

# Line-following Robot

**Tom LIERMAN**  
**Matthias ALLEMAN**

Begeleiders: Guus Leenders  
Stijn Crul  
Carine Naessens  
Liesbet Van der Perre

Coach: Kevin Verniers

Bachelorproef ingediend tot het behalen van  
de graad van Bachelor of Science in de  
industriële wetenschappen: Industriële  
Wetenschappen: Elektronica-ICT Elektronica

©Copyright KU Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, kan u zich richten tot KU Leuven Technologicampus Gent, Gebroeders De Smetstraat 1, B-9000 Gent, +32 92 65 86 10 of via e-mail [iiw.gent@kuleuven.be](mailto:iiw.gent@kuleuven.be).

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in deze masterproef beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

# Dankwoord

Dank aan mezelf

Dank aan een ander

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Opdrachtbeschrijving</b>	<b>1</b>
1.1	Hardware . . . . .	1
1.2	Software . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Taakverdeling</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Onkosten</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Vormgeving van de Robot</b>	<b>5</b>
4.1	This is a Section Heading . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Hardware</b>	<b>6</b>
5.1	Tussenstuk . . . . .	6
5.2	Arduino . . . . .	6
5.2.1	Arduino RFID . . . . .	6
5.2.2	Arduino Motor . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Taakverdeling</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Moeilijkheden</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Coach</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>Besluit</b>	<b>13</b>
<b>A</b>	<b>Beschrijving van deze masterproef in de vorm van een wetenschappelijk artikel</b>	<b>14</b>
<b>B</b>	<b>Poster</b>	<b>15</b>

# Lijst van figuren

1.1	Motorshield gecombineerd met een Arduino. . . . .	2
5.1	Routing van de PCB die als verlengstuk dient. . . . .	7
5.2	De gebruikte Bluetooth-module, ingeplukt op de verlengPCB. . . . .	8
5.3	Gebruikte RFID-reader MRFC522. . . . .	9

## Lijst van tabellen

3.1	Tabel met aankopen en hun prijs. . . . .	4
-----	--	---

# Hoofdstuk 1

## Opdrachtbeschrijving

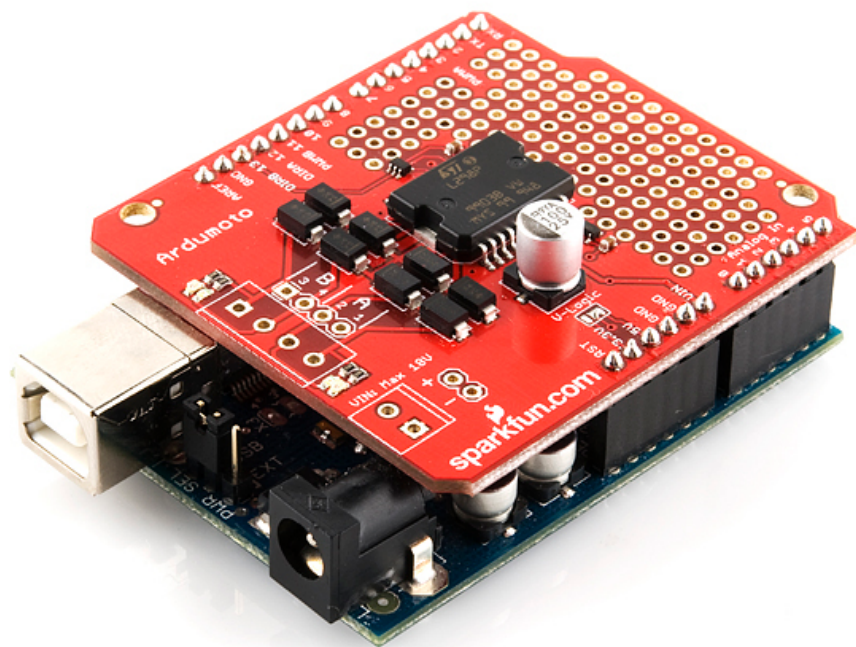
De opdracht bestaat erin om een line-following robot te maken. De opdracht was iets anders dan de klassieke line-follower, we konden namelijk geen volle lijn volgen. De baan bestond uit twee volle lijnen met er tussenin een stippellijn, de breedte van de baan is ongeveer twee keer de breedte van de auto. We kregen al de carrosserie van de auto, samen met de twee motoren en een batterij. We mochten zoveel componenten 3D printen zoals we wouden. We kregen een budget van 50 euro ter beschikking. We kunnen de opdracht opsplitsen in twee takken, hardware en software.

### 1.1 Hardware

We moesten natuurlijk zelf zorgen voor de elektronica. We konden om de opdracht uit te werken gebruik maken van een Arduino Uno gecombineerd met een Motorshield van Sparkfun, zie figuur 1.1. Maar uiteindelijk moesten we zelf selecteren uit de Arduino en de Motorshield wat we nodig hadden en er zelf 1 printplaat te maken. Voor de sensors, de Bluetooth-module en de RFID-reader mochten we kiezen of we zelf dingen ontworpen of kant-en-klare modules te kopen.

### 1.2 Software

Het tweede onderdeel van de onderdeel bestond erin om de arduino (en dus later ook onze eigen PCB) te programmeren. We moesten gebruik maken van PID-afregeling. We moesten ook de snelheid kunnen meten, RFID-tags uitlezen en dit alles doorsturen via Bluetooth naar een Raspberry Pi.



**Figuur 1.1:** Motorshield gecombineerd met een Arduino.



## **Hoofdstuk 2**

# **Taakverdeling**

In het vorig hoofdstuk hebben we naar deze tekst verwezen.

## Hoofdstuk 3

# Onkosten

In dit hoofdstuk hebben we een kleine tabel gemaakt van onze aangekochte componenten/modules. Alle basiscomponenten die we nodig hadden voor de ArduMoto werd sowieso al voorzien en moesten we dus niet opnemen in deze onkosten tabel. Hier moeten we enkel onze eigen specifieke aankopen vermelden. Zoals ook al vermeld in hoofdstuk 1 konden we ook in principe onbeperkt 3D-stukken printen. Dit hebben we ook een paar keer gebruikt maar dit moest ook niet in de onkosten gezet worden. We hebben dus slechts drie verschillende zaken aangekocht, namelijk een bluetooth-module, een RFID-module en 10 line-following sensors. Dit alles hebben we voorgesteld in tabel 3.1.

**Tabel 3.1:** Tabel met aankopen en hun prijs.

Beschrijving aankoop	Prijs (in euro)
HCO5 (Bluetooth module)	5.37
MRFC522 (RFID Reader)	4.15
10x Line-following Sensors	2.16

## Hoofdstuk 4

# Vormgeving van de Robot

XXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXX XXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXXX  
XXX XXXXX XXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXX XXXXX XXX XXXX  
XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXX XXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXX  
XXXX XXXXXXXXXXX

### 4.1 This is a Section Heading

## Hoofdstuk 5

# Hardware

Op ons wagentje kun je zien dat we gebruik maken van 3 zelfgemaakte PCB/s. Twee ervan zijn de combinatie van de Motorshield en de arduino/atmega. De andere is om het overzichtelijk te houden voor de kabels.

### 5.1 Tussenstuk

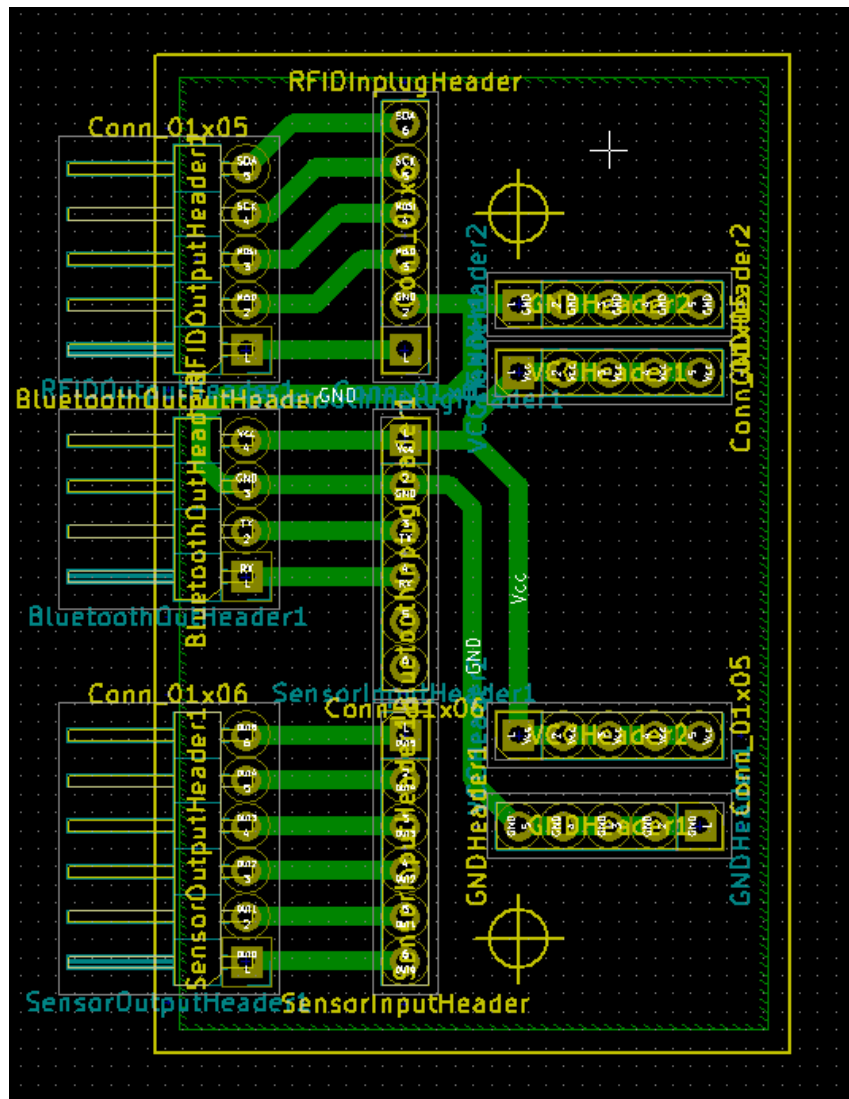
We maken gebruik van een tussenstukje, zodat alle line-following sensors naar hetzelfde printplaatje gaan en dit printplaatje dan enkel met 1 voeding en 1 ground moet verbonden worden. De uitgangssignalen worden hier gewoon doorgegeven naar de Atmega. We hebben op dit printplaatje ook de mogelijkheid voorzien om de Bluetooth-module en de RFID-reader aan te sluiten. We hebben nadien ontdekt dat de RFID-reader niet echt kon aangesloten worden op dit printplaatje, om de simpele reden dat het gebruik maakt van dezelfde pinnen die we nodig hebben voor de motoraansturing. Dit leggen we later nog uitgebreider uit.

We hebben dus 10 5V-aansluitingen voorzien, 10 GND-aansluitingen, de outputs van de sensors die doorgestuurd kunnen worden, de pinnen nodig voor de Bluetooth-module (Key, Vcc, GND, TXD, RXD en State) en de signalen nodig voor de RFID-reader, maar dit wordt niet gebruikt. Niet alle zes de uitgangen van de Bluetooth-module moeten worden doorgestuurd naar onze atmega, deze vereenvoudiging vindt ook plaats op deze PCB. Enkel de signalen Vcc, GND, TXD en RXD worden van een uitgang voorzien. Deze uitgangen worden dus doorverbonden met de Atmega. De Vcc en de GND aan deze uitgang zorgen dus ook voor de voeding van de volledige PCB. We maken gebruik van de HC05 Bluetooth-module, een foto van de module wordt weergegeven in afbeelding 5.2.

### 5.2 Ardumoto

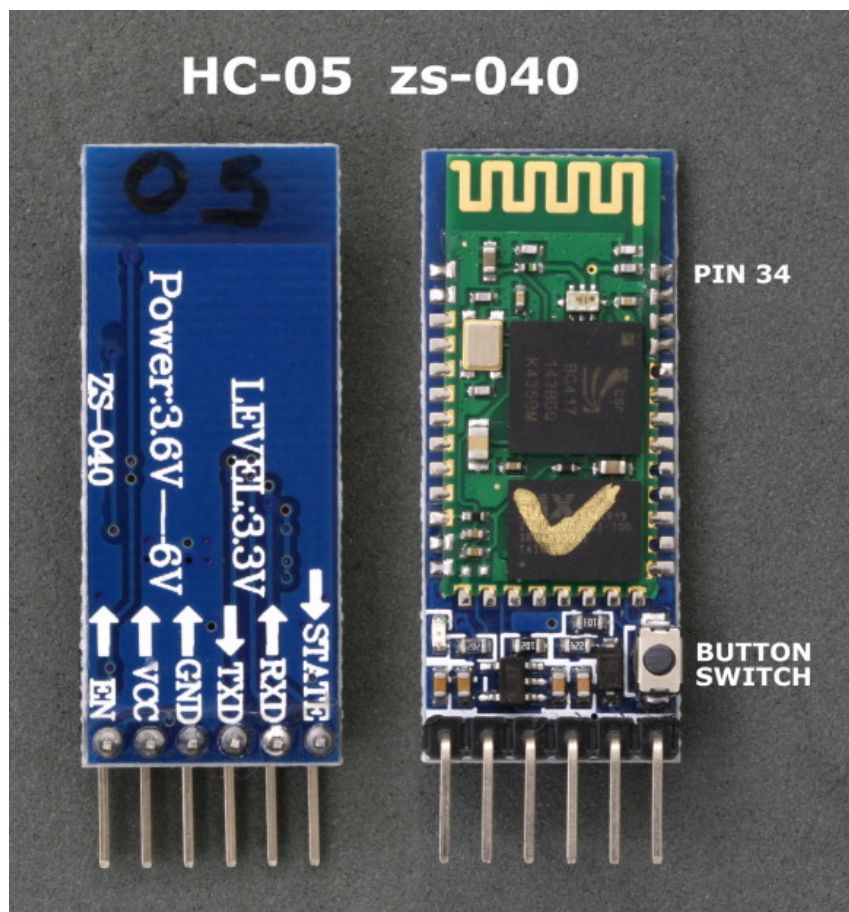
#### 5.2.1 Ardumoto RFID

De tweede printplaat die we gebruiken is eigenlijk ook de volledige combinatie van de atmega en de motorshield, maar we gebruiken enkel de atmega. Deze PCB zorgt voor de aansturing van de RFID-reader. We hebben een tweede atmega nodig omdat de RFID-reader volgende signalen nodig heeft om correct aangestuurd te worden: SS/RX, SCK, MOSI, MISO/TX, IRQ, GND, RST, Vcc. 3 van deze pinnen worden ook gebruikt voor de motoraansturing. SCK is namelijk dezelfde pin als die voor de aansturing van de richting van motor B. MOSI is dezelfde pin als die voor de



**Figuur 5.1:** Routing van de PCB die als verlengstuk dient.

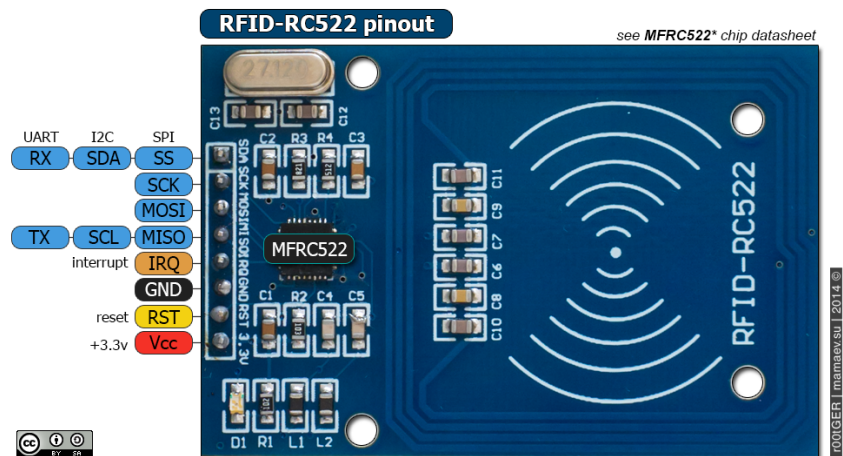
aansturing van de snelheid van motor B. En de laatste overeenkomstige pin is die van MISO, dit is namelijk dezelfde pin als de aansturing van de richting van motor A. Over deze signalen kunnen er geen twee signalen tegelijkertijd worden over gestuurd. We konden ook eventueel gebruik maken van het  $I^2C$  principe, in plaats van ISP. Door  $I^2C$  te gebruiken gingen we geen pinnen nodig hebben die we al gebruikt hadden en dus ook geen tweede PCB, maar we waren toen al beter aan een wat verbeterde versie van de PCB waardoor we dus toch twee werkende PCB/s gingen hebben. We hadden ook al een werkende code voor de RFID gebaseerd op het ISP protocol. We hebben gebruik gemaakt van een RFID-reader-module, nl. de MRFC522, deze module wordt weergegeven in figuur 5.3. Om een RFID uit te lezen moet de reader op  $\approx 1$  cm passeren boven de tag. Dit probleem hebben we opgelost door een stukje te laten printen die we vastvrijzen aan het wagentje.



**Figuur 5.2:** De gebruikte Bluetooth-module, ingeplugd op de verlengPCB.

### 5.2.2 Ardumoto Motor

Deze PCB dient voor de aansturing van de motoren en ook het doorsturen van de signalen naar de Raspberry Pi via de Bluetooth module. Er waren nog enkele fouten gekropen in het PCB-design. Enkele footprints waren aan de kleine kant, terwijl we dachten na de eerste keer we ze wat aangepast hadden. Maar de grootste fout die erin zat was dat we een ingang van de L298 (de IC verantwoordelijk voor de motoraansturing) vergeten te verbinden waren met het PWRIN signaal. Als basis van ons schema hebben we gebruik gemaakt van een Arduino Uno. Om te beginnen konden we de USB interface voor de aansluiting van een USB-kabel weglaten. (FOTO USB) Dit konden we weglaten doordat we gebruik gingen maken van de ICSP-pinnen mbv. een andere Arduino. We hebben ook bewust alle LED/s weggelaten omdat we dit niet echt nodig hebben en dit onze arduino groter zou maken dan strikt nodig. We hebben ook de labels veranderd van het standaardschema naar wat meer betekenisvolle namen zoals bijvoorbeeld MISO vervangen door DIR A. (FOTO ATMEGA) R8 bijvoorbeeld hebben we ook weggelaten, deze weerstand wordt vaak gebruikt om een brugje te creëren om baantjes te kunnen ondertrekken. Pinnen 27 en 28 hebben we niet nodig, dus mogen we de condensator hier rond ook verwijderen. De jumper hebben we weggelaten omdat we die niet nodig achtten.



**Figuur 5.3:** Gebruikte RFID-reader MRFC522.

## **Hoofdstuk 6**

# **Taakverdeling**

In het vorig hoofdstuk hebben we naar deze tekst verwezen.



## **Hoofdstuk 7**

# **Moeilijkheden**

In het vorig hoofdstuk hebben we naar deze tekst verwezen.

## Hoofdstuk 8

### Coach

Dit jaar was het de eerste keer dat alle teams een persoonlijke coach werden toegekend. Tijdens de projectweek moesten we onze zwakke punten opgeven. Naar gelang deze zwakke punten hebben we een persoonlijke begeleider gekregen, in ons geval Kevin. Wij hadden vooraf vooral schrik voor het PCB-design en het kunnen verklaren van het al dan niet weglaten van bepaalde componenten en het waarom daarvan. Kevin stond altijd klaar om op onze vragen te antwoorden en als het nodig was ons te helpen zoeken naar het probleem. Dit hadden we vooral nodig voor het installeren van de Ardumoto voor de motoraansturing. Er zaten enkele foutjes in. Kevin ontzag het niet om enkele uren te helpen zoeken naar de fout in de PCB, die we na lang zoeken dan eindelijk gevonden hebben. Kortom, voor ons was een persoonlijke coach een zeer goede ervaring. We konden altijd terecht bij de hoofdbegeleiders Guus en Stijn, maar het was altijd handig om bij meer specifieke vragen te kunnen vragen aan Kevin.

## **Hoofdstuk 9**

### **Besluit**

In het vorig hoofdstuk hebben we naar deze tekst verwezen.

## **Bijlage A**

# **Beschrijving van deze masterproef in de vorm van een wetenschappelijk artikel**

**Bijlage B**

**Poster**

FACULTEIT INDUSTRIELE INGENIEURSWETENSCHAPPEN  
TECHNOLOGIECAMPUS GENT  
Gebroeders De Smetstraat 1  
9000 GENT, België  
tel. + 32 92 65 86 10  
fax + 32 92 25 62 69  
iiw.gent@kuleuven.be  
www.iw.kuleuven.be



LID VAN **ASSOCIATIE  
KU LEUVEN**