

ВИЗНАЧЕННЯ ПОШКОДЖЕНОЇ ЛІНІЇ В РОЗПОДІЛЬНІЙ МЕРЕЖІ
МЕТОДОМ ВВЕДЕННЯ СИГНАЛУ

Пазій В. Г., ст. викл., e-mail: pazziy@btu.kharkov.ua
Qawaqzeh M. Z., к.т.н., доц., e-mail: gawaqzeh@bau.edu.jo
Мірошник О. О., д.т.н., проф., e-mail: omiroshnyk@ukr.net
Середа А. І., к.т.н., доц., e-mail: ais66@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Однофазне замикання на землю в мережі з глухозаземленою нейтраллю характеризується значними струмами, при цьому захист вимикає лінію, що призводить до перебоїв в електропостачанні [1]. У мережі з ізольованою або з заземленою через дугогасні реактори нейтраллю струми на землю мають досить незначні величини і робота мережі з такими пошкодженням можлива деякий час до усунення несправності [2]. У таких мережах через складні характеристики такої системи заземлення складніше реалізувати визначення пошкодженої лінії.

Існують різні методи та обладнання для визначення пошкодженої лінії, що використовують різні алгоритми. Умовно їх можна розділити на такі, що фіксують перехідний сигнал несправності, або так звані пасивні методи і активні методи, які передбачають введення в лінію сигналу з певними параметрами [3]. Як показують дослідження, точність пасивних методів важко гарантувати, а також реалізувати інженерно, а також через невелику тривалість перехідного процесу замикання важко зробити вибірку даних. Більш перспективним методом для вирішення зазначених завдань є метод введення сигналу, що є різновидом активного визначення пошкодженої лінії [4]. Існують різні алгоритми та параметри сигналу, що використовуються для реалізації даного методу, що мають як переваги, так і недоліки. Тому досить актуальним є дослідження та удосконалення методу визначення пошкодженої лінії на основі введення сигналу змінного струму, що передбачає такі особливості: під час нормальної роботи розподільної мережі її параметри контролюються в режимі реального часу, визначається математична модель та виявляються зміни в роботі. Після виникнення несправності частота сигналу введення вибирається динамічно. При обробці сигналу використовується швидке перетворення Фур'є (APFFT).

Метою досліджень є дослідження та удосконалення методу визначення пошкодженої лінії на основі введення сигналу змінного струму.

Основні матеріали досліджень. Для подачі тестового сигналу в пошкоджену лінію використовується схема, що містить заземлюючий трансформатор, призначений для утворення нульової точки мережі. До нього підключається узгоджувальний трансформатор, через який в лінію вводиться сигнал від зовнішнього джерела. Введений струм і напругу можна аналізувати за складовими нульової послідовності, які будуть генеруватися через заземлюючий трансформатор на стороні вищої напруги. Після замикання на землю напруга нейтральної точки різко змінюється. Джерело сигналу вводить сигнал певної частоти в розподільну мережу і визначає вектор напруги та вектор струму. Потім вибірка сигналу здійснюється в початковій точці кожної вихідної лінії. Аналізуючи сигнал, що вводиться до кожної лінії, можна реалізувати визначення пошкодженої лінії.

Метод введення сигналу використовує вторинну сторону для моніторингу комплексних параметрів розподільної мережі та визначення пошкодженої лінії, що має високу безпеку. Виключається робота в первинних колах електричної мережі, що знижує ризик небезпеки.

Для реалізації динамічного вибору частоти введеного сигналу, математична модель розподільної мережі в нормальному режимі повинна бути у режимі реального часу. Пропонується тричастотний метод введення сигналу для моніторингу параметрів розподільної мережі в режимі реального часу при нормальному режимі роботи. Спосіб дозволяє забезпечити безперервність електропостачання розподільної мережі.

Оскільки режими роботи мережі з ізольованою та компенсованою нейтраллю дещо відрізняються, то в залежності від режиму потрібно використовувати відповідну модель, що враховує необхідні параметри, зокрема імпеданс всієї системи Z , пропускну здатність Y , її уявну частину B , загальну розподілену ємність C_0 , а також індуктивність дугогасного реактора L . Останні два параметри є основними, оскільки вибір частоти сигналу, що вводиться враховує його напрямок на стороні вищої напруги.

Для того, щоб якомога більше сигналу надійшло до пошкодженої лінії слід вибрати різну частоту введення для різних систем розподільної мережі. Оскільки математичні моделі для ізольованої та заземленої через дугогасний реактор систем заземлення різні, вибір частоти введення слід аналізувати окремо від двох режимів заземлення.

У процесі вимірювання даних розподільної мережі отримується наближений сигнал. Для отримання сигналу з відповідним частотним діапазоном можна використовувати дискретне перетворення Фур'є (DFT) і швидке перетворення Фур'є (FFT). У процесі перетворення, оскільки наближений сигнал не є абсолютно точною копією вихідного сигналу, виникає явище спотворення спектру. Розрахований спектр матиме похибку відносно реального значення. Тому для вирішення проблеми спотворення спектру та отримання точних даних частотної області та власної фазової інваріантності використовується APFFT. При виникненні в розподільній мережі однофазного замикання на землю, пошкоджена лінія буде споживати більше активної потужності. Таким чином, порівнявши споживання введеного сигналу в кожній лінії можна покращити перешкодостійкість методу. Критерій оцінки виникнення несправності є значення напруги нейтральної точки. Коли амплітуда напруги нейтральної точки перевищує 20% амплітуди нормальної фазової напруги, вважається, що виникла несправність.

Висновки. Запропоновано спосіб визначення пошкодженої лінії з замиканням на землю на основі методу введення сигналу в системах заземлення нейтралі з малими струмами замикання на землю, що має такі особливості:

- метод введення сигналу дає змогу підвищити точність використання базового методу при визначенні пошкодженої лінії в системі з ізольованою чи компенсованою нейтраллю.

- динамічний вибір частоти сигналу є досить ефективним при використанні в розподільних мережах, які характеризуються мінливістю характеристик.

- APFFT обробляє вибірковий сигнал, виділяє основну пелюстку, пригнічує бічну пелюстку і зменшує помилку, викликану спотворенням спектру.

- критерій вибору лінії порівнює не амплітуду введеного сигналу, а активну потужність введеного сигналу після несправності, що підвищує точність визначення пошкодженої лінії.

- даний метод визначення пошкодженої лінії на основі подачі сигналу може бути реалізований за умови високого опору заземлення нейтралі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пазій В. Г. Підвищення ефективності експлуатації електричних ліній 6-35 кВ за рахунок моніторингу аварійних ситуацій / Пазій В. Г., Черемісін М. М., Мірошник О. О. // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» – Харків : ХНТУСГ, 2018.

2. Pazyi V., Miroshnyk O., Moroz O., Trunova I., Savchenko O. Halko S. Analysis of technical condition diagnostics problems and monitoring of distribution electrical network modes from smart grid platform position // 2020 IEEE International Conference on Intelligent Energy and Power Systems, IEPS 2020 - Proceedings 2020, pp. 164-169.

3. M. Pignati, L. Zanni, P. Romano, R. Cherkaoui, and M. Paolone, "Fault detection and faulted line identification in active distribution networks using synchrophasors-based real-time state estimation," IEEE Trans. Power Del., vol. 32, no. 1, pp. 381-392, Feb. 2017

4. M. Salehi and F. Namdari, "Fault classification and faulted phase selection for transmission line using morphological edge detection filter," IET Gener., Transmiss. Distrib., vol. 12, no. 7, pp. 1595-1605, Apr. 2018.