



Gemeentelijk Instituut Technisch Onderwijs Kalmthout

Technisch secundair onderwijs

Industriële Informatie en Communicatie Technologieën

LUCHTKWALITEIT

Geïntegreerde proef van

Ruben Socquet en Arthur d'Hooge

Promotor en mentor:

m. D. Pauwels, m. G. Wagemans en mevr. T. Haentjens

Kalmthout, 2018 - 2019



Gemeentelijk Instituut Technisch Onderwijs Kalmthout

Technisch secundair onderwijs

Industriële Informatie en Communicatie Technologieën

LUCHTKWALITEIT

Geïntegreerde proef van

Ruben Socquet en Arthur d'Hooge

Promotor en mentor:

m. D. Pauwels, m. G. Wagemans en mevr. T. Haentjens

Kalmthout, 2018 - 2019

Voorwoord

Om de luchtkwaliteitsmeter te realiseren hebben we meerdere obstakels gehad. Om die problemen op te lossen konden we steeds terecht bij onze mentor en promotor. Daarom zouden we graag m. D. Pauwels, m. G. Wagemans bedanken. Ook dank aan mevr. T. Haentjens voor het nalezen en uitgebreid verbeteren van de bundel.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	1
Inhoudsopgave.....	2
Inleiding.....	4
1. Het eigenlijke werk.....	5
1.1 Definitiestudie (Project)	5
1.1.1 Probleemstelling.....	5
1.1.2 Specificaties	6
1.1.3 Functionaliteiten	6
1.1.4 Hardware	7
1.1.5 Software	7
1.1.6 Gebruikers.....	7
1.1.7 Veiligheid	8
1.2 Detailontwerp	8
1.2.1 Principewerking en principeschema ('s).....	8
1.2.2 Hardware	9
1.2.3 Dataverwerking	12
1.2.4 Processturing	12
1.2.5 Communicatie.....	13
1.2.6 Garanties en veiligheid.....	14
1.2.7 Software	15
2. Schema's en tekeningen	17
2.1 Lay-out website	17
2.2 Meettoestel.....	21
2.3 PCB.....	22
2.3 Netwerkdigram	23
3. Elektronica.....	24
3.1 DHT11	24
3.2 BH1750	27
3.3 NEO-6M.....	29

3.4 SIM900	32
3.5 CCS 811	34
3.6 MicroSD card adapter	36
3.7 Arduino Uno.....	38
3.8 Elektromagnetische compatibiliteit.....	39
3.9 Studie van de voeding.....	40
3.9.1 De voltage regulator.....	40
3.9.2 Keuze van de batterij.....	43
3.9.3 Keuze van de adapter	49
4. Elektriciteit	50
4.1 Vitale 8.....	50
4.2 Elektrische veiligheid.....	51
5. Tutorial.....	52
6. Technische conclusie	62
7. Peer-evaluatie.....	63
7.1 Ruben Socquet	63
7.2 Arthur d'Hooge	65
8. Zelfreflectie	66
8.1 Ruben Socquet	66
8.2 Arthur d'Hooge	67
9. Logboek.....	68
10. Bibliografie	74

Inleiding

Om onze kennis te testen maken wij in het zesde jaar een geïntegreerde proef. De vakken waarop we geëvalueerd worden zijn onder andere: elektronica, ICT, elektriciteit en Nederlands. Eén van de belangrijkste aspecten in het ontwikkelproces van dit product is het zelfstandig opzoeken om een werkend eindproduct te kunnen afleveren.

Dit gip heeft als doel om een methode te ontwikkelen waarmee je eenvoudig de kwaliteit van de lucht in de omgeving kan meten. Het doel is om het de gebruiker zo makkelijk en efficiënt mogelijk te maken. We gaan dit doen aan de hand van een cloud service. Gebruikers krijgen een meettoestel dat draagbaar, compact en voorzien is van een batterij zodat ze het mee kunnen nemen. Hiermee kunnen ze de lucht in hun omgeving in kaart brengen. Het meettoestel wordt voorzien van een mobiele verbinding tot het internet zodat de gemeten waarden live naar de server gestuurd worden. De server wordt ook voorzien van een map. Daarmee kunnen gebruikers zien op welke plaatsen er metingen zijn uitgevoerd en de daarbij horende waarden bekijken. Het doel is om locaties in kaart te brengen waar er veel luchtvervuiling is, zodat er aangetoond kan worden dat er maatregelen genomen moeten worden. Het toestel meet CO₂-waarden, temperatuur, luchtvochtigheid en lichtsterkte.

In deze bundel kan u meer informatie terugvinden over wat de luchtmeter precies doet, hoe dit gebeurt, een uitgebreide uitleg over de gebruikte componenten en het verbonden proces met de ontwikkeling van de meter.

1. Het eigenlijke werk

1.1 Definitiestudie (Project)

1.1.1 Probleemstelling

We zijn vertrokken van het idee om een vliegtuig te maken en vanop het vliegtuig de luchtkwaliteit te meten. Om dit meer te richten op commercieel gebruik gaan we een compacte luchtmeter maken. Dit doen we door de sensoren te integreren in een behuizing met een gps-tracker dat op verschillende voertuigen geplaatst kan worden. Vervolgens wordt de data via het mobiele netwerk verstuurd naar de server, deze server zal de data verwerken en live op een website plaatsen. Die website zal openbaar toegankelijk zijn. Wanneer je inlogt kan je volgen waar de luchtkwaliteit meter zich bevindt en de gemeten data op die plaats bekijken. We hebben voor dit project gekozen omdat luchtvervuiling de laatste jaren een groter probleem wordt voor onze gezondheid. Met de data die we verzamelen kunnen we aantonen of de luchtkwaliteit daadwerkelijk achteruitgaat en er iets aan veranderd moet worden. Doordat dit systeem eenvoudig in gebruik is, kan het door iedereen gebruikt worden. Hierdoor zal er veel data verzameld kunnen worden om aan te tonen hoe de luchtomstandigheden evolueren.

Dit systeem heeft als voordeel dat het overal kan gebruikt worden. Wanneer er geen data verstuurd kunnen worden via het mobiele netwerk zal er nog steeds data gemeten en lokaal bewaard worden op een SD-kaart. Deze data kunnen dan geüpload worden wanneer de gebruiker is ingelogd op de website.

1.1.2 Specificaties

Het systeem zal uit twee delen bestaan. Deel één bestaat uit de Arduino Uno, de sensoren en de SIM900 shield, de gps en de SD-kaart adapter. Deze afmetingen moeten compact blijven en ze mogen niet veel wegen. Het is een mobiele opstelling die gemakkelijk ergens mee naartoe genomen kan worden en op voertuigen geplaatst kan worden. Het kan ook lokaal geplaatst worden om van op één plaats de metingen uit te voeren. Het systeem zal gebruikt worden met Arduino Uno om de data van de sensoren in te lezen, op te slaan en door te sturen. Het tweede deel van het systeem is de server. Hierop wordt de website en de datalistener gehost.

Voor de financiering hebben we afgesproken om dit onder ons twee te verdelen.

1.1.3 Functionaliteiten

Een groot deel van het project is het doorsturen van de data gemeten door de sensoren via het mobiele netwerk door middel van de SIM900 naar de Arduino. Wanneer deze data doorgestuurd worden naar de website hebben we als output de CO₂-, temperatuur-, luchtvochtigheid- en lichtsterktesensor, de locatie waar de data verzameld is en de tijd van de meting. Omdat er op de hiervoor beschreven manier een verbinding gemaakt moet worden met de zendmasten van een provider, is er ook de mogelijkheid om de data lokaal op een SD-kaart te bewaren en later te uploaden naar de website. Om de hardware en sensoren te voeden zal een batterij geïntegreerd worden in de behuizing.

1.1.4 Hardware

De hardware bestaat uit twee onderdelen, de server en het meettoestel. Voor de server gebruiken we een gewone pc waarop we IIS draaien (manier om webpagina's te hosten) en een database met alle meetwaarden. Het meettoestel functioneert rond de Arduino waaraan alle sensoren aangesloten zijn, de mobiele data module, de gps en de SD-kaarthouder.

1.1.5 Software

De luchtkwaliteit meter wordt ingesteld door deze te registreren op de website. Indien er al metingen gedaan zijn, zullen er grafieken met de gemeten data te vinden zijn verbonden aan de locatie.

1.1.6 Gebruikers

Zowel gebruikers als niet-gebruikers van de luchtkwaliteitsmeter kunnen de website bezoeken. De niet-gebruikers kunnen niet inloggen op de website maar kunnen wel de algemene datagrafieken terugvinden van een gemeente op de website. De gebruikers die wel een systeem hebben gekocht, kunnen een account aanmaken en dat account linken aan hun systeem. Zij kunnen de specifiek door hen gemeten waarden, gelinkt aan de plaats, bekijken en dit vergelijken met andere plaatsen. Ook zal er aangegeven worden of dit gezonde leefomstandigheden zijn of niet. Ten slotte hebben we nog de administrators, zij kunnen alle specifieke verzamelde data bekijken van elke gebruiker.

De maximale hoeveelheid gebruikers is afhankelijk van de server waarop de website wordt gehost.

1.1.7 Veiligheid

Er zal zeker rekening gehouden moeten worden met privacy en bescherming van gegevens want wanneer de gebruikers gaan meten wordt live hun locatie doorgestuurd en dat is toch zeer gevoelige data. Daarom zullen de data die verstuurd worden zeker versleuteld moeten worden. De website moet ook goed beveiligd worden zodat er geen vertrouwde gegevens van de gebruiker verloren gaan.

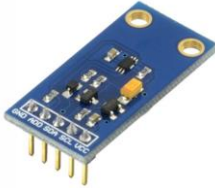

1.2 Detailontwerp


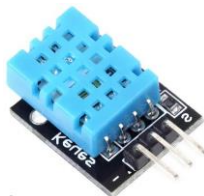

1.2.1 Principewerking en principeschema ('s)




De werking van de luchtmeter begint bij de Arduino die de metingen van de verschillende sensoren opvraagt. Waarna vervolgens de data van de sensoren tijdelijk in de Arduino zullen worden opgeslagen tot er een verbinding met de server wordt gemaakt met de SIM900 module. Die module zal door een vaste code in de Arduino eerst een IP-adres opvragen in het WAN (Wide Area Network) en vervolgens verbinding maken met de APN (Access Point Name) van de provider van de SIM kaart. Wanneer die verbinding is gemaakt, zal er een verbinding gemaakt worden met de server dat een vast IP-adres en vaste poort zal hebben zodat de Arduino weet met welke server verbinding gemaakt moet worden. Al de commando's die naar de SIM900 shield gestuurd worden, zijn AT-commando's. Wanneer het meetapparaat verbonden is met de server kunnen de data van de sensoren verstuurd worden. In de server worden de data opgeslagen in een Acces database zodat de data overzichtelijk en makkelijk toegankelijk opgeslagen zijn en vervolgens verwerkt en bezichtigd kunnen worden via de website. Op de website zal er een optie zijn om te registreren en in te loggen. Wanneer de bezoeker van de website een meter heeft, kan hij deze registreren via de site om de door hem gemeten metingen en zijn afgelegde route te bekijken.

1.2.2 Hardware

De hardware die we gaan gebruiken:

Lichtsensoren	Lichtsterkte meten.	I2C-protocol, 1 - 65535 lux meetbereik, 5V.	
CO2 sensor	CO2 gehalte in de lucht meten.	I2C-protocol, werkt op 3.3V.	

Gsm-module	Communicatie met server.	Communicatie via seriële poort, heeft 12V voeding nodig, werkt op alle gsm-netwerken.	
Vochtigheid- en temperatuur-sensor	Luchtvochtigheid en temperatuur meten.	Werkt op voeding van Arduino (5V), communiceert met OneWire protocol.	
Arduino Uno	Microcontroller om meettoestel te besturen.		

Batterijhouder	Stroomvoorziening meettoestel.	6 AA Batterijen. 9V.	
microSD card adapter Catalex	Lokale opslag op een SD-kaart	5V, SPI-protocol	
Adapter	Stroomvoorziening meettoestel	9V, 660mA	

Het programma draait op Arduino zodat we de sensoren kunnen besturen en de data van de sensoren via de SIM900 naar de server kunnen sturen. Dat programma zal gemaakt worden in C++, een taal die het makkelijk maakt om te interfaceren met de I/O pinnen van de Arduino. In het programma zal verbinding gemaakt worden met de SIM900 shield, die shield gaat een SIM-kaart hebben zodat er een verbinding met het mobiele netwerk gemaakt kan worden en de data naar de server gestuurd wordt. Die server zal op een ASP.NET website draaien en een database beheren waarin alle gemeten data wordt opgeslagen.

1.2.3 Dataverwerking

De gemeten data zal voor het grootste deel verwerkt worden in de server, dit is logisch want de server heeft de grootste rekenkracht. De Arduino moet enkel de data uitlezen en versturen. Met de data gaat de server dan een kaart plotten met locaties van het meettoestel, de CO₂-gehaltenes, luchtvochtigheid, lichtsterkte, temperatuur en het tijdstip van de meting bij elke locatie zetten. Alle data wordt ook in een database bewaard zodat, wanneer er later hetzelfde traject word afgelegd, er vergeleken kan worden. Er moet wel rekening gehouden worden met de privacy van de gegevens en in het bijzonder de locatie.

1.2.4 Processturing

De besturing is heel eenvoudig, voor de meting kunnen parameters aangepast worden via de website die op de server draait. De parameters zijn dan welke soorten metingen (CO₂, temperatuur, lichtsterkte...), de meetsnelheid en hoelang er gemeten moet worden. Deze worden dan doorgegeven naar het meettoestel. Op de website zal ook de meting gestart en gestopt kunnen worden. Verder zal het systeem alles automatisch afhandelen. Op de website wordt live-info getoond over het meettoestel, zoals de locatie en de huidige toestand van de sensoren wanneer de data overgedragen wordt via de SIM900. Bij gebruik van de SD-kaart opslagmethode wordt de data pas op de website zichtbaar nadat het wordt geüpload.

1.2.5 Communicatie

Omdat wij veel verschillende toestellen (Arduino, server, database) gebruiken is communicatie een groot deel van ons GIP. Om te beginnen zullen de digitale sensoren die allemaal over I2C beschikken op een I2C bus worden aangesloten waarvan de master de Arduino is. De vochtigheid-en temperatuursensor werkt met het OneWire protocol en zal ook op de Arduino worden aangesloten. Door de SIM900 te verbinden met de microcontroller gaan we gebruik kunnen maken van het mobiele datanetwerk. Dit betekent dat de communicatie over het WAN gaat en we onze data dus moeten encrypteren. Om toegang te krijgen tot het mobiele netwerk moeten we een simkaart in de module steken. Hiervoor gaan we een prepaid simkaart gebruiken. Als het meettoestel data wil verzenden, zal een verbinding worden gemaakt met de server volgens het TCP-protocol. Dit protocol heeft doorgedreven foutencontrole ingebouwd. Zo zijn we zeker dat er onderweg naar de server geen data verloren gaan of corrupt worden.

Omdat de SIM900 mobiele data gebruikt voor het versturen van de data en ook een verbinding met een gsm-mast nodig heeft, is er ook de mogelijkheid om data lokaal op te slaan. De gemeten data gaan dan door een SD-adapter naar een SD-kaart gestuurd worden en in een tekstdocument geplaatst worden. Na de metingen zal de gebruiker de SD-kaart moeten verbinden met een computer om tenslotte het tekstbestand te uploaden naar de website.

1.2.6 Garanties en veiligheid

1.2.6.1 Mechanische veiligheid

Alle hardware onderdelen worden in een afgesloten bakje gemonteerd dat het grootste vuil buitenhoudt. Dit bakje zal worden geprint met een 3D printer. Het zal gemaakt worden uit ABS. Dit plastic kan temperaturen aan tot 85°C. Het is licht en hard, wat het ideaal maakt voor dit project.

1.2.6.4 Privacy

De locatie van gebruikers is een zeer gevoelig punt. Daarom gaan we om de privacy te garanderen enkel de door de gebruiker gemeten data weergeven aan de gekoppelde gebruiker op de website. Om gebruikers volledige controle te geven over wat er gebeurt met hun data. Kan al de data verbonden met de desbetreffende gebruiker verwijderd worden uit de database.

1.2.7 Software

1.2.7.1 Serverstructuur

De software voor de server wordt geschreven in Visual Studio 2017. We gebruiken C# als programmeertaal. In de Solution hebben we twee projecten: 'Data_Listener' en 'Website'. In het project 'Data_Listener' schrijven we de code om gemeten waarden van sensoren die van het meettoestel komen weg te schrijven naar de database (zie 1.2.7.3 Database). Het project 'Website' is een ASP.NET website. Door twee projecten in één Solution te steken kunnen deze tegelijk getest en gedebugd worden. In beide projecten zit een C# klasse. Deze dient om de communicatie met de database te regelen.

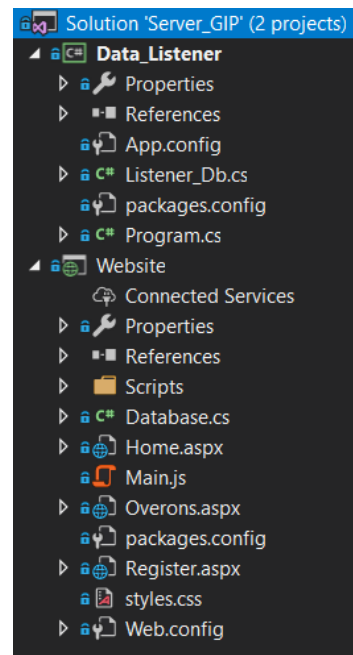


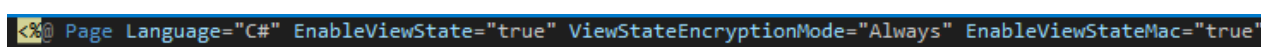
FOTO 1: SERVERSTRUCTUUR

1.2.7.2 Data Listener

Dit project is een gewone consoleapplicatie. Het luistert op een TCP-poort naar inkomende verbindingen. Wanneer het meettoestel verbinding maakt zal het de data ontvangen en testen of deze geldig zijn. De inkomende data moeten dus voldoen aan bepaalde voorwaarden. Er moet bijvoorbeeld getest worden of sommige sensorwaarden geen NULL bevatten. De data worden dan in de database gezet. Dit gebeurt via de database klasse. Deze consoleapplicatie dient dus enkel en alleen om data te ontvangen van het meettoestel.

1.2.7.3 Website

De website is een ASP.NET project. Met ASP kunnen we een website bouwen met HTML en CSS, achter de gebruiksvriendelijke UI draait dan een code behind file geschreven in C#. Hiermee kunnen we de website interactief maken. De code behind draait volledig op de server. Om toch variabelen mee te sturen maken we gebruik van de ViewState methode. Maar omdat we gebruikersnamen en wachtwoorden versturen moeten we deze encrypteren. Gelukkig kunnen pagina's in ASP voorzien worden van encryptie, door de op foto 2 de eerste regel de in het rood onderlijnde parameters toe te voegen:

A screenshot of a code editor showing a single line of ASP.NET code. The code is: <%@ Page Language="C#" EnableViewState="true" ViewStateEncryptionMode="Always" EnableViewStateMac="true" %>. The parameters EnableViewState="true", ViewStateEncryptionMode="Always", and EnableViewStateMac="true" are underlined in red. The code is enclosed in a blue border.

```
<%@ Page Language="C#" EnableViewState="true" ViewStateEncryptionMode="Always" EnableViewStateMac="true" %>
```

FOTO 2: PARAMETERS

Het grafische ontwerp van de site staat bij 2.1 Lay-out website.

1.2.7.4 Client side

De webpagina aan de clientside draait Javascript. Dit is een programmeertaal waarmee we communicatie met de server en client kunnen voeren zonder de pagina te vernieuwen. Ook gebruiken we dit om de kaart te tekenen. Javascript kan in de html-file staan, maar ook in een apart bestand. We steunen op verschillende functies die deze taal biedt, waaronder de JQuery, Ajax en JSON onderdelen. JQuery zorgt ervoor dat veel voorkomende taken worden versimpeld en Ajax wordt gebruikt om HTTP requests te sturen en te ontvangen. Deze worden meestal beantwoord met een response in JSON formaat. JSON betekent Javascript Object Notation. Het is een manier om classes en datastructuren te noteren als een string. Dit gebeurt met een serializer. De inhoud van de class wordt eigenlijk gewoon omgezet naar een string. JSON wordt enorm veel gebruikt. In het geval van dit project zal een javascriptfunctie in de client side worden gecalled. In deze functie sturen we een request naar de server via http. Deze kan beantwoord worden via een WebMethod of een API. Het antwoord bestaat uit een JSON-string met daarin de gemeten waarden van de user die de pagina opvraagt. De response wordt doorgegeven aan de functie die de kaart zal renderen op het scherm van de user.

2. Schema's en tekeningen

2.1 Lay-out website

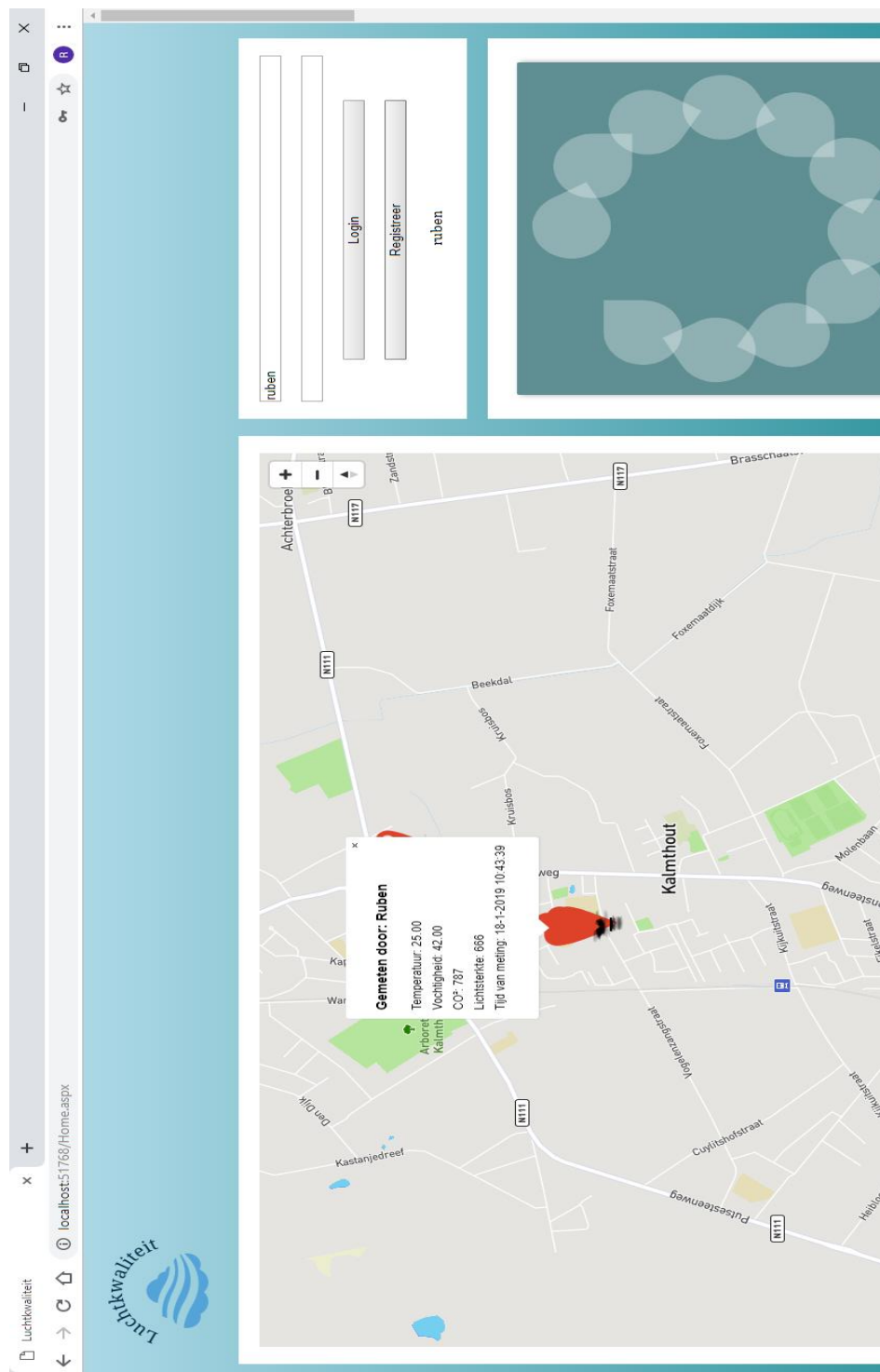
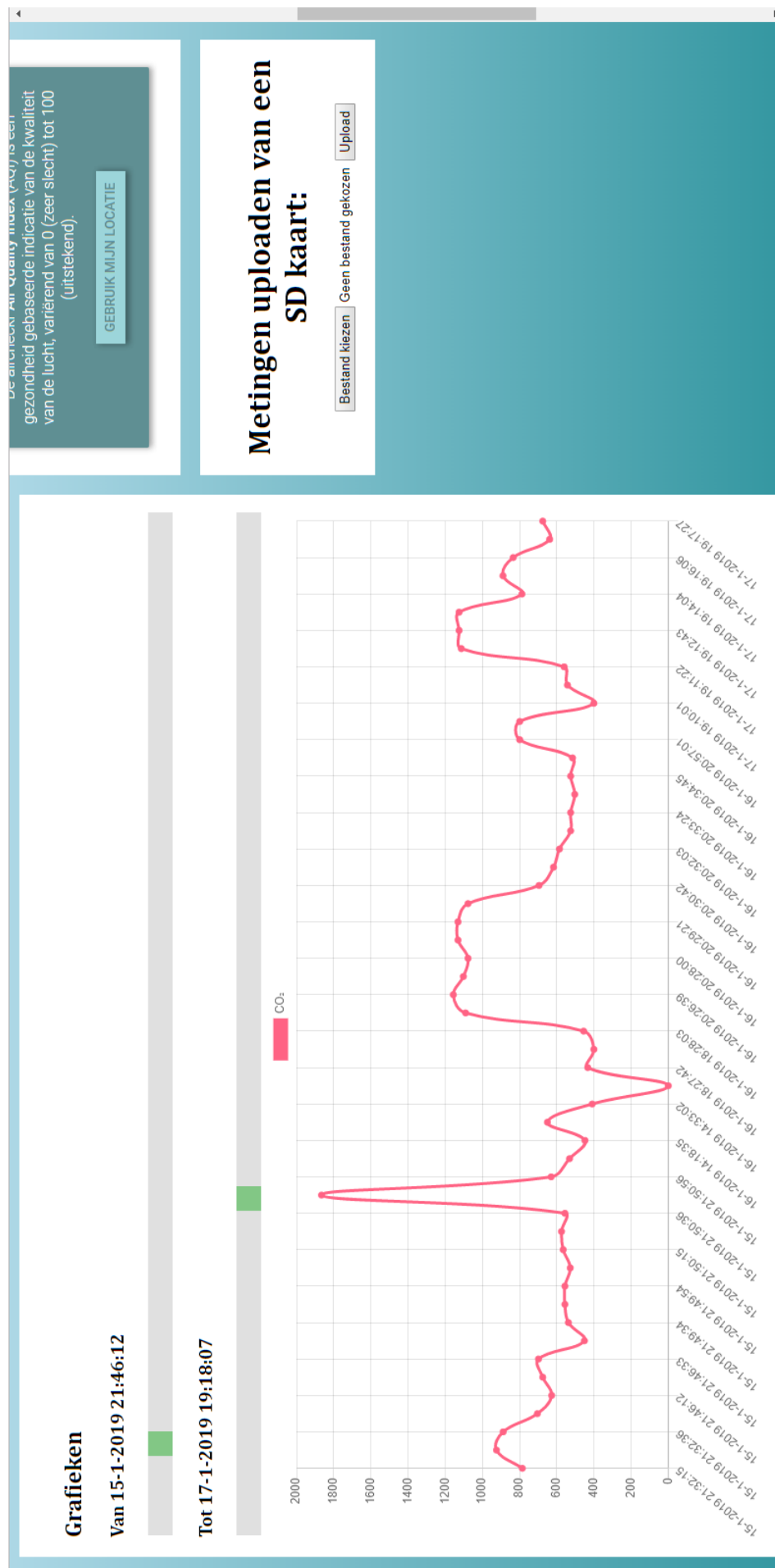
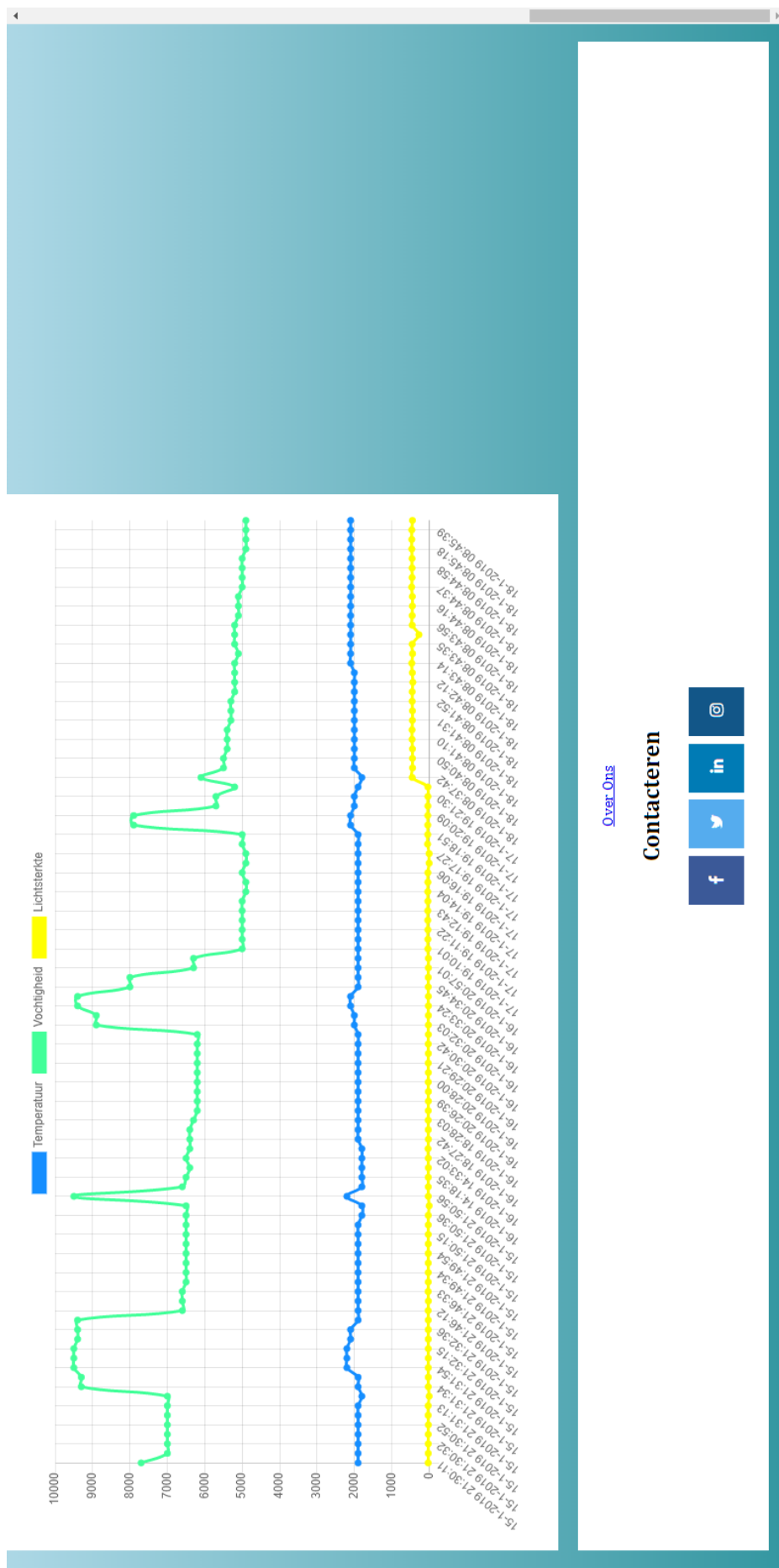


FOTO 3: WEBSITE



FIGUUR 4: WEBSITE GRAFIEK



[Over Ons](#)

Contacteren



FIGUUR 4: WEBSITE GRAFIEK

Op de grafische weergave van de website die u kan terugvinden op foto 3 en 4 kan deze opgedeeld worden in 5 delen. Namelijk de map die onder het logo is terug te vinden. Onder de map staan grafieken van de CO₂, temperatuur en vochtigheid in de functie van tijd. Bovenaan in de rechter kolom kan een al reeds geregistreerde gebruiker inloggen of een account aanmaken door op registreren te drukken. Daaronder staat een widget van airchecker, hiermee kan de gebruiker de luchtinformatie van de ingegeven locatie bekijken. Onder de widget kunnen er, wanneer de gebruiker ingelogd is, meetwaarden geüpload worden die opgeslagen werden op de SD-kaart van het meetapparaat.

2.2 Meettoestel

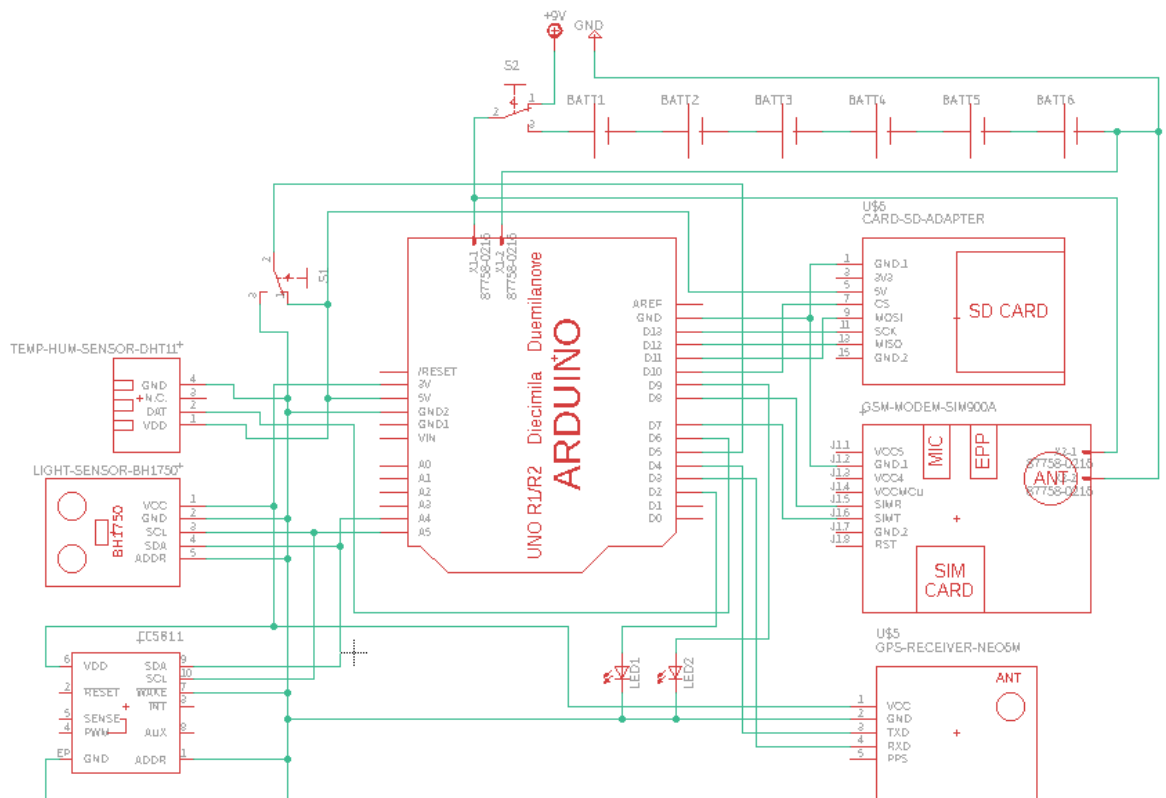


FOTO 5: SCHEMA MEETTOESTEL

Op foto 5 kan u het volledige schema van het meet toestel zien. Verdere informatie over de verschillende sensoren en hoe deze werken kan u in hoofdstuk 3 vinden.

2.3 PCB

De pcb is gebaseerd op een Arduino Uno bord. Dit maakt het makkelijk om het te stacken met onze microcontroller. Niet alle onderdelen staan op de pcb. Sommige gaan we verbinden met draden. We solderen uiteraard alle verbindingen. De draden die we zelf nog gaan verbinden worden, indien mogelijk, gewikkeld om EMI-storingen te verminderen. Meer uitleg over EMC en EMI kan u terugvinden in 3.8 Elektromagnetische compatibiliteit.

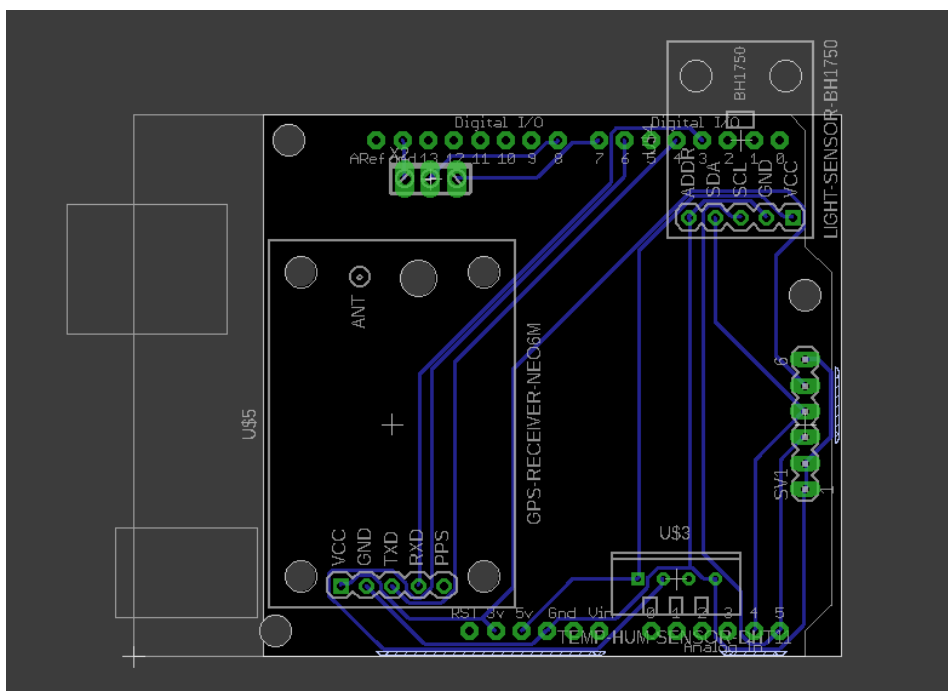


FOTO 6: PCB DESIGN IN EAGLE

2.3 Netwerkdigram

Op foto 7 kan u zien dat er via een mobiele dataverbinding een connectie met de server gemaakt zal worden. Wanneer de gebruiker kiest om de gemeten waarden live via de mobiele data module te versturen.

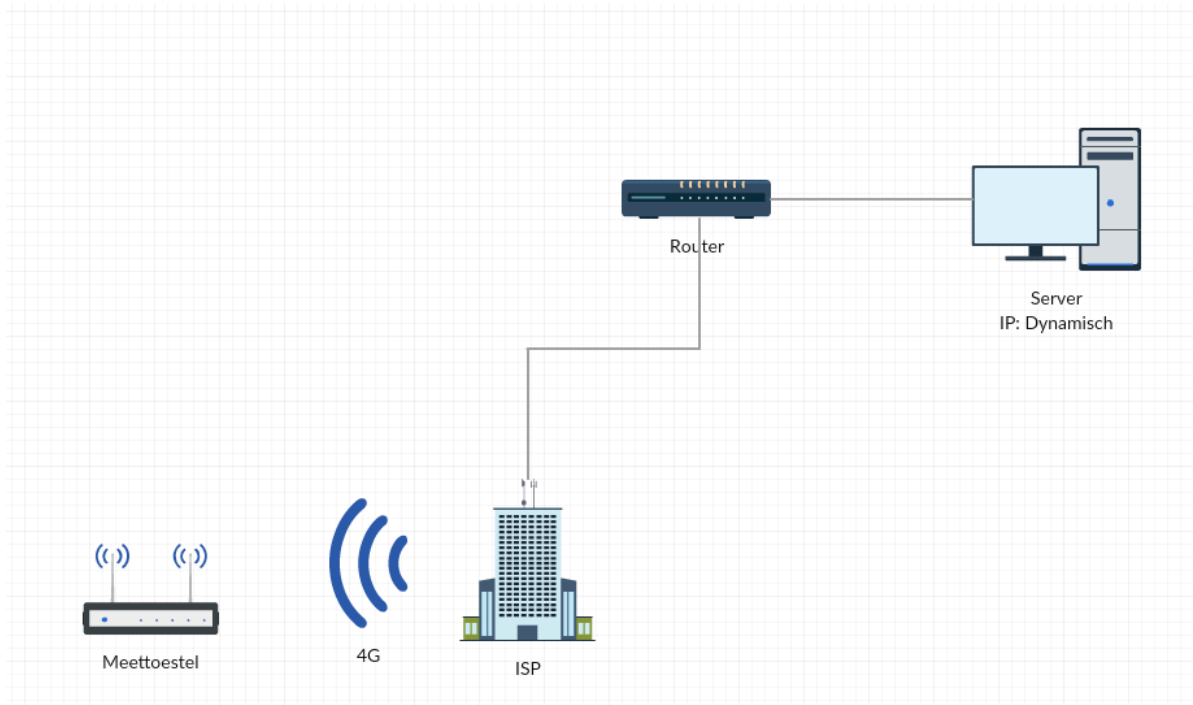


FOTO 7: NETWERKDIAGRAM

3. Elektronica

In dit hoofdstuk van het GIP gaan we kijken naar de hardwarecomponenten die we gekozen hebben en bespreken we hoe ze werken. We hebben in totaal vier sensoren gebruikt waarmee we data gaan verzamelen. Deze waarden zijn de temperatuur, vochtigheid, lichtsterkte, locatie en CO2 waarden.

3.1 DHT11

Om de temperatuur en de vochtigheid te meten gebruiken we één sensor, de DHT11. Deze sensor heeft drie aansluitingen, VCC en GND voor 5V voeding van de Arduino en DAT om de data over te dragen. Om de dataoverdracht via één draad te laten verlopen wordt een seriële enkele draad protocol gebruikt. De Arduino zal hierdoor zijn aanvraag sturen en de data terugkrijgen over dezelfde draad. Dit gaat als volgt te werk: de Arduino zal eerst een aanvraag doen om data te krijgen, dit gebeurt door de DAT pin naar een logisch niveau "0" te trekken voor iets langer dan 18ms, dan wordt deze pin terug naar een logisch niveau "1" opgetrokken. Vervolgens zal de DHT11 een reactie geven van ~54µs een logische "0" en daarna ~80µs een logische "1". Tenslotte worden de gegevens overgedragen in vijf segmenten van acht bits. Deze methode hebben we zelf kunnen schrijven door de bibliotheek "dht.h", anders had dit proces op bit niveau geprogrammeerd moeten worden. De DHT11 is een digitale sensor, daarom zal het ook aan een digitale pin aangesloten worden, namelijk op pin 6 van de Arduino. De temperatuur wordt gemeten door een NTC temperatuur sensor en de vochtigheid wordt gemeten door een vochtigheidsafhankelijke weerstand.

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	± 5 %RH	± 2 °C	1	4 Pin Single Row

FOTO 8: DHT11 RATINGS

Met deze sensor kunnen we temperaturen meten van 0°C tot 50°C met een nauwkeurigheid van +/- 2°C en een vochtigheid van 20% tot 90% met nauwkeurigheid van +/- 5%.

VDD=5V, T = 25°C (unless otherwise stated)

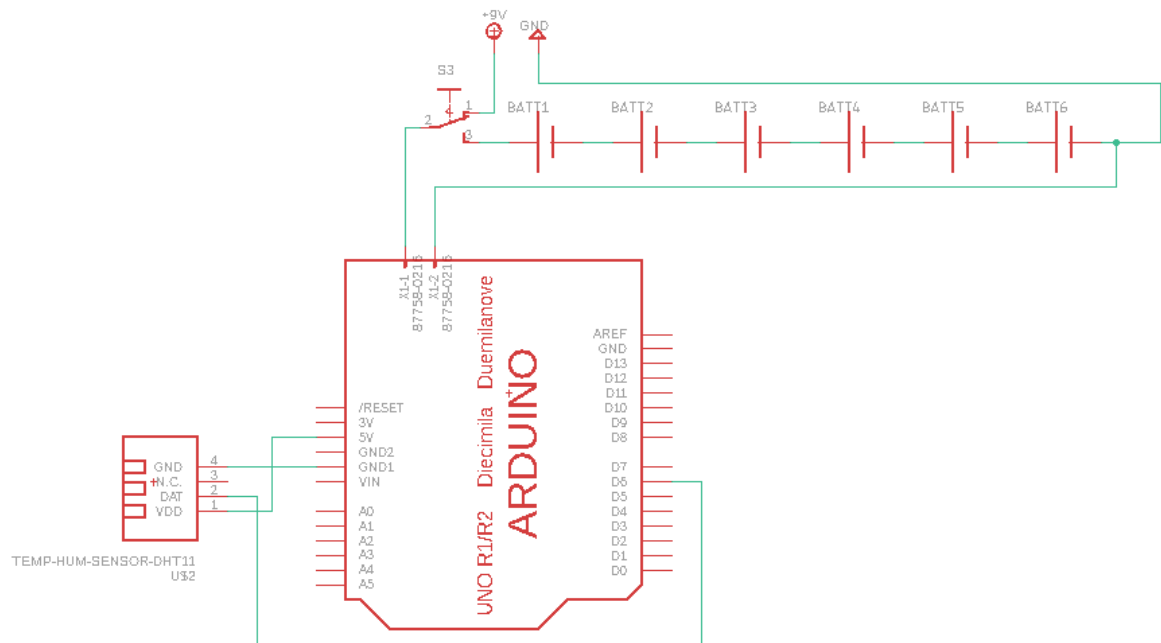
	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

FOTO 9: DHT11 SUPPLY VALUES

In de datasheet vinden we ook welke voedingsspanning er gebruikt moet worden. Hiervoor kunnen we best de kenmerkende spanning gebruiken dus in dit geval is dat 5V. Deze waarde wordt geleverd door de Arduino en om er zeker van te zijn kunnen we berekenen hoeveel vermogen de sensor maximaal vraagt. We weten dat het maximaal vermogen niet hoger mag zijn dan ¼ W dus:

$$P = U \times I = 5V \times 2,5mA = 12,5mW .$$

Deze waarde is dus onder het maximaal vermogen van de Arduino en kan dus gevoed worden. Ook is het belangrijk om rekening te houden met de sample periode, dit wil zeggen hoe snel er een meting achter elkaar uitgevoerd kan worden. We mogen de meting dus niet herhalen binnen één seconde.



FIGUUR 10: SCHEMA DHT11

In figuur 9 ziet u de schematische opstelling van hoe de DHT11 sensor op de Arduino Uno wordt aangesloten. De Arduino Uno wordt gevoed door zes in serie geschakelde AA-batterijen.

3.2 BH1750

Om lichtsterkte te meten maken we gebruik van een BH1750 sensor die lichtsterkte kan meten van 1lux tot 65535 lux. De sensor wordt aangesloten met vijf aansluitingen om data te versturen en de communicatie te onderhouden met de Arduino daarnaast is er nog de GND en VCC die worden gebruikt om de sensor te voeden, dit bedraagt 3,3V die van de Arduino afkomstig is. De SCL pin van de sensor wordt verbonden met poort A5 van de Arduino, deze aansluiting gaat ervoor zorgen dat er een kloksignaal wordt gestuurd en de data volgens het kloksignaal verstuurd kan worden. Vervolgens hebben we de SDA, deze pin sluiten we aan op poort A4 van de Arduino en wordt gebruikt om data van de sensor naar de Arduino te sturen. Ten slotte is er nog de adresaansluiting, deze wordt verbonden met de GND van de Arduino zodat de sensor weet dat het een slaaf is. Om de data naar de Arduino te sturen wordt een I²C-bus gebruikt. Een I²C-bus bevindt zich enkel tussen de pinnen A4 en A5, maar er kunnen nog sensoren aan deze pinnen gekoppeld worden, want dit protocol ondersteunt meerdere slaven (multiple slaves) over dezelfde datalijnen. Om deze overdrachtsmethode te gebruiken moet er aan het programma een bibliotheek genaamd "BH1750FVI.h" toegevoegd worden. Deze bibliotheek zal er voor zorgen dat de overdracht geprogrammeerd kan worden met woorden die we kunnen gebruiken en niet op bitniveau.

● Operating Conditions

Parameter	Symbol	Ratings			Units
		Min.	Typ.	Max.	
Vcc Voltage	Vcc	2.4	3.0	3.6	V

FOTO 11: BH1750 VOLTAGE RATINGS

In de datasheet vinden we terug met welke spanning de sensor gevoed moet worden. Hiervoor kunnen we best de kenmerkende spanningswaarde gebruiken, dit is 3V. We zouden graag als voeding de Arduino gebruiken maar die heeft geen 3V uitgang. Wat we wel op de Arduino vinden is een 3,3V uitgang en dan kunnen we zien dat deze waarde ligt binnen het werkspanningsgebied.

Parameter	Symbol	Limits			Units
		Min.	Typ.	Max.	
Supply Current	I _{cc1}	—	120	190	μA

FOTO 12: BH1750 AMPÈRE RATINGS

Om er zeker van te zijn dat de sensor door Arduino gevoed kan worden, gaan we moeten nagaan of het maximaal vermogen niet overschreven wordt. Deze waarde is ¼ W dus:

$$P = U \times I = 3,3V \times 190\mu A = 627\mu W$$

Deze waarde is onder het maximaal vermogen van de Arduino dus er moeten geen extra maatregelen genomen worden.

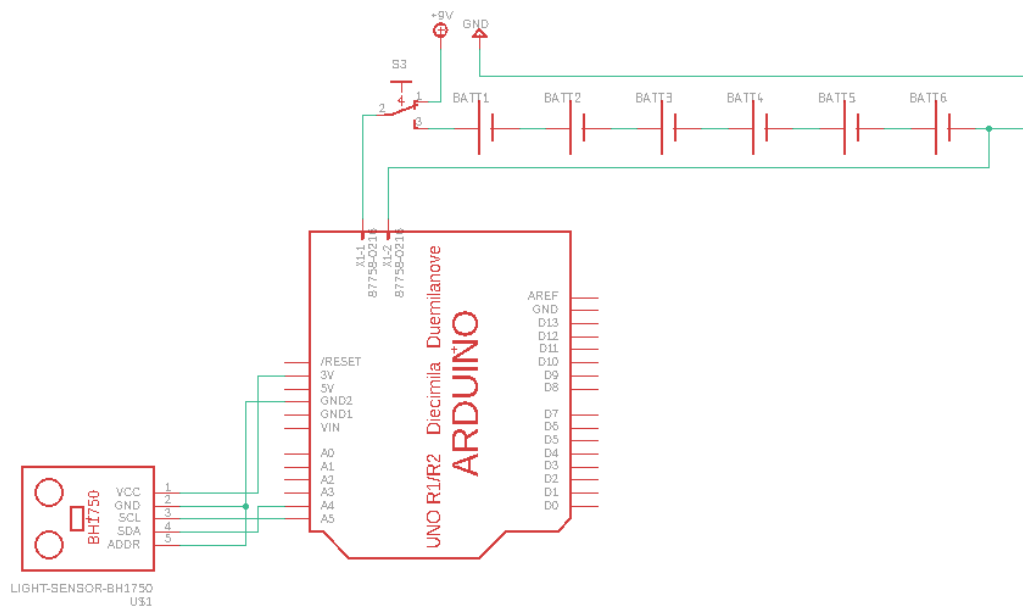


FOTO 13: BH1750 SCHEMA

Op figuur 12 zien we de testopstelling van de lichtsensoren. Hierop is te zien dat de sensor verbonden en gevoed is door de Arduino Uno. De Arduino zelf wordt gevoed door zes in serie geplaatste AA-batterijen.

3.3 NEO-6M

De NEO-6M in onze schakeling gaat gps coördinaten van zijn locatie achterhalen en sturen naar de Arduino. Er zal met de gps ook snelheid gemeten worden om te bepalen hoe snel metingen uitgevoerd worden. Hiermee wordt ook de tijd achterhaald van wanneer een meting werd uitgevoerd. De gps heeft vier aansluitingen en een antenne. Het wordt gevoed door 3,3V van Arduino aan de VCC en GND pinnen. Dan hebben we nog de TX en RX pinnen. De TX pin zal de data versturen naar de Arduino en aan de RX pin zal de data ontvangen worden. Beide aansluitingen gaan serieel werken dus de data zullen serieel ontvangen en verstuurd worden, dit is volgens het Universal Receiver/Transmitter protocol. Dit soort communicatie wordt ook gebruikt bij USB-verbindingen. Om dit soort verbinding te gebruiken wordt de “SoftwareSerial.h” bibliotheek gebruikt zodat de gebruiker niet op bit-niveau moet werken. Verder kan hij door deze bibliotheek ook een transmissiesnelheid instellen, kiezen welke pinnen er gebruikt worden als TX en RX poort en nog meerdere commando's. Verder wordt er ook de “TinyGPS++.h” gebruikt, deze bibliotheek zal ervoor zorgen dat de inkomende data omgezet worden naar de breedte- en lengtegraad die we daarna tonen op de map.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	1.75	1.8	1.95	V	
		NEO-6Q/M	2.7	3.0	3.6	V	
		NEO-6P/V/T					

FOTO 14: NEO6M VOLTAGE RATINGS

Om te weten hoeveel spanning er nodig is om de sensor te voeden kunnen we dit terugvinden in de datasheet. De beste spanning waarmee we de sensor voeden is 3V, maar zoals bij de BH1750 valt de 3,3V van de Arduino ook tussen de minimale en maximale spanningswaarden. Dus kunnen we de 3,3V van de Arduino gebruiken als voeding.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Max. supply current ¹⁵	Iccp	All			67	mA	VCC = 3.6 V ¹⁶ / 1.95 V ¹⁷

FIGUUR 15: NEO 6M AMPÈRE RATINGS

Om er zeker te zijn dat de Arduino dit kan voeden, gaan we berekenen wat het maximale vermogen van de gps is. In de datasheet hebben we gevonden dat de maximale voedingsstroom 67mA bedraagt. Die maximale waarde is $\frac{1}{4}$ W dus:

$$P = U \times I = 3,3V \times 67mA = 221,1mW$$

Hierdoor kunnen we concluderen dat de gps door de Arduino gevoed kan worden.

Interface	Settings
Serial Port 1 Output	9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit Configured to transmit both NMEA and UBX protocols, but only following NMEA and no UBX messages have been activated at start-up: GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT (In addition to the 6 standard NMEA messages the NEO-6T includes ZDA).

FOTO 16: NEO 6M SERIAL PORT SETTINGS

Bij het schrijven van de code is het ook handig om te weten wat er reeds ingesteld is in de GPS-module. Op de screenshot hierboven is te zien dat er al een Baud rate is ingesteld. Dit bepaald hoe snel de dataoverdracht naar de Arduino gaat, dit hoeft niet meer in de code ingesteld worden.

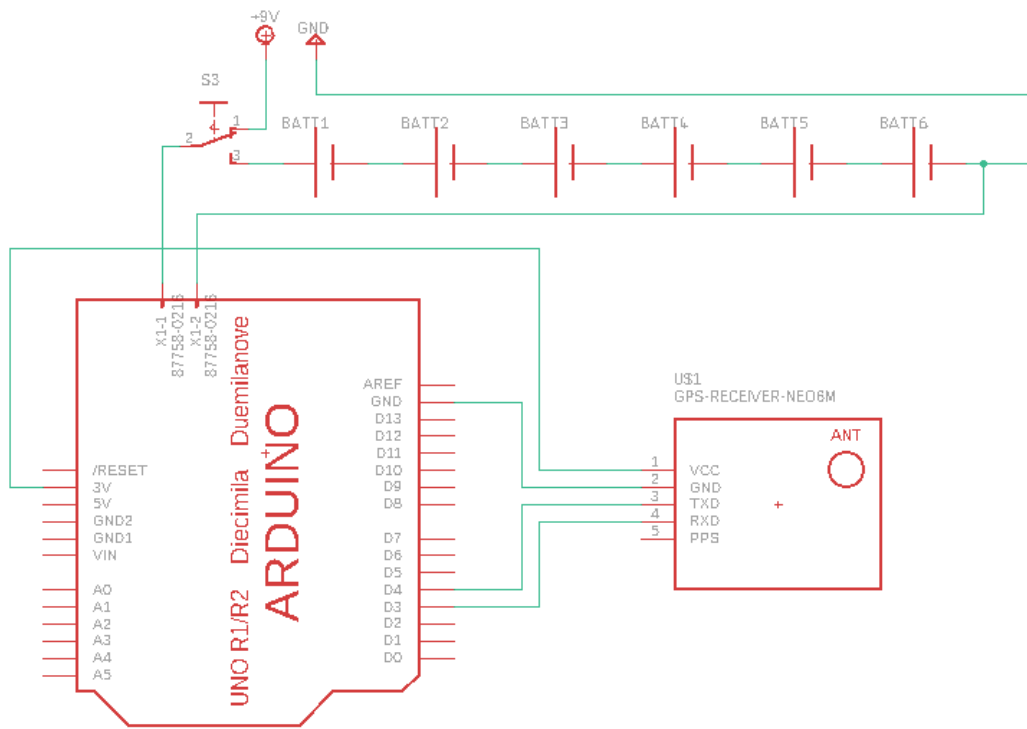


FOTO 17: SCHEMA NEO 6M

Op foto 17 ziet u de GPS-module aangesloten op de Arduino Uno. De Arduino is gevoed door zes AA-batterijen of door een netspanningsadapter. De keuze wordt gemaakt door een schuifschakelaar.

3.4 SIM900

Een ander deel van ons netwerk is de communicatie tussen de Arduino en de server. Hiervoor wordt een connectie via het mobiele netwerk gemaakt om het apparaat zo mobiel en gebruiksvriendelijk mogelijk te maken. Om dit te realiseren gebruiken we een SIM900 met een SIM-kaart. Om de shield te voeden gebruiken we zes in serie geplaatste AA-batterijen wat resulteert in een spanning van 9V wat genoeg is om de Arduino en de SIM900 shield te voeden of een adapter aangesloten op een netspanning. Om de data van de Arduino naar de SIM900 te sturen gebruiken we drie pinnen, namelijk de GND-pin aan de GND van de Arduino en een RX-en TX-pin waarover de daadwerkelijke data serieel in beide richtingen gestuurd kan worden. Dit soort overdracht wordt Universal Receiver/Transmitter of UART genoemd. Dit soort communicatie wordt ook gebruikt bij USB-verbindingen. Om dit soort verbinding te gebruiken wordt de "SoftwareSerial.h" bibliotheek gebruikt zodat de gebruiker niet op bit-niveau moet werken. Verder kan hij door deze bibliotheek ook een transmissiesnelheid instellen, kiezen welke pinnen er gebruikt worden als TX-en RX-poort en nog meerdere commando's. Om de dataoverdracht te realiseren kunnen we via AT-commando's de shield aansturen en zo een verbinding met de server opstellen en berichten versturen. Op het SIM900 board kunnen we een antenne terugvinden. Deze antenne gaat ervoor zorgen dat er een verbinding met de GSM-masten van de provider gemaakt kan worden. Wanneer we een verbinding met een GSM-mast willen maken, gaan we in ons programma de acces point name van de provider ingeven zodat er via de provider een toegang tot het WAN is en er een publiek IP-adres aan de shield wordt geven. Wanneer er toegang is tot het WAN kunnen we door middel van een vast IP-adres van de server, dat in de code van de Arduino staat, een verbinding met de server maken en de data van de sensoren doorsturen.

Parameter	Condition	Min.	Typ.Max.	Max.	Uints
Vin		5		12	V
Current	Sleep Mode			1.5	mA
	Voice Call			250	
	GPRS Data Mode	76		440	
	During Tx Burst			2	A
Dimension		55*81			mm

FOTO 18: SIM 900 SUPPLY RATINGS

Om de SIM 900 shield te voeden gaan we gebruik maken van zes AA-batterijen van elks 1,5V die in serie geplaatst zijn. Volgens de formule:

$$U_{tot} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

wat een totale spanning maakt van 9V. Die spanning valt binnen het bereik van de werkspanning van de shield. We gaan de SIM900 enkel gebruiken voor een GPRS verbinding met de server, in de tabel kan u zien dat de maximale stroom bij “GPRS Data Mode” 440mA zal zijn. Hiervoor moeten de batterijen een vermogen kunnen leveren van:

$$P = U \times I = 9V \times 440mA = 3,96W$$

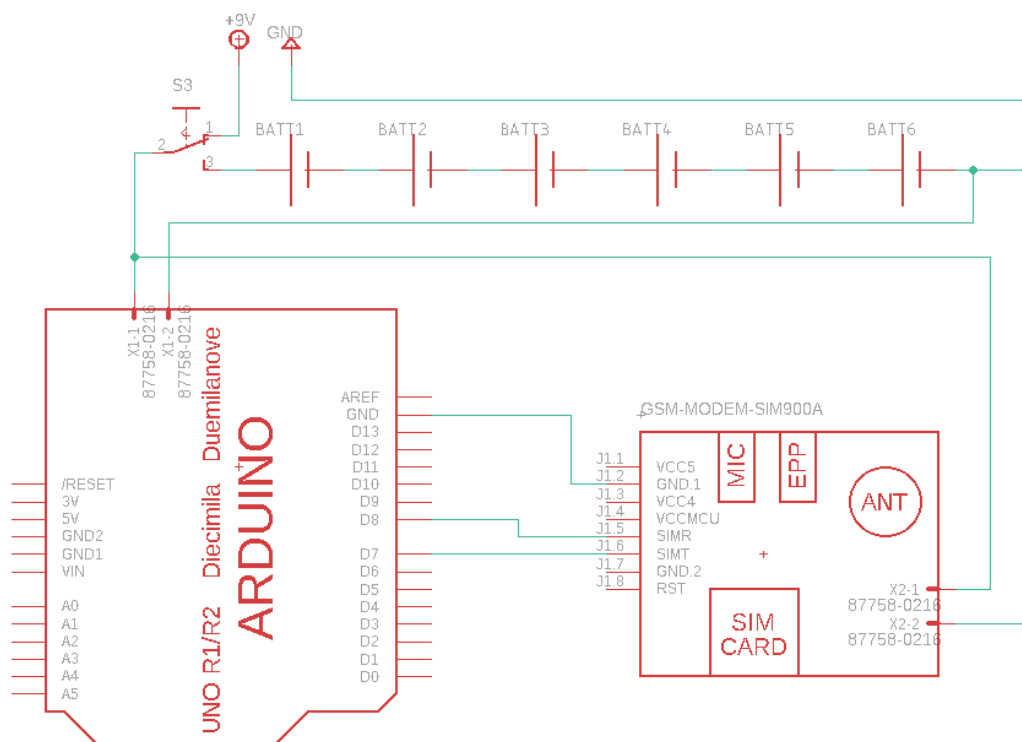


FOTO 19: SIM900 SCHEMA

Op foto 19 ziet u de SIM900 shield verbonden met de Arduino Uno. Beide zijn gevoed door zes in serie geplaatste AA-batterijen of door de adapter aangesloten op de netspanning.

3.5 CCS 811

De CCS 811 sensor gaat de hoeveelheid CO₂ hoeveelheid per m² meten. De sensor heeft zeven aansluitingen waarvan de GND en VCC gebruikt worden door een 3,3V voeding van de Arduino Uno. Daarnaast is voor de dataoverdracht pin SCL en SCA voorzien. De SCL-pin van de sensor wordt verbonden met poort A5 van de Arduino, deze aansluiting gaat ervoor zorgen dat er een kloksignaal wordt gestuurd en de data volgens het kloksignaal verstuurd kunnen worden. Vervolgens hebben we de “SDA” pin, deze pin sluiten we aan op poort A4 van de Arduino en wordt gebruikt om data van de sensor naar de Arduino te sturen. Er is ook nog een WAKE-aansluiting, die wordt aangesloten aan de GND zodat de sensor begint te werken. De aansluitingen RST en INT worden niet gebruikt. Wanneer die pinnen zijn aangesloten wordt er met de Arduino een verbinding gemaakt door gebruik van het I²C-protocol. Een I²C-bus bevindt zich enkel tussen de pinnen A4 en A5, maar er kunnen nog sensoren aan deze pinnen gekoppeld worden, want dit protocol ondersteunt meerden slaven over dezelfde datalijnen. Om deze overdrachtsmethode te gebruiken moet er aan het programma een bibliotheek genaamd “SparkFunCCS811.h” toegevoegd worden. Deze bibliotheek zal er voor zorgen dat de overdracht geprogrammeerd kan worden met woorden die we kunnen begrijpen en niet op bit-niveau. Ook zal er door deze bibliotheek data naar een voor ons begrijpbare taal omgezet worden.

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Comments
Electrical Parameters					
V _{DD} ⁽¹⁾	Supply Voltage	1.8 ⁽²⁾	3.6	V	
I _{DD}	Supply Current		30	mA	In mode 1

FOTO 20: CCS 811 SUPPLY RATINGS

Om de spanningswaarde van de voeding te bepalen gaan we de datasheet raadplegen. Hierin gaan we zoeken naar de waarden op foto 20. Daarop kunnen we zien dat de waarde van voedingsspanning zich moet bevinden tussen 1,8V en 3,6V. Dit wil zeggen dat de Arduino 3,3V geschikt is voor de voeding voor de sensor. Om te controleren of de Arduino het maximaal gevraagde vermogen kan leveren gaan we dit bepalen met de formule:

$$P = U \times I = 3,3V \times 30mA = 99mW$$

Het maximaal vermogen dat de Arduino Uno kan leveren is ¼ W dus de manier van voeden is mogelijk.

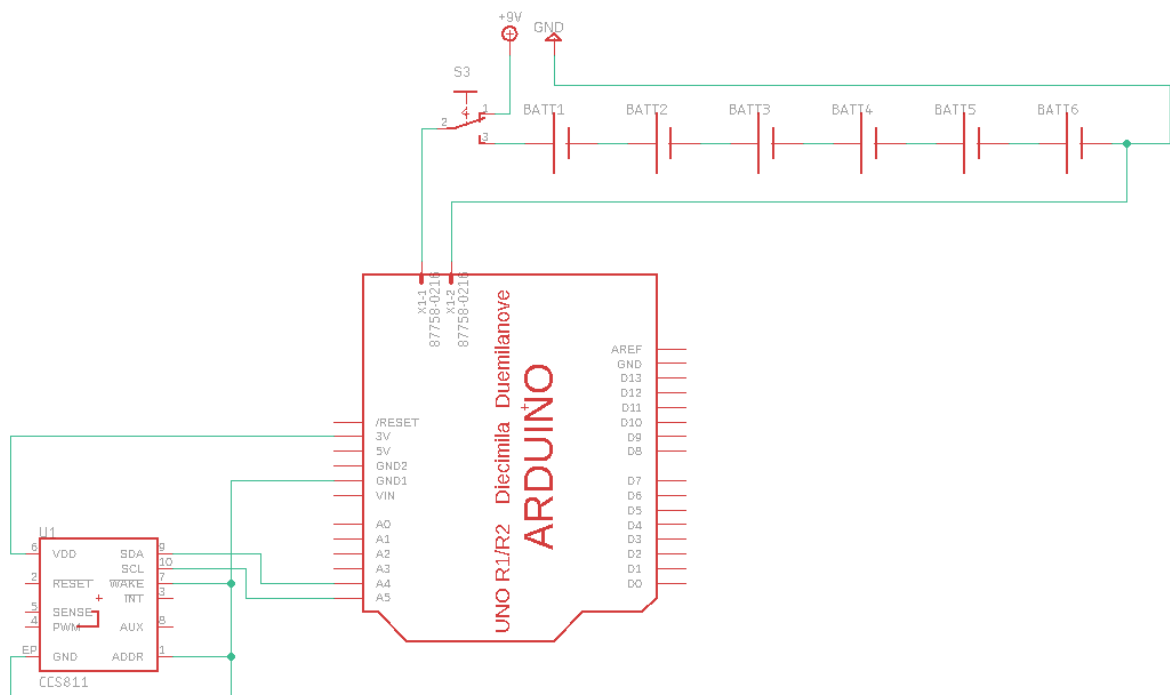


FOTO 21: SCHEMA CCS 811

Op foto 21 kan u de CCS 811 sensor zien die verbonden is met de Arduino Uno. De Arduino Uno wordt gevoed door zes in serie geplaatste batterijen of de adapter aangesloten op een netspanning.

3.6 MicroSD card adapter

Om de gebruiker een keuze te geven hoe hij zijn gemeten waarden naar de server wil overzetten, kan hij kiezen om dit via de mobiele data-module door te sturen of om dit lokaal op een SD-kaart te bewaren. Wanneer er wordt gekozen om dit op een SD-kaart te bewaren is het aangeraden om de metingen nadien op de website te uploaden. De adapter die wordt gebruikt is de “MicroSD card adapter” van Catalex. Hierop zijn zes aansluitpinnen te vinden waarvan twee (VCC en GND) voor voeding zorgen. De adapter wordt aangesloten op 5V van de Arduino maar heeft voor de SD-kaart enkel 3,3V nodig, dit vanwege een spanningsregulator geïntegreerd op het board. Communicatie met de Arduino wordt gevoerd via het SPI protocol, waarbij de adapter de slaaf is. De master (de Arduino) zal het kloksignaal naar de adapter sturen om de dataoverdracht snelheid te bepalen. Daarnaast is er nog de “slave select” aansluiting, om communicatie te voeren met de desbetreffende slaaf. Om de data over te dragen van en naar de Arduino worden de “Mosi” (master output, slave input) en “Miso” (master input, slave output) pinnen gebruikt. Dit betekent dat er aan de Mosi-pin data naar de adapter worden gestuurd en aan de Miso-pin omgekeerd.

Features

regulator circuit; Supports Micro SD up to 2GB; Micro SDHC up to 32GB; Leads: GND, VCC, MISO, MOSI, SCK, CS; SPI

FOTO 22: SUPPORTED SD

Op foto 22 kan u zien welke micro-SD kaarten worden ondersteund door de adapter. Om tekst op te slaan tot het wordt geüpload naar de server is er niet veel opslagplaats nodig. Dus voor deze toepassing is de micro-SD adapter geschikt.

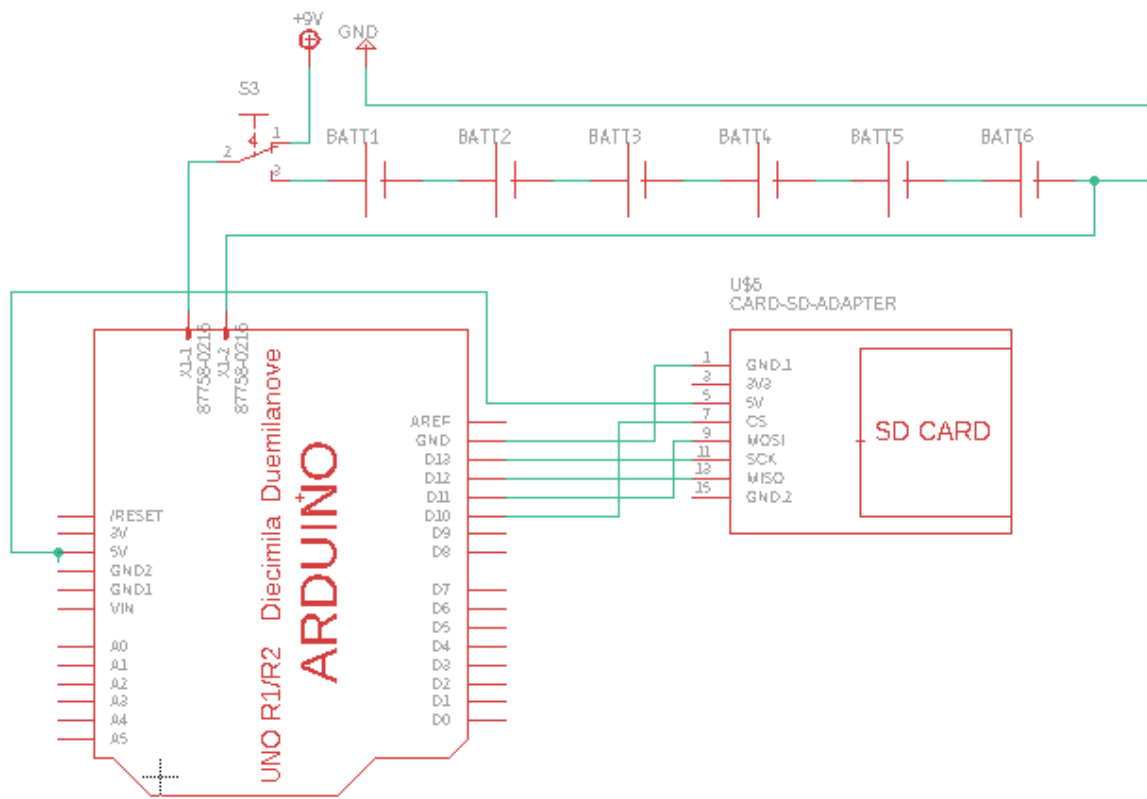


FOTO 23: SCHEMA SD-CARD ADAPTER

Op foto 23 kan u in schematische weergave zien hoe we de SD-card adapter aangesloten hebben aan de Arduino Uno.

3.7 Arduino Uno

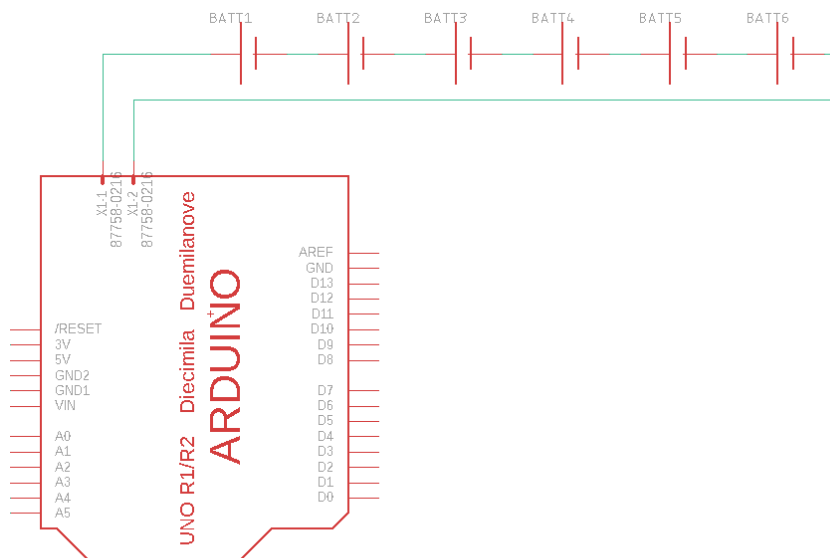


FOTO 24: SCHEMA ARDUINO

Eén van de belangrijkste componenten van het meetapparaat is de Arduino Uno. Dit is een microcontroller waar een code ingeladen kan worden via een USB-verbinding met een computer. De code is geschreven in de programmeeromgeving Arduino IDE in de taal C++. De Arduino gaat zijn code lijn per lijn doorlopen, bovenaan staan de gebruikte bibliotheken die nodig zijn om bepaalde sensoren in te lezen en hun data om te zetten naar voor ons begrijpbare metingen.

Input Voltage (recommended)	7-12V
--------------------------------	-------

FOTO 25: ARDUINO VOLTAGE RATINGS

Op de site van Arduino kunnen we bij het product “Arduino Uno” de specificaties terugvinden. Op de figuur 25 zien we dat de externe voeding tussen 7V en 12V moet kunnen leveren. De zes AA-batterijen die we willen gebruiken leveren elks 1,5V wat in totaal een spanning van 9V levert. Die opstelling kan dus gebruikt worden.

3.8 Elektromagnetische compatibiliteit

Elektromagnetische compatibiliteit ofwel EMC zorgt ervoor dat een apparaat de elektromagnetische omgeving niet zodanig beïnvloedt dat de functies van andere apparaten en systemen nadelig worden beïnvloed. Deze manier van beïnvloeden is onder andere bekend als EMI (Elektromagnetische interferentie). Bij het bouwen van ons project is het belangrijk om rekening te houden met zowel de opgewekte EMI en de bestendigheid ertegen. Wanneer hier geen rekening mee wordt gehouden gaan er problemen optreden tussen de samenwerking van de verschillende sensoren modules in de behuizing.

EMI kan veroorzaakt worden door de mens, maar ook door de natuur. Door de mens veroorzaakte EMI komt voornamelijk voort uit elektronische circuits of door het schakelen van grote stromen. Wanneer dit door de natuur is veroorzaakt kan dit ontstaan zijn door kosmische ruis, bliksem en andere atmosferische soorten lawaai.

Om EMI tegen te gaan werden EMC-voorwaarden opgesteld, onder de vereisten bevonden zich de EMC-richtlijn. Hierin stond aan welke voorwaarden alle apparatuur die "elektromagnetische storingen kon veroorzaken of waarvan de werking door dergelijke storingen kan worden aangetast" moeten voldoen.

Om een circuit aan de EMC-eisen te voldoen moet er met een aantal zaken rekening gehouden worden. Ten eerste moet de bekabeling voorzien zijn van EMC-maatregelen, dit kan gebeuren door verschillende draden te draaien. De draden kunnen ook nog gescreend worden voor minder interferentie. De signalen op de printbanen kunnen gefilterd worden, dit kan de kwaliteit van het signaal beïnvloeden. Het is ook aangeraden om de EMC-kritieke delen te onderscheiden van de andere delen. Een belangrijk onderdeel in de ontwikkeling van een print is de aarding, deze moet steeds een lage ingangsimpedantie hebben.

3.9 Studie van de voeding

De keuze van de voeding is een belangrijk punt in dit gip. Het meettoestel moet immers draagbaar zijn, 230V en een transformator zijn hier geen oplossing. We moeten dus batterijen gebruiken. 6 AA-batterijen in serie kunnen 9V leveren, perfect voor de Arduino en de Sim900 die een eigen Voltage Regulator hebben.

3.9.1 De voltage regulator

De Arduino en de pcb met sensoren verbruiken samen 250mA op 9.38V. Dit vermogen wordt geleverd aan de Arduino door zijn lineaire spanning regelaar. Het vermogen dat gedissipeerd wordt kunnen we berekenen op onderstaande manier:

$$P_t = (I_{gnd} \times V_{in}) + (I_{load} \times (V_{in} - V_{out}))$$

Waarin P_t het totaal gedissipeerd vermogen is, I_{gnd} is de stroom die de regulator nodig heeft om te werken en I_{load} de stroom die de regulator moet leveren. V_{in} en V_{out} zijn de ingang en uitgangsspanningen. Om deze berekening te kunnen maken hebben we de stroom en spanning aan de ingang gemeten.

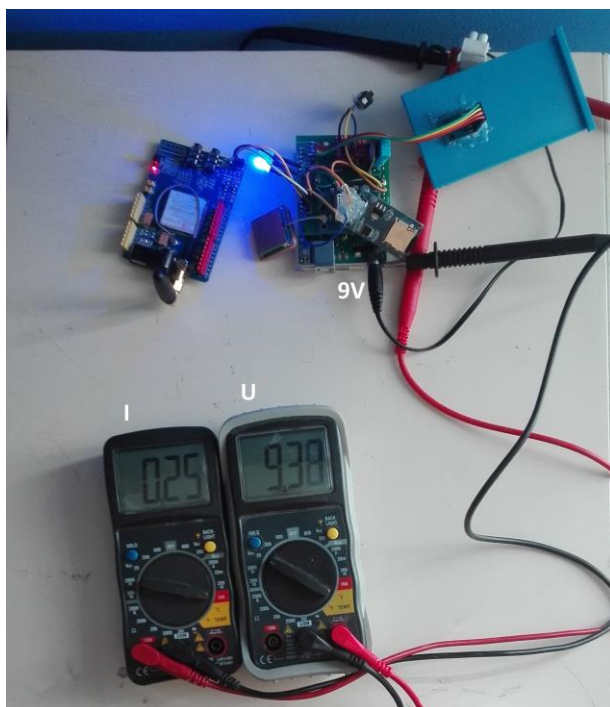


FOTO 26: VERBRUIK ARDUINO

We kunnen dan de formule op een andere manier schrijven:

$$P_t = (V_{in} - V_{out}) * I_t = (9.38V - 5V) * 0.25A = 2.345 \text{ Watt}$$

Hier staat I_{gnd} niet in want deze kunnen we niet rechtstreeks meten maar ze zit mee in I_t . Nu we dit vermogen berekend hebben, gaan we de temperatuur van de regelaar berekenen. We doen dit omdat 2.345W veel is voor dit type regelaar. Er moet waarschijnlijk een heatsink geplaatst worden. Hieronder staan al verschillende gegevens die we nodig gaan hebben. Ze komen uit de datasheet van de NPC1117, de regelaar op de Arduino. De regelaar heeft de SOT-223 package.

MAXIMUM RATINGS			
Rating	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (Note 1)	V_{in}	20	V
Output Short Circuit Duration (Notes 2 and 3)	–	Infinite	–
Power Dissipation and Thermal Characteristics Case 318H (SOT-223) Power Dissipation (Note 2) Thermal Resistance, Junction-to-Ambient, Minimum Size Pad Thermal Resistance, Junction-to-Case Case 369A (DPAK) Power Dissipation (Note 2) Thermal Resistance, Junction-to-Ambient, Minimum Size Pad Thermal Resistance, Junction-to-Case	P_D $R_{\theta JA}$ $R_{\theta JC}$ P_D $R_{\theta JA}$ $R_{\theta JC}$	Internally Limited 160 15 Internally Limited 67 6.0	W °C/W °C/W W °C/W °C/W
Maximum Die Junction Temperature Range	T_J	–55 to 150	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–65 to 150	°C
Operating Ambient Temperature Range NCP1117 NCV1117	T_A	0 to +125 –40 to +125	°C

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

1. This device series contains ESD protection and exceeds the following tests:
Human Body Model (HBM), Class 2, 2000 V
Machine Model (MM), Class B, 200 V
Charge Device Model (CDM), Class IV, 2000 V.
2. Internal thermal shutdown protection limits the die temperature to approximately 175°C. Proper heatsinking is required to prevent activation.
The maximum package power dissipation is:
$$P_D = \frac{T_{J(max)} - T_A}{R_{\theta JA}}$$
3. The regulator output current must not exceed 1.0 A with V_{in} greater than 12 V.

FOTO 27: DATASHEET SPANNINGSREGELAAR

Het temperatuurverschil tussen de package en de omgeving wordt gegeven door de volgende formule.

$$\Delta T_{JA} = P_t \times R_{\theta JA}$$

ΔT_{JA} is het temperatuurverschil, P_t hebben we berekend en $R_{\theta JA}$ kunnen we uit de datasheet halen.

$$\Delta T_{JA} = 2.345W \times 160^\circ \frac{C}{W} = 375.2^\circ C$$

Volgens de datasheet zou de regelaar bijna 400 graden worden. In de praktijk zien we dat dit niet correct is. De oorzaak is $R\theta_{JA}$. De datasheet specificeert dit als volgt:

Thermal Resistance, Junction-to-Ambient, Minimum Size Pad	$R_{\theta JA}$	160	$^{\circ}\text{C/W}$
---	-----------------	-----	----------------------

FOTO 28: THERMAL RESISTANCE

Let hier op "Minimum Size Pad". De $160^{\circ}\frac{\text{C}}{\text{W}}$ is juist als de regelaar geen extra koper op de pcb heeft gekregen. Bij de Arduino zit de regelaar linksonder. Je ziet dat het GND-pad daar groter is dan de regelaar. De pcb zelf dient hier als heatsink.

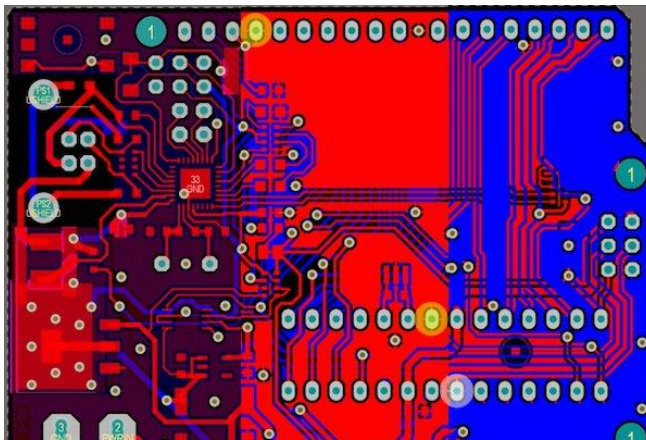


FOTO 29: PCB ARDUINO

Om de werkelijke temperatuur dan de te bepalen hebben we dit gemeten met een multimeter. Na 12 minuten bereikte de temperatuur een evenwicht bij ongeveer 61 - 63°C.

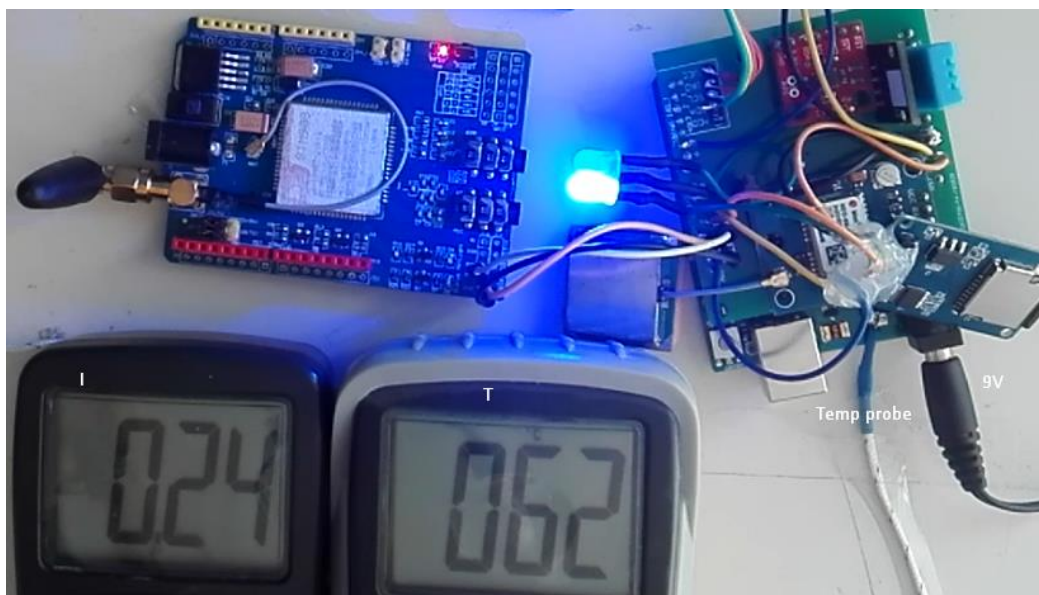


FOTO 30: TEMPERATUUR METING ARDUINO

De volledige meting staat op YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=otwK5o0QI7Y>

Nu we de werkelijke temperatuur weten kunnen we zelf $R\theta_{JA}$ berekenen.

$$R\theta_{JA} = \frac{\Delta T_{JA}}{P_t} = \frac{63^{\circ}\text{C}}{2.345\text{W}} = 26.86^{\circ}\frac{\text{C}}{\text{W}}$$

Als we later meer of minder vermogen gebruiken kunnen we de warmteontwikkeling makkelijk berekenen. De temperatuur is vrij hoog, daarom hebben we een heatsink geplaatst op de regulator. Dit is niet per se nodig, maar we krijgen er wel meer speling mee.

3.9.2 Keuze van de batterij

In dit hoofdstuk gaan we kijken welk type batterij het meest geschikt is voor het meettoestel. We kunnen onderscheid maken tussen 2 types, oplaadbare en niet oplaadbare batterijen. Dit verschil komt door hun chemische eigenschappen. Er zijn veel combinaties van chemische elementen in de batterijwereld. De meest bekende zijn er met Lithium en met Alkaline. Beide hebben voor- en nadelen. Alkaline is doorgaans goedkoper en iets veiliger, Lithium versies kunnen meer stroom aan. Beide hebben afhankelijk van het type (AA, AAA, 6V, 9V,..) ongeveer dezelfde capaciteit.

3.9.2.1 Samsung 18650

De 18650 is een veelgebruikte Lithium ion batterij. Voor ons project gaan we het model van Samsung analyseren en kijken of deze een geschikte keuze is. We weten dat het meettoestel 2.25A gebruikt als er data worden verzonden. Uit de datasheet van Samsung kunnen we zien dat 1 cel 20A kan leveren. Dit is dus ruim voldoende voor het project. Zelfs als je rekening houdt dat na 250 laadcycli de stroom met 60% verminderd is dit nog steeds $I = 20\text{A} * 60\% = 12\text{A}$. Dit is de continuous discharge current. De batterij kan zelfs een hogere stroom leveren voor een korte periode. De max- en minimum spanningen van de cellen zijn 2.5V tot 4.20V. Het meettoestel werkt van 7V tot 12V. we moeten dus 3 cellen in serie van max 4.0V gebruiken. Als deze volledig ontladen zijn wordt dit $2.5\text{V} * 3 = 7.5\text{V}$.

In serie hebben we dan de capaciteit van 1 cel. Dit is volgens de datasheet 2.5Ah. Het totale verbruik zal dan:

$$I_n = 440mA + 250mA = 690mA$$

(Sim900 en Arduino) bedragen. Bij verzenden wordt dit:

$$I_v = 2A + 250mA = 2.25A.$$

Als we om de 10 seconden een meting versturen en het zenden duurt 1 seconde kunnen we de levensduur van de batterij bepalen.

3.0. Nominal specifications

Item	Specification
3.1 Nominal discharge capacity	2,500mAh Charge: 1.25A, 4.20V, CCCV 125mA cut-off, Discharge: 0.2C, 2.5V discharge cut-off
3.2 Nominal voltage	3.6V
3.3 Standard charge	CCCV, 1.25A, 4.20 ± 0.05 V, 125mA cut-off
3.4 Rapid charge	CCCV, 4A, 4.20 ± 0.05 V, 100mA cut-off
3.6 Charging time	Standard charge : 180min / 125mA cut-off Rapid charge: 60min (at 25 °C) / 100mA cut-off
3.7 Max. continuous discharge (Continuous)	20A(at 25 °C), 60% at 250 cycle
3.8 Discharge cut-off voltage End of discharge	2.5V
3.9 Cell weight	45.0g max
3.10 Cell dimension	Height : 64.85 ± 0.15mm Diameter : 18.33 ± 0.07mm
3.11 Operating temperature (surface temperature)	Charge : 0 to 50 °C (recommended recharge release < 45 °C) Discharge: -20 to 75 °C (recommended re-discharge release < 60 °C)
3.12 Storage temperature (Recovery 90% after storage)	1.5 year -30~25 °C (1*) 3 months -30~45 °C (1*) 1 month -30~60 °C (1*)

Note (1): If the cell is kept as ex-factory status (50±5% SOC, 25 °C),
the capacity recovery rate is more than 90% of 10A discharge capacity
100% is 2,450mAh at 25 °C with SOC 100% after formation.

FOTO 31: SPECIFICATIONS SAMSUNG 18650

Het verbruik van elke meetcyclus:

$$C_m = 0.690A * 0.00278h + 2.25A * 0.000278h = 0.01039 Ah$$

Totaal aantal meetcycli dat de batterij aankan:

$$n = 2.5Ah / 0.01039Ah = 240$$

Een meetcyclus duurt 11 seconden dus kan het meettoestel voor $(240 * 11) / 60 = 44 \text{ min}$ werken

3.9.2.2 Energizer L91

Deze batterij werkt op Lithium en ijzer(II)sulfaat. Het is een niet oplaadbaar type.



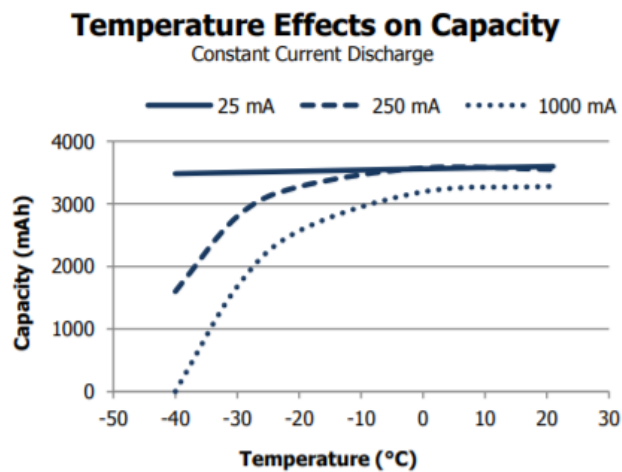
	Specifications	AA
Classification:	"Cylindrical Primary Lithium"	
Chemical System:	Lithium/Iron Disulfide (Li/FeS ₂)	
Designation:	ANSI 15-LF, IEC-FR14505 (FR6)	
Nominal Voltage:	1.5 Volts	
Sizing Compatibility	E91 NH15 1215	
Storage Temp:	-40°C to 60°C (-40°F to 140°F)	
Operating Temp:	-40°C to 60°C (-40°F to 140°F)*	
Typical Weight:	15 grams (0.5 oz.)	
Typical Volume:	8.0 cubic centimeters (0.49 cubic inch)	
Max Discharge:	2.5 amps continuous	
(single battery only)	4.0 amps pulse (2 sec on / 8 sec off)	
Lithium Content:	Less than 1 gram	
Typical IR:	120 to 240 milliohms (depending on method)	
Shelf Life:	20 years at 21°C	
More Details:	On-Line Catalog-Application Manual (Li/FeS ₂)	
Shipping:	Please refer to PSDS Document	
Certifications:	 	

FOTO 32: SPECIFICATIONS ENERGIZER L91

In de datasheet staat dat de constante stroom 2.5A is. Perfect voor ons project. De batterij heeft een capaciteit van ~3000mAh. Dit leiden we af uit de capaciteit temperatuur grafiek. Die geeft de invloed van de temperatuur op de energie van de batterij weer.



FIGUUR 32: TEMPERATURE EFFECTS ENERGIZER L91

Bij 20°C is de capaciteit dus 3.5 Ah. In de berekeningen gebruiken we 3Ah om aan de veilige kant te blijven. We kunnen nu de werkingsduur berekenen aan de hand van onze formules die ze ook hebben gebruikt bij de 18650 cel van Samsung.

$$n = 3Ah / 0.01039Ah = 289$$

$$t = (289 * 11s) / 60 = 53min$$

Dit is al meer dan de li-Ion batterij. Een ander voordeel is dat deze niet oplaadbaar is, er moet geen hardware worden voorzien om te kunnen laden op een veilige manier. Het nadeel is natuurlijk dat ze niet oplaadbaar zijn en de gebruiker elk uur nieuwe batterijen moet kopen. Dit lossen we op door een connector te voorzien waardoor een externe voeding het kan overnemen van de batterijen. Bijvoorbeeld in de auto. Of op een vaste plaats in het lokaal. Er moet ook vermeld worden dat dit het slechtste geval is. Een meting versturen duurt vaak minder dan een seconde. Het meetinterval zal ook hoger liggen, dit is afhankelijk van de snelheid. Ook heeft deze batterij een halve ampère-uur extra die we niet meegeteld hebben. De berekeningen voor het best mogelijke scenario staan hieronder.

$$C_m = 0.690A * 0.00278h + 2.25A * 0.000139h = 0.0031541 Ah$$

$$n = 3.5Ah / 0.0031541 = 1110$$

$$t = (1110 * 10.5) / 60 = 194.5min$$

Dit is dan het beste wat het meettoestel kan presteren.

3.9.2.3 Alkaline

Alkaline werkt door zink dat reageert met mangaandioxide en grafiet. Als elektrolyt wordt het alkalische metaal kalium in de vorm van kaliumhydroxide gebruikt waaraan het zijn naam dankt. Deze reactie is niet omkeerbaar en de batterij is dus niet oplaadbaar. Het is een van de meest gebruikte type batterijen. Gebruikers zullen zeer waarschijnlijk deze thuis hebben liggen. Daarom onderzoeken we of deze batterij een redelijke werking van het meettoestel kan verzekeren. In de datasheet van de energizer e91 staat de volgende grafiek:

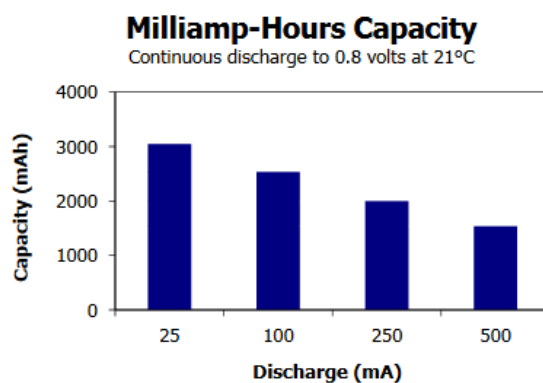


FOTO 33: DISCHARGE GRAFIEK

We zien dat wanneer de belasting groter wordt de capaciteit van de batterij drastisch vermindert. In de datasheet wordt zelfs niets vermeld over stromen groter dan een halve ampère. We kunnen met zekerheid zeggen dat deze batterij niet geschikt is voor ons meettoestel omdat ze niet bruikbaar is bij grote stromen.

3.9.2.4 Keuze

We moeten nu beslissen tussen 3 type batterijen:

- Alkaline
- Lithium ion
- Lithium/ijzer(II)sulfaat

Van Alkaline weten we dat ze niet sterk genoeg zijn en niet de capaciteit kunnen leveren aan de stroom die nodig is. De lithium Ion batterij heeft als nadeel dat de afmetingen niet standaard zijn. Als we deze willen gebruiken moeten we de case redesignen. Ook zijn ze oplaadbaar, waardoor we beveiligingen moeten inbouwen tegen over op- en ontladen. Het is ook het gevaarlijkste type batterij van de drie. Lithium/ijzer(II)sulfaat heeft eigenlijk alle voordelen van de andere twee. Ze hebben de standaardafmeting AA en kunnen grote vermogens leveren met een redelijke capaciteit. Voor een goede werking raden we onze gebruikers dus aan om batterijen met lithium/ijzer te gebruiken.

3.9.3 Keuze van de adapter

Omdat we in hoofdstuk 3.9.2 het verbruik van het toestel hebben berekend en gemeten, is het zeer makkelijk om hiervoor de correcte adapter te bepalen. De twee delen die de adapter moeten voeden zijn de Arduino Uno met de PCB, daarnaast is er nog de SIM900 die parallel over de Uno staat. De Arduino heeft een vermogen nodig van 2,345W met een spanning van 9,38V, dit kan u terugvinden in hoofdstuk 3.9.1. De SIM900 heeft een totaal vermogen van 3,96W met een spanning van 9V, dit kan u terugvinden in hoofdstuk 3.4. Omdat de twee delen parallel tegenover elkaar staan gelden de formules:

$$U_{\text{tot}} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots \text{ en } I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

In de berekeningen hebben we een spanning gebruikt van ongeveer 9V bij beide delen dus daarom gaat $U_{\text{tot}} = 9V$. Dit is ook de spanning die de adapter gaat leveren. Wat de stroom betreft is dit 250mA voor de Arduino en 440mA voor de SIM900. Uit de formule van stroom in parallel kringen komen we uit op een totale stroom van:

$$I_{\text{tot}} = 250\text{mA} + 440\text{mA} = 690\text{mA}$$

De stroom die de adapter in deze omstandigheden zou moeten leveren komt overeen met 690mA. Deze stromen kunnen veranderen naargelang de invloed van de omgeving en de warmte afleiding. In de datasheets van beide delen kan er ook gevoed worden met een grotere of lagere stroom of spanning. Wij gebruiken een adapter van 9V en 660mA.

4. Elektriciteit

4.1 Vitale 8

De vitale 8 zijn regels die nageleefd moeten worden wanneer er werken of aanpassingen gebeuren aan een elektrische installatie. Deze regels zorgen voor de veiligheid van de mensen die werken aan de installatie en in de omgeving.

1. Werkzaamheden voorbereiden

- Nagaan welke maatregelen er genomen moeten worden om veilig te werk te gaan.

2. Vrij schakelen

- De installatie waaraan je wil werken loskoppelen van alle voedingsbronnen.

3. Voorkom herinschakeling

- Indien er hulpbronnen aanwezig zijn moeten deze ook buiten werking gesteld worden.

4. Controleer de spanningsafwezigheid

- Ga met een meettoestel na of er nog spanning aanwezig is op de geleider binnen het gebied waar er werken of aanpassingen moeten gebeuren.

5. Aarden, ontladen en kortsluiten

- Binnen de werkzone moeten alle hoogspanningsinstallaties geaard zijn en laagspanningsinstallaties die ongewild spanning kunnen voeren moeten ook geaard zijn.

6. Afbakenen en/of afschermen van de werkzone

- Op werkplaatsen waar in de werkzone andere elektrische installaties zijn moet er een afbakening of een afscherming gebeuren volgens het AREI.

7. De elektrische installatie vrijgeven

- Een werkverantwoordelijke is de enige persoon die de toestemming aan het uitvoerend personeel kan geven om de werken te starten.

8. Terug onder spanning brengen

- Wanneer de werkverantwoordelijke zeker is dat de elektrische installatie terug op veilige wijze onder spanning gebracht kan worden, zal hij dit aan de installatieverantwoordelijke melden. Wanneer dat is gebeurd zal onder verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke de spanning terug ingeschakeld worden.

4.2 Elektrische veiligheid

De Arduino en GSM-module hebben een ingebouwde spanningsregulator. Dit betekent dat de 9V van de batterij naar 5V wordt gebracht. 9V en 5V zijn 'veilige' spanningen. Er is geen gevaar voor elektrocutie bij het aanraken van deze spanningen. Bij een kortsluiting kunnen er andere gevaren optreden zoals brand, batterijen die oververhitten, giftige gassen die vrijkomen, etc. Gelukkig zijn zowel de Arduino als de GSM-module beveiligd met een interne zekering zoals op foto 1.



500mA smd zekering

FOTO 34: SMD ZEKERING

5. Tutorial

1. Gebruikersnaam instellen

In de doos van de luchtmeter vindt u een micro-SD kaart. Deze SD-kaart moet u in een computer plaatsen zodat u de bestanden op de kaart kan aanpassen. Wanneer u dit hebt gedaan zal u de twee bestanden zoals op foto 35 terugvinden.

Name	Date modified	Type	Size
user	06-May-19 18:56	Text Document	0 KB
data	06-May-19 18:56	Text Document	0 KB

Foto 35: SD-kaart files

Wanneer u de twee bestanden zoals op foto 35 niet ziet gelieve ons te contacteren via de website. Als dit correct is opent u de map “user” om de metingen op uw naam te registreren. Vervolgens slaat u dit bestand op en werpt de SD-kaart veilig uit de computer en plaats u de SD-kaart in de SD-kaart adapter zoals op foto 36.



Foto 36: zijkant meettoestel

2. Registreren

Om uw metingen te kunnen zien, moet u zichzelf registreren op de website. Hiervoor surft u naar onze website en drukt u op registreren zoals de pijl op foto 37 kan zien.

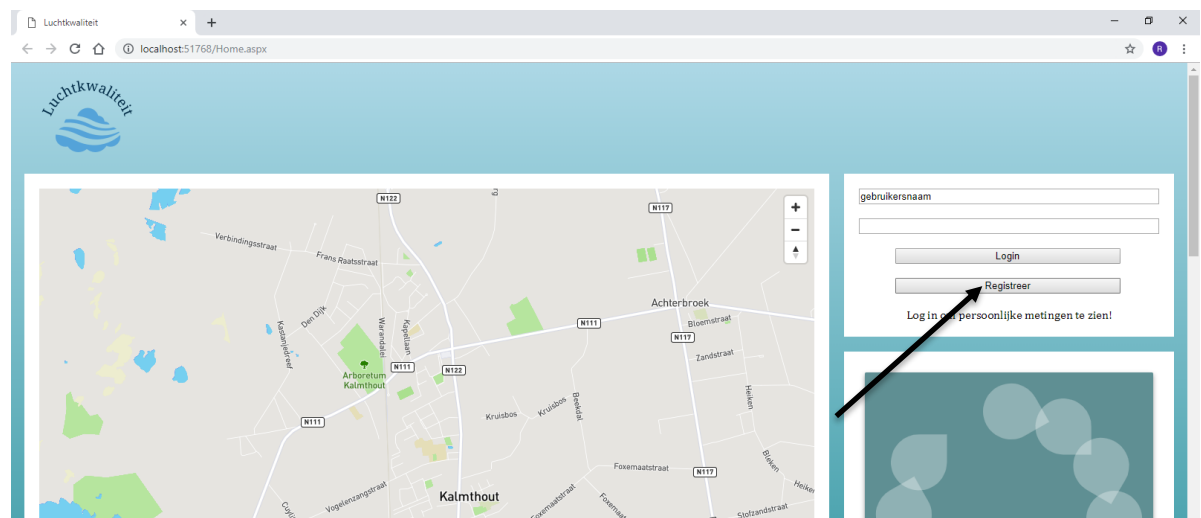


Foto 37: Website home

Wanneer u hierop hebt gedrukt, wordt u verwezen naar de registreerpagina. Zoals op foto 38.

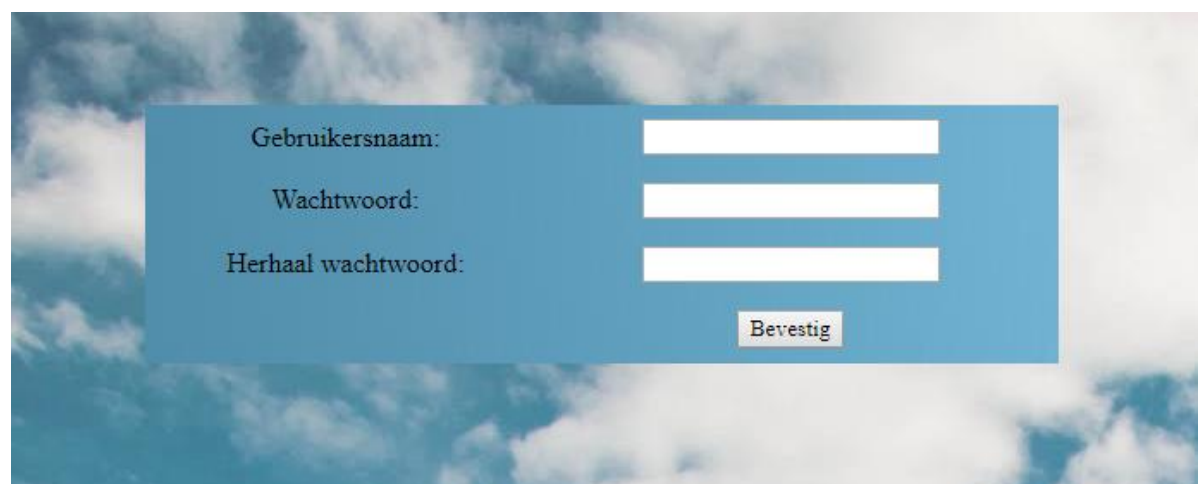


Foto 38: Website registreren

In het veld "Gebruikersnaam" vult u de naam in die u op het bestand in de SD-kaart ingevuld hebt. Op de twee velden eronder vult u uw wachtwoord in en herhaalt u dit nogmaals. Tenslotte drukt u op "Bevestig" om het account aan te maken.

Wanneer de gebruikersnaam al door een andere gebruiker genomen is, dient u een andere naam te kiezen en dit ook op de SD-kaart in het user bestand te veranderen.

3. meten

Nu het toestel geregistreerd is kunnen we het meettoestel opstellen. Hiervoor kunt u kiezen om dit via de adapter aan de netspanning te koppelen zoals in 3.1. of batterijen in het toestel te plaatsen en een mobiele metingen te maken zoals in 3.2. U kan zowel de batterijen als de adapter in het toestel plaatsen en een keuze maken door de power switch te verschuiven op foto 39. Om het toestel te voeden via de adapter aan een netspanning dient u de schuifschakelaar te schuiven in de richting van de SD-kaart. Om te voeden via batterij schuift u de schakelaar weg van de SD-kaart.

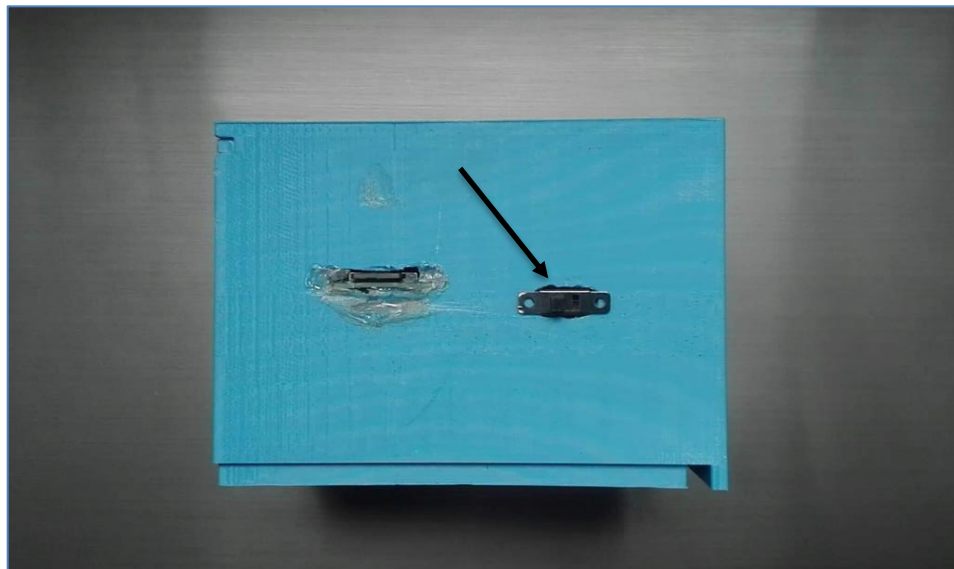


Foto 39: power switch

3.1 meten zonder batterijen

Om te kunnen meten zonder batterijen dient u de adapter aan te sluiten op het meettoestel zoals de pijl aanwijst op foto 40 en in het stopcontact te plaatsen. Indien er geen van de twee LED's aan de buitenkant branden na 15 seconden controleer dan of de power switch naar de SD-kaart gericht staat. Als dit zo is gebeurd en er geen LED's branden, gelieve ons dan te contacteren via de website. Als er een LED brandt gelieve naar stap 4 te gaan.



Foto 40: Meettoestel power aansluiting

3.2 meten met batterijen

Wanneer u het meetapparaat wil voeden door batterijen dient u de 2 schroeven aangeduid door de pijlen op foto 41 van het meettoestel onderaan los te schroeven en het dekseltje er af te nemen. Vervolgens ziet u een batterij houder, deze dient u te vullen met zes AA-batterijen zoals op foto 42. Daarna kan u het dekseltje er terug op monteren. Wanneer u dit gedaan hebt wacht u 15 seconden, indien er geen LED's branden. Controleer dat de power switch (aangeduid op foto 39) weg van de SD-kaart staat. Als dit zo is controleer dan of de batterijen juist geplaatst zijn zoals op foto 42 of dat ze volgeladen zijn.



Foto 41: onderkant meettoestel



Foto 42: batterijen meettoestel

4. Keuze opslag

Om de metingen op te slaan kan u kiezen uit twee manieren. Namelijk opslagen op de lokale SD-kaart zoals in 4.1 of de data versturen via het mobiele internet zoals in 4.2. Door de schakelaar aangeduid door de pijl op foto 43 kunt u de manier kiezen. Wanneer de schakelaar weg van de LED's staat wordt de data opgeslagen op de SD-kaart. Als de schakelaar naar de LED's gericht is wordt de data over het mobiele netwerk verstuurd.



Foto 43: keuze opslagmethode

4.1 Opslag op SD-kaart

Om de methode met SD-kaart opslag te gebruiken dient u de schuif schakelaar (aangeduid op foto 43) weg van de LED's te schuiven. Vervolgens controleert u of de SD-kaart in de SD-kaarthouder zit. Indien dit niet het geval is gelieve deze dan in de SD-kaarthouder te plaatsen. Wanneer u het meettoestel aansluit via methode 3.1 of 3.2 zou na 15 seconden het blauwe lampje moeten branden. Indien dit niet zo is, schakel de spanning van het toestel dan uit, zorg ervoor dat de SD-kaart in het toestel zit en schakel de spanning van het toestel vervolgens weer in en wacht 15 seconden. Brandt het blauwe lampje nog steeds niet, ga dan naar stap 3 of contacteer ons via de website.

Wanneer u metingen hebt uitgevoerd dient de data geüpload te worden op de website. Dit doe je door het meettoestel uit te schakelen en de SD-kaart eruit te nemen. Sluit de SD-kaart aan op de computer en surf naar de luchtkwaliteit website. Hierop vind je links onder op de home pagina een kader zoals op foto 44.



Foto 44: upload SD-data

Om het bestand te selecteren drukt u op bestand kiezen. Vervolgens verschijnt het venster waaruit u het bestand "data" kan selecteren. Wanneer het bestand geselecteerd is, drukt u op de knop upload. Als alles goed verlopen is komt er te staan dat het bestand succesvol geüpload is. Als dit niet zo is controleer dan of u het juiste bestand hebt geüpload. Indien dit niet het geval was kan u ons altijd contacteren via de website.

4.2 Versturen via mobiele data

Om de metingen live te versturen moet, wanneer de voeding via methode 3.1 of 3.2 aangesloten is de module aangeschakeld worden. Dit doet u door de knop aangeduid door een pijl op foto 45, 5 seconden in te drukken. Indien er na 15 seconden geen LED brandt gelieve naar stap 3 te gaan. Als u die stappen hebt overlopen probeer dan om de voeding uit te schakelen en deze na enkele seconden terug in te schakelen. Houd de knop aangeduid op foto 45 voor 5 seconden ingedrukt en wacht vervolgens 15 seconden. Wanneer er hierna geen LED brandt gelieve ons dan via de website te contacteren.

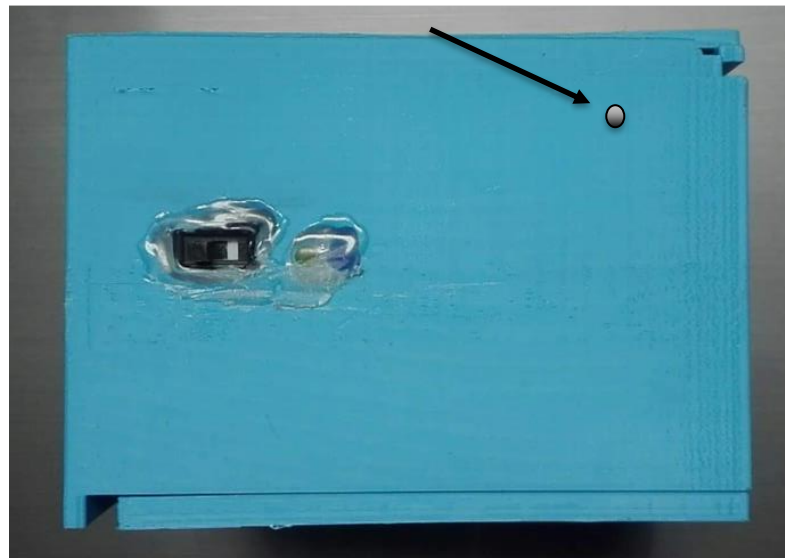


Foto 45: knop SIM900

5. Updates

Wanneer uw software verouderd is dient u deze te updaten. Op de website kan u terugvinden of u een update dient uit te voeren. Dit kan u ook op onze Github repository terugvinden. Om dit te doen sluit u het meettoestel aan op uw computer via de uitgang aangeduid op foto 46 door een pijl. Hiervoor gebruikt u een kabel USB B naar USB A. Wanneer dit is gebeurd dient u de Arduino software voor uw specifieke besturingssysteem te installeren. Het Arduino programma kan u vinden op de website Arduino.cc. Wanneer de installatie voltooid is download u de laatste versie van de Github repository: github.com/Tuur123/GIP. Dit bestand kan u openen met Arduino en vervolgens uploaden naar het meettoestel. Wanneer deze stappen zijn doorlopen en er geen foutmeldingen zijn opgetreden is de update voltooid. Wanneer dit niet correct is verlopen of u wilt dat wij de update voor u uitvoeren kan u ons altijd contacteren via de website.



Foto 46: USB B aansluiting en power aansluiting

6. Open source

Onze volledige code staat online op de Github repository: github.com/Tuur123/GIP. Dit wil zeggen dat indien u zelf aanpassingen wil maken aan de meter dit mogelijk is, maar wij raden dit sterk af. Indien u aanpassingen zou maken aan de code kan u geen gebruik maken van onze onlineservices i.v.m. het opslaan in de database omdat uw data een veiligheidsrisico kunnen zijn voor andere gebruikers. Indien u verbeteringen en/of aanpassingen in het programma maakt die een verbetering zijn, kan u ons altijd contacteren via de website. Wij staan open voor samenwerkingen om ons programma te verbeteren.

6. Technische conclusie

Om te komen tot waar we nu staan hebben we veel moeilijkheden en problemen moeten oplossen. Vanaf het begin was er het plan om de API van Google te gebruiken voor onze kaart. Hier zouden we dan voor moeten betalen. Gelukkig vonden we een gratis alternatief, mapbox. Ons prototype had veel problemen met de communicatie tussen de sensoren en Arduino. Dat is opgelost door de opstelling op de pcb te plaatsen en de code opnieuw te schrijven. Het eindproduct is wel wat ik verwacht had, alles zit netjes in een behuizing, en alles werkt. Alleen spijtig dat de 3D print van het dekseltjes niet op de juiste afmeting heeft geprint. Wat we ondervonden hebben is dat een plan of een manier van werken totaal overboord gegooid kan worden wanneer één aspect ervan niet in het plaatje past. Dit was het pijnpunt bij de javascript en C# backend communicatie. Eerst werkten we met een API maar deze werkt niet in een ASP webform project. Daarom gebruiken we nu webmethods, dit is eigenlijk geen oplossing maar een workaround. We hebben vooral gemerkt dat een moderne webapplicatie uitbouwen met oog voor veiligheid onmogelijk is in de ons opgegeven tijdsperiode. Dit vereist kennis van degelijke front- en backend talen zoals javascript, PHP, python, Ruby... Ik ben blij dat we desondanks toch een degelijk eindproduct kunnen afleveren.

7. Peer-evaluatie

7.1 Ruben Socquet

Wanneer we met het project zijn begonnen hadden we grootse ideeën om een vliegtuig te maken. Dit resulteerde dan in een luchtkwaliteitsmeter, dit klinkt misschien minder interessant maar ik vind dat we onszelf toch een uitdaging hebben gegeven.

In het begin hebben we een GitHub repository opgesteld zodat we steeds aan de laatste versie werken. Dit heeft veel efficiëntie opgeleverd en heeft voor ons allebei op elke pc dezelfde overzichtelijke bekende werkomgeving gegeven. Wanneer we de opdrachten kregen hebben we het werk verdeeld, dit hield in dat ik het meettoestel gedeelte ging ontwikkelen en laten werken. Arthur is dan begonnen met de website en de datastructuur. Dit werkte zeer vlot, maar omdat Arthur beter thuis is in de Visual Studio sector gebruikte hij veel complexere technieken die ik nog niet kende dus ik heb voor zowel mezelf als voor Arthur regelmatig uitleg geven en gevraagd over wat we hadden gedaan en waar we aan bezig waren.

Wanneer er iets niet werkte of iemand liep ergens op vast wisselden we van opdracht om een andere kijk op het project te creëren. Dit heeft zeer veel goede dingen opgeleverd, bv.: wanneer ik vastliep op het integreren van de software van de CO² sensor zijn we gewisseld en dan heb ik de code van de website overzichtelijker en netter gemaakt en ook nieuwe dingen toegevoegd. Het moeilijkste vond ik het verder programmeren in iemand anders zijn programma. Daarom heb ik vele keren me geërgerd aan de structuur van Arthur en ben ik hierdoor af en toe opnieuw begonnen.

Wanneer we tegen een productevaluatie aankwamen vond ik dat Arthur niet veel moeite in de bundel stak terwijl ik vond dat ik wel veel tijd en moeite in de bundel stak. Dit vond ik zeer spijtig want hij had dan meer tijd om in het project te steken en zo bij de 2^{de} productevaluatie de vragen beter kon beantwoorden. Zo ontstond er ook een verschil in punten, maar ik vond dat ik nog steeds goede punten had. Op vlak van communicatie tussen ons twee vind ik dat ik veel moeite moest doen om te weten wat zijn plannen waren en elke keer moest vragen waar hij aan bezig was en wat hij nog wou doen en hoe hij de dingen verder zag. Omdat we een repository gebruiken was het zeer makkelijk om een up-to-date to do list bij te houden om elkaar op de hoogte te stellen. Hierbij vond ik dat ik ook meer moeite deed om hem op de hoogte te houden, maar wanneer ik dit vroeg vulde hij dit wel aan.

Wanneer de bundel ingeleverd moest worden voor de eindevaluatie heb ik deze taak op mezelf genomen om er zeker van te zijn dat dit goed gebeurde. Omdat Arthur zeer vergeetachtig is en mij al eens veel punten heeft gekost bij het afleveren van een eindproduct. Hierdoor heb ik hier veel meer tijd en moeite in moeten steken, omdat mijn collega niet veel om de kwaliteit geeft van het eindproduct van onze bundel. Daarom heb ik ook samen met iemand die meer over Nederlandse grammatica kent de bundel doorlopen om fouten eruit te halen. Om zo het gemeenschappelijke werk te verbeteren.

7.2 Arthur d'Hooge

Samenwerken is niet mijn sterkste kant, dat was met het gip mijn belangrijkste werkpunt. Ik heb veel zaken op mijn eigen manieren gedaan en mijn collega stoorde zich daar vaak aan. Ruben heeft veel meer dan mij aan de bundel geschreven, daartegenover staat dan het feit dat het server-client verhaal grotendeels op mijn schouders belandde. Ik ergerde mij vooral aan het feit dat Ruben heel lang aan de bundel werkt. We spreken dan af dat we allebei een deel maken, en dan kan ik mijn deel erin zitten als het middernacht geweest is. Desondanks dat hij veel in de bundel werkt staat er veel fouten in als ik hem opendoe. We hebben hier ook redelijk wat punten mee verloren omdat de fouten niet waren verbeterd. Ruben nam ook de taak op zich om de code voor en het meettoestel te ontwikkelen. Nadat de server zo goed als af was ben ik eens gaan kijken naar de code voor het meettoestel omdat de communicatie tussen de sensoren niet betrouwbaar was. Ik heb het zo goed als opnieuw moeten schrijven om het te doen werken. En dan waren we het vaak niet akkoord over de oplossingen. Nadien heeft Ruben dan de laatste problemen verholpen. Ik vond de samenwerking heel moeilijk, soms vroeg Ruben iets aan mij en had ik geen idee wat hij bedoelde omdat zijn vaktaal soms te wensen overlaat. Dit heb ik ook gemerkt toen ik tijdens de evaluatie zijn vragen heb beantwoord omdat hij er niet uit geraakte. Ik ben wel blij dat we elkaars taken overnamen als we vastzaten, iemand anders zijn kijk op je probleem of code zorgt voor oplossingen. Ik had ook het gevoel dat Ruben meer belang hechtte aan design en user experience. Zo heeft Ruben de lay-out van de webpagina onder handen genomen en een veel mooiere interface gemaakt. Maar de achterliggende code behind was naar mening niet voldoende. Ik vind het moeilijk om van collega's hun code af te blijven als ik weet dat het veel beter en efficiënter kan. Mijn ervaring met het gip is dat ik te weinig input van collega's heb gerespecteerd. Ik ben wel van mening dat als ik dit wel had gedaan we nu niet zover hadden gestaan. De communicatie tussen mij en Ruben verliep vaak toch wel stroef. Hij werkte met een to-do-list zodat we altijd wisten wie wat deed. Ik voelde mij daardoor heel gelimiteerd omdat ik maar aan 1 of 2 dingen kon werken. Hij stelde mij de eerste periode ook heel veel vragen over hoe we alles gingen plannen en ontwikkelen en welke delen hij moest doen. Ik ben blij dat hij de laatste periode proactiever werd. Ruben is wel een held om deadlines mee te halen. Hij zorgde ervoor dat ik onderdelen meer op voorhand maakte dan wanneer ik alleen zou werken. Ik ben blij met het proces dat we hebben doorlopen en met het eindresultaat dat we hebben gerealiseerd.

8. Zelfreflectie

8.1 Ruben Socquet

Bij het begin van dit project was het idee om het vliegtuig te maken beangstigend en spannend voor mij. Maar toen de opdracht om de luchtmeter te maken bekend was begon ik verder na te denken over de mogelijkheden en de verschillende toepassingen. Hierdoor kreeg ik zin om het project te maken en er direct aan te beginnen.

Omdat ik al eens gewerkt had met een gsm-module heb ik deze taak op mezelf genomen. Dit was dan ook mijn eerste succes in het project, hiervoor moest ik ook wel het meeste opzoeken en heb ik meer bijgeleerd over het opstellen van een server. Deze server heb ik opgebouwd uit een oefening die we in de klas hebben gemaakt. Maar om dit vanop het WAN te laten werken heb ik ook mijn netwerkkennis over het instellen van routers gebruikt. Omdat ik dit niet zo goed kon heb ik me met behulp van een tutorial laten begeleiden over het openstellen van een server naar het WAN. Wanneer dit werkte ben ik hierop verder gebouwd met veel informatie uit YouTube tutorials. Tijdens het programmeren aan de website en aan het meettoestel kwamen er meer ideeën om meer toe te voegen, om het gebruiksvriendelijker te maken en om het mooier te maken. Al mijn ideeën hebben we niet kunnen uitvoeren we hebben er toch veel uitgewerkt. Voor veel ideeën kwamen we uit op andere ideeën en problemen. Een goed voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld de map op de website. Hierbij hadden we een idee om google maps te gebruiken maar na lang zoeken en mezelf hierin te verdiepen heb ik Mapbox gevonden met meer uitleg en mogelijkheden dan google maps. Ik vind van mezelf dat ik een goede en open samenwerking aanbod en zeer open was om bij te leren van mijn partner. Ik weet uit het project de controlekamer van in het vijfde jaar dat ik eerst alles overzichtelijk moet noteren om het goed te kunnen aanpakken. Dit heb ik bij het gip ook gedaan, namelijk de to-do-list. Hierbij heb ik geprobeerd om deze op tijd te updaten zodat zowel mijn collega en ik wist wat er nog te gebeuren stond. Dit was voor mij een zeer belangrijk punt om een overzicht te hebben over een project. Dit vond ik wel een van de nadelen aan samenwerken omdat je soms niet wist waar de andere aan bezig was of nog wou doen. Ik zou van mezelf wel durven zeggen dat ik hier de leiding in nam.

Als conclusie kan ik stellen dat ik mezelf veel heb kunnen bijleren en zeker meer heb geleerd over project ontwerpen. Ik durf van mezelf te zeggen dat mijn documentatie vaardigheden sterk zijn toegenomen.

8.2 Arthur d'Hooge

Toen we de opdrachten kregen was ik wel een beetje teleurgesteld dat de opdracht geen vliegtuigje/drone was. Een luchtmetertje leek mij eigenlijk niet zo spannend, er waren desondanks genoeg uitdagingen mee verbonden. Ik ben vooral te weten gekomen hoeveel ik nog niet weet. Om een gip te maken zoals het onze moet je eigenlijk een full-stack webdeveloper zijn. Zo heb ik javascript moeten leren, server client communicatie geïmplementeerd. En heel vaak heb ik gedacht 'waarom hadden we dit niet geleerd?'. Ik ben van mening dat ik te snel aan het gip begonnen ben. Ik had eerste moeten uitzoeken wat de standaarden waren voor deze applicatie in de echte wereld. Maar niet beter wetend ben ik maar gewoon begonnen en al snel tegen muren aangelopen. En bij elke muur het gip ietsje moeten aanpassen. Ondertussen denk ik dat ons gip meer bestaat uit workarounds dan effectieve code. Reden is dat er gewoon heel veel oplossingen zijn voor een specifiek probleem binnen ASP.NET maar bijna geen enkele kan dan voortbouwen op de andere talen/diensten die de server moet vervullen. Maar ik ben blij dat het resultaat nu werkt. Ik vind van mijzelf dat ik de eerste periodes veel moeite en energie in heb gestoken. De laatste weken ben ik het echter eerder kwijt dan rijk. Ook omdat ik een deel heb moeten opnieuw maken omdat het bij de collega niet werkte. In het algemeen vond ik het wel heel leerzaam en ik ben benieuwd naar de eindevaluatie.

9. Logboek

DATUM:	WAT:	NAAM:	TIJD:	PLAATS:
9/10/2018	GIT repository	Samen	1 uur	School
9/10/2018	Vochtsensor	Samen	1 uur	School
19/10/2018	Plan & sensoren	Samen	2 uur	School
23/10/2018	Sensoren	Samen	2 uur	School
24/10/2018	Documentatie, to-do-list	Samen	2 uur	School
26/10/2018	Lichtsensoren en CO ² - sensor	Samen	2 uur	School
3/11/2018	Definitiestudie	Ruben	2 uur	Thuis
4/11/2018	Definitiestudie	Ruben	1 uur	Thuis
5/11/2018	Detailontwerp	Arthur	3 uur	Thuis
7/11/2018	To-do-list, bestellijst, documentatie aanpassen	Samen	2 uur	School

13/11/2018	DHT11 sensor en CO2- sensor	Samen	3 uur	School
19/11/2018	Bestellijst	Arthur	30 min	Thuis
17/12/2018	Bundel	Arthur	1uur	School
26/12/2018	Visual Studio projecten opgestart	Arthur	3uur	Thuis
27/12/2018	Bundel bijwerken	Arthur	2 uur	Thuis
2/01/2019	Communicatie Arduino en server	Ruben	3 uur	Thuis
3/01/2019	Schema's, libraries, bundel	Ruben	2 uur	Thuis
6/01/2019	Bundel bijwerken	Ruben	2 uur 30 min	Thuis
7/01/2019	Bundel bijwerken	Arthur	1 uur	Thuis
7/01/2019	Communicatie met server	Ruben	3 uur	Thuis

8/01/2019	Bundel, website, sensoren, schema's	Samen	6 uur	School
8/01/2019	Bundel, Sensoren	Ruben	3 uur	Thuis
9/01/2019	Bundel, Sensoren, schema's, bronnen	Ruben	6 uur	Thuis
10/01/2019	Bundel	Arthur	2 uur 45 min	Thuis
10/01/2019	PPT, Bundel	Ruben	2 uur	Thuis
12/01/2019	Website	Arthur	3 uur 40 min	Thuis
10/3/2019	JSON toevoegen aan website	Arthur	3uur 20 min	Thuis
12/3/2019	SD-adapter aan Arduino	Ruben	3 uur	Thuis
14/3/2019	SD-card data uploaden naar website	Ruben	4 uur	Thuis

15/3/2019	Grafieken SD-card data uploaden	Ruben	4 uur	Thuis
16/3/2019	Bundel SD-adapter, aanpassingen 1 ^{ste} evaluatie	Ruben	5 uur	Thuis
19/3/2019	Bundel EMC toegevoegd	Ruben	4 uur	Thuis
20/3/2019	bundel, to do list aangevuld	Ruben	1 uur 30min	Thuis
21/3/2019	Bundel aanpassingen	Ruben	3 uur	Thuis
19/04/2019	To do list aangevuld, progressie besproken	Samen	15 min	school
21/4/2019	Studie voeding	Arthur	2 uur	Thuis
22/4/19	Studie voeding	Arthur	6 uur	Thuis

26/4/2019	Schema's vervolledigd, meettoestel getest, bundel aangepast	Ruben	4 uur	School
30/04/2019	Studie van de voeding verder uitgewerkt	Arthur	2 uur	school
30/04/2019	Footer toegevoegd	Ruben	2 uur	school
3/05/2019	Header info toegevoegd	Arthur	1 uur	school
3/05/2019	Bundel nagekeken	Arthur	2 uur	school
3/05/2019	Toestel afgemaakt, getest, opgesteld	Ruben	4 uur	school
6/05/2019	Keuze adapter, tutorial, peer evaluatie, zelfevaluatie	Ruben	8 uur	thuis
6/05/2019	Peer evaluatie	Arthur	30 min	thuis
7/05/2019	Zelfreflectie	Arthur	1 uur	Thuis

7/05/2019	Laatste aanpassing aan de bundel	Ruben	2 uur	School
9/05/2019	Bundel nogmaals verbeteren	Ruben	4 uur	Thuis

10. Bibliografie

Bron: www.slideshare.net

Op de website slideshare heb ik een volledige lijst gevonden van de AT commando's met uitleg.

Bron: www.deviceplus.com

Om de protocollen beter te begrijpen heb ik een uitleg gelezen van veelgebruikte protocollen bij Arduino.

Bron: www.c-sharpcorner.com

Informatie over ViewState en encryptie.

Bron: www.sparkfun.com

Bibliotheek voor de CCS811 sensor.

Bron: www.volta-org.be

Op deze site heb ik de betekenis van de vitale 8 gevonden en heb ik aan de hand van deze bron kunnen verwoorden.

Bron: www.electronics-notes.com

Met behulp van electronics-notes hebben we de betekenis en rol van EMC in ons project kunnen plaatsen.