

# Project E4

## Particuliere Solar Monitor: SunnyPi

Door:

Jonathan van Rijn,  
Wilco Visser  
& Dorus Hoogenbosch

Opleiding:

Elektrotechniek  
Technische Informatica

# Titelblad

Auteurs:                   1. Jonathan van Rijn  
                                 2. Wilco Visser  
                                 3. Dorus Hoogenbosch

School:                    NHL Hogeschool Leeuwarden

Opleiding:                Elektrotechniek & Technische Informatica

Projectbegeleider:       Harry v.d. Pol

Datum:                    Start project E4: 14-09-2012  
                              Einddatum Project E4: 31-01-2013

## Inhoud

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Inleiding .....                        | 4  |
| Samenvatting.....                      | 5  |
| Onderzoeksverslag .....                | 6  |
| Inleiding .....                        | 6  |
| Beschikbare Solar Monitors .....       | 7  |
| De omvormer .....                      | 15 |
| Communicatieopties omvormer .....      | 17 |
| Projectverslag.....                    | 18 |
| Inleiding: .....                       | 18 |
| Schematisch overzicht.....             | 19 |
| Raspberry Pi.....                      | 20 |
| Linux .....                            | 20 |
| Hostname .....                         | 20 |
| APT-get packages .....                 | 20 |
| SSH Server .....                       | 20 |
| FTP Server (vsftpd) .....              | 21 |
| Webserver (apache+php5).....           | 21 |
| VNC Server.....                        | 21 |
| Mono framework .....                   | 21 |
| Crontab.....                           | 22 |
| HTTP Post methode.....                 | 22 |
| PC statusapplicatie .....              | 26 |
| Kostenberekening.....                  | 29 |
| Verbeterpunten.....                    | 30 |
| Evaluatie .....                        | 30 |
| Bijlagen .....                         | 31 |
| Plan van aanpak.....                   | 32 |
| Installatiescript SunnyPi .....        | 43 |
| Protocol Mastervolt (soladin 600)..... | 47 |
| Pakket van eisen.....                  | 49 |
| Logboeken .....                        | 50 |
| Planning.....                          | 52 |

## Inleiding

In periode één en twee van het vierde jaar zal er een project worden uitgevoerd waarbij Elektrotechniek-, Werktuigbouwkunde- en Technische Informatica studenten zullen gaan samenwerken. De afdeling engineering en aantal externe bedrijven hebben projecten opgezet waaruit de studenten een keuze kunnen maken. Wij hebben gekozen voor het project Solar Monitor, voor dit project hebben zich geen werktuigbouwstudenten aangemeld dus werken wij alleen met de disciplines Elektrotechniek- en Technische Informatica. De projectgroep bestaat uit drie leden, twee studenten elektrotechniek en één student Technische informatica. Wij hebben het project opgedeeld in twee stukken: Het uitvoeren van een onderzoek en het ontwikkelen van een Solar Monitor met een kostprijs van minder dan €100,-. Met het onderzoek hopen we een duidelijk inzicht te krijgen in het huidige aanbod van Solar Monitors en hoe ons product daar het best tussen zou kunnen passen. De klant voor wie het product zal worden ontwikkeld is de particuliere gebruiker. Wij zien deze gebruiker als iemand die zeer alert op de kosten tijdens het aanschaffen en onderhouden van zijn PV-systeem. Wenselijk is dat de Solar Monitor meerdere merken omvormers zal gaan ondersteunen. Daarnaast streven wij naar een eenvoudige installatie van het monitor systeem. Het project wordt afgesloten met een presentatie en een verslag zodat de docenten en de andere projectgroepen een inzicht krijgen in de werkzaamheden die zijn uitgevoerd. Het lijkt ons een heel interessant project waarvan veel kan worden geleerd. Na het voltooien van dit project hopen enkele leden van de projectgroep het systeem uit te breiden zodat deze in de eigen omgeving kan worden geïnstalleerd.

## Samenvatting

We zijn het project begonnen met het maken van een plan van aanpak. In dit plan hebben we de probleemstelling geformuleerd en een aantal doelstellingen opgesteld. Vervolgens is er een pakket van eisen gemaakt wat is besproken met de opdrachtgever. Parallel aan dit proces is een onderzoek uitgevoerd waarin wordt gekeken naar de Solar Monitors van grote bedrijven zoals MasterVolt, SMA, EverSolar en Delta. Uit dit verslag bleek al snel dat de fabrikanten twee versies van monitoring aanbieden op de particuliere en industriële markt: Een product waarmee de gegevens van de PV-opstelling lokaal worden weergegeven op een lcd scherm en een product wat gebruik maakt van een geïntegreerde webserver waarmee de gegevens op het LAN en het internet in te zien zijn door de gebruiker. Wij hebben besloten om een Solar Monitor te ontwikkelen die de gegevens via het internet en op het eigen netwerk kan laten zien. Wij maken gebruik van het platform Raspberry Pi. Een aantal grote voordelen van de Raspberry Pi zijn: het kleine formaat, de hoeveelheid rekenkracht, de lage prijs en de grote Community wat de ontwikkeling van een applicatie kan versnellen. Door gebruik te maken van een bestaand platform hebben wij de ontwikkelduur in de hardware fors kunnen verminderen. Het platform beschikt over een seriële poort voor het uitlezen van de omvormer en meerdere USB poorten voor het aansluiten van de eventueel benodigde bluetooth-en/of wifi module. Tijdens het ontwikkelen van de Solar Monitor hebben we ons voornamelijk verdiept in het schrijven van een applicatie voor de data acquisitie, het opstellen van een geschikte netwerkconfiguratie en het ontwikkelen van een PC-applicatie welke de gebruiker zal waarschuwen op gebreken aan de PV-opstelling. De applicatie voor de data acquisitie uit de omvormer is in Monodevelop (linux) geschreven, deze applicatie zorgt voor het ophalen van data uit de Soladin (Mastervolt omvormer). De applicatie draait op de Raspberry Pi en zorgt elke vijf minuten voor nieuwe meetwaarden en het uploaden van deze waarden naar de website PVoutput.org. Deze website is volgens ons zeer geschikt en geeft overzichtelijke inzage van de meetgegevens door gebruik te maken van tabellen en grafieken. De PC-applicatie haalt zijn gegevens van deze website en waarschuwt de gebruiker bij missende data. Ook wordt in deze applicatie het weer meegenomen als factor, de lokale weergegevens halen wij van een website met de naam Weatherbug. Door het project op deze manier aan te pakken denken wij dat onze Solar monitor uiteindelijk in de categorie "Cheap and Simple" zou kunnen vallen en zeer goed te gebruiken is door de particuliere gebruiker.

## Onderzoeksverslag

### Inleiding

Steeds meer particuliere gebruikers plaatsen hun eigen PV-installatie wegens de alsmaar stijgende energiekosten en de gunstige subsidie regelingen binnen Europa. Met de aanschaf van de installatie gaat vaak veel geld gemoeid. Het is daarom belangrijk om op een rustige weldoordachte manier te handelen om zo toch nog dat beetje extra geld te besparen. Wij denken dat door het aanschaffen van een Solar Monitor veel geld kan worden bespaard. Ons product zal een goedkope variant worden waarmee particuliere gebruiker via een zijn netwerk en het internet kan inzien hoe zijn installatie presteert. Naast het inzien van de gegevens zal een applicatie op de pc de gebruiker ook attenderen op foutmeldingen in het systeem.

Niet alleen vanuit een financieel oogpunt stappen steeds meer mensen over op het gebruik van zonnepanelen ook wordt het ontzien van het milieu als belangrijke reden genoemd. Onder de particuliere gebruiker verstaan we over het algemeen een huishouden met een verbruik van ongeveer 3500kWh op jaarbasis. Het gaat er bij deze gebruikers er voornamelijk om met de installatie te voldoen aan hun eigen energievraag en eventueel de extra stroom te verkopen aan de energieleverancier. In de eerste tien á vijftien jaar zal de installatie moeten worden terugverdiend. Na het verstrijken van deze periode zal de opgewekte energie daadwerkelijk bijdragen aan de eigen portemonnee.

Ons project bestaat uit twee onderdelen: het uitvoeren van een onderzoek en het maken van eigen Solar Monitor. Dit onderzoeksverslag zal een duidelijk overzicht geven van de beschikbare Solar Monitors ontwikkeld door de grote bedrijven als SMA, Mastervolt, Delta en Ever Solar. Deze Solar Monitors zijn vaak ontwikkeld voor het uitlezen van een specifiek merk omvormer en zijn voor de particuliere gebruiker vaak relatief duur ten opzichte van de geplaatste PV-opstelling. Er wordt hierdoor vaak afgezien van de mogelijkheid om het systeem op afstand te kunnen monitoren. Wij vinden dit een gemiste kans. Door het maken van een goedkope en veelzijdige Solar Monitor denken dit gat in de markt kunnen vullen.

Het is de bedoeling dat onze Solar monitor de meetgegevens kan inlezen via een Bluetooth en een seriële RS485 verbinding. Ons beoogde doel is om een Solar Monitor te maken die de protocollen van de merken SMA, Mastervolt en Ever Solar omvormers zal ondersteunen. De meetgegevens zoals de spanning over het zonnepaneel, de geleverde stroom, het uitgaand vermogen, de geleverde energie en het tijdstip van de meting zullen worden getoond in een overzichtelijke website. De meetgegevens moeten door de gebruiker zowel op het lokale netwerk en internet bekeken kunnen worden. Ook zal ons product de mogelijkheid bieden voor het aansluiten en monitoren van extra sensoren zoals een stralingsmeter of een temperatuursensor.

## Beschikbare Solar Monitors

### SMA:

#### 1. Sunny Beam with Bluetooth Wireless Technology

##### *Technische specificaties*



|                                                 |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                                                            |
| Omvormer communicatie                           | <i>Bluetooth</i>                                                                                           |
| PC communicatie                                 | USB 2.0                                                                                                    |
| Maximaal aan te sluiten SMA apparaten           | 12                                                                                                         |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                                                            |
| Bluetooth (ongehinderd)                         | 10m - 15m of 50m – 100m (met SMA piggy-back)                                                               |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                                                            |
| Voeding                                         | Geïntegreerde zonnecel                                                                                     |
| Aantal batterijen                               | 2                                                                                                          |
| Type batterijen                                 | NiMH (1.2Vdc), AA                                                                                          |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                                                            |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | 0 °C – 40 °C                                                                                               |
| Mate van beveiliging tegen “vijandige omgeving” | IP 20                                                                                                      |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                                                            |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 127/75/195                                                                                                 |
| Gewicht                                         | +/- 350 gram                                                                                               |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                                                                |
| Weergave van gegevens                           | LCD                                                                                                        |
| Taal                                            | Duits, Engels, Frans, Grieks, Italiaans, Nederlands, Portugees, Spaans, Tsjechisch                         |
| Bediening                                       | Draaibare druk knop                                                                                        |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, afgegeven stroom, dagelijkse opbrengst, totale opbrengst, jaarlijkse opbrengst, CO2 besparing |
| Prijs                                           | €200,-                                                                                                     |

Voordelen:

Compact product.

Energiezuinig.

Nadelen:

Gebruiker heeft geen toegang tot de meetgegevens via het internet.

Het bereik tussen de omvormer en de monitor is beperkt.

Ondersteund alleen omvormers van het merk SMA.

De aanschafkosten zijn relatief hoog voor een monitor zonder web based acces.

## 2. Sunny Webbox

**Technische specificaties:**

|                                                 |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                                                            |
| Omvormer communicatie                           | RS485                                                                                                      |
| PC communicatie                                 | 10/100Mbit Ethernet                                                                                        |
| Maximaal aan te sluiten SMA apparaten           | 50                                                                                                         |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                                                            |
| RS485/Ethernet                                  | 1200m / 100m                                                                                               |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                                                            |
| Voeding                                         | Externe plug-in voeding                                                                                    |
| Ingangsspanning                                 | 100V-240V AC, 50-60 Hz                                                                                     |
| Verbruik                                        | Gewoonlijk 4W / Maximaal 12W                                                                               |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                                                            |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | -20 °C – 55 °C                                                                                             |
| Mate van beveiliging tegen “vijandige omgeving” | -                                                                                                          |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                                                                            |
| Intern                                          | 8 MB                                                                                                       |
| Extern                                          | Optionele SD-kaart 128MB / 512MB / 1GB / 2GB                                                               |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                                                            |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 226/130/57                                                                                                 |
| Gewicht                                         | +/- 750 gram                                                                                               |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                                                                |
| Weergave van gegevens                           | LCD                                                                                                        |
| Taal                                            | Duits, Engels, Frans, Grieks, Italiaans, Nederlands, Portugees, Spaans, Tsjechisch                         |
| Bediening                                       | Geïntegreerde webserver, te bedienen met applicatie                                                        |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, afgegeven stroom, dagelijkse opbrengst, totale opbrengst, jaarlijkse opbrengst, CO2 besparing |
| Prijs                                           | €510,-                                                                                                     |

## Voordelen:

Compact product.

De meetgegevens zijn overal beschikbaar door de geïntegreerde webserver.

## Nadelen:

Hoge aanschafkosten.

Ondersteund alleen Solar monitors van het merk SMA.



## Eversolar:



### 1. PMU

#### Technische specificaties:

|                                                 |                                                              |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                              |
| Omvormer communicatie                           | RS485                                                        |
| PC communicatie                                 | 10/100Mbit Ethernet                                          |
| Maximaal aan te sluiten omvormers               | 30                                                           |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                              |
| RS485 / Ethernet                                | 1200m / 100m                                                 |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                              |
| Voeding                                         | Externe plug-in voeding                                      |
| Ingangsspanning                                 | 7.5VDC                                                       |
| Verbruik                                        | Gewoonlijk 1W                                                |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                              |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | 0°C – 50 °C                                                  |
| Mate van beveiliging tegen “vijandige omgeving” | IP 20                                                        |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                              |
| Intern                                          | 1Gb(3year)                                                   |
| Extern                                          | -                                                            |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                              |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 226/130/57                                                   |
| Gewicht                                         | +/- 870 gram                                                 |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis (wall mounting)                                  |
| Weergave van gegevens                           | LED display / ethernet                                       |
| Taal                                            | Chinese, English                                             |
| Bediening                                       | Geïntegreerde webserver, te bedienen met applicatie          |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, Temp, Iac, Vdc, Vac, Fac, Pac, E-total, h-total |
| Prijs                                           | €270,-                                                       |

#### Voordelen:

Compact product

De meetgegevens zijn overal beschikbaar door de geïntegreerde webserver.

De aanschaffkosten zijn beperkt.

#### Nadelen:

Ondersteunt alleen omvormers van het merk Ever Solar.

## 2. Solar Eye

**Technische specificaties:**

|                                                 |                                                                   |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                   |
| Omvormer communicatie                           | RS485 / wireless(433MHz)                                          |
| PC communicatie                                 | Niet beschikbaar                                                  |
| Maximaal aan te sluiten omvormers               | 5                                                                 |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                   |
| RS485                                           | 1200m                                                             |
| Wireless                                        | 100m                                                              |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                   |
| Voeding                                         | Externe plug-in voeding of 3 AA batterijen                        |
| Ingangsspanning                                 | 4.5VDC                                                            |
| Verbruik                                        | Ongeveer 0,5W                                                     |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                   |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | -10 °C – 50 °C                                                    |
| Mate van beveiliging tegen “vijandige omgeving” | -                                                                 |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                                   |
| Intern                                          | 4 Gb                                                              |
| Extern                                          | -                                                                 |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                   |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | -                                                                 |
| Gewicht                                         | +/- 750 gram                                                      |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                       |
| Weergave van gegevens                           | LCD met alarm bij foutmeldingen                                   |
| Taal                                            | Chinese, English                                                  |
| Bediening                                       | Knoppen                                                           |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, Temp, Iac, Vdc, Vac, Fac, Pac, Zac, E-total, h-total |
| Prijs                                           | €180,-                                                            |

Voordelen:

Compact product

Nadelen:

Gebruiker heeft geen toegang tot de meetgegevens via het internet.

De aanschafkosten zijn relatief hoog voor een monitor zonder web based acces.

De monitor ondersteunt alleen omvormers van het merk Ever Solar.

**Delta:**

## 1. Solar-Log 200

**Technische specificaties:**

|                                                 |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                                                            |
| Omvormer communicatie                           | RS485 en RS422 / Wifi / Bluetooth                                                                          |
| PC communicatie                                 | Webserver                                                                                                  |
| Maximaal aan te sluiten omvormers               | 1                                                                                                          |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                                                            |
| RS485                                           | 1200m                                                                                                      |
| Wireless                                        | Wifi: 100m / Bluetooth 5-30m                                                                               |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                                                            |
| Voeding                                         | Externe plug-in voeding of 3 AA batterijen                                                                 |
| Ingangsspanning                                 | 12V                                                                                                        |
| Verbruik                                        | Ongeveer 3W                                                                                                |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                                                            |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | -10 °C tot + 50 °C                                                                                         |
| Mate van beveiliging tegen "vijandige omgeving" | IP 20                                                                                                      |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                                                                            |
| Intern                                          | 2 Gb                                                                                                       |
| Extern                                          | -                                                                                                          |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                                                            |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 225 x 40 x 285                                                                                             |
| Gewicht                                         | +/- 750 gram                                                                                               |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                                                                |
| Weergave van gegevens                           | Led status display, waarschuwt via email&sms en webbased acces                                             |
| Taal                                            | Duits, Engels, Frans, Italiaans, Nederlands, Spaans                                                        |
| Bediening                                       | Via een ingebouwde webserver                                                                               |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, afgegeven stroom, dagelijkse opbrengst, totale opbrengst, jaarlijkse opbrengst, CO2 besparing |
| Prijs                                           | €480,-                                                                                                     |

**Voordelen:**

Ondersteunt een zeer groot aantal verschillende merken omvormers.

Compact product.

De meetgegevens zijn overal beschikbaar door de geïntegreerde webserver.

**Nadelen:**

Hoge aanschaffkosten.

## 2. Solar log 500

**Technische specificaties:**

|                                                 |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                                                            |
| Omvormer communicatie                           | RS485 and RS422 / Wifi / Bluetooth                                                                         |
| PC communicatie                                 | Webserver, rs232                                                                                           |
| Maximaal aan te sluiten omvormers               | 10                                                                                                         |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                                                            |
| RS485                                           | 1200m                                                                                                      |
| Wireless                                        | Wifi: 100m / Bluetooth 5-30m                                                                               |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                                                            |
| Voeding                                         | Externe plug-in voeding                                                                                    |
| Ingangsspanning                                 | 12V                                                                                                        |
| Verbruik                                        | Ongeveer 4W                                                                                                |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                                                            |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | -10 °C tot + 50 °C                                                                                         |
| Mate van beveiliging tegen "vijandige omgeving" | IP 20                                                                                                      |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                                                                            |
| Intern                                          | 2 Gb                                                                                                       |
| Extern                                          | -                                                                                                          |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                                                            |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 225 x 40 x 285                                                                                             |
| Gewicht                                         | +/- 750 gram                                                                                               |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                                                                |
| Weergave van gegevens                           | LCD display, email en webbased                                                                             |
| Taal                                            | Duits, Engels, Frans, Grieks, Italiaans, Nederlands, Portugees, Spaans, Tsjechisch                         |
| Bediening                                       | Via een ingebouwde webserver en toetsen                                                                    |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, afgegeven stroom, dagelijkse opbrengst, totale opbrengst, jaarlijkse opbrengst, CO2 besparing |
| Prijs                                           | €560,-                                                                                                     |

## Voordelen:

Ondersteunt een zeer groot aantal verschillende merken omvormers.

Compact product.

De meetgegevens zijn overal beschikbaar door de geïntegreerde webserver.

## Nadelen:

Hoge aanschaffkosten.

## Mastervolt:

### 1. Masterlog

#### Technische specificaties:



|                                                 |                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                                                                      |
| Omvormer communicatie                           | PC-link                                                                                                              |
| PC communicatie                                 | PC-link                                                                                                              |
| Maximaal aan te sluiten omvormers               | 10                                                                                                                   |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                                                                      |
| RS485                                           | 2m – 5m                                                                                                              |
| Wireless                                        | Niet beschikbaar                                                                                                     |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                                                                      |
| Voeding                                         | -                                                                                                                    |
| Ingangsspanning                                 | -                                                                                                                    |
| Verbruik                                        | -                                                                                                                    |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                                                                      |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | -10 °C tot + 50 °C                                                                                                   |
| Mate van beveiliging tegen “vijandige omgeving” | -                                                                                                                    |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                                                                                      |
| Intern                                          | -                                                                                                                    |
| Extern                                          | -                                                                                                                    |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                                                                      |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 10 x 5 x 2                                                                                                           |
| Gewicht                                         | 50 gram                                                                                                              |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                                                                          |
| Weergave van gegevens                           | PC-applicatie                                                                                                        |
| Taal                                            | Engels                                                                                                               |
| Bediening                                       | PC-applicatie                                                                                                        |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, Datum, afgegeven stroom, dagelijkse opbrengst, totale opbrengst, jaarlijkse opbrengst, status en foutmeldingen |
| Prijs                                           | €50,-                                                                                                                |

Voordelen:

Nadelen:

Geen continu inzicht in de gegevens

Gebruiker moet de omvormer met de computer benaderen.

Duur product in verhouding met de mogelijkheden.

(valt niet in onze categorie)

## 2. Data Control Premium

**Technische specificaties:**

|                                                 |                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Communicatiemogelijkheden</b>                |                                                                                                                                      |
| Omvormer communicatie                           | Ethernet (netwerk/pc)                                                                                                                |
| PC communicatie                                 | Dagelijks een email                                                                                                                  |
| Maximaal aan te sluiten omvormers               | 3                                                                                                                                    |
| <b>Maximaal communicatie bereik</b>             |                                                                                                                                      |
| RS485                                           | 1200                                                                                                                                 |
| Wireless                                        | Niet beschikbaar                                                                                                                     |
| <b>Voeding</b>                                  |                                                                                                                                      |
| Voeding                                         | 230V                                                                                                                                 |
| Ingangsspanning                                 | 24V                                                                                                                                  |
| Verbruik                                        | -                                                                                                                                    |
| <b>Omgevingscondities wanneer in bedrijf</b>    |                                                                                                                                      |
| Geschikte temperatuur omgeving                  | 0 °C tot + 55 °C                                                                                                                     |
| Mate van beveiliging tegen "vijandige omgeving" | IP-20                                                                                                                                |
| <b>Geheugen</b>                                 |                                                                                                                                      |
| Intern                                          | -                                                                                                                                    |
| Extern                                          | -                                                                                                                                    |
| <b>Algemene gegevens</b>                        |                                                                                                                                      |
| Afmetingen (B/H/D) in mm                        | 90 x 160 x 73                                                                                                                        |
| Gewicht                                         | 360 gram                                                                                                                             |
| Locatie van monteren                            | Binnenshuis                                                                                                                          |
| Weergave van gegevens                           | Web-portal                                                                                                                           |
| Taal                                            | Engels, Duits, Nederlands, Frans, Italiaans                                                                                          |
| Bediening                                       | Website Mastervolt via een eigen account                                                                                             |
| Weergegeven informatie                          | Tijd, datum, solar- spanning, stroom en vermogen, frequentie, teruggeleverd vermogen, totale opbrengst, werktemperatuur, status info |
| Prijs                                           | €646,67                                                                                                                              |

Voordelen:

Meetgegevens zijn beschermd, niet iedereen heeft inzicht.

Nadelen:

Geen live inzicht in de gegevens.

De gebruiker moet de informatie via een account benaderen.

Duur product in verhouding met de mogelijkheden.

Ondersteunt alleen omvormers van eigen merk, behalve Soladin (heeft geen RS485).

Weinig technische documentatie beschikbaar.

## De omvormer

De omvormer is een zeer belangrijk en complex onderdeel in de PV-opstelling. Voor het kiezen van de juiste omvormer is het niet noodzakelijk om de exacte werking te begrijpen, maar het is natuurlijk wel nuttig enkele functies, mogelijkheden en beperkingen te kennen.

Omvormers die gebruikt worden bij de particuliere PV-systemen zijn vaak netgekoppelde en autonome systemen. Deze omvormers zetten de gelijkstroom van de zonnepanelen om in een wisselstroom. Hierbij moet de omvormers met verschillende zaken rekening houden. Zo moet de wisselstroom synchroon lopen met de stroom van het net en moeten de zonnepanelen op hun meest efficiënte spanning bedreven worden, het zogenaamde MPPT (Maximum Power Point Tracking). Natuurlijk beschikken de omvormers over een aantal veiligheidsfuncties waarmee constant in de gaten wordt gehouden of spanning en de frequentie binnen de gespecificeerde toleranties blijft, wanneer dit niet het geval is zal de omvormer worden uitgeschakeld om het zogenaamde eilandbedrijf te voorkomen. Dankzij de netkoppeling kan wanneer een systeem dat meer produceert dan er op dat moment nodig is energie terug leveren aan het net.

In principe zijn er drie klassen omvormers:

1. Stand-alone omvormers:  
Deze omvormers zijn vaak geplaatst op een afgelegen locatie zonder netvoeding, waar toch energie moet worden geleverd. De energie voor omvormer wordt verkregen uit een accupakket. Veelal laden deze omvormers het accupakket ook door middel van laadregelaars. De eilandbescherming niet nodig omdat deze omvormers normaliter niet aan het elektriciteitsnet zijn gekoppeld.
2. Netgekoppelde omvormers:  
De terug geleverde energie is fase met het net. Deze omvormers schakelen automatisch uit bij het wegvallen van de netspanning, dit om veiligheidsredenen. Deze omvormers kunnen daarom ook niet gebruikt worden als back-up bij stroomuitval.
3. Battery-backup omvormers:  
Dit zijn speciale omvormers gevoed door de energie uit een accupakket. De omvormers regelen de energie in het accupakket door laadregelaars. Deze omvormers zijn wel in staat om AC energie te leveren bij een stroomuitval. Ook zijn deze omvormers verplicht te zijn uitgerust met een eilandbescherming wanneer ze gekoppeld worden aan het net.

Bij het kiezen van een omvormer kan gelet worden op:

1. Capaciteit  
Het continue- en piekvermogen van een omvormer moet toereikend zijn met het vermogen dat door de geïnstalleerde zonnepanelen word geleverd. Wanneer dit over een langere periode te hoog ligt zal de omvormer afschakelen om oververhitting te voorkomen, dit zal tot een lager rendement leiden.
2. De behuizing  
Voor het kiezen van een geschikte behuizing is de omgeving waar de omvormer zal worden geplaatst een belangrijk aspect. Er zijn omvormers die zonder enig probleem buiten kunnen worden gehangen. Andere omvormers zijn echter niet bestand tegen vochtige omstandigheden en dus alleen geschikt voor binnen.

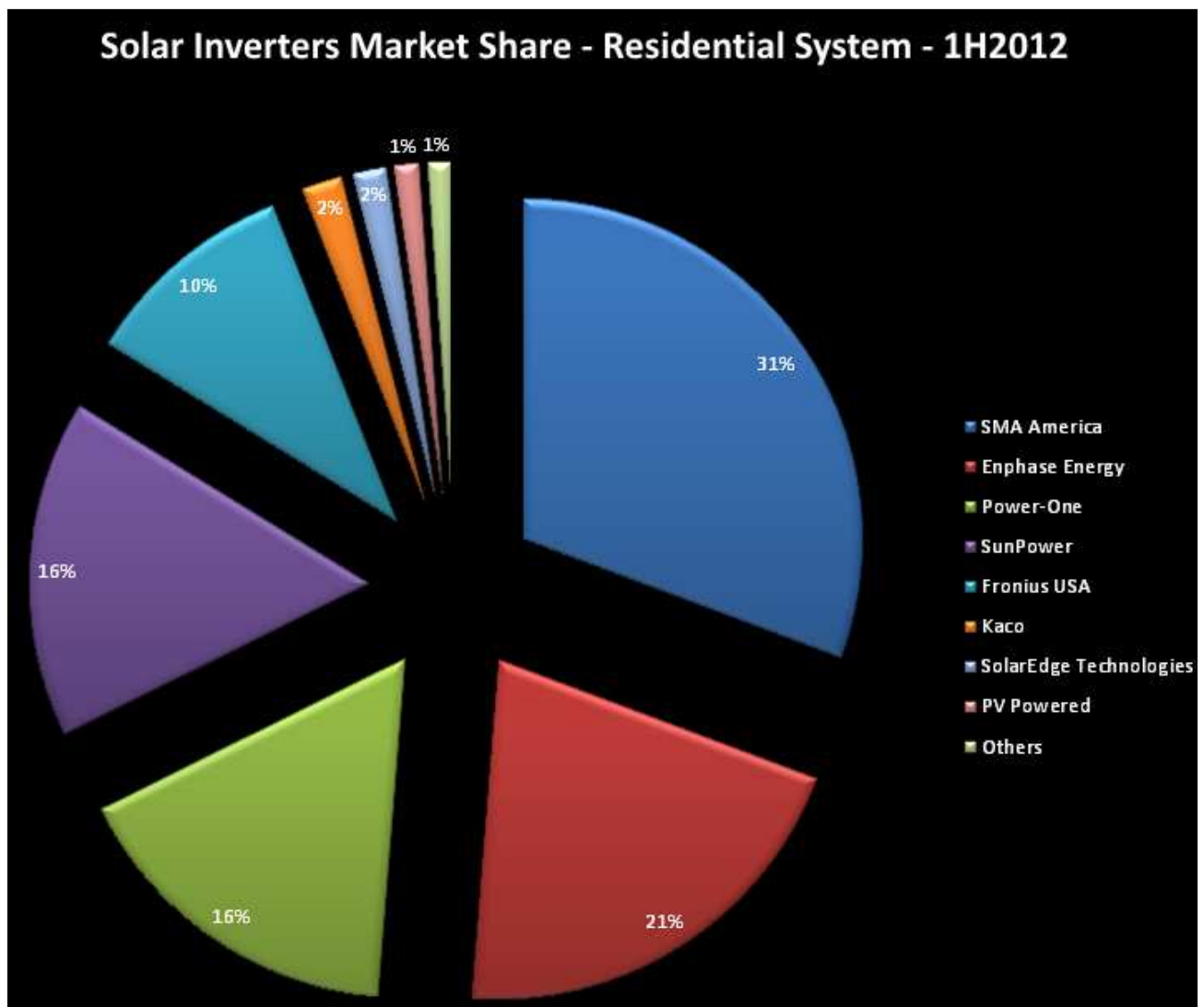
### 3. Het geluid

Wanneer de omvormer binnen wordt geplaatst is dit misschien iets waar op gelet moet worden. Er zijn maar weinig omvormers die helemaal stil zijn, toch is er wel degelijk verschil. Omvormers met actieve koeling maken of een trafo produceren een hinderlijk geluid, er kan gekozen worden voor een omvormer zonder deze opties wat de geluidshinder kan verminderen.

### 4. Het rendement

Er zal altijd energie verloren gaan in de omvormer tijdens het omzetten van de stroom. Dit verlies uit zich in de vorm van warmte. Het rendement van de omvormer varieert met de belasting. Bij een belasting van ongeveer een derde van de capaciteit zal het rendement het hoogst uitvallen. De omvormer heeft een bepaalde minimale belasting nodig voordat hij wordt ingeschakeld. Het is daarom verstandig de omvormer niet te groot te selecteren.

Zoals uit de eerder gemaakte opsomming van Solar Monitoren blijkt dat er meerdere bedrijven zijn die omvormers produceren. Hieronder is een sectordiagram gegeven met daarin de grootste ontwikkelaars van omvormers aangegeven door hun huidige marktaandeel.



Bron: "<http://imsresearch.com/>"



## Communicatieopties omvormer

### RS485:

De meest gebruikte interface met de omvormers is de RS485 verbinding. Dit is een seriële interface welke gebruikt kan worden over een grote kabellengte en niet zo gevoelig voor storingen. Het maakt gebruik van een busstructuur. RS485 is over het algemeen tweedraads en half-duplex, dat wil zeggen dat in deze configuratie het zenden en ontvangen gebeurt over dezelfde signaallijnen maar nooit tegelijkertijd. De tweedraadse verbinding bestaat uit twee signaallijnen, een A(-) en een B(+) lijn. De A is het geïnverteerde signaal van B, waar B inactief hoog is en A inactief laag. Het komt echter ook wel voor dat RS485 gebruik maakt van vier signaal lijnen dit is een variatie die voorkomt op de tweedraadse standaard. Er moet bij deze configuratie gelet worden op de volgorde bij het verzenden van de data. De ontwikkelaar die gebruik maakt van deze variatie moet daar rekening mee houden in zijn protocol. Er zullen dan net als in de full-duplex variant RS422 een configuratie moeten zijn van één master en meerdere slaves. Door gebruik van differentiële spanningen in combinatie met getorste signaallijnen treedt er minder storing op. Hierdoor kan een grotere afstand overbrugd worden. De meeste RS485 verbindingen halen een maximum afstand van 1200 meter en een signaalspanning van -7V tot +12V. Naarmate de afstand groter wordt zal de overdrachtssnelheid verlagen. Denk hierbij aan 10Mbps bij 1,2 meter en 100Kbps bij 1200 meter. Omdat RS485 gebruik maakt van een busstructuur kunnen er meerdere omvormers op verbinding worden aangebracht. Let wel de omvormers kunnen niet tegelijkertijd hun data versturen over de lijn zonder dat er gebruik gemaakt wordt van buffers. Met repeaters kan het aantal apparaten op de data lijn vergroot worden.

### RS232:

Het is ons opgevallen dat de op school beschikbare Soladin 600 van Mastervolt gebruik maakt van een microchip PIC18F252 microcontroller en twee optocouplers voor de data transmissie. Voor het uitlezen van de Soladin hoeft geen RS485 naar RS232 converter te worden gebruikt. De verbinding tussen de Raspberry Pi en de RJ12 poort van de Soladin kan eenvoudig worden opgelost met enkele weerstanden. Wij zullen proberen om de Soladin te verbinden met een UART Bluetooth module aan de Raspberry Pi. De SunnyPi kan op deze manier gemakkelijker op locatie geplaatst worden.

### Bluetooth:

Naast RS485 is er te zien dat bij de SMA omvormers een Bluetooth-module is ingebouwd. Dit kan voor de gebruiker zeer prettig zijn wanneer deze geen draad verbindingen wil of kan leggen in de directe omgeving van de omvormer. Bluetooth is een open standaard voor draadloze verbindingen tussen apparaten op korte afstand. Dankzij deze Bluetooth-module kan de omvormer dus gemakkelijk data uitwisselen met de Solar Monitor in de buurt. Bluetooth maakt gebruik van de 2,4 GHz band voor spraak en data op korte afstand. Bluetooth apparatuur is verdeeld in drie klassen: Klasse 1 tot 100 meter, klasse 2 tot ongeveer 10 meter en klasse 1 voor korte afstanden van 10 centimeter tot 1 meter. De SMA omvormer maakt gebruik van de tweede klasse wat inhoudt dat de Solar monitor in de buurt van de omvormer moet blijven staan. Door het aanschaffen van de SMA-piggyback kan deze afstand vergroot worden tot 50 meter. Het bereik is voor de particuliere gebruiker meestal geen probleem wanneer de PV-opstelling is geïnstalleerd op het dak het eigen huis. Het wordt echter wel een probleem wanneer de installatie op een grotere afstand staat, het kan bijvoorbeeld voorkomen dat de installatie op het dak van een schuur staat geïnstalleerd. Dan geniet de optie RS485 vaak de voorkeur over de Bluetooth verbinding.

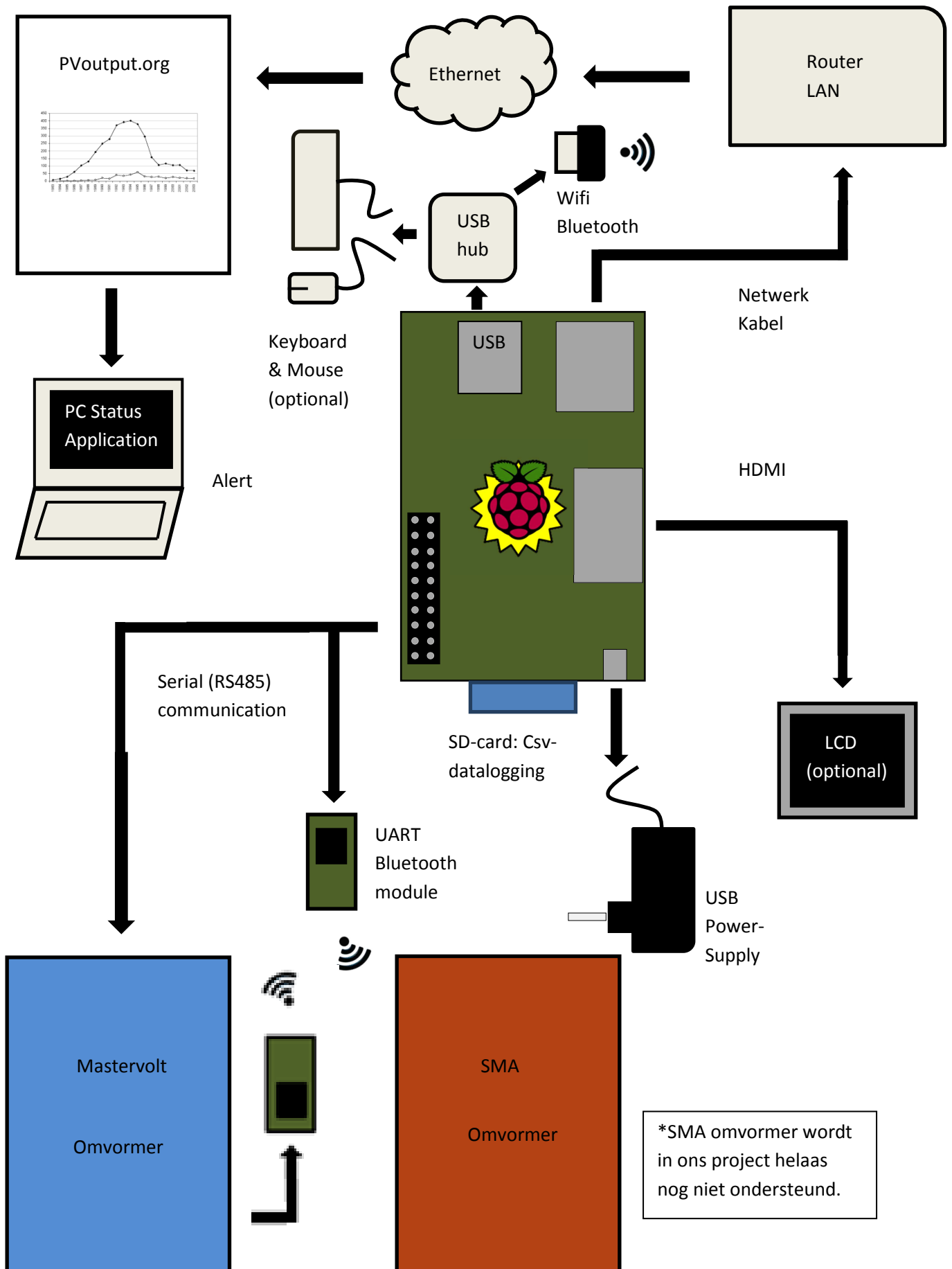
## Projectverslag

### Inleiding:

Dit deel van het verslag bevat de uitwerking van het probleem geschetst in het onderzoeksverslag. Wij hebben een Solar monitor gemaakt op het platform Raspberry Pi. Eerst zal er een schematisch overzicht worden gegeven waarin de opzet van ons systeem duidelijk is weergegeven. Na het schematisch overzicht geven wij aan hoe wij de Linux omgeving op de Raspberry Pi hebben ingericht. Elk gebruikt onderdeel wordt toegelicht met een korte uitleg. De programmacode voor de data-acquisitie applicatie is terug te vinden in de bijlagen. Ook is er in de bijlagen een installatie script te vinden waarmee de Debian Linux omgeving kan worden opgezet zoals wij hem gebruikt hebben. De data-acquisitie applicatie is geschreven door de twee studenten Elektrotechniek.

Na het Linux gedeelte wordt er besproken hoe de PC-statusapplicatie is opgezet. Deze applicatie is gemaakt in C#. Er wordt ook hier stap voor stap kort uitgelegd hoe deze applicatie is opgebouwd. Het programma is geschreven door de student Technische informatica. De programmacode van de PC-statusapplicatie is ook terug te vinden in de bijlagen.

## Schematisch overzicht



## Raspberry Pi

### Linux

Omdat wij als groep, de opdracht graag flexibel wouden houden, zodat deze later zo inzetbaar en praktisch mogelijk is, hebben we gekozen voor een Linux omgeving. Standaard is de Raspberry Pi te programmeren als ARM chip, maar wordt er ook een standaard Debian versie van Linux aangeboden, die door veel particulieren en studenten wordt gebruikt. Deze Debian versie, is voorzien van LXDE, waardoor het met behulp van de HDMI poort en USB poort mogelijk is, om zelf een grafische weergave van start te gaan met het inrichten van Debian en het ontwikkelen van applicaties.

Omdat dit geheel open source is, en bedacht als leer-product, zijn er vele tutorials, voorbeelden en discussiegroepen te vinden, met aanvullende informatie. Hierdoor was het voor ons weer makkelijker om aan de slag te gaan met een (voor ons) onbekend besturingssysteem en is het voor elke geïnteresseerde die verder gaat met ons project, makkelijker om dit project uit te breiden.

Ook is het mogelijk om een image te maken van de SD-kaart, en toen wij de totale grootte van alle partities hebben aangepast naar 7GB, is het mogelijk om op elke SD-kaart groter dan 8GB deze image terug te laden. Hierdoor is er een basis gemaakt, waarmee de klant na minimale instellingen zijn eigen Raspberry Pi kan gebruiken als Solar Monitor door de SunnyPi image op SD-kaart te zetten en deze op te starten.

### Hostname

Doordat we nu met Debian Linux werken, is het vrij makkelijk om een hostname/dns-naam in te stellen, hierdoor is het vrij makkelijk voor de klant om de SunnyPi te benaderen. Standaard hebben wij de hostname ingesteld op 'sunnypi', hierdoor is er voor verschillende TCP/IP-services, zoals FTP (poort 21), Website (poort 80), een zelfde naam te gebruiken, ongeacht het IP-adres dat de SunnyPi heeft gekregen. Hierdoor is op elk netwerk de website op de SunnyPi te benaderen door <http://sunnypi/> te bezoeken met de browser.

### APT-get packages

Standaard zit er in de Raspberry Pi Linuxversie, het commando 'apt-get' ingebakken, hierdoor is het mogelijk om verschillende pakketten te updaten, te installeren of te verwijderen. Alle services die in de SunnyPi zijn gebruikt, hoefden dus niet geschreven te worden, maar konden gewoon worden geïnstalleerd, en geconfigureerd.

### SSH Server

Een aantal van deze packages zijn al geïnstalleerd op de SunnyPi, waaronder standaard drivers voor de bestandssystemen, beeldschermdrivers, netwerkdrivers, en andere standaard benodigdheden. Ook ingebakken zit een SSH server, waarmee het mogelijk is om, naast de seriële poort, via het netwerk met behulp van een TCP/IP-protocol de command-line van de SunnyPi te benaderen. SSH wordt veelgebruikt bij Linux versies, en bij switches/routers. Het is mogelijk om met een terminal-programma zoals Putty dan een verbinding op te zetten met de SunnyPi, en om zo volledige controle te hebben over de draaiende Debian-versie.

### FTP Server (vsftpd)

Omdat alle Linuxversies standaard werken met een ander besturingssysteem, dan met Windows, is het niet gemakkelijk om de SD-kaart uit te lezen. Ook zou het erg omslachtig zijn, om bij elk bestandje, de SD-kaart uit de SunnyPi te halen, om een bestandje te kopiëren. Vandaar dat we een FTP-server op de SunnyPi hebben geïnstalleerd. Hiervan zijn echter meerdere versies uitgebracht, maar niet alle versies zijn hetzelfde. Zo hebben wij gekozen voor 'vsftpd', dit is een van eerste, meest gebruikte en uitgebreidere versies. Hoewel 'proftpd', een snellere variant is, was deze wat moeilijk in te stellen en kregen wij het niet voor elkaar om deze veilig af te sluiten voor misbruik. Met 'vsftpd' hebben we succesvol meerdere gebruikers aan kunnen maken, en deze allemaal kunnen opsluiten in hun eigen map, zonder dat ze bij elkaars bestanden konden, zodat de website op de SunnyPi door een aparte gebruiker kan worden beheerd, zonder de rest van de systeembestanden per ongeluk aan te passen, waardoor de werking van de SunnyPi gewaarborgd blijft.

### Webserver (apache+php5)

Naast de FTP server, willen we ook een grafisch bereikbare plek hebben, waar gebruikers snel kleine aanpassingen kunnen doen, of logbestanden kunnen downloaden. Hiervoor is er ook een webserver nodig. Vandaar dat we de webserver 'apache' en php hebben geïnstalleerd, om deze gegevens makkelijk aan te bieden aan de klant.

### VNC Server

Naast de SSH en FTP, is er ook nog een grafische modus van LXDE (Lightweight X11 Desktop Environment) beschikbaar op de HDMI poort op de SunnyPi. Aangezien deze wat lastig te benaderen is, wanneer de SunnyPi naast de omvormer staat (en de computer van de gebruiker waarschijnlijk meer dan 50 meter verder), zou het vrij duur worden om via HDMI deze grafische weergave te bekijken. Om toch deze optie te gebruiken, hebben we een VNCserver package geïnstalleerd, de 'tightvncserver' package om precies te zijn. Deze werkt opvallend snel, en geeft een leuk grafisch beeld, waarvan veel gebruik gemaakt is, en we ook enkele grafische applicatie hebben getest.

### Mono framework

Nu de gehele werkomgeving van Linux klaar was, moest er natuurlijk nog iets worden geprogrammeerd. Om dit te doen op de manier die we gewend zijn, hebben we gekozen voor het Mono-framework. Mono is een implementatie van het .Net framework, waar we al enige ervaring mee hadden. Hierdoor was het mogelijk om in onze eigen ontwikkelomgeving programma's te ontwikkelen, te debuggen en te testen. En deze later over te zetten op de SunnyPi, en deze uit te voeren met Mono. Ook is het mogelijk om naast de gebruikelijke ontwikkelomgeving (Microsoft Visual Studio) gebruik te maken van MonoDevelop, en ook grafische applicaties te ontwikkelen. MonoDevelop werkt zowel onder Windows als onder Linux. De log-applicatie die wij gemaakt hebben, is geschreven in de programmeertaal C# (uit te spreken als: C sharp).

### Crontab

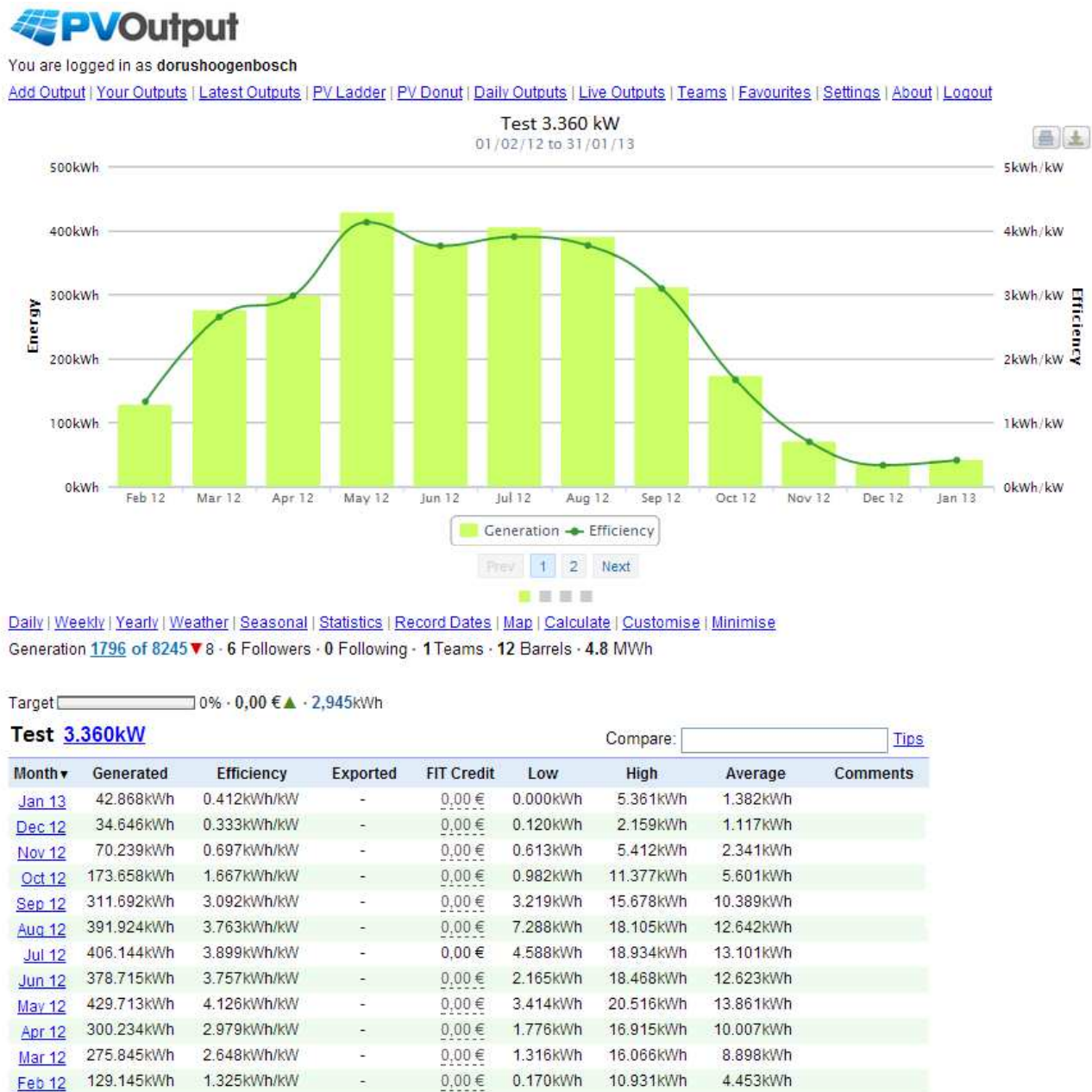
Omdat we onze log-applicatie niet jaren lang willen vasthouden, in verband met eventuele fouten, waardoor deze applicatie zou crashen, en er informatie verloren zou gaan. Hebben we gebruik gemaakt van crontab, waarmee we de log-applicatie elke minuut openen. Na het openen van de applicatie, zal deze de informatie uitlezen via de seriële poort (Bluetooth/rs485/rs232), en deze opslaan in een CSV bestand. En zichzelf daarna afsluiten, om de minuut daarop weer geopend te worden. Zo wordt elke minuut deze informatie uitgelezen, en opgeslagen. Elke 5<sup>e</sup> minuut zal de applicatie dan (naast het opslaan in het CSV bestand) ook de informatie naar PVoutput.org sturen via een HTTP POST commando.

### HTTP Post methode

Wij maken in onze C# applicatie gebruik van het HTTP POST commando waarmee we in staat zijn de verkregen gegevens uit de omvormer te uploaden naar de website van PVoutput. Dit is een gratis online dienst waarmee de opbrengst van de PV-installatie live zichtbaar kan worden gemaakt. We hebben gekozen voor PVoutput omdat deze erg uitgebreid is en beschikt over de volgende functies:

1. Duidelijk overzicht in de gegevens door het gebruik van grafieken en tabellen voor de huidige, dagelijkse, wekelijkse, maandelijkse en jaarlijkse opgeleverde energie en andere relevante data zoals PV spanning, stroom, temperatuur (omvormer), tijdstip van de meting.
2. De huidige of dagelijkse opbrengst kan worden vergeleken met PV-opstellingen in de buurt, zo krijgt de gebruiker een indicatie of zijn systeem goed werkt.
3. Mogelijkheid tot het inschakelen van een email waarschuwing wanneer het systeem stopt met werken of teveel energie gaat gebruiken.
4. Voor het uploaden van data kan gebruik gemaakt worden van een Application programming interface (API), dit maakt het gemakkelijk om met een aantal vastgestelde variabelen nieuwe data te uploaden via een webadres.

Een impressie van de website Pvoutput:



Op de volgende pagina is een gedeelte van de C# applicatie weergegeven waarmee het de data kan worden geüpload naar de website. Na wat zoekwerk hebben we de juiste API (Add Status Service) gevonden waarmee live data worden geüpload met een interval van 5 minuten. De Service URL waar de data naar kan worden geüpload:

<http://pvoutput.org/service/r2/addstatus.jsp>

De volgende parameters kunnen worden meegegeven:

| Parameter | Field              | Required | Format   | Unit         | Example  | Since |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------|----------|-------|
| d         | Date               | Yes      | yyyymmdd | date         | 20100830 | r1    |
| t         | Time               | Yes      | hh:mm    | time         | 14:12    | r1    |
| v1        | Energy Generation  | No       | number   | watt hours   | 10000    | r1    |
| v2        | Power Generation   | No       | number   | watts        | 2000     | r1    |
| v3        | Energy Consumption | No       | number   | watt hours   | 10000    | r1    |
| v4        | Power Consumption  | No       | number   | watts        | 2000     | r1    |
| v5        | Temperature        | No       | decimal  | celsius      | 23.4     | r2    |
| v6        | Voltage            | No       | decimal  | volts        | 210.7    | r2    |
| c1        | Cumulative Flag    | No       | number   | -            | 1        | r1    |
| v7        | Extended Value 1   | No       | number   | User Defined | 100.5    | r2    |
| v8        | Extended Value 2   | No       | number   | User Defined | 328      | r2    |
| v9        | Extended Value 3   | No       | number   | User Defined | -291     | r2    |
| v10       | Extended Value 4   | No       | number   | User Defined | 29       | r2    |
| v11       | Extended Value 5   | No       | number   | User Defined | 192      | r2    |
| v12       | Extended Value 6   | No       | number   | User Defined | 9281.24  | r2    |

Minstens één van de parameters v1, v2, v3 of v4 moet aanwezig zijn.

Parameters v7, v8, v9, v10, v11 en v12 kunnen alleen gebruikt worden na donatie aan aan PVoutput.

Bij het uploaden van nieuwe data moet het systeem nummer worden meegegeven en de unieke API-key die hierbij hoort. Dit voorkomt dat anderen onjuiste data naar jou account kunnen uploaden. De uiteindelijke URL waarmee de data per 5 minuten wordt geüpload kan er op in ons geval als volgt uitzien:

<http://www.pvoutput.org/service/r2/addstatus.jsp?key=userkey&sid=userid&d=20120119....&t=12:44&v1=2000&v2=50&v3=0&v4=0&v5=22.4&v6=200>

De userkey en het het userid worden automatisch gegenereerd bij het instellen van een nieuwe PV-opstelling op de website PVoutput.org



Gedeelte van de C# applicatie die de HTTP post verzorgd:

```
public static void Post_Pvoutput(string date, string time, string watt_hours, string watts, string celcius, string volts)
{
    Console.WriteLine ("d="+date+"&t="+time+"&v1="+watt_hours+"&v2="+watts+"&v5="+celcius+"&v6="+volts);
    // this is what we are sending
    string post_data = "d="+date+"&t="+time+"&v1="+watt_hours+"&v2="+watts+"&v5="+celcius+"&v6="+volts;

    // this is where we will send it
    string uri = "http://pvoutput.org/service/r2/addstatus.jsp";

    // create a request
    HttpWebRequest request = (HttpWebRequest)
    WebRequest.Create(uri); request.KeepAlive = false;
    request.ProtocolVersion = HttpVersion.Version10;
    request.Method = "POST";
    request.Headers.Add("X-Pvoutput-Apikay", "a..sdf23...34...6...s..da..a..dsdf2..21 ->hidden");
    request.Headers.Add("X-Pvoutput-SystemId", "13116");

    // turn our request string into a byte stream
    byte[] postBytes = Encoding.ASCII.GetBytes(post_data);

    // this is important - make sure you specify type this way
    request.ContentType = "application/x-www-form-urlencoded";
    request.ContentLength = postBytes.Length;
    Stream requestStream = request.GetRequestStream();

    // now send it
    requestStream.Write(postBytes, 0, postBytes.Length);
    requestStream.Close();

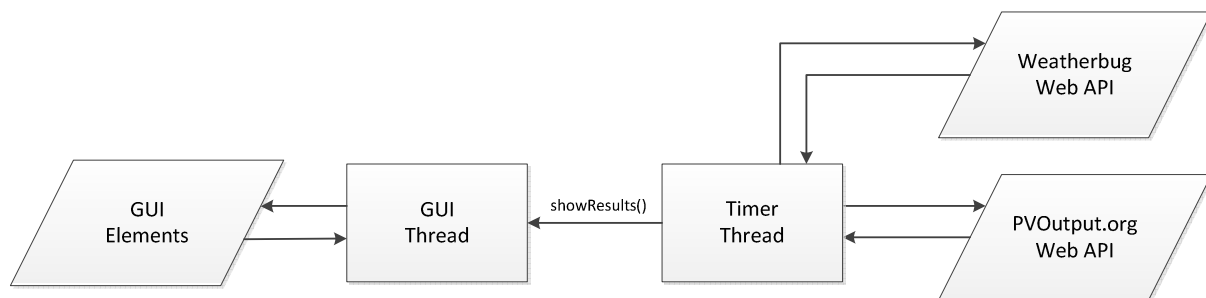
    // grab te response and print it out to the console along with the status code
    HttpWebResponse response = (HttpWebResponse)request.GetResponse();
    Console.WriteLine(new StreamReader(response.GetResponseStream()).ReadToEnd());
    Console.WriteLine(response.StatusCode);
}
```

Opzet van de data acquisitie applicatie:

1. Wanneer de Raspberry Pi is ingeschakeld.
2. Start het script met behulp van Cronjob.
3. Detecteer of de seriële poort kan worden geopend.
4. Data request naar de Soladin: "11 00 00 00 B6 00 00 00 C7"
5. Wacht tot de datastring verstuurd door de Soladin is ontvangen.
6. Schrijf een CSV-bestand met de meetgegevens naar de SD-kaart.
7. Upload alleen de 5<sup>e</sup> keer de meetgegevens naar Pvoutput.org
8. Sluit de applicatie
9. Cronjob scheduler: wacht 1 minuut en start cyclus opnieuw met punt 1.

## PC statusapplicatie

De status applicatie bestaat uit een paar onderdelen, welke te zien zijn in onderstaand applicatie diagram. In het diagram is te zien dat de applicatie bestaat uit twee Threads. Een Thread voor de gebruikersinterface die zorgt voor alle communicatie over en weer met de gebruiker, zodat de applicatie altijd reageert op acties van de gebruiker. Hiernaast draait er nog een Timer Thread, deze Thread wordt met behulp van een Timer met een bepaald interval uitgevoerd. Allereerst bij het opstarten van de applicatie en daarna pas weer als de applicatie al meerdere uren draait. Dit omdat het voor kan komen dat de PC gedurende een langere tijd aanstaat, in dit geval is het nodig om de data op te halen van de volgende dag.



**Figuur 1: Applicatie diagram**

De Timer Thread doet ook alle berekeningen voor het kijken of er een fout status is. Aan het eind van de berekeningen wordt het resultaat door gestuurd naar de GUI Thread via de “showResults()” aanroep.

Voor het ophalen van de gegevens van PVOutput maken we gebruik van de Web API van PVOutput deze is te benaderen via een WebRequest hoe dit eruit ziet is te zien in Figuur 2. Een Web API is een service die door verschillende websites wordt geleverd om met behulp van WebRequests verschillende soorten data op te vragen. Enkele voorbeelden hiervan zijn, het opvragen van PV data, het actuele weer en zoek resultaten van bijvoorbeeld een webshop. Met behulp van deze verschillende Web API's kunnen dan weer nieuwe applicaties worden gemaakt die van deze informatie gebruik maken.

```
http://pvoutput.org/service/...
.../r2/getoutput.jsp?key={apikey}&sid={sid}&df={datum}&limit=20
```

**Figuur 2: Getoutput WebRequest naar PVOutput Web API**

Wat mee wordt gegeven aan de WebRequest zijn. De “apikey” dit is een soort wachtwoord om toegang te krijgen. De “sid” dit is een system ID deze geeft aan van welke PV opstelling van het betreffende account de data wordt opgevraagd, dit is handig voor mensen met meer dan één PV systeem. De “df” parameter staat voor de datum. Als bijvoorbeeld de datum van vandaag wordt ingevuld, wordt in combinatie met de “limit” parameter de data opgehaald van de afgelopen twintig dagen. De data die we ontvangen bestaat uit één of meerdere regels met het volgende formaat.

```
20130118,70,0.019,70,0,90,00:15,Showers,27,56
```

**Figuur 3: Data regel van WebRequest**

Hieronder staat een tabel met daarin uitgelegd wat er in de data regel staat.

| Beschrijving          | Formaat  | Eenheid        | Voorbeeld |
|-----------------------|----------|----------------|-----------|
| Datum                 | Yyyymmdd | -              | 20130118  |
| Gegenereerde energie  | Getal    | Wh             | 70        |
| Efficiëntie           | Getal    | kWh/kW         | 0.019     |
| Geëxporteerde energie | getal    | Wh             | 70        |
| Verbruik              | Getal    | Wh             | 0         |
| Piek vermogen         | getal    | W              | 90        |
| Piek tijdstip         | hh:mm    | -              | 00:15     |
| Weer conditie         | Tekst    | -              | Showers   |
| Min. Temp             | getal    | graden Celsius | 27        |
| Max. Temp             | getal    | graden Celsius | 56        |

**Tabel 1: Formaat van data regel**

Belangrijke gegevens voor de applicatie zijn de efficiëntie in combinatie met het weer. Hebben we namelijk een lage efficiëntie maar mooi weer dan is er wat aan de hand. Ook de datum is een belangrijke parameter met behulp van meerder dagen kunnen we detecteren of er dagen zijn geweest dat er geen data is verstuurd naar PVOutput, dit kan ook duiden op fouten in het systeem. Voor de status van het weer wordt niet de weer conditie gebruikt van PVOutput omdat deze niet het weer aangeeft maar een indicatie is van de efficiëntie van het systeem.

Voor het weer wordt dan ook gebruik gemaakt van een andere partij namelijk WeatherBug. Ook WeatherBug heeft een Web API, deze Web API geeft als resultaat een XML document. Het ophalen van dit XML document gebeurt ook weer via een WebRequest met het volgende formaat.

```
http://api.wxbug.net/getLiveCompactWeatherRSS.aspx...
...?ACode=A3661025697&stationid=EHLW&unittype=1
```

**Figuur 4: getLiveWeather WebRequest naar WeatherBug Web API**

Het XML document wat als resultaat terug wordt gestuurd heeft het volgende formaat.

```
<rss>
<...>
  <aws:weather ... />
    <aws:current-condition>Rain</aws:current-condition>
    <aws:temp units="&deg;C">9.0</aws:temp>
    <aws:rain-today units="mm">0.00</aws:rain-today>
    <aws:wind-speed units="km/h">35</aws:wind-speed>
    <aws:wind-direction>WSW</aws:wind-direction>
    <aws:gust-speed units="km/h">64</aws:gust-speed>
    <aws:gust-direction>WSW</aws:gust-direction>
  </aws:weather>
<...>
</rss>
```

**Figuur 5: belangrijke stuk uit het XML document van WeatherBug**

Belangrijke data in het XML document zijn de “current-condition”, de temperatuur en de hoeveelheid regen. Deze drie gegevens zijn genoeg om te bepalen of het goed of slecht weer is. Dit kan weer worden meegenomen in de bepaling of er een waarschuwing moet worden gegeven of niet.

De code voor het uitlezen van de data uit het XML document is te zien in onderstaand stukje code.

```
XmlDocument XmlDoc = new XmlDocument();
string rss_xml =
    ASCIIEncoding.Default.GetString(weer_rss.DownloadData("{URL}"));
XmlDoc.LoadXml(rss_xml);
XmlNodeList awsnode = XmlDoc.GetElementsByTagName("aws:weather");
XmlNode weathernode = awsnode.Item(0);
string condition = weathernode["aws:current-condition"].InnerText;
string temp = weathernode["aws:temp"].InnerText;
string rain = weathernode["aws:rain-today"].InnerText;
```

**Figuur 6: Code voor het uitlezen van de drie belangrijkste parameters uit het XML document. {URL} staat voor de WebRequest zoals te zien in figuur 4.**

Eerst wordt met “LoadXml” de WebRequest omgezet naar XML Document, waarna met “GetElemetsByTagName” het weer gedeelte eruit wordt gehaald. Hierna kan door op parameternaam te selecteren de data eruit worden gehaald.

Vervolgens worden deze gegevens allemaal gecombineerd om te bepalen waar fouten zitten zoals missende datums, lage opbrengsten en extreem hoge waardes die niet correct kunnen zijn. Deze fouten worden vervolgens met “showResults()” naar de GUI gestuurd.

De GUI heeft de website van PVOutput.org ge-embed in de applicatie zodat een mooie grafiek van de huidige opbrengst kan worden bekeken. Hieronder worden in een overzicht de gemiddelde dag opbrengst weergegeven de verschillende opvallende waardes en het huidige weer. In de bijlage is een screenshot opgenomen van de GUI.

## Kostenberekening

| Product               | Vereist       | Geschatte kosten           | Beschrijving                                                                                              |
|-----------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Raspberry Pi          | Ja            | €35,-                      | De basis van het project                                                                                  |
| SD-kaart              | Ja            | €7,-                       | SD-kaart minimaal 8GB                                                                                     |
| USB-Bluetooth module  | Optie         | €5,-                       | Keuze, RS485 converter of Bluetooth module                                                                |
| UART-Bluetooth module | Optie         | 2x €7,-                    | 1. Wanneer geen Bluetooth-module in de omvormer.<br>2. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van USB-Bluetooth |
| USB-RS485             | Optie *1      | €25,- (zelf maken/ebay €5) | Vereist, keuze tussen UART en USB                                                                         |
| RS232-RS485           | Optie *2      | €25,- (zelf maken/ebay €5) | Vereist, keuze tussen UART en USB                                                                         |
| Behuizing             | Ja            | €6,-                       | Behuizing naar eigen smaak te kiezen                                                                      |
| USB-Wifi module       | Optie **1     | €20,-                      | Aan te sluiten op een usb-poort van de raspberry Pi                                                       |
| Ethernet kabel        | Optie **2     | €10,-                      | Wanneer geen wifi-module gebruikt word kan er ook gekozen worden voor een standaard ethernet kabel.       |
|                       |               |                            |                                                                                                           |
| Totale kosten         | Met opties:   | €92,-                      |                                                                                                           |
| Totale kosten         | Zonder opties | €63,-                      |                                                                                                           |

## Verbeterpunten

Er zijn altijd dingen die beter kunnen in een project. Hieronder staan een aantal punten genoteerd die in de toekomst kunnen worden verbeterd bij verder ontwikkelwerk aan dit project.

Algemeen:

1. De installatie van de Solar monitor moet worden vereenvoudigd voor de gebruiker (Niveau: Plug and Play).
2. Door eerder te beginnen aan de verslaglegging had uitloop van het project voorkomen kunnen worden.

Mechanisch/elektrisch:

1. Het maken van een werkende universele RS485 naar RS232 converter voor het ondersteunen van meer merken omvormers.
2. Ondersteunen van een referentie cel (lichtsensor) ten behoeve van het PV-systeem.

Software:

1. Het ondersteunen van meer merken omvormers.
2. Het verbeteren van de gebruiksvriendelijkheid PC-applicatie.
3. Het toevoegen van een email-waarschuwing.

## Evaluatie

We zijn er in geslaagd een bruikbare Solar Monitor te ontwikkelen voor de Soladin 600 van Mastervolt. De meetgegevens: spanning over het zonnepaneel, de geleverde stroom, het uitgaand vermogen, de geleverde energie, temperatuur en het tijdstip van de meting worden overzichtelijk weergegeven op het internet. We vonden het allemaal een interessant project met veel uitdaging. Door een duidelijke rollenverdeling wist iedereen zijn taak en heeft zich daarvoor ingezet. De eerste weken is in de onderzoeksfase veel duidelijk geworden hoe onze Solar Monitor het beste in de markt zou passen. Omdat de onderzoeksfase relatief lang duurde moest er de laatste weken hard gewerkt worden aan het maken van de Solar monitor. We hebben gemerkt dat door de tijdsdruk een aantal doelstellingen niet konden worden gehaald. Zo ondersteunen we helaas alleen het protocol van de Soladin 600 van Mastervolt. Toch zijn wij van mening dat er een zeer bruikbare basis hebben staan waar men mee kan door ontwikkelen.

De minors in het vierde jaar elektrotechniek en technische informatica bevatten veel practicum en projectwerk. We hebben alle drie gemerkt dat naast het project veel tijd aan andere vakken moest worden besteed. Het was lastig om met zijn allen een moment in te delen om aan het project te werken zonder dat er afspraken gemaakt waren voor andere practicumopdrachten.

Al met al was dit een zeer uitdagend project, met veel leerzame onderdelen. Voor elk project lid was zijn taak duidelijk en zo heeft iedereen toch zijn steentje bijgedragen.

## Bijlagen

1. Plan van Aanpak
2. Installatie-script Raspberry Pi (Linux commando's)
3. Protocol Soladin 600
4. Pakket van Eisen
5. Planning                      \*ontbreekt nog in het conceptverslag
6. Logboeken                    \*twee stuks nog toevoegen

# Plan van aanpak

Project: Particuliere Solar Monitor  
In opdracht van: NHL Hogeschool Leeuwarden

Uitgevoerd door:  
Jonathan van Rijn (E4)  
Dorus Hoogenbosch (E4)  
Wilco Visser (TI4)



## Inhoudsopgave

1. Achtergronden
2. Projectopdracht
3. Projectactiviteiten
4. Projectgrenzen
5. Producten
6. Kwaliteit
7. Projectorganisatie
8. Planning
9. Risico's

## Achtergronden

**Pakkende projectnaam:**

Particuliere Solar Monitor

**Opdrachtgever:**

NHL Hogeschool

**Opdrachtnemer:**

Vierdejaarsstudenten Technische informatica en Elektrotechniek

Jonathan van Rijn                      Elektrotechniek

Dorus Hoogenbosch                      Elektrotechniek

Wilco Visser                              Technische informatica

Het project zal voornamelijk worden uitgevoerd binnen de NHL Hogeschool. Wanneer er op school onvoldoende tijd of middelen beschikbaar zijn kan er in overleg met de projectleden op een andere locatie worden gewerkt.

**Werkverdeling:**

Wilco Visser:

Onderzoek naar de beschikbare producten op de markt.

Ontwikkelen van de Graphical User interface.

Ontwikkelen van een embedded systeem.

Jonathan van Rijn:

Opzetten van de communicatie tussen de omvormer en het embedded systeem

Opzetten van de communicatie tussen het embedded systeem en de server

Ontwikkelen van een embedded systeem

Onderzoek naar het uitlezen van beschikbare data uit de omvormer.

Dorus Hoogenbosch:

Opzetten van de communicatie tussen de omvormer en een embedded systeem

Opzetten van de communicatie tussen het embedded systeem en de server

Ontwikkelen van een embedded systeem.

Werken aan de verslaglegging.

**Waarom dit project:**

Aan vierdejaarsstudenten Technische Informatica en Elektrotechniek is gevraagd onderzoek te doen naar een Particuliere Solarmonitor. Er zal tijdens dit project een goedkope functionele oplossing worden ontwikkeld waarmee kleinere PV systemen kunnen worden gemonitord. Het systeem zal de meetgegevens overzichtelijk presenteren en de particuliere gebruiker waarschuwen wanneer het PV systeem gebreken vertoond.

## 1. Projectopdracht

### Doelstelling van dit project:

- Er moet een onderzoek worden uitgevoerd naar de beschikbare systemen op de markt.
- Het systeem moet de meetgegevens van de omvormer kunnen inlezen via een RS485 of Bluetooth verbinding.
- Het systeem moet kunnen interfacen via internet en met een applicatie welke minimaal de volgende meetgegevens visualiseert:
  - Spanning zonnepaneel.
  - Stroom zonnepaneel.
  - Uitgaand vermogen.
  - Geleverde energie.
  - Tijdstip van de meting.
- Het systeem moet de mogelijkheid bevatten voor het meten van extra sensorgegevens.
- De kostprijs van het systeem mag de €100,- niet overschrijden.

### Probleemstelling:

Is het mogelijk een Solar monitor te ontwikkelen voor minder dan €100,- waarmee de particuliere gebruiker in bezit van een kleinere PV installatie inzage heeft in de meetgegevens en wordt gewaarschuwd wanneer zijn installatie gebreken vertoond?

### Beschrijving van de opdracht:

1. Er moet een onderzoek worden uitgevoerd naar de beschikbare systemen op de markt.
  - Onderzoek de systemen die gebruik maken van een Bluetooth-verbinding.
  - Onderzoek de systemen waarbij de informatie wordt verstuurd via het netwerk of internet.
  - Maak een overzicht van de kostprijs van de verschillende systemen.
  - Stel vast welke omvormers er zullen worden ondersteund door de ontwikkelde monitor.
2. De meetgegevens van de omvormer kunnen worden ingelezen via RS485 of Bluetooth.
  - Onderzoek wat de voor- en nadelen zijn van een draadloze verbinding.
  - Onderzoek wat de voor- en nadelen zijn van een kabel verbinding.
  - Onderzoek welke gegevens er door de omvormer worden verstuurd.
  - Onderzoek hoe de vergaarde data kan worden geordend en verwerkt.
2. Het systeem moet kunnen interfacen via internet en met een applicatie welke minimaal de volgende meetgegevens visualiseert.
  - Onderzoek waar de uitgelezen gegevens worden opgeslagen.
  - Onderzoek in welke omgeving de applicatie zal gaan draaien.
  - Maak een besluit voor een overzichtelijke presentatie van de meetgegevens.
3. Het systeem moet de mogelijkheid bevatten voor het meten van extra sensorgegevens.
  - Onderzoek welke gegevens er naast de beschikbare informatie uit de omvormer ook relevant zijn voor de gebruiker.
  - Welke sensoren zijn er beschikbaar en zijn van toepassing voor ons systeem.

4. De kostprijs van het systeem mag de €100,- niet overschrijden.
  - Onderzoek waar de grenzen moeten worden gelegd.
  - Onderzoek welke mogelijkheden binnen deze grenzen passen.

### 3. Projectactiviteiten

#### **Vorbereiding:**

1. Het maken van een plan van aanpak.
2. Plan van aanpak bespreken met de opdrachtgever.
3. Het schrijven het definitieve plan van aanpak.
4. Het maken van een planning.
5. Taken verdelen over de groepsleden.

#### **Onderzoek:**

6. Onderzoek doen naar de beschikbare producten op de markt.
7. Onderzoek doen naar de systeemopzet van onze Solar Monitor.
8. Onderzoek naar het presenteren/visualiseren van de beschikbare gegevens.

#### **Verwerking:**

9. Planning bijhouden.
10. Logboek bijhouden.
11. Gevonden informatie duidelijk verwerken in een verslag.

#### **Ontwikkeling:**

12. Het maken van een applicatie voor het presenteren van de beschikbare data.
13. Het maken van de hardware waarmee de omvormer kan worden uitgelezen.
14. Het schrijven van software waarmee ontwikkelde hardware kan communiceren tussen de omvormer en de applicatie.

#### **Afwerking:**

15. Het afronden van de verslaglegging.
16. Het testen van de ontwikkelde opstelling.
17. Presenteren van het Solarmonitor project.

## 4. Projectgrenzen

### Diepgang van het project:

Het is belangrijk dat wij van te voren goed vast stellen wat wel en niet onder ons project zal vallen. Voor het project Particuliere Solar Monitor wordt zowel een onderzoek uitgevoerd als een product ontwikkeld.

### Ten behoeve van het onderzoek:

- In het onderzoeksverslag zullen vier concurrerende solar monitors worden vergeleken.
- In het onderzoeksverslag zullen een aantal veel gebruikte particuliere omvormers worden beschreven.
  1. SMA, Ever Solar, Mastervolt en Delta
- Er zal worden bepaald welke omvormers worden ondersteund door onze Solar Monitor.
- We zullen bepalen welke verbindingsmogelijkheden haalbaar zijn binnen een budget van €100,-

### Ten behoeve van het embedded systeem:

- Er zal worden bepaald wat de functie zal zijn van het embedded systeem.
  1. Data uit de omvormer inlezen
  2. De gegevens zullen in een gestandaardiseerde vorm worden verstuurd en opgeslagen.
  3. Indien haalbaar zullen de ingelezen gegevens worden getoond op klein een scherm.
- Er zal een geschikt platform moeten worden uitgekozen.
- Er zal voor de gebruiker een handleiding worden geschreven.

### Ten behoeve van de interface:

- Er zal een schets worden gemaakt waarmee de opzet van de interface duidelijk wordt getoond.
- Er zal voor de interface moeten worden bepaald in welke (script)taal deze wordt geschreven.
- De interface moet kunnen worden opgevraagd en getoond op pc, telefoon of tablet.
- De interface moet op het eigen netwerk en het internet worden beveiligd met een wachtwoord en gebruikersnaam.

### Ten behoeve van de overige hardware:

- Het embedded systeem zal worden verbonden via bluetooth of RS485 met de omvormer.
- Het embedded systeem verstuurt de ontvangen gegevens door via:
  1. Draadloze verbinding
  2. UTP kabel
- Het embedded systeem komt in een nette behuizing en is voor de gebruiker eenvoudig aan te sluiten.
- Het embedded systeem moet gegevens kunnen ontvangen van minimaal 4 externe sensoren.

### Duur van het project:

De begindatum van het project Particuliere Solar Monitor is 13-09-2012

De einddatum van het project Particuliere Solar Monitor is 18-01-2012

## 5. Producten

### **Tussenproducten:**

Vergelijkend onderzoek naar bestaande Particuliere Solar monitors.  
Onderzoek naar veel gebruikte omvormers op de Particuliere markt.  
Schets van de web interface.  
Schematische opzet van de complete energiemonitor.  
Concept Plan van Aanpak.

### **Eindproducten:**

Eindverslag:  
Deel 1 Onderzoeksverslag over de beschikbare producten op de markt.  
Deel 2 Projectverslag over de ontwikkelde Solar Monitor.

Plan van Aanpak  
Pakket van Eisen  
Mondelinge Presentatie  
Een complete Solar Monitor

## 6. Kwaliteit

### **Beoordeling kwaliteit geleverde tussenproduct:**

Elk tussenproducten worden met de klant gedeeld zodat deze te allen tijde kunnen worden gecontroleerd door de klant. Om de kwaliteit van de tussenproducten te garanderen wordt de kritiek en commentaar meegenomen zodat er een product ontstaat waar de klant tevreden mee kan zijn. Om de klant een duidelijk inzicht te verschaffen in de voortgang van de producten zal er meerdere keren worden vergaderd.

### **Beoordeling kwaliteit geleverde eindproduct:**

Om de kwaliteit van het eindproduct te garanderen zal er intensief worden getest op bugs, deze testen worden door de projectleden uitgevoerd. Het verloop van het project en de werking van het product worden gepresenteerd en getoond aan de klant en een onafhankelijke derde partij.

### **Onderhoud van het afgeleverde product:**

Het is in eerste instantie van belang dat de gebruiker van het product een duidelijk inzicht krijgt in de Solar Monitor. Het product zal gemakkelijk te installeren zijn en voor de gebruiker bieden wij de mogelijkheid tot uitbreiding. Het product vloeit voort uit een project wat is opgezet door studenten, het gaat ons in eerste instantie niet om het maken van een winstgevend product maar om het leerproces. Wij kunnen om deze reden geen garantie leveren. De klant zal de bijgeleverde documentatie goed moeten lezen zodat het eventueel nodige onderhoud door de klant zelf kan worden uitgevoerd.

## 7. De projectorganisatie

| Taak                     | Persoon 1 | Persoon 2 | Opmerkingen |
|--------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Projectleider</b>     | Dorus     |           |             |
| <b>Planning</b>          | Jonathan  |           |             |
| <b>Vooronderzoek</b>     | Wilco     | Dorus     | Afwisselen  |
| <b>Embedded systeem</b>  | Dorus     | Jonathan  |             |
| <b>Web interface</b>     | Wilco     |           |             |
| <b>Andere Apparatuur</b> | Dorus     | Jonathan  |             |
| <b>Plan van Aanpak</b>   | Dorus     |           |             |

| Persoon                  | Tel.nr.     | e-mail                     | Opmerkingen |
|--------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| <b>Wilco Visser</b>      | 06-12564972 | wilco13_muppet@hotmail.com |             |
| <b>Jonathan van Rijn</b> | 06-44048713 | jhonniedj@msn.com          |             |
| <b>Dorus Hoogenbosch</b> | 06-53975111 | dorushoogenbosch@gmail.com |             |

### Beschikbaarheid groepsleden:

Er wordt van ieder persoon verwacht dat hij wekelijks 8 uur besteed aan projectwerk. Elk project lid is door de weeks aanspreekbaar, in staat om vragen te beantwoorden en andere groepsleden te ondersteunen.

### Informatie:

Al het onderzoek en projectwerk wordt door de projectleden zelf gedaan. Er zal geen plagiaat worden gepleegd en wanneer er gebruik wordt gemaakt van het werk van een ander zal deze in de bronnenlijst worden vernoemd. Er wordt door elk projectlid wekelijks een logboek bijgehouden waarin zijn werkzaamheden die bijdragen aan het project Solar Monitor worden beschreven.



## 8. Planning

De projectplanning is gemaakt in Excel en kan worden bekeken in de project map.

## 9. Risico's

**Een aantal risico's:**

Klant niet tevreden met de onderzochte onderwerpen en onderzoeksresultaten.

Het ontwikkelde product voldoet niet aan de eisen gesteld door de klant.

Het project kan niet worden afgerond wegens het te kort aan tijd.

Groepsleden die zich onvoldoende inzetten en uit de groep gezet worden.

De ontwikkelde Solar Monitor kan niet concurreren met de andere producten op de markt.

## Installatiescript SunnyPi

# = comment  
\$ = shell command

# sudo =super user do  
# (use command with superuser privileges)  
# (sudo nano = open nano as superuser)  
# nano = texteditor (like notepad/kladblok)

### **\*\*\*Hostname**

\$ sudo nano /etc/hostname  
# change 'raspberrypi' to <own-hostname>  
\$ sudo nano /etc/hosts  
# change 'raspberrypi' to <own-hostname>  
\$ sudo reboot

### **\*\*\*FTP Server**

\$ sudo apt-get install vsftpd  
\$ sudo nano /etc/vsftpd.conf  
- change [ftpd\_banner=Welkom op de SunnyPi vsFTPd Server!]  
uncomment :  
[chroot\_local\_user=YES]  
[chroot\_list\_enable=YES]  
[write\_enable=YES]  
[anonymous\_enable=NO]  
[local\_umask=022]  
\$ sudo nano /etc/vsftpd.chroot\_list  
-add users:  
[  
pi  
]  
\$ sudo mkdir /home/www/httpdocs  
\$ sudo nano /etc/init.d/vsftpd  
- add rule under start)  
[mount --bind /var/www/ /home/www/httpdocs/]  
\$ sudo /etc/init.d/vsftpd stop  
\$ sudo /etc/init.d/vsftpd start

**\*\*\*HTTP Server**

```
$ sudo apt-get install apache2
$ sudo apt-get install php5
$ sudo nano /etc/shells
-add [/bin/false]
$ sudo groupadd www_users
$ sudo useradd -g www_users -d /home/www/ -s /bin/false www
$ sudo passwd www
-[www]
$ sudo chown -hR pi:www_users /var/www/
$ sudo chmod 775 /var/www/
```

**\*\*\*VNC Server**

```
$ sudo apt-get install tightvncserver
$ tightvncserver
$ vncserver :1 -geometry 1024x768 -depth 24
$ sudo nano /etc/init.d/tightvncserver
-
#!/bin/sh
### BEGIN INIT INFO
# Provides:      tightvncserver
# Required-Start: $local_fs
# Required-Stop:  $local_fs
# Default-Start:  2 3 4 5
# Default-Stop:   0 1 6
# Short-Description: Start/stop tightvncserver
### END INIT INFO

### Customize this entry

# Set the USER variable to the name of the user to start tightvncserver under
export USER='pi'

### End customization required

eval cd ~$USER

case "$1" in
start)
su $USER -c '/usr/bin/tightvncserver :1 -geometry 1024x768 -depth 16 -pixelformat rgb565'
echo "Starting TightVNC server for $USER "
;;
stop)
pkill Xtightvnc
echo "Tightvncserver stopped"
;;
*)
echo "Usage: /etc/init.d/tightvncserver {start|stop}"
exit 1
;;
```

```
esac
exit 0
-
```

```
$ sudo chmod 755 /etc/init.d/tightvncserver
$ sudo update-rc.d tightvncserver defaults
$ sudo reboot
```

### **\*\*\*MOTD (message of the day) (login boodschap)**

```
$ sudo nano /etc/motd.tail
-
*****
***      Welkom op de SunnyPi Server!      ***
*****
*** Pas op! Dit is een krachtige command/line, en ***
*** hierbij hoort een grote verantwoordelijkheid! ***
***      U BENT GEWAARSCHUWD!      ***
*****
$ more /etc/motd.tail
$ sudo reboot
```

### **\*\*\*Serial**

```
# minicom = command-line serial-terminal
$ sudo apt-get install minicom
```

```
# for serialport --> GPIO UART:
$ sudo minicom -b 115200 -o -D /dev/ttyAMA0
# for serialport --> USB-serial converter: (NOT ALWAYS STABLE!)
$ sudo minicom -b 115200 -o -D /dev/ttyUSB0
# for serialport --> bluetooth:
$ sudo minicom -b 115200 -o -D /dev/rfcomm0
```

### **\*\*\*BT**

```
$ sudo apt-get install bluetooth bluez-utils blueman
$ sudo apt-get install bluez-compatible
```

```
$ lsusb
$ /etc/init.d/bluetooth status
```

```
$ hcitool scan
$ sudo bluez-simple-agent hci0 00:12:02:28:03:76
$ sudo bluez-test-device trusted 00:12:02:28:03:76 yes
$ sudo bluez-test-discovery
# (check for thrusted & paired)
```

```
$ sudo nano /etc/bluetooth/rfcomm.conf
```

```
# (EDIT:)
rfcomm0 {
    # Automatically bind the device at startup
    bind yes;

    # Bluetooth address of the device
    device 00:1D:92:CC:5A:AF;

    # RFCOMM channel for the connection
    channel 1;

    # Description of the connection
    comment "Example Bluetooth device";
}
```

```
# to check:
$ sudo minicom -b 115200 -o -D /dev/rfcomm0
```

```
##(to remove/reinstall:)
$ sudo bluez-simple-agent hci0 00:1D:92:CC:5A:AF remove
$ sudo bluez-test-device remove 00:1D:92:CC:5A:AF
```

```
## below=debug:
# a=01:23:45:67
# would not connect:
$ sudo hcitool cc $a
```

```
# but use...
# >sudo rfcomm bind hci0 00:12:02:28:03:76 1
# sudo rfcomm bind hci0 00:1D:92:CC:5A:AF 2
# >sudo rfcomm connect hci0 00:12:02:28:03:76
# >sudo rfcomm release /dev/rfcomm0
# >sudo rfcomm connect hci0 00:12:02:28:03:76
```

### **\*\*\*list installed packages:**

```
dpkg -l | more
```

### **\*\*\*CRON**

```
crontab -e
# (EDIT)
# --> elke minuut sh commando uitvoeren
* * * * * sh /home/pi/Desktop/SunnyPi/1min.sh
# --> elke 5 minuut sh commando uitvoeren
*/5 * * * * sh /home/pi/Desktop/SunnyPi/5min.sh
```

## Protocol Mastervolt (soladin 600)

### Identificatie

REQ: "00 00 00 00 C1 00 00 00 C1"  
 (dec) 00 00 00 00 193 00 00 00 193  
 RES: "00 00 11 00 C1 F3 00 00 C5"  
 00 00 – Master address.  
 00 11 – Slave address.  
 00 C1 – Commando: Request Slave address ( in RES: F3 xx).  
 00 00 – ??.  
 C1 (C5) – Checksum.

### Firmware

REQ: "11 00 00 00 B4 00 00 00 C5"  
 (dec) 17 00 00 00 180 00 00 00 197  
 RES: "00 00 11 00 B4 F3 00 00 00 00 00 00 00 E3 00 04 01 34 06 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 DA"  
 00 00 11 00 – Master slave adressen.  
 00 B4 – Commando ( in RES: F3 xx).  
 7x "00" – ??.  
 E3 00 – DEV id.  
 01 04 – Firmware ver. Vertaald naar: 1.04.  
 06 34 – Firmware datum. (default: 0634).  
 00 – ??.  
 DA – Checksum.

### Data request

REQ: "11 00 00 00 B6 00 00 00 C7"  
 (dec) 17 00 00 00 182 00 00 00 199  
 RES: "00 00 11 00 B6 F3 00 00 04 03 35 00 8A 13 E8 00 00 00 24 00 90 0B 00 1F DB BC 01 00 00 00 FD"  
 00 00 11 00 B9 F3 00 00 D0 00 00 00 35 00 D6 00 DC 00 00 00 DC 03 8C 52 F2 01 00 00 00 00 24

|                   |                                                                  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|
| 00 00 11 00 B6 F3 | – Adressen en commando                                           |
| 00 00             | – Flags (Error's / status). Zie hoofdstuk "flags" voor uitleg.   |
| 0304              | – PV voltage (0304 hex → 772 decimaal /10 → 77,2 Volt).          |
| 0035              | – PV amperage (0304 hex → 53 decimaal /100 → 0,53 Ampère).       |
| 138A              | – Grid Frequency (138A hex → 5002 decimaal /100 → 50,02 Hz).     |
| 00E8              | – Grid Voltage (00E8 Hex → 232 decimaal → 232 Volt).             |
| 00 00             | – ??.                                                            |
| 00 24             | – Grid Power Out (0024 Hex → 36 decimaal → 36 Watt).             |
| 00 0B 90          | – Totaal Grid Out (000B90 Hex → 2960 decimaal /100 → 29,60 kWh). |
| 1F                | – Temperatuur (1F Hex → 31 decimaal → 31 °C).                    |
| 0001BCDB          | – Operating time (113883 Minuten).                               |
| 00 00             | – ??.                                                            |
| FD                | – Checksum.                                                      |

## Flags

Er kunnen meerdere flags tegelijk geset zijn.

| Hex:    | Desc.                | Bit                     |
|---------|----------------------|-------------------------|
| 0x0000: | Normal operation     | (0b0000 0000 0000 0000) |
| 0x0001: | Usolar too high      | (0b0000 0000 0000 0001) |
| 0x0002: | Usolar too low       | (0b0000 0000 0000 0010) |
| 0x0004: | No Grid              | (0b0000 0000 0000 0100) |
| 0x0008: | Uac too high         | (0b0000 0000 0000 1000) |
| 0x0010: | Uac too low          | (0b0000 0000 0001 0000) |
| 0x0020: | Fac too high         | (0b0000 0000 0010 0000) |
| 0x0040: | Fac too low          | (0b0000 0000 0100 0000) |
| 0x0080: | Temperature too high | (0b0000 0000 1000 0000) |
| 0x0100: | Hardware failure     | (0b0000 0001 0000 0000) |
| 0x0200: | Starting             | (0b0000 0010 0000 0000) |
| 0x0400: | Max power            | (0b0000 0100 0000 0000) |
| 0x0800: | Max current          | (0b0000 1000 0000 0000) |

### Request Max Power

REQ: "11 00 00 00 B9 00 00 CA"

(dec) 17 00 00 00 185 00 00 202

RES: "00 00 11 00 B9 F3 00 00 20 00 00 00 1B 00 21 00 22 00 00 00 E5 02 7E 48 36 00 00 00 00 00 1E"

- 00 00 11 00 B6 F3 – Adressen en commando
- 00 36 – Max Power (36 Hex → 54 decimaal → 54 Watt).
- 1E – Checksum.

### Reset Max Power

Resets de max power van commando "B9" weer naar nul.

REQ: "11 00 00 00 97 01 00 00 A9"

(dec) 17 00 00 00 151 01 00 00 169

RES: "00 00 11 00 97 01 00 00 A9"

### Read history data

De omvormer onthoudt data van de afgelopen 10 dagen.

REQ: "11 00 00 00 9A 0x 00 AB"

0x – Dag waarbij "00" vandaag "01" gister ... "09" 9 dagen terug, en natuurlijk alles ertussen.

RES: "00 00 11 9A 54 9F 00 04"

- 54 – Day Operating time (54 Hex → 84 decimaal \*5 → 420 minuten).
- 00 9F – Day Grid Out (9F Hex → 159 decimaal /100 → 1,59 kWh).



## Pakket van eisen

Hieronder staat een overzicht van de wensen en eisen aan onze Solar Monitor. De eisen en wensen zijn in categorieën opgedeeld.

### De Solar Monitor

#### Eisen:

1. De Solar Monitor moet kunnen interfacen met het internet.
2. De Solar Monitor kan gegevens uitlezen van de Soladin 600
3. De Solar Monitor kan de spanning van de zonnepanelen zichtbaar maken.
4. De Solar Monitor kan de geleverde stroom door de zonnepanelen zichtbaar maken.
5. De Solar Monitor kan het uitgaand vermogen zichtbaar maken.
6. De Solar Monitor kan de geleverde energie opbrengst tonen.
7. De Solar Monitor kan het tijdstip van de meting weergeven.
8. De Kostprijs van de Solar Monitor ligt onder de €100,-
9. De gemeten gegevens zijn overzichtelijk weergegeven in tabellen en grafieken.
10. De Solar Monitor kan via een Seriële verbinding communiceren met de omvormer.
11. De Solar Monitor kan via een bluetooth verbinding communiceren met de omvormer.
12. De Solar Monitor is kan worden gevoed met een USB-oplader.
13. De behuizing van de Solar Monitor moet gemakkelijk te monteren zijn.
14. De Gebruiker moet in staat zijn om aan de hand van een handleiding de Solar Monitor in zijn omgeving te installeren.
15. Het energieverbruik mag maximaal 5 Watt bedragen.

#### Wensen:

1. De Solar Monitor kan gegevens uitlezen van een Eversolar omvormer.
2. De Solar Monitor kan gegevens uitlezen van een SMA omvormer.
3. De Solar Monitor kan de omgevingstemperatuur meten.
4. De Solar Monitor kan de hoeveelheid zoninstraling meten.

### PC Status applicatie

#### Eisen:

1. De applicatie waarschuwt de gebruiker wanneer de PV opstelling niet of niet optimaal werkt.
2. De applicatie maakt gebruik van weergegevens.
3. De applicatie biedt inzicht in de meetgegevens.
4. De applicatie start meteen nadat de gebruiker op de pc is aangemeld
5. De applicatie kan worden verborgen op de achtergrond.
6. De applicatie geeft maar één keer in vijf uur een melding met daarin de fouten.

#### Wensen:

1. De foutmelding wordt gegeven in een pop-up melding.
2. De applicatie kan een email met daarin de waarschuwing sturen.

## Logboeken

| Logboek van Dorus Hoogenbosch |                                                                                   |              |      |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
| Periodeweek                   | Weeknummer                                                                        | Tijdsbestek: |      |
| Periode 1:                    |                                                                                   |              |      |
| 1                             | Kickoff project E4/plan van aanpak/onderzoek                                      | 5            | Uren |
| 2                             | Plan van aanpak/ onderzoek                                                        | 6            | Uren |
| 3                             | Plan van aanpak/ pakket van eisen                                                 | 8            | Uren |
| 4                             | Onderzoeksverslag                                                                 | 6            | Uren |
| 5                             | Platformkeuze/overleggen/vergaderen                                               | 5            | Uren |
| 6                             | Seriële communicatie uitzoeken/begin Solar monitor                                | 5            | Uren |
| 7                             | Seriële communicatie/ protocol Soladin achterhalen                                | 6            | Uren |
| 8                             | Documentatie/Presentatie voorbereiden/presenteren                                 | 8            | Uren |
| 9                             | Overleg tutor                                                                     | 1,5          | Uren |
|                               |                                                                                   |              |      |
| Periode 2:                    |                                                                                   |              |      |
| 1                             | Protocol Soladin/Linux omgeving instellen/Seriële communicatie Soladin uitzoeken  | 7            | Uren |
| 2                             | Ontwikkelen van een RS485 naar RS232 conv./Data acquisitie applicatie ontwikkelen | 9            | Uren |
| 3                             | Documentatie                                                                      | 5            | Uren |
| 4                             | Ontwikkelen data acquisitie applicatie                                            | 4            | Uren |
| 5                             | Ontwikkelen data acquisitie applicatie                                            | 10           | Uren |
| 6                             | Ontwikkelen data acquisitie applicatie                                            | 8            | Uren |
| 7                             | Documentatie/ontwikkelen                                                          | 6            | Uren |
| 8                             | Documentatie/presentatie voorbereiden/presenteren                                 | 8            | Uren |
| 9                             | Verslaglegging                                                                    | 10           | Uren |
| 10                            | Verslaglegging                                                                    | 12           | Uren |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
|                               |                                                                                   |              |      |
| totaal                        |                                                                                   | 124,5        | Uren |

| Logboek van Wilco Visser |                                                    |              |      |
|--------------------------|----------------------------------------------------|--------------|------|
| Periodeweek              | weeknummer                                         | Tijdsbestek: |      |
| Periode 1:               |                                                    |              | uren |
| 1                        | Kickoff project E4 /onderzoek                      | 5            | uren |
| 2                        | onderzoek                                          | 6            | uren |
| 3                        | Plan van aanpak/ pakket van eisen                  | 8            | uren |
| 4                        | Onderzoeksverslag                                  | 6            | uren |
| 5                        | Platformkeuze/overleggen/vergaderen                | 5            | uren |
| 6                        | Seriële communicatie uitzoeken/begin Solar monitor | 5            | uren |
| 7                        | Seriële commuincatie/ protocol Soladin achterhalen | 6            | uren |
| 8                        | Onderzoek/voorbereiding presentatie                | 8            | uren |
| 9                        | Overleg tutor                                      | 1,5          | uren |
|                          |                                                    |              |      |
| Periode 2:               |                                                    |              |      |
| 1                        | Onderzoek naar PVOutput.org API                    | 4            | uren |
| 1                        | Onderzoek naar Weer API's                          | 5            | uren |
| 2                        | Begin C# status applicatie                         | 5            | uren |
| 3                        | Ontwikkelen C# status applicatie                   | 6            | uren |
| 4                        | Ontwikkelen C# status applicatie                   | 6            | uren |
| 5                        | Ontwikkelen C# status applicatie                   | 6            | uren |
| 6                        | Documentatie/ontwikkelen                           | 7            | uren |
| 7                        | Documentatie/presentatie voorbereiden/presenteren  | 8            | uren |
| 8                        | Verslaglegging                                     | 8            | uren |
| 9                        | Verslaglegging                                     | 8            | uren |
| 10                       | Verslaglegging                                     | 4            | uren |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
|                          |                                                    |              |      |
| totaal                   |                                                    | 117,5        | Uren |

## Planning

|                                | Datum:      | 13-sep                              | 20-sep                                | 27-sep                 | 4-okt                            | 11-okt              | 18-okt                   | 25-okt    | 1-nov    | 8-nov   | 15-nov                | 22-nov            | 29-nov   | 6-dec    | 13-dec   | 20-dec   | 27-dec   | 3-jan    | 10-jan         | 17-jan                            | 24-jan         | 31-jan     |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------|----------|---------|-----------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------|
|                                | Week:       | 37                                  | 38                                    | 39                     | 40                               | 41                  | 42                       | 43        | 44       | 45      | 46                    | 47                | 48       | 49       | 50       | 51       | 52       | 1        | 2              | 3                                 | 4              | 5          |
|                                | Tijd:       | Kickoff                             | week 1                                | week 2                 | week 3                           | week 4              | week 5                   | Hervstvak | week 6   | Tentame | week 7                | week 8            | week 9   | week 10  | week 11  | week 12  | Vakantie | 1        | 2              | 3                                 | 4              | 5          |
| Activiteit:                    |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| Logboek                        |             | W, D & J                            | W, D & J                              | W, D & J               | W, D & J                         | W, D & J            | W, D & J                 |           | W, D & J |         | W, D & J              | W, D & J          | W, D & J | W, D & J | W, D & J | W, D & J |          | W, D & J | W, D & J       | W, D & J                          |                | W, D & J   |
| 1) Kickoff                     |             | W, D & J                            | J                                     | J                      |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 2) Planning maken              |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 3) Analyse opdracht (PVA)      |             |                                     | W & D                                 | W & D                  | W & D                            |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 4) Analyse Communicatie        |             |                                     | W                                     | W                      | W                                |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 5) PVE maken                   |             |                                     |                                       | W, D & J               | W, D & J                         |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 6) Opbouw solar in kaart br.   |             |                                     |                                       |                        | W, D & J                         |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 7) Linuxomgeving opzetten      |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 8) Ontwikkeling PC-application |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 9) Testen                      |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 12) Data acquisitie applicatie |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 15) Eindverslag:               |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 14) Presentatie:               |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| 16) Evaluatie:                 |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| Mile stones:                   |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
|                                |             | Opdracht opgepakt en taken verdeeld | Planning start, Plan van aanpak start | Start pakket van eisen | Plan van aanpak af / planning af | pakket van eisen af | Start onderzoeksver slag |           |          |         | Onderzoeksver slag af | Start ontwikkelen |          |          |          |          |          |          | Presentatie af | Beide applicaties af, presenteren | Verslaglegging | Verslag af |
| Legenda:                       | Jonathan: J |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| Wilco: W                       |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |
| Dorus: D                       |             |                                     |                                       |                        |                                  |                     |                          |           |          |         |                       |                   |          |          |          |          |          |          |                |                                   |                |            |