



ООО «ЭЛЕКТРОМАШ»

РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ООО «ЭЛЕКТРОМАШ» - предприятие, разработчик и производитель систем возбуждения, систем управления, систем технологического контроля электрических машин и агрегатов. Предприятие обеспечивает выпускаемым оборудованием ключевые отрасли: энергетики, газовой, химической, нефтяной, металлургической, лесоперерабатывающей и других отраслей.

ООО «ЭЛЕКТРОМАШ» - предприятие полного производственного цикла и располагает научно-исследовательской (ИЦ «Энергосила») базой, современной производственной базой, самым современным оборудованием, специализированными наладочными стендами.

Компания выполняет следующие виды работ

- Заключение по техническому состоянию оборудования
- Проектирование
- Производство
- Монтаж
- Пуско-наладка
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание
- обучение

На предприятии разрабатываются и производятся следующие типы электротехнического оборудования.

1. Системы возбуждения
 - Статическая система самовозбуждения для синхронных генераторов (СТС);
 - Статическая система независимого возбуждения для синхронных генераторов (СТН);
 - Система возбуждения для дизель-генераторов (СТСДГ);
 - Система управления возбуждением бесщеточного возбудителя для синхронных генераторов, двигателей и компенсаторов (БСВ);
 - Система управления высокочастотным возбудителем для синхронных генераторов (ВЧ).
 - Статическая система возбуждения для синхронных двигателей (ВТ);
2. Система мониторинга и диагностики синхронных машин (СМ);
3. Частотные преобразователи (ЧРП);
4. Пусковое роторное устройство (УПРФ).
5. Комплект оборудования для модернизации автономных электростанций
 - Блок управления разгоном БУРГС
 - Регулятор возбуждения автоматический РВА502

Наши научные исследования и разработки ориентируются на дальнейшее увеличение уровня безопасности, надежности и общей эффективности системы возбуждения. Изучение новых областей применений наших разработок позволяет нам повышать их качество и предлагать нашим заказчикам самое современное и высоконадежное оборудование.

СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Общая платформа управления

В 2020 году мы изготовили и запустили в серийное производство четвертое поколение регулятора возбуждения АРВ-ЭНС с тремя вариациями исполнения в зависимости от мощности электрической машины. Современный регулятор позволяет оптимально контролировать процесс и повышать эффективность работы вашего оборудования. Регулятор построен на высокопроизводительном микропроцессоре, который обеспечивает распределенное управление и возможность подключения к любой системе автоматизации.

Наличие встроенных функций самоконтроля и диагностики позволяют своевременно провести работы по исключению внеплановых остановов основного оборудования и обеспечить бесперебойную работу на протяжении всего времени эксплуатации оборудования.

Регулятор оснащен USB разъёмом, позволяющим оперативно выгрузить дневник событий и осциллограммы и затем на любом компьютере открыть и провести анализ событий.

Автоматический регулятор возбуждения АРВ-ЭНС прошел комплексную проверку на обеспечение требований системной надежности и устойчивости параллельной работе станции с энергосистемой на предприятии ОАО «НИИПТ» на цифро-аналого-физическом комплексе и рекомендованы для применения в ЕЭС России в составе систем возбуждения синхронных генераторов.



Особенности:

- **Общая платформа управления**
Цифровой регулятор АРВ-ЭНС, который является ядром всех выпускаемых нами систем возбуждения.
- **Система мониторинга тиристорного преобразователя**
Каждый шкаф тиристорного преобразователя оснащен системой мониторинга. Система мониторинга тиристорного преобразователя, позволяет непрерывно контролировать распределение тока в фазах, перегорание предохранителей R-C цепей, контролировать температуру тиристоров, проводимость тиристоров, контролировать цепи управления тиристоров и отказ в системе генерации импульсов управления.
- **Система охлаждения**
Преобразователи выпускаются в разных вариациях исполнения системы охлаждения:
С естественным воздушным охлаждением
С принудительным воздушным охлаждением, имеет высокую популярность в связи с высокой надежностью применяемых вентиляторов и малыми габаритами преобразователя.
- **Техническое обслуживание**
Модульная конструкция нашего оборудования делает рутинные процедуры техобслуживания и проверки быстрыми и простыми. Система управления имеет полный комплект средств диагностики, делающих возможным планирование процедур техобслуживания по мере необходимости.
- **Наладочный комплекс**
Комплекс обеспечивает возможность проверки и настройки регулятора возбуждения в замкнутом и разомкнутом контурах регулирования при остановленном генераторе, в результате чего существенно снижаются затраты на выполнение проверок и наладки и сокращаются сроки пуско-наладочных испытаний блоков при работающем генераторе.

Системы возбуждения синхронных генераторов

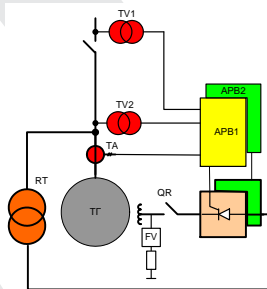
Система возбуждения предназначена для управления током возбуждения синхронного генератора и обеспечения поддержания напряжения на его выводах на заданном уровне во всех эксплуатационных режимах:

- начальное возбуждение;
- холостой ход;
- автоматическую подгонку напряжения генератора к напряжению сети и включение в сеть методом точной синхронизации;
- поддержание напряжения генератора в соответствии с заданной уставкой при работе агрегата в энергосистеме;
- работу в объединенной и автономной энергосистемах с нагрузками от холостого до номинальной, в пределах диаграммы мощности генератора, и перегрузками в соответствии с требованиями ГОСТ 5616-89;
- устойчивую работу в переходных и аварийных режимах (набросы и сбросы нагрузки, короткие замыкания);
- безударный переход из режима АРН в режим РТ и обратно;
- безударный переход с рабочего регулятора на резервный;
- в ручном режиме обеспечивается сохранение тока возбуждения на заданном уровне с точностью 1% относительно уставки;
- форсировку возбуждения с заданной длительностью и кратностью по напряжению и току при нарушениях в энергосистеме, вызывающих снижение напряжения на шинах станции;
- развозбуждение при нарушениях в энергосистеме, вызывающих увеличение напряжения на шинах станции;
- разгрузку генератора по реактивной мощности до величины близкой к нулю при плановом останове генератора;
- переход на резервное возбуждение и обратно без отключения генератора от сети;
- гашение поля при действии защит с отключением устройства гашения поля;
- отключение от сети оператором или автоматически, в том числе под действием защит.

Статические тиристорные системы возбуждения синхронного генератора

Статическая тиристорная система самовозбуждения (СТС)

— питание тиристорного преобразователя осуществляется от шин генераторного напряжения через преобразовательный трансформатор

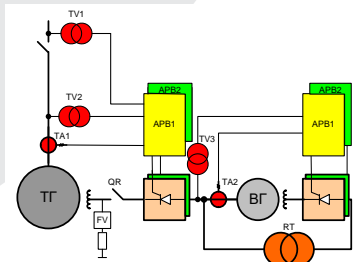


ТГ турбогенератор, FV тиристорный разрядник, QR устройство гашения поля, APB1 автоматический регулятор возбуждения 1 канала, APB2 автоматический регулятор возбуждения 2 канала.

Статическая тиристорная система независимого возбуждения (СТН)

— питание тиристорного преобразователя осуществляется от независимого источника напряжения переменного тока (вспомогательный генератор)

ТГ турбогенератор, ВГ вспомогательный генератор, FV тиристорный разрядник, QR автомат гашения поля, APB1 ТГ автоматический регулятор возбуждения 1 канала турбогенератора, APB2 ТГ автоматический регулятор возбуждения 2 канала турбогенератора, APB1 ВГ автоматический регулятор возбуждения 1 канала вспомогательного генератора, APB2 ВГ автоматический регулятор возбуждения 2 канала вспомогательного генератора.

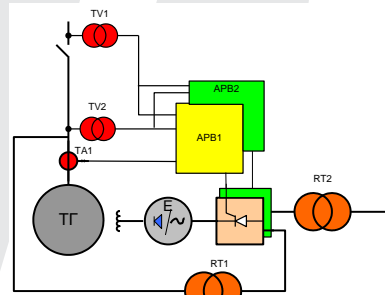


Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение системы возбуждения, В	100-500
Номинальный ток системы возбуждения, А	до 3500
Длительность форсировки, с	10-50
Кратность форсирования по напряжению, о.е.:	2.0 - 4.0
по току, о.е.	2.0

Системы управления возбуждением бесщеточного возбудителя, высокочастотного и коллекторного возбудителя синхронного генератора.

Системы управления возбуждением бесщеточного возбудителя (БСВ)

– питание силового преобразователя осуществляется от шин генераторного напряжения через преобразовательный трансформатор RT1 и от независимого источника напряжения переменного тока через преобразовательный трансформатор RT2. В качестве силового преобразователя применяются тиристорные преобразователи и преобразователи на IGBT модулях.

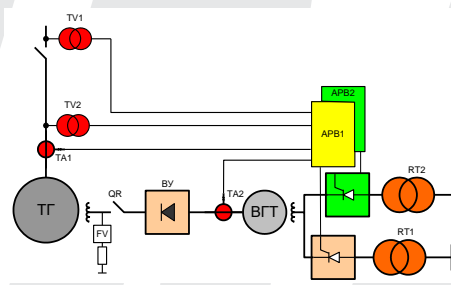


Двухканальная система управления. ТГ турбогенератор, RT1, RT2 преобразовательный трансформатор, E бесщеточный возбудитель, APB1 автоматический регулятор возбуждения 1 канала, APB2 автоматический регулятор возбуждения 2 канала.

ла.

Система управления возбуждением высокочастотного возбудителя (ВЧ)

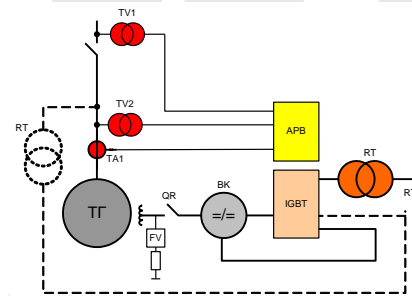
– питание тиристорного преобразователя осуществляется от шин собственных нужд станции. В качестве силового преобразователя применяются тиристорные преобразователи и преобразователи на IGBT модулях.



Двухканальная система управления. ТГ турбогенератор, ВГТ высокочастотный возбудитель, RT1 преобразовательный трансформатор, APB1 автоматический регулятор возбуждения 1 канала, APB2 автоматический регулятор возбуждения 2 канала.

Система управления возбуждением генератора с коллекторным возбудителем (ВК)

– питание тиристорного преобразователя осуществляется от шин генератора и коллекторного возбудителя для обеспечения устойчивости генератора. В качестве силового преобразователя применяются преобразователи на IGBT модулях. Данная система получила широкое распространение при модернизации автономных электростанций и при замене регулятора РВА62



Одноканальная система управления. ТГ турбогенератор, ВК возбудитель коллекторный, RT преобразовательный трансформатор, APB автоматический регулятор возбуждения.

ла.

Наименование параметра	Значение
Ток возбуждения возбудителя, А	5-300
Кратность форсирования по напряжению, о.е.:	7,0-10
по току, о.е.	2,0
Длительность форсировки, с	50
Быстродействие системы возбуждения главного генератора при форсировке, не более, с	0,125

Система возбуждения синхронного компенсатора

Основная задача синхронного компенсатора (СК) – обеспечение оптимального уровня напряжения в энергосистеме, содержащей значительные по длине линии электропередач обладающие большой емкостью, повышение устойчивости линии при аварийных процессах и компенсация реактивной мощности при ее избытке или дефиците в линии.

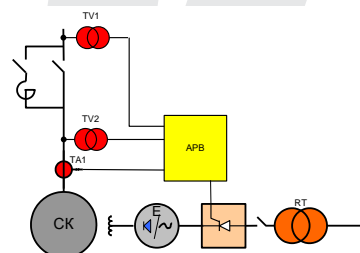
С целью повышения надежности системы управления СК она выполнена двухканальной – т.е. имеется 100% резерв по системе управления.

Система управления с автоматическим регулятором обеспечивает:

- режим опробования систем регулирования;
- режим пуска синхронного компенсатора;
- нормальный режим работы компенсатора;
- устойчивую работу и эффективное демпфирование качаний компенсатора;
- изменение уставки напряжения статора компенсатора в диапазоне от 80% до 110% номинального значения со скоростью 0,5% в секунду;
- форсирование возбуждения с настраиваемой уставкой релейной форсировки при снижении напряжения статора от 10% и более по отношению к заданной статической характеристике;
- ограничение тока возбудителя положительного возбуждения до заданного значения, но не более 2.0 о.е.;
- ограничение тока возбуждения по времязависимой характеристике в соответствии с данными по перегрузке тока ротора компенсатора;
- устойчивое регулирование тока возбуждения компенсатора при резкопеременных нагрузках вплоть до отдельных набросов нагрузки;
- в режиме ручного управления обеспечивается регулирование тока возбуждения
- регулирование по реактивной мощности Q в диапазоне -20% до +110% его номинального значения с точностью $\pm 3\%$;
- регулирование по току возбуждения в диапазоне от 0 до 100% его номинального значения, с точностью $\pm 1\%$;
- автоматический переход на ручное управление при отказе основного регулятора;
- гашение поля обмотки возбуждения путём перевода тиристорного преобразователя в инверторный режим после отключения выключателя компенсатора;
- гашение поля при отключении компенсатора под действием защит – путём отключения питания тиристорного преобразователя;

Система управления для неревверсивного синхронного (СК)

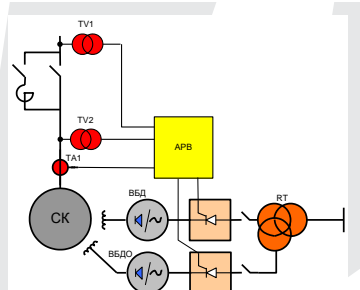
преобразователь тиристорный получает питание от шин собственных нужд через согласующий отдельно стоящий трехфазный трансформатор RT.



СК компенсатор, E возбудитель, RT преобразовательный трансформатор, APB автоматический регулятор возбуждения

Система управления для реверсивного синхронного компенсатора (СКР)

Отличительной особенностью реверсивной системы является наличие двух возбудителей: положительного возбуждения, питающего основную обмотку ротора СК, и отрицательного возбуждения, питающего дополнительную обмотку ротора СК. Силовыми элементами системы управления являются согласующий трансформатор и два тиристорных преобразователя ТП1 и ТП2. Преобразователи питают соответственно возбудители ВБД и ВБДО.



СК компенсатор, ВБД возбудитель положительного возбуждения, ВБДО возбудитель отрицательного возбуждения, RT преобразовательный трансформатор, APB автоматический регулятор возбуждения

Наименование параметра	СК	СКР
Номинальный ток обмотки возбуждения положительного возбудителя, А	80	80
Номинальное напряжение обмотки возбуждения положительного возбудителя, В,	48	40
Номинальный ток обмотки возбуждения отрицательного возбудителя, А	40	-
Номинальное напряжение обмотки возбуждения отрицательного возбудителя, В,	20	-
Кратность форсировки по току возбуждения основной обмотки возбудителя о.е.	2,0	2,0

Система управления и регулирования

Аппаратура управления и защиты выполняются со 100% резервированием: два независимых канала регулирования, каждый из которых обеспечивает все режимы работы генератора. В каждом канале системы управления имеется быстродействующий автоматический регулятор возбуждения **АРВ-ЭНС**.

Регулятор **АРВ-ЭНС** обеспечивает устойчивое управление возбуждением и поддержания напряжения в пределах допустимых режимов работы генератора.

- Автоматического регулирования напряжения – «регулятор РН»;
- Регулятора реактивной мощности - «регулятор Q»;
- Коэффициент мощности – «регулятор Cosφ»;
- Регулятора тока возбуждения – «регулятор РТ».
- Системы управления возбуждением;
- Системы управления тиристорным преобразователем;
- Системный стабилизатор;
- Защит системы возбуждения;



Регулятор возбуждения АРВ-ЭНС

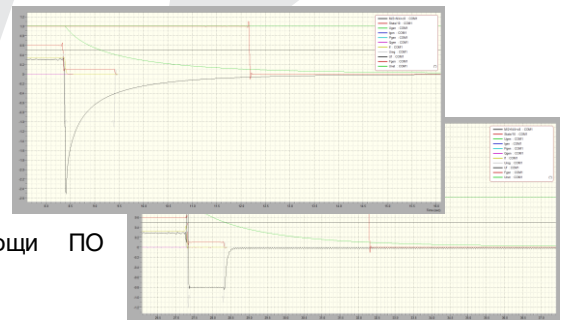
- регулирование по PID закону поддержание напряжения на выводах генератора с заданной точностью;
- автоматическую подгонку напряжения генератора к напряжению сети;
- стабилизацию режимов генератора осуществляется регулированием по отклонению частоты генератора и ее производной, а также производной тока ротора генератора;
- форсирование возбуждения;
- обеспечение работы генератора в пределах диаграммы мощности генератора;
- ограничение перегрузки ротора по времязависимой характеристике в соответствии с данными завода изготовителя генератора;
- устойчивое распределение реактивной мощности между однотипными генераторами;
- разгрузку генератора по реактивной мощности;
- безударный переход с регулятора рабочего канала на регулятор резервного канала;
- уменьшение уставки с коэффициентом 2% по напряжению генератора на 1 Гц изменения частоты при уменьшении частоты генератора от 50 Гц до 45 Гц;
- автоматический переход на режим стабилизации тока ротора при отказе цепей напряжения обоих каналов;
- сигнализацию о режиме работы генератора и системы возбуждения;
- режим ручного управления током возбуждения.

Система управления возбуждением

- ✓ Все производимы действия, все входные и выходные сигналы и все события записываются в память компьютера с указанием последовательности событий с отметками даты и времени.
- ✓ Обмен информацией с системами высшего уровня может осуществляться по интерфейсу RS485 или Ethernet.
- ✓ В каждом канале реализован блок осциллографирования обеспечивает запись в энергонезависимую память контроллера переходных процессов
- ✓ Система контроля тиристорного преобразователя.
- ✓ Регулятор имеет встроенные функции самоконтроля и самодиагностики.
- ✓ Регулятор оснащен USB разъемом, позволяющим оперативно выгрузить дневник событий и осциллограммы и затем на любом компьютере открыть и провести анализ событий.

Цифровой осциллограф

Блок осциллографирования обеспечивает запись в память контроллера по запросу оператора осциллограмм переходных процессов (напр. при пуске, останове и т.п.) или автоматически при аварии с последующей возможностью перезаписи архива событий и осциллограмм на ноутбук. Блок позволяет сохранять изменения для 10 различных аналоговых сигналов системы. Отображение и анализ регистрируемых данных осуществляется при помощи ПО TCPOscReader. Программа устанавливается на любой ПК.



Защиты системы возбуждения

При 100% резервировании аппаратуры управления, модули защиты обоих каналов всегда находятся в работе, независимо от того, выполняет ли канал регулирования 1 или 2 функции регулятора возбуждения, либо находится в резерве. Поэтому при срабатывании защит в любом канале выдается сигнал на отключение возбуждения, что значительно повышает надежность работы защитных функций системы возбуждения.

Комплекс защит статических систем возбуждения включает следующие защиты

- токовая отсечка преобразовательного трансформатора;
- максимальная токовая преобразовательного трансформатора;
- от потери возбуждения;
- от повышения напряжения статора на холостом ходу (1,15);
- от короткого замыкания на стороне постоянного тока;
- от несимметричного режима работы преобразователя
- от перегрузки по току ротора с уставкой по времени, зависящей от кратности перегрузки;
- от снижения частоты на холостом ходу генератора;
- от замыкания на землю в одной точке;
- от перенапряжений на обмотке возбуждения.
- защиту от тока ротора более двухкратного;
- защиту от превышения длительности форсировки;
- защиту при неуспешном начальном возбуждении.

Комплекс защит систем управления возбуждением бесщеточного возбудителя включает следующие защиты

- от потери возбуждения;
- от повышения напряжения статора на холостом ходу (1,15);
- от короткого замыкания на стороне постоянного тока;
- от перегрузки по току ротора с уставкой по времени, зависящей от кратности перегрузки;
- от снижения частоты на холостом ходу генератора;
- от замыкания на землю в одной точке;
- от перенапряжений на обмотке возбуждения возбудителя;
- от тока ротора более двухкратного;
- от превышения длительности форсировки;
- при неуспешном начальном возбуждении.
- от коротких замыканий во вращающейся части бесщеточного возбудителя

Пульт местного управления

Система управления и регулирования оснащена общим для двух каналов пультом местного управления. Пульт местного управления располагается на двери шкафа системы возбуждения, с лицевой стороны. Пульт управления может быть выполнен в двух исполнениях:

В первом исполнении пульт содержит:

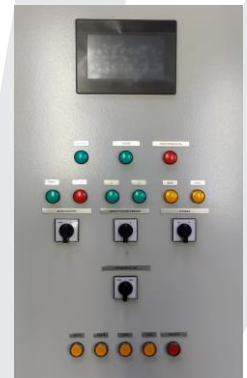
- дисплей;
- ключи управления;
- световые индикаторы;
- измерительные приборы;

Во втором исполнении пульт содержит панельный компьютер с сенсорным дисплеем размером не менее 15 дюймов.

Функции пульта управления

Индикация пульта управления

Экран	Содержание
Приборы	Все необходимые параметры генератора и системы
Тренды	На графике могут быть выведены в реальном времени
Аварийный осциллограф	Из памяти АРВ могут быть выведены аварийные осциллограммы
Мнемосхемы	Отражается главная схема системы или схема питания с текущим состоянием коммутационной аппаратуры и сигнализации
Диаграмма мощности	В координатах Р и Q отображается текущий режим работы генератора в виде точки.
Дневник событий	Отображает данные о дате и времени возникновения или исчезновения события и неисправности
Неисправности	отображает активные на момент просмотра аварийные события и неисправности
Состояние защит	Показывает текущее состояние защит системы возбуждения
Настройка системы	Вкладка предназначена для просмотра, ввода и изменения настроек АРВ, защит, ограничителей и прочих параметров системы возбуждения
Состояние дискретных сигналов	Состояние входных и выходных дискретных сигналов АРВ1 и АРВ2
Состояние тиристорных преобразователей	Значения токов и температур тириستоров преобразователя
Управление	Выдача команд управления в автоматический регулятор возбуждения на изменение режима работы генератора и системы возбуждения

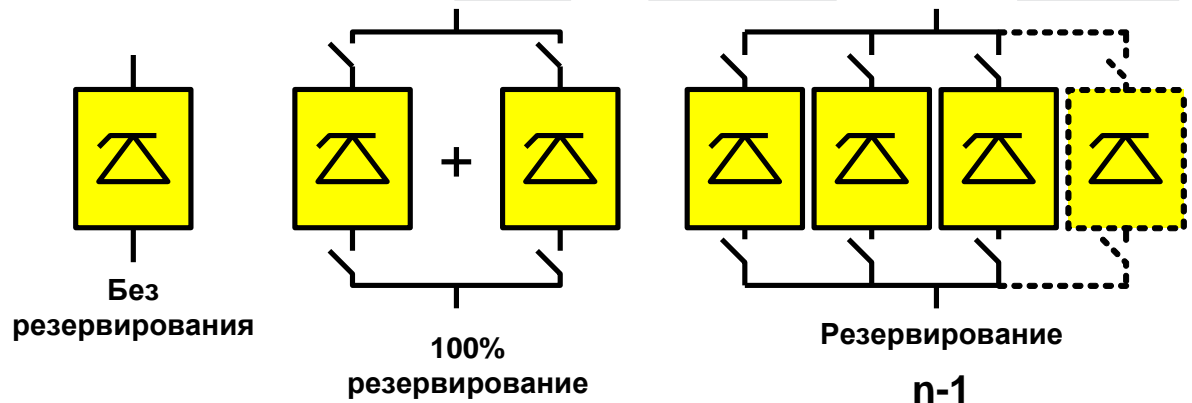


Тиристорный преобразователь

Тип и количество устанавливаемых выпрямительных мостов определяется значением тока возбуждения, напряжением форсировки и рабочим циклом системы. Наши решения строятся на параллельном подключении шкафов тиристорного преобразователя.

Каждый шкаф тиристорного преобразователя оснащен **системой мониторинга**. Система мониторинга тиристорного преобразователя, позволяет непрерывно контролировать распределение тока в фазах, перегорание предохранителей R-C цепей, контролировать температуру тиристоров, проводимость тиристоров, контролировать цепи управления тиристоров. Вся информация с блока мониторинга транслируется на контроллер и может быть передана в АСУТП.

✧ Тиристорный преобразователь изготавливается:



- с естественным воздушным охлаждением;
- с принудительным воздушным охлаждением;
- с водяным охлаждением.

- ✧ Со стороны переменного и постоянного тока установлены разъединители, позволяющие выводить преобразователи из работы;
- ✧ Тиристоры защищены при помощи быстродействующих предохранителей;
- ✧ Для защиты от перенапряжений на стороне переменного тока преобразователей установлены R-C цепи;
- ✧ Обмен данными в системе возбуждения (например, между системой управления и силовым выпрямителем) производится с использованием последовательной шины данных.

Контроллер тиристорного преобразователя

- ✧ Измерение тока в каждой фазе тиристорного моста
- ✧ Измерение тока в каждом плече тиристорного моста
- ✧ Управление вентилятором и контроль его работы
- ✧ Обмена информацией по гальванически изолированным интерфейсам CAN и RS-485
- ✧ Приема и передачи гальванически изолированных дискретных сигналов
- ✧ контроль исправности предохранителей
- ✧ контроль проводимости тиристоров
- ✧ контроль температуры тиристоров

Система возбуждения синхронного двигателя

Система возбуждения обеспечивает

- два способа автоматического включения возбуждения при пуске: первый - в функции частоты и фазы ЭДС скольжения в диапазоне $1 \pm 5\%$; второй – по факту снижения тока статора ниже значения, заданного при настройке возбудителя;
- автофазировку;
- работу с преобразователем частоты или устройством плавного пуска;
- проверку системы возбуждения перед пуском двигателя – «режим опробования».
- работу синхронного двигателя с нагрузками от холостого хода до номинальной при изменениях $\cos \varphi$ в диапазоне от 0,6 до 1,0, а также при изменениях напряжения на шинах двигателя в пределах $\pm 7,5\%$ и частоты $\pm 2\%$ от их номинальных значений;
- автоматическое регулирование напряжения на шинах двигателя (**регулятор АРН**) с точностью $\pm 0,5\%$, либо автоматическое поддержание установленного коэффициента мощности $\cos \varphi$ двигателя (**регулятор $\cos \varphi$**) с точностью $\pm 3\%$, либо автоматическое регулирование тока возбуждения (**регулятор РТ**) с точностью $\pm 2\%$;
- безударные переходы из одного режима регулирования возбуждения (**АРН, $\cos \varphi$, РТ**) к другому и обратно;
- изменение уставок **регуляторов АРН, $\cos \varphi$, РТ** со скоростью 0,5% в секунду;
- форсирование возбуждения при скачкообразном снижении на 10% и более напряжения на шинах двигателя относительно текущего значения;
- ручное плавное регулирование тока возбуждения в диапазоне от 0,4...0,6 до 1,1 номинального тока возбуждения;
- ограничение максимального и минимального значения тока возбуждения в соответствии с техническими характеристиками двигателя;
- устойчивую работу двигателей, работающих параллельно;
- гашение поля ротора путем перевода тиристорного преобразователя (ТП) в инверторный режим при штатном отключении двигателя;
- аварийное гашение поля ротора путем перевода ТП в инверторный режим и отключения питания ТП от дополнительной обмотки;
- автоматическую синхронизацию импульсов управления тиристорного преобразователя с напряжением питания ТП;
- автоматическую привязку векторов линейных напряжений статора к фазе измеряемого тока при измерении активной и реактивной мощности двигателя

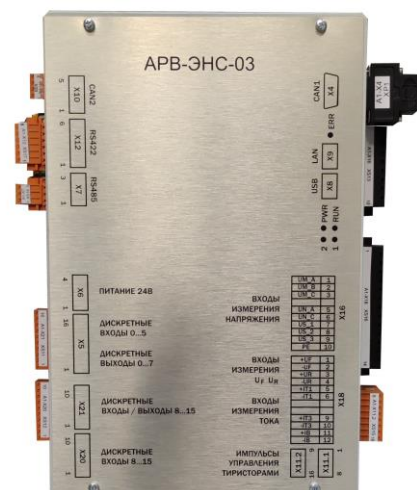
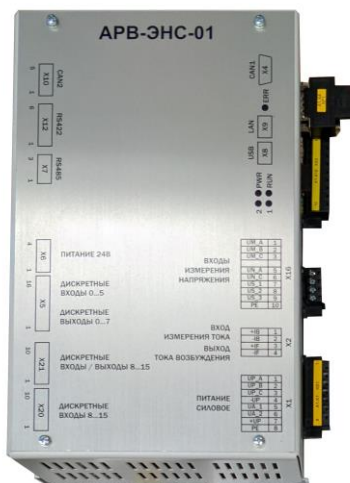


В систему возбуждения ВТ входят следующие защиты:

- от короткого замыкания на кольцах ротора;
- от несимметричного режима работы тиристорного преобразователя;
- от потери возбуждения;
- от перенапряжений на обмотке возбуждения двигателя;
- от перегрузки по току ротора;
- от асинхронной работы двигателя при выпадении из синхронизма;
- от затянувшегося пуска;
- от снижения сопротивления изоляции на землю обмотки возбуждения или возбудителя;
- от коротких замыканий во вращающейся части бесщеточного возбудителя (для систем управления возбуждением бесщеточного возбудителя).

Типы применяемых регуляторов и их основные характеристики

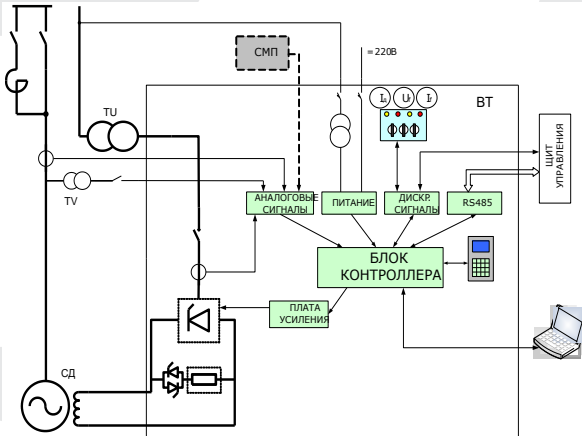
	АРВ-ЭНС1	АРВ-ЭНС3
Цифровое измерение режимных параметров двигателя и возбудителя;	+	+
Измерение частоты напряжения пускового сопротивления при пуске двигателя;	+	+
Вычисление действующих значений напряжения U_d и тока I_d двигателя, полной S , активной P и реактивной Q мощностей двигателя, коэффициента мощности $\cos\phi$;	+	+
Регулирование напряжения шин двигателя (ПИД регулятор АРН);	+	+
Поддержание неизменным коэффициента мощности (ПИ регулятор $\cos\phi$);	+	+
Поддержание заданной величины тока возбуждения возбудителя (ПИ регулятор тока РТ);	+	+
Формирование уставок регулятора напряжения АРН, регулятора коэффициента мощности $\cos\phi$, регулятора тока РТ при воздействии на ключ уставки;	+	+
Ручное регулирование тока возбуждения в разомкнутом контуре управления;	+	+
Ограничение перегрузки по току ротора (ОП);	+	+
Ограничение минимального возбуждения (ОМВ);	+	+
Форсировку возбуждения при снижении напряжения двигателя на 10% и более от текущего значения напряжения;	+	+
При пуске двигателя автоматический выход на режим $\cos\phi = 1$ (по умолчанию) или на заданный $\cos\phi$;	+	+
Автоматическую синхронизацию импульсов управления тиристорного преобразователя	-	+
Работа с преобразователем	IGBT	Тиристорным
Автоматическую фазировку подключенных измерительных цепей статора;	+	+
Комплекс защит системы возбуждения;	+	+
Регистрация аварийных переходных процессов, привязанных к текущему времени (энергонезависимые часы реального времени), с последующей передачей информации на более высокий уровень, а также перезапись их на ноутбук;	+	+
«Дневник событий» с отметками даты и времени	1000 записей	1000 записей
Возможность интеграции в АСУ ТП	+	+
USB разъёмом для считывания информации	+	+
Встроенные функции самоконтроля и диагностики	+	+
Возможность подключения компьютера	+	+
ПО для проведения наладочных работ	+	+
Операторская панель	+	+
Возможность двухканального исполнения	+	+



Статическая система возбуждения синхронного высоковольтного двигателя (ВТ) –

питание тиристорного преобразователя осуществляется от шин собственных нужд через преобразовательный трансформатор или от дополнительной обмотки (двигатели СД»).

Конструктивно возбудитель ВТ представляет собой шкаф двухстороннего обслуживания с тиристорным преобразователем и микропроцессорной аппаратурой управления, регулирования и защиты, пусковым сопротивлением. Габариты шкафа 600 x 800 x 1751 мм.



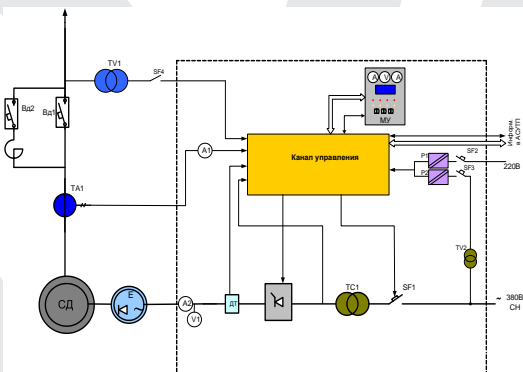
Наименование параметра	Значение
Напряжение двигателя, кВ	6,0 (10,0)
Номинальное напряжение системы возбуждения, В	36,48, 75,115 150, 230
Номинальный ток системы возбуждения, А	200, 315, 400, 630
Длительность форсировки, с	60
Кратность форсирования возбуждения, о.е. - по напряжению - по току	2,0 1,8
Схема выпрямления	3-х фазная нулевая 3-фазная мостовая
Питание тиристорного преобразователя	Выпрямительный трансформатор
Количество каналов регулирования	1 2

СД синхронный двигатель, TV трансформатор напряжения, ТА трансформатор тока, TU преобразовательный трансформатор, ВТ возбудитель тиристорный, СМП система плавного пуска.

Системы управления возбуждением бесщеточного возбудителя синхронного двигателя (БСВ) –

питание силового преобразователя осуществляется от шин собственных нужд через преобразовательный трансформатор или от дополнительной обмотки возбудителя.

В качестве силового преобразователя применяются тиристорные преобразователи и преобразователи на IGBT модулях.



Система управления БСВ

Наименование параметра	Значение
Напряжение двигателя, кВ	6,0 (10,0)
Номинальное напряжение системы возбуждения, В	110
Номинальный ток системы возбуждения, А	10
Кратность форсирования возбуждения, о.е. - по току	1,8
Тип преобразователя	тиристорный
Количество каналов регулирования	1 2

СД синхронный двигатель, Е бесщеточный возбудитель, TV1 трансформатор напряжения, TA1 трансформатор тока, Вд1, Вд2 выключатель двигателя, ТС1 согласующий трансформатор, МУ панель местного управления.

СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Система мониторинга СТК это:

1. Надежность и помехозащищенность на уровне не ниже надежности и помехозащищенности других систем жизнеобеспечения вращающейся машины: системы возбуждения (СВ), системы управления агрегатом и др.
2. Горячее резервирование аппаратуры, необходимой для обработки всех параметров вращающейся машины, используемых аварийными защитами.
3. Возможность безопасной замены отдельных узлов без останова вращающейся машины с сохранением функциональности по прочим параметрам.
4. Номенклатура параметров мониторинга и методов их обработки, характерные для экспертных систем диагностики и анализа (особенно в части вибромониторинга).
5. Периодическое автоматическое самотестирование системы без снижения функциональности по аварийным параметрам.
6. Возможность расширения номенклатуры параметров мониторинга, в том числе, с использованием штатных датчиков вращающейся машины, для снятия дополнительной информации.
7. При комплексных поставках оборудования - включение в состав вращающейся машины аппаратуры обработки сигналов с датчиков, установленных на других объектах агрегата. Такое агрегатирование систем мониторинга позволяет повысить надежность и снизить стоимость агрегата в целом.



Система мониторинга обеспечивает:

- ✓ непрерывный технологический контроль (мониторинг) параметров генератора во всех его эксплуатационных режимах с целью обнаружения превышения величины уставок для этих параметров;
- ✓ непрерывный диагностический контроль параметров генератора с целью анализа и краткосрочного прогнозирования его технического состояния;
- ✓ периодическое и/или по запросу измерение и анализ параметров генератора, не входящих в номенклатуру непрерывного мониторинга, с целью (совместно с другими диагностическими параметрами), выявления средствами АСУ ТП электростанции начала деструктивных процессов и предупреждения отказов;
- ✓ регистрацию и оперативное хранение результатов мониторинга генератора в течение времени, необходимого для текущего анализа и для периодического и/или по запросу вывода информации в АСУ ТП электростанции.



Элементы СТК, включая контроллеры и сетевые средства, обеспечены программными и аппаратными средствами самодиагностики.

СТК может дополнительно комплектоваться каналами ввода сигналов термопар, каналами аналогового ввода/вывода, включая аналоговые интерфейсы типа 4-20 мА, измерительными каналами, работающими с шунтами, трансформаторами тока и напряжения и пр.

Операторская панель обеспечивает выполнение следующих функций:

- вывод на индикацию мнемосхем, отражающих текущее состояние подсистем генератора;
- вывод на индикацию отклонений технологических параметров генератора от значений нормального режима;
- вывод на индикацию сообщений о неисправности датчиков и других компонент СМ;
- запрос и вывод на индикацию технологических параметров генератора;
- коррекция уставок защит и констант мониторинга;
- ввод и вывод из обработки отдельных параметров генератора;
- запуск встроенных программ тестирования и вывод сообщений об ошибках;
- запрос и индикацию записей в «дневнике событий».

ПУСКОВЫЕ РОТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА УПРФ

УПРФ предназначено для **безударного пуска** высоковольтных и низковольтных **асинхронных электродвигателей с фазным ротором** и обеспечивает:

- пуск асинхронного двигателя с фазным ротором от нулевой до номинальной скорости вращения с ограничением пускового тока на заданном уровне;
- сохранение постоянства динамического момента в процессе пуска;
- минимизацию начального пускового момента с целью выборки механических зазоров агрегата и исключение резких толчков;
- контроль процесса пуска с выдачей аварийной и предупредительной дискретной информации;
- протоколирование информации в процессе пуска (дневник событий, осциллограф).

Ключевые особенности

- ✓ Поддержка протокола ModBus RTU.
УПРФ поддерживает возможность передачи данных по последовательному интерфейсу RS-485. В качестве программного протокола поддерживается протокол ModBus RTU.
- ✓ Поддержка работы пускового осциллографа.
УПРФ поддерживает работу пускового осциллографа. Параметры ротора каждого пуска двигателя записываются на SD-карту памяти.
- ✓ Ведение дневника событий для упрощения анализа работы устройства.
- ✓ Возможность адаптации устройства к существующей автоматике на объекте эксплуатации (по согласованию на этапе разработки изделия).
- ✓ Возможность резервирования схемы питания устройства.



Дополнительные функции:

- ✓ защиты УПРФ
(по току ротора, от затаившегося пуска, отключение выключателя двигателя при неготовности устройства);
- ✓ самотестирование и самоконтроль;
- ✓ сигнализация о работе устройства и электродвигателя

Необходимые данные для подбора УПРФ:

- тип асинхронного электродвигателя
- номинальные значения мощности, токов и напряжений статора и ротора АД;
- тип приводного механизма на его валу и его динамические характеристики.

ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Высоковольтные преобразователи частоты

Преобразователи частоты предназначены для работы во всех технологических областях, связанных с выработкой и потреблением энергии, в которых происходит обмен энергией, охватывающий широкий спектр применений в таких секторах, как Судостроение, Металлургия, Горная промышленность, Нефтегаз, Водоснабжение, Энергетика и испытательные стенды.

На основе модульной конструкции преобразователи частоты доступны в широком диапазоне мощности и напряжения. Кроме того, мощный процессор (CPU) может работать, как с асинхронными, синхронными и двигателями с постоянными магнитами, обеспечивая очень точное поддержание момента и скорости в статических и динамических процессах.

Высоковольтные преобразователи частоты изготавливаются с воздушным или водяным охлаждением для любых применений и уровней напряжения. Обеспечение максимальной надежности и производительности при минимальном потреблении электроэнергии и минимальных затратах на техническое обслуживание в течение всего жизненного цикла оборудования.



Отличительные характеристики.

- Технология векторного управления с функциями синхронизации нескольких машин, ограничения тока и т. д.
- Внешний выходной фильтр не требуется.
- Безопасная и надежная конструкция цепи низкого напряжения с предварительным зарядом, уменьшение воздействия тока, снижение частоты отказов частотно-регулируемого привода.
- Высокая эффективность, общая эффективность системы составляет более 96% при номинальных рабочих условиях, из которых эффективность преобразования частоты составляет до 98%.
- Комплексная система мониторинга операций, журнал операций может своевременно и точно фиксировать каждое событие.
- Функция самодиагностики.
- Оптоволоконная связь, обеспечивает полную гальваническую развязку.
- С функцией постоянного электрического торможения для минимизации механических воздействий.



Взрывобезопасный частотно-регулируемый привод

Описание

Серия горных взрывозащищенных частотно-регулируемых приводов подходит для мест с взрывоопасными газами и пылью. продукт имеет напряжение 380 В / 660 В, 1140 В и другие классы напряжения, которые отвечают высоким требованиям к регулированию скорости для трехфазного двигателя переменного тока с диапазоном мощности 60–1250 кВт.

В этом продукте собраны результаты исследований технологии преобразования частоты и более 30-летний опыт работы в отрасли, это высокотехнологичный продукт, специально разработанный для горнодобывающей промышленности, которая требует больших нагрузок, большой мощности, плохих условий использования и т. д.



Низковольтные преобразователи частоты

Выходы 0 – 500Гц, 3 x 400В,

Система управления:

- U/f (линейное / квадратичное).
- Векторное (с датчиком / без датчика)
- Встроенная система управления PLC
- Встроенный калькулятор намотки
- Встроенная система управления группой насосов
- ПИД-регулятор
- Встроенный модуль связи RS232/RS485 (MODBUS)

Программируемые постоянные величины

Функция мотопотенциометра

Возможность прямого подключения энкодера

Вырезание программируемых резонансных полос частоты

Определённые размеры и наклон характеристики задатчика скорости (линейные, «кривая S»)

Возможность работы с регулированием момента

Идентификация параметров двигателя



Программируемая структура:

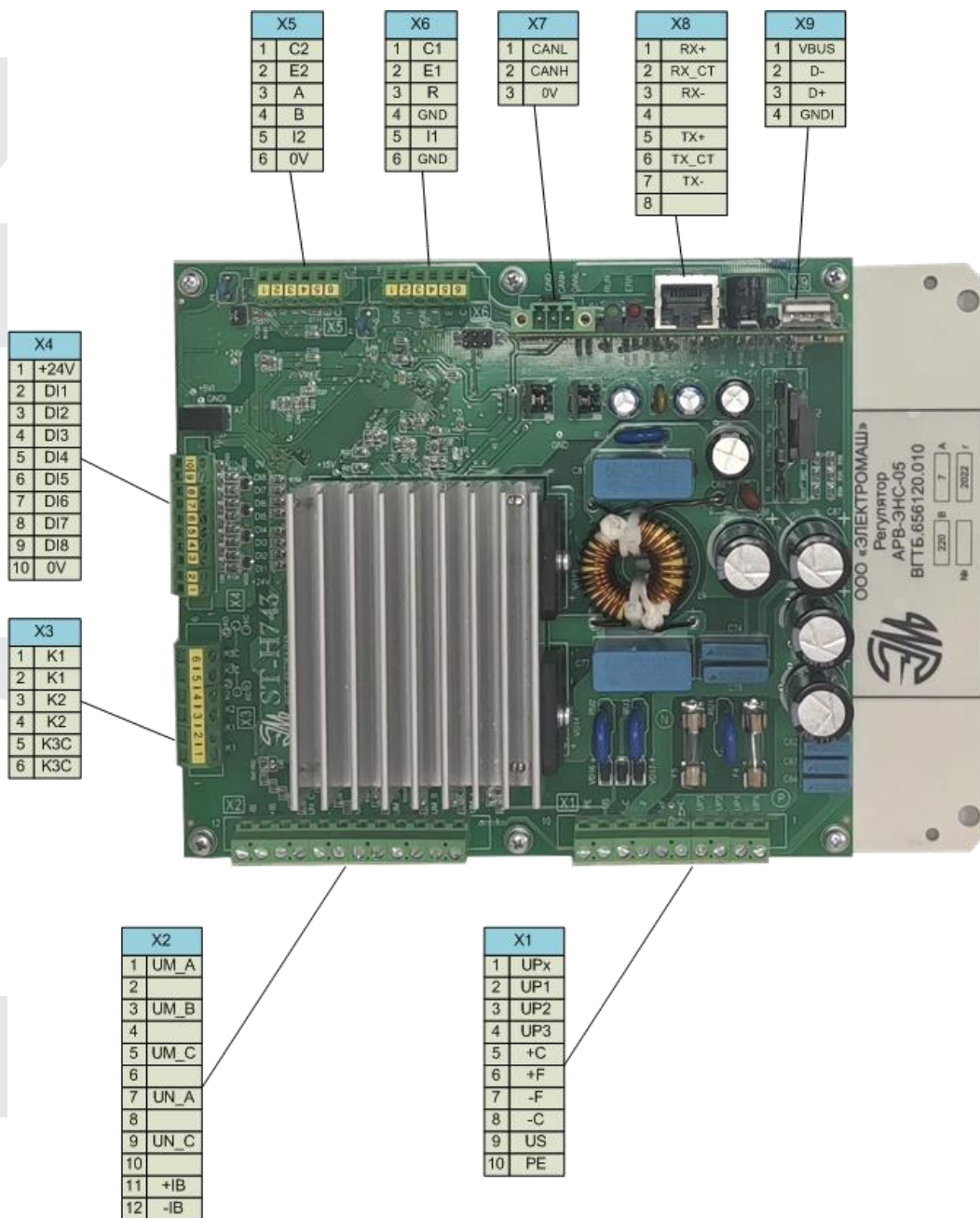
- Задатчик скорости (панель управления, аналоговый вход, ПИД-регулятор, мотопотенциометр, функциональный блок),
- Задатчик момента (аналоговый вход, функциональный блок),
- Управление стартом и направлением (панель управления, цифровой вход, функциональный блок),
- Программируемые цифровые входы: старт, направление, блокада работы, внешняя неисправность, сброс неисправности,
- Программируемые цифровые выходы
- Программируемые аналоговые выходы



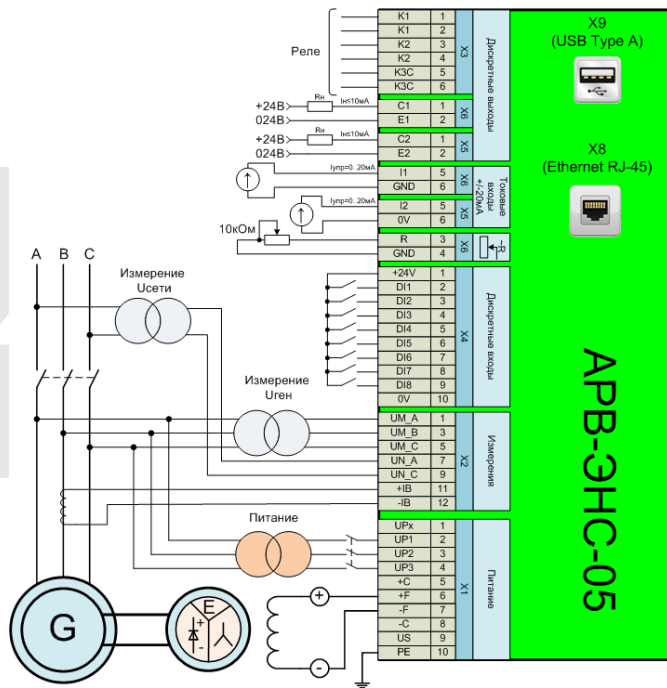
АРВ-ЭНС-05

Автоматический регулятор возбуждения для синхронного генератора

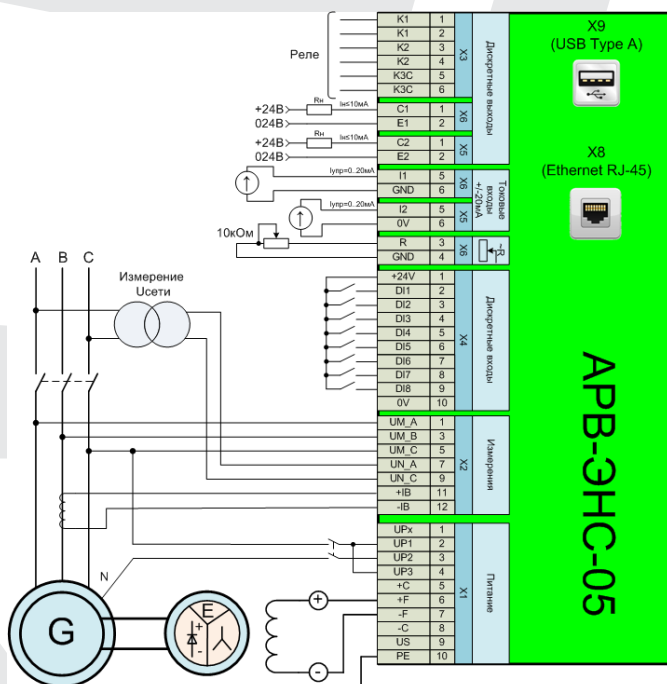
Функции и основные характеристики		Спецификация	
Режимы регулирования	<ul style="list-style-type: none"> • Автоматический регулятор напряжения (режим АРН) • Регулятор тока ротора (режим РТР) • Регулятор реактивной мощности (режим Reg.Q) 	Тип подключения	Однофазное/Трехфазное
		Источник питания	<ul style="list-style-type: none"> • Силовое напряжение генератора • Вспомогательная обмотка • Генератор с постоянными магнитами • Источник переменного напряжения • Источник постоянного напряжения
		Возможность индивидуальной настройки параметров ПИД регулятора	
Мягкий пуск с возможностью настройки пускового профиля		Напряжение питания силовых цепей	до $U_- = 250$ В (50 – 400 Гц) до $U_+ = 300$ В напряжение подхвата $U_- = 6$ В
Возможность параллельной работы генераторов с настраиваемой компенсацией реактивной мощности		Напряжение питания цепей управления	U_- от 6 до 250 В (50 – 400 Гц) U_+ от 9 до 24 В
Поддержание текущего режима регулирования при потере измеряемого напряжения		Измерения напряжения генератора и сети	Входов (ген.) – 3 (для фаз А, В и С) Входов (сеть) – 2 (любая пара фаз) U_- от 100 до 440 В $\pm 15\%$ (50/60 Гц) Диапазон частот от 10 до 80 Гц
Возможность работы генератора с выделенной нагрузкой (автономный режим)			
Поддержка работы ограничителей при перегрузке и недо возбуждении генератора			
Возможность регулирования тока возбуждения в ручном режиме		Измерения тока генератора	Входов – 1 (любая из фаз) $I_- = 1/5$ А (50/60 Гц)
Ведение дневника событий (не менее 1000 записей)		Выходной ток	Длительный – 7 А Форсировочный – 15 А
Наличие аварийного осциллографирования		Входные дискретные сигналы	$=24$ В, - 8 шт (с общей точкой, изоляция вход/выход – 1кВ, корпус - 500В)
Встроенный автосинхронизатор (опционально)			
Реализованные защиты	<ul style="list-style-type: none"> • Отсечка тока возбуждения возбудителя • Короткое замыкание в цепи возбудителя • Обрыв цепи возбудителя • Потеря возбуждения возбудителя • Перегрузка ротора • Снижение частоты напряжения генератора • Повышение напряжения генератора • Неуспешное начальное возбуждение 		
		Входные аналоговые сигналы	± 20 мА – 2шт. (Изоляция вход/выход – 1кВ, корпус – 500 В)
		Условия окружающей среды	Температура: рабочая от -30°C до +70°C хранения от -40°C до +80°C Относительная влажность: 90%, не более
		Цифровые интерфейсы связи	USB (Type A) Ethernet RS-485 (опционально)
Протоколы связи	Modbus TCP Modbus RTU		



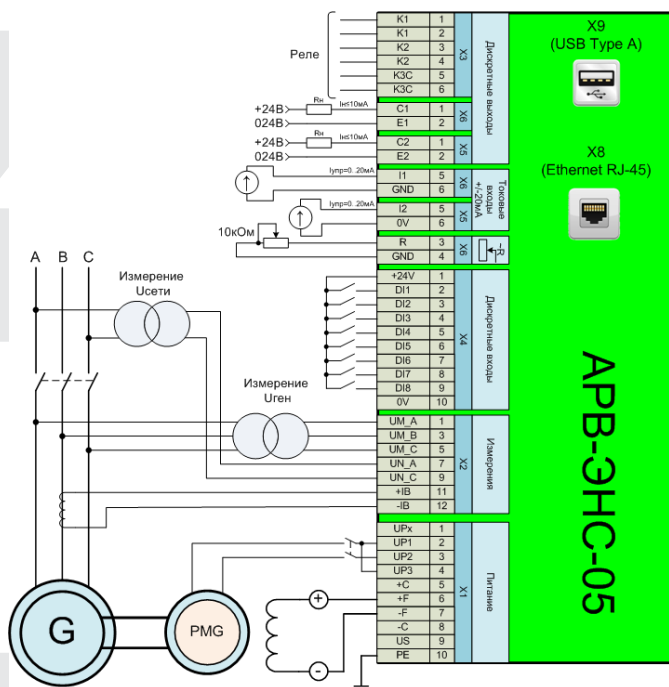
Внешний вид APB-ЭНС-05 с обозначением разъемов



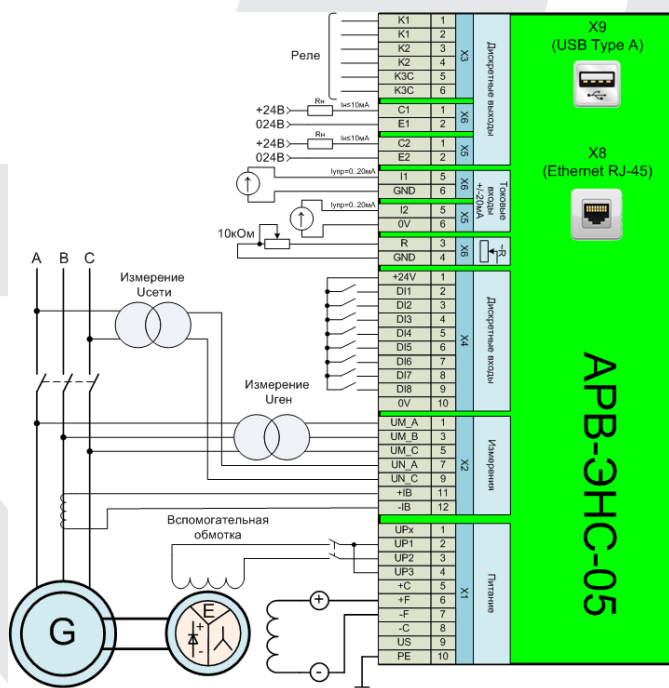
Подключение ARB-ЭНС-05 при питании от шин генератора через трансформатор



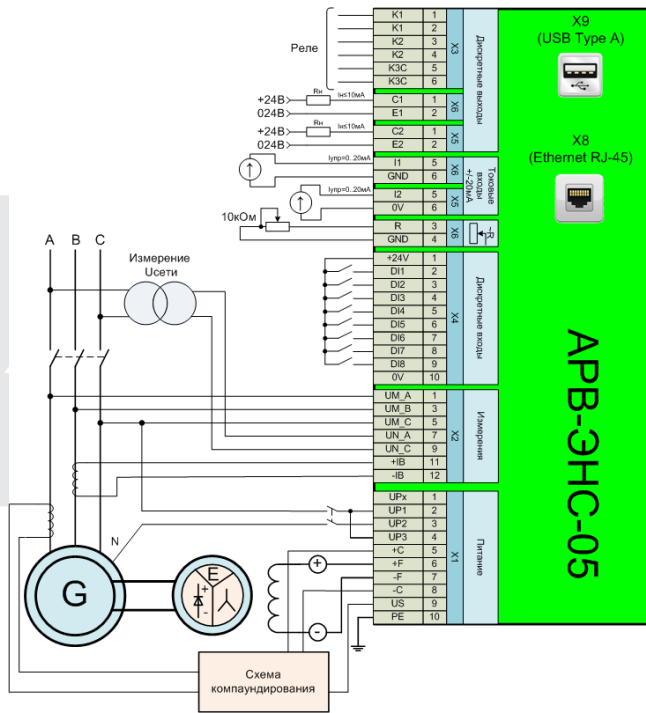
Подключение ARB-ЭНС-05 при питании от шин генератора



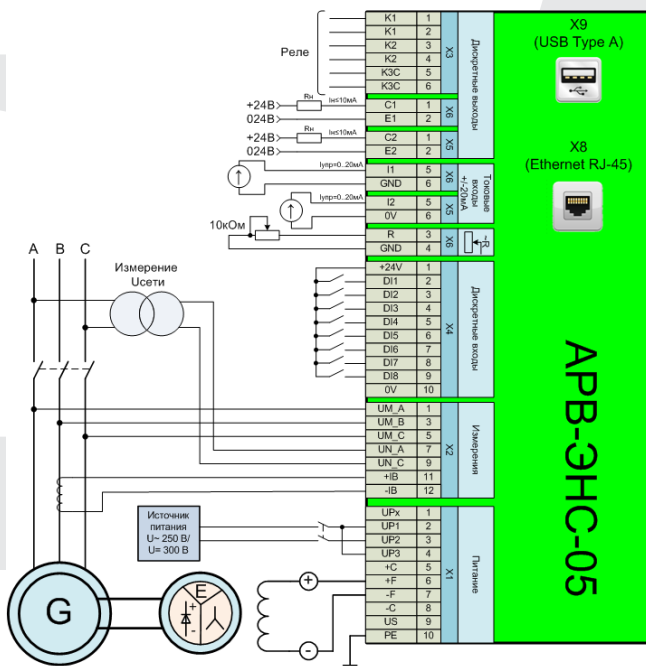
Подключение АРВ-ЭНС-05 при питании от генератора с постоянными магнитами



Подключение АРВ-ЭНС-05 при питании от вспомогательной обмотки



Подключение АРВ-ЭНС-05 при питании от шин генератора с применением схемы компаундирования



Подключение АРВ-ЭНС-05 при питании от независимого источника постоянного или переменного напряжения

Услуги, предоставляемые ООО «ЭЛЕКТРОМАШ» клиентам

ООО «ЭЛЕКТРОМАШ» выполняет следующие работы:

- обследование объекта;
- проектирование;
- шеф-монтаж, наладка и пусковые испытания систем возбуждения на объектах Заказчика;
- гарантийное и послегарантийное обслуживание систем возбуждения;
- модернизация и ремонт систем возбуждения любых типов;
- поставка запасных частей;
- обучение обслуживающего персонала электростанций и энергосистем;
- технические консультации специалистов по выбору силового оборудования, систем управления, регулирования и защит;
- проектирование и сборку щитов, пультов управления, шкафов автоматики.