

# Laser tag project



Door: Otto, Watze, Matthies, Nathan  
Docent: Wouter van Ooijen & Jan Zuurbier  
Klas: v2c  
Datum: 06/11/2019

# Voorwoord

Dit onderzoek wordt gedaan in opdracht van de Hogeschool Utrecht. Het betreft de thema devices opdracht van periode één van het tweede bachelorjaar. Het idee van dit verslag is het leren van het opzetten van een goede onderzoeksvraag en het leren van het opstellen van een goed onderzoek om deze vragen te beantwoorden.

Het uiteindelijke doel van de themaopdracht devices is een werkende lasergame bouwen. Voor een goed werkende lasergame is het van groot belang dat dataoverdracht tussen twee guns goed werkt. In dit verslag is te lezen hoe wij hier onderzoek naar hebben gedaan.

# Inhoudsopgave

<b>Voorwoord</b>	<b>1</b>
<b>Inhoudsopgave</b>	<b>2</b>
<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>Onderzoeksvraag</b>	<b>6</b>
<b>Uitwerking deelvragen</b>	<b>7</b>
<b>Welke van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led.</b>	<b>7</b>
Literatuuronderzoek	7
<i>Ir-led karakteristieken</i>	7
<i>Ir-signaal karakteristieken</i>	7
<i>De Arduino due karakteristieken</i>	8
<i>Waarom een transistor?</i>	8
<i>De transistor</i>	9
<i>Operationele regio's</i>	9
<i>Darlington transistor</i>	10
<i>Schakeling met een ir-led</i>	10
Onderzoek	11
<i>TIP122</i>	12
<i>2N2222</i>	14
<i>Afstand</i>	16
Conclusie	16
<b>Hoe verklein je de signaalkegel van het ir signaal het efficiënts zonder data te verliezen?</b>	<b>17</b>
Deelvragen	17
Methode	18
Hypothese	18
Bevindingen	19
<b>Onder welke hoek kan een ir- receiver maximaal signaal ontvangen?</b>	<b>20</b>
Benodigdheden	20
Bevindingen	21
<b>Wat is de optimale manier om meerdere ir sensoren aan te sluiten en uit te lezen?</b>	<b>22</b>
Doel	22
Materialen lijst	22
Vooronderzoek	22
Testopstelling	23
Conclusie	25
<b>Welke externe verlichting heeft invloed op de signaaloverdracht?</b>	<b>26</b>
Materialen	26
Testcase	26
Hypothese	27
Data	27
Conclusie	29
Advies voor vervolgonderzoeken	29
<b>Conclusie</b>	<b>30</b>
<b>Referenties</b>	<b>32</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>33</b>



# Inleiding

Laser tag is een spel dat over het algemeen wordt gespeeld tussen twee teams. Het doel van het spel is zo veel mogelijk punten verzamelen door het “afschieten” van de tegenstander. Bij laser tag draagt iedere deelnemer een speciaal pak en heeft een lasergun. Met de laser kan geschoten worden op het harnas van de tegenstander om zo de tegenstander “af te schieten”.

De laser gun schiet niet echt met lasers. In realiteit schiet de de laser gun met infrarood licht. Infrarood is een vorm van elektromagnetische straling met golflengten tussen de 780 nm en 1 mm. Voor een mens is infraroodstraling niet waarneembaar en daarom perfect om te gebruiken in een lasergame. De lasers die op het geweer zitten zijn slechts voor de sier.

Op het harnas van een speler zit een infraroodontvanger. De ontvanger geeft een hoog of laag signaal afhankelijk van of het wel of geen infrarood licht ziet. Aan de hand van een afgesproken protocol tussen de ir zender en ir ontvanger, kan data worden uitgewisseld en daarmee kan een lasergame spel gebouwd worden.

Een lasergame heeft een aantal hardware-objecten die goed dienen samen te werken om het een leuk spel te maken. Daarnaast dient elk individueel hardware object getweaked te worden op basis van de gewenste eigenschappen van het spel. Een aantal voorbeelden hiervan zijn:

- De afstand waarmee spelers elkaar kunnen raken
- De zendhoek van het ir-signaal
- De ontvangsthoek van de ir-ontvanger
- Hoe meerdere leds en ontvangers de data-overdracht tussen zender en ontvanger kunnen versterken.

In het onderstaande stuk zal op elk van deze punten een korte toelichting gegeven worden.

## **De afstand**

Het is niet bevorderlijk voor het spel als de maximale afstand waarvan de tegenstanders elkaar kunnen raken maar maximaal twee meter is. Het is dus van belang dat er een goede schakeling achter de hardware zit om het ir-signaal dusdanig te vergroten, dat er minimaal een afstand van tien meter overbrugd kan worden met het signaal. Daarnaast is het belangrijk dat er correcte data verzonden wordt over deze afstand. Er moet immers wel zinnige data uit de verzonden berichten gehaald kunnen worden.

## **De zendhoek van het ir-signaal**

Voor een realistische lasergame is het belangrijk dat de zendhoek van de ir-led niet te groot is. Anders kan een speler geraakt worden terwijl er niet op hem of haar gericht wordt.

## **De ontvangsthoek van de ir-ontvanger**

Een speler moet geraakt kunnen worden als er op hem of haar wordt schoten, ongeacht of deze speler naar de schutter toe gericht staat. Daarom is het belangrijk om de ontvangsthoek van de ir-ontvanger te onderzoeken.

**Meerdere ir-leds en ontvangers**

Meerdere ir-leds en ontvangers kunnen mogelijk de overdracht van data tussen zender en ontvanger versterken. Daarnaast kunnen meerdere ontvangers ervoor zorgen dat de speler van zowel voor als achter geraakt kan worden. Hierbij is het van belang om uit te zoeken hoe meerdere ontvangers samen aangesloten moeten worden en wat voor effect dit heeft op de data-overdracht.

# Onderzoeksvraag

Bij dit onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal:

*Welke middelen zijn er nodig en hoe moeten die samenwerken om data, door middel van ir-led, met een bereik van minimaal tien meter in een vrije zichtlijn en over een hoek van maximaal tien graden over te brengen?*

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- **Welk van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led en hoe moeten deze worden aangesloten op de Arduino Due?**  
*Deze vraag zal beantwoord worden d.m.v. literatuuronderzoek en berekeningen en zal gecontroleerd worden aan de hand van de nagebouwde schakeling.*
- **Hoe verklein je de signaalkegel van het ir signaal zonder data te verliezen?**  
*Deze vraag zal onderzocht worden d.m.v. een eigen experiment*
- **Onder welke hoek kan een ir- receiver maximaal signaal ontvangen?**  
*Deze vraag zal onderzocht worden d.m.v. een eigen experiment*
- **Wat is de optimale manier om meerdere ir-sensoren aan te sluiten en uit te lezen en wat voor effect heeft dit op de overdracht van ir-data?**  
*Deze vraag zal onderzocht worden d.m.v. een eigen experiment en literatuuronderzoek.*
- **Welke externe verlichting heeft invloed op de signaaloverdracht?** *Deze deelvraag (inclusief subvragen) zullen worden onderzocht d.m.v. een eigen experiment))*
  - *Hoe beïnvloedt tl-licht het ir-signaal?*
  - *hoe beïnvloedt daglicht het ir-signaal?*
- **Hoe beïnvloedt meer ir leds de kracht van het signaal? ( deze vraag zal worden onderzocht d.m.v. een eigen experiment)**

In het volgende stuk van het onderzoeksverslag zullen alle deelvragen één voor één worden beantwoord.

# Uitwerking deelvragen

Welke van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led.

In het volgende stuk wordt de volgende deelvraag onderzocht:

*Welke van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led.*

Deze onderzoeksvraag zal voornamelijk worden beantwoord d.m.v. literatuuronderzoek naar de karakteristieken van de componenten en hardware die wordt gebruikt om deze schakelingen te realiseren.

## Literatuuronderzoek

In dit deel van het verslag worden de bevindingen van het literatuuronderzoek besproken voor het lasergame project. Voordat er allerlei schakelingen worden gebouwd, is het eerst van belang dat de karakteristieken van de hardware die wordt gebruikt onderzocht wordt. Daarnaast wordt er gekeken naar de opbouw van het signaal. Voor dit onderzoek staan de ir-led, het signaal en de Arduino Due centraal.

### Ir-led karakteristieken

De ir-led die te verkrijgen is in het TI-lab is ( volgens Wouter van Ooijen ) te vergelijken met de TSUS5202. Een aantal karakteristieken van deze led zijn belangrijk om te noteren.

- De forward voltage (  $V_F$  ) : 1.3v - 1.7v
- De forward current (  $I_F$  ) : 100mA
- De peak forward current (  $I_{FM}$  ) 300mA
- Surge forward current (  $I_{FSM}$  ) 2.5 A

Deze characteristics zijn terug te vinden in de datasheet (Vishay Intertechnology, Inc., 2011).

De forward voltage is het voltage dat de led minimaal nodig heeft om stroom over de diode te laten lopen. Dat betekent dat van de 3,3v van de Arduino GPIO pin de forward voltage in de led verloren gaat. In het geval van de ir-led is de  $V_f$  1,5v. Er blijft daardoor  $3,3 - 1,5 = 1,8$  v over in het circuit.

De forward current is te vergelijken met de normale operating mode. De led is geschikt voor een stroom van 100mA met een piekstroom van 300mA voor een korte duratie. Daarnaast kan de led een surge forward current aan van 2,5A. Voor de levensduur van de led is het belangrijk om de led te laten opereren rond de 100 mA stroom die in de datasheet vermeld staat. Anders kan dit invloed hebben op de levensduur van de led.

### Ir-signaal karakteristieken

In HWLIB (Van Ooijen, 2017) is er een hardware-implementatie van één van de PWM pinnen (Digital pin 2, D2). Dit wordt bereikt door intern in de Arduino een aantal bits in een specifiek set registers een bepaalde waarde geven. Een van de waardes die wordt gezet in een register is de duty cycle van het PWM signaal. De duty cycle is het percentage van een periode waarin een signaal of systeem actief is. De duty cycle van het 36kHz signaal dat wordt gegenereerd door D2 heeft een duty cycle van



50%. De duty cycle van 50% biedt de mogelijkheid om de stroom die door de led loopt te verdubbelen. De stroom die er dan doorheen loopt is 200mA. Doordat de led maar voor de helft van een cycle aanstaat, is de netto stroom die over de led loopt nog steeds maar 100mA. Dit kan meegenomen in het berekenen/beredeneren van de beste schakeling. Deze uitspraak is gebaseerd op een gesprek met Wouter van Ooijen.

## De Arduino due karakteristieken

Daarnaast is het van belang om de kijken naar de Arduino Due. Hierbij zijn een aantal karakteristieken belangrijk:

- De DC supply I/Os (  $V_{DDIO}$  ) : 3,3 v
- De Max source Current (  $I_{OH}$  ) : 3 - 15 mA (dit verschilt per pin)
- De Max DC current 3,3 en 5,5V : 800mA

Deze characteristics zijn terug te vinden in de datasheet van de Arduino Due (© 2015 Atmel Corporation, 2015).

## Waarom een transistor?

De specifieke pin die HWLIB gebruik om het PWM signaal te creëren(D2), kan volgens de datasheet maar een maximale stroom leveren van 3mA. In realiteit kan er meer stroom worden getrokken van deze pin, maar dan wordt wel de maximale waarde die de datasheet specificeert overschreden. Dit kan resulteren in onverklaarbaar gedrag of in het ergste geval een defecte Arduino. Om de hoeveelheid stroom die wordt getrokken van de Arduino te beperken, zal de ir-led in serie moeten worden aangesloten met een weerstand. De weerstand zorgt ervoor dat de hoeveelheid stroom die van de Arduino wordt getrokken beperkt wordt.

Met de wet van Kirchoff en de wet van Ohm kan berekend worden wat de minimale benodigde weerstand is om onder deze max source current te blijven en de Arduino niet te beschadigen.

Wet van Ohm:  $U = I * R$

$$V_{DDIO} = 3,3 \text{ v}$$

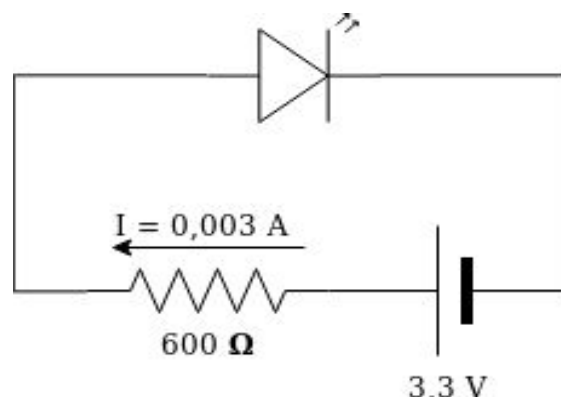
$$V_F = 1.5\text{v}$$

$$I_{OH} = 0,003 \text{ A (3mA)}$$

$$U = I * R = \frac{(3,3 - 1,5)}{0,003} = 600 \Omega \text{ ( met led )}$$

$$U = I * R = \frac{3,3}{0,003} = 1100 \Omega \text{ ( zonder led )}$$

Dit levert de volgende schakeling op:



Met deze schakeling, zal er maar 3mA door de led lopen terwijl de datasheet van de led specificeert dat de typical forward current van deze led 100mA is. Dat is echter 33x zo veel als de GPIO pinnen kunnen leveren. Om het maximale uit deze led te halen, zal er daarom een ander soort schakeling

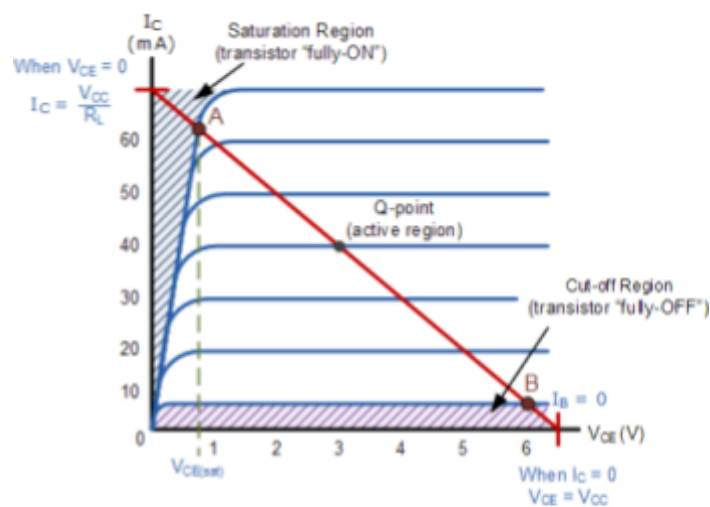
moeten worden gebouwd. Een NPN transistor kan worden gebruikt om de tekortkoming van de Arduino Due te overbruggen.

## De transistor

Een NPN transistor heeft drie pinnen. De base, collector en emitter. Een kleine stroom door de base zorgt ervoor dat een grotere stroom kan gaan lopen van de collector naar de emitter. Met andere woorden: als een Arduino GPIO pin is aangesloten op de base, kan het een grotere stroom reguleren dan deze pin zelf kan leveren. **In dit onderzoek zal worden gekeken naar welke transistorschakeling beter is voor het reguleren van de stroom door de led. Er zal worden gekeken tussen de De 2N2222 en de TIP122.** Beide transistoren zijn geschikt voor logic level operations. Dat wil zeggen dat de Arduino GPIO pinnen de transistoren kunnen in en uitschakelen.

## Operationele regio's

Een transistor kan dienen als een switch of als versterker. Afhankelijk van hoe de transistor is aangesloten, zal het ander gedrag vertonen. Totaal heeft een transistor drie regio's: de cut-off regio, de saturatie regio en de actieve regio. In de cut-off - en saturatie regio dient de transistor als een switch.



De verschillende states van een transistor.

Saturatie ( zie afbeelding: meest rechtse regio ) kan gezien worden als een transistor die volledig aan staat en daardoor veel stroom doorlaat. In deze situatie gedraagt de transistor zich als een gesloten schakelaar. Een transistor is in saturatie als de de voltage drop over de transistor gelijk is aan  $V_{CESAT}$ . Op deze manier kan er een maximale collector current lopen van  $I_C = \frac{V_{CC} - V_{CESAT}}{R_{collector}}$ .

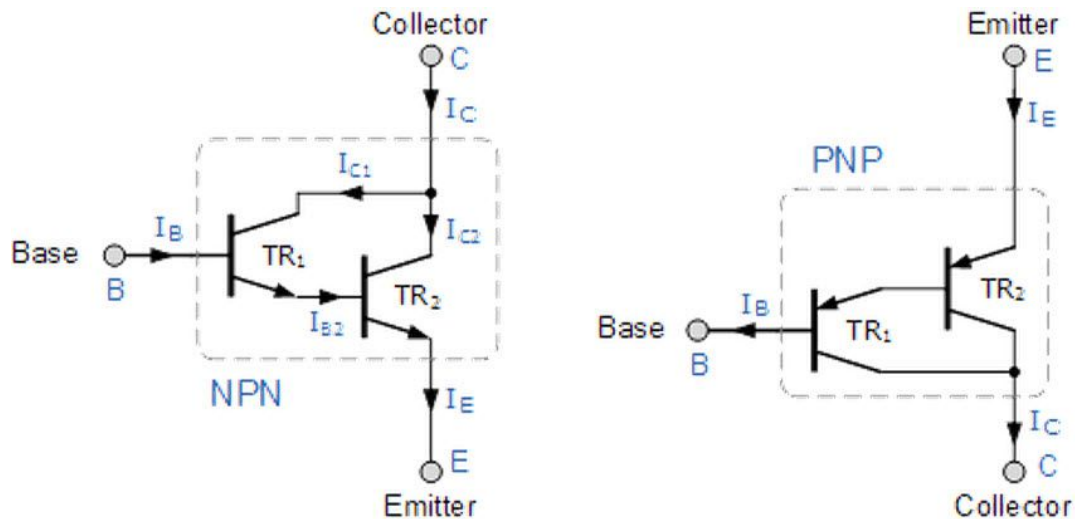
Cut-off ( zie afbeelding: de onderste regio) kan gezien worden als een transistor die volledig uit staat. In deze situatie gedraagt de transistor zich als een open schakelaar. Een transistor is in cut-off state als er geen stroom loopt door de base  $I_B = 0$ , als er geen collector stroom loopt en als er sprake is van maximale collector voltage  $V_{CE} = V_{CC}$ .

Als een transistor opereert in de actieve regio ( zie afbeelding: middelste regio ), gedraagt de transistor zich als een versterker. De ingangsstroom op de base zal met een versterkingsfactor afhankelijk van de transistor versterken. Deze wordt gedefinieerd in de datasheet als  $H_{FE}$  of  $\beta$ . In dit geval is de collector stroom  $I_C$  gelijk aan de  $I_B * \beta$ . (Electronics Tutorials, z.d.)



## Darlington transistor

De TIP122 transistor (© 2001 Semiconductor Components Industries, LLC, 2017) die in dit onderzoek wordt onderzocht, is een darlington transistor. In een darlington transistor is de emitter van één van de transistors verbonden aan de base van de andere transistor. Dit resulteert in een transistor die een stuk grotere stroom versterking heeft dan een reguliere transistor. Dit soort transistoren worden dan ook gebruikt wanneer grote stroom versterking of switching nodig is.



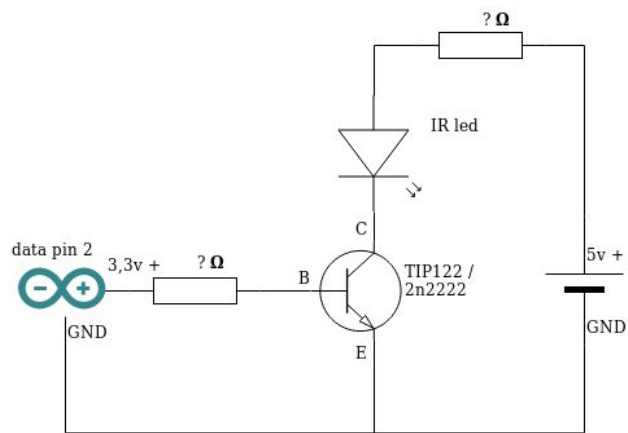
In het geval van een darlington transistor geldt dat de totale stroomversterking gelijk is aan  $TR1 * TR2$ . Volgens de wet van Kirchhoff is de totale ingaande stroom gelijk aan de totale stroom die uitgaat.  $I_C = I_{C1} + I_{C2}$ . Wanneer de transistor opereert in de actieve regio zal het werken als een versterker. In dat geval geldt:  $I_C = TR1 * I_{B2} + TR2 * I_{B2}$ . In het andere geval dat de darlington moet configureren als een switch, is het in staat veel grotere stromen te schakelen dan een enkele transistor. De maximale collector stroom van een TIP is 5A, terwijl een normale BC550 transistor een maximale collector stroom heeft van maar 0,1A.

Een nadeel van een darlington transistor is dat de voltage drop over de transistor twee keer zo groot is als de voltage drop van een normale transistor zoals dat van de 2N2222. Doordat er bij een Darlington transistor twee transistoren achter elkaar geschakeld zijn, zal er dan ook twee keer de forward voltage van een diode nodig zijn.  $2 * 0,7 = 1,4V$  drop i.p.v. een normale voltage drop van 0,7 volt. (Electronics Tutorials, z.d.-a)

## Schakeling met een ir-led

Voor het aansturen van een ir-led met een transistor is het niet interessant om de transistor te laten werken als een versterker. Het is immers niet belangrijk dat de output stroom een bepaalde versterking is van de input stroom. In dit geval moet de transistor zich gaan gedragen als een switch. Daarvoor moet de transistor in cut-off en in saturatie gestuurd worden. Aan de hand van de datasheets kan bepaald worden wat soort schakeling daarvoor nodig is.

De schakeling die gebruikt wordt om de grote stroom door de led te schakelen is te zien in onderstaand diagram. Dit is de zogenaamde Common Emitter (CE) schakeling; dit is de meest gebruikte transistor schakeling. Deze configuratie wordt gebruikt wanneer er een grote stroomversterking nodig is. (Physics and Radio-Electronics, z.d.)

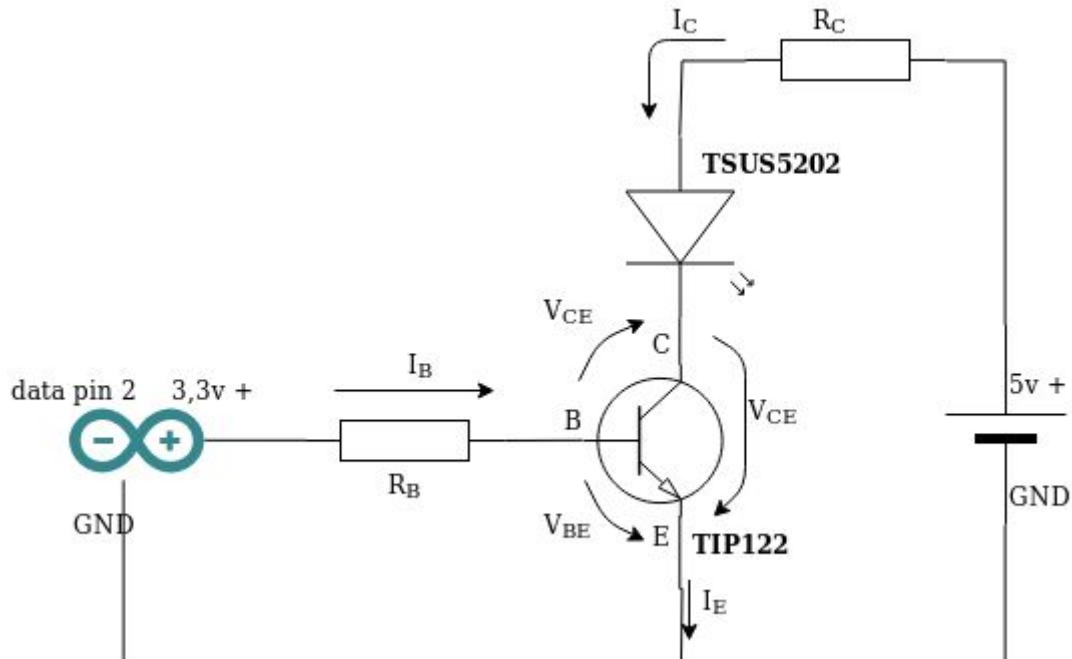


## Onderzoek

Aan de hand van de wet van Kirchoff en de wet van Ohm kan worden bepaald wat de weerstanden moeten zijn in de schakeling. Dit onderzoek zal gedaan worden met de aanname dat 200mA stroom door de led met een duty van 50% veilig is voor de led. Om de schakeling te testen zal er een signaal met 100% duty cycle worden gebruikt. Op deze manier kan makkelijk met de multimeter de hoeveelheid stroom worden bepaald.

## TIP122

Onderstaande afbeelding laat het schakelschema zien voor de TIP122. In het onderzoek zal onderzocht worden welke weerstandswaarden  $R_C$  en  $R_B$  moeten hebben om de TIP122 in saturatie te sturen.



Karakteristieken van de TIP122 bij een collector stroom van 200mA:

$$V_{CESAT} = 0,75 \text{ V (Fig. 2)}$$

$$V_{BESAT} = 1,65 \text{ V (Fig. 2)}$$

$$V_{BE} = 2 * 0,7 = 1,4 \text{ V}$$

In de figuur staat de formule  $I_C = 250I_B$  bij een gesatureerde TIP122. Hierdoor geldt:

$$200\text{mA} = 250 * I_B. \text{ Ofwel:}$$

$$I_B = \frac{200}{250} = 0,8\text{mA}.$$

Hieruit kan opgemaakt worden dat de TIP122 gesatureerd is als:

$$V_{CESAT} == 0,75 \text{ V} \quad (\text{Fig2})$$

$$V_{BESAT} == 1,65\text{V}$$

$$I_{BSAT} == 0,8 \text{ mA}$$

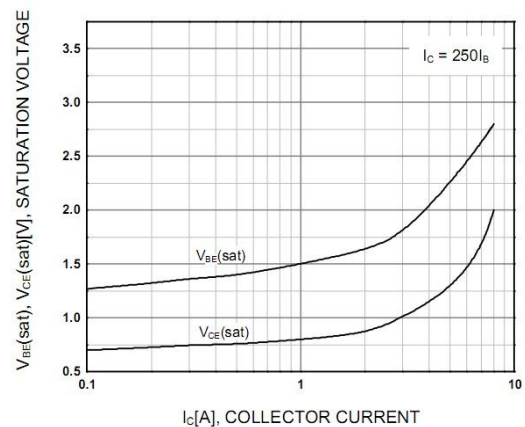


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

Met deze gegevens kan  $R_B$  berekend worden volgens de formule:

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE(sat)}}{I_{B(sat)}}$$

Waar geldt:

$$V_{BB} = 3,3V \text{ (GPIO output voltage)}$$

$$V_{BE(sat)} = 1,65V$$

$$I_{B(sat)} = 0,8mA$$

Dit geeft:

$$R_B = \frac{(3,3 - 1,65)}{0,0008} \approx 2060k\Omega$$

Daarnaast kan ook  $R_C$  worden berekend volgens de formule:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)} - V_f(ired)}{I_C}$$

Waar geldt:

$$V_{CC} = 5V$$

$$V_{CE(sat)} = 0,75V$$

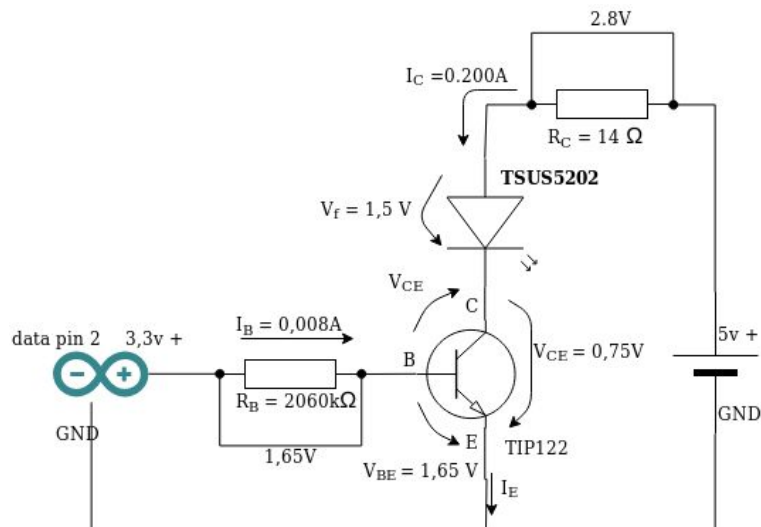
$$V_f \text{ ir led} = 1,5V$$

$$I_C = 0,200A \text{ (gewenste stroom door led)}$$

Dit geeft:

$$R_C = \frac{(5,0 - 0,75 - 1,5)}{0,200} \approx 14\Omega$$

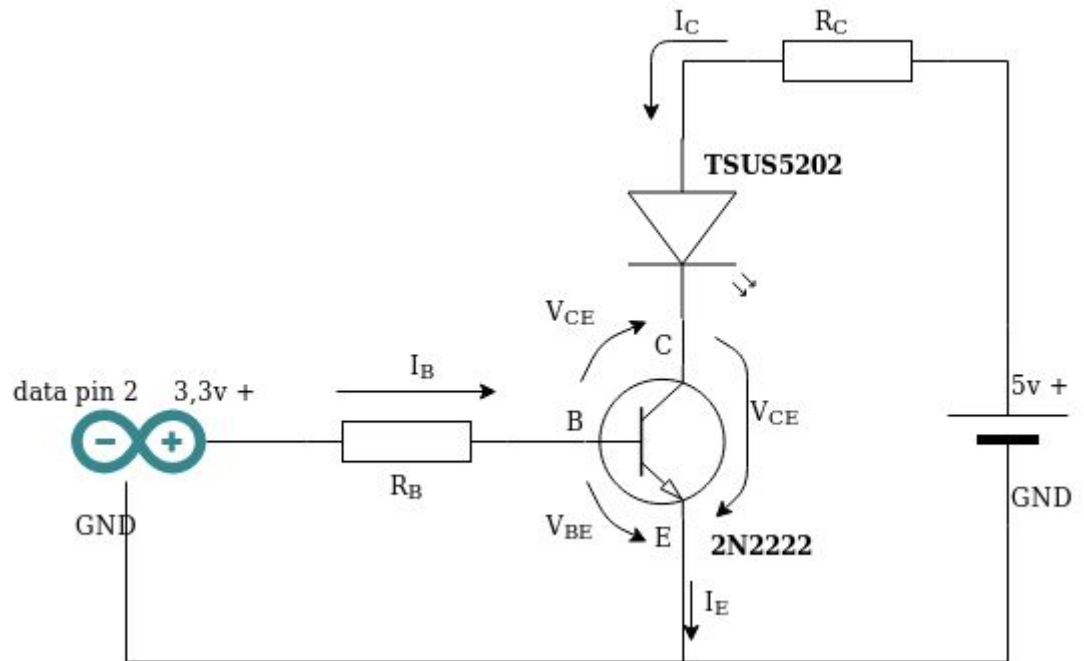
Met de berekende weerstandswaardes komt de schakeling er als volgt uit te zien:



In de realiteit zal de stroom die loopt in het circuit altijd afwijken van de berekende waardes. Dit heeft te maken met allerlei andere karakteristieken van de componenten in de schakeling zoals temperatuur. Met de multimeter wordt gemiddeld een stroom gemeten van 185 mA.

## 2N2222

Onderstaande afbeelding laat het schakelschema zien voor de 2N2222. In dit deel van het onderzoek zal worden onderzocht welke weerstandswaarden  $R_C$  en  $R_B$  moeten hebben om de 2N2222 in saturatie te sturen. Daarnaast wordt gekeken naar de stroom die gaat lopen over de base en collector.



Karakteristieken van de 2N2222 bij een collector stroom van 200mA:

$V_{CESAT} = 0,1 \text{ V}$  (zie figuur)

$V_{BESAT} = 0.9 \text{ V}$  (zie figuur)

$V_{BE} = 0,7 \text{ V}$

In de figuur staat de formule  $I_C / I_B = 10$  bij een gesatureerde TIP122. Hierdoor geldt:

$200\text{mA} / I_B = 10$ . Ofwel:

$$I_B = \frac{200}{10} = 20\text{mA}.$$

Voor een collector current van 200 mA moet er volgens de berekening minstens een stroom lopen door de base van 20mA. Dit is meer stroom dan pin D2 kan leveren van de Arduino Due en is daardoor ongeschikt voor de schakeling met de led. Voor dit onderzoek zullen de berekeningen echter nog worden doorgevoerd en getest.

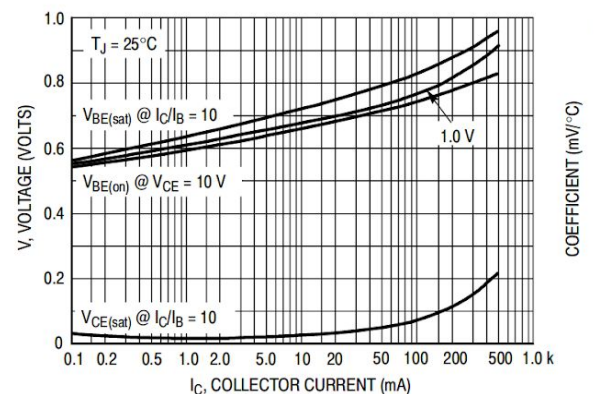


Figure 11. "On" Voltages



$R_B$  kan met deze gegevens berekend worden:

$$R_B = \frac{V_{bb} - V_{besat}}{I_{bsat}}$$

Waar geldt:

$$V_{BB} = 3,3V \text{ (GPIO output voltage)}$$

$$V_{BESAT} = 0,9V$$

$$I_{BSAT} = 20mA$$

Dit geeft:

$$R_B = \frac{(3,3 - 0,9)}{0,020} = 120\Omega$$

Daarnaast kan ook  $R_C$  worden berekend volgens de formule:

$$R_C = \frac{V_{cc} - V_{cesat} - V_f(ired)}{I_c}$$

Waar geldt:

$$V_{CC} = 5V$$

$$V_{CESAT} = 0,1V$$

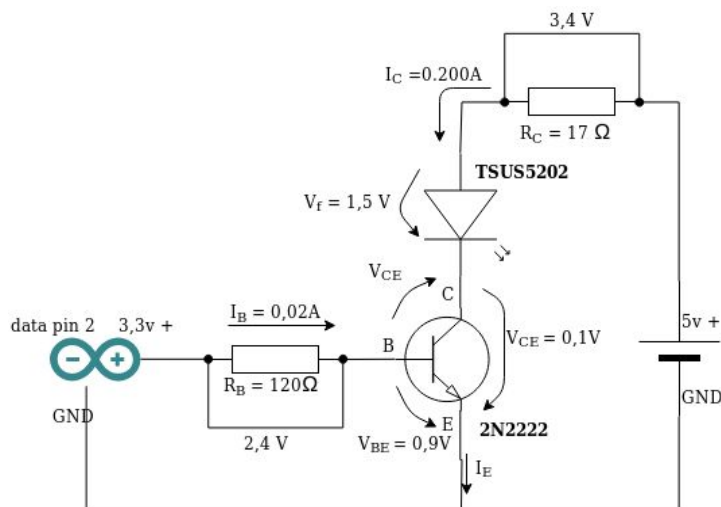
$$V_F \text{ ir led} = 1,5V$$

$$I_C = 0,200A \text{ (gewenste stroom door led)}$$

Dit geeft:

$$R_C = \frac{(5,0 - 0,1 - 1,5)}{0,200} = 17\Omega$$

Met de berekende weerstandswaardes komt de schakeling er als volgt uit te zien:



De gemeten stroom met de multimeter ligt rond de 180 mA. Ongeveer hetzelfde als de TIP122 transistor.

## Afstand

Voor beide transistorschakeling is nog gekeken of er een afstand van tien meter overbrugd kon worden met het versturen van correcte data. Een snelle test van twintig commands per transistor laat zien dat beide transistoren 100% in staat zijn een afstand van tien meter te overbruggen waarbij nog steeds correcte data wordt verzonden.

Transistor	Aantal berichten verstuurd	Aantal berichten ontvangen
TIP122	20	20
2N2222	20	20

## Conclusie

Dit is de conclusie van de deelvraag/onderzoeksvraag: *"Welke van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led"*. Uit de testresultaten kan geconcludeerd worden dat de TIP122 transistor het beste geschikt is voor het schakelen van de ir-led. De 2N2222 transistor heeft een hogere base current nodig voor volledige saturatie van de transistor dan de Arduino Due digital pin 2 kan leveren en is daardoor ongeschikt, terwijl de TIP122 maar een base current nodig heeft van 0,8 mA, wat ver onder de limiet van 3mA ligt dat de pin maximaal kan leveren. Aangezien beide transistorschakelingen tien meter kunnen overbruggen, is dit niet belangrijk voor het kiezen van de beste transistor.

# Hoe verklein je de signaalkegel van het ir signaal het efficiënts zonder data te verliezen?

## Deelvragen

- Welk verschil maakt materiaal? (aluminium, plastic, papier, etc)
- Wat voor invloed maakt de lengte van een omkapping
- Maakt reflectiviteit uit?

## Benodigdheden

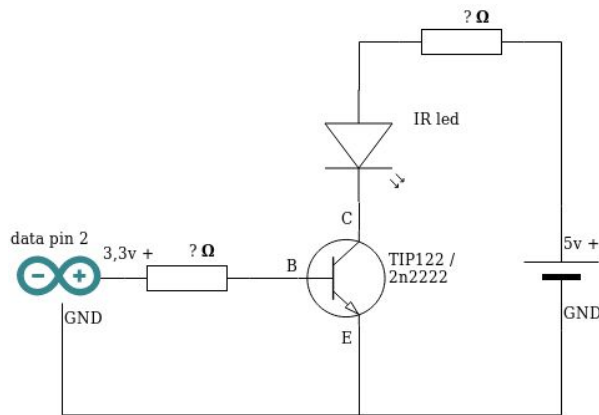
Voor het onderzoek naar de bovenstaande deelvraag zijn de volgende materialen gebruikt.

1. Arduino Due  
*Voor het aansturen en uitlezen van de ir-sensor, het aansturen van de ir-led en de oled, en het vertalen van de ingelezen IR data*
2. Ir-sensor  
*Voor het inlezen van de verstuurd IR data*
3. Ir-led  
*Voor het versturen van de IR data via NEC protocol*
4. Oled  
*Om de ingelezen en vertaalde data te laten zien, wanneer er een daadwerkelijke data is verstuurd*
5. Verstelbare weerstand (100 Ohm)  
*Hiermee kan de intensiteit van de ir-led worden bepaalt om de zend/inleesafstand van de dataoverdracht te vergroten*
6. Transistor  
*Om een grotere stroom door de led te schakelen dan de Arduino Due zelf kan leveren*
7. Knop  
*Hiermee kan data verstuurd worden*
8. Basis TI hardware (draden, prikbord etc)
9. Plastic/metalen cilindervormige omkasting van verschillende lengtes  
*Door de omkasting over de led heen te plaatsen kan het signaal een meer geleide stuurkegel krijgen*
10. Een opzetstuk met gat van ~3mm  
*Door het opzetstuk over de led heen te plaatsen kan het signaal een meer geleide stuurkegel krijgen*
11. Papier en tekengereedschap
12. Graden driehoek

## Methode

### Stappen

1. Bouw de volgende opstelling voor het versturen



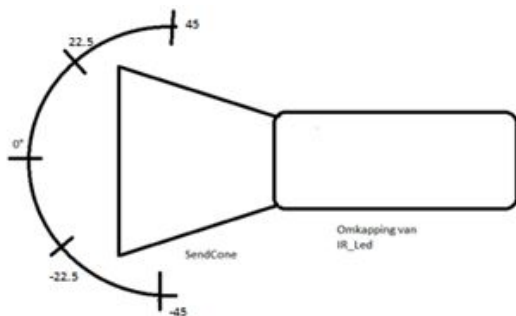
2. Plaats een metalen/plastic cilinder om de ir-zender
3. Zet de ir-ontvanger op een afstand van 2 meter afstand van de ir-led
4. Maak een duidelijke 360 graden radius cirkel op A3 papier, en plaats de ir-zender over de 0 graden (op een rechte streep naar de ontvanger) op deze ondergrond.
5. Stuur 5 verschillende datasignalen naar de ontvanger, en noteer het aantal correcte data overdrachten in een overzichtelijk tabel.
6. Draai de ir-zender nu met zijn zendrichting naar het volgende graden punt, en herhaal stap 4
7. Herhaal stap 5, totdat de gegevens van alle hoeken zijn gevonden
8. Verplaats de ir-zender naar 4 meter afstand, en herhaal alle stappen vanaf stap 4 totdat alle gegevens zijn gevonden
9. Doe hetzelfde voor 6 meter
10. Plaats nu de volgende omkapping over de Led, en herhaal alle stappen vanaf stap 4 voor alle omkappingen
11. Plaats als laatste het opzetstuk met gat op de led, en herhaal alle stappen vanaf stap 4

## Hypothese

- Wij verwachten dat de resultaten gevonden uit het verschillende materiaal niet veel zal variëren.
- Echter wordt verwacht dat de reflectiviteit enig verschil moeten leveren, maar (zoals hiervoor aangegeven) gaat dat over een afstandsverschil van 2 Meter.
- Wij verwachten dat de lengte van de omkapping het grootste verschil zal leveren. Door het signaal een verdere tijd te beperken klinkt het logisch dat het signaal, zodra het vrijkomt, een verdere afstand een stabiele lijn zou moeten blijven.
- Wij verwachten dat het signaal op korte afstand nog niet genoeg beïnvloed is door externe factoren. Daardoor zal de ontvanger op korte afstand nog steeds data kunnen lezen. Daartegen verwachten wij ook dat de leesbaarheid van de data zal afnemen over een grotere afstand, waardoor alleen de geconcentreerde signaalkegel (die wordt gestuurd door de omkapping) nog te lezen zal zijn. Omdat deze het signaal minder verspreid verstuurd en het langer zal duren voor deze onleesbaar wordt.

## Bevindingen

Graden	Metalen omkapping		Plasticomkapping(2CM)	Plasticomkapping(6CM)
	Aantal Correcte Data(met afstand)		Aantal Correcte Data(met afstand)	Aantal Correcte Data(met afstand)
	2M/4M/6M		2M/4M/6M	2M/4M/6M
45	5/0/0		5/0/0	0/0/0
22.5	5/0/0		5/0/0	0/0/0
0	5/5/5		5/5/5	5/5/5
-22.5	5/0/0		5/0/0	0/0/0
-45	5/0/0		5/0/0	0/0/0



1. Na het plaatsen van een omkapping achter de IR receiver hebben wij de tests uitgevoerd en de resultaten verwerkt in een tabel. Uit deze tabel is af te lezen dat er een verband is tussen de reflectiviteit van de omgeving en de leesbaarheid van de verstuurde data.

Graden	Metalen omkapping		Plasticomkapping(2CM)	Plasticomkapping(6CM)
	Aantal Correcte Data(met afstand)		Aantal Correcte Data(met afstand)	Aantal Correcte Data(met afstand)
	2M/4M/6M		2M/4M/6M	2M/4M/6M
45	5/0/0		5/0/0	0/0/0
22.5	5/0/0		5/0/0	1/0/0
0	5/5/5		5/5/5	5/5/5
-22.5	5/0/0		5/0/0	0/0/0
-45	5/0/0		5/0/0	0/0/0

2. Daarnaast is uit de tabellen te halen dat de hypothese over dat de leesbaarheid van de data wegvalt bij grotere afstand correct is. Bij meten vanuit verschillende hoeken op verschillende afstanden, valt te zien dat het aantal correcte ir-berichten dat wordt ingelezen tot een verwaarloosbaar aantal is gereduceerd. Op de kortere afstand werden er maar maximaal 3 correcte databerichten gelezen. Met een omkapping van plastic 6 Cm lang, kregen we op afstanden van 2 meter al een semi perfect resultaat, alleen was er zelfs toen nog een signaal op te vangen, die waarschijnlijk afstamde van de zij uitstoot die de omkapping niet effectief genoeg kon limiteren.
3. Het verlies van leesbaarheid is daarnaast tot een 0 te brengen door de afstembare weerstand te verhogen tot 20 ohm. Het totale bereik verliest dan een ongeveer een meter, maar het verlies van leesbaarheid is op een afstand van 2 meter onvindbaar onder een hoek van ~12 graden.
4. Als laatste is het opzetstuk getest. Hieruit werd een inlees afstand van ongeveer 20 cm van de loodrechte IR signaal lijn behaald. Op een afstand van 10 meter werd een inlees afstand

van ongeveer 5 cm van de loodrechte lijn gehaald. Dit gaf verreweg het beste en meest precieze resultaat.

## Onder welke hoek kan een ir- receiver maximaal signaal ontvangen?

Dit onderzoek is gedaan door middel van de hiernavolgende onderzoeksmethode

### Benodigdheden

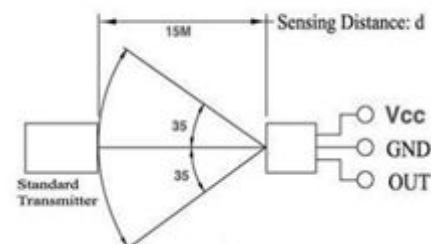
1. Arduino Due  
*Voor het aansturen en inlezen van de IR\_sensor, het aansturen van de IR\_Led en de Oled, en het vertalen van de ingelezen IR data*
2. Ir-sensor  
*Voor het inlezen van de verstuurde IR data*
3. Ir-led  
*Voor het versturen van de IR data via NEC protocol*
4. Oled  
*Om de ingelezen en vertaalde data te laten zien, wanneer er een daadwerkelijke code is verstuurd*
5. Verstelbaar Weerstand (100 Ohm)  
*Hiermee kan de intensiteit van de led mee opgevoerd worden om de afstand van de dataoverdracht te vergroten*
6. Transistor  
*Door middel van de transistor valt de zend/inleesafstand nog verder te vergroten doordat het een grotere stroom kan schakelen dan de Arduino Due kan leveren*
7. Knop  
*Hiermee kan data verstuurd worden*
8. Basis TI hardware (draden, prikbord etc)
9. Papier en tekengereedschap
10. Graden Driehoek
11. Meetlint (10M+)

## Bevindingen

1. Teken een precieze cirkel op een ondergrond							
2. Deel de cirkel op in 16 stukken, en noteer bij elk stuk hun corresponderende hoek(in graden)							
3. Plaats de IR_sensor in het midden van de cirkel, zodat zijn voorkant naar de 0 graden, en in de richting van de IR_Zender wijst							
4. plaats de IR_sender op een vast punt, binnen een halve meter van de IR_sensor, en laat hem 5 verschillende NEC_codes versturen, en noteer de aantal correcte ingelezen signalen							
5. Draai de IR_sensor zodat deze wijst naar het opvolgende gradenpunt, en herhaal de vorige stap vanaf het zelfde punt voor de IR_sender, totdat alle punten zijn behaald							
6. Herhaal alle stappen vanaf stap 3, alleen verplaats na elke gradenloop de IR_sender op een afstand van 2, 4, 6 en 8 meter afstand							
Afstanden							
Graden	Signaal(bool)	Aantal correcte data	2 Meter	4 Meter	6 Meter	8 Meter	
0/360		1	5	5	5	5	
22.5		1	5	5	5	5	
45		1	5	5	5	0	0
67.5		1	5	5	5	0	0
90		1	5	5	5	0	0
112.5		1	5	5	5	0	0
135		1	5	5	5	0	0
157.5		1	5	5	5	0	0
180		1	5	5	5	0	0
202.5		1	5	5	5	0	0
225		1	5	5	5	0	0
247.5		1	5	5	5	0	0
270		1	5	5	5	0	0
292.5		1	5	5	5	0	0
315		1	5	5	5	0	0
337.5		1	5	5	5	5	

Uit de bovenstaande Tabel is precies af te lezen dat de, uit de datasheet (Open Impulse, z.d.) bevonden Receiving Angle Diagram (zie figuur rechts) correct is. Bij een close range signal test heeft een ir-sensor last van de reflecterende signalen uit zijn omgeving. Dit valt weg op een afstand groter dan 6 meter, waardoor de ir-sensor alleen nog binnen de 35 graden signalen kan ontvangen.

Receiving Angle Diagram



Na het plaatsen van de ir-sensor in een open ruimte, het plaatsen van een schild om de achter- en zijkanten van de ir-sensor, én het verhogen van de verstelbare weerstand naar 20 oHm, werden de volgende resultaten verzameld.

Afstanden							
Graden	Signaal(bool)	Aantal correcte data	2 Meter	4 Meter	6 Meter	8 Meter	
0/360		1	5	5	5	5	5
22.5		1	5	5	5	5	5
45		1	5	4	0	0	0
67.5		1	5	0	0	0	0
90		1	5	0	0	0	0
112.5		1	5	0	0	0	0
135		1	5	0	0	0	0
157.5		1	5	0	0	0	0
180		1	5	0	0	0	0
202.5		1	5	0	0	0	0
225		1	5	0	0	0	0
247.5		1	5	0	0	0	0
270		1	5	0	0	0	0
292.5		1	5	0	0	0	0
315		1	5	5	2	0	0
337.5		1	5	5	5	5	5

Deze tabel bewijst dat de ingelezen signalen afkomstig waren van het reflecterende signaal. Zoals bij de onderzoeksvraag "Hoe verklein je de signaalkegel van het ir signaal het efficiënts zonder data te verliezen?" werd geconcludeerd. Zo kan het reflecterende IR signaal worden verlaagd door de

verstelbare weerstand te verhogen naar 20 ohm. Op een afstand van 2 meter werd hierdoor geen leesbare data gemeten vanuit de ir-zender.

## Wat is de optimale manier om meerdere ir sensoren aan te sluiten en uit te lezen?

### Doel

Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen hoe het gebruik van meerdere IR sensoren het ontvangst van het ir-signaal beïnvloedt en hoe deze aan te sluiten.

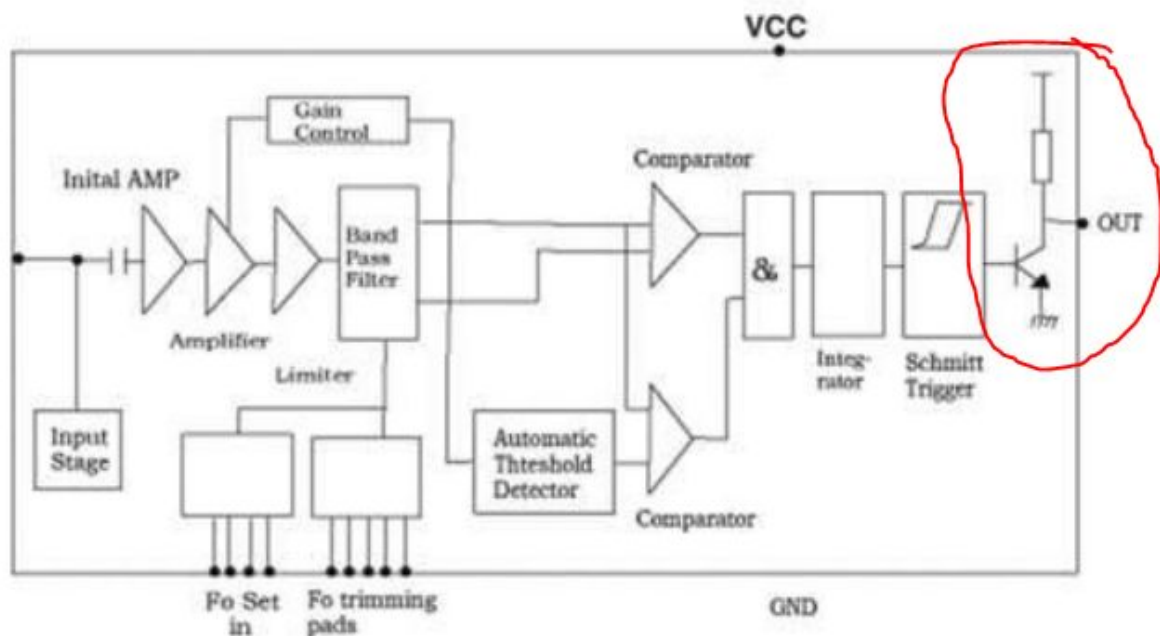
### Materialen lijst

Sensor: TL1838 (Open Impulse, z.d.)

Zender: TSUS5200 (VISHAY, 2011)

### Vooronderzoek

Met dit vooronderzoek is onderzoek gedaan naar de technische eigenschappen van de gebruikte sensoren. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken wat er gebeurt met de sensoren in het geval dat de data pinnen onderling kort gesloten zouden worden. Om hierachter te komen is gekeken naar de datasheet (Open Impulse, z.d.) van de sensor.



In dit diagram wordt de interne werking van de ir detector weergegeven. Het relevante gedeelte is rood omcirkeld. Dit gedeelte laat zien dat dit een pull down systeem is. Dit betekent dat met behulp van een transistor de uitgang naar 0V wordt getrokken op het moment dat de sensor een signaal registreert. Het is hierdoor duidelijk dat de uitgang pin niet bedoeld is om direct te drijven in applicaties, maar om te signalen. Dit heeft als voordeel dat meerdere data pinnen kortsluiten geen problemen op moet leveren. Dit is vooral omdat al deze pinnen een pull down weerstand hebben. Deze zijn typisch (Resistor Guide, 2019) tussen de 1kΩ en de 10kΩ en zorgen er voor dat er geen grote stromen door de data pinnen kunnen gaan. Dit is prettig want op het moment dat er bijvoorbeeld vier data pinnen kortsluiten en in een testopstelling maar één van de sensoren triggeren, zal de



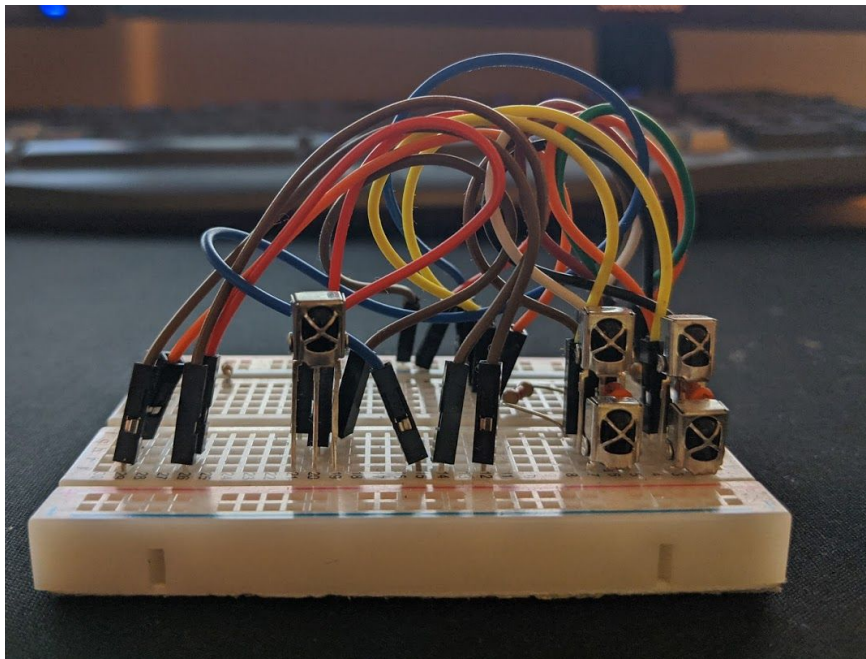
interne transistor vier keer de stroom te verduren krijgen die hij gewend is. Dit is omdat deze enkele transistor alle vier de de uitgangen omlaag moet trekken.

Het voordeel aan hoe dit geïmplementeerd is is dat op het moment dat maar één sensor het signaal ziet, de registratie hiervan even duidelijk binnenkomt bij de luisterende hardware. Naar verwachting helpt dit met de edge cases meten. Zoals, wanneer op de rand van het bereik gemeten wordt en de sensor ruis geeft in plaats van duidelijke data te sturen. Op dit punt zou deze ruis onderdrukt worden door de meerdere sensoren.

Verdere observaties tijdens dit onderzoek zijn als volgt.

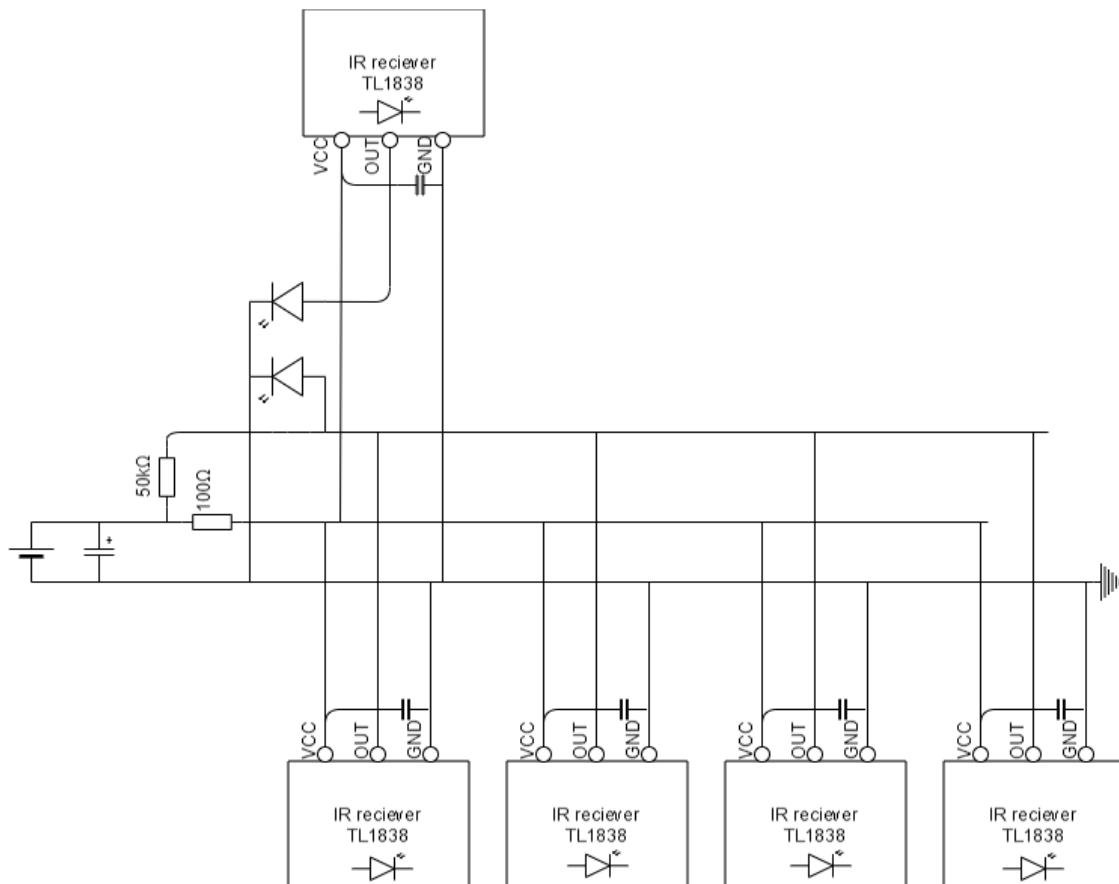
Deze sensor heeft intern een hoop filters en stappen om te zorgen dat ruis en stoorbronnen zoals tl balken onderdrukt worden. Een van de interessantste dingen om hieruit mee te nemen is dat er een automatische gain control in deze sensoren zit. Dit betekent dat het belangrijk wordt in het project om te kijken of de sensoren “geflushed” moet worden voordat naar deze data wordt gestuurd.

## Testopstelling



De test opstelling waarmee uiteindelijk getest is, is relatief simpel. Er zijn in totaal vijf sensoren opgesteld, vier van deze sensoren hebben hun data pinnen doorgelust. De andere staat op zichzelf. Hieraan hebben wij met de logic analyzer gemeten op zoek naar verschillen tussen de twee opstellingen.

In het volgende diagram is een elektrisch schema van de testopstelling. Over de leds heen is de logic analyzer geplaatst tijdens het testen.



Met deze opstelling is onderzoek gedaan naar meer extreme gevallen zoals geen directe line of sight, door objecten heen of over grote afstanden. Wat bijna meteen opviel was dat het mogelijk was om door een hand heen een signaal te registreren. Wat vooral uit testen kwam was op de rand van detecties dat het signaal langer intact bleef voor dat deze gaten/ruis begint te tonen.

Uit een andere observatie met de logic analyser blijkt dat een puls langer geregistreerd werd in de quad sensor dan in de enkele. Dit is bij nader inzien logisch en voorspelbaar. Geen sensor is altijd precies even snel met schakelen en dus kan het door onbetrouwbare schakelsnelheden onderling verschillen naar boven komen. Echter door de manier waardoor de signalen "opgeteld" worden levert dit in totaal een langer signaal op. Deze langere signalen bleven echter wel ruim in de toegestane specificaties van het protocol en zijn dus niet zorgwekkend voor de doelstelling.

De sensoren zijn te vinden voor minder dan een cent per stuk (AliExpress, n.d.) hierdoor is het gebruik van meerdere sensoren per geweer hoogstwaarschijnlijk geen probleem.

## Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat meerdere sensoren een effectieve en goedkope methode is meer bereik te halen uit de sensoren en zelfs om foute lezingen te onderdrukken. Gezien het nu duidelijk is hoe meerdere sensoren aan te sluiten is het mogelijk om ook de te raken hoek te vergroten door meerdere sensoren in een cirkel te plaatsen

## Welke externe verlichting heeft invloed op de signaaloverdracht?

- a. Hoe beïnvloedt daglicht het ir-signaal?
- b. Hoe beïnvloedt tl-verlichting het ir-signaal?

### Materialen

Voor het onderzoek naar deze deelvraag zijn de volgende materialen gebruikt:

- Ir-led
- Ir-receiver TL1838
- Arduino Due x2
- Logic Analyzer 24MHz 8CH
- Saleae Logic software

### Testcase

Voor het onderzoek worden een drietal testcases uitgevoerd. Elk in dezelfde ruimte maar onder verschillende omstandigheden. Aan een zijde van de ruimte bevindt zich de ir-led die constant een ir signaal verstuurt. In de ruimte zijn op de grond posities getaped op 0/3/6/10m afstand vanaf de ir-zender.

De ir-receiver is aangesloten aan de logic analyzer zodat dat de data op een laptop kan worden ingelezen. Deze waarden worden hierna in een excell sheet verwerkt om zo tot een mogelijke conclusie te komen.

Hieronder een overzicht van de tests die zijn uitgevoerd voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

#### **Test1(Donker):**

*Is uitgevoerd in een compleet verduisterde ruimte om er voor te zorgen dat er geen externe lichtfactoren interference met het signaal zouden kunnen veroorzaken.*

#### **Test2(Daglicht):**

*Is uitgevoerd in dezelfde ruimte alleen is de verduistering verwijderd waardoor de externe factor( daglicht ) van een neutrale omgeving kan worden gemeten.*

#### **Test3(TL-verlichting):**

*Is uitgevoerd in een compleet verduisterde ruimte zodat er geen factoren van buitenaf invloed op het resultaat hebben. Verder staat er tl-verlichting aan in deze ruimte.*

# Hypothese

## Daglicht:

wij verwachten dat uit de data van de test is af te leiden dat daglicht minimaal effect op het resultaat zal hebben. Dit verschil zou als nihil beschouwd kunnen worden. Wanneer deze test echter buiten uitgevoerd zou worden zou het zo kunnen zijn dat het daglicht een groter effect op het resultaat zal hebben.

## TL-verlichting:

Voor de data uit deze test zijn er geen duidelijke verwachtingen. Het zou kunnen dat de tl verlichting het licht op een dusdanige frequentie uitzendt waardoor dit effect zou kunnen hebben op het signaal. Dit zou per TL balk verschillend kunnen zijn. Hierdoor is het moeilijk om een verwachting van het resultaat te hebben.

# Data

Voor het vergelijken van de data zijn de metingen in een donkere ruimte als controletest gebruikt. Voor het versturen zijn elke keer de volgende 4 bytes gebruikt 0000'0000 1111'1111 0000'0000 1111'1111. Hiervan zijn 2 metingen meegenomen in de data waarvan voor iedere byte aan data een gemiddelde van de 2 metingen is genomen. De data bestaat uit de hoge en lage signalen en hoelang deze hoog of laag bleven opgenomen in ms. Voor het overzicht van alle data zie bijlage(...).

## Donker:

Uit de metingen van de ruimte in het donker is op te maken dat er een verband bestaat tussen de grote van de afstand tussen de ir-led en ir-receiver. De tijdsverschillen waar in de waardes binnenkomen wordt namelijk telkens groter. Deze verschillen waren in het donker nog niet zo dusdanig dat dit het signaal compleet verstoortte maar zal wel meegenomen worden in de conclusie.

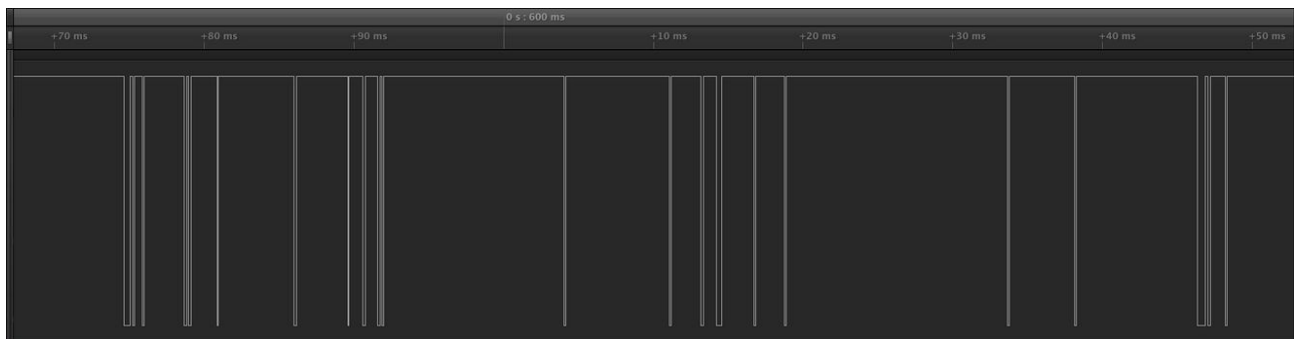
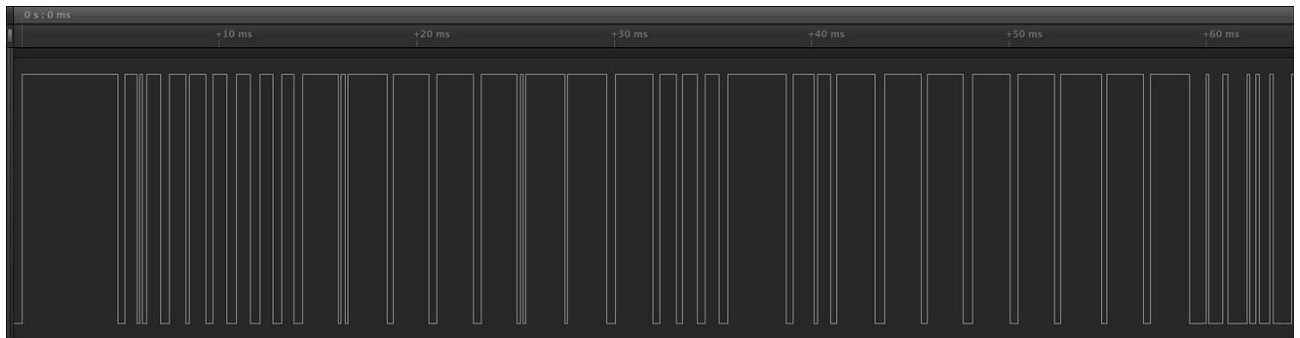
## Daglicht:

StartCompare				FirstByteCompare				SecondByteCompare				ThirdByteCompare				FourthByteCompare			
Donker	Daglicht			Donker	Daglicht			Donker	Daglicht			Donker	Daglicht			Donker	Daglicht		
0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference
	4.446	4.501	-0.055		0.5485	0.559875	0.011375		1.678	1.690125	-0.01213		0.545125	0.5555	-0.01038		1.685	1.68825	-0.00325
	0.582	0.567	0.015		0.5835	0.57	-0.0135		0.583375	0.572875	0.0105		0.588125	0.576125	0.012		1.641375	1.63325	0.008125
3m	3m	3m		3m	3m	3m		3m	3m	3m		3m	3m	3m		3m	3m	3m	
	4.49	4.488	0.002		0.575125	0.56025	-0.01488		1.700375	1.693125	0.00725		0.573	0.56175	0.01125		1.703875	1.69225	0.011625
	0.551	0.58	-0.029		0.559875	0.571375	0.0115		0.559125	0.568125	-0.009		0.560125	0.573	-0.01288		1.619875	1.6265	-0.00663
6m	6m	6m		6m	6m	6m		6m	6m	6m		6m	6m	6m		6m	6m	6m	
	4.576	4.603	-0.027		0.634	0.6285	-0.0055		1.758375	1.765125	-0.00675		0.63175	0.641625	-0.00987		1.753	1.76325	-0.01025
	0.493	0.506	-0.013		0.495875	0.498	0.002125		0.507875	0.498	0.009875		0.498125	0.491375	0.00675		1.570375	1.5585	0.011875
10m	10m	10m		10m	10m	10m		10m	10m	10m		10m	10m	10m		10m	10m	10m	
	4.671	4.59	0.081		0.807875	0.6665	-0.14138		1.772429	1.78375	-0.01132		0.7275	0.661	0.0665		1.8055	1.80225	0.00325
	0.383	0.532	-0.149		0.475875	0.465	-0.01088		0.489714	0.481125	0.008589		0.4045	0.466875	-0.06238		1.13325	0.743625	0.389625

## TL-verlichting:

StartCompare				FirstByteCompare				SecondByteCompare				ThirdByteCompare				FourthByteCompare			
Donker	TL-Verlicht			Donker	TL-Verlicht			Donker	TL-Verlicht			Donker	TL-Verlicht			Donker	TL-Verlicht		
0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference	0m	0m	0m	Difference
	4.446	4.486	-0.04		0.5485	0.5565	-0.008		1.678	1.68638	-0.00838		0.545125	0.55125	-0.00612		1.685	1.68263	0.00237
	0.582	0.582	0		0.5835	0.57338	0.01012		0.583375	0.57663	0.006745		0.588125	0.58025	0.007875		1.641375	1.639	0.002375
3m	3m	3m		3m	3m	3m		3m	3m	3m		3m	3m	3m		3m	3m	3m	
	4.49	4.518	-0.028		0.575125	0.5815	-0.00638		1.700375	1.71238	-0.01201		0.573	0.58038	-0.00738		1.703875	1.716	-0.01212
	0.551	0.566	-0.015		0.559875	0.54475	0.015125		0.559125	0.551	0.008125		0.560125	0.55088	0.009245		1.619875	1.60688	0.012995
6m	6m	6m		6m	6m	6m		6m	6m	6m		6m	6m	6m		6m	6m	6m	
	4.576	4.59	-0.014		0.634	0.72063	-0.08663		1.758375	1.85938	-0.10101		0.63175	0.72588	-0.09413		1.753	1.79513	-0.04213
	0.493	0.491	0.002		0.495875	0.41425	0.081625		0.507875	0.40025	0.107625		0.498125	0.4055	0.092625		1.570375	1.22013	0.350245
10m	10m	10m		10m	10m	10m		10m	10m	10m		10m	10m	10m		10m	10m	10m	
	4.671		4.671		0.807875		0.807875		1.772429		1.772429		0.7275		0.7275		1.8055		1.8055
	0.383		0.383		0.475875		0.475875		0.489714		0.489714		0.4045		0.4045		1.13325		1.13325

Data gemeten op een afstand van 10 meter met de logic analyzer was onleesbaar( zie afbeeldingen ).



## Conclusie

### Daglicht:

Uit de resultaten van de metingen is af te leiden dat het effect dat het daglicht heeft op het signaal als nihil beschouwd kan worden. De afwijkingen van de baseline blijven ongeveer binnen een marge van 100 microseconden op 10 meter. Na dit verschil is het verstuurde signaal nog steeds duidelijk leesbaar aan de kant van de receiver. Dit verschil is kleiner wanneer de afstand kleiner wordt. We kunnen hieruit zien dat de verschillen die zijn gemeten tussen 0-6 meter niet genoeg effect hadden om een duidelijke conclusie te trekken. Uit de meting van het signaal over 10 meter is dit wel duidelijker te zien.

### TI-verlichting:

Uit de resultaten van de metingen is af te leiden dat het effect van tl-verlichting op het signaal over grotere afstanden dusdanig effect heeft dat het signaal onleesbaar wordt. Zoals te zien is aan de metingen komt het signaal tot en met zes meter nog leesbaar over en wordt alleen de pauze aan het einde van het signaal verstoord. Dit zou kunnen komen omdat de ir receiver te lang op een waarde wacht waardoor deze gaat zoeken naar een signaal en deze van de verlichting opvangt. Over de meting van 10 meter werd het signaal totaal onleesbaar waarbij de logic analyzer alleen nog snelle pieken meet en geen leesbaar signaal. De reden hiervoor zal te maken hebben met dat er wordt gekeken naar de grootst gemeten afstand van het signaal. Ook bevond de tl-verlichting zich recht boven het signaal tussen 6 en 10 meter. Hierdoor zal het effect van de tl-verlichting het sterkst zijn tussen deze afstand.

## Advies voor vervolgonderzoeken

Voor een vervolg verzoek zou er getest kunnen worden met een versterkt ir signaal. Hierdoor zou de meting over een langere afstand gemeten kunnen worden zodat de externe invloeden op het signaal meer tijd hebben om deze te verstoren. Bij een vervolgonderzoek zou het ook aan te raden zijn om te zorgen voor minimale reflectie van het ir signaal. In dit onderzoek is namelijk gebruik gemaakt van een nauwe ruimte van ongeveer 1 meter breed waar het signaal zich via de muur zou kunnen voortbewegen. Voor de metingen naar de invloed van tl-verlichting zouden metingen gedaan kunnen worden naar verschillende tl balken. Deze tl-verlichting zou ook over de totale lengte van het signaal verspreid kunnen zijn om zoveel mogelijk invloed op het signaal te veroorzaken.

# Conclusie

*“Welke middelen zijn er nodig en hoe moeten die samenwerken om data, door middel van ir-led, met een bereik van minimaal tien meter in een vrije zichtlijn en over een hoek van maximaal X graden over te brengen?”*

In dit onderzoek zijn meerdere strategieën onderzocht en uitgewerkt om de bovenstaande hoofdvraag te beantwoorden. In dit verslag zijn de verschillende onderzoeken gedetailleerd en beargumenteerd. Naar beste kunnen zijn hier conclusies uit getrokken die in deze conclusie samengevat worden in een poging de hoofdvraag te beantwoorden.

Zo heeft het onderzoek naar deelvraag “Welke van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led” gepoogd te beantwoorden welke middelen aan de kant van de zender nodig zijn voor een goede overdracht. De deelvraag “Wat is de optimale manier om meerdere ir sensoren aan te sluiten en uit te lezen?” heeft gepoogd het zelfde te bepalen aan de ontvangende kant van de opstelling. Zo zijn uit beide onderzoeken duidelijke adviezen gekomen over de middelen en hoe deze geïmplementeerd moeten worden. Zo was gebleken dat de TIP122 transistor het best geschikt is en dat door meerdere receivers aan te sluiten er een groter bereik behaald kan worden. Het gedeelte van de hoofdvraag over het zichtveld en de afstand van het signaal zijn onderzocht met de deelvragen “Hoe verklein je de signaalkegel van het ir signaal het efficiënts zonder data te verliezen?” en “Onder welke hoek kan een ir- receiver maximaal signaal ontvangen?”. Hier zijn een hoop opties en ideeën uit voort gekomen voor soortgelijke projecten. Bijvoorbeeld verschillende opzetstukken gebruiken voor wapens om zo het signaal te verspreiden of geconcentreerder te maken. Voor dit project is er gekozen om echter voor het plastic opzetstuk met gat van 3mm te gaan omdat deze de signaalkegel verkleint naar gewenste grote. Om zekerheid te hebben over invloeden van externe factoren is er ook onderzoek gedaan naar de invloed van TL en algemene verlichting op de overdracht van het signaal. De conclusie hiervan was dat het effect te verwaarlozen is met de huidige doelstelling.

Welke van de twee transistoren, de TIP122 en 2N2222, is het beste geschikt voor het schakelen van de ir-led?

- Uit de resultaten is gebleken dat beide transistoren 10 meter kunnen overbruggen en de geschiktste transistor de TIP122 is.

Wat is de optimale manier om meerdere ir sensoren aan te sluiten en uit te lezen?

- Uit het onderzoek blijkt dat meerdere sensoren een effectieve en goedkope methode is meer bereik te halen uit de sensoren.

Hoe verklein je de signaalkegel van het ir signaal het efficiënts zonder data te verliezen?

- Door middel van een plastic opzetstuk met een opening van 3mm is het gelukt om de signaalkegel te verkleinen naar gewenste grote.

Onder welke hoek kan een ir- receiver maximaal signaal ontvangen?

- Uit dit onderzoek is bevonden dat de ir-receiver geen signaal kan ontvangen uit een hoek groter dan 35 graden.

Hieruit komt de conclusie dat met gebruik van de genoemde middelen het signaal over een afstand van 10 meter verzonden kan worden over een hoek van x graden.

- ir-led
- ir-receiver
- TIP122
- Plastic opzetstuk met gat van 3mm



- 20-ohm weerstand

# Referenties

- © 2001 Semiconductor Components Industries, LLC. (2013). P2N2222A. *Onsemi*. Geraadpleegd van <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/P2N2222A-D.PDF>
- © 2001 Semiconductor Components Industries, LLC. (2017). TIP120 / TIP121 / TIP122 NPN Epitaxial Darlington Transistor. *Onsemi*. Geraadpleegd van <https://www.onsemi.com/-/pub/Collateral/TIP122-D.PDF>
- © 2015 Atmel Corporation. (2015). SAM3X / SAM3A Series Atmel | SMART ARM-based MCU DATASHEET. *Microchip*, 1378–1381. Geraadpleegd van [https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-11057-32-bit-Cortex-M3-Microcontroller-SAM3X-SAM3A\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-11057-32-bit-Cortex-M3-Microcontroller-SAM3X-SAM3A_Datasheet.pdf)
- AliExpress. (n.d.). 50 stks/partij Universele IR Infrarood Ontvanger TL1838 VS1838B 38Khz op AliExpress. Retrieved November 6, 2019, from <https://nl.aliexpress.com/item/1908018518.html>
- Electronics Tutorials. (z.d.-a). *Darlington Transistors*. Geraadpleegd op 15 oktober 2019, van <https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/darlington-transistor.html>
- Electronics Tutorials. (z.d.). *Transistor as a Switch*. Geraadpleegd op 15 oktober 2019, van [https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran\\_4.htm](https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_4.htm)
- Moreira, A., Valadas, R., & De Oliveira Duarte, A. M. (1997). Performance of infrared transmission systems under ambient light interference. <https://www.researchgate.net/publication/3356540>.
- Open Impulse. (z.d.). TL1838-Infrared-Receiver-datasheet [Dataset]. Geraadpleegd op 17 oktober 2019, van <http://eeshop.unl.edu/pdf/VS1838-Infrared-Receiver-datasheet.pdf>
- Physics and Radio-Electronics. (z.d.). *Bipolar Junction Transistor Common Emitter Configuration*. Geraadpleegd op 14 oktober 2019, van <https://www.physics-and-radio-electronics.com/electronic-devices-and-circuits/transistors/bipolarjunctiontransistor/commonemitterconfiguration.html>
- Resistor Guide. (2019, 14 mei). Pull up resistor / Pull down resistor. Geraadpleegd op 17 oktober 2019, van [http://www.resistorguide.com/pull-up-resistor\\_pull-down-resistor/](http://www.resistorguide.com/pull-up-resistor_pull-down-resistor/)
- Van Ooijen, W. (2017, 23 januari). *HWLIB* [Software]. Geraadpleegd op 12 oktober 2017, van <https://github.com/wovo/hwlib>

Vishay Intertechnology, Inc. (2011). TSUS5200, TSUS5201, TSUS5202. *Vishay*. Geraadpleegd van <https://www.vishay.com/docs/81055/tsus520.pdf>

## Bijlagen

Effect\_van\_externe\_verlichting.xlsx