

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроенерготехніки та автоматики

Кафедра автоматизації енергосистем

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____Анатолій Марченко

«10» червня 2025р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою

«Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» на тему:

“Емулятори первинних перетворювачів струму для релейних

терміналів на підстанціях 110/10 кВ”

Виконав:

Студент IV курсу, групи ЕК-11

Кожухар Андрій Олександрович _____

Керівник:

Ст. викл.

Тимохін Олександр Вікторович _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ- 2025 року

Реферат

Дипломний проєкт виконано на 79 аркуші, містить 5 таблиць, 28 рисунків, має 22 посилання на літературні джерела. Графічна частина складається з 3 креслень.

Об'єкт дослідження: підстанція 110/10 кВ.

Предмет дослідження: методи побудови аналогових сигналів та технічні засоби для перевірки мікропроцесорних пристроїв релейного захисту та автоматики.

Мета роботи: розробка пристрою-емулятора змінного струму, здатного імітувати сигнали від первинних перетворювачів для проведення тестування цифрових терміналів релейного захисту.

У роботі проаналізовано електричну схему та обладнання підстанції 110/10 кВ, виконано розрахунок струмів короткого замикання, обґрунтовано вибір обладнання відповідно до розрахованих параметрів. Досліджено особливості побудови цифрових пристроїв РЗА, їх структуру, принципи дії, алгоритми роботи та варіанти перевірки функціонування.

Особливу увагу приділено аналізу сучасних підходів до створення джерел змінної напруги на базі широтно-імпульсної модуляції, розглянуто принципи побудови систем керування на мікроконтролерах STM32. Розроблено структурну схему емулятора, виконано його моделювання у середовищі MATLAB/SIMULINK, представлено електричну принципову схему апаратної реалізації.

Ключові слова: релейний захист, перевірка РЗА, джерело змінного струму, ШІМ, STM32, імпульсний перетворювач, синусоїдальна напруга, енергоавтоматика.

					141.EK1105.005.ДБ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Abstract

The diploma project is completed on 79 pages, includes 5 tables, 28 figures, and contains 22 references. The graphic section consists of 3 engineering drawings.

Object of study: 110/10 kV electrical substation.

Subject of study: methods of analog signal generation and technical means for testing microprocessor-based relay protection and automation devices.

Aim of the project: development of an alternating current emulator device capable of simulating signals from primary transducers for the purpose of testing digital relay protection terminals.

The project analyzes the electrical scheme and equipment of a 110/10 kV substation, calculates short-circuit currents, and justifies the equipment selection based on these calculations. The study explores the architecture and operation principles of digital relay protection devices (RPA), their diagnostics, control algorithms, and testing approaches.

Special attention is given to the design of AC voltage sources based on pulse-width modulation. The project examines the structure of control systems based on STM32 microcontrollers. A structural diagram of the emulator is developed, modeled in MATLAB/SIMULINK, and a schematic of the hardware implementation is provided.

Keywords: relay protection, RPA testing, AC signal source, PWM, STM32, pulse converter, sinusoidal waveform, power automation.

					<i>141.EK1105.005.ДБ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3