

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ РЕВЕРСИВНЫМ ПРИВОДОМ В СИСТЕМАХ РСУ И ПАЗ

С.Л. РОГОВ (ООО "ТРЭИ ГмбХ")



Рассмотрены варианты применения интеллектуальных устройств для управления реверсивным приводом исполнительных механизмов АСУ ТП, испытанных на различных объектах энергетики. В процессе опытной эксплуатации схемные и программные решения претерпели различные изменения с целью наиболее полного соответствия объективным потребностям пользователей.

Проблема управления реверсивным приводом в АСУ ТП до недавнего времени решалась классическим путём (рис. 1).

Программируемый логический контроллер (ПЛК) располагался в операторском помещении или помещении блочного щита управления (БЩУ), от него шла кабельная трасса с дискретными сигналами управления и сигнализации и аналоговыми сигналами положения исполнительного механизма (ИМ). Объем проводников в кабельных каналах достигал тысячи единиц. Данная цифра легко проверяется. Например, для одной единицы регулирующей арматуры, управляемой реверсивным приводом, минимально необходимы: 3ДО-прямой ход, стоп, реверс; 3ДИ- конечные выключатели положения 2 шт., положение вводного автомата; 1 АИ-датчик положения арматуры. Итого 10 концов кабеля с учётом общих проводников. В некоторых схемах управления количество связей возрастает до 16 шт. Для автоматизации паровой энергетической турбины используется около 130 единиц запорной, регулирующей арматуры и многооборотных электрических механизмов (МЭО), таким образом, количество проводников контрольного кабеля достигает 1500 шт. Следующий элемент стандартной схемы управления – это сборки РТЗО. Стандартная компоновка сборки РТЗО предусматривает подключение до 8 схем управления реверсивными ИМ. В свою очередь каждая схема состоит из вводного автомата с тепловой и динамической защитой схемы, реверсивного пускателя и реле тока для контроля дожима арматуры. Кроме указан-

ного выше большого количества проводников, у данной стандартной схемы имеются следующие общепризнанные недостатки:

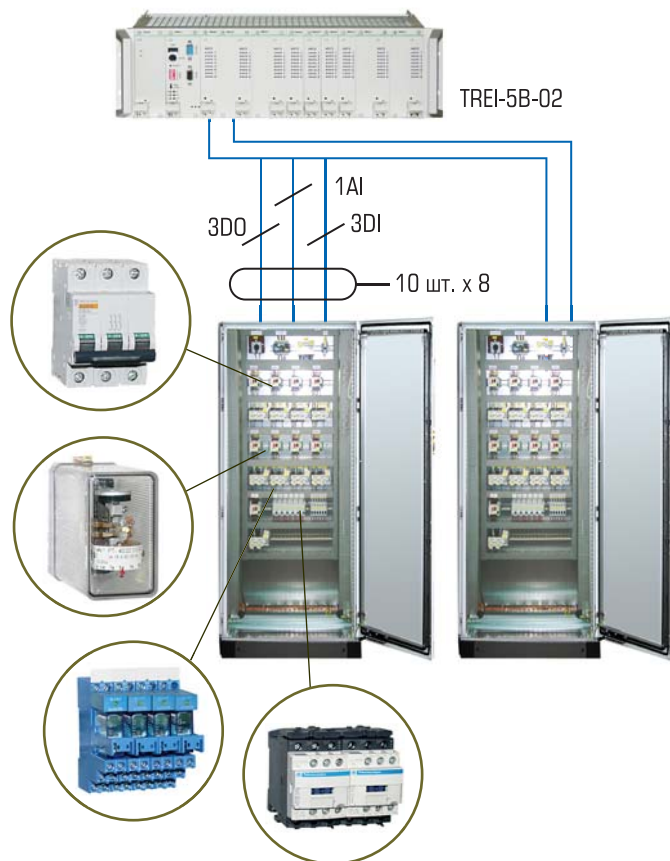


Рис. 1. Традиционная схема связей с РТЗО

Таблица 1. Требования к разработке собственного интеллектуального реверсивного пускателя для управления асинхронными электродвигателями

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	Максимальный фазный ток управления, А	16
2	Количество конечных выключателей в схеме управления	2
3	Количество моментных выключателей в схеме управления	2
4	Количество дискретных входов для местного и дистанционного управления	6
5	Количество дискретных выходов для местной индикации положения ИМ	2
6	Количество аналоговых входов контроля положения, резистивных и температурных	4
7	Количество внешних скоростных интерфейсов до 1,5 MBod	2
8	Количество внутренних изолированных источников питания 24 VDC	3
9	Наличие релейного контакта состояния прибора	1
10	Количество схем управления, размещаемых в шкафу 2000x600x400 мм	16

- низкая надёжность электромеханического пускателя;
- отсутствие контроля тока потребления ИМ, и как следствие, отсутствие прогноза по износу его механической части;
- зависимость тепловой защиты вводного автомата и токового реле дожима от климатических условий положения шкафа РТЗО и, как следствие, частые ложные срабатывания тепловой защиты в летний период или необходимость ручной перестройки защиты;
- коммутационная сложность схемы управления и необходимость дополнительных реле при использовании в схеме местного и дистанционного управления ИМ;
- полная потеря контроля над схемой управления при срабатывании вводного автомата схемы.

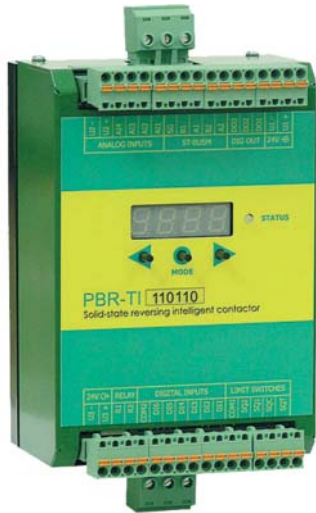
Указанные недостатки в большинстве своём устраняются при использовании для управления реверсивными ИМ интеллектуальных пускателей. Однако большинство выпускаемых в России интеллектуальных реверсивных пускателей имеют ряд недостатков, основной из которых – это отсутствие возможности управления пускателем по скоростному интерфейсу.

Специалистами фирмы TREI был проанализирован опыт использования в своих проектах автоматизации интеллектуальных пускателей разных фирм (Siemens, Schneider-Electric, ЗЭИМ, Phoenix Contact) и были сформированы требования к разработке собственного ин-

теллектуального реверсивного пускателя для управления асинхронными электродвигателями. Эти требования приведены в таблице 1.

Кроме того, были сформулированы и качественные требования:

- возможность создания Пользователем прикладных программ управления прибором с использованием языков стандарта IEC-61131-3;
- возможность создания на основе прибора замкнутых контуров регулирования с использованием аналоговых входов прибора, а именно: регуляторов положения, расхода, температуры, уровня потока и др.;
- возможность управления прибором не только дискретными командами, но и по высокоскоростному интерфейсу с возможностью дублирования интерфейса;
- возможность дистанционной загрузки пользовательских приложений, корректировки настроек, получение дистанционно телеметрической информации по положению и состоянию датчиков и фазным токам ИМ;
- наличие местной индикации и интуитивно понятного кнопочного интерфейса взаимодействия с прибором, позволяющего индицировать фазные токи, состояния каналов, диагностические сообщения и в цифровом виде вносить необходимые настройки прибора;
- возможность работы с разными протоколами по интерфейсу RS-485: ModBus-RTU, ProfiBus-DP, ST-BUS;



▲ Рис. 2. Пускатель бесконтактный реверсивный интеллектуальный ПБР-ТИ

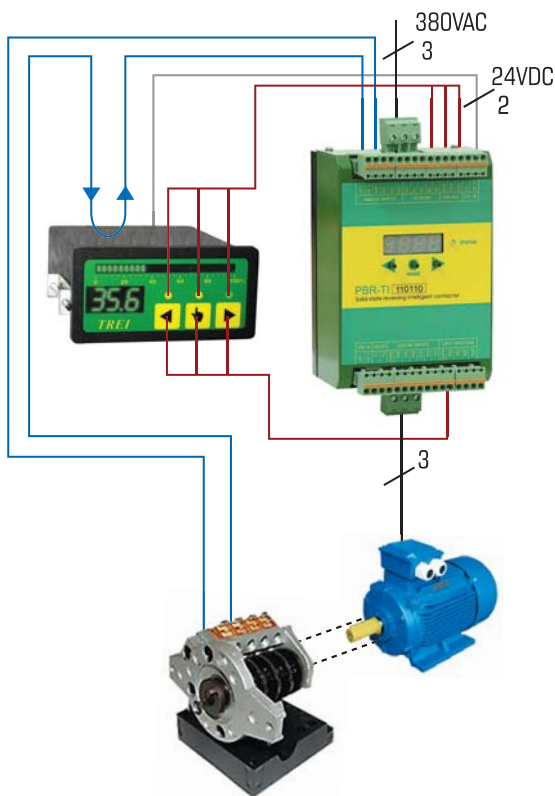
- возможность подачи по интерфейсному кабелю резервного питания 24 VDC для обеспечения работоспособности интерфейса прибора и получения диагностической информации о состоянии ИМ при отключении вводного автомата.

Исходя из вышеперечисленных требований, в 2009 г. был разработан прибор ПБР-ТИ (рис. 2). За два года были выпущены сотни приборов, эксплуатирующихся в составе различных АСУ ТП России, Казахстана.

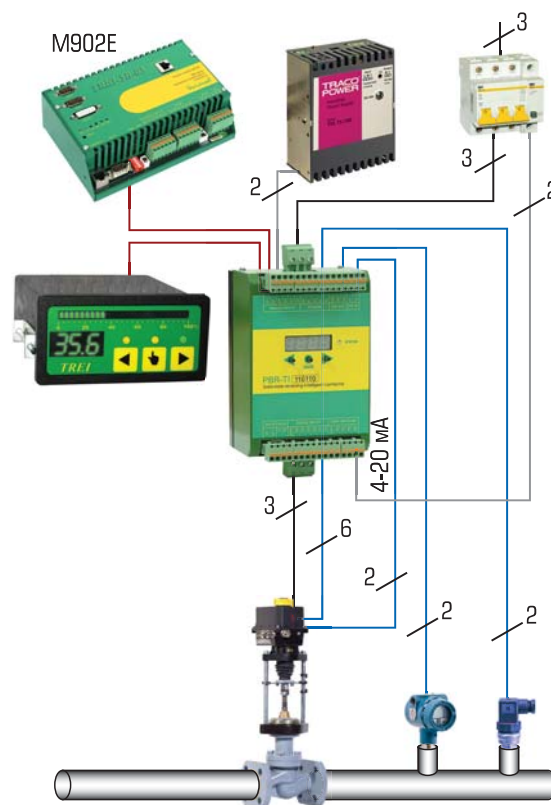
Цель настоящей статьи — ознакомить читателя с различными вариантами применения ПБР-ТИ и с преимуществами, которые даёт его использование в проектах автоматизации.

На рис. 3 приведена структурная схема управления реверсивным ИМ с помощью ПБР-ТИ. Как мы видим, все перечисленные требования к схеме управления в данном техническом решении реализованы. Остановимся на некоторых из них подробнее.

- Пользователю прибор поставляется с базовым пользовательским программным обеспечением (базовым приложением), написанным на языке ST (IEC 61131). В руководстве по эксплуатации описаны все переменные в базовой версии и алгоритм работы приложения. Приложение Пользователь может корректировать или создавать собственное приложение через тот же интерфейс связи, по которому он производит управление прибором.
- В базовом приложении уже создан регулятор ИМ по положению, поэтому Пользователю в программе контроллера необходимо только задать значение уставки положения (рис. 4) и контролировать момент её достижения. Регуляторы по значению физической величины: температуры, расхода, дав-



▲ Рис. 3. Схема управления реверсивным ИМ с помощью ПБР-ТИ



▲ Рис. 4. Схема управления реверсивным ИМ с регуляторами положения и по физическим величинам

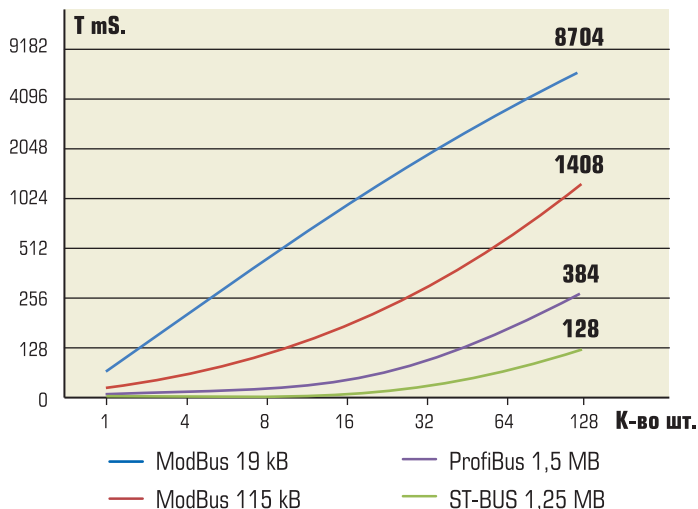


Рис. 5. Графики зависимости времени цикла от количества модулей на интерфейсе и скорости интерфейса

ления и пр., Пользователь может написать самостоятельно, используя рекомендации в руководстве по эксплуатации.

- Информацию о работе ПБР-ТИ (в том числе и диагностику) можно получать по интерфейсу, выбирая из 40 ячеек обмена необходимые для пользователя данные. Для нормальной работы с прибором достаточно 3-х ячеек. Диагностическую информацию

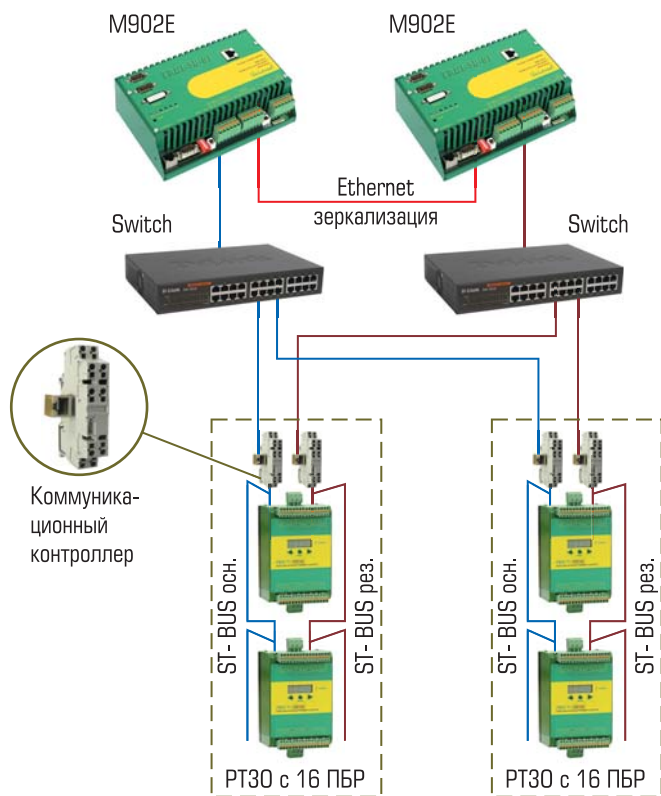


Рис. 6. Архитектура системы с резервированием функций коммуникаций

и информацию по конфигурации режимов и защит ПБР-ТИ можно формировать по необходимости. Ниже приведен пример фрагмента программы на языке ST для управления положением одного ПБР-ТИ, это всего две строчки программного текста. Для сравнения можно сказать, что программа, обслуживающая стандартную схему управления реверсивным ИМ с регулятором по положению, занимает десятки строк текста на языке ST.

```
mod1.Word_cont := setbit(true, 0, mod1.Word_cont);
mod1.X_ZAD := 30.
```

- Наличие местного пульта управления и индикации позволяет выполнить с его помощью все процедуры настройки ПБР-ТИ, не прибегая к необходимости интерфейсного подключения. В дежурном режиме можно установить индикацию любого контролируемого фазного тока или переменной.
- Возможность комплектования ПБР-ТИ блоком ручного управления БРУ-ТИ, позволяющего реализовывать ручное управление ИМ дистанционно с пульта оператора (рис. 4). БРУ-ТИ микропроцессорный прибор с гальванически изолированным аналоговым входом, что позволяет использовать его как с активными или пассивными токовыми датчиками положения, так и с реостатными датчиками.

Одна из проблем интерфейсного управления исполнительными механизмами – это время реакции на управляющее воздействие. Если в традиционной схеме управления время реакции составляло от 100 до 500 мс и практически не зависело от количества ИМ, подключенных к контроллеру PCSU, то в схемах с интерфейсным управлением это время зависит от двух величин:

- Скорость обмена по последовательному интерфейсу.
- Количество интерфейсных приборов управления ИМ.

На рис. 5 показаны графики усреднённых значений цикла устройств в зависимости от типа и скорости интерфейса и количества модулей.

Если для PCSU, не критичных по времени, может быть использован любой протокол, то для PCSU, быстрых техпроцессов и систем ПАЗ, выбор возможен только в пользу PROFIBUS и ST-BUS. Но даже в этом выборе цикл обмена $T=384$ мс.(PROFIBUS) и $T=128$ мс.(ST-BUS) для 128 устройств может оказаться неприемлемым. Для PCSU опасными производствами и систем ПАЗ мы предлагаем другое решение (рис. 6).



Рис. 7. Компоновка прибора в стандартном узле коммутации электропривода (УКП-3-3-В3-IP54 УЗ)

В данном применении время цикла обмена (обновления информации) со шкафами управления ИМ практически не зависит от количества шкафов (т.к. один шкаф – это один IP адрес) и равно примерно 50 ms.

Для систем ПАЗ данная архитектура построения системы имеет ещё одно преимущество – это общее повышение надёжности системы. Применение коммуникационного контроллера ST-BUS в резервированной схеме, разделённой функционально по шкафам интеллектуальных сборок РТЗО (выполненных на ПБР-ТИ), позволяет добиться следующих преимуществ:

- снижения интенсивности отказов системы, вследствие применения полупроводниковых коммутационных элементов и увеличения доли диагностического покрытия, реализованной в ПБР-ТИ [1];
- резервирования сетей и коммуникационного оборудования, позволяющего защитить систему ПАЗ от случайных обрывов сетевых коммуникаций – основных причин отказов для распределённых сетей;
- унификации ПБР-ТИ и возможности загрузки приложения через сети верхнего уровня, позволяющих производить оперативную замену элементов системы ПАЗ, тем самым увеличивать остаточную надёжность системы ПАЗ расчётным методом с использованием математического аппарата производящих функций для ветвящихся Марковских процессов [2].

Для распределённых систем интересен ещё один вариант применения ПБР-ТИ (рис. 7) – это компоновка прибора в стан-

дартном узле коммутации электропривода (УКП-3-3-В3-IP54 УЗ). Из стандартного УКП-3 удаляются внутренние клеммы, и на их место устанавливаются ПБР-ТИ, вводной автомат и независимый расцепитель. На переднюю панель УКП-3 устанавливаем дополнительно переключатель режима “ручной/автомат” и индикаторы положения ИМ, “открыто”, “закрыто”. Таким образом, мы получаем удалённый интеллектуальный пост управления ИМ, во внешнюю среду (АСУ ТП или щит управления) от такого поста уходит только интерфейсный кабель, витая пара в экране для физического RS-485.

Описанные выше варианты применения интеллектуальных устройств для управления реверсивным приводом исполнительных механизмов АСУ ТП испытаны на различных объектах энергетики. В процессе опытной эксплуатации схемные и программные решения претерпели различные изменения с целью наиболее полного соответствия объективным потребностям пользователей. Автор будет благодарен читателям за предложения и отзывы по теме, поднятой в данной статье.

Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 61508-2007. Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, связанных с безопасностью.
2. Рогов С.Л. Надёжность измерительных систем, функционирующих в составе систем защиты опасных производственных объектов // Измерительная техника. 2011. № 5.