

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ПІДСТАНЦІЙ 110/10 кВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено системи релейного захисту та автоматики підстанції 110/10 кВ, приділена увага реле на базі мікроелектроніки та мікропроцесорів. Розглянутий мікропроцесорний захист RED 650, який забезпечує захист, контроль та моніторинг параметрів ліній електропередачі 110 кВ і встановлений в релейній залі підстанції.

Ключові слова: системи релейного захисту; автоматика; мікропроцесорний захист ліній 110 кВ; диференційний захист; контроль параметрів лінії електропередач;

Abstract: The automatic control system of the 110/10 kV substation and the automatic relay system were studied, attention was paid to relays based on microelectronics and microprocessors. The considered microprocessor protection RED 650, which provides protection and control of the parameters of the 110 kV transmission line and is installed in the relay hall of the substation.

Key words: relay protection systems; automation; microprocessor protection of 110 kV lines; differential protection; control of power line parameters.

Вступ

Зростання споживання електроенергії, розвиток промисловості та умови воєнного стану, а також поширення відновлювальних джерел енергії вимагають розширення та модернізації електричних мереж. Підстанції 110/10 кВ відіграють важливу роль у перетворенні та розподілі електроенергії від виробників до кінцевих споживачів.

Релейний захист є необхідною складовою обладнання електричних підстанцій 110 кВ. Вчасна, селективна та якісна робота релейного захисту покращує показники безпечної, надійної та економічної експлуатації обладнання та підстанцій в цілому.

Мікропроцесорні реле та термінали є сучасним електричним обладнанням, яке поєднує в собі переваги високопродуктивних мікропроцесорних систем та функціональності релейного захисту.

Мета роботи полягає у дослідженні методів вибору основного обладнання підстанції, релейного захисту підстанції 110/10 кВ та розрахунок уставок спрацювання захисту.

Для досягнення мети в роботі вирішуються такі задачі:

- дослідити пристрої релейного захисту ПС 110/10 кВ.
- навести приклади вибору основного обладнання ПС 110/10 кВ.

Отже дослідження мікропроцесорного релейного захисту під час проектування підстанції 110/10 кВ з метою обґрунтованого його вибору є актуальним завданням [2, 3].

Результати досліджень

Системи релейного захисту та автоматики (РЗА) – це сукупність автоматичних пристроїв, які реагують на аварійну зміну параметрів електричного обладнання, наприклад, електричних підстанцій. Для захисту обладнання електричної мережі використовуються реле виконані на різній елементній базі: контактні – електромеханічні та безконтактні - напівпровідникові, на основі мікроелектроніки та мікропроцесорні. Сьогодні широко застосовуються мікроелектронні багатофункціональні пристрої.

Вони виконують багато різних функцій, серед яких, і функції керування системою електропостачання. Однією з основних функцій електронних інтелектуальних пристроїв є релейний захист та автоматика елементів електричних підстанцій і мереж. Провідні іноземні фірми такі, як SIEMENS, ABB, GE та інші, розробили та впровадили у виробництво саме такі пристрої. Початковими

даними для роботи таких пристроїв є електричні величини, які повинні бути перетворені у такий вигляд, який дозволить їх використовувати для вимірювальних блоків РЗА. Цю функцію виконують первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги – трансформатори струму (ТС) та напруги (ТН) [4].

Релейний захист на мікропроцесорній елементній базі це мікро ЕОМ, яка перетворює електричні значення в цифровий код, а потім проводить обчислювальні логічні операції. Їх основними складовими є програмне та апаратне забезпечення. В результаті обчислювальних та логічних операцій виробляється рішення щодо подальшої експлуатації ЛЕП у вигляді електричного сигналу, який реалізується іншими системами – комутаційними апаратами, системами регулювання та керування, а також здійснюється подача сигналу оперативному персоналу про аварійні ситуації та про особливі режими роботи електричного обладнання електричних підстанцій і т.п. [4].

Аналіз пристрою диференційного захисту ліній електричних передач RED 650

Інтелектуальний пристрій RED 650 [5] використовується для захисту повітряних та кабельних ліній, а також для контролю та моніторингу. Захист призначений для відключення ліній електропередач, що мають до п'яти відгалужень. Він також використовується для ЛЕП, що підключені до блоку «генератор – трансформатор». Компенсація зарядного струму забезпечує високу чутливість на ЛЕП великої довжини. Дистанційний захист з логікою зв'язку застосовується як резервний захист. Вісім каналів телекерування та дискретних сигналів забезпечують зв'язок між інтелектуальними пристроями.

Функції RED 650 [6]:

поєднання в одному терміналі управління контролю та захисту; повна самодіагностика включно з контролем аналогових каналів; шість незалежних груп уставок і параметрів; великий вбудований інтерфейс «людина-машина» (ЛІМ); відображення однолінійної схеми приєднання; інтерфейс Ethernet для швидкого та зручного зв'язку з ПК; сигнальна матриця для гнучкого і зручного конфігурування дискретних та аналогових сигналів; інтелектуальний диференційний захист багатокінцевих ЛЕП; логіка постійного контролю стану каналів зв'язку; моніторинг обладнання (логіка втрати напруги на базі функції захисту від зниження напруги, контроль вимкненого стану лінії в функції контролю справності кіл напруги та логіка увімкнення на пошкодження); контроль вторинних кіл; контроль справності кіл напруги ТН; контроль справності кіл струму ТС; захисти по частоті (захисти від перевищення і зниження частоти, захисти по зміні частоти); функції загального призначення (загальний захист по струму і напрузі).

Логіка RED 650: логіка вимкнення, логіка матриці вимкнення, логіка конфігурування блоків, вимірювання, (U, I, P, Q, S, f , та $\cos\phi$), точність аналогових входів, клас 1,0 або 0,5, входи вимірювань в mA, функція лічильника імпульсів для вимірювання енергії.

Функції управління: управління комутаційними апаратами для 8 або 15 апаратів, готові логічні модулі оперативного блокування для різних типових схем з'єднань обладнання, декілька варіантів процедур резервування управління, контроль синхронізму, контроль наявності/відсутності напруги та синхронізація, автоматичне повторне включення.

Висновки

1. Отримані результати аналізу захисту RED 650 свідчать про те, що захист покращує умови безпечної та надійної роботи підстанції 110/10 кВ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Релейний захист та автоматика електричних станцій : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Рубаненко О. Є., Рубаненко О. О., Гунько І. О. - Вінниця : ВНТУ, 2023. - 125с.
2. П.В. Махлін, С.Ю. Костенко, О.П. Кузьменко Інтелектуальні пристрої релейного захисту та автоматики: Навчальний посібник. Запоріжжя НУ «Запорізька політехніка» 2020 – 256 с.
3. Яндутьський О. С. Дмитренко О. О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронне видання]: навч. посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 102 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/16600/1/PZ.pdf>
4. Line differential protection RED650 Version 2.2 IEC Commissioning manual. URL: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1MRK505395EN&LanguageCode=en&DocumentPartId>

5. Проектування електричної частини електричних станцій та підстанцій: Ч. 1 [Електронний ресурс] : навчальний посібник / НТУУ «КПІ» ; уклад. Є. І. Бардик, П. Л. Денисюк, Ю. В. Безбереж'єв. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,75 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011.

6. Проектування електричної частини електричних станцій та підстанцій. Ч. 2 [Електронний ресурс] : навчальний посібник / НТУУ «КПІ» ; уклад. Є. І. Бардик, П. Л. Денисюк, Ю. В. Безбереж'єв. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,13 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.

Рубаненко Олександр Євгенійович — канд. техн. наук, професор кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: rubanenkoa@ukr.net

Гулько Ірина Олександрівна — канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, email : iryna_hunko@ukr.net

Панібратюк Сергій Сергійович — студент гр. 1EE 19 б Факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, komet1k228@gmail.com

Rubanenko Oleksandr Yevheniiiovych - PhD, Professor of the Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail: rubanenkoa@ukr.net

Hunko Iryna Oleksandrivna - PhD, Senior Lecturer, Associate professor of the Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, email: iryna_hunko@ukr.net

Serhiy Serhiyovych Panibratyuk - student of 1EE 19 b of the Faculty of Electrical Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, komet1k228@gmail.com