ООО НПП
«Микропроцессорные технологии»

Автор
Генеральный директор Пирогов М. Г.



www.i-mt.net
8 800 555-25-11
01@i-mt.net

Один терминал вместо набора устройств: как сокращается состав ячейки 6–35 кВ при интеграции функций в Алтей-01

Сокращение состава шкафа достигается не за счет отказа от функций, а за счет переноса части внешних межблочных связей внутрь одного аппаратного узла. Ниже приведен инженерный разбор того, какие именно цепи и узлы удается убрать, какие параметры при этом нормируются и почему упрощение вторичной схемы напрямую влияет на наладку и эксплуатацию.

2 А	**8/6 → 15/13**	**900**	**3 канала**
ток начала работы от цепей тока по Ia+Ic	дискретный состав от базового до расширенного исполнения	осциллограмм суммарной длительностью до 225 минут	оптической дуговой защиты плюс контроль перегрева

ВВЕДЕНИЕ

В ячейках 6–35 кВ увеличение числа функций почти всегда ведет к росту числа аппаратных узлов. К базовому терминалу релейной защиты добавляются отдельные средства дуговой защиты, отдельный узел питания от токовых цепей, внешний модуль дешунтирования, отдельная система температурного контроля, а затем – дополнительные промежуточные реле, шинки питания дискретных входов, межблочные разрешения и сигналы неисправности. В результате усложняется не первичная схема ячейки, а вторичная: возрастает количество клемм, проводных связей, точек проверки и стыков между устройствами.

В интегрированной архитектуре эти функции сводятся в один аппаратный узел: терминал может комплектоваться токовым модулем 4I или 4IT, опциональным модулем напряжения 4U, дискретной частью 8DI/6DO либо 15DI/13DO, модулем дуговой защиты Arc, модулем Sub-1 GHz IoT для датчиков перегрева, а также вариантами коммуникаций USB, RS-485 и Ethernet с поддержкой Modbus-RTU, IEC 60870-5-101/103/104, IEC 61850 MMS, GOOSE, SNTP и, в двухпортовом варианте, PRP/RSTP/HSR.

Ключевой принцип

Интеграция дает эффект не тогда, когда в каталоге объединено много функций, а тогда, когда исчезают внешние межблочные связи между этими функциями. Именно это сокращает объем вторичных цепей и проверяемых интерфейсов.



Рисунок 1 – Раздельная и интегрированная архитектура ячейки

АППАРАТНАЯ КОНСОЛИДАЦИЯ – ЭТО КОНКРЕТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ, А НЕ ОБЩИЙ ТЕЗИС

Технический смысл интеграции лучше всего виден по составу аппаратной части. Токовый модуль 4I/4IT обеспечивает измерение Ia, Ib, Ic и 3IO; модуль 4IT дополнительно использует питание от токовых цепей Ia и Ic. Второй аналоговый модуль 4U обеспечивает измерение Ua, Ub, Uc, Uвст либо линейных и нулевых комбинаций Uab, Ubc, 3UO, Uвст. Дискретная часть выбирается как 8DI/6DO либо 15DI/13DO. Отдельной опцией добавляется модуль дуговой защиты Arc, а модуль IoT обеспечивает работу с датчиками перегрева.

С практической стороны это означает, что проектировщик получает не терминал плюс набор внешних совместимых устройств, а единую платформу, внутри которой уже определены точки стыка между измерением, логикой, защитой, дуговыми каналами, температурным контролем и каналами связи. Именно поэтому в такой архитектуре проще строить схемы управления и сигнализации: часть связей не выводится на внешние клеммы, а замыкается внутри устройства.

Аргумент для проектировщика

Чем больше функций совмещено в одном аппаратном узле, тем меньше внешних цепей нужно проектировать как интерфейс между блоками. Сокращение чертежей вторичной коммутации становится прямым следствием аппаратной консолидации.

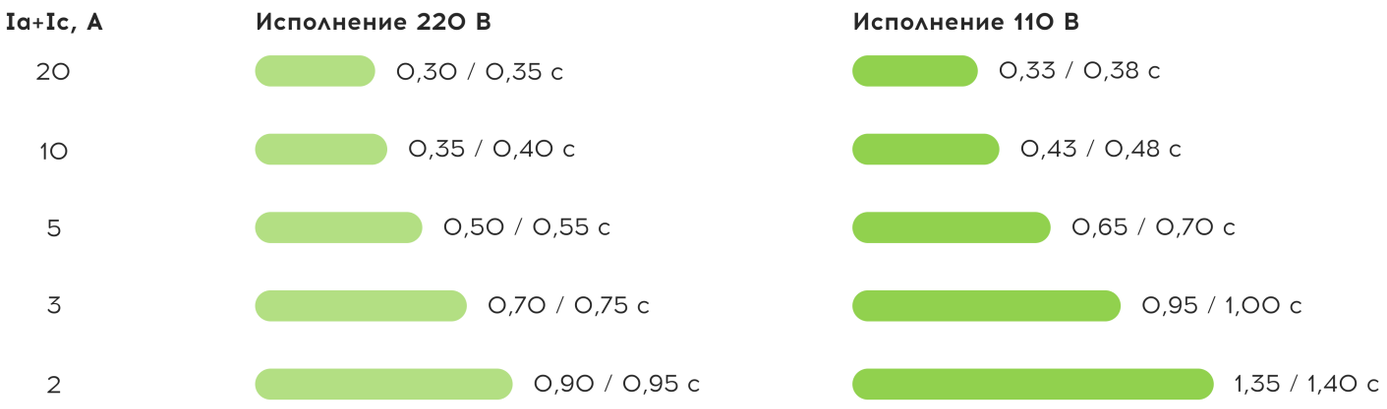
РАБОТА ОТ ТОКОВЫХ ЦЕПЕЙ: НОРМИРОВАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Встроенная работа от токовых цепей – один из наиболее сильных факторов сокращения внешних блоков. Для исполнения с питанием от цепей тока ток начала работы составляет 2 А по сумме действующих значений токов Ia+Ic. При этом время готовности устройства и время срабатывания модуля дешунтирования нормированы в зависимости от входного тока и отдельно приведены для исполнений на 220 В и 110 В. Для исполнения 220 В при Ia+Ic = 20 А время готовности и время срабатывания iD составляют 0,30/0,35 с, а при 2 А – 0,90/0,95 с. Для исполнения 110 В эти времена составляют 0,33/0,38 с при 20 А и 1,35/1,40 с при 2 А.

Эта таблица важна не как набор цифр, а как инженерный аргумент. Если питание от ТТ реализовано внешним блоком, то терминал, блок питания и схема отключения становятся тремя независимыми узлами, которые нужно проверять в составе общей цепочки. Если питание от ТТ встроено в терминал, то граница между этими функциями исчезает, а проверка сводится к оценке одного устройства и его режимов нагрузки по токовым входам.

Работа от токовых цепей: нормированные времена готовности

Время готовности устройства / срабатывания модуля дешунтирования при питании от цепей тока, с, не более



Инженерный вывод: встроенное питание от ТТ позволяет рассматривать защиту, питание и канал дешунтирования как один нормированный режим, а не как цепочку независимых внешних блоков

Рисунок 2 – Время готовности и срабатывания iD при питании от токовых цепей

ВСТРОЕННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДОВ

В устройстве предусмотрен встроенный источник постоянного напряжения 220 В или 110 В с емкостным накопителем энергии для организации шинок питания дискретных входов на объектах с негарантированным питанием. Для исполнения 220 В диапазон выходного напряжения составляет 170–265 В DC, для исполнения 110 В – 99–121 В DC. Для надежного срабатывания дискретных входов при питании от токовых цепей минимальный ток Ia+Ic составляет 5 А.

С инженерной точки зрения это означает, что питание дискретных входов перестает быть отдельным проектным изделием со своим местом в шкафу, своей защитой и своим стыком с терминалом. В ряде схем именно этот узел превращается в дополнительный источник клемм, перемычек и контрольных проверок. При встроенной реализации он переносится внутрь основного устройства.

Как изменяются цепи питания дискретных входов

Убирается отдельный внешний источник питания DI, а вместе с ним – часть клемм, контроля и наладочных операций



При питании от токовых цепей задержка готовности дискретных входов зависит от Ia+Ic и количества одновременно питаемых входов, что позволяет рассчитывать режим эксплуатации по нормированным параметрам

Рисунок 3 – Как изменяются цепи питания дискретных входов

ДЕШУНТИРОВАНИЕ, ДУГОВАЯ ЗАЩИТА И КОНТРОЛЬ НАГРЕВА КАК ЧАСТИ ОДНОЙ СИСТЕМЫ

В схемах с переменным оперативным током надежное отключение зависит не только от алгоритма защиты, но и от связки между защитой, каналом питания и исполнительной цепью. При интегрированном подходе терминал работает совместно с модулем дешунтирования как с частью общей системы отключения. Канал X11:1–X11:2 предназначен для работы с модулем iD, управление осуществляется напряжением от терминала, длительность управляющего импульса составляет 150 мс, повторная подача возможна через 350 мс.

Для дуговой защиты устройство поддерживает три оптических канала. Длина точечных датчиков ВОД от 1 до 10 м, петлевые датчики могут иметь длину до 30 м. При раздельной архитектуре дуговой блок требует собственных выходов, сигнализации неисправности и дискретных связей с терминалом РЗА. При интегрированной архитектуре сигнал датчика, логика оценки и выходное воздействие находятся в одной системе.

Аналогичный эффект достигается и для температурного контроля. При наличии модуля IoT терминал работает с датчиками Мелисса, формирует температурные каналы T1…T8, поддерживает группировку датчиков и ведет отдельный журнал перегрева. Температурные события попадают в то же информационное пространство, где находятся аварийные сигналы, осциллограммы и команды отключения.

Почему это важно для эксплуатации

При раздельной архитектуре причину отключения приходится собирать из нескольких систем. При интегрированной – дуговые сигналы, перегрев, логика и выходные воздействия разбираются в одном причинно-следственном контексте.

Как сокращается цепочка отключения при дешунтировании

Модуль iD остается внешним исполнительным элементом, но исчезает часть промежуточных звеньев между логикой защиты и катушкой отключения

Раздельный вариант

Пуск защиты → Контакт терминала → Промежуточное реле → Внешний iD → Катушка отключения

Интегрированный вариант

Пуск защиты → Внутренняя логика терминала → Выход X11 → Модуль iD → Катушка отключения

Инженерный эффект: сокращается число промежуточных внешних звеньев между пуском защиты и исполнительным воздействием, а значит упрощается проверка и снижается число точек отказа

Рисунок 4 – Сокращение цепочки отключения при дешунтировании

НАБЛЮДАЕМОСТЬ РЕЖИМА И ЕДИНАЯ РЕГИСТРАЦИОННАЯ СРЕДА

Интеграция имеет смысл только в том случае, если устройство не теряет в наблюдаемости процессов. Для осциллографирования используется формат Comtrade, частота дискретизации составляет 2000 Гц, предаварийная запись задается в диапазоне 0,1–5 с, длительность записи – 0,1–10 с. В осциллограмму может входить до 9 аналоговых сигналов и до 300 дискретных сигналов, включая логические сигналы, назначенные пользователем в KIWI. В памяти может храниться до 900 осциллограмм суммарной длительностью 225 минут.

Это один из ключевых аргументов в пользу интегрированной схемы. Если несколько функций сведены в одно устройство, но каждая из них слабо отражается в регистрационной среде, эксплуатация усложняется. Если же дуговые сигналы, дискретные состояния, логические межсигнальные связи, команды управления и температурные события попадают в общую регистрационную среду, то разбор аварии становится проще именно потому, что цепочка событий восстанавливается в одном месте.

Единое пространство данных для анализа режима

Интеграция полезна не только схемно. Она объединяет все существенные признаки аварийного или ненормального режима в одной регистрационной среде



Результат: инженер анализирует не разрозненные фрагменты из разных устройств, а единую последовательность режима, событий и выходных воздействий

Рисунок 5 – Единое пространство данных для анализа режима

ПРАКТИЧЕСКИЙ ВЫВОД

Интегрированный терминал сокращает состав ячейки 6–35 кВ не за счет отказа от функций, а за счет переноса части внешних межблочных связей внутрь одного аппаратного узла. В одной системе сходятся измерение токов и напряжений, функции РЗА, дуговые каналы, питание от токовых цепей, встроенное питание дискретных входов, управление модулем дешунтирования и температурная диагностика.

За счет этого уменьшается число внешних блоков, сокращается объем вторичных цепей, упрощается наладка и создается единое пространство регистрации событий и осциллограмм. Для практики это означает меньше клемм, меньше промежуточных реле, меньше внешних сигналов разрешения и контроля, а также более прозрачный анализ режима после аварийного или ненормального события.

Чем больше связей между функциями закрыто внутри одного устройства и подтверждено нормированными параметрами, тем больше интеграция работает как инженерное решение, а не как маркетинговое объединение функций в каталоге.



Михаил Пирогов
Генеральный директор
ООО НПП «Микропроцессорные технологии»

VK: vk.com/pirogovmg
Почта: pirogovmg@i-mt.net

СОЗДАЕМ
НАДЕЖНОЕ
БУДУЩЕЕ