Лекция №10

Защита и автоматика в системах электроснабжения

Назначение релейной защиты

Релейная защита — это комплекс устройств, обеспечивающих автоматическое отключение повреждённого участка электрической сети при коротких замыканиях и других аварийных режимах. Без релейной защиты невозможно представить работу ни одной энергосистемы: она предотвращает развитие аварий, повреждение оборудования, пожары, а также минимизирует размеры отключения — отключается только повреждённый участок, а остальная сеть продолжает работать.

К релейной защите предъявляются четыре основных требования. Быстродействие — защита должна отключать повреждение как можно быстрее, чтобы предотвратить разрушение оборудования и сохранить устойчивость энергосистемы. Селективность — защита должна отключать только повреждённый участок, не затрагивая неповреждённые. Чувствительность — защита должна реагировать на все возможные повреждения в защищаемой зоне. Надёжность — защита не должна отказывать при повреждениях и не должна ложно срабатывать при отсутствии повреждений.

Виды защит

Максимальная токовая защита — самая простая и распространённая защита. Она реагирует на увеличение тока сверх заданного значения (тока уставки). При достижении тока уставки защита срабатывает и отключает выключатель повреждённого участка. Применяется для защиты линий, трансформаторов, электродвигателей от перегрузки и коротких замыканий.

Токовая отсечка — это разновидность максимальной токовой защиты, но без выдержки времени. Она срабатывает мгновенно при достижении тока уставки.

Применяется для быстрого отключения близких коротких замыканий. Недостаток — не защищает всю длину линии, так как не чувствует удалённых повреждений. Поэтому токовая отсечка обычно применяется в сочетании с максимальной токовой защитой.

Дифференциальная защита — одна из самых надёжных и быстродействующих защит. Она сравнивает ток на входе и выходе защищаемого объекта. Если токи равны — объект исправен. Если токи различаются — произошло повреждение внутри объекта, и защита мгновенно отключает его. Применяется для защиты трансформаторов, генераторов, электродвигателей, шин. Дифференциальная защита обладает абсолютной селективностью — она не срабатывает при коротких замыканиях вне защищаемой зоны.

Защита от однофазных замыканий на землю применяется в сетях с изолированной нейтралью (6, 10, 35 киловольт). При однофазном замыкании на землю в таких сетях ток повреждения невелик, и немедленное отключение не требуется. Но замыкание должно быть обнаружено, так как при длительном его существовании возможно перенапряжение и переход в двухфазное короткое замыкание.

Автоматика энергосистем

Автоматическое повторное включение (АПВ) — устройство, автоматически включающее отключённую линию после её отключения защитой. Большинство коротких замыканий на воздушных линиях самоустраняются (например, перекрытие изоляции птицей или веткой), поэтому повторное включение часто бывает успешным. АПВ значительно повышает надёжность электроснабжения.

Автоматический ввод резерва (АВР) — устройство, автоматически подключающее резервный источник питания при исчезновении напряжения на основном источнике. Применяется для потребителей первой и второй категории,

которым перерыв в электроснабжении недопустим или ограничен. АВР обеспечивает переключение за доли секунды.

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) — устройство, автоматически отключающее часть потребителей при снижении частоты в энергосистеме ниже допустимого значения. АЧР предотвращает развитие аварии при дефиците генерирующей мощности. Отключение потребителей происходит ступенями — по мере снижения частоты отключаются всё новые группы потребителей.

Современные устройства защиты и автоматики

Современные системы релейной защиты строятся на базе микропроцессорных устройств — цифровых реле защиты. Цифровое реле объединяет в одном устройстве функции нескольких защит, автоматики, измерения, регистрации событий и связи с системой верхнего уровня. Это позволяет упростить схему защиты, повысить её надёжность и расширить функциональность.

Микропроцессорные реле обеспечивают самодиагностику — постоянный контроль исправности своих узлов, что повышает надёжность защиты. Они ведут осциллограммы аварий — запись токов и напряжений при повреждении, что позволяет анализировать причины аварии и поведение защиты.

Интеграция устройств защиты и автоматики в общую автоматизированную систему управления электроснабжением позволяет оператору контролировать состояние всех элементов сети в реальном времени, получать уведомления о событиях, анализировать режимы работы и планировать техническое обслуживание. Это направление развития систем электроснабжения становится стандартом на современных предприятиях.