

Устройство СЕЗАМ состоит из двух блоков: базовый модуль, который устанавливается непосредственно в шкафах, релейных отсеках КРУ, и выносной пульт управления, который соединяется с основным блоком с помощью интерфейсного кабеля.

Базовый модуль хранит и выполняет программу логики работы. Пульт управления хранит меню пользователя, выполняет функции отображения текущих параметров и редактирования уставок.

Набор унифицированных аппаратных решений, а также большая библиотека стандартных функций защиты и автоматики устройств серии СЕЗАМ позволяют быстро создать устройство под ваши потребности.

Выводы

Сегодня наше предприятие видит своей стратегической целью разработку и создание инновационной наукоемкой продукции, с гибкой аппаратно-программной структурой конфигурирования, с возможностью телеизмерения и телеуправления, а также возможностью их применения в существующих комплектных устройствах управления и защиты.

В сегодняшних непростых экономических условиях, как никогда, актуальными становятся вопросы применения инновационных технологий экономии ресурсов и электроэнергии, их грамотном внедрении для снижения издержек производства, принятия правильного решения в выборе нужной продукции при оптимальных затратах на его приобретение. Причем продукции, рассчитанной в конечном итоге на повышение надежности, простоту и удобство обслуживания.

Список использованных источников

1. Сушко В. А. Релейная защита присоединений 6-35 кВ. Есть ли выход из тупика? / В. А. Сушко // Новости электротехники. – 2006. – № 4(40). – С. 33-35.

УДК 621.316.1.024

О.О. Мірошник, канд. техн. наук

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, м. Харків, Україна

МЕТОД РОЗРАХУНКУ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ НАПРУГ МЕРЕЖІ 0,38/0,22 кВ

Запропоновано матричний метод розрахунку симетричних складових напруги мережі 0,38/0,22 кВ, який може бути покладений в основу математичного апарату для розробки програмного продукту з розрахунку несиметрії напруг.

Постановка проблеми

Проблема поліпшення якості та зменшення додаткових втрат електричної енергії, викликаних відхиленням показників якості електричної енергії від допустимих значень, є актуальною в сільських електричних мережах напругою 0,38/0,22 кВ. Аналіз режимів роботи сільських мереж напругою 0,38/0,22 кВ [1] показав, що несиметрія струмів обумовлена роботою комунально-побутового навантаження, основну частину якого складають нерівномірно розподілені по фазах однофазні електроприймачі. Тому знання величини несиметрії в мережі дозволяє уточнити рівень втрат електроенергії та застосувати відповідні заходи щодо їх зниження. Сучасний рівень комп'ютерної техніки дозволяє в реальному часі виконувати обчислення цих втрат, тому виникає необхідність створити математичний апарат, який буде основою програмного продукту з розрахунку несиметрії в мережах 0,38/0,22 кВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розрахунок розподілу симетричних складових напруг розгалуженої сільської мережі 0,38/0,22 кВ досить складний. Обчислення параметрів всієї мережі або її частини до

розрахункової точки вкрай громіздке і пов'язане, як правило, з необхідністю виконання операцій з великою кількістю матриць. Тому рішення задачі за допомогою ручного рахунку навіть для відносно нескладних схем вимагає значних витрат праці і часу.

Мета статті

Визначити межі розподілу значень симетричних складових напруг мережі 0,38/0,22 кВ при несиметричному режимі навантаження.

Основні матеріали дослідження

Широке впровадження комп'ютерної техніки висуває вимогу розробки і застосування таких методів розрахунку, які, незважаючи на можливу громіздкість арифметичних операцій, були б достатньо простими при вирішенні задачі в загальному вигляді і давали б максимальну циклічність рахунку.

Виходячи з цього, розглянуто можливість застосування для вирішення цієї задачі методу вузлових потенціалів.

У загальному вигляді рівняння методу вузлових потенціалів у матричній формі має вигляд [2]:

$$\mathbf{YU} = \mathbf{I} \tag{1}$$

або

$$\begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \dots & Y_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \dots \\ U_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \dots \\ I_n \end{pmatrix}, \tag{2}$$

де \mathbf{Y} – матриця вузлових провідностей;

\mathbf{U} – вектор вузлових потенціалів;

\mathbf{I} – вектор струмів незалежних еквівалентних вузлових джерел.

Матриці струмів та напруг у будь-якій точці мережі мають фазні значення [3, 4]:

$$\dot{\mathbf{U}} = \begin{pmatrix} \dot{U}_a \\ \dot{U}_b \\ \dot{U}_c \end{pmatrix}; \dot{\mathbf{I}} = \begin{pmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{pmatrix}. \tag{3}$$

У системі симетричних координат відповідні матриці струмів і напруг містять складові прямої, зворотної та нульової послідовностей:

$$\dot{\mathbf{U}}_s = \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \dot{U}_0 \end{pmatrix}; \dot{\mathbf{I}}_s = \begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \\ \dot{I}_0 \end{pmatrix}. \tag{4}$$

З (2) напруга будь-якого вузла може бути отримана за правилом Крамера [3, 5]:

$$\dot{U}_k = \frac{1}{\Delta} \sum \Delta_{lk} \dot{U}_{lk} Y_{lk}, \tag{5}$$

де Δ – визначник \mathbf{Y} -матриці провідностей;

Δ_{lk} – алгебраїчне доповнення елемента \mathbf{Y}_{lk} матриці провідностей.

Елементи \mathbf{Y} -матриці з однаковими індексами (pp), що стоять на перетині p -го рядка та p -го стовбця, являють собою провідності елементів схеми, які приєднані до вузла p . Елементи матриці з різними індексами (pq), що стоять на перетині p -го рядка та q -го

стовбця, являють собою провідності елементів схеми, що включені між вузлами p та q , і взяті з від'ємним знаком.

У разі одностороннього живлення відповідно отримаємо [3, 6]:

$$\dot{U}_k = \frac{1}{\Delta} \sum \Delta_{1k} \dot{U}_{ul} Y_{ul}. \quad (6)$$

Відносна напруга у вузлі k :

$$\dot{U}_k = \frac{U_k}{U_{kl}} = \frac{\Delta_{1k}}{\Delta} Y_{ul}. \quad (7)$$

Якщо мережа простої конфігурації, то матриця провідностей \mathbf{Y} відносно легко записується шляхом попередньої побудови схем заміщення або графіків. У випадку мережі складної конфігурації стає доцільно процес запису матриці \mathbf{Y} автоматизувати за допомогою комп'ютерних засобів. Грунтуючись на викладеному вище принципі запису елементів матриці, алгоритм передбачає формування її за заданими $Z_k = r_k + jx_k$ – опорами елементів мережі.

Опір прямої і нульової послідовностей трифазної лінії знаходиться розрахунковим або дослідним шляхом, причому опори прямої і зворотної послідовностей для ліній однакові, а опір нульової послідовності може в 2-3 рази перевищувати опір прямої послідовності. Пояснюється це різницею величин е.р.с. взаємної індукції, що наводяться у фазі струмами прямої та нульової послідовностей, які протікають за двома іншими фазами.

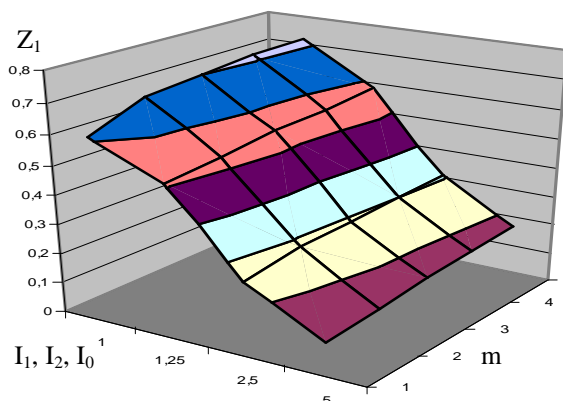
На рис. 1 показаний графік симетричних складових струмів для несиметричного режиму, коли

$$Z_A = Z_B = Z_C = \infty$$

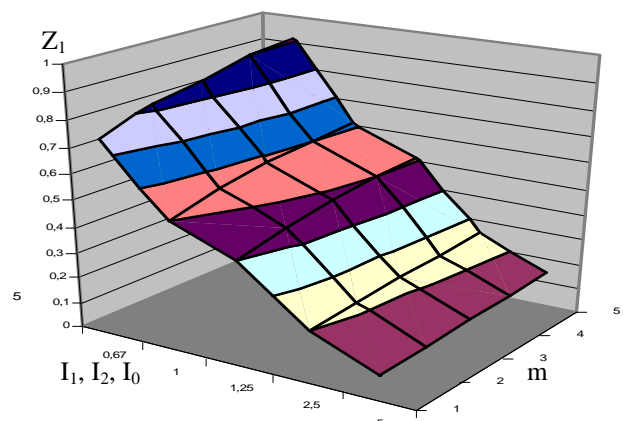
у функції

$$m = \frac{Z_{2\Sigma}}{Z_{1\Sigma}}; n = \frac{Z_{2\Sigma}}{Z_{0\Sigma}} \text{ і } Z_{1\Sigma},$$

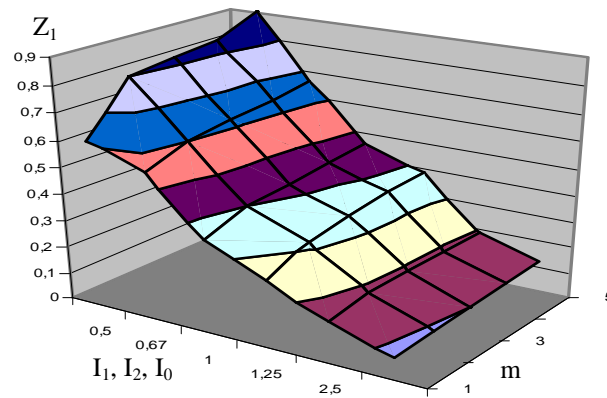
де $Z_{1\Sigma}$, $Z_{2\Sigma}$, $Z_{0\Sigma}$ – сумарні опори схем відповідно прямої, зворотної та нульової послідовностей.



а) при $n = 0,3$



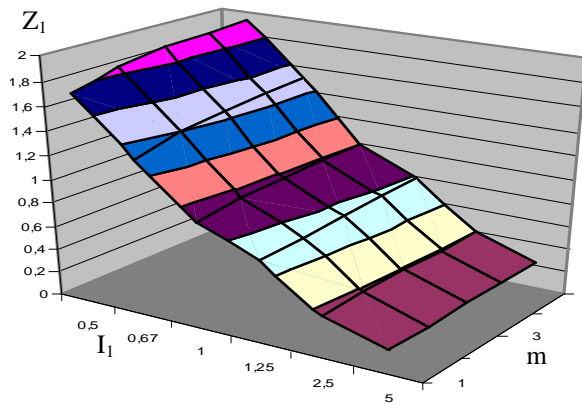
б) при $n = 0,5$



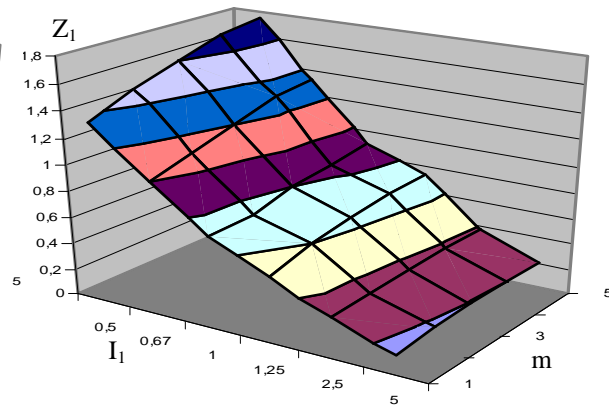
в) при $n = 1$

Рис. 1. Симетричні складові струмів у лінії в несиметричному режимі ($Z_A = Z$, $Z_B = Z_C = \infty$)

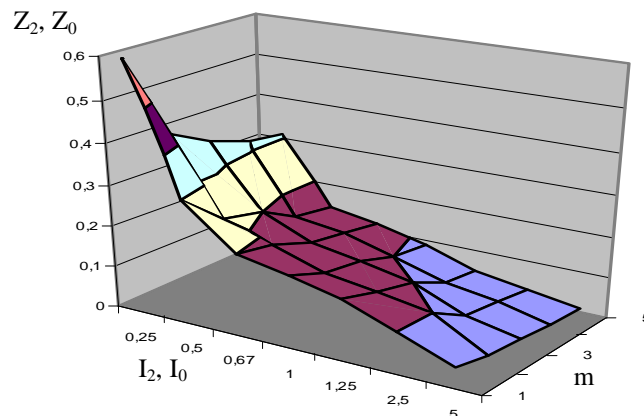
На рис. 2 показані графіки характеристик несиметричного режиму для випадку, коли $Z_A = \infty$ і $Z_B = Z_C$.



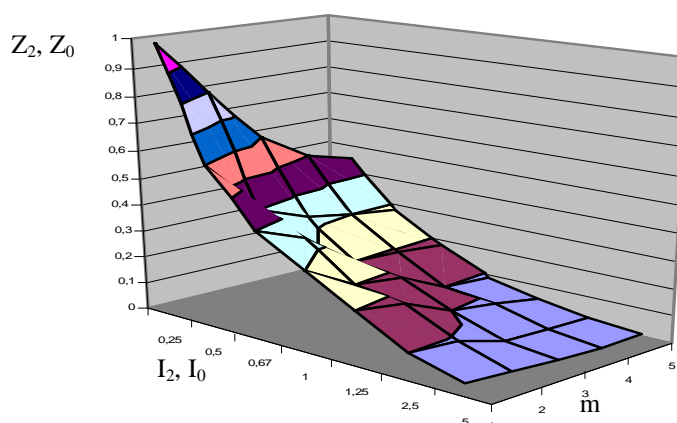
а) пряма послідовність ($n = 0,3$)



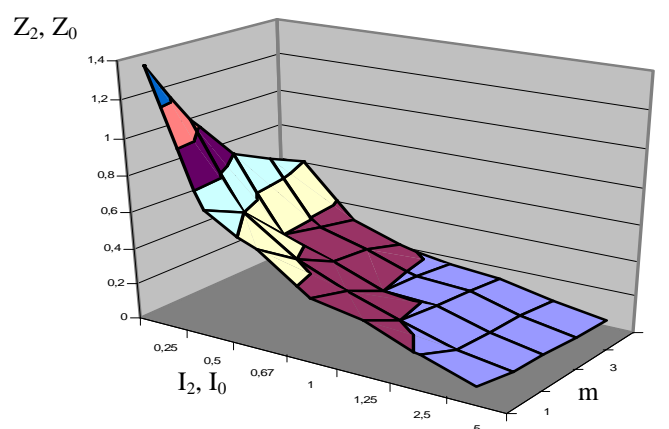
б) пряма послідовність ($n = 1$)



в) зворотня і нульова послідовності ($n = 0,3$)



г) зворотня і нульова послідовності ($n = 0,7$)



д) зворотня і нульова послідовності ($n = 1$)

Рис. 2. Симетричні складові струмів у лінії в несиметричному режимі ($Z_A = \infty$, $Z_B = Z_C$)

Висновки

Розроблений метод розрахунку розподілу симетричних складових напруги мережі 0,38/0,22 кВ може бути покладений в основу програмного продукту з розрахунку несиметричних режимів.

Список використаних джерел

1. Левин М. С. Анализ несимметричных режимов сельских сетей 0,38 кВ / М. С. Левин, Т. Б. Лещинская // Электричество. – 1999. – № 5. – С. 18-22.
2. Зевеке Г. В. Основы теории цепей: учеб. для вузов / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов. – 5-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники: электрические цепи: учеб. для студентов электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов / Л. А. Бессонов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1978. – 528 с.
4. Солдаткина Л. А. Электрические сети и системы / Л. А. Солдаткина. – М.: Энергия, 1972. – 272 с.
5. Мельников Н. А. Расчеты режимов работы электрических сетей / Н. А. Мельников. – М.: Госэнергоиздат, 1950. – 175 с.
6. Веников В. А. Электрические системы. Электрические расчеты, программирование и оптимизация режимов / В. А. Веников, В. И. Горюшкин, И. М. Маркович [и др.]; под ред. В. А. Веникова. – М.: Высш. школа, 1973. – 320 с.