

Navn: Simon Edna
Klasse: ST2C

The Ultimate Project - Vaktpistol



Bilde 1: Vaktpistolen

Innholdsfortegnelse

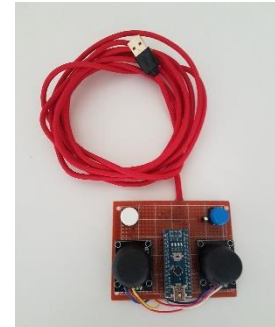
The Ultimate Project - Vaktpistol	1
Innledning	2
Produktet	3
Fremgangsmåte	3
Ide	3
Materiale og komponenter	3
Byggeprosessen	4
Kode og koblingsskjema	5
Kode	5
Koblingsskjema	6
Resultater	8
Vedvarende problemer	8
Testing	8
Egenvurdering	9
Bidragsyttere	10
Kilder	11
Informasjonskilder	11
Bilder	11
Koblingsskjema	11
Formel	11

Innledning

Til denne oppgaven skulle man lage en teknologisk innretning med diverse elektriske komponenter, Arduino, en bevegelig del og en 3D-printet del. Man valgte å lage en «sentry gun», heretter kalt vaktpistol. Formålet med dette prosjektet var å lage noe tøft, samtidig som det skulle være lærerikt og morsomt.

Produktet

Sluttproduktet består i praksis av to deler, selve vaktpistolen, men også kontrolleren som må tilkobles vaktpistolen via en USB-port. Vaktpistolen kan sees i bilde 1, og kontrolleren kan sees til høyre i bilde 2. Prosjektet får strøm fra en haug med batterier, slik at man skal slippe å koble det i en PC eller stikkontakt. Med kontrolleren kan man styre vaktpistolen til høyre eller venstre, og oppover eller nedover. Den har et magasin med kapasitet til å oppbevare 13 skudd, som kan skytes en etter en, ved å trykke på den blå knappen på kontrolleren. Vaktpistolen har også et lasersikte for å vise hvor man skyter.



Bilde 2: Kontrolleren til vaktpistolen

Fremgangsmåte

Ide

Ideen om å lage en vaktpistol kom fra at man hadde sett slike i filmer og dataspill. Det ble satt et mål om å lage en vaktpistol, som skulle skyte ufarlige prosjektiler. I tillegg skulle det lages en kontroll som kunne kommunisere med vaktpistolen.

Disse 4 konkrete kriteriene ble satt til prosjektet. Vaktpistolen skulle:

- styres av 2 stepper motorer.
- ha et lasersikte som viste hvor skuddene traff.
- få strøm levert fra batterier. (Hovedsakelig LiPO batterier.)
- kunne styres trådløst fra en kontroll.

Materiale og komponenter

Det ble bestemt at skjelettet til vaktpistolen skulle kuttes ut av 6 mm tykke MDF-plater. Først ble det vurdert å bruke et elektrisk airsoft-våpen i vaktpistolen, men det ble bestemt at man skulle bruke et Nerf-gevær i stedet, fordi det var tryggere.

Som motorer ble det bestemt at man skulle bruke 2 stykk NEMA 17 stepper motorer for å bevege våpenet i ulike retninger. Disse ble valgt fordi man allerede hadde litt erfaring med

dem, i tillegg til at de er svært nøyaktige og relativt sterke. Som drivere for hver av stepper motorene endte man til slutt opp med å benytte to A3967, fordi de er enkle å bruke, noe som også driverens populære navn «EsayDriver» tilsier. Det viste seg at man måtte ha en servo motor for å fungere som «avtrekker» på våpenet. Valget falt på stepper motoren som ble brukt under båtprosjektet, fordi den er sterk. I tillegg viste det seg at man måtte kontrollere 2 motorer som allerede var i skyte-mekanismen til våpenet. Til sammen endte man med 5 motorer i prosjektet.

Ellers var det viktig å gjøre prosjektet nokså solid, slik at det kunne flyttes litt rundt uten å gå i stykker hele tiden. På grunn av dette ble det satt fokus på å feste alle komponentene med blant annet lim, skruer og dobbeltsidig teip. I tillegg ble mange koblingspunkter loddet, slik at de ble solide.

Byggeprosessen

Byggeprosessen startet med å tegne skjelettet til vakt pistolen i programmet «CorelDRAW Graphics Suite». Skjelettet besto av 4 MDF-plater som ble kuttet ut ved hjelp av en laserkutter på Vitensenteret i Trondheim. Senere ble de 4 MDF-platene spraylakkert svart. Samtidig ble Nerf-geværet spraylakkert svart.

I tillegg måtte man tegne å 3D-printe et akslingsfeste til den ene stepper motoren. Denne delen var litt vanskelig å få printet ut med korrekte mål, fordi 3D-printeren hadde en feilmargin på noen få millimeter. Kun noen millimeter feilmargin var problematisk, fordi akslingsfeste ble for trangt til å feste på akslingen til stepper motoren. Med litt manuell filing på akslingsfeste gikk det likevel til slutt. Mens skjelettet og akslingsfeste til vakt pistolen ble laget, så begynte man å programmere de ulike komponentene til å utføre ulike enkle oppgaver.

Før man rakk å begynne på å montere sammen selve vakt pistolen, så ble skolen stengt grunnet smittefare av COVID-19. Det ble da avgjort at alle delene skulle tas med hjem til Simon Edna, og det ble senere bestemt at han overtok prosjektet alene.

Videre ble de 4 MDF-platene og de 2 stepper motorene montert sammen ved hjelp av skruer og lim fra en limpistol. Ledninger ble så koblet opp til Arduino kortet, og andre ledninger ble koblet opp til sine respektive plasser. Videre ble to sett med LiPo batterier koblet opp. Det ene settet med LiPo batterier gikk til de to driverne for NEMA17 motorene. Det andre settet med LiPo batterier gikk til en relay i våpenet. Til hvert av settene med LiPo batterier ble det koblet inn en bryter for å enkelt kunne skru av å på strømmen. Deretter ble det koblet opp en USB-port til vakt pistolen, for at det skal være enkelt å koble til kontrolleren.

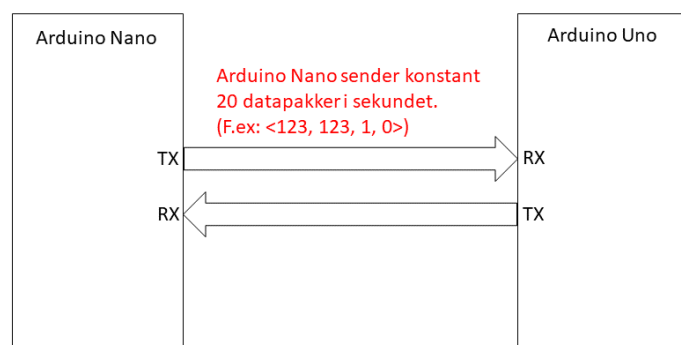
Kode og koblingsskjema

Kode

Den største utfordringen på kodefronten var helt klart å få de to Arduino kortene til å kommunisere med hverandre. Det ville vært fullt mulig å bare ha et Arduino kort i prosjektet, men det ville ikke vært like morsomt å programmere. For å kommunisere mellom kortene ble biblioteket «SoftwareSerial» brukt. Dette biblioteket gjør det mulig å åpne en Serial-port mellom to Arduino kort.

I begynnelsen var det egentlig ikke noen kommunikasjon mellom Arduino kortene. Datapakkene ble da overført konstant fra Arduino Nano'en i stedet. Det ble sendt en datapakke hvert 50. millisekund.

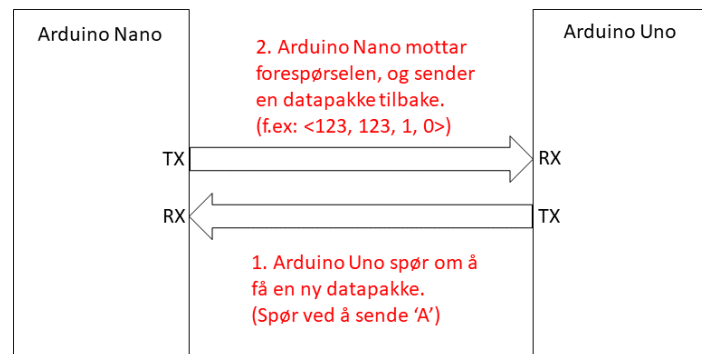
Problemet var at hver gang Arduino



Bilde 3: Relativt dårlig dataoverføring

Uno'en på vakt pistolen mottok en datapakke, så oppsto det litt elektronisk støy. Denne elektroniske støyen gjorde at vakt pistolen fikk hakkete og ustabil bevegelse. Dessuten trengte ikke alltid vakt pistolen å motta 20 datapakker i sekunder. Enkelt forklart så kan man si at Arduino Uno'en på vakt pistolen ble overført med data, selv om den allerede var mettet.

Løsningen på dette problemet var å lage et såkalt «master/slave-system», der den som er «master» kontrollerer den som er «slave». Arduino Uno'en ble «master», og kunne på den måten selv kontrollere når den ville ha datapakker. Dette reduserte støyen betraktelig, og økte ytelsen til vakt pistolen.



Bilde 4: God dataoverføring

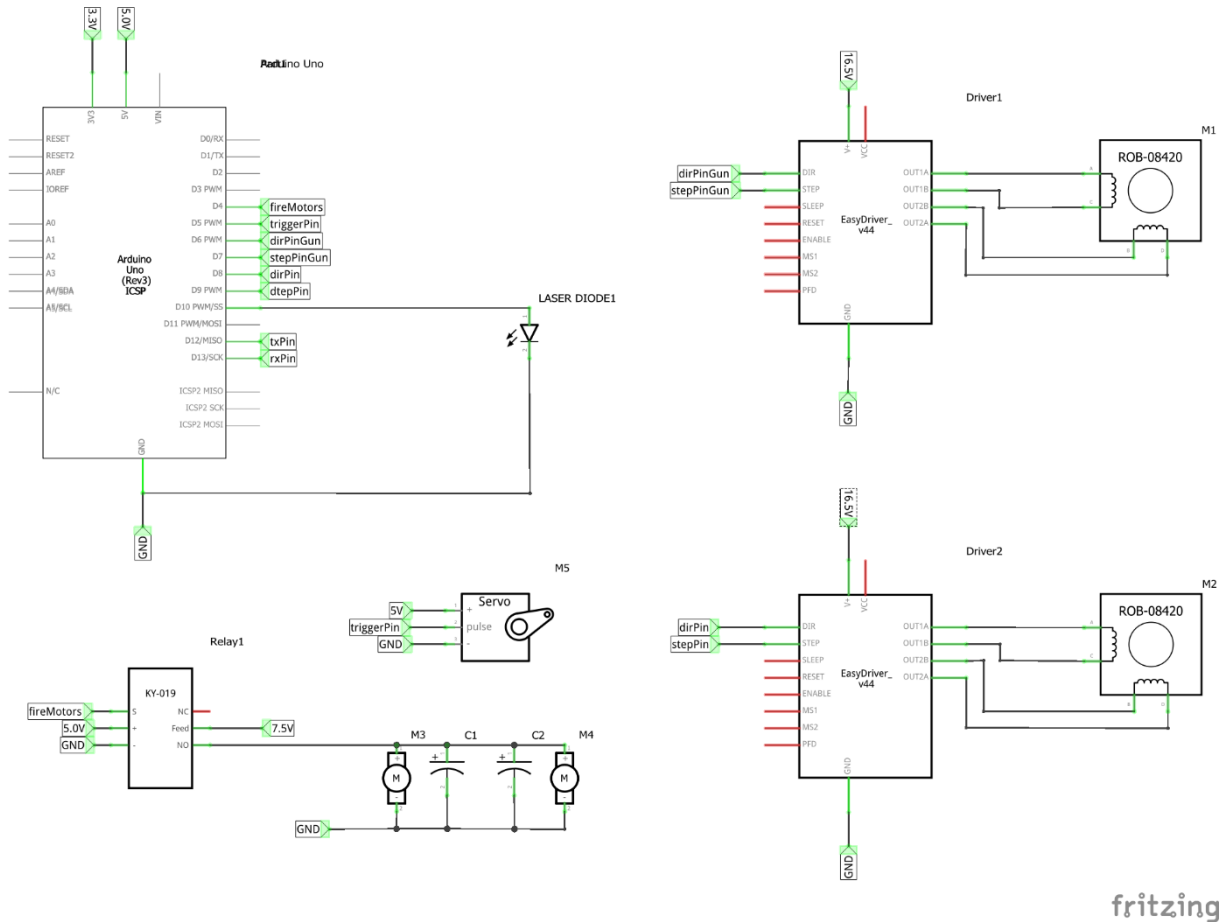
Fordi at Arduino kortene sender data byte for byte, det vil i praksis si at de IKKE sender «123» som en sending, men sender hver byte hver for seg. I Arduino tar et symbol en byte. Det blir da sendt som «1», «2» og så «3», der hvert symbol sendes enkeltvis. Arduino Nano'en på kontrolleren sendte også datapakkene slik, noe som var et problem når man for eksempel skulle sende en verdi for eksempel 123. Løsningen var å sette alle bytene sammen igjen når de kom til vakt pistolen. Det ble gjort ved å modifisere på et program fra et Arduino forum.¹ Ellers er resten av koden forklart i de to vedlagte Arduino filene.

Koblingsskjema

I dette prosjektet er det to koblingsskjema, et for Arduino Uno'en på vakt pistolen og et for Arduino Nano'en på kontrolleren. Mellom disse to kortene er det kun «txPin» og «rxPin» på begge kortene som er koblet sammen, samt en jordledning (GND). I koblingsskjema 1 ser man koblingene for vakt pistolen:

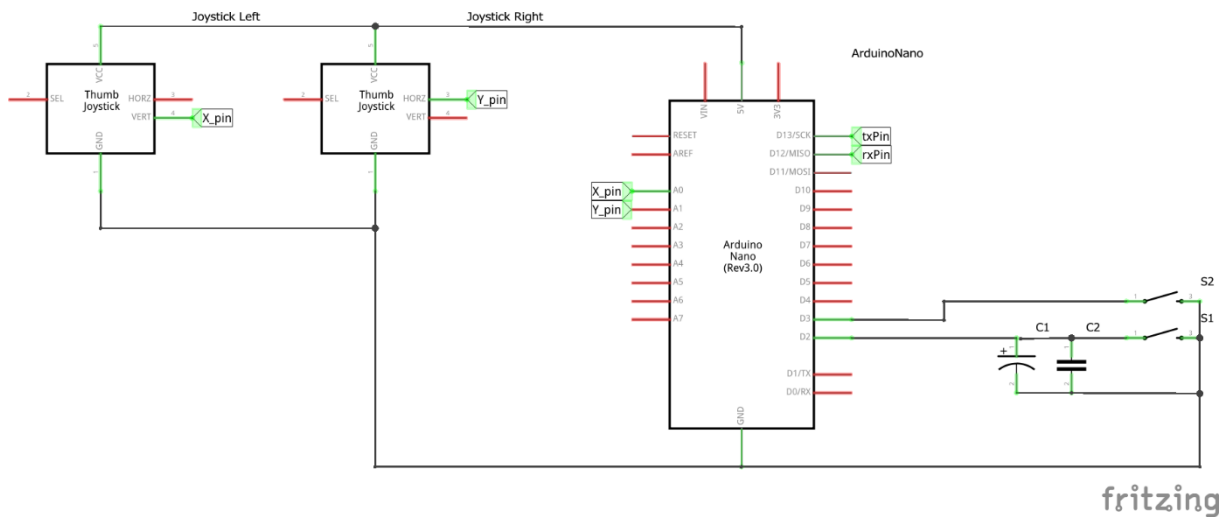
¹ Robin2, *Serial Input Basics*

Navn: Simon Edna
Klasse: ST2C



Koblingsskjema 1: Kobling for Arduino Uno på vaktpistolen.

I koblingsskjema 2 er kobling for Arduino Nano:



Koblingsskjema 2: Kobling for Arduino Nano på kontrolleren.

Merk at i koblingsskjema 2 er det bare den ene knappen ($S1$) som er koblet opp med et par kondensatorer. Dette er fordi at det i begynnelsen ble koblet opp to knapper, selv om man

bare hadde tenkt å bruke en. Tanken var at det man kanskje fikk bruk for en ekstra knapp senere. Senere når kondensatorene ble loddet på *S1*, så hadde *S2* fortsatt ingen funksjon og fikk dermed ingen kondensatorer.

Resultater

Vedvarende problemer

Det er noen problemer som sto igjen etter prosjektet ble ferdig. Det største problemet var at NEMA17 motorene ikke var kraftig nok med tanke på vekten til prosjektet. Nerf geværet og størrelsen på vakt pistolen bidro til så høy vekt at motorene fikk problemer med å håndtere vekten ordentlig. Til slutt så fungerte de likevel ganske brukbart, med man kan lett observere at de sliter.

Et annet problem fikk man var med den trådløse kontrollen man skulle lage. Problemet var at NRF-modulene som skulle brukes til trådløs kommunikasjon ikke fungerte. Etter mange timer feilsøking ble det konkludert med at de kinesiske piratkopiene var del av en produksjonsserie som ikke fungerte. Dette var selvfølgelig surt, men det ble løst med å heller koble opp en USB-ledning mellom kontrollen og vakt pistolen.

Testing

En ting man lurte på var hvor farlig vakt pistolen var sammenlignet med et ekte våpen. For å finne ut det, måtte man finne utgangsenergien til skuddene fra vakt pistolen, fordi det er et godt mål på effektiviteten til et våpen.² For å finne det, så måtte man først finne utgangshastigheten, som ble funnet i et forsøk. Resultatet var at utgangshastigheten lå på omtrent 16 m/s.³ Siden skuddet har tilnærmet translatorisk bevegelse helt i begynnelsen av sin bane kan man bruke formelen for kinetisk energi for å beregne utgangsenergien.

² Wikipedia, *Utgangsenergi*

³ Simon E., *Forsøk Utgangshastighet*

Formel 1: Vaktpistolens utgangsenergi.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} * 0,0012kg * \left(16\frac{m}{s}\right)^2 = 0,154J$$

Altså er utgangsenergien til vaktpistolen 0,154J. For å sammenligne er utgangsenergien til et luftgevær på 10J, og automatgeværet Ak 4 har utgangsenergien 3kJ.⁴ Dermed utgjør ikke skuddene fra vaktpistolen noen fare, selv om det kan være litt ubehagelig å bli skutt.

Egenvurdering

I begynnelsen av prosjektet ble det satt 4 kriterier til prosjektet (se underkapittel «Ide»), hvorav alle bortsett fra ett er oppfylt. Det ene som ikke ble oppfylt var kriteriet om å ha en trådløs kontroll, men dette skyltes at de trådløse NRF-modulene ikke fungerte, noe man ikke kunne forutse. Likevel synes jeg kriteriet ble halvveis oppfylt ved å fortsatt ha to Arduino kort som kommuniserte med hverandre, selv om det var gjennom en kabel.

På tross av advarsel om å ikke planlegge et for stort prosjekt, på grunn av at man hadde relativt kort tid, så overså vi det som gruppe. Prosjektet tok betydelig lengre tid en jeg hadde trodd, men det ble ferdig til slutt ved å jobbe mye på det hjemmefra. Skal jeg være helt ærlig har jeg mine tvil om prosjektet ville blitt ferdig om jeg ikke hadde tatt det med hjem.

Når det kommer til forbedringspotensialet så er det mye som kunne blitt gjort. Hvis jeg skulle gjort prosjektet på nytt er det to ting jeg absolutt ville endret. Den første tingen er at jeg ville hatt enda sterkere stepper motorer, for eksempel NEMA 23 motorer i stedet for NEMA 17 motorer. Den andre tingen er at jeg ville byttet ut det elektriske Nerf-geværet med et Airsoftgevær. Det er to hovedgrunner til det, den ene er at Nerf-geværet krevde mange modifikasjoner for å kunne styres av arduinoen, et problem som de fleste Airsoftvånen ikke har. Den andre tingen er at størrelsen på airsoftvåpen kan være mye mindre, som ville senket vekten, og dermed eliminert de fleste problemene jeg hadde på dette prosjektet.

⁴ Wikipedia, *Utgangsenergi*

Ellers er det jo mange småting som kunne vært forbedret, for eksempel kunne man laget en ladekrets for batteriene, slik at man kunne lade vakt pistolen og kontrolleren direkte. Slik det er nå må batteriene tas ut av prosjektet og lades enkeltvis. En annen liten ting kunne vært å kalibrere lasersiktet til å vise mer nøyaktig hvor skuddene traff. Slik den er nå peker den bare i nærheten av der skuddene vil treffe. Et annet forbedringspotensialet ville vært og kvittet seg med kontrolleren, og gjøre vakt pistolen helautomatisk, slik som en ekte «sentry gun» er. Dette kunne jeg gjort med en Rapsberry Pi (en heftig oppgradert Arduino), et kamera og en kode som oppdager bevegelse i bilder, men dette hadde jeg ikke tid til grunnet problemene underveis.

Alt i alt synes jeg prosjektet ble godt gjennomført, selv om de 4 kriteriene ikke ble 100% oppfylt. Problemene som er igjen, kunne blitt ordnet opp i om man hadde hatt noen kraftigere komponenter og mer tid.

Bidragstgere

Jeg vil påpeke at jeg ikke har gjort alt selv på prosjektet, selv om jeg endte opp med å gjøre mesteparten. Følgende elever har jeg fått hjelp av:

- **Daniel Stordalen** – laget gode digitale ide-skisser av vakt pistolen tidlig i prosessen.
- **Peder A. S. Tullan** – tegnet alle MDF-platene i CorelDRAW Graphics Suite og fikk kuttet dem ut på Vitensenteret. Han tegnet også akslingsfestet og fikk printet det ut. Uten dette akslingsfeste ville det vært vrient å fullføre prosjektet.
- **Ellen K. Lilleberg** – hjalp til med å spraylakkere MDF-platene og Nerf-geværet. Med spraylakkerte deler ser vakt pistolen mye kulere og mer fullført ut.

Kilder

Informasjonskilder

1. Robin2, *Serial Input Basics*, <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=396450.0>, Sist oppdatert: 26. april 2016
2. Wikipedia, *Utgangsenergi*, <https://no.wikipedia.org/wiki/Utgangsenergi>, Sist oppdatert: 13. desember 2018
3. Simon Edna, *Forsøk Utgangshastighet*, Vedlagt pdf-fil

Bilder

Bilde 1: Vaktpistolen.....	1
Bilde 2: Kontrolleren til vaktpistolen.....	3
Bilde 3: Relativt dårlig dataoverføring	5
Bilde 4: God dataoverføring	6

Koblingsskjema

Koblingsskjema 1: Kobling for Arduino Uno på vaktpistolen.....	7
Koblingsskjema 2: Kobling for Arduino Nano på kontrolleren.....	7

Formel

Formel 1: Vaktpistolens utgangsenergi.....	9
--	---