

УДК 621.31

О.В. Понтус<sup>1</sup>, Р.А. Карпишин<sup>2</sup>, В.П.Коваль<sup>3</sup>, к.т.н. доц.

<sup>1</sup>Директор ТОВ "Грін Стрім", Україна, Великобританія

<sup>2</sup>Інженер ТОВ "Грін Стрім", Україна, Великобританія

<sup>3</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ПРОМИСЛОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

O.V.Pontus<sup>1</sup>, R.A. Karpushyn<sup>2</sup>, V.P. Koval<sup>3</sup>, Ph.D., Assoc. Prof.

<sup>1</sup>Director of Green Stream LLC, Ukraine, UK

<sup>2</sup>Engineer at Green Stream LLC, Ukraine, UK

<sup>3</sup>Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

## FEATURES OF THE DESIGN AND COMMISSIONING OF AN INDUSTRIAL SOLAR POWER PLANT

Альтернативні(нетрадиційні) джерела енергії — будь-яке джерело енергії, яке є альтернативою викопному паливу. Це поновлювані джерела, до яких відносять енергію сонячного випромінювання, вітру, морів, річок, біомаси, теплоти Землі, та вторинні енергетичні ресурси, які існують постійно або виникають періодично у довкіллі. Завдяки альтернативним джерелам енергії у світі зменшується викиди CO<sub>2</sub>, що зумовлює нанесення меншої шкоди для екології і довкілля в цілому.

Розглянемо приклад сонячної електростанції промислових масштабів.

На рис. 1 наведена однолінійна схема роботи сонячної електростанції.

Зі схеми можна побачити, що принцип роботи електростанції наступний:

- сонячні модулі з'єднуються послідовно в одну лінію (string). К-сть модулів в лінії залежить від проектного рішення організації, яка розробляла проектну документацію. В даному випадку це 25 ліній по 27 сонячних модулів в кожній на один інвертор.

- Лінії підключаються до інвертора з допомогою DC кабелю (2x1x6 мм<sup>2</sup>). Даний кабель розрахований на напругу 1500 В постійного струму, тому що очікувана напруга ліній в районі 1300 В постійного струму.

- Інвертор – пристрій, котрий перетворює постійний струм на змінний. У нашому випадку це інвертор Sungrow 350 НХ, який перетворює в нашому випадку 1500 В постійного струму на 0.8 кВ змінного струму.

- Потужність трифазного інвертора 350 кВт, тому після проведених розрахунків, вибрано кабель AL XLPE/PVC 0.6/1кВ 3x1x400 мм<sup>2</sup>, який передає вироблену енергію на підвищуючу підстанцію. В нашому випадку (даний об'єкт монтується у Великій Британії) це 0.8кВ / 33кВ.

- Трансформаторна підстанція в свою чергу віддає всю вироблена енергію в загальну мережу для користування нею побутових і юридичних споживачів.

### **Вимірювання, які необхідно зробити перед введенням сонячної електростанції в генерацію**

Перед введенням електростанції в генерацію та під'єднанням до об'єднаної мережі проводяться пусконаладжувальні роботи, а саме перевірка справності всіх кабелів, а також модулів.

## Production Substation 28 Inverters

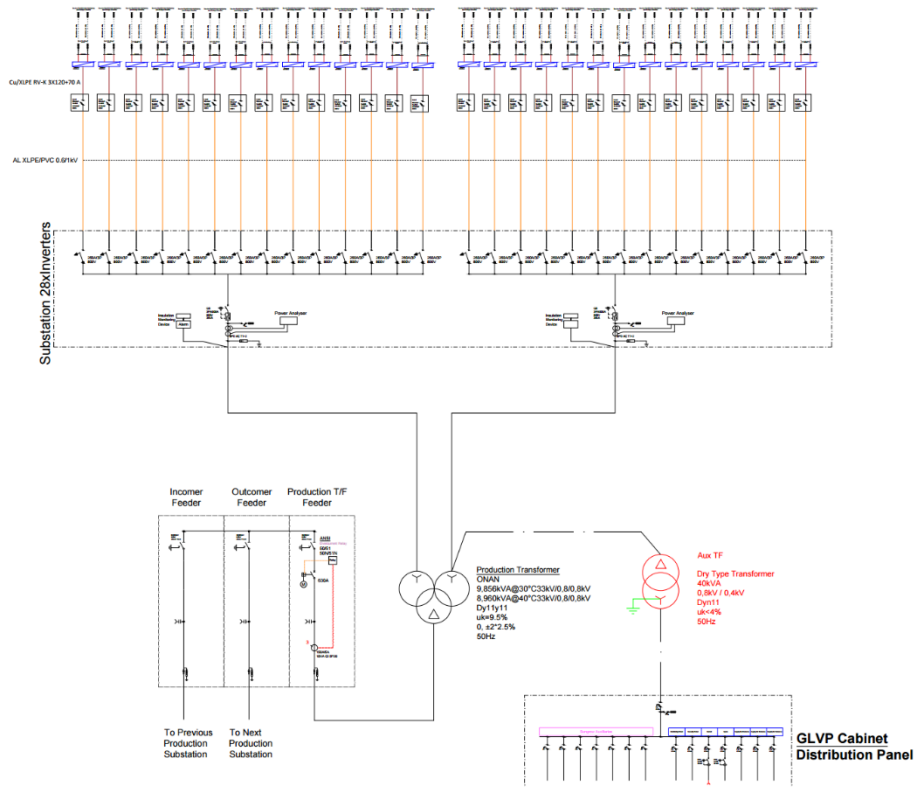


Рисунок 1 - Однолінійна схема роботи сонячної станції вмикання

Також виміри важливі для складання графіків генерування потужності для підтримання балансу в мережі.

Нижче наведено типи тестування і їхня важливість для введення в експлуатацію.  
**- RISO тест для сонячних панелей та DC(сонячного) кабелю.**

Даний тест проводиться для визначення опору ізоляції кабелів постійного струму а також самих сонячних панелей на предмет їхньої механічної цілісності. Тестування проводиться напругою 1500 В постійного струму. Якщо лінія(string) показав результат більше 1МОм, то ця лінія вважається як така яка може бути допущена до вводу в експлуатацію. Для даних вимірювань наша компанія використовує тестер PV-ISOTEST

На рисунку 2 наведено схему за якою проводяться виміри даного тесту.

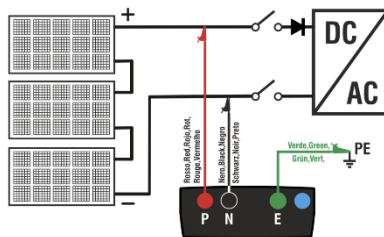


Рисунок 2 - RISO тест для сонячних панелей та DC(сонячного) кабелю  
**- I-V test**

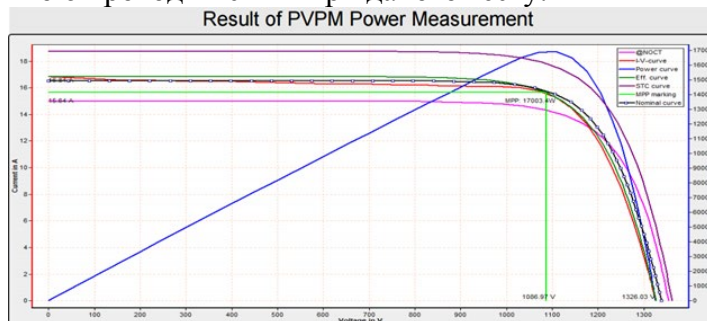


Рисунок 3 – BAX лінії (string) постійного струму

За допомогою даного тесту знімаються Вольт-Амперні характеристики (BAX) із кожної лінії (string) постійного струму. Цей тест вважається одним із найважливіших,

тому, що за допомогою нього ми визначаємо чи модулі дійсно відповідають заявленим характеристикам від виробника. Згідно загально прийнятих положень в сонячній енергетиці відхилення не повинно становити більше 3%. У випадку більшого відхилення, станція ризикує втратити запроєктовану потужність. На рисунку 3 наведено результати деяких наших вимірювань, які проводились на уже побудованих сонячних станціях. Для даного тесту наша компанія використовує пристрій PVPM1540X

#### **- MEGGER TEST of AC cables**

Даний тест проводиться для визначення опору ізоляції кабелів змінного струму які з'єднують інвертор з трансформаторною підстанцією. Даний тест проводиться для того, щоб визначити цілісність кабелів змінного струму. Тестування проводиться напругою 1500 В постійного струму. Якщо кабелі змінного струму показують результат більше 1 МОм, то ця лінія вважається як така яка може бути допущена до вводу в експлуатацію. Для даних вимірювань наша компанія використовує тестер PV-ISOTEST. На рисунку 4 наведено схему за якою проводяться виміри для даного тесту.

#### **- Grounding system test**

Один з найважливіших тестів, так як захисне заземлення – це безпека персоналу у випадку коротких замикань, або витoku струму на струмоведучі частини обладнання, тощо.

Всі струмоведучі частини на сонячній станції повинні бути заземлені і підключені до загального контуру заземлення. Перед запуском станції проводиться тестування всієї системи заземлення. Для Великої Британії результати вимірів повинні бути менше 2 Ом (в Україні 4 Ом). Якщо результати вимірювань є меншими ніж зазначено вище – це означає, що система захисного заземлення справна і у випадку надзвичайної ситуації ризик ураження струмом персоналу відсутній. На даний момент наша компанія використовує наступний тестер Kewtech KEW4105A Earth Resistance Tester

На рисунку 5 наведено схему за якою проводяться виміри даного тесту

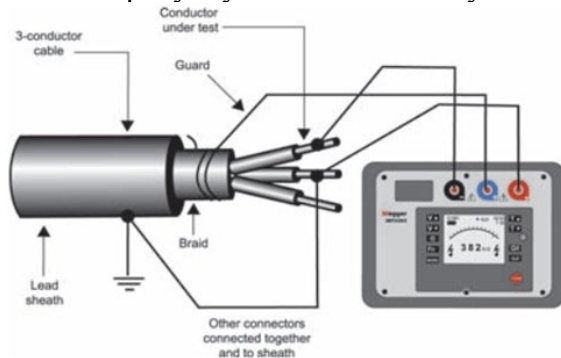


Рисунок 4 – Підключення тестера PV-ISOTEST для визначення опору ізоляції кабелів

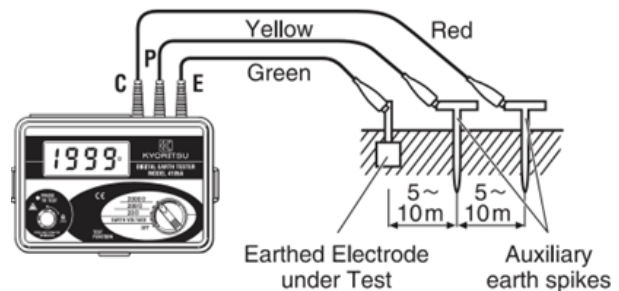


Рисунок 5 – Підключення тестера Kewtech KEW4105A для вимірювання захисного заземлення