

УДК 621.316.925

О.В.Золотарев (6 курс, каф. ЭСиАЭС), О.А.Васильева, к.т.н., асс.

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ РОТОРА ГЕНЕРАТОРА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ОДНОЙ ТОЧКЕ

Процесс развития энергосистем предполагает широкое внедрение в эксплуатацию генераторов с более совершенными системами возбуждения. При этом электрические схемы систем возбуждения значительно усложняются, что вызывает повышенные требования к их надежности, которая определяет надежность работы не только самого генератора, но и энергосистемы в целом.

Наиболее частым видом повреждений, возникающих в цепях ротора генератора, являются повреждения изоляции относительно земли. Ослабленное состояние изоляции и даже замыкание на землю в одной точке цепей возбуждения не представляет большой опасности и в большинстве случаев допускается дальнейшая работа генератора. Однако, возникновение двойного замыкания на землю может привести к авариям, сопровождающимся значительными повреждениями генератора.

В настоящее время находят применение различные системы, контролируемые возникновение замыкания на землю в одной точке цепей ротора генератора. Но все они имеют определенные недостатки. Среди них следует выделить недостаточную чувствительность к повреждениям в средней части цепей возбуждения мостовых схем и метода вольтметров, сложность настройки при реализации и трудность отстройки от естественных емкостей цепей возбуждения систем, использующих дополнительный источник переменного напряжения, зависимость чувствительности от места возникновения повреждения для систем, использующих дополнительный источник постоянного напряжения. К числу недостатков известных методов можно отнести контроль сопротивления изоляции в небольшом диапазоне его изменения, а также недостаточную эффективность для текущего контроля. Вместе с тем, недостаточное внимание уделяется вопросам построения цифровых систем защиты генераторов.

Поэтому задача разработки улучшенной системы контроля состояния изоляции и защиты цепей ротора от повреждений на землю в одной точке, лишенной отмеченных недостатков, а также входящей в комплексную цифровую подсистему диагностики, управления и защиты генераторов тепловых электрических станций, представляет большой интерес и является весьма актуальной.

Метод, используемый при разработке данной системы, основан на анализе особой формы тока в ветвях подключения к полюсам цепей возбуждения специально разработанного устройства. Для этого предлагается использовать датчики напряжения, построенные по принципу преобразования входного тока, пропорционального приложенному напряжению в пропорциональный выходной ток с гальванической развязкой между силовой и измерительной цепями, например LV-25 TENSION. Датчики подключают к полюсам цепей возбуждения таким образом, что их входные внутренние сопротивления образуют два плеча мостовой схемы, при этом два других ее плеча представлены сосредоточенными и приведенными к полюсам сопротивлениями изоляции цепей возбуждения относительно земли. В диагональ моста включают источник напряжения специальной формы. Сигналы с выходов датчиков напряжения поступают в микропроцессорный блок, где осуществляется их преобразование из аналоговой формы в цифровую и дальнейшее вычисление в микропроцессоре эквивалентного сопротивления

изоляции цепей возбуждения относительно земли $R_{эк} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ в соответствии со следующим выражением:

$$R_{эк} = \frac{1,25(U_1 - U_2)}{I_{1пр} - I_{2пр}} - 0,5R_d,$$

где U_1 и U_2 – уровни напряжения дополнительного источника устройства в определенные моменты времени; $I_{1пр}$ и $I_{2пр}$ – установившиеся значения токов на выходе преобразователя в определенные моменты времени; R_d – внутреннее входное сопротивление преобразователя напряжения; R_1 и R_2 – активное сопротивление изоляции цепей возбуждения относительно земли положительного и отрицательного полюсов соответственно.

Кроме того, оригинальный способ подключения устройства позволяет определять полюс с ослабленным сопротивлением изоляции по результатам количественной оценки сопротивления каждого из полюсов.

Далее в микропроцессорном блоке происходит сравнение результатов вычислений с уставками, хранящимися в энергонезависимой памяти, формирование информационных сигналов о состоянии изоляции цепей возбуждения, а также формирование сигналов для аппаратов управления генератором.

Разрабатываемая система удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к устройствам контроля состояния изоляции и защиты цепей возбуждения генератора от замыканий на землю в одной точке. Метод, лежащий в ее основе, обладает высокой чувствительностью к симметричным и несимметричным снижениям сопротивления изоляции в широком диапазоне его изменения, применим для цепей ротора генераторов с любым типом системы возбуждения. Цифровая реализация метода позволяет осуществлять непрерывный текущий контроль и благодаря этому выполнять защиту предупредительного действия, а также включать систему в состав АСУ ТП электрической части станций.