

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ЛАНЦЮГІВ СТРУМУ І НАПРУГИ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

Дмитренко О.О., к.т.н., доцент, Горбач Я.В., бакалавр

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем

Вступ. Важливим елементом в системі управління режимами роботи електричних мереж є вимірювальні трансформатори струму (ТС) і напруги (ТН), які забезпечують роботу пристроїв РЗА, а також проведення вимірів, обліку і реєстрації перетоків електроенергії в енергосистемі.

Традиційними вважаються електромагнітні вимірювальні ТС та ТН (ЕВТ), які давно використовуються в електроенергетиці і на даний момент мають досить високі технічні характеристики. При цьому вони мають недоліки, які витікають з самої фізичної природи ЕВТ, такі як: явища резонансу, гістерезису, насичення, залишкового намагнічування [1]. Альтернативним варіантом є цифрові вимірювальні трансформатори (ЦВТ), які передають миттєві значення напруги і струмів по протоколу ІЕС 61869-9/-13 пристроями приєднання.

Мета роботи. Задачею даного дослідження є аналіз основних підходів до створення цифрових вимірювальних трансформаторів, їх переваг та недоліків у порівнянні з традиційними електромагнітними.

Матеріали і результати досліджень. Існує два види ЦВТ: оптичні і електронні. Електронні ЦВТ базуються на основі традиційних трансформаторів і використовують спеціалізовані аналогово-цифрові перетворювачі. Оптичні вимірювальні трансформатори використовують електрооптичний ефект Керра і Погкельса (для виміру напруги) і магнітооптичний ефект Фарадея (для виміру струму):

$$\theta = V \int \overline{B} d\overline{l} = \mu V \int \overline{H} d\overline{l} = \mu V N I \quad (1),$$

де: V – стала Вердета [As^2/kgm].

В оптоелектронних ТС використовується ефект Фарадея [2, 3], рис. 1, що полягає в обертанні площини поляризації лінійно поляризованого світла в оптично активній речовині під дією зовнішнього магнітного поля. Якщо перетворювач помістити в магнітному полі вимірюваного струму, то вимірюючи кут повороту площини поляризації світла, можна визначити індукцію магнітного поля або силу струму. Функціональна схема оптичного ТС зображена на рис. 2.

Кут повороту площини поляризації світла:

$$\beta = \nu B d \quad (2),$$

де: β – кут повороту (в радіанах); B – щільність магнітного потоку (в Тесла); d – довжина частини комірки Фарадея, яка взаємодіє з магнітним потоком (в метрах); ν – константа Вердета для даного матеріалу комірки Фарадея.

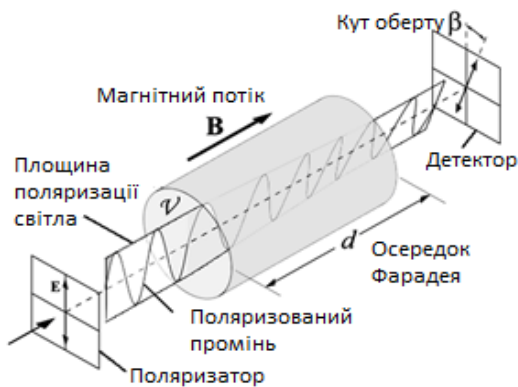


Рисунок 1 – Магнітооптичний перетворювач

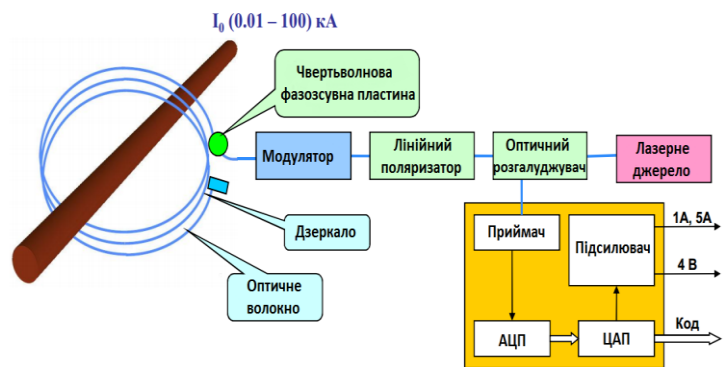


Рисунок 2 – Функціональна схема оптичного ТС

В порівнянні з ЕВТ оптичні мають наступні переваги:

- підвищена безпека внаслідок відсутності оливи або елегазу;
- відсутність ферорезонансу;
- немає небезпеки розмикання вторинних ланцюгів;
- малі габарити і вага;
- висока точність контролю і обліку електроенергії;
- можливість роботи як з існуючими вторинними ланцюгами, так і з перспективними на базі стандарту IEC 61869-9/-13.

Але існують і недоліки:

- складність конструкції і, відповідно, менша надійність в порівнянні з ЕВТ;
- висока вартість;
- складність обслуговування;
- відсутність досвіду експлуатації.

З появою ЦВТ з'явилися і нові підходи до організації ланцюгів струму і напруги. Одним з таких підходів є установка автономних перетворювачів в цифрову форму (SAMU – "stand alone merging unit"). Вони забезпечують ввімкнення ЕВТ в інфраструктуру передачі даних з використанням стандарту IEC TR 61850-90-3. Цей підхід дозволяє реалізувати усі необхідні функції релейного захисту для цифрової підстанції. Але додавання в схему ланцюгів струму і напруги автономного пристрою перетворення негативно впливає на надійність, що дозволяє використати цей підхід тільки в якості апробації рішень на базі стандарту IEC 61850.

Наступний підхід – установка оптичних вимірювальних трансформаторів з цифро-аналоговими перетворювачами. Це дозволить позбавитися від похибок вимірів через перевантаження вимірювальних ланцюгів із-за втрат у вторинних ланцюгах (т.я. кабелі, прокладені по території розподільчого пристрою, замінюються на волоконно-оптичні лінії зв'язку – ВОЛС), через малий коефіцієнт потужності, через зміщення робочої точки трансформатора струму в область малих струмів. Також зникне проблема замикань на землю і пошуку місця замикання, оскільки передача інформації про миттєві значення струмів і напруг здійснюється по ВОЛС, а в електронно-оптичних блоках обробки, як правило, є функція самоконтролю каналів зв'язку. Величезна кількість кабелів

заміняється на невелику кількість ВОЛС. Наявність аналогових і цифрових виходів дозволяє працювати не лише з існуючими вторинними ланцюгами, але і з перспективними інформаційними системами на базі стандарту ІЕС 61850. Недоліками є значна вартість, складність обслуговування, відсутність досвіду експлуатації, складна архітектура обробки і перетворення цифрової інформації в аналогову і посилення аналогових значень струму і напруги, де несправність одного елементу прирівнюється до несправності трансформатора струму або напруги. Такий підхід є раціональним у разі поступової реконструкції підстанції, метою якої є повний перехід на цифрові технології відповідно до стандарту ІЕС 61850.

Останній підхід – установка оптичних вимірювальних трансформаторів і організація шини процесу відповідно до стандарту ІЕС 61850. На додаток до попереднього підходу можна відмітити: повна відсутність кабелів, передача інформації про діючі величини струмів і напруги здійснюється повністю у цифровому виді. Перехід до шини процесу згідно ІЕС 61850 супроводжується наступними труднощами: організація шини процесу здійснюється за допомогою промислових комутаторів, що вимагають визначеного програмування, відповідно гостро постає питання про інформаційну безпеку. Можливе виникнення труднощів з недостатньою пропускну здатністю шини процесу. Необхідність в точній синхронізації часу. Необхідність в резервуванні комутаторів. Необхідність серйозної підготовки фахівців різних областей - експлуатації, наладки, проектування розробки пристроїв релейного захисту і проти аварійної автоматики. Усі ці аспекти, пов'язані з реалізацією шини процесу, вимагають серйозного технічного опрацювання і тестування.

Висновки. Таким чином, на підставі проведеного аналізу, можна сказати, що на даний момент з урахуванням великого числа як технічних, так і економічних труднощів, і наявності рішень, опрацьованих і випробуваних, по організації ланцюгів струму і напруги на базі стандартного підходу перехід до шини процесу згідно ІЕС 61850 рішення невиправдане. Застосування оптичних вимірювальних трансформаторів струму економічно вигідно в області надвисоких напруг, коли вартість ізоляції традиційних вимірювальних трансформаторів виходить дуже високою. Разом з тим традиційні вимірювальні трансформатори це одні з найпростіших, найнадійніших і найбільш безпроблемних елементів в електроенергетиці, тому оптичні вимірювальні трансформатори повинні застосовуватися в деяких спеціальних випадках.

Перелік посилань

1. Стогний Б.С. Теория высоковольтных измерительных преобразователей переменного тока и напряжения. – К.: Наук. Думка, 1984. - 272 с.
2. М. Власов, А. Сердцев. Высоковольтные оптические преобразователи для систем измерений и анализа качества электрической энергии. - Энергорынок, № 10 (35) 2006, с. 43–46.
3. Гречухин В.Н. Анализ результатов испытаний цифрового трансформатора тока - Электро. – 2001. – №3. – С. 42–45.