

ЛІТЕРАТУРА

1. Kip Compton, Vikas Butaney. Enabling the Internet of Everything: Cisco's IoT Architecture: slides from the Cisco Live. Milan, 2015.
2. Dave Evans. The Internet of Everything. Cisco IBSG. 2018.
3. The Internet of Things World Forum 2017. URL: <http://www.iotwf.com/>

*Саянін В. Г.,
аспірант, Криворізький національний університет
Кузнєцов Д. І.
к.т.н., доцент, Криворізький національний університет*

СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ В MICROGRID

Визначено відмінність microgrid від традиційних електричних мереж. Розглянуто особливості представлення систем керування microgrid та досліджено різні архітектури систем керування microgrid.

Згідно Енергетичної стратегії України, одним з пріоритетних напрямів є сприяння розвитку розподіленої генерації, збільшення частки джерел відновлювальної енергії та впровадження smart-grid до 2035 року. І наріжним каменем цього питання є microgrid. Microgrid – це електрична мережа (ЕМ), що поєднує в собі споживачів, виробників, засоби накопичення електричної енергії та підтримує два стани роботи: ізольований та під'єднаний до основної ЕМ. Вона ефективно включає в себе засоби розподіленої генерації і також є будівним елементом для smart-grid. Microgrid заснована на тісному поєднанні трьох видів технологій: інформаційних, телекомунікаційних та енергетичних. Вони надають їй особливі характеристики у порівнянні з класичною ЕМ: здатність до самовідновлення, повсюдний збір даних на основі великої кількості датчиків, використання цифрових та інтелектуальних засобів керування. Але через дані особливості є і нові недоліки: брак інерційності, що призводить до відхилень частоти та напруги, збурення в ЕМ при зміні режимів роботи, спотворення форми сигналу інверторами, складність прогнозу виробки енергії ДВЕ. Тому microgrid потребує більш тонкої та гнучкої системи автоматизованого керування.

Звичайна ЕМ має централізовану та ієрархічну однонаправлену систему керування. Вона керується інформацією про загальне поточне навантаження та прогнозом на ближній горизонт і не бере до уваги інформацію про стан кінцевих ліній споживача. Зазвичай вона представлена в такій послідовності:

- 1) генерація електроенергії;
- 2) система транспортування електроенергії;
- 3) система розподілення електроенергії;
- 4) споживач.

У microgrid енергія та інформаційні потоки проходять в двох напрямках, і здійснюється керування не тільки розподілом енергії і генерації, а ще й навантаженням, що дозволяє ефективно використовувати ресурси системи. Через це microgrid потребують інших парадигм керування.

Зазвичай система керування microgrid представлена трьома рівнями, див. табл. 1 [1]:

Таблиця 1 - Структура системи керування microgrid

Третинний рівень	Керує обміном енергії з іншою зовнішньою ЕМ. Швидкість реакції може сягати декілька годин.
Вторинний рівень	Відслідковує проблеми в середині ЕМ, синхронізує microgrid з зовнішньою мережею. Швидкість реакції складає декілька хвилин.
Первинний рівень	Підтримує напругу та частоту. Швидкість реакції повинна складати менше секунди.

Саме керування здійснюється за декількома методами:

1. Ведучий – ведений. Доки ведучий контролює напругу та частоту, ведений керує джерелом електричного току.
2. Використання сигналів керування для управління током та потужністю.
3. Метод статички. Може поєднувати останні два методи.

В залежності від розподілення зв'язків між засобами генерації енергії, навантаженням, контролерами, акумуляторами та іншими

елементами microgrid, розрізняють такі архітектури системи керування ЕМ [2]:

1. Централізована архітектура. Вона полягає в тому, що в microgrid існує центральний контролер, що отримує всю інформацію о стані ЕМ і може ефективно нею керувати. Ця архітектура дозволяє отримати високий рівень продуктивності для всієї системи в цілому, але це пов'язано з великою складністю обчислень через велику кількість інформації та появою в ЕМ точки відмови у вигляді центрального контролера. При його виході з ладу перестає працювати весь microgrid
2. Ієрархічна архітектура. Дана архітектура дещо схожа з централізованою, але додається новий елемент, відомий як агрегатор, що збирає дані о навантаженні та виробі енергії і оптимізує їх, далі він надсилає ці дані до центрального контролера, який пов'язаний з центральним координатором. Центральний координатор – це елемент, що дозволяє перерозподіляти ресурси між декількома microgrid. Коли центральному контролеру недостатньо ресурсів для оптимальної роботи microgrid, тоді центральний контролер подає запит до центрального координатора, щоб той надав ресурси з інших microgrid.
3. Розподілена архітектура. В даному випадку всі елементи microgrid або їх об'єднання отримують контролери. Оптимізація роботи елементів проходить локально, що дозволяє власникам розподілених джерел енергії бути більш незалежними, але вони все ж координуються центральним контролером.
4. Архітектура точка-точка. В даній архітектурі всі обчислення повинні проводитися локально, відсутня єдина точка відмови у вигляді центрального контролера. Це підвищує надійність системи, але в той самий час ускладнюється розподільча та комунікаційна система через збільшення кількості зв'язків, і збільшуються вимоги до локальних контролерів.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було розглянуто перспективність впровадження microgrid в Україні. Визначено проблеми які виникають у

microgrid. Також досліджено відмінність звичайної ЕМ від microgrid, особливості представлення систем керування microgrid та різні архітектури систем керування microgrid.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bordons, C.; Garcia-Torres, F.; Ridao, M.A. Model Predictive Control of Microgrids; Springer: Cham, Switzerland, 2019.
2. Almasalma H. Peer-to-Peer Control of Microgrids [Електронний ресурс] / Н. Almasalma, J. Engels, G. Deconinck. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/307594134_Peer-to-Peer_Control_of_Microgrids.

*Швец Д.В.,
старший преподаватель,
Криворожский национальный университет
Азарян А.А.,
д.т.н., профессор, Криворожский национальный университет*

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Проведен анализ характеристик технологического процесса измельчения рудобогагательной фабрики, выделены наиболее значимые факторы, обуславливающие применимость тех или иных методов управления им. Сделаны выводы о необходимости создания математической модели технологического процесса измельчения с целью синтеза управления.

Современный этап развития информационных технологий характеризуется широким внедрением в информационно-измерительные системы (ИИС) технологического процесса измельчения (ТПИ) приборов и устройств, позволяющих с помощью персонального компьютера с широким спектром стандартных программ разного назначения реализовать достаточно разнообразные алгоритмы управления ТПИ. Особое место при реализации алгоритмов управления занимают устройства, использующие ядерно-физические методы взаимодействия гамма-излучения с железорудным сырьем,