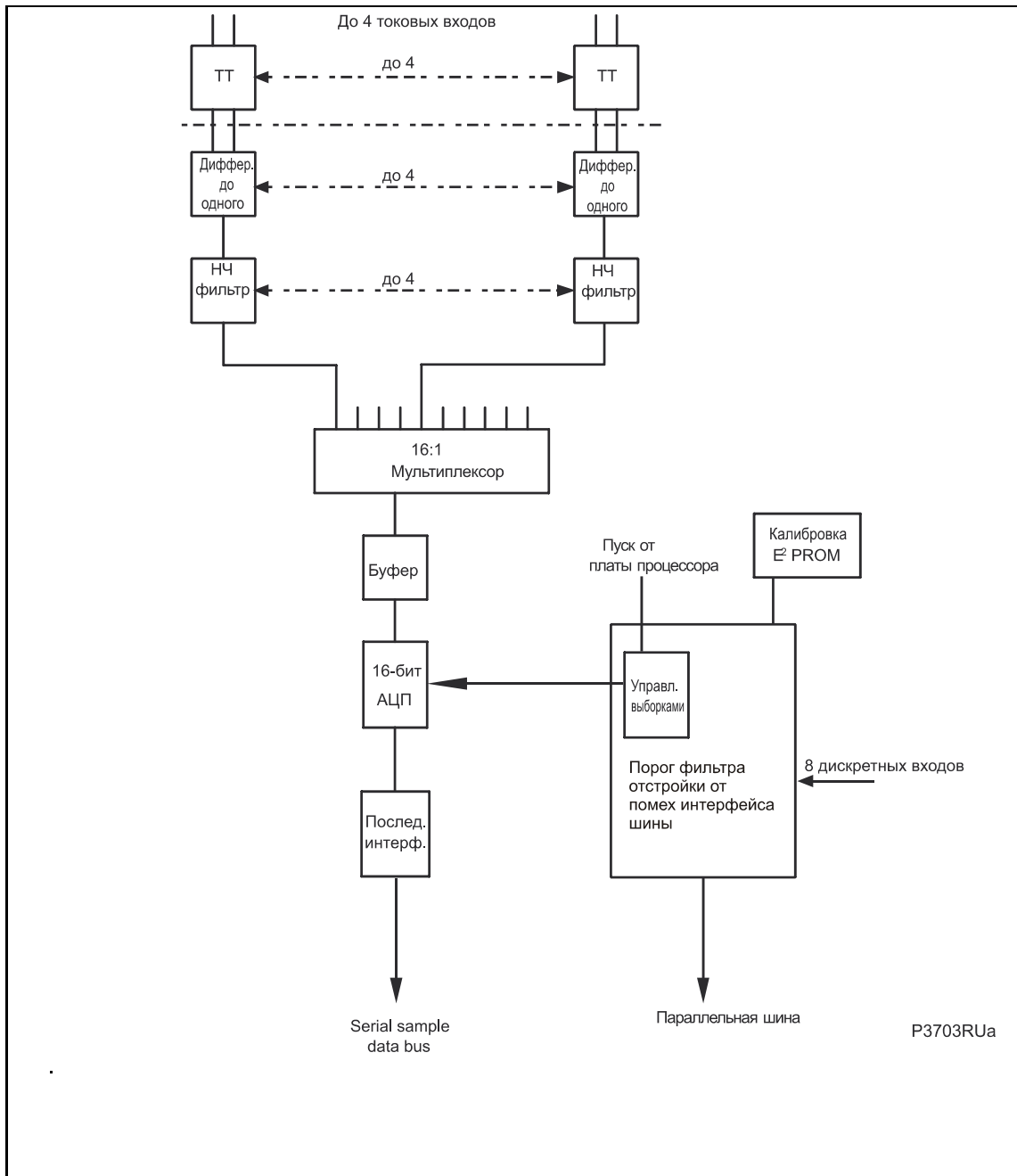


Рис. 4: Основная плата входов

2.3.1 Плата трансформаторов

На плате трансформаторов установлено 3 трансформатора напряжения (ТН) и 18 трансформаторов тока (ТТ). К токовым входам реле могут быть подключены вторичные цепи ТТ с номинальными токами 1А или 5А (на соответствующие клеммы и при соответствующих уставке в меню реле), а входы напряжения могут быть рассчитаны на напряжение 110В или 440В (опция заказа). Входные трансформаторы используются для снижения параметров входных сигналов до уровней приемлемых внутренней схемой реле, а также для обеспечения эффективной электрической изоляции между внутренними цепями реле и системой. Организация схемы подключения вторичных цепей ТТ и ТН обеспечивает дифференциальный входной сигнал для снижения влияния помех на основную плату модуля входов.

2.3.2 Плата входов

Функциональная схема основной платы модуля входов показана на Рис. 2. Плата обеспечивает схему для приема дискретных сигналов и аналого-цифровое преобразование входных аналоговых сигналов. Таким образом, она принимает дифференцированные аналоговые сигналы с платы (плат) входных ТТ и ТН, конвертирует их в цифровой формат и передает данные выборок на плату процессора по шине последовательной передачи данных. Аналоговые сигналы, поступающие на плату входов, проходят через специальные сглаживающие фильтры прежде чем через мультиплексор попасть на единственный чип АЦП. Аналого-цифровой преобразователь имеет разрешение в 16-разрядов и последовательный выход данных. Дискретные входные сигналы, поступающие в модуль входов, имеют оптическую развязку на данной плате, для предотвращения повреждения внутренних цепей реле недопустимо высоким напряжением данных входов.

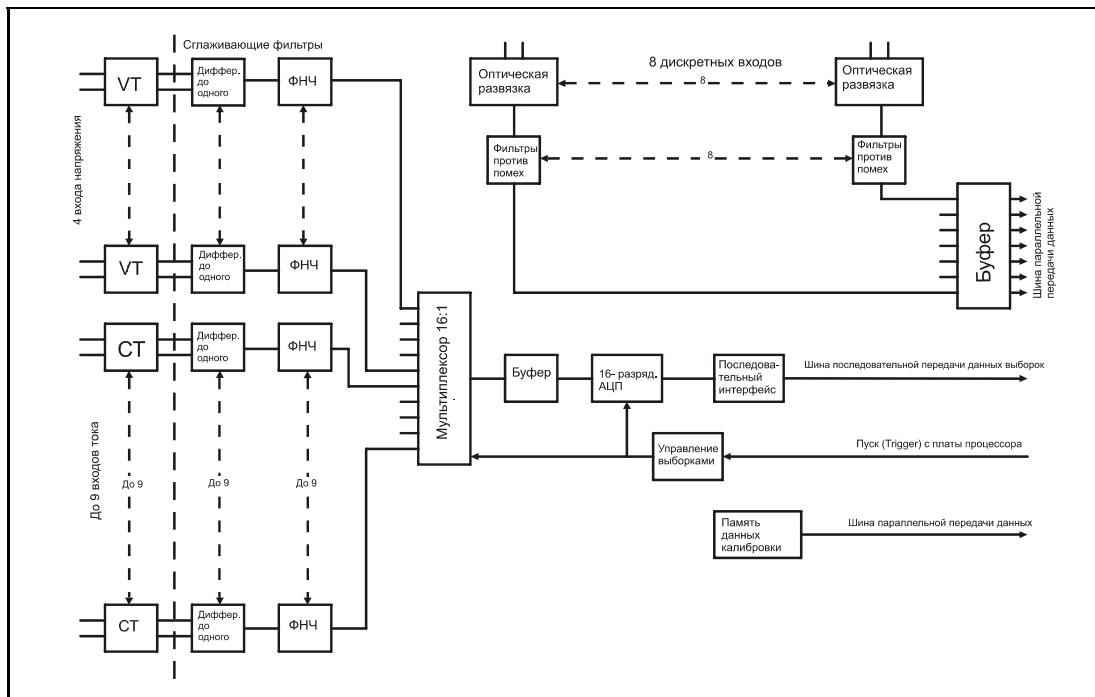


Рис. 5: Основная плата модуля входов

Система мультиплексирования обеспечивает выборки для 21 аналоговых сигналов. P746 обеспечивает 18 токовых входов и 3 входа напряжения. 3 резервных канала используются для выборок 3 различных базовых (опорных напряжений) для непрерывного контроля работы мультиплексора и точности аналого-цифрового преобразования. Частота выборок сигнала установлена на уровне 24 выборок за период промышленной частоты с обеспечением логической цепи контроля управляемой функцией контроля частоты в системе, на плате основного (центрального) процессора. В энергонезависимой памяти E2PROM хранятся коэффициенты, записанные туда при калибровке реле. Эти коэффициенты

используются платой процессора для корректировки погрешности входных трансформаторов при измерении амплитуды или фазы аналоговых сигналов.

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. Оптоизоляторы используются с цифровыми сигналами так же, как трансформаторы с аналоговыми сигналами; для изоляции электроники реле от энергосистемы. Плата входов обеспечивает некоторую фильтрацию цифровых сигналов аппаратных средств, чтобы удалить нежелательный шум перед буферизацией сигналов для чтения на шине параллельно поступающих данных.

2.3.3 Универсальные оптически изолированные логические входы

Реле P746 оснащены универсальными оптически изолированными входами, которые могут программироваться на номинальное напряжение батареи от которой они будут питаться, т.е. возможно питание различных цепей (сигнализации, отключения и т.п.) от различных источников напряжения. Они устанавливаются в состояние логической 1 (ВКЛ.) при напряжении 80% от заданной уставки (номинального напряжения) и, соответственно, переходят в состояние логического 0 при напряжении 60% от уставки. Повышенный уровень напряжения срабатывания предотвращает срабатывание оптовхода при замыканиях в сети постоянного тока, при котором возможно появления напряжения на входе достигающем 50% от номинального напряжения батареи. Каждый из оптовходов имеет дополнительную возможность фильтрации устанавливаемую с помощью задания соответствующей уставки. Ввод в действие 1/2 периодного фильтра делает оптовход нечувствительным к воздействию кратковременных помех наводимых на соединительных проводниках. Несмотря на то, что этот метод повышает защиту от помех, он в то же время замедляет реакцию оптовхода на появление сигнала, что, в некоторых случаях, может быть неприемлемым. В мен ОПТО КОНФИГ. ('Opto Config.') путем задания уставки ОБЩИЙ НОМИНАЛ ('Global Nominal V') для всех оптовходов можно выбрать один из пяти стандартных диапазонов. При выборе уставки ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ('Custom') пользователь может для каждого входа можно индивидуально задать номинальное напряжение питания.

Текст меню	Уставка по умолчанию	Диапазон уставок		Шаг изменения
		Мин.	Макс.	
ОПТО CONFIG (ОПТО КОНФИГ.)				
Global Nominal V (ОБЩИЙ НОМИНАЛ)	48/54В	24/27В, 30/34В, 48/54В, 110/125В, 220/250В, Custom (ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ)		
Opto Input x (ОПТО ВХОД x)	48/54В	24/27В, 30/34В, 48/54В, 110/125В, 220/250В		

2.4 Блок питания (включая выходные реле)

Блок 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 заднего порта связи, который обеспечивает интерфейс связи EIA(RS)485.

2.5 Плата питания (включая интерфейс связи EIA(RS)485)

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

Номинал напряжения постоянного тока	Номинал напряжения переменного тока
24/54 В	Только постоянное напряжение
48/125 В	30/100 В
110/250 В	100/240 В

Таблица 1: Опции блоков питания

Выходы всех версий блока питания используются, чтобы подвести изолированные шины питания ко всем другим модулям в реле. В реле используются три уровня напряжения, 5.1В для всех цифровых цепей, $\pm 16\text{В}$ для аналоговой электроники, например, на плате входов, и 22В для питания катушек выходных реле и 3,3В для плат связи (через плату конвертера Постоянный ток – Постоянный ток).

Все напряжения питания, включая 0В заземления, распределены по реле 64-жильным ленточным кабелем. Еще один уровень напряжения, имеющийся в блоке питания, это напряжение внутреннего источника 48 В. Оно подведено к зажимам сзади реле так, чтобы оно могло использоваться для управления оптически изолированными дискретными входами.

Две других функции платой питания - интерфейс связи EIA(RS)485 и контакты сторожевого реле (WD). Интерфейс EIA(RS)485 используется с задним портом связи для поддержания связи, используя один из протоколов: K-Bus Courier. EIA(RS)485 поддерживает полудуплексную связь и обеспечивает оптическую изоляцию передаваемых и получаемых последовательных данных.

Вся внутренняя передача данных от платы модуля питания проводится через плату выходных реле, соединенную с шиной параллельной передачи данных.

Реле контроля исправности (сторожевое реле WD) имеет два выходных контакта; один нормально разомкнутый и один нормально замкнутый, которые управляются платой процессора. Они предназначены, чтобы указывать, что реле находится в исправном состоянии.

Плата модуля питания имеет устройство ограничения броска тока, что позволяет ограничить пиковое значение тока на уровне 10А в момент включения питания реле.

2.6 Плата выходных реле

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

2.7 Плата выходных реле (Быстродействующие / Высокая разрывная способность)

На плате выходных реле установлено четыре реле, все нормально разомкнутые. Реле управляются напряжением 22В по линии питания. Состояние реле записывается или считывается при помощи параллельной шины данных.

На данной плате устанавливаются гибриды состоящий из твердотельного статического устройства MOSFET (канальный полевой униполярный МОП-транзистор) с параллельными выходными контактами высокой коммутационной способности. Устройство MOSFET шунтировано варистором для защиты при разрыве цепи с большой индуктивной нагрузкой, т.к. энергия, запасенная в индуктивности, при размыкании цепи ведет к образованию высокого напряжения обратной полярности, которое может повредить MOSFET.

При поступлении команды управления на срабатывание данного дискретного выхода, контакт миниатюрного выходного реле замыкается одновременно со срабатыванием твердотельного элемента (SSD). Контакт миниатюрного выходного реле замыкается за время порядка 3,5мс, предназначен для пропуска длительно протекающего тока нагрузки, в то время как время твердотельный элемент обеспечивает быстродействие работы выходной цепи и замыкает цепь за время не более 0,2мс а затем отключается через 7,5мс. При возврате команды управления дискретным входом, твердотельный элемент вновь включается на 7,5мс. Контакты миниатюрного выходного реле размыкаются за время порядка 3,5мс, т.е. до отключения твердотельного элемента, который используется для разрыва цепи нагрузки. При этом твердотельный элемент поглощает энергию выделяющуюся при отключении индуктивной нагрузки и таким образом ограничивает коммутационный бросок напряжения. Данная конструкция контактов предназначена только для коммутации цепи постоянного тока. Поскольку твердотельный элемент включается очень быстро (менее 0.2мс), использование выходов с высокой коммутационной способностью имеет еще одно преимущество в использовании, а именно быстродействие.

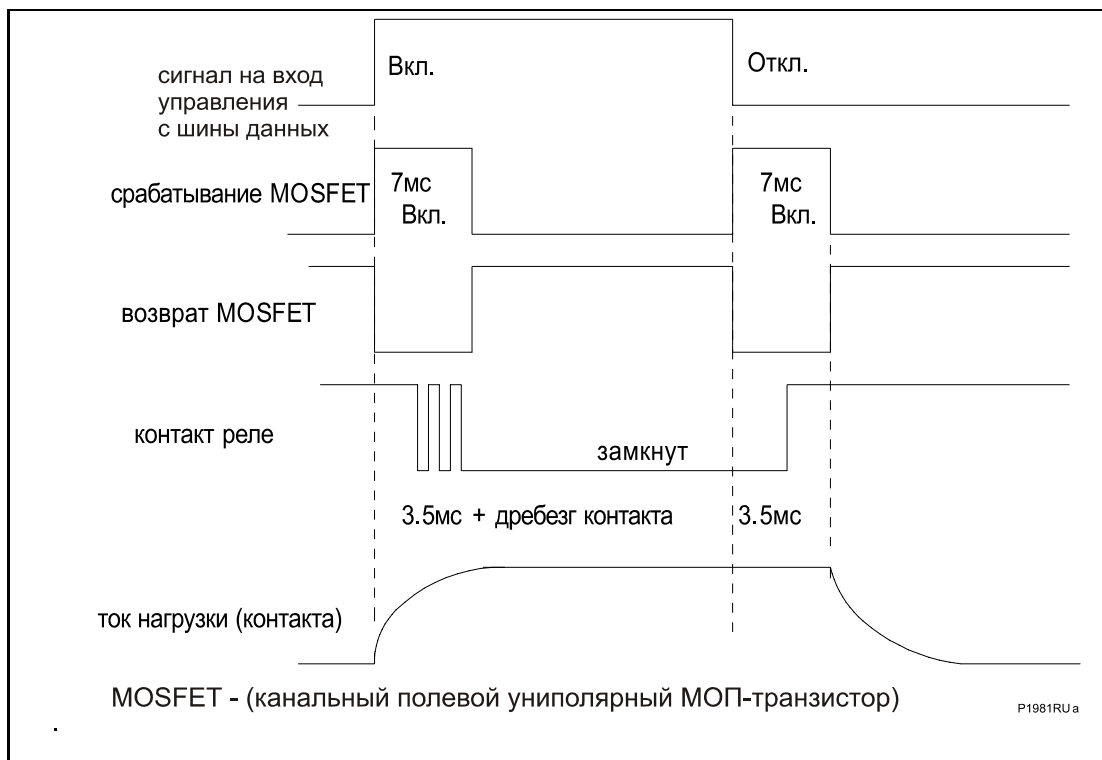


Рис. 6: Работа быстродействующих контактов

2.8 Вспомогательное питание

Также как для основного питания имеется три опции входного напряжения. Плата реле обеспечивается как отдельная плата.

2.9 Плата IRIG-B

Плата IRIG-B - опция заказа, которая может быть установлена в P746, чтобы обеспечить точную синхронизацию времени для реле. Она может использоваться везде, где имеется модулированный или немодулированный сигнал IRIG-B. Сигнал IRIG-B соединен с платой через соединитель BNC сзади реле. Информация 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.

2.10 Второй задний порт связи

При установке по заказу этой платы в реле, оба задних порта связи становятся опциями подключений и уставок. Пользователь имеет возможность ввести в работу один из них либо оба, в зависимости от условий применения на объекте.

Второй задний порт связи, работающий по протоколу Courier, имеет следующие аппаратные опции: витая пара K-Bus (нечувствительная к полярности подключения), витая пара EIA(RS)485 (чувствительна к полярности подключения) или EIA(RS)232.

Платы связи второго заднего порта связи и плата IRIG-B являются взаимоисключающими опциями, поскольку они используют один и тот же слот для установки в корпусе реле. По этой причине существуют две опции заказа платы второго заднего порта связи. Это плата только с задним портом связи или плата с задним портом связи и интерфейсом IRIG-B. Физическое расположение платы второго заднего порта связи показано на Рис 7.

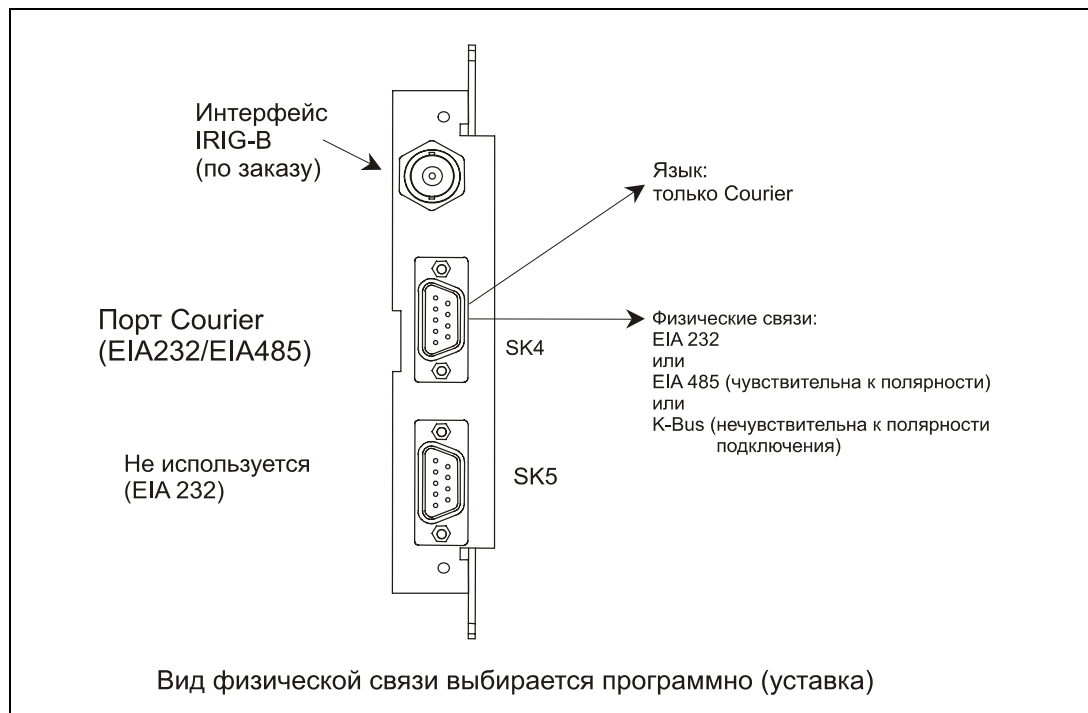


Рис. 7: Задний порт связи

2.11 Плата Ethernet

Устанавливаемая по заказу плата Ethernet (ZN0049) имеет три варианта поддерживающие использование интерфейса IEC 61850:

- 100 Мбит/с Оптоволокно + 10/100 Мбит/с Медь
- 100 Мбит/с Оптоволокно + 10/100 Мбит/с Медь + модулированный IRIG-B

100 Мбит/с Оптоволокно + 10/100 Мбит/с Медь + не модулированный IRIG-B

Данная плата устанавливается в гнезде (слоте) А, которое используется для коммуникационных плат устанавливаемых по заказу (в качестве опций). Каждая плата Ethernet имеет свой уникальный MAC адрес, используемый для связи Ethernet. Данный адрес печатается с задней стороны платы, рядом с разъемом подключения Ethernet.

Для подключения к 100 Мбит/с оптоволоконному порту используется соединитель типа ST® и многомодовый оптоволоконный кабель 1300нм.

Для электрических подключений по меди используются соединители типа RJ45. При подключении к Ethernet по медным проводникам важно использовать кабели связи представляющие экранированную витую пару (Shielded Twisted Pair – STP) или фольгированную витую пару (Foil Twisted Pair – FTP), для защиты связи IEC 61850 от влияния электромагнитных помех. Соединитель (разъем) RJ45 на каждом конце кабеля должен быть экранирован. При этом экран кабеля подключается к экрану разъема RJ45, таким образом, чтобы экран был заземлен через корпус терминала (реле). Как кабель так и соединитель RJ45 на каждом конце кабеля должны быть как минимум Категории 5, согласно требований стандарта IEC 61850. Кроме этого рекомендуется, чтобы каждый медный кабель используемый для подключения по стандарту IEC 61850 имел длину не более 3 метров и не выходил за пределы одного шкафа/панели.

При использовании соединения IEC 61850 через плату Ethernet, задний порт EIA(RS)485 и передний порт EIA(RS)232 остаются доступными для одновременного использования, при этом оба порта используют язык Courier.

2.12 Механическая конструкция

Материалы корпуса реле созданы из предварительно обработанной стали, имеющей 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. Панели и модули используют стратегию многократного заземления для повышения иммунитета к внешним помехам и минимизации влияния шума в канале. На панелях используются заземляющие пластины, чтобы снизить полное сопротивление, и клипсы, чтобы заземлить металлоконструкцию модуля.

Блоки зажимов высокой нагрузочной способности расположенные на задней стенке корпуса реле используются для подключения к реле вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения. Блоки зажимов средней нагрузочной способности используются для подключения дискретных логических входных сигналов, контактов выходных реле, цепей питания и заднего порта связи. Соединитель BNC используется для подключения сигнала IRIG-B (устанавливается по заказу). 9-контактные и 25-контактные розеточные соединители типа D расположенные на передней панели реле используются для передачи данных.

Внутри реле печатные платы подключаются к разъемам на обратной стороне блоков зажимов и могут быть демонтированы только с передней стороны реле. Блоки зажимов для подключения цепей ТТ оснащены внутренними закорачивающими пластинами внутри реле, которые будут автоматически закорачивать цепи трансформаторов тока прежде, чем они разъединятся при демонтаже блока зажимов или печатной платы из корпуса реле.

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

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение реле было представлено в кратком обзоре реле в начале этой главы (P746/RU FD). Программное обеспечение может рассматриваться, как состоящее из четырех разделов:

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 программного обеспечения управления и защиты, которые управляют функциональным режимом реле между ними. Рисунок 6 показывает структуру программного обеспечения реле.

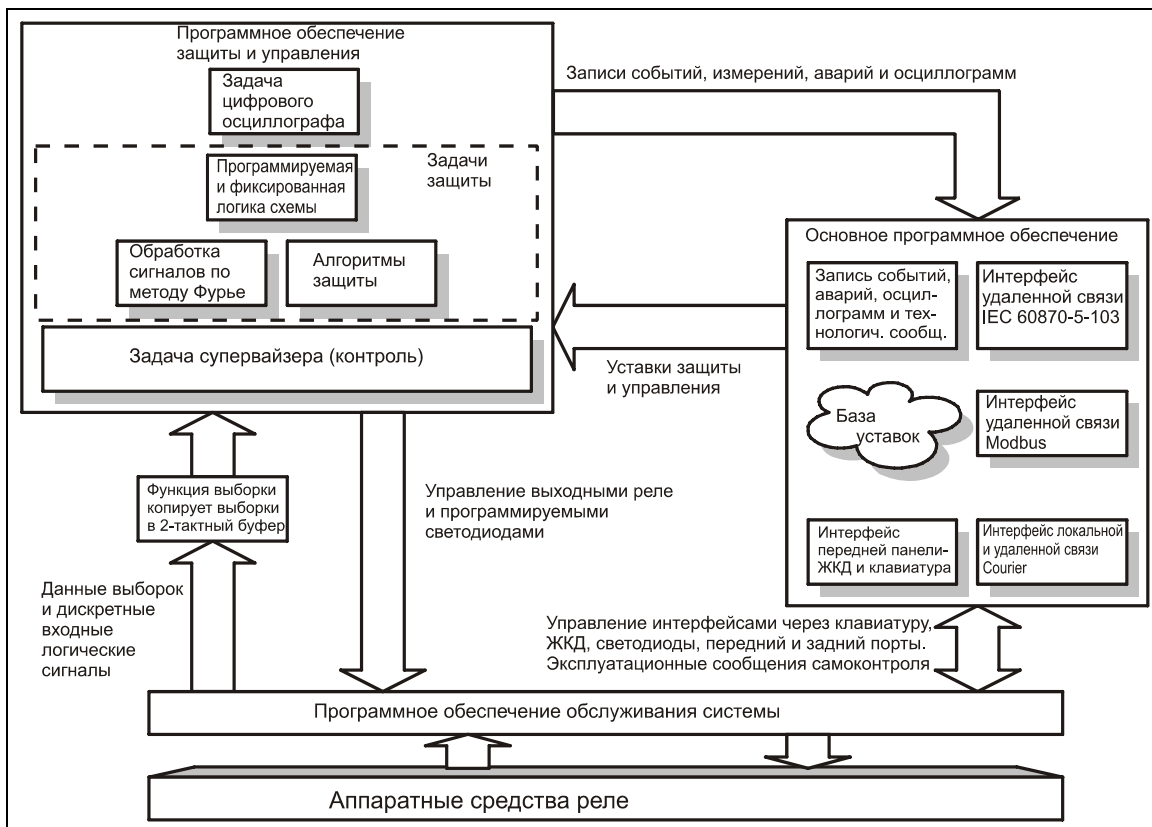


Рис. 8: Структура программного обеспечения реле

3.1 Операционная система 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.

Программное обеспечение условно разделено на задачи; операционная система реального времени отвечает за очередность обработки этих задач таким образом, чтобы они выполнялись в пределах доступного интервала времени и порядке их приоритета. Операционная система также отвечает за обмен информацией между выполняемыми задачами в форме сообщений.

3.2 Программное обеспечение обслуживания системы

Как показано на рисунке 10, 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 (SRAM) из энергонезависимой флэш-памяти ППЗУ (EPROM) при включении.

3.3 Основное программное обеспечение

Основное программное обеспечение (или программное обеспечение платформы) 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 каждым из интерфейсов пользователя, т.е., интерфейсом лицевой панели и передними и задними портами связи, используя выбранный протокол связи был (Courcier, IEC60870-5-103).

3.3.1 Регистрация записей

Функция регистрации используется для того, чтобы сохранять все записи сигналов, событий, аварий и эксплуатационных сообщений. Все эти записи регистрируются в ООЗУ (SRAM) с аварийным питанием от батареи, чтобы обеспечить энергонезависимый файл регистрации всего, что произошло. Реле обеспечивает четыре (вида) регистрации: каждая для 32 предупредительных сигналов, 512 записей событий, 5 записей аварий и 5 эксплуатационных сообщений. Записи выполняются так, что самая старая запись замещается самой новой. Функция регистрации может быть запущена программным обеспечением защиты или основным программным обеспечением. Кроме этого данная функция отвечает за регистрацию записей эксплуатационного сообщения в случае обнаружения неисправности реле. Данное сообщение содержит ошибки, которые были обнаружены непосредственно основным программным обеспечением или ошибку, которая обнаружена функцией программного обеспечения либо обслуживания системы, либо программным обеспечением защиты. См. также раздел о контроле и диагностике далее в этой главе (P746/RU FD).

3.3.2 База данных уставок

База данных уставок содержит все уставки и данные для терминала, включая уставки функций защиты, осциллографа и уставки управления и конфигурации. 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 времени. 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 (SRAM). Это позволяет выполнять множество изменений уставок элементов защиты, осциллографа и сохранить в базе данных в ЭППЗУ (См. также раздел Введение к данному техническому руководству, глава P746/RU IT). 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 для чтения и редактирования. Основное

программное обеспечение представляет данные в формате, соответствующем для каждого интерфейса пользователя.

3.4 Программное обеспечение защиты и управления

Программное обеспечение защиты и управления отвечает за работу всех элементов защиты и функций измерения реле. Для этого, оно должно иметь связь как с программным обеспечением обслуживания системы так и с основным программным обеспечением, а также организовать собственные действия. Программное обеспечение защиты имеет приоритет над любой из программных задач в реле, чтобы обеспечивать максимально быструю реакцию защиты. Программное обеспечение защиты и управления также выполняет задачу контроля, которая управляет запуском задачи, а также управляет обменом сообщениями между задачей и основным программным обеспечением.

3.4.1 Краткий обзор планирования задач защиты и управления

На Рис.8 показаны составные части программного обеспечения AREVA и его размещение на различных платах.

В P746 интегрированы две основные функции защиты, это дифференциальная защита шин и устройство резервирования отказа выключателя, а также дополнительные функции, такие как максимальные токовые защиты.

3.4.2 Обработка топологии

Алгоритм топологии выполняет динамическое моделирование в P746 схемы первичных соединений подстанции, используя для этого информацию, получаемую от вспомогательных контактов выключателей и разъединителей. В результате P746 знает узлы тока и зоны, которые должны быть отключены, в зависимости от местоположения повреждения.

3.4.3 Обработка сигналов

Функция выборок обеспечивает фильтрацию дискретных входных сигналов поступающих от оптоизоляторов и отслеживание частоты сети для сохранения одинакового количества выборок аналоговых сигналов за период промышленной частоты.

Слежение за частотой сети для сбора выборок аналоговых входных сигналов выполняется по методу алгоритма Фурье, который применяется к одному из входных сигналов, и работает, обнаруживая изменение фазового угла измеренного сигнала. Рассчитанное значение частоты, используется для того, чтобы изменить дискретизацию, используемую входным блоком, для достижения постоянного уровня дискретизации 24 выборок за период частоты сети. Значение частоты также сохраняется для использования задачей управления и защиты.

Когда задача защиты и управления перезапущена функцией выборок, она вычисляет компоненты ряда Фурье для аналоговых сигналов. Компоненты ряда Фурье рассчитаны, используя однопериодное дискретное преобразование Фурье (DFT) при 24 выборках за период промышленной частоты. DFT всегда вычисляется, используя прошлый период выборок из 2-периодного буфера, то есть, используются самые последние данные. Преобразование Фурье, используемое таким образом, извлекает первую гармонику промышленной частоты сигнала и выдает величину и фазу основной гармоники в формате прямоугольных координат. DFT обеспечивает точное измерение компонента основной частоты, и эффективную фильтрацию гармонических частот и шума.

Это достигнуто в сочетании с модулем входов реле, который обеспечивает аппаратную фильтрацию паразитных сигналов для подавления частот выше половины частоты выборок. Данные преобразования Фурье входных сигналов тока и напряжения сохраняются в памяти так, чтобы к ним имели доступ все алгоритмы элементов защиты. Выборки сигналов, поступающие из модуля входов, также используются в необработанной форме осциллографом для регистрации формы сигнала и вычисления действующих значений тока, напряжения и мощности для целей измерения.

3.4.4 Программируемая схема логики

Назначение программируемой схемы логики (PSL) - это позволить пользователю реле конфигурировать индивидуальную схему защиты, удовлетворяющую их собственному специфическому применению. Для достижения большей гибкости в применении логическая схема задается для каждой из групп уставок.

Вход к PSL - любая комбинация состояния цифровых входных сигналов от оптоизоляторов на плате входов, логических выходов элементов защиты, например, пуска защит или действия на отключение и выходов фиксированной логики схемы. Фиксированная логика схемы обеспечивает стандартные функции защиты. 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 - это светодиоды на передней панели реле и контакты выходных реле.

Выполнение PSL логики управляется событиями; логика обрабатывается всякий раз, когда изменяется любой из входов, например, в результате изменения состояния одного из дискретных входных сигналов или формирование сигнала отключения от одного из элементов защиты. При этом, обрабатывается только часть PSL логики, на которую воздействует конкретное изменение входа. Это сокращает время обработки, которое требуется для обработки PSL. Программное обеспечение защиты и управления в каждом цикле своей работы обновляет таймеры логической схемы и проверяет наличие изменений во входных сигналах PSL.

Эта система обеспечивает гибкость для пользователя в создании его собственного проекта логической схемы. Поскольку PSL может иметь достаточно сложную конфигурацию, ее построение выполняется при помощи персонального компьютера и программного пакета MiCOM S1 V2 или MiCOM S1Studio.

3.4.5 Интерфейс функциональных ключей

Десять функциональных ключей являются интерфейсом прямого доступа в программируемую схему логики терминала (ПСЛ) в виде дискретных входных сигналов и соответствующим образом обрабатываются (исполняются) в ПСЛ. Однако изменение состояния распознается, только если клавиша функционального ключа удерживается в нажатом положении не менее 200мс. Фиксация момента времени изменения состояния функционального ключа зависит от того, в какой момент произошло нажатие ключа, а именно, в начале или в конце цикла выполнения алгоритма обработки задач функций защиты, а также дополнительное время для сканирования аппаратного и программного обеспечения. В зависимости от необходимости взаимодействия с логической схемой функциональные ключи могут быть индивидуально конфигурированы на работу в режиме с фиксацией (режим *Переключатель*) или на переход в состояние логической 1, только на время удерживания клавиши функционального ключа в нажатом положении (режим *Нормальный*). Зафиксированные состояния каждого из ключей записываются в энергонезависимую память терминала, и считываются из памяти при включении питания. Данная функциональная возможность позволяет восстановить статусы функциональных ключей при возможных перерывах питания (оперативным током).

3.4.6 Регистрация событий и аварий в системе

Изменение состояния любого дискретного входного или выходного сигнала элемента защиты генерирует запись события. Когда это случается, задача защиты и управления посылает сообщение задаче супервизора (общего контроля) указать, что присутствует событие для обработки, и записывает данные события в быстрый буфер в ООЗУ (SRAM), который управляется задачей супервизора. Когда задача супервизора принимает сообщение о событии или регистрации аварии, она дает команду основному программному обеспечению создать соответствующую запись в ООЗУ с резервным питанием от встроенной литиевой батареи. Операция регистрации записи

в ООЗУ с резервным питанием от батареи занимает больше времени, чем запись в буфер супервизора. 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 записи в ООЗУ с резервным питанием от батареи. Если это произошло, тогда регистрируется событие, чтобы указать эту потерю информации.

3.4.7 Цифровой осциллограф

Осциллограф работает как отдельная задача от задач управления и защиты. Он может делать запись формы сигнала для 21 аналоговых каналов и значений 32 дискретных сигналов. Максимальное время регистрации, устанавливаемое пользователем, составляет 10,5 секунд. Данные для осциллографа поставляются задачей защиты и управления один раз за период. Осциллограф представляет полученные данные, в виде записи осциллограммы требуемой продолжительности. Запись осциллограммы может быть прочитана из реле с помощью программного пакета MiCOM S1 V2 или MiCOM S1 Studio. При этом выполняется сохранение файла в формате COMTRADE, что предоставляет возможность пользователю просмотра осциллограммы не только с помощью MiCOM S1, но и другими прикладными программами.

4. САМОКОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Реле включает множество функций самоконтроля, чтобы проверить действие аппаратных средств и программного обеспечения, когда они в работе. Если возникает неисправность аппаратных средств или ошибка при работе программного обеспечения, реле способно обнаружить и сообщить о возникшей проблеме и попытаться устранить ее, выполняя перезагрузку. Это приводит к выведению реле из работы на короткий промежуток времени, что сигнализируется погасанием светодиода 'Исправно' (Healthy) на передней панели реле и срабатыванием реле контроля исправного состояния (изменение положения контактов сторожевого реле WD). Если перезагрузка программного обеспечения будет не в состоянии устранить проблему, то реле останется постоянно выведенным из работы (до устранения неисправности). Состояние неисправности индицируется погасанием светодиода 'Исправно' (Healthy), загоранием светодиода "Неисправность" ('Warning') и контактами сторожевого реле WD.

Если проблема обнаружена функциями самоконтроля, реле попытается сохранить эксплуатационное сообщение в ООЗУ (SRAM) с резервным питанием от встроенной литиевой 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 при включении питания

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 после устранения неисправности.

При включении питания выполняются операции из следующего списка:

4.1.1 Загрузка системы

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

4.1.2 Запуск программного обеспечения

Процесс инициации включает действия запуска регистров и прерываний процессора, пуск контрольных таймеров (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 встроенной литиевой батареи;
- целостность ООЗУ (SRAM) с резервным питанием от батареи, которое используется для сохранения записей событий, аварий и осциллограмм;
- уровень напряжения дополнительного внутреннего источника напряжения (48В), который используется для питания оптически изолированных входов;
- работу контроллера ЖКД;
- работу сторожевого реле (WD).

При завершении программы инициации задача супервизора начинает процесс запуска основного программного обеспечения.

4.1.3 Инициализация основного программного обеспечения и мониторинг

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

При успешном завершении всех этих испытаний терминал вновь вводится в работу и защита готова к срабатыванию.

4.2 Постоянный самоконтроль

Когда терминал находится в работе, он непрерывно проверяет действие наиболее важных аппаратных компонентов и программного обеспечения. Проверка выполняется программным обеспечением обслуживания системы (см. раздел о программном обеспечении реле ранее в этой главе (P746/RU FD)) и результаты сообщаются основному программному обеспечению. При этом проверяются следующие функции:

- Флэш-память ЭПЗУ (EPROM), содержащая весь программный код и текст языка проверяются контрольной суммой.
- Код и постоянные данные, содержащиеся в ООЗУ (SRAM) проверяются по соответствующим данным во флэш-памяти ЭПЗУ (EPROM), чтобы проверить нарушение целостности данных.
- ООЗУ (SRAM), содержащее все данные, кроме кода и постоянных данных, проверяется контрольной суммой.
- Энергонезависимое ЭПЗУ (EPROM), содержащие значения уставок проверяется контрольной суммой всякий раз когда идет обращение за данными.
- Состояние встроенной батареи.

- Уровень напряжения внутреннего источника питания (48В).
- Целостность данных ввода/вывода дискретных логических сигналов по оптически изолированным входам и контактам выходных реле проверяются функцией сбора данных в каждом цикле. Работа системы сбора аналоговых данных непрерывно проверяется функцией сбора данных посредством выборки базовых напряжений.
- Работа панели сопроцессора, включая ООЗУ (SRAM) и коды, реакция платы на изменения уставок, некорректный прием данных, неисправность каналов связи и общего устройства контроля для подтверждения постоянной и корректной работы программного обеспечения платы.
- Работа платы IRIG-B, если она установлена, проверяется программным обеспечением, которое постоянно считывает время и дату с платы синхронизации времени.
- Работа платы Ethernet, если она установлена, проверяется программным обеспечением платы центрального процессора. Если плата Ethernet перестает отвечать на запросы, генерируется сообщение сигнализации и плата перезагружается для попытки устранения сбоя в работе.

В маловероятном случае, когда одна из проверок обнаруживает ошибку в подсистемах терминала, это сообщается основному программному обеспечению, и оно попытается записать эксплуатационное сообщение в ООЗУ (SRAM) с резервным питанием от батареи. Если обнаруживается проблема с состоянием батареи или панелью IRIG-B, то терминал сохраняет полную работоспособность функций защиты. Однако, если проблемы обнаружены в любой другой области, терминал инициирует отключение и выполняет перезагрузку программного обеспечения. При выполнении процедуры перезапуска, которая занимает до 5 секунд, функции защиты не работают, но полный перезапуск терминала, включая все инициализации, должен устранить большинство проблем, которые могут возникнуть при сбоях в работе программного обеспечения. Как описано выше, неотъемлемая часть процедуры запуска - полная диагностическая самопроверка. Если она обнаруживает ту же самую проблему, которая заставила терминал перезапуститься, т.е., перезапуск не устранил проблему, то терминал выведет себя из эксплуатации. Это указывается погасанием светодиода 'Исправно' (Healthy) на передней панели реле и срабатыванием сторожевого реле (WD) контроля исправности устройства.