

РЕАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІЇ СТРУМОВОГО СТУПІНЧАТОГО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ НА БАЗІ ПЛІС - КОНТРОЛЕРА ПАРАЛЕЛЬНОЇ ДІЇ

Гриценко С. Д., Радченко С. С., Фурман І. О.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Наведена практична реалізація функції струмового ступінчатого релейного захисту на базі ПЛІС – контролера паралельної дії.

Постановка проблеми. Релейний захист (РЗ) призначений для захисту енергосистем і її елементів від небезпечних наслідків пошкоджень і ненормальних режимів. Без надійної роботи РЗ неможлива нормальна і надійна робота сучасних енергетичних систем. На даний момент розроблені і широко застосовуються мікропроцесорні засоби релейного захисту (МППЗ). Однак практика їх застосування показує, що для цих пристроїв характерні типові недоліки мікропроцесорної техніки, а саме: обмежені параметри надійності як апаратної частини, так і програмного забезпечення. Тому підвищення надійності пристроїв релейного захисту є важливою і актуальною задачею.

Застосування технології програмованих логічних інтегрованих схем (ПЛІС) дозволяє усунути деякі недоліки МППЗ і у першу чергу замінити послідовний принцип обробки інформації паралельним, що дозволяє багаторазово підвищити швидкодію, надійність та перешкодостійкість пристроїв та систем РЗ [1].

Проведені дослідження показали, що реалізація на ПЛІС систем РЗ можливо [2]. Для практичного відпрацювання алгоритму РЗ взято ПЛІС – контролер паралельної дії, що створений на кафедрі автоматизації та комп'ютерних технологій ХНТУСГ ім. Петра Василенка.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз відомих публікацій показує, що ПЛІС широко використовують для побудови різних за складністю і можливостями цифрових пристроїв в різних галузях. Але не знайдено згадок про використання ПЛІС в пристроях РЗ.

Мета статті. Розробка і реалізація алгоритму струмового ступінчатого захисту на базі ПЛІС контролера паралельної дії.

Основні матеріали досліджень. До основних алгоритмів функціонування релейного захисту з відносною селективністю відноситься струмовий ступінчатий захист. Струмова відсічка відноситься до струмового захисту, що реагує на збільшення струму. Основна її відмінність від максимального струмового захисту [3] полягає в способі забезпечення селективності. Струмовий ступінчатий захист являє собою поєднання струмових відсічок і максимального струмового захисту, що дозволяє виконати повноцінний захист з високою швидкодією. Зазвичай струмовий ступінчатий захист виконується у вигляді трьох ступенів:

- відсічення миттєвої дії - захищає початкову ділянку лінії;
- відсічення з витримкою часу - використовується для надійного захисту залишку ділянки лінії;

- максимальний струмовий захист - виконує функції ближнього і далекого резервування.

Контрольований сигнал від трансформатора струму ТА подається на струмові реле першого ступеня КА1.1, КА1.2, КА1.3, другого ступеня КА2.1, КА2.2, КА2.3 і третього ступеня КА3.1, КА3.2, КА3.3. При виникненні короткого замикання спрацьовують струмові реле, які формують на виході одиницю. Сигнал на виході логічних елементів DW1, DW2, DW3 стає рівним одиниці, якщо хоча б один вхідний сигнал дорівнює одиниці. Елементи DT1, DT2 реалізують витримку часу, необхідна для забезпечення вимог селективності захисту. KL - вихідний орган захисту, КН1, КН2, КН3 - елементи сигналізації (рис. 1).

Якщо поведінку захисту представити у вигляді логічної функції Т, то умова спрацьовування можна записати у вигляді

$$T = (KA1.1 \text{ OR } KA1.2 \text{ OR } KA1.3) \text{ OR } (KA2.1 \text{ OR } KA2.2 \text{ OR } KA2.3) \text{ AND } DT1 \uparrow \text{ OR } (KA3.1 \text{ OR } KA3.2 \text{ OR } KA3.3) \text{ AND } DT2 \uparrow = 1,$$

де КА1.1, КА1.2, КА1.3, КА2.1, КА2.2, КА2.3, КА3.1, КА3.2, КА3.3 - логічні сигнали на виходах струмових вимірювальних органів захисту;

DT1 ↑, DT2 ↑ - оператори тимчасової затримки.

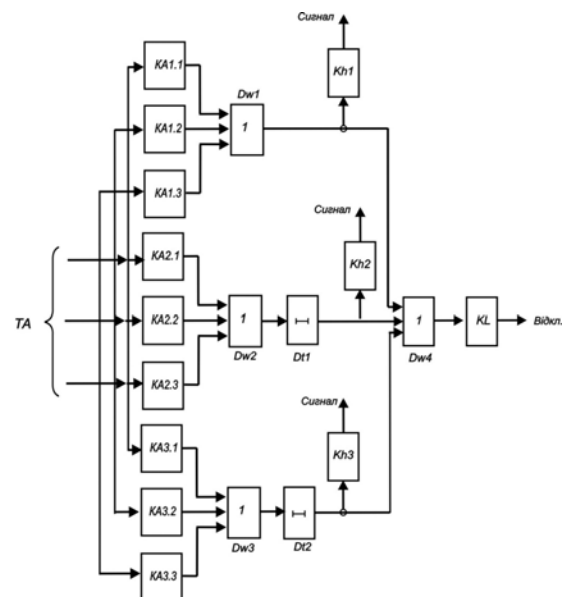


Рисунок 1 - Алгоритм струмового ступінчатого захисту з використанням елементів логіки.

В дуже спрощеному варіанті кінцевий продукт, побудований за технологією ПЛІС, являє собою реалізований на одному кристалі набір дискретної логіки. Основна відмінність полягає в тому, що “апаратна частина” керуючого пристрою на основі ПЛІС визначається не розведенням плати та фіксованим набором елементів і зв’язків, а програмно формується з набору напівпровідникових вентилів. Таким чином вдається у вельми компактному корпусі напівпровідникового пристрою реалізувати логіку керування і обробки за рахунок фізично реалізованих зв’язків та переходів. У зв’язку з тим що ПЛІС-технології дозволяють реалізувати паралельну однотактну обробку векторів довільної довжини то пристрій на базі ПЛІС працює значно швидше, і що важливо, надійніше будь-якого мікропроцесорного пристрою з традиційним послідовним принципом дії.

Крім цього сучасні ПЛІС мають ще одну відмінність: завдяки наявності в багатьох типах ПЛІС вбудованих систем програмування і конфігурації, що дозволяють перепрограмувати їх безпосередньо на місці без зовнішніх програматорів, пристрої на ПЛІС можуть модернізуватися навіть, перебуваючи в постійній експлуатації у замовника.

Для реалізації пристрою РЗ використано ПЛІС – контролер паралельної дії на базі кристалу із завантажувальною Flash пам’яттю EPM7128SLC84 сімейства Cyclone фірми Altera. Доданий блок аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) для перетворення вхідних аналогових сигналів від трансформаторів струму (ТА) і напруги (ТВ) в цифровий і виконавчий елемент, який використовується для відключення пошкодженої ділянки мережі від джерела живлення (рис. 2).

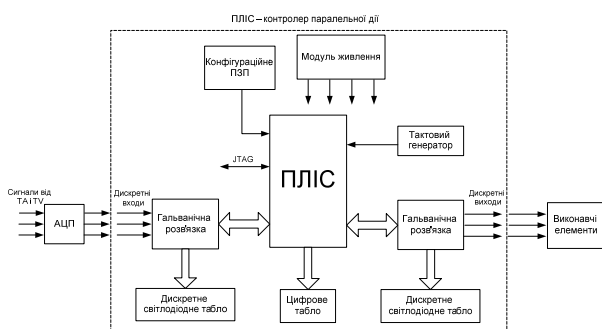


Рисунок 2 – Функціональна схема релейного захисту на ПЛІС - контролері паралельної дії

Для написання керуючої програми за даним алгоритмом використовувалась мова VHDL і середовище розробки Quartus II фірми Altera.

Принцип дії пристрою. Контрольовані сигнали від трансформаторів струму і трансформаторів напруги подаються на аналогово-цифровий перетворювач. Далі цифрове значення напруги і струму передається на дискретні входи ПЛІС – контролера паралельної дії, через гальванічну розв’язку на вхідні піни ПЛІС кристала. У ПЛІС обробляються дані за заданим алгоритмом (рис. 1) і в залежності від результату формуються сигнали на дискретних виходах контролера. У випадку відпрацювання алгоритму з критичними вхі-

дними значеннями подається сигнал на виконавчі елементи.

Висновок. Проведені дослідження показали можливість реалізації функції струмового ступінчатого релейного захисту за допомогою ПЛІС технологій і дозволяють зробити висновок про перспективність створення високонадійних систем релейного захисту із застосуванням ПЛІС.

Список використаних джерел

1. Гриценко С. Д., Радченко С. С., Фурман І. А. Применение ПЛИС – технологий для построение релейной защиты // Системы PROCESS AUTOMATION: застосування в навчальному процесі і виробництві, Харків, 2011. С. 8-9.
2. Фурман І. О., Радченко С. С., Гриценко С. Д. Дослідження можливості технічної реалізації перспективних систем релейного захисту // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка, вип. 102, Харків, 2010. С. 100-101.
3. Гриценко С. Д., Радченко С. С., Фурман І. О. Реалізація функцій релейного захисту за допомогою ПЛІС – контролера паралельної дії // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка, вип. 117, Харків, 2011. С. 58-59.
4. Малиновский М.Л. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС. / Малиновский М.Л., Фурман И.А., Бовчалюк С.Я. – Харьков: Факт, 2006. - 164 с.
5. Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учебное пособие для техникумов. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Чернобровов Н.В. – Москва: Энергия, 1974. - 679 с.

Анотация

РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ ТОКОВОЙ СТУПЕНЧАТОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА БАЗЕ ПЛИС – КОНТРОЛЕРА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Гриценко С. Д., Радченко С. С., Фурман І. А.

Описана техническая реализация функции токовой ступенчатой релейной защиты на базе ПЛИС – контролера параллельного действия.

Abstract

REALIZATION OF FUNCTION OF THE CURRENT SPEED OF RELAY PROTECTION BASED ON FPGA-CONTROLLER OF PARALLEL OPERATION

S. Gritsenko, S. Radchenko, I. Furman

Is the technical realization of the functions of the current speed of relay protection based on FPGA-controller of parallel activity.