

|  |
| --- |
| 2018-2019 |
| Project Ba3: Billy |
| 3ELICTE |

|  |
| --- |
|  |

3/04/2019

Daan Delabie

Thomas Feys

Niels Bauwens

Inhoud

[1. Inleiding 2](#_Toc7365155)

[2. Hardware 3](#_Toc7365156)

[3.1 Atmega, motor drivers en I/O-expanders 3](#_Toc7365157)

[3.1.1 Algemeen 3](#_Toc7365158)

[3.1.2 Schema 4](#_Toc7365159)

[3.1.3 Routing 6](#_Toc7365160)

[3.1.4 Etsen, solderen en aansluitingen 7](#_Toc7365161)

[3.2 IR Sensoren 8](#_Toc7365162)

[3.3 LED modules 10](#_Toc7365163)

[3.4 Bluetooth module 10](#_Toc7365164)

[3.5 LCD scherm 10](#_Toc7365165)

[3.6 RFID module 10](#_Toc7365166)

[3. Software 11](#_Toc7365167)

[4. Uitbereiding 11](#_Toc7365168)

[5. Kostberekening 11](#_Toc7365169)

[6. Taakverdeling 11](#_Toc7365170)

[7. Evaluatie 11](#_Toc7365171)

[7.1 Moeilijkheden 11](#_Toc7365172)

[7.2 Mogelijke verbeteringen 11](#_Toc7365173)

[8. Besluit 11](#_Toc7365174)

# Inleiding

Zelfrijdende auto’s zijn de dag van vandaag een ‘hot topic’. Voor het bachelor project spelen we hier mooi op in. Het doel van dit project is om een miniatuur auto, genaamd Billy, te maken dat zelfstandig een parcours kan volgen. Dit parcours is afgebakend door twee witte lijnen op een zwarte ondergrond, verder staat er een stippenlijn in het midden van de weg. Op het parcours liggen een aantal RFID tags die dienen als checkpoints. Als een van deze checkpoints gedetecteerd wordt, dan wordt de ‘rijtijd’ uitgeschreven naar een LCD scherm.

Als startpunt werd een autootje gebruikt met vierwielaandrijving. Elk wiel kan voorwaarts of achterwaarts aangestuurd worden met verschillende snelheden. Initieel werd een Arduino en een motorshield gebruikt om de software te testen. Deze werd later vervangen door een zelfgemaakt PCB die alle functionaliteiten implementeert.

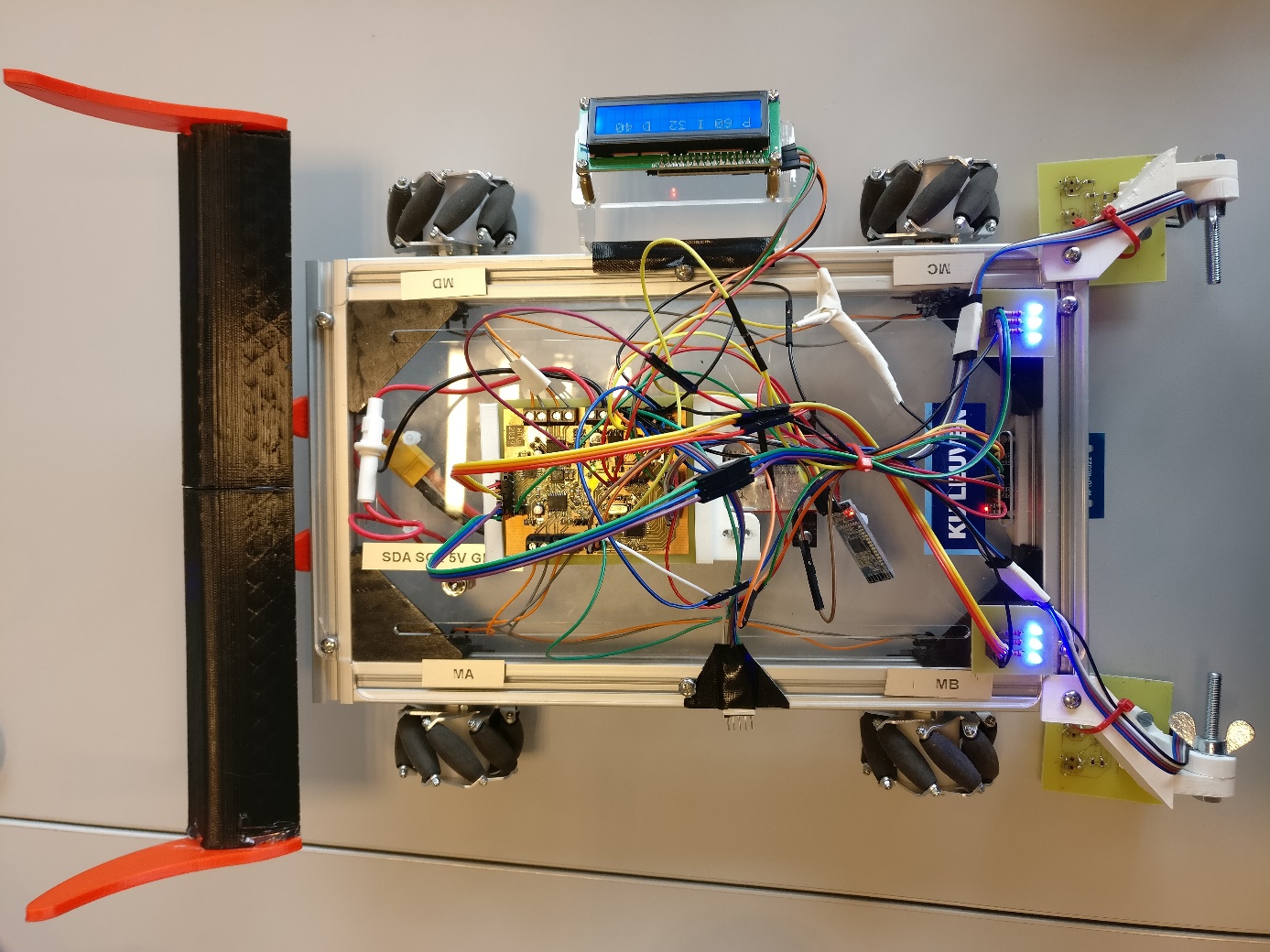
Als energiebron werd een lithium-polymeer-accu met 3 cellen voorzien. Deze werd bevestigd aan de onderzijde van de auto en levert een spanning van ongeveer 12 volt, die aan de hand van voltage regulators wordt omgezet naar de nodige spanningen.

Verder werden nog enkele extra functionaliteiten aangebracht. Zo is het mogelijk om de auto te starten en stoppen via een Bluetooth verbinding met een Android toestel. Op deze manier kunnen ook bepaalde parameters ingesteld worden.

De uiteindelijke opdracht bestaat eruit om de nodige hardware en software te ontwerpen en implementeren. Het uiteindelijke resultaat hiervan wordt beschreven in dit verslag. Eerst wordt de gemaakte hardware besproken. Daarna volgt een bespreking van de software implementatie. Hierop volgend worden de uitbreidingen besproken, zoals de Bluetooth connectie met een Android toestel. De kostenberekening is ook een belangrijk onderwerp. Voor dit project verkregen we een budget van 50 euro. Het verslag eindigt met een evaluatie en een besluit.

# Hardware

Op de auto zit heel wat hardware. Het belangrijkste onderdeel is de pcb die de Atmega, de motordrivers en de I/O-expanders bevat. Deze PCB bevindt zich centraal op de auto. Anderzijds zijn er twee gelijkaardige PCB’s die elk voorzien zijn van drie infra rood sensoren. Om te zien of deze sensoren tijdens het rijden een waarde inlezen, of met andere woorden een witte lijn detecteren, is de auto ook voorzien van twee kleine PCB’s met drie LED’s per PCB. Er werd ook een bluetooth module voorzien om de auto te starten, stoppen en bepaalde parameters aan te passen. Het LCD scherm dient om de gebruikte P, I en D waarde weer te geven. Deze geeft ook de tijd weer waarin de auto 1 volledig parcours aflegt. De tijd wordt opgemeten aan de hand van een RFID module en een MRFRC-522 card sensor module. Deze kaart ligt aan het begin of einde van het parcours.



Programmeer connector

Bluetooth module

Atmega, motorDrivers en I/O-expanders

RFID module

LCD met I2C module

IR sensoren

LED modules

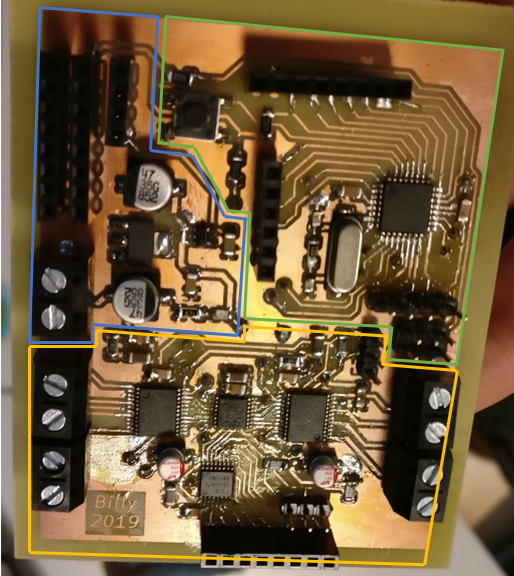
Figuur : Overzicht hardware

## 3.1 Atmega, motor drivers en I/O-expanders

### 3.1.1 Algemeen

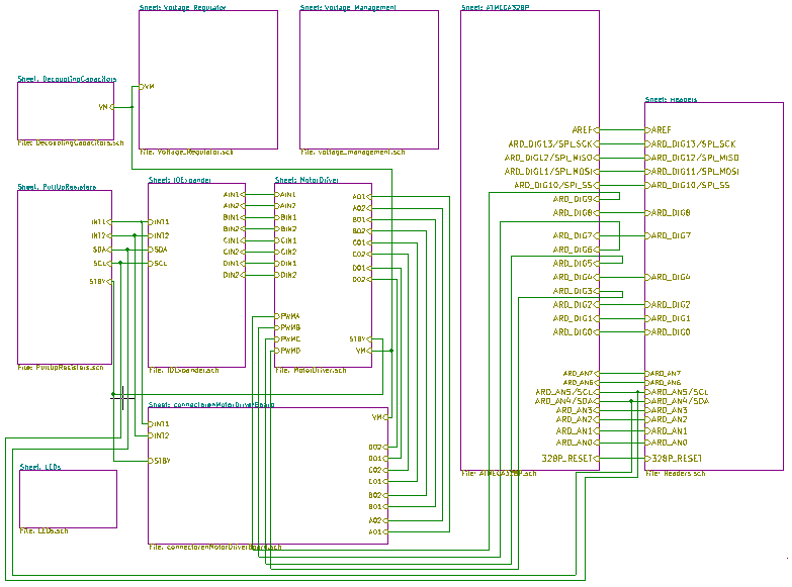
Dit is de belangrijkste PCB van de auto. Deze bevat de Atmega waarop de software geschreven en verwerkt wordt, de motor drivers die de motors aansturen en de I/O expanders die op hun beurt de motor drivers aansturen en extra digitale I/O pinnen voorzien. De software kan worden geüpload via de daarvoor voorziene programmeer connector die verbonden wordt met RX, TX, RESET, 5V en GND (ICSP connector). Deze PCB vervangt de arduino en het motor shield. We laten de overbodige onderdelen weg zoals bijvoorbeeld het USB upload gedeelte op de arduino.

De PCB wordt in drie delen verdeeld: de voedingsvoorziening (blauw), de motor drivers met de bijhorende I/O-expanders (geel) en het Atmega gedeelte (groen). Dit wordt weergegeven in figuur 2 op de volgende pagina.

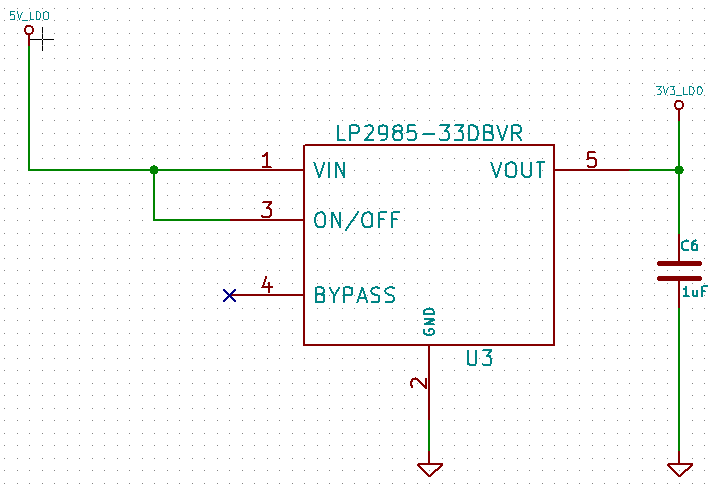
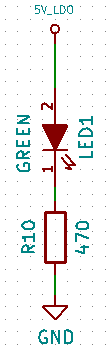
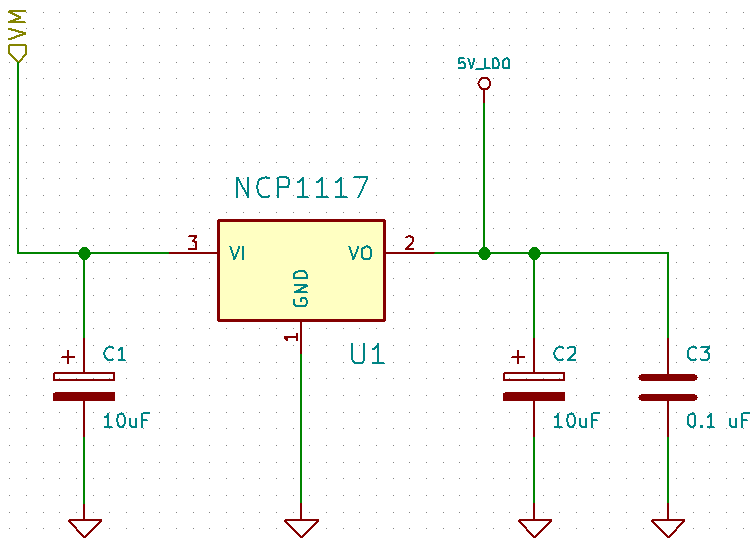


Figuur : PCB verdeeld in drie delen

### 3.1.2 Schema



Figuur : Globaal schema



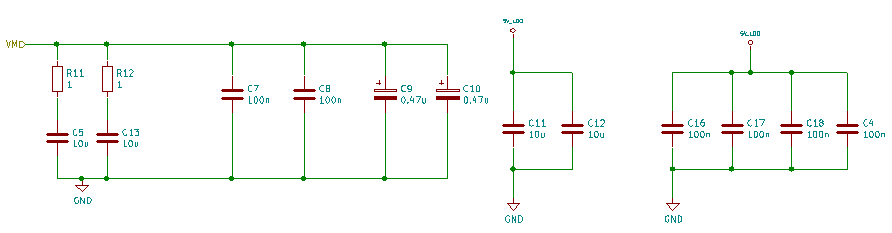
5V naar 3.3 V omzetting

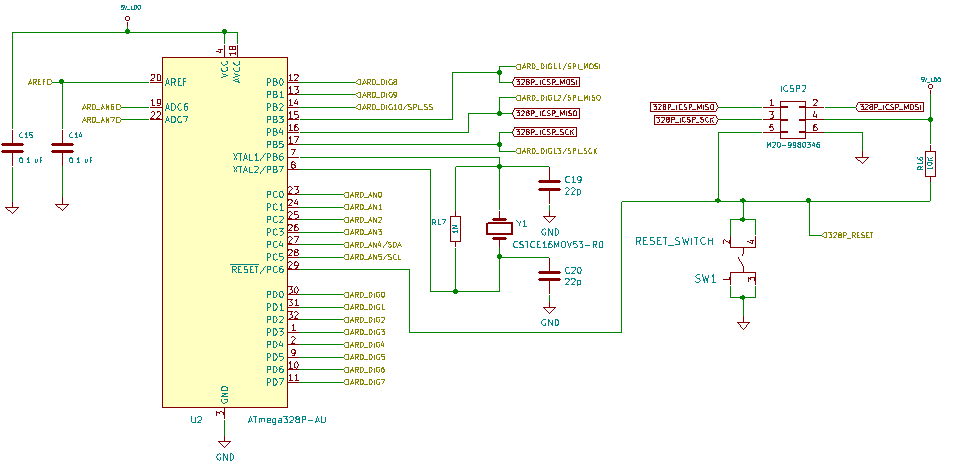
Ontkoppel condensatoren

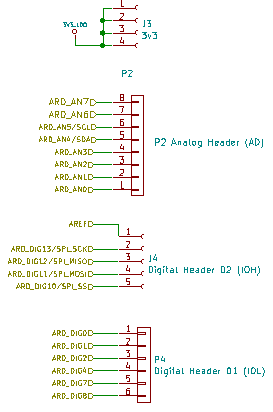
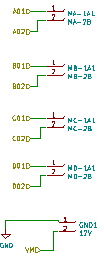
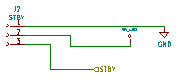
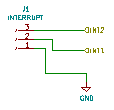
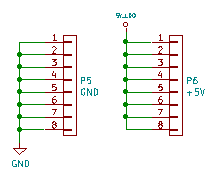
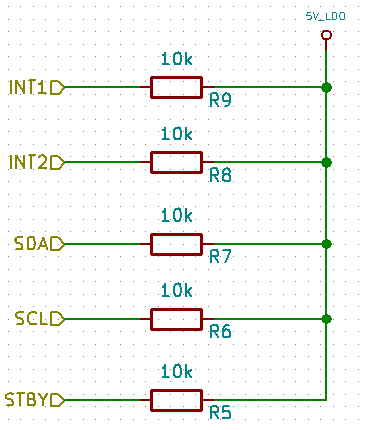
ON/OFF LED

12V naar 5V omzetting

12V naar 5V omzetting





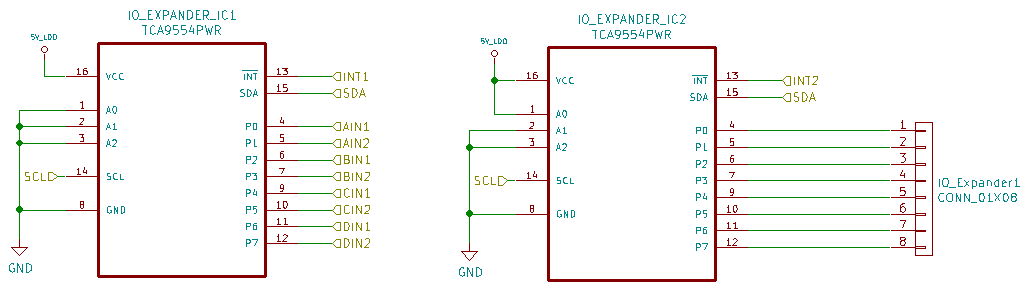


Pull-up weerstanden

Connectoren

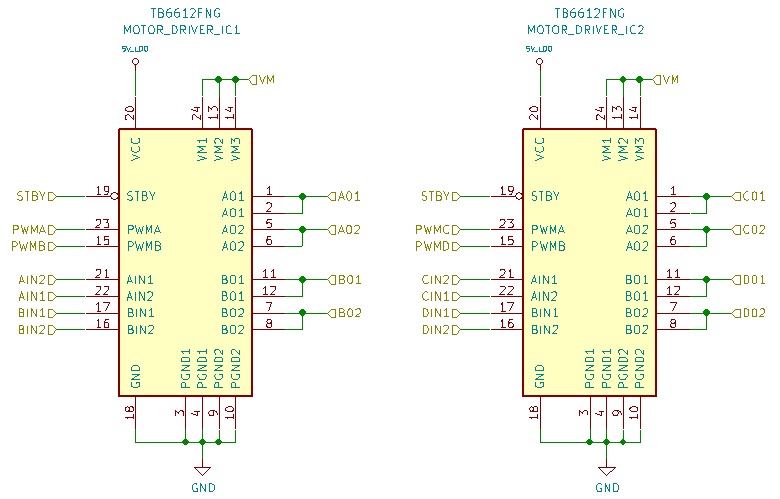
Atmega328P

Figuur : Schema deel 1



I/O-expanders

Motor drivers



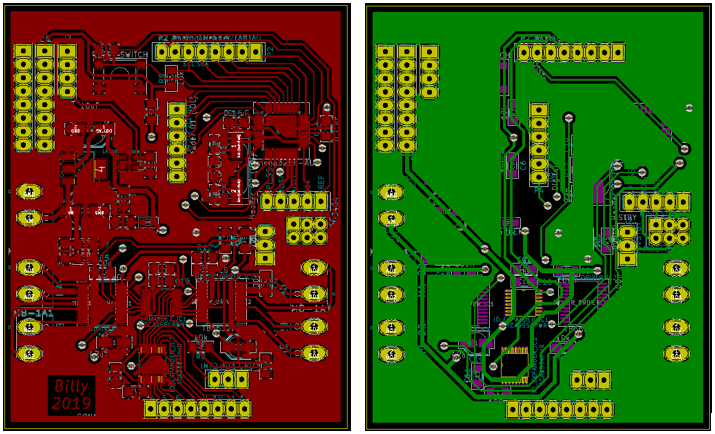
Figuur : Schema deel 2

In figuur 3 wordt de samenhang tussen de verschillende onderdelen van figuren 4 en 5 weergegeven. Het schema werd getekend met KiCAD. Enkele belangrijke componenten zijn de Atmega 328P, het kristal (CSTCE16MOV53-R0), de voltage regulators (NCP1117 en LP2985-33DBVR), de motor drivers (TB6612FNG) en de I/O-expanders (TCA9554PWR). De ontkoppeling van alle IC’s is ook van groot belang om storingen te vermijden. De afstand tussen het IC en de ontkoppelcondensatoren wordt zo klein mogelijk gemaakt bij het routen.

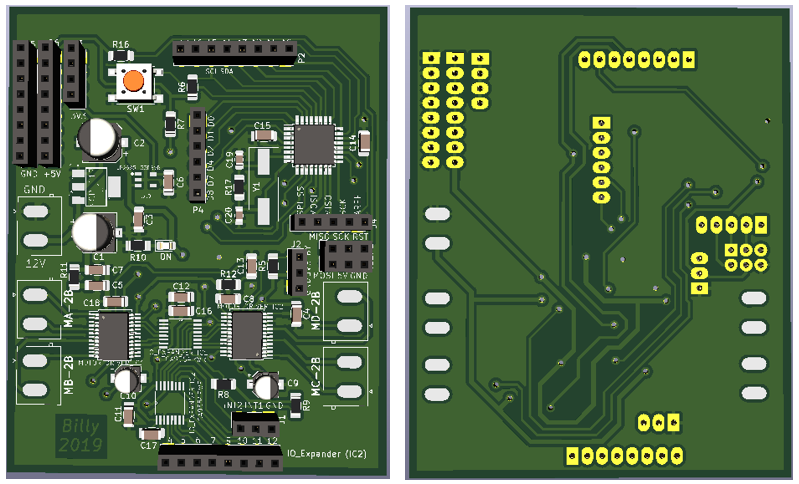
### 3.1.3 Routing

Na het tekenen van het schema volgt de routing. De routing gebeurt dubbelzijdig en bevat 25 through hole via’s en 31 pinnen waarbij ook via’s samen met de pin naar de onderkant van de PCB worden geleid. Het is belangrijk om sommige baantjes (zoals de voeding) iets dikker te maken. Enkel de pinheaders en de terminal blocks zijn through hole componenten. Alle andere componenten zijn smd componenten. De afstand tussen het IC en de ontkoppelcondensatoren wordt zo klein mogelijk gemaakt om zo weinig mogelijk storing te verkrijgen. Er wordt ook een ground vlak toegevoegd. Dit vereenvoudigd de routing, zorgt voor minder interferentie door massalussen en vermindert crosstalk tussen parallelle lijnen.

De printplaat wordt opgedeeld in drie sectoren. Deze werden eerder besproken in paragraaf ‘3.1.1 Algemeen’. Op de volgende pagina volgt een afbeelding van het uiteindelijke resultaat van de routing.



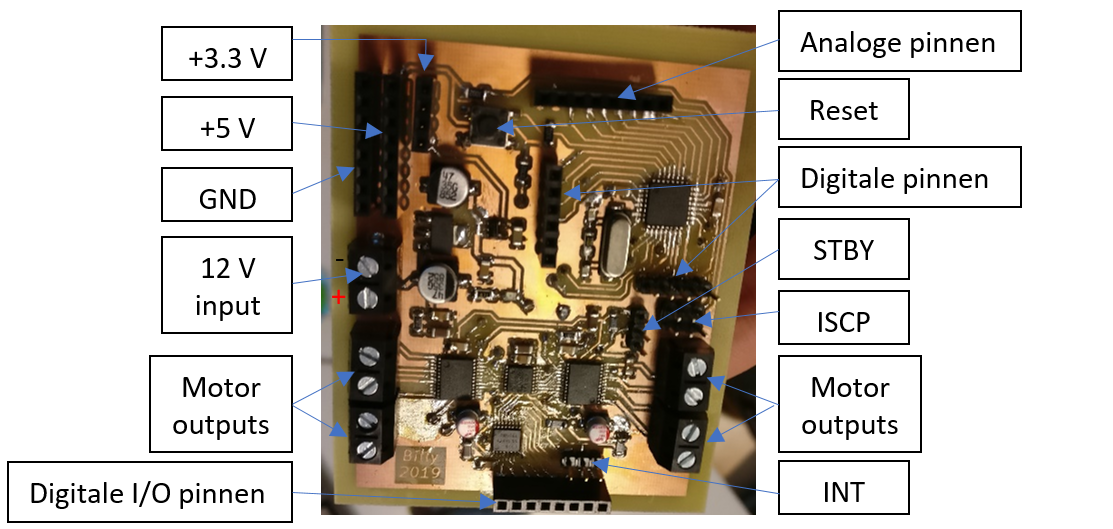
Figuur : Routing PCB voorkant en achterkant



Figuur 7: Routing 3D view voorkant en achterkant

### 3.1.4 Etsen, solderen en aansluitingen

Na het ontwerpen met behulp van KiCAD volgt het afdrukken op transparant papier, het belichten en het etsen. Eenmaal de PCB goed geëtst is kunnen alle componenten gesoldeerd worden. Het resultaat is terug te vinden op figuur 8.

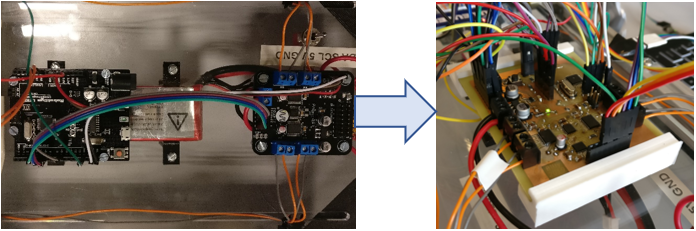


ICSP

Figuur : pin aanduiding eigen PCB

De PCB wordt gevoed op 12 V. Er is een 5 V, 3.3 V en ground voorziening voor het aansluiten van andere modules. De IR-sensoren worden aangesloten op de analoge pinnen. De digitale pinnen worden gebruikt voor de Bluetooth module, het LCD scherm (via I2C) en de RFID module. De LED modules worden aangesloten op de digitale I/O pinnen afkomstig van de I/O-expander. De ICSP (In Circuit Serial Programming) header wordt gebruikt om de bootloader en de software te uploaden. De STBY (standby) en de INT werd niet gebruikt. Deze konden weggelaten worden. De STBY is afkomstig van de motor drivers. Deze dient om de motors te stoppen zonder dat deze afhankelijk zijn van de toestand van de inputs IN1 en IN2 . De INT pinnen zijn afkomstig van de I/O-expanders die gebaseerd zijn op I2C. Telkens een input poort van de I/O expander veranderd wordt, wordt op deze INT pin een interrupt gegenereerd.

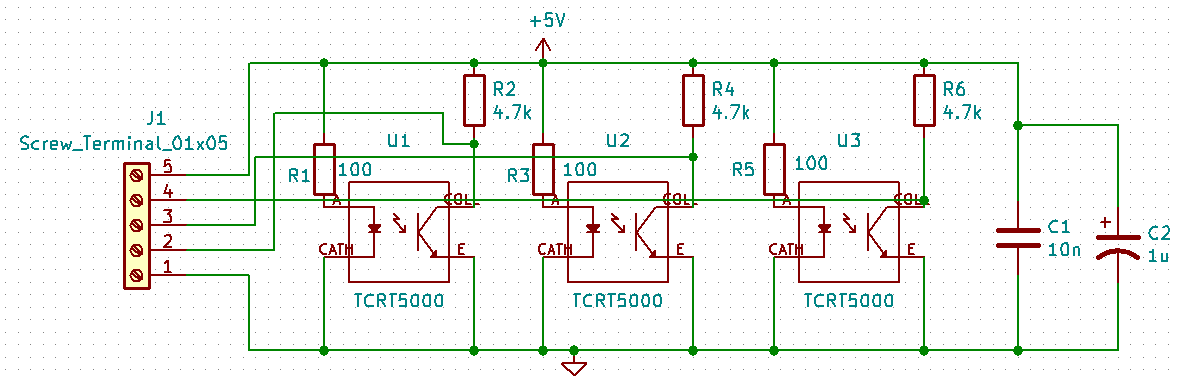
Nu alle aansluitingen gekend zijn kan de arduino en het motor shield vervangen worden door onze eigen PCB.



Figuur : Vervanging Arduino en moter shield met eigen PCB

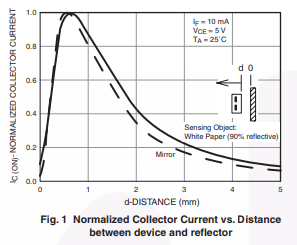
## 3.2 IR Sensoren

Om de auto te sturen maken we gebruik van 6 infrarood sensoren. Er zijn dus aan elke kant van de auto 3 sensoren. Deze detecteren de witte lijn op de zwarte ondergrond doormiddel van het meten van gereflecteerd licht afkomstig van de sensor zelf. Dit wordt verder besproken in paragraaf ‘4.1 Sensoren’. Het gebruikte schema en het resultaat wordt weergegeven in figuur 10. Ook hier is ontkoppeling voorzien.



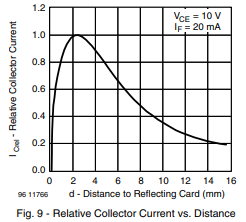
Figuur : Schema sensor PCB

Er werd gekozen voor TCRT5000 (Vishay) sensoren omdat deze een grote maximale detectie afstand hebben van 12 mm. Oorspronkelijk werd gestart met QRE1113 (Fairchild) sensoren maar deze hebben een maximale detectieafstand van ongeveer 3 mm. Hierdoor slepen deze op het parcours, wat niet zo praktisch is.



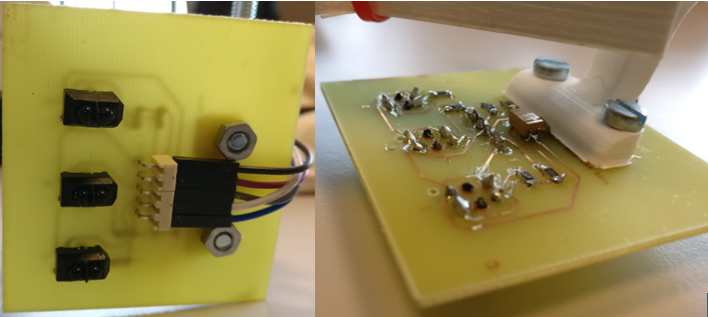
Figuur : Collector stroom in functie van de reflectieafstand van de QRE1113

(Fairchild, 2009)



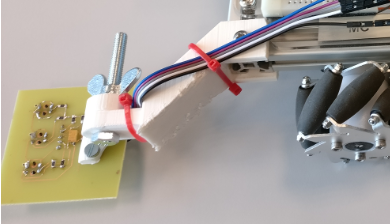
Figuur : Collector stroom in functie van reflectieafstand van de TCRT5000

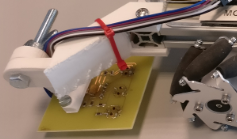
(Vishay, 2017)



Figuur : Realisatie sensoren

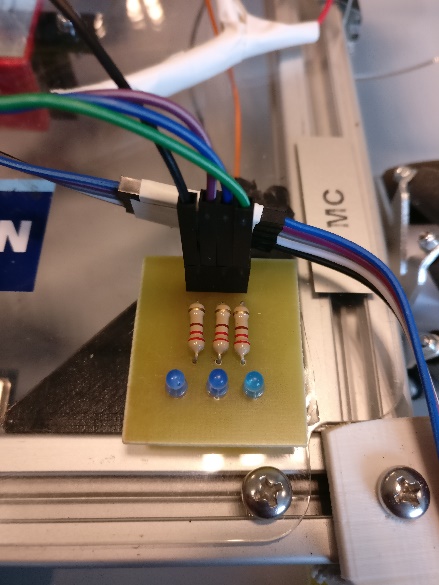
De sensoren werden gemonteerd op zelfontworpen ge3Dprinte sensorarmen. Hierdoor kunnen we de hoogte regelen ten opzichte van het parcours. Oorspronkelijk stonden deze armen naar voor gericht maar deze werden later gedraaid om de auto korter te maken. Op deze manier zit de auto zelf meer in het parcours en niet enkel de se sensorarmen.





Figuur : Sensor arm verbetering

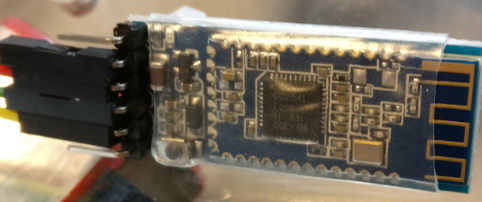
## 3.3 LED modules

Om makkelijk te zien of de sensoren waarden uitlezen wanneer deze een witte lijn kruisen werden twee LED modules gemaakt. Deze LED’s worden verbonden met de digitale I/O pinnen afkomstig van een I/O expander. Met behulp van deze LED modules is het handig om fouten op te sporen in het software gedeelte. Zo zien we bijvoorbeeld dat een middenlijn van het parcours ook gedetecteerd kan worden door de sensors en dat op deze manier de auto in de verkeerde richting wordt gestuurd . Dit probleem werd softwarematig weggewerkt.

Figuur : LED module

## 3.4 Bluetooth module

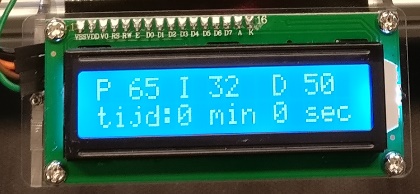
Voor de Bluetooth verbinding werd gebruik gemaakt van de HM-10 Bluetooth 4.0 BLE module. BLE werd ontwikkeld voor low power toepassingen.

Data afkomstig van een gemaakte App wordt binnen gelezen en gestuurd naar digitale pin D2. Data wegsturen gebeurd via pin D4. Om de data in te lezen wordt een spanningsdeler gebruikt aangezien de Bluetooth module een spanning van 3.3 V verwacht aan de ingang.

Hoe we deze module gebruiken wordt verder besproken in dit verslag. Zowel de Applicatie voor een Android toestel als de software wordt verder besproken.

Figuur : HM-10 Bluetooth module

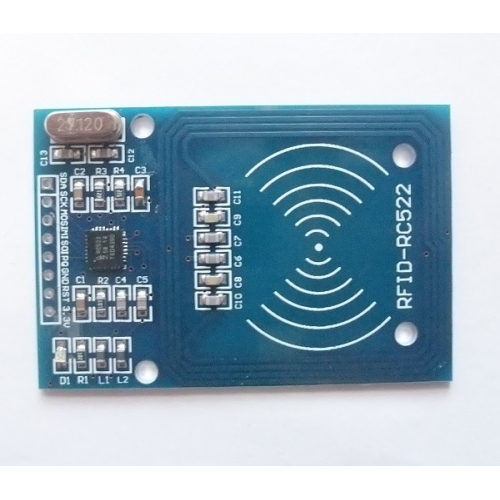
## 3.5 LCD scherm



Om de parcoursronde tijd en de PID waarden weer te geven wordt gebruik gemaakt van een LCD scherm. Deze is voorzien van een extra I²C module. Zo besparen we pinnen van de Atmega.

Figuur : LCD scherm

## 3.6 RFID module

Om de rondetijd waarin het wagentje het parcours aflegt te meten maken we gebruik van een RFID module en bijhorende passieve RFID-tag. RFID staat voor Radio-frequency identification. Indien de auto over de tag rijdt, detecteert de RFID module de RFID-tag. Aangezien deze tag een resonantiekring bevat kan de module met behulp van elektromagnetische pulsen de kaart opsporen. De kaart krijgt namelijk energie via deze radiofrequentiegolven. Met behulp van deze energie ,opgenomen door een antenne, kan een inwendige condensator opgeladen worden. Als deze voldoende spanning heeft opgebouwd wordt een inwendige chip geactiveerd. Deze chip leest het geheugen en verzendt de gegevens naar de RFID-module.

Figuur : RFID module

# Software

# Uitbereiding

app, 3d geprinte stukken

# Kostberekening

Zie Excel.

# 6. Taakverdeling

samenwerking team, coach, wat kon beter ? (van ppt)

# 7. Evaluatie

*hoe verliep het project, de werking met de wagentjes (van ppt)*

## 7.1 Moeilijkheden

- wielen die afvallen

- middenlijn detectie

## 7.2 Mogelijke verbeteringen

- int en stby klemmen weglaten 🡪 hardware nog optimaliseren 🡪 kleiner maken,

- spanningsmeter voor batterij toevoegen

# 8. Besluit

- werkt beter als sensoren dichter van wielen staan 🡪 gedraaid (foto)

# Bibliografie

Currey, M. (2017, januari 5). *HM-10 Bluetooth 4 BLE Modules*. Opgehaald van www.martyncurrey.com: http://www.martyncurrey.com/hm-10-bluetooth-4ble-modules/

Fairchild, S. (2009, september). Datasheet: QRE1113, QRE1113GR Minature Reflective Object Sensor.

N.N. (2012, oktober 30). *RFID (Radio Frequency Identification)*. Opgehaald van www.technotheek.utwente.nl: http://technotheek.utwente.nl/wiki/RFID\_(Radio\_Frequency\_Identification)

Vishay, S. (2017, februari 8). Datasheet: TCRT5000, TCRT5000L Reflective Optical Sensor with Transistor Output.