



Niko Pönkkä

Hitsausautomaattityöaseman suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

28.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Niko Pönkkä
Otsikko:	Hitsausautomaattityöaseman suunnittelu
Sivumäärä:	17 sivua + 4 liitettä
Aika:	28.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Kai Virta

Tässä opinnäytetyössä tehdään suunnittelu hitsausautomaattityöasemaan. Suunnittelun apuna käytettiin 3D-mallinnusohjelmaa idean hahmottamisen helpottamiseksi. Sähkösuunnittelu toteutettiin Cadmatic Electrical -ohjelmistolla ja ohjelmoitavan logiikan ohjelma kirjoitettiin logiikan valmistajan omalla ohjelmistolla.

Suunnittelun lähtökohtana on saada hitsausprosessista vähemmän henkilötyövoimaa vaativa työvaihe ja näin parantaa valmistuksen tehokkuutta. Tavoitteena on myös parantaa hitsauksen tasaisuutta ja laatua tekemällä oikeat laitevalinnat. Suunnittelussa mietitään erilaisia vaihtoehtoja ja laitevalintoja, joista pyritään löytämään toimivaan lopputulokseen oikeat valinnat. Suunniteltaessa huomioidaan tarvittavat standardit sekä laiteturvallisuus.

Valmista laitetta ei päästy rakentamaan, mutta laitekokonaisuus testattiin koeajamalla tehtyä ohjelmaa ohjelmoitavan logiikan koeajo tilassa. Työn lopputuloksena ovat suunnitelmat, joiden pohjalta suunnitellun hitsausautomaattityöaseman pystyy valmistamaan.

Avainsanat: suunnittelu, hitsausautomaattityöasema

Abstract

Author: Niko Pönkkä
Title: Automated Welding Workstation Design
Number of Pages: 17 pages + 4 appendices
Date: 28 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electrical power engineering
Supervisors: Kai Virta, Senior Lecturer

This thesis concerns designing an automated welding workstation. 3D modelling software was used to demonstrate the idea. Electrical design was made by using Cadmatic Electrical software and the code for the PLC was written with the PLC manufacturers software.

Purpose of the design is to lessen the needed manhours and physical labour by automating the welding process and thus improving the overall manufacturing efficiency. Another purpose is to make the welding more equal quality with the right equipment choices. The design work involved multiple different components from which the best possible components were chosen. The design work also considered future improvements to the workstation.

A final product was not made, but the chosen components were test driven with the PLC software's test.

The result of the work is a design with which an automated welding work station can be manufactured.

Keywords: Design, Automated Welding Workstation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laitteiston suunnittelun lähtökohdat	2
2.1	Sähköisten osien suunnittelun lähtökohdat	4
2.2	Ohjauksen suunnittelun lähtökohdat	6
3	Sähköiset osat	7
3.1	Hitsauslaite	7
3.2	Sähköautomaatiikka	8
3.3	Ohjelmoitava logiikka	8
3.4	Sensorit	9
3.5	Lineaariservomoottori ja servomoottorien ohjaus	10
3.6	Pneumaattinen järjestelmä	11
3.7	Ohjelma	11
3.8	Ohjauskeskus	12
4	Yhteenveto	15
	Jatkokehitys	16
	Lähteet	17

Liitteet

Liite 1: Hitsausaseman mekaaninen kokoonpano

Liite 2: Kytkentäkotelo-layout

Liite 3: Kytkentäkuva

Liite 4: PLC-ohjelma

Lyhenteet

- com: *Common*. Komponentissa oleva kytkentäpiste, joka toimii yleispisteinä.
- FBD: *Functional Block Diagram*. Ohjelmoitavan logiikan ohjelmointikieli.
- I/O: *Input / Output*. Sisääntuleva signaali / uloslähtevä signaali.
- nc: *Normally Closed*. Komponentissa oleva kytkentäpiste, joka on jännitteettömänä kytkettyneenä yleispisteliittimeen.
- no: *Normally Open*. Komponentissa oleva kytkentäpiste, joka on jännitteettömänä irti kytketty yleispisteliittimestä.
- PLC: *Programmable logic controller*. Ohjelmoitava logiikka.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda automaattinen hitsausasema teräsprofiilituotteiden valmistamiseen. Hitsaaminen käsityönä on raskasta ja tarkkaa työtä, minkä takia sitä on järkevää helpottaa mahdollisimman paljon. Automatisoimalla hitsausprosessia säästetään huomattavasti työaikaa sekä hitsauksen laadun tasaisuus paranee. Sivuvaikutuksena myös hitsatun pinnan viimeistely saadaan tehtyä helpommin, koska hitsien laatu on tasaisempaa.

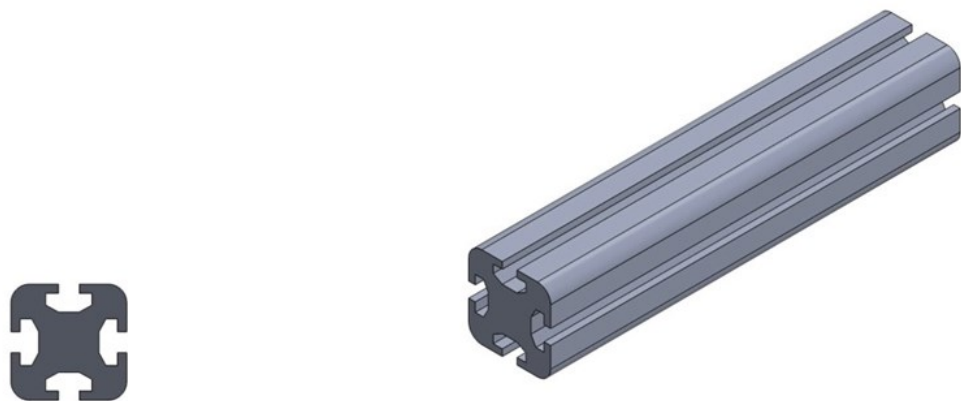
Suuremmat hitsaamiseen tarkoitettut teollisuusrobotit ovat kalliita ja liian suuria kokonaisuuksia pienimuotoiseen kokoonpanemiseen. Tässä laitteessa käytetään yleisessä käytössä olevia hitsauslaitteita ja vain automatisoidaan itse hitsaustoiminto, jolloin laitteesta tulee edullinen rakentaa laitehankintojen näkökulmasta. Laitteen suunnittelussa otetaan lisäksi huomioon mahdollisia lisätoimintoja, jotta laitteen päivittäminen olisi mahdollisimman helppoa.

Laitteen mekaaninen runko suunnitellaan mallintamalla se Solidworks 3D -suunnitteluohjelmalla. Laitteen runko suunnitellaan vain visuaaliseksi lisäksi ja helpottamaan laitteen komponenttien valintaa ja sähkösuunnittelua. Sähkösuunnittelun dokumentit suunnitellaan Cadmatic Electrical -ohjelmistolla. Sähkösuunnitelmista tehdään laitteen kytkentäkaavio sekä ohjauskeskuksen komponenttien sijoittelukuva. Logiikan ohjelma toteutetaan PLC:n valmistajan demo-ohjelmistolla ja siitä esitetään ohjelmalohkokaavio.

2 Laitteiston suunnittelun lähtökohdat

Laitteen suunnittelun lähtökohta on löytää hyviä ja edullisia ratkaisuja laitteen valmistamiseen. Mekaanisessa suunnittelussa käytetään valmiita profiileja ja metallituotteita, joita voidaan helposti työstää ja liittää yhteen. Mekaaninen suunnittelu ei tule olemaan tämän opinnäytetyön lopputuloksen kannalta merkittävä, mutta siihen kiinnitetään hieman huomiota, jotta lopputulosta pääsee paremmin tutkimaan.

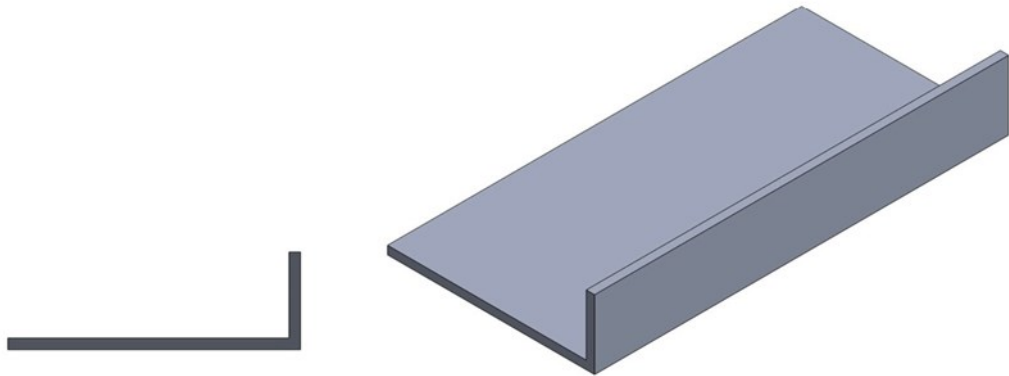
Laitteen mekaaninen osuus koostuu kahdesta osasta, alustasta, jolle sahatut kappaleet sijoitetaan hitsaamista varten, sekä alustasta lineaarijohdetta ja hitsauslaitetta varten. Myös ohjauskeskus sijoitetaan samalle alustalle näiden laitteiden kanssa. Suunnitelmassa on lähdetty miettimään hieman suuremman kokoonpanon hitsaamista, esimerkkinä profiilista valmistettava ovi. Laitteen rungon materiaali on alumiinista valmistettua profiilia, jota on helppo työstää, ja siihen on myöhemmin helppo lisätä tarpeen mukaan muitakin komponentteja automatiikkaa varten. Alumiiniprofiili on 40 x 40 millimetrinen V-urallinen alumiiniprofiili (kuva 1).



Kuva 1. 3D -malli alumiiniprofiilista.

Tämän profiilityypin etuina ovat kevyt paino sekä siihen tehtävät helpot kiinnitykset t-uramuttereilla. Alumiiniprofiiliin on myös saatavilla valmiita kulmakappaleita, kiinnityskulmia sekä säätöjalkoja, joiden avulla saa helposti valmiin alustan.

Hitsattavana olevan kappaleen tulee pysyä koko hitsausvaihe paikallaan, joten tämän tarpeen toteuttamiseksi tehdään tukikehä alumiiniprofiilista valmistetun rungon päälle 50 x 150 millimetrisestä L-kulmasta (kuva 2).



Kuva 2: 3D-malli L-profiilista.

L-kulmien tulee olla tarkasti mitoitettuja ja suoria, etteivät kappaleet ole niissä olevien mitoitusvirheiden takia vinossa hitsauspöydällä. L-kulmien takaosaan jätetään vapaa tila, jossa hitsaus tapahtuu. L-kulmaan kiinnitetään myös ohjauksen sensorit sekä kappaleen kiinnittämistä varten olevat kynnet.

Alumiinirungon päälle sen keskelle on suunniteltu kuularullapöytä helpottamaan kappaleiden siirtelyä hitsausalueella sekä asemasta eteenpäin jatkokäsittelyyn. Kuularullapöytä on irrallinen osa, jotta sen tilalle voi vaihtaa helpommin toisenlaisen ratkaisun tarvittaessa.

Sähkösuunnittelussa on yritetty päästä myös helppoon yhteenliitettävyyteen sekä helposti asennettaviin ratkaisuihin. Laitteen sähkösuunnittelussa yhtenä pääsuunnitteluasiana on pidetty myös pääsemistä mahdollisimman edulliseen kokonaisratkaisuun. Sähkösuunnittelussa otetaan huomioon standardin SFS-

EN 60204-1:2018 [1] vaatimukset. Sähkösuunnitelmat on luotu Cadmatic Electrical version 2022 -ohjelmistolla. Ohjelmistossa ei ollut kaikkia tarvittavia komponentteja valmiina, joten niitä on luotu suunnitteluvaiheessa ohjelman tarjoamina laatikoina, jotka nimetty komponentin mukaisesti. KytKentäkuvasta on pyritty tekemään yksinkertainen kytKentämalli, jonka mukaan laitteen pystyy kytkemään toimivaksi kokonaisuudeksi.

Ohjauksen suunnittelussa lähtökohtana on toteuttaa laitteen ohjaus mahdollisimman helposti ja edullisesti sekä pyrkiä pieneen määrään komponentteja. Ohjauksen toteutustapaa tullaan miettimään kahdella eri toimintatavalla. Kokonaisuuden suunnittelussa myös yritetään hahmotella jo laitteen jatkokehitystä ja mahdollisia lisätoimintoja laitteen yhteyteen.

2.1 Sähköisten osien suunnittelun lähtökohdat

Hitsauslaitteita on hyvin monenlaisia, ja useat niistä soveltuvat moniin erilaisiin hitsaustapoihin. Tässä sovelluksessa on tarkoitus hitsata maksimissaan 2,0 mm:n aineenvahvuisia metalleja, joten laitteeseen tarvittavaa hitsaustekniikkaa on lähdetty miettimään kahden erilaisen tekniikan väliltä.

MIG-hitsaus soveltuu hyvin sekä ohuiden että paksumpien ainevahvuuksien hitsaamiseen. Tässä sovelluksessa on tarkoitus hitsata aluksi vain vaakasuorassa, joka on yksi MIG-hitsauksen eduista [2]. Toinen vaihtoehto olisi käyttää uudempaa kuitulaserhitsaustekniikkaa osien hitsaamiseen. Tämän hitsaustekniikan etuja on pieni lämmöntuotto sekä korkea tarkkuus. Laser-hitsaus [3] soveltuu parhaiten ohuemmille metallilevyille, joita juuri näissä profiileissa käytetään. Kuitulaser -hitsaus on myös noin 2-10 kertaa nopeampaa perinteiseen MIG -hitsaukseen verrattuna [4].

Hitsausprosessin automaatoratkaisuksi tulee modulaarinen lineaarijohdeyksikkö [5], jonka voimanlähteenä on servomoottori. Lineaarijohde toimii nimensä mukaisesti lineaarisena, eli yksisuuntaisena liikkeenä johdettua pitkin. Johteena on yleensä alumiinista valmistettu profiili, johon on sisäänrakennettu joko

hihnave托inen tai kuularuuvilla toimiva liikkuva kelkka. Moottorilla pyöritetään akselia, joka vetää ja työntää kelkkaa johdetta pitkin. Tämänkaltaiset lineaarijohteet ovat usein modulaarisia, joten niitä voi liittää helposti toisiinsa, jos tarvitaan myös muilla akseleilla olevaa liikettä.

Alkuvaiheessa laitteessa on tarpeen vain yksisuuntainen vaakasuora liike, mutta moduulirakenteen vuoksi myös sivuttais- sekä pystyliike on helppo toteuttaa myöhemmässä vaiheessa liittämällä tarvittavan akselin suuntaisia lineaarijohteita laitteeseen. Servomoottori on moottorin ja pulssianturin yhdistelmä, jossa anturia käytetään moottorin pyörimiskierrosten tai kulman mittaamiseen. Moottoria ohjataan erillisen servo-ohjaimen avulla, joka liikuttaa moottoria anturin antamien tietojen mukaisesti.

Sähkökeskukseksi laitteeseen tulee teräsrunkoinen pienikokoinen vakiokeskus. Keskus kalustetaan komponenteilla, jotka kiinnitetään DIN-kiskoihin (kuva 3), koska suuri osa komponenteista soveltuu tähän kiinnitysmenetelmään ja tällä tyylillä osien lisäys myöhemmin on helppoa sekä myös osien vaihdettavuus on yksinkertaista. Jos DIN-kisko ei ole toimiva jollekin komponentille, kiinnitetään se suoraan ruuvaamalla kiinni asennuslevyyn. Myös DIN-kiskot kiinnitetään laitteen sisällä olevaan asennuslevyyn. Sähkökeskuksen sisäiset kytkennät suojataan kaapelikouruilla (kuva 4). Kaapelikouru on kokoa 40 x 80 mm, jotta sen sisään mahtuvat kaikki tarvittavat sisäiset kytkennät Sähkökeskuksen kaapeloinnissa ja mekaanisten osien yhteensopivuudessa noudatetaan standardin SFS-EN IEC 61439-1:2022 [6] vaatimuksia.

Laitteen virransyötöksi tulee 3 x 16 A. Syötöstä voidaan jakaa jännite tarvittaessa erillisille lisälaitteille, esimerkiksi kärynpoiston tuulettimen moottorille tai pneumaattisen järjestelmän kompressorille. Nämä laitteet saattavat tarvita 3-vaihevirran, joten siihen on varauduttu jo suunnitteluvaiheessa. Laite itsessään toimii 1-vaiheisena. Sensorit, logiikka sekä servomoottorit toimivat 24 VDC:n jännitteellä. 24VDC:n jännite tehdään laitteistolle keskuksessa olevalla 230 VAC / 24 VDC -muuntajalla. Muuntajaksi tulee riittävän tehokas, vähintään 240 Wattinen teholähde, jotta virta riittää kaikkiin laitteisiin sekä mahdollisiin

lisälaitteisiin myöhemmin. Kaikki sisäiset kytkennät kytketään riviliittimille ja riviliittimiltä tuodaan myös keskuksen ulkopuolelle sijoitettavat sensoreiden ja venttiilien kaapelit. Tällä tavalla on helppoa lisätä ja poistaa komponentteja, kun kaikki liitokset on keskitetty keskuksen riviliittimille. Tällä on yritetty tehdä helpommaksi laitteen jatkokehitystarpeita.

2.2 Ohjauksen suunnittelun lähtökohdat

Laitteen ohjaus voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Alkuvaiheessa tässä laitteessa on vain vähän toimintoja, jolloin suora releohjaus olisi yksi vaihtoehto. Releohjauksen periaatteena on, että releiden sisäisiä kytkentöjä, eli com, yhteinen kytkentäpiste – no, jännitteettömänä auki oleva kytkentäpiste ja nc, jännitteettömänä kiinni oleva kytkentäpiste ohjataan tuomalla releen kelalle jännite, jolloin releen sisäiset kytkennät muuttuvat päinvastaisiksi kuin mitä ne ovat jännitteettöminä.

Releohjauksessa kaikkia toimintoja varten komponentit kytketään releisiin, jolla saadaan aikaiseksi tarvittavat toiminnot laitteeseen. Komponentit kytketään releille joko jännitteettömässä tilassa auki oleviin no-koskettimiin tai jännitteettömässä tilassa kiinni oleviin nc-koskettimiin. Releohjaus on kuitenkin paljon komponentteja vaativa ohjaustapa, koska kaikki toiminnot on jollain tapaa saatava tehtyä releitä ja sitä kautta käyttölaitteita kytkemällä päälle ja pois. Tämän lisäksi, jos tarvitaan vaikka ajastettuja toimintoja, on oltava tähän toimintoon erikseen suunniteltu rele, jolla toiminto saadaan aikaiseksi. Tämä lisää huomattavasti tarvittavien komponenttien ja kytkentöjen määrää.

Laitteessa saattaa tulla tarvetta useammalle lisäkomponentille tai -toiminnolle, joten parempi vaihtoehto on käyttää ohjelmoitavaa logiikkaa eli PLC:tä. PLC:n ohjaus perustuu I/O-ohjaukseen, eli sisään tuleviin inputeihin, sekä uloslähteviin eli outputeihin. Input-signaalit voivat olla joko analogisia tai digitaalisia riippuen signaalin tuottavasta komponentista ja logiikkaan tehdystä ohjelmasta. Myös ulostulot voivat olla sekä analogisia että digitaalisia. Analoginen signaali on esimerkiksi muuttuva jännite taikka muuttuva virta, digitaalisia signaaleja ovat eri

jännitteillä tai virroilla toteutuvat arvot 0 tai 1. Tämä on toteutettu esimerkiksi jännitteellä < 5 Volttia, joka tuottaa arvon 0, ja > 5 Volttia, joka toteuttaisi arvon 1.

Tuomalla eri komponenteista tarvittavia signaaleja PLC:n input-tuloihin voidaan tehdyn ohjelman avulla suorittaa useampia toimintoja PLC:n sisällä ja tuottaa vastaava tarvittava ulostulo ohjelman avulla, jolloin tarvitaan huomattavasti vähemmän komponentteja releohjaukseen verrattuna. PLC:n etuna suoraan releohjaukseen on, että kaikki I/O-signaalit ovat yhdessä laitteessa ja toiminnot suoritetaan ohjelman avulla. Laitteen mahdollisten lisäosien ja yksinkertaisuuden vuoksi käytetään ohjelmoitavaa logiikkaa ohjauksen perustana.

PLC:lle on luotava ohjelma, jolla saadaan ohjattua kaikkia tarvittavia komponentteja ja toimintoja. Ohjelma luodaan logiikan valmistajan omalla ohjelmistolla sen käyttämällä ohjelmointityylillä.

3 Sähköiset osat

3.1 Hitsauslaite

Laitteen hitsaustekniikka toteutetaan MIG-hitsauslaitteella. MIG-hitsauksessa hitsauspistoolin läpi syötetään lisäainelankaa, joka sytytetään valokaareksi, jolloin lisäainelanka sulaa hitsattaviin kappaleisiin kiinni. Hitsiin johdetaan pistoolin läpi myös hitsaukseen reagoimatonta kaasua suojaamaan hitsausta ja parantamaan hitsauksen laatua. [7, s. 11.] Kaikessa hitsauksessa on hyvin tärkeää, että hitsattava kappale on hyvin maadoitettuna. Laitteiston L-kulmatuki tulee olemaan maadoitettuna kokonaisuudessaan. Tällä saadaan riittävä maadoitus hitsattavaan kappaleeseen, koska kosketuspinta kappaleiden välillä on suuri.

Hitsauspistooli kiinnitetään lineaarijohteen kelkkaan sille valmistetulle kiinnikkeelle, jossa on säädettävä nivel, jonka avulla hitsauspistoolin pää saadaan asetettua oikealle etäisyydelle hitsattavan komponentin pinnasta. Hitsauspistoolin asento on kohtisuorassa hitsausuraan nähden ja säädettävissä väliltä 8,0–

15,0 mm hitsattavan pinnan päältä mitattuna. Itse hitsauksen aloitusta ohjataan suoraan PLC:llä ohjaamalla servomoottorin ohjainta, kun hitsauspistooli on oikeassa positiossa ja hitsattavat kappaleet paikoilleen varmistettuina.

3.2 Sähköautomaatiikka

Laitteen automaatiojärjestelmä koostuu ohjelmoitavasta logiikasta, sekä ohjelmoitavan logiikan ohjaamista lisälaitteista. Logiikka toimii tässä laitteessa 24 VDC:n jännitteellä, joten lisälaitteet valittiin myös niin, että niiden ohjaus onnistuu 24 VDC:n jännitteellä. Kappaleen kiinnittämiseen käytettävät pneumatiikka-venttiilit ovat käyttöjännitteeltään 24 VDC, jotta niiden toimintaa pystytään ohjaamaan suoraan logiikalla. Jos käytettäisiin 230 VAC:n jännitteellä toimivia venttiilejä, olisi niiden ohjaamiseen lisättävä väliin rele ohjaamista varten. Tämän lisäksi laitteen sähköturvallisuus paranee, kun käsin kosketeltavissa olevan laitteen rungon lähistölle ei viedä 230 VAC:n jännitettä.

Lineaarijohteen servomoottoria ohjataan servomoottorivalmistajan omalla servomoottorin ohjaimella, jota sitten taas ohjataan PLC:llä. Logiikalta viedään tieto servomoottorin ohjaimelle vakionopeusohjaukseen. Servomoottori toimii tässä laitteessa vain alku- ja loppupositioden välissä, jotka on määritelty lineaarijohteessa olevilla sensoreilla. Servomoottori ei tarvitse välttämättä näitä alku- ja loppuposition indikoivia sensoreita, mutta laitteen varman toiminnan kannalta ne on lisätty laitteeseen.

3.3 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka on Siemensin valmistama pienislogiikka LOGO. Logiikka valittiin, koska Siemensin portaalista oli saatavilla riittävästi lisää dataa suunnittelua varten. Perusyksikkö sisältää kahdeksan sisään- ja neljä ulostuloa, joita voidaan käyttää sekä analogisina että digitaalisina. Perusyksikön käyttöjännite on 24 VDC ja siihen on valittuna myös näyttö, josta ohjelmaa voidaan muunnella ilman tietokonetta ja seurata sisään- ja uloslähtevien signaalien kytkentöjä.

Perusyksikössä olevat toiminnot riittävät kaikkiin tarvittaviin toimintoihin, ja siihen saa lisättyä erilaisia lisälaitteita tarvittaessa. Koska perusyksikön sisään- ja ulostulot eivät ole määrältään riittävät, ohjaamaan tarvitaan vielä lisälaitte liitettäväksi logiikkaan. Lisälaitteessa on vielä lisänä kahdeksan sisään- ja ulostuloa. Tällä määrällä saadaan kaikki tarvittavat toiminnot laitteessa toimimaan. Lisälaitteen jännite on myös 24 VDC:tä ja I/O samanlainen kuin perusyksikössä. Logiikalle tulee sisään signaalit hätäseis-piiristä sekä kaikista käyttölaitteista. Sisään tulevat signaalit ovat digitaalisia, eli kun signaalin sisääntuleva jännite ylittää tietyn rajapisteen logiikan sisällä, sisääntulon arvo muuttuu nolasta arvoon yksi, jolloin ohjelma toteuttaa sille määrätyn toiminnon.

Ohjelman avulla ohjataan muita käyttölaitteita ulostulojen kautta relekytkennällä, esimerkiksi hitsaus päälle ja pois sekä lineaarijohteen liike eteen- ja taaksepäin. Sisään tulevat signaalit tulevat esimerkiksi sensoreilta, joiden avulla varmistetaan hitsattavan kappaleen positio.

3.4 Sensorit

Laite vaatii erilaisia sensoreita paikallistamaan hitsattavia kappaleita sekä lineaarijohteen kelkan positiota. Osien paikannusta varten induktiiviset anturit olivat selkeä valinta, koska osat, joita niillä paikannetaan, ovat metallisia, ja tähän induktiiviset anturit ovat parhaita valintoja [8]. Sensoreita tulee L-kulmiin, jotta niiden avulla voidaan varmistaa hitsattavien kappaleiden olevan paikoillaan ennen kuin ne lukitaan paikoilleen pneumaattisilla kiinnittimillä. Sensoreita on kaksi kummallakin L-kulman osalla. Lisäksi lineaarijohteelle tulee kaksi induktiivista sensoria hitsauslaitteen alku- ja loppuposition seuraamiseen.

Koska laitteen runko on lähinnä alumiiniprofiilista valmistettu, saadaan helposti kiinnitettyä M12-kierteitetty pyöreät sensorit runkoon, koska ne voidaan joko kiertää suoraan niille porattuihin asennusaukkoihin tai kiinnittää sensorille tarkoitettuun kiinnityskulmaan. Sensorit paikoitetaan lopulliseen laitteeseen tarpeen mukaisesti. Sensorit ovat myös liittimin varustettuja, eli niihin on liitettävä erilliset kaapelit. Tämä valinta tehtiin, jotta vikaantuneen sensorin vaihto olisi

mahdollisimman vaivatonta, eli voidaan vaihtaa pelkkä sensori ilman kaapelive-toja.

3.5 Lineariservomoottori ja servomoottorien ohjaus

Laitteeseen valittiin lineariservomoottorit liikuttamaan hitsauslaitetta hitsatta-van kohteen yli. Tämä valinta tehtiin, jotta laitteesta saadaan yksinkertainen val-mistaa ja, jotta laitteeseen tulisi vähemmän osia. Valmistajalla on malleja, joissa moottorin pystyy kiinnittämään johteeseen monella eri tapaa ja moneen eri paik-kaan, mikä helpottaa asennustyötä.

Servomoottoriohjaus haluttiin sen tarkan ohjattavuuden takia [9]. Servomootto-rin ohjain valittiin ohjattavan moottorin mukaan, jotta laitteiden yhteensopivuus olisi taattu. Tässä laitteessa on vain yksi servomoottori, joten sen kanssa on vain yksi servomoottorin ohjainlaite. Lineaarijohde tarvitsee vähintään 500 milli-metriä pitkän liikkeen, joten johde valitaan tämän mukaisesti. Hieman kokonais-matkaa pidempi johde helpottaa myös jatkokehitystä sekä lisälaitteiden valintaa, koska se mahdollistaa suuremman valikoiman erilaisia laitteita, koska tilaa on enemmän. Servomoottoriksi riittää hyvin pienitehoinen moottori.

Koska laitteeseen saattaa jatkossa tulla myös toisen suuntaisia johteita ensim-mäisen päältä, valitaan hieman suuremmalla teholla oleva moottori. 500 watin tehoinen moottori riittää jo todella hyvin liikuttamaan myös suurempaa massaa, jos laitteeseen kehitettäisiin useampia akseleita. Tämän lisäksi olisi mahdollista myös tehdä alin liikerata kahdella lineaarijohteen ja moottorin yhdistelmällä, jo-ten teho ei lopu näistä kesken. Laitteen lineaarijohteessa tulee olla riittävän suuri alusta, jolle on mahdollista myöhemmässä vaiheessa lisätä sen päälle toi-nen, eri akselilla liikkuva lineaarijohde. Suurempi alusta antaa myös alkuvai-heessa enemmän tilaa toteuttaa hitsauspistoolille erilaisia alustoja, joille sen voi asentaa.

3.6 Pneumaattinen järjestelmä

Laitteen yhteydessä on myös pneumaattinen järjestelmä, joka kytkeytyy joko kiinteistön paineilmajärjestelmään tai vaihtoehtoisesti laitteelle tulevaan omaan kompressoriin. Kompressorin jännitteensyöttö huomioidaan laitteen sähkökeskusta suunniteltaessa ylimääräisellä pistorasialla, josta kompressori saa tarvittaessa jännitteen.

Laitteeseen tulee vetävät pneumaattiset sylinterit, jotka liikuttavat kynsiä, joilla osia pidetään paikoillaan. Pneumaattisten sylinterien iskupituudet on suunniteltu pitämään paikallaan 50–70 millimetrin levyisiä profiileita, joita laitteella on tarkoitus hitsata. Pneumaattisia sylintereitä ohjataan sähköisillä venttiileillä, joiden ke-lajännite on 24 voltia tasajännitettä, koska niitä ohjataan suoraan PLC:n releulostuloilta. Sylintereitä tulee olemaan yhteensä neljä kappaletta, ja ne on sijoitettu kummallekin L-kulman sivulle laitteella tehtävien kappaleiden mukaisesti. Niissä on liukukiinnikkeet, jolloin tehtävän tuotteen mukaan niiden sijoitusta voidaan helposti muuttaa.

3.7 Ohjelma

Ohjelma on kirjoitettu Siemensin LOGO logiikoille tarkoitetulla LOGO! Soft Comfort V8.3 (Demo) -sovelluksella. Ohjelma on pyritty pitämään kevyenä ja siinä on pyritty huomioimaan jo mahdollisesti tarvittavia lisäosia. Laitteiden valinta ja ohjelma on kirjoitettu Siemens LOGO -user manual tietojen avulla [10]. Ohjelma on kirjoitettu FBD-kielellä, joka on yksi yleisimmistä ohjelmointikielistä. FBD-kieli oli Siemens Logon ohjelmistossa selkein valittava ohjelmointikieli, mistä syystä se on valittu. Tähän ohjelmointikieleen on myös helppo lisätä toimintoja lohkoja lisäämällä jatkokehitysvaiheessa.

Ohjelmassa hitsattavat kappaleet asetetaan pöydälle, jolloin pöydällä olevat sensorit reagoivat niihin. Sensoreita on kaksi, jotta kappale on sekä pysty- että sivuttaisuunnassa oikeassa kohtaa. Tämän seurauksena logiikalta tulee signaali venttiileille ja kappaleen kiinnikkeet menevät kiinni. Edellä mainittu toiminto

toimii samoin toisella sivulla, jolloin kahdesta hitsattavasta kappaleesta muodostuu kulma. Kun osat ovat varmistettuina kiinni, voi itse hitsaustoimenpide alkaa.

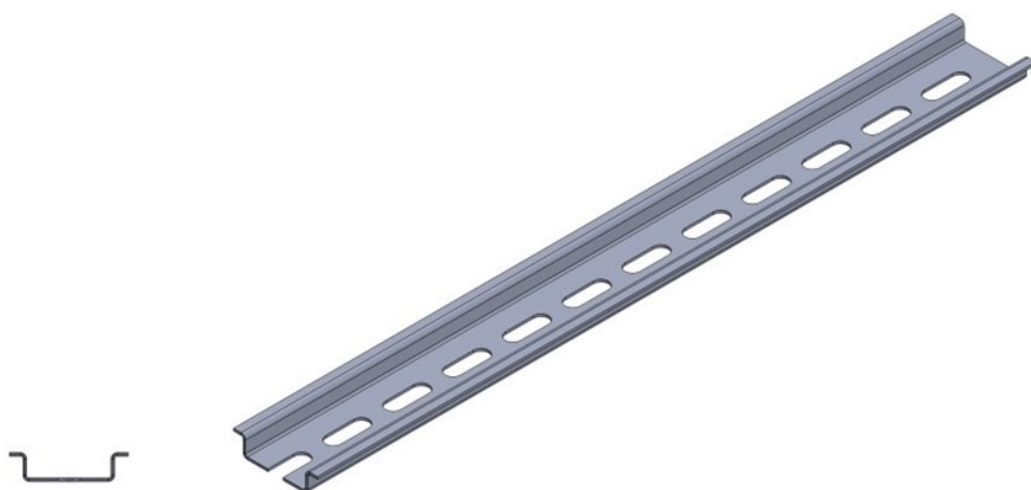
Lineaariservomoottorin kelkka on sensorin kohdassa "koti" ja ajaa aloituspisteeseen yksi, jossa on sensori. Tämä on hitsauksen aloituspositio. Kun hitsauspää tavoittaa aloituspisteen, ohjataan hitsauspistooli syöttämään hitsauslankaa sekä virta päälle hitsauslaitteeseen. Säädetävän viiveen jälkeen servomoottori ohjaa hitsauspistoolia liikeradan mukaisesti hitsattavan kohteen yli, kunnes tullaan pisteeseen kaksi jossa hitsaustoiminto sekä liike loppuu. Säädetävä viive on oltava, jotta hitsi ehtii alkamaan sulamaan oikein, ja vasta tämän jälkeen hitsausliike lähtee hitsaamaan osia yhteen.

Tämän jälkeen servo ajaa hitsauspistoolin kotipositioon ja kappaleet vapautetaan puristimista. Tämän jälkeen hitsattu kappale voidaan kääntää kääntöpöydällä ja seuraavan kulman hitsaus voidaan aloittaa. Ohjelma toteutetaan neljä kertaa, kunnes kaikki kulmat on hitsattu toiselta puolelta. Tämän jälkeen hitsattava kappale käännetään ympäri ja sama toimenpide toteutetaan toiselta puolelta. Laitteen kirjoitettu ohjelma on esitettyinä liitteessä 4.

3.8 Ohjauskeskus

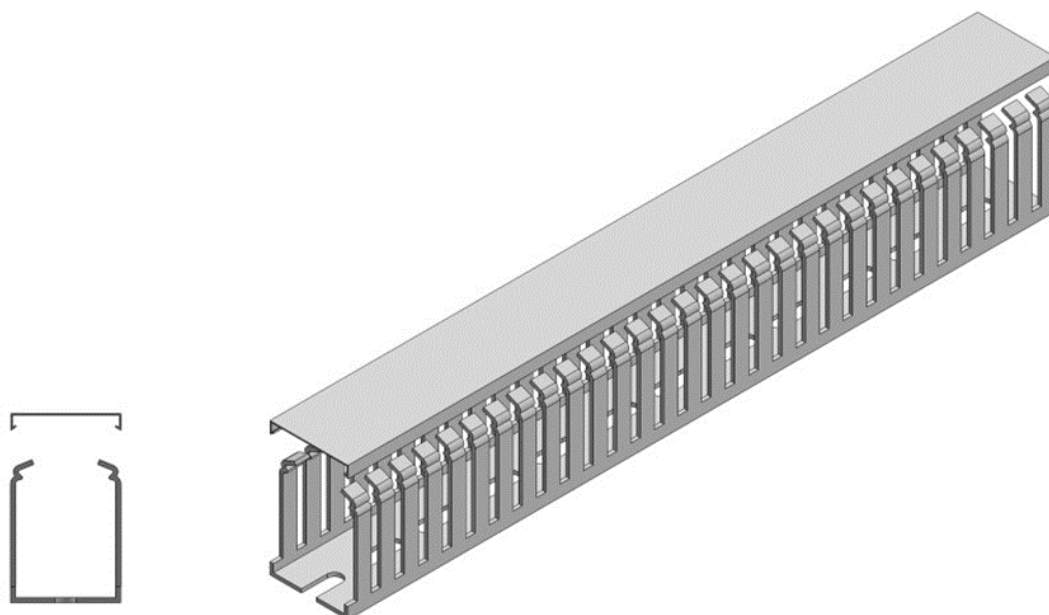
Ohjauskeskukseksi laitteeseen tarvitaan riittävän suuri kotelo, johon kaikki tarvittavat komponentit mahtuvat. Laitteen ylivirtasuojaus- ja hätäseis-piirin ohjauskomponentit sijoitetaan myös keskukseen. Kaikki keskukseen tulevat laitteet

kiinnitetään DIN-kiskoilla asennuslevyyn (kuva 3).



Kuva 3: 3D-malli DIN-kiskosta.

Kytöntäkotelon sisäiset kytkennät kulkevat kapeissa muovisissa johtokouruissa (kuva 4). Johtokourut sijoitetaan DIN-kiskojen väleihin ja sivuille pystyyn.

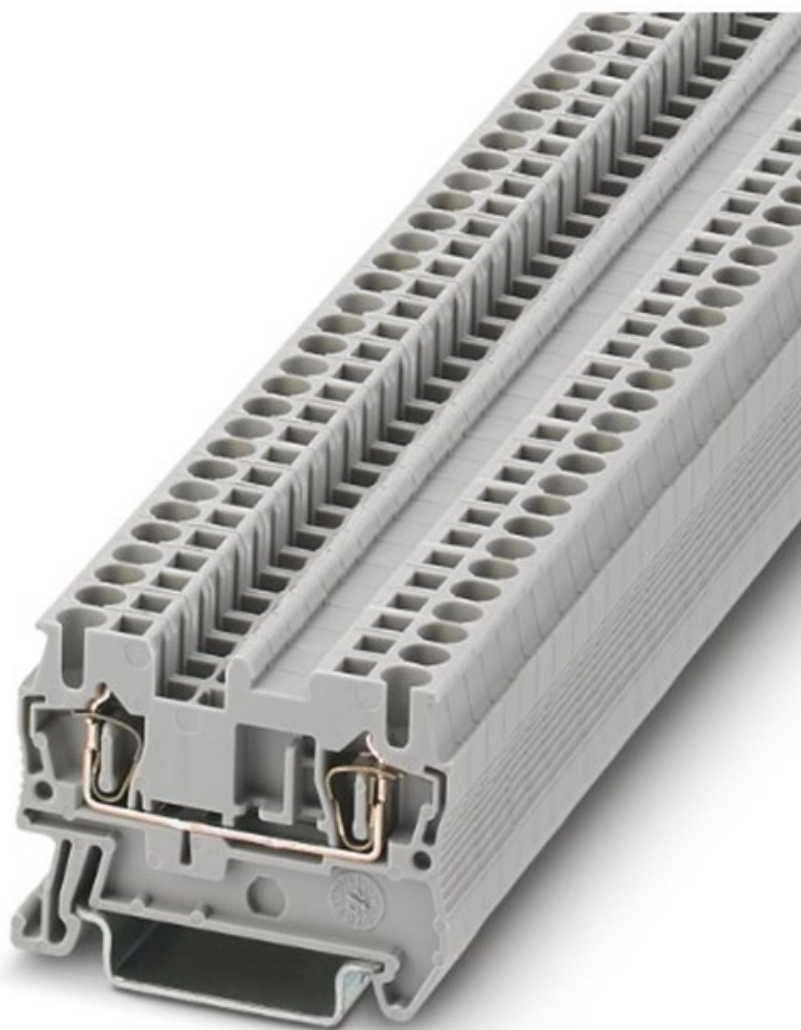


Kuva 4: 3D-malli johtokourusta.

DIN -kiskot asennetaan asennuslevylle niin, että niihin saadaan helposti liitettyä tarvittavat komponentit ja että komponenttien kytkennälle jää riittävästi tilaa.

Johtokourut asennetaan myös asennuslevyyn jättämällä riittävä tila komponenteille sekä komponenttien kytkennöille.

Keskuksen sisään tuleviksi riviliittimiksi käytetään jousikuormitteisia yksi- ja kaksokerroksisia riviliittimiä (kuva 5) niiden helpon asennettavuuden ja käytettävyyden vuoksi.



Kuva 5: Riviliitinjono asennettuna DIN-kiskoon.

Keskuksen komponentit on sijoitettu kolmelle eri riville komponenttien eri kokojen vuoksi sekä selkeyttämään kytkentäkotelon komponenttien sijoittelua. Samalla kytkennät saadaan tehtyä keskuksesta ulos hieman helpommin ja selkeämmin. Laitteen sisäisissä kytkennöissä käytetään päävirtapiirissä 2,5 mm²:n

piuhoja ja ohjauspiirissä 1,5 mm²:n piuhoja. Piuhojen värit ovat standardin SFS-EN 60445:2021 [11, s. 43] mukaiset. Ohjauskeskuksen layout-kuva ja kytkentä on esitetty liitteessä 2 ja ohjauskeskuksen kytkentäkaavio liitteessä 3.

4 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella riittävän tarkka malli hitsausaseman valmistamiseksi. Suunnitelmissa pyrittiin miettimään eri vaihtoehtoja komponenttien ja laitevalintojen väliltä, jotta saataisiin aikaiseksi toimiva laitekokoisuus hitsaustyön automatisoimiseksi. Työtä tehdessä valittiin suunnitelluista komponenteista sopivimmat ja parhaiten yhteensopivat laitetta varten.

Opinnäytetyössä on esitetty vain suunnitelmat, joiden pohjalta itse laitteen voisi valmistaa. Laitetta ei päästy lainkaan valmistamaan, vaan aikaansaannos on suunnitelmat, ohjelma ja niistä toteutetut piirustukset. Suunnitteluvaiheessa on päästy kumminkin simuloimaan ohjelman toiminta sekä tarkastelemaan komponenttien ja laitteen kappaleiden yhteensopivuus mallintamalla niitä 3D-suunnitteluohjelmassa. Mallinnus laitteen mahdollisesta kokoonpanosta on esitetty liitteessä 1. Lineaarijohteiden ja servomoottorin osalta myös pystyttiin valmistajan portaalissa varmistamaan osien yhteensopivuus ja toiminta. Laitteiston mekaanisen suunnittelun lopputulos oli laitteen tarkoitukselleen sopiva ja riittävän helppo toteuttaa. Myös valitut materiaalit ovat saatavana helposti ja ne olisi helppo työstää kuvien mukaisesti.

Sähköisessä suunnittelussa päästiin hyvään lopputulokseen, jonka pohjalta laite on mahdollista toteuttaa. Laitevalinnoissa jätettiin vielä valitsematta toimittajat osalle komponenteista, koska markkinoilta löytyy hyvin paljon tähän tarkoitukseen sopivia komponentteja ja erittely näiden väliltä olisi ollut turhaa. Sähköisissä osissa kumminkin pyrittiin ensisijaisesti käyttämään helposti saatavilla olevia komponentteja sekä komponentteja, joista löytyi parhaiten tietoa. Lineaarijohteet, niissä käytettävät moottorit, sekä ohjaimet tulisi olla saman valmistajan laitteita, jotta yhteenliitettävyys ja ohjelmoinnin helppo toteutus ja muunneltavuus saavutetaan.

Ohjelmakoodi on myös helposti muunneltavissa eri tarkoituksiin ja toimintoihin sopivaksi. Ohjelmakoodi pystyttiin kirjoittamaan vain demoversiolla, jossa on kumminkin kaikki samat toiminnot kuin täysversiossa ohjelmasta. Ohjelmakoodi testattiin myös koeajamalla sitä ohjelmistossa ja se todettiin toimivaksi kokonaisuudeksi.

Jatkokehitys

Hitsauslaitetta suunniteltaessa oli jo alusta asti selvää, että laitetta tullaan kehittämään lisää myöhemmässä vaiheessa, ja tätä pyrittiin ottamaan mahdollisimman hyvin huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Laitteeseen pystyy lisäämään modulaarisia lineaarijohteita, jos tarvitaan myös toisensuuntaisia akseleita laitteeseen. Eri suuntaisia liikkeitä laitteeseen lisäämällä olisi mahdollista hitsata myös monikulmaisia kappaleita toisiinsa. Jo pelkällä pystysuuntaisella lisäliikkeellä saisi hitsattua myös ulkoreunan pystysaumaa tuotteissa, joissa se olisi tarpeellista. Keskus mitoitettiin niin, että sinne mahtuisi tarvittavat servomoottojen ohjaimet sekä lisälaitteita, jos myös hitsattavista kokoonpanoista tulisi monimuotoisempia. Myös eri hitsausmenetelmiä tarvittaessa olisi mahdollista tehdä muutoksia ohjaukseen tai laitteen mekaanisiin kokoonpanoihin.

Laitteeseen olisi helppo toteuttaa myös hitsauksen viimeistely yhdelle sivulle. Viimeistelyllä tarkoitetaan tässä valmiin hitsausauman hiontalaitetta, jotta valmistuva tuote olisi näin suoraan valmis pintakäsittelyvaiheeseen. Hionta toteutettaisiin yläpintaa hiovalla nauhahiomakoneella. Hiontapiste olisi laitteen jälkeen seuraavalla työpisteellä, jonka runko olisi identtinen hitsauslaitteen rungon kanssa, mutta hitsauslaitteen tilalla olisi hiomakone.

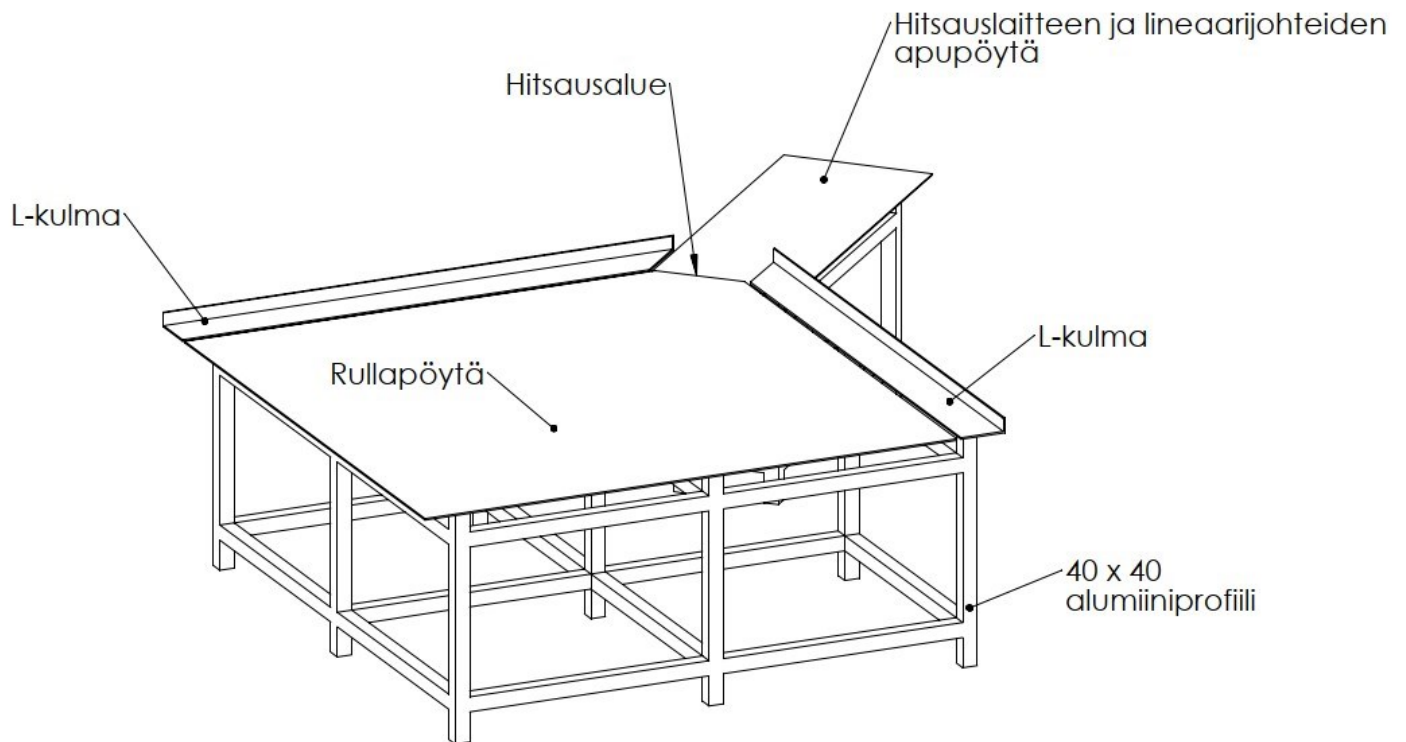
Myös profiilien sahauksen voisi automatisoida ennen hitsausvaihetta tehtäväksi toiminnoksi, jolloin tämäkin suurta tarkkuutta vaativa toimenpide saataisiin automatisoitua. Sahauslaitteen automatisointiin kävisi myös lineaarijohteet, joilla liikuteltaisiin joko sahattavia kappaleita tai sahauslaitetta oikeaan kohtaan sahauksista varten.

Lähteet

- 1 SFS-EN 60204-1:2018. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteistot. Yleiset vaatimukset. 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 2 MIG-hitsaus: Tekniikat, edut ja sovellukset. Verkkoaineisto. Esab university. <https://esab.com/fi/eur_fi/esab-university/blogs/mig-welding-techniques-advantages-and-applications/>. Luettu 12.12.2022.
- 3 Mitä on laserhitsaus ja miten tekniikka toimii. Verkkoaineisto. Esab university. <https://esab.com/fi/eur_fi/esab-university/blogs/what-is-laser-welding-and-how-does-the-technique-work>. Luettu 12.12.2022.
- 4 Laserhitsaus. Verkkoaineisto. Rensi Oy. <<https://www.rensi.fi/tuotteet/kuitulaserit/gweike-hitsaus-ja-puhdistus/laserhitsaus/>> Luettu 15.5.2023.
- 5 Components for electrical actuation. Verkkoaineisto. Camozzi Automation S.p.A. <https://s3.eu-west-1.amazonaws.com/visualassetlibrary.camozzi.com/Automation-division/Automation/Documents/Brochures/Series%205E/DE-Serie%205E_2022_ENG_LowRes.pdf>. Luettu 22.12.2022.
- 6 SFS-EN IEC 61439-1:2022. Pienjännitekeskukset. Osa 1, yleisvaatimukset. 2022. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 7 Käytännön ohjeita MIG/MAG-hitsaukseen. Käsikirja 2018. Oy AGA Ab.
- 8 Omron proximity sensors. Verkkoaineisto. Omron Oyj. <<https://www.ia.omron.com/products/family/3790/>>. Luettu 1.2.2023.
- 9 Camozzi Qset servo drive configuration. User manual. Camozzi Automation S.p.A.
- 10 Siemens LOGO system manual. Verkkoaineisto. Siemens GmbH. <https://cache.industry.siemens.com/dl/files/041/109741041/att_924628/v1/logo_system_manual_en-US_en-US.pdf>. Luettu 6.12.2022.
- 11 SFS-EN IEC 60445:2021. Perus- ja turvallisuusperiaatteet ihmisen ja koneen väliselle rajapinnalle, merkinnöille ja tunnistamiselle. Laiteliittimien, johdinpäiden ja johtimien tunnistaminen. Annex A. 2021. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

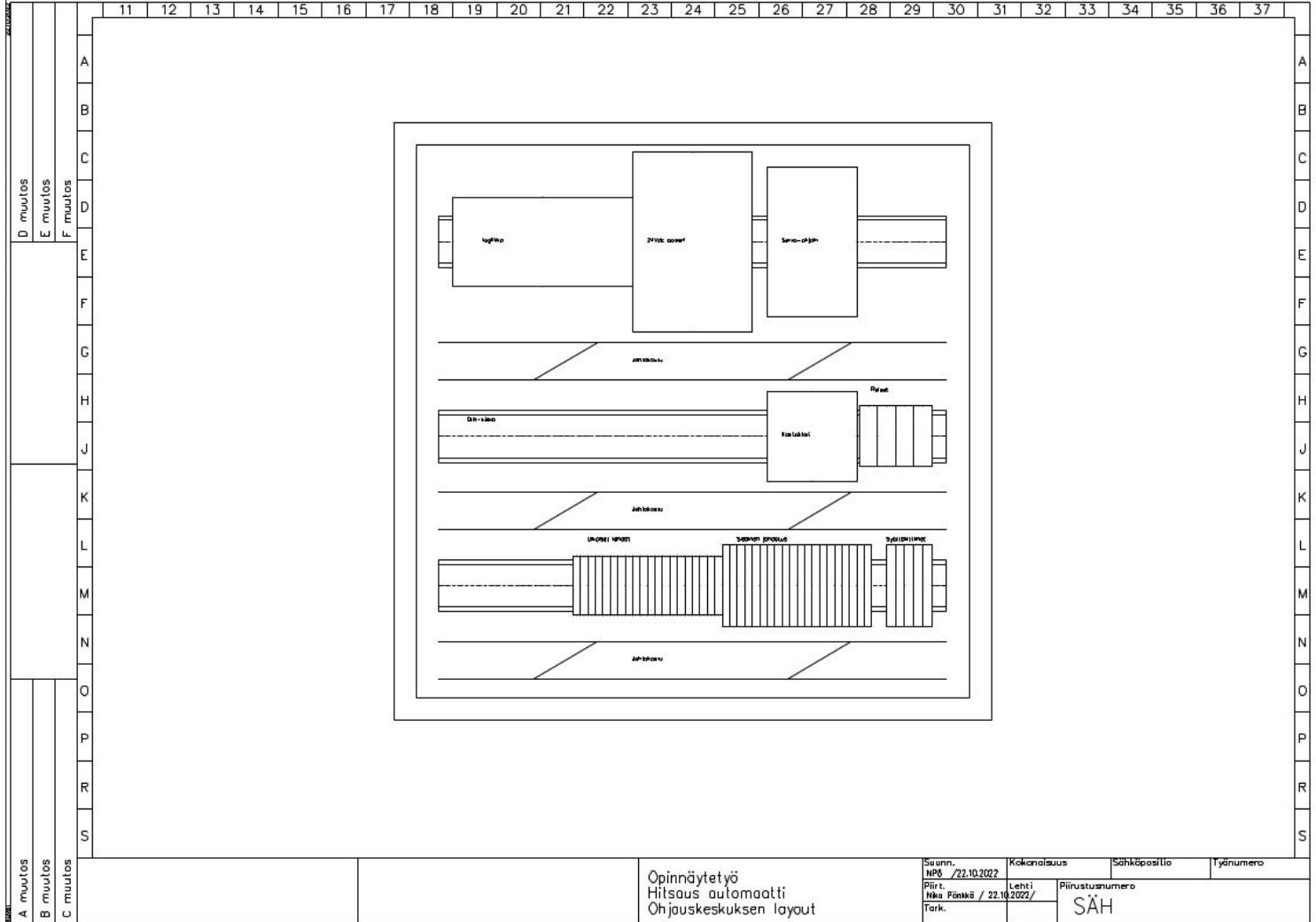
Hitsausaseman mekaaninen rakenne

Solidworks 3D -suunnitteluohjelmistolla mallinnettu hitsausaseman mekaaninen runko selitteineen.



Hitsausaseman kytkentäkotelo

Cadmatic electrical ohjelmistolla suunniteltu kytkentäkotelon komponenttien sijoittelukuva.

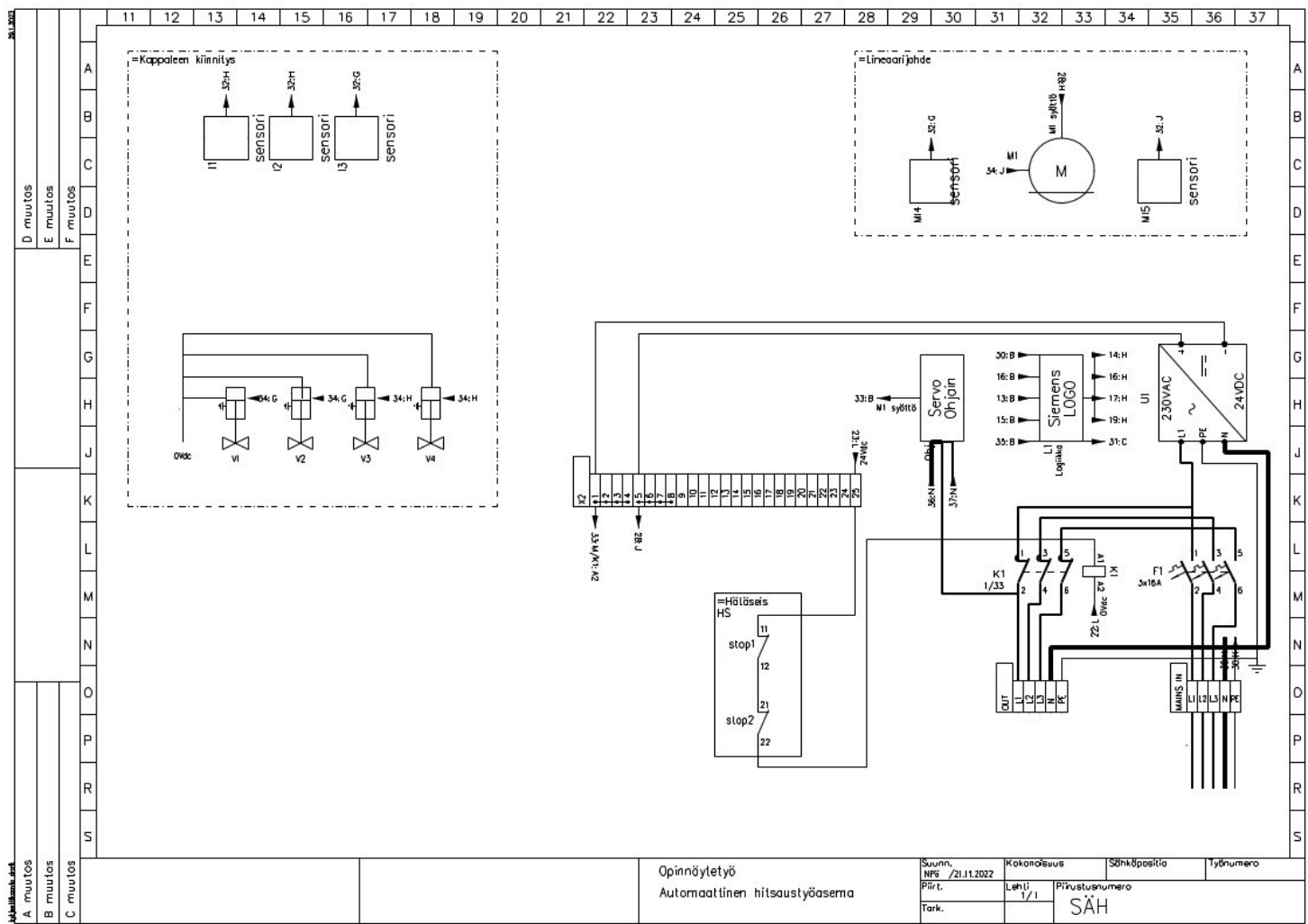


Opinnäytetyö
Hitsaus automaatti
Ohjouskeskuksen layout

Suunn. NP6 / 22.10.2022 Piirt. Niko Pönnä / 22.10.2022 / Tark.	Kokonaisuus Lehti	Sähköpostilla Piirustusnumero SÄH	Työnumero
--	----------------------	---	-----------

Hitsausaseman kytkentäkuva

Cadmatic Electrical -ohjelmistolla suunniteltu kytkentä ohjauskeskukseen ja aseman muihin komponentteihin.

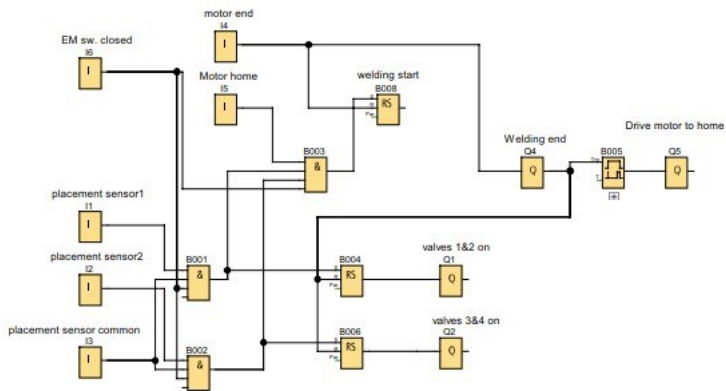


Opinnäytetyö
Automaattinen hitsaustyöasema

Suunn. NP6 /21.11.2022	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH		

PLC ohjelma

LOGO-ohjelmistolla kirjoitettu ohjelma logiikalle



Creator:	NR6	Project:	Automated welding work station	Customer:	Opinnäytetyö
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Date:	11/13/22 6:17 PM/11/21/22 11:21 PM	File:	Circuit Diagram1.lsc	Page:	1/1