

## Zonne energie gestuurde stopcontacten - (Boiler als thuisbatterij)

### Het doel en de gebruikers

Bij zonnepanelen wordt veel energie geleverd gedurende periodes waarin er geen behoefte aan is. Het nuttig deze energie op te slaan om verspilling tegen te gaan en overbelasting van het net terug te dringen. Omdat huishoudens veel energie gebruiken voor het verwarmen van water ligt het voor de hand de zonne-energie alvast in water op te slaan. Vergeleken met accu's is het rendement bij warmte opslag in water hoger en de kosten beduidend lager.

*Het opwarmen van 50l. water van 20° naar 70° vergt 2.9 kW. Vergeleken met een accu van 230Ah (2.76 kWh) die we voor de boot kochten, kostte de boiler een derde van de prijs van de accu.*

Een elektrische boiler, die dicht bij een douche punt gemonteerd is, bespaart tevens het doorspoelen van het koude water dat nog in de leiding zit. Ook spaart een boiler het talloze keren aanslaan van een cv gasbrander bij het naspoelen van afwas met scheutjes heet water.

20-25% van het gasverbruik van huishoudens wordt besteed aan het verwarmen van water. Er is met deze toepassing dus al een aanzienlijke reductie aan gasverbruik te bewerkstelligen zonder de soms kostbare noodzaak te isoleren zoals bij de overstap naar een warmtepomp.

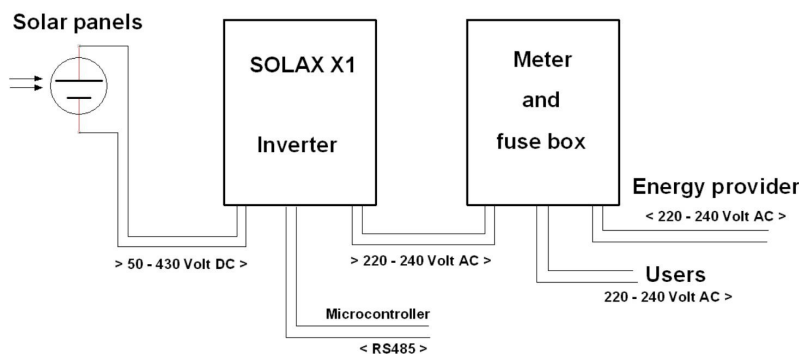
Los van een elektrische boiler kunnen andere voorwerpen geladen of gebruikt worden terwijl de zon de energie ervoor levert: Het laden van auto, fiets, computer en gereedschap tot het gebruik van de stofzuiger, grasmaaier en airconditioning aan toe.

### De stroomvoorziening:

De boiler blijft de elektriciteit via het stopcontact gebruiken maar doet dit alleen gedurende de periodes dat de zon voldoende energie levert. Het gebruik van een tijd instelbaar stopcontact kan het gebruik verschuiven naar de tijden waarin normaliter de zon energie levert maar gedurende bewolkte periodes gebruik je nog steeds energie uit het net. Wij gebruiken daarom **remote stopcontacten** die aangestuurd worden door een **programmeerbare microcontroller**.

Het aansturen van de stopcontacten en het instellen van de juiste code staat in detail uitgelegd op:

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/programming-rc-sockets-433mhz>



Een andere mogelijkheid is een kabel te gebruiken tussen de microcontroller en het schakelbaar stopcontact. Dit heeft het voordeel dat je de schakelcode niet hoeft uit te zoeken maar het nadeel dat je voor elk stopcontact een kabel moet trekken.

Wij gebruikten een plug-in stopcontact van een niet meer werkend remote stopcontact. Het relais ervan hebben we vervangen voor een wat zwaarder type. Met een kabeltje naar de microprocessor wordt het relais voorzien van de benodigde 5 V om het relais aan te zetten.

De blauwe LED op de foto gaat aan als er spanning op het stopcontact staat. De stekker van de boiler zit ingeplugd. De rood zwarte draad loopt naar de meterkast waar de microprocessor zich bevindt.



De boiler blijft bij beide stopcontact typen tevens geschakeld door zijn eigen thermostaat.

## Het schakelen

Om te weten wanneer we moeten schakelen gebruiken we de data uit de omvormer. Deze data is bij ons toegankelijk via een plug verbinding. Bij een opbrengst van 1600 Watt schakelt de processor zomers het boiler stopcontact aan. Daalt de opbrengst onder de 1550 Watt dan schakelt de processor het stopcontact af. Op deze wijze gebruikt onze ca 1450 Watt boiler geen stroom uit het net.

Het aansluiten op de omvormer en het verkrijgen van de data staat in detail uitgelegd op:

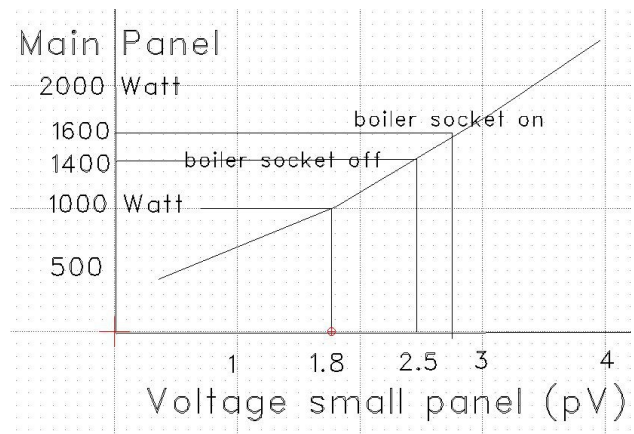
<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/getting-data-from-a-solar-panel-inverter>

Een alternatieve methode, als men de gegevens van de omvormer niet kan/wil gebruiken, is het meten van het voltage van een klein zonnepaneeltje op het dak, dat naast de hoofdpanelen is gemonteerd.

Na het opmeten van het voltage bij diverse opbrengsten van de grote panelen, is een grafiekje op te stellen: Vanaf 2.5 volt of hoger van het kleine paneeltje, levert het grote paneel de benodigde 1450 Watt die nodig is om onze 50 l. boiler op te warmen. We schakelen bij die methode het stopcontact van de boiler dan aan bij 2.75V en af bij 2.5V. (Een zekere spreiding is nodig om veelvuldig aan en uit tikken te voorkomen)



*Vastgezet aan een, onder de pannen klemmende, lat.*



Deze methode verlangt wat meer nazorg/ bijstelling gedurende de seizoenen omdat het voltage van het kleine paneeltje wat kan verlopen ten opzichte van de originele meting. (vuil/ stand van de zon). Bij het gebruik van de data uit de omvormer is de opbrengst altijd een zuivere watt waarde.

**De boiler** is een simpele 50 liter boiler die boven de aanrecht is opgehangen. Hij is met T-stukken aangesloten aan de koud en warm water leidingen van de kraan boven de gootsteen.

Bij het opwarmen expandeert het water; Dit wordt via een ventiel in de koud water leiding uit het systeem gelaten. Wij vangen het op in een glazen vaas voor hergebruik en gebruiksindicatie.

De warm water voorziening van de **gasketel** is via het menu **afgezet** en de fysieke kraan op de ketel is dichtgedraaid.

Omdat we elektrisch koken kan met deze warmwatervoorziening de gastkraan dicht blijven zolang we geen gasverwarming nodig hebben.



## De microprocessor.

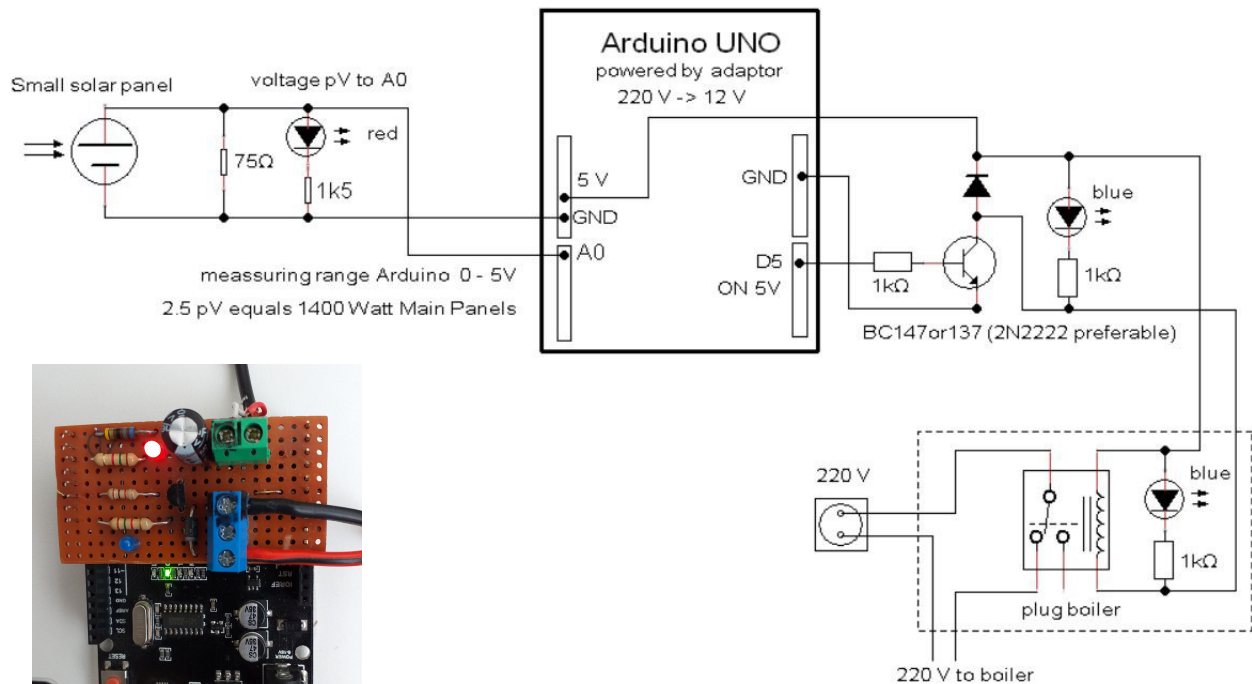
Als microprocessor gebruiken wij een Arduino Uno.

Voor de meest recente opzet, die de data (power in watts) van de omvormer gebruikt zie:

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/solar-controlled-socket-shield-for-arduino>

Onze eerste set-up, met een kabel gestuurd stopcontact en geregeld door het voltage van het kleine zonnepaneeltje, is hieronder beschreven.

## De met een zonnepaneeltje (pV) aangestuurde versie:

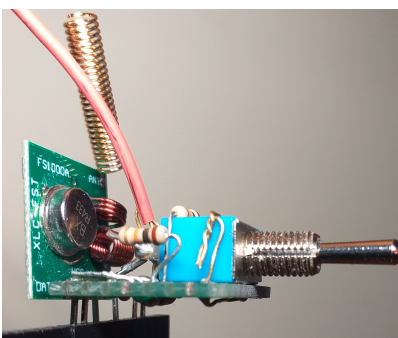


De onderdelen, die aan beide zijden van de Arduino microprocessor zijn getekend, (Input links output rechts) zijn gemonteerd op een printje dat op de aansluit pinnen van de Arduino geschoven is. Zie de foto. De analoge input van de Arduino heeft een bereik van 0-5 V. Het maximale voltage van het kleine paneeltje (pV) is daarom beperkt zodat het de 5V niet overschrijdt. Een rood LEDje gaat branden wanneer een pV van 1.8 V is bereikt. In dat geval levert het grote paneel ongeveer 1000 Watt.

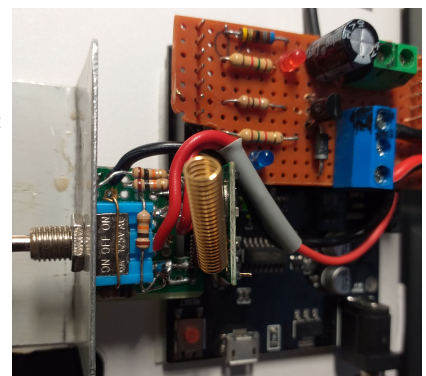
### Het toevoegen van de zender aan deze setup. (om extra stopcontacten te schakelen)

Het zender-printje kan ik met zijn GND en data pin rechtstreeks in de GND en digitale output 12 drukken als ik eerst de 5V pin recht buig. De 5 volt pin verbind ik met de 5V out van de Arduino. Ik heb tevens een 3 standen schakelaar toegevoegd met het doel de boiler ook aan te kunnen zetten als er geen zon is of af te zetten als de inhoud warm genoeg is.

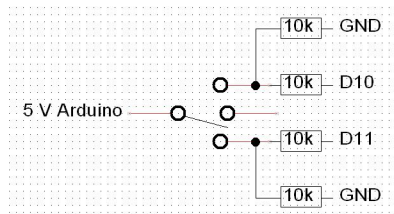
Met deze 3 standen schakelaar zet ik 5V op digitale inputs D10 of D11 om de keuze aan het Arduino programma duidelijk te maken. Het relais van het boiler-stopcontact blijft, al dan niet bekrachtigd, via output D5. De stroom naar de D10 en D11 is beperkt met een 10k weerstand en er is tevens een 10k pull-down weerstand naar GND toegevoegd. Zonder de pull-down weerstanden blijven de inputs af en toe op high hangen.



*Niet volledig ingedrukt om de pinnen zichtbaar te houden.  
De twee rechter pinnen zijn niet aangesloten en hebben alleen een mechanische functie.*



*De 10 k pull-down weerstanden van D10 en D11 naar GND zijn zichtbaar op de rechter foto.*



De volgende programma's voor de microprocessor zijn te openen/ modifieren in het Arduino IDE (Integrated Development Environment). Hiermee zijn de programma's ook te installeren op de diverse microcontrollers. Het IDE bevat tevens een serieel monitor programma waarmee tijdens het runnen van het programma diverse waarden (bijvoorbeeld de meetwaarde van het zonnepaneeltje) in de gaten gehouden kan worden.

De listings zijn down te loaden via

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/solar-power-regulated-socket>

#### \_240709\_Solar\_Switched\_BoilerSocket.ino

Simpel programma dat alleen het boiler stopcontact aan of uit zet

#### \_240719\_Solar\_Switched\_Boiler\_Socket.ino

Als boven met de 3 standen schakelaar "Altijd aan", "Zon geregeld", "Altijd uit"

#### \_240828\_Solar\_Switched\_Sockets.ino

Als boven met de RC stopcontacten.

De programma's dienen als voorbeeld/ idee en zijn makkelijk aan te passen aan uw eigen situatie en voorkeuren.

*Het opwarmen van water*

$P = m * c * \Delta t / 3600$  (eenheden: kWatt = kg \* kJ/kg \* graden verschil in Celcius of Kelvin)

*c water 4186 J/kg*

*Om 50 l water 50° te verwarmen is  $50 * 50 * 4.186 / 3600 = 2.91$  kW nodig*

Voor vragen of opmerkingen mail (Dutch or English) gerust naar:

Jeroen Droogh, [bootprojecten@gmail.com](mailto:bootprojecten@gmail.com)

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/solar-power-regulated-socket>

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/programming-rc-sockets-433mhz>

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/getting-data-from-a-solar-panel-inverter>

<https://www.bootprojecten.nl/solar-energy/hardware-for-solar-controlled-rc-sockets>

**Noot:** Ik wil de nogal excessieve prijs stijgingen van mijn web host niet faciliteren (13% in 2024 en 37% in 2025) dus ik ben van plan de **website in April 2026 te sluiten**.

Mijn email adres blijft van kracht voor eventuele vragen of feedback.