УДК 621.311

О. Є. Рубаненко
П. О. Романов
В. В. Гасич

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАХИСТУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕСИЛАНЬ REL 650

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виділено основні параметри, які властиві мікропроцесорним пристроям захисту ліній електропересилань 110 кВ на прикладі терміналу REL 650.

Ключові слова: експлуатація, електричні мережі 110 кВ, замкнення, лінія електропересилань, захист, термінал REL 650.

Abstract

The basic parameters which are characteristic of microprocessor devices for protection of 110 kV lines of transmission on the example of the REL 650 terminal are highlighted in the work.

Keywords: operation, 110 kV electrical networks, short circuits, power lines, protection, REL 650 terminal.

Вступ

Відомо, що основними завданнями експлуатації є безпечна експлуатація, надійна експлуатація, якісна експлуатація та економічна експлуатація [11, 12, 13].

Враховуючі швидкоплинність процесів під час пошкоджень високовольтного обладнання (ВО), велику вартість, небезпеку та відповідальність такого обладнання, в наш час широко та швидко впроваджуються нові методи моделювання, контролю та сучасні інформаційні технології [1]. Відомо, що до розподільних електричних мереж все більше підключається електричних станцій які використовують відновлювальні джерела енергії (вітер, сонце і т.п.). Кількість генерованої ними електричної енергії зростає. Це впливає не лише на обладнання 6÷35 кВ, а і на режими мереж 110 кВ, вимагаючи їх оптимізації [2, 3], вимагаючи ефективних заходів спрямованих на забезпечення надійної експлуатації. Проведені дослідження свідчать про зростання пошкоджуваності ВО [4, 5], особливо обладнання, термін експлуатації якого перевищує 25 років, тобто перевищує паспортний ресурс. За таких умов виправданими є заходи, спрямовані на розвиток та впровадження сучасних методів та засобів діагностування та захисту ВО [6, 7, 8]. Серед них засоби захисту ЛЕП від замкнень. Порівняно з застарілими електромеханічними реле та панелями електромеханічного релейного захисту, нові термінали мають нові функції та більш зручні в експлуатації. Це такі функції як, наприклад, електронний реєстратор аварійних подій, можливість автоматичного формування протоколу результатів самодіагностування, більш точне налаштування уставок, передача параметрів (нормального, аварійного та післяаварійного режимів) на відстані та інші. В разі пошкодження ізоляції будь-якого місця протяжної повітряної ЛЕП прикладена до лінії напруга створює струм витоку або короткого замикання через пошкоджену ділянку. Причинами пошкодження ізоляції можуть стати різні фактори, які здатні самоусунутися або продовжувати свою руйнівну дію. Такі пошкодження здатні завдати великої шкоди електроенергетичним системам,енергопостачальним компаніям, підприємствам різних галузей. Струми коротких замикань мають величезну тепловою енергією, здатну спалити не тільки провід, але і пошкодити силове обладнання на живильних підстанціях підприємств.

З цих причин всі виникаючі пошкодження на ЛЕП необхідно швидко ліквідувати. Це досягається зняттям напруги з пошкодженої лінії на живильній стороні. Функції постійного відстеження електричних параметрів стану всіх ліній електропередач і зняття з них напруги з усіх боків при виникненні будь-яких аварійних ситуацій покладено на складні технічні системи, які називають релейними захистами.

Більшість пристроїв релейного захисту працюють на основі електромагнітних реле, конструкції яких виникли з появою перших ліній електропередач і удосконалюються до наших днів. Також широко впроваджуються модульні релейні захисти на основі мікропроцесорної техніки та комп'ютерних технологій.

Метою роботи є дослідження релейного захисту ЛЕП систем електропостачання, що живлять підприємства розташовані в міських та сільськогосподарських районах України. Ознакою розподільних електричних мереж в яких експлуатуються ЛЕП 110 кВ є те, що основна їх частина являє собою повітряні лінії електропередачі.

.

Результати дослідження

Відомо, як зазначено, наприклад в [14], що «у новітніх мікропроцесорних пристроях функції релейного захисту об'єднали з функціями пристроїв зв'язку і передачі даних, реєстраторів аварійних режимів, вузлів підстанційної логіки …». Дослідження літературних джерел дозволяють виділити наступні характерні риси інтелектуального електронного пристрою (Intelligent electronic device – IED) – мікропроцесорного терміналу REL 650, а саме: п’ять зон дистанційного захисту, полігональна характеристика; селектор пошкоджених фаз з відведення від режиму навантаження, полігональна характеристика; п’ять зон дистанційного захисту, кругова характеристика; розпізнавання пошкодженої фази з відведенням від режиму навантаження для дистанційної захисту з круговими характеристиками; наявність органу спрямованості для дистанційного захисту, полігональні і кругові характеристики; наявність логіки переваги вибору фази; можливість виявлення гойдання потужності; наявність логіки автоматики, що забезпечує надіне спрацьовування захисту при увімкненні на ушкодження шляхом контролю та вимірювання напруги і струму.

Вигляд передньої панелі досліджуваного терміналу показаний на рис. 1.

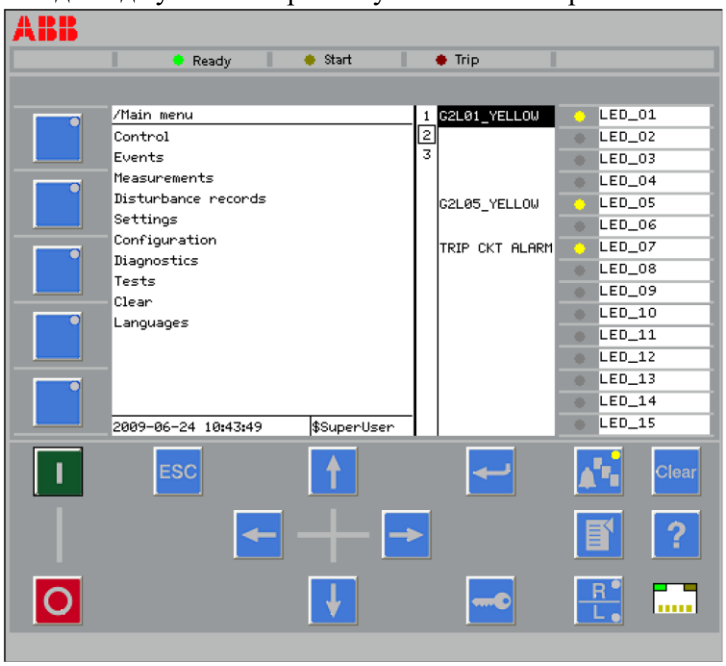

Рис. 1 Вигляд передньої панелі та одна з екранних заставок терміналу REL 650

В досліджуваному терміналі REL 650 реалізовані і такі функції резервного захисту як: максимальний фазний струмовий захист без витримки часу; чотириступінчастий спрямований максимальний фазний струмовий захист; чотириступінчастий максимальний фазний струмовий захист; максимальний струмовий захист нульової послідовності без витримки часу; чотириступінчастий спрямований максимальний струмовий захист нульової послідовності; чутливий спрямований максимальний струмовий захист нульової послідовності і захист за потужністю; двоступеневий мінімальний струмовий захист з витримкою часу; захист від теплового перевантаження з одного постійної часу; резервування відмови вимикача; захист ошиновки; захист від неузгодженості полюсів; контроль обриву проводів.

Для отримання коректних результатів вимірювань і правильного функціонування захистів аналогові вхідні канали повинні бути належним чином сконфігуровані. Для вимірювання потужності і для правильної роботи всіх спрямованих і диференціальних функцій захисту повинні бути правильно визначені полярності підключення вхідних струмів. Алгоритми вимірювання і захисту в REL 670 використовують первинні системні величини. Значення уставок задані також в первинних величинах. Тому дуже важливо правильно виставити параметри вимірювальних трансформаторів струму і напруги.

Для полегшення роботи з вимірами електричних параметрів режиму можна задати опорний кут (кут відліку фази) PhaseAngleRef. Фазний кут вимірюваного параметра цього каналу буде завжди дорівнювати нулю градусів, при цьому за всіма іншими каналами вимірювань кути векторів будуть відображатися щодо фази кута цього опорного аналогового входу. Під час тестування і налагодження REL 650 опорний канал може бути легко змінений.

Визначення напрямку струму в об'єкті, що захищається терміналом REL650, залежить від схеми з'єднання вторинних кіл трансформаторів струму (ТС). ТС, зазвичай, з'єднані в зірку, причому зірка може бути зібрана з нульовою точкою у напрямку в бік об'єкта або від об'єкта. Ця інформація повинна бути задана в REL 650. Прийнято, що спрямованість визначається наступним чином: позитивне значення струму, потужності і т. п. означає, що ця величина має напрямок до об'єкту, а від'ємне – означає напрямок від об'єкта. Для спрямованих функцій напрямок до об'єкту визначається як напрямок Forward (вперед), а напрямок від об'єкта визначається як Reverse (зворотний).

При коректному введенні уставки, (напрямки струмів у ТС (CTStarPoint) виставлені або FromObject (від об'єкта) або ToObject (до об'єкту)), позитивні значення величин (наприклад струмів) відповідають протіканню стуму у напрямку від джерела до контрольованого об'єкту, тобто «Вперед».

Для роботи з терміналом REL 650 може використовуватись програмний інструмент конфігурування інтелектуальних пристроїв захисту та управління PCM600 [10].

Для того, щоб використовувати первинні величини для уставок і розрахунків в REL 650 та в його програмному забезпеченні, повинні бути задані коефіцієнти трансформації трансформаторів струму ТС і трансформаторів напруги ТН. Ця інформація вводиться в IED у вигляді номінальних вторинних і первинних струмів і напруг ТС і ТН.

Коефіцієнти трансформації ТС і ТН та ім'я відповідної каналу задаються в меню Main Menu / Hardware / Analog modules в інструменті PST (Parameter Settings Tool).

Висновки

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що сучасний термінал захисту ЛЕП 110 кВ REL650 виробництва фірми ABB має високі техніко економічні показники і може ефективно захищати ЛЕП, наприклад, ЛЕП 110 кВ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Petro Lezhniuk. Principle of Least Action in Models and Algorithms of Optimization States Power System III International Scientific and Practical Conference/ Petro Lezhniuk, Vira Teptya, Vyacheslav Komar, Olena Rubanenko.// Modeling, Control and Information Technologies. – Rivne, Ukraine. – 2019. – pp. 173–176.

2. Burykin O. B. Optimization of connection schemes and operating modes for renewable energy sources in local electric systems/ O. B. Burykin, J. V. Malohulko, K. O. Povstianko // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки – – 2019. – №5. – С. 270-274.

3. Лежнюк П. Д Відновлювальні джерела електроенергії в електричних мережах як елемент енергоефективного електроспоживання./ П.Д. Лежнюк, С.В. Кравчук, І.В. Котилко //Міжнародний науково-технічний журнал Світлотехніка та Електроенергетика. Технічні науки – 2019. – №3 (56). – С. 99-107

4. Грищук М.О. Дослідження пошкодження силового трансформатора на фотовольтаїчній електростанції / М. О. Грищук, О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки – 2019. – №6 (279). – С. 192-198.

5. Рубаненко О. О. Дослідження причин пошкодження синхронних генераторів/ О. О. Рубаненко, В. П. Янович, І. О. Гунько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки – 2019. – №5. – С. 176-179.

6.Tenbohlen, S. Diagnostic measurements for power transformers / Tenbohlen, S., Coenen, S., Djamali, M., Müller, A., Samimi, M.H, &Siegel, M. // Energies. – 2016. – 9. – №. 5. – P. 347.

7. Рубаненко О. Є. Вдосконалення методів визначення технічного стану високовольтних вимикачів/ О. Є. Рубаненко, Ю. Г. Ведміцький , С. В Мисенко.// Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця: ВНТУ 2016. – № 3. – С. 78-86.

8. Грищук М.О. Планування технічного обслуговування силових трансформаторів за результатами контролю їх частотних характеристик/ М. О. Грищук, О. О. Рубаненко, О. Є. Рубаненко // Міжнародний науково-технічний журнал Світлотехніка та Електроенергетика. Технічні науки – 2019. – №3 (56). – С. 92-99.

9. Устройство защиты ЛЭП REL650. Техническое справочное руководство. Випущено: 2017-08-18. Редакція: A, Copyright 2017 ABB.

10. Программный инструмент конфигурирования интеллектуальных устройств защиты и управления PCM600. Руководство по началу работы . 1MRS758849

11. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів: [затв. . Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258 (у ред. наказу М-ва енергетики та вугіл. пром-сті України від 13.02.2012 № 91)] / М-во енергетики та вугільної пром-сті України. – Х. : Індустрія ; Х. : Енергетичні рішення, 2012. – 320 с.

12. Правила безпечної експлуатації електроустановок: НПАОП 40.1-1.01-97 (ДНАОП 1.1.10-1.01-97): (зі змінами, внесеними згідно з Наказом Держнаглядохоронпраці № 26 від 25.02.2000) / Держ. ком. України з пром. безпеки, охорони праці та гірн. нагляду. – К. : Основа, 2008. – 144 с.

13. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760 с.

14. Гуревич В. И. Микропроцессорные устройства релейной защиты: настоящее и будущее: "PRO Электричество", 2007, № 4, с. 30 – 36.

Рубаненко Олександр Євгенійович – к.т.н., професор, доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rubanenkoae@ukr.net.

Романов Павло Олександрович – студент гр. ЕСМ-18м, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rom96@ukr.net.

Гасич Владислав Володимирович – студент гр. 1ЕЕ-16б, Вінницький національний технічний університет, Вінниця e-mail: gasich.vlad5@gmail.com.

Rubanenko Oleksandr E. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of power plants and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rubanenkoae@ukr.net.

Romanov Paul O. – undergraduate, Department of power plants and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rom96@ukr.net.

Hasych Vadym V. – undergraduate, student Department of power plants and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gasich.vlad5@gmail.com.