

Особенности реализации релейной защиты блока генератор-трансформатор

Шкаф микропроцессорной релейной защиты серии «Бреслер ШГ 2114» (далее – шкаф защиты) производства фирмы «ООО «ИЦ «Бреслер» предназначен для защиты блоков генератор-трансформатор мощностью до 800 МВт, установленных на электрических станциях различного типа (ГЭС, ГРЭС, ТЭЦ и т.д.). В зону охвата защиты входит синхронный генератор, блочный трансформатор, трансформатор собственных нужд и выпрямительный трансформатор. Как правило, используются два одинаковых шкафа с независимыми цепями измерения и оперативного питания.



Пользователю доступна обширная библиотека функций защиты. В составе одного шкафа может быть реализовано более 45 функций защиты, в том числе до 7 зон продольной токовой дифференциальной защиты. Используются только отработанные на практике принципы построения защит, эффективность которых доказана эксплуатацией на реальных объектах. Многие функции защиты имеют улучшенные технические характеристики по сравнению с традиционными решениями. К примеру, типичное время срабатывания основной защиты генератора, продольной дифференциальной токовой защиты, по контакту выходного реле, действующего непосредственно на соленоид отключения выключателя, составляет 10 мс.

Защита статора от замыкания на землю, входящая в состав шкафа защиты, также превосходит свои аналоги по техническим характеристикам. Согласно ПУЭ, на блоках мощностью от 30 МВт должна быть защита от замыкания на землю с охватом всей обмотки статора, включая нейтраль. Для этого на блоках без гальванической связи с системой собственных нужд чаще всего применяется широко известная защита по основной и

третьей гармонике напряжения нулевой последовательности (ЗЗГ-1, БРЭ 1301.01) [1]. Причём именно третья гармоника обеспечивает 100 %-ный охват обмотки статора [2]. Эта защита также нашла применение на блоках с реактированными отпайками на собственные нужды и на укрупнённых блоках, где работает с относительной селективностью. Предполагается, что орган третьей гармоники напряжения нулевой последовательности – это ничто иное как реле сопротивления, которое реагирует непосредственно на переходное сопротивление в месте замыкания. Однако на самом деле это справедливо только тогда, когда сеть генераторного напряжения гальванически развязана с системой собственных нужд и потребителей и когда генератор работает в режиме изолированной нейтрали. Если же в нейтрали устанавливается дугогасящий реактор, на генераторном напряжении появляется ёмкость собственных нужд или генераторы укрупнённого блока работают в разных режимах, то, во-первых, орган третьей гармоники уже нельзя считать реле сопротивления, а во-вторых, у органа третьей гармоники появляются дополнительные небалансы, снижающие его чув-

ствительность. Защита статора от замыкания на землю, реализованная в составе шкафа «Бреслер ШГ 2114», выполнена адаптивной, что избавляет её от указанных недостатков. Адаптивный орган третьей гармоники напряжения нулевой последовательности реагирует непосредственно на переходное сопротивление в месте замыкания практически для любой схемы блока. Так, для блока генератор-трансформатор с одним генератором и с реактированной отпайкой на собственные нужды, замер адаптивного органа W равен

$$W = R_f \left| \frac{1/\sqrt{3} \pi - 150 \pi C L_p}{L_p} \right|, \quad (1)$$

где R_f – переходное сопротивление в месте замыкания, Ом;

C – ёмкость обмотки статора на землю, Ф;

L_p – индуктивность дугогасящего реактора, Гн.

Примечательно, что замер W не зависит от ёмкости сети собственных нужд.

Для укрупнённого блока с двумя генераторами замер W равен

$$W = R_f \max \left(\frac{E_1 + E_2}{2E_1} \right) \left| \frac{1/150 \pi - 300 \pi C L_p}{L_p} \right|, \quad (2)$$

где E_1 – комплекс ЭДС третьей гармоники, наводимой в обмотке статора первого генератора блока;

E_2 – комплекс ЭДС третьей гармоники, наводимой в обмотке статора второго генератора блока.

Отметим также, что благодаря свойству адаптивности абсолютно все небалансы органа третьей гармоники могут быть сведены к нулю, поэтому его предельная чувствительность ограничивается только погрешностью измерения.

Кроме того что защита статора генератора от замыкания на землю в шкафу «Бреслер ШГ 2114» выполнена адаптивной, она также содержит дополнительные пусковые органы по аварийным составляющим переходного процесса, обеспечивающие высокую надёжность защиты. В целом, высокой надёжностью обладает вся функциональная часть шкафа защиты. Это обеспечено целым рядом мероприятий, проведённым в процессе разработки шкафа. К примеру, особое внимание уделено контролю исправности цепей измерения. Неисправность цепей измерения способна привести к неправильной работе защиты или к её отказу. Здесь же можно отметить контроль исправности цепей поперечной дифференциальной защиты генератора, реализованный в шкафу защиты.

Ещё одно мероприятие по повышению надёжности работы шкафа защиты – введение в некоторые функции защиты дополнительных фильтров входных аналоговых сигналов. К примеру, в органе третьей гармоники защиты статора от замыканий на землю основная гармоника напряжения нулевой последовательности подавляется более чем в 100 раз, в том числе и при значительном отклонении частоты от номинальной.

Шкаф «Бреслер ШГ 2114» изготавливается по индивидуальному проекту. Для использования в качестве основы при разработке проекта предоставляются типовые схемы защит блоков.

Надёжность и удобство эксплуатации шкафов микропроцессорной защиты зачастую зависит от полноты

предоставляемого производителями комплекта технической документации, в том числе и от наличия методических указаний по расчёту уставок, на основе которых может быть построен программный комплекс для автоматизированного расчёта уставок, позволяющий свести к минимуму ошибки расчётчиков при выполнении рутинных операций. Для удобства расчета уставок ИЦ «Бреслер» предлагает как рекомендации по расчёту уставок защит блока генератор-трансформатор, так и программное обеспечение для автоматизированного расчёта уставок PSC2.

Терминалы в шкафах защиты «Бреслер ШГ 2114» реализованы с поддержкой стандарта МЭК 61850 и могут быть встроены в АСУ ТП по данному протоколу, а также осуществлять обмен GOOSE-сообщениями по МЭК 61850-8-1 и принимать потоки измеренных величин от цифровых трансформаторов тока и напряжения по МЭК 61850-9-2.

**Романов Ю.В.,
Шевелев А.В.**

ООО «Исследовательский центр
«Бреслер»

Литература

[1] Кискачи В.М. Защита генераторов энергоблоков от замыканий на землю в обмотке статора. – М.: Электричество, – 1975, – № 11.

[2] Кискачи В.М. Использование гармоник э.д.с. генераторов энергоблоков при выполнении защиты от замыканий на землю. – М.: Электричество, – 1974, – № 2.

РФ, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 1

Тел.: +7 (8352) 24-06-50
(многоканальный).

Факс: +7 (8352) 24-02-43.

Электронная почта:
market@ic-bresler.ru

Сайт: www.ic-bresler.ru



ИЦ БРЕСЛЕР

Надёжные и нужные защиты.