

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

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

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Для підвищення надійності систем релейного захисту запропоновано алгоритм і модель роботи пристрою на основі програмованої логічної інтегральної схеми.

**Постановка проблеми.** Розвиток електроенергетики характеризується активним впровадженням цифрової апаратури в системах релейного захисту, режимної та протиаварійної автоматики. Розроблені і широко застосовуються мікропроцесорні засоби релейного захисту. Однак практика їх застосування показує, що для цих пристроїв характерні типові недоліки мікропроцесорної техніки, а саме: обмежені параметри надійності як апаратної частини (можливість виникнення перебітів), так і програмного забезпечення.[1] Тому підвищення надійності пристроїв релейного захисту є важливою і актуальною задачею.

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

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз відомих публікацій щодо дослідження та розвитку МПРЗ показує, що в основному роботи проводяться по збільшенню кількості алгоритмів захисту і автоматизації в одному пристрої, а не по збільшенню надійності функціонування апаратури.

**Мета статті.** Пошук методів та засобів підвищення надійності систем РЗ шляхом розробки алгоритму і моделювання роботи пристроїв РЗ на основі ПЛІС технологій.

**Основні матеріали досліджень.** 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 мо-

жуть модернізуватися навіть, перебуваючи в постійній експлуатації у замовника.[2]

Нижче описується запропонований авторами автомат максимального струмового захисту (МСЗ) з блокуванням за напругою на базі ПЛІС.

Принцип дії МСЗ з блокуванням за напругою заснований на фіксації збільшення струму і зменшення напруги при виникненні короткого замикання.[1]

У загальному вигляді без урахування конкретної елементної бази принцип і алгоритм роботи максимального струмового захисту можна проілюструвати за допомогою схеми на рис. 1.

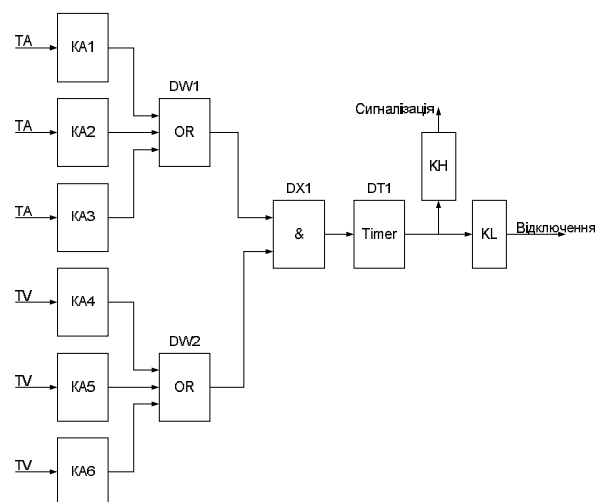


Рисунок 1 - Алгоритм роботи максимального струмового захисту з блокуванням за напругою

Контрольовані сигнали від трансформаторів струму ТА і трансформаторів напруги TV подаються відповідно на струмові реле КА1, КА2, КА3 і реле напруги ступеня KV1, KV2, KV3. При виникненні короткого замикання струмові реле, що спрацювали, і реле напруги формують на виході одиницю. Сигнал на виході логічних елементів АБО DW1, DW2 стає рівним одиниці, якщо хоч би один вхідний сигнал дорівнює одиниці. Логічний елемент DX1 реалізує операцію логічного множення. Елемент DT формує витримку часу, необхідну для забезпечення вимог селективності захисту. КЛ - вихідний орган захисту, КН - елемент сигналізації.

Якщо поведінку захисту представити у вигляді логічної функції Т, то умову спрацювання можна записати у вигляді

$$T = ((KA1 \text{ OR } KA2 \text{ OR } KA3) \text{ AND } (KV1 \text{ OR } KV2 \text{ OR } KV3)) \text{ AND } DT1 \uparrow = 1,$$

де KA1, KA2, KA3, KV1, KV2, KV3 - логічні сигнали на виходах вимірювальних органів захисту; DT1↑ - оператор тимчасової затримки.

На рис. 2 наведено розроблену структурну схему реалізації на ПЛІС МСЗ з блокуванням за напругою, а на рис. 3 – функціональна схема реалізації на ПЛІС алгоритму МСЗ.

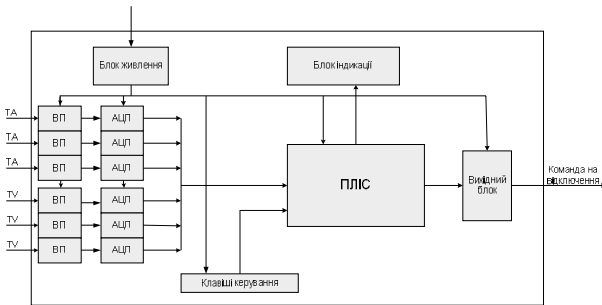


Рисунок 2 – Структурна схема реалізації на ПЛІС максимального струмового захисту з блокуванням за напругою

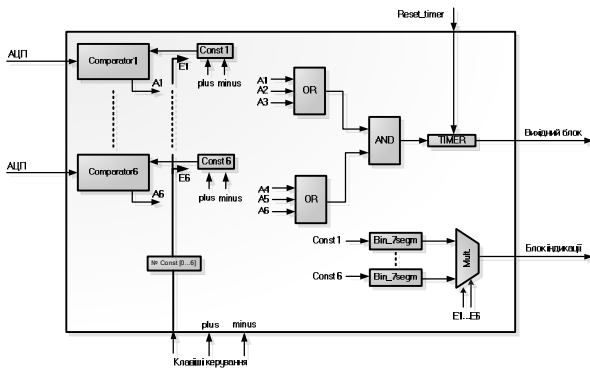


Рисунок 3 – Функціональна схема реалізації на ПЛІС алгоритму МСЗ

Signal name	Value	200	400	600	800	1000
sr_count	53999					
o_clk	1 to 0					
o_reset	0					
o_lmeas1	05			05		
o_lmeas2	00			00		
o_lmeas3	UU			UU		
o_lmeas1	01			01		
o_lmeas2	00			00		
o_lmeas3	00			00		
o_nconst	0					
o_minus1	0					
o_plus1	0					
o_reset_timer	0					
o_fallur_out	1					
o_SevenS	0FDPE6			0FDPE6		
o_SevenS_nconst	06			05		
sr_Const1	4			4		
sr_Const2	0			0		
sr_Const3	0			0		
sr_Const4	0			0		
sr_Const5	0			0		
sr_Const6	0			0		
sr_ena1	1					
sr_ena2	0					
sr_ena3	0					
sr_ena4	0					
sr_ena5	0					
sr_ena6	0					
sr_fall	1					

Рисунок 4 - Результати комп'ютерного моделювання

На основі структурної і функціональної схеми створена HDL-модель пристрою максимального струмового захисту і проведено комп'ютерне моделювання роботи із застосуванням технології ПЛІС (рис. 4) та відлагодження в середовищі Active-HDL.

**Висновки.** Проведенні дослідження показали, що реалізація на ПЛІС систем релейного захисту можлива та дозволяє програмним шляхом корегувати функції та алгоритми їх реалізації і дозволяє зробити висновок про перспективи застосування ПЛІС-технологій для створення високонадійних систем релейного захисту.

### Список використаних джерел

1. Копьев В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применения: Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. / Копьев В.Н. – Томск: ЭЛТИ ТПУ, 2006. – 143 с.
2. Малиновский М.Л. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС. / Малиновский М.Л., Фурман И.А., Бовчалюк С.Я. – Харьков: Факт, 2006. - 164 с.
3. Суворова Е. А. Проектирование цифровых систем на VHDL. / Суворова Е. А., Шейнин Ю. Е. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003. - 576 с.
4. Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учебное пособие для техникумов. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Чернобровов Н.В. – Москва: Энергия, 1974. - 679 с.
5. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. / Шнеерсон Э.М. - Москва: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.

### Анотация

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

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

Предложен алгоритм и модель работы устройства релейной защиты на основе программируемой логической интегральной схемы для повышения надежности систем релейной защиты.

### Abstract

## RESEARCH OF THE ENGINEERING FEASIBILITY OF PERSPECTIVE SYSTEMS OF RELAY PROTECTION

I. Furman, S. Radchenko, S. Gritsenko

The algorithm and model of operation of the device of relay protection on the basis of the programmed logical integrated circuit for reliability augmentation of systems of relay protection is offered.