



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Lenni Luoto

# KÄYTTÖOHJE

## HITSAUSROBOTTISOLUUN

Tekniikka ja liikenne  
2013

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Lenni Luoto
Opinnäytetyön nimi	Käyttöohje hitsausrobotisoluun
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	19 + 2 liitettä
Ohjaaja	Lehtori Mika Billing

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli käyttöohjeen laatiminen hitsausrobotisoluun sekä ajan sallimissa puitteissa tutkimus etäohjelmointityökalujen käytöstä osana hitsausrobotisoluun. Työ toteutettiin tilaustyönä vaasalaiselle metallialan alihankintoihin keskittyneelle konepajalle, Oy Wel-Mach Ab:lle.

Aloitin työn perehtymällä hitsausrobotisolun laitteisiin ja toimintaan. Kokonaiskuvan selkeydyttyä tutustuin olemassa olevaan ohjemateriaaliin ja aloin kartoittaa ohjeen runkoa. Samanaikaisesti alkoi Fastsimu-etäohjelmointiohjelmistoon tutustuminen ja solun 3D-mallin rakentaminen. Käyttöohjeen teon aikana ajan salliessa perehdyin syvemmin etäohjelmointiohjelmistoon ja sen tuomiin hyötyihin solussa. Ohje sai hiljalleen lopullisen muotonsa omien ja ohjelmoijan käyttäjäkokemusten sekä yrityksessä tehdyn kyselyn pohjalta.

Etäohjelmointi työssä jäi ajanpuutteen ja puuttuvien ominaisuuksien johdosta taka-alalle. Siitä huolimatta etäohjelmoinnin mahdollisuudet ja edut tulivat hyvin esiin ja tarkempaa perehtymistä aiheeseen voi suositella. Valmis ohje otetaan hitsausrobotisoluun käyttöön.

## ABSTRACT

Author	Lenni Luoto
Title	User Manual for Robot Welding Cell
Year	2013
Language	Finnish
Pages	19 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Mika Billing

---

The purpose of this thesis was to draw up a user manual for a robot welding cell as well as to study the possibilities of offline programming software as a part of the cell. The thesis was ordered by a metal industry subcontracting oriented company Oy Wel-Mach Ab from Vaasa.

The work started by getting familiar with the equipment and operations of the cell to get a general view. After studying the existing manual material the outlining of the new manual began. The construction of the cell 3D-model began simultaneously. The offline programming software and its benefits were studied as well. The manual slowly got its final shape based on my own and the programmers' experiences as well as some of the answers from the questionnaires.

The offline programming in the end was left to the background due to lack of time and missing software. Despite that, the possibilities and benefits of offline programming were obvious and should be researched more. The final version of the manual will be introduced to the cell.

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO .....	4
2	KONSERNI .....	5
	2.1 Österberg Group .....	5
	2.2 Oy Wel-Mach Ab .....	5
3	TEOLLISUUSROBOTIT .....	6
	3.1 Historiaa .....	6
	3.2 Nykypäivä ja kehityksen suunta .....	7
	3.3 Miksi robotti? .....	7
4	HITSAUS .....	9
5	MIG/MAG-HITSAUS .....	9
6	HITSAUSROBOTTISOLU OY WEL-MACH AB .....	10
7	OHJEEN LAATIMINEN .....	12
	7.1 Soluun tutustuminen .....	12
	7.2 Ohjeen sisällön kartoitus .....	12
	7.3 Olemassa oleva materiaali .....	12
	7.4 Ohjeen luonti .....	13
8	ETÄOHJELMOINTI .....	14
	8.1 Etäohjelmoinnin edut .....	14
	8.2 Fastsimu .....	15
	LÄHTEET .....	18
	LIITTEET	

**KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

<b>Kuvio 1.</b>	Robottisolun layout	s. 11
<b>Kuvio 2.</b>	Robottisolun 3D-malli	s. 16
<b>Kuvio 3.</b>	Paikoituspisteet	s. 17

**LIITELUETTELO****LIITE 1.** Käyttöohje**LIITE 2.** Kyselylomake – Hitsausrobotisolun käyttöohje, versio 1

## 1 JOHDANTO

Vaasalaisella metallialan alihankintoihin keskittyneellä Oy Wel-Mach Ab:lla sijaitisi tiloissaan noin vuoden käyttämättömänä ollut hitsausrobotisolu. Robotisolu oli hankittu tarkoituksena automatisoida osa tuotannosta. Ongelmaksi oli kehittynyt robotiohjelmointiosaamisen riittämättömyys, jonka johdosta solun käyttöön ja ohjeistukseen kaivattiin yksinkertaistusta.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää soluun yksinkertainen ja toimiva käyttöohje tuotannon tueksi. Pää tarkoituksen ohella tutkittiin myös etäohjelmoinnin mahdollisuuksia solussa.

## **2 KONSERNI**

Opinnäytetyön tilaaja, Oy Wel-Mach Ab, on osa Österberg Group -konsernia. Tässä luvussa kerrotaan lyhyesti konsernista ja itse yrityksestä.

### **2.1 Österberg Group**

Österberg Group on yli 60 vuotta vanha perheyritys. Konserni muodostuu Suomessa ja Virossa sijaitsevista metalli- ja muovialan yrityksistä. Konsernin yhteinen liikevaihto on n. 30 miljoonaa euroa. /9/

Metallialan yritykset

- Oy Wel-Mach Ab
- Oy Petsmo Products Ab
- Oy Manor Ab
- Oy KGN Tool Ab
- Hepmet Oü (Viro). /9/

Muovialan yritykset

- Oy Österberg Ab
- Österberg Baltic Oü (Viro). /9/

### **2.2 Oy Wel-Mach Ab**

Oy Wel-Mach Ab on Vaasassa sijaitseva metallialan alihankintoihin keskittynyt konepaja. Yrityksen toimialueisiin kuuluu muun muassa hitsaus, kokoonpano, pintakäsittely ja koneistus. Laajan osaamisensa ansiosta Oy Wel-Mach Ab voi tarjota asiakkailleen kattavia kokonaisratkaisuja niin kotimaan kuin ulkomaan markkinoillekin. /16/

### 3 TEOLLISUUSROBOTIT

Standardin SFS-EN 775 mukaan teollisuusrobotti on automaattisesti ohjattu, uudelleenohjelmoitava, vähintään 3-akselinen, kiinteästi paikoilleen tai liikkuvaksi asennettu monikäyttöinen käsittelylaite. /14/

#### 3.1 Historiaa

Teollisuusrobotiikalla on pitkä historia niin maailmalaajuisesti kuin Suomessakin. Ensimmäisen nykyiset teollisuusrobotin standardit täyttävän robotin rakensi australialais-kanadalainen Griffith P. Taylor vuonna 1937. Kyseinen robotti oli lähes yksinomaan rakennettu Meccano-rakennussarjan osista ja voimansa se sai yhdestä sähkömoottorista. /8/ /15/

Ensimmäistä robotiikan patenttia haki George Devol vuonna 1954. Vuonna 1956 samainen mies perusti yhdessä Joseph F. Engelbergerin kanssa ensimmäisen hydraulisia teollisuusrobotteja valmistavan yrityksen, Unimationin. Unimation oli pitkään selkeä markkinajohtaja ainoana kilpailijanaan Cincinnati Milacron Inc. of Ohio. 1970-luvun alku- ja varsinkin loppupuolella tilanne muuttui, kun suuret japanilaiset yhtiöt tulivat markkinoille valmistaen täysin sähköisiä robotteja. Teollisuusrobottien pioneeri Unimation jäi hiljalleen kilpailijoiden jalkoihin, ja se myytiin robottibuumin huippuaikoina vuonna 1984. /8/

Suomen suurin portaalirobotteja valmistava yritys, Simcorp Oy perustettiin vuonna 1975. Yrityksen pitkän historian aikana se on myyty moneen kertaan ja erikoisosaamisala on vaihdellut sen mukaan. Tänä päivänä yritys on keskittynyt rengas- ja elintarviketeollisuuden sekä postin jakelukeskuksien portaalirobottijärjestelmien valmistukseen. /14/ /3/ /2/

1980-luvulla tunnettu suomalainen yritys, Nokia Oyj valmisti robotteja Neuvostoliiton markkinoille Unimationin lisenssin alla. Valmistus kuitenkin lopetettiin Neuvostoliiton hajottua, ja Nokian keskittyminen suuntautui tiiviimmin matkapuhelinmarkkinoille. /14/

### 3.2 Nykypäivä ja kehityksen suunta

Teollisuusrobottien määrä maailmassa on kovassa nousussa. IFR:n,(International Federation of Robotics) tekemän tutkimuksen mukaan vuonna 2011 maailmassa oli noin 1 153 000 toiminnassa olevaa teollisuusrobottia. Saman tutkimuksen mukaan on ennustettu luvun kasvavan noin 1 575 000 vuoteen 2015 mennessä. Vuosittain toimitettujen teollisuusrobottien määrä on kasvanut tasaisesti 1990-luvun alusta asti. Tämä kasvu on myös näkynyt selvästi robottien kehityksessä. /18/ /7/

Teollisuudessa robotteja on käytetty jo kauan, ja sovelluskohteet vaihtelevat laidasta laitaan. Konenäkö ja muut robotin aistit alkavat jo olla arkipäivää. Kotona siivousrobotti imuroi ja ruohonleikkuu hoituu toisella robotilla.

Kehityksen seuraava askel suuntautuu vahvasti palvelurobotteihin ja niiden kehitykseen, mistä esimerkkinä eurooppalainen robotiikan tutkimusohjelma Horizon 2020, johon sijoitetaan vuosina 2014-2020 noin 80 miljardia euroa. Robotit saattavat tulevaisuudessa palvella esimerkiksi vanhuksia ja muita apua tarvitsevia. /5/

### 3.3 Miksi robotti?

Miksi sitten robotti eikä ihminen? Tietysti on paljon asioita joihin robotit eivät vielä tänä päivänä kykene, jolloin ihminen on luonnollisesti ainoa ratkaisu. Usein automaatioon siirryttäessä tulee esiin pelko työpaikkojen menetyksestä. Automaatio toki saattaa vähentää työpaikkoja tietyillä alueilla ja tietyissä työtehtävissä, mutta samalla se luo uusia työpaikkoja ja vapauttaa työntekijöitä muihin tehtäviin. Laitteisto vaatii huoltoa ja ylläpitoa, robotteja täytyy ohjelmoida ja niiden toimintaa tulee seurata.

Viime kädessä automatisoinnin tavoitteena on kasvattaa tuotantoa ja näin ollen tulosta, tämä ei kuitenkaan onnistu yksinään ilman ihmisten työpanosta.

Alle on listattu muutamia robotin valintaa puoltavia seikkoja.

- Inhimillisen virheen poistuminen. Huolellisesti tehtyjen ja testattujen ohjelmien ansiosta robotti suorittaa tehtävänsä erinomaisella toistotarkkuudella.
- Tuotannon nopeutuminen. Robotti on liikkeissään ihmistä nopeampi ja se työskentelee tauotta.
- Keskeytymätön työ. Robotti ei pidä lomiam eikä taukoja, se työskentelee vuorokauden ympäri seitsemänä päivänä viikossa.
- Palkkakustannusten väheneminen. Robotti ei vaadi palkkaa.
- Raskaidenkin taakkojen helppo ja nopea käsittely. Ehkäisee työtapaturmista johtuvia sairaslomia.
- Toistuvat, yksinkertaiset ja raskaat työt. Robotti soveltuu hyvin ihmiselle henkisesti ja fyysisesti raskaiden töiden tekoon.

## 4 HITSAUS

Hitsaus on ”osien liittämistä toisiinsa käyttämällä hyväksi lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat muodostavat jatkuvan yhteyden.”. /13/

Aikaisimmat viittaukset hitsaukseen löytyvät jo pronssikaudelta. Tällöin hitsausmenetelmä oli ahjohitsaus. Ensimmäinen ja toinen maailmansota kiihdyttivät hitsauksen kehitystä ja pian sotien jälkeen monet nykyisistä hitsausmenetelmistä saivat alkunsa. /17/ /6/

Nykypäivänä löytyy useita hitsausmenetelmiä riippuen hitsauskohteesta, materiaalista ja olosuhteista. Hitsausmenetelmät voidaan karkeasti jakaa alaryhmiin, jotka ovat sulahitsaus, puristushitsaus, muovihitsaus, hybridihitsaus sekä muut erilliset hitsausmenetelmät. /17/ /6/

## 5 MIG/MAG-HITSAUS

Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi hitsausrobottisolussa käytettävän hitsausmenetelmän periaatteet.

MIG/MAG-hitsaus on kaarihitsausmenetelmä, jossa sähkövirralla luodaan valokaari hitsattavan kappaleen ja lisäainelangan väliin. Kuumuus sulattaa lisäainelangan ja perusaineen yhtenäiseksi hitsisulaksi ja liittää jäähtyessään hitsattavat kappaleet yhteen. Lisäainelanka on yleisesti samaa materiaalia kuin perusaine. /10/

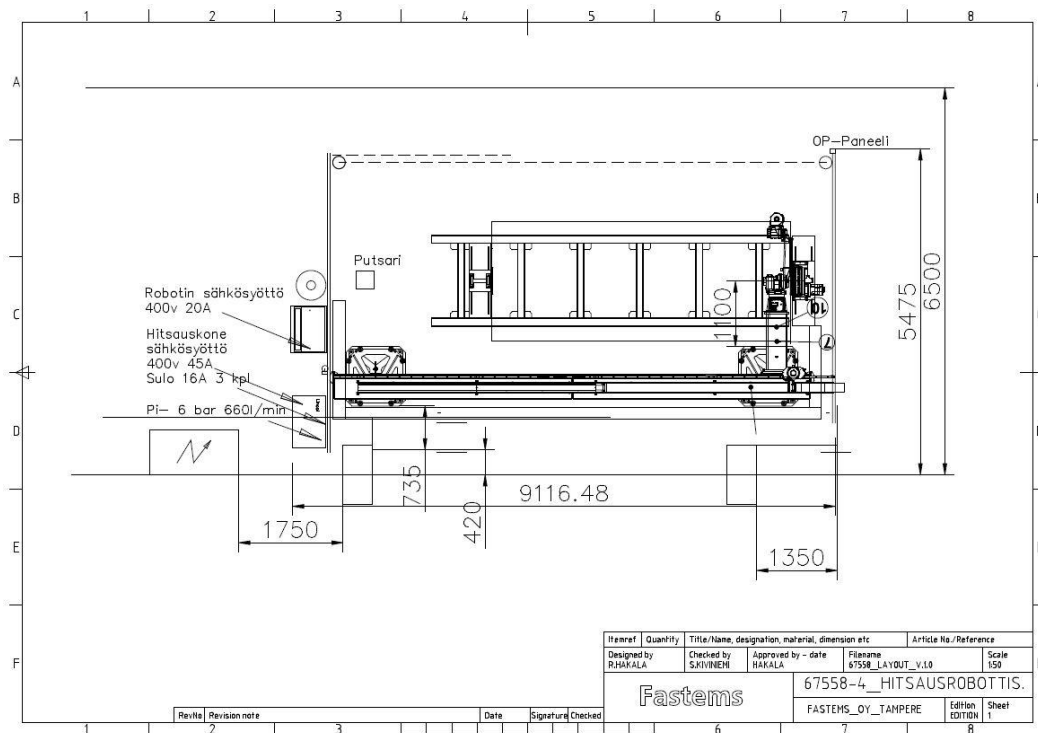
Hitsisulaa suojaa hitsauspolttimesta tuleva suojakaasu. Tästä tulevat myös nimen lyhenteet MIG/MAG (metal inert gas/metal active gas). Kaasun tehtävä on jäähdyttää hitsauspoltinta ja syrjäyttää happi hitsisulan ympäriltä. Kaasuseos määrittää onko kaasua ei-aktiivista vai aktiivista, eli reagoiko kaasua hitsisulan kanssa vai ei. Yleisesti käytetään näiden kaasujen yhdisteitä. /10/

## 6 HITS AUSROBOTTISOLU OY WEL-MACH AB

Käyttöohjeen kohteena oli puoliautomaattinen kuvion 1 mukainen hitsausrobottisolun, jossa kappaleenvaihto tapahtuu manuaalisesti. Hitsattavan tuotteen valintaa rajoittavia tekijöitä solussa ovat robotin ulottuvuus sekä kääntöpöydän yksi akseli.

Robottisolun laitteisto:

- Fanuc M-20iA – Robotti
- Fanuc System R-30iA – Ohjausyksikkö
- Power Wave 455M – Virtalähde
- Cool-Arc 40 – Vesijäähdytysyksikkö
- 4R100 Autodrive – Langansyöttölaite
- Sick C4000 – Valoverho
- Abicor Binzel – Polttimen puhdistusasema
- Fanuc 1-akselinen kääntöpöytä
- Robotin lineaarirata
- Regula Systems EWR PRO – Kaasuvahti.



**Kuvio 1.** Hitsausrobotisolun layout. Mittakaava on suuntaa antava.

## **7 OHJEEN LAATIMINEN**

Opinnäytetyön päätarkoitus oli laatia hitsausrobotisoluun selkeä, yksinkertainen ja toimiva käyttöohje ilman turhaa ja liian yksityiskohtaista tietoa (LIITE 1). Ohjeen sisältöä ei asiakkaan puolesta spesifioitu juuri mitenkään, vaan ohjeen tekoon annettiin vapaat kädet edellämainitun kuvauksen puitteissa.

### **7.1 Soluun tutustuminen**

Solun toimintaan tutustuminen oli alkuvaiheessa tärkeää. Tämä antoi pohjan ja rungon ohjeelle. Ensin tuli selvittää miten solu toimii, kuinka turvallisuus on otettu solussa huomioon ja mitä alueita ohjeessa on käsiteltävä. Soluun tutustumisen perusteella luotiin alustava käyttöohjeen sisällysluettelo.

### **7.2 Ohjeen sisällön kartoitus**

Ohjeen sisällysluettelon kokoamista lähestyttiin laajentamalla alustavaa sisältöä ajattelematta onko kyseinen sisältö tarpeellista vai ei. Siis päinvastoin mikä tehtävänanto oli. Tästä laajasta sisällöstä käyttäjäkokemusten, matkalla opitun ja tehtävänannon kuvauksen perusteella muodostui lopullinen ohjeen sisältö. Sisältö eli ja muuttui koko ohjeen teon ajan ja tämä vapaus mahdollisti ohjeen selkeän ja yksinkertaisen lopullisen muodon ja sisällön.

### **7.3 Olemassa oleva materiaali**

Laitetoimittajien tarjoamaa ohjemateriaalia robotisoluun ja oheislitteisiin oli tarjolla useita satoja sivuja ja ohjeita lukiessa huomasi nopeasti niiden suurilta osilta olevan toistoa, viittauksia muihin ohjeisiin ja tyyliään hyvin ”yleisiä”.

Lopulta valmiista materiaalista ei varsinaisesti käytetty mitään osia, vaan ohje tehtiin käyttäjäkokemusten ja itseopitun tiedon perusteella. Ainoat viittaukset valmiiseen materiaaliin ovat laitetoimittajien omien huoltoteknikoiden suorittamiin määräaikaishuoltoihin.

Näin käyttöohjeesta saatiin juuri tähän soluun tarkoitettu yksilöllinen käyttöohje.

#### **7.4 Ohjeen luonti**

Ohjeen varsinainen luonti oli pitkä prosessi. Työn alkaessa, hitsattava suunniteltu tuote havaittiin pian liian vaikeaksi, ja uuden tuotteen valinta vei kallisarvoista aikaa. Tässä vaiheessa myös robottisolussa vaihtui ohjelmoija ja näin ollen käyttäjäkokemusten konsultointi alkoi alusta.

Uuden motivoituneen ohjelmoijan myötä kuitenkin työ sai uudet siivet alleen ja työskentely jatkui. Ohjeen tekeminen oli opettavainen prosessi niin allekirjoittaneelle kuin ohjelmoijalle. Robotin ohjelmoinnin perustietämyksestä huolimatta eteen tuli uusia opeteltavia asioita, etenkin liittyen hitsauspuolen ohjelmointiin.

Kun ensimmäinen raakavedos ohjeesta oli saatu valmiiksi, jätettiin se yritykseen luettavaksi ja tutkittavaksi kyselylomakkeiden kera (LIITE 2). Kyselyyn vastanneiden kommenttien perusteella ohjeeseen tehtiin muutama pieni muutos.

## 8 ETÄOHJELMOINTI

Opinnäytetyön päätarkoituksen ohessa tutkittiin etäohjelmointimahdollisuuksia sekä sen tuomia etuja kyseisessä solussa. Käytetty etäohjelmointiohjelmisto oli Fastsimu.

Etäohjelmoinnilla tarkoitetaan robotin ohjelmointia keskeyttämättä tuotantoa. /4/

Etäohjelmoinnin (OLP, Off-Line Programming) rooli robottien ohjelmoinnissa on vankistamassa asemaansa perinteisten online-opetukseen ja koordinaattien antamiseen perustuvien ohjelmointimallien rinnalla. Vaikka etäohjelmointia robottien ohjelmoinnissa on käytetty jo yli 20 vuoden ajan, on se ollut käytössä lähinnä vain autoteollisuudessa. /4/ /11/

Tämän päivän etäohjelmointiohjelmit ovat kehittyneet suuntaan, jossa niistä on pyritty tekemään helppokäyttöisiä ja nopeasti ohjelmitavia. Tämä on mahdollistanut etäohjelmoinnin rantautumisen myös pienempiin konepajoihin ja yrityksiin. /1/ /4/ /11/

### 8.1 Etäohjelmoinnin edut

Riippumatta robottisolun käyttötarkoituksesta, etäohjelmointi parantaa huomattavasti solun tuottavuutta ja vähentää riskejä. Etäohjelmoinnin tuomat edut korostuvat varsinkin robottisoluissa, joissa tuotevaihtoajat ovat tiheitä. /12/

Etäohjelmointia hyödynnettäessä uuden ohjelman teossa niin sanottujen ”protokappaleiden” määrä parhaassa tapauksessa laskee nollaan. Tämä taas johtaa suoraan taloudelliseen säästöön. /11/

Etäohjelmoinnin tuoma ajallinen säästö tuli hyvin esiin tässä työssä. Valitettavasti solua ei ehditty mallintaa ennen ensimmäisen tuotteen ohjelmoinnin alkamista, vaan jouduttiin toteamaan vanhanaikaisella tavalla tuotteen olevan soveltumaton

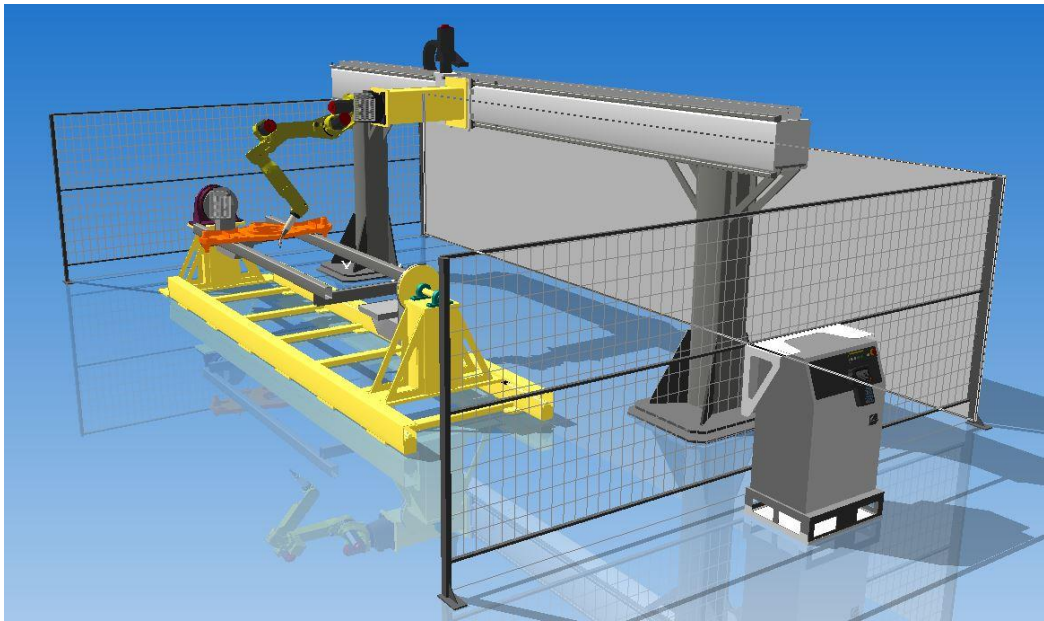
robottihitsaukseen. Ohjelmointi oli jo pitkällä ja siihen oli kulunut paljon aikaa. Kyseisessä solussa ei vielä ollut tuotantoa, mutta ohjelmointiin kulunut aika on silti kallista. Tämä ajanhukka olisi voitu helposti estää tuomalla tuotteen 3D-malli etäohjelmointiohjelmistolla mallinnettuun soluun ja tarkastelemalla liikeratoja ja ulottuvuuksia häiritsemättä solun toimintaa. Kuvitteellisessa toiminnallisessa solussa kalliin ohjelmointiajan lisäksi solun tuotanto olisi koko tämän ajan ollut pysähdyksissä.

## 8.2 Fastsimu

Tässä työssä käytetty etäohjelmointiohjelmisto oli Visual Componentsin luomaan ohjelmistoalustaan pohjautuva Fastemsin Fastsimu. Käytetyn ohjelmiston valinta perustui yksinomaan siihen, että koululla oli voimassaoleva lisenssi kyseiseen ohjelmaan.

Fastsimu on tarkoitettu pääasiassa jäysteenpoiston simulointia varten, eikä näin ollen ollut paras mahdollinen työkalu tähän tarkoitukseen. Tästä huolimatta etäohjelmoinnin käytön edut tulivat hyvin esiin.

Etäohjelmointimahdollisuuksien tutkiminen alkoi tutustumalla Fastsimu-ohjelmistoon valmiin ympäristön avulla. Seuraava askel oli alkaa luoda 3D-mallia yrityksen hitsausrobotisolusta (**Kuvio 2**). Solun turva-aidat tuotiin malliin ohjelmiston omasta mallikirjastosta. Robotin, kääntöpöydän moottorin ja rungon, lineaariradan sekä oheislaitteiden 3D-mallit saatiin laitevalmistajilta. Osa mallin komponenteista, kuten tuotteen kiinnityskehikko, mallinnettiin itse käyttäen NX 8.0 -ohjelmistoa. Komponentit sijoitettiin alustavasti malliin solun layout-piirroksen mukaan, jonka jälkeen paikoituksia korjattiin paikan päällä otettujen mittojen mukaan.

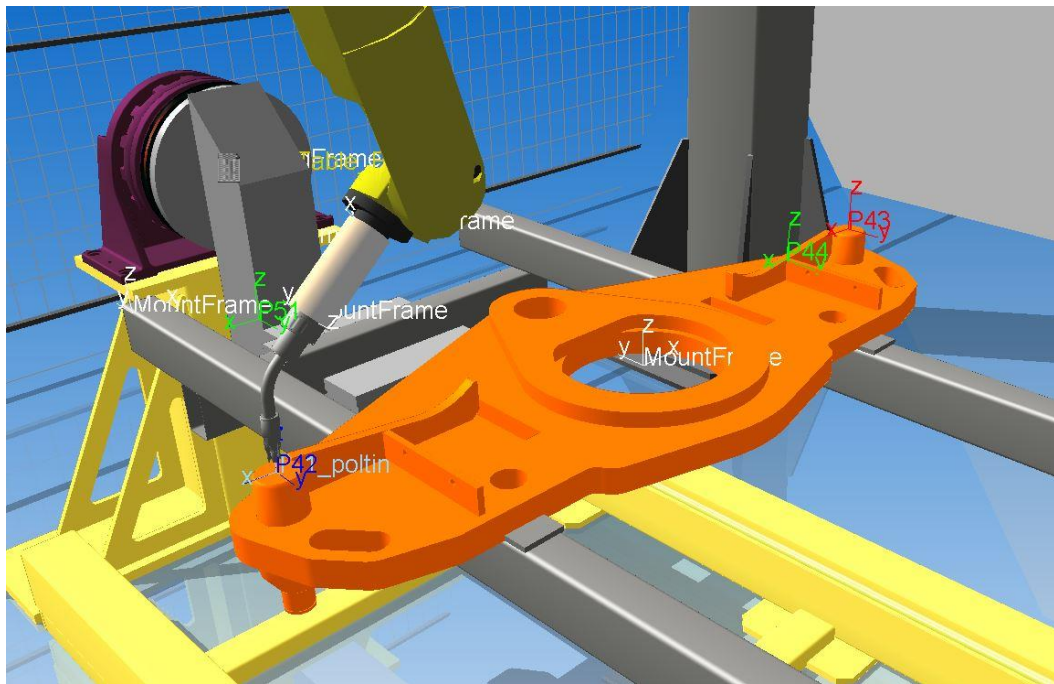


**Kuvio 2.** Robottisolun 3D-malli.

Tänä päivänä lähes kaikista teollisuuden komponenteista löytyy 3D-mallit, joten 3D-mallien luominen työympäristöstä ja robottisolusta on melko helppoa ja nopeaa.

Seuraavaksi määriteltiin robotin nivelten raja-arvot, työkalu ja sen koordinaatisto, robotin lineaarirata ja kääntöpöytä.

Määritysten jälkeen kalibroitiin solun tärkein suhde, eli robotin paikoitus työkappaleeseen nähden. Paikoitus tapahtui helposti muutamalla paikoituspisteellä työkappaleessa (**Kuvio 3**). 3D-malli oli nyt valmis etäohjelmointiin.



**Kuvio 3.** Paikoituspisteet.

Monimutkaistenkin liikeratojen luonti mallissa on nopeaa käyttämällä hyväksi työkappaleen piirteitä. Tässä vaiheessa työn edistymistä ohjelmointi oli jo pitkällä ja oli havaittu kappaleen olevan sopiva hitsattavaksi solussa. Tästä huolimatta etäohjelmointimahdollisuuksien tutkiminen osoitti sen käytön parantavan solun tuottavuutta ja toimintaa.

Markkinoilla on useita etäohjelmointiohjelmistoja, jotka on tarkoitettu tiettyyn tehtävään, kuten hitsaukseen, maalaukseen, kiillotukseen tai jäysteenpoistoon. Onkin tärkeää valita sopiva ohjelmisto tiettyyn takoitukseen jotta saadaan maksimaalinen hyöty.

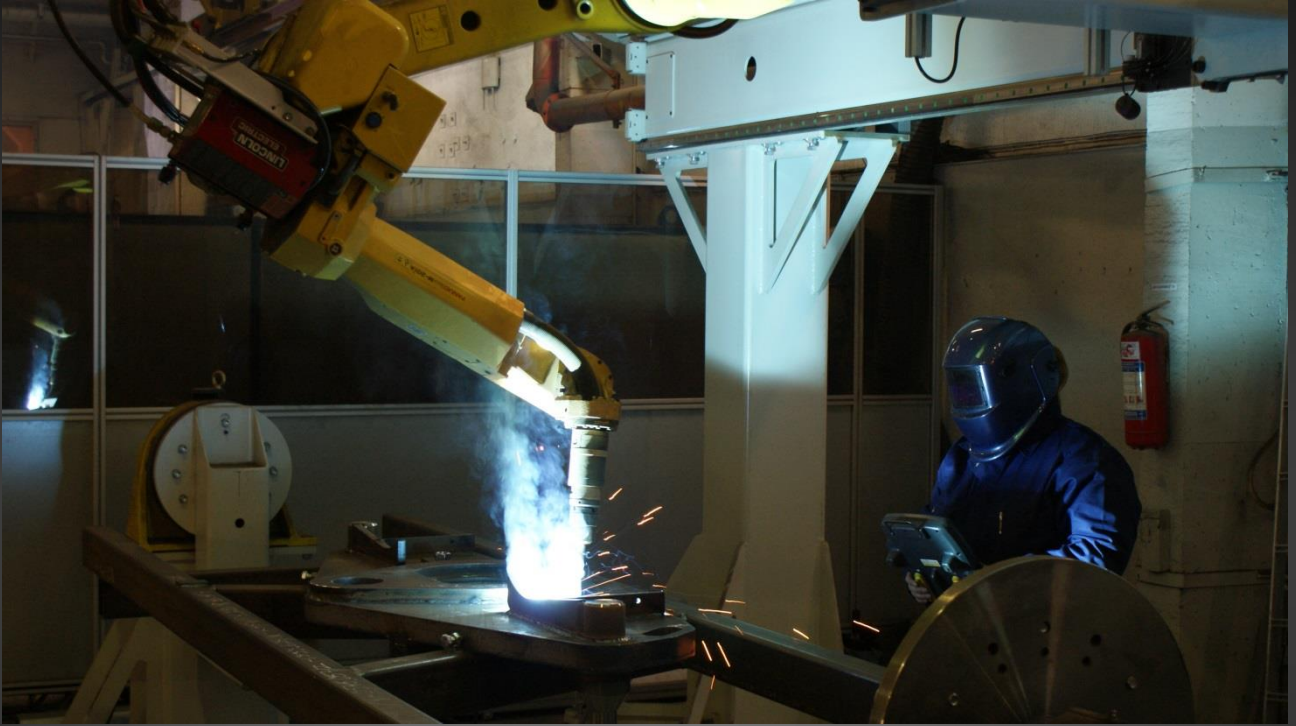
## LÄHTEET

- /1/ Automaatio-ohjelmistot. Fastems verkkosivut. Viitattu 5.5.2013.  
<http://www.fastems.com/fi/tuotteet/automaatio-ohjelmistot/fastimu/>
- /2/ Cimcorp Oy. Wikipedia. Viitattu 28.05.2013.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Cimcorp>
- /3/ Cimcorp Oy yritys. Cimcorp verkkosivut. Viitattu 28.05.2013.  
[http://www.cimcorp.fi/Robotiikkaa\\_logistiikan\\_automatisointiin](http://www.cimcorp.fi/Robotiikkaa_logistiikan_automatisointiin)
- /4/ Delfoi Robotics-ohjelmistot. Delfoi verkkosivut. Viitattu 5.5.2013.  
[http://www.delfoi.com/web/products/delfoirobotics/fi\\_FI/off-line/](http://www.delfoi.com/web/products/delfoirobotics/fi_FI/off-line/)
- /5/ Eurooppa panostaa robotteihin. 3T verkkosivut. Viitattu 28.05.2013.  
[http://www.3t.fi/artikkeli/uutiset/teknologia/eurooppa\\_panostaa\\_robotteihin](http://www.3t.fi/artikkeli/uutiset/teknologia/eurooppa_panostaa_robotteihin)
- /6/ Hitsaus. Wikipedia verkkosivut. Viitattu 29.05.2013.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Hitsaus>
- /7/ IFR press release. IFR verkkosivut. Viitattu 28.05.2013.  
<http://www.ifr.org/news/ifr-press-release/the-continuing-success-story-of-industrial-robots-414/>
- /8/ Industrial robot. Wikipedia. Viitattu 28.05.2013.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_robot](http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_robot)
- /9/ Konserni. Wel-Machi verkkosivut. Viitattu 1.5.2013. <http://www.wel-mach.fi/fi/konserni>
- /10/ MIG/MAG-hitsaus. Wikipedia verkkosivut. Viitattu 29.05.2013.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/MIG/MAG-hitsaus>.
- /11/ Robotiikkaa piensarjoille. Delfoi verkkosivut. Viitattu 5.5.2013.  
[http://www.delfoi.com/web/solutions/robotiikka/fi\\_FI/piensarjoille/](http://www.delfoi.com/web/solutions/robotiikka/fi_FI/piensarjoille/)
- /12/ RobotStudio-ohjelmiston yleiskatsaus. ABB verkkosivut. Viitattu 6.5.2013.  
<http://www.abb.com/product/seitp327/78fb236cae7e605dc1256f1e002a892c.aspx>
- /13/ SFS 3052 Hitsaussanasto. Yleistermit (de en fi sv).
- /14/ Teollisuusrobotti. Wikipedia. Viitattu 28.05.2013.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Teollisuusrobotti>
- /15/ The Robot Gargantua. Cyberneticzoo verkkosivu. Viitattu 28.05.2013.  
<http://cyberneticzoo.com/?p=7929>

/16/ Wel-Mach verkkosivut. Viitattu 1.5.2013. <http://www.wel-mach.fi/fi>

/17/ Welding. Wikipedia verkkosivut. Viitattu 29.05.2013.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Welding>

/18/ World Robotics 2012 Industrial Robots. Worldrobotics verkkosivu.  
Viitattu 28.05.2013.  
[http://www.worldrobotics.org/uploads/media/Executive\\_Summary\\_WR\\_2012.pdf](http://www.worldrobotics.org/uploads/media/Executive_Summary_WR_2012.pdf)



# Hitsausrobottisolu Käyttöohje



Oy Wel-Mach Ab

## Sisällysluettelo

1. YLEISTÄ.....	4
1.1 Laitteisto .....	4
1.2 Layout .....	4
2. TURVALLISUUS .....	5
2.1 Turva-aidat ja -laitteet .....	5
2.2 Häätäpysäytys.....	5
3. OHJAUSJÄRJESTELMÄ .....	6
3.1 Käsiohjain.....	6
3.1.1 Näppäimistö .....	7
3.1.2 Käsiohjaimen tilailmaisimet.....	8
3.2 Ohjauspaneeli .....	9
4. ROBOTISOLUN KÄYTTÖ.....	10
4.1 Järjestelmän käynnistys ja sammutus .....	10
4.2 Ohjelman valinta .....	10
4.3 Tuotannon käynnistys ja pysäytys.....	10
4.3.1 Käynnistys.....	10
4.3.2 Pysäytys .....	11
4.4 Merkkivalomajakka ja virheiden kuittaus .....	11
4.4.1 Valoverhon kuittaus .....	11
5. OHJELMOINTI .....	12
5.1 Koordinaatistot .....	12
5.1.1 WORLD-koordinaatisto .....	12
5.1.2 JOINT-koordinaatisto .....	13
5.1.3 USER- ja JOG FRAME(JGFRM)-koordinaatistot.....	13
5.2 Robotin liikuttelu käsiajolla .....	14
5.3 Paikoituspisteen lisäys ja muokaaminen .....	15
5.3.1 Paikoituspisteen uudelleenopetus .....	15
5.3.2 CNT ja FINE .....	15
5.4 Kopiointi.....	15
5.5 Esimerkkiohjelman luominen.....	15
5.6 Railon seuranta ja vaaputus .....	17
5.7 Reunahaku .....	17

## LIITE 1

5.8 Testiajo .....	18
6. HUOLTO .....	18
6.1 Yleinen .....	18
6.2 Robotti .....	18
6.3 Puhdistusasema.....	19
6.4 Turvatoiminnot .....	19
LIITTEET .....	20

## LIITE 1

### Liiteluettelo

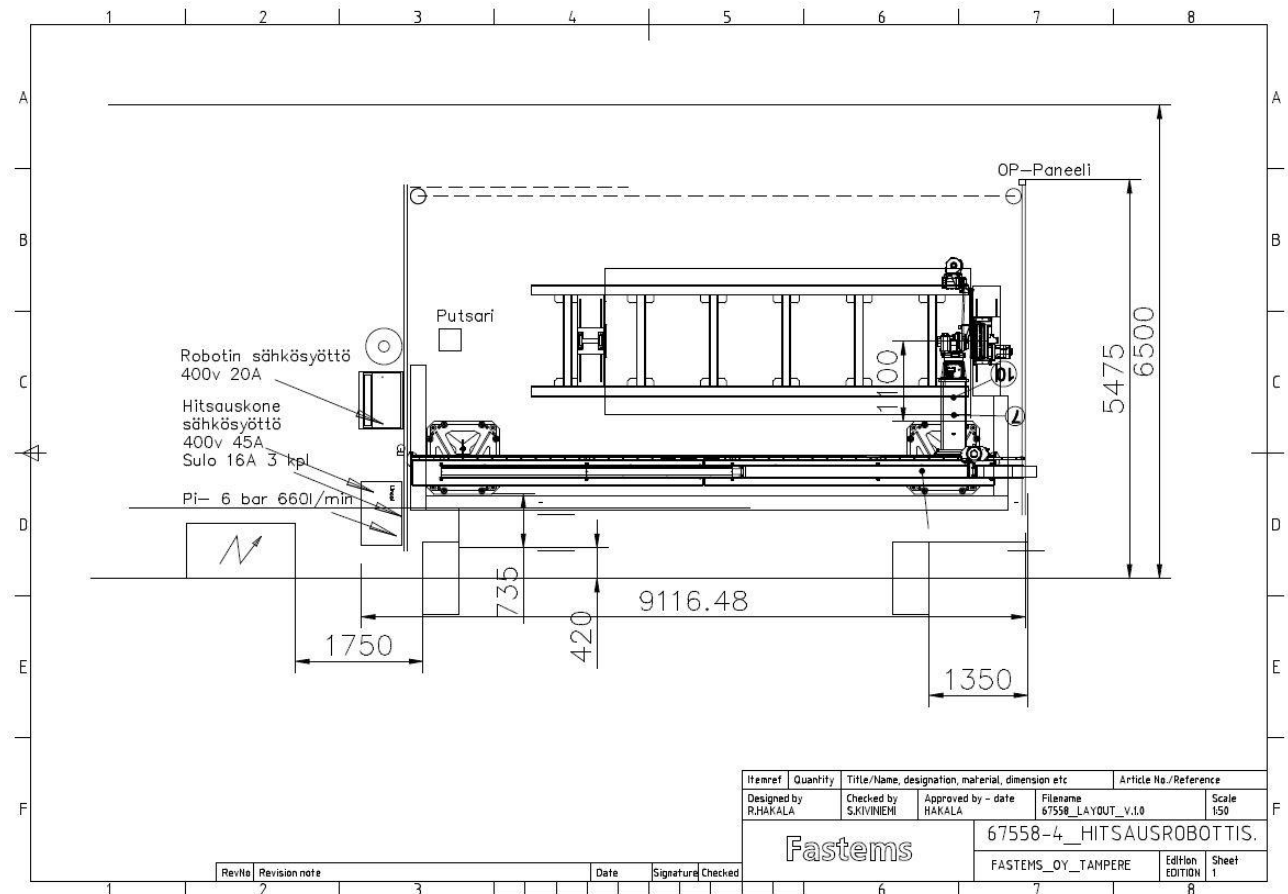
- LIITE 1. Vaaputusarvotaulukot
- LIITE 2. Hitsausarvotaulukot
- LIITE 3. Akseleiden raja-arvot
- LIITE 4. Työkalupisteen koordinaatit (Tool frame)

## 1. Yleistä

### 1.1 Laitteisto

- Fancu M-20iA – Robotti
- Fancu System R-30iA – Ohjauksykkö
- Power Wave 455M – Virtälähde
- Cool-Arc 40 – Vesijähdytysykkö
- 4R100 Autodrive – Langansyöttölaite
- Sick C4000 – Valoverho
- Abicor Binzel – Polttimen puhdistusasema
- Fancu 1-akselinen kääntöpöytä
- Robotin lineaarirata
- Regula Systems EWR PRO - Kaasuvahti

### 1.2 Layout



## 2. Turvallisuus



Lue turvallisuusohjeet huolellisesti ennen robotin käyttöä.



Tuotannon ollessa käynnissä robotin alueelle meno on **ehdottomasti kielletty!** Robottia ohjelmoitaessa sekä testiajoja suorittaessa vain etäohjaimen haltijalla on oikeus olla robotin alueella. Poikkeustapauksissa etäohjainta käyttävän on oltava tietoinen kaikista robotin alueella liikkuvista.

### 2.1 Turva-aidat ja -laitteet

Tämä robottisolu on rajattu turva-aidoin sekä valoverholla. **Tuotannon ollessa käynnissä, tulee valoverhon olla aina aktiivinen.**

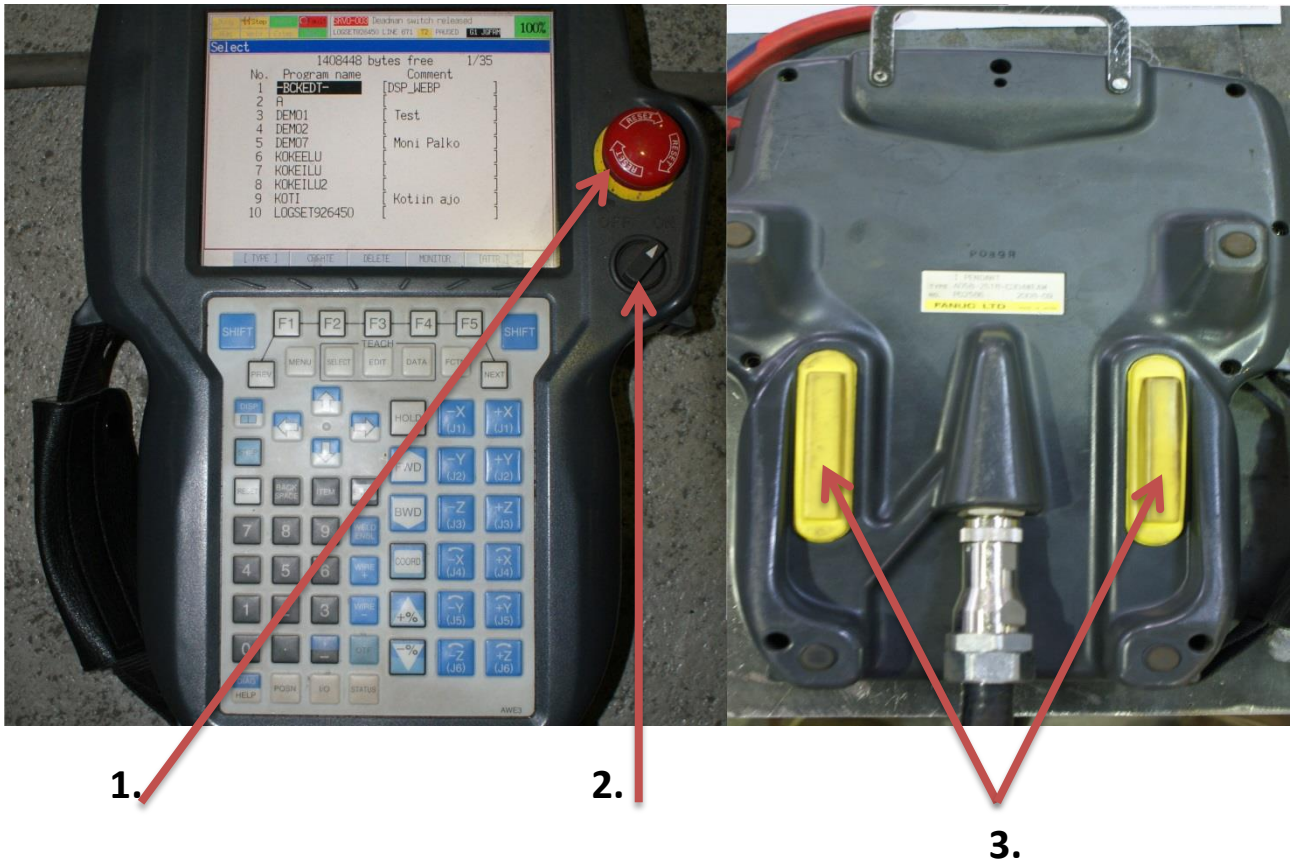
### 2.2 Hätäpysäytys

Robottisolun hätäseis-painikkeet sijaitsevat **ohjauspaneelissa, valoverhon hallintapaneelissa** sekä **käsiohjaimessa.**

### 3. Ohjausjärjestelmä

Tässä luvussa on esitelty **ohjauspaneelin** ja **käsiohjaimen** tärkeimpiä toimintoja, sekä muutamia **näppäimistön** hyödyllisiä toimintoja. Luvussa on myös kerrottu miten käsiohjaimen **tilailmaisinta** tulkitaan.

#### 3.1 Käsiohjain



#### 1. Häätäseis-painike

- Pysäyttää välittömästi kaikki järjestelmän toiminnot.

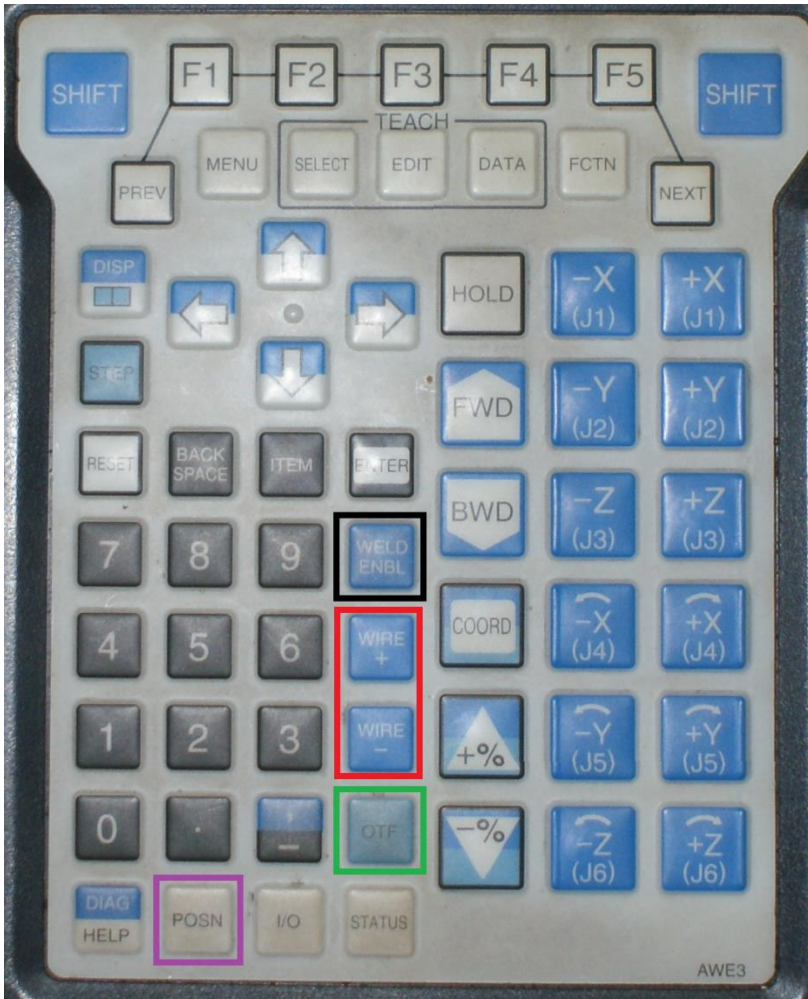
#### 2. Käsiohjaimen aktivointikytkin

- Ei vaikuta hätäseis-painikkeen toimintaan.

#### 3. Pitokytkimet

- Käsiohjainta käytettäessä toisen pitokytkimen tulee olla painettuna. Kytkimen vapautus sekä liian kova painallus pysäyttävät robotin.

### 3.1.1 Näppäimistö



**SHIFT + WELD ENBL**

Mahdollistaa tai estää hitsauksen.



**WIRE±**

Manuaalinen hitsauslangan pituuden säätö.



**OTF**

Hitsausparametrien säätö ohjelman ollessa käynnissä.



**POSN**

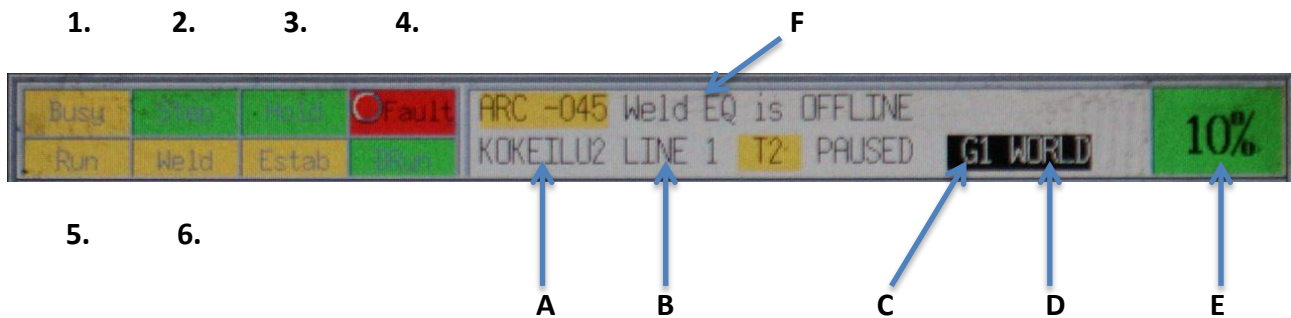
Robotin nivelten asennot sekä koordinaatit.

Näppäimistön yläreunan **F**-näppäimet vastaavat näytön alareunan osoittamia toimintoja. **NEXT**-näppäimellä voit selata näytön alareunan toimintoja.

Lisää näppäimistön ominaisuuksista ohjeen niitä koskevissa osissa.

## LIITE 1

### 3.1.2 Käsihjaimen tilailmaisimet



1. **BUSY-valo** on vihreä robotin suorittaessa ohjelmaa tai kun kirjoitin tai kiintolevy ovat käytössä.
2. **STEP-valo** on keltainen, kun robotti on askellustilassa. (**SHIFT+STEP**)
3. **HOLD-valo** on punainen, kun **HOLD**-nappia painetaan. Robotti pysähtyy.
4. **FAULT-valo** on punainen, kun on tapahtunut hälytys.
5. **RUN-valo** on vihreä, kun ohjelmaa suoritetaan.
6. **WELD-valo** vihreä, kun hitsaus on mahdollistettu. (**SHIFT+WELD ENBL**)

- A Valittu ohjelma.
- B Valitun ohjelman aktiivinen rivi.
- C Valittu liikeryhmä(G1=robotti, G2=kääntöpöytä).
- D Valittu koordinaatisto.
- E Valittu liikenopeus.
- F Tietoja järjestelmän tilasta, esim. hälytykset.

### 3.2 Ohjauspaneeli



Ohjauspaneelistä löytyy seuraavien lisäksi myös **USB-portti**, sekä **RS232-sarjaportti**. **Päävirtakytkin** sijaitsee paneelin alaosassa.

**FAULT RESET** -painikkeesta kuitataan järjestelmän virheet.

**CYCLE START** -painikkeessa on kaksi toimintoa sekä merkkivalo. Merkkivalo palaa aina ohjelman ollessa käynnissä.

1. Painettaessa **Cycle start** -painiketta, kun toimintatilakytkin on **AUTO**-asennossa, käsiohjain pois päältä ja robotti joutilaana, aloittaa (tai jatkaa) robotti valittua ohjelmaa.
2. Ohjelman ollessa käynnissä, **Cycle start** -painike pysäyttää ohjelman.

**HÄTÄPYSÄYTYS** -painike pysäyttää kaikki toiminnot välittömästi.

**TOIMINTATILAKYTKIMESSÄ** on kolme tilaa: **AUTO**, **T1** ja **T2**.

**AUTO** on tarkoitettu normaaliin tuotantoon ilman nopeusrajoituksia.

**T1**, on tarkoitettu ohjelmointiin ja liikeratojen testaukseen. Nopeus rajoitettu alle 250mm/s. **Ei sovellu hitsauksen testaukseen rajoitettujen nopeuksien takia.**

**T2**, on tarkoitettu ohjelman lopputestaukseen. **Käytä tätä testatessa hitsausta, ohjelmaa suoritettaessa ei nopeusrajoitteita, käsiajo rajoitettu alle 250mm/s.**



T2-tilan liikkeet saattavat olla erittäin nopeita, tässä tilassa poistu robotilta riittävän turvalliselle etäisyydelle!



## 4. Robottisolun käyttö

Tässä luvussa keskitytään robottisolun jokapäiväiseen käyttöön. Luku koostuu perusasioista, kuten **järjestelmän** ja **tuotannon käynnistys** ja **sammutus, ohjelman valinta**, sekä **virhetilanteet** ja niistä selviytyminen.

### 4.1 Järjestelmän käynnistys ja sammutus

Järjestelmä käynnistetään kytkemällä ohjauspaneelista **päävirtakytkin** päälle, avaamalla **kaasupullo**, sekä käynnistämällä **virtalähde** ja **jäähdytysyksikkö**. Solun käynnistyminen kestää hetken.

Järjestelmä sammutetaan pysäyttämällä ensin ohjelma painamalla ohjauspaneelin **Cycle start**-painiketta tai käsiohjaimen **HOLD**-painiketta. Kaikkien liikkeiden pysähtyttyä kytketään ohjauspaneelista **päävirtakytkin** pois päältä, suljetaan **kaasupullo** sekä sammutetaan **virtalähde** ja **jäähdytysyksikkö**.

### 4.2 Ohjelman valinta

Käsiohjaimen **select**-painike avaa ohjelmavalikon. Selaa ohjelmia nuolinäppäimillä ja hyväksy ohjelman valinta painamalla **enter**-painiketta.

### 4.3 Tuotannon käynnistys ja pysäytys

#### 4.3.1 Käynnistys

Käy tarkistuslista aina läpi ennen tuotannon käynnistämistä :

- työkappaleen kunnollinen kiinnitys
- työkappaleen oikea paikoitus
- hitsauslangan määrä ja kaasupullon paine
- solussa ei ole ylimääräistä tavaraa tai henkilöitä
- valoverho on aktiivinen
- robotti ei ole häiriötilassa
- käsiohjaimen aktivointikytkin on **OFF**-tilassa
- ohjauspaneelin avainkytkin on **AUTO**-asennossa
- kaikki ohjelmat on keskeytetty, oikea ohjelma on valittu ja kursori on ohjelman ensimmäisellä rivillä
- robotti on **kotiasemassa**

**HUOM!** Jos robotti ei ole kotiasemassa ohjelmaa käynnistettäessä, pidä huoli että robotin ja kotiaseman välissä ei ole esteitä. Robotti liikkuu kotiasemaan ja aloittaa ohjelman sieltä!

Kun tarkistuslistan kaikki kohdat ovat kunnossa, paina ohjauspaneelin **Cycle start** -painiketta ja robotti aloittaa tuotannon.

## LIITE 1

### 4.3.2 Pysäytys

Käynnissä oleva tuotanto voidaan pysäyttää joko painamalla ohjauspaneelin **Cycle start** -painiketta, tai painamalla käsiohjaimen **HOLD**-painiketta. Pysäytetty ohjelma jatkuu painamalla uudelleen **Cycle start** -painiketta.

### 4.4 Merkkivalomajakka ja virheiden kuittaus

Robottisolun oikeassa etuyläkulmassa on merkkivalomajakka, joka värikoodein ilmoittaa solun tilasta.

**Vihreä valo** = Solu on toiminnassa.

**Sininen valo** = Virhe.

Virheet luetaan käsiohjaimen tilailmaisinriviltä **F**. Häiriöt voi kuitata käsiohjaimen **Reset**-painikkeella tai ohjauspaneelin **Fault reset** -painikkeella.

#### 4.4.1 Valoverhon kuittaus

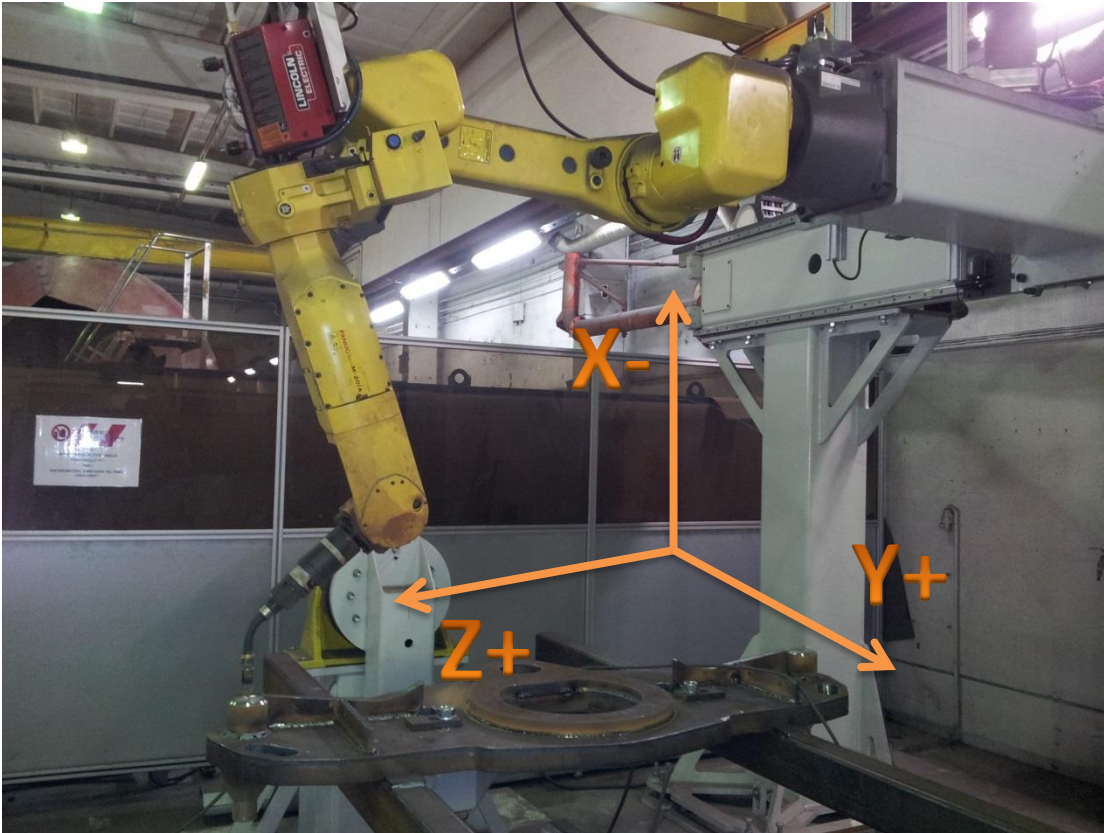
**Valoverhon hälytykset** tulee aina kuitata solun vasemmassa etukulmassa sijaitsevasta valoverhon hallintapaneelistä.

## 5. Ohjelmointi

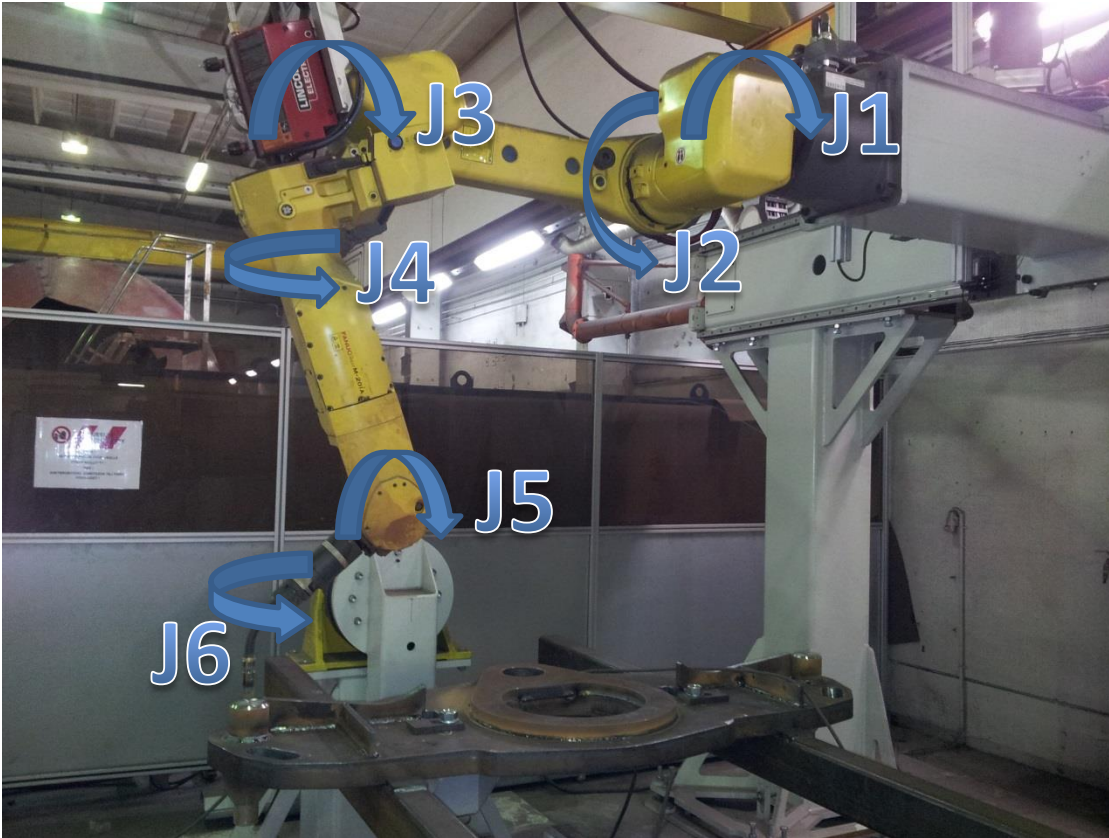
Tästä luvusta löydät havainnollistavat **kuvat** robottisolun **koordinaatistoista**, sekä paljon **perustietoa** robotin **ohjelmoinnista**. Luvussa kerrotaan miten robottia **liikutellaan käsiajolla**, sekä miten **testaat** robotin **ohjelmia**. Luku sisältää myös **yksityiskohtaisen esimerkkiohjelman**.

### 5.1 Koordinaatistot

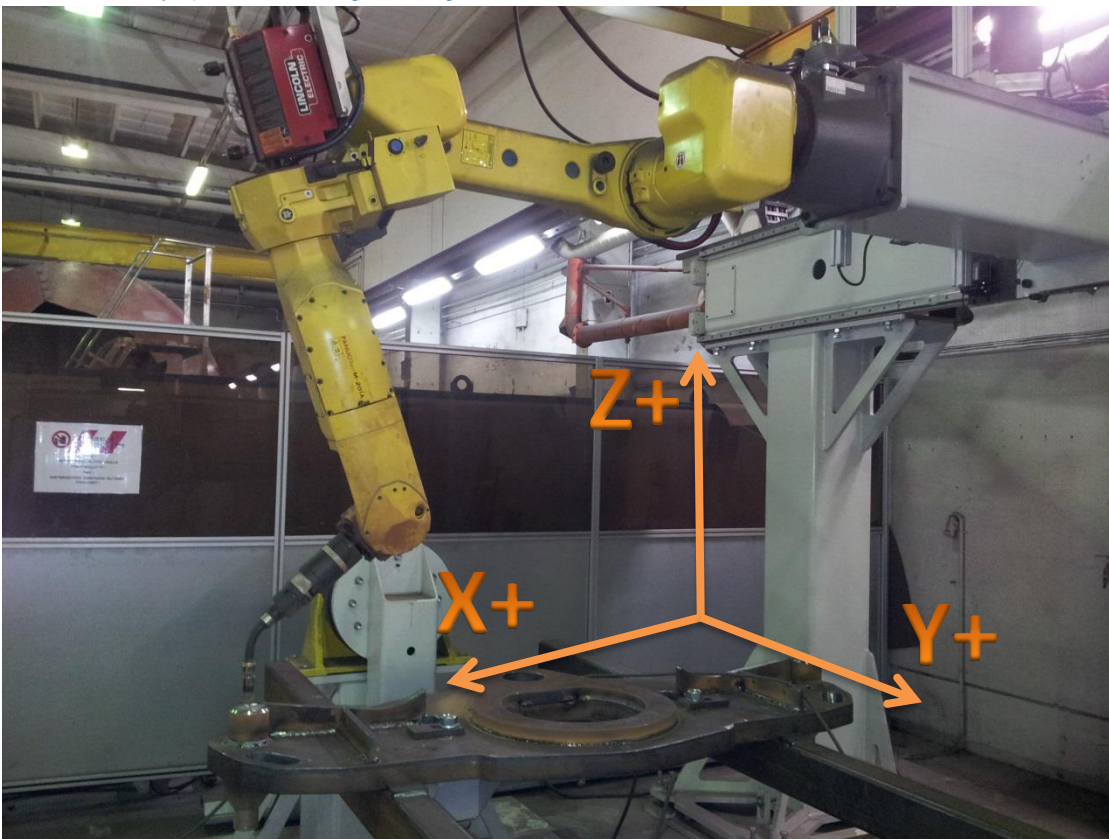
#### 5.1.1 WORLD-koordinaatisto



### 5.1.2 JOINT-koordinaatisto



### 5.1.3 USER- ja JOG FRAME(JGFRM)-koordinaatistot

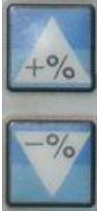


## LIITE 1

### 5.2 Robotin liikuttelu käsiajolla

Jos haluat liikutella robottia käsiajolla, pysäytä ensin mahdollisesti käynnissä oleva ohjelma ohjauspaneelin **Cycle start** -painikkeella tai käsiohjaimen **HOLD**-painikkeella. Käännä käsiohjaimen **aktivointikytkin ON**-asentoon ja valitse ohjauspaneelin **avainkytkimellä** manuaalitila **T1** tai **T2**.

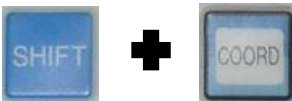
Valitse käytettävä liikenopeus **+%** ja **-%** -painikkeilla.



Valitse käytettävä koordinaatisto **COORD**-painikkeella.



Tarkista että liikeryhmä on oikea (G1=robotti, G2=kääntöpöytä). Liikeryhmää voi vaihtaa aukaisemalla valikon yhdistelmällä **SHIFT + COORD**.



Pidä toinen käsiohjaimen takana oleista **pitokytkimistä** painettuna ja kuittaa virheet painamalla **RESET**.



Robottia liikuteltaessa toisen **pitokytkimistä** ja **SHIFT**-painikkeista tulee olla painettuna. Itse liikuttelu tapahtuu valitusta koordinaatistosta riippuen seuraavilla näppäimillä.

**JOINT**-koordinaatisto



**USER**-, **JGFRM**- ja **WORLD**-koordinaatistot



## LIITE 1

**JOINT**-koordinaatistossa liikkeet ovat robotin *nivelten kiertoliikkeitä*.

**USER**-, **JGFRM**- ja **WORLD**-koordinaatistoissa liikkeet ovat koordinaatiston akselien suuntaisia. Näitä koordinaatistoja käytettäessä alimmat kolme riviä liikenäppäimiä kääntävät poltinta valitun koordinaatiston suhteen.

### 5.3 Paikoituspisteen lisäys ja muokaaminen

Paikoituspiste lisätään ohjelmaan liikuttamalla robotti haluttuun paikkaan ja asentoon. Painetaan **F1**-painiketta (point) ja valitaan liikkeen tyyppi, hyväksytään **enter**-painikkeella. Paikoituspisteen tietoja voi muokata siirtymällä nuolinäppäimillä muokattavan muuttujan kohdalle ja painamalla **F4**-näppäintä (choise). Kokonaisen ohjelmarivin voi poistaa liikuttamalla kursori poistettavan rivinumeron päälle ja painamalla **next** -> **F5**[EDCM] -> **delete**.

#### 5.3.1 Paikoituspisteen uudelleenopetus

Olemassa olevan paikoituspisteen paikkaa voi muuttaa siirtymällä nuolinäppäimillä muokattavan rivin kohdalle ja painamalla **SHIFT + F5** (touch up). Paikoituspisteen koordinaatit muuttuvat, ja rivin alkuun tulee @-merkki. Tämä merkki kertoo robotin olevan kyseisessä pisteessä.

#### 5.3.2 CNT ja FINE

Paikoitustarkkuus määräytyy rivin lopussa olevalla parametrilla, **CNT** tai **FINE**. Parametrin tyyppiä voi muuttaa siirtymällä nuolinäppäimillä sen päälle ja painamalla **F4**-näppäintä (choise). Suurella **CNT**-arvolla robotti oikaisee seuraavaan paikoituspisteeseen siirtyessään. **FINE** on robotin tarkkaa liikettä varten.

### 5.4 Kopiointi

*Kopioidessa rivejä olemassa olevasta ohjelmasta uuteen ohjelmaan tulee samojen grouppien olla käytössä tai muuten uusi ohjelma ei toimi.*

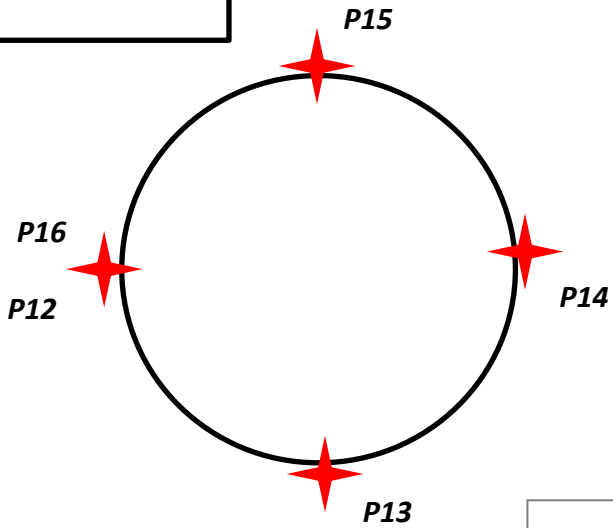
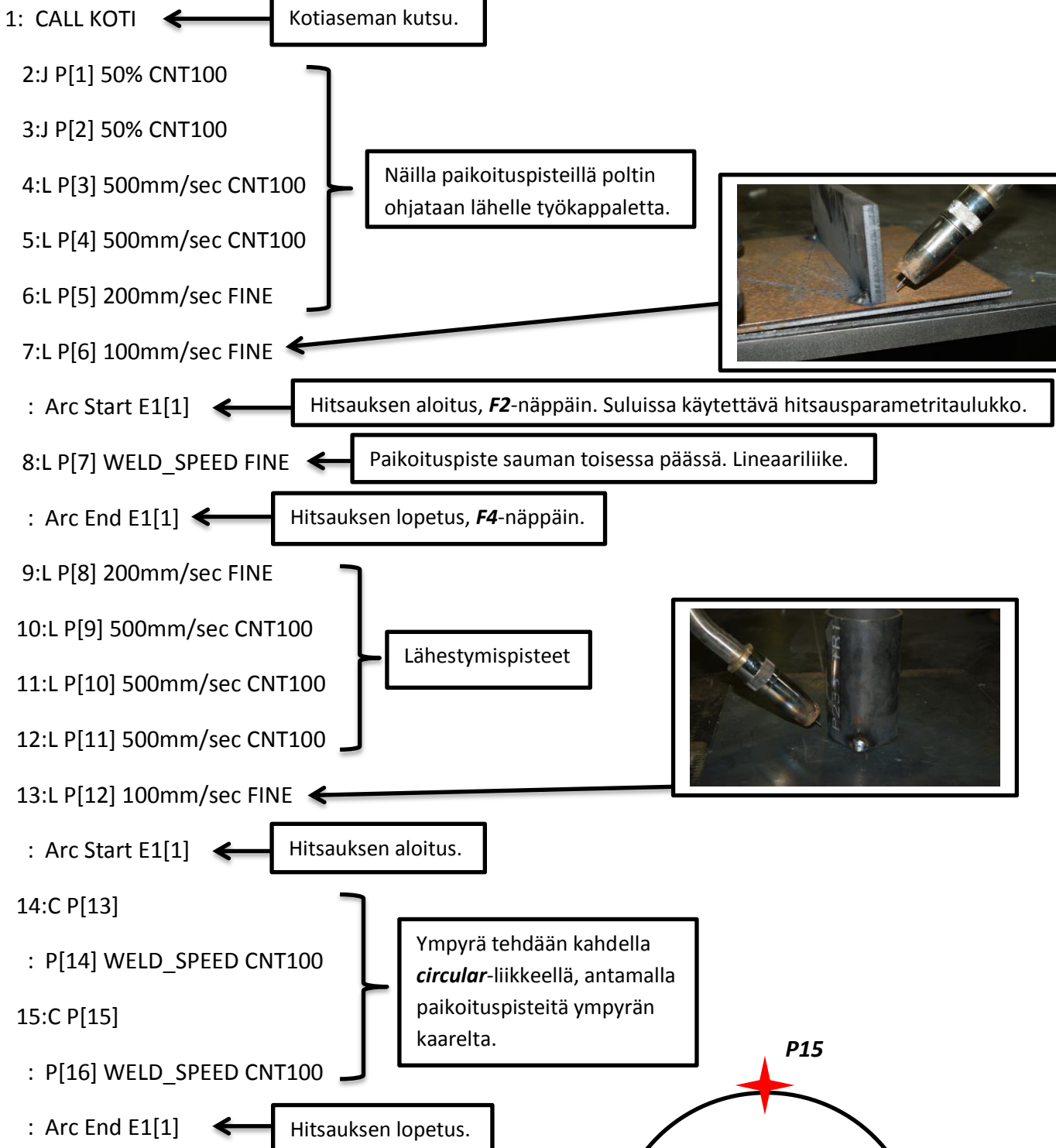
### 5.5 Esimerkkiohjelman luominen

Uuden ohjelman luominen aloitetaan ohjelmavalikosta, avaa valikko painamalla **select**-näppäintä. Luo uusi ohjelma painamalla **F2**-näppäintä (create), anna ohjelmalle nimi ja hyväksy painamalla **enter**.

Näytölle avautuu uusi, tyhjä ohjelma. Tarkista ensin, että oikea **group (G1=robotti)** ja **koordinaatisto** on valittu. Lisää aina ohjelman alkuun kotipiste kutsumalla aliohjelmaa **KOTI**. Kutsun teet painamalla **NEXT** -> **F1**[INST] -> **call** -> **call program** -> **KOTI**.

Seuraavalta sivulta löytyy esimerkkiohjelma, jossa hitsataan yksi suora ja yksi ympyrä.

# LIITE 1

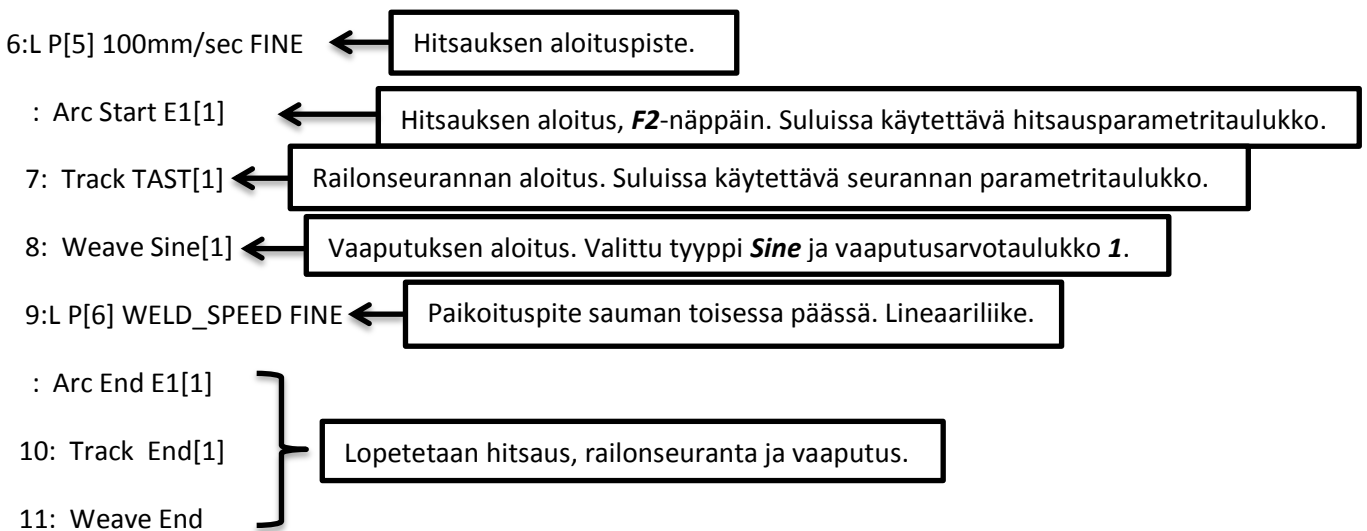


## 5.6 Railon seuranta ja vaaputus

Alla on pätkä ohjelmasta, johon on lisätty railon seuranta ja vaaputus. Pääsääntöisesti aina railon seuranta käytettäessä tulee myös käyttää vaaputusta.

Railon seurannan ja vaaputuksen lisäys ohjelmaan tapahtuu painamalla **F1[INST]** -> **instruction 2-välilehti** -> ja valitsemalla railon seuranta **track/offset** -> **track** tai vaaputus **weave** -> ja tyyppi esim. **sine**.

Vaaputuksen ja railon seurannan lopetuskäskyt, **Weave end** ja **Track end**, löytyvät samasta valikosta.



## 5.7 Reunahaku

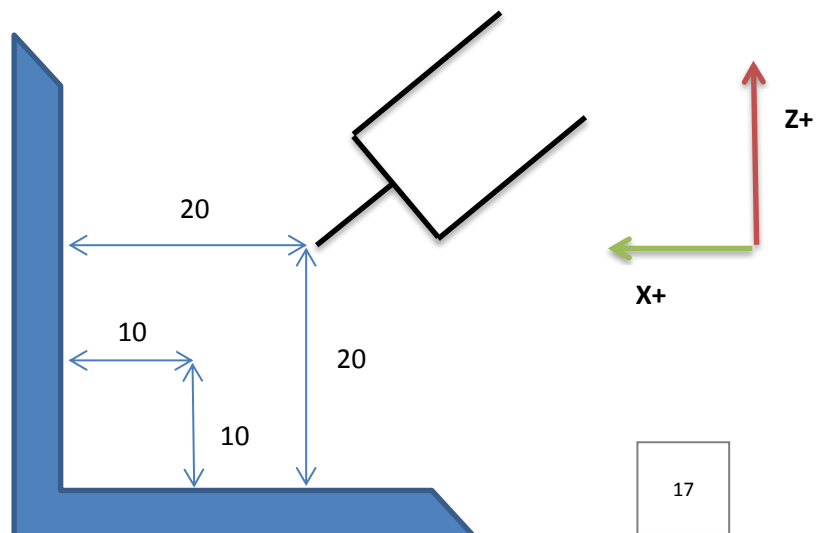
Reunahaualla robotti hakee osoitetuista suunnista kappaleen ja keskittää polttimen halutulle etäisyydelle hitsattavasta reunasta.

Reunahaun lisäys ohjelmaan tapahtuu seuraavasti:

**NEXT** -> **F1[INST]** -> **CALL** -> **call program** -> **F2(macro)** -> valitse macro **REUNA\_XYZ**. Ohjelmaan ilmestyy haun kutsu, jonka perään annetaan haulle **suunta(X=1, Y=2, Z=3)**, **haun matka**, sekä **paluumatka**. Kursori rivin lopussa, paina **F4[CHOISE]**, valitse **constant**, anna haluamasi arvo ja hyväksy painamalla **enter**. Lisää samalla tavalla kaikki arvot. Lisää **toinen suunta**.

Esimerkkirivit.

```
15: CALL REUNA_XYZ(1,20,(-10))
16: CALL REUNA_XYZ(3,(-20),10)
```



## LIITE 1

### 5.8 Testiajo

Kun testaat uuden ohjelman liikeratoja ensimmäistä kertaa käytä **T1**-tilaa ja **askellustoimintoa**(STEP). Varmista myös, että **WELD**-merkkivalo on keltainen, eli hitsaus on estetty.

Valitse testattava ohjelma, siirrä kursori ensimmäiselle riville ja säädä **liikenopeus** tilanteeseen sopivaksi. Käy ohjelman liikkeitä läpi rivi kerrallaan pitämällä **pitokytkin** ja **SHIFT**-näppäin



painettuna, sekä painamalla **FWD**-näppäintä.

Onnistuneen koeajon jälkeen voit ottaa **askellustilan pois käytöstä** ja **nostaa liikenopeutta**. Aja ohjelma nyt läpi uudestaan painamalla **SHIFT + FWD**. Ollessasi tyytyväinen robotin liikeratoihin, **mahdollista hitsaus**, jolloin **WELD**-merkkivalo muuttuu vihreäksi. Testaa ohjelma **T2**-tilassa, **täydellä nopeudella**.

## 6. Huolto

Robottisolun huolto on erittäin tärkeää, eikä sitä tule unohtaa. Säännöllinen huolto varmistaa solun moitteettoman toiminnan ja laadukkaan tuotannon, sekä pidentää laitteiden käyttöikää.

### **HUOM!**

**Tähän ohjeeseen on koottu käyttäjän suorittamat huoltotoimenpiteet. Erikseen tilattavia huoltoteknikoiden suorittamia töitä varten kts. alkuperäinen huolto-ohje (RPC-70G Maintenance). Huoltovälit 1kk, 6kk ja 1v.**

### 6.1 Yleinen

Pidä robottisolu siistinä siivoamalla se metallipölystä ja muusta liasta **viikoittain** tai tarvittaessa useammin. **Kiinnitä erityistä huomiota lineaarikiskojen sekä robotin puhtauteen.**

Robottisolu ei ole tavarain varastointipaikka, pidä se siis siistinä kaikesta ylimääräisestä tavarasta, erityisesti herkästi syttyvästä. Hitsauksesta lentää kipinöitä jotka saattavat sytyttää tulipalon.

### 6.2 Robotti

Tarkista **päivittäin** silmämääräisesti robotin käsivarren letkut. **Rikkoutuneet letkut tulee vaihtaa ennen tuotannon jatkamista!**

## LIITE 1

### 6.3 Puhdistusasema

Seuraa voiteluöljyn määrää, sekä tyhjennä likaisen öljyn tankki tarvittaessa. Nestepinnat on hyvä tarkistaa esimerkiksi aina viikottaisen siivouksen yhteydessä.

Jos kolvi tukkeutuu puhdistusasemakäynneistä huolimatta, tarkista puhdistusaseman sorvin terä sekä langanleikkuuterä. Vaihda terät tarvittaessa.

### 6.4 Turvatoiminnot

Testaa turvatoiminnot aika-ajoin tuotannon sen salliessa. Pyri testaamaan viikoittain.

Hätäpysäytyspainikkeiden toiminta:

1. Paina testattavaa hätäpysäytyspainiketta ja vapauta se.
2. Tarkista, että oikea hälytys tulee käsiohjaimessa näkyviin.
3. Kuittaa virhe ohjauspaneelin **Fault reset** -painikkeella.

Valoverhon toiminta:

1. Verhon ollessa aktiivinen katkaise signaali.
2. Tarkista, että oikea hälytys tulee käsiohjaimessa näkyviin.
3. Kuittaa virhe valoverhon hallintapaneelistä **Reset**-painikkeella.

LIITE 1

**LIITTEET**

## LIITE 1

## LIITE 3

Robotin akseleiden raja-arvot:

1.  $\pm 170$

2.  $+ 135 / - 100$

3.  $+ 273 / - 185$

4.  $\pm 200$

5.  $\pm 140$

6.  $\pm 270$

7.  $+ 300 / - 6800,50$  (robotin lineaarirata)

8.  $\pm 370$  (kääntöpöytä)

Muutetut arvot:

4.  $\pm 230$

5.  $\pm 160$

6.  $\pm 290$

LIITE 1

LIITE 4

Tool frame

X: -105,305 Y: -0,848 Z: +373,051

W: 180 P: -45 R: 0

## LIITE 2

### KYSELYLOMAKE

Vastaamalla kyselyyn autat kehittämään hitsausrobotisolun käyttöohjetta ja parantamaan solun jokapäiväistä toimintaa, KIITOS!

### Hitsausrobotisolun käyttöohje - versio1

Oliko ohje mielestäsi helppolukuinen? Jos ei, miksi?

---

---

---

---

Auttoiko ohjeen lukeminen sinua ymmärtämään paremmin miten robotisolu toimii?

---

---

---

Jäitkö kaipaamaan lisätietoa jostain tietystä aiheesta, mistä?

---

---

---

---

Auttavatko kuvalliset ohjeet ymmärtämään asiaa paremmin? Mistä aiheesta toivoisit lisää kuvia?

---

---

---

Vapaa sana.

---

---

---

---

---

---

---

---