

емая стратегия трёхфазного интеллектуального АПВ нивелирует влияние переходных процессов от предыдущих коммутации фаз путем выбора момента включения фазы линии с учетом уровней всех огибающих напряжений на контактах выключателей фаз, обеспечивая лучшую эффективность снижения коммутационных перенапряжений даже в случае существенного разброса времени действия выключателя.

Литература

1. Insulation Coordination for UHV AC Systems // CIGRE TB542, Working Group C4.306. June, 2013. – 289 p.

2. *Ivanov N.G.* Fundamentals of Intelligent Automatic Reclosing of Long-Distance Transmission Lines with Shunt Reactors / *Ivanov N.G.*, et al. // Russian Electrical Engineering. – 2019. – Vol. 90, No. 8. – PP. 558–564.

3. *Антонов В.И.* Адаптивный структурный анализ электрических сигналов: теория и её приложения в интеллектуальной электроэнергетике / В.И. Антонов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. – 333 с.

4. *Беляков Н.Н.* Способ ограничения перенапряжений при повторных включениях линий электропередач / Н.Н. Беляков, В.С. Рашкес // Электричество. – 1975. – № 2. – С. 22–28.

5. *Pilz G.* An Algorithm for Three-Pole Controlled Auto-Reclose of Shunt Compensated Transmission Lines With a Optimization for The Second and Third Pole / *G. Pilz*, et al. // CIGRE A3-115 Session. – 2004. – PP. 1–8.

В.С. Петров, Алексей О. Фёдоров, В.А. Егоров
(Чебоксары, ЧГУ им. И.Н. Ульянова, ООО НПП «ЭКРА»)

СПОСОБ ОДНОСТОРОННЕГО ВОЛНОВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ

Все способы пассивного одностороннего волнового определения места повреждения (ВОМП) основаны на фиксации времени t_1 первого прихода на подстанцию волны, вызванной повреждением, и времени t_3 , при котором данная волна, отразив-

шись сначала от шин подстанции, а затем от повреждения, вновь вернется в место установки устройства ВОМП [1, 2] (рисунок). Зная скорость распространения волны по ЛЭП v , можно определить расстояние до повреждения x_f .

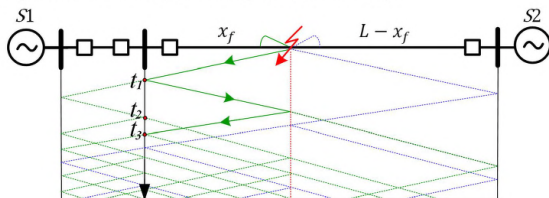


Диаграмма Бьюлей: L – длина ЛЭП

Волна, возникающая в месте КЗ, при распространении по сети претерпевает большое количество отражений в местах неоднородности и затухает (рисунок). Это усложняет выявление среди всей совокупности волн, прибывающих в место установки устройства волны, отраженной от повреждения. Эта проблема решается использованием результатов ОМП менее точных резервных способов ОМП по ПАР [2]: зная погрешность резервного способа можно рассчитать интервал времени, в котором ожидается прибытие волны, отраженной от повреждения, и который подлежит анализу.

На практике погрешность ОМП по ПАР оказывается несколько больше ожидаемой из-за незнания точных длины ЛЭП, её удельных параметров, а также параметров энергосистемы на противоположном конце ЛЭП. Это приводит к невозможности выявления отраженной волны от КЗ и, следовательно, определения места повреждения волновым односторонним методом.

В статье иллюстрируется способ одностороннего ВОМП с повышенной надёжностью выявления отраженной от КЗ волны.

Согласно предлагаемому способу оценка времени прихода волны находится в диапазоне:

$$\hat{t}_{bf} = \left[\frac{2(\hat{x}_f - \Delta_{bf}L / 100)}{v}; \frac{2(\hat{x}_f + \Delta_{bf}L / 100)}{v} \right],$$

где \hat{x}_f , Δ_{bf} – результат расчёта и погрешность ОМП по ПАР.

Требования [3] устанавливают погрешность одностороннего ОМП по ПАР $\Delta_{bf} = 2,5 \%$. Предлагается расширить диапазон

поиска Δ_{bf} до значения, соответствующего максимальной зоне осмотра, в зависимости от длины ЛЭП [4]: 15 % от длины ЛЭП протяженностью до 50 км; 10 % от длины ЛЭП протяженностью от 50 км до 100 км; 5 % от длины ЛЭП протяженностью от 100 км и более.

Использование расширенного диапазона поиска отраженной от КЗ волны, зависящего от длины ЛЭП, позволяет повысить надёжность одностороннего ВОМП.

Литература

1. *Altay O.* Single end travelling wave fault location on transmission systems using wavelet analysis / O. Altay, E. Gursoy, O. Kalenderli // 2014 ICHVE International Conference on High Voltage Engineering and Application, Poznan, 2014. – PP. 1–4.

2. *Xinzhou D.* Optimizing solution of fault location / D. Xinzhou, C. Zheng, H. Xuanzhou, et al. // IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, Chicago, IL, USA, 2002. – Vol. 3. – PP. 1113–1117.

3. СТО 34.01-4.1-001-2016 Устройства определения места повреждения воздушных линий электропередачи. Общие технические требования.

4. СТО 56947007-29.240.55.159-2013 Типовая инструкция по организации работ для определения мест повреждений воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше.

В.В. Карагодин, Н.Е. Пешехонов, Д.В. Рыбаков
(Санкт-Петербург, ВКА имени А.Ф. Можайского)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ С УЧЁТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В ближайшей перспективе основным направлением развития систем электроснабжения (СЭС) наземных комплексов (НК) Космических войск, представляющих собой сложные электротехнические системы, видимо станет использование при их создании и модернизации новых цифровых технологий, которые должны придать