

УДК: 621.311

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.Тешебаев – к.т.н., проф.ОшТУ

З.Чынгызбек к. – преп ОшТУ ГТК

И.Н. Борубаев – магистр ОшТУ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10646054>

Аннотация: Основной целью применения технологии автоматизированного проектирования электрической сети является сокращение сроков выполнения проекта и, как следствие, создание условий более детального и качественного поиска инженерных решений.

Ключевые слова: релейная защита и автоматизация, передача и распределение электрической энергии, нормальные и аварийные режимы, автоматизированные проектирования электрической сети, датчики, аналоговые величины, дискретные сигналы, АРМ, программно-технических комплексов, повышение КПД, устойчивость ЭЭС, качество электроэнергии, локальные узлы, линия, трансформатор, генератор, АСУ ТП, коммутационные аппараты, оперативное управление, АИИС КУЭ, АСККЭ, частота, гармонические составляющие, противоаварийная автоматика, дистанционное управление.

RELAY PROTECTION AND AUTOMATION OF ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Abstract: The main goal of using automated electrical network design technology is to reduce project completion time and, as a result, create conditions for a more detailed and high-quality search for engineering solutions.

Keywords: relay protection and automation, transmission and distribution of electrical energy, normal and emergency modes, computer-aided design of the electrical network, sensors, analog quantities, discrete signals, automated workplaces, software and hardware systems, increasing efficiency, EPS stability, power quality, local nodes, line, transformer, generator, automated process control system, switching devices, operational control, AIIS KUE, ASKE, frequency, harmonic components, emergency automation, remote control.

ВВЕДЕНИЕ

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем представляет собой оснащение энергообъектов и электросетевых комплексов отдельными устройствами и системами для управления производством, передачей и распределением ЭЭ в нормальных и аварийных режимах[1].

Автоматизация электроэнергетических систем на производстве в целом подразумевает комплекс технических и программных средств, предназначенных для минимизации участия человека или снижения трудоемкости выполняемых операций в технологическом процессе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В состав систем автоматизации входят датчики измерения аналоговых величин, устройства ввода/вывода дискретных сигналов и передачи управляющих воздействий, средства сбора и обработки информации – серверы, человеко-машинные интерфейсы –

панели управления и автоматизированные рабочие места (АРМ), а также сети передачи данных как уровня энергообъекта так и межобъектного обмена[3].

Применение саморегулирующихся программно-технических комплексов (ПТК) и их совершенствование в конечном итоге ведет к созданию полностью автоматических систем, действующих без участия человека.

К основным задачам автоматизации электроэнергетических систем (ЭЭС) относят:

- поддержку нормальных режимных параметров отдельного объекта и сети в целом;
- минимизацию потерь на производство и передачу электроэнергии – повышение КПД;
- повышение устойчивости ЭЭС за счет ликвидации аварийных и ненормальных режимов работы с максимальным быстродействием;
- минимизацию аварийности путем предотвращения развития ненормальных режимов работы в аварийные и своевременного проведения ремонта оборудования.

Эффективное комплексное решение указанных задач предназначено для обеспечения бесперебойного питания и повышения качества электроэнергии у конечного потребителя.

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.

На предприятиях электроэнергетического комплекса автоматизация задействована на всех этапах производства - от проектирования до управления отдельным объектом и энергосистемой в целом[3].

К наиболее распространенным элементам автоматизации и автоматики относятся:

– система автоматизированного проектирования (САПР), позволяющая минимизировать трудоемкость процесса проектирования, сократить сроки и себестоимость проектирования, сократить затраты на натурное моделирование и испытания, повысить качество конечного продукта, в том числе путем снижения количества механических ошибок;

- релейная защита и автоматика (РЗА), предназначенная для ликвидации аварийных и предотвращения развития ненормальных режимов в рамках локального узла (распределительное устройство, линия, трансформатор, генератор и пр.);

- автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП), выполняющая функции наблюдения за состоянием коммутационных аппаратов, переключающих и управляющих устройств, другого силового и вторичного оборудования; оперативного управления силовым и вторичным оборудованием; сбора, обработки и хранения данных нормального и аварийного режимов; взаимодействия с местными и удаленными АРМ диспетчеризации;

-автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), обеспечивающая достоверный учет количества отпущенной и потребленной энергии, позволяющая не только упростить процесс коммерческих расчетов между поставщиком и потребителем, но и, за счет сбора аналитической информации, совершенствовать энергоэффективность передачи и потребления путем корректировки режимов нагрузки (например, смещением пиковых нагрузок, разнесением плановых ремонтов и техобслуживания), внедрения энергосберегающего оборудования и других мероприятий, направленных на снижение потерь и выравнивание графиков нагрузки;

- автоматизированная система контроля качества электроэнергии (АСККЭ), предназначенная для оценки основных показателей качества электроэнергии, таких как напряжение, частота, гармонические составляющие и пр., позволяющая не только контролировать состояние энергосистемы в режиме реального времени, но и разрабатывать мероприятия по обеспечению нормального функционирования оборудования на основании аналитических данных;

- противоаварийная автоматика (ПА), предназначенная для выявления, предотвращения развития и ликвидации ненормальных режимов, таких как асинхронный режим, нарушение устойчивости, снижение или повышение частоты, снижение или повышение напряжения, перегрузка оборудования, в сетях передачи электроэнергии высокого и сверхвысокого напряжения.

САПР

Задачами современных САПР являются:

- автоматизация оформления документации;
- автоматическое формирование большей части рабочей документации;
- информационная поддержка и автоматизация процесса принятия решений;
- использование технологий параллельной работы над проектом;
- унификация проектных решений и процессов проектирования;
- повторное использование проектных решений, данных и наработок;
- использование математического моделирования вместо натуральных испытаний и макетирования;
- повышение эффективности управления процессом проектирования;
- применение методов оптимизации и вариантного проектирования.

РЗА

Релейная защита осуществляет непрерывный контроль состояния элементов электроэнергетической системы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов, выявляя поврежденный участок и отключая его от электроэнергетической системы посредством воздействия на силовые выключатели[4].

Современные устройства РЗА выполняются на микропроцессорной базе (МП РЗА). По сравнению с устройствами релейной защиты на электромеханических реле МП РЗА имеет лучшие показатели быстродействия, чувствительности и надежности. Также применение микропроцессорной базы в устройствах РЗА позволяет помимо основных функций (отключение поврежденных участков и узлов электроэнергетической системы) реализовать и дополнительные, такие как самодиагностика, регистрация и осциллографирование, интеграция в АСУ ТП, разграничение прав доступа и пр.

АСУ ТП

АСУ ТП на объектах электроэнергетики выполняет следующие функции:

- сбор и обработка дискретной и аналоговой информации от основного оборудования;
- сбор и обработка информации от специализированных подсистем технологического управления (РЗА, локальная противоаварийная автоматика, управление вспомогательными технологическими процессами);
- дистанционное управление электротехническим оборудованием (коммутационными аппаратами, устройствами РПН силовых трансформаторов, источниками реактивной мощности);

- учет электропотребления и контроль качества электрической энергии;
- регистрация процессов и аварийных событий;
- генерация отчетов оперативной и учетной информации по основной и вспомогательной технологической деятельности;
- контроль работы аппаратуры и каналов связи;
- передача телеинформации, команд РЗА и ПА, диспетчерских команд по каналам связи;
- обеспечение информационной и общей безопасности АСУТП.

Современная АСУ ТП строится как трехуровневая система:

- В нижний уровень входят программно-технические средства и МП-контроллеры, обеспечивающие сбор информации, сигнализацию и выдачу команд управления.
- Средний уровень содержит устройства сбора, обработки и передачи информации на верхний уровень.

- Верхний уровень АСУ ТП составляют серверы, автоматизированные рабочие места (АРМ), средства локальной вычислительной сети для хранения и передачи данных.

Функции АИИС КУЭ:

- контроль нагрузок и оперативный мониторинг в режиме реального времени;
- точный и оперативный учёт электроэнергии, измерение объема потребления или поставки;
- хранение параметров учета в базе данных;
- обеспечение многотарифного учета отпуска/потребления электроэнергии;
- передача полученных результатов проведенных измерений в АИИС КУЭ смежных субъектов;
- вывод расчетных параметров на экран и/или устройство печати;
- регистрация информации с учетом астрономического времени;
- фиксирование нарушений в специальном журнале учета событий для изучения оперативным, диспетчерским и ремонтным персоналом;
- сведение баланса электроэнергии;
- контроль и диагностика состояния элементов АИИС КУЭ, фиксация сбоев связи, работы с базами данным с уведомлением администратора и сохранением событий для анализа;
- разграничение прав доступа пользователей.

АИИС КУЭ представляет собой многоуровневую систему с централизованным управлением и распределенной функцией измерения[2]. В общем случае первый уровень - это измерительные каналы (ИК), включающие в себя измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН), счетчики активной и реактивной электроэнергии. В микропроцессорах счетчика вычисляются значения активной, реактивной, полной мощности используя значения фазных токов и напряжений, полученных от ТТ и ТН[3]. По цифровой связи счетчики передают измерительную информацию на следующий уровень АИИС КУЭ – измерительно-вычислительный комплекс электроустановки (ИВКЭ) на основе устройства сбора и передачи данных (УСПД). Здесь происходит накопление измерительной информации и передача накопленных данных на третий, верхний уровень системы. Третий уровень - информационно-вычислительный комплекс (ИВК) АИИС КУЭ, включающий в себя сервер базы данных (БД) АИИС КУЭ, систему обеспечения единого времени (СОЕВ), аппаратуру передачи данных внутренних и внешний каналов связи,

автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора и программное обеспечение. На этом уровне выполняется резервное копирование, формирование и хранение поступающей информации, оформление справочных и отчетных документов и т.д.

АСККЭ

Автоматизированная система контроля качества электроэнергии также имеет многоуровневую структуру и выполняет следующие функции:

- автоматизированные измерения параметров электрической сети;
- сбор и обработка данных, полученных в ходе измерений;
- сбор диагностической и другой служебной информации о средствах измерения;
- хранение и передача информации;
- разграничение прав доступа пользователей.

ПА

Противоаварийная автоматика выполняет следующие функции:

- предотвращение нарушения устойчивости (АПНУ);
- ликвидация асинхронных режимов (АЛАР);
- ограничение снижения или повышения частоты (АОСЧ, АОПЧ);
- ограничение снижения или повышения напряжения (АОСН, АОПН);
- предотвращение недопустимых перегрузок силового оборудования (АОПО).

АПНУ организуется по иерархическому принципу и состоит из одного или нескольких уровней:

- уровень ЕЭС России (Единой энергетической системы России) – КСПА;
- уровень операционной зоны филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ – ЦСПА;
- уровень объектов электроэнергетики – ЛАПНУ.

АЛАР, АОСЧ, АОПЧ, АОСН, АОПН, АОПО выполняются в виде локальных комплектов ПА.

В состав технических средств ПА входят:

- устройства измерения параметров до аварийного режима и текущих объемов управления,
- пусковые органы,
- исполнительные органы,
- устройства автоматической дозировки воздействия (АДВ), выполняющие выбор управляющих воздействий (УВ),
- устройства приема-передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК), до аварийной информации;
- каналы передачи информации ПА.

Современные устройства ПА выполняются на микропроцессорной элементной базе, что позволяет совместить несколько функций в одном МПУ.

ВЫВОДЫ

В данной статье подробно рассмотрены различные виды релейной защиты и автоматизации ЭЭС. Использование АСУ ТП на объектах электроэнергетики позволяет достичь уменьшения ошибок персонала, предотвращения повреждений основного электрооборудования, снижения трудозатрат при дальнейшем техническом обслуживании объектов, повышения устойчивости работы межсистемных и магистральных связей, увеличения надежности электроснабжения потребителей.

Литература

1. **Чернобровов, Н. В.** «Релейная защита энергетических систем»: Учеб. пособие для техникумов / Чернобровов Н. В., Семенов В. А. — М.: Энергоатомиздат, 1998. —800с.: ил.
2. **Павлов, Г. М.** «Автоматизация энергетических систем» : Учеб.пособие / Г. М. Павлов .— Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1977 .— 237 с. : ил .— Библиогр.: с.233-234.
3. **Норенков, И. П.** Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. И. П. Норенков — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.
4. Список САПР [Электронный ресурс]. – Список систем автоматизированного проектирования, доступ свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.