

# ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ФЕС

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*В роботі аналізувалися можливості мікропроцесорних захистів вітчизняного виробництва для забезпечення надійної роботи силових трансформаторів фотоелектричних станцій. Викладені принципи формування диференційного захисту силового трансформатора, наведено приклад розрахунку уставки.*

**Ключові слова:** фотоелектрична станція, трансформатор, мікропроцесорний захист, якість електроенергії.

## FEATURES OF APPLICATION OF MICROPROCESSOR PROTECTION OF POWER TRANSFORMERS FES

### Abstract

*The work analyzed the capabilities of microprocessor protectors of domestic production to ensure the reliable operation of power transformers photovoltaic stations. The principles of formation of differential protection of the power transformer, the given example of calculation of installations are stated.*

**Key words:** photoelectric station, transformer, microprocessor protection, electric power quality.

### Вступ

Часто ФЕС під'єднані до розподільних електричних мереж енергопостачальних компаній враховуючи пошкоджуваність обладнання електричних мереж часті перехідні процеси ввімкнення вимкнення інверторів ФЕС. Актуальною постає задача використання сучасних мікропроцесорних релейних захистів такого відповідального обладнання ФЕС як силовий трансформатор. Виправданим є використання реле для захисту силових трансформаторів вітчизняного типу МРЗС 05 [1]. Використання мікропроцесорних реле додає порівняно з відомими електромеханічними захистами багато нових функцій;

- максимальна 2-х ступінчаста струмовий захист (МСЗ). Перший ступінь - з незалежною витримкою часу; другий ступінь - з незалежною витримкою часу або з залежною струмо-часовою характеристикою;
- захист від замикань на землю по струму  $3I_0$  (ЗЗ);
- автоматичне одноразове повторне включення (АПВ);
- блок прискорення МСЗ для швидкого відключення приєднання при включенні його на коротке замикання;
- блок включення, яка формує сигнал певної тривалості на включення вимикача;
- блок відключення, яка формує сигнал певної тривалості на відключення вимикача.

У пристрої МРЗС також передбачені додаткові функції, забезпечуючи його зручним в експлуатації.

Додаткові функції включають в себе:

- реєстрацію та зберігання трьох останніх аварій з реєстрацією аварійних струмів;
- експлуатаційний контроль струмів;
- обумовлену функцію.

Водночас, експлуатація мікропроцесорних захистів вітчизняного виробництва сприяє накопиченню досвіду експлуатації вітчизняних захистів виявленню їх недоліків та слабких місць з метою швидкого вдосконалення розробки виготовлення та впровадження в експлуатацію нових захистів адаптованих до умов експлуатації в вітчизняних електричних мережах, які характеризуються застарілим обладнанням, випадками погіршення показників якості електроенергії [2].

Для захисту силових трансформаторів застосовується диференційний струмовий захист на основі мікропроцесорного терміналу МРЗС 05. У цьому захисті для формування диференціальних і гальмівних струмів, а також для оцінки рівня другої гармоніки і постійної складової, використовуються значення величини першої гармоніки в струмах плечей захисту [3].

Для можливості порівняння струмів, що надходять в диференційний захист (диф. захист, або ДЗ) з різних сторін трансформатора (плечей захисту), струми наводяться до величини, пропорційної (з однаковим коефіцієнтом для обох сторін) номінального струму своєї сторони трансформатора, тобто вирівнюються.

Гальмування здійснюється струмом тієї фази, в якій гальмівний струм виявився найбільшим.

Принцип, який реалізований в терміналах, які випускаються на сьогоднішній момент передбачає те, що у кожній фазі струми плечей захисту сторони вищого (ВН) і сторони нижчого (НН) напружень формуються при направленні обчислення струмів від шин до трансформатора відповідності до наступних виразів (1,2):

$$\underline{I}_{пл.вн} = \frac{\underline{I}_{вн} \cdot \underline{I}_{вир.вн}}{I_{ном}}, \quad (1)$$

$$\underline{I}_{пл.нн} = \frac{\underline{I}_{нн} e^{j\varphi} \cdot \underline{I}_{вир.нн}}{I_{ном}}, \quad (2)$$

де:

$\underline{I}_{пл.вн}$ ,  $\underline{I}_{пл.нн}$  – перші гармоніки струмів плечей захисту, відповідно вищої і нижчої напруги;

$\underline{I}_{вн}$ ,  $\underline{I}_{нн}$  – перші гармоніки вторинних струмів відповідно сторін вищої і нижчої напруги, що надходять на захист;

$\varphi$  – кут повороту вектора  $\underline{I}_{нн}$ ;

$I_{ном}$  – номінальний струм терміналу (5А);

$\underline{I}_{вир.вн}$ ,  $\underline{I}_{вир.нн}$  – уставки по струмах вирівнювання, розрахункові значення яких визначаються за виразом (3):

$$I_{вир.роз} = \frac{K_{ТТ} I_{ном}^2}{I_n \cdot K_{сх}}, \quad (3)$$

де:

$I_n$  – номінальний струм сторони силового трансформатора, для якої визначається струм вирівнювання;

$K_{ТТ}$  – коефіцієнт трансформації ТС сторони, для якої визначається струм вирівнювання;

$K_{сх}$  – коефіцієнт схеми. Для з'єднання вторинних обмоток в «зірку»  $K_{сх} = 1$ , при з'єднанні в «трикутник»

$$K_{сх} = \sqrt{3}.$$

### Висновки

Аналіз іноземних та вітчизняних літературних джерел дозволяє зробити висновок; для захисту силових трансформаторів, на основі мікропроцесорного терміналу МРЗС 05, застосовується диференційний струмовий захист. У цьому захисті для формування диференціальних і гальмівних струмів, а також для оцінки рівня другої гармоніки і постійної складової, використовуються величини першої гармоніки в струмах плечей захисту. Методичні підходи до визначення параметрів диференційного захисту трансформаторів на основі терміналу МРЗС 05 полягають у визначенні уставок спрацювання двоступеневого максимального струмового захисту за струмом і часом; захисту від замикань на землю струмом нульової послідовності, часу спрацювання автоматичного повторного включення приєднання після його відключення від пристроїв захисту, частоти та часу спрацювання автоматичного частотного розвантаження.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яндутьський О. С., Дмитренко О. О., Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем : Навчальний посібник/ О. С. Яндутьський, О. О. Дмитренко – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.
2. Устройство микропроцессорное дифференциально – фазовой защиты трансформатора МРЗС – 05 – 05. Руководство по эксплуатации РСГИ. 466452.007 – 05РЭ, 2007 г.
3. Дифференциальная защита 7UT613. Версия 4.0. Руководство по эксплуатации 7UT613, 7UT633, 7UT635. – 583 с.

**Романов П.О.** — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ecm18m.romanov@gmail.com.

**Науковий керівник Рубаненко О. Є.** – к.т.н., професор, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Romanov P.O.** - student, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ecm18m.romanov@gmail.com.

**Scientific supervisor Rubanenko Alexander** - Cand. Sc. (Eng), Prof., Assistant Professor of the department of electrical stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.