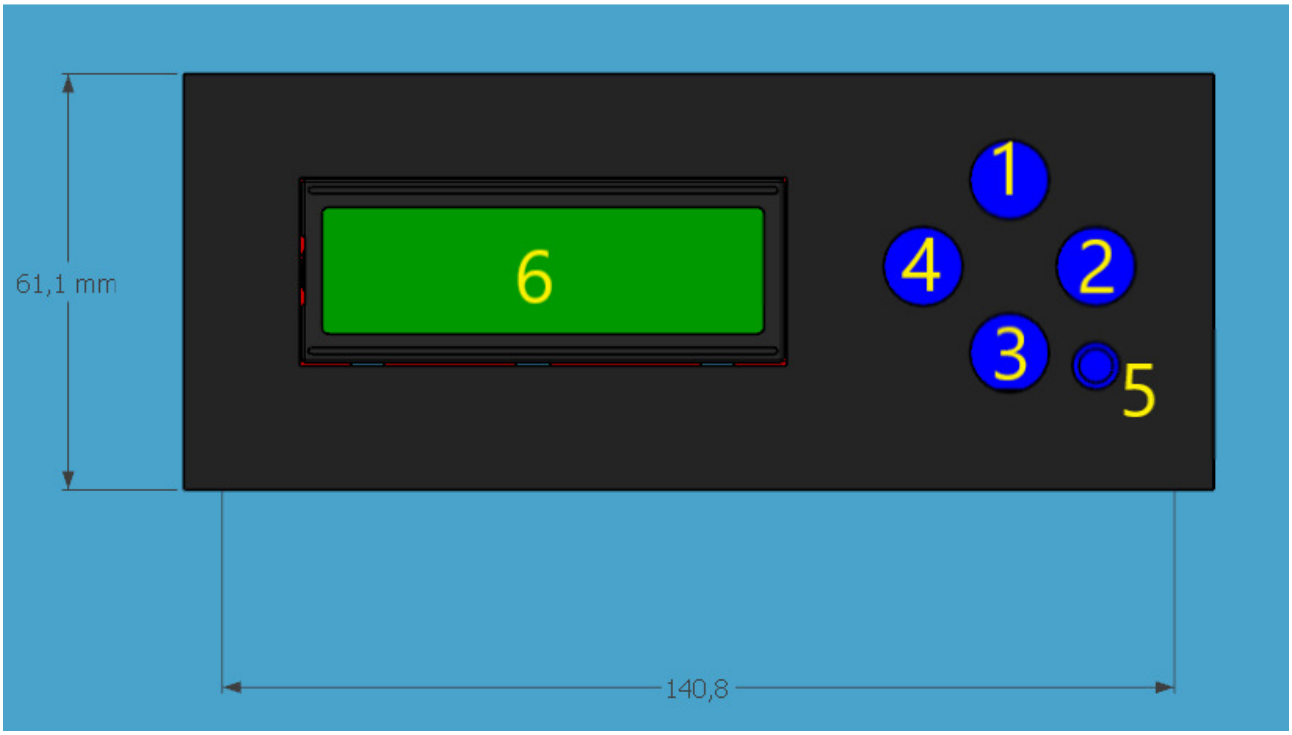
Arduino Uno ohjattu Ilmakiväärin hirvirata

Prototyypin käyttöohje ja toiminnan kuvaus

Arduino ohjelman versio: 1.0
Dokumentin versio: 1.1

14.8.2018
www.hutasu.net
Mika Väyrynen

1. Etupaneeli ja kauko-ohjain



Kuva 1. Etupaneeli

Ilmahirviradan etupaneelissa on kuvan 1 mukainen käyttöliittymä. LCD-näytöltä nähdään ohjelman valinta, rajakytkinten tilat, kotikytkimen asetus ja kelkan kotiasento. Ohjelmaa ajaessa, näytöltä nähdään valittu ohjelma ja sen nopeus sekä juoksuviiveen kesto, mikäli sellainen on asetettu.

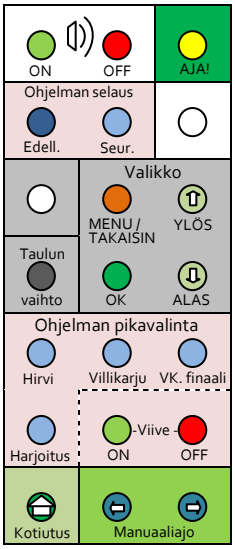
Näppäimet suorittavat erilaisia funktioita, riippuen missä tilassa ohjelma on. Alla on lueteltu mahdolliset näppäinten tilat:

1. Ylös
    1. Aja nykyinen ohjelma
    2. Liiku valikossa ylös
    3. Kasvata valitun luvun arvoa
2. Oikea
    1. Liikuta moottoria käsiajolla toiseen suuntaan (CW)
    2. Tallenna valittu arvo tai OK
    3. Valitse kotikytkin, kotikytkimen valintavalikossa
3. Alas
    1. Avaa valikko
    2. Liiku valikossa alas
    3. Pienennä valitun luvun arvoa
4. Vasen
    1. Liikuta moottoria käsiajolla toiseen suuntaan (CCW)
    2. Peruuta valikossa tehdyt muutokset
    3. Valitse kotikytkin, kotikytkimen valintavalikossa

Kun mitä tahansa kytkintä painetaan joko etupaneelista tai kaukosäätimestä, ohjainyksikkö piippaa näppäimen luvun merkiksi (oletuksena piippaus on päällä).

Kaukosäädin:

Kaukosäätimen avulla keskusyksikön toimintoja voidaan nopeasti ohjata menemättä valikkoon etupaneelin avulla. Kaikki toiminnot, joita kaukosäätimellä voi ohjata, löytyvät myös ohjelmiston valikosta. Näppäimistön layout on seuraava:



Vasemmalta ylhäältä oikealle lueteltuna (rivi riviltä) toiminnallisuus on seuraava:

Piippaus päälle (ON)	Piippaus pois päältä (OFF)	Aja nykyinen juoksuohjelma
Valitse edellinen juoksuohjelma	Valitse seuraava juoksuohjelma	TYHJÄ
TYHJÄ	Valikko / Menu	Ylös / Suurenna arvoa
Taulun vaihto	OK / Tallenna	Alas / Pienennä arvoa
Ohjelma pikavalinta: Hirvi	Ohjelma pikavalinta: Villikarju	Ohjelma pikavalinta: Villikarju finaali
Ohjelma pikavalinta: Harjoitus	Lähtöviive päälle (ON)	Lähtöviive pois päältä (OFF)
Taulun ajo kotiasentoon	Manuaaliajo vasempaan (CCW)	Manuaaliajo oikeaan (CW)

Kaukosäädin on muutoin muokkaamaton, mutta sen päälle on teipattu yllä näkyvän kuvan mukainen näppäimistö.

HUOM! Kaukosäätimen manuaaliajossa yksikkö liikuttaa moottoria niin kauan kunnes kaukosäätimestä painetaan uudestaan jotakin näppäintä. Liikuttaaksesi moottoria, kaukosäätimestä tarvitsee painaa vain kerran. Toinen painallus mistä tahansa napista pysäyttää moottorin.

2. Ohjainyksikkö

Ohjainyksikkö on prototyyppi ja rakennettu kierrätetyistä sekä tietyiltä osin uusista komponenteista ja muista osista. Tässä kappaleessa kerrotaan asioita, joita tulee huomioida asennettaessa ohjainyksikköä tai muulla tavalla operoidessa sen kanssa.

2.1. Kytkentä Arduinolle

Arduinolle kytketyt johtimet moottorinohjaimen keskusyksiköstä ovat seuraavat:

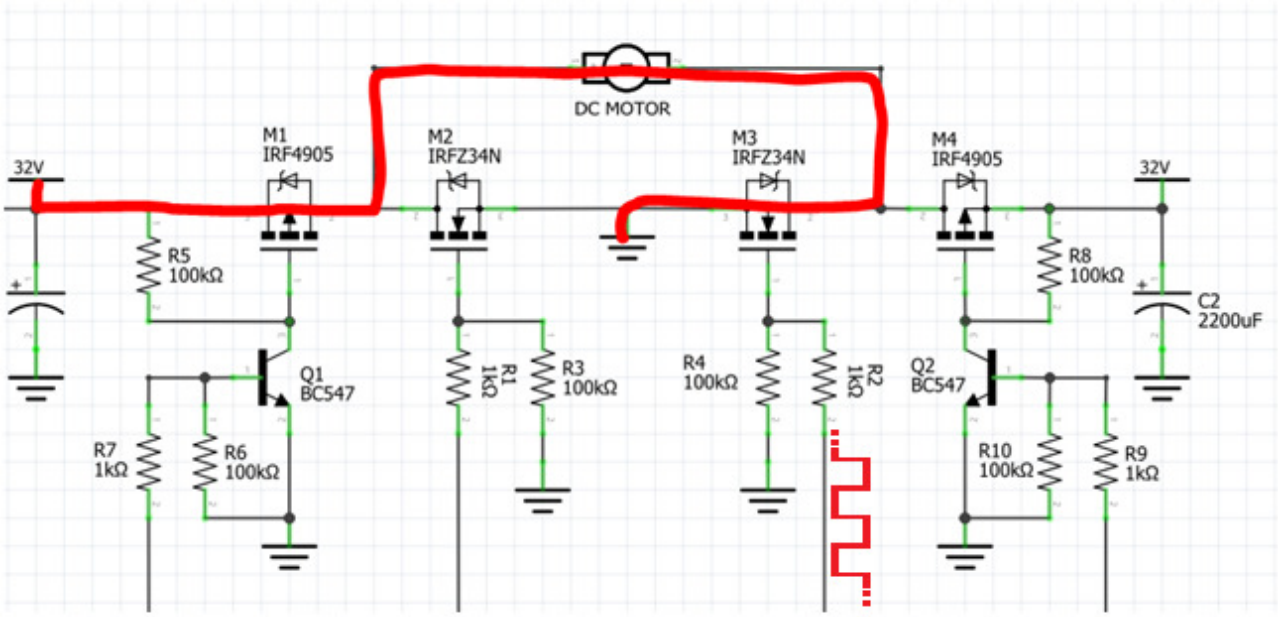
Arduino Pin#	Nimi (myös lähdekoodissa)	Tyyppi/Tarkoitus
0	REMOTE_IR_PIN	IR (InfraRed)
1	UP	UI (User Interface)
2	RIGHT	UI (User Interface)
3	DOWN	UI (User Interface)
4	LEFT	UI (User Interface)
5	LCD_DB5_PIN	LCD-pin
6	LCD_DB7_PIN	LCD-pin
7	LCD_EN_PIN	LCD-pin
8	LCD_RS_PIN	LCD-pin
9	IRFZ34N_left	N-mosfet of the left side bridge (lower N-mosfet)
10	IRFZ34N_right	N-mosfet of the right side bridge (lower N-mosfet)
11	Ei kytketty	NC (not connected)
12	IRF4905_right	P-mosfet of the right side bridge (upper P-mosfet)
13	IRF4905_left	P-mosfet of the left side bridge (upper P-mosfet)

Arduino Pin#	Nimi (myös lähdekoodissa)	Tyyppi/Tarkoitus
A0	Ei kytketty	NC (not connected)
A1	LIMIT_LEFT	pulled up limit switch, active state is LOW
A2	LIMIT_RIGHT	pulled up limit switch, active state is LOW
A3	BUZZER	ON/OFF Buzzer
A4	LCD_DB4_PIN	LCD-pin
A5	LCD_DB6_PIN	LCD-pin

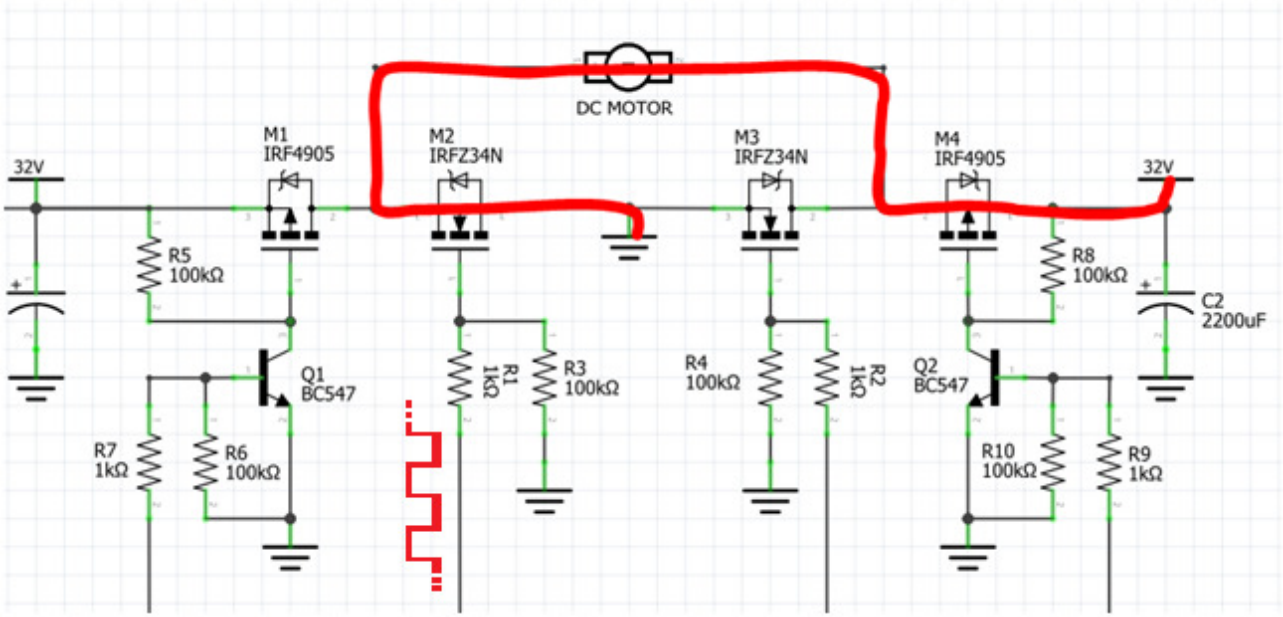
Kytkentäkaavio kokonaisuudessaan löytyy dokumentin viimeiseltä sivulta.

2.2. Moottorinohjaimen kytkentä

Moottorinohjain koostuu diskreeteistä komponenteista. Sen pääkomponentteina toimivat MOSFET-transistorit IRF4905 (PMOS) ja IRFZ34N (NMOS). Ohjainyksikkö ohjaa kutakin FET-transistoria yksittäin ja moottorin nopeuden ohjaus tapahtuu PWM-pulssilla, joka syötetään jompaan kumpaan NMOS-transistoreista.



Kuva 2. Virran kulku kun ohjaus on myötäpäivään (CW)

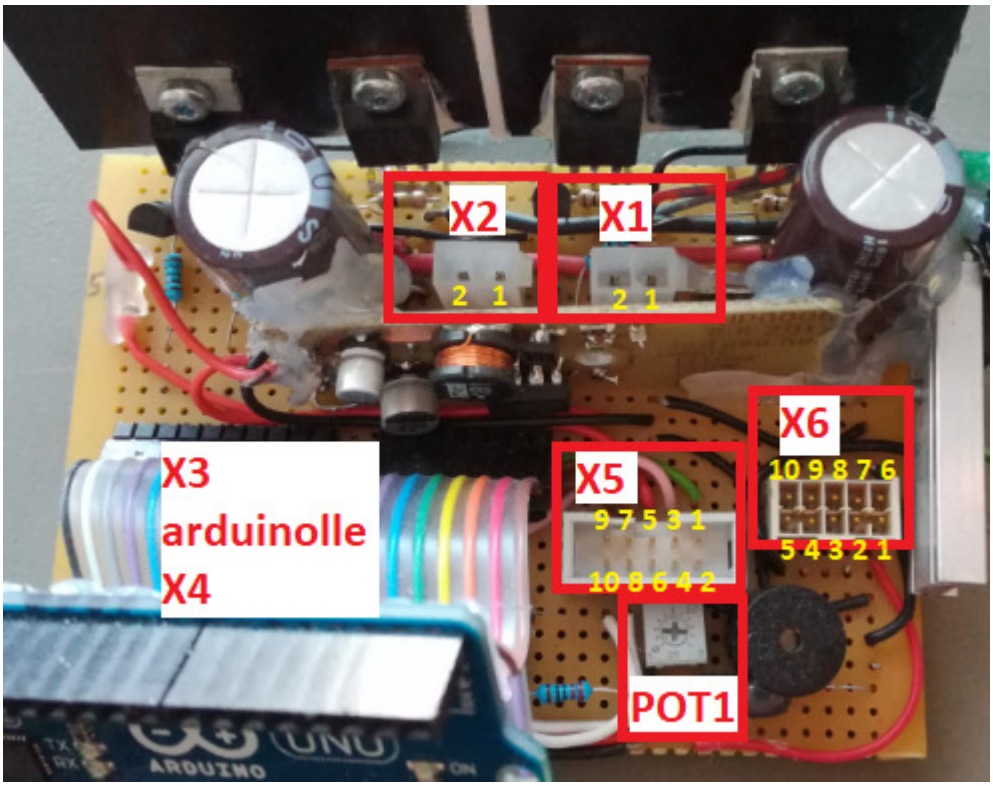


Kuva 3. Virran kulku kun ohjaus on vastapäivään (CCW)

HUOM! Mikäli moottorinohjausfunktiota muutetaan, on syytä tiedostaa että kytkennän FETit saa tuhottua ohjaamalla signaaleita väärin (oikosulkuun).

3. Moottorinohjaimen prototyypin liittimet

Alla olevassa kuvassa nähdään liittimet, mihin kiinnitetään ilmahirviradan muut komponentit. Punaisella on kuvaan merkitty liitinnumero ja keltaisella liittimen pinninumero.



Kuva 4. Prototyypin liittimet

Kuvassa olevin liittimien merkitys:

X1-liitin	**Sähkönsyöttö +32V**
X1-1	GND
X1-2	+32V

X2-liitin	**Moottorille**
X2-1	M- (musta johto)
X2-2	M+ (punainen johto)

X3 ja X4	**Arduinolle, katso kappale 2.1**

X5-liitin	LCD	Kytkentä (Arduinolle koodissa tai fyysisesti)
X5-1	E	LCD_EN_PIN (Pin 7)
X5-2	RW	+5 V
X5-3	RS	LCD_RS_PIN (Pin 8)
X5-4	VO	POT1 kontrastin säätö
X5-5	VCC	+5 V
X5-6	GND	GND
X5-7	DB7	LCD_DB7_PIN (Pin 6)
X5-8	DB6	LCD_DB6_PIN (Pin A5)
X5-9	DB5	LCD_DB5_PIN (Pin 5)
X5-10	DB4	LCD_DB4_PIN (Pin A4)

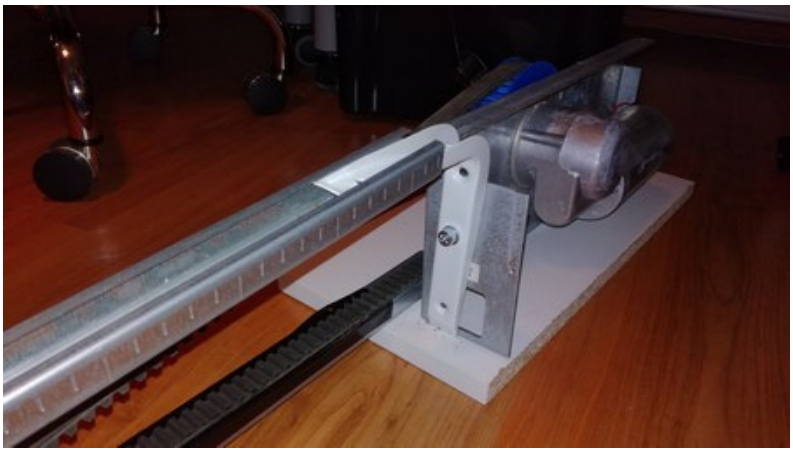
X6-liitin	UI + remote + rajakytkimet	Kytkentä (Arduinolle koodissa tai fyysisesti)
X6-1	+ 5V	+5 V
X6-2	K1	LIMIT_LEFT (Pin A1)
X6-3	GND	GND
X6-4	K2	LIMIT_RIGHT (Pin A2)
X6-5	IR-transceiver	REMOTE_IR_PIN (Pin 0)
X6-6	GND	GND
X6-7	VASEN	LEFT (Pin 4)
X6-8	ALAS	DOWN (Pin 3)
X6-9	OIKEA	RIGHT (Pin 2)
X6-10	YLÖS	UP (Pin 1)

POT1 on LCD-näytön kontrastin säätöpotentiometri.

HUOM! Kytkimissä K1 ja K2 on sisäiset ylösvetovastukset ohjelmoituna aktiiviseksi. Käyttöliittymän napeissa 1-4 on ulkoiset ylösvetovastukset.

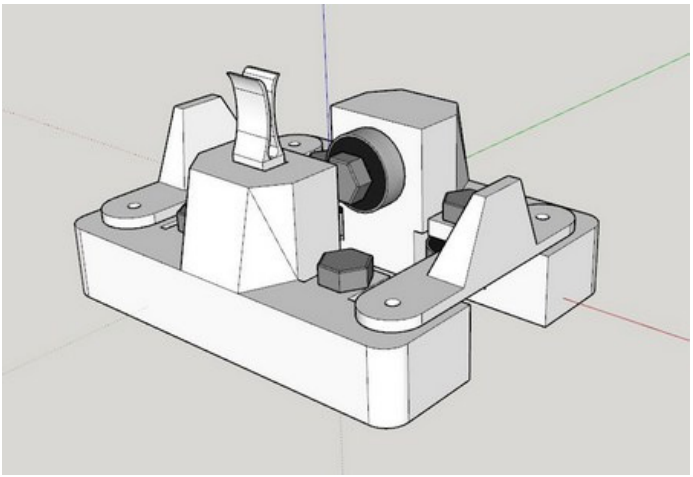
4. Radan fyysinen rakenne

Ilmahirvirata on rakennettu Wurth Varifix 26/18 C-kiskoon (2 metrin kisko prototyypissä). Rataa liikuttaa vanha liukuovien avausmoottori, mikä on yhdistetty matorattaan avulla vetävään akseliin, mistä voima edelleen välittyy 3D-tulostetun hammaspyörän kautta hihnalle. Kiskoa kannattelee radan päissä kulmaraudat/hyllynkannattimet. Ilmahirviradan kelkka on 3D-tulostettu ja rakennettu laakereista ja muttereista ja ruuveista.



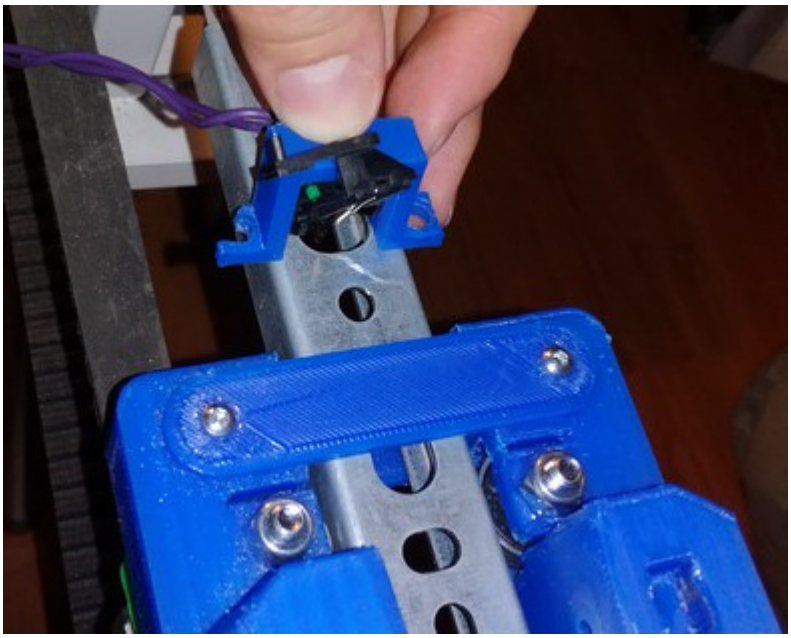
Kuva 5. C-kiskon kiinnike moottorin päässä.

Kuva 6. Suurempi hammaspyörä välittää voiman hihnalle.



Kuva 7. Taulukelkka.

Radan päissä on mikrokytkimet muovisilla pidikkeillä. Näiden kiinnittämisessä kannattaa olla huolellinen.



Kuva 8. Päätykytkimen pidike

Ilmahirviradan toisessa päässä on pienempi hammaspyörä, mitä pitkin hammashihna juoksee:

Kuva 9. Toisen päädyn hammaspyörä.

Hammashihna kiristetään moottorin päässä olevalla mekanismilla ja se toimii yksinkertaisella tavalla (kts. kuva 9). Kulmaraudat pitävät kiskoa suurinpiirtein suorassa "menosuuntaan" ja prikoilla, muttereilla sekä M8-kierretangolla on saatu aikaiseksi kiristyksen toimintamekanismi.

Kun hammashihnaa halutaan kiristää, niin vihreällä nuolella olevaa mutteria avaamalla (vastapäivään siis) saadaan kisko liikkumaan pois päin moottorista. Kisko liikkuu, koska punaisen nuolen alussa oleva neliön mallinen aluslaatta pyrkii kulkemaan kiristysmutterin edellä (muutakaan kulkusuuntaa sillä ei ole). Näin ollen vastakkainen voima, joka johtuu mutterin pyörityksestä, kulkeutuu vaaleanpunaisen nuolen osoittamaan suuntaan. Kisko voi liikkua ainoastaan pois päin moottorista, koska M8-kierretanko on puolestaan alkupäästä pultattu vaaleanpunaisen nuolen osoittamaan kohtaan ja siinä kiinni oleva porrasta muistuttava metallinpala on ruuvattu alustaan kiinni.

Kuva 10. Hammashihnan kiristinmekanismi.

5. Ennen radan käyttöönottoa

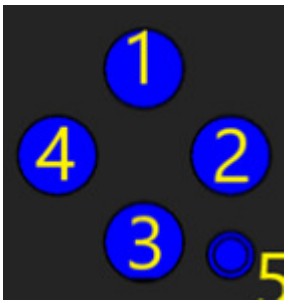
Ohjainyksikön ratapituus on oletuksena 1.85 metriä. Ennen kuin ilmahirvirataa voidaan käyttää eripituisella radalla, täytyy ohjelman valikossa asettaa ratapituus ja suorittaa kalibrointi. Ilman kalibrointia ja oikean ratapituuden asettamista, ohjelma ei toimi oikein ja jotakin voi mennä rikki. Virheellisestä asennuksesta vastaa aina loppukäyttäjä.

6. Valikko

Valikko avataan kaukosäätimen valikko-painikkeella tai etupaneelin ALAS-napilla. Alla olevissa kappaleissa on kuvattu kunkin valikon tarkoitus ja toiminta. Otsikot on nimetty niin kuin ohjelmaan on koodattu.

6.1.Ohjelmavalinta

Valitse nykyinen ajettava ohjelma. Valittavina ovat ohjelmat hirvi, villikarju, villikarju finaali ja harjoitus. Valitse haluttu ohjelma napeilla 1 ja 3, vahvista painamalla 4 ja peruuta painamalla 3.



6.1.1. Hirvi

Hirviohjelmassa rata "juoksee" noin 0,4 m/s päädystä päätyyn yhden kerran ajo-napin painalluksen jälkeen. Ohjelma käynnistyy ainoastaan ajo-napin painalluksesta. Ohjelma odottaa käyttäjän määrittelemän minimi- ja maksimiviiveen välillä ennen radan ajoa, mikäli viive on asetettu aktiiviseksi.

6.1.2. Villikarju

Villikarjuohjelmassa rata "juoksee" noin 0,8 m/s päädystä päätyyn yhden kerran ajo-napin painalluksen jälkeen. Ohjelma käynnistyy ainoastaan ajo-napin painalluksesta. Ohjelma odottaa käyttäjän määrittelemän minimi- ja maksimiviiveen välillä ennen radan ajoa, mikäli viive on asetettu aktiiviseksi.

6.1.3. Villikarju finaali

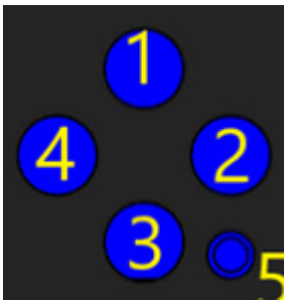
Villikarju finaali (LCD näytössä KARJUFINAALI) ohjelmassa rata "juoksee" noin 0,4 m/s tai 0,8 m/s päädystä päätyyn yhden kerran ajo-napin painalluksen jälkeen. Ohjelma käynnistyy ainoastaan ajo-napin painalluksesta. Ohjelma odottaa käyttäjän määrittelemän minimi- ja maksimiviiveen välillä ennen radan ajoa, mikäli viive on asetettu aktiiviseksi. Ohjelma valitsee satunnaisesti nopeuden joko 0,4 m/s tai 0,8 m/s.

6.1.4. Harjoitus

Harjoitusohjelmassa taulua ajetaan minimi- ja maksiminopeuksien väliltä satunnaisessa järjestyksessä. Ohjelma käynnistyy ainoastaan ajo-napin painalluksesta. Ohjelma odottaa käyttäjän määrittelemän minimi- ja maksimiviiveen välillä ennen radan ajoa, mikäli viive on asetettu aktiiviseksi.

6.2.Viiveasetus

Valitse viiveet, joita ohjelma noudattaa ennen kelkan ajoa, mikäli viive on asetettu aktiiviseksi. Muuta numeroa napeilla 1 ja 3 (ylös/alas) ja vahvista painamalla oikealle (nappi 2). Peruuta painamalla vasemmalle (nappi 4).



6.2.1. Aseta minimi

Aseta minimiviive, minkä ohjelma odottaa vähintään ennen taulun liikkeelle lähtöä.

6.2.2. Aseta maksimi

Aseta maksimiviive, minkä ohjelma odottaa enintään ennen taulun liikkeelle lähtöä.

6.3.Taulun vaihto

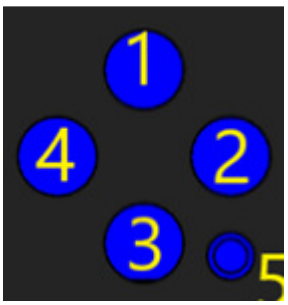
Ohjelma ajaa kelkkaa keskemmälle, jolloin taulu voidaan helpommin vaihtaa. Vaihda taulu ja paina kaukosäätimestä OK tai oikeaa näppäintä (nappi 2) käyttöpaneelista.

6.4.Kaukosaadintesti

Testaa kaukosäädintä painamalla kaukosäätimen näppäimiä. Jos kaukosäädin toimii ja paristo on kunnossa, niin LCD-näytölle ilmestyy ohjaimen alkuperäiset koodit. Poistu testauksesta painamalla jotain nappia käyttöpaneelista.

6.5.Rajakytkimen as.

Valitse kelkan kotiasento. Prototyyppiin on merkattu kytkimet K1 ja K2 joiden väliltä kotikytkin voidaan asettaa. Muuta asetusta painamalla oikealle tai vasemmalle (napit 2 ja 4). Vasen tarkoittaa kytkintä K1 ja oikea kytkintä K2.



6.6.Aja kotiasentoon

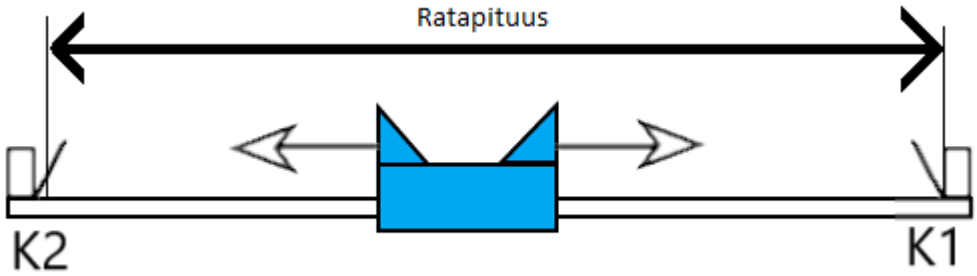
Ajaa kelkan kotiasentoon mikä on valittu rajakytkimen as. valikossa.

6.7.Harj. nopeudet

Aseta harjoitusohjelman minimi- ja maksiminopeudet metreinä sekunnissa.

6.8.Aseta ratapituus

Aseta ratapituus mikä rakennetulla radalla on. Ratapituus määritetään rajakytkinten välisellä etäisyydellä alla olevan kuvan osoittamalla tavalla:



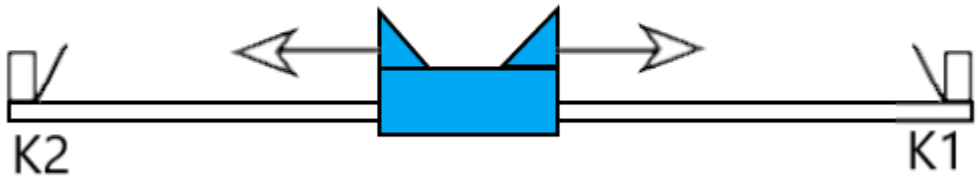
6.9.Tarkista kalibr.

Tarkista kalibrointikertoimet. Voit tarkistaa kalibrointikertoimet radan kalibroinnille meno ja tulo suuntaan.

6.10. Kalibroi rata

Suorittaa radan kalibroinnin. On tärkeää, että ratapituus on asetettu ennen kalibroinnin aloittamista.

Yleistä kalibroinnista:



Kun on tiedossa kytkinten K1 ja K2 välinen etäisyys (syötettävä valikosta), voidaan mitata etäisyyden kulkemiseen kulunut aika. Koska nopeus saadaan jakamalla kuljettu matka käytetyllä ajalla perusfysiikan kaavan v = s / t mukaan, voidaan laskea kelkan kulkema nopeus. Nopeuden selvittyä saadaan ensimmäinen kalibrointipiste, koska moottorille on pitänyt syöttää tietyn pulssisuhteinen PWM-ohjaussignaali.

Kun ohjelma on selvittänyt, millainen PWM-pulssi pitää olla ensimmäiselle kalibrointinopeudelle (0.5 m/s), ohjelma hakee toisen kalibrointipisteen nopeammalle moottorin vauhdille ja laskee rajakytkimien välillä kulutetun ajan. Näistä arvoista saadaan muodostettua kahden pisteen välillä kulkeva suora, minkä kulmakerroin lasketaan ohjelmallisesti.

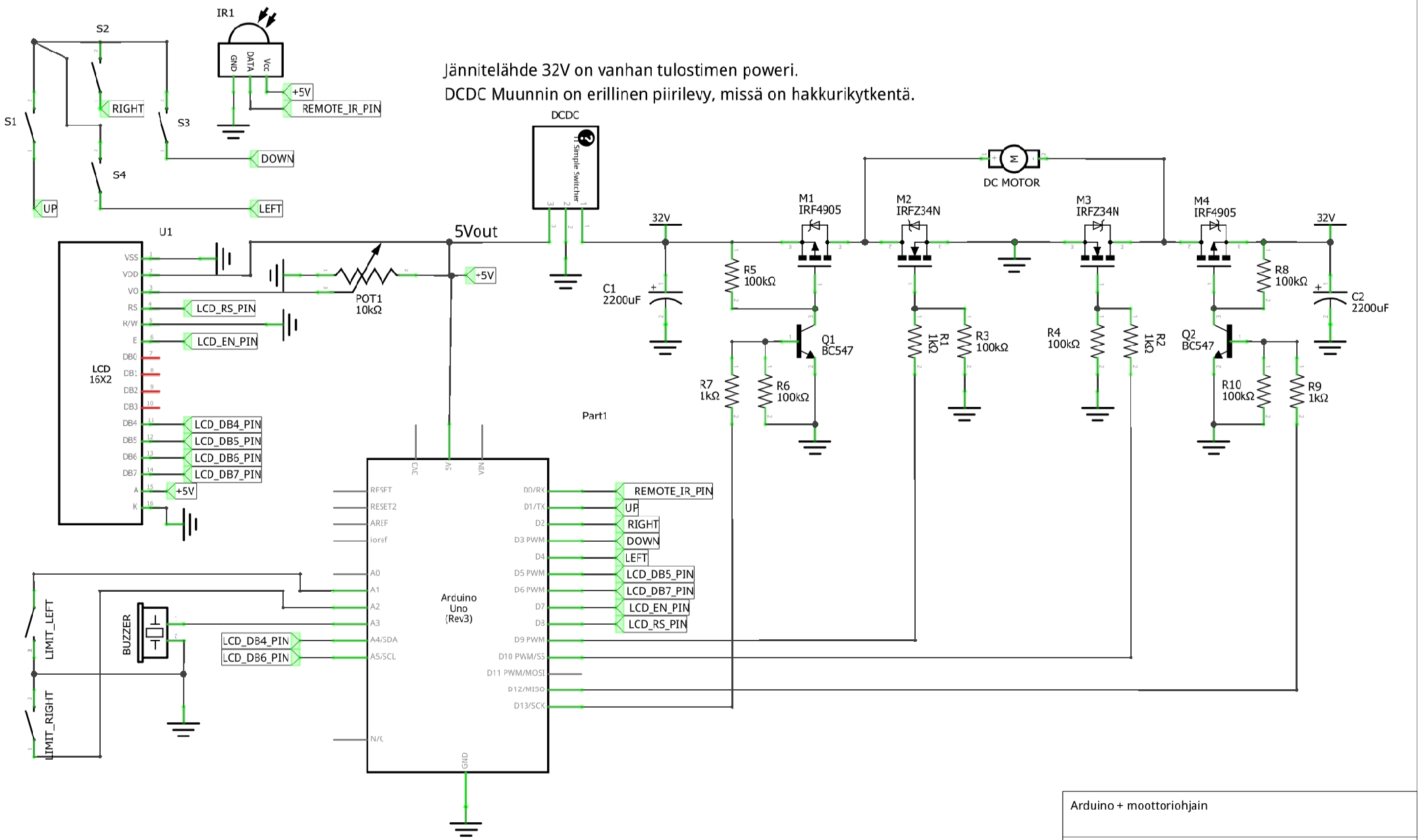
Kun kalibrointiarvot tallennetaan, moottoria voidaan ohjata riittävällä tarkkuudella haluttuun nopeuteen pääsemiseksi. Jos kalibrointiarvoja ei tallenneta eeprom-muistiin, arvot ovat voimassa vain niin kauan kuin ohjainyksikkö on päällä.

6.11. Piippaus on/off

Aseta piippaus päälle tai pois. Tämä asetus poistaa tarvittaessa piippauksen, joka aiheutuu kun näppäintä painetaan tai kaukosäätimellä laitetta ohjataan.

6.12. TALLENNA ASETUK.

Jos muutoksia on tehty, niin asetukset voidaan tallentaa Arduinon EEPROM-muistiin, jolloin muutetut arvot ovat voimassa myös virtojen poissakäytön jälkeen. MUISTA TALLENTAA MUUTETUT ASETUKSET.



Arduino + moottoriohjain			
Project	Ilmahirvirata / by hutasu.net		
Filename	ilmahirvirata.fzz	Rev	1.0
Date	09 elo 2018 20:27:50	Sheet	1/1

fritzing