

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ЕЛЕКТРИЧНОЮ СТАНЦІЄЮ З ТОЧКОЮ НУЛЬОВОГО ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Робота присвячена розробці системи керування сонячною електричною станцією з точкою нульового експорту електроенергії. Запропонована система дозволяє забезпечити оптимальне використання сонячної енергії та запобігти експорту електроенергії в мережу. Завдяки цій системі керування дозволяє ефективно управляти як сонячною електростанцією, так і іншими генеруючими установками у разі зникнення зовнішньої мережі, що є важливим для енергетичної безпеки. Це також підвищує надійність і гнучкість електропостачання, забезпечуючи постійний моніторинг і коректну роботу для безперебійного забезпечення електроенергією.

Ключові слова: система керування, сонячна електростанція, прогнозування навантаження, економія електроенергії, енергетична безпека.

Abstract

This work focuses on the development of a control system for a solar power plant with a zero export point. The proposed system ensures optimal utilization of solar energy and prevents the export of electricity to the grid. Thanks to this control system, it is possible to effectively manage both the solar power plant and other generating facilities in the event of an external grid failure, which is important for energy security. It also increases the reliability and flexibility of the power supply, ensuring constant monitoring and correct operation for uninterrupted power supply.

Key words: control system, solar power plant, load forecasting, energy saving, energy security.

Вступ

В Україні поступово зростає вартість електроенергії, що наближається до європейських показників. Це створює нові виклики для бізнесу, який має зберігати рентабельність, незважаючи на постійне зростання енергоспоживання [1].

Одним із актуальних завдань є розробка ефективної системи керування мережевими інверторами, оскільки вони є основою більшості сонячних електростанцій. Такі станції залежать від зовнішньої електромережі, а у разі її зникнення автоматично припиняють роботу. Тому особливо важливою є інтеграція СЕС з іншими джерелами енергії та впровадження механізмів для забезпечення нульового експорту електроенергії у стандартному режимі роботи.

Ефективне керування електропостачанням є ключовим фактором безперебійного функціонування СЕС. Це включає регулювання потужності генерації, балансування енергопотоків, оптимізацію роботи різних енергетичних джерел і відповідність ринковим вимогам. Комплексний контроль дозволяє не лише підвищити надійність та ефективність електропостачання, але й оперативно реагувати на зміни в експлуатаційних умовах. Такий підхід сприяє стабільності енергосистеми, забезпечує безпеку та раціональне використання енергоресурсів навіть за змінних навантажень і нестабільних ринкових умов.

Мета роботи полягає в розробці системи керування сонячною електричною станцією (СЕС) з точкою нульового експорту електроенергії, 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. Це сприятиме підвищенню надійності і гнучкості електропостачання, забезпечуючи постійний моніторинг і коректну роботу для безперебійного забезпечення електроенергією, що є важливим для енергетичної безпеки.

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

Предметом дослідження є основні компоненти та функції системи нульового експорту електроенергії сонячної фотоелектричної станції.

Основна частина

Енергетичний сектор відіграє ключову роль у розвитку світової економіки, забезпечуючи необхідні умови для життєдіяльності людства. З кожним роком споживання енергоресурсів невинно зростає, що створює додаткове навантаження на природне середовище та прискорює глобальні екологічні зміни. Біосфера Землі, яка формувалася мільярди років, сьогодні зазнає значного антропогенного впливу через масове використання викопного палива та викиди парникових газів. Перед світовою спільнотою постає важливе завдання – знайти ефективні способи зменшення шкідливого впливу на довкілля без загрози економічному розвитку, енергетичній безпеці та промислового виробництва [2].

Для вирішення цієї проблеми традиційна електроенергетика поступово трансформується та диверсифікується шляхом збільшення частки відновлюваних джерел енергії. Сонячні електростанції (СЕС) стають невід'ємною частиною сучасних енергосистем, оскільки вони сприяють зменшенню залежності від викопного палива та зниженню викидів вуглекислого газу. Проте їх інтеграція у загальну енергетичну систему потребує впровадження ефективних технологій управління, що дозволяють максимально використовувати потенціал сонячної енергії, забезпечуючи стабільність та надійність електропостачання [3].

Аналіз сучасних систем керування сонячними електростанціями свідчить про їхню важливість у забезпеченні ефективної роботи таких об'єктів. Оптимізація управління генерованою потужністю дозволяє не тільки покращити якість електропостачання, а й уникнути надлишкового експорту електроенергії в мережу, що є важливим аспектом у регулюванні енергетичних потоків. В умовах зростаючої популярності відновлюваних джерел енергії системи керування СЕС з можливістю нульового експорту відіграють особливо важливу роль у стабілізації роботи енергосистеми та забезпеченні ефективного використання виробленої електроенергії.

У цьому контексті в рамках дослідження було запропоновано удосконалення системи керування сонячною електростанцією шляхом інтеграції механізму нульового експорту електроенергії. Запропоноване рішення передбачає внесення додаткового обладнання, що дозволяє забезпечити синхронізацію роботи СЕС з іншими генеруючими установками та здійснювати постійний моніторинг показників споживання електроенергії. Використання лічильників власного споживання у точці приєднання дозволяє системі автоматично регулювати потужність інверторів, таким чином оптимізуючи вироблення електроенергії відповідно до реальних потреб споживачів. Це рішення мінімізує втрати енергії, підвищує рівень її використання та запобігає неконтрольованому експорту електроенергії в загальну мережу.

Додатковою перевагою такого підходу є можливість безперервного контролю роботи системи незалежно від джерела живлення – чи то зовнішня електромережа, чи резервні енергетичні установки. Такий контроль забезпечує безпеку та надійність функціонування сонячної електростанції, дозволяючи їй стабільно працювати у різних експлуатаційних умовах. Завдяки

інтеграції сучасних технологій управління СЕС не лише підвищується ефективність її роботи, але й створюються умови для подальшого розвитку екологічно чистої енергетики.

Таким чином, використання системи нульового експорту електроенергії у сонячних електростанціях сприяє покращенню енергетичної безпеки, оптимізації використання відновлюваних джерел енергії та підвищенню стабільності енергопостачання. Впровадження таких технологій є важливим кроком на шляху до створення сталої енергетичної системи, яка відповідатиме сучасним екологічним і технологічним вимогам [4].

Структурна схема підключення сонячної електростанції та системи керування з позначенням приладів приведена на рис. 1.

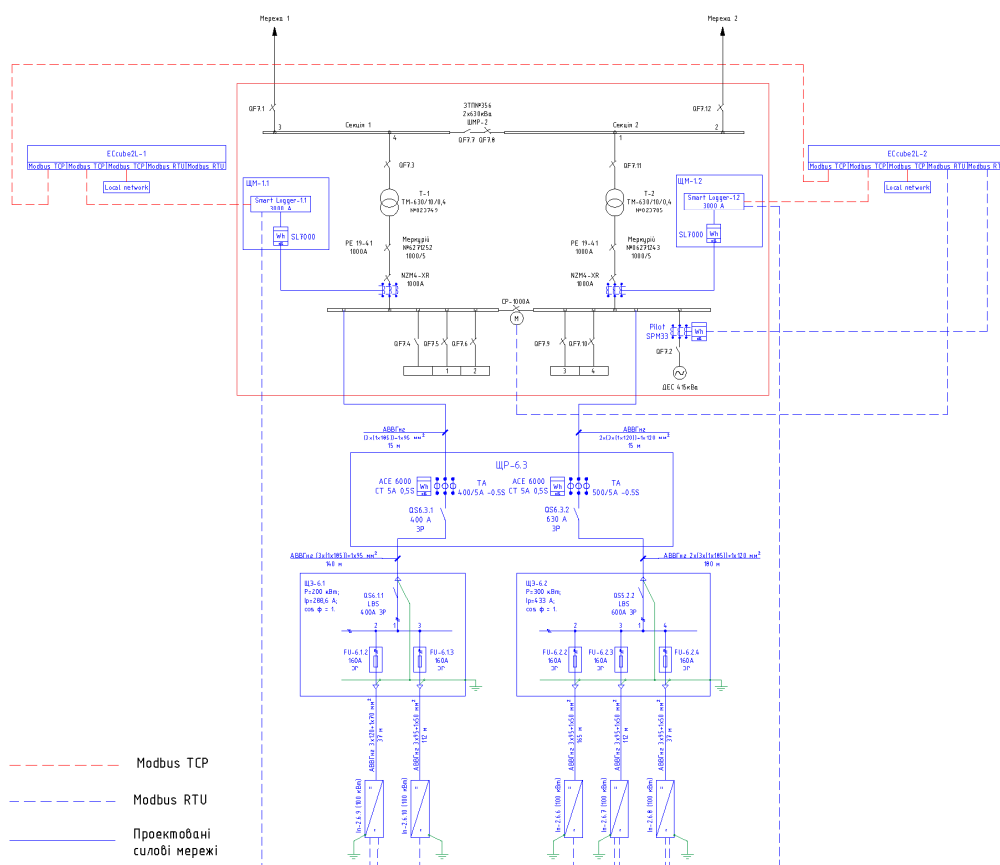


Рис. 1. Структурна схема підключення сонячної електростанції та системи керування

Розроблена структурна схема підключення сонячної електричної станції (СЕС) із точкою нульового експорту електроенергії та інтегрованою системою управління дозволяє забезпечити її стабільне та гнучке функціонування в різних режимах роботи. Це означає, що станція може ефективно працювати як у складі загальної електромережі, забезпечуючи споживачів чистою енергією, так і в автономному режимі у випадку відключення централізованого електропостачання, використовуючи альтернативні джерела живлення та локальні генеруючі установки.

Система управління відіграє ключову роль у підтримці стабільної та безперебійної роботи СЕС. Вона здійснює постійний моніторинг основних параметрів енергопостачання, зокрема рівня споживання, генерації та стану мережі, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни та забезпечувати ефективне балансування енергопотоків. Завдяки цьому електростанція не тільки оптимізує власне споживання, але й запобігає неконтрольованому експорту електроенергії в загальну мережу, що є важливим аспектом у контексті стабільності електроенергетичної системи та економічної доцільності використання відновлюваних джерел енергії.

Впровадження системи нульового експорту дає змогу значно підвищити ефективність використання виробленої енергії, оскільки кожен кіловат потужності розподіляється відповідно до потреб споживачів, без утворення енергетичних надлишків. Це сприяє зменшенню витрат підприємств на електроенергію, підвищенню рівня енергетичної незалежності та скороченню залежності від традиційних джерел живлення.

Крім того, така система дозволяє не лише зменшити навантаження на зовнішню мережу, а й забезпечує високий рівень автономності у випадку аварійних відключень чи нестабільності енергопостачання. Це особливо важливо для підприємств, які прагнуть мінімізувати ризики перебоїв у роботі та гарантувати безперервність виробничих процесів.

Таким чином, впровадження структурної схеми підключення СЕС із точкою нульового експорту електроенергії є сучасним та стратегічно важливим рішенням, яке сприяє підвищенню енергетичної безпеки, економічної ефективності та екологічної стійкості підприємств. Такий підхід відкриває нові можливості для інтеграції сонячних електростанцій у загальну енергетичну систему та дозволяє максимально ефективно використовувати потенціал відновлюваних джерел енергії.

Висновки

Запропонована структурна схема підключення сонячної електростанції з точкою нульового експорту електроенергії є ефективним рішенням для оптимізації використання сонячної енергії та підвищення надійності електропостачання. Вона дозволяє уникнути неконтрольованого експорту електроенергії в мережу, забезпечує стабільну роботу станції у різних режимах та сприяє енергетичній безпеці. Інтеграція системи управління з постійним моніторингом параметрів гарантує стабільність та безперебійність енергопостачання, роблячи цей підхід інноваційним і перспективним для подальшого розвитку сонячної енергетики.

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. Відновлювані 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/>

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.