

$$A_{кв} = (a_1 \| a_2 \| \dots \| a_{i-1} \| a_i \| a_{i+1} \| \dots \| a_n),$$

представленого в КВ, к числу вида

$$A_{кв}^{(n)} = [0 \| 0 \| \dots \| 0 \| \gamma_n^{(A)}]$$

После чего, по значению $\gamma_n^{(A)}$ определяется числовой интервал $[jm_n, (j+1)m_n)$, в котором содержится число

$A_{кв}$. Аналогично проводится нулевизация числа

$$B_{кв} = (b_1 \| b_2 \| \dots \| b_{i-1} \| b_i \| b_{i+1} \| \dots \| b_n),$$

откуда получаем значения $\gamma_n^{(B)}$. Позиционное сравнение

полученных значений $\gamma_n^{(A)}$ и $\gamma_n^{(B)}$ или сравнение интервалов нахождения чисел определяет результат сравнения чисел $A_{кв}$ и $B_{кв}$ в КВ.

К третьей группе методов, отнесем методы, основанные на определении (выделении) существующих или дополнительном формировании специальных признаков, так называемых, позиционных признаков непозиционного кода (ППНК) КВ. Данные признаки (например, ранг r числа $A_{кв}$) несут дополнительную информацию о величине чисел, которые сравниваются. Использование ППНК позволяет повысить оперативность процедуры сравнения данных в КВ.

Недостатком всех существующих методов сравнения данных в КВ, основанных на использовании ППНК, являются:

- временная и аппаратная сложность формирования (выделения) признаков N_A и N_B ;
- относительная техническая сложность получения количественной оценки ППНК;
- возможная сложность непосредственного использования полученных признаков N_A и N_B при реализации операции сравнения данных;
- недостаточная точность сравнения чисел.

В докладе представлен совершенствованный метод сравнения чисел в классе вычетов. Данный метод основан на известном методе арифметического сравнения чисел в КВ, который, в свою очередь, основан на получении и использовании позиционного признака непозиционного кода (ППНК). Сущность предложенного метода состоит в том, что его применение помимо возможности обеспечения реализации операции арифметического сравнения позволяет дополнительно реализовать и операцию алгебраического сравнения чисел в КВ.

Проведенный расчет и сравнительный анализ быстродействия реализации операции сравнения в КВ показал следующее. Применение предложенного метода сравнения чисел в КВ, для однобайтового,

двухбайтового, трехбайтового, четырехбайтового и восьмибайтового машинных слов компьютерной системы обработки целочисленных данных (КСОЦД), соответственно, на 12%; 23%; 30%; 42% и 62% эффективнее по времени сравнения чисел, чем использование наиболее быстродействующего из существующих методов быстрого сравнения чисел КВ, основанного на принципе нулевизации. Данный метод обеспечивают максимальную точность сравнения чисел в КВ при минимальном количестве оборудования сравнивающих устройств.

На основе совершенствованного метода сравнения чисел в КВ синтезирован алгоритм сравнения чисел, в соответствии с которым было разработано устройство для его реализации. Данное техническое устройство, на которое получен патент Украины, рекомендованы к использованию при практической реализации операции арифметического и алгебраического сравнения КСОЦД, которая функционирует КВ.

Стасюк О.І. (ДЕТУТ),

*Гутик В.Л. (Институт электродинаміки НАН України),
Максимчук В.Ф. («Укрзалізниця»)*

УДК 621.311

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ КОМП'ЮТЕРНОГО ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В ТЯГОВИХ МЕРЕЖАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

Електричні мережі залізниць відносяться до класу територіально розподілених електричних об'єктів, автоматизація управління яких потребує розв'язку широкого спектру задач економічного, диспетчерського, технологічного та експлуатаційного управління на різних рівнях ієрархії. Серед цих задач чільне місце належить задачам технічної спрямованості, пов'язаної з визначенням місця пошкодження. Не зважаючи на те, що зниженню та попередженню збитків від ненормальних режимів, до яких належать короткі замикання, слугують, в основному, пристойі релейного захисту [1,2], визначення віддалі до місця короткого замикання значно прискорює його локалізацію та підвищує надійність електропостачання. Метою даної роботи є розробка узагальнених алгоритмів визначення місця пошкодження в тягових мережах електропостачання залізниць з урахуванням особливостей їх побудови.

В узагальненому вигляді тягові лінії контактної мережі змінного струму переважно напругою 27,5 кВ можуть бути представленими як електричне коло з активним опором та індуктивністю та такими, що володіють взаємною індукцією між контактними проводами двопутної дільниці. Алгоритми визначення

місця короткого замикання будемо будувати для більш узагальненого випадку живлення з двох сторін двопутної дільниці з характерними виникненнями замикань, як показано на рис. 1.

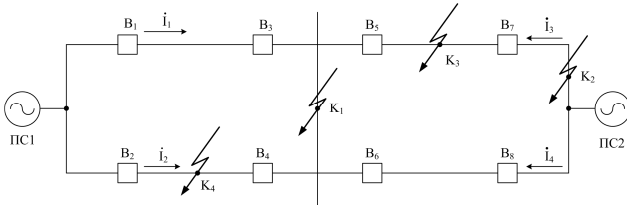


Рис. 1. Характерні місця пошкодження в контактній мережі.

Будемо вважати, що коротке замикання виникає лише в одному з позначених місць. Тоді для визначення віддалі $l_{кз}$ до місця короткого замикання, наприклад, в точці К1 запишемо вираз для падіння напруги на ділянці ПС1 – К1:

$$\Delta \dot{U}_1 = \dot{I}_1 \cdot \dot{Z}_{y\partial} \cdot l_{кз} + \dot{I}_2 \cdot \dot{Z}_{y\partial}^{63} \cdot l_{кз} + \dot{I}_{кз} \cdot R_\partial, \quad (1)$$

де \dot{I}_1, \dot{I}_2 та $\dot{I}_{кз}$ - комплексні значення струмів відповідно непарного та парного фідерів контактної мережі та комплекс струму в місці замикання; $\dot{Z}_{y\partial}$,

$\dot{Z}_{y\partial}^{63}$ та R_∂ - комплексні значення питомих опорів контактного проводу та опору взаємоіндукції між парним та непарним фідерами, та опір в місці пошкодження, який, як правило, приймається активним. Зробимо в (1) деякі перетворення та запишемо

$$\Delta \dot{U}_1 = (\dot{I}_1 \cdot \dot{Z}_{y\partial} + \dot{I}_2 \cdot \dot{Z}_{y\partial}^{63}) l_{кз} + \dot{I}_{кз} \cdot R_\partial. \quad (2)$$

В даному виразі два невідомих члени: $l_{кз}$ та R_∂ . В нашій задачі шуканим являється $l_{кз}$. Для розв'язку рівняння з двома невідомими необхідно створити два рівняння, які отримаємо шляхом поділу виразу (1) на

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_1^c &= [I_1^c R_{y\partial} - I_1^s X_{y\partial} + I_2^c R_{y\partial}^{63} - I_2^s X_{y\partial}^{63}] l_{кз} + I_{кз}^c R_\partial \\ j \Delta U_1^s &= j [I_1^c X_{y\partial} + I_1^s R_{y\partial} + I_2^c X_{y\partial}^{63} + I_2^s R_{y\partial}^{63}] l_{кз} + j I_{кз}^s R_\partial \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Введемо позначення:

$$E1 = I_1^c R_{y\partial} - I_1^s X_{y\partial} + I_2^c R_{y\partial}^{63} - I_2^s X_{y\partial}^{63};$$

$$E2 = I_1^c X_{y\partial} + I_1^s R_{y\partial} + I_2^c X_{y\partial}^{63} + I_2^s R_{y\partial}^{63}, \quad \text{та}$$

перепишемо (4) з урахуванням прийнятих позначень

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_1^c &= E1 l_{кз} + I_{кз}^c R_\partial \\ j \Delta U_1^s &= j [E2 l_{кз} + I_{кз}^s R_\partial] \end{aligned} \right\}$$

«косинусну» (c) та «синусну» (s) складові. В ньому кожному із комплексних складових подамо у вигляді:

$$\Delta \dot{U}_1 = \Delta U_1^c + j \Delta U_1^s; \quad \dot{I}_1 = I_1^c + j I_1^s;$$

$$\dot{I}_2 = I_2^c + j I_2^s; \quad \dot{I}_{кз} = I_{кз}^c + j I_{кз}^s; \quad \dot{Z}_{y\partial} = R_{y\partial} + j X_{y\partial};$$

$$\dot{Z}_{y\partial}^{63} = R_{y\partial}^{63} + j X_{y\partial}^{63}; \quad \text{а вираз (2) перепишемо у вигляді}$$

$$\Delta U_1^c + j \Delta U_1^s = [(I_1^c + j I_1^s)(R_{y\partial} + j X_{y\partial}) + (I_2^c + j I_2^s)(R_{y\partial}^{63} + j X_{y\partial}^{63})] l_{кз} + (I_{кз}^c + j I_{кз}^s) R_\partial. \quad (3)$$

Струм в місці короткого замикання $\dot{I}_{кз}$ для випадку К1 визначається як сума струмів

$\dot{I}_{кз} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4$, що, в свою чергу, також розкладається на дві складові:

$$I_{кз}^c + j I_{кз}^s = (I_1^c + I_2^c + I_3^c + I_4^c) + j (I_1^s + I_2^s + I_3^s + I_4^s).$$

В цьому перевага двосторонніх вимірювань аварійних подій перед односторонніми. Під час односторонніх вимірювань, як відомо [3], струм в точці короткого замикання приймається таким, що дорівнює струмові нульової послідовності на початку живлення. В нашому випадку струм нульової послідовності взагалі відсутній, як такий. Проте можливість отримувати значення струмів одночасно з двох кінців живлення (на рис.1 від ПС1 та ПС2) через застосування РМУ (Phase Measurement Unit) дозволяє успішно вирішити цю проблему, що і визначає вираз (3).

Зробимо перетворення в правій частині (3)

$$\begin{aligned} \Delta U_1^c + j \Delta U_1^s &= [I_1^c R_{y\partial} + j I_1^s X_{y\partial} + \\ &+ j I_1^s R_{y\partial} - I_1^s X_{y\partial} + I_2^c R_{y\partial}^{63} + j I_2^s X_{y\partial}^{63} + \\ &+ j I_2^s R_{y\partial}^{63} - I_2^s X_{y\partial}^{63}] l_{кз} + I_{кз}^c R_\partial + j I_{кз}^s R_\partial \end{aligned}$$

та розділимо на уявну та дійсну частини:

$$\Delta U_1^s = l_{кз} + I_{кз}^s R_\partial \quad (5)$$

Після розв'язку системи (5) відносно $l_{кз}$ отримуємо:

$$l_{кз} = \frac{\Delta U_1^s I_{кз}^c - \Delta U_1^c I_{кз}^s}{E2 I_{кз}^c - E1 I_{кз}^s}. \quad (6)$$

Для визначення віддалі $l_{кз}$ до місця короткого замикання в точці К1 на випадок живлення від ПС2 необхідно записати вираз для падіння напруги на ділянці ПС2 – К1

$$\Delta U_2 = I_3 \cdot Z_{y\partial} \cdot l_{кз} + I_4 \cdot Z_{y\partial}^{63} \cdot l_{кз} + I_{кз} \cdot R_{\partial}. \quad (7)$$

Після всіх перетворень, як це було для випадку живлення від ПС1, отримуємо шукану віддаль

$$l_{кз} = \frac{\Delta U_2 I_{кз}^c - \Delta U_2 I_{кз}^s}{E4 I_{кз}^c - E3 I_{кз}^s}. \quad (8)$$

Тепер у виразі (8) величини E3 та E4 мають вигляд:

$$E3 = I_3^c R_{y\partial} - I_3^s X_{y\partial} + I_4^c R_{y\partial}^{63} - I_4^s X_{y\partial}^{63};$$

$$E4 = I_1^c X_{y\partial} + I_1^s R_{y\partial} + I_2^c X_{y\partial}^{63} + I_2^s R_{y\partial}^{63}.$$

Особливий випадок складає визначення місця короткого замикання в точці К2. Для цього випадку при живленні від ПС1 справедливий вираз (6). При вимірюванні складових аварійної події при живленні від ПС2 умовою існування к.з. в цій точці

буде: $\Delta U_2 = 0$. Визначення віддалі до місця пошкодження в точці К3 при живленні від ПС2 проводиться за виразом (7), а при живленні від ПС1 – за виразом (6). Для точки К4 при живленні від ПС1 справедливий вираз (6) за винятком виразу (2) для падіння напруги

$$\Delta U_1 = (I_2 \cdot Z_{y\partial} + I_1 \cdot Z_{y\partial}^{63}) l_{кз} + I_{кз} \cdot R_{\partial}, \quad \text{в якому}$$

струми I_1 та I_2 поміняні місцями, а при живленні від ПС2 – вираз (7).

Як бачимо, умови живлення контактної мережі та схеми їх виконання відрізняються в деякій мірі від тих, що застосовуються в трифазних системах змінного струму. Ця різниця накладає також певні відмінності і в алгоритмах визначення віддалі до місць коротких замикань, які можна спостерігати в цих мережах. Значну перевагу для точності розрахунків в застосовуваних алгоритмах надають пристрої РМУ.

Література

1. Фигурнов Е.П. Релейная защита систем электроснабжения. Расчеты защит от коротких замыканий и перегрузки. Ч.1. Тяговые сети постоянного тока напряжением 3,3 кВ.: Учебное пособие/ Е.П. Фигурнов, Т.Е. Петрова// Рост. Гос. ун-т путей сообщения. Ростов н/Д, 1998. 76 с.
2. Фигурнов Е.П. Релейная защита систем электроснабжения. Расчеты защит от коротких замыканий и перегрузки. Ч.2. Тяговые сети переменного тока напряжением 27,5 кВ.: Учебное

пособие/ Е.П. Фигурнов, Т.Е. Петрова; Рост. Гос. ун-т путей сообщения// Ростов н/Д, 1998. 90 с.

3. Стогний Б.С. Методика определения места повреждения ЛЭП на базе микропроцессорной системы регистрации/ Б.С. Стогний, Ю.Н. Оробец, Н.И. Супруновская// Всесоюз. научн.-тех. конф. «Проблемы комплексной автоматизации электроэнергетических систем на основе микропроцессорной техники». Киев– 1990. с. 58 – 64.

Жуковицкий И.В., Дмитриев С.Ю. (ДНУЖТ)

Выбор модели представления знаний для построения базы знаний на основе АСК ВП УЗ Е

В 2013 г. на УЗ заработал единый центр обработки данных с установленной системой АСК ВП УЗ-Е, основной функцией которой является сбор и предоставление оперативной информации и суточной отчетности о ходе перевозок. Данная система позволяет вести работы по автоматизации разных аспектов управления железнодорожными перевозками и решать задачи по сбору и обработке информации о ходе грузовых перевозок. Система АСК ВП УЗ Е имеет целый ряд БД для формирования справок. К сожалению, унифицированных подсистем – средств поддержки управленческих решений на данный момент создано не было. Современная концепция построения автоматизированных систем управления предусматривает переход от информационных систем к интеллектуальным, что влечет за собой необходимость использования технологий взаимодействия не только с БД, но и с базами знаний (БЗ). Использование БЗ дает возможность построения аналитических серверов, которые смогут успешно решать задачи исследования закономерностей, диагностирования, прогнозирования и оптимизации процессов перевозок на основе данных мониторинга и моделирования.

При построении (БЗ) для интеллектуальных систем важно четко понимать, что такое знания и чем они отличаются от данных. Данными называются отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а так же их свойства. Знания же – это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области. Иными словами, знания – это хорошо структурированные данные, данные о данных или метаданные.

На сегодняшний день, учеными разработаны десятки моделей представления знаний, применимых к различным проблемным областям. Однако,