

ЦИФРОВІ ПІДСТАНЦІЇ. АНАЛІЗ ТА ЇХ ТЕНДЕНЦІЇ ВПРАВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Дмитренко О.О., к.т.н., доцент, Мудрик В.І., бакалавр

КПІ ім. І. Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем

Вступ. З появою нових міжнародних стандартів і прогресу розвитку сучасних інформаційних технологій відкриваються нові можливості інноваційних підходів до вирішення завдань автоматизації і управління енергооб'єктами, що дозволяє створити підстанцію нового типу - цифрову (ЦПС). Є багато відмінностей ЦПС у порівнянні з аналоговою (ПС), наприклад, наявність вбудованих у первинне обладнання інтелектуальних мікропроцесорних пристроїв, повністю цифровий спосіб доступу до інформації, її передачі та обробки.

Мета роботи. Задачею даного дослідження є аналіз основних підходів до створення ЦПС в цілому, аналіз їх відмінностей від традиційних аналогових ПС. Більш детально слід розглянути вимоги до основного джерела сигналів ЦПС – мікропроцесорних пристроїв релейного захисту та автоматики і цифрових реєстраторів аварійних процесів.

Матеріали і результати досліджень. Впровадження автоматизованих систем керування технологічним процесом (АСК ТП) почалося з появи систем телемеханіки електричних підстанцій і електростанцій. Їх апаратура дозволяла збирати аналогові й дискретні сигнали з використанням модулів збору інформації і вимірювальних перетворювачів [1, 2]. З появою перших мікропроцесорних пристроїв (МП) РЗА інформація від них також інтегрувалася в АСК ТП за цифровими інтерфейсами. Існує багато різновидів МП, які використовуються в електроенергетиці: РЗА, моніторинг силового обладнання, щитів постійного струму, власних потреб, вимірювальні пристрої, лічильники електроенергії та ін. Хоча інформація з цих пристроїв передається в АСК ТП у цифровому вигляді, даний підхід не є повністю цифровим. Адже частина інформації (струми та напруги, дискретна інформація) передаються в оперативний пункт керування в аналоговому виді, де перетворюються в «цифру» кожним окремим пристроєм нижнього рівня. Причому ця інформація (в повному або неповному об'ємі) поступає на кілька пристроїв нижнього рівня, тобто багатократно дублюється, відцифровується з різною дискретизацією, і по різних протоколах обміну вже поступає в АСК ТП. Як результат, на кожній сучасній підстанції існує кілька різних систем, побудованих на різних інформаційних моделях – система РЗА, системи моніторингу силового обладнання (окремо вимикачів, окремо трансформаторів і т.д.), вимірювання, обліку, якості електроенергії, відеонагляду і т.д. Ці системи частково використовують як датчики інформації одні і ті ж вимірювальні трансформатори, але різні мікропроцесорні пристрої, різне комунікаційне обладнання, різні сервери, тощо. Зрозуміло, що вартість підстанційної системи є значною за рахунок багатократного дублювання деяких функцій, наприклад, вимірювальних, дублювання інформаційних мереж та цифрової техніки.

На відміну від аналогової ПС, що використовує обмін електричними дискретними/аналоговими сигналами, ЦПС базується на «цифровій» взаємодії всіх підстанційних елементів. На рис. 1 наведено загальний вигляд принципу взаємодії обладнання ЦПС.

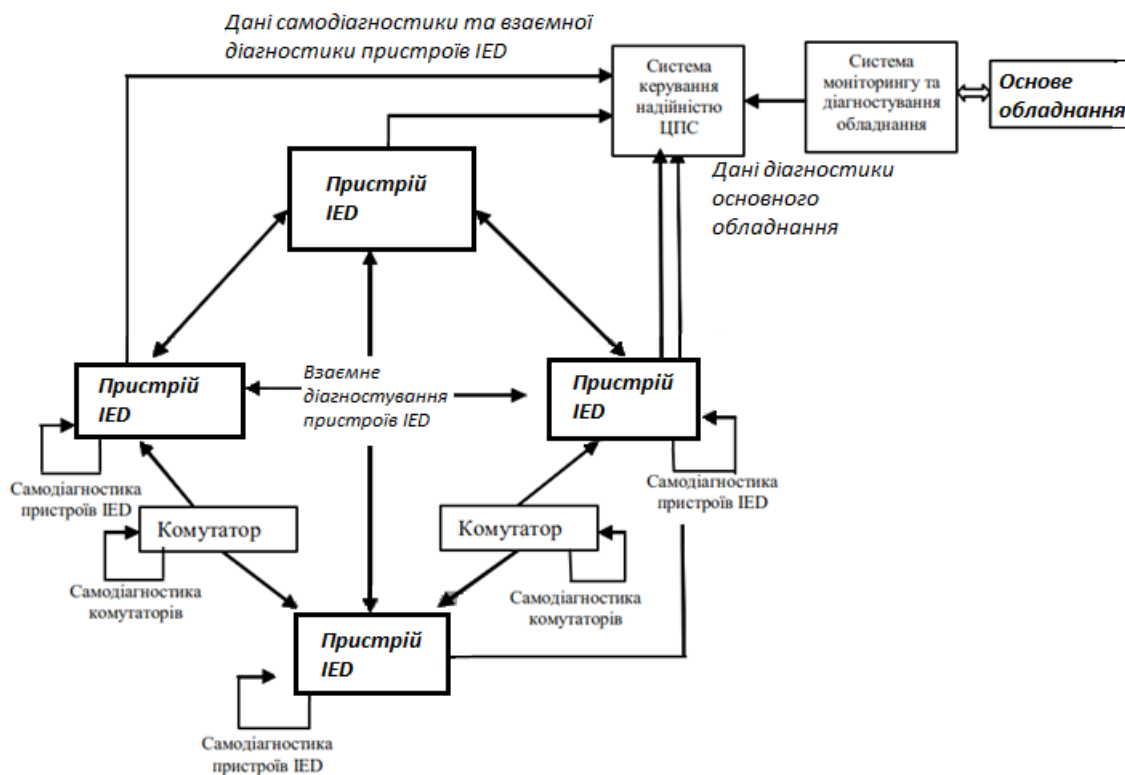


Рисунок 1 – Принцип взаємодії обладнання ЦПС

Для повної «цифрової» взаємодії в ЦПС необхідно рішення багатьох задач. Наведемо кілька основних:

- перехід від електромагнітних вимірювальних перетворювачів (трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН)) до перетворювачів з цифровим виходом. В якості останніх вже зараз використовуються оптичні ТС, катушки Роговського. У випадку неможливості використання вимірювальних перетворювачів з цифровими виходами, використовуються спеціальні пристрої SAMU - "stand alone merging unit". Вони забезпечують ввімкнення електромагнітного ТС або ТН в інфраструктуру передачі даних з використанням стандарту IEC TR 61850-90-3. Цей підхід дозволяє реалізувати усі необхідні функції релейного захисту для цифрової підстанції. Окрім того, будь-який вимірний аналоговий сигнал стає доступним будь-якому цифровому пристрою на даній підстанції з необхідною точністю;
- уніфікація протоколів обміну інформацією. Вже зараз переважна більшість мікропроцесорних пристроїв на підстанції використовують єдиний протокол обміну інформацією IEC-61850. Даний протокол окрім уніфікації забезпечує побудову однотипної інформаційної моделі даних кожного окремого пристрою, єдиної моделі підстанції, протоколи вертикального (MMS) та горизонтального (GOOSE) обміну, протоколи передачі миттєвих значень

струмів та напруг (SV). Всі інформаційні зв'язки на таких підстанціях виконуються цифровими по єдиній шині процесу. Це відкриває можливість швидкого прямого обміну інформацією між пристроями, що в кінцевому рахунку дає можливість скорочення числа мідних кабельних зв'язків і числа пристроїв, а також більш компактного їх розташування.

В табл. 1 наведено результати порівняльного аналізу відмінностей ЦПС та аналогових ПС.

Таблиця 1 – Відмінності ЦПС та аналогових ПС

<i>Параметр/Підстанція</i>	<i>Аналогова</i>	<i>Цифрова</i>
Первинна цифрова обробка сигналів	Ні	Так
Насичення та ферорезонанс в ТС та ТН	Так	Ні
Вплив силового обладнання на вторинні кола	Так	Ні
Надійність та якість передачі сигналів	Низька	Висока
Кількість кабельно-провідникової продукції	Велика	Невелика
Вибухонебезпечність ТС	Так	Ні
Затрати на монтаж та експлуатацію устаткування	Високі	Низькі

За результатами аналізу переваг ЦПС у порівнянні з аналоговими ПС слід зазначити їх безперечно більшу ефективність. Розглянемо ситуацію з впровадженням ЦПС як у світі, так і в Україні. В даний час у світі почалося масове впровадження рішень класу «цифрова підстанція», заснованих на стандартах серії IEC-61850, реалізуються технології управління Smart Grid. Реалізовано вже сотні підстанцій в Західній Європі та Північній Америці, які в деякому наближенні можна вважати цифровими.

На території колишнього СНГ ситуація інша. Зафіксовано лише кілька випадків будівництва ЦПС. Зокрема, в Білорусі – одна з найбільших вузлових підстанцій, що перебуває на балансі РУП «Могилівенерго (поставляється АВВ), в Росії - ЦПС 500 кВ "Тобол. В Україні ситуація аналогічна. На даний момент закінчено будівництво та йде етап введення в експлуатацію першої цифрової підстанції для Приморської вітроелектростанції в Запорізькій області. Обладнання, що використовується - GE, світового лідера цифрових технологій.

Слід зазначити, що в Україні спеціалістами ДП «НЕК «Укренерго» проведено аналіз світових підходів до побудови ЦПС та сформовано вимоги до проектування ЦПС. Ці вимоги викладені в СОУ НЕК 20.261:2018 [3]. Згідно даного документу можна виділити кілька вимог до цифрового обладнання:

1. Всі цифрові пристрої на підстанції, у т.ч. і МП РЗА, вимірювання, реєстратори аварійних процесів повинні підтримувати протокол обміну IEC-61850.
2. Всі цифрові пристрої на підстанції, у т.ч. і МП РЗА, вимірювання, реєстратори аварійних процесів повинні мати 2 ethernet-порти з підтримкою протоколу IEC-61850.

3. Всі цифрові пристрої на підстанції, у т.ч. і МП РЗА, вимірювання, реєстратори аварійних процесів повинні забезпечувати синхронізацію за протоколом синхронізації часу IEEE 1588v2 (PTP) – не гірше 1 мкс.
4. Всі цифрові пристрої керування на підстанції, у т.ч. і МП РЗА, реєстратори аварійних процесів повинні підтримувати резервування за стандартам PRP або HSR. Що передбачає нульовий час на відновлення.
5. Всі цифрові комутатори на підстанції повинні підтримувати протокол IEC-61850, синхронізацію за протоколом синхронізації часу IEEE 1588v2 (PTP), резервування за стандартам PRP або HSR.

Всі зазначені вище вимоги підтримують сучасні МП РЗА закордонного виробництва - ABB, Siemens, Alstom, Schneider Electric, SEL, реєстратори аварійних процесів також закордонного виробництва – GE, SEL, ABB, Siemens, мережеві комутатори GE, SEL.

Пристрої українського виробництва, на жаль, усім перерахованим вимогам, не відповідають. Розглянемо детально.

МП РЗА. В Україні випускаються наступні МП РЗА – МРЗС (ВО «Київприлад», м. Київ), Діамант (НВО «Хартрон», м. Харків), Релсіс (ВО «Реле і автоматика», м. Київ), УЗА (ТОВ «Енергомашвин», м. Київ). З перерахованих пристроїв тільки Діамант забезпечує виконання вимог 1 та 2. Інші вимоги даним пристроєм не виконуються. Інші виробники ще тільки працюють над інтеграцією протоколу IEC-61850.

Реєстратори аварійних процесів. В Україні масово випускаються наступні реєстратори – РЕГІНА (МЧП АНГЕР, м. Київ) та РЕКОН (НВО «РЕКОН», м. Дніпро). Даними реєстраторами обладнані практично всі підстанції України, але жодна з вищеперерахованих вимог не виконується.

Мережеві комутатори. Комутаторів українського виробництва, які підтримують вимогу 5, взагалі не існує.

Тобто, реалізація в Україні ЦПС на даний момент можлива лише за рахунок імпортової апаратури. Що приводить до значного здорожчання ЦПС.

Висновки. 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, процес введення в дію ЦПС набуває досить швидких темпів. Але в Україні цей процес гальмується. В першу чергу, за рахунок високої вартості імпортного обладнання. Процес доведення вітчизняних МП РЗА та реєстраторів до вимог СОУ НЕК 20.261:2018 йде, але це майбутня перспектива.

Перелік посилань

1. Цифрова підстанція складова системи "Smart grid"/ В.І. Васильченко, О.Г. Гриб, О.В. Лелека, Д.А. Гапон, Т.С. Ієрусалімова. Електротехніка і Електромеханіка. 2014. №6. С. 72-76
2. Данилин А. Цифровая подстанция. Подходы к реализации / А. Данилин, Т. Горелик, О. Кириенко, Н. Дони // “ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение” №3. – 2012.
3. СОУ НЕК 20.261:2018