

Схема быстродействующей резервной защиты блока генератор-трансформатор

Ю. Романов

Исследовательский центр «Бреслер»

Г. Нудельман

ОАО «ВНИИР»

Россия

nudelman@vniir.ru

Динамическая устойчивость энергосистем напрямую зависит от работы релейной защиты. Чем быстрее она отключает короткие замыкания (КЗ), тем выше устойчивость. Наименьшее время срабатывания обеспечивают основная защита и первая ступень резервной защиты. Следует отметить, что только их взаимное резервирование позволяет надёжно предотвратить асинхронный ход в контролируемой системе. В качестве основной защиты от КЗ в обмотке статора генератора, работающего в блоке с повышающим трансформатором, используется продольная дифференциальная токовая защита. Что касается её резервирования, оно полноценно только в режимах несимметричных КЗ и с помощью защиты только одного типа – токовой отсечки обратной последовательности без выдержки времени и с зоной действия, не выходящей за пределы блока. При симметричных же повреждениях составляющих обратной последовательности токов и напряжений нет, поэтому в этих режимах данная защита неработоспособна. Все остальные резервные защиты выполняются с выдержками времени, из них быстрее всего срабатывает первая ступень дистанционной защиты (ДЗ). Зона действия первой ступени ДЗ должна надёжно охватывать трансформатор блока. Исходя из этого, её выдержка времени на срабатывание отстраивается от времени действия устройств резервирования отказа выключателей смежных элементов и обычно принимается не менее 0,9 с. Таким образом, в случае вероятного отказа продольной дифференциальной защиты резервная защита генератора не способна надёжно предотвратить возникновение асинхронного хода после отключения симметричного КЗ.

Указанную проблему в докладе предлагается решить путём добавления к ДЗ ещё одной (третьей по счёту) ступени с зоной действия, не выходящей за пределы блока, и работающей без выдержки времени. Как правило, все реле сопротивления ДЗ генератора выполняются направленными и с круговыми характеристиками срабатывания. Однако для дополнительной ступени лучше использовать ненаправленные реле. В противном случае её чувствительность будет весьма ограниченной из-за малой протяжённости зоны действия.

Очевидно, что ненаправленное реле сопротивления обеспечивает более высокую чувствительность. Но его характеристика срабатывания может пересечься с зоной действия защиты от потери возбуждения в четвёртом квадранте комплексной плоскости сопротивления. Несмотря на это, при потере возбуждения генератора дополнительная быстродействующая ступень ДЗ не будет срабатывать ложно, если предусмотреть её пуск от блокировки при качаниях.

Как показали исследования, отсутствие выдержки времени у дополнительной ступени ДЗ может привести к ложному срабатыванию защиты. Это вероятно в случае

возникновения неисправности цепей напряжения, если соответствующая блокировка защиты сработает с некоторой задержкой. Для исключения ложного срабатывания в данной ситуации предлагается использовать блокировку при качаниях по приращениям токов прямой и обратной последовательности с выдачей разрешающего сигнала.

Ещё одна проблема дополнительной ступени ДЗ связана с малой протяжённостью её зоны действия. Чем короче зона действия, тем сложнее обеспечить селективность защиты в условиях реальных переходных процессов из-за возрастающего влияния погрешности измерения комплексного сопротивления. Следовательно, чтобы использовать быстродействующую ступень ДЗ, нужно обеспечить высокую точность замера. Как показали исследования, на селективности пагубнее всего сказывается погрешность измерения комплексного сопротивления от нелинейного искажения тока из-за насыщения магнитопровода трансформатора тока. Дело в том, что такое искажение занижает действующее значение тока, что, в свою очередь, может зависеть кажущееся расстояние до места КЗ. Для решения этой проблемы в докладе предлагается фильтровать токи только на участках правильной трансформации. Выделение участков правильной трансформации возможно с помощью применения различных способов.

Повысить точность замера в целом способно повышение качества фильтрации. Высоким качеством фильтрации ортогональных составляющих обладают адаптивные фильтры. Однако их применение к реальным переходным процессам затруднительно из-за большой подверженности шумам. Чтобы использовать адаптивные фильтры в реальных условиях, в докладе предлагается подавать на их входы не исходные сигналы токов и напряжений, а сигналы, прошедшие процедуру дешумизации. Наиболее эффективными представляются алгоритмы дешумизации, основанные на методе сингулярного спектрального анализа.