

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Визначено основні принципи організації технологічного та оперативного керування електроенергетичними об'єктами в аспекті побудови комунікаційних мереж і систем на підстанціях, основні функції таких систем та їх розподіл на логічні вузли відповідають вимогами сучасних міжнародних стандартів.

Вступ

Сьогодні сучасні інформаційні технології надають можливість обробляти значні за обсягом потоки даних із необхідною швидкістю на основі використання мікропроцесорної техніки, насамперед в обладнанні автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) підстанцій. За таких умов техніка комунікацій набуває особливого значення в підвищенні технічної досконалості та енергоефективності систем керування електроенергетичними об'єктами (ЕЕО), системами (ЕЕС) та усією ОЕС України.

Таким чином, *метою статті* є визначення основних аспектів організації комунікаційної складової технологічного керування ЕЕО з врахуванням вимог міжнародних нормативних документів.

Матеріали дослідження

Основною задачею в проблемі побудови інформаційного забезпечення АСК ТП підстанцій є досягнення сумісності всіх інтелектуальних електронних пристроїв (ІЕП) [1] незалежно від їх виробника. Основними ІЕП технологічного обладнання можуть бути: модулі керування коміркою; релейний захист; вимірювальні прилади; автономні контролери (тобто контролери напруги); перетворювачі; цифрові трансформатори струму та напруги [2].

Встановлено, такі основні аспекти побудови сучасних комунікаційних систем на підстанціях [3]:

- загальна схема комунікацій має базуватися на чинних сучасних стандартах зв'язку;
- використовувані протоколи повинні бути відкритими і мати підтримку пристроїв із функцією самоопису;
- синтаксис і семантика передавання даних в комунікаційній системі мають бути ґрунтовані на використанні загальних об'єктів даних, що стосуються електроенергетики;
- АСК ТП підстанцій є одним із елементів загальної ієрархічної системи керування енергосистемою.

Визначено, що архітектура таких систем будується на принципі багаторівневості і має три ієрархічні рівні керування електрообладнанням на ЕЕО. Мова іде, по-перше, про «рівень процесу», що складається з віддалених пристроїв вводу—виводу, ІЕП: датчиків і приводів. По-друге, виділяється «рівень комірки», що містить пристрої секції керування, захисту або автоматичного контролю для кожної окремої комірки. І, на нарешті, «рівень підстанції», що містить підстанційний комп'ютер з базою даних, автоматизоване робоче місце з відповідними інтерфейсами віддаленого зв'язку тощо.

Обмін даними між цими рівнями забезпечується шляхом розподілу виконуваних функцій на логічні вузли (ЛВ) і забезпечення їх зв'язку на основі логічних інтерфейсів (рис. 1). Логічним вузлом є найменша частина функції, що представлена у фізичному пристрої і здійснює обмін даними.

Показані на рис. 1 інтерфейси (5, 6 та 1, 2) забезпечують відповідно обмін даними між рівнями комірки й підстанції та між рівнями процесу й комірки. Інтерфейс 3 слугує для взаємних перемикань на рівні комірки. Інтерфейси 3 і 7 відповідають за обмін даними в межах рівня комірки та рівня підстанції відповідно. За допомогою інтерфейсів 8 та 9 забезпечується зв'язок підстанції з віддаленим робочим місцем та віддаленим центром керування відповідно.

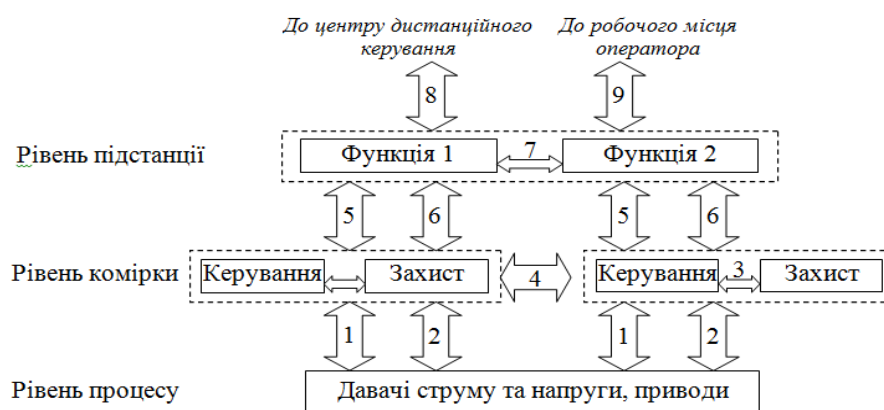


Рис. 1

Незважаючи на подібність логічних і фізичних рівнів, відображення логічної структури функції у фізичної структури пристрою стандартами не регламентується. Відображення залежить від доступності, технічних вимог, цінових обмежень та сучасного технологічного рівня обладнання АСК підстанції, тощо.

Функції рівня станції такі, як людино-машинний інтерфейс, інтерфейс телекерування та інтерфейс телеконтролю можуть покладатися на підстанційний комп'ютер, а всі інші функції можуть бути розподілені по пристроях рівня комірки. У цьому випадку інтерфейс 4 є основою системи. З іншого боку, всі функції рівня станції можуть розміщуватися на підстанційному комп'ютері. При цьому, інтерфейси 5 і 6 несуть повну функціональність інтерфейсу 4. Однак можливі й інші рішення.

Функції рівня комірки можуть бути реалізовані у вигляді спеціальних пристроїв рівня комірки таких, як блок захисту та блок керування, або у вигляді комбінованих блоків. Деякі функції можуть бути фізично реалізовані на рівні процесу, що забезпечується їх вільним розподіленням. Якщо немає послідовних інтерфейсів 1 і 2, функції рівня процесу реалізуються в пристроях рівня комірки. Реалізація послідовних інтерфейсів 1 і 2 може містити тільки віддалені пристрої введення-виведення або інтелектуальні давачі та приводи, які забезпечують певну функціональність рівня комірки вже на рівні процесу.

Логічні інтерфейси можуть бути виконані у вигляді спеціальних фізичних інтерфейсів. Два або більше логічних інтерфейси можуть також бути реалізовані в одному єдиному фізичному інтерфейсі. Крім того, ці інтерфейси можуть бути виконані в одній або більше фізичних локальних мережах. Вимоги до цих фізичних інтерфейсів залежать від розподілення функцій по рівням та пристроям.

Зрозуміло, що не обов'язково всі зазначені інтерфейси мають бути реалізовані в конкретній АСК ТП підстанції. Описаний підхід охоплює як модернізацію вже існуючих, так і будівництво нових підстанцій.

Розглянемо визначені категорії функцій [4]:

- функції системної підтримки: керування мережею; синхронізація за часом; самодіагностика фізичного пристрою;

- функції технічного обслуговування або конфігурування системи: ідентифікація вузла; керування програмним забезпеченням; керування конфігуруванням; робочий режим керування ЛВ; налаштування; режим випробування; керування безпекою системи;

- функції керування та оперативного керування: керування безпекою доступу; керування; керування спонтанною зміною вказівок; синхронне перемикання (перемикання в певній точці на кривій); установлення параметрів перемикання; керування аварійною сигналізацією; запис (і керування) подій; збір даних; збір записів про несправність/пошкодження;

- локальні функції автоматизації процесу: функція захисту (загальна); дистанційний захист (наприклад, функція захисту); блокування комірки; моніторинг вимірювання, обліку і якості електроенергії;

- розподілені автоматичні функції підтримки: блокування в межах всієї підстанції; розподілена перевірка синхронності;

- розподілені функції автоматизації процесу: відмова вимикача; автоматична адаптація захисту (загальна); зворотне блокування (наприклад, для автоматичної адаптації захисту); відключення

навантаження; відновлення навантаження; регулювання напруги та реактивної потужності; переключення електроживлення та зміна трансформатора; послідовності автоматичних перемикачів.

Всі ці функції в АСК підстанції поділено на складові (логічні вузли). Логічні вузли можуть знаходитися в різних пристроях і на різних рівнях. Якщо функція виконується декількома пристроями, то таку функцію називають розподіленою. Логічні вузли розподіляються, як у функції, так і у фізичні пристрої. Логічні вузли пов'язані між собою логічними зв'язками, а пристрої — фізичними зв'язками. Будь-який ЛВ є частиною фізичного пристрою; будь-який логічний зв'язок є частиною фізичної зв'язку.

Визначено, що необхідною є стандартизація взаємодії між ЛВ, враховуючи важкість визначення та розподіл на фізичному рівні всіх можливих функцій, що використовуються або будуть використовуватися в конкретній АСК ТП підстанції.

На рис. 2, для прикладу, показано як функції розкладаються по ЛВ. Фізичні пристрої в яких вони розташовані позначають номерами: станційний комп'ютер (ЛМІ); синхронний комутаційний пристрій (СКП); блок дистанційного максимального струмового захисту (МСЗ); блок керування коміркою; вимірювальний трансформатор струму; вимірювальний трансформатор напруги; шинний трансформатор напруги.

Одним із невід'ємних атрибутів сучасної комунікаційної системи на підстанціях є повідомлення PICOM (Piece of Information for COMmunication), які використовуються для опису інформації, що передається між ЛВ. Компонентами або атрибутами PICOM є: *дані*, що означають вміст інформації і її ідентифікацію так, як потрібно функції (семантика); *тип*, що описує структуру даних, тобто це аналогове або двійкове значення, у випадку єдиного значення або набору даних тощо; *продуктивність*, що означає допустимий час передачі (визначається класом продуктивності), цілісність даних і метод або причину передачі (наприклад періодично, ініціюється за допомогою події, на вимогу); *логічне з'єднання*, що містить логічне джерело (ЛВ, що надсилає інформацію) і логічний приймач (адресат або ЛВ, що приймає інформацію).

Для визначення комунікаційних вимог на підстанції, необхідна ідентифікація всіх функцій. Опис функцій враховує підходи ЛВ і PICOM і складається з трьох етапів: опису функції, включно з декомпозицією в ЛВ; опису ЛВ, включаючи і PICOMs, що передаються; опису PICOM, включно з атрибутами.

Існує чіткий алгоритм опису функцій для АСК ТП підстанцій, що складається з таких елементів: задачі функції; умови запуску функції; результату або впливу функції; характеристики функції; декомпозиції функції; взаємодії з іншими функціями [4].

Опис ЛВ цих функцій виконується за допомогою групування за найпоширенішою сферою застосування та короткого текстового опису їх функціональних можливостей, а також взаємозв'язку між функціями і ЛВ та обміну повідомленнями PICOM.

В свою чергу, опис повідомлень PICOM надає таку інформацію: семантика; логічне двоточкове (пряме) з'єднання; експлуатаційні вимоги; тип даних.

Логічні вузли можуть взаємодіяти один з одним лише в тому випадку, якщо вони можуть інтегрувати і обробляти отримані дані і якщо використовують спільні комунікаційні сервіси. Тому дуже важливо, щоб об'єкти даних, що призначені для логічних вузлів і їх ідентифікацію в межах ЛВ було чітко визначено та стандартизовано.

Для цієї мети існують методи моделювання визначені нормативними документами. Дані та сервіси програм можуть бути змодельовані в три рівні. Перший рівень описує абстрактні моделі та комунікаційні сервіси, що використовуються для обміну інформацією між ЛВ. Другий і третій рівні визначають область застосування конкретної об'єктної моделі. Вона включає в себе специфікацію класів даних з атрибутами та їх відношення до ЛВ.

Логічні Вузли	[-----Функції-----]			
	Синхронізована комутація вимикачів	Дистанційний захист	Максимально- струмовий захист	
ЛМІ	X	X	X	1
СКП	X			2
Дист.зах.		X	X	3
МСЗ			X	
Вимикач	X	X	X	4
ТС комірки		X	X	5
ТН комірки	X	X		6
Шинні ТН	X			7

Рис. 2

В АСК ТП підстанцій існує значний обсяг конфігурування, необхідний для забезпечення функціонування всіх з'єднаних разом складових таких систем. Для спрощення цього процесу слід використовувати специфічну мову конфігурування підстанції SCL засновану на мові XML для опису конфігурування основних систем передачі даних. Це дозволяє формалізувати опис відносин між АСК підстанції та обладнанням на підстанції. На прикладному рівні описується топологічна структура підстанції і відношення її обладнання до функцій АСУ (логічних вузлів), сконфігурованих з мікропроцесорних електронних пристроїв. Кожен такий пристрій повинен надати SCL файл, в якому описується самоконфігурування підстанції.

Мова SCL описує ієрархію файлів конфігурації за стандартом МЕК 61850-6 [5]: технічні характеристики системи; можливості мікропроцесорних пристроїв; конфігурування підстанції; мікропроцесорні пристрої, що конфігуруються. Всі ці файли створюються аналогічно і мають однаковий формат, але призначені для різного застосування.

Слід, також, зазначити, що технічні вимоги до комунікаційних мереж на підстанції, в значній мірі, залежать від розмірів підстанції та її значимості для енергосистеми. Для детального визначення комунікаційних вимог на певній підстанції, вона, зазвичай, поділяється на фізичні і функціональні елементи. Проте, розгляд типів підстанцій та комірок поодиночки не дає достатньої інформації для розрахунків навантаження комунікаційної системи, особливо при використанні технологічної шини. Для визначення характеристик комунікаційної системи, структури шини процесу та вимог до її функціонування, слід визначити як структуру підстанції, специфічні функції та провести їх розподіл, так і схему розташування комутаційної апаратури і спосіб компонування обладнання.

Найбільш економічно обґрунтована комунікаційна система може потребувати більш ніж один тип стеку протоколів для певної підстанції. Фактичний вибір може бути зроблений ґрунтуючись на типі підстанції, тобто її розмірі, складності і необхідній надійності підстанції, а також очікуваної швидкості передачі потоків даних на шинах підстанції і процесу.

Висновки

Визначено основні принципи стандартизації організації технологічного та оперативного керування ЕЕО, основні функції АСК ТП підстанції та їх розподіл на ЛВ, що складають основу побудови інформаційної інфраструктури АСК ТП ЕЕО та спільного застосування ІЕП різних типів та виробників у складі інтегрованих систем керування ЕЕО та ЕЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Communication networks and systems in substations — Part 2 : Glossary: IEC/TS 61850-2:2003. — [Effective from 2003-08]. — Geneva : International Electrotechnical Commission, 2003. — 42 p. — (International Standard).
2. Кириленко О. В. Інтелектуальний вимірювальний перетворювач струмів та напруг для інтелектуальних енергосистем / О. В. Кириленко, Є. М. Танкевич, С. Є. Танкевич // Праці ІЕД НАНУ (Спеціальний випуск). — 2010. — С. 82—86.
3. Communication networks and systems in substations — Part 1 : Introduction and overview: IEC/TR 61850-1:2003. — [Effective from 2003-04]. — Geneva : International Electrotechnical Commission, 2003. — 37 p. — (International Standard).
4. Communication networks and systems in substations — Part 5 : Communication requirements for functions and device models: IEC 61850-5:2003. — [Effective from 2003-07]. — Geneva: International Electrotechnical Commission, 2003. — 131 p. — (International Standard).
5. Communication networks and systems in substations — Part 6 : Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs: IEC 61850-6:2009. — [Effective from 2009-12]. — Geneva: International Electrotechnical Commission, 2009. — 215 p. — (International Standard).

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 20.10.11

Рекомендована до друку 15.12.11

Танкевич Сергій Євгенійович — науковий співробітник;

Блінов Ігор Вікторович — старший науковий співробітник.

Відділ моделювання електроенергетичних об'єктів та систем, Інститут електродинаміки НАН України, Київ