

UNITROL®

Регуляторы напряжения и статические системы возбуждения типа UNITROL® для синхронных машин

Статические системы возбуждения – опыт АББ

Производство бесконтактных регуляторов напряжения и статических систем возбуждения семейства UNITROL было начато компанией АББ в 1957 году. Тысячи систем возбуждения производства АББ (токи возбуждения до 10 000 А) установлены и эксплуатируются по всему миру.

Системы возбуждения типа UNITROL могут использоваться как при проведении модернизации существующих электростанций, так и на строящихся объектах.

- Системы возбуждения типа UNITROL могут использоваться для синхронных машин любого типа и номинальной мощности, работающих как в генераторном так и в двигательном режиме
- Системы возбуждения типа UNITROL используются:
 - На теплоэлектростанциях с паровыми или газовыми турбинами;
 - На гидроэлектростанциях;
 - Для генераторов с дизельным приводом;
 - Для синхронных компенсаторов.
- Конструкция систем типа UNITROL позволяет в каждом случае находить оптимальное решение, удовлетворяющее требованиям заказчика, что особенно важно при модернизации существующих электростанций. Кроме того, компания АББ предоставляет услуги по установке и наладке оборудования а также обучение персонала заказчика для систем типа UNITROL.

Статические системы возбуждения типа UNITROL

Основными элементами любой статической системы возбуждения являются силовой преобразователь, система управления, аппаратура гашения поля и выпрямительный трансформатор.

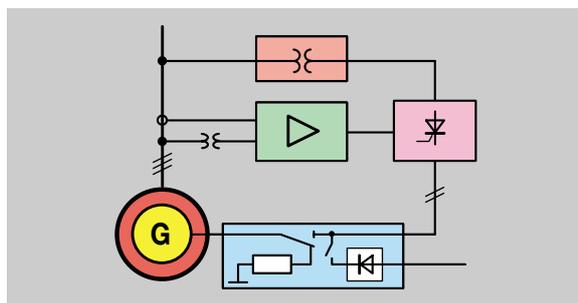


Рис. 1 Структурная схема статической системы возбуждения

Силовой преобразователь

Тиристорный преобразователь получает питание от источника переменного напряжения и обеспечивает регулируемое напряжение постоянного тока на выходе. Преобразователи, используемые в статических системах возбуждения типа UNITROL обладают следующими отличительными особенностями:

- Быстрое снятие возбуждения обеспечивается изменением полярности напряжения возбуждения;
- Небольшие размеры силовых панелей благодаря компактной конструкции;
- Резервирование, обеспечивающее повышенную надежность работы;
- Резерв мощности, достаточный для выполнения форсировки.

Система управления

Регулятор напряжения выполнен на основе ПИД-фильтра. Выходной сигнал регулятора используется для генерации импульсов управления на тиристоры силового преобразователя.

- Передаточная функция регулятора напряжения настраивается таким образом, чтобы избежать возникновения колебаний мощности;
- Регулятор обеспечивает стабильность параллельной работы с сетью;
- Наличие блокировок позволяет удерживать генератор в рабочем режиме, во многих случаях избегая срабатывания защит и аварийного отключения;
- Стабилизатор мощности эффективно гасит колебания мощности и расширяет рабочий диапазон генератора при недовозбуждении;
- Наличие режима ручного управления позволяет сохранять работоспособность системы при возникновении аварийных ситуаций и обеспечивает удобство проведения работ по ремонту и обслуживанию.

Гашение поля

Аппаратура гашения поля позволяет быстро снизить энергию, запасенную в обмотке возбуждения и отключить цепь ротора от системы возбуждения.

- Переключает обмотку возбуждения от системы возбуждения к разрядному резистору;
- Обеспечивает быстрое снятие возбуждения генератора при авариях сети;
- Защищает обмотку возбуждения от перенапряжений;
- Использование нелинейного разрядного резистора обеспечивает быстрое снятие возбуждения для машин большой мощности.



Рис. 2
Статическая система возбуждения типа UNITROL F – внешний вид

Трансформатор возбуждения

Трансформатор возбуждения снижает питающее напряжение до уровня, необходимого на входе системы возбуждения. Индуктивность рассеяния трансформатора ограничивает скорость нарастания тока до величин, безопасных для тиристоров силового преобразователя.

Параметры системы возбуждения и регулятора напряжения в значительной степени определяют динамические свойства и надежность синхронной машины. В настоящее время используются два основных типа систем возбуждения – бесщеточные вращающиеся возбудители и системы статического самовозбуждения. При бесщеточном возбуждении ток возбуждения обеспечивается машиной меньшей мощности, смонтированной на том же валу и получающей возбуждение от регулятора напряжения с выходным силовым преобразователем малой мощности. При статическом самовозбуждении обмотка возбуждения генератора получает питание с шин генератора через трансформатор возбуждения и силовой преобразователь.

Преимуществами статического возбуждения являются:

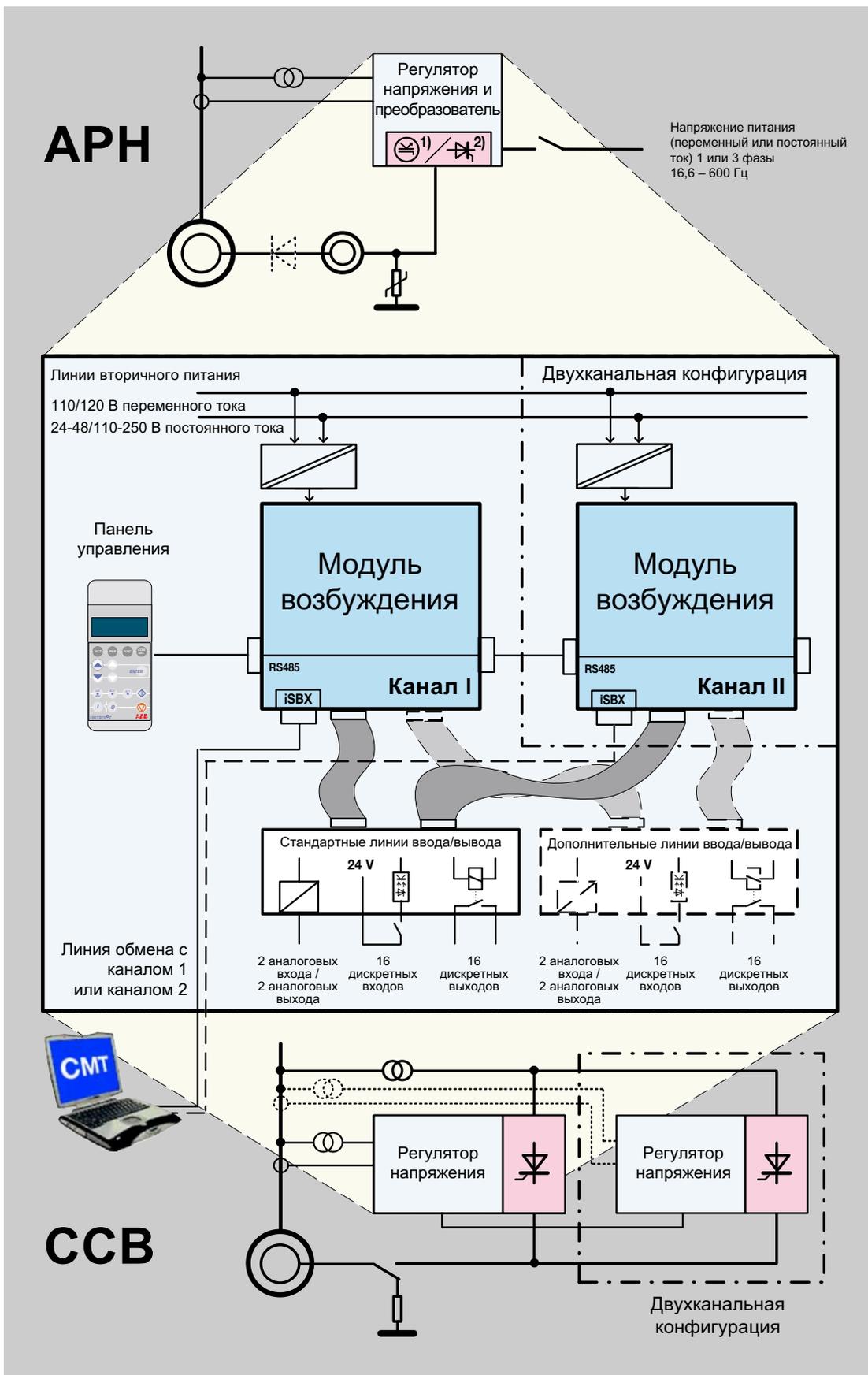
- Улучшенное быстродействие благодаря отсутствию постоянной времени электромашиного возбудителя;
- Повышенный КПД;
- Оптимальная защита и эффективное использование обмотки возбуждения;
- Уменьшение длины вала.

Системы типа UNITROL F

Одними из наиболее распространенных и широко применяемых систем возбуждения являются системы типа UNITROL F. Эти системы могут поставляться как:

- Автоматический регулятор напряжения с тиристорным силовым преобразователем, работающем на частоте 50/60 Гц (в специальных случаях до 400 Гц). Кроме того, при использовании питания более высоких частот или постоянного тока может быть применен транзисторный преобразователь.
- Статическая система возбуждения с тиристорным силовым преобразователем, работающем на частоте 50/60 Гц.

Системы типа UNITROL F производятся и поставляются либо собранными в силовом шкафу либо на шасси (несущая рама с установленными элементами). Наличие большого количества силовых модулей и функций программного обеспечения позволяет изготавливать системы, полностью отвечающие требованиям, предъявляемым заказчиком.



Система возбуждения типа UNITROL F с бесщеточным вращающимся возбудителем выполненная на основе

- 1) транзисторного преобразователя (питание переменным током 16,6...600 Гц или постоянным током)
- 2) тиристорного преобразователя (питание переменным током 50/60 Гц, в специальных случаях – 500 Гц)

Статическая система возбуждения UNITROL F (питание переменным током 50/60 Гц)

Рис. 3
Варианты выполнения систем возбуждения типа UNITROL F

Цифровая система управления

Системы типа UNITROL F комплектуются микропроцессорной системой управления, обеспечивающей высокую точность управления ($\pm 0.5\%$) и малое время отклика (приблизительно 20 мс). Программное обеспечение содержит как стандартные так и дополнительные функции.

Локальное управление

Системы типа UNITROL F включают панель управления, которая используется для локального управления и контроля параметров. Кроме того, с помощью данной панели возможно изменять параметры программного обеспечения. Управление и контроль параметров системы возбуждения может также осуществляться от персонального компьютера с использованием специально разработанной программы **CMT Tool**, которая поставляется дополнительно.

Обмен информацией

Системы типа UNITROL F могут поставляться с последовательным каналом (портом), поддерживающим различные протоколы обмена. Данный канал используется для дистанционного управления и мониторинга системы управления. Кроме того, имеется набор входов и выходов которые используются для управления системой возбуждения от главного щита. Все линии обмена информацией имеют гальваническую развязку (реле для выходов или оптоизоляторы для входов).

Конфигурация системы

Регуляторы напряжения и статические системы возбуждения могут поставляться в следующих конфигурациях:

- Система с одним каналом автоматического управления (SFE) включающая один преобразователь и один канал управления обеспечивающий режимы автоматического и ручного управления.
- Система с двумя каналами (AFT), выполненная на основе двух идентичных модулей. Каждый модуль включает один преобразователь и один канал управления, обеспечивающий режимы автоматического и ручного управления.

Функция слежения по выходу обеспечивает «мягкое» переключение как между каналами системы так и между ручным и автоматическим режимами работы.

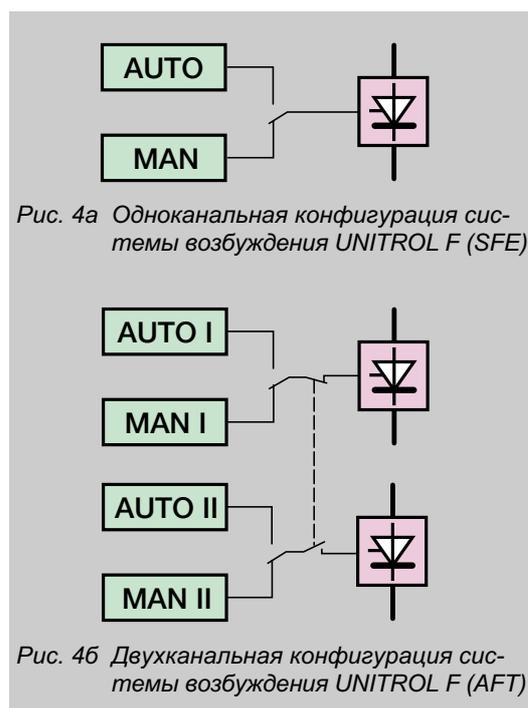


Рис. 4а Одноканальная конфигурация системы возбуждения UNITROL F (SFE)

Рис. 4б Двухканальная конфигурация системы возбуждения UNITROL F (AFT)

Структурированное программное обеспечение системы управления, включающее широкий диапазон функциональных блоков, позволяет конфигурировать управляющие функции в соответствии с требованиями заказчика.

Стандартное программное обеспечение включает в себя следующие группы функций:

Базовые функции

- Регулятор напряжения в автоматическом режиме (ПИД регулятор);
- Регулятор тока возбуждения в ручном режиме (ПИ регулятор);
- Стабильность по реактивной и активной мощности;
- Блокировки для:
 - максимального и минимального тока возбуждения;
 - максимального тока статора;
 - недовозбуждения;
 - соотношения В/Гц;
- Слежение по выходу;
 - при переключениях между каналами (для систем типа AFT);
 - при переключениях между режимами (ручной ↔ автоматический);
- Регулирование реактивной мощности/cos φ;
- Функция мягкого старта в автоматическом режиме.

Дополнительные функции

- Стабилизатор мощности в соответствии со стандартом IEEE – PSS2A);
- Дополнительные входы и выходы (16 входов и 16 выходов);
- Базовые функции защиты и контроля;
- Контроль времени начального возбуждения;
- Токовая защита (максимально-токовая защита, тепловая защита);
- Температура силового преобразователя;
- Контроль тиристоров силового преобразователя;
- Контроль исправности трансформаторов напряжения;
- Дополнительные функции контроля и защиты;
- Контроль диодов вращающегося выпрямителя;
- Контроль температуры ротора (только для статических систем возбуждения);
- Защита по соотношению В/Гц.

Функции контроля и защиты могут быть разделены на 3 группы:

- Функции, вызывающие срабатывание сигнализации;
- Функции, вызывающие переключение на резервный канал (при наличии такового);
- Функции вызывающие немедленное защитное отключение.

Кроме стандартных функций по требованию заказчика в программное обеспечение могут быть включены дополнительные функции, такие как поддержка расширенного ввода/вывода, специальные функции контроля и другие.

Запись данных

Программное обеспечение UNITROL F включает буфер для записи состояний системы и фиксации срабатываний сигнализации. Емкость буфера составляет 100 записей, которые могут быть просмотрены с помощью панели управления или программы **CMT Tool**. Каждая запись имеет отметку времени, что облегчает анализ произошедших событий.

Имеется также буфер записи данных, который позволяет сохранять измерения для 6 различных параметров системы. Записанные данные могут быть отображены с помощью программы **CMT Tool**.

Тестирование системы управления

При подаче питания на систему управления процессор выполняет программу инициализации и самотестирования, которая контролирует исправность ОЗУ и ЭППЗУ (флэш-памяти) а также корректность уровней напряжения питания, поданного в систему управления.

Сторожевой таймер, реализованный в программном обеспечении системы управления позволяет контролировать корректное выполнение программы.

Стабилизатор мощности

Стабилизатор мощности позволяет использовать систему возбуждения для демпфирования колебаний мощности и обеспечивает более стабильную работу генератора и линии передачи в целом. Выходной сигнал стабилизатора мощности воздействует на задание регулятора напряжения, что позволяет обеспечить эффективное гашение колебаний прежде всего для статических систем возбуждения. Существенный положительный эффект достигается также при использовании стабилизатора мощности с электромашинными системами возбуждения.

Стабилизатор мощности, применяемый в системах UNITROL F реализован в соответствии с международным стандартом IEEE PSS2A. Для реализации данной функции требуется дополнительная плата и программное обеспечение.

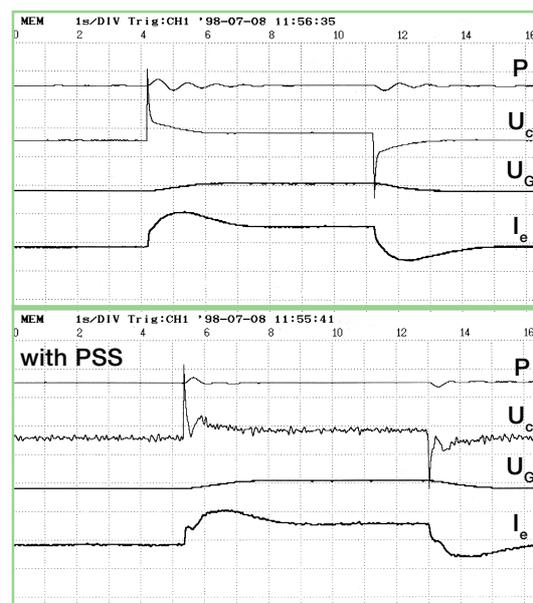


Рис. 5
Влияние стабилизатора мощности на качество переходного процесса

Контроль диодов вращающегося выпрямителя

Данная функция позволяет определять наличие неисправностей во вращающемся выпрямителе, применяемом в бесщеточных системах возбуждения.

Принцип действия заключается в анализе гармоник тока возбуждения, что позволяет определять наличие разорванных или короткозамкнутых ветвей выпрямителя. Функция реализуется с помощью дополнительной платы, которая подключается к разъему измерительной платы UNITROL F.

Дополнительные линии ввода / вывода

При необходимости количество линий ввода/вывода может быть увеличено на 16 входов и 16 выходов. Расширение линий ввода/вывода выполняется установкой дополнительной платы, которая может размещаться либо на плате системы управления либо на раме силового шкафа системы возбуждения. Во втором случае обеспечиваются также две дополнительных линии ввода/вывода для аналоговых сигналов.

Программное обеспечение

Программное обеспечение систем типа UNITROL F состоит из стандартного программного обеспечения и прикладного программного обеспечения.

Стандартное программное обеспечение

Эта часть программного обеспечения используется для всех систем возбуждения UNITROL F. В том случае, если какие-либо функции данного программного обеспечения не используются они могут быть запрещены установкой программных флагов. Разрешение или запрещение функций программного обеспечения так же как и задание параметров этих функций, может быть выполнено с помощью панели локального управления или программы **CMT Tool**.

Прикладное программное обеспечение

При необходимости программное обеспечение может быть модифицировано. Модификации выполняются путем изменения функций программного обеспечения или добавлением новых функциональных блоков.

Программирование с использованием панели локального управления

Панель управления позволяет изменять прикладное и стандартное программное обеспечение (в том числе и для системы управления находящейся в работе).

Программное обеспечение для наладки и обслуживания **CMT Tool**

Использование данной программы позволяет вносить изменения в прикладное программное обеспечение (в том числе и для работающей системы управления), контролировать функции системы возбуждения и изменять значения параметров.

Функции **CMT Tool**

Осциллографирование сигналов

Данная функция позволяет отображать или записывать до 6 различных сигналов из числа имеющихся в системе возбуждения. Запись сигналов может быть активирована в том числе и внешним сигналом (внешняя синхронизация). Пользовательский интерфейс позволяет определять сигналы для записи и отображения, вводить масштабирование или смещение для данных сигналов.

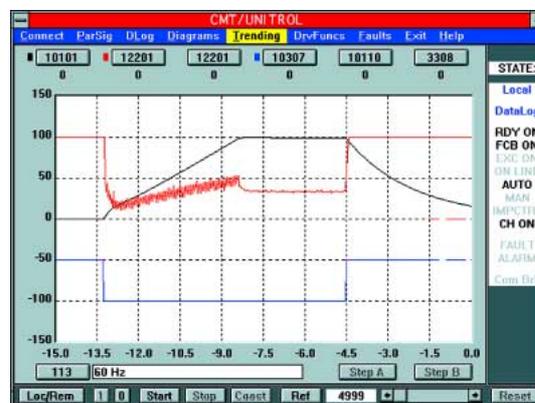


Рис. 6 Функция отображения сигналов в программе **CMT Tool**

Просмотр программного обеспечения

Использование данной функции позволяет отображать программное обеспечение в удобной и простой для восприятия форме функциональной схемы. Пользователь может выбирать и просматривать значения величин в контрольных точках функциональной схемы.

Отображение параметров и сигналов

Данная функция позволяет просматривать сигналы или параметры в табличной форме. При необходимости параметры могут быть модифицированы пользователем. Кроме того, данная функция позволяет сортировать параметры и сигналы по группам и просматривать только параметры и сигналы, входящие в состав выбранной группы.

Вспомогательные функции

Вспомогательные функции включают в себя буфер событий, который позволяет записывать и отображать на дисплее до 99 событий, сообщений сигнализации и сообщений об ошибках выводимых в хронологическом порядке; функцию, имитирующую панель локального управления на дисплее компьютера а также функцию, отображающую записанные в памяти данные (6 каналов по 1000 точек выборки в каждом).

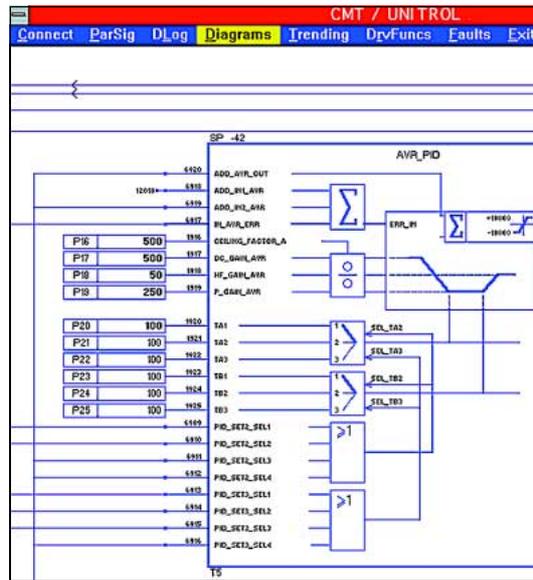


Рис. 7
Отображение программного обеспечения системы возбуждения в виде функциональной схемы в программе CMT Tool

Коммуникация и обмен данными

Панель локального управления подключается к системе по последовательному каналу, поддерживающему протокол обмена MODBUS с физическими уровнями сигналов, соответствующими стандарту RS485. Тот же тип интерфейса используется для передачи данных между каналами в двухканальных системах возбуждения.

Соединение системы с персональным компьютером (для использования CMT Tool) выполняется с использованием волоконно-оптической линии связи, что обеспечивает надежный и высокоскоростной обмен информацией с системой возбуждения. Данное соединение позволяет использовать все возможности CMT Tool и, обеспечивая обмен информацией со скоростью 1,5 Мбод позволяет управлять системой возбуждения непосредственно от персонального компьютера. Для обеспечения данного соединения необходим модуль PCMCIA (для компьютеров laptop) или SNAT 608 CMT ISA (для компьютеров типа desktop). Кроме того, система возбуждения должна быть оснащена коммуникационной платой SDCS-COM1 (поставляется дополнительно).

Обмен информацией с системами высшего уровня может осуществляться с использованием протоколов MODBUS или Profibus. Для использования этого канала связи требуется установка дополнительного адаптера в каждом канале системы возбуждения, который обеспечивает обмен в соответствии со стандартом RS485.

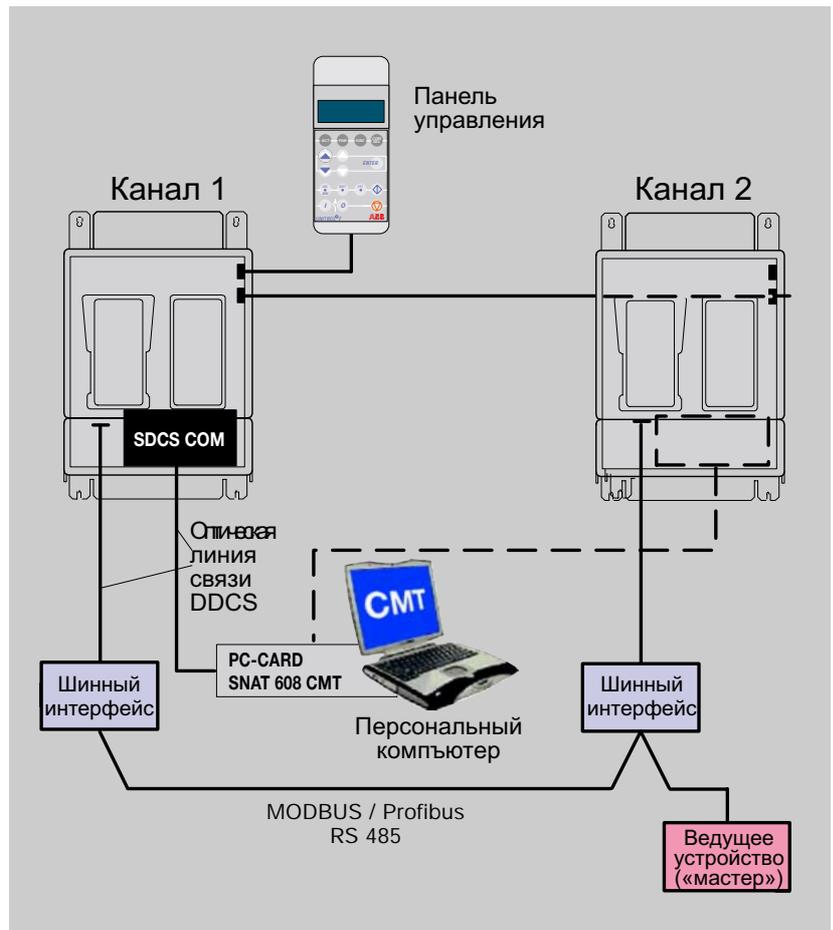


Рис. 8 Организация обмена данными для систем типа UNITROL F

Новое поколение систем возбуждения – UNITROL 5000

На протяжении 1998 года компания ABB обобщила накопленный опыт разработки и эксплуатации систем возбуждения типа UNITROL F и UNITROL P. В результате проведенных работ в начале 1999 года на рынок была представлена система возбуждения типа UNITROL 5000.

Основной концепцией разработки систем типа UNITROL 5000 было повышение гибкости конструкции, позволяющее достигать больших значений тока возбуждения, расширяя таким образом диапазон применения и обеспечивать отличные технико-экономические показатели для систем небольшой мощности (в том числе для систем с электромашинными возбудителями) на основе той же самой платформы.

Сочетая достоинства систем возбуждения UNITROL F и UNITROL P, данная система обеспечивает улучшенные возможности по резервированию силовой части по сравнению с UNITROL F. Стало возможным применение схем резервирования n-1 и n-2 при которых несколько тиристорных преобразователей включаются параллельно. Запас, обеспечиваемый при выборе преобразователей позволяет обеспечить номинальный и форсировочный токи возбуждения даже в том случае если один (n-1) или два (n-2) преобразова-

теля выходят из строя. Данная конфигурация, обеспечиваемая ранее только при использовании более сложных и дорогих систем типа UNITROL P, позволяет достигать значения тока возбуждения до 10'000 А. Помимо этого, новый режим выравнивания токов между параллельно включенными преобразователями обеспечивает более эффективное использование установленного оборудования и в ряде случаев позволяет уменьшить количество параллельно включенных преобразователей.

Система управления UNITROL 5000 обеспечивает набор базовых и дополнительных функций, реализованных в системах типа UNITROL F и выполнена совместимой с системой управления UNITROL F. Это позволяет использовать накопленный опыт по реализации дополнительных функций программного обеспечения и применять хорошо зарекомендовавший себя на практике **CMT Tool**.

В системах UNITROL 5000 стало возможным применение не только стабилизатора мощности, выполненного по стандарту IEEE PSS2A но и адаптивного стабилизатора мощности, автоматически настраивающего собственные параметры при изменении внешних условий.

Использование протокола типа ARCnet для реализации внутреннего обмена данными практически снимает ограничения по количеству линий ввода/вывода.



Рис. 9 Статическая система возбуждения типа UNITROL 5000 – внешний вид



ABB Switzerland Ltd
Dept. ATPE
CH-5300 Turgi / Switzerland
Telephone: +41 58 589 21 30
Fax: +41 58 589 23 33
Email: pes@ch.abb.com
Internet: www.abb.com/unitrol