

УДК 621.316.925.4(045)

О.І. Варченко, доц. НАУ
Ю.А. Смойловська, студ.
М.В. Дідковська, студ.

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МРЗС-05 НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Розглянуто принципи побудови та роботи систем релейного захисту. Розроблено алгоритм роботи блока захисту за максимальною напругою пристрою мікропроцесорного захисту, автоматики, контролю та керування з'єднань 6–35 кВ. Запропоновано імітаційну модель роботи приладу на основі мереж Петрі.

Principles of construction and work of the systems of relay defense are considered, developed algorithm of work for block of defense on maximal voltage of microprocessor defense, automation, control and management of connections of 6-35 kV build. The imitation model of device operation is offered.

блок захисту за максимальної напруги, віртуальний імітатор, імітаційна модель, мережа Петрі, системи релейного захисту

Актуальність дослідження

Релейний захист – основний вид електричної автоматики, який виконує безперервний контроль за станом та режимом роботи усіх елементів енергосистеми та реагує на виникнення пошкоджень і ненормальних режимів.

Використання системи релейного захисту допомагає якнайшвидше від'єднати місце пошкодження від неушкодженої мережі, відновлюючи таким чином нормальні умови роботи енергосистеми та користувачів, запобігти руйнуванню у місці пошкодження через велику кількість тепла, що виділяється підвищеним струмом. Реле дозволяє попередити небезпечні впливи на стійкість енергосистеми та процес роботи користувачів, зумовлені відхиленням величин напруги, частоти та струму від допустимих значень [1].

Системи релейного захисту зазвичай містять декілька блоків:

- блок максимального струмового захисту з блокуванням мінімальної напруги;
- блок захисту за мінімальною/максимальною напругою;
- блок максимального струмового захисту від міжфазних коротких замикань.

Кожен із блоків реагує на певне значення вхідної величини (струму, напруги, частоти).

Кожний пристрій релейного захисту та його схему поділяють на дві частини:

- реагуювальну;
- логічну.

Реагуювальна (або вимірювальна) частина є головною. Вона складається з основних реле, які безперервно отримують інформацію про стан захищеного елемента та реагують на пошкодження або ненормальні режими, подаючи відповідні команди на логічну частину захисту.

Логічна частина (або оперативна) є допоміжною. Вона сприймає команди реагуювальної частини і, якщо їх послідовність та комбінація відповідають заданій програмі, виконує заздалегідь передбачені операції та подає керувальний імпульс на вимикачі. Логічну частину можна виконати за допомогою електромеханічних реле або схем з використанням електронних пристроїв – лампових або напівпровідникових [2].

Такі системи дуже складні і потребують детального вивчення перед початком їх використання обслуговуючим персоналом. Тому актуально створення віртуального імітатора як навчальної програми, який би відтворював роботу системи релейного захисту, відображав процес її використання та сприяв би більш глибокому розумінню ролі системи захисту в енергосистемі в цілому.

Крім того, такий віртуальний імітатор може слугувати «пілотною» версією фізичного приладу, що дозволяє оцінити потреби та відповідність вимогам компанії, заводу, який збирається придбати готове рішення щодо системи релейного захисту.

Створення віртуального імітатора системи релейного захисту передбачає розроблення алгоритмів його роботи на основі розгляду кожного з блоків, що входять до складу системи.

Мета роботи – розроблення імітаційної моделі алгоритму роботи блока захисту за максимальної напруги для подальшого його використання при створенні віртуального імітатора пристрою мікропроцесорного захисту, автоматики, контролю та керування з'єднаннями 6-35 кВ (МРЗС-05), розробленого підприємством «Київприлад».

Постановка завдання

Реалізація алгоритму роботи блока не має обмежень щодо використання мов програмування.

Алгоритм можна використовувати як каскадною, так і ітераційною методологією розроблення програмного забезпечення (ПЗ), але в будь-якому разі потребує формалізованого опису кроків виконання, відображеного у вигляді таблиць та блок-схеми. Тому ставиться завдання розробити й описати алгоритм роботи блока системи релейного захисту, який можна використовувати як функціональні вимоги під час створення імітуючого ПЗ для МРЗС-05.

Розв’язання завдання

Блок захисту за максимальною напругою призначено для захисту з’єднань 6–35 кВ від підвищених напруг (рис. 1).

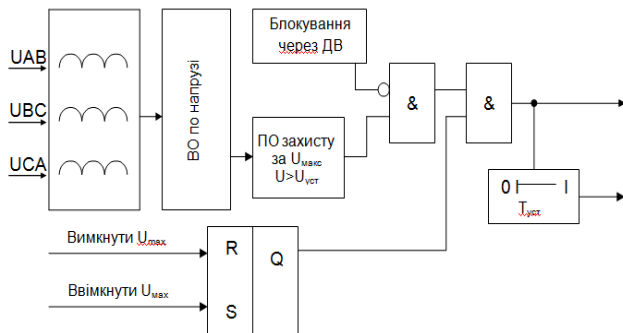


Рис. 1. Функціональна схема блока захисту за максимальною напругою

Пристрій підключається до трансформаторів напруги – виконавчий орган (ВО).

Виконавчий орган має уставку за напругою та уставку за часом. Після спрацювання пристрій діє на вимкнення або на сигнал через пусковий орган (ПО) захисту.

Через дискретні входи (ДВ) можна виконувати вмикання/вимикання захисту за максимальною напругою. У тому випадку, коли захист вимикається через ДВ, то вмикатися також повинен через дискретний вхід.

Розроблення алгоритму роботи може бути однією зі складових процесу імітаційного моделювання [3], який, в свою чергу, передбачає не лише розроблення та програмну реалізацію імітаційної моделі, але й перевірку правильності, достовірності моделі, оцінювання точності результатів моделювання, планування та проведення експериментів, а також прийняття рішень щодо поліпшення моделі.

Алгоритм роботи блока захисту максимальної напруги для програмної реалізації наведено в табл. 1.

Використовуючи алгоритм мереж Петрі, роботу цього блока можна подати у вигляді графу станів (рис. 2).

Таблиця 1

Алгоритм роботи блока захисту

Вхідні дані	Результат
Блокування через ДВ = 1, $U > U_{устав}$	СУМАТОР1 = 1
Блокування через ДВ = 0, $U > U_{устав}$	СУМАТОР1 = 0
Блокування через ДВ = 1, $U < U_{устав}$	СУМАТОР1 = 0
Блокування через ДВ = 0, $U < U_{устав}$	СУМАТОР1 = 0
<Вимкнути U_{max} > = 1 (на виході тригера 0), СУМАТОР1=1	СУМАТОР2 = 0
<Вімкнути U_{max} > = 1 (на виході тригера 1), СУМАТОР1=1	СУМАТОР2 = 1
<Вимкнути U_{max} > = 0 (на виході тригера 1), СУМАТОР1=1	СУМАТОР2 = 1
<Вімкнути U_{max} > = 0 (на виході тригера 0), СУМАТОР1=1	СУМАТОР2 = 0
<Вимкнути U_{max} > = 1 (на виході тригера 0), СУМАТОР1=0	СУМАТОР2 = 0
<Вімкнути U_{max} > = 1 (на виході тригера 1), СУМАТОР1=0	СУМАТОР2 = 0
<Вимкнути U_{max} > = 0 (на виході тригера 1), СУМАТОР1=0	СУМАТОР2 = 0
<Вімкнути U_{max} > = 0 (на виході тригера 0), СУМАТОР1=0	СУМАТОР2 = 0
СУМАТОР2 = 1, незалежно від часових уставок	Блок спрацює
СУМАТОР2 = 0, незалежно від часових уставок	Блок не спрацює
СУМАТОР2 = 1, $t > t_{устав}$	Блок спрацює
СУМАТОР2 = 0, $t > t_{устав}$	Блок не спрацює
СУМАТОР2 = 1, $t < t_{устав}$	Блок не спрацює
СУМАТОР2 = 0, $t < t_{устав}$	Блок не спрацює

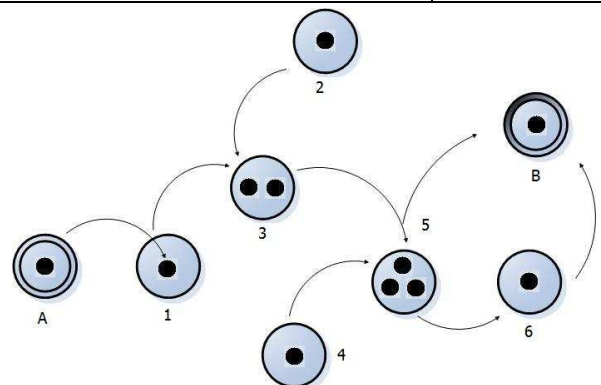


Рис. 2. Мережа Петрі для блока захисту за максимальної напруги:
1, 2, 3, 4, 5, 6 – позиції;
А – початковий стан системи;
В – кінцевий стан системи

Початковий стан системи A на рис. 2 позначає наявність трифазної напруги на вході, кінцевий стан системи B спрацьовування захисту за максимальної напруги.

Процес роботи системи подано у вигляді графу станів.

Послідовність станів системи зазначена номерами позицій. Одна мітка в позиції 1 фізично означає виконання умови $U > U_{уст}$. За наявності мітки в позиції 2 позиція 3 отримує дві мітки, які передає далі в позицію 5 у сумі зі станом позиції 4. З позиції 5 є два одночасні виходи: з першого система відразу переходить в кінцевий стан, з другого – в позицію 6 і тільки потім – у кінцевий стан. Стани, потрібні для отримання мітки номерами позицій, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Відповідність позицій станам системи

Номер позиції	Стан
1	$U > U_{уст}$
2	Блоковано через ДВ
3	$U > U_{уст}$ блоковано через ДВ
4	Увімкнено U_{max}
5	$U > U_{уст}$, блоковано через ДВ та увімкнено U_{max}
6	$t > t_{уст}$

Для початку роботи алгоритму програми (рис. 3) необхідно ввести інформаційні дані, якими у випадку блока захисту за максимальною напругою є значення вхідної напруги, уставок напруги, уставки часу та стан блокування через ДВ (ввімкнено – вимкнено).



Рис. 3. Алгоритм роботи програми

Після цього викликається процедура, яка відповідає за опрацювання даних:

- порівняння заданих вхідних величин із значеннями уставок;
 - подання їх на суматор;
 - опрацювання інформації суматором (виконання розрахунків);
 - виведення на екран повідомлення або ж подання звукового сигналу про спрацьовання системи.
- Для кращого розуміння роботи віртуального імітатора його інтерфейс має бути наближений до вигляду зовнішньої панелі фізичного пристрою. Як один з варіантів візуальної реалізації алгоритму може бути приклад інтерфейсу віртуального імітатора (рис. 4).

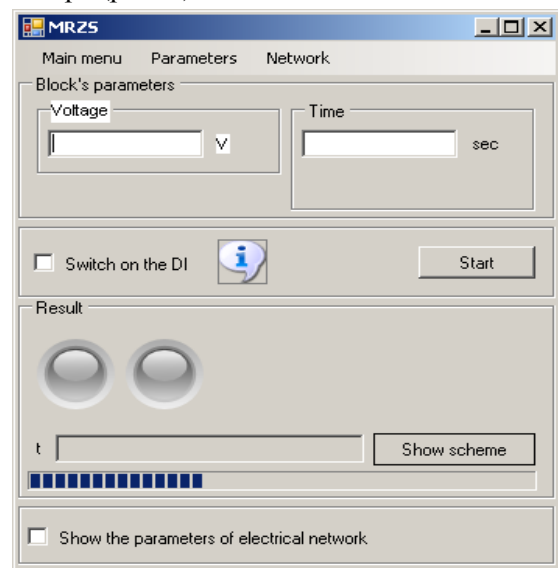


Рис. 4. Інтерфейс віртуального імітатора

Висновки

Алгоритм роботи віртуального імітатора блока захисту за максимальною напругою системи релейного захисту приладу МРЗС-05 та блок-схема його реалізації розроблено з урахуванням принципів побудови й роботи систем релейного захисту та на основі функціональної схеми зазначеного блока. Роботу блока захисту подано у вигляді графу станів з використанням мереж Петрі. Запропоновано варіант інтерфейсу віртуального імітатора блока захисту за максимальною напругою.

Література

1. Барзам А.Б. Общие вопросы учебного проектирования релейной защиты и автоматики / А.Б. Барзам. – М.: Энергия, 1983. – 598 с.
2. Чернобородов Н.В. Релейная защита / Н.В. Чернобородов. – М.: Энергия, 1971. – 625 с.
3. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.