

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR

10.1. PVT opstelling (Werner)

Binnen Flexines wordt gekeken naar kleinschalig energie opwekken en dat is een hoofdmotief voor het opzetten van deze meetopstelling. Een andere motivatie is dat op de huidige markt op het gebied van fotovoltaïsche oftewel "PV" modules verschillende producten beschikbaar zijn gekomen, die het mogelijk maken een dakoppervlak van elk standaard plat dak dubbel te gebruiken, d.w.z. uit te rusten met simpele warmtewisselaars en daaroverheen geplakte flexibele PV panelen. De hamvraag die zich men hierbij kan stellen laat zich het beste schetsen door beide uiterste uitkomsten: *zitten deze systemen elkaar in de weg, of zijn ze synergetisch?*

Er werd gekozen voor een 3-voudige opzet: 3 dakjes van 7 x 1,3 meter in oppervlak, bestaande uit:

1. Een dak genaamd "ST" naar 'solar thermal' uitgerust met 4 kunststof R'nR 'lamellen' warmtewisselaars onzichtbaar *onder* het bitumineuze dakmembraan;
2. Een dakje genaamd "PV" naar 'photovoltaïsch' met 2 UniSolar PVL-136 modules op het bitumineuze dakmembraan geplakt;
3. Een dakje genaamd "PVT" waarin beide bovenstaande onderdelen zijn samengevoegd.



De testopstelling kende in zijn opbouw en uitrol, ondanks de simpele opbouw op het dak, door zijn kleine schaal vele kinderziektes. Toch is met de testopstelling al ondervonden dat een fotovoltaïsch/thermisch (PVT) systeem dat uit deze meest voor de hand liggende componenten is opgebouwd geen meetbare synergetische meerwaarde heeft, afgezien van de oppervlaktewinst wat op een klein dak een aanvullend criterium zou kunnen zijn.

Het onttrekken van warmte uit het dak zou de PV modules koelen en dit zou theoretisch moeten leiden tot een vergroot elektrisch rendement, maar dit effect is in deze testopstelling zo goed als verwaarloosbaar. Verder werd aangenomen dat de warmtecomponent welke wordt gewonnen uit PVT-oppervlak en ST-oppervlak overeen zou komen, maar het blijkt dat de enkellaags bitumen-huid van de dakjes een betere 'collector' is dan de PV folie, en dat de PV folie tijdens heldere nachten sneller afkoelt. Dit een emissiviteits-eigenschap die bij gangbaar gebruik van de PV folie wenselijk is.

De charme van de testopstelling is vooral dat alle effecten gelijk zichtbaar zijn door de vergelijkende- en gelijktijdige meting. Verder leent de opstelling zich goed voor verder onderzoek met andere, 'high performance' materialen. Hierbij kan gedacht worden aan CIGS¹ gebaseerde PV folies, en een buiswisselaar (meander) met warmtevinen.

¹ Copper Indium Galium Selenide, een bijna zwart oppervlak vormende dunne film PV technologie.

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR

CIGS gebaseerde PV technologie kent een veel steiler thermisch coëfficiënt dan de gebruikte amorf-silicium panelen waardoor het koelen een meetbaar effect zal hebben op de elektrische performance tijdens de warme maanden. Icopal heeft daarom connecties met de CIGS producent Global Solar.

De warmteoverdracht van een dunner synthetisch dakmembraan in combinatie met een geschikt meanderpatroon van de buis-warmtewisselaar zou de thermische performance verder kunnen verbeteren. Icopal heeft een dergelijk dak al in haar portfolio.

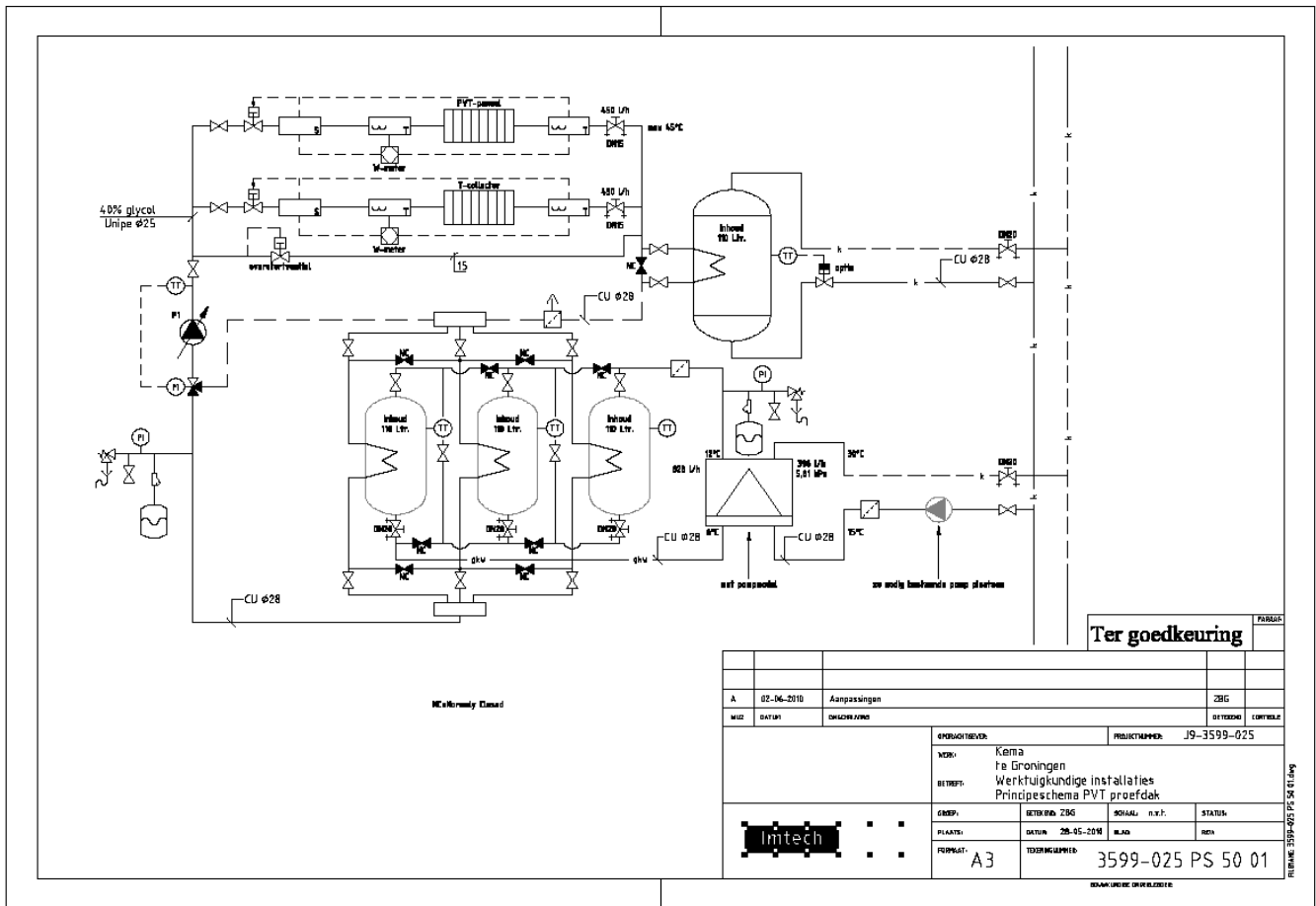
10.1.1 Technische beschrijving van de hydraulische systeem voor de PVT opstelling.

De koelmachine dient ter imitatie van een ruim bemeten bodembron. De buffervaten zorgen voor het ontlasten van de koelmachine, zodat deze niet te veel moduleert.

Het eerste buffervat is aangesloten op de ringkoeling van het KEMA terrein, en dient als 'voor'-koeling, wederom ter ontlasting van de koelmachine.

De 3 buffervaten kunnen in serie of parallel worden geschakeld. Het primaire circuit met glycol oplossing kan ook in serie of parallel door de buffer heen worden geleid.

De bypassleiding met overstortventiel 15 is weggehaald.

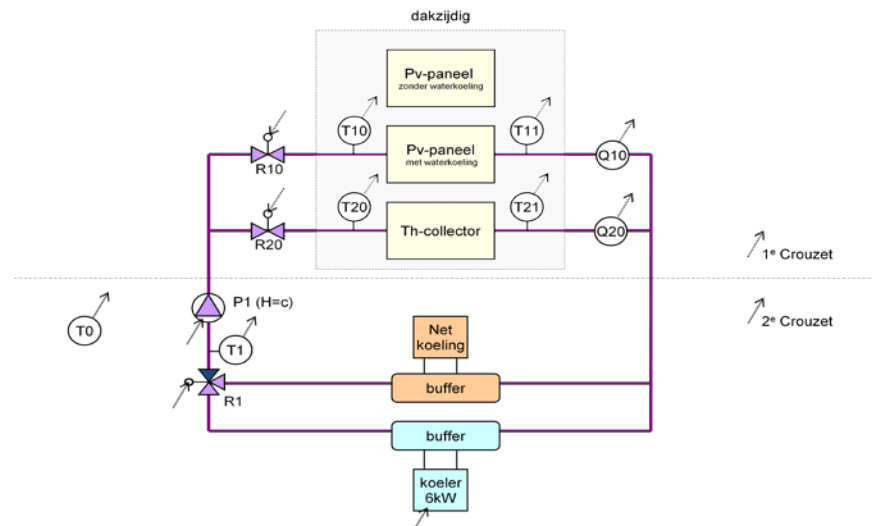


De aansturing van het hydraulisch systeem wordt aangestuurd door 2 Crouzet controllers en het uitlezen en setpoints aansturen gebeurt over Modbus.

De testopstelling kent 2 sensor circuits, 1 EcoSentry systeem (Atasco/Embed) voor de draadloze sensorset onder de dakhuid, en het op de 2 Crouzet controllers aangesloten meet- en regelsysteem met pt100 thermosensoren en flowmeters van het hydraulische systeem.

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR



1° Crouzet M3 regelaar

Controler Input

- IB Q10 flow pv-p (0-10 V)
- IC T10 temp pv-p in (0-10V pt100)
- ID T11 temp pv-p uit (0-10V pt100)
- IE Q20 flow th-coll (0-10 V)
- IF T20 temp th-coll in (0-10V pt100)
- IG T21 temp th-coll uit (0-10V pt100)

Controler Output

- O1 --
- O2 --
- O3 --
- O4 --
- O5 --
- O6 regelklep R10 pv-p open (meer flow)
- O7 regelklep R10 pv-p dicht (minder flow)
- O8 regelklep R20 th-coll open (meer flow)
- O9 regelklep R20 th-coll dicht (minder flow)
- OA --

Modbus input (let op hele getallen)

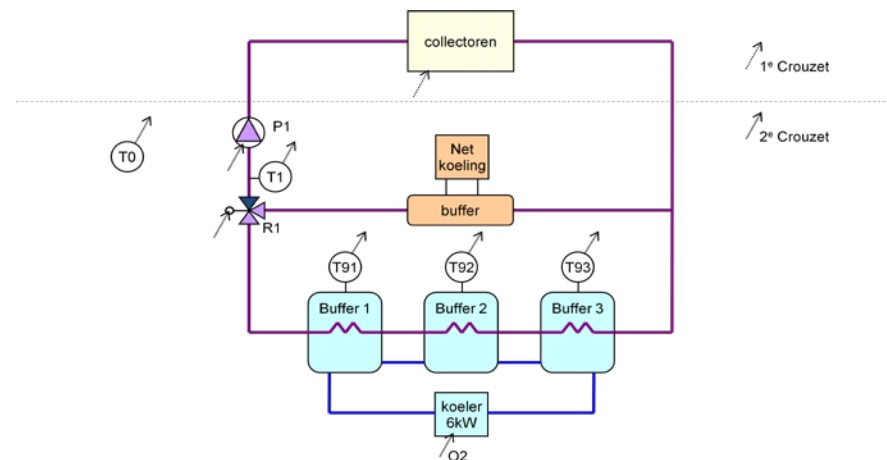
- MJ1 --
- MJ2 sp flow Q10 en Q20 (l/h)
- MJ3 sp dT koeling panelen T11-T10 en T21-T20
- MJ4 --
- MJ5 --
- MJ6 --
- MJ7 --
- MJ8 --

Modbus output (let op hele getallen x 10)

- MO1 Q10 flow pv-p
- MO2 T10 temp pv-p in
- MO3 T11 temp pv-p uit
- MO4 H10 warmte pv-p
- MO5 Q20 flow th-coll
- MO6 T20 temp th-coll in
- MO7 T21 temp th-coll uit
- MO8 H20 warmte th-coll

Opm.

- Crouzet voeding PS24
- Crouzet regelaar XD26
- Crouzet MODBUS XN05
- Aansturing koeler en koelwater door 2° Crouzet



2° Crouzet M3 regelaar

Controler Input

- IB T0 buitentemperatuur (0-10V pt100)
- IC T1 koeltemp naar panelen (0-10V pt100)
- ID --
- IE T91 temp buffer1 (0-10V pt100)
- IF T92 temp buffer2 (0-10V pt100)
- IG T93 temp buffer3 (0-10V pt100)

Controler Output

- O1 pomp P1 aan/uit (230V)
- O2 koeler 6kW aan/uit (230V)
- O3 --
- O4 regelklep R1 open (hogere temp naar panelen)
- O5 regelklep R1 dicht (lagere temp naar panelen)
- O6 --
- O7 --
- O8 --
- O9 --
- OA --

Modbus input (let op hele getallen)

- MJ1 sp koeltemp T1 naar panelen
- MJ2 sp Tbuffers
- MJ3 pomp P1 aan/uit
- MJ4 --
- MJ5 --
- MJ6 --
- MJ7 --
- MJ8 --

Modbus output (let op hele getallen x 10)

- MO1 T91 temp. buffer1
- MO2 T92 temp. buffer2
- MO3 T93 temp. buffer3
- MO4 sp koeltemp T1 naar panelen
- MO5 sp Tbuffers
- MO6 status pomp P1 (0=uit 1=aan)
- MO7 buitentemperatuur
- MO8 --

Opm.

- Crouzet regelaar XD24
- Crouzet MODBUS XN05
- Pt 100 opnemers in middenpositie boiler
- De buffers 1 t/m 3 worden met de hand naar keuze in serie of parallel gezet
- Pomp P1 instellen op een stand met constante opvoerhoogte

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR

10.2. Buffer systeem : Koelkast/diepvries

De volgende apparaten zijn hierbij o.a. gebruikt:

Koelkast; *Zanuss*, type: *ZRG616CW*

Vriezer; *Liebherr*, type: *G 1231*

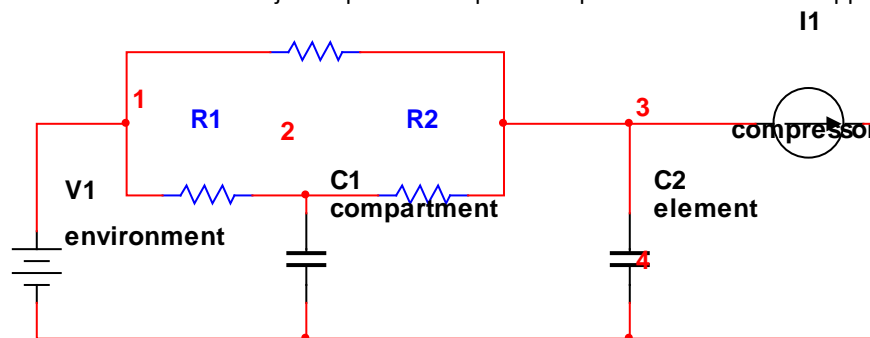
Eerst even een kort beschrijving van deze apparaten.

Dit zijn apparaten die constant aan- en uitgeschakeld wordt, afhankelijk van de temperatuur. De temperatuur regelt de pomp en de pomp zorgt ervoor dat de warmte eruit gehaald wordt en dat de temperatuur daalt. De temperatuur daalt tot dat de sensor aangeeft dat het genoeg is. Deze sensor bevindt zich, in de meeste gevallen op de koelplaat. Het apparaat verliest, gedurende een bepaalde periode koude, dit gebeurt door afgifte aan de wanden en deur.

Benodigde gegevens

Om het apparaat te kunnen modelleren, controleren en besturen zijn er een aantal dingen nodig.

Om een model te maken, is het van belang de werking en het gedrag van het apparaat te begrijpen. Om te zien wat er gemeten moet worden voor het model, kijken we na het schema, zie figuur 1. In het elektrisch schema staan de volgende punten, die gemeten dienen te worden. Dit zijn temperaturen op diverse plaatsen in en om het apparaat.



Figuur 1. Elektrisch model schema

De controle over systeem kan worden verkregen, door de controle op de compressor over te nemen.

Door de compressor over te nemen wordt de werking van het systeem overgenomen en dit doen we door de compressor aan en uit te zetten. Om te weten te komen hoeveel energie er in het systeem is gegaan, is afhankelijk van het vermogen van de compressor. Door het meten van het verbruik van de compressor, is de hoeveelheid energie bekend. Dit gebeurt door middel van het elektrisch vermogen te meten. Het gedrag van het systeem wordt ook beïnvloed door het openen van de deur. De status van de deur van een bijvoorbeeld een koelkast heeft invloed op de afgifte van de energie en moet daarom ook bepaald worden.

De controller wil de volgende gegevens ontvangen,

- De temperatuur op diverse plaatsen,
- Het elektrisch verbruik van het apparaat en
- De status van de deur.

Daarnaast wil de controller wil ook stuurcommando's sturen, te weten:

- Het aan- en uitschakelen van de koeling,
- Het aan- en uitzetten van sensoren en
- Het instellen van de temperatuur grenzen.
- Bijbehorende huishouden.

Deze gegevens worden door middel van een interface doorgegeven aan het EMS. Voor het I/O board is gekozen voor een Phidgets I/O board 1018. Dit board bezit een USB poort op met 8 digitale input, 8 digitale output en 8 analoge input. Deze wordt goed ondersteund en is gemakkelijk in gebruik.

Om het verbruikte vermogen van het apparaat te bepalen, zit het apparaat op een aparte groep in de demo-ruimte. Achter bijna elke groep zit een fase Energy meter. Deze M-Bus meters worden uitgelezen en de data opgeslagen in de database onder het bijbehorende apparaat een Fase Energy meter van het type DHZ met M-Bus.

Voor het bepalen van de status van de deur is gekozen voor een licht sensor, deze is aangesloten op I/O board. Type sensor is: LDR03.

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR

De temperatuur wordt gemeten met temperatuur sensoren op diverse plaatsen in het systeem. Dit om het gedrag van het systeem te bekijken en ook te kunnen regelen. De sensoren zijn aangesloten op de analoge input van het I/O board. Namelijk

- 0 buiten temperatuur (Type A)
- 1 boven temperatuur (Type B)
- 2 midden temperatuur (Type B)
- 3 onder temperatuur (Type B)
- 4 lade temperatuur (Type B)
- 5 pomp temperatuur (Type A)
- 6 achterplaat temperatuur (Type C)
- meet temperatuur (Type C)

Er zijn 7 sensoren actief in de koelkast geplaatst om de temperaturen te meten. Er zijn verschillende types toegepast,

- Type A, sensor LM35 met circuit. Temperatuur range van -5 tot 40 graden.
- Type B, sensor LM35 Temperatuur range 0 tot 100 graden.
- Type C, sensor LM335 met circuit. Temperatuur range -40 tot 100 graden.

De sturing van het apparaat, of terwijl van de pomp, wordt gedaan door middel het overnemen van de regeling. Dit gebeurt door het onderbreken van de regeling na de pomp. Hiertoe wordt er een solide state relais tussen geplaatst, om zo de controle over de pomp te verkrijgen. En tevens een scheiding te houden tussen de verschillende spanningen. Door middel van een LED wordt de status van de pomp weergegeven. Er is gekozen voor het:

- Type: S102S01, S102S02 , S202S01, S202S02.
- Optocoupler, diverse type.

10.3. Time shifter : wasmachine, vaatwasser, droger

De volgende apparaten zijn ondermeer toegepast:

- Wasmachine; Whirlpool, type: Texas 1400
- Vaatwasser; Bosch, type: SGS43E42EU
- Wasdroger; Bosch, type: WTC 841000 NL

Per timeshifters wordt kort een beschrijving van het apparaat gegeven. Vervolgens wordt de aanpassing die toegepast moet worden aangegeven en tot slot een beschrijving van hoe deze zijn uitgevoerd.

Hiervoor geldt allemaal hetzelfde, dat het apparaat dat enkel aangezet dient te worden. Daarbij is het van belang te weten wat het apparaat gaat doen. Dit is vaak afhankelijk van het gekozen programma. De keuze is namelijk van belang voor het energieverbruik en de tijdsduur van het apparaat.

De controller wil de volgende gegevens ontvangen:

- De keuze van het programma
- Toestand waar het apparaat zich bevindt
- Tevens ook het eindtijdstip wanneer het apparaat klaar is
- De maximale uitsteltijd

Daarnaast wil de controller ook stuurcommando's sturen, te weten:

- Start het systeem
- Opvragen van de status van het systeem

Deze gegevens worden door middel van een interface doorgegeven aan het EMS. Voor het I/O board is gekozen voor een Phidgets I/O board 1018. Dit board bezit een USB poort op met 8 digitale input, 8 digitale output en 8 analoge input. Deze wordt goed ondersteund en is gemakkelijk in gebruik.

Om het verbruikte vermogen van het apparaat te bepalen, zit het apparaat op een aparte groep in de demo-ruimte. Achter bijna elke groep zit een fase Energy meter. Deze M-Bus meters worden uitgelezen en opgeslagen in de database onder het bijbehorende apparaat een Fase Energy meter van het type DHZ met M-Bus.

Er is een extern kastje gebouwd voor de keuze mogelijkheden:

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR

1. Selectie van het EMS, gebruik maken van de EMS mogelijkheden
2. Selectie van het Ready, alles is correct ingegeven en systeem klaar om te starten
3. Tijd om uitstellen in stappen van 5 minuten
4. Tijd om uitstellen in stappen van uren
5. Programma keuze, het geselecteerde programma
6. Indicatie van het gekozen huishouden

10.4. Micro-WKK

De volgende apparaten zijn ondermeer toegepast:

- μ WKK, 1x een KDNavien, HRE veldtest unit incl. een wireless roomcontrol unit
- μ WKK, 1x een Elco/Rendamax, staande condenserende ketel met opslag en E-generator
- μ WKK, 3x een Whispergen, HRE-ketel MKVB

10.4.1 Thermostaat Dwingeloo

Een van de andere gebruikte “apparaten” is een huishouden in Dwingeloo.

Eerst even een kort beschrijving van dit apparaat.

Het huishouden van Dwingeloo is een onderdeel van de aansturing van de μ WKK. Het model van het huis valt onder de werking van een buffersysteem. Om een realistisch aansturing te maken voor de μ WKK, is er daarom gekozen om een woning in Dwingeloo te nemen. Belangrijk om te weten is, hoe het verwarmingssysteem werkt om daarna het centraleverwarmingssysteem over te kunnen nemen. De CV wordt aangestuurd door de thermostaat die dit, afhankelijk van de temperatuur constant aan- en uitgeschakeld. De temperatuur in de woning regelt dat het systeem.

Voor de communicatie tussen Dwingeloo en Groningen is gebruik gemaakt van:

- Standalone EMS + Driver Dwingeloo
- Eigen database
- Aparte interface GUI (programma)
- Webservice in Groningen om metingen op te slaan
- Webservice in Dwingeloo om programma op te halen

Bij de CV zelf is gebruik gemaakt van:

- Device PC Dwingeloo
- Standalone systeem (in geval van uitval kan het zelfstandig werken)

Benodigde gegevens

Om het apparaat te kunnen modelleren, controleren en besturen zijn er een aantal dingen nodig.

Om een model te maken voor de aansturing van de μ WKK is het van belang de werking en het gedrag van het apparaat te begrijpen. Wat er gemeten moet worden is het volgende de status van de thermostaat in Dwingeloo en de temperatuur in de woning dient gemeten te worden. Voor model vorming van het huis zijn temperaturen op diverse plaatsen nodig en het energieverbruik.

De controller wil de volgende gegevens ontvangen,

- De temperatuur op diverse plaatsen,
- De status van de thermostaat.

Daarnaast wil de controller ook stuurcommando's sturen, te weten:

- Het aan- en uitschakelen van de thermostaat,
- Het aan- en uitzetten van sensoren en
- Het instellen van de temperatuur grenzen.

Deze gegevens worden door middel van een interface doorgegeven aan het EMS. Voor het I/O board is gekozen voor een Phidgets I/O board 1018. Dit board bezit een USB poort op met 8 digitale input, 8 digitale output en 8 analoge input. Deze wordt goed ondersteund en is gemakkelijk in gebruik.

BIJLAGE 10

BESCHRIJVING GEBRUIKTE APPARATUUR

De temperatuur wordt gemeten met temperatuur sensoren op diverse plaatsen in het systeem. Dit om het gedrag van het systeem te bekijken en ook te kunnen regelen. De sensoren zijn aangesloten op de analoge input van het I/O board. Namelijk:

1. Buiten temperatuur
2. Temperatuur in de woning
3. Temperatuur in de wand
4. Temperatuur in het stookhok.

Er is gekozen voor PT 100 sensoren. Deze zijn aangesloten op een externe stroombron, voor de technische gegevens wordt verwezen naar het document "Optimizing the usage of μ CHP heater systems", Gergely Papszt