

ОЦІНКА СТАНУ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЗА НЕДОСТАТНЬОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТЕЛЕВИМІРЮВАНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано проблему недостатньої кількості телеметричних даних в мережах високої напруги. Надано характеристику концепції оцінки стану, її основні складові та переваги.

Ключові слова: оцінка стану, телеметричні дані, мережі високої напруги.

Abstract

The problem of insufficient number of telemetric data in high voltage networks is analyzed. Provided the characteristic of the concept of state evaluation, it's main components and advantages.

Key words: state estimation, telemetric data, high voltage networks.

Вступ

Відоме відключення, яке відбулося в північно-східній частині Сполучених Штатів у 1965 році, стало великою проблемою в роботі складних електроенергетичних систем. В наслідок цього протягом минулих десятиліть прості ізольовані системи почали процес взаємозв'язку, намагаючись забезпечити безпеку (взаємна допомога при непередбачених обставинах) і заощадити гроші (обмін дешевої енергії). Однак, незабаром було зрозуміло, що керувати такими гігантськими мережами досить непросто, і що широкомасштабні відключення електроенергії можуть відбуватися, якщо стан мережі не відстежувався належним чином у реальному часі. Таким чином сформулася проблема розрахунку поточних режимів роботи електричної мережі 110-750 кВ в умовах повної відсутності телевимірів ПС 110 кВ електропостачальних організацій та наявності електричних станцій, що працюють на ВДЕ і приєднані до ПС-110 кВ.

Результати досліджень

З появою простих цифрових комп'ютерів були впроваджені перші системи контролю та збору даних (SCADA) у різноманітних складних промислових установках (залізничні системи, атомні станції і т.д.) Що стосується центрів керування електричними мережами, то такі системи включають кілька спеціалізованих функцій, крім типових завдань моніторингу, таких як автоматичне керування генерацією (АКГ) та економічна диспетчеризація, для яких необхідно постійно контролювати частоту та потужність генератора.

Відключення 1965 року та інші серйозні інциденти, які слідували, свідчили про необхідність приділяти більше уваги питанням безпеки, що вимагало більш складного середовища SCADA. Таким чином, багато інших вимірювань, включаючи перетоки потужності лінії, були захоплені в коротші інтервали, розроблені

нові комп'ютерні функції, засновані на інструменті навантаження. Зрештою, ці інструменти дозволяють операторам правильно оцінити втрати мережі, безпеку (неприпустимі напруги та потоки лінії), ризик нестабільності тощо.

Однак початкові спроби отримати стан мережі за допомогою потоку навантаження в режимі реального часу зазнали труднощів через відсутність або непослідовність вимірювань. Концепцію оцінки стану (ОС) вперше запропонував Фред Швеппе, який був професором електротехніки, для вирішення цих питань. ОС вже застосовувалися для менших проблем в системах управління [1,2]. Обчислювальні розробки, що розробилися після цієї новаторської роботи [3], дуже скоро зробили ОС стандартною функцією в кожному центрі управління.

Оцінка стану забезпечує повну та надійну базу даних, яка є життєво важливою для правильного виконання всіх функцій в режимі онлайн, які використовуються при експлуатації та контролі енергосистеми, починаючи з питань, пов'язаних із безпекою [4]. Рішення, яке надає ОС, також має важливе значення для багатьох офлайн програм, які пов'язані з планування системи (прогнозування навантаження, надійність, розширення мережі тощо), а також ринків електроенергії. Всі ці програмні засоби та досягнення в області комп'ютерних архітектур призвели до розвитку декількох поколінь так званих систем управління енергією (СУЕ), наступників примітивних SCADA.

Оцінка стану включає в основному такі функції [5,6,7]:

1. Попереднє фільтрування вимірювань: для виявлення та відсіювання вимірювань, які є явно неправильними (негативні величини напруги, потоки потужності від діапазону тощо). Тут має місце реалізований набір елементарних перевірок послідовності.
2. Топологічний процесор: на основі статусу комутаційних пристроїв і фізичного розташування підстанцій побудувати модель електричної мережі (електричні вузли, зв'язок, неенергетичні острови тощо).
3. Аналіз спостережень: визначає, чи можна отримати стан системи за допомогою доступних вимірювань для всієї мережі. Якщо спостерігається лише підмножина вузлів, то вона ідентифікує спостережувані острови.
4. Оцінка стану: обчислює статистично оптимальний стан мережі або стан, що найкраще підходить для віддалено захоплених вимірювань для даного набору параметрів мережі та підключення до мережі. В якості побічного продукту він також надає оціночні вимірювання.
5. Виявлення випадкових помилок у наборі вимірювань на основі певних статистичних властивостей оцінки.

Сучасні оцінювачі також здатні виявляти помилки топології та оцінювати покращені значення підозрілих мережевих параметрів, таких як трансформаторні відводи. Рисунок 1 показує функціональні зв'язки та обмін даними між цими блоками.

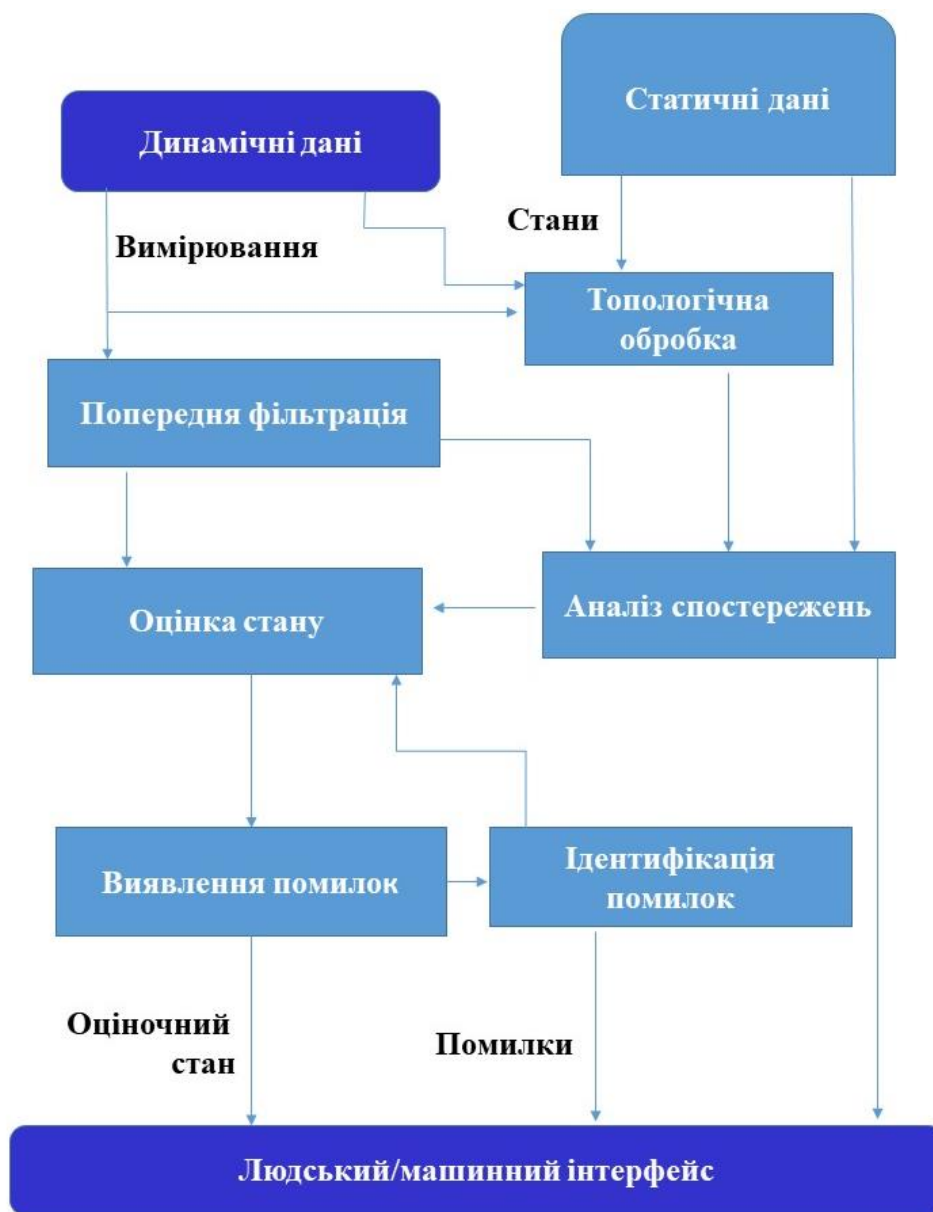


Рис. 1

Висновки

Підсумовуючи, можна сказати, що ОС служить в якості великомасштабного фільтра між віддаленими вимірюваннями та додатками високого рівня. Мета статичної оцінки стану полягає в оцінці складних процесів в даній енергосистемі. Це здійснюється шляхом обробки та вимірювань поточкорозподілів, інжекції шини, величини струму напруги та лінії, а також інформація про стан вимикачів, вимикачів, трансформаторних відводів і параметрів ліній електропередачі. Типи вимірювань, розташування та точність відрізняються в залежності від індивідуальної енергосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. F. Schweppe and B. Douglas, Power system static-state estimation, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, PAS-89, 1970, 120–135.
2. F. Schweppe and E. Handschin, Static state estimation in electric power systems, Proceedings IEEE, 62, July 1974, 972–983.
3. R. Larson, W. Tinney, L. Hajdu, and D. Piercy, State estimation in power systems. Part II: Implementation and applications, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, PAS-89(3), March 1970, 353–362.

Науковий керівник: **Бурикін Олександр Борисович** — кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mr.burykin@mail.ru

Повстянко Катерина Олександрівна — студент групи 1EE-166, факультет електроенергетики, електромеханіки та електротехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ekaterina.povstyanko@gmail.com

Supervisor: **Burykin Oleksander B.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : mr.burykin@mail.ru.

Povstyanko Kateryna O. - student of 1EE-16B, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ekaterina.povstyanko@gmail.com