

ВПРОВАДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕНЕРГІЇ

Дмитренко О.О., к.т.н., доцент, Янчук Д.А., студент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем

Вступ. Останніми роками в багатьох європейських країнах питання вдосконалення автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) на рівні електричної підстанції набуло значної актуальності. Сучасні вимоги до АСКОЕ потребують використання на рівні підстанції вимірювальних приладів з високою точністю вимірювання та подальшого обчислення, оскільки похибки можуть призводити до фінансових втрат; з підвищеними комунікаційними спроможностями, оскільки з'являється необхідність інтеграції АСКОЕ в сучасну автоматизовану систему керування технологічними процесами (АСК ТП). У статті розглянуто частину проблем, з якими стикаються існуючі системи обліку енергії, а також запропоновано рішення для підвищення їх точності вимірювання.

Мета роботи: Метою цієї роботи є аналіз та вдосконалення існуючих АСКОЕ електричних підстанцій з урахуванням вимог міжнародних стандартів. У роботі розглянуто методи компенсації похибок для підвищення точності вимірювання та можливості інтеграції АСКОЕ до АСК ТП електричної підстанції.

Матеріали і результати досліджень. Проблеми традиційних систем обліку. Традиційні АСКОЕ електричних підстанцій впроваджено вже досить давно і, як наслідок, їх апаратна та програмна частини часто мають певні обмеження, що ускладнює досягнення необхідної точності вимірювання (рис. 1).

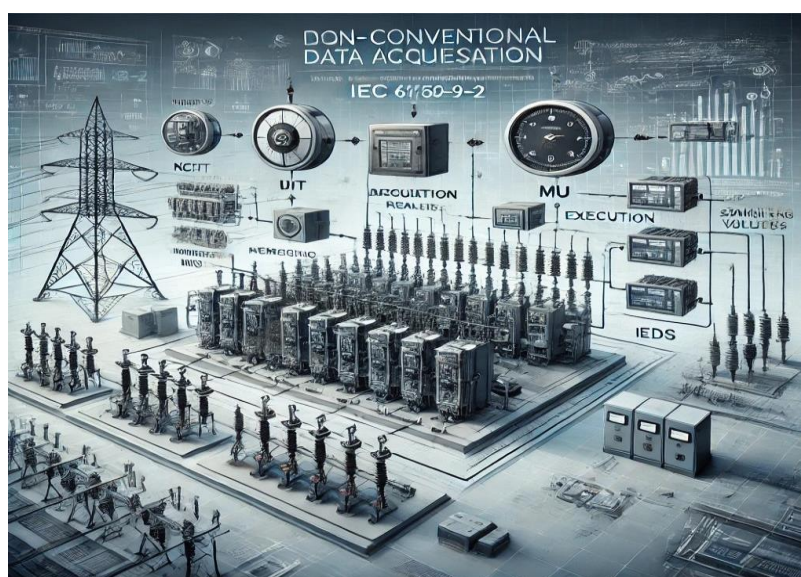


Рисунок 1 – Структура неконвенційної системи збору даних як складової АСКОЕ

Однією з основних проблем є невідповідність точності вимірвальних трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН) сучасним вимогам. На багатьох електричних підстанціях, особливо в країнах, де зміни регуляторної бази призвели не тільки до оновлення регуляторних вимог, а й до перенесення точок комерційного обліку, використовуються застарілі вимірвальні трансформатори, які не відповідають стандарту точності 0.2S, необхідному для розрахунків.

На прикладі підстанцій у Нідерландах, де необхідно було перенести точки обліку у зв'язку з регуляторними змінами, лише 10 % існуючих трансформаторів струму відповідали вимогам щодо точності. Це змусило операторів вишукувати альтернативні підходи, які б дозволили використати наявне обладнання.

Одним з ключових методів для підвищення точності АСКОЕ, який було застосовано у даному випадку, є *ре-класифікація ТС*. В рамках цієї процедури аналізується стабільність похибок трансформаторів в умовах реального навантаження для даного конкретного приєднання. Дослідження, проведені в Нідерландах, показали, що деякі трансформатори класу 0.5 можна ре-класифікувати до класу точності 0.2S за умови стабільності похибок. Це дозволяє використовувати існуючі трансформатори у підстанціях без додаткових витрат на їх заміну. Що, як наслідок, привело до зменшення сумарних витрат модернізацію АСКОЕ, т.я. не вимагає жодного ускладнення ні апаратної, ні програмної частин системи обліку, а лише вимагає попереднього випробування вже існуючих ТС.

Також використовувався інший перспективний підхід – це впровадження інтелектуальних АСКОЕ, які використовують проміжні цифрові датчики для *автоматичної компенсації похибок*. Ці системи здатні збирати й обробляти дані про поточні значення напруги та струму, враховуючи різні аспекти, такі як фазове зміщення та температурні коливання. Крім того, такі системи можуть зберігати інформацію про зміщення, яка використовується для коригування похибок в реальному часі, що підвищує точність обліку на значних обсягах енергії. Цей спосіб, звичайно, значно дорожчий від попереднього, т.я. вимагає модернізації і апаратної частини АСКОЕ (встановлення проміжних датчиків для тих ТС, що неможливо ре-класифікувати), і програмної за рахунок автоматичної компенсації похибок. Але в межах всієї АСКОЕ дані затрати все-рівно нижчі, ніж ті, які-б були при заміні ТС.

Має місце ще одна проблема для існуючих АСКОЕ - необхідність інтеграції облікових систем в загальну систему моніторингу та керування обладнанням електричної підстанції. Сучасні підходи до АСК ТП цифрової підстанції визначають *АСКОЕ як її складову з єдиною мережею вимірювання, захисту та контролю*. Завдяки застосуванню стандарту IEC 61850 стає можливим інтегрувати системи обліку в АСК ТП підстанції, що дозволяє передавати дані в реальному часі та забезпечувати надійний захист. Проте така

інтеграція має враховувати питання кібербезпеки, оскільки системи обліку включають чутливі фінансові дані. Для забезпечення захищеності даних необхідно впроваджувати механізми фізичного й кіберзахисту, а також шифрування даних, що передаються.

Крім того, використання ІЕС 61850 дозволяє зменшити кількість фізичних компонентів у системі обліку за рахунок цифрових датчиків і об'єднаних функцій захисту, контролю та обліку. Це спрощує технічне обслуговування та зменшує витрати на експлуатацію.

Приклад успішного впровадження: У низці європейських країн, таких як Бельгія та Румунія та ін., вже реалізовано пілотні проєкти цифрових підстанцій з інтегрованими системами обліку, які використовують неконвенційні перетворювачі струму та напруги. Ці проєкти показали, що використання нових технологій дозволяє суттєво підвищити точність обліку навіть на старих підстанціях, де не модернізується первинне обладнання, що сприяє скороченню фінансових втрат.

Але цей спосіб вимагає повного демонтажу як старої існуючої АСКОЕ, так і старих існуючих ТС та ТН, зі встановленням новітнього і обладнання, і АСКОЕ.

Висновки. Результати досліджень показали, що вдосконалення систем обліку енергії в підстанціях можливе як за рахунок модернізації існуючих компонентів, так і шляхом впровадження нових технологій. Ре-класифікація існуючих вимірювальних трансформаторів струму може бути ефективним і економічно вигідним рішенням для досягнення необхідної точності, якщо стабільність похибок підтверджується тестуванням.

Використання інтелектуальних облікових систем на базі цифрових датчиків забезпечує автоматичну компенсацію похибок. В деяких випадках це полегшує інтеграцію з іншими системами автоматизації підстанцій, зокрема за допомогою стандарту ІЕС 61850. Така інтеграція дозволяє знизити витрати на обслуговування, підвищити надійність і забезпечити більш високий рівень точності та кібербезпеки. Досвід європейських країн підтверджує, що впровадження нових технологій дозволяє значно скоротити фінансові втрати, пов'язані з неточностями обліку енергії.

Перелік посилань

1. CIGRE Technical Brochure 789. "Improved Metering Systems for Billing Purposes in Substations." Working Group B5.41, January 2020.
2. IEC 61850 Standard for Communication Networks and Systems in Substations.
3. CIGRE Technical Brochure 596. "Guidelines for the Use of Non-Conventional Instrument Transformers in Revenue Metering Applications."
4. Стандарти точності вимірювальних трансформаторів ІЕС 61869-2 та ІЕС 61869-3.