

Обнаружение автономной работы в энергосистемах с распределённой генерацией

Армандо Гузман (Armando Guzmán) и Венкат Минам (Venkat Mynam)

ВВЕДЕНИЕ

Обнаружение автономной работы сети очень важно для защиты персонала, предотвращения повреждения оборудования и обеспечения высокого качества электроэнергии в энергосистемах с распределенной генерацией. В этой инструкции по применению обсуждаются вопросы обнаружения автономной работы генератора посредством синхронизированных по времени измерений по всему региону.

На рисунке 1 представлена типовая конфигурация сети с распределенной генерацией, в которой размыкание любого автоматического выключателя (с B1 по B5) приводит к автономной работе сети. При таком условии машины переменного тока становятся уязвимыми к включению со сдвигом фазы (чревато необратимым повреждением машины). Невозможность отключения секционированных генераторов может представлять угрозу безопасности для персонала, а также может привести к снижению качества электроэнергии при подключенной нагрузке. По этим причинам необходимо как можно быстрее отключать изолированные генераторы распределенных энергосистем, чтобы снизить риск возникновения опасных условий работы.

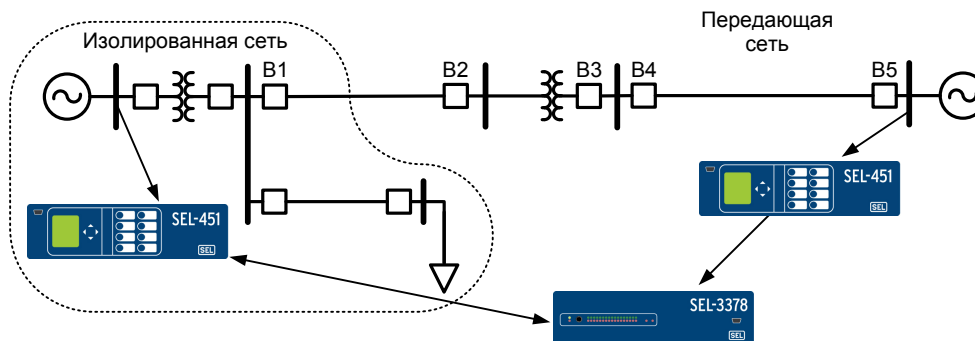


Рисунок 1 Региональная система обнаружения автономной работы для типичных распределенных энергосистем

СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ НА БАЗЕ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ПО ВРЕМЕНИ ИЗМЕРЕНИЙ

Методы обнаружения автономной работы, работающие только с данными локальных измерений, не могут выявить автономную работу, если рассогласование мощности (активной и реактивной) между генератором и локальной нагрузкой незначительна. Система, использующая синхронизированные по времени измерения, может обнаружить автономную работу при любых изменениях условий работы энергосистемы. На рисунке 1 показана система с одним реле SEL-451 на участке распределенной генерации и другим реле SEL-451 на передающей подстанции. На обоих реле ведется сбор данных о векторе

напряжения на каждом участке. Реле отправляют синхрофазорные сообщения на синхрофазорный векторный процессор (SVP) SEL-3378 с определенной частотой (например, 60 сообщений в секунду). Синхрофазорный векторный процессор использует синхрофазоры положительной последовательности, собранные реле для вычисления разности фаз (δ) между этими напряжениями. Изменение δ во времени определяет частоту скольжения (S_f), а изменение S_f во времени определяет ускорение (A_f) между этими двумя участками. В этой региональной системе SEL для обнаружения автономной работы используются разность фаз и методы скольжения/ускорения.

Метод разности фаз

Синхрофазорный векторный процессор сравнивает δ с пороговым значением фазы (например, 20 градусов). Если δ превышает пороговое значение в течение заданного интервала, регистрируется автономная работа.

Метод скольжения/ускорения

На рисунке 2 показаны область нормальных рабочих условий и области автономной работы для всего диапазона параметров S_f и A_f . Эти параметры показывают, насколько две системы «проскальзывают» относительно друг друга и с какой скоростью меняется частота скольжения. В зависимости от расположения точки на этом графике логика может выявлять факт автономной работы.

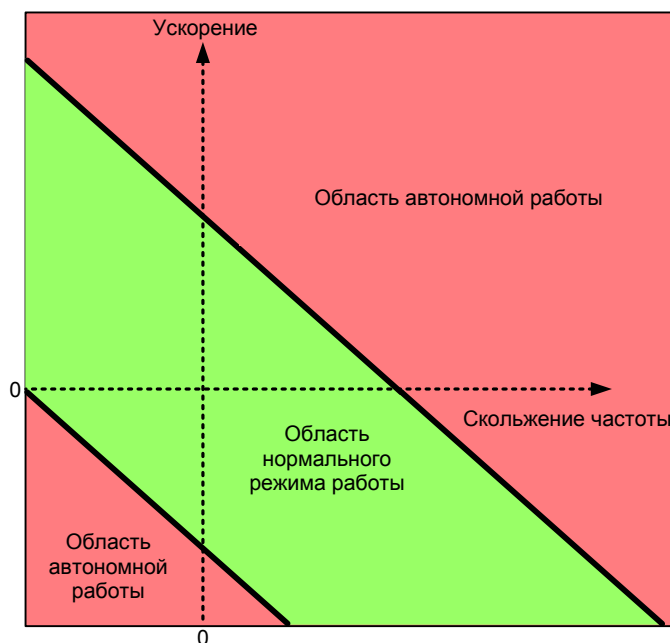


Рисунок 2 Региональная система обнаружения автономной работы, область нормальных рабочих условий и области автономной работы