

УДК 621.314

Д.Г. Дерев'янка, к.т.н., доцент

В.І. Мудрик

К.М. Гілевич

кафедра електропостачання, ІЕЕ

О.І. Реп'єв

кафедра електричних мереж та систем, ФЕА

ЦИФРОВА ПІДСТАНЦІЯ ЯК НАСЛІДОК ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЕНЕРГОСИСТЕМУ. АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

ВСТУП

[1] Поява нових міжнародних стандартів стимулюють розвиток сучасних цифрових технологій. Термін «цифрова підстанція (ЦПС)» використовується все частіше, коли йдеться про постачання електричної енергії. Численні статті, маркетингові ЗМІ та Інтернет-сторінки демонструють найважливіші нововведення та висвітлюють переваги для клієнта. ЦПС має багато відмінностей в порівнянні з аналоговою підстанцією (ПС), в першу чергу це вбудоване в первинне обладнання інтелектуальних мікропроцесорних пристроїв, та повністю цифровий спосіб доступу до інформації, її передачі та обробки.

Мета роботи

Мета дослідження, оцінити перспективи впровадження ЦПС, провести аналіз основних вимог до створення ЦПС. Провести аналіз відмінностей ЦПС від аналогової ПС.

Матеріали та дослідження

Загальні відомості

[3] ПС складається з двох типів обладнання: первинного обладнання та вторинного обладнання. Первинне обладнання складається з трансформаторів, автоматичних вимикачів та приладових трансформаторів. Беручи до уваги, що вторинне обладнання включає вимірювальні, дисплейні, комунікаційні, захисні та контрольні пристрої. Сучасна підстанція повинна включати найсучаснішу інформацію, автоматизацію та інтерактивні характеристики.

ЦПС - це підстанція з високим рівнем автоматизації управління технологічними процесами, оснащена розробленими інформаційно-технологічними та керуючими системами та засобами, в якій всі процеси інформаційного обміну між елементами підстанцій, інформаційного обміну з зовнішніми системами, а також управління робочою підстанцією здійснюється в цифровому вигляді на основі протоколів стандартів ІЕС 61850, 61968/61970. Первинне силове обладнання підстанції та компоненти інформаційно-технологічних та керуючих систем орієнтовані на підтримку цифрового обміну даними.

[2] У складі програмно технічного комплексу ЦПС повинні вступити наступні функціональні підсистеми:

- автоматична система управління технологічними процесами ;
- релейний захист та автоматика ;
- спеціалізованого автоматичного управління та регулювання;
- моніторинг параметрів якості електроенергії;
- реєстрація аварійних подій та процесів в енергосистемі ;

- комерційного та технічного обліку електроенергії;
- моніторинг та технічна діагностика стану основного технологічного обладнання;
- моніторинг та управління інженерними системами;
- синхронізованих векторних змінних;
- нормативно-технічної документації та інформаційного забезпечення обслуговуючого персоналу;
- інформаційної безпеки;
- загальної безпеки.

Архітектура цифрових підстанцій

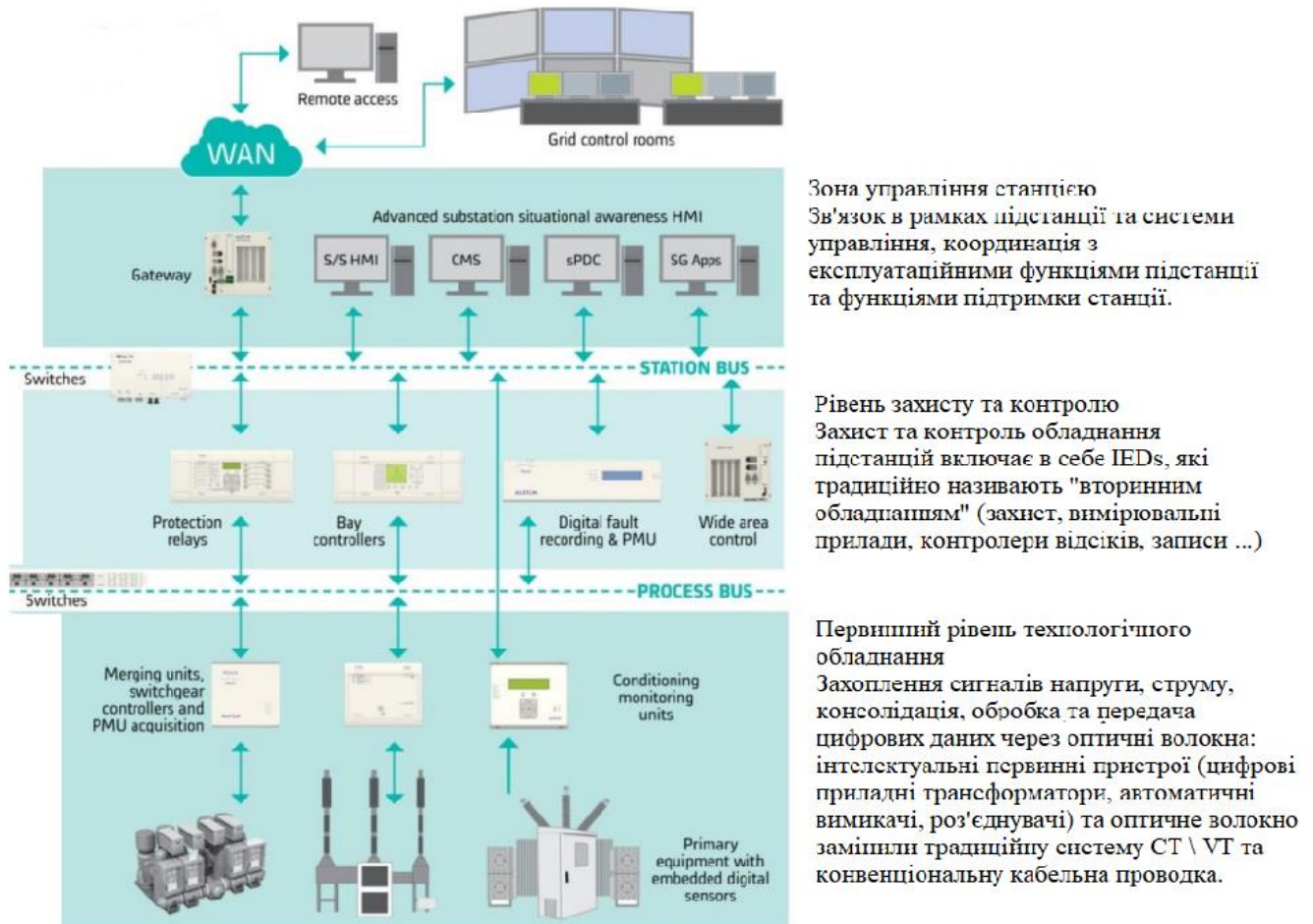


Рисунок 1. Архітектуру цифрової [4]

Як визначено стандартом Міжнародного електротехнічного комітету (IEC) 61850, архітектура цифрової підстанції складається з трьох рівнів: зв'язок та управління, захист та контроль, первинне обладнання. Кожен з рівнів виконує певні функції, а обладнання працює разом для виконання функцій ЦПС. Рівень технологічного процесу включає силові трансформатори, вимірювальні трансформатори та комутаційне обладнання. У звичайній підстанції інтерфейс жорстко з'єднаний мідними кабелями; струми та напруги направляються до панелей захисту та управління на прийнятих стандартизованих рівнях вторинного сигналу, а контрольні кабелі надсилають та отримують інформацію про стан. У цифровій підстанції всі дані - як аналогові, так і двійкові - оцифровуються поблизу джерела і надсилаються в IED через волоконно-оптичні кабелі за допомогою протоколу IEC 61850-9-2.

Міжнародний стандарт ІЕС 61850 та його роль у ЦПС

Як зазначалося вище, стандарт ІЕС 61850 постійно розвивається. Впровадження нових технологій - наприклад, нетрадиційних трансформаторів - є наступним кроком у розвитку підстанцій. Наприклад, розділ ІЕС 61850-9-2 визначає передачу сигналів вимірних значень первинним обладнанням. Аналогові змінні трансформатори струму та напруги первинного обладнання перетворюють у вимірювані змінні, які можна обробляти цифровим способом, наближатись до процесу та передавати їх у підстанцію через технологічну шину. Це робить їх доступними для різних додатків - наприклад, захисту та автоматизації - для подальшої обробки[5]. Поєднання високопродуктивної та високоефективної технології зв'язку, заснованої на технології волоконно-оптичного кабелю, та використання таких технологій резервування, як PRP (Протокол паралельного резервування) та HSR (Висока доступність, плавне надлишкове резервування) робить цю технологію доступною навіть для критично важливих за часом обладнання.

Отже, це ще один важливий внесок у оцифрування підстанції. Технологія технологічної шини насправді не нова, і в цій галузі розвивається багато років, але прорив відбувся лише зараз. Вирішальним фактором для цього є перш за все існування потужних процесорних та комунікаційних технологій, а також стандартизація, що дозволяє різним виробникам розробляти обладнання, що гарантують взаємодію [5]. Це гарантує, що клієнти інвестують у технологію, яка підтримується різними постачальниками і яка постійно розвивається.

Основні переваги та недоліки ЦПС

- На проектування ЦПС треба менше часу на 50% ніж на аналогову ПС.
- ЦПС заощаджує до 20% території при будівництві
- Заощадження на будівництві до 50%
- За рахунок зниження кабельних зв'язків, знижуються витрати на кабель до 80%
- У два рази менше займають місця шафи релейного захисту та протиаварійної автоматики
- Надійність у з'єднаннях
- 100% резервування
- 100% безпека персоналу
- 100% надійність безпеки електроживлення
- Вартість на будівництво ЦПС більша, за рахунок високої вартості цифрових технологій

Цифровізація дозволяє сектору енергопостачання - як і іншим галузям - використовувати нові технології, методи та процеси, особливо на підстанціях, що підвищують експлуатаційну ефективність станції. У порівнянні зі звичайною підстанцією, цифрова підстанція пропонує наступні переваги:

1. Зв'язок на основі Ethernet за стандартом ІЕС 61850. Оцифровка рівня станції
2. Оцифрування впровадження технологічного рівня та нетрадиційних трансформаторів на рівні процесу
3. Підтримка управління активами. Використання даних цифрової підстанції для управління активами
4. Інтегрована техніка. Послідовна, ефективна техніка
5. Кібербезпека. Обов'язковою та невід'ємною частиною будь-якої цифрової підстанції
6. Підтримка управління мережею. Використання даних цифрової підстанції підтримує мережевий контроль.



Рисунок 2. Шість основних аспектів цифрової підстанції

Світовий референс лист ЦПС від компанії General Electric
Таблиця 1.

Країна	Клас напруги	Цифрові ТТ/ТН	Дата впровадження
Франція	420кВ	Ring Glass	2000р
Франція	245кВ	RECT/CEVT	2006р
Британія	400кВ	RECT/CEVT	2007р
Іспанія	145кВ	COSI-CT	2011р
Мексика	420кВ	COSI-CT	2011р
Індія	220кВ	COSI-CT	2012р
Індія	1200кВ	COSI-CT	2012р
Данія	420кВ	COSI-CT	2013р
Швеція	77кВ	COSI-CT	2013р
Бразилія	138кВ	COSI-CT	2013р
Бразилія	230кВ	COSI-CT	2013р
Росія	110кВ	COSI-CM	2014-15р
США	150кВ	COSI-CT F3	2014-15р
Франція	225кВ	COSI-CT, COSI-VT	2014-15р
Україна	150кВ	ROGOFLEX	2018р
Україна	150кВ	ROGOFLEX	2019р

Висновки.

Основні проблеми які заважають впровадженню ЦПС це- неузгодженість, неповнота

і відставання стандартів, галузевої нормативної бази. Якість системи підготовки нових кадрів і перепідготовки експлуатаційного персоналу, наразі це дуже складно, так як технології розвиваються швидше ніж експлуатаційний персонал встигає опонувати та правильно використовувати ці технології. Та одна із головних проблем це висока вартість первинного обладнання. В Україні технологія ЦПС розвивається, але ці проблеми гальмують впровадження ЦПС в енергосистему України.

Перелік посилань

1. Цифрові підстанції. аналіз та їх тенденції впровадження в Україні/ О.О. Дмитренко, В.І. Мудрик. Міжнародний науково-технічний журнал "Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики".2019р. С.53-56.
2. Цифровой питающий центр. требования к технологическому проектированию цифровых подстанций напряжением 110-220 Кв и узловых цифровых подстанций напряжением 35 кВ/ Департамент оперативно-технологического управления ПАО «Россети». 2019
3. Modern Substation Design/ International Journal of Electrical Engineering. ISSN 0974-2158 Volume 7, Number 1 (2014), pp. 17-24
4. Feedback on installed experience with fully-digital substations / 23 rd International Conference on Electricity Distribution Lyon, 15-18 June 2015 Paper 0224
5. Digital Substations - their significance and benefits/Technical article published in the German magazine ew 9/2017