

ЗАХИСТ ШИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ШВИДКЕ S – ПЕРЕТВОРЕННЯ СТРУМОВИХ СИГНАЛІВ

Ярош В.С., магістрант, Дмитренко О.О., к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем

Вступ. Апарати енергосистеми пов'язані між собою через шини всередині підстанцій; отже, шини відіграють життєво важливу роль в енергосистемах. Спеціальні захисти шин призначені для відключення без витримки часу пошкоджень, що виникають на збірних шинах. На шинах можуть виникати такі ж пошкодження, як і на лініях: однофазні та багатофазні короткі замикання в мережах з заземленою нейтраллю, багатофазні короткі замикання в мережах з ізольованою нейтраллю.

Мета роботи. Дослідити сучасні підходи до організації захисту збірних шин.

Матеріали і результати дослідження. Згідно з ПУЕ [1] шини потребують наступні види захистів:

- для збірних шин 110 кВ і вище використовують диференціальний захист шин, а також рекомендовано встановлювати підмінний дублюючий комплект захисту шин;

- захист збірних шин електростанцій і підстанцій 35 кВ і вище необхідно передбачати, диференціальний струмовий захист без витримки часу, що охоплює всі елементи, приєднані до системи або секції шин;

- для секціонованих шин 6 – 10 кВ електростанцій має бути передбачено двоступінчастий неповний диференціальний захист, перший ступінь якого виконано у вигляді струмової відсічки за струмом і напругою або дистанційного захисту, а другий – у вигляді максимального струмового захисту (МСЗ).

Основні принципи захисту шин можна розділити на дві групи:

1. Захист шин на основі частотно-силових складових сигналів напруги або струму.

2. Захист шин на основі перехідних складових сигналів напруги або струму.

Диференціальний захист є найбільш зручним способом захисту збірних шин серед методів, заснованих на частотних складових.

Диференційним струмовим захистом шин називають захист з абсолютною селективністю, заснований на безпосередньому порівнянні значень і фаз струмів всіх приєднань шини, що захищається.

Для правильного функціонування захисту необхідно, щоб трансформатори струму (ТС) приєднань були встановлені за вимикачами (рис. 1). Зона дії захисту обмежується місцем установки ТС приєднань.

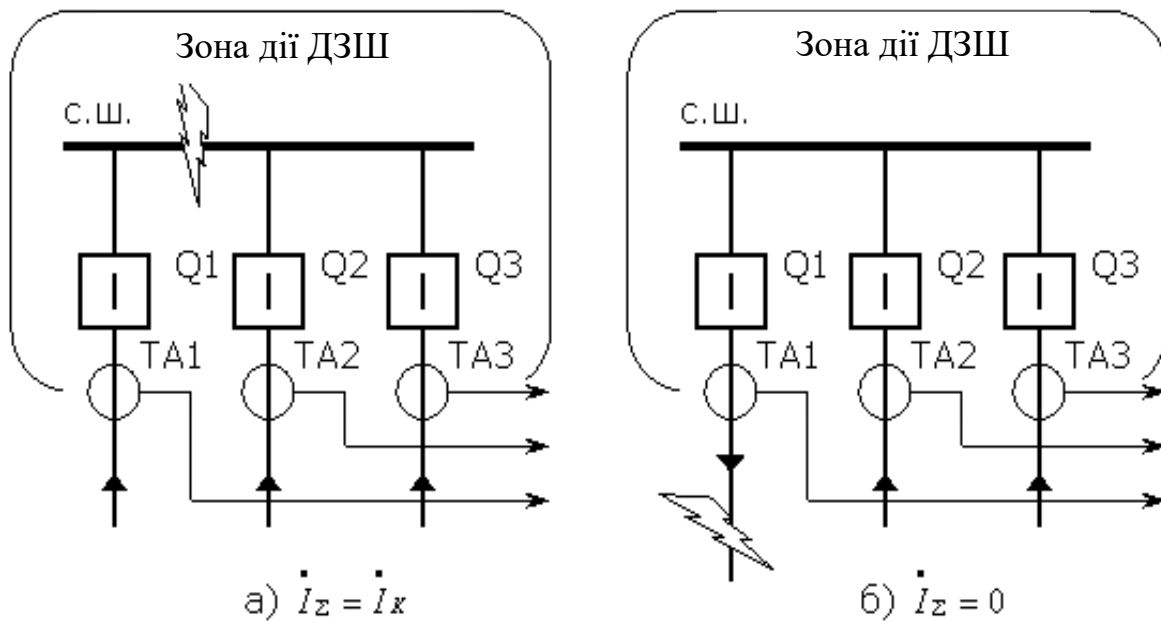


Рисунок 1 – Схема диференціального захисту шин

При виникненні КЗ в зоні дії захисту (на шинах) сумарний вторинний струм ТС (званий диференціальним) буде дорівнювати струму КЗ - (рис. 1, а). Диференційний захист шин спрацьовує при перевищенні диференціальним струмом заданої уставки спрацьовування [2].

Алгоритми захисту збірних шин, засновані на частотно-силовій складовій, мають багато недоліків [3, 4], в тому числі чутливість до насичення трансформаторів струму, чутливість до струму навантаження, чутливість до пошкоджень, наявність затримок через використання фільтрів нижніх частот.

Тому вчені всього світу розробляють різні методи щоб покращити роботу й максимально позбутися недоліків захистів.

Одним із сучасних підходів до організації захисту збірних шин є використання алгоритмів, що засновані на перехідних компонентах. Такі компоненти несуть в собі більше інформації про тип пошкодження, час виникнення пошкодження, напрям та його місце виникнення.

У статті [5] для захисту шин представлений новий метод, заснований на перехідних компонентах струмових сигналів. У цьому методі високочастотні компоненти, які генеруються пошкодженнями, ідентифікуються шляхом застосування швидкого S-перетворення, а потім за допомогою деяких простих математичних операцій між цими подіями виконується розрізнення між внутрішніми і зовнішніми пошкодженнями збірної шини. Для дослідження обґрунтованості та точності запропонованого методу в різних шинних системах були змодельовані різні види пошкоджень в різних ситуаціях (місцях виникнення пошкодження) з різними опорами.

Для пришвидшення виконання перетворення необхідно було зменшити кількість розрахунків S-перетворення, було запропоновано швидке S – перетворення [6], що зменшило кількість розрахунків.

В результаті проведених досліджень запропоновано алгоритм виконання швидкого S – перетворення (рис. 2).

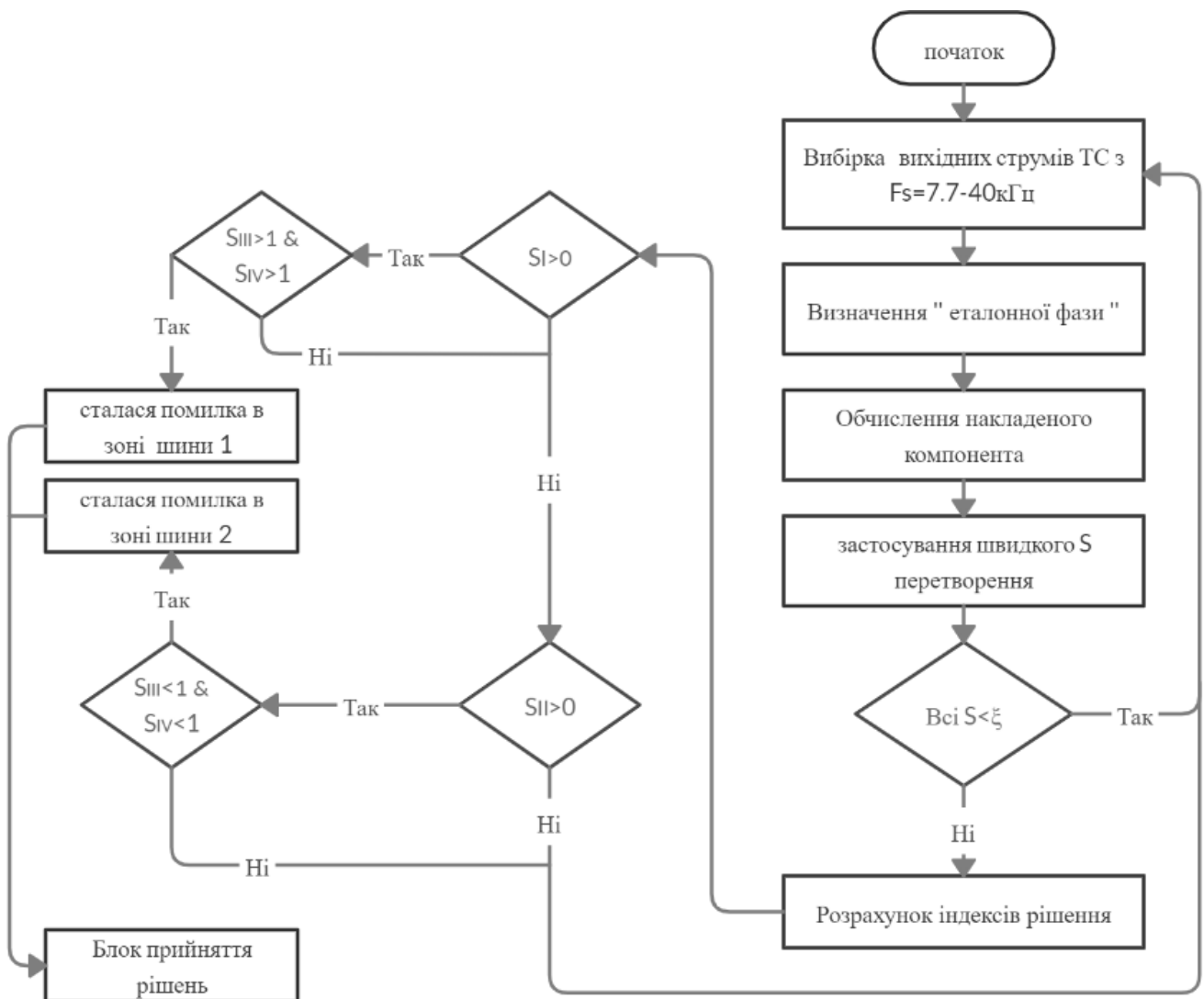


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму швидкого S – перетворення

Проведено велику кількість дослідів для дослідження роботи даного алгоритму, а також досліджена його реакція на різні види пошкоджень. Зокрема, перевірена надійність роботи при внутрішніх та зовнішніх пошкодженнях, перевірена робота алгоритму при різних типах пошкоджень, одночасне виникнення пошкоджень та ін.

Згідно з результатами моделювання запропонований алгоритм забезпечує високу безпеку і надійність щодо виділення типів пошкоджень з різними опорами, добре реагує на одночасні пошкодження. Запропонований спосіб може бути застосований для швидкого захисту шин з різними шинними системами, включаючи полуторні, одинарні та подвійні шини.

Слід зазначити, що алгоритм надійно спрацює, як тільки у вікні даних з'являється перша вибірка після пошкодження. При частоті дискретизації 7,7 кГц що відповідає інтервалу дискретизації 130 мкс, алгоритм показує більш високу швидкість у порівнянні з іншими методами захисту збірних шин.

Висновки. 1. Майже всі апарати енергосистеми пов'язані між собою через шини всередині підстанцій, отже захист шин є важливою складовою для нормального функціонування енергосистеми.

2. Всі системи шин мають різні вимоги до виконання захистів, але головною вимогою є швидкодія.

3. Запропонований алгоритм високошвидкісного захисту шин, що використовує швидке S-перетворення струмових сигналів, дозволяє вирішити деякі недоліки існуючих диференційних захистів шин та забезпечити більшу швидкодію, а також надає можливість використання захисту з різними шинними системами.

Перелік посилань

1. ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК, Міненерговугілля України, 2017 - Міненерговугілля України, 2017 - с. 425

2. Сборные шины и ошиновка станций и подстанций 35-220 кв. Дифференциальная токовая защита. Расчёт устав [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rza.org.ua/article/read/Sbornye-shiny-i-oshinovka-stancij-i-podstancij-35-220-kv--Differencialnaja-tokovaja-zacshita--Raschjot-ustavok.html> – Назва з екрана.

3. M.M. Eissa. Developing Busbar protection with new differential characteristics to solve the breakpoint settings of digital commercial relays - International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 98 (2018), pp. 1-10

4. H. Shu, Y. Dai, X. Tian Study on the novel transient bus protection based on morphological top-bottom- International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 3 (3) (2011), - с. 33-39

5. M. Lashgari, S. M. Shahrtash Ultra-fast busbar protection employing fast S transform of current signals - International Journal of Electrical Power & Energy Systems 114(1), 2020, 105408.

6. K.R. Krishnanand, P.K. Dash A new real-time fast discrete S-transform for cross-differential protection of shunt-compensated power systems - IEEE Trans Power Deliv, 28 (1) (2013), - с. 402-410