

Angry Birds In Real Life: Et legetøj

Eksamensprojekt

Fag: Teknik A Design og Produktion

Klasse: Design og produktion TK 1

Udarbejdet af: Simon Tarnow, Daniel Laporte og Christoffer Rasmussen

3. april 2017

Indhold

1	Projektbeskrivelse	3
1.1	Problemanalyse	3
1.2	Problemformulering	3
1.3	Projektafgrænsning	3
1.4	Overordnede produktkrav	5
1.5	Tidsplan for projektet	6
2	Overordnet løsningsforslag	6
2.1	Gauss-kanon	6
2.1.1	Magnetisk løb	7
2.1.2	Magnetisk aftrækker	8
2.2	Elastik-kanon	8
2.3	Valg af overordnet løsning	9
3	Samlet kredsløb	10
4	Retningsregulerende kreds	10
4.1	Komponenter	11
4.1.1	N-Channel power MOSFET - F12N10L	11
4.1.2	Stepper motor - RS191-8328	11
4.2	Teori	12
4.2.1	MOSFET	12
4.2.2	Stepper motor	12
5	Hastighedsregulerende kreds	12
5.1	Komponenter	13
5.2	Lego 9 V DC motor	13
5.3	Teori	13
6	Hastighedsmåler	13
6.1	Komponenter	13
6.2	Teori	13
7	Controller	13
7.1	Komponenter	14
7.2	Teori	14
8	Display	14
8.1	Komponenter	14
8.2	Teori	14
9	Ladningssensor	14
9.1	Komponenter	14
9.2	Teori	14
	Bibliography	14

10 Bilag	14
10.1 samlet kredsløb	14
10.2 Program til Arduino	15

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 Development¹, 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

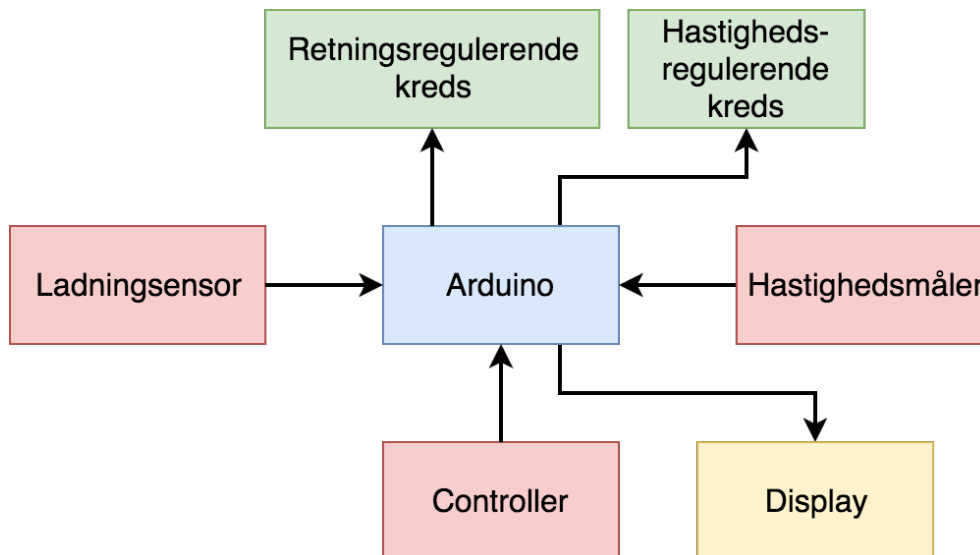
For at specificerer en løsning til denne problemstilling tages der udgangspunkt i videospillet Angry Birds af Rovio Entertainment. Ifølge Michael Chorost beskrevet i Psychology today² er der 4 overordnede grunde til at Angry Birds er let at blive afhængig af:

- 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*.

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

²Chorost, 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



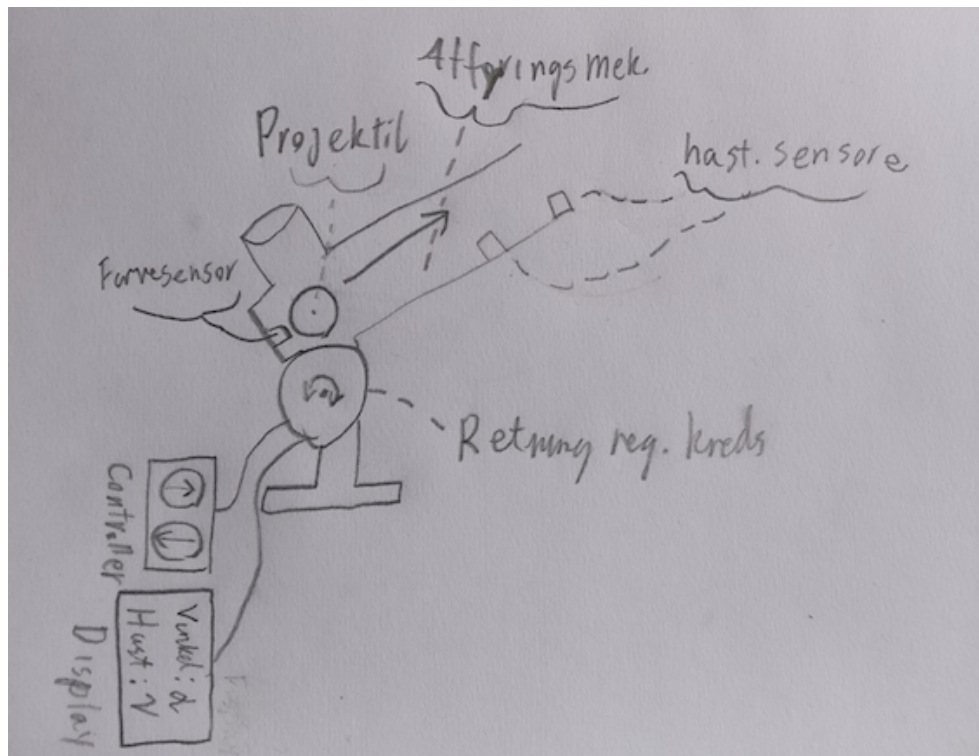
Figur 1: Blokdiagram af overordnet løsning. Input blokke(røde), Output blokke (gule), Kredse (grønne)

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

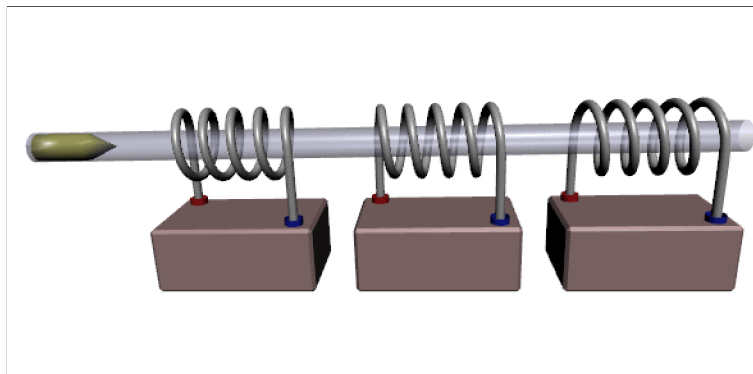
2 Overordnet løsningsforslag

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: [4]

For en enkelt spole, kan et projektils udgangshastighed modelleres udtrykket udformet af PhD i anvendt matematik Don Pettibone (se [1]).

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

- v_{slut} : Sluthastigheden ved enden af spolen for projektilet [$\frac{m}{s}$]
- μ_0 : Vakuumpermeabiliteten ($\mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6} \frac{T \cdot m}{A}$).
- I_0 : Strømstyrke [A].
- μ_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 [3]) 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 [2] - 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 μ_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

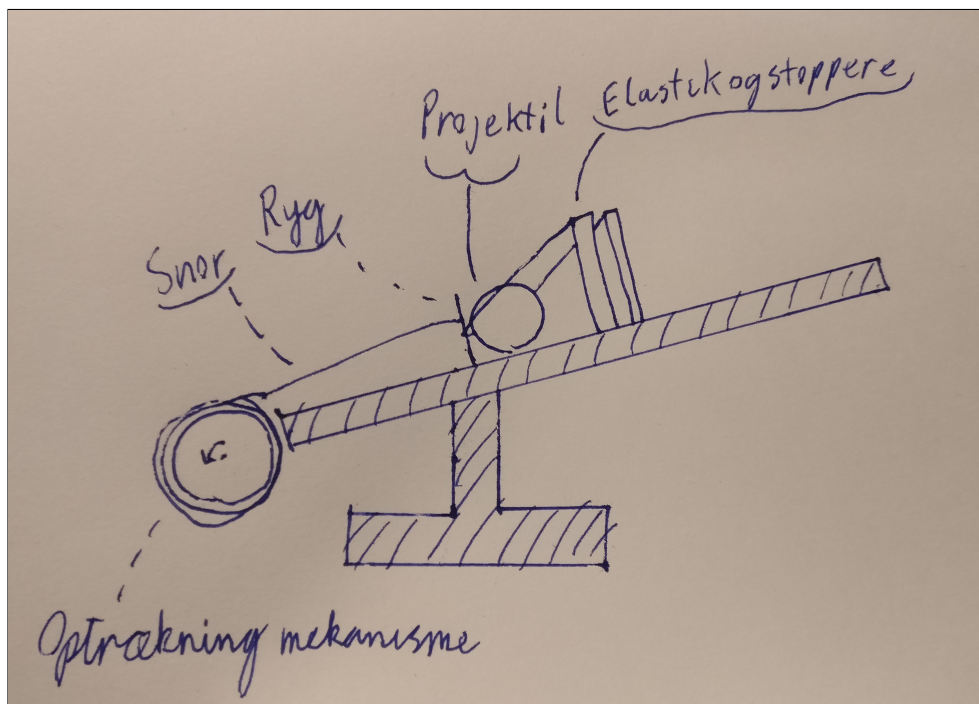
Denne løsning bliver vores produkt udformet som en slangebøsse med variabel styrke. Således bliver den variabel: hvor langt væk elastikken trækkes væk fra hviletilstand. En model for dette princip kan simpel konstrueres ud fra energiomdannelsen fra potentiel energi i Hooks lov til kinetisk energi.

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

- 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.



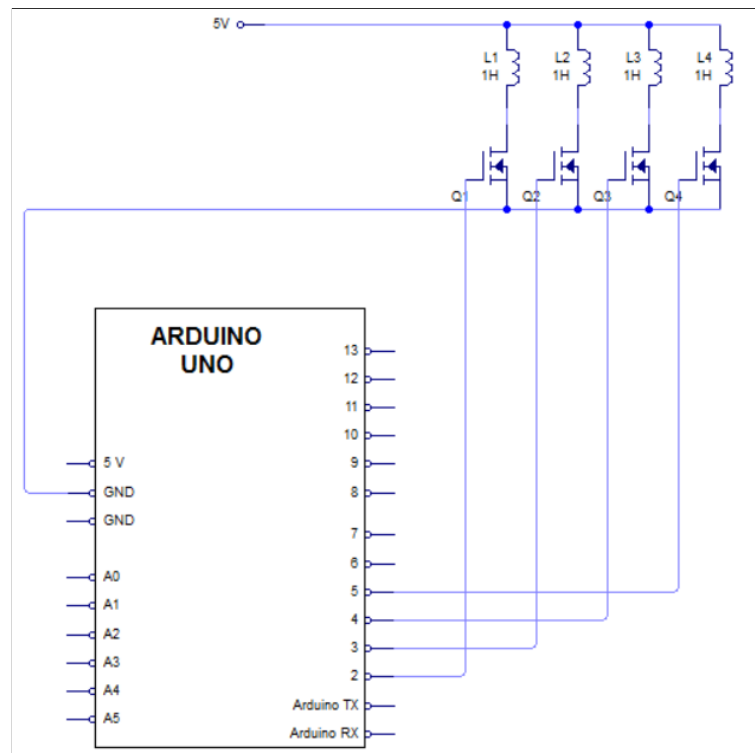
Figur 6: Affyringsmekanisme for en Elastik-kanon, der er ikke fokus på andre blokke beskrevet i projektbeskrivelse.

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

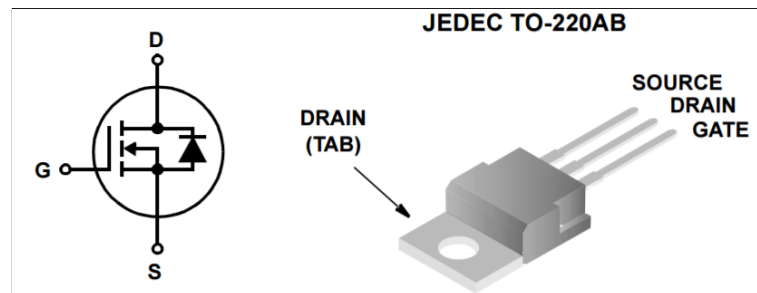


Figur 7: Et billede af kredsløbet for den retningsregulerende kreds.

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 5V, så der kan løbe nok strøm igennem spolerne i stepper motoren. For at bruge den eksterne strømforsyning bruger vi MOSFETs som digitale switches.

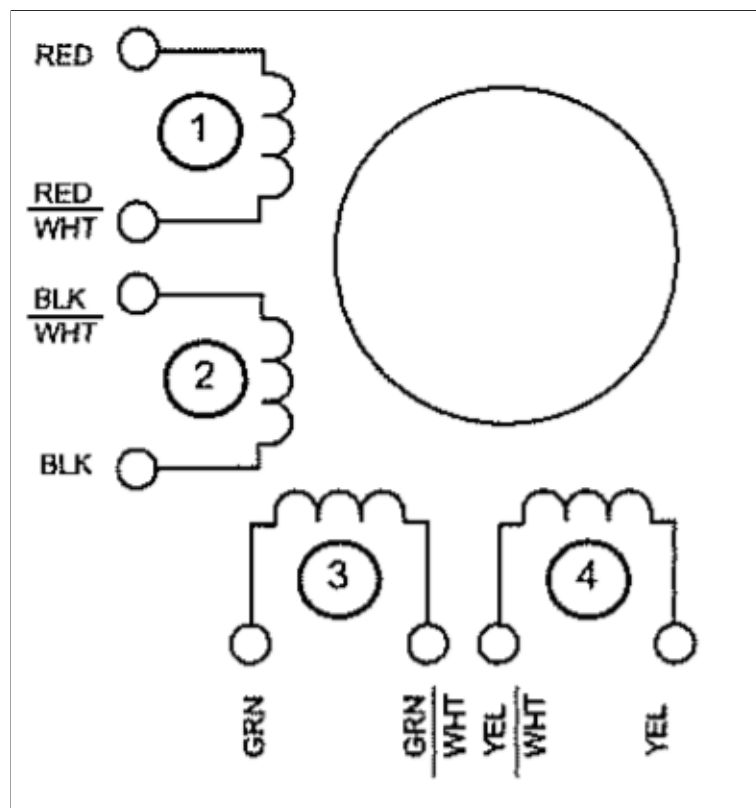
4.1 Komponenter

4.1.1 N-Channel power MOSFET - F12N10L



Figur 8: Pindigram og symbol af F12N10L

4.1.2 Stepper motor - RS191-8328



Figur 9: Diagram af RS191-8328

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.

4.2 Teori

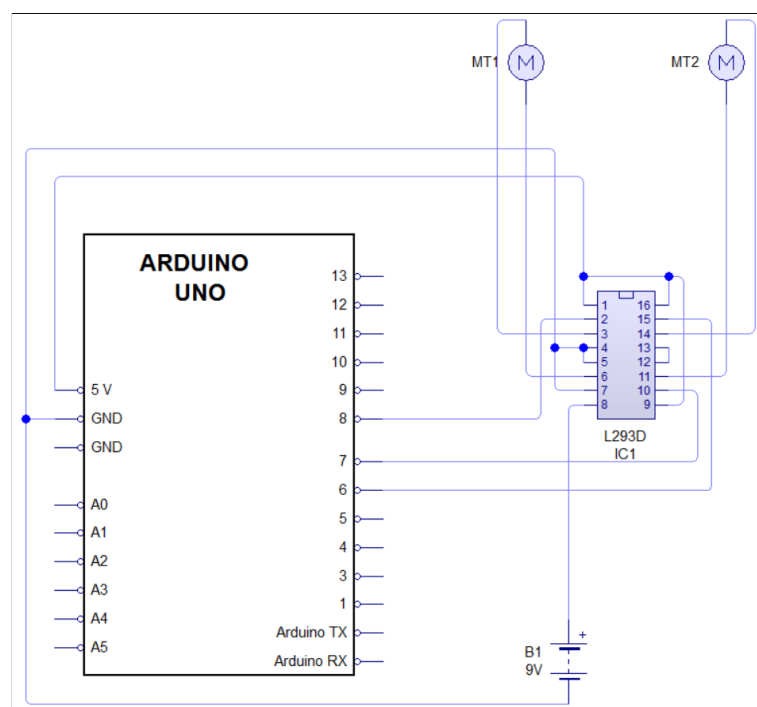
4.2.1 MOSFET

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. Vores MOSFET er bygget til 5 V logik.

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.

5 Hastighedsregulerende kreds



Figur 10: Et billede af kredsløbet for den hastighedsregulerende kreds.

5.1 Komponenter

5.2 Lego 9 V DC motor

En normal DC motor der kører på 9 V

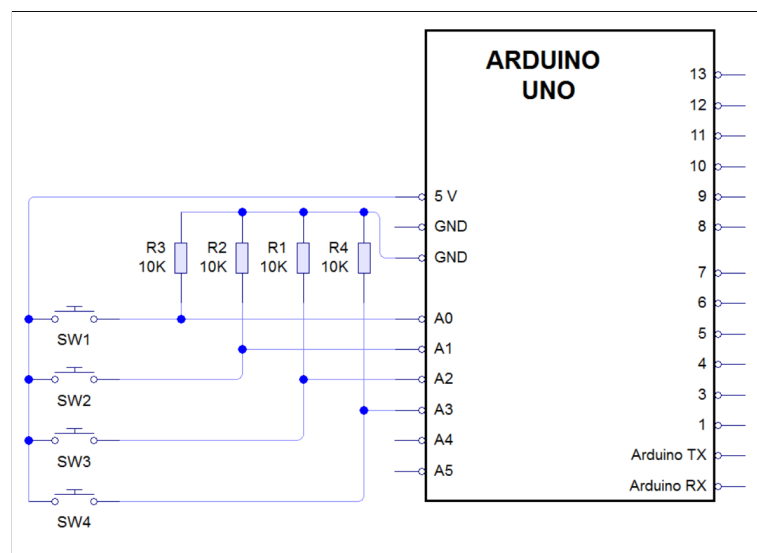
5.3 Teori

6 Hastighedsmåler

6.1 Komponenter

6.2 Teori

7 Controller



Figur 11: Et billede af kredsløbet for controller kredsen.

7.1 Komponenter

7.2 Teori

8 Display

8.1 Komponenter

8.2 Teori

9 Ladningssensor

9.1 Komponenter

9.2 Teori

Referencer

- [1] 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 3. 27 2017).
- [2] Per Holck, Jens Kraaer og Birgitte Merci Lund. *ORBIT A htx*. Skt. Pauls Gade 25, Århus, Danmark: Systime, 1930. Sider benyttet: 129.
- [3] Mehdi Sadaghdar. *Gausskanon*. URL: https://youtu.be/mdZo_keUoEs (sidst set 3. 27 2017). Effekt estimering baseret ud fra de givet værdier ud fra el-diagrammet på 2:31.
- [4] Wikipedia. *Gausskanon*. URL: <https://da.wikipedia.org/wiki/Gausskanon> (sidst set 3. 27 2017).

10 Bilag

10.1 samlet kredsløb

Figur 12: Et billede af det samlede kredsløb

10.2 Program til Arduino
