

# Angry Birds in Real Life or how I stopped worrying and love the 555-timer

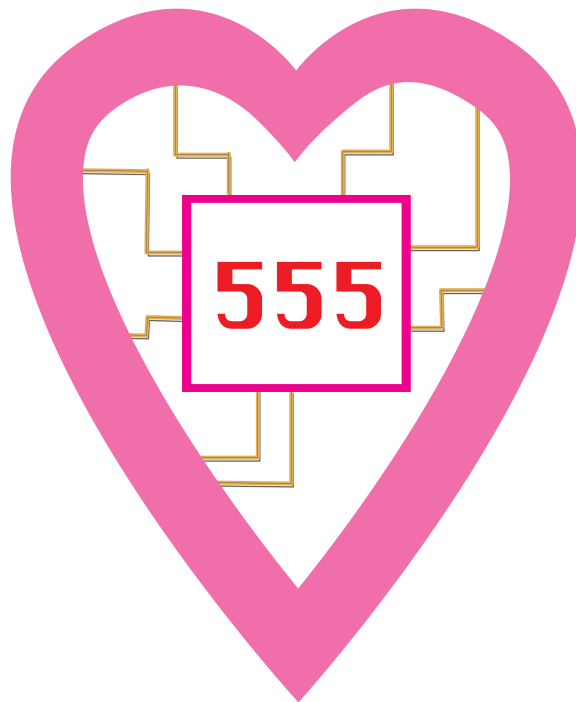
Eksamensprojekt

Fag: Teknik A Design og Produktion

Klasse: Design og produktion TK 1

Udarbejdet af: Simon Tarnow, Daniel Laporte og Christoffer Rasmussen

8. maj 2017



# Indhold

<b>1</b>	<b>Projektbeskrivelse</b>	<b>5</b>
1.1	Problemanalyse . . . . .	5
1.2	Problemformulering . . . . .	5
1.3	Projektafgrænsning . . . . .	5
1.4	Overordnede produktkrav . . . . .	7
1.5	Tidsplan for projektet . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Overordnet løsningsforslag</b>	<b>8</b>
2.1	Gauss-kanon . . . . .	8
2.1.1	Magnetisk løb . . . . .	9
2.1.2	Magnetisk aftrækker . . . . .	10
2.2	Elastik-kanon . . . . .	10
2.3	Valg af overordnet løsning . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Samlet kredsløb</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Retningsregulerende kreds</b>	<b>12</b>
4.1	Komponenter . . . . .	13
4.1.1	N-Channel power MOSFET - F12N10L . . . . .	13
4.1.2	Stepper motor - RS191-8328 . . . . .	13
4.1.3	Arduino . . . . .	14
4.2	Teori . . . . .	14
4.2.1	MOSFET . . . . .	14
4.2.2	Stepper motor . . . . .	14
4.3	Test . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Hastighedsregulerende kreds</b>	<b>16</b>
5.1	Komponenter . . . . .	16
5.2	Lego 9 V DC motor . . . . .	16
5.3	Dual H-bridge motor driver - L293D . . . . .	17
5.4	Teori . . . . .	17
5.4.1	H bridge . . . . .	17
5.5	Test . . . . .	18
<b>6</b>	<b>Hastighedsmåler</b>	<b>18</b>
6.1	Komponenter . . . . .	18
6.1.1	IR afsender diode - L-34F3BT . . . . .	18
6.1.2	IR modtager diode - BPW 34 FA . . . . .	19
6.1.3	555 timer - NE555P . . . . .	19
6.1.4	Signal invertering - HEF4001B . . . . .	20
6.2	Teori . . . . .	20
6.2.1	555 timer . . . . .	20
6.2.2	Benyttelse af diode som variabel spænding . . . . .	21
6.2.3	Logiske gates . . . . .	21
6.2.4	Hastighedsmålingsmetoder . . . . .	21

6.3	Beregninger . . . . .	21
6.3.1	555 timer modstande . . . . .	21
6.3.2	Bestemmelse af modstande for peak-detektoren . . . . .	22
6.4	Test . . . . .	23
6.4.1	Afsender dioden . . . . .	23
6.4.2	Modtager dioden . . . . .	26
<b>7</b>	<b>Controller</b>	<b>27</b>
7.1	Komponenter . . . . .	27
7.2	Teori . . . . .	27
<b>8</b>	<b>Display</b>	<b>28</b>
8.1	LCD-kredsløb . . . . .	28
8.1.1	LCD setup . . . . .	28
8.2	Teori . . . . .	28
8.2.1	LiquidCrystal library . . . . .	28
8.3	Komponenter . . . . .	29
8.3.1	Arduino . . . . .	29
8.3.2	LCD display . . . . .	29
8.4	Test . . . . .	29
<b>9</b>	<b>Ladningssensor</b>	<b>31</b>
9.1	Komponenter . . . . .	31
9.1.1	BPW21 - Fotodiode . . . . .	31
9.1.2	LED - RGB Clear Common Anode . . . . .	31
9.2	Teori . . . . .	31
9.2.1	OPAMP . . . . .	31
9.2.2	Analog input til registrering af farve . . . . .	31
9.3	Beregninger . . . . .	32
9.3.1	Modstanden af LED . . . . .	32
9.3.2	OPAMP modstande . . . . .	33
9.4	Test . . . . .	34
<b>10</b>	<b>Arduinoen</b>	<b>35</b>
10.1	Analog inputs og outputs (PWM) . . . . .	35
10.2	Digital inputs og outputs . . . . .	36
10.3	I2C - Synkroniseret kommunikation . . . . .	36
<b>11</b>	<b>Fremstilling</b>	<b>36</b>
11.1	Fumlebræt-modeller . . . . .	36
11.2	PCB - fremstilling . . . . .	37
11.3	Endelige prototype . . . . .	38
<b>12</b>	<b>Slut afprøvning</b>	<b>38</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>38</b>

<b>13 Bilag</b>	<b>40</b>
13.1 samlet kredsløb . . . . .	40
13.2 Program til Arduino . . . . .	41

# 1 Projektbeskrivelse

## 1.1 Problemanalyse

I det moderne samfund bliver TV og iPads mere og mere inddraget i børns opvækst. Ifølge en undersøgelse af Northwestern University - Center of Human Development<sup>1</sup>, er 27% af alle amerikanske familier *media-centric*, hvilket betyder at disse familier benytter en stor del af deres tid foran en digital skærm af en eller anden form, dette indebærer også deres børn.

På trods af denne gængse tendens for IT-brug, udviser forældre en generel nervøsitet vedrørende konsekvenserne af børn (under 8 år) forbrug af digitale medier, herunder specielt computerspil. Ifølge undersøgelsen af Northwestern University, er forældre mest af alt nervøse om børns fysiske helbred og sociale evner som konsekvens af meget brug af computerspil på iPads og smart phones. Selvom videnskaben om konsekvenserne af forbrug af computerspil stadig er ret tvivlsomt og på et tidligt forskningsstadium, er det en relevant problemstilling.

## 1.2 Problemformulering

*Det er et samfundsmæssigt problem at børn har svære ved at socialiserer sig pga. de bruger for lang tid på smartphone apps.*

## 1.3 Projektafgrænsning

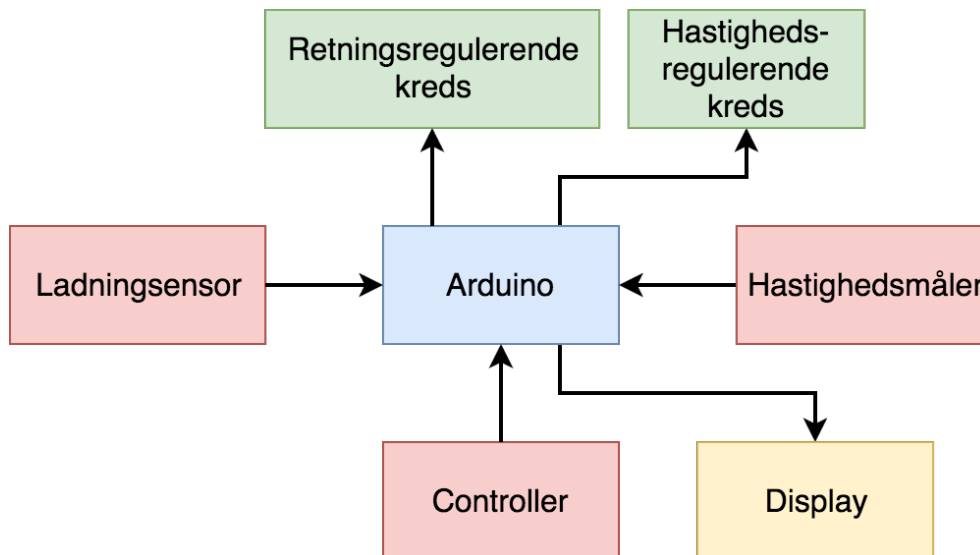
For at specificerer en løsning til denne problemstilling tages der udgangspunkt i videospillet Angry Birds af Rovio Entertainment. Ifølge Michael Chorost beskrevet i Psychology today<sup>2</sup> er der 4 overordnede grunde til at Angry Birds er let at blive afhængig af:

- Det er simpelt, ingen "learning curve".
- Det er en primitiv nydelse i at destruerer ting.
- Selve fysikken i spillet virker realistisk og forudsigeligt.
- Det er sjovt. Dyrene i spillet laver backflips og siger sjove lyde.

Vi har således tænkt os at udforme en fysisk udgave af et Angry Birds lignende spil, hvor børn kan interagerer socialt ved at spille mod hinanden i stedet for at sidde foran deres iPad. For at omgå copyright kalder vi vores produkt *Moody Feathercreatures*.

<sup>1</sup>Northern University; Parenting in the Age of Digital Technology - A national survey; revised 2014

<sup>2</sup>Chorost, Michael How I kicked my addiction to the iPhone game Angry Birds; <https://www.psychologytoday.com/blog/world-wide-mind/201101/how-i-kicked-my-addiction-the-iphone-game-angry-birds>; 2011



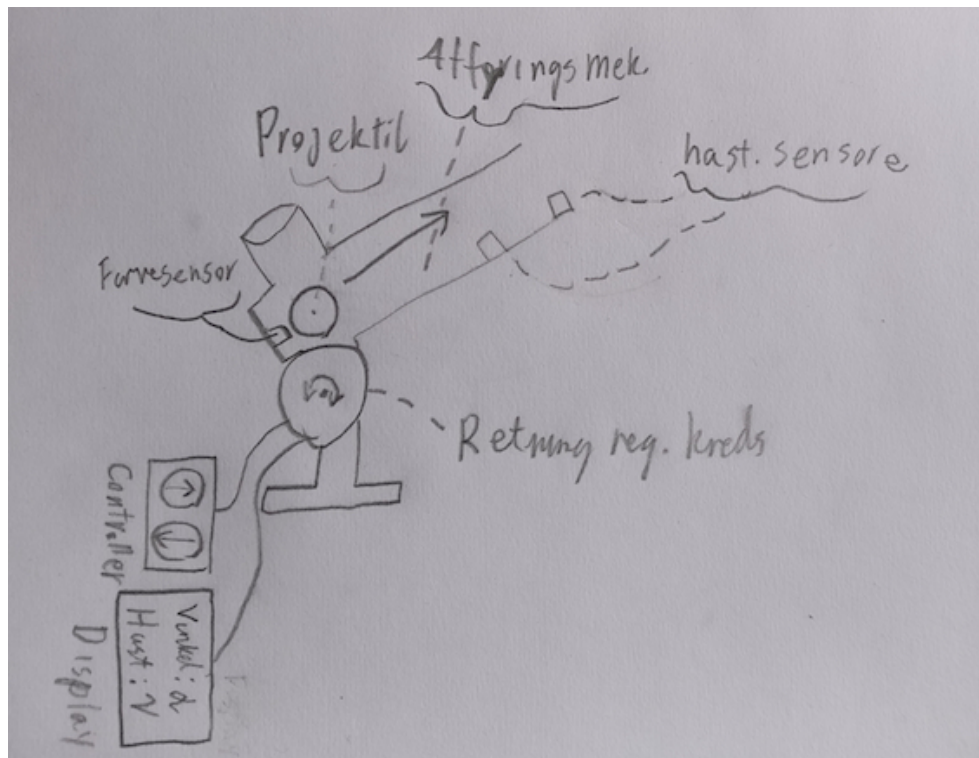
Figur 1: Blokdiagram af overordnet løsning. Input blokke(røde), Output blokke (gule), Kredse (grønne)

Vi har opstillet et overordnet blokdiagram for hvordan vi har tænkt os at efterligne spillet. Se Figur 1.

Vi har valgt at lave et produkt der kan skyde nogle paptårne fra hinanden. Den skal også kunne justere hastigheden på projektilet afhængigt af projektilets farve (ligesom farverne på fuglene i Angry Birds) og man skal kunne bruge en form for controller til at justere kanonens vinkel i forhold til vandret. Se Figur 2.

Som man kan se på Figur 1 er blokkene inddelt således:

- Input blokke
  - Ladningssensor
    - \* Denne del skal kunne se på farven af et indsat projektil og derfra sende det til arduinoen.
  - Controller
    - \* Til at bestemme retningen på selve ”kanonen”.
  - Hastighedsmåler
    - \* For at kunne måle hastigheden ved udgangen af ”kanonen”.
- Output blokke
  - Display
    - \* Til at vise point og hastighed af projektilet. Muligvis andet.
- Kredse



Figur 2: En overordnet skitse af produktet

- Hastighedsregulerende kreds
  - \* Benyttes til at regulerer hastigheden af projektet afhængigt af dens farve.
- Retningsregulerende kreds
  - \* Benyttes til at bestemme retningen alt efter inputtet fra controlleren.

## 1.4 Overordnede produktkrav

Da vores produkt er beregnet til børn og unge, skal produktet være sikkert at bruge for børn og unge. Dette betyder at vores "kanon" ikke må skyde hårdt nok, til at volde skade på børn og unge. Derudover skal projektilet "kanonen" skyder, ikke være skarpt eller meget hårdt, da der er risiko for at børnene, ved en fejltagelse, skyder på hinanden. "Kanonen" og projektilet skal være i stand til at vælte papboksene ned. Vi skal sikre os at vores "kanon" og projektil ikke er i strid med den danske våbenlov, og eventuelt udenlandske våbenlove. Vores produkt skal altså opfylde følgende overordnede produktkrav:

- Sikkert at bruge for børn.
- Projektilerne skal ikke have en farlig form.
- Produktet skal skyde hårdt nok til at vælte små papbokse.
- Produktet skal ikke være i strid med våbenloven.

## 1.5 Tidsplan for projektet

uge nr.	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20
Projektbeskrivelse										
Ladningsensor										
Retningsregulerende kreds										
Hastighedsregulerende kreds										
Hastighedsmåler										
Display										
Controller										
Material udformning										
Arduino program										
Printkort										
Rapport										

Figur 3: Tidsplan

## 2 Overordnet løsningsforslag

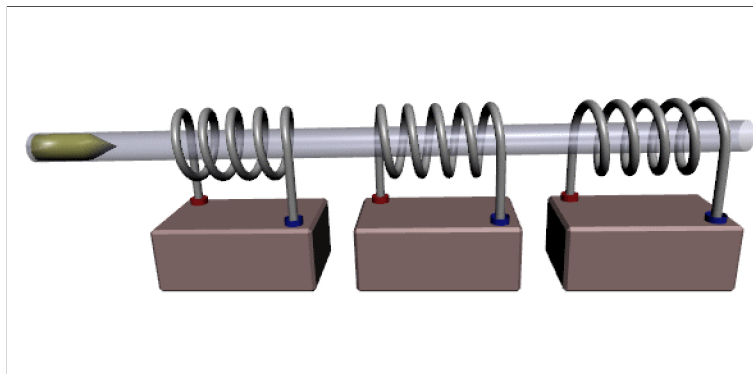
Vi har gennem vores idegenerering kommet frem til to overordnet løsningsforslag. Vi kom frem til at den mest kompliceret dele af kredsen som er vigtigst at designe, og have på plads fra begyndelsen er affyringsmekanismen. Heraf har vi kommet frem til to typer afføringsmekanismer: *Gauss-kanon* og *Elastik-kanon*. Som overordnet løsning til hastighedssensoren har vi tænkt os at se på om vi kan udforme et pass band filter og IR lyd til at sanse hvornår bolden kommer forbi.

### 2.1 Gauss-kanon

Her har vi tænkt os at benytte princippet om magnetfelter i spoler til at drive et projektil fremad. Heraf kan vi ved at variere i den tilførte strømstyrke og spænding for at ændre magnetfeltet. Ud fra vores brainstorm har vi to måder at udforme sådan en affyringsmekanisme: Magnetisk løb og Magnetisk aftrækker



### 2.1.1 Magnetisk løb



Figur 4: Et billede af en gausskanon, hvor projektilet bliver accelereret af tre spoler. Kilde: [17]

For en enkelt spole, kan et projektils udgangshastighed modelleres udtrykket udformet af PhD i anvendt matematik Don Pettibone (se [6]).

$$v_{slut} = \frac{\mu_0 \cdot N_0 \cdot I_0}{2 \cdot r_0} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \mu_r - 1}{\rho \cdot \mu_0}}$$

- $v_{slut}$ : Sluthastigheden ved enden af spolen for projektilet [ $\frac{m}{s}$ ]
- $\mu_0$ : Vakuumpermeabiliteten ( $\mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6} \frac{T \cdot m}{A}$ ).
- $I_0$ : Strømstyrke [ $A$ ].
- $\mu_r$ : Relativ permeabilitet af projektillets materiale.
- $r_0$ : Radius af spolen [ $m$ ].
- $N_0$ : Antallet af vendinger for spolen.

Dog er modellen meget optimistisk og i et reelt eksempel (se [11]) udført af elektroingeniøren Mehdi Sadaghdar så vurderer vi at vi kan let komme til at arbejde med effekter på omtrent:

$$P \approx 2000 \text{ W}$$

Måder vi kan holde os fra så store effekter er at benytte jernkerne, for at øge den relative permeabilitet og magneter. Dette er svært at implementere i en Magnetisk løb løsning, idet spoler med jernkerne sjældent har et hul et projektil kan passere. Det er dog lettere at få implementeret i Magnetisk aftrækker løsningen.

En anden måde at få implementeret Magnetisk løb løsningen ved brug af lavere effekter er at benytte et par (knap så lange) solenoider, for at danne en længere spole, således

benytte en kombination af sensorer og transistorer til at slukke for den tidligere spole og tænde den næste for at sikre sig at den bliver ved med at accelerere undervejs.

### 2.1.2 Magnetisk aftrækker

Den Magnetiske aftrækker fungerer ved at placerer en magnet tæt ved en slukket spole. Hvis magneten berører spolens ende der har en tilsvarende ladning vil de afstøde hinanden og således affyre projektet. Se Figur 5.



Figur 5: Et billede af en spole på venstre side, der benyttes til at affyre et magnetisk projektil på højre side.

Denne løsning er dog svære at matematisk modellere, men med sikkerhed må det gælde at (se [9] - side 129), hvis der benyttes jernkerne

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N_0 \cdot I_0}{l}$$

Hvor  $B$  er magnetfeltstyrken [T] og  $l$  er længden af spolen [m]. Her fremgår det at hvis  $\mu_r$  bliver meget høj (hvilket den kan blive med jernkerne), vil magnetfeltet stige proportionalt. Med passende legeringer kan man få en relativ permeabilitet på op til 15 000.

Ulempen ved denne løsning er dog at der nok skal være ret så høj en effekt der skal sendes gennem spolen indenfor et kort tidsrum for at få det til at virke.

## 2.2 Elastik-kanon

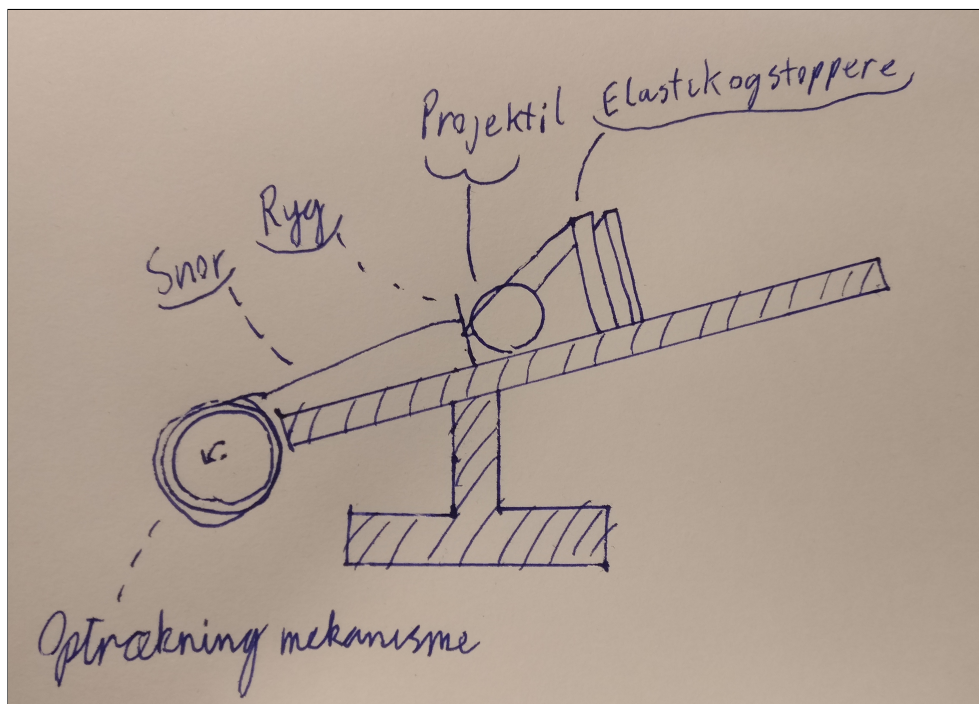
Denne løsning bliver vores produkt udformet som en slangebøsse med variabel styrke. Således bliver den variabel: hvor langt væk elastikken trækkes væk fra hviletilstand. En model for dette princip kan simpel konstrueres ud fra energiomdannelsen fra potentiel energi i Hooks lov til kinetisk energi.

$$\begin{aligned} -k \cdot x &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ \iff v &= \sqrt{\frac{-2 \cdot k \cdot x}{m}} \end{aligned}$$

- $k$ : Fjederkonstanten for benyttet elastik [ $\frac{\text{N}}{\text{m}}$ ]
- $m$ : Massen af projektilet [kg]

- $v$ : Udgangshastigheden af projektilet [ $\frac{m}{s}$ ]
- $x$ : Afstand fra hviletilstand [m]

Vores implementering af en elastik-baseret løsning er at vi benytter os af en snor der er forbundet til elastikken og et hjul, hvor hjulet drejes af en motor (se Figur 6). For at sikre os at projektilet bliver affyret benytter vi gear, så når optrækning-mekanisme trækker snoren er hjulet i gear, hvorimod når vi skal affyre projektilet sættes den i frigear. Dette kan gøres ved at lade en motor være den der trækker snoren op, og en anden motor være den der ændrer gear.



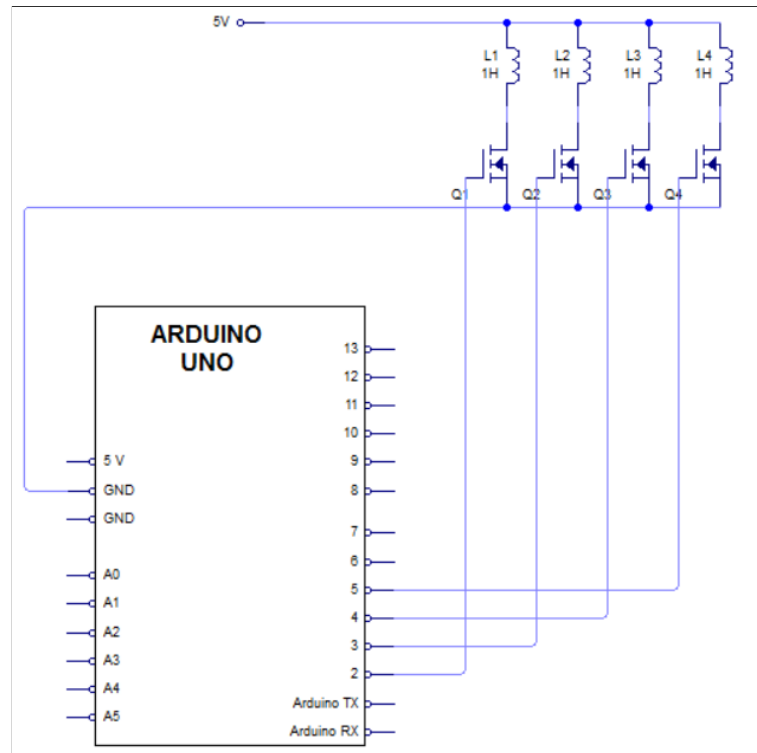
Figur 6: Affyringsmekanisme for en Elastik-kanon, der er ikke fokus på andre blokke beskrevet i projektbeskrivelse.

## 2.3 Valg af overordnet løsning

Vi har valgt at udarbejde en Elastik-kanon, idet vi synes hvor får en del EL-problemer at se til i forhold til hastighedssensoren. Samt hvis vi skulle udarbejde en Gauss-kanon, ville vi bruge lang tid på at teste for vakuumpermeabilitet og benytte høje strømstyrker, hvilket i sig selv kunne give en del problemer, da vi ikke ved meget om at arbejde med høje strømstyrker. Samt ville man kunne argumentere for at så høje strømstyrker som benyttes i forbindelse med en Gauss-kanon kan muligvis være for farligt til et børnelejetøj.

### 3 Samlet kredsløb

### 4 Retningsregulerende kreds



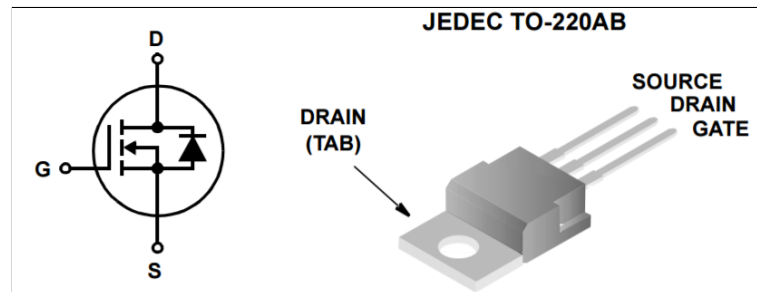
Figur 7: Et billede af kredsløbet for den retningsregulerende kreds.

I vores retningsregulerende kreds, har vi valgt at benytte en stepper motor, til at styre hvilken vinkel bolden skydes ud i. Her der bliver der brugt en ekstern strømforsyning på 5 V, så der kan løbe nok strøm igennem spolerne i stepper motoren. For at bruge den eksterne strømforsyning bruger vi MOSFETs som digitale switches.

lav kredsen om igen, således at dioden over mosfettet er med, se MOSFET

## 4.1 Komponenter

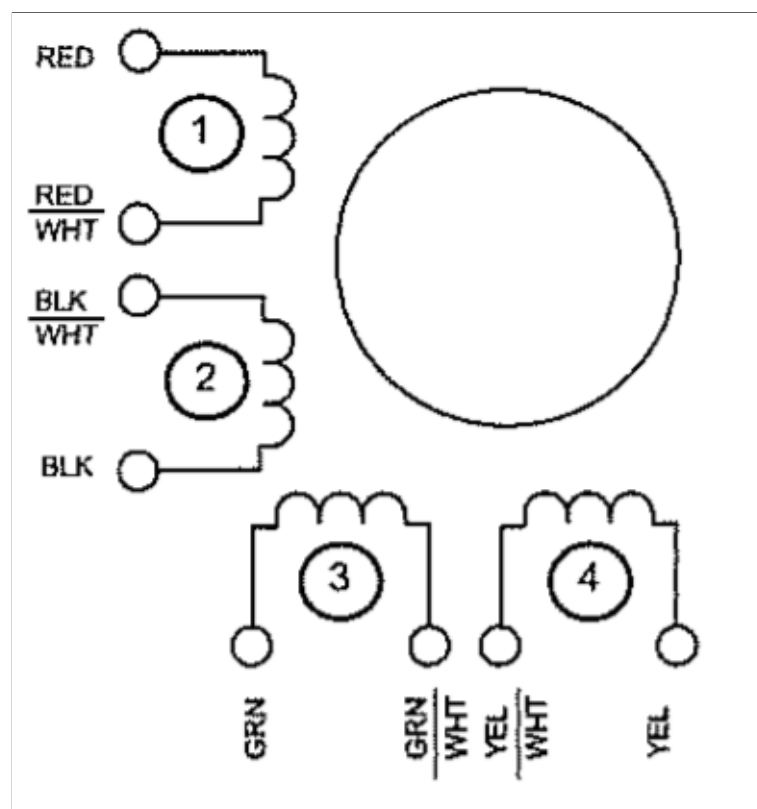
### 4.1.1 N-Channel power MOSFET - F12N10L



Figur 8: Pindiagram og symbol af F12N10L. Kilde:[8]

På Figur 8 er der et symbol og pindiagram over MOSFET komponenten. Denne MOSFET er bygget til 5 V logik, samt har det en lav rise og fall time på et par hundrede nanosekunder og således vil det fungerer fint for en steppermotor. Databladet vi har benyttet kan findes i kilde [8].

### 4.1.2 Stepper motor - RS191-8328



Figur 9: Diagram af RS191-8328. Kilde: [steppermotor]

skriv  
om  
spæn-  
dings-  
regu-  
leret -  
derfor  
er det  
godt  
med  
ardui-  
no

### 4.1.3 Arduino

Se afsnit 10.

## 4.2 Teori

### 4.2.1 MOSFET

Vi benyttede MOSFET for at få en højere strøm igennem spolerne end Arduinoen kan levere. Med en MOSFET kan man kontrollere hvor meget strøm der løber gennem Gate til Source, med spændingsfaldet over Drain og Source. Dette gør en MOSFET optimal som en digital switch.

### 4.2.2 Stepper motor

Vi benyttede en stepper motor til at styre hvor meget vi drejer kanonen. En stepper motor fungerer ved at vi har et vis antal "steps" på en omdrejning. Man kan sende strøm gennem en af spolerne, som så vil trække stepper motoren et "step" frem eller tilbage. Man sender så skiftevis strøm igennem spolerne, for at få stepper motoren til at forsætte i en retning. Vores stepper motor har 200 "steps" på en omdrejning.

## 4.3 Test

Vi benyttede et Stepper library fra firmaet Arduinos hjemmeside[3]. Koden kan ses på Figur 4.3.

Har brug for noget tekst under billedet

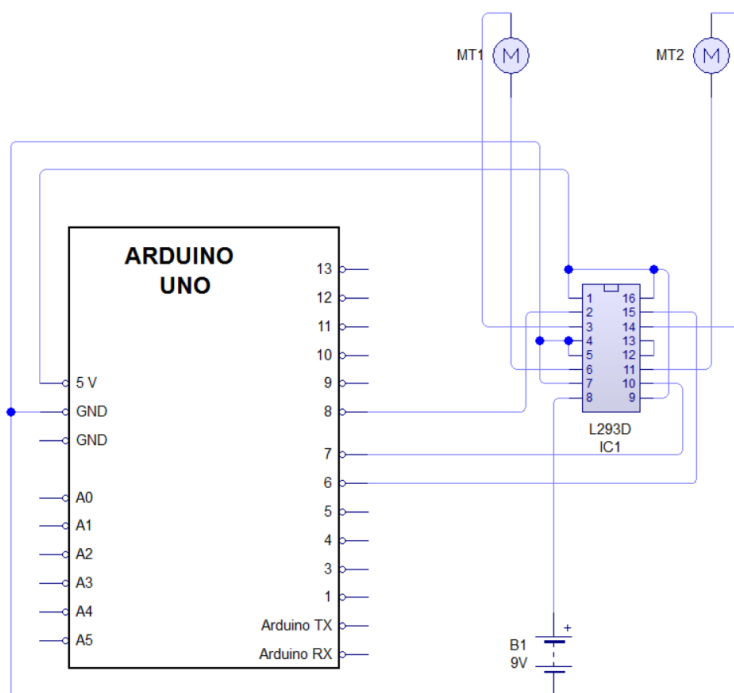
Husk at angive Unipolar eller Bipolar  
\*\*\*

Figur 10: Kode til steppermotorer for at angive antal steps der skal roteres

```
1 #include <Stepper.h>
2 // Antallet af steps på vores motor
3 const int stepsPerRevolution = 200;
4
5 // Initialiserer stepper biblioteket i pin 2 til 5:
6 Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 2, 3, 4, 5);
7
8 // Antallet af steps motoren har taget
9 int stepCount = 0;
10
11 void setup() {
12 //Initialiserer serial porten
13   Serial.begin(9600);
14 }
15
16 void loop() {
17   // Step et step:
18   myStepper.step(1);
19   Serial.print("steps:");
20   Serial.println(stepCount);
21   stepCount++;
22   delay(500);
23 }
```

Det fungerede fint efter hensigten og vi kunne let styre antallet af steps

## 5 Hastighedsregulerende kreds



Figur 11: Et billede af kredsløbet for den hastighedsregulerende kreds.

Som der kan ses på Figur 5, er der motorene MT1 og MT2. Heraf gælder det at MT2 fungerer som et gear og MT1 fungerer som selve elastik-optrækkeren. Når motoren trækkes op løber der først strøm fra Arduinoens pin 6 hvorfra gennem L293D pin 14 kan strøm løbe gennem MT2 og låse gearet fast. Derefter sendes der strøm gennem Arduinoens pin 8 som trækker MT1 op. Til sidst slukkes for signalet til MT1 og derefter ændres polariteten i MT2, så affyringsmekanismen er i “frigear”. Det skal således bemærkes at MT2 modtager 2 signaler fra arduinoen for at kunne vende polariteten.

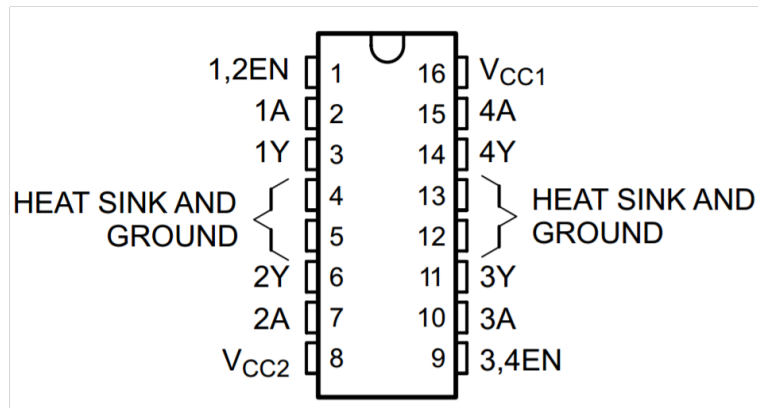
### 5.1 Komponenter

### 5.2 Lego 9V DC motor

Vi kunne ikke finde et specifikt datablad, men vi ved at normal lego-mindstorm DC motor kører på 9V, hvilket er fint til vores formål.



## 5.3 Dual H-bridge motor driver - L293D



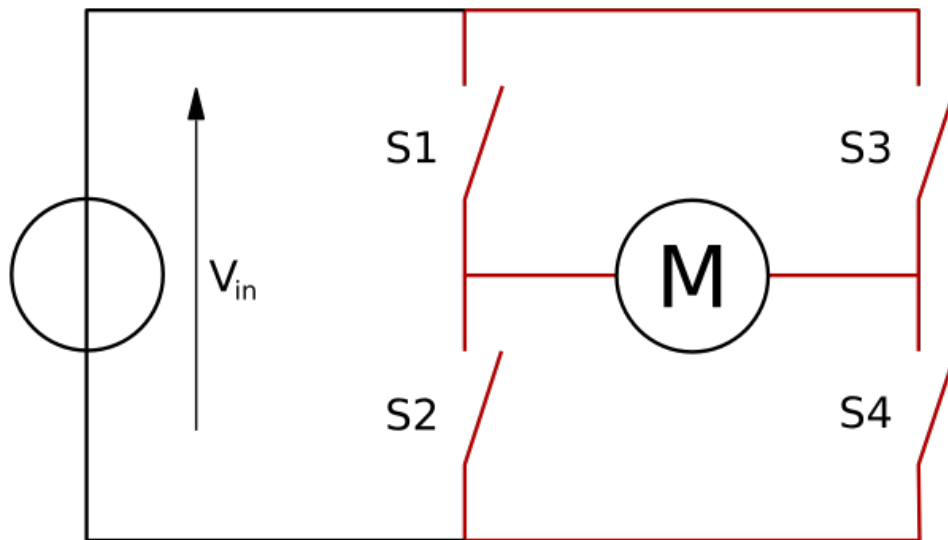
Figur 12: Pindiagram af L293D

Pindiagram kan ses på Figur 5.3. Pin 1 og 9 er aktiverings pins for H broerne. Pin 1 aktiverer H broen på venstre side og pin 9 aktiverer H broen på højre side. Pin 2 og 7 bruges til at styre motoren koblet til 3 og 6. Pin 10 og 15 styre motoren på 11 og 14. Pin 4,5,13 og 12 er forbundet, og skal forbindes til jord. Kilde for komponentet: [18].

## 5.4 Teori

### 5.4.1 H bridge

En H-bridge er et komponent der benyttes til at vende polariteten i vores DC-motor som fungerer som gear. Dette gøres overordnet ved at H-formede kredse med switches der kan enten være on eller off.



Figur 13: Et billede af en H-bridge, selve H-bridge strukturen er markeret med rød. Kilde: [15]

Det fremgår på Figur 13 at switchene 1 til 4 er åbne. Disse switches kan så hvis de modtager et signal kan man forbindes således at strømmens retning løber i en bestemt retning. F.eks. Hvis S1 og S4 er lukkede switches, vil motoren løbe i en retning, end hvis S3 og S2 er lukkede switches. Kilde: [15].

## 5.5 Test

# 6 Hastighedsmåler

## 6.1 Komponenter

### 6.1.1 IR afsender diode - L-34F3BT

Relevante størrelser på dioden [10] er bestemt ud fra absolute maximum ratings ved en temperatur på 25 °C Duty cyclen er

$$D = \frac{1}{100}$$

Vi skal not beskrive hvordan vi testede denne kreds og have noget kode på det.  
\*\*\*

med en puls længde på

$$PW = 10 \mu\text{s}$$

Dette betyder at KingBright har vist at dioden kan med sikkerhed klare en frekvens på

$$f = \frac{D}{PW} = \frac{\frac{1}{100}}{10 \mu\text{s}} = 1000 \text{ Hz} \quad (1)$$

Hvilket vi vil forsøge at tilnærme.

Samt kan den klare en strømstyrke på

$$I_{FS} = 1.2 \text{ A}$$

### 6.1.2 IR modtager diode - BPW 34 FA

Relevante størrelser for IR modtager dioden [14] er at den har en kort switching tid på

$$t = 20 \text{ ns}$$

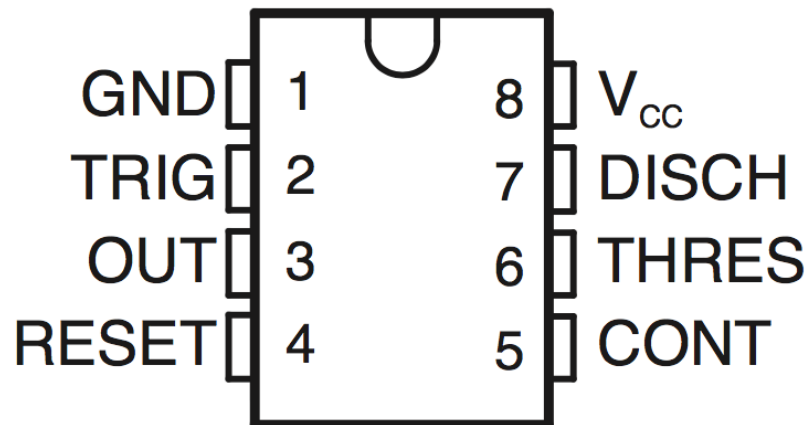
Den er bygget til at opfange lys med frekvensen på

$$[730 \text{ nm}; 1100 \text{ nm}]$$

Hvilket er fint for vores formål med infrarød lys.

### 6.1.3 555 timer - NE555P

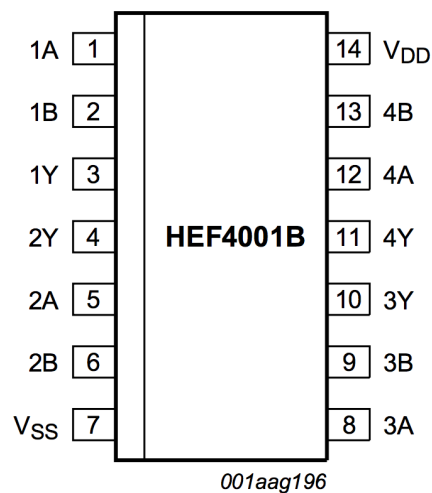
Vi benyttede en 555 timer [16] til at producere ønskede signaler med en frekvens på 1000 Hz, som beskrevet i ligning 1. Problemet ved at benytte en normal monostabil 555 timer er at duty cycle aldrig kan komme under 50% (kilde: [7]), dette betyder at vi ikke kan producere korte signaler som ønsket, ved direkte at udvælge bestemte modstande. Derfor udnytter vi at duty cyclen kan sættes væsentligt højere op (nær 99%) og vi kan derfra invertere signalet. Beregninger for udvælgelse af korrekte modstande for at få en ønsket duty cycle kan findes i afsnit 6.3.1.



Figur 14: Pindiagram over NE555P

#### 6.1.4 Signal invertering - HEF4001B

Kilde: [13] Vi har benyttet komponenter HEF4001B som er en IC med OR gates, som vi benytter til at inverterer signalet fra 555-timeren.



Figur 15: Pindiagram over HEF4001B

## 6.2 Teori

### 6.2.1 555 timer

En 555 timer er et komponent der kan benyttes

## 6.2.2 Benyttelse af diode som variabel spænding

## 6.2.3 Logiske gates

## 6.2.4 Hastighedsmålingsmetoder

Tidsmålingen bestemmes ved at vi kender et hvis strækning bolden har bevæget sig i, samt at man kender det tidsinterval bolden bevæger sig strækningen. Således bestemmes hastigheden:

$$v_{bold} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Heraf er der to løsninger til at bestemme dette. Den ene er at benytte to infrarød afsender og modtagere kredse, som er sat sammen i par. Således at når den første del registrerer at en bold passerer undervejs så begynder der at tage tid, indtil den næste del registrerer at bolden passerer.

Den anden metode er at benytte en infrarød afsender og modtager-kreds og en knap, så når der trykkes på knappen tages der tid fra at bolden skydes af sted til at den registreres af infrarød afsender og modtager kredse.

Vi endte med at vælge den anden metode, grundet tidspres da vi efter vores fremstilling stødte på problemer, da kredsløbet ikke fungerede på PCB. Se afsnit 11.3.

## 6.3 Beregninger

### 6.3.1 555 timer modstande

For 555 gælder det at vi ønsker en frekvens på

$$f_{target} = 1000 \text{ Hz}$$

Der kan opstilles 4 ligninger for 555 timeren således: For mark-time gælder det at

$$T_m = 0.7 \cdot C_1 \cdot (R_1 + R_2) \quad (2)$$

Hold  
øje  
med  
om  
der re-  
fereres  
til det  
rigtige  
afsnit

mangler  
nogle  
en-  
kelte  
bereg-  
ninger

For space-time gælder det at

$$T_s = 0.7 \cdot C_1 \cdot (R_2) \quad (3)$$

For perioden gælder det at

$$T = \frac{1}{f} = T_s + T_m \quad (4)$$

Og da dutycyclen skal være så tæt på 100 som muligt sættes følgende forhold til at gælde

$$T_m = 100 \cdot T_s \quad (5)$$

Ved at løse ligningssystemet for ligningerne 3, 5, 2, 4, og isolerer for  $R_1$  og  $R_2$  og opskriver den som funktion af kapacitoren og frekvensen fås udtrykkende:

$$R_1(C_1, f) = 1.400 \frac{1}{f \cdot C_1}$$

$$R_2(C_1, f) = 0.01414 \frac{1}{f \cdot C_1}$$

Så antages at kondensatoren er

$$C_1 = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

Da det antages vi bare benytter standardværdien.

Frekvensen er nævnt og således bliver modstandende

$$R_1(1.0 \cdot 10^{-6} \text{ F}, 1000 \text{ Hz}) = 1400 \Omega$$

$$R_2(1.0 \cdot 10^{-6} \text{ F}, 1000 \text{ Hz}) = 14.14 \Omega$$

Er det  
stan-  
dard-  
værdi-  
en?\*\*\*

### 6.3.2 Bestemmelse af modstande for peak-detektoren

Vi har besluttet at benytte en peak-detektor til at opfange IR signalet til modtageren. Heraf benyttes der en simpel peak-detektor opbygning. Udtryk og teori benyttet er fra kilde [12].

Er det  
den  
rigtige  
beteg-  
nel-  
se\*\*\*

Ud fra diodens karakteristika fås en forward-biased resistans på

$$r_{df} = 607 \Omega$$

og en reversed bias resistens på

$$r_{dr} = 2 \cdot 10^7 \Omega$$

Således gælder det at vi skal vælge en modstand  $R$  hvor det gælder at

$$r_{df} < R < r_{dr}$$

Vores tidsvariable  $\tau_2$  kan defineres som

$$\tau_2 = R \cdot C$$

Rigtig  
beteg-  
nelse?

hvor  $C$  er kapacitoren vi benytter i peakdetektoren.

## 6.4 Test

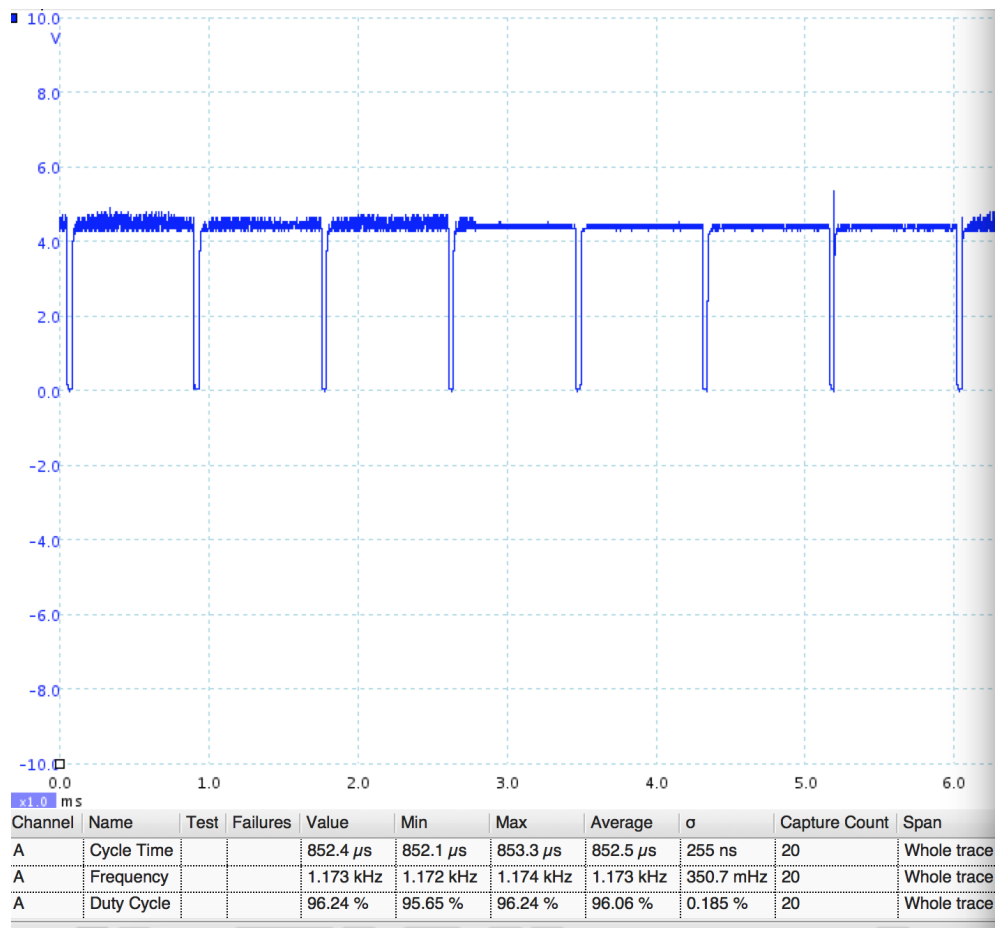
### 6.4.1 Afsender dioden

Vi testede 555-timeren med et PC-oscilloskop.

På Figur 16 er der en graf af den 555-timerens output, som det fremgår på info-boksene er duty cyclen er høj som beregnet. Det bemærkes også at frekvensen er lidt større end 1000 Hz men vi forventer ikke det giver os problemer.

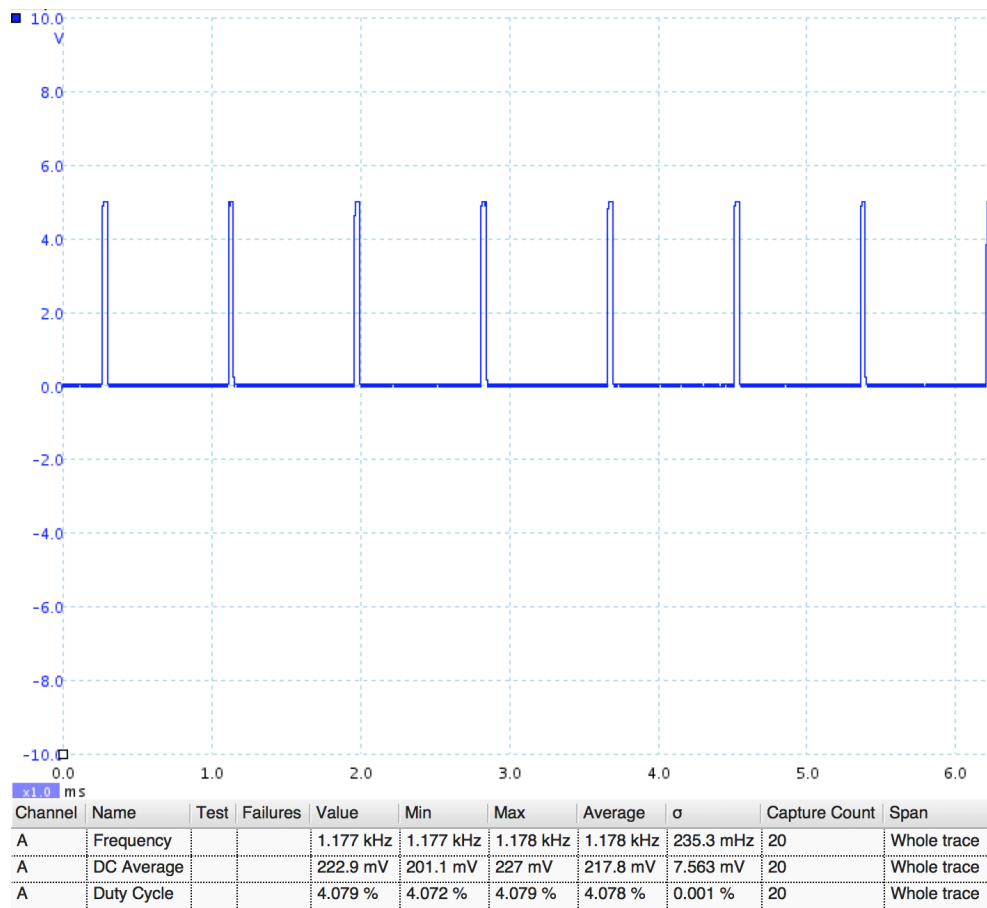
Det inverterede signal kan ses på 17 og det fungerer som ønsket.

Der  
skal  
nok  
referes  
til bil-  
leder  
og  
navne  
på  
kom-  
ponen-  
ter i  
bil-  
ledet  
når  
der  
snak-  
kes  
om  
tests\*\*\*

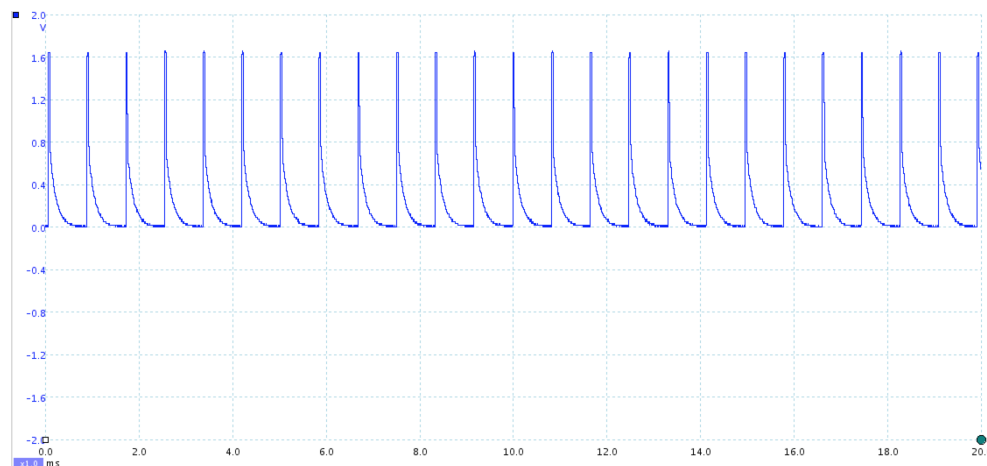


Figur 16: Spænding som funktion af tiden med info-bokse i bunden





Figur 17: Det inverterede signal som funktion af tiden med info-bokse i bunden



Figur 18: Spænding over dioden som funktion af tiden

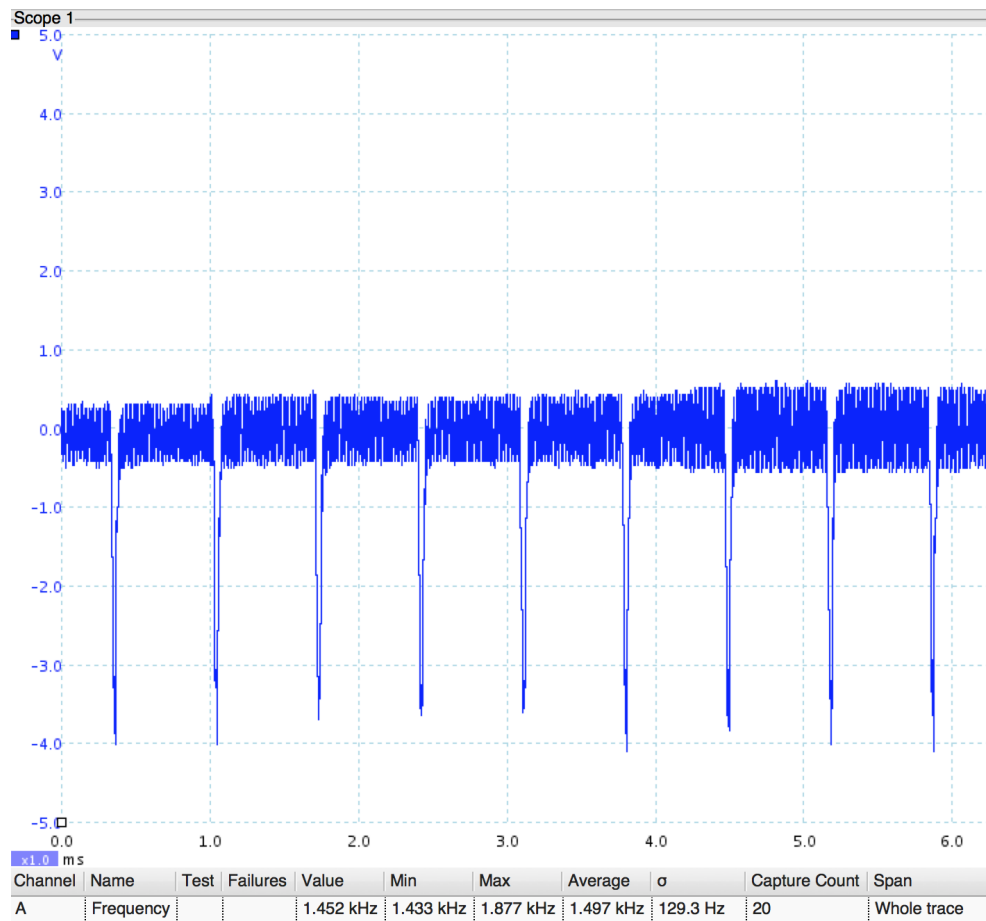
Spændingen over dioden kan ses på Figur 18. Frekvensen estimeres ud fra de 12 første bølgetoppe. Heraf bemærkes at

$$f_{diode} \approx \frac{12}{10 \cdot 10^3 \text{ s}} = 1200 \text{ Hz}$$

Hvilket svarer fint til frekvensen af outputtet fra 555-timeren.

### 6.4.2 Modtager dioden

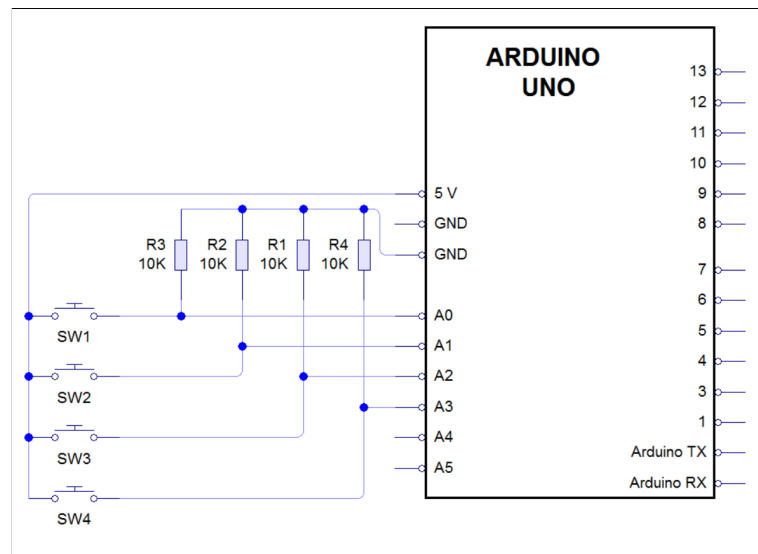
For modtager-delen af kredsen fremgår det på 19 at frekvensen er omtrent  $1.4 \cdot 10^3$  Hz, og et tydelig spændingsforskel på omtrent  $-5$  V hvilket er et fint og tydeligt signal.



vi kunne muligvis godt have mere tekst her

Figur 19: Spændingen som funktion af tiden af modtagerkredsens signal

## 7 Controller



Figur 20: Et billede af kredsløbet for controller kredsen.

### 7.1 Komponenter

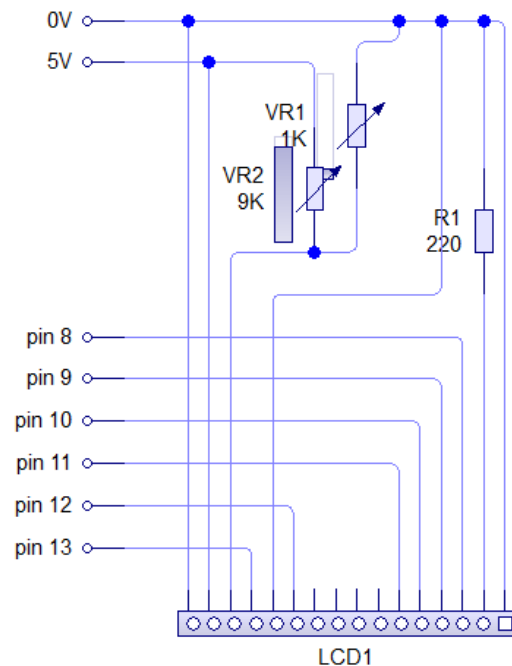
I kontrolleren bliver der kun brugt simple fysiske switches og modstande.

### 7.2 Teori

For at undgå en kortslutning bliver der sat en modstand imellem den ene switch side og ground. På den anden side a switchen er der 5 V.

## 8 Display

### 8.1 LCD-kredsløb



Figur 21: Arduino LCD kreds lavet ud fra arduino siden, se [2]

#### 8.1.1 LCD setup

Vi benytter et LCD display, da det let kan forbindes direkte til arduinoen uden et ekstra interface ved brug af LiquidCrystal biblioteket. Biblioteket vi benytter gør brug af ASCII kode se figur 22 til at vise symboler på et display. Vi benyttede et 4-bit datainterface setup (se [2]), hvor displayet skriver på to linjer.

## 8.2 Teori

### 8.2.1 LiquidCrystal library

LiquidCrystal library bruger vi til at kunne få arduinoen til at sende den ønskede tekst af f.eks. af en måling til et LCD. LiquidCrystal gør brug af ASCII tegnsæt til at tolke binære signaler til tekst. Et uddrag på ASCII karakterer kan ses på Figur 22.

upper 4 bit	lower 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110
0000	CG RAM ( 1 )						
0001	( 2 )						
0010	( 3 )						

Figur 22: Et eksempel på nogle ASCII koder benyttet af LiquidCrystal library - kilde: [Uddrag fra projektvejledning]

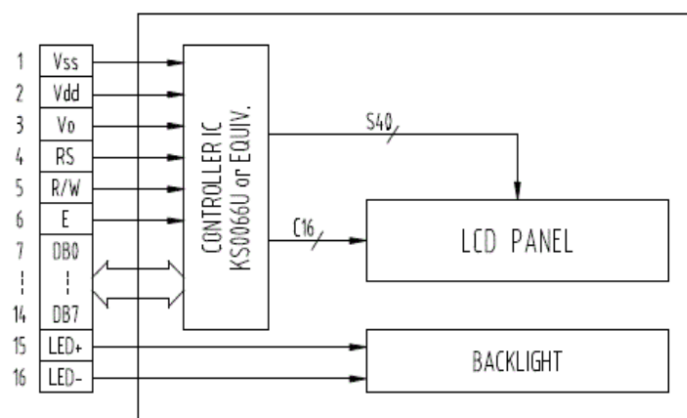
## 8.3 Komponenter

### 8.3.1 Arduino

Se afsnit 10

### 8.3.2 LCD display

LCD displayet vi benyttede havde en indbygget controller som vist på Figur 23.



Figur 23: Et blok diagram over databen og kontrolben til kontroller, backlight, LCD panel. Kontrolleren er indbygget i displayet. kilde: [Uddrag fra projektvejledning]

## 8.4 Test

Vi benyttede en simpel "Hello World" program til at teste skærmen, koden fik vi fra [2].

Listing 1: kodeeksempel "Hello World" med timer

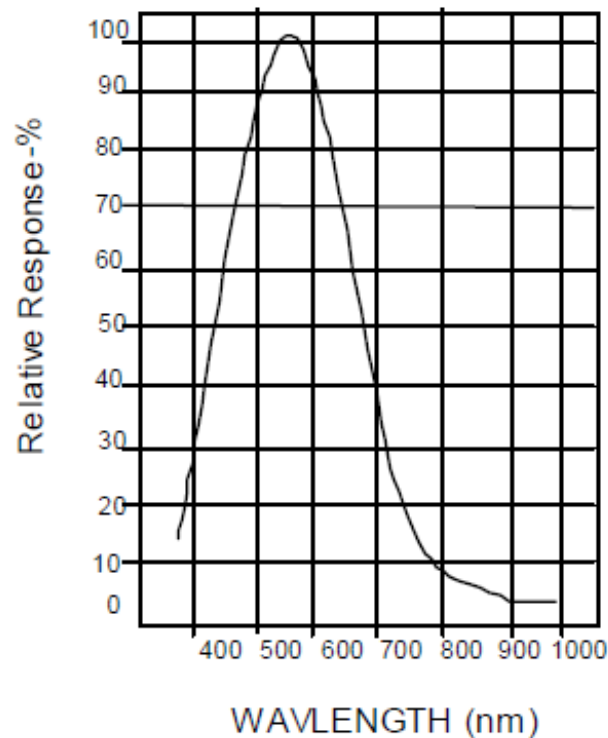
```
1 // Inkluder koden fra liquidcrystal library:
2 #include <LiquidCrystal.h>
3
4 //Initialiser biblioteket
5 //med disse interfacepins.
6 LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
7
8 void setup() {
9 //Bestemmer antallet af hhv.
10 //kolonner og rækker for displayet
11   lcd.begin(16, 2);
12 //Printer besked til displayet
13   lcd.print("hello, world!");
14 }
15
16 void loop() {
17 // Sætter cursor til at være på anden række,
18 // som er markeret 1.
19   lcd.setCursor(0, 1);
20 //Printer antallet af sekunder der
21 //er gået siden reset.
22   lcd.print(millis() / 1000);
23 }
```

Potentiometret kunne justerer skærmens styrke fint.

## 9 Ladningssensor

### 9.1 Komponenter

#### 9.1.1 BPW21 - Fotodiode



Figur 24: Normal spektral respons angivet i procent  
Se databladet i kilde [4]

BPW21 er en fotodiode, som betyder at dens modstand ændres alt efter

skriv  
teori  
om  
BPW21

#### 9.1.2 LED - RGB Clear Common Anode

### 9.2 Teori

#### 9.2.1 OPAMP

#### 9.2.2 Analog input til registrering af farve

Arduinoens analog input er beskrevet i afsnit 10.1. Vi benytter denne funktion til at få outputtet fra vores farvesensor ind i arduinoen.

## 9.3 Beregninger

### 9.3.1 Modstanden af LED

Ifølge [**kompLED**] gælder det for LED'en at dens typiske spænding for den blå og grønne LED

$$V_{GBtypisk} = 3.2 \text{ V}$$

Og for den røde

$$V_{Rtypisk} = 2 \text{ V}$$

Og kan klare en strømstyrke på

$$I = 20 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Ud fra ohms lov må det betyde at hvis indgangsspændingen er på 5 V, at modstanden til de enkelte LEDer skal være

$$\begin{aligned} R &= \frac{U}{I} \\ R_{RLED} &= \frac{5 \text{ V} - 2 \text{ V}}{2.0 \cdot 10^{-2} \text{ A}} = 150 \Omega \\ R_{GLED} &= \frac{5 \text{ V} - 3.2 \text{ V}}{2.0 \cdot 10^{-2} \text{ A}} = 90 \Omega \\ R_{BLED} &= \frac{5 \text{ V} - 3.2 \text{ V}}{2.0 \cdot 10^{-2} \text{ A}} = 90 \Omega \end{aligned}$$

Ud fra dette valgte vi at benytte modstandene

$$R_{RLED} = 180 \Omega$$

$$R_{GLED} = 100 \Omega$$

$$R_{BLED} = 100 \Omega$$

Det vidste sig dog at en LED ikke lyste nok op, og derfor satte vi en ekstra parallelt med den anden som vist på kredsløbstegningen. Dette betød at vi skulle ændre vores modstande, hvor vi også valgte at ændre modstandene således at de 3 forskellige farver



tilnærmelsesvis lyste lige stærkt. De nye modstande blev

$$R_{LED} = 120 \Omega$$

$$R_{GLED} = 470 \Omega$$

$$R_{BLED} = 470 \Omega$$

Her blev der lavet en test, af indgangsspændingen til Arduinoen, når der blev lyst med forskellige farver, på materialer med forskellig farve. Testen kan findes i tabel 1.

### 9.3.2 OPAMP modstande

Vi besluttede os for at benytte en OPAMP, da vores største signal fra test 1 (se 1) var på 0.06 V, hvis man ser bort fra når alle lyser. Da vores precision af analog inputtet på arduinoen er omkring 0.005 V (se 10.1), er der små udsving i inputtet, som vi gerne vil gøre større med en OPAMP, så det er nemmere at identificere hvilken farve bliver brugt. Vi valgte at den maksimale indgangsspænding til OPAMPen er

$$V_{in} = 0.08 \text{ V}$$

Vi ønsker at dette skal være det maksimale som Arduinoen kan måle (5 V)

$$V_{out} \approx 5 \text{ V}$$

Heraf er den ønskede forstærkning

$$A_{target} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{5 \text{ V}}{0.08 \text{ V}} = 62.5$$

Denne forstærkning er ret høj og vi benytter derfor en non-inverting amplifier.

Vi bestemmer en rimelig værdi til den ene modstand er

$$R_{in} = 1000 \Omega \tag{6}$$

Og udtrykket for forstærkningen er

$$A_{target} = 1 + \frac{R_f}{R_{in}} \tag{7}$$

Ved at isolerer  $R_f$  i ligningerne 6 og 7 fås

$$R_f = 61.5 \cdot 10^3 \Omega$$

Da vi ikke har denne modstand direkte, vælger vi at benytte en  $56 \cdot 10^3 \Omega$  modstand i stedet. Hvilket giver os en reel forstærkning på

$$A_{reel} = 1 + \frac{56 \cdot 10^3 \Omega}{1000 \Omega} = 57$$

Hvilket svarer til et outputsignal på

$$V_{out} = 0.08 \cdot 57 = 4.56 \text{ V}$$

Hvilket er tilnærmelsesvis hvad vi gerne vil have. Derefter kørte vi den samme test som før vi havde forstærket signalet. Resultaterne kan ses i tabel 2.

\*\*\*\* NOTER \*\*\*\* Men da vi satte tre modstande ændrede vi det til \*\*\*. Skriv LED anode eller cathode og indsæt tegning Simon → Farvesensor Skriv om bestemmelse af modstande til LED Start -i G=100 B=100 R=180

Ændring -i R=120 G=470 B=470

Skriv om arduino precision (10 bit)-i grunden til brug af opamps

Skriv om opAMP

Nævn af billederne i bilag (grøn blå) blev taget før at afstanden blev ændret fra 6 cm til 3cm. (afstand 2 cm, mørklagt kasse)

\*\*\*\*\*

## 9.4 Test

Tabel 1: Signaler uden forstærkning

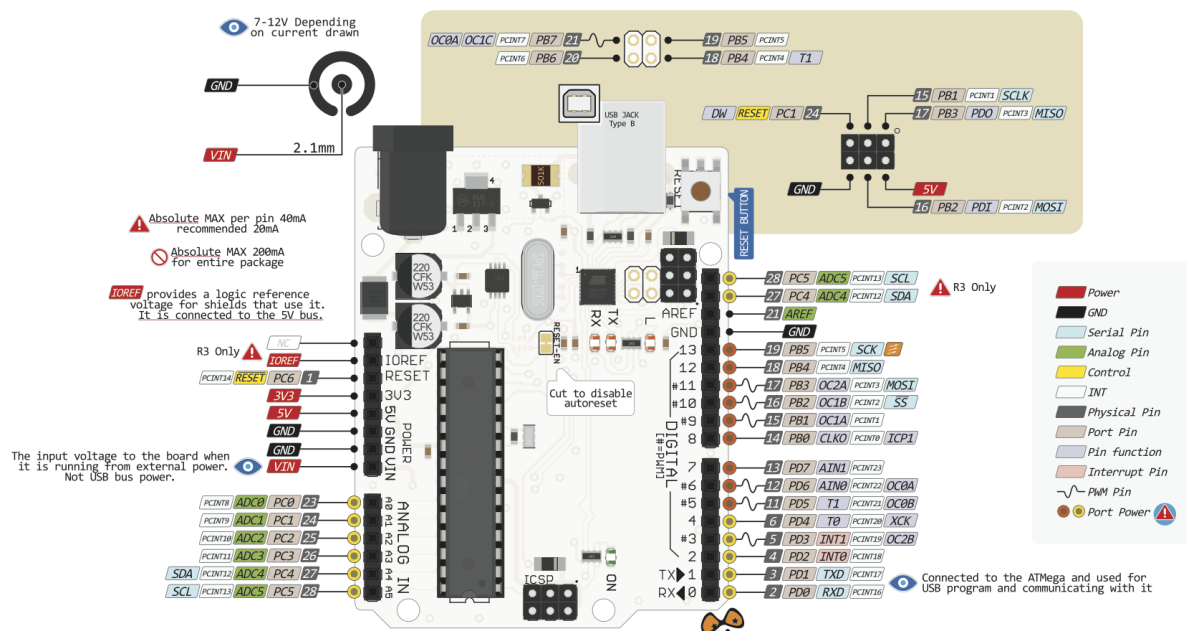
	Alle[V]	Intet [V]	Rød[V]	Grøn[V]	Blå[V]
Sort	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02
Hvid	0.12	0.01	0.02	0.06	0.06
Rød	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02
Blå	0.05	0.01	0.01	0.02	0.03
Gul	0.06	0.01	0.02	0.04	0.02
Grøn	0.04	0.01	0.01	0.03	0.02

Test efter forstærkning

Tabel 2: Signaler med forstærkning

	Alle[V]	Intet [V]	Rød[V]	Grøn[V]	Blå[V]
Sort	0.47	0.05	0.08	0.23	0.25
Hvid	4.8	0.04	0.77	4.04	4.38
Rød	1.03	0.06	0.53	0.29	0.28
Blå	2.72	0.06	0.06	0.77	1.95
Gul	3.8	0.06	0.75	2.42	0.75
Grøn	0.9	0.05	0.06	0.49	0.4

## 10 Arduinoen



Figur 25: Arduino uno med ATmega328

Her kan man se hvilke ben der er på Arduinoen, og hvilke porte de fordelt på ( PORTB, PORTC og PORTD). Hvis man ser på "Port pin", står der P for port, efterfulgt af bogstavet for hvilken port den er tildelt, efterfulgt af dens bit position i den port. Vi har også opgivet den påkrævede spænding for at køre Arduinoen. Vi kan også se Analog input ben (A0-A5) og de digital input og output ben (0-13). Vi kan se ud fra analog ben A4 og A5 at de er SDA og SCL, som er relevant når vi skal benytte I2C kredsen.

Kilde: <http://pighixx.com/unov3pdf.pdf>

### 10.1 Analog inputs og outputs (PWM)

Analog input i Arduinoen er et input som beskriver spændingsfaldet over inputtet og jord med et 10 bit tal.[1] Dette betyder at den laveste værdi og højeste værdi af et analog

input er

$$U_{\text{MIN}} = b00\ 0000\ 0000 \rightarrow 0 \rightarrow 0\text{ V}$$

$$U_{\text{MAX}} = b11\ 1111\ 1111 \rightarrow 1023 \rightarrow 5\text{ V}$$

Med Arduinoen kan man få et analog input igennem en analog ben (se 25), og kalde metoden *analogRead()* til benets nummer, eksempelvis A0. Da vores precision er på 10 bit, til at beskrive et maks spændingsfald på 5 V, må det gælde at den laveste ændring i spændingsfaldet vi kan måle er

$$U_{\text{prec}} = \frac{5\text{ V}}{1023} \approx 5 \cdot 10^{-3}\text{ V}$$

## 10.2 Digital inputs og outputs

## 10.3 I2C - Synkroniseret kommunikation

# 11 Fremstilling

## 11.1 Fumlebræt-modeller



Figur 26:

## 11.2 PCB - fremstilling



Figur 27: Et billede af et PCB vi designede i Livewire



Figur 28: Et billede af et PCB fremstillet fysisk

## 11.3 Endelige prototype



Figur 29: Billede af endelig produkt

punkt 1 PCB'et havde muligvis ikke ordenlige forbindelser Dette har vi testet ved at bruge et multimeter se om der var gode forbindelser mellem alle punkter på PCB'et punkt 2 Der er mulighed for at da PCB'et manglede en ledning eller 2 da det blev lavet på computeren. Dette er noget som vi har prøvet at undgå ved at lave så få manuelle ændringer i PCB-wizard så der ikke blev overset nogle forbindelser. punkt 3 Der var komponenter som ikke fungerede ordenligt. Det er ikke særlig ofte at komponenter ikke fungerer ordenligt når vi bruger dem derfor kan det være at der er en komponent der er blev sat forkert i eller at der er blevet brugt et forkert komponent hvilket også er en del af dette punkt.

Beskriv  
hvor-  
dan  
PCB-  
baseret  
pro-  
dukt  
ikke  
fun-  
grede,  
har vi  
nogen  
mulige  
forkla-  
rin-  
ger?

## 12 Slut afprøvning

### Referencer

- [1] Arduino LLC. *Analog input*. URL: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInput> (sidst set 1. maj 2017). Kildekritik: Denne hjemmeside er lavet af firmaet bag arduinoen og vi vurderer at de derfor har interesse til at kommunikere hvad arduinoen er i stand til korrekt til hobbyister og andre Arduino brugere.

- [2] Arduino LLC. *"Hello World!"* URL: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HelloWorld> (sidst set 22. november 2016). Kildekritik: Denne hjemmeside er lavet af firmaet bag arduinoen og vi vurderer at de derfor har interesse til at kommunikere hvad arduinoen er i stand til korrekt til hobbyister og andre Arduino brugere.
- [3] Tom Igoe - Arduino. *One step at a time*. URL: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/StepperOneStepAtATime> (sidst set 28. april 2017).
- [4] Centronic LTD. *SERIES BPW 21*. URL: <http://ticsante.u-strasbg.fr/lib/exe/fetch.php?media=0900766b800a603b.pdf> (sidst set 7. maj 2017).
- [5] RS-components. *Hybrid stepper motors*. URL: <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/12bb/0900766b812bb588.pdf> (sidst set 28. april 2017).
- [6] Don Pettibone. *Re: How do I calculate the velocity of a projectile exiting an solenoid?* URL: <http://www.madsci.org/posts/archives/1998-08/897010420.Ph.r.html> (sidst set 27. marts 2017).
- [7] Electronics Tutorials. *555 Timer Tutorial*. URL: [http://www.electronicstutorials.ws/waveforms/555\\_timer.html](http://www.electronicstutorials.ws/waveforms/555_timer.html) (sidst set 8. maj 2017).
- [8] Fairchild Semiconductor Corporation. *12A, 100V, 0.200 Ohm, Logic Level, N-Channel Power MOSFET*. URL: [https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2012/tcj26\\_ecs227/tcj26\\_ecs227/F12N10L.pdf](https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2012/tcj26_ecs227/tcj26_ecs227/F12N10L.pdf) (sidst set 2. april 2017).
- [9] Per Holck, Jens Kraaer og Birgitte Merci Lund. *ORBIT A htx*. Skt. Pauls Gade 25, Århus, Danmark: Systime, 1930. Sider benyttet: 129.
- [10] Kingbright. *T-1 (3mm) INFRARED EMITTING DIODE*. URL: [http://www.mouser.com/ds/2/216/L-34F3BT\(Ver.14A\)-795135.pdf](http://www.mouser.com/ds/2/216/L-34F3BT(Ver.14A)-795135.pdf) (sidst set 1. maj 2017).
- [11] Mehdi Sadaghdar. *Gausskanon*. URL: [https://youtu.be/mdZo\\_keUoEs](https://youtu.be/mdZo_keUoEs) (sidst set 27. marts 2017). Effekt estimering baseret ud fra de givet værdier ud fra el-diagrammet på 2:31.
- [12] Microchip. *Peakdetector OPAMP rectifier*. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/01353A.pdf> (sidst set 28. april 2017). Relevante sider: 8 og 9.
- [13] Nexperia. *HEF4001B*. URL: <http://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/HEF4001B.pdf> (sidst set 8. maj 2017).
- [14] OSRAM. *Silicon PIN Photodiode with Daylight Filter*. URL: <http://dk.rs-online.com/web/p/fotodioder/6547921/> (sidst set 1. maj 2017).
- [15] Texas Instruments. *H bridge*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/H\\_bridge](https://en.wikipedia.org/wiki/H_bridge) (sidst set 24. april 2017).

- [16] Texas Instruments. *xx555 Precision Timers*. URL: <http://www.ti.com/lit/gpn/ne555> (sidst set 8. maj 2017).
- [17] Wikipedia. *Gausskanon*. URL: <https://da.wikipedia.org/wiki/Gausskanon> (sidst set 27. marts 2017).
- [18] Wikipedia. *L293D - Texas Instruments*. URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293.pdf> (sidst set 24. april 2017).

## 13 Bilag

### 13.1 samlet kredsløb

Figur 30: Et billede af det samlede kredsløb



## **13.2 Program til Arduino**

---