

ВПРОВАДЖЕННЯ МЕРЕЖЕЖЕВОЇ АРХІТЕКТУРИ СОНЯЧНОЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ З УСТАНОВКАМИ ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Запропоновано підхід до реалізації мережевої архітектури сонячної фотоелектричної станції з можливістю зберігання та резервування генерованих потужностей шляхом використання стаціонарних установок зберігання енергії, застосування якої дозволить оптимізувати та підвищити надійність і гнучкість електропостачання промислових підприємств в умовах енергетичної кризи.

Ключові слова: система керування, сонячна фотелектрична станція, енергетична безпека, мережева архітектура, гібридний інвертор.

Abstract

An approach to implementing the network architecture of a solar photovoltaic plant with the ability to store and reserve generated capacity through the use of stationary energy storage units is proposed, the use of which will allow optimizing and increasing the reliability and flexibility of power supply to industrial enterprises in the conditions of an energy crisis.

Key words: control system, solar photovoltaic station, energy security, network architecture, hybrid inverter.

Вступ

Вартість електроенергії в Україні поступово зростає і далі наближається до європейського рівня. Це ставить нові завдання перед бізнесом – зберегти певний рівень рентабельності в умовах постійного збільшення витрати електричної енергії [1].

Проблема розробки системи керування для мережевих інверторів є надзвичайно актуальною, оскільки вони є найпоширенішим типом сонячних електростанцій. Мережеві сонячні електростанції не можуть працювати без опорної мережі, і у разі зникнення зовнішньої мережі така станція припиняє роботу. Тому проблема розробки системи керування СЕС з іншими генеруючими установками та забезпечення нульового експорту електроенергії в нормальному режимі роботи СЕС стоїть дуже гостро.

Повний контроль над електропостачанням електроенергії у різних режимах роботи є важливою передумовою для ефективного та безперебійного функціонування сонячної електричної станції (СЕС). Управління енергопостачанням включає в себе регулювання потужності генерації, балансування енергії в мережі, оптимізацію роботи різних енергетичних джерел та забезпечення нульового експорту електроенергії у відповідності до вимог споживачів та ринкових умов. Це важливо для забезпечення стабільності електропостачання, підвищення його надійності та ефективності, а також оптимізації енергетичного споживання. Крім того, повний контроль дозволяє реагувати на зміни умов експлуатації, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів та запобігаючи можливим перебоєм у постачанні електроенергії. Такий підхід допомагає забезпечити

енергетичну безпеку та стабільність функціонування електроенергетичної системи в умовах різних навантажень та змінних виробничих умов.

Метою роботи є інтеграція в систему електропостачання підприємства мережевої архітектури сонячної фотоелектричної станції з можливістю зберігання та резервування генерованих потужностей шляхом використання стаціонарних установок зберігання енергії, що забезпечить оптимальне використання сонячної енергії, запобігатиме експорту електроенергії в мережу та дозволить ефективно управляти як сонячною електростанцією, так і іншими генеруючими установками у разі зникнення зовнішньої мережі.

Об'єктом дослідження є система електропостачання підприємства з використанням альтернативних відновлювальних джерел енергії, зокрема сонячних фотоелектричних станцій.

Предметом дослідження є основні компоненти та функції мережевої архітектури сонячної фотоелектричної станції з використанням використання стаціонарних установок зберігання енергії.

Основна частина

Енергетика є одним з головних секторів світової економіки, які забезпечують необхідні умови для життєдіяльності людини. Споживання енергоресурсів збільшується рік від року, що негативно впливає на стан біосфери Землі, яка формувалася упродовж кількох мільярдів років. Щоб розв'язувати цю проблему, класичну електроенергетику, засновану на викопному паливі, трансформують та диверсифікують, збільшуючи кількість відновлюваних джерел енергії.. [2].

Аналіз існуючих систем керування сонячними електричними станціями (СЕС) вказує на їх велике значення у забезпеченні ефективності та надійності електропостачання. Впровадження таких систем дозволяє оптимізувати використання сонячної енергії та уникнути експорту електроенергії в мережу. Це призводить до підвищення якості енергопостачання та забезпечення надійної роботи СЕС у різних умовах експлуатації. Враховуючи потенціал сучасних технологій у сфері сонячної енергетики, розвиток та впровадження нових підходів до накопичення, збереження та розподіл електричної енергії має беззаперечне значення [3].

За даними статистики технічного звіту IRENA «Measurement and estimation of off-grid solar, hydro and biogas energy» за грудень 2018 р., див. рис. 2, потужність PV-установок off-grid-користувачів зросла за десятиліття в десятки разів. Особливо швидко зростає постачання електроенергії з міні-електромереж на відміну від вживання невеликих сонячних пристроїв, таких як сонячні домашні системи малої потужності та сонячне освітлення. Важливою частиною стає використання позамережових рішень для систем водопостачання та для сільського господарства, а також на інші місцеві технологічні потреби. Ця частина енергетичного сектору, включаючи виробництво електроенергії з цих джерел, часто відсутня в офіційній статистиці енергетики, тому за діючою методикою всі облікові дані мають радше оціночний характер, вони часто-густо обчислюються непрямими методами, інколи спираючись на дані експорту / імпорту PV-компонентів і даних баз проектів розвитку. Наприклад, у таблиці із звіту, датованого кінцем 2018 р. наводяться скореговані дані станом аж за 2016 р. Тож певним чином статистику для off-grid-енергетики можна оцінювати не за абсолютним виміром, а як прояв тенденцій [4]

В роботі пропонується підхід щодо реалізації мережевої архітектури сонячної фотоелектричної станції, яка реалізує топологію On/Off-grid PV+ESS системи з використанням стаціонарних накопичувачів електричної енергії. На рис. 1 приведена структурна схема мережевої архітектури системи PV+ESS, що працює в мережі та поза нею [5].

В даній системі ESS (система накопичення та зберігання електроенергії) з'єднана з фотоелектричною системою змінним струмом через розділовий трансформатор. Система мікромережі підключається до електромережі або відключається від неї за допомогою мережевого вимикача. Коли система знаходиться поза мережею, ESS функціонує як основне джерело живлення для підтримки електромережі, а також постачає електроенергію разом з фотоелектричною системою для критичних навантажень.

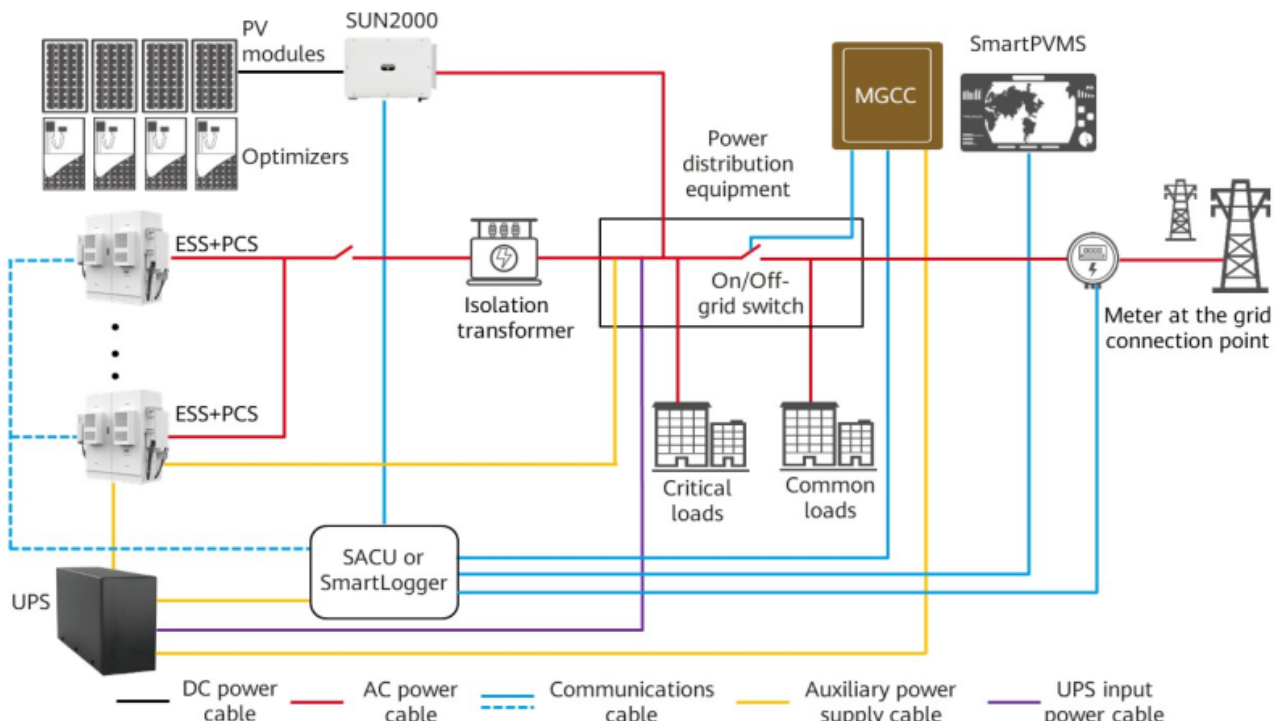


Рис. 1. Мережева архітектура системи on/off-grid PV+ESS

До основних елементів системи входять:

- Система зберігання енергії Smart String (ESS) – LUNA2000-200K WH-2H1.
- Система управління (PCS) «Розумна енергія» - LUNA2000-100KT L-M1.
- Розумний фотоелектричний інвертор (SUN2000) – SUN2000-50KTL- M3, SUN2000-100KTL- M1, SUN2000-100K TL-M2, SUN2000-110KTL- M2, SUN2000-115KTL- M2.
- Розумний фотоелектричний оптимізатор (SUN2000P) – SUN2000-450W- P, SUN2000-600W- P, MERC-1300W-P, MERC-1100W-P.
- SmartLogger3000 (SmartLogger) – SmartLogger3000A.
- Інтелектуальний контролер масиву (SACU) – SmartACU2000D-D- 00.
- Лічильник в точці приєднання до електромережі – DTSU666-HW або YDS60-80.
- Управління фотоелектричними установками, система SmartPVMS – iMaster NetEco V600R023C00CP2.
- Обладнання для розподілу електроенергії (включаючи перемикач вмикання/вимикання мережі)
- Центральний контролер мікромережі (MGCC) – підтримка IEC104 або протокол зв'язку Modbus TCP.
- Ізоляційний трансформатор 400/400В, Dyn11.
- ДБЖ (1-3кВА, онлайн ДБЖ, 220 В, тривалість резервного живлення ≥ 1 години).

Реалізована в системі керування функція Peak shaving дозволяє знизити піковий попит купівлі електроенергії з мережі в години пікового навантаження, зменшуючи плату за електроенергію. Функція пікового відключення дозволяє знизити пікову потужність, що купується з мережі в режимі максимального власного споживання або в години пікового навантаження, зменшуючи плату за електроенергію.

Мікромережева система підтримує плавне вмикання/вимикання з мережі, що означає переривання подачі електроенергії до навантажень. При відключенні електропостачання система PV+ESS вимикається і від'єднується від мережі та навантажень, а CEC запускається у VSG для формування мережі. Після запуску система PV+ESS подає живлення на навантаження.

Висновки

Запропоновано та здійснено опис реалізації концепції мережевої архітектури системи on/off-grid PV+ESS, яка полягає в інтеграції в систему електропостачання підприємства сонячної фотоелектричної станції з можливістю зберігання та резервування генерованих потужностей шляхом використання стаціонарних установок зберігання енергії, що забезпечить оптимальне використання сонячної енергії, запобігатиме експорту електроенергії в мережу та дозволить ефективно управляти як сонячною електростанцією, так і іншими генеруючими установками у разі відключення зовнішньої мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вартість електроенергії в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://ua-energy.org/uk/posts/zrostannia-taryfiv-na-elektroenerhiu-boliuche-ta-nemynuche>
2. Власне споживання сонячної електроенергії [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://avenston.com/articles/self-consumption-pv/>
3. Відроджені джерела енергії / за заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392с.
4. Поза мережею. Сучасні off-grid PV системи [Електронний ресурс] – Режим доступу URL: <https://avenston.com/articles/off-grid-pv-systems/>
5. On/Off-Grid PV+ESS (VSG) System [Електронний ресурс] – Режим доступу URL: <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100312095/3762859f/on-off-grid-pvess-vsg-system>

Іскра Богдан Ігорович — ст. гр. ЕПА-24м, факультет Електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: bohdan.iskra.i@gmail.com.

Паянок Олександр Анатолійович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник: **Паянок Олександр Анатолійович** – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Iskra Bohdan Igorovych– student of the group EPA-24m, Faculty of electrical power engineering and electromechanics, Vinnytsia national technical university, e-mail: bohdan.iskra.i@gmail.com.

Payanok Oleksandr Anatoliyovych – PhD, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Scientific advisor: Payanok Oleksandr Anatoliyovych – PhD, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.