

Digital pyranometer grounding / safety

Good installation contributes to safety and reliability

This note explains how to properly install and ground digital pyranometers and how this contributes to personnel- and system safety as well as to measurement reliability. The explanation may be applied to Hukseflux SR-D digital pyranometers: i.e. models SR20-D, SR22-D, SR25-D, SR30-D, SR15-D, SR05-D.

- a pyranometer body conducts electricity and is connected to its cable shield
- in traditional applications we recommend to mount pyranometers on a metal mast that also is used to ground to the readout equipment connected to it
- safety risks associated with pyranometer installation, in particular when used in the PV industry, are larger than generally expected
- users should not mount pyranometers onto or close to high voltage / high current sources such as PV systems

Executive summary

Introduction

Pyranometers must be properly installed and grounded. This is necessary in order to:

- avoid safety risks for personnel, for example during cleaning and replacement of pyranometers or during connection of equipment to its wiring or cable shield.
- avoid temporary failure or permanent damage to the pyranometer and the equipment connected to it
- avoid unnecessary signal interruptions or complete loss of signal.

Safety risks associated with pyranometer installation, in particular when used in the PV industry, are larger than generally expected. The pyranometer metal body is electrically conductive and electrically connected to the cable shield, therefore:

- do not let the pyranometer share its mounting frame with high-power high-voltage sources such as large PV arrays.

Although not mentioned in the text, this note is also applicable to digital pyrhemometers.

Warnings



Pyranometer body and cable shield are interconnected electrical conductors. Do not use pyranometers physically or electrically connected to a high-voltage source or its mounting structure, such as a PV Array mounting frame. Pyranometer body and cable shield should not be connected to different grounds.



SR-D digital pyranometers must be used within rated operating conditions, and installed taking proper precautions.



Only use original Hukseflux-supplied signal cables. Preferably use short 5 m cabling. When using standard Hukseflux cabling, do not use cables longer than 40 m.

Digital pyranometer electrical schematics

The SR-D body is made of aluminium, which is electrically conducting. The body is connected to the cable shield via the connector. The body is usually mounted on a metal frame. We assume that this frame is grounded and that the pyranometer body is electrically connected to this metal frame. This frame acts as *ground at the point of pyranometer installation* or "*pyranometer body ground*".

The electrical connection of the body to the mounting structure is made through the bolts connecting the pyranometer to the mounting structure.

In the preferred configuration, using short cables in the order of 5 to 10 m, the body is mounted on a metal frame which then essentially is the same ground as the ground of the shield at the cable end.

The cable shield is then left unconnected.

Use cable ties to fix the pyranometer cable to the mounting structure or use a metal conduit so that the impact of electromagnetic disturbances is minimised.

The *digital signal ground* (also called *signal common*) is electrically insulated from the pyranometer body or shield. The *power supply ground* is usually connected to the digital signal ground. The difference between digital signal ground and pyranometer body ground must be kept within rated operating conditions. In more detail, the digital signal ground and pyranometer body ground are connected by the pyranometer internal electronic circuit to improve immunity to external interference and overall sensor signal quality.

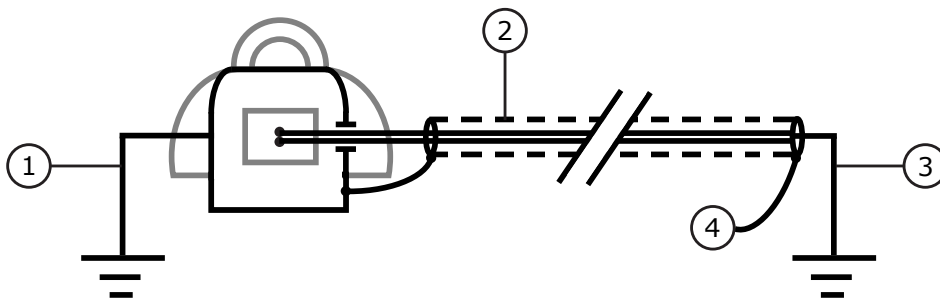


Figure 1 a reliable connection through the bolts and mounting frame at (1) provides the pyranometer body ground; the digital signal ground and power supply ground are provided at (3). The voltage difference between grounds (1) and (3) must be within rated operating conditions. The cable shield at (4) is usually left disconnected.

Mounting pyranometers near high-voltage PV arrays

PV modules generate electricity when exposed to light. On large-scale PV power plants where pyranometers are mostly used, arrays of many modules are put in series to generate voltages in excess of 600 V at potentially very high currents. Even small-scale PV systems may generate relatively high voltages. For humans, exposure can cause burns and lethal shock. At a system level, such voltages and currents may cause overheating of electrical wiring and may set off sparks and cause ignition.

For pyranometers or any other measuring instrument, sharing the mounting structure with a high-power and high-voltage source such as a PV array is not good engineering practice.

Mounting a pyranometer on a PV array framework creates a:

- situation where servicing and cleaning of the pyranometer is not safe because of its proximity to a high voltage / high current source.
- potentially hazardous situation at the pyranometer body and cable end, because of the proximity of the pyranometer body to a high voltage / high current source and the electrical connection of this body to the cable shield.

Connecting to an RS-485 network

SR-D pyranometers are designed for a two-wire (half-duplex) RS-485 network. In such a network, SR-D acts as a slave, receiving data requests from the master. An example of the topology of an RS-485 two-wire network is shown in the figure 2 below. SR-D is powered from 8 to 30 VDC. The power supply is not shown in Figure 2. The VDC [-] power supply ground must be connected to the digital signal ground (also called common) of the network.

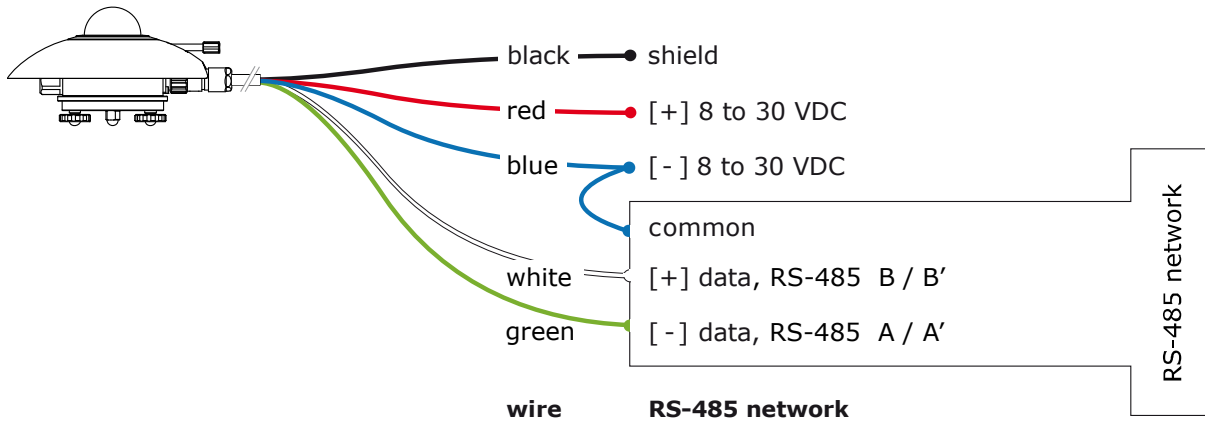


Figure 2 Connection of a typical SR-D to an RS-485 network. SR-D is powered by an external power supply of 8 to 30 VDC. Consult the product manual for details.

Digital pyranometer rated operating conditions

The rated voltage difference between the digital signal ground and pyranometer body ground is 100 V.

General rules for grounding a digital pyranometer

Users are responsible to keep the voltage difference between the pyranometer body ground and the digital signal ground smaller than 100 V:

- to avoid temporary failure or permanent damage to the sensor.
- to avoid unnecessary signal interruptions, or complete loss of signal.

In PV monitoring applications, do not mount on a PV array mounting frame as this creates a:

- situation where servicing and cleaning of the pyranometer is not safe because of its proximity to a high voltage / high current source.
- potentially hazardous situation at the pyranometer body and cable end (wires as well as shield), because of the proximity of the pyranometer body to a high voltage / high current source and the electrical connection of this body to the cable shield.

The main guidelines are:

- reduce risk for personnel and instruments: keep the sensor away from high-voltage or high-current sources (for example large PV arrays, high-voltage and high-power equipment, transformers), strong emitting sources (for example radars and communication antennas).
- keep cables short; we recommend to use the standard 5 m cable only, possibly extended to 10 m; for use of longer cables see the Appendix.
- keep it simple: connect or refer all system components to the same ground. This keeps voltage differences between pyranometer body ground and digital network ground within the rated operating range. Use the sensor with a dedicated power supply, with its ground referred, but not connected, to the same ground 1 in Figure 3. Make sure the digital signal ground (for example of RS-485) is

referred, but not connected, to the same ground 1 in Figure 3. Often there is no voltage difference between RS-485 ground and the power supply ground. In that case, the RS-485 digital signal ground (also called common) is connected to the power supply [-].

- keep it simple: combine installation of data acquisition / digital network, power supply and instrument on a single locally grounded, electrically conducting (metal) mounting frame such as a mast or a pole, ground 1 in Figure 3.
- reduce risk: mount on a small frame; This frame should be “stand-alone” and not electrically connected other larger electrically conducting structures such as a large metal fence or a PV array mounting structure that may act as conductors for surges, direct or indirect lightning strikes etc.
- reduce risk: do not allow gaps between different connections to ground; use cable ties to fix the pyranometer cable to the mounting structure, or use a metal conduit, to minimise the surface area between the two and thereby minimise the impact of electromagnetic disturbances.

See next page for a visual overview of the preferred method to electrically ground and mechanically mount an SR-D digital pyranometer, and, in contrast, what not to do.

Preferred:

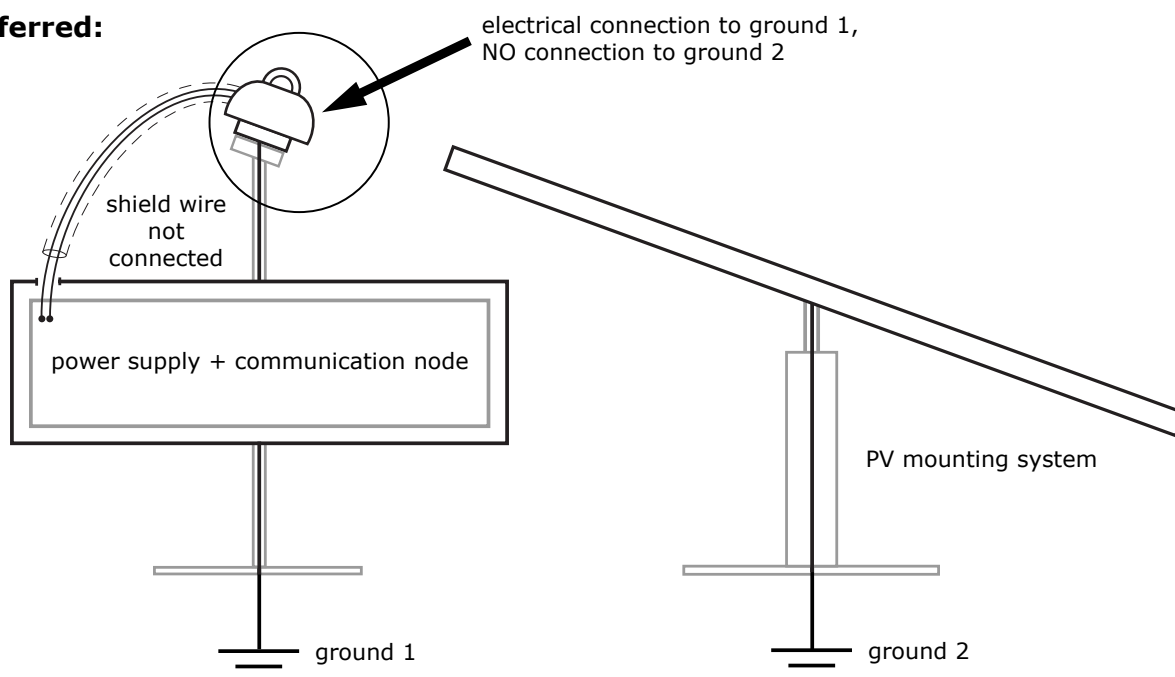


Figure 3 Preferred method to electrically ground and mechanically mount an SR-D digital pyranometer

What not to do

Avoid:

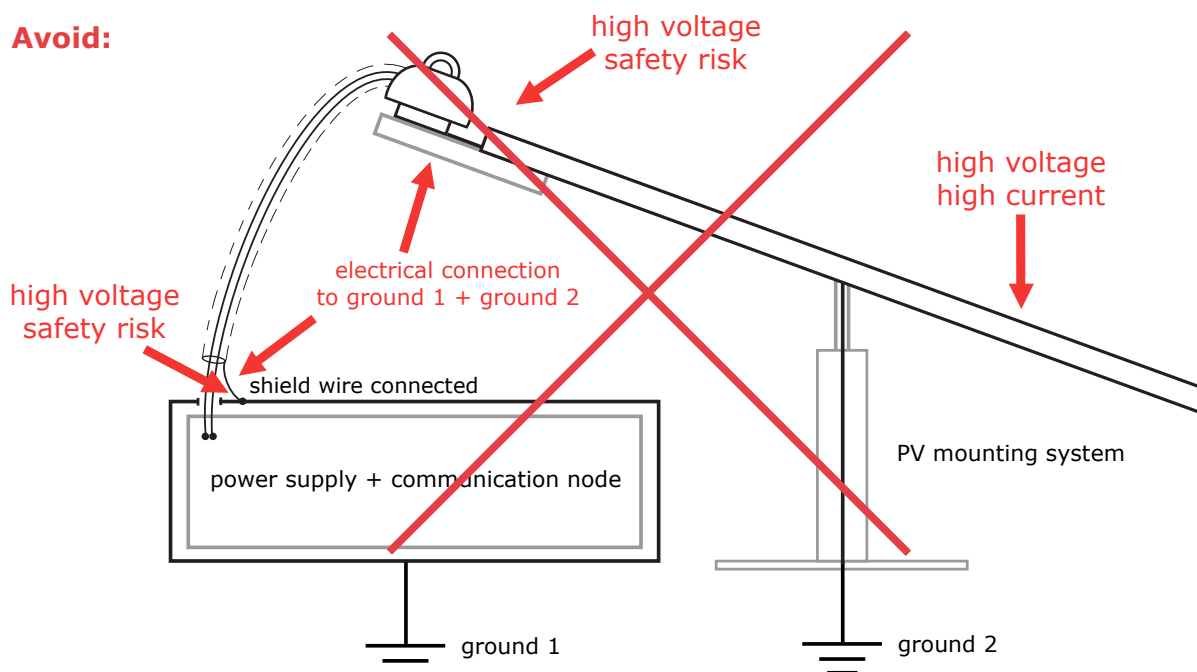


Figure 4 Do not electrically connect an SR-D pyranometer as in the above picture. The PV array generates large voltages and currents. The array mounting frame is usually electrically conducting. In case the array is damaged or in case of indirect or direct surges, the conducting electrical path frame-pyranometer body-cable shield poses a safety risk to personnel and other parts of the system. In addition, it may result in an unreliable measurement or complete loss of signal.

Appendix: cabling requirements for digital pyranometers

When connecting SR-D pyranometers to a digital network, cables must comply with the following requirements:

- using Hukseflux supplied cables; do not use this standard cable at lengths > 40 metres.
- using longer cables, consult Hukseflux; The cabling requirements depend on power use of the sensor (heating, ventilation) and the operating environment.
- never use cables longer than 100 metres, as this may result in damage to the sensor.
- when extending the cable, use industrial grade, well-shielded signal cable < 100 m, preferably use a cable with twisted conductor pairs and a minimum peak voltage rating of 1000 V.

Appendix: when to connect the cable shield

The SR20-D cable shield is connected to the pyranometer body via the connector. In most cases, the shield is left unconnected at the cable end because it is already connected to ground via the pyranometer body. The shield may be connected to ground if:

- the pyranometer body is mounted electrically insulated and not connected to ground, for example when the pyranometer is installed on electrically insulated mount. This is not often the case, but may occur in a laboratory, when mounting on wooden or painted structures or on badly grounded solar trackers.

About this note

Hukseflux Thermal Sensors is a manufacturer of solar radiation sensors. Our product range includes pyranometers, pyrhemometers and pyrgeometers. This review intends to provide objective information about applications and use of our products. We appreciate suggestions for improvement of this note.

About Hukseflux

Hukseflux Thermal Sensors offers measurement solutions for the most challenging applications. We design and supply sensors as well as test & measuring systems, and offer related services such as engineering and consultancy. With our laboratory facilities, we provide testing services including material characterisation and calibration. Our main area of expertise is measurement of heat transfer and thermal quantities such as solar radiation, heat flux and thermal conductivity. Hukseflux is ISO 9001 certified. Hukseflux sensors, systems and services are offered worldwide via our office in Delft, the Netherlands and local distributors.

Need more information?
E-mail us at: info@hukseflux.com

Uziemienie i bezpieczeństwo pyranometru cyfrowego

Prawidłowa instalacja gwarantuje bezpieczeństwo i niezawodność

Niniejsza uwaga wyjaśnia zasady prawidłowej instalacji i uziemienia cyfrowych pyranometrów oraz ich wpływ na bezpieczeństwo personelu i systemu, a także wiarygodność pomiarów. Wyjaśnienie może być zastosowane do cyfrowych pyranometrów Hukseflux serii SR-D.

- Korpus pyranometru przewodzi prąd elektryczny i jest podłączony do ekranu kabla.
- W tradycyjnych zastosowaniach zalecamy montaż pyranometrów na metalowym maszcie, który również służy do uziemienia podłączonego do niego sprzętu pomiarowego.
- Ryzyko bezpieczeństwa związane z instalacją pyranometrów, szczególnie w przemyśle fotowoltaicznym, jest większe niż powszechnie oczekiwane.
- Użytkownicy nie powinni montować pyranometrów na lub w pobliżu źródeł wysokiego napięcia / wysokiego prądu, takich jak systemy fotowoltaiczne.

Podsumowanie wykonawcze

Wprowadzenie

Pyranometry muszą być prawidłowo zainstalowane i uziemione. Jest to konieczne, aby:

- Unikać zagrożeń bezpieczeństwa dla personelu, na przykład podczas czyszczenia i wymiany pyranometrów lub podczas podłączania sprzętu do ich okablowania lub ekranu kabla.
- Unikać tymczasowej awarii lub trwałego uszkodzenia pyranometru i podłączonego do niego sprzętu.
- Unikać niepotrzebnych przerw sygnału lub całkowitej jego utraty.

Ryzyko bezpieczeństwa związane z instalacją pyranometrów, szczególnie w przemyśle fotowoltaicznym, jest większe niż powszechnie oczekiwane. Metalowa obudowa pyranometru jest przewodząca elektrycznie i elektrycznie połączona z ekranem kabla, dlatego:

- Nie dopuszczać, aby pyranometr współdzielił ramę montażową ze źródłami wysokiego prądu i wysokiego napięcia, takimi jak duże konstrukcje PV.

Chociaż nie wspomniano o tym w tekście, niniejsza uwaga dotyczy również cyfrowych pyrliometrów.

Ostrzeżenia



Korpus pyranometru i ekran kabla stanowią połączone przewodniki elektryczne. Nie stosować pyranometrów fizycznie lub elektrycznie podłączonych do źródła wysokiego napięcia lub jego struktury montażowej, np. ramy montażowej tablicy PV. Korpus pyranometru i ekran kabla nie mogą być podłączone do różnych uziemień.



Cyfrowe pyranometry SR-D należy eksploatować wyłącznie w znamionowych warunkach pracy, zachowując odpowiednie środki ostrożności podczas instalacji.



Używać wyłącznie oryginalnych kabli Hukseflux. Stosować krótkie kable o dł. 5 m. Przy użyciu standardowych kabli Hukseflux nie wolno stosować kabli dłuższych niż 40 m.

Schematy elektryczne pyranometru cyfrowego

Obudowa SR-D jest wykonana z aluminium, które przewodzi prąd elektryczny. Obudowa jest połączona z ekranem kabla za pośrednictwem złącza. Obudowa jest zazwyczaj montowana na metalowej ramie. Zakładamy, że rama ta jest uziemiona, a obudowa pyranometru jest elektrycznie połączona z tą metalową ramą. Rama ta działa jako uziemienie w punkcie instalacji pyranometru lub „uziemienie obudowy pyranometru”.

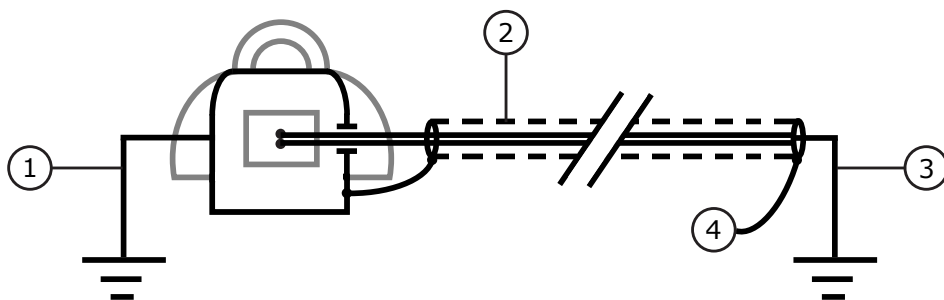
Połączenie elektryczne obudowy z konstrukcją montażową jest wykonane za pomocą śrub łączących pyranometr z konstrukcją montażową.

W preferowanej konfiguracji, przy użyciu krótkich kabli o długości od 5 do 10 m, obudowa jest montowana na metalowej ramie, która zasadniczo stanowi to samo uziemienie, co uziemienie ekranu na końcu kabla.

Ekran kabla pozostaje niepodłączony.

Użyj opasek kablowych do zamocowania przewodu pyranometru na strukturze montażowej lub zastosuj metalowy kanał kablowy, aby zminimalizować wpływ zakłóceń elektromagnetycznych.

Uziemienie sygnału cyfrowego (zwane również przewodem wspólnym) jest elektrycznie izolowane od korpusu lub osłony pyranometru. Uziemienie zasilania jest zazwyczaj połączone z uziemieniem sygnału cyfrowego. Różnica między uziemieniem sygnału cyfrowego a uziemieniem korpusu pyranometru musi być utrzymywana w granicach znamionowych warunków pracy. Szczegółowo rzecz ujmując, uziemienie sygnału cyfrowego i uziemienie korpusu pyranometru są połączone przez wewnętrzny obwód elektroniczny pyranometru, aby poprawić odporność na zakłócenia zewnętrzne i ogólną jakość sygnału czujnika.



Rysunek 1: niezawodne połączenie przez śruby i ramę montażową w punkcie (1) zapewnia uziemienie korpusu pyranometru; uziemienie sygnału cyfrowego i uziemienie zasilania są zapewnione w punkcie (3). Różnica napięć między uziemieniami (1) i (3) musi być w granicach znamionowych warunków pracy. Ekran kabla w punkcie 4 jest zazwyczaj pozostawiany niepodłączony.

Montaż pyranometrów w pobliżu konstrukcji PV

Moduły fotowoltaiczne generują elektryczność, gdy są wystawione na światło. W dużych elektrowniach fotowoltaicznych, gdzie pyranometry są najczęściej stosowane, zestawy wielu modułów są łączone szeregowo, aby generować napięcia przekraczające 600 V przy potencjalnie bardzo wysokich prądach. Nawet małoskalowe systemy fotowoltaiczne mogą generować stosunkowo wysokie napięcia. Dla ludzi narażenie może powodować oparzenia i śmiertelne porażenie prądem. Na poziomie systemu, takie napięcia i prądy mogą powodować przegrzewanie przewodów elektrycznych i mogą wywoływać iskrzenie oraz powodować zapłon.

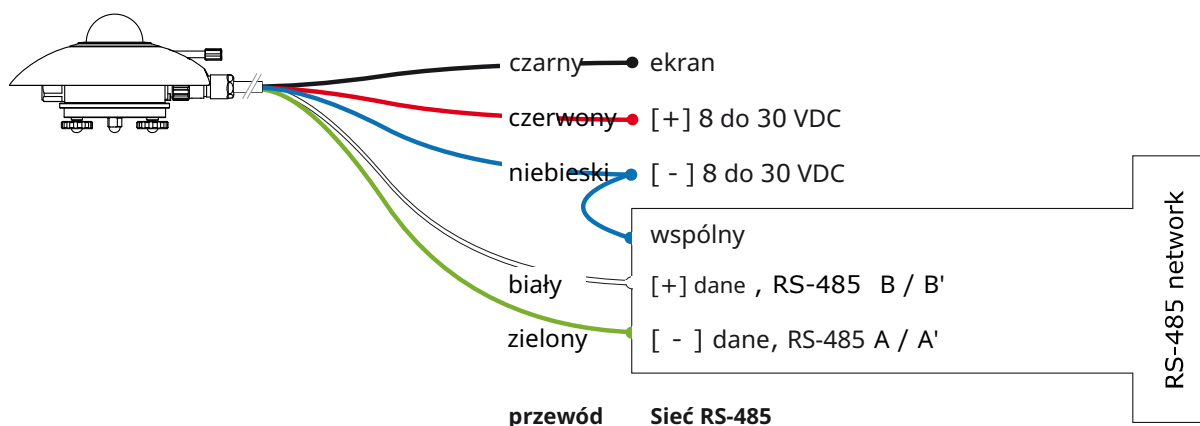
W przypadku pyranometrów lub jakichkolwiek innych przyrządów pomiarowych, współdzielenie struktury montażowej z wysokoprądowym i wysokonapięciowym źródłem, takim jak konstrukcja PV, nie jest dobrą praktyką inżynierską.

Montaż pyranometru na strukturze konstrukcji PV powoduje:

- sytuację, w której serwisowanie i czyszczenie pyranometru nie jest bezpieczne z powodu jego bliskości wysokonapięciowego/wysokoprądowego źródła.
- Potencjalnie niebezpieczną sytuację na korpusie pyranometru i końcu kabla, ze względu na bliskość korpusu pyranometru do wysokonapięciowego/wysokoprądowego źródła oraz elektryczne połączenie tego korpusu z ekranem kabla.

Podłączenie do sieci RS-485

Pyranometry SR-D są przeznaczone do pracy w dwuprzewodowej (pół-dupleksowej) sieci RS-485. W takiej sieci SR-D działa jako urządzenie podrzędne, odbierające żądania danych od urządzenia nadrzędnego. Przykład topologii dwuprzewodowej sieci RS-485 przedstawiono na rysunku 2 poniżej. SR-D jest zasilany napięciem od 8 do 30 VDC. Źródło zasilania nie jest pokazane na rysunku 2. Masa zasilania VDC [-] musi być podłączona do masy sygnału cyfrowego (zwanej również wspólną) sieci.



Rysunek 2 Podłączenie typowego SR-D do sieci RS-485. SR-D jest zasilany zewnętrznym źródłem zasilania o napięciu od 8 do 30 VDC. Szczegółowe informacje zawarto w instrukcji obsługi.

Znamionowe warunki pracy pyranometru cyfrowego

Znamionowa różnica potencjałów między uziemieniem sygnału cyfrowego a korpusu pyranometru wynosi 100 V.

Ogólne zasady uziemienia pyranometru cyfrowego

Użytkownicy są odpowiedzialni za utrzymanie różnicy napięcia między uziemieniem korpusu pyranometru a uziemieniem sygnału cyfrowego poniżej 100 V:

- aby uniknąć tymczasowej awarii lub trwałego uszkodzenia czujnika.
- aby zapobiec niepotrzebnym przerwom sygnału lub jego całkowitej utracie.

W zastosowaniach monitoringu PV nie należy montować na ramie konstrukcji PV, ponieważ powoduje to:

- sytuację, w której serwisowanie i czyszczenie pyranometru nie jest bezpieczne z powodu bliskości źródła wysokiego napięcia/wysokiego prądu.
- potencjalnie niebezpieczną sytuację na korpusie pyranometru i końcu kabla (przewodach oraz ekranie), ze względu na bliskość korpusu pyranometru do źródła wysokiego napięcia/wysokiego prądu oraz elektryczne połączenie tego korpusu z ekranem kabla.

Główne wytyczne to:

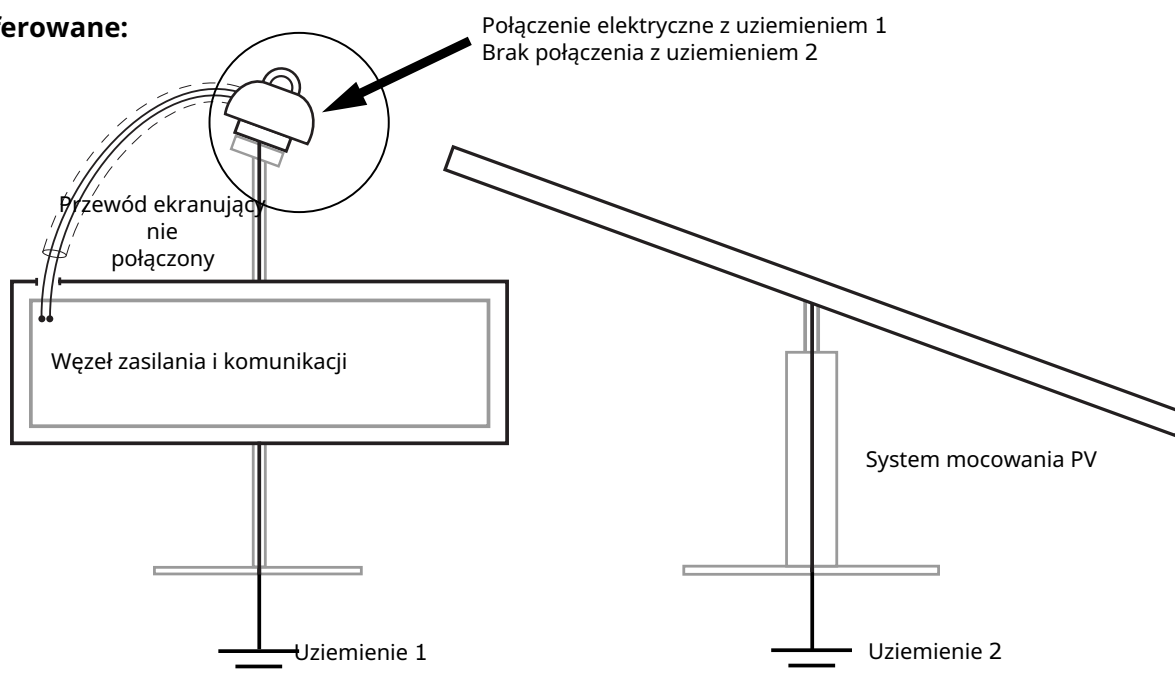
- zmniejszenie ryzyka dla personelu i urządzeń: trzymać czujnik z dala od źródeł wysokiego napięcia lub wysokiego prądu (np. dużych konstrukcji PV, urządzeń wysokonapięciowych i wysokiej mocy, transformatorów), silnych źródeł emisji (np. radarów i anten komunikacyjnych).
- Zachowaj krótkie przewody; Zalecamy użycie standardowego przewodu 5 m, możliwie przedłużonego do 10 m; W przypadku użycia dłuższych przewodów zapoznaj się z Aneksem.
- Zachowaj prostotę: podłącz lub odnieś wszystkie komponenty systemu do tego samego uziemienia. Zapewnia to utrzymanie różnic napięć między uziemieniem obudowy pyranometru a uziemieniem sieci cyfrowej w granicach znamionowego zakresu roboczego. Użyj czujnika z dedykowanym zasilaczem, którego uziemienie jest odniesione, ale nie podłączone, do tego samego uziemienia 1 na rysunku 3. Upewnij się, że uziemienie sygnału cyfrowego (np. RS-485) jest

Odniesiony, lecz niepodłączony do tego samego uziemienia 1 na rysunku 3. Często nie występuje różnica napięcia między uziemieniem RS-485 a uziemieniem zasilania. W takim przypadku cyfrowe uziemienie sygnału RS-485 (zwane również wspólnym) jest podłączone do zasilania [-].

- Zachowaj prostotę: połącz instalację akwizycji danych/sieci cyfrowej, zasilania i przyrządu na jednej lokalnie uziemionej, przewodzącej elektrycznie (metalowej) ramie montażowej, takiej jak maszt lub słup, uziemienie 1 na rysunku 3.
- Zmniejsz ryzyko: zamontuj na małej ramie; Ta rama powinna być samodzielna i elektrycznie niepołączona z innymi większymi przewodzącymi strukturami, takimi jak duży metalowy płot lub struktura montażowa tablicy PV, które mogą działać jako przewodniki dla skoków, bezpośrednich lub pośrednich uderzeń pioruna itp.
- Zmniejsz ryzyko: nie dopuszczaj do przerw między różnymi połączeniami uziemienia; Użyj opasek kablowych do zamocowania przewodu pyranometru do struktury montażowej lub użyj metalowego kanału, aby zminimalizować powierzchnię styku między nimi i tym samym zminimalizować wpływ zakłóceń elektromagnetycznych.

Przejdź na następną stronę, aby zapoznać się z wizualnym przeglądem preferowanej metody elektrycznego uziemienia i mechanicznego zamocowania pyranometru cyfrowego SR-D oraz, w przeciwieństwie do tego, czego nie należy robić.

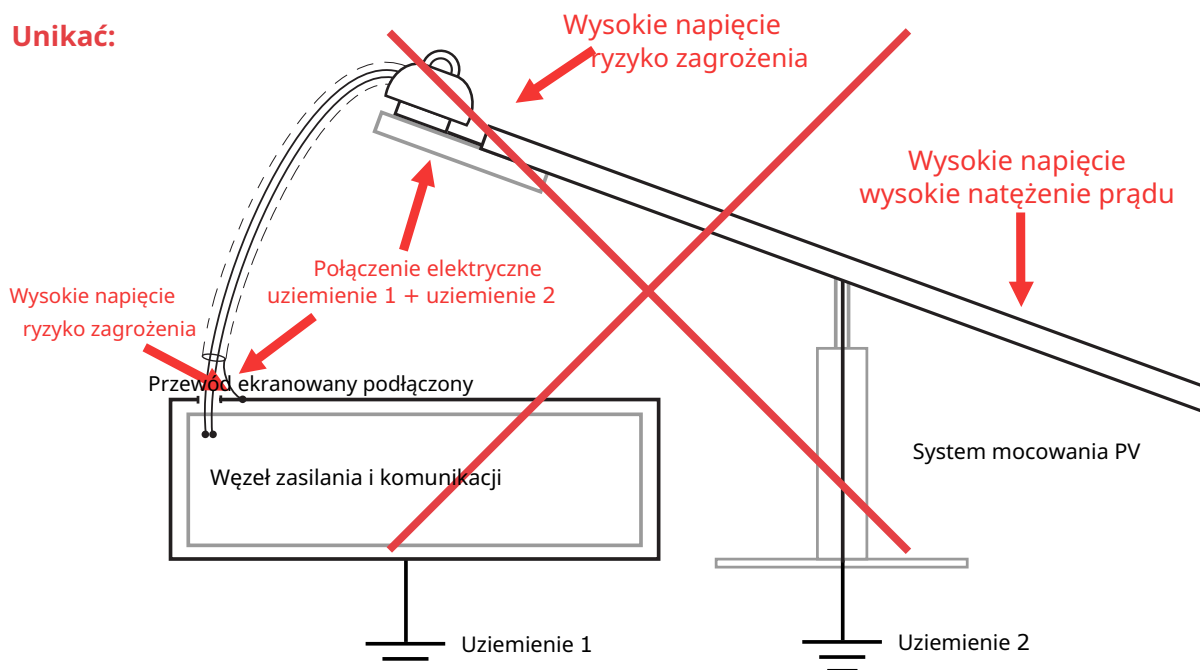
Preferowane:



Rysunek 3 Preferowana metoda elektrycznego uziemienia i mechanicznego zamocowania pyranometru cyfrowego SR-D

Czego nie należy robić

Unikać:



Rysunek 4 Nie należy elektrycznie podłączać pyranometru SR-D w sposób przedstawiony na powyższym rysunku. Tablica PV generuje wysokie napięcia i prądy. Rama mocująca tablicy jest zazwyczaj przewodząca elektrycznie. W przypadku uszkodzenia tablicy lub wystąpienia pośrednich lub bezpośrednich skoków napięcia, przewodzący elektryczny tor: rama-korpus pyranometru-ekran kabla stanowi zagrożenie bezpieczeństwa dla personelu i innych elementów systemu. Ponadto może to skutkować niepewnym pomiarem lub całkowitą utratą sygnału.

Aneks: wymagania dotyczące okablowania dla pyranometrów cyfrowych

Podczas podłączania pyranometrów SR-D do sieci cyfrowej kable muszą spełniać następujące wymagania :

- Używając kabli dostarczonych przez Hukseflux, nie stosować długości powyżej 40 metrów.
- W przypadku używania dłuższych kabli skonsultować się z Hukseflux; Wymagania dotyczące okablowania zależą od zużycia energii przez czujnik (grzałka, wentylacja) oraz środowiska pracy.
- Nigdy nie używać kabli dłuższych niż 100 metrów, ponieważ może to spowodować uszkodzenie czujnika.
- Przy przedłużaniu kabla używać przemysłowego, dobrze ekranowanego kabla sygnałowego poniżej 100 m, preferowane są kable ze skręconymi parami przewodów i minimalnym znamionowym napięciem szczytowym 1000 V.

Aneks: kiedy podłączać ekran kabla

Ekran kabla SR20-D jest podłączony do obudowy pyranometru przez złącze. W większości przypadków osłona pozostaje niepodłączona na końcu kabla, ponieważ jest już połączona z uziemieniem poprzez korpus pyranometru . Osłonę można podłączyć do uziemienia, jeśli:

- korpus pyranometru jest zamontowany elektrycznie izolowany i niepołączony z uziemieniem, na przykład gdy pyranometr jest zainstalowany na elektrycznie izolowanym wsporniku. Nie zdarza się to często, ale może mieć miejsce w laboratorium podczas montażu na drewnianych lub malowanych konstrukcjach albo na źle uziemionych trackach solarnych.

O tej notatce

Hukseflux Thermal Sensors jest producentem czujników promieniowania słonecznego. Nasza oferta produktowa obejmuje pyranometry, pyrholiometry i pyrgeometry. Niniejszy przegląd ma na celu dostarczenie obiektywnych informacji o zastosowaniach i użyciu naszych produktów. Doceniamy sugestie dotyczące poprawy tej notatki.

O firmie Hukseflux

Hukseflux Thermal Sensors oferuje rozwiązania pomiarowe dla najbardziej wymagających zastosowań. Projektujemy i dostarczamy czujniki oraz systemy testowe i pomiarowe, a także oferujemy powiązane usługi, takie jak inżynieria i konsulting. Dzięki naszym laboratorium świadczymy usługi testowe, w tym charakteryzację materiałów i kalibrację. Naszym głównym obszarem specjalizacji jest pomiar transferu ciepła i wielkości termicznych, takich jak promieniowanie słoneczne, strumień cieplny i przewodność cieplna. Hukseflux posiada certyfikat ISO 9001. Czujniki, systemy i usługi Hukseflux są oferowane na całym świecie za pośrednictwem naszego biura w Delft w Holandii oraz lokalnych dystrybutorów.

Potrzebujesz więcej informacji?
Wyślij do nas e-mail na: info@hukseflux.com