

Ontwerp Document

LiDAR



Avans Hogeschool, 's-Hertogenbosch – Embedded Systems

Uitvoerenden	Arjan van den Bogaard, Denny Beulen, Thom Nikkelen, Sander van Geel & Niels Roos
Instelling opdrachtgever	Avans Hogeschool, 's-Hertogenbosch
Vertegenwoordiger	Willem-Jan van Harskamp
Project	LIDAR – Laser Imaging Detection And Ranging
Periode	01/02/2016 – 01/07/2016

Inhoudsopgave

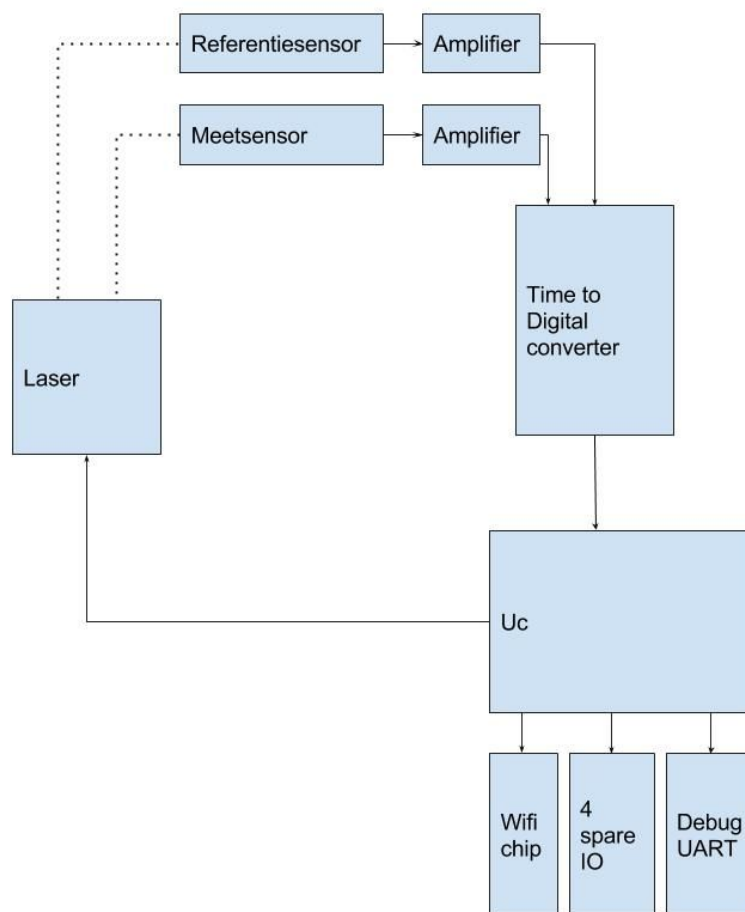
1. Inleiding
2. Blokschema
3. Hardware
 - 3.1. Microcontroller
 - 3.2. Time to digital converter
 - 3.3. Voeding
 - 3.4. Lichtsturing
 - 3.5. Lichtmeting
 - 3.6. WiFi
 - 3.7. Motor sturing
 - 3.8. Mechanisch ontwerp
4. Software
 - 4.1 Communicatie tussen Embedded Systeem en Webserver
 - 4.1.1. Wat moet er gecommuniceerd worden?
 - 4.1.2. Hoe moet er gecommuniceerd worden?
 - 4.2. Wat moet er door de PIC controller aangestuurd worden?
 - 4.2.1. Signaal Generator
 - 4.2.2. Time to Digital Converter
 - 4.2.3. Digitale Potmeter
 - 4.2.4. Analooq - Digitaal Converter
 - 4.2.5. Wifi Chip
 - 4.2.6. UART Debug
 - 4.2.7. Motorsturing
 - 4.2.8. Motor Encoder
5. Website
 - 5.1. Mogelijkheden
 - 5.2. Ontwerp
 - 5.2.1. Laravel
 - 5.2.2. Database
6. Revisiehistorie
7. Bijlages
 - Bijlage 1: Communicatie protocol

1. Inleiding

In dit document wordt beschreven hoe het project zowel hardware- als softwarematig ontworpen is en welke keuzes hiervoor gemaakt zijn. De ontwerpen zijn gedurende de realisatie aangepast en het uiteindelijke ontwerp is hieronder beschreven.

2. Blokschema

Hieronder is het blokschema te zien. De subblokken worden in de volgende hoofdstukken uitgelicht.



Figuur 1: Algemeen blokschema hardware onderwerp

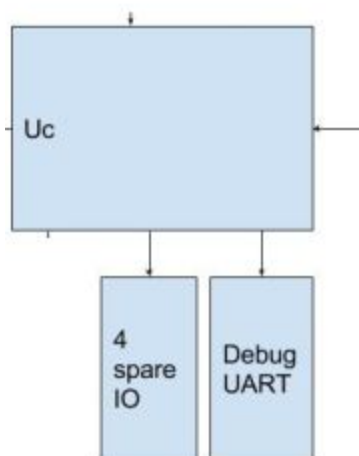
3. Hardware

In het hardware gedeelte worden alle subblokken van het blokschema uitgewerkt met daarbij een beschrijving van het subblok. Daarnaast worden de eisen beschreven en aan de hand van deze eisen zullen er meerdere componenten naar voren komen. Uiteindelijk zal er een van deze componenten gekozen worden, waarbij deze keuze in de conclusie nader wordt uitgelegd.

3.1. Microcontroller

De microcontroller zal de verschillende onderdelen op de printplaat aansturen, de benodigde informatie verzamelen, berekeningen uitvoeren en de verzamelde data verzenden.

Blokschema



Figuur 2: Blokschema Microcontroller ontwerp

Beschrijving

Vanuit de microcontroller zal er gedebugd kunnen worden. Daarnaast verwerkt de microcontroller de data en voert de berekeningen voor de afstand te berekenen uit en stuurt deze door naar de wifi chip. Tevens zal de microcontroller de motor gaan aansturen. De microcontroller communiceert via SPI met de time to digital converter en signaalgenerator, via UART wordt er met de wifi chip gecommuniceerd.

Keuze componenten

Minimale vereisten microcontroller

- power supply 3.3V of 5V
- Afmetingen niet relevant
- Communicatie interface: 2x UART, 1x SPI en 1x I2C
- Minimaal 1 ADC
- Snelheid: 8-bit 16MHz

De reden dat er 2 maal UART vereist is, komt doordat er hier één voor het debuggen wordt gebruikt en een voor de aansturing van de wifi chip driver. Verder moet de microcontroller minimaal twee SPI bussen bevatten om de time to digital converter en signaal generator aan te sturen en een I2C bus voor toekomstige uitbreidingen.

Microchip Pic 24FJ256GA106

Deze microcontroller is klein en heeft weinig randcomponenten nodig. Daarnaast is deze microcontroller eenvoudig in-circuit te programmeren en te debuggen via de op school aanwezige programmers. De footprints van deze microcontroller zijn beschikbaar in de ontwerp software. Verder voldoet de microcontroller aan alle gestelde vereisten:

- Specificaties: 16-bit 32MHz
- Prijs: € 5,73

NXP LPC Expresso LPC1769

Deze developmentbordjes zijn op school aanwezig en hebben een ingebouwde programmer. Via deze programmer zijn de bordjes eenvoudig te programmeren en te debuggen. Het nadeel van deze developmentbordjes is dat deze een vrij groot formaat hebben. Verder voldoet de microcontroller aan alle gestelde vereisten.

- Specificaties: 32-bit cortex m3 120MHz
- Prijs: € 29,86

AVR ATmega1280

Deze chip kan geprogrammeerd en gedebugged worden via een speciale in-circuit programmer. Deze programmers zijn op school aanwezig. Er zijn weinig randcomponenten nodig. Verder voldoet de microcontroller aan alle gestelde vereisten.

- Specificaties: 8-bit 16MHz
- Prijs: € 14,28

De keuze

Deze is gevallen op de Microchip 24FJ256GA106. Deze microcontroller heeft goede in-circuit debugging opties. Hij heeft kleine afmetingen, en het is de goedkoopste optie.

3.2. Time to digital converter

Time to digital converter (TDC) is het circuit waarbij de afgelegde tijd van de laser bepaald gaat worden. Met deze waarde zal er in de microcontroller de afstand berekend worden.

Blokschema



Figuur 3: Blockscha TDC

Beschrijving

Om de tijd te kunnen meten die het laserlicht onderweg is moet er op een hoge snelheid met een hoge nauwkeurigheid gemeten worden. Hiervoor wordt er gebruik gemaakt van een TDC (Time to Digital Converter). Deze TDC meet de tijd tussen twee pulsen met een hoge nauwkeurigheid. De gemeten waarden worden vervolgens gecommuniceerd via SPI.

Keuze componenten

Minimale vereisten TDC

- Power supply 3.3V of 5.0V
- Afmetingen niet relevant
- Communicatie via SPI
- Minimale resolutie 133ps

TDC7200PW

De TDC7200 is een klein component met een standaard package (14-pin TSSOP). Verder werkt dit component op een 3.3V power supply en wordt aangestuurd via SPI. Dit component heeft een clock nodig van 16MHz en heeft een resolutie van 55ps. Met deze specificaties voldoet dit component aan de minimale vereisten.

Max35101EHJ+

De MAX35101 is een klein component met een kleine package (32-pin TQFP). De Max35101 heeft een power supply van 3.3V nodig en wordt aangestuurd via SPI. Er hoeft geen externe clock aangeboden te worden, dit wordt intern geregeld. De maximale resolutie is 20ps. Nadeel van de Max35101 is dat de start-up pulse vanuit de chip zelf wordt gestuurd.

De keuze

Er is gekozen om ondanks lagere specificaties de TDC7200PW te gaan gebruiken. Doordat de

start up tijd van de laser een factor gaat spelen als de start-up pulse vanuit de TDC komt, is het risico te groot. Verder voldoet de TDC7200PW aan alle eisen, is zeer klein en zonder extra's makkelijk te gebruiken.

3.3. Voeding

Elk systeem heeft een voeding nodig om te kunnen werken. Voor het Lidar device is er een ingangsspanning van 12V afgesproken. Toch zullen sommige IC's op een andere spanning werken en zal hier rekening mee gehouden moeten worden.

Blokschema

N/A

Beschrijving

Vanuit de specificaties zal de printplaat gevoed moeten worden met 12V. Deze spanning zal gereguleerd moeten worden naar 3.3V.

Keuze componenten

Minimale vereisten voeding

- 12V naar 3.3V
- Output current boven 300mA

LM1117

De LM1117 heeft SOT-223 package. De output voltage van dit IC kan variëren tussen de 1.8V en 5.0V. De maximale output current van dit IC bedraagt 800mA. De maximale ingangsspanning is 20V. Dit component is via farnell te bestellen.

MCP1700T

De MCP1700T heeft een SOT-23 package. De output voltage van dit IC kan variëren tussen 1.2V en 5.0V. De maximale output current van dit IC bedraagt 250mA. De ingangsspanning van dit IC moet tussen de 2.3 - 6.0V liggen.

TPS76733

De output voltage van dit IC kan variëren tussen 1.2V en 5.0V. De maximale output current van dit IC bedraagt 1A. De ingangsspanning van dit IC moet tussen de 2.7 - 10.0V liggen.

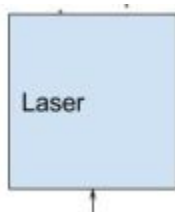
Keuze

Doordat de input voltage 12V moet bedragen vallen direct de MCP1700T en TPS76733 af. Daarbij levert de MCP1700T tevens ook te weinig stroom om gebruikt te kunnen worden. Hierdoor is de keuze gevallen op de LM1117 die met 800mA genoeg stroom kan leveren en een uitgangsspanning van 3.3V heeft.

3.4. Lichtsturing

De lichtsturing ook wel de laser genoemd. Dit component zal de laser zijn waarmee de afstand gemeten gaat worden.

Blokschema



Figuur 4: Blokschema lichtsturing

Beschrijving

De laser is het belangrijkste onderdeel van een LIDAR module. De laser moet sterk genoeg zijn om bij terug gekaatst licht het licht nog op te kunnen vangen. Doordat er gebruikt wordt gemaakt van een beamsplitter zal er van het uitgezonden licht maximaal 25% opgevangen kunnen worden. Hierbij komen ook nog externe factoren zoals diffuus licht bij kijken. Daarom is de laser minimaal 5mw. Aangezien lasers erg duur zijn, is er gekozen voor een laser met een golflengte van 532nm. Ook was deze laser al beschikbaar op school.

Keuze componenten

Minimale vereisten laser

- Groene laser straal
- Afmetingen niet relevant

SDL-532-005F

Deze laser heeft een groene laser straal met een bandbreedte van 532nm. Het vermogen van de laser is 5mw. De voeding van deze laser redelijk groot.

SDL-532-100T

Ook deze laser heeft een groene laser straal met een bandbreedte van 532nm. Het vermogen van deze laser is 100mw. De voeding van de laser is erg groot.

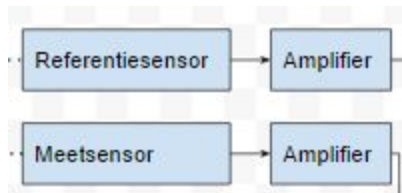
Keuze

Er is gekozen om beide lasers te gebruiken, de zwakkere laser om testen uit te voeren en de sterkere laser voor de applicatie. Voor de applicatie is de sterke laser gekozen, omdat door de beamsplitter al 50% van de laserstraal verloren gaat. Ook zal er licht verloren gaan als de lichtstraal op een oppervlakte gekaatst wordt. Hierdoor zal er een minder sterke laser straal terugkomen.

3.5. Lichtmeting

Hieronder staat de beschrijving van de lichtmeting, hier zal beschreven worden hoe de laser gemeten gaat worden.

Blokschema



Figuur 5: Blokschema lichtmeting

Beschrijving

Voor de lichtmeting wordt onderstaande principe toegepast. Hierbij hoeft geen rekening gehouden te worden met de opstarttijd van de laser. Wanneer de laser aangezet wordt zal, door middel van een beamsplitter, 50% van het signaal gespiegeld worden naar de referentie sensor. Dit is het startpunt voor de meting (startpulse voor de TDC). De overige 50%, die de laser rechtdoor zal passeren, zal op de muur afgaan. Het licht weerkaatst op de muur terug (hier zal ook een verlies van lichtsterkte plaats vinden). Het terugkomend signaal zal wederom, door middel van de beamsplitter, 50% gespiegeld worden richting een tweede meet sensor. Het licht op de tweede meet sensor zal als stop puls werken voor de meting.

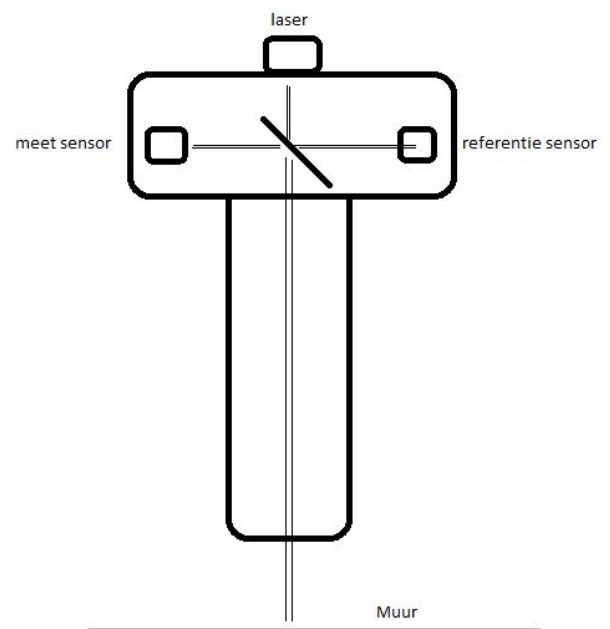
Keuze componenten

Minimale vereisten beamsplitter

- 50% Doorlaten
- 50% Afkaatsen
- Moet van beide kanten werken
- Kosten niet te hoog

50R/50T, PlateBeamsplitter

Deze beamsplitter kost ongeveer € 30 en de diameter is 12.5 mm. De beamsplitter laat 50% door en 50% wordt afgekaatst.



Figuur 5: Topview lichtmeting

Keuze

Doordat het component bij Edmund Optics besteld moet worden is er bijna geen keus. Deze beamsplitter is groot genoeg voor de laser en past binnen het budget.

Minimale vereisten photodiode

- Peak wavelength max 550nm
- Low dark current
- Small sensitive area

TEMD6010FX01

Deze photodiode heeft een 1206 package met een sensitive area van 0.27mm^2 . De peak sensitivity is 540nm en dark current van 100uA.

TEMD6200FX01

Deze photodiode heeft een 0805 package met een sensitive area van 0.27mm^2 . De peak sensitivity is 540nm en dark current van 100pA

TEMD5510FX01

Deze photodiode heeft een sensitive area van 7.5mm^2 . De peak sensitivity is 540nm en dark current van 2000pA.

Keuze

Doordat we alleen de laser willen meten moet de sensitive area klein zijn, hierdoor valt de TEMD5510FX01 meteen af met een sensitive area van 7.5mm^2 . De TEMD6010FX01 en TEMD6200FX01 zijn bijna hetzelfde. De TEMD6200FX01 zal gebruikt gaan worden doordat de dark current een factor 1000 kleiner is. Daarbij is de package ook kleiner.

Minimale vereisten OpAmp

- High speed
- Operation voltage 3.3V of 5.0V

OPA847IDBVT

Opamp snelheid is 3.9GHz, werkt op een spanning van 5 tot 6V. Slew rate van 950V/us. Hierbij moet rekening gehouden worden met stabiliteit, deze opamp is pas stabiel bij een gain van >12 .
prijs: € 6,40

LTC6268IS6-10

Opamp snelheid is 4.0GHz, werkt op een spanning van 3.1 tot 5.25V. slew rate van 1.5KV/us.
prijs: € 7,65

Keuze

Na wat testen te hebben gedaan met de OPA847IDBVT is gebleken dat deze opamp niet gebruikt kan worden voor deze toepassing. Hierdoor is er gekozen voor een duurdere optie, de LTC6268IS6-10.

3.6. WiFi

De Lidar module wordt samen geleverd met een webpage. Hiervoor moet er wifi communicatie plaatsvinden. De keuze van de communicatie chip wordt hieronder beschreven.

Blokschema



Figuur 7: Blokschema wifi

Beschrijving

Voor de communicatie tussen de microcontroller en de webpage waar de data wordt getoond, zal er gebruik gemaakt worden van een wifi chip.

Keuze componenten

RN-171-XV

Deze wifi chip bevat 8 I/O pinnen, communicatie vindt plaats via UART.

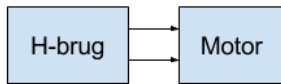
Keuze

De betreffende chip is in eerdere projecten gebruikt. Daardoor is er al reeds code beschikbaar.

3.7. Motor sturing

Voor een complete 360 graden plattegrond te kunnen creëren zal er een spiegel aangestuurd moeten worden met een motor. Deze motor wordt hieronder beschreven.

Blokschema



Figuur 8: Blokschema motor sturing

Beschrijving

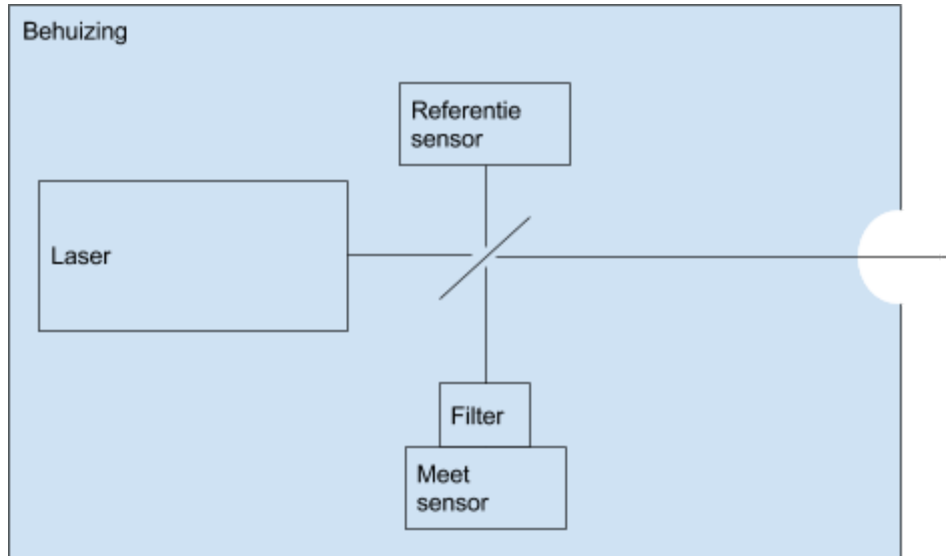
Om de spiegel te kunnen laten draaien is er een motor aansturing nodig. Deze motor aansturing moet voorzien zijn van een encoder om precies de stand van de motor uit te kunnen lezen. Daarnaast moet de motor aangestuurd kunnen worden met een PWM signaal, dat van de microcontroller afkomt.

Keuze componenten

Om de kosten te kunnen besparen is er gezocht naar een motor die op school al beschikbaar is, dit omdat een motor boven de honderd euro kan bedragen. Verder wordt er een H - brug gebruikt om de motor aan te sturen met PWM signaal.

3.8. Mechanisch ontwerp

Blokschema



Figuur 9: Blokschema mechanisch ontwerp

Beschrijving

Het mechanisch ontwerp bepaald waar de verschillende componenten die van invloed zijn op het licht moeten komen, en bevat een ontwerp voor een behuizing. De behuizing zorgt ervoor dat er zo min mogelijk omgevings licht het meetsysteem binnen komt.

Eisen

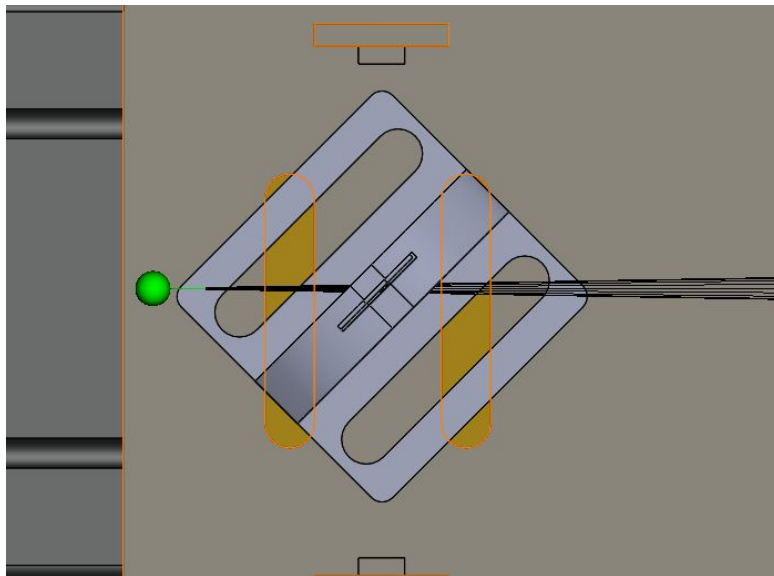
- De hoogte van de licht sensors moeten gesteld kunnen worden in hoogte.
- De beamsplitter moet gesteld kunnen worden door deze rond te kunnen draaien.
- De behuizing moet ervoor zorgen dat er zo min mogelijk omgevings licht het meetsysteem binnen komt, vooral de meetsensor moet goed beschermd worden.

Keuzes

Beamsplitter en sensoren:

De sensoren zijn tegenover elkaar geplaatst, met de beamsplitter er tussenin. Hierdoor zal de laserstraal nadat deze uit de laser komt, direct gesplitst worden. Een deel van het licht zal op de referentie sensor vallen, het andere deel zal het meetsysteem verlaten, om via het externe meetobject terug te kaatsen. Het teruggekaatste licht zal altijd precies hetzelfde pad volgen als het uitgaande licht. Hierdoor zal het licht wederom op de beamsplitter terechtkomen. Via de beamsplitter valt het licht op de meetsensor.

De hoek van de beamsplitter kan gesteld worden doordat er in de printplaat, en in de beamsplitterhouder twee sleuven zijn aangebracht.



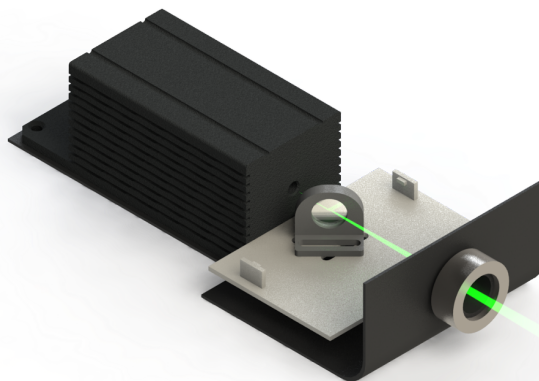
Figuur 10: Mechanisch ontwerp beamsplitter

Bevestiging printplaat:

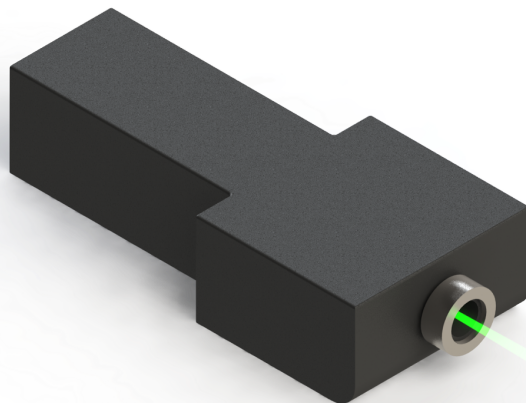
De printplaat is in de behuizing bevestigd door op elke hoek een bout. Op deze bouten zit de printplaat geklemd tussen twee moeren. Door deze moeren omhoog of omlaag te draaien kan de printplaat in hoogte gesteld worden. Doordat de sensoren en de beamsplitter bevestigd zitten op de printplaat, verandert ook de hoogte van deze sensoren.

Behuizing:

De behuizing bestaat uit twee delen. Hierdoor is het makkelijk de behuizing te openen voor onderhoud en afstelling. Op het onderste deel zijn alle componenten bevestigd. Het bovenste deel verzorgt alleen de afscherming van het meetsysteem.



Figuur 11: CAD tekening mechanisch ontwerp geopende behuizing



Figuur 12: CAD tekening mechanisch ontwerp gesloten behuizing

4. Software

Het LiDAR project maakt op twee verschillende manieren gebruik van software. Namelijk aan de embedded en aan de web kant. In het embedded systeem wordt de nodige elektronica aangestuurd om zodoende een afstandsmeting met een laser te doen op verschillende headings. Het embedded systeem is in staat om via een wifi chip over een TCP connectie data te versturen en te ontvangen van de web kant. De webserver is verantwoordelijk voor de opslag, verwerking en weergave aan de gebruiker van deze data.

4.1. Communicatie tussen Embedded Systeem en Webserver

Om de data te weergeven op de GUI, dient de data vanaf de LiDAR module gecommuniceerd te worden richting de webserver. In deze paragraaf wordt vastgelegd wat er gecommuniceerd moet worden tussen de module en de webserver en hoe dit plaats moet vinden.

4.1.1. Wat moet er gecommuniceerd worden?

Vanaf de LiDAR module zullen de verkregen metingen doorgegeven moeten worden aan de webserver. Nadat deze door de module verwerkt zijn. Om de omgeving in kaart te brengen is essentieel dat de heading waarop de meting is gedaan, meegegeven wordt. Tevens dient de module aangestuurd te kunnen worden door middel van instructies gegeven door de webserver. Deze instructies zijn vastgesteld in bijlage 1.

4.1.2. Hoe moet er gecommuniceerd worden?

Tussen de webserver en de module zal een wifi verbinding bestaan waarover door middel van een TCP socket als volgt onderling gecommuniceerd zal worden:

Module -> Webserver

Metingdata	[instructienummer:[heading:afstand]]
Instructies	[instructienummer:parameter]

Webserver -> Module

Instructies	[instructienummer:parameter]
-------------	------------------------------

4.2. Wat moet er door de PIC controller aangestuurd worden?

De PIC controller stuurt verschillende onderdelen van de hardware door middel van verschillende protocollen aan om zo, met de verkregen data, de afstand te meten.

4.2.1. Signaal Generator

De signaal generator wordt door middel van SPI aangestuurd. Door middel van de SPI communicatie kunnen verschillende control registers aangeschreven worden. De SPI

communicatie vindt plaats op een snelheid van 8 MHz en verstuurd frames met een grootte van een Word (2 Bytes, 16 bits). De eerste vier bits vertegenwoordigen het adres van het register en vervolgens dient door middel van de overige twaalf bits data naar de registers geschreven te worden. Het is mogelijk om, na het initialiseren van de module, de gewenste frequentie en vorm van het frequentie verloop in te stellen. Tussen de PIC controller en de signaal generator bevinden zich alleen een SPI MOSI, Chipselect en Clock lijn omdat de communicatie eenzijdig is.

Tot de signaal generator module behoren de volgende bestanden:

Sig_Gen.h

Sig_Gen.c

Tevens maakt de module gebruik van de volgende bestanden:

SPI.h	-	Bevat SPI functies
Delay.h	-	Bevat Delay functies
Hardware.h	-	Bevat alle hardware instructies en adressen

4.2.2. Time to Digital Converter

De time to digital converter wordt net als de signaal generator aangestuurd door een SPI bus. Deze bus bestaat uit een MOSI, MISO, CLK en Chipselect lijn omdat de communicatie tweezijdig is. De SPI bus communiceert op een frequentie van 8 MHz en hanteert ook frames van twee bytes. De eerste twee bits geven aan of het een read of write instructie is, de laatste zes bits van de eerste byte verwijzen naar het adres van het desbetreffend register. De tweede byte bevat de te versturen data.

De time to digital converter kalibreert zichzelf na elke meting door naast het meten van de daadwerkelijk tijd tussen de start en stop pulse, ook de periode van de externe clock te meten. Deze data dient daarom na iedere meting uitgelezen te worden naast de daadwerkelijk gemeten tijd.

Tot de time to digital converter module behoren de volgende bestanden:

TDC.h

TDC.c

Tevens maakt de module gebruik van de volgende bestanden:

SPI.h	-	Bevat SPI functies
config.h	-	Bevat globale variabelen
hardware.h	-	Bevat alle hardware instructies en adressen
delay.h	-	Bevat delay functies

4.2.3. Digitale Potmeter

Het signaal dat de photodiodes uitsturen doordat het licht wordt opgevangen, wordt versterkt door opamps. De versterkingsfactor kan bepaald worden door de PIC controller door de digitale potmeters aan te sturen. Deze potmeters zijn aangesloten op een I2C bus en kunnen in 1024 stappen ingesteld worden van 0 tot 100k ohm. Naast de I2C (bestaande uit een SDA en SCL lijn), worden de potmeters aangestuurd door een Reset en een Tristate adres lijn. De tristate adres lijn wordt gebruikt om het adres van de desbetreffende potmeter te specificeren. Deze lijn initialiseert de twee LSB's (Least Significant Bit) van het zeven bits slave adres. De laag-actieve reset lijn wordt gebruikt om de instellingen van de potmeters te resetten.

Tot de time to potmeter modules behoren de volgende bestanden:

Potmeter.h

Potmeter.c

Tevens maakt de module gebruik van de volgende bestanden:

I2C.h	-	Bevat I2C functies
config.h	-	Bevat globale variabelen
hardware.h	-	Bevat alle hardware instructies en adressen
delay.h	-	Bevat delay functies

4.2.4. Analooq - Digitaal Converter

Om de potmeters voorafgaand aan iedere meting te calibreren, wordt er gebruik gemaakt van de interne ADC's (Analooq Digitaal Converters) van de PIC 24FJ256GA106. De PIC controller probeert de versterkingsfactor van de opamps naar een bepaald niveau te brengen zodat er geen last van het omgevingslicht ondervonden wordt. De controller blijft de waarde van de potmeter verhogen of verminderen totdat het gewenste niveau met de ADC gemeten wordt.

De adc is als volgt ingesteld:

AD1CON1:

SSRC	111	Internal counter ends sampling and starts conversion (auto-convert)
FORM	00	Result as an integer

AD1CON2:

VCFG	000	Reference is Avss and Avdd
------	-----	----------------------------

AD1CON3:

ADCS	00000011	$TAD = 4 * Tcy = 4 * 1/4.000.000 = 1/1.000.000$
SAMC	01100	12 TAD for one measurement

Een analoge waarde kan worden gelezen door de functie `adc_read(char channel)` te gebruiken, waarbij `channel` het kanaal is dat uitgelezen dient te worden. De waarde die gereturend wordt kan worden omgerekend naar een voltage volgens de volgende formule $V = 3.3/1024 * \text{value}$.

4.2.5. Wifi Chip

Data communicatie dient plaats te vinden tussen de embedded en de web kant van het LiDAR systeem. Om dit te doen dient een verbinding tussen beide systemen tot stand te komen. Dit wordt gedaan via een TCP verbinding die gerealiseerd wordt door een wifi chip. Deze wifi chip wordt geïnitieerd door de PIC controller.

De wifi chip wordt aangestuurd door middel van een UART verbinding. Deze UART verbinding werkt met een baudrate van 9600. De door de wifi gebruikte seriële functies zijn in staat om inkomende data te filteren op gewenste woorden en dit terug te koppelen naar de wifi module.

Tevens maakt de wifi module gebruik van een timer zodat de module met timeouts kan werken wanneer er na een bepaalde tijd geen reactie komt.

Tot de time to potmeter modules behoren de volgende bestanden:

Wifly.h
Wifly.c

Tevens maakt de module gebruik van de volgende bestanden:

UART.h	-	Bevat UART functies
config.h	-	Bevat globale variabelen
hardware.h	-	Bevat alle hardware instructies en adressen
Timer.h	-	Bevat timer functies
Debug.h	-	Bevat debug functies

4.2.6. UART Debug

De UART Debug module wordt door de PIC controller gebruikt om data naar de console van de programmeur te sturen via UART. De data kan gebruikt worden gedurende het debuggen. De UART communicatie vindt plaats op een baudrate van 115200 en de berichten hebben een maximale lengte van 100 characters.

Tot de UART Debug module behoren de volgende bestanden:

Debug.h
Debug.c

Tevens maakt de module gebruik van de volgende bestanden:

UART.h	-	Bevat UART functies
hardware.h	-	Bevat alle hardware instructies en adressen
delay.h	-	Bevat delay functies

4.2.7. Motorsturing

De PIC controller is in staat om de motor van de draaiende spiegel aan te sturen. Deze motor dient aangestuurd te worden door middel van een PWM signaal dat door de controller gegenereerd wordt.

De motorcontroller maakt gebruik van de “Output Compare With Dedicated Timer” module van de microcontroller. De instellingen van deze module zijn als volgt:

OC1CON1:

OCTSEL	111	Peripheral Clock (FCY)
TRIGMODE	1	TRIGSTAT (OCxCON2<6>) is cleared when OCxRS = OCxTMR or in software
OCM	111	Center-Aligned PWM mode on OCx(2)

OC1CON2:

SYNCSEL	11111	This OC module(1)
---------	-------	-------------------

De PWM duty cycle bepaald hoeveel vermogen de motor heeft.

Door gebruik te maken van de encoder, kan de snelheid van de motor bepaald worden. Deze snelheid wordt door een motor regelaar gebruikt om ervoor te zorgen dat de motor een constante snelheid draait. In deze regellus is gebruik gemaakt van een PID controller.

De motor snelheid kan ingesteld worden met de functie setControlSpeed(int speed) in motorcontroller.c . Speed is hierbij de snelheid in graden per seconden.

4.2.8. Motor Encoder

Op de motor die de spiegel aanstuurt is een encoder aangesloten. Deze encoder vervult twee functies. Ten eerste wordt hij gebruikt om de snelheid van de motor te meten. Deze snelheid wordt gebruikt als terugkoppeling voor de pid regelaar. Ook registreert de encoder hoeveel graden de motor gedraaid heeft. Dit kan gebruikt worden om te bepalen onder welke hoek een meting is uitgevoerd.

Om de snelheid te bepalen van de motor, wordt er gebruik gemaakt van een “Input Capture With Dedicated Timer” Module. Deze module telt hoeveel tijd er tussen twee opgaande flanken op channel A zit. Hieruit wordt de snelheid berekend in omwentelingen per seconde. Deze snelheid is te verkrijgen met `getSpeed()` in `encoder.c`. De functie returned een double, met daarin de graden per seconde.

De instellingen van de Input Capture module zijn als volgt:

IC1CON1:

ICTSEL 111 System clock (FOSC/2)

ICM 010 Simple Capture mode: Capture on every rising edge

IC1CON2:

SYNCSEL 0 Not synchronized to any other module

Om de hoek te bepalen van de spiegel zal telt de microcontroller elke opgaande flank van channel A en channel B van de encoder. Dit gebeurt door middel van een externe interrupt. De huidige hoek kan achterhaald worden met de functie `getHeading()` in `encoder.c`.

5. Website

Om de gescande ruimte te weergeven, is er gekozen voor een website. De reden hiervoor is omdat er dan maar eenmailig een platform ontwikkeld hoeft te worden wat op ieder 'smart device' weergegeven kan worden. Verder heeft het geringe onderhoud nodig, omdat veel webbrowsers lang backwards compatible zijn.

5.1. Mogelijkheden

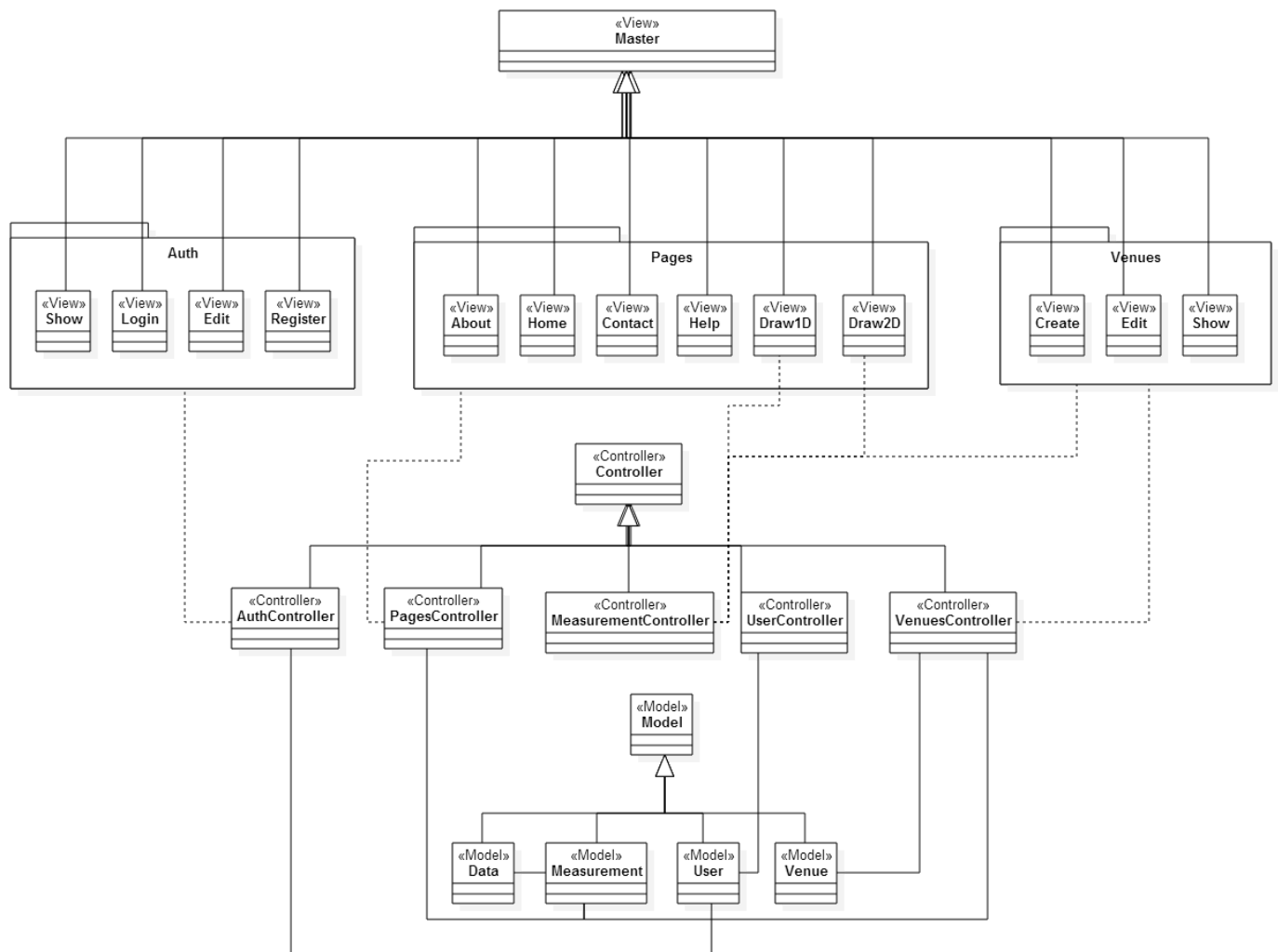
De website is afgeschermd en er dient dus te worden ingelogd. Eenmaal ingelogd kan er zowel een 1D als een 2D meting gedaan worden. Deze kan de gebruiker later ook nog terug kijken. Hier dient een ruimte voor aangemaakt te worden, waaronder de metingen kan worden opgeslagen.

5.2. Ontwerp

Als framework is er gekozen voor Laravel. Dit omdat het een goed gestructureerd en flexibel framework is, waar vele plugins voor beschikbaar zijn. Ook is hier in het verleden al gebruik van gemaakt, waardoor er dus al voorkennis van was.

5.2.1. Laravel

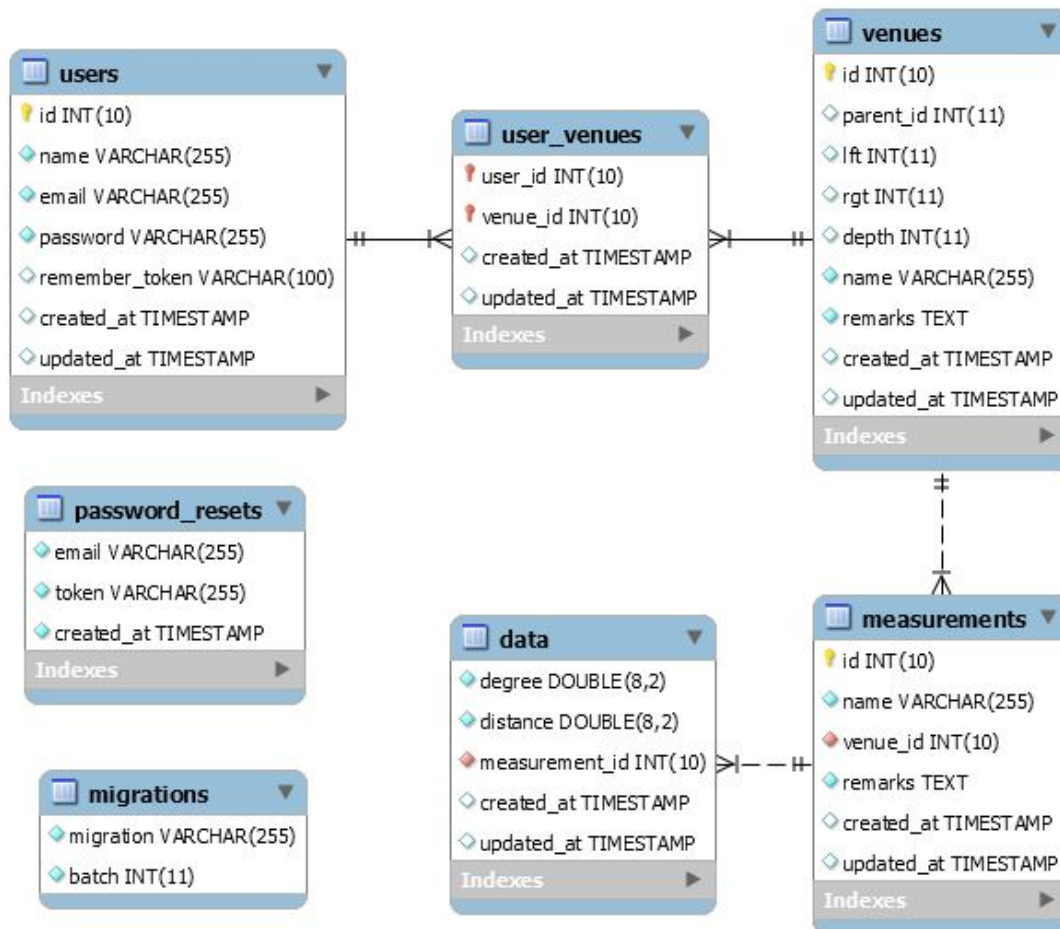
Laravel werkt via de model view controller architectuur. Zie hieronder het LIDAR domein klasse diagram.



Figuur 13: LIDAR domein klasse diagram

5.2.2. Database

De 'password_resets' en 'migrations' zijn standaard tabellen van laravel. Een user kan meerdere ruimtes bezitten en een ruimte kan ook aan meerdere users toegevoegd worden. Echter is het laatst genoemde niet geïmplementeerd, maar kan wellicht in de toekomst nog uitgebreid worden. Verder kan iedere ruimte een meting bevatten. Zie hier onder het diagram voor verduideliking.



Figuur 14: Lidar Database Diagram

6. Revisiehistorie

Versie	Datum	Omschrijving
1.0	03 Maart 2016	Eerste opzet van ontwerp document
1.1	08 April 2016	Toevoeging Software beschrijving
1.2	09 April 2016	Toevoeging Hardware beschrijving
2.0	16 Juni 2016	Verwerking uiteindelijke ontwerpen
2.1	17 Juni 2016	Concept versie ontwerp document
2.2	28 Juni 2016	Definitieve versie ontwerp document

7. Bijlages

Bijlage 1: Communicatie protocol

Communicatie Module -> Webserver

Instructie #	Instructie	Parameters	Voorbeeld
1	Measurement (cm)	[double,integer]	[1:[320,5:225]]
2	Error	[string]	[2:No heading input]
3	Warning	[string]	[3:Resolution Parameter out of limits]

Communicatie Webserver -> Module

Instructie #	Instructie	Parameters	Voorbeeld
1	Module on/off	[boolean]	[1:TRUE]
2	Measuring on/off	[boolean]	[2:TRUE]
3	Mode	[integer]	[3:FALSE]
4	Start_pulse	[double]	[1:180]
5	Set Sample Resolution (Samples/Cycle)	[integer]	[5:360]

modes:

1 = 1D

Start_pulse, met parameter welke grade

2 = 2D, single (360)

Start_pulse, geen optionele parameter nodig.

3 = 2D, continuous

Start_pulse, geen optionele parameter nodig.