



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

OSKARI SAARINEN

Askelmoottoriannostelija

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2021

Tekijä(t) Saarinen, Oskari	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 5.2021
	Sivumäärä 29	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Askelmoottoriannostelija		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Teollisuudessa tarvitaan automaatiolaitteita sujuvoittamaan pientuotteiden jakelua ja kulutuksen hallintaa. Tällaisien laitteiden ohjaukseen kuitenkin kaivataan PLC:tä halvempia ohjausratkaisuja, sekä laitteiden mekaanisiin osiin monikäyttöisyyttä ja mahdollisuutta muutoksille. Tämä luo tarpeen, johon voidaan vastata sulautetuilla järjestelmillä ja modulaarisilla osilla. Tätä lähtökohtaa käyttäen rakennettiin askelmoottoriannostelija, joka on mekaaniisilta osiltaan ja ohjelmaltaan modulaarinen, toimii x-, y- ja z-akseleita käyttäen, ja jonka ohjainyksikkönä on sulautettu järjestelmä.</p> <p>Tarkoituksena työssä oli luoda toimiva ohjelma ja käyttöliittymä annostelijalle, jolla käyttäjä voi valita haluamansa tuotteen, jonka annostelija sitten tuo käyttäjälle varastopaikasta. Työssä koottiin annostelija, selvitettiin osien toiminta, tehtiin sähkökytkennät, dokumentoitiin kytkennät, ja ohjelmoitiin toimiva ohjelma. Tietoa osista kerättiin internetistä ja dokumenteista. Ohjelman toimintaa testattiin annostelijalla vaiheittain, ja tulosten perusteella ohjelmaa muokattiin tavoitteiden mukaiseksi. Lopputuloksena oli toimiva annostelijalaite, sekä dokumentointi käytetyistä osista ja niiden keskeisistä ominaisuuksista. Osat todettiin käyttöön sopiviksi ja niiden käyttöä varten saatiin tarvittavaa tietoa.</p>		
<p><u>Asiasanat</u> Tietokoneohjelmointi, Tietokoneohjelmat, Automaatiotekniikka, Sähkötekniikka</p>		

Author(s) Saarinen, Oskari	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 5.2021
	Number of pages 29	Language of publication: Finnish
Title of publication Stepper motor dispenser		
Degree program Electrical and automation engineering		
Abstract <p>There is a need in the industry for automated machines to streamline small products distribution and consumption management. For controlling this type of machines, PLCs are too expensive and cheaper options are needed, and as for the mechanical parts, there is need for versatility and possibility for changes. This creates a need, to which can be answered with embedded systems and modular parts. Using this premise was built a stepper motor dispenser, which is modular in its mechanical parts and program, works by using x-, y- and z-axis, and which used embedded system as a control unit.</p> <p>For the purpose of the thesis was to create a working program and user interface for dispenser, that user can use to choose an item, that the dispenser then brings for the user from storage location. The dispenser was built mechanically, the functionality of parts was clarified, the electrical connections were made, the connections were documented, and a working program was programmed. Information on the parts were searched from the internet and documents. Functionality of the program was tested in steps with the dispenser, and the program was modified according to the results to meet the objectives. As a result of the thesis was a working dispenser machine, and the documentation of the used parts and their key features. The parts were found to be fit for the purpose and useful information for their usage were gained.</p>		
<u>Key words</u> Computer programming, Computer programs, Automatic control technology, Electrical engineering		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TYÖN TAVOITE	6
3 ANNOSTELIJAN OSAT.....	7
3.1 Osien toimittaja	7
3.2 Askelmoottoriohjaimet.....	7
3.3 Anturit	9
3.4 Lineaarihijnajohteet.....	10
3.5 Hammashihnapyörät ja hammashihnat	10
3.6 Askelmoottorit.....	11
3.7 TX40 -mallinen pyörivä sylinteri.....	12
4 OSISTA KOOTTU ANNOSTELIJA	13
5 OHJAINYKSIKÖN JA ALUSTAVAN TARTTUJAN VALINTA.....	17
6 SÄHKÖKYTKENNÄT	18
7 OHJELMAN TOIMINTA	20
7.1 Ohjelman osat.....	20
7.2 Ohjelman toiminnan kulku.....	21
7.3 Moottorien ajo	22
7.4 Kotiinajo.....	23
7.5 Antureiden tiedon päivitys	23
7.6 Käyttöliittymä	24
7.7 Muuttujat ja yhdistyvyys.....	25
8 TESTAUS	25
8.1 Askelmoottori ja askelmoottoriohjain.....	25
8.2 Anturi	26
8.3 Kotiinajo.....	26
8.4 Lineaarijohde ja nopeuden alentamiseen käytetyt osat.....	26
8.5 Usean akselin yhtäaikainen ajo	27
8.6 Käyttöliittymä	27
8.7 Virhetilanteet.....	28
8.8 Lopullinen testaus	28
9 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Pickway Oy on vuonna 2000 perustettu yritys. Yrityksen alkuperäinen nimi oli General Innovation Partners ja sen perustajat ovat Jarmo Nissinen ja Esa Järvinen. Jarmo Nissinen on toiminut toimitusjohtajan asemassa yrityksen perustamisesta lähtien, ja Esa Järvinen toimii tuotepäällikkönä. Yrityksen nimi vaihtui vuonna 2007 GIP Finland Oy:ksi ja vuonna 2015 yritys aloitti kumppanuuden ACG Pulse AB:n kanssa, joka on Ruotsalainen vaatteiden käsittelyn automaatiota valmistava yritys. Samalla yrityksen nimi GIP Finland Oy vaihtui ACG Pulse Oy:ksi. Vuonna 2018 suomalaisesta teknisen kaupan erikoisliikkeestä, Etra Oy:stä, tuli yrityksen pääomistaja, ja yritys siirtyi kokonaan Suomalaiseen omistukseen lopulta vuonna 2019 muuttaen nimensä Pickway Oy:ksi. (Pickway Oy, 2020).

Yritys kehittää, testaa ja tuottaa automaatteja pientavaroiden jakeluun. Automaatit toimivat myös tuotteiden myymisessä ja lainaamisessa, ja niiden tarkoituksena on helpottaa tuotteiden jakeluketjun loppupäätä. Suurin osa automaateista sijoitetaan käyttäjien läheisyyteen, jotta tuotteet ovat helposti saatavissa niitä tarvitseville käyttäjille. Automaatit toimivat käyttäjien jo mahdollisesti olemassa olevilla, omilla kulkuavaimilla ja tuotetta noutaessa työntekijä näyttää avaintaan kortinlukijalle ja valitsee tuotteen, jonka jälkeen automaatti toimittaa valitun tuotteen tai avaa luukun lokeri-kosta. Tapahtumista lähetetään tiedot, ja voidaan suorittaa automaattiset täyttöpyyntö suoraan tavarantoimittajalle, ja näin ollen varmistetaan tuotteiden jatkuva saatavuus. Yritys tarjoaa myöskin älykästä varastointijärjestelmää, jossa käyttäjä kävelee varastoon, kerää sieltä tarvitsemansa tuotteet ja poistuu varastosta RFID-lukija kopin läpi,

joka skannaa tuotteiden tiedot ja tekee niistä listauksen varastokirjanpitoon. (Pickway Oy, 2020).

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu teknologiaa, jota Pickway Oy on tilannut suunnitella olevaa annostelulaitettansa varten. Osista on koottu kokonaisuus, jota käytetään poimimaan tuotteita määritellyistä varastopaikoista. Työssä on valittu tarvittavat laitteistot annostelijan toimintaa varten ja tehty sähkökytkennät ja ohjelmakoodi. Ohjelmakoodi ohjaa askelmoottoriohjaimia annetuilla arvoilla ja käyttäjältä otetaan tietoa vastaan graafisen käyttöliittymän avulla. Työ jakautuu osista kerättyyn tietoon, tehtyihin ja suunniteltuihin laitteistovalintoihin, sähkökytkentöihin, ohjelman toiminnankuvaukseen ja ohjelman testaukseen. Liitteinä olevia dokumentteja on käytetty tietojen keräykseen ja käännöstyökaluja on käytetty apuna dokumenttien tulkitsemiseen.

2 TYÖN TAVOITE

Työn tavoitteena oli luoda toimiva järjestelmä, joka annostelee käyttäjälle tuotteen lokerosta, sekä dokumentoida käytetyt osat ja kytkennät. Annostelija toimii x-, y- ja z-akseleita käyttäen, sekä annostelijan kärjessä on moottori, joka mahdollistaa kärjen pyörimisliikkeen. Annostelija on rakennettu käyttäen lineaarijohteita, askelmoottoreita, askelmoottoriohjaimia, induktiivisia npn-antureita, hammashihnapyöriä, sekä hammashihnoja, jotka olivat valmiiksi työhön määriteltyjä osia, ja joiden toimintaa oli tarkoitus tutkia. Työssä valittiin ohjainyksikkö askelmoottoriohjaimien ohjausta varten, ohjelmointikieli ja tehtiin tarvittavat sähkökytkennät ja mekaanisia kokoonpanoja. Ohjainyksiköksi valittiin Raspberry Pi 3 Model B+ ja ohjelmointikieleksi C-kieli. Osien ominaisuuksia tutkittiin testaamalla ja jo olemassa olevia dokumentointeja tutkimalla. Sähkökytkennät tehtiin Esa Järvisen suunnittelun mukaisiksi.

Annostelijaa on suunniteltu käytettäväksi jyrsimen ja sorvin terien annosteluun käyttäjille. Koska terät ovat pieniä, mutta melko arvokkaita, niiden hävikki on suuri ja niiden katoamisesta aiheutuu taloudellista haittaa varsinkin yrityksille, jotka käyttävät

niitä paljon. Pickway Oy haluaa tarjota tähän ongelmaan yrityksille ratkaisun automaattisen annostelijan avulla, jolla voidaan varmistaa, että käyttäjät eivät kadota vahingossa teriä ja että terien kulutusta voidaan seurata ja anniskelua säännöstellä ja/tai seurata. Näin myös terien tilaus voidaan automatisoida ja varmistua, että niitä on aina saatavilla, ja että käyttäjällä on useita teriä nopeasti saatavilla. Koska osat, joita työssä tutkitaan ovat monikäyttöisiä, niin niiden soveltuvuutta myös muihin jo yrityksen olemassa oleviin laitteisiin ja suunnitteilla oleviin laitteisiin suunnitellaan.

3 ANNOSTELIJAN OSAT

3.1 Osien toimittaja

Osien toimittaja on kiinalainen CCM Automation Technology -niminen yritys, joka toimii automaation parissa ja on erikoistunut lineaarijohteisiin, sekä niistä tehtäviin kokonaisuuksiin ja liikkeenohjaustoteutuksiin. Yritys on toiminut 35 vuotta automaatioalalla ja se tarjoaa optimoituja ratkaisuja eri teollisuuden alojen automaatiotarpeisiin valmistamallaan lineaarijohteilla ja liitososilla. Yrityksen toimintaperiaate on saada asiakkaille toimiva ratkaisu, joka sopii asiakkaan tarpeisiin, mahdollisimman lyhyessä ajassa ja halvimalla mahdollisella hinnalla. Myös hammashihnakäyttöisten lineaarijohteiden laadun suhteen yritys lupaa, että se käyttää ainoastaan korkealaatuisimpia johteita. (CCM Automation Technology, 2021).

3.2 Askelmoottoriohjaimet

Moottoriohjaimet ovat Leadshinen valmistamia DM556S -mallisia digitaalisia, kahden vaiheen askelmoottoriohjaimia. Ohjaimet sisältävät eri asetusvaihtoehtoja, jotka valitaan ohjaimessa olevilla fyysisillä kytkimillä ja ohjaimen tulosignaalit ovat optisesti eristettyjä differentiaalisignaalituloja. Tulosignaaleja ohjaimessa on pulssi-, aktiivointi-, suunta- ja hälytyssignaalit, joista kolme ensimmäistä toimivat 5-24VDC jännitteellä ja hälytyssignaaliin kytkettävä suurin sallittu jännite on 24VDC ja suurin sallittu virta 100mA. Moottorin käyttöjännite tulee erillisellä liittimellä ja jännitteen tulee

olla 20-50VDC. Lähtöinä ohjaimessa on kaksi vaihelähtöä, jotka kytketään suoraan moottorin käämeihin ja niiden suurin lähtövirta on 5.6A. (Liite 5).

Asetuksilla voidaan valita haluttu pulssimäärä yhden kierroksen pyörimisliikkeeseen ja vaihtoehdot ovat 400 – 25600 pulssin väliltä, ja niiden valintaan löytyy taulukko ohjaimen kannesta. Myös moottorin käyttövirta voidaan säätää ohjaimesta ja virta-arvot ovat väliltä 1.3A ja 4.0A, ja jokaisella virta-arvolla on hetkellinen huippuarvo, joka on 1.4 -kertainen valitusta arvosta. Asetuksilla voidaan myös valita käyttääkö moottori 90% vai 50% valitusta nimellisvirrasta ollessaan paikoillaan. Muita asetuksia ovat pehmennyssuodatin moottorin syöttöön, automaattinen viritys, hälytyksen asetus, pulssin reunavalinta, pulssitila, akselin lukitus ja itsetesti. Pehmennyssuodattimella voidaan tasoittaa moottorille syötettävää pulssia ja siten saada tasaisempi liike aikaiseksi ja asetuksen valinnat ovat pois päältä, 6ms, 12ms ja 25ms. Automaattinen viritys virittää moottorin käyttötilaan heti kun virta kytketään ohjaimen päälle, ja sen asetusvaihtoehtoina ovat päällä tai pois päältä. Hälytyksen tilan asetuksella voidaan valita, onko hälytyssignaalin tieto normaalisti päällä vai pois päältä. Pulssin reunavalinalla määritetään tulkittava reuna joko pulssisignaalin laskevaksi reunaksi tai nousevaksi reunaksi. Pulssitilalla voidaan valita, syötetäänkö yhtä vai kahta pulssia, eli käytännössä kahden pulssin tilassa suunnanvaihtosignaali määrittelee, kumpaan vaiheeseen pulssi syötetään. Akselin lukituksella voidaan lukita moottorit, kun niitä ei ohjata. Itsetestissä moottori pyörii yhden kierroksen myötäpäivään ja sitten yhden kierroksen vastapäivään asetetulla pulssien määrä per kierros -arvoilla. (Liite 5).

Korkein pulssitaajuus, jota askelmoottoriohjaimelle voidaan syöttää, on 200kHz. Aktivointisignaalin tulee olla korkealla 5 millisekuntia ennen suuntasignaalia, ja aktivointisignaalin ollessa korkealla ohjain ei ota vastaan muita signaaleja. Suuntasignaalin ollessa alhaalla moottori pyörii myötäpäivään ja sen ollessa ylhäällä vastapäivään, kun moottori on kytketty askelmoottoriohjaimen valmistajan mukaisella tavalla. Suuntasignaalin tulee olla myös 5 mikrosekuntia ennen ylhäällä kuin pulssisignaalin laskevan reunan, jotta sen tila voidaan tulkita oikein. Pulssisignaalin tulee olla vähintään 2.5 mikrosekuntia ylhäällä ja sitten vähintään 2.5 mikrosekuntia alhaalla, jotta se tulkitaan yhdeksi pulssiksi. Jotta signaalit tulkitaan korkeiksi, tulee jännitteen olla vähintään 3.5V ja alhaalla tulkittaviksi signaalin on oltava alle 0.5V. Ohjaimen havaitessa vika-tilan ohjain vilkuttaa valoa, joka on ohjaimen kyljessä, sekä kytkee hälytyssignaalin

asetusten mukaisesti. Vikatilanteet, joista ohjain ilmoittaa ovat vaiheiden välisestä ylivirrasta tai oikosulusta ja ylijännitteestä jos jännite ylittää 60V. (Liite 5).



Kuvio 1. DM556S mallinen askelmoottoriohjain, jossa taulukoissa esitetty asetusvaihtoehdot.

3.3 Anturit

Antureina on CCM:n valmistamat GX-H8B induktiiviset npn-anturit. Anturissa on kolme johtoa; jännite (ruskea), nolla (sininen) ja anturin tilatieto (musta). Anturi tarvitsee 12-24VDC jännitteen ja kuorma tulee kytkeä jännitteen ja anturin tilatiedon johtojen välille. Toimintaperiaatteeltaan anturi on normaalisti suljettu ja virta pääsee kulkemaan sen lävitse, ja anturin havaitessa metallin (valmistaja suosittelee käytettäväksi vähintään 15mm x 15mm kokoista metallista vastakappaletta anturin toiminnan

varmistamiseksi) virta katkeaa. Anturissa on myöskin tilan ilmaiseva led, joka palaa, kun anturi ei tunnista metallia. Tunnistamisen maksimietäisyys anturista on $2.0\text{mm} \pm 20\%$, eli varmin käytettävä etäisyys on 1.8mm tai alle. (Liite 3).

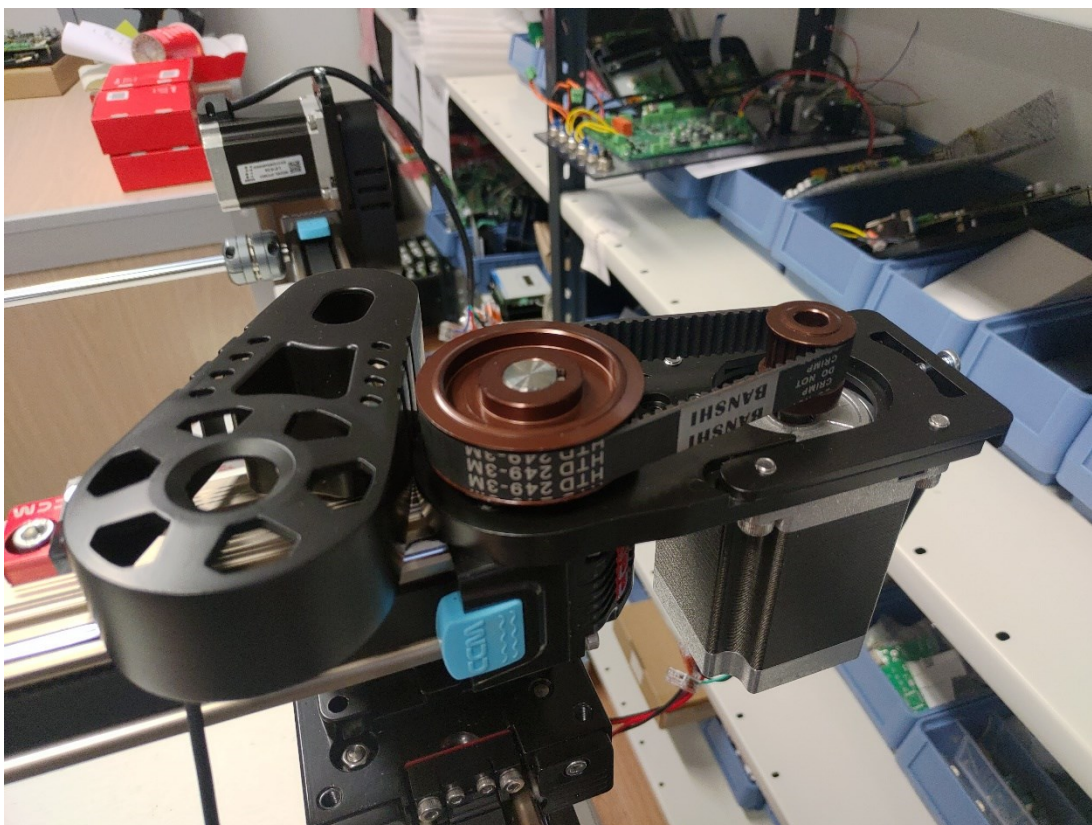
3.4 Linearihihnajohteet

Linearijohteet ovat CCM:n valmistamia, W40-10 -mallisia johteita, joissa kelkka liikkuu hammashihnan avulla johdetta pitkin. Johteen toisessa päässä on akseli, johon voidaan kiinnittää moottori tai hammaspyörä ja akselissa on paikka 12mm pitkälle, 4mm korkealle ja 4mm leveälle kiilalle. Akseli on 12mm halkaisijaltaan ja yksi akselin kierros liikuttaa kelkkaa 75mm johdetta pitkin. Suurin sallittu paino, jota kelkkoihin voidaan kiinnittää, on 10 kiloa. Suurin sallittu vääntö, jolla johdetta saa käyttää, on 3Nm ja suositeltu huippunopeus, jolla kelkkaa saa liikuttaa on 1.5m/s. Valmistaja on määritellyt, että korkein kohdistuva voima linearijohteen kelkkaan sen liikkumisuu- nassa on 100N. Tästä voidaan laskea kaavalla $F = m \cdot a$ kiihtyvyys, jonka kelkkaan voi kohdistaa ja jos käytetään massana valmistajan asettamaa korkeinta sallittua mas- saa, niin saadaan tulokseksi kiihtyvyys 10 m/s^2 . Johteen runko on valmistettu alumiini- profiilista ja siinä on kelkan liikkumista varten molemmilla puolilla kovemmasta metallista valmistetut tangot, joita pitkin kelkka liikkuu. Valmistaja suosittelee joh- teille lisättävän voiteluainetta viikoittain, jotta voidaan varmistaa valmistajan takaama 10 000km käyttöikä. Alumiiniprofiilissa on urat molemmissa sivuissa, joihin voidaan laittaa 8mm leveä, 8mm pitkä ja 3,8mm korkea mutteripala, joissa on kierteet m5 ruu- ville. Profiilin päissä on urat, joista mutteripalat voidaan pujoittaa. Johteissa käytetty- jen hihnojen tyyppi on HTD PU-3M-15 ja johteessa olevien hammashihnapyörien tyyppi on HTD3M-25Z. (Liite 4).

3.5 Hammashihnapyörät ja hammashihnat

Askelmoottorit liikuttavat linearijohteita hammashihnapyörien ja hammashihnan vä- lityksellä, joita käytetään nopeuden pienentämiseen. Moottorin akseleihin kiinnite- tyissä hammashihnapyörissä on 20 hammasta ja linearijohteissa olevissa hammashih- napyörissä on 50 hammasta. Näin ollen yksi moottorin kokonainen kierros vastaa 0.4

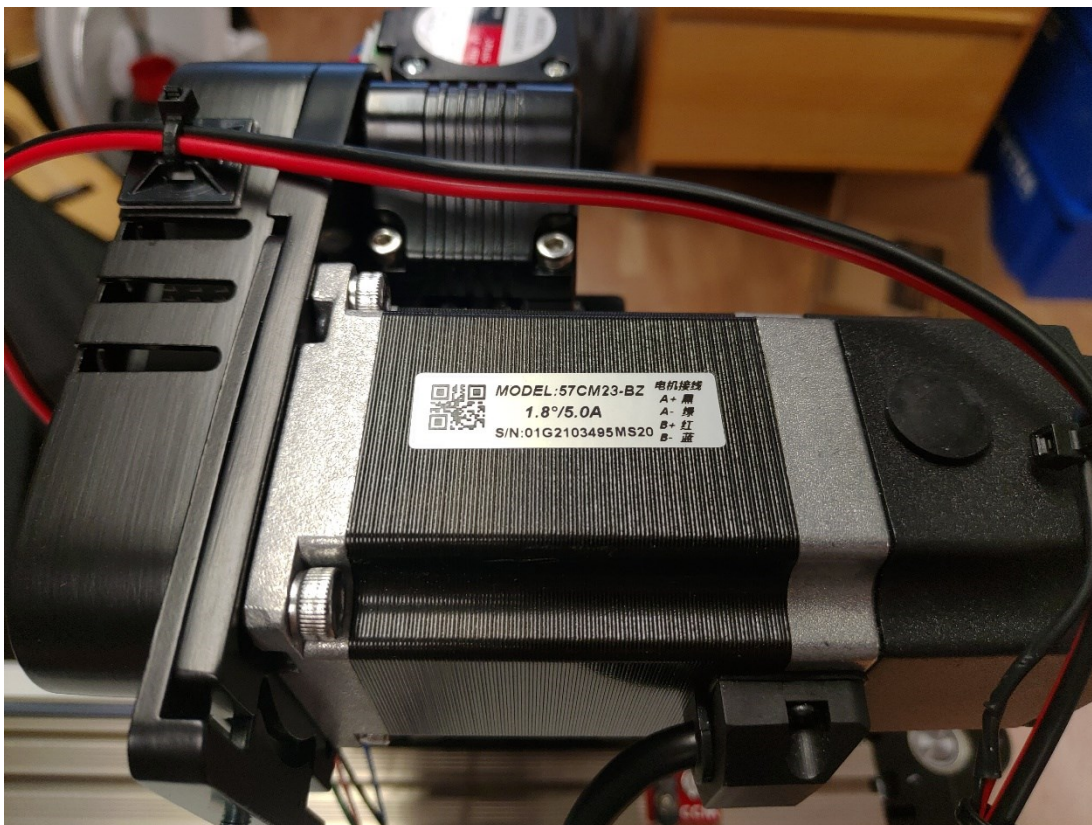
kierrosta lineaarijohteen akselissa. 50 hampaan hammaspyörä on halkaisijaltaan 50mm ja 20 hampaan pyörä on 21mm. Hammashihnan tyyppi on HTD 249-3M ja se on 12mm leveä. Hammashihnapyörät ovat HTD 3M tyyppiseen hihnaan sopivat ja niiden kiinnitys on toteutettu pidätinruuveilla, jotka ovat 90 asteen kulmassa toisistaan hammashihnapyörien rungossa. 3M -tyyppi hammashihnassa tarkoittaa, että hampaiden etäisyys toisistaan on 3mm. (CCM Automation Technology, 2021).



Kuvio 2. Nopeuden pienentämiseen käytetyt osat. Mekaaninen suojakotelo irroitettuna vieressä.

3.6 Askelmoottorit

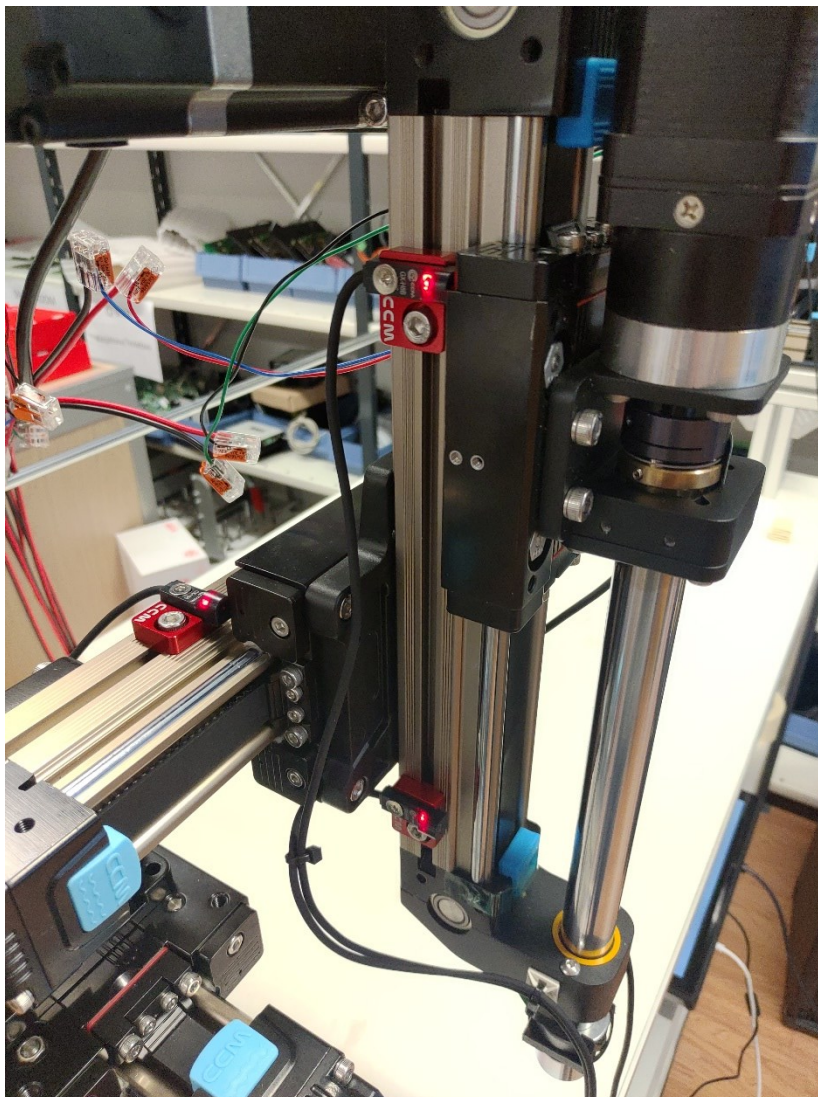
Moottorit ovat Leadshinen valmistamia 57CM23 ja 57CM23-BZ, 1,8 asteen kaksivaiheisia askelmoottoreita. 57CM23 maksimi vaihevirta on 5.0A. Moottorin akselin halkaisija on 8.0mm ja akselissa on noin 0.5mm lovi. Käämien johtojen väri on moottorissa seuraavanlainen: ensimmäisen käämin + johto on musta ja – on vihreä, ja toisen käämin + johto on punainen ja – johto on sininen. 57CM23-BZ moottorissa on samat arvot, mutta se on varustettu jarrulla, joka tarvitsee 24V jännitteen sen vapauttamiseksi. (Liite 1 ja 2).



Kuvio 3. 57CM23-BZ mallinen askelmoottori, jossa on jarru.

3.7 TX40 -mallinen pyörivä sylinteri

TX40 koostuu 250mm pitkästä lineaarijohteesta, moottorista joka on kiinnitetty sen kelkkaan ja sylinteristä, joka on kiinni moottoriin kiinnitetyssä planeettaratas nopeuden vähentäjässä (vähennyssuhde 1:5). Sylinteri kulkee lineaarijohteen toisessa päässä olevan ohjainpalikan lävitse. Sylinterin halkaisija on 20mm. Sylinterin suurin sallittu liikkumisnopeus on 0.3m/s ja sitä pyörittävän moottorin suurin sallittu nopeus on 80 kierrosta minuutissa. Kiinteänä TX40 kiinni oleva moottori on Nema 17 J-4218HB3401 mallinen, kaksivaiheinen askelmoottori, 1.8 asteen askelilla ja 0.6Nm väännöllä. Moottorille on erillinen DM320 mallinen askelmoottoriohjain, jossa on vähemmän toimintoja kuin DM556S mallisessa ohjaimessa ja jossa signaalien kytkentä on toteutettu eri tavalla. DM320 signaaleilla on yhteinen anodi kaikille signaalien sisääntulojännitteille, kun DM556S jokaisella signaalilla on oma sisääntulojännitteensä. (CCM Automation Technology, 2021).

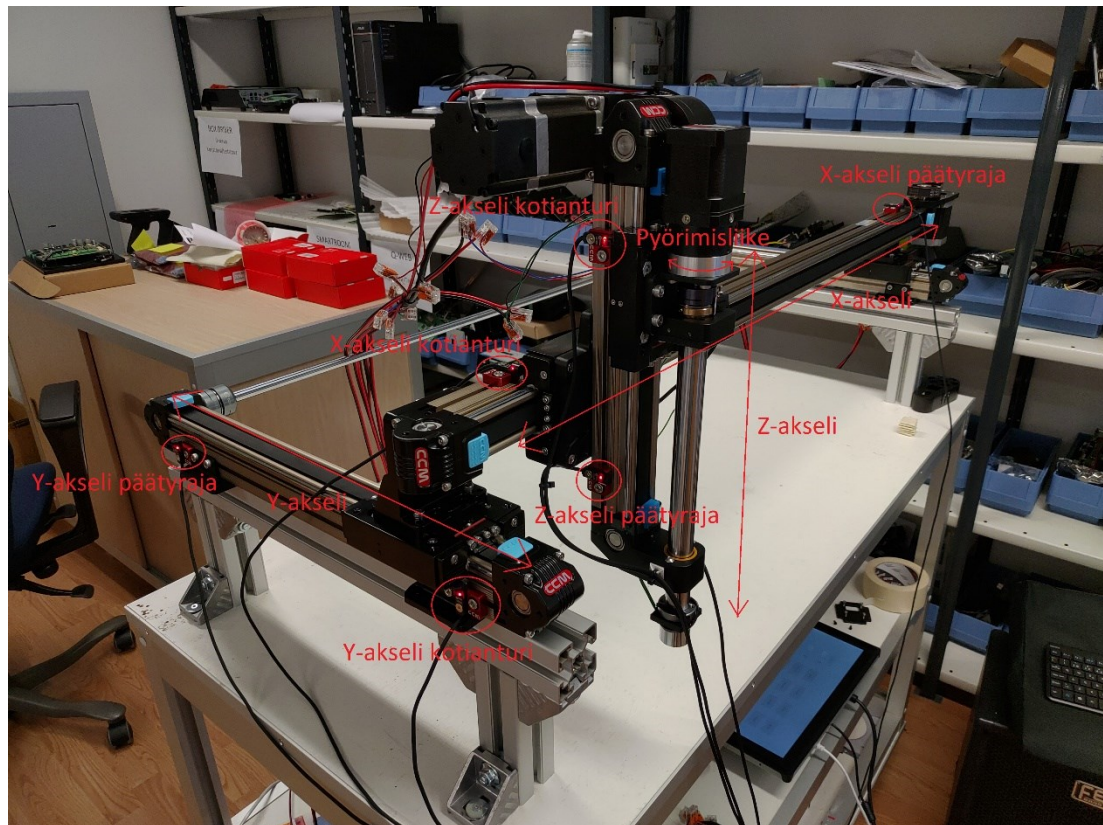


Kuvio 4. TX40 pyörivä sylinteri lineaarijohteineen kiinnitettynä T2-4050 kiinnitysosalla toisen lineaarijohteen kelkkaan.

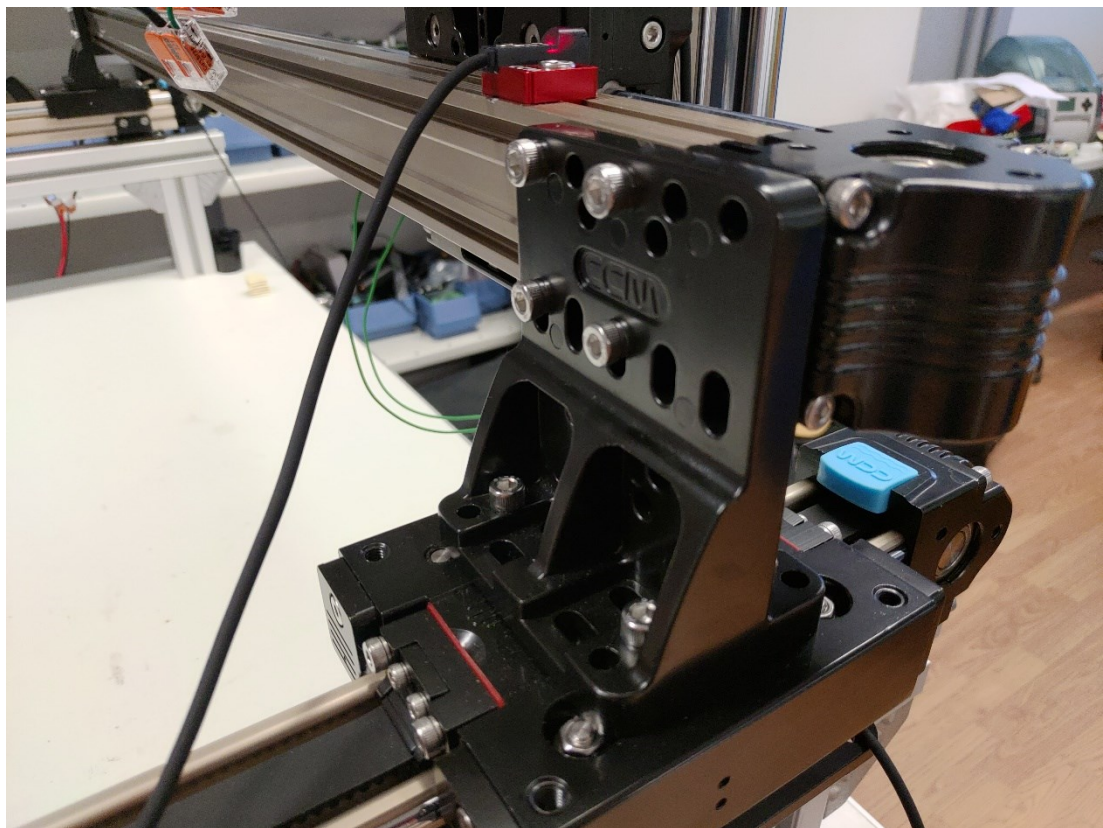
4 OSISTA KOOTTU ANNOSTELIJA

Osista koottiin annostelija, joka toimii x-, y-, ja z-akseleita käyttäen ja jonka tarttuja-päätä voidaan pyörittää. Y-akseli koostuu kahdesta, 450 mm pitkästä lineaarijohteesta, jotka on yhdistetty toisiinsa 12mm paksulla akselilla ja CCM:n valmistamilla liitososilla. Liitososat ovat M 12/12 mallisia, pyöristettyjä, joustavia liittimiä, jotka mahdollistavat akselin kiinnityksen lineaarijohteeseen niin, että akselin ei tarvitse olla täysin kohtisuorassa lineaarijohteen akselin kanssa. Johteiden jalustana on käytetty

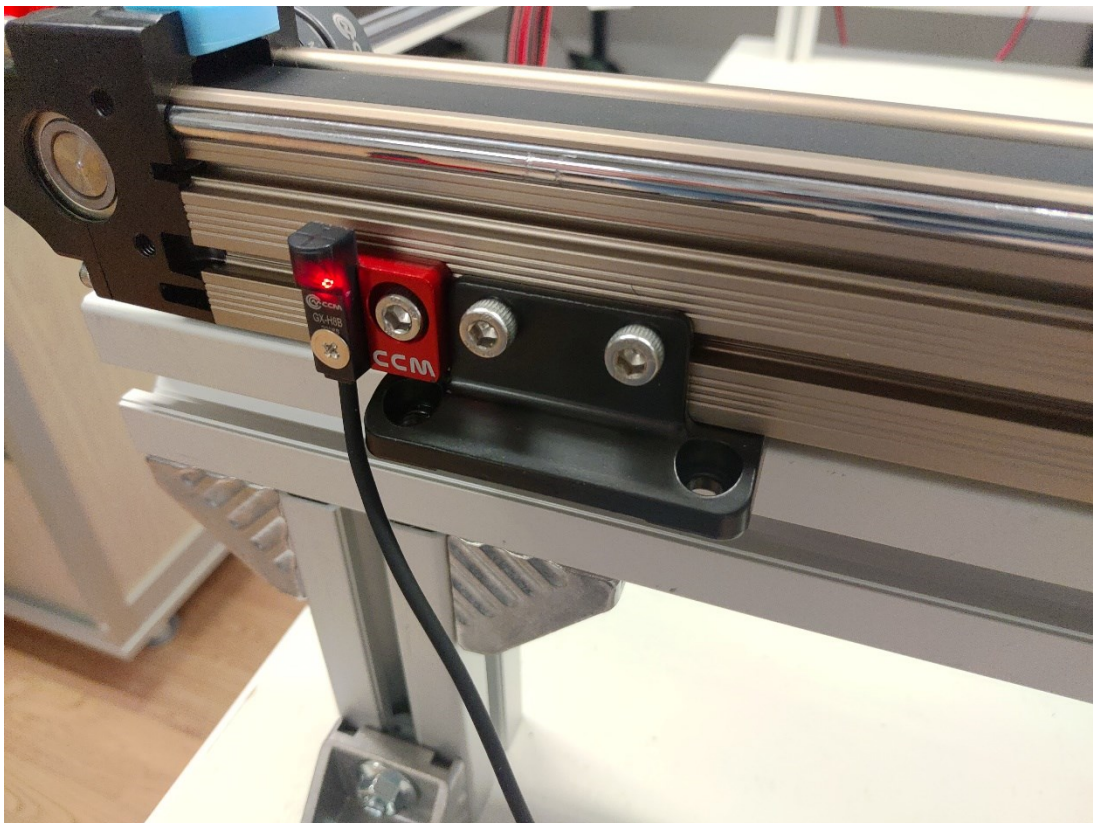
CCM:n DJ40 kiskokiinnikkeitä. Akseli mahdollistaa kahden johteen liikuttamisen vain yhden moottorin avulla. Moottori on kiinnitetty lineaarijohteeseen käyttäen nopeuden pienentämiseen tarkoitettua W4050 osakokonaisuutta, joka sisältää hammashihnapyörät, hammashihnan ja mekaaniset kiinnitysosat ja suojat, joilla voidaan kiristää hammashihna. Y-akselin lineaarijohteisiin on kiinnitetty CCM:n L2 kiinnitysosilla 1050 mm pitkä lineaarijohde, joka toimii x-akselina. X-akseliin on kiinnitetty CCM:n T2-4050 kiinnitysosalla TX40 -mallinen lineaarijohde pyörimistoiminnolla ja omalla moottorillaan, joka toimii z-akselina ja jossa on tarttuja akselissa olevan pyörivän sylinterin kärjessä. Molempiin x- ja y-akseleihin on kiinnitetty moottorit nopeudenvähentämisen osakokonaisuuksilla, ja muista moottoreista poiketen z-akselin moottorissa on lukko, joka vapautuu, kun järjestelmään kytketään virta päälle. Tämä estää tarttujan putoamisen sähkökatkon tai ohjelman kaatumisen seurauksena. Kaikkien akseleiden molempiin päihin on asennettu npn-anturit, jotka toimivat kotiantureina, sekä päätyraja-antureina. Anturit on kiinnitetty CCM:n niiden kiinnittämiseen tarkoitetuilla osilla, jotka kiinnittyvät lineaarijohteisiin mutteripalojen avulla. Moottoreilta on viety johdot askelmoottoriohjaimille. Mitat, jotka ovat ilmoitettu lineaarijohteista ovat johteen profiilin pituuksia, ja saadakseen koko lineaarijohteen pituus tulee näihin arvoihin lisätä 101mm. (CCM Automation Technology, 2021).



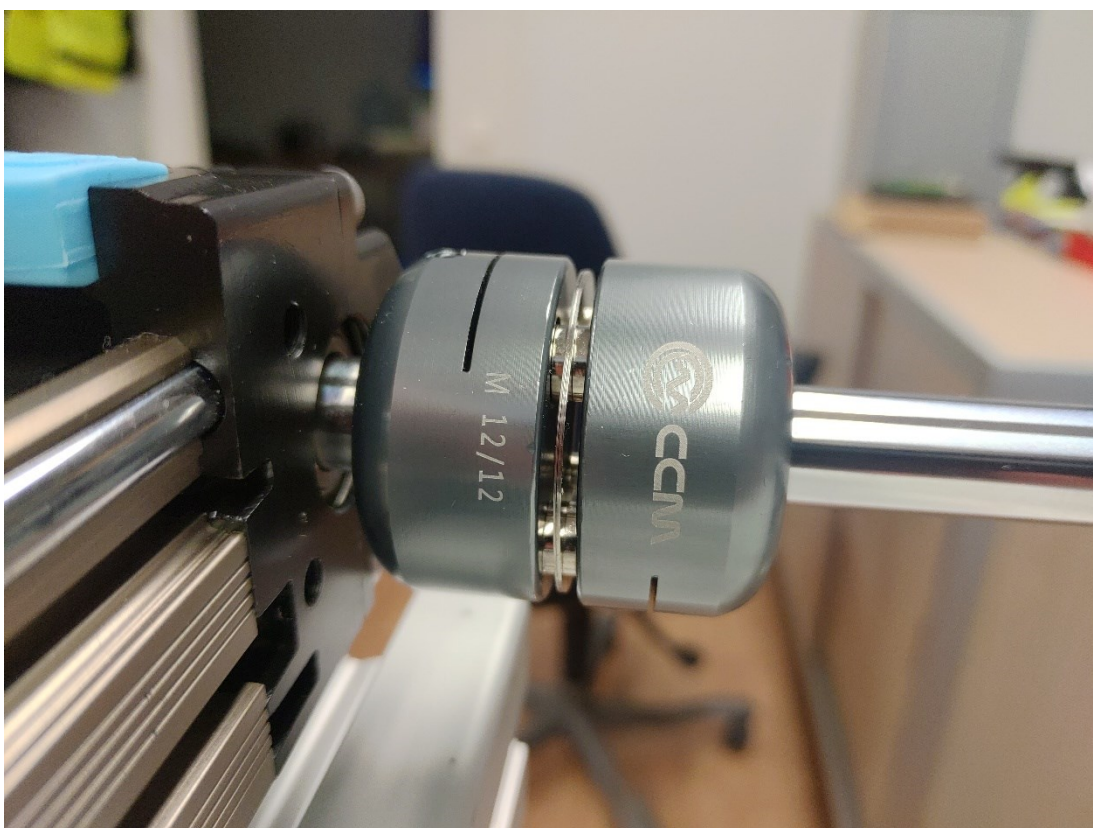
Kuvio 5. Annostelijan akselit ja anturit havainnollistettuna.



Kuvio 6. L2 kiinnitysosa.



Kuvio 7. GX-H8B anturi kiinni anturikiinnikkeessä ja lineaarijohde kiinnitettyä alumiiniprofiiliin DJ40 kiskokiinnikkeellä.



Kuvio 8. M 12/12 malliset akselin liitososat.

5 OHJAINYKSIKÖN JA ALUSTAVAN TARTTUJAN VALINTA

Ohjainyksikön valintaan vaikutti kolme tekijää; hinta, Pickway Oy:n jo ennestään käyttämät laitteet ja askelmoottoriannostelijan liikkeenohjauksen kannalta tarvittavat ominaisuudet. Aluksi ohjainyksiköksi harkittiin PLC:tä, mutta koska PLC:den hinnat ovat yleisesti useiden satojen eurojen luokassa, ja ne monesti tarvitsevat vielä erillisiä lisäosia ja omat ohjelmointi ohjelmistonsa, ei niiden käyttö olisi hinnallisesti kannattavaa. Yrityksellä ei myöskään ole käytössä PLC:itä, joten niiden ohjelmointi ja käyttö olisi vaatinut ulkopuolista osaamista ja avustusta jatkossa. Seuraava vaihtoehto, jota suunniteltiin ohjainyksiköksi, oli Raspberry Pi. Koska yritys on lisännyt Raspberry Pi tietokoneiden käyttöä, heillä oli jo kokemusta kyseisistä laitteista ja Raspberry Pi laitteiden yleistymisen heidän käytössään on ollut lisääntyvää tällä hetkellä. Raspberry Pi:n hinta on myöskin huomattavasti PLC:tä edullisempi, ja se on noin 50 euroa kun katsotaan Raspberry Pi 3 model B+ hintaa. Raspberry Pi:lle voidaan kirjoittaa ohjelmia monilla eri ohjelmointikielillä ja siinä olevat GPIO-pinnit tarjoavat liitettävyyden askelmoottorihjaimiin, sekä laskentatehoa on riittävästi suunniteltua ohjelmaa varten. Näistä syistä lopulliseksi ohjainyksiköksi valittiin Raspberry Pi ja malliksi 3 model B+, jota yrityksellä oli jo varastossaan.

Raspberry Pi 3 model B+ on yhden piirilevyn tietokone, joka on varustettu neliytimisellä ARM Cortex-A53 prosessorilla ja yhden gigatavun RAM-muistilla. Virtalähteeksi Raspberry tarvitsee 5 voltin ja vähintään 2.5 ampeerisen virtalähteen. Raspberryssä on 40 GPIO-pinniä, joista saadaan 3 ja 5 voltin jännite, sekä joita voidaan ohjata sisään- ja ulostuloiksi. Sisääntuloksi määritelty pinni tulkitsee 1.8 – 3.3 volttisen signaalin korkeaksi ja alle 1.8 volttisen signaalin matalaksi. Ulostuloksi määritelty pinni lähettää korkeaksi asetettuna 3.3 voltin signaalin ja matalaksi asetettuna 0 voltin signaalin. (Raspberry Pi Foundation, 2021).

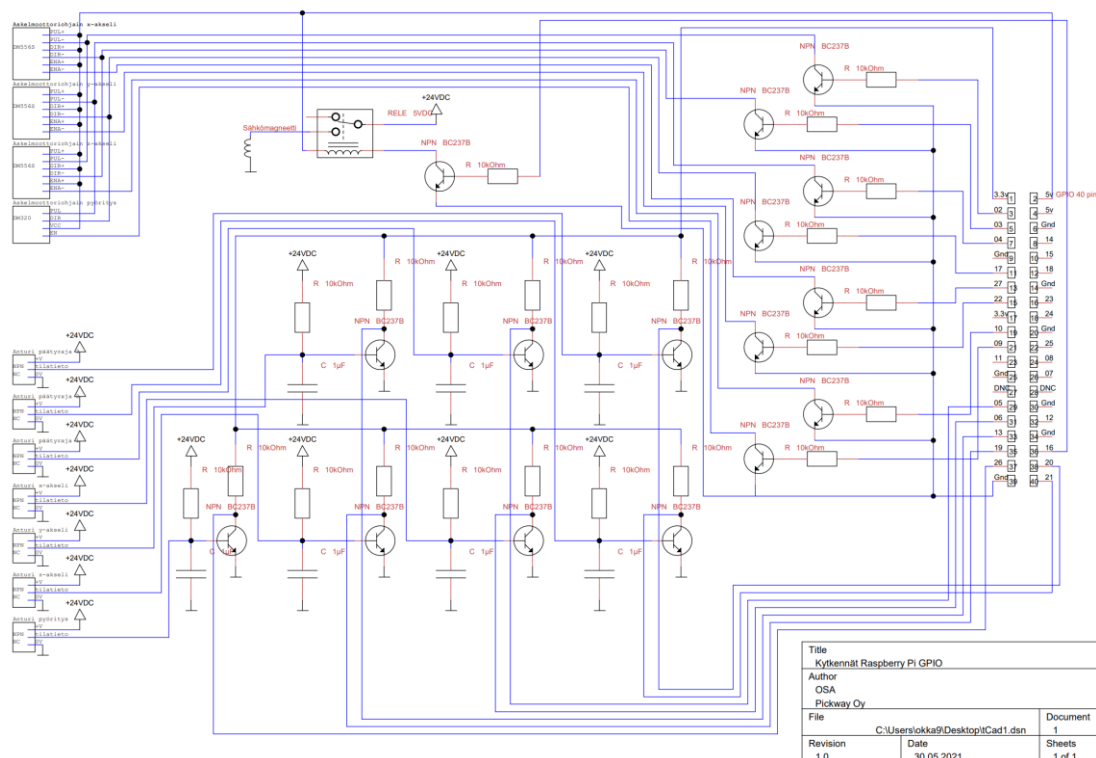
Testauksessa tarttujana on käytetty Stephenson Gobin valmistamaa 58 – 0125 -tyypistä, 24VDC, 4W sähkömagneettia. Tarttujalla on testattu laitteen toiminta käyttämällä tuotteina korilaattoja, mutta lopulliseksi tarttujaksi on suunniteltu alipainetarttujaa tai mekaanista tarttujaa. Mekaanisissa tarttujissa ongelmaksi tulee terien pieni koko ja lokerot, joissa mahdollisesti teräpalat ovat pinoissa. Mekaaniset tarttijat ovat

kooltaan suurempia, mitä suurempi niiden liike on ja tästä johtuen pienellä tarttujalla ei välttämättä saada riittävää liikettä aikaiseksi, jolla teräpala saataisiin poimittua ja suurempi tarttuja ei mahdu lokeroon sisälle. Yhtenä vaihtoehtona tarttujaksi olisi vastaavanlainen imurin moottoria käyttävä tarttuja, joita Pickway Oy on käyttänyt aikaisemmissa koneissaan. Imurin moottorilta tuotaisi vain letku annostelijan tarttupäähän, josta voitaisiin tuote poimia imua käyttäen. Teollisuuden tarpeisiin tarttuvia tarjoavalla yrityksellä, Schmalz:lla on myöskin valikoimissaan tarttuvia, joka kykenee nostamaan esineitä, joissa on reikiä tai joissa esineen pinnassa on epätasaisuuksia. Tarttuja on malliltaan SCG 1xE100 A MS AR M37x1-AG ja sopisi hyvin teräpalojen poimintaan suoraan muilta ominaisuuksiltaan, mutta koska tarttujan fyysinen koko on suurehko (leveys melkein 40mm) ei se välttämättä mahdu teräpalalokeroihin. Jos tarttujan päähän lisätään putki, jolla imukuppiosa saadaan vietyä alemmaksi itse alipainetta luovasta osasta, olisi tarttuja teräpalojen poimintaan sopiva. (Farnell Suomi, 2021). (The Schmalz company, 2021).

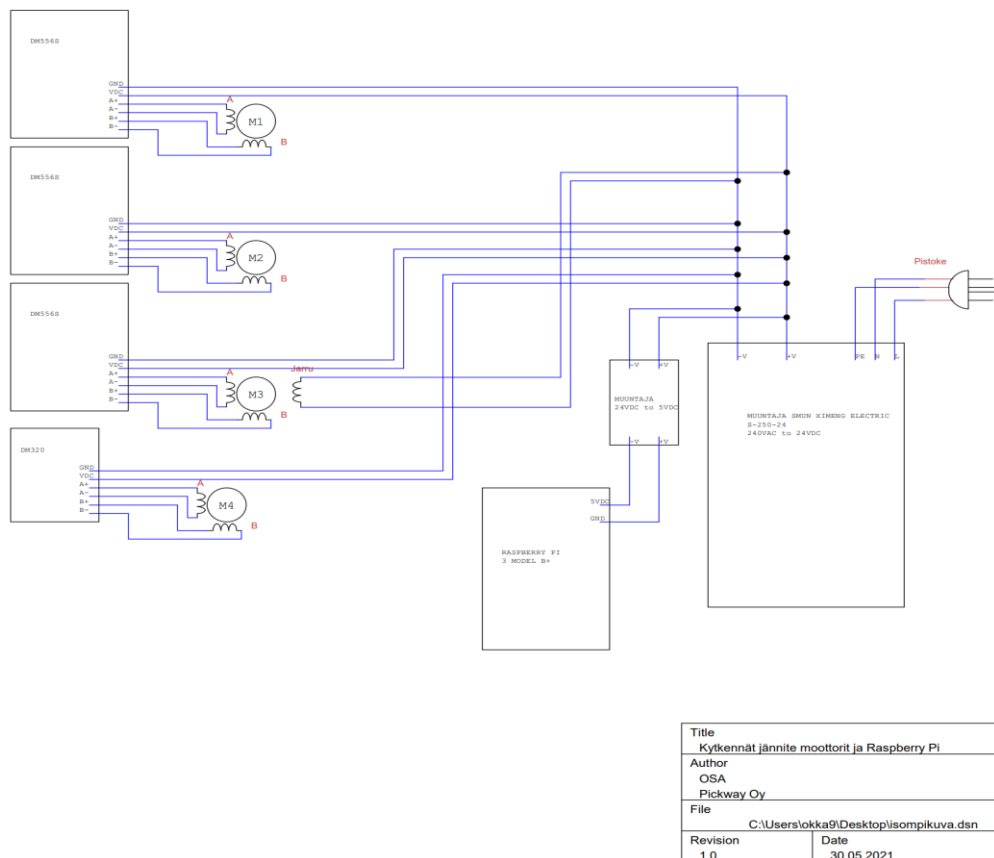
6 SÄHKÖKYTKENNÄT

Työn sähkökytkennät on suunniteltu Esa Järvisen ohjeiden mukaisesti. Pääasiassa kytkennät jakautuvat kolmeen osaan: antureihin, askelmoottoriohjaimien signaaleihin ja eri komponenttien virtakytkentöihin. Virtakytkennöissä verkkojännite on tuotu muuntajalle, joka muuntaa 240 voltin jännitteen 24 voltin jännitteeksi. 24 voltin jännite on viety askelmoottoriohjaimille ja tasajännitemuuntajalle, josta saadaan 5 voltin jännite Raspberry Pi:n käyttöjännitteeksi. Askelmoottoriohjaimen ohjaamiseen käytettävät signaalit ovat 5 voltin jännitteellä toimivia ja siksi niitä ei voida antaa suoraan Raspberry Pi:n GPIO pinneistä. Tästä johtuen signaaleja ohjataan transistorien avulla. Transistorin kollektorille tuodaan signaalin miinus johdin ja transistoria ohjataan Raspberry Pi:n GPIO pinnillä, joka on kytketty transistorin kantaan 10 kilo-ohmin vastuksen kautta. Signaaleja ohjaavien transistorien emitteri on kytketty Raspberry Pi:n maapinniin. Signaalien jännite on viety kaikille liittimille Raspberry Pi:n 5 voltin pinnistä. Antureiden tilatietojen kytkennöissä anturin tilatieto on kytketty transistorin kantaan ja sille tuodaan 24 voltin jännite 10 kilo-ohmin vastuksen kautta, sekä tilatiedon johdin

on kytketty maahan 1 mikrofardin kondensaattorin kautta, jotta anturin tilatieto ei anna väärää lukemaa häiriöiden takia. Transistorin kollektori on kytketty 3.3 voltin jännitteeseen 10 kilo-ohmin vastuksen kautta ja emitteri maahan. Vastuksen ja kollektorin väliltä on kytkentä Raspberry Pi:n GPIO pinniin. Näin ollen, kun käytössä oleva normaalisti kiinni tyyppinen anturi ei havaitse metallia, kulkee jännite anturin kautta maahan ja transistorin läpi ei pääse kulkemaan jännite. Tästä johtuen jännite kulkeutuu Raspberry Pi:n GPIO pinnille, joka tulkitsee pinnin tilatiedon korkeaksi ja puolestaan anturin havaitessa metallisen kappaleen tilatieto vaihtuu matalaksi, kun jännite kulkeutuu transistorin läpi. Tarttujana käytettävää sähkömagneettia ohjataan releen avulla, jonka kautta 24 voltin jännite on kytketty magneettiin normaalisti auki olevan kytkimen kautta. Relettä ohjataan 5 voltin jännitteellä transistorin avulla, jonka kanta on kytketty Raspberry Pi:n GPIO pinniin.



Kuvio 9. Sähkökytkennät, joilla anturit ja askelmoottoriohjaimien ohjaus on kytketty Raspberry Pi:n GPIO pinneihin.



Kuvio 10. Askelmoottoriohjaimien, askelmoottorien ja Raspberry Pi:n sähkökytkennät.

7 OHJELMAN TOIMINTA

7.1 Ohjelman osat

Ohjelmassa on käytetty wiringPi, GTK ja pthread kirjastoja ja se on kirjoitettu C-kielellä. Käyttöliittymän suunnittelussa on käytetty Glade-ohjelmaa, joka on visuaalinen käyttöliittymän suunnittelutyökalu ja joka luo xml-tiedoston GTK:ta varten. Ohjelma jakautuu pthread:n tarvitsemiin funktioihin, GTK:n tarvitsemiin funktioihin ja funktioihin, jotka ohjaavat askelmoottoriohjaimia. Pääohjelmassa on määritelty tarvittavat osat, jotta ohjelma voi käynnistää käyttöliittymän ja jakaa ohjelman eri osien suorittamisen prosessorin säikeille.

WiringPi on C-kielellä kirjoitettu kirjasto, jolla voidaan ohjata Raspberry Pi:ssä olevia fyysisiä GPIO pinnejä. Kirjasto sisältää funktioita pinnien tilan konfigurointiin, erilaisia viive toimintoja ja funktioita pinnien ohjaukseen ja niiden tilatietojen lukemiseen. Pinneillä voidaan antaa kirjaston avulla digitaalisia ja analogisia signaaleja, sekä lukea myös vastaavia signaaleja. (Gordon Henderson, 2019).

GTK on kirjasto, jolla voidaan luoda graafisia käyttöliittymiä monille eri käyttöjärjestelmille. Näitä ovat esimerkiksi Linux pohjaiset käyttöjärjestelmät, kuten Raspbian jota tässä työssä on käytetty Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmänä. GTK:n ohjelmointikielenä toimii C-kieli, jota on käytetty muissakin työn osissa, joten muun ohjelman sulauttaminen samaan ohjelmakoodiin käyttöliittymän ohjelmakoodin kanssa ei vaatinut erillisiä toimia. Tarkempi versio, jota työssä on käytetty, on GTK+ 3 ja lyhenne GTK tulee nimestä GIMP Toolkit. (The GTK Team, 2021).

Pthread on ohjelmakirjasto, joka mahdollistaa useamman eri tehtävän suorittamisen yhtä-aikaa rinnakkain. Kirjaston käyttämisestä hyötyy, jos laite on varustettu moniytimisellä prosessorilla. Tällöin on mahdollista jakaa eri ohjelman osien suoritusta ja saadaan tehtyä useampia asioita samaan aikaan. Ohjelmassa pthreadia käytetään, kun kutsutaan moottoria ajavia funktioita, jotta voidaan ajaa kahta moottoria samaan aikaan, sekä lukemaan anturitietoa, jonka halutaan päivittyvän koko ajan itsenäisesti “taustalla” muusta ohjelmasta. (Greg Ippolito, 2004).

7.2 Ohjelman toiminnan kulku

Käynnistyksen jälkeen ohjelma ilmoittaa käyttäjälle, että tarvitaan kotiinajo. Käyttäjä suorittaa kotinajon käyttöliittymästä painiketta painamalla, ja koneen ajettua kotiasemansa se ilmoittaa käyttöliittymässä olevansa valmis. Kotinajon voi suorittaa halutessaan myös uudelleen koska tahansa, kunhan kone on pysähtyneenä, eikä ole poistunut ohjelmasta vikatilanteen vuoksi. Ohjelma ei poistu muissa vikatilanteissa, paitsi jos se ei voi suorittaa itseään loppuun määritetyssä ajassa. Ajettuaan päätyraja-anturin ylitse ohjelma pysäyttää moottorit ja pyytää uutta kotinajoa määrittääkseen uudelleen asemansa. Kun kotiajo on valmis, voidaan valita joko varastopaikka, josta kone hakee

tuotteen ja tuo sen käyttäjälle tai voidaan valita manuaalijajo, jossa voidaan ajaa tarttujaa suhteessa sen kotiasemaan. Jos valitaan varastopaikka, kone ilmoittaa hakevansa tiettyä tuotetta ja sanoo kun tuote on saapunut käyttäjälle. Tämän jälkeen voidaan valita uusi tuote tai manuaalijotila. Manuaalijossa tarttujan paikka-arvo annetaan kenttiin akselikohtaisesti 1mm tarkkuudella ja sen jälkeen lähetetään arvot suoritettavaksi. Arvot ovat tarttujan etäisyys kotiasemasta millimetreinä, ja kenttään tulee tarttujan nykyinen paikka, kun vaihdetaan tila automaatilta manuaalille. Manuaaltilaa ei ole tarkoitettu käyttäjille käytettäväksi, vain esimerkiksi varastopaikkojen suunnittelua varten, jotta tarttujaa voidaan ajaa haluttuihin paikkoihin.

7.3 Moottorien ajo

Moottoreita ajetaan ohjelmassa kahden eri funktion avulla, sekä niiden suorittaminen tehdään pthread:n avulla, jotta useampaa moottoria voidaan ajaa yhtäaikaaisesti. Aluksi moottorille lasketaan paikka, johon moottorin halutaan ajavan ja kuinka paljon pulsseja se vaatii. Työssä on käytetty asetusta, jossa yhden askelmoottorin kierroksen ajamiseen tarvitaan 1600 pulssia. Ensimmäinen funktio laskee käytettävän kertoimen, jolla saadaan laskettua oikea määrä pulsseja syötettäväksi askelmoottoriohjaimelle. Ensin ohjelma jakaa yhteen moottorin kierrokseen tarvittavat pulssit hammashihnapyörien suhteella (moottorin hammashihnapyörän hammaslukumäärä jaettuna lineaarijohteeseen kiinnitetyn hammashihnapyörän hampaiden määrällä) ja sen jälkeen saadulla tuloksella jaetaan lineaarijohteen yhdellä kierroksella kulkema matka (mm). Kun kerroin on laskettu, verrataan haluttua paikkaa edelliseen moottorin paikkaan. Sitten jos haluttu paikka on suurempi kuin nykyinen, niin vähennetään nykyinen paikka halutusta ja jaetaan kertoimella, joka laskettiin aikaisemmin. Jos haluttu paikka on pienempi kuin nykyinen vähennetään haluttu paikka nykyisestä ja jaetaan kertoimella, joka laskettiin aikaisemmin. Samalla määritetään moottorin pyörimissuunta ja ohjataan suuntasignaali sitä vastaavaksi. Kun vastaus laskusta on saatu, se pyöristetään tasaluvuksi, joka on lopullinen moottorille syötettävien pulssien määrä. Syötetystä pulssien määrästä lasketaan vielä samalla periaatteella matka, jonka moottori oikeasti liikutti kelkkaa lineaarijohteella, jotta saadaan todellinen paikkatieto selville, sillä moottori ei voi ajaa kuin kokonaisia pulsseja. Moottorin ajotarkkuus on työssä noin 0.5mm.

Kun pulssimäärä, jonka moottorin halutaan ajavan, on laskettu, annetaan se pulssituksesta vastaavalle funktiolle. Funktio syöttää pulssin askelmoottoriohjaimelle annetulla pulssitiheydellä. Molemmat funktiot kuuluvat yhteen pthread funktiokokonaisuuteen, joita suoritetaan x- ja y-akseleilla samanaikaisesti, jotta molemmat akselit lähtevät liikkeelle samaan aikaan. Akseleiden suhteen ei ole merkitystä kumpi lähtee liikkeelle ensimmäisenä, ja kumpi saapuu haluttuun paikkaan ensin, joten akselit toimivat toisistaan itsenäisesti, kuitenkin odottaen, että toinen saapuu lopulta myös haluttuun paikkaan, jotta ohjelman suoritus voi jatkua.

7.4 Kotiinajo

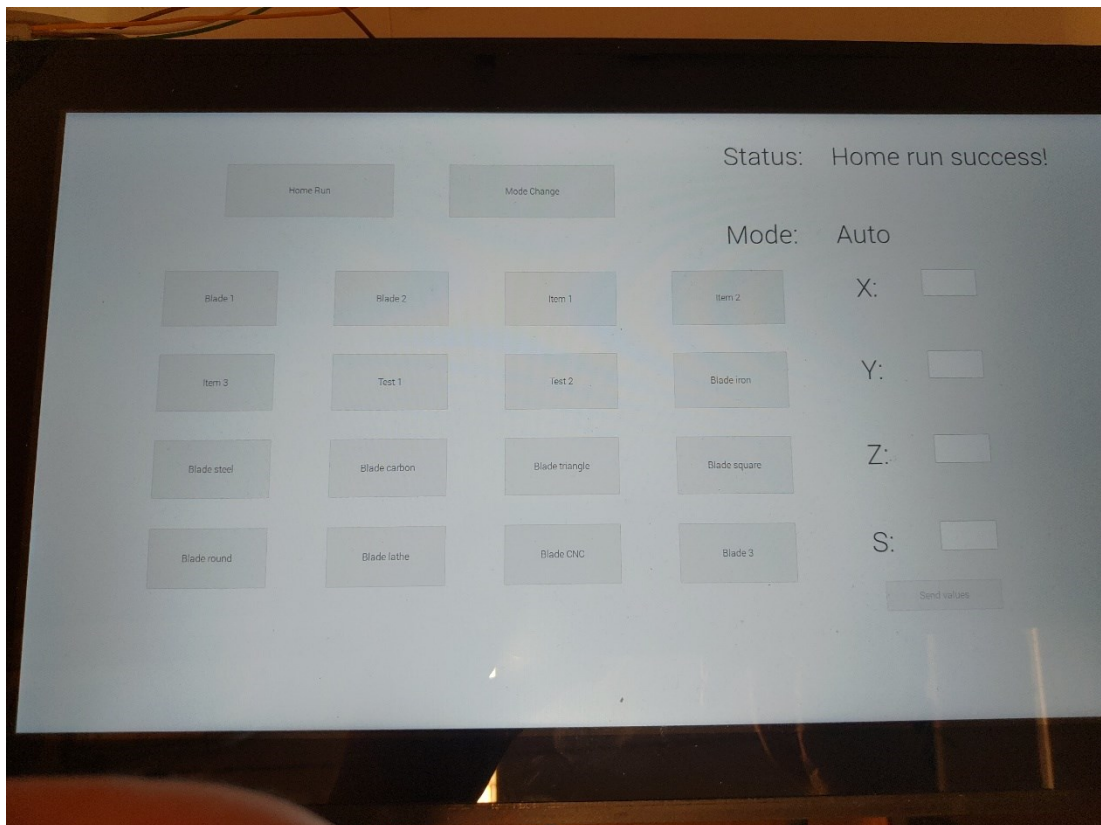
Kotiinajo suoritetaan, kun käyttäjä sitä pyytää, ohjelma ilmoittaa ainoastaan, jos kotiinajo tarvitaan. Kotiinajossa moottori lähtee pyörimään tietyn pulssimäärän verran, ensin myötä- tai vastapäivään riippuen onko suunta määritelty ohjelmassa käänteiseksi vai ei. Kun lineaarijohteen kelkka tulee päätyraja-anturille, suunta vaihdetaan ja moottori pyörii niin kauan, kunnes anturi ei enää tunnista mitään ja sen jälkeen vielä muutamana pulssin verran, jotta anturiin saadaan etäisyyttä. Tämän jälkeen kotiajo tulee suoritetuksi ja ohjelmassa voidaan edetä joko automaattiajoon tai manuaaliajoon. Kotiajon suoritettu tila putoaa pois, jos tarttuja ajaa yli jostakin päätyrajasta. Tällöin tulee kotiajo suorittaa uudelleen.

7.5 Antureiden tiedon päivitys

Ohjelman käynnistyessä yksi prosessorin säie määritetään lukemaan ja päivittämään antureiden tilatietoa ja samalla laskemaan aikaa, jotta ohjelma voidaan pysäyttää, jos ohjelma ei ole suoritettu tietyssä ajassa. Anturien tilatietoa luetaan verraten siihen, onko kotiinajo suoritettu vai ei. Jos kotiinajoa ei ole suoritettu, anturit toimivat tunnistamaan kotiinajossa käytettäviä päätyrajoja. Jos kotiinajo on suoritettu ja anturi aktivoituu, vaihtuu kotiinajon tila pois päältä ja moottorit pysähtyvät ja ohjelma pyytää uudestaan kotiinajoa. Jos ajastimen aika täyttyy ja ohjelma ei ole suoriutunut halutussa ajassa, se suljetaan, sillä silloin on kyseessä virhe ohjelmassa.

7.6 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä käynnistyy automaattisesti ohjelman käynnistyessä. Ohjelmassa on määritelty kaikki käyttöliittymän rakentamiseen tarvittavat osat alussa ja esimerkiksi täyden ruudun käyttöönotto. Käyttöliittymässä on tilatieto, joka ilmoittaa mitä ohjelma haluaa tehtäväksi tai mitä ohjelma tekee sillä hetkellä. Käyttöliittymässä ilmoitetaan myös, onko ohjelma automaatti vai manuaalitulassa. Käyttöliittymässä on painikkeet kaikille varastopaikoille, kotiinajolle, tilan vaihdolle ja manuaaliajon paikkatietojen lähettämiseksi. Siinä on myös syöttökentät manuaaliajon arvojen syöttämistä varten kaikille akseleille. Tilatietoon päivitetään ohjelman tämänhetkinen tila, ja toimintatilaan onko ohjelma manuaalilla vai automaattilla. Painikkeilla valitaan varastopaikka, josta tarttuja lähtee hakemaan tuotetta. Kaikilla painikkeilla on omat funktionsa, joilla ne vaihtavat tilatietoa ja haluttua varastopaikkaa.



Kuvio 11. Käyttöliittymän näkymä, kun kotiinajo on suoritettu onnistuneesti ja automaattitila on valittuna.

7.7 Muuttujat ja yhdistyvyys

Ohjelmassa anturitietojen ja muiden koko ohjelman tarvittavien muuttujien tiedot ovat yleisiä muuttujia. Jokaisella moottorilla on oma tiedostorakenteensa, jossa on kaikki moottorin tarvitsemat muuttujat ja kaikki muuttujat joihin moottorin ajaminen tallentaa tietoja. Ohjelmassa määritellään wiringPi:tä varten sen käyttöön tulevat GPIO-pinnien osoitteet ja pinnien tilatiedot. Varastopaikat ja tuotteiden määrä varastopaikassa on määritelty taulukkoon, jossa varastopaikat ovat määritelty tarttujan etäisyyksinä kotipaikasta millimetreinä. Pulssien taajuuden määrittelevä aika on vakio ja se määrittelee, kuinka kauan pulssi on korkealla mikrosekunteina. Muuttujien nimeämisessä on pyöritty käyttämään mahdollisimman kuvaavia nimiä, jotta ohjelman lukeminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Kirjoitustyyliältään kokonaan isoilla kirjaimilla kirjoitetut muuttujat ovat arvoja tai muuttujia, jotka tulevat funktioon sen ulkopuolelta ja joita käytetään myös muissa funktioissa ja toiminnoissa. (Tutorials point team, 2021).

8 TESTAUS

8.1 Askelmoottori ja askelmoottorihjain

Ohjelman testaus on suoritettu osissa, joka on jakanut testauksen yhteen osakokonaisuuteen tai ohjelman vaiheeseen kerrallaan. Testaus aloitettiin kytkemällä yksi askelmoottori askelmoottorihjaimen ja ohjain Raspberry Pi:hin. Testauksella todettiin eri signaalien toiminta ja Raspberry Pi:n kyky antaa pulssisignaalia moottorihjaimelle. Samalla testattiin joitakin askelmoottorihjaimen toiminnoista, esimerkiksi akselin lukitusta, kun moottori ei pyöri, sekä moottorin pyörimissuunta, kun suuntasignaali asetetaan korkeaksi tai matalaksi. Tuloksiin perustuen asetettiin tarvittavat asetukset askelmoottorihjaimiin ja saatiin tarvittavat tiedot, jotta moottoria saatiin ohjattua halutulla tavalla.

8.2 Anturi

Anturin toiminta testattiin siihen erikseen kirjoitetulla ohjelmakoodilla, jolla luettiin anturin tilatieto 10 000 kertaa sekunnissa. Tuloksista pääteltiin, että anturi antoi väärää tilatietoa jollakin lukukerroista ja että väärä lukema johtui sähköisestä häiriöstä, jonka aiheutti anturikaapelin vieressä ollut moottorikaapeli. Tuloksien johdosta anturin sähkökytkentään lisättiin kompensointia ja toimintaa testattiin uudelleen, luoden tilanteita, joissa anturikaapeli altistettiin sähköiselle häiriölle. Jatkotestien tuloksen perusteella kompensointi todettiin toimivaksi ja anturin tilatietoa saatiin luettua virheettää.

8.3 Kotiinajo

Kotiinajon testaus tehtiin aluksi irrallisella anturilla ja moottorilla. Testissä moottori aloitti pyörimisen ensin toiseen suuntaan ja sen jälkeen anturille asetettiin metallinen kappale tunnistettavaksi ja tämä vaihtoi moottorin suunnan. Kun moottori oli pyörinyt hetken vastakkaiseen suuntaan, otettiin kappale pois anturilta ja moottori pysähtyi, ilmoittaen että kotiinajo on suoritettu. Testiä toistettiin ja ohjelmakoodia muokattiin, kunnes toiminta saatiin halutun laiseksi. Samalla testattiin myös moottorin pyörimisnopeuden säätelyä pulssitaajuutta muuttamalla ja todettiin, että sillä saadaan muutettua pyörimisnopeutta.

8.4 Linearijohde ja nopeuden alentamiseen käytetyt osat

Aluksi lineaarijohteen toimintaa testattiin yksittäisellä lineaarijohteella, johon oli kiinnitetty moottori nopeudenvähennysyksiköllä ja kaksi anturia. Testissä kokeiltiin moottorin kotiinajon toiminta ja sen jälkeen päätyraja-antureiden toiminta. Kun päätyraja-anturit pysäyttivät moottorin ja testaus osoitti, että moottori ei aiheuta tarpeettomia kelkan törmäyksiä lineaarijohteen päätyihin, alettiin tutkia moottorin ajoa annettuihin paikka-arvoihin. Kelkkaa ajettiin useita kertoja edestakaisin ja mitattiin, että paikkojen etäisyys kotiasemasta täsmäsi annettuihin arvoihin ja että laskukaavat ohjelmassa toimivat oikein. Testeissä kokeiltiin myös syöttää moottorille sen nykyisen paikan arvoja uudestaan ja ohjelmaa muokattiin tarvittaessa.

8.5 Usean akselin yhtäaikainen ajo

Annostelijan kaikkia akseleita testattiin kokonaisuutena ja kuinka kahden akselin liikkuttaminen toimi samanaikaisesti. Testissä ajettiin x- ja y-akseli varastopaikkaan ja savuttuaan perille tarttuna ajettiin alas ja ylös z-akselia käyttäen simuloiden tuotteen poimimista. Tämän jälkeen ajettiin uudelleen x- ja y-akselit jättöpaikalle, josta käyttäjä voisi ottaa tuotteen. Testissä havaittiin ongelmia tiettyjen paikka-arvojen kanssa, jotka korjattiin ja todettiin uudella testauksella toimiviksi. Myös nopeutta testattiin ja siitä johtuen moottoreiden virta-asetuksia muutettiin, jotta moottorit jaksoivat liikuttaa lineaarijohteita.

8.6 Käyttöliittymä

Käyttöliittymän testaus alkoi varastopaikkojen valintaan käytettyjen painikkeiden testaamisella. Aluksi painikkeita sai painettua useampia ja käyttöliittymä lakkasi reagoimasta käskyihin, kun painettiin useampaa painikkeita. Ohjelma muokattiin niin ettei käyttäjä voi painaa kuin yhtä painiketta ja ettei painikkeesta lähde tieto ennen kuin jo valitun tuotteen haku on suoritettu loppuun. Tämän jälkeen testattiin kotinajopainikkeiden ja tilatietoa ilmoittavien tekstien toiminta. Tekstit säädettiin päivittyväksi halutuissa kohdissa ja kotinajon suorittamisesta tehtiin mahdollinen aina kun ohjelma ei ollut tekemässä muita toimintoja. Kun nämä toiminnot olivat korjattu, muokattuun manuaaliajoon käytettävät syöttökentät toimintakuntoon. Kentät toteutettiin niin, että kun tila vaihdetaan automaattista manuaalille, tulee kenttiin näkyviin nykyinen tarttujan paikka. Kun kenttiin syöttää halutut paikka-arvot ja lähettää ne ohjelmalle, se ajaa akselit halutuille paikoille, ensin x- ja y-akselin ja sitten z-akselin ja pyöritysliikkeen. Manuaaliajo on tarkoitettu varastopaikkojen konfigurointia varten, eikä käyttäjien käytettäväksi, joten kenttiin voidaan syöttää arvoja, jotka ylittävät rajat. Tällaisessa tilanteessa moottori ajaa akselin niin pitkälle kuin päätyraja sallii, ja pysähtyy sitten. Käyttöliittymää testatessa ilmeni myös ongelma, joka kaatoi koko ohjelman ja joka johtui siitä, että käyttöliittymästä vastaava funktiota kutsuttiin eri prosessorin säikeellä kuin missä käyttöliittymän tietoja päivitettiin. Tämä johti tietojen korruptoitumiseen ja aiheutti virheen ohjelmassa. Ongelma korjattiin vaihtamalla koko annostelijan liikkeiden toiminnasta vastaava osuus käyttöliittymän ohjattavaksi ja jota se

kutsuu tietyin väliajoin ja tarkistaa onko käyttöliittymästä tullut tapahtumia sen suoritettavaksi.

8.7 Virhetilanteet

Virhetilanteita on esimerkiksi päätyrajan ylittäminen ja ohjelman jumittuminen kesken suorituksen. Päätyrajoista yliajamista on simuloitu näyttämällä antureille metallikap-paletta ja toteamalla, että moottori pysähtyy lähestulkoon heti sen jälkeen. Jos on tapahtunut yliajaminen päätyraja-anturilla, ohjelman kotiinajon tieto nollautuu ja se ilmoittaa tarvitsevansa uuden kotiinajon. Ohjelmaan on rakennettu sisäinen ajastin, joka tarkistaa, että ohjelma suoritetaan tietyssä ajassa ja jos näin ei tapahdu, ohjelma suljetaan ja kyseessä on ollut jonkinlainen vika ohjelmassa.

8.8 Lopullinen testaus

Lopullisessa testauksessa annostelijalla testattiin tuotteiden hakemista varastopaikoista käyttäen tarttujana sähkömagneettia ja tuotteina korilaattoja, jotka oli kääritty teippiin, jotta ne eivät tarttuneet magneetin voimasta liikaa toisiinsa ja olivat poimitavissa yksitellen. Varastopaikkoihin määriteltiin kuuden tuotteen pinoja, joista annostelija haki yksi kerrallaan tuotteen ja toi sen käyttäjälle. Testissä testattiin useita varastopaikkoja ja todettiin, että annostelija saa haettua kaikista tuotteen ongelmitta. Samaan aikaan suoritettiin testaus, jossa moottorin liikkeelle lähtemisen ja pysähtymisen pehmenystä tarkasteltiin. Pehmenyksen todettiin vähentävän liikkeelle lähtemisen ja pysähtymisen töksähtävää liikettä ja näin vähentää lineaarijohteisiin kohdistuvaa voimaa. Myös tarttujan paikka tarkastettiin mittaa käyttäen eri suunnista ja todettiin, että se on pysynyt oikeana useista liikkeistä huolimatta.

9 YHTEENVETO

Työssä saatiin toteutettua annostelija, jolle on mahdollista määrittää vapaasti varastopaikkoja käyttäen koordinaatteina millimetriarvoja tarttujan kotiasemasta mitattuna.

Annostelijalle saatiin toteutettua graafinen käyttöliittymä, jolla käyttäjän on mahdollista valita tuotteita varastopaikoista, ajaa annostelijaa manuaalisesti tai suorittaa esimerkiksi kotiinajo laitteelle. Myös askelmoottoriohjaimien ja lineaarijohteiden toiminta saatiin testattua ja niiden käyttämiseen saatiin luotua monikäyttöiset ohjelmakoodit, joilla on mahdollisuus ajaa vastaaventyypisiä liikkeitä. Annostelijan rakentamiseen käytetyistä osista saatiin kerättyä automaation näkökulmasta oleellista ja muihinkin projekteihin soveltuvaa tietoa. Anturit havaittiin herkiksi ja niiden käytössä tulee huomioida muut johdot anturien johtojen vierellä, eikä niitä tule viedä liian lähellä moottorijohtoja. Annostelijan ohjelmakoodissa ja käyttöliittymässä on kohtia, joita jatkossa voitaisiin parantaa, esimerkiksi vikatilanteista palautuminen takaisin normaali-tilaan, sekä sähkökytkentöjen signaaleita voitaisiin tutkia ja varmistaa niiden laatu ja ettei signaaleissa ole häiriöitä.

LÄHTEET

CCM Automation Technology. (2021). CCM motion belt drive linear actuators. Haettu 21.5.2021 osoitteesta <https://www.ccmrails.com>

Farnell Suomi. (2021). Farnell Suomi – elektroniikkakomponenttien jakelija. Haettu 30.5.2021 osoitteesta <https://fi.farnell.com>

Gordon Henderson. (2019). Wiring Pi GPIO Interface library for the Raspberry Pi. Haettu 16.5.2021 osoitteesta <http://wiringpi.com>

Greg Ippolito. (2004). Linux Tutorial: POSIX Threads. Haettu 21.5.2021 osoitteesta <https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/15492-f07/www/pthreads.html>

Pickway Oy. (2020). Pickway | Advanced warehouse solutions. Haettu 15.5.2021 osoitteesta <https://pickway.fi>

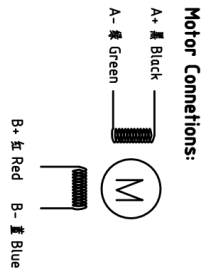
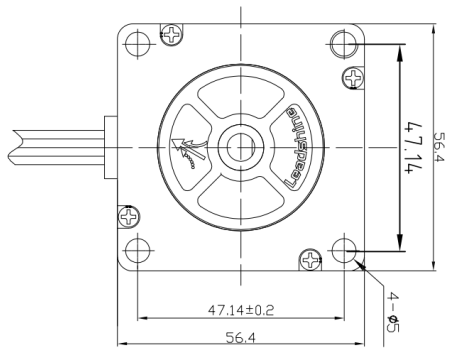
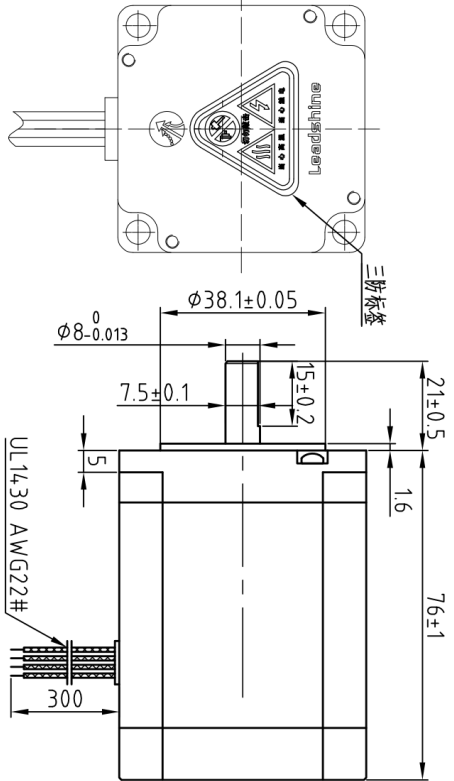
Raspberry Pi Foundation. (2021). Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi. Haettu 22.5.2021 osoitteesta <https://www.raspberrypi.org>

The GTK Team. (2021). The GTK Project - A free and open-source cross-platform widget toolkit. Haettu 16.5.2021 osoitteesta <https://www.gtk.org>

The Schmalz company. (2021). Vacuum Technology: Automation, Handling, Clamping | Schmalz. Haettu 31.5.2021 osoitteesta <https://www.schmalz.com/en>

Tutorials point team. (2021). C Tutorial - Tutorialspoint. Haettu 15.5.2021 osoitteesta <https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/index.htm>

Dimension: (Unit: mm)



Common Rating

Step angle	18°
Position accuracy	18±0.9°
Dielectric strength	500VAC 1min
Insulation resistance	100MΩmin(500VDC)
Insulation class	B
Temp rise(Max)	80K
Radial play	Max:0.02mm(Load 4.50g)
Axial play	Max:0.08mm(Load 900g)

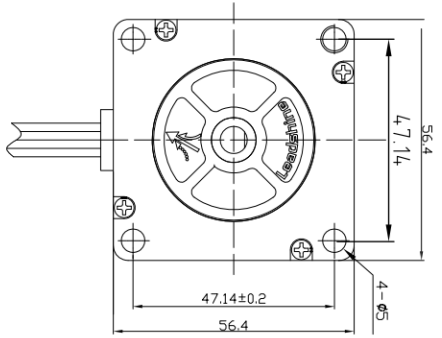
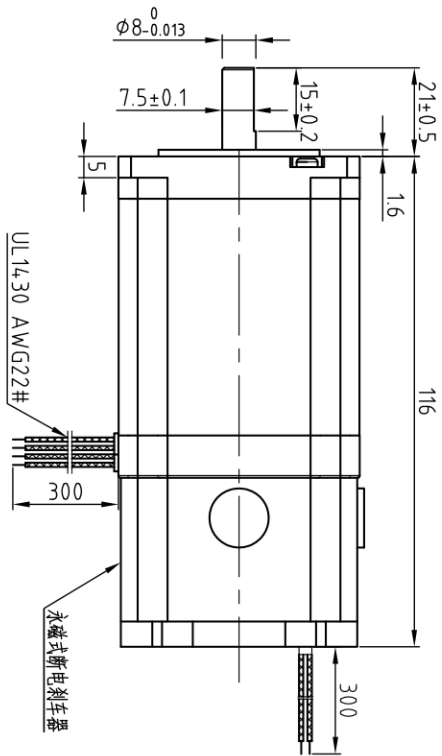
Specification:

Current/phase	5.0 A
Voltage	19 V
DC Resistance/phase ±10%	0.38 Ω
Inductance/phase ±20%	1.75 mH
Holding torque	2.3 N·M
Detent torque	0.068 N·M
Inertia	0.480 kg·cm ²
Weight	1.1 kg

版本/Rev	日期/Date	变更文件号/ECN No.	变更内容/Revisions	设计/By
V1.0	17.04.12		初版	王洪林

设计/Designed	王洪林	日期/Date	2017.04.12	材料/Material	
审核/Checked	刘伟峰		2017.04.12	第一级检验/First Angle projection	
批准/Approved	田天程		2017.04.12	量规/Measurement Scale	
图号/Draw No.				图样/Drawn	
				共 1 套, 第 1 套, Sheet 1 of 1	
				名称/Title	深圳市雷赛智能控制股份有限公司 SHEZHEN LEASINE TECHNOLOGY CO., LTD.
				图号/Draw No.	混合式步进电机 57CM23

Dimension: (Unit: mm)



图号	日期	变更内容	变更次数	设计

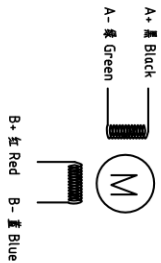
Motor Specification

Step angle	18°
Position accuracy	18±0.09°
Dielectric strength	500VAC 1min
Insulation resistance	100MΩmin(500VDC)
Insulation class	B
Temp rise(Max)	80K
Radial play	Max.0.02mm(Load 450g)
Axial play	Max.0.08mm(Load 900g)
Current/phase	5.0 A
Voltage	19 V
DC Resistance/phase ±10%	0.38 Ω
Inductance/phase ±20%	1.75 mH
Holding torque	2.1 N·M
Inertia	0.48 kg·cm ²
Weight	13 kg

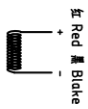
Brake Specification:

Static friction torque	2 N·M
Voltage	24 V
Wattage	4 W
Armature pull in time	0.03 S
Armature release time	0.01 S
Rotating Inertia	0.019 kg·cm ²
Weight	0.3 kg
Heat resistance class	F

Motor Connections:



Brake Connections:



设计	王洪松	日期	17.10.30	审核	刘佩峰	日期	17.10.30	批准	田天胜	17.10.30	图号	57CM23-BZ
审核	刘佩峰	日期	17.10.30	批准	田天胜	17.10.30	图号	57CM23-BZ	深圳市雷赛智能控制股份有限公司 SHENZHEN LEASING TECHNOLOGY CO., LTD.			
批准	田天胜	17.10.30	第一角投影 First Angle projection		比例尺 Scale		图例 Legend		第 1 页 共 1 页 Sheet 1 of 1			



GX Series
Metal proximity sensor

Instructions

Attention

1. Do not use in flammable, explosive environment.
2. Do not use in wet, corrosive or strong earthquake environment.
3. Do not disassemble, repair or modify this product.
4. Additional protective measures must be taken for the use of safety.
5. Must be used within rated power supply voltage and load current range.
6. Do not mix wires with other power lines.
7. If the wire is to be extended, the maximum length is allowed to be 10 meters
8. The product will enter the working state after the delay of 100mS.
9. It is recommended to use a 15mm*15mm or more obstruction detection

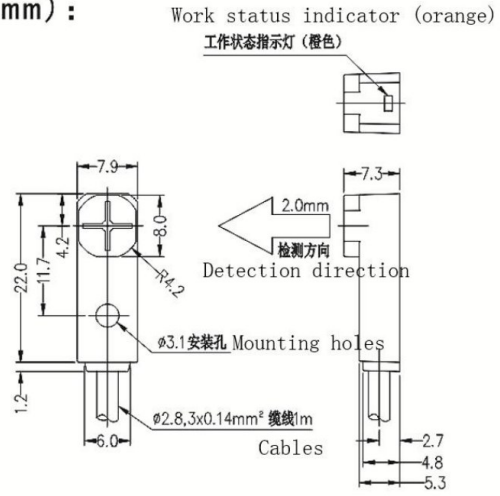
Parameter

Model	NPN	GX-H8A	GX-H8B	GX-F8A	GX-F8B
	PNP	GX-H8A-P	GX-H8B-P	GX-F8A-P	GX-F8B-P
Type		NO	NC	NO	NC
Maximum detection distance		2.0mm ± 20%			
Stable detection range		0-1.8mm			
Standard test object		Iron: 15 x 15 x 1mm			
Voltage		12-24V Dc ± 10%			
Current consumption		15mA max.			
Control output		100mA			
Distance difference		Below 20% of the detection distance			
Frequency difference		1.3kHz			
Circuit protection		Short circuit protection			
Work status indicator		Action display (Orange LED)			
Ambient temperature		Working: -25~+70℃ , Saving: -30~+80℃			
Ambient humidity		35-95%RH			
Residual voltage		1V max.(load: 100mA) 0.4V max. (load:16mA)			
Insulation resistance		50m Ω max. (DC250V)			
Withstand voltage		AC1000V 1min			
Vibration	Durability	Complex amplitude of 10-55hz, 2h in each direction of 1.5mm X, Y and Z.			
Impact	Durability	1000m/s ² 3 times in all directions XYZ			
Protective structure		IEC-IP67			
Material	Case	PAR			
Quality		About 13g			

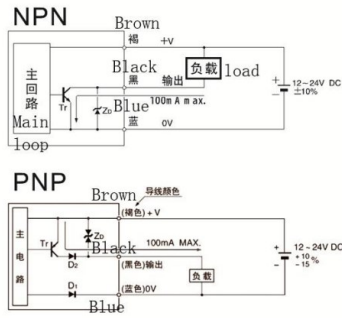
Size drawing

产品尺寸图(单位:mm):

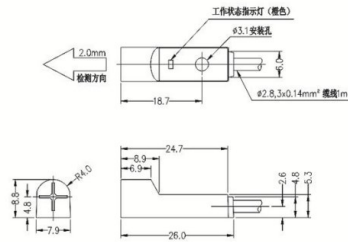
GX-F8□



输出回路



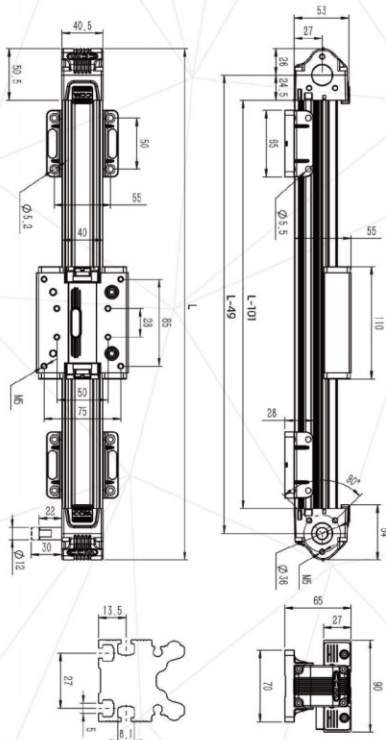
GX-H8□



W40-10

W Series

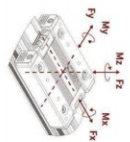
■ Dimensions (Unit : mm)



*Suggested length=Effective stroke+250(MM)

- Model : W40-10
- Guide Width : 40 MM
- Max Load : 10 KG
- Pitch : 75 MM
- Straightness : 0.05 / 300 MM
- Recommended speed : ≤ 1.5 M/s
- Input Torque : ≤ 3 N.M

- Customized Length : Up to 4 meters
- Belt Spec. : PU-3M-15(HTD)
- Synchronous Wheel Spec. : HTD3M-25Z
- Applicable Motor and Mounting Way :
 - I. Stepper Motor: Nema 17 (Direct connection) ; Nema 23 (DC/Speed Reducer Set)
 - II. Servo Motor: 100W (Direct connection) ; 200W/400W (DC/Speed Reducer Set)



Model	W40-10
Fx max (N)	100
Fy max (N)	655
Fz max (N)	762
Mx max (N.M)	14.5
My max (N.M)	22.8
Mz max (N.M)	9.8

$$\text{Max. Load} = \frac{F_y}{F_{y\text{max}}} + \frac{F_z}{F_{z\text{max}}} + \frac{M_x}{M_{x\text{max}}} + \frac{M_y}{M_{y\text{max}}} + \frac{M_z}{M_{z\text{max}}} \leq 1$$

• The maximum load coefficient is the coefficient of the linear module's operating force. It is the ratio of the operating force to the maximum load. When considering the force and torque generated by acceleration in single or multiple axis)

DM556S

数字式两相步进驱动器
使用说明书

版权所有 不得翻印
【使用前请仔细阅读本手册,以免损坏驱动器】



深圳市雷赛智能控制股份有限公司
地址: 深圳市南山区学苑大道 1001 号南山智园 A3 栋 10-11 楼
邮编: 518000
电话: 400-885-5521
传真: 0755-26402718
Email: marketing@leadshine.com
网址: www.leadshine.com

上海分公司
地址: 上海市浦东新区九亭镇康南路 1881 号 10 楼
电话: 021-37829639 传真: 021-37829680

北京办事处
地址: 北京市朝阳区北苑路 13 号院 office 号楼 A 单元 406 号
电话: 010-52086876 传真: 010-52086875



DM556S 数字式两相步进驱动器使用说明书

目 录

一、产品简介..... 2

1. 概述..... 2

2. 特点..... 2

3. 应用领域..... 2

二、电气、机械和环境指标..... 2

1. 电气指标..... 2

2. 使用环境及参数..... 3

3. 机械安装..... 3

4. 加强散热方式..... 4

三、驱动器接口和接线介绍..... 4

1. 接口描述..... 4

2. 控制信号接口电路..... 5

3. 控制信号时序图..... 5

4. 控制信号模式设置..... 6

5. 接线要求..... 6

四、电流、细分拨码开关设定和参数自整定..... 7

1. 电流设定..... 7

2. 细分设定..... 7

3. 参数自整定功能..... 8

五、供电电源选择..... 8

六、电机选配..... 8

1. 电机选配..... 9

2. 电机接线..... 9

3. 输入电压和输出电流的选用..... 10

七、典型接线案例..... 10

八、保护功能..... 11

九、常见问题..... 12

1. 应用中常见问题和处理方法..... 12

2. 用户常见问题解答..... 13

雷赛产品保修条款..... 14



DM556S 数字式两相步进驱动器使用说明书

DM556S

数字式两相步进驱动器

一、产品简介

1. 概述

DM556S 是雷赛公司新推出的高性能数字式两相步进驱动器, 采用 32 位 DSP 技术, 用户可以设置常用的 8 档电流以及 16 档细分, 能够满足大多数场合的应用需要, 低中高速运行都很平稳, 噪音小, 多种功能可通过外部拨码选择, 极大地方便了客户的应用。

2. 特点

- 32 位 DSP 技术
- 超低振动噪音
- 内置高分辨, 拨码可选
- 上电自动整定功能, 拨码可选
- 精密电流控制使电机发热大为降低
- 防止时电流自动减半, SW4 选择
- 支持单双脉冲, 拨码选择
- 可驱动 4、6、8 线两相步进电机
- 光耦差分信号输入
- 脉冲响应频率最高可达 200KHz
- 3 位拨码, 可设定 8 档电流
- 4 位拨码, 可设 16 档细分
- 具有过压、短路等保护功能
- 外置报警输出, 最大输出电流 100mA, 耐压 24Vdc

3. 应用领域

适合各种中小型自动化设备和仪器, 例如: 雕刻机、打标机、切割机、激光照排、绘图仪、数控机床、自动装配设备等。

二、电气、机械和环境指标

1. 电气指标

说明	DM556S			单位
	最小值	典型值	最大值	
输出电流(峰值)	1.8	-	5.6	A
输入电源电压	20VDC	24VDC/36VDC	50VDC	V
控制信号输入电流	7	10	16	mA
步进脉冲频率	0	-	200	KHz
绝缘电阻	100	-	-	MΩ

2. 使用环境及参数

冷却方式	自然冷却或强制风冷	
使用环境	场合	不能放在其它发热的设备旁, 要避免粉尘、油雾、腐蚀性气体, 湿度太大及强振动场所, 禁止有可燃气体和导电灰尘;
	温度	0—50℃
	湿度	40—90%RH
	振动	10—55Hz/0.15mm
保存温度	-20℃~65℃	
重量	230克	

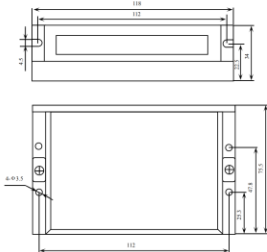
3. 机械安装图


图1 安装尺寸图(单位: mm)

※推荐采用侧面安装, 散热效果更佳, 安装设计时, 需要考虑接线端子大小和散热器所需空间!

4. 加强散热方式

- 1) 驱动器的可靠工作温度通常在 60℃ 以内, 电机工作温度为 80℃ 以内;
- 2) 建议使用风冷或半风冷方式, 马达停止时电流自动减一半, 以减少电机和驱动器的发热;
- 3) 安装驱动器时请采用侧面安装, 使散热器形成较强的空气对流; 必要时机内靠近驱动器处安装风扇, 强制散热, 保证驱动器在可靠工作温度范围内工作。

三、驱动器接口和接线介绍
1. 接口描述
1) 控制信号接口

名称	功能
PUL+ (+5V)	脉冲控制信号; 脉冲上升沿有效, 信号支持 5~24Vdc。
PUL- (PUL)	
DIR+ (+5V)	方向信号; 高/低电平信号, 为保证电机可靠换向, 方向信号应先于脉冲信号至少 5μs 建立。电机的初始运行方向与电机的接线有关, 互换任一相绕组 (如 A+, A- 交换) 可以改变电机初始运行的方向, 信号支持 5~24Vdc。
DIR- (DIR)	
ENA+ (+5V)	使能信号; 此输入信号用于使能或禁止。使能信号接通时, 驱动器将切断电机各相的电流使电机处于自由状态, 此时驱动器不响应脉冲, 当不需用此功能时, 使能信号悬空即可。
ENA- (ENA)	
ALM+	报警输出, 最大饱和输出 100mA, 最大 24Vdc
ALM-	

2) 强电接口

名称	功能
GND	直流电源地
+V	直流电源正极, 范围+20V~+50V, 推荐值+24~36VDC, 建议客户采用推荐值, 不用最大值。
A+, A-	电机 A 相线圈。
B+, B-	电机 B 相线圈。

3) 状态指示

绿色 LED 为电源指示灯, 当驱动器接通电源时, 该 LED 常亮; 当驱动器切断电源时, 该 LED 熄灭。红色 LED 为故障指示灯, 当出现故障时, 该指示灯以 3 秒钟为周期循环闪烁; 当故障被用户清除时, 红色 LED 常亮。红色 LED 在 3 秒钟内闪烁次数代表不同的故障信息, 具体关系如下表所示:

序号	闪烁次数	红色 LED 闪烁波形	故障说明
1	1		过流或相间短路故障
2	2		过压故障 (电压>60)
3	3		无定义
4	4		无定义

2. 控制信号接口电路

DMS56S 驱动器采用差分式接口电路可适用差分信号, 单端共阴及共阳等接口。内置高速光电耦合器, 允许接收长线驱动器, 集电极开路及 PNP 输出电路的信号。在环境恶劣的场合, 我们推荐使用长线驱动器电路, 抗干扰能力强。现在以集电极开路及 PNP 输出为例, 接口电路示意图如下:

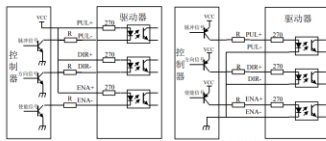


图2 输入接口电路

注意: 此驱动器信号支持 5~24Vdc, 无需串接电阻。

3. 控制信号时序图

为了避免一些误动作和偏差, PUL、DIR 和 ENA 应满足一定要求, 如下图所示:

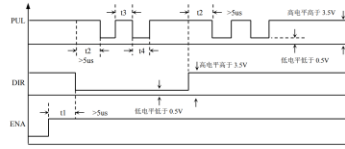


图3 控制信号时序图

注释:

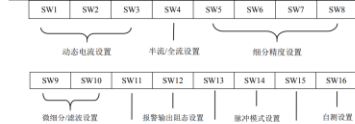
- 1) t1: ENA (使能信号) 应提前 DIR 至少 5ms, 确定为高, 一般情况下建议 ENA+ 和 ENA- 悬空即可。
- 2) t2: DIR 至少提前 PUL 下降沿 5μs 确定其状态高低。
- 3) t3: 脉冲宽度至少不小于 2.5μs。
- 4) t4: 低电平宽度不小于 2.5μs。

4. 接线要求

- 1) 为了防止驱动器受干扰, 建议控制信号采用屏蔽电缆, 并且屏蔽层与地线短接, 除特殊要求外, 控制信号电缆的屏蔽线单独接地; 屏蔽线的上机一端接地, 屏蔽线的驱动器一端悬空。同一机器内只允许在同一点接地, 如果不是真实接地线, 可能干扰严重, 此时屏蔽层不接。
- 2) 脉冲和方向信号线与电机线不允许并排扎在一起, 最好分开至少 10cm 以上, 否则电机噪声容易干扰脉冲方向信号引起电机定位不准, 系统不稳定等故障。
- 3) 如果一个电源供多台驱动器, 应在电源处采取并联连接, 不允许先一台再到另一台链式式连接。
- 4) 严禁带电插拔驱动器强电 P2 端子, 带电的电机停止时仍有大电流流过线圈, 插拔 P2 端子将导致巨大的瞬间感生电动势将损坏驱动器。
- 5) 严禁将导线头加强后接入接线端子, 否则可能因接触电阻变大而造成过热损坏端子。
- 6) 接线线头不能裸露在端子外, 以防意外短路而损坏驱动器。

四、电流、细分解码开关设定和参数自整定

DMS56S 驱动器采用八位拨码开关设定细分精度、动态电流、静止半流以及实现电机参数和内部调节参数的自整定, 详细描述如下:



1. 电流设定

1) 工作(动态) 电流设定

输出值电流	输出均值电流	SW1	SW2	SW3
1.8A	1.3A	off	off	off
2.1A	1.5A	on	off	off
2.7A	1.9A	off	on	off
3.2A	2.3A	on	on	off
3.8A	2.7A	off	off	on
4.3A	3.1A	on	off	on
4.9A	3.5A	off	on	on
5.6A	4.0A	on	on	on

2) 静止(静态) 电流设定

SW4 设置静止电流;
SW4=off: (出厂默认) 驱动器停止接收脉冲约 0.4 秒后, 输出电流为峰值的 50% (设置半流, 在某些应用场合可以降低驱动器和电机的发热);
SW4=on: 驱动器输出电流在电机静止时为峰值的 90%.

2. 细分设定 (全 0 为 200)

步数/转	SW5	SW6	SW7	SW8
400	off	on	on	on
800	on	off	on	on

1600	off	off	on	on
3200	on	on	off	on
6400	off	on	off	on
12800	on	off	off	on
25600	off	off	off	on
1000	on	on	on	off
2000	off	on	on	off
4000	on	off	on	off
5000	off	off	on	off
8000	on	on	off	off
10000	off	on	off	off
20000	on	off	off	off
25000	off	off	off	off

3. 指令滤波、微细分设置

微细分滤波设置	SW9	SW10
默认(微细分)	on	on
6ms	off	on
12ms	on	off
指令滤波设置值(默认值 25ms)	off	off

4. 自整定设置

SW11 设置自整定;
SW11=off: 电机上电自整定(出厂默认);
SW11=on: 电机上电不自整定, 采用默认参数.

5. 报警输出阻态设置

SW12 设置报警输出阻态;
SW12=off: 正常工作情况下, 报警输出为低阻态(导通状态)(出厂默认), 当驱动器发生报警时, 报警输出为高阻(非导通状态);
SW12=on: 正常工作情况下, 报警输出为高阻态(非导通状态), 当驱动器发生报警时, 报警输出为低阻(导通状态).

警告输出为低阻(导通状态).

注意: 报警输出阻态设置根据客户实际需求设置.

6. 脉冲有效沿设置

SW13 设置脉冲有效沿;
SW13=off: 脉冲上升沿有效(出厂默认);
SW13=on: 脉冲下降沿有效.

7. 脉冲模式设置

SW14 设置脉冲模式;
SW14=off: 设置为单脉冲模式(出厂默认);
SW14=on: 设置为双脉冲模式.

8. 使能锁轴设置

SW15 设置非使能时电机状态;
SW15=off: 当驱动器非使能时, 不响应脉冲, 无电流输出, 电机不锁(出厂默认);
SW15=on: 当驱动器非使能时, 不响应脉冲, 有电流输出, 电机锁死.

9. 自测设置

SW16 设置自检测;
SW16=off: 关闭自检测(出厂默认);
SW16=on: 电机以 0.2R/S 的速度, 在当前设置的细分条件下正转一圈, 再反转一圈.

五、供电电源选择

电源电压在 DC20V-50V 之间都可以正常工作, DMS56S 驱动器最好采用非稳压型直流电源供电, 也可以采用变压器降压+桥式整流+电容滤波, 建议用户使用 24V-48V 直流供电, 避免电网波动超过驱动器电压工作范围.
如果使用稳压型开关电源供电, 应注意开关电源的输出电流范围需设成最大.
请注意:
1) 接线时要注意电源正负极切勿反接;
2) 最好用非稳压电源;
3) 采用非稳压电源时, 电源电流输出能力应大于或等于驱动器的额定工作电流;
4) 采用稳压开关电源时, 电源的输出电流应大于或等于驱动器的额定工作电流;
5) 为降低成本, 两三个驱动器可共用一个电源, 但应保证电源功率足够大.

六、电机选配

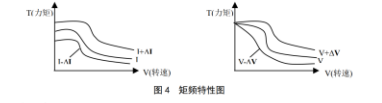
DMS56S 可以用来驱动 4、6、8 线的两相、四相混合式步进电机, 步距角为 1.8 度和 0.9 度. 选择电机时主要由电机的矩和额定电流决定, 扭矩大小主要由电机尺寸决定. 尺寸大的电机扭矩较大; 而电流大小主要与电感有关, 小电感电机高速性能好, 但电流较大.

1. 电机选配

1) 确定负载转矩, 传动比工作转速范围
 $T_{em} = C \cdot (J \cdot \epsilon + T_{em})$
J: 负载的转动惯量; ϵ : 负载的最大角加速度; C: 安全系数, 推荐值 1.2-1.4
 T_{em} : 最大负载转矩, 包括有效负载、摩擦力、传动效率等阻力转矩

2) 电机输出转矩由哪些因素决定

对于给定的步进电机和线圈接法, 输出扭矩有以下特点:
● 电机实际电流越大, 输出转矩越大, 但电机发热越多;
● 驱动器供电电压越高, 电机高速扭矩越大;
● 由步进电机的矩频特性图可知, 高速比中低速扭矩小.



2. 电机接线

对于 6、8 线步进电机, 不同线圈的接法电机性能有相当大的差别, 如下图所示:

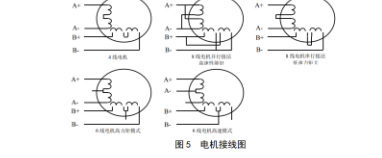


图 5 电机接线图

3. 输入电压和输出电流的选用

1) 供电电压的设置

一般来说，供电电压越高，电机高速时力矩越大，避免避免高速时掉步。但另一方面，电压太高会导致过压保护，电机发热较多，甚至可能损坏驱动器。在高电压下工作时，电机低速运动的加速度会下降。

2) 输出电流的设置

对于同一电机，电流设定值越大时，电机输出力矩越大，但电流大时电机和驱动器的发热也比较严重。具体发热量的大小不仅与电流设定值有关，也与运动类型及停留时间有关。以下的设定方式采用步进电机额定电流值作为参考，但实际应用中的最佳值应在在此基础上调整。原则上如温度很低 (<40℃) 则可视需要适当加大电流设定值以增加电机输出功率 (力矩和高速响应)。

- 四线电机：输出电流设定等于或略小于电机额定电流值；
- 六线电机高力矩模式：输出电流设定成电机单极性接法额定电流的 50%；
- 六线电机高速模式：输出电流设定成电机单极性接法额定电流的 100%；
- 八线电机中并联接法：输出电流可设定成电机单极性接法额定电流的 70%；
- 八线电机并联接法：输出电流可设定成电机单极性接法额定电流的 140%。

△注意：电流设定后请运转电机 15-30 分钟，如电机温度升高 (>70℃)，则应调低电流设定值，所以，一般情况是把电流设定成电机长期工作时出现温升但不超过热的数值。

七、典型接线案例

DMS56S 配 57 系列电机串联、并联接法 (若电机转向与期望转向不同时，仅交换 A+、A- 的位置即可)，DMS56S 驱动器能驱动四线、六线或八线的两相四相电机。下图是 DMS56S 配 57HS13 步进电机的典型接法：

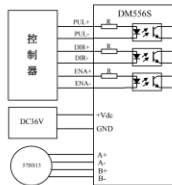


图 6 DMS56S 配 57 电机典型接法

注意:

- 1) 不同的电机对应的颜色不一样，使用时以电机资料说明为准，如 57 与 86 型电机线颜色是有差别的。
- 2) 粗线粗的，但不同相的绕组不能接在驱动器同一相的端子 (A+、A-为一相，B+、B-为一相)，需看 57HS13 电机引线定义、串、并联接法如图 7 所示。

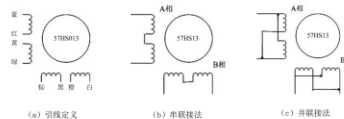


图 7 电机串并联接法

- 3) DMS56S 驱动器只能驱动两相混合式步进电机，不能驱动三相和五相步进电机。
- 4) 判断步进电机串并联接法正确与否的方法：在不接入驱动器的条件下用手直接转动电机的轴，如果能转动则为地转动说明接线正确，如果遇到阻力较大且不均匀并伴有一定的声音说明接线错误。

八、保护功能

1) 短路保护

当发生相间短路或驱动器内部过流时，驱动器红灯闪亮 1 次，且在 3 秒内反复闪亮，此时必须重新上电复位，才能排出故障。

2) 过压保护

DMS56S 当输入电压高于 60V 时驱动器驱动器红灯闪亮 2 次，且在 3 秒内反复闪亮，此时必须重新上电复位，才能排出故障。

△ 注意：由于驱动器不具备电源正负极反接保护功能，因此，上电前请再次确认电源正负极接线正确，正负极反接将导致烧坏驱动器中的保险管！

九、常见问题

1. 应用中常见问题和处理方法

现象	可能问题	解决措施
电机不转	电机灯不亮	正常供电
	电流设定太小	根据电机额定电流，选择合适电流档
	驱动器已保护	排除故障后，重新上电
	反馈信号为低	检查信号高低或接线
电机转向错误	控制信号问题	检查控制信号的幅值和宽度是否满足要求
	电机线接错	任意交换电机同一相的两根线 (例如 A+、A- 交换接线位置)
报警指示灯亮	电机线有断路	检查并接好
	电机线虚焊	检查接好
	电压过高或过低	检查电源电压
	电机或驱动器损坏	更换电机或驱动器
位置不准	信号受干扰	排除干扰
	屏蔽地未接或未接好	可靠接地
	细分错误	校对细分
	电流偏小	适当加大电流
电机加速时堵转	控制信号问题	检查控制信号是否满足时序要求
	加速时间太短	适当增大加速时间
	电机扭矩太小	选大扭矩电机
	电压偏低或电流太小	适当提高电压或设置更大的电流

2. 用户常见问题解答

1) 何为步进电机和步进驱动器?

步进电机是一种专门用于速度和位置精确控制的特种电机。它旋转是以固定的角度 (称为“步距角”) 一步一步运行的，故称步进电机。其特点是没有齿纹，接收控制信号传来的每一个脉冲信号，在驱动器的推动下电机运行一个固定的角度，所以广泛应用于各种开环控制。

步进驱动器是一种能使步进电机运行的功率放大器，能把控制器发来的脉冲信号转化为步进电机的功率信号，电机的转速与脉冲频率成正比，所以控制脉冲频率可以精确调速，控制脉冲数就可以精确定位。

2) 何为驱动器的细分? 步进电机的转速与脉冲频率的关系是什么?

步进电机由于自身结构决定，出厂时标注“电机固有步距角” (如 0.9°/1.8°，表示半步工作每走一步转过角度为 0.9°，整步时为 1.8°)，但在很多精密控制和场合，

整步的角度太大，影响控制精度，同时震动太大，所以要求分很多步走完一个电机固有步距角，这就是所谓的细分驱动，能够实现此功能的电子装置称为细分驱动器。

$$P = \frac{360}{m}$$

$$V = \frac{360}{m} \cdot n$$

$$V: \text{电机转速 (r/s)} \quad P: \text{脉冲频率 (Hz)}$$

$$0r: \text{电机固有步距角} \quad m: \text{细分数 (整步为 1, 半步为 2)}$$

3) 细分驱动器有何优点?

- 可减少每一步所走过的步距角，提高了步距角均匀度，因此可以提高控制精度。
 - 可以大大地减少电机震动，低转速是步进电机的固有特性，用细分是消除它的最好方法。
 - 可以有效地减少转矩波动，提高输出转矩。
- 以上这些优点普遍被用户认可，并给他们带来实惠，所以建议您最好选用细分驱动器。

4) 为什么我的电机只朝一个方向运转?

- 可能方向信号太弱，或接线极性错，或信号电压太高烧坏方向限流电阻。
- 脉冲模式不匹配，信号是脉冲方向，驱动器必须设置为此模式；若信号是 CWCCW (双脉冲模式)，驱动器则必须也是此模式，否则电机只朝一个方向运转。

如出现其它问题请与雷赛公司应用工程师联系：

电话: 0755-26471182

传真: 0755-26402718

E-mail: info@lctai.com

雷赛产品保修条款

1 一年保修期

雷赛公司对其产品的原材料和工艺缺陷提供从发货日起一年的质保。在保修期内雷赛公司对于有缺陷的产品提供免费维修服务。

2 不属保修之列

- 不恰当的接线，如电源正负极接反和带电拔插
- 未经许可擅自更改内部器件
- 超出电气和环境要求使用
- 环境温度太差

3 维修流程

如需维修产品，请按下述流程处理：

- 1) 发货前需致电雷赛公司客户服务人员获取返修许可号码；
- 2) 随货附带书面说明，说明返修驱动器的故障现象；故障发生时的电压、电流和使用环境等情况；联系人的姓名、电话号码及邮寄地址等信息。
- 3) 预付邮费寄至深圳市南山区登良路 25 号天安南油工业区二座八楼雷赛智能控制股份有限公司 邮编：518052。（返回邮费由雷赛公司支付）

4 保修限制

- 雷赛产品的保修范围限于产品的器件和工艺（即一致性）。
- 雷赛公司不保证其产品能适合客户的具体用途，因为是否适合还与该用途的技术指标要求和条件及环境有关。本公司不建议将此产品用于临床医疗用途。

5 维修要求

返修时请用户如实填写《维修报告》(此表可在 www.leisai.com 上下载或 Email: tech@leisai.com) 以便于维修分析。邮寄地址：深圳市南山区登良路 25 号天安南油工业区二座八楼深圳市雷赛智能控制股份有限公司 邮编：518052