

Test report

Precision measurement of a photovoltaic irradiance sensor under STC

*Prüfbericht
Präzisionsmessung eines Photovoltaik Einstrahlungssensors bei STC*

Customer
Auftraggeber

**Soluzione Solare S.r.l.
Calatroni, Andrea
Via Riviera Berica 621
36100 VICENZA (VI)
ITALIEN**

Manufacturer / Type
Hersteller / Typ

- / -

Serial number
Seriennummer

014683

Internal ID / Order No.
Interne ID / Auftragsnummer

SLSL020 / 002SLSL0523

Test report
Prüfbericht

SLSL020-1-002SLSL0523-V01

Number of pages
Seitenanzahl

5

Test date
Datum der Prüfung

13.06.2023

This test report may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing testing laboratory. Test reports without signature are not valid. The test results refer exclusively to the device under test which was provided by the customer.

Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Prüflaboratoriums. Prüfberichte ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den geprüften Gegenstand, der vom Kunden bereitgestellt wurde.

Date
Datum

15.06.2023

Test object

Prüfgegenstand

Object <i>Gegenstand</i>	Monofacial PV module
Manufacturer <i>Hersteller</i>	-
Type <i>Typ</i>	-
Cell material <i>Zellmaterial</i>	mono-Si
Serial number <i>Seriennummer</i>	014683
Module area <i>Modulfläche</i>	113 mm x 70 mm

Test procedure

Prüfverfahren

The test is performed under standard test conditions (STC) in accordance with IEC 60904-1 Ed.3 (2020-09) under irradiance with a pulsed solar simulator class A+A+A+ according to [4]. The irradiance is controlled with a reference solar cell during the measurement in order to correct fluctuations.

Die Prüfung wird gemäß IEC 60904-1 Ed.3 (2020-09) mit einem gepulstem Sonnensimulator Klasse A nach [4] unter Standardtestbedingungen (STC) durchgeführt. Die Bestrahlungsstärke wird mit Hilfe einer Referenzsolarzelle während der gesamten Messdauer aufgenommen und deren Schwankungen bezüglich der Messung korrigiert.

Before testing, the PV module is stored at $(25 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 30) \text{ \%RH}$ for at least 10 hours.

Das PV-Modul wird vor der Prüfung mindestens 10 h bei $(25 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 30) \text{ \%RH}$ gelagert.

The measurement of the output voltage of the device is performed with a 2- or 3-quadrant power amplifier and an electronic load cassette. The voltage signal is measured during a single flash in two-wire technology.

Die Messung der Ausgangsspannung des Messobjektes erfolgt mit Hilfe eines 2- oder 3-Quadranten-Netztesiles und einer elektronischen Lastkassette. Das Spannungssignal wird während eines einzelnen Blitzes gemessen.

The measurement result either includes spectral mismatch correction [2] or takes into account the spectral mismatch by increased measurement uncertainty. The spectral mismatch is caused by the deviation of the simulator spectrum from the standard spectrum AM1.5G [1] in combination with the different spectral response of the reference cell and the device under test (DUT). For the spectral mismatch correction the spectral distribution of the solar simulator is measured with a spectroradiometer, the spectral response of the DUT is measured with a filter monochromator according to [3]. The traceability of the measurement of the spectral distribution to SI-Units is achieved using a calibrated irradiance reference lamp for the calibration of the spectroradiometer.

Das Messergebnis enthält entweder eine Korrektur der spektralen Fehlanpassung (spektraler Mismatch) [2] oder berücksichtigt die Fehlanpassung durch eine erhöhte Messunsicherheit. Die spektrale Fehlanpassung entsteht durch die Abweichung der spektralen Verteilung des Klasse A Simulators vom Standard-Spektrum AM1.5G [1] in Kombination mit den verschiedenen spektralen Empfindlichkeiten von Referenzzelle und Messobjekt [3]. Für die Korrektur der spektralen Fehlanpassung werden die spektrale Verteilung der Bestrahlung (Sonnensimulator) mit einem Spektラルradiometer und die spektrale Empfindlichkeit des Messobjektes mit einem Filtermonochromator [3] gemessen. Die Rückführung der Spektralmessung auf SI-Einheiten erfolgt über den Vergleich mit einer kalibrierten Bestrahlungsstärke-Kalibrationslampe.

Ambient conditions

Umgebungsbedingungen

Measurement was carried out in the tempered premises of CalLab PV Modules.
Die Messung wurde in den temperierten Räumlichkeiten des CalLab PV Modules durchgeführt.

Temperature (25 ± 3) °C
Temperatur

Relative humidity (50 ± 30) %
Relative Feuchte

Measurement conditions

Messbedingungen

Total irradiance (1000 ± 18) W/m²
Absolute Bestrahlungsstärke

Module temperature (24.8 ± 0.3) °C
Modultemperatur

Measurement system FL2 - h.a.l.m. cetisPV Moduletest 4
Messsystem

Spectral mismatch correction 1.0045
Spektrale Mismatch-Korrektur

Comment
Kommentar

Measurement uncertainty

Messunsicherheit

The expanded measurement uncertainty is stated as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor $k=2$. It has been determined in accordance with EA-4/02 M:2022. The value of the measurand lies within the assigned value range with a probability of 95%. No part for long term stability of the calibration object is included. Dimensionless parts of the measurement uncertainty are relative values related to the measured value.

Angegeben ist jeweils die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2022 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Wertintervall. Ein Anteil für die Langzeit-Instabilität des Kalibriergegenstandes ist nicht enthalten. Die dimensionslosen Anteile der Messunsicherheit sind Relativwerte, bezogen auf den Messwert.

Measurement results

Messergebnisse

Measurement results were corrected to standard test conditions (STC):
Spectral irradiance distribution: AM1.5G [2], Total irradiance: 1000 W/m², Temperature: 25 °C

Die Messergebnisse wurden korrigiert auf Standardtestbedingungen (STC).

Spektrale Bestrahlungsstärke: AM1.5G [2], Absolute Bestrahlungsstärke: 1000 W/m², Temperatur: 25 °C

	U [mV]
1	52.079
2	52.053
3	52.051
4	52.042
5	52.040

Measurement result 52.053

Messergebnis

Standard deviation 0.016

Standardabweichung

Measurement uncertainty ± 1.9 %

Messunsicherheit

Measuring equipment

Messeinrichtungen

Description <i>Bezeichnung</i>	Serial number <i>Seriennummer</i>	Traceability <i>Rückführung</i>	Calibration date <i>Kalibrierdatum</i>
WPVS Reference Solar Cell <i>Czibula & Grundmann - RS-ID-5</i>	020027	47041-PTB-22	03.06.2022
IV-Curve Tracer <i>h.a.l.m. - cetisPV-CT-L2 (EL3-H/CTM-L-H)</i>	22120055 / 22091187	002305-D-K-18445-01-00	09.02.2023
Electronic Load <i>h.a.l.m. - cetisPV-EL3-M</i>	08060013	002228-D-K-18445-01-00	26.09.2022
DC-Amplifier <i>h.a.l.m. - cetisPV-Mon1-Amp</i>	09030004	002227-D-K-18445-01-00	26.09.2022
RTD Input Module <i>ICP DAS - ICPCON I-7033</i>	CR00008HEH00244	002224-D-K-18445-01-00	23.09.2022
RTD Input Module <i>ICP DAS - ICPCON I-7033</i>	CR00008HEH00245	002225-D-K-18445-01-00	23.09.2022
RTD Input Module <i>ICP DAS - ICPCON I-7033D</i>	DCR00GTIDD00007	002226-D-K-18445-01-00	23.09.2022
Temperature Sensor <i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>	Halm011	391255-D-K-15099-01-00	15.09.2022
Temperature Sensor <i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>	Halm021	391254-D-K-15099-01-00	15.09.2022
Temperature Sensor <i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>	U109X05	391256-D-K-15099-01-00	15.09.2022
Temperature Sensor <i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>	U109X07	391257-D-K-15099-01-00	15.09.2022

Normative references

Normative Referenzen

- [1] IEC 60904-3 Ed.4 (2019-02):
Photovoltaic devices - Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data
- [2] IEC 60904-7 Ed.4 (2019-08):
Photovoltaic devices - Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices
- [3] IEC 60904-8 Ed.3 (2014-05):
Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral responsivity of a photovoltaic (PV) device
- [4] IEC 60904-9 Ed.3 (2020-09):
Photovoltaic devices - Part 9: Solar simulator performance requirements

— End of test report / Ende des Prüfberichts —