

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ У ФАЗНИХ КООРДИНАТАХ

С.М. Леbedка, канд. техн. наук
Сумський державний університет

Розподільчі електричні мережі мають складну конфігурацію, велику розгалуженість і протяжність. Для підвищення ефективності моделювання цих мереж необхідна розробка формалізованих процедур, що забезпечують автоматизацію як розв'язання, так і формування систем рівнянь електромагнітних перехідних процесів.

З метою спрощення використовують перетворення для переходу від реальної трифазної мережі до інших систем координат (симетричні складові; координати $d, q, 0$; система $\alpha, \beta, 0$).

Опубліковані роботи, що використовують математичне моделювання для аналізу електромагнітних перехідних процесів у розподільчих мережах характеризуються наступним:

- в якості вихідних приймають спрощені схеми заміщення з граничним узагальненням їх параметрів, що спрощує аналіз, але призводить до значного зниження точності отриманих результатів;

- часто передбачають автоматизацію тільки процесу розв'язання систем диференціальних рівнянь, відсутні формалізовані процедури формування систем рівнянь;

- застосування спрощених моделей призводить до суперечливих результатів, ускладнює отримання об'єктивної оцінки ефективності різних методів і засобів обмеження струмів і перенапруг.

Щоб підійти до вирішення задач вибору та підвищення ефективності засобів обмеження струмів і перенапруг в мережах, необхідно мати модель, що відображає ряд особливостей як самих мереж, так і перехідних процесів, що протікають в них, а саме: реальну конфігурацію мережі, склад обладнання; враховує як індуктивні, так і ємнісні параметри фаз; різні режими роботи нейтралі мережі.

Реалізація такої задачі вбачається на основі моделі, заснованої на представленні елементів мережі не однофазними еквівалентами, а рівняннями в фазних координатах. Ці рівняння містять параметри елементів мережі (активні опори, власні і взаємні індуктивності і ємності) та параметри її режиму (струми, напруги, потужності фаз), що відповідають реальним фізичним параметрам електричних мереж.

В роботі [1] наведені моделі елементів мережі, отримані із застосуванням формули другого порядку неявного методу Гіра чисельного інтегрування диференціальних рівнянь. Метою статті є отримання математичної моделі перехідних процесів електричної мережі в фазних координатах. В якості моделей елементів мережі використовуються рівняння, отримані в [1].

За основу методики побудови математичної моделі електричних мереж в перехідних режимах прийняті наступні положення:

- рівень декомпозиції – трифазні багатополіусники;
- елементи мережі і мережа в цілому представляються диференціальними рівняннями в фазних координатах;
- метод чисельного інтегрування – неявний метод Гіра другого порядку;
- формування системи рівнянь на кроці чисельного інтегрування виконується вузловим методом відносно до схем з багатополіусними елементами.

Для отримання рівнянь в фазних координатах складається трифазна схема мережі, елементами якої є трифазні поздовжні і поперечні вітки. Мережі у відповідність ставиться дискретна схема на кожному кроці чисельного інтегрування диференціальних рівнянь.

Задача моделювання перехідних процесів в схемі мережі зводиться до багатократної процедури знаходження поточних параметрів її режиму для кожного інтервалу часу, на яких відбувається алгебраїзація диференціальних рівнянь.

Список літератури:

1. S.M. Lebedka, Yu.N. Veprik, "Discrete models of the electric grid elements, obtained with using the implicit Gear method", Abstracts XXV International scientific-practical conference MicroCAD-2017, p. 216, vol. II, May 2017.