

# Fanuc -robottiharjoitusympäristön luominen

Lasse Viheri

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2013

Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Viheri, Lasse	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 15.05.2013
	Sivumäärä 65	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkajulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi Fanuc -robotti harjoitusympäristön luominen		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ström, Markku		
Toimeksiantaja(t) Olvi Oyj		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoite oli luoda Fanuc –teollisuusrobotti harjoitusympäristö Olvi Oyj:lle. Robotisolua on mahdollista käyttää kouluttamisen lisäksi vikatilanteiden ratkaisussa apuvälineenä. Robotisolun oli tarkoitus toteuttaa niin, että sitä on mahdollista laajentaa tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyön keskeisimmät osa-alueet ovat roboteista kertova teoriaosuus, robotisolun toteutus sekä harjoitustehtävät. Teoriaosuus käsittelee teollisuusrobottien rakenteita ja tehtäviä. Robotisolun toteutuksessa kerrotaan käytetyistä komponenteista sekä turva-alueesta. Harjoitustehtävät opettavat asteittain Fanuc –robotin käyttöä ja ohjelmointia.</p> <p>Harjoitusympäristö mahdollistaa riskittömän opettelumahdollisuuden ja valmiudet syventyä Fanuc –robotin ohjelmointiin. Tulevaisuudessa robotisolua on tarkoitus laajentaa isommaksi opetuskokonaisuudeksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Automaatio, robotiikka, robotti, Fanuc, teollisuusrobotti,		
Muut tiedot		



Author(s) Viheri, Lasse	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 15.05.2013
	Pages 65	Language Finnish
		Permission for web publication ( x )
Title Fanuc –robot teaching environment		
Degree Programme Degree Programme in Automation Technology		
Tutor(s) Ström, Markku		
Assigned by Olvi Oyj		
Abstract <p>Aim of the project was to create a Fanuc industrial robot training environment for brewery Olvi. It is possible to use the environment for teaching and use it as an fault solving tool. Implementation is made in that way that in can be expand in the future.</p> <p>Main points in thesis are theoretical part of robots, how was robot cell made in this work and teaching assignments. The theoretical part deals with different kind of industrial robots. In robot cell part is told what components were used in thesis and facts about safety area. Exercises teach basics how to operate and program robot.</p> <p>In the future it is possible that robot cell is going to extend in to a larger training unit.</p>		
Keywords Automation, robotics, robots, industrial robots, Fanuc,		

## SISÄLTÖ

1	TAVOITE .....	4
2	OLVI KONSERNI.....	5
	2.1 Olvi Oyj Iisalmen panimo .....	5
	2.2 Baltian panimot sekä Valkovenäjä .....	6
3	TEORIAA ROBOTIIKASTA.....	8
	3.1 Historia.....	8
	3.2 Rakenteet .....	9
	3.2.1 Jaottelu .....	9
	3.2.2 Lineaarisesti liikkuvat robotit.....	9
	3.2.3 Nivelrobotit .....	10
	3.3 Tehtävät .....	12
	3.4 Ohjelmointi.....	14
	3.4.1 Tärkeimmät tehtävät.....	14
	3.4.2 Johdattamalla ohjelmointi .....	15
	3.4.3 Opettamalla ohjelmointi.....	15
	3.4.4 Off-line eli etäohjelmointi.....	16
	3.4.5 Konenäön avulla ohjelmointi.....	16
	3.4.6 Ohjelmointi tekstiohjelmilla.....	16
4	FANUC –ROBOTIT OLVI OYJ:N IISALMEN TEHTAASSA ..	18
	4.1 Fanucit tölkkilinjalla.....	18
	4.2 Fanucit kennonpesulinjalla .....	19
	4.3 Varalla olevat Fanucit .....	19
5	HARJOITUSROBOTTI.....	20
	5.1 Robotin tyyppi .....	20
	5.2 Mekaaniset asennukset.....	21
	5.3 Käytetyt komponentit ja väylät .....	22
	5.3.1 Robotin ja logiikan kättely .....	22
	5.3.2 Operointipaneeli.....	22
	5.3.3 As-i väylä .....	23
	5.4 Turvallisuus.....	25
	5.4.1 Robotin ohjelmalliset liike- ja nopeusrajoitus .....	25
	5.4.2 Robotin mekaaniset rajat .....	27
	5.4.3 Robottialueen henkilösuojaus valoverhoilla .....	28

	2
5.4.4 Turvareleet .....	30
6 POHDINTA.....	32
LÄHTEET .....	35
LIITTEET.....	36

## KUVIOT

KUVIO 1. Olvin omistuksessa olevat panimot kartalla. (My Olvi) ..	6
KUVIO 2. Portaalirobotin mallikuva (Takaneva T. 2010.).....	9
KUVIO 3. Napakoordinaatistorobotti (Takaneva T. 2010).....	10
KUVIO 4. Scara-robotin liikeradat (Takaneva T. 2010).....	11
KUVIO 5. Sylinterirobotin liikeradat (Takaneva T. 2010) .....	11
KUVIO 6. Kiertyvänivelinen robotti (Fanuc manuaali.).....	12
KUVIO 7. Olvilla käytössä oleva haarukkatrukki (Olvi Oyj kotisivut.).....	13
KUVIO 8. Fanuc M-410 tölkkilinjalla Olvin Iisalmen tehtaassa .....	18
KUVIO 9. Fanucin tyyppikilpi asennusjalassa.....	20
KUVIO 10. Robotin akselien liikeradat ja osien nimet.....	21
KUVIO 11. Aloitusruutu Simatic paneelissa, tehty WinCC flexiblellä.....	23
KUVIO 12. As-i kaapelin poikkileikkaus (Ohjelmoitavat logiikat – kurssimateriaali, JAMK Optima) .....	24
KUVIO 13. As-i johdotuskaavio .....	24
KUVIO 14. Liikeradan estot astelukuina. AXIS 1 vastaa sivusuntaista, eli Y-liikettä. ....	25
KUVIO 15. Ohjelmointilaitteen häiriöilmoitusrivillä sivuttaisliikkeen virheilmoitus .....	26

KUVIO 16. Maksiminopeuksien rajoitus riveillä 21 ja 22 .....	27
KUVIO 17. Kumipuskuri turvaa, ettei robotti liiku yli määritettyjen rajojen .....	28
KUVIO 18. Turvavaloverhot, lähetin vasemmalla ja vastaanotin oikealla .....	29
KUVIO 19. Robottiympäristö ja turvalaitteet .....	30
KUVIO 20. Pilz Pnoz x2 sarjan sisäinen johdotuskaavio (Pilz Pnoz manuaali) .....	31

# 1 TAVOITE

Opinnäytetyöni toimeksiantajana toimi Olvi Oyj Iisalmen panimo. Työni tavoite oli luoda opetusympäristö, jossa pystyy turvallisesti harjoittelemaan Fanuc -teollisuusrobotin käyttöä.

Työni tarkoitus on opettaa käsiajoa sekä yksinkertaisia liike sarjojen ohjelmointeja. Olvilla on tuotannossa käytössä vastaavanlaisia robotteja neljä kappaletta. Robottien käytön hallinta on hyvä osata sekä ymmärtää perusteet niin linjatyöntekijöiden kuin kunnossapidon henkilöstönkin.

Robotin käytön oppiminen on linjatyöntekijöillä tapahtunut tuotannon yhteydessä sen ollessa käynnissä. Työni siis mahdollistaa robotin käytön opettelua ilman, että tuotanto olisi vaarassa keskeytyä.

Olvilla robottien ohjelmointi on ulkoistettu. Sähkö- ja kunnossapito-osastojen olisi myös hyvä osata robotin käytön perusteita. Ongelmatilanteen sattuessa vian korjausta pystyisi myös tietyissä rajoissa testaamaan harjoitusrobotilla.

Työni tavoitteena on myös, että sähköosasto pääsee testaamaan erilaisien väylien asennusta ja käyttöönottoa sekä konfigurointia. Nämä toiveet tulivat Olvin sähköosastolta, ja otin ne huomioon työtä tehdessäni. Käytin työssäni komponentteja, joita on käytössä yleisesti muualla tehtaassa. Myös harjoitusympäristön laajennettavuus on otettu huomioon ja opinnäytetyöni mahdollistaakin perustan opetusympäristön laajentumiselle.

Opinnäytetyöni teoriaosuus käsittelee robotin rakenteita ja työssäni käyttämiä komponentteja. Pääpaino on robotin harjoitusympäristössä. Käytetyt komponentit ja turvallisuusasiat nousevat myös esille.

## 2 OLVI KONSERNI

### 2.1 Olvi Oyj Iisalmen panimo

Olvi Oyj on suomalainen panimo- ja virvoitusjuoma-alan yritys, jonka historia alkaa vuodesta 1878. Olvin tehdas sijaitsee Pohjois-Savossa, Iisalmessa. Olvi on Suomen ainut itsenäisesti toimiva panimo. Alun perin Olvi perustettiin vähentämään vahvojen alkoholijuomien käyttöä ja tarjoamaan ihmisille miedompia alkoholivaihtoehtoja. Ensimmäiset oluet tulivat myyntiin vuonna 1880. (Olvi Oyj kotisivut.)

Olvi Oyj on Olvi konsernin emoyhtiö, joka listautui pörssiin vuonna 1987. Yrityksen suurimmat osakkeenomistajat ovat Olvi -säätiö, Hortlingin -suku ja The Family Kamprad Foundation -säätiö. Olvin toimitusjohtajana toimii Lasse Aho ja vuonna 2012 Olvin Iisalmen tehtaalla oli 343 työntekijää. Liikevaihto oli 121.0 milj. euroa josta liikevoittoa 9.1milj. euroa. Myynti kotimaassa kyseisenä vuonna oli 148.8 milj. litraa ja vientiin meni 6.9 milj. litraa. (Olvi Oyj kotisivut.)

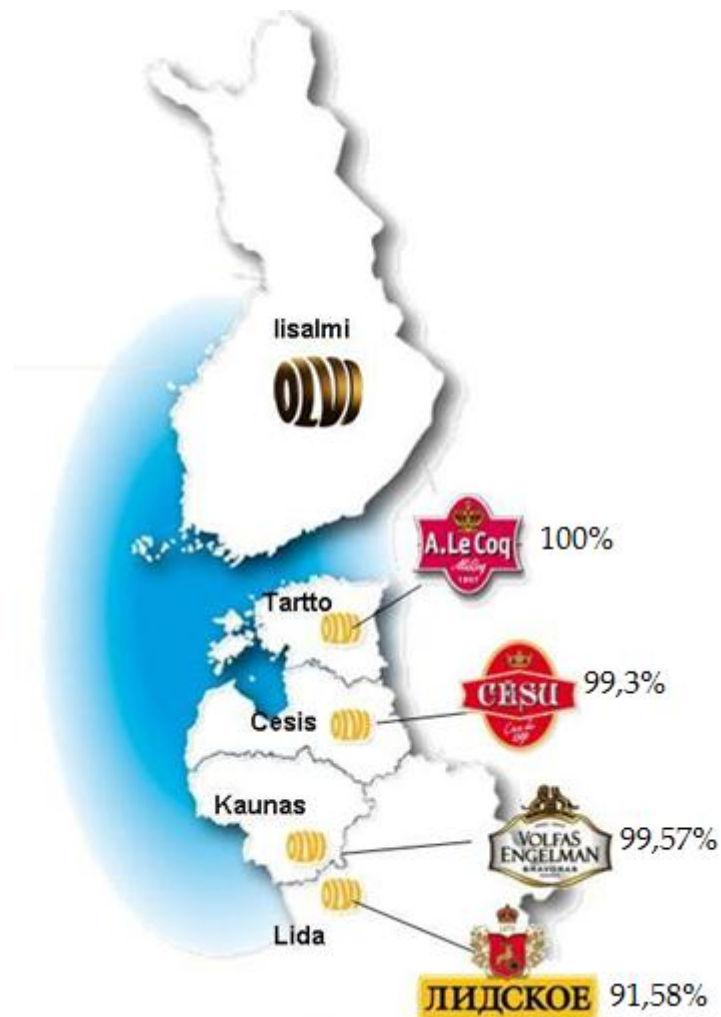
Olvin Iisalmen tehtaalla valmistetaan oluita, siidereitä, long-drinkkejä sekä virvoitus- ja energijuomia. Olvin tuoteryhmiin kotimaassa kuuluvat myös Maitokolmion kanssa yhteistyössä valmistettavat maitopohjaiset Angry Birds -välipalajuomat. Olvi myy

myös Teho tuotemerkillään Teho Sport proteiini- ja energiapatukoi-  
ta sekä palautus- ja proteiinijuomia.

Olvi valmistaa erinäisiä juomia Keskon Pirkka-tuotemerkille sekä  
S-ryhmän Rainbowlle.

## 2.2 Baltian panimot sekä Valkovenäjä

Olvi konserniin kuuluu myös neljä muuta panimoa Suomen ulko-  
puolelta. Olvin omistuksessa olevat panimot sijaitsevat Virossa,  
Latviassa, Liettuoissa sekä Valko-Venäjällä (kuvio 1.). Olvin omis-  
tusosuudet näkyvät kuvioista 1. (My Olvi 2013, 2-3)



KUVIO 1. Olvin omistuksessa olevat panimot kartalla. (My Olvi)

Viron Tartossa sijaitseva A. Le Coq tehdas on perustettu vuonna 1807. Työntekijöitä siellä oli vuonna 2012 309 ja toimitusjohtajana toimii Tarmo Noop. Samana vuonna liikevaihto oli 80.4 milj. euroa ja liikevoitto 13.0milj. euroa. A. Le Coq on Viron suurin juomien myyjä ottaen huomioon kaikki tuoteryhmät. (My Olvi 2013, 2-3)

Latviassa sijaitsee Cesu Alus –tehdas. Se on perustettu vuonna 1590 Cesuksen kaupunkiin ollen näin vanhin Olvin omistuksessa oleva panimo. Vuoden 2012 mukaan siellä oli työntekijöitä 207 ja toimitusjohtajana on Eva Sietiosone-Zatlene. Liikevaihto vuonna 2012 oli 35.9milj. euroa josta liikevoittoa 1.6milj. euroa. (My Olvi 2013, 2-3)

Liettuassa Kaunaksen kaupungissa on Olvin 99,57% omistuksessa oleva Volfas Engelmanin –panimo. Panimo on perustettu vuonna 1853 ja nykyinen toimitusjohtaja on Marius Horbacauskas. Vuoden 2012 liikevaihto oli 34.2milj euroa, josta voittoa oli 1.8milj. euroa. Samana vuonna tehtaassa oli 212 työntekijää. (My Olvi 2013, 2-3)

Uusin Olvin omistuksessa olevista tehtaista sijaitsee Valko-Venäjällä, Lidan kaupungissa. Vuonna 1878 perustettu Lidskoe Pivon liikevaihto vuonna 2012 oli 59milj. euroa josta voittoa 5milj. euroa. Lidskoe Pivo on Olvin panimoista suurin ja työntekijöitä siellä on 875. Toimitusjohtajana Valko-Venäjällä toimii Audrius Miksys. (My Olvi 2013, 2-3)

## 3 TEORIAA ROBOTIIKASTA

### 3.1 Historia

Sana "Robot" tuli ensimmäisen kerran käytetyksi näytelmässä RUR vuonna 1923. Vaikkakin ensimmäiseksi robottilaitteeksi lukeutuva "Autopilot" tehtiin vuonna 1913. Ensimmäisten teollisuusrobotteina kehitys alkoi 1960-luvulla Yhdysvalloissa. Suurimmat innovaatiot tulivat Unimation -yritykseltä. Markkinoille 1970-luvulla tulivat myös ABB ja japanilaiset kilpailijat. 1970-luvulla robotteja käytettiin varsinkin autoteollisuudessa hitsausrobotteina. Suomessa robotisointi alkoi myös 1970-luvulla. Suurin osa Suomessa tuona aikana käytetyistä roboteista oli maalausrobotteja. (Suomen Robotiikkayhdistyksen kotisivut.)

Vasta 1990-luvulla alkoivat robotit yleistymään, kun nivelrobotit kehittyivät tarpeeksi saavuttaakseen kunnan hyötysuhteen. Tämän mahdollisti mm. vaihtovirtaservojen kehittyminen. (Suomen Robotiikkayhdistyksen kotisivut.)

Aikaisemmin automatisoiduissa kappaleiden käsittelyissä käytettiin suurimmaksi osaksi joko pneumaattisia tai hydraulisia tai mekaanisia toimilaitteita, joiden muunneltavuus oli heikkoa tai lähes olematon. Tämän johdosta robotteja alettiin kehittää, koska niiden muunneltavuus ja uudelleen ohjelmointi mahdollistivat käyttökohteiden muuttumisen. (Suomen Robotiikkayhdistyksen kotisivut.)

Robotit olivat vielä 1990-luvulla suhteellisen kalliita ratkaisuja teollisuudessa. 2000-luvulle saavuttaessa hinnat kuitenkin laskivat ja

teollisuusrobotit yleistyivät. (Suomen Robotiikkayhdistyksen kotisivut.)

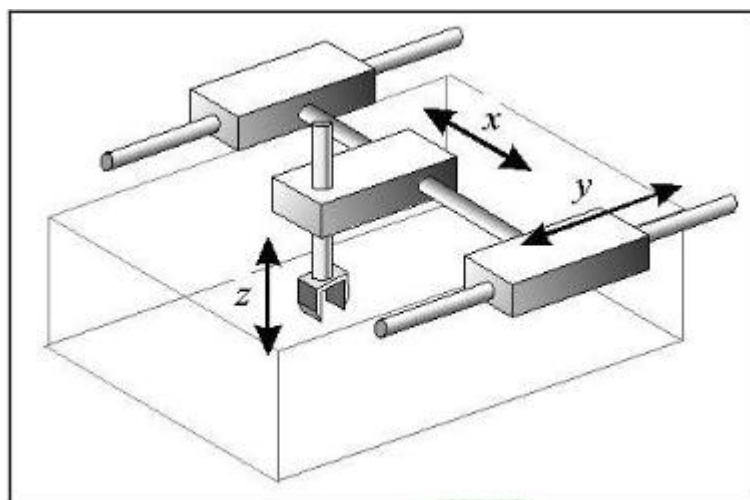
## 3.2 Rakenteet

### 3.2.1 Jaottelu

Teollisuusrobotit voidaan jaotella periaatteessa kahteen eri ryhmään mekaniikkansa perusteella, lineaarisesti liikkuviin ja nivelroboteihin. Robotit toimivat joko sähköisesti, paineilmalla tai hydraulisesti.

### 3.2.2 Lineaarisesti liikkuvat robotit

Lineaarisesti liikkuvia robotteja kutsutaan portaaliroboteiksi. Portaalirobotti viittaa sanaan "portalis", joka tarkoittaa porttia. Se kuvaa robotin rungon muotoa, mikä on malliltaan kaksi pystypalkkia ja niiden välissä on vaakapalkki. Vaakapalkissa robottipää liikkuu edestakaisin (kuvio 2.). Olvin Iisalmen tehtailla on käytössä kuusi Cimcorpin valmistamaa portaalirobotia automaattikeräilyssä.

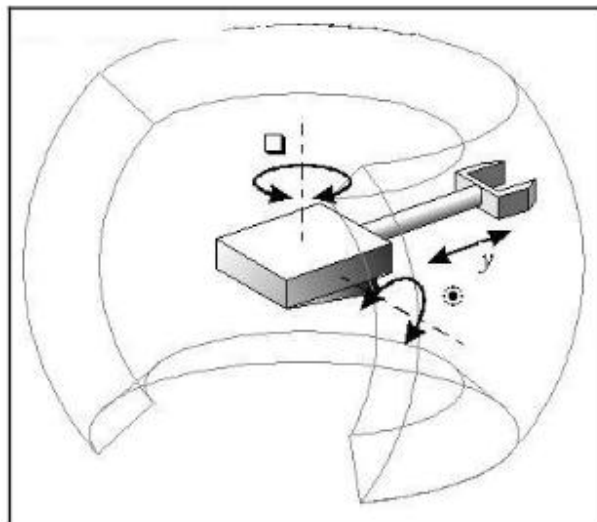


KUVIO 2. Portaalirobotin mallikuva (Takaneva T. 2010.)

### 3.2.3 Nivelrobotit

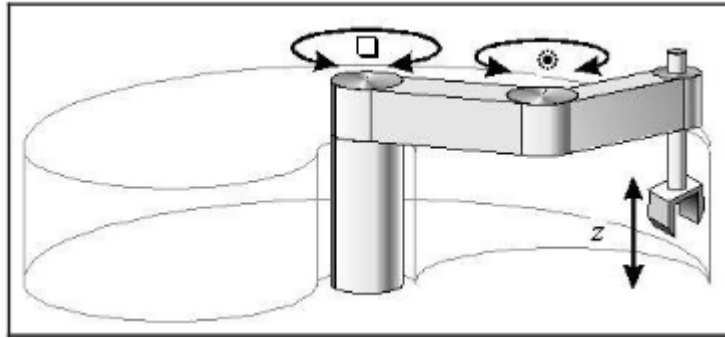
Nivelrobotteja on useampaa erilaista tyyppiä. Nivelrobotteja kuvaa parhaiten käsimäinen rakenne, johon voi soveltaa erilaisia tarttuja-päitä.

Napakoordinaatistorobotin ulottuvuus on lähes pallomainen. Käyt-  
töntö asettaa tälle kuitenkin rajoitteita, mutta periaate on lähes raja-  
ton. Robotin ulottuvuus on nivelroboteista suurin (kuvio 3.). (Kui-  
vanen, R. 1999. 12-18)



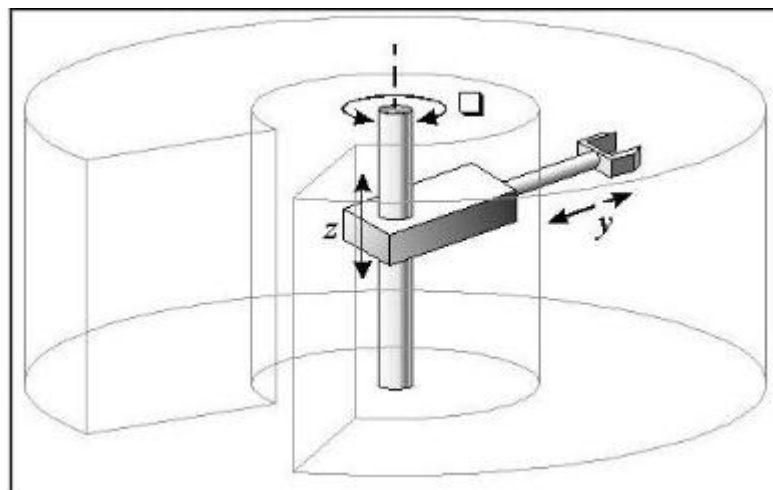
KUVIO 3. Napakoordinaatistorobotti (Takaneva T. 2010)

Selective Compliant Assembly Robot Arm eli lyhyemmin SCARA-robotin varret ovat vaakatasossa. Pystyliike on lineaarinen. Varret liikkuvat pyöreiden akselien varassa. Scara robotteja käytetään paljon esimerkiksi matkapuhelinten kokoonpanolinjalla komponenttien sijoittelussa. Scara-robotin liikeradat näkee kuvio 4. (Kui-  
vanen, R. 1999. 12-18)



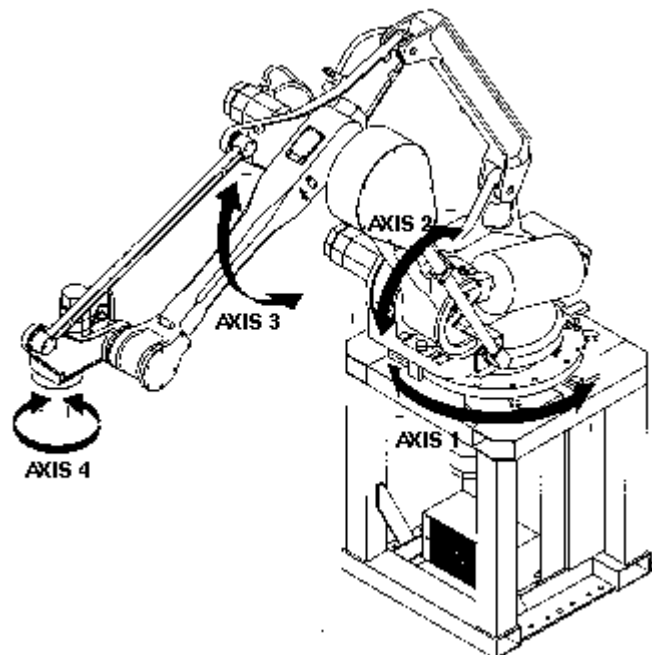
KUVIO 4. Scara -robotin liikeradat (Takaneva T. 2010)

Sylinterirobotit ovat tyypillisiä manipulaattoriratkaisuissa. Niissä on yksi kokonaisuutta liikuttava akseli ja muut liikkeet on toteutettu lineaarisesti. Liikeratojen kuviot näkee kuvioista 5. (Kuivanen, R. 1999. 12-18)



KUVIO 5. Sylinterirobotin liikeradat (Takaneva T. 2010)

Kiertyvänivelisessä robotissa on vähintään 3 niveltä, yleensä käytössä olevissa kuitenkin enemmän. Kiertyvänivelinen robotti muistuttaa eniten ihmisen kättä kuten näkee kuvioista 6. Lopputyössäni käyttämä robotti Fanuc M-410iB on kiertyvänivelinen robotti. (Kuivanen, R. 1999. 12-18)



KUVIO 6. Kiertyvänivelinen robotti (Fanuc manuaali.)

### 3.3 Tehtävät

Sama robotti voi elinkaarensa aikana aloittaa hitsausrobotina ja päätyä paletointirobotiksi. Robottien etuna onkin niiden muunneltavuus ja uudelleen ohjelmoitavuus.

Teollisuudessa robotteja käytetään korvaamaan ihminen mm. seuraavista syistä:

- Työ on liian raskasta
- Itseään toistavat
- Laadun parantaminen
- Ihmiselle liian vaaralliset työt
- Tuottavuuden lisääminen
- Robotti ei väsy
- Työn mielekkyys
- Taloudellisuus

Robottien tarkkuus perustuu servo-ohjaukseen, eli paikan asemaan ja sen takaisinkytkentään. Robotissa täytyy olla vähintään kolme ohjelmoitavaa akselia ja yksi ohjelmoitava työkalu, jotta se voitaisiin luokitella teollisuusrobotiksi. SFS-EN 775 –standardi määrittää mikä luokitellaan robotiksi.

SFS-EN 775 Standardi robotin määrittämiseen, robotin täytyy olla:

- Automaattisesti ohjattava
- Uudelleen ohjelmoitava
- Monikäyttöinen käsittelylaite
- Useita vapausasteita
- Voi olla joko kiinteästi paikalleen tai liikkuvaksi asennettu

On olemassa myös robotteja, joiden liikkeet menevät ääripäästä ääripäähän ilman paikanmittausta. Näitä kutsutaan manipulaattoreiksi. Oma robottityypinsä ovat vihivaunut ja automaattiset haarukkatrukit( kuvio 7.).



KUVIO 7. Olvilla käytössä oleva haarukkatrukki (Olvi Oyj kotisivut.)

Haarukkatrukit pystyvät siirtämään lavoja ratojen päältä lattioille tai toisinpäin. Vihivaunut vievät lavoja lastauspöydiltä jättöpöydille. Näitä ei kuitenkaan lasketa teollisuusroboteiksi.

Yleisimmin robotteja näkee mediassa autotehtaissa ja kokoonpanolinjoilla. Robotti onkin oiva apuväline väsymättömänä ja vahvana sekä tarkkana tekijänä tuotannossa.

Suomessa oli vuonna 2011 Suomen Robotiikkayhdistyksen mukaan 132 robottia 10 000 teollisuustyöntekijää kohden. Suomi onkin maailman kymmenen eniten robotteja teollisuudessa käyttävällä listalla seitsemäntenä suhteutettuna teollisuustyöntekijöihin. International federation of Robotics (IFR) laskee robottien käyttöiäksi 12 vuotta eikä tilastoi sitä vanhempia robotteja. Suomessa robottien käyttöikä on kuitenkin lähemmäksi 15-vuotta. Maailmassa on käytössä noin miljoona robottia IFR:n mukaan. (Suomen Robotiikkayhdistyksen kotisivut.)

## **3.4 Ohjelmointi**

### **3.4.1 Tärkeimmät tehtävät**

Ohjelmoinnin tärkeimpiä tehtäviä on luoda logiikka ja toimintajärjestys robotin liikkeille, jotta käytössä oleva työkalu toimisi halutulla tavalla. Robotin liikkeiden täytyy olla synkronoitu signaaleihin, joita se lähettää tai vastaanottaa muilta laitteilta. Ohjelmoinnissa täytyy myös ottaa huomioon mahdolliset vikaantumistilanteet ja häiriöt. (Kuivanen, R. 1999. 78.)

### 3.4.2 Johdattamalla ohjelmointi

Ensimmäisten robottien käsivarsien liikeradat opetettiin ihmisten toimesta liikuttamalla toimilaitetta. Robotin ohjelmoija liikutti lihasvoimin robotin toimilaitetta haluttua liikerataa ja nivelien paikka-anturit tallensivat instrumenttinauhuriin tarvittavat lukemat. Liikerataa toistettaessa lisättiin nauhuriin vielä säätöpiirit nivelistä ohjearvoiksi. Nauhuria pystyi nyt kelaamaan alkuperäisellä tai muutetulla nopeudella. (Kuivanen, R. 1999. 78.)

Hankaluuksia kyseisessä ohjelmointitavassa oli muunneltavuus. Liikeradan ohjelma piti aina opettaa alusta lähtien uudelleen jos siihen haluttiin tehdä muutos. Magneettinauhoja oli myös vaikea arkistoida ja käsitellä ja ohjelmien tarkkuudessa oli toivomisen varaa. (Kuivanen, R. 1999. 78.)

### 3.4.3 Opettamalla ohjelmointi

Yleisesti robotin ohjelmointi tehdään ohjaamalla käsiohjaimen avulla robotti haluttuun paikkaan ja tallentamalla kyseinen piste muistiin. Ohjelmointia käsiohjaimen avulla kutsutaan opettamiseksi, ja tätä ohjelmointitapaa käytän myös opinnäytetyöni harjoituksissa. (Kuivanen, R. 1999. 79-80)

Ohjelmoitavat pisteet myös usein kuvataan kommentein funktionäppäimien avulla, jotta ohjelma olisi selkeämpää. Jo opetettuja pisteitä pystyy myös käyttämään myöhemmin ohjelmassa ja niitä pystyy muuntelemaan erilaisilla komennoilla. Esimerkiksi tietyn

pisteen arvoon voi lisätä jonkun tietyn etäisyyden esimerkiksi x-y-z koordinaatistoihin.

#### **3.4.4 Off-line eli etäohjelmointi**

Etäohjelmoinnissa ei konkreettisesti tarvita robottia, vaan liikkeiden radat tehdään pisteiden avulla 3D-simulointiohjelmaan. Ensin ohjelmaan täytyy kuitenkin luoda simulointimalli ympäristöstä, jonne robotti tai robotit sijoitetaan. Simulointimalli täytyy kalibroida vastaamaan robottisolua. Tämä ohjelmointitapa on hyvä esimerkiksi silloin, kun ohjelmointia ei pysty tekemään tuotannon aikana. Tällaisia tapauksia voisivat olla turvallisuusriskin takia muun muassa ydinvoimalat ja ampuma-aseteollisuus. (Kuivanen, R. 1999. 81-86)

#### **3.4.5 Konenäön avulla ohjelmointi**

Konenäön avulla tapahtuvassa ohjelmoinnissa on todella tärkeää oikea valaistus, jotta sovellus olisi luotettava. Ohjelmointi tapahtuu niin, että ensin työskentelyn objekti kuvataan ja ohjelma laskee työstettävän kohteen arvot, esimerkiksi maalattava alue. Seuraavaksi ohjelmoija hyväksyy tai muokkaa ehdotettuja liikeratoja. Ohjelmointi on siis nopeaa, koska järjestelmä ehdottaa itse sopivat liikeratapisteet. (Kuivanen, R. 1999. 56-59)

#### **3.4.6 Ohjelmointi tekstiohjelmilla**

Ohjelmointi tapahtuu tekstipohjaisilla komennoilla. Japanilaiset ovat ainoita, joilla on standardisoitu ohjelmointikieli. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisella robottivalmistajalla ovat omat ohjelmointi-

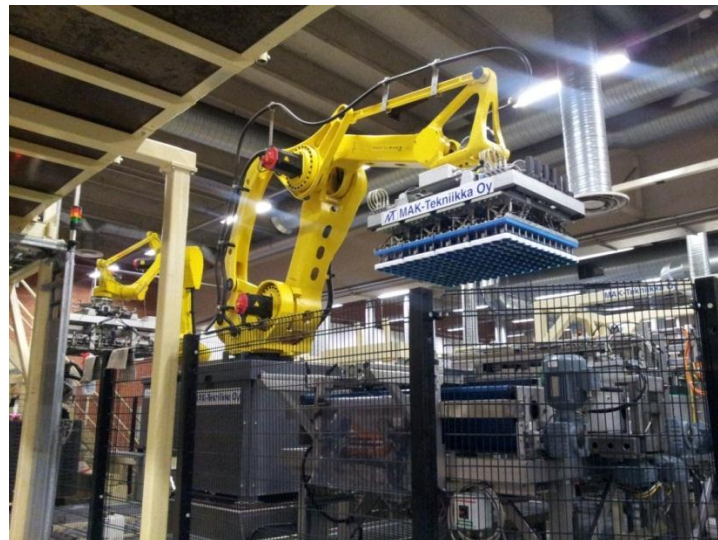
käskynsä. Ne kuitenkin muistuttavat paljon toisiaan ja ovat loogisesti vertailtavissa. Tekstipohjainen ohjelmointi mahdollistaa moninaisemmat ohjelmat sekä aliohjelmien käytön. Hyvänä puolena on myös se, että tekstipohjaiset komennot pystyy tekemään erillisellä koneella valmiiksi ja sitten siirtämään robotin ohjaimeen.

(Kuivanen, R. 1999. 79.)

## 4 FANUC –ROBOTIT OLVI OYJ:N IISALMEN TEHTAASSA

### 4.1 Fanucit tölkkilinjalla

Olvilla on käytössä kaksi Fanuc M-410 i/B –robottia tölkkilinjalla. Robotti 1. siirtää lavan päällä tulevasta kennolevypinosta kennolevyjä tölkkien päälle. Robotti 2. (kuvio 8.) siirtää ratapöydältä tölkit kennolevyille. Robotit siis vuorotellen pinoavat tölkkejä ja kennolevyjä yhdeksi valmiiksi tuotelavaksi.



KUVIO 8. Fanuc M-410 tölkkilinjalla Olvin Iisalmen tehtaassa

Robottien tarttujat ja ohjelmointi ovat AMH -systemsien tekemiä (entinen MAK-Tekniikka OY). Tarttujien toiminta on toteutettu alipaineella. Ne pystyvät käsittelemään 0,33 ja 0,5 litran tölkkejä 30 000kpl tunnissa.

## **4.2 Fanucit kennonpesulinjalla**

Olvin tehtaalla on myös kaksi Fanuc M-410 –robottia kennonpesulinjalla. Siellä toinen roboteista purkaa siirtopöydältä lavan päältä likaiset kennolevyt kennolevyradalle, josta ne menevät kennopesukoneen läpi. Toinen robotti puolestaan pinoaa pestyt kennolevyt takaisin lavoille halutun korkuisiksi pinoiksi tuotannon käytettäväksi.

## **4.3 Varalla olevat Fanucit**

Kaikki Olvilla olevat Fanucit ovat samaa tyyppiä. Varastossa on myös kaksi toimivaa vararobottia. Niistä voi tarpeen tullen ottaa varaosia tai hyödyntää johonkin uuteen käyttökohteeseen. Lopputyössäni käyttämäni robotti oli kolmas ns. ylimääräinen robotti, joten hyödynsin sen opetuskäyttöön.

## 5 HARJOITUSROBOTTI

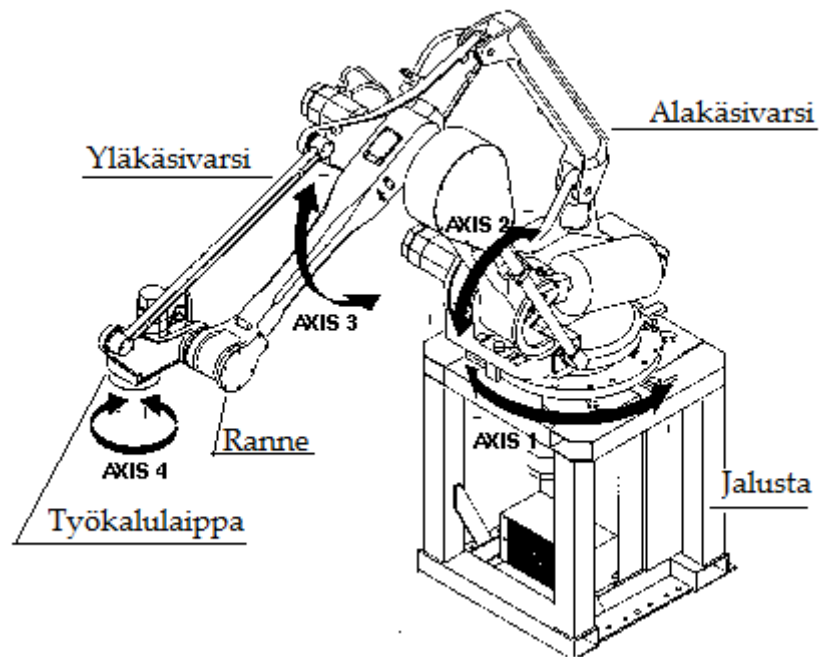
### 5.1 Robotin tyyppi

Robotti on tyypiltään Fanuc Robot M410iB/450. Vielä lisäksi tarkennus määritelmää on tyyppikilvestä löytyvä E-12808 –tunnus (kuvio 9.). Robotti painaa kokonaisuudessa ohjauspulpetteineen 2430kg . Tähän ei ole laskettu tarttujapään painoa, koska se on aina sovelluskohtainen. Työssäni käyttämässä robotissa ei ole käytössä tarttujapäätä.



KUVIO 9. Fanucin tyyppikilpi asennusjalassa

Käyttämäni robotti on tehty huhtikuussa 2003 ja valmistusmaa on Japani. Malliltaan Fanuc M-410iB/450 on kiertyvänivelinen robotti ja se on yksi yleisimmistä teollisuusrobottimalleista (kuvio 10.). Siinä on neljä servomoottoria, eli joka akselille omansa. Ne mahdollistavat pisteiden tarkan paikoituksen.



KUVIO 10. Robotin akselien liikeradat ja osien nimet

## 5.2 Mekaaniset asennukset

Robotti nostettiin paikalleen Fanucin ohjekirjan osoittamista nostolenkeistä kurottajalla paikalleen. Kyseinen Fanuc malli painaa ilman ohjauspulpettia 2310kg, joten robotin asennuspaikaksi asetettiin tehtaasta erillään oleva Olvin omistama lämpöhöyrylaitos. Robotti asennettiin paikkaan, josta on aikanaan poistettu höyrykattila. Lattia asennuspaikalla on riittävän tukeva pitämään robotin pultattuna paikoilleen. Robotin ohjauskaapille teetätin jalustan Olvin kunnossapito-osastolla.

## 5.3 Käytetyt komponentit ja väylät

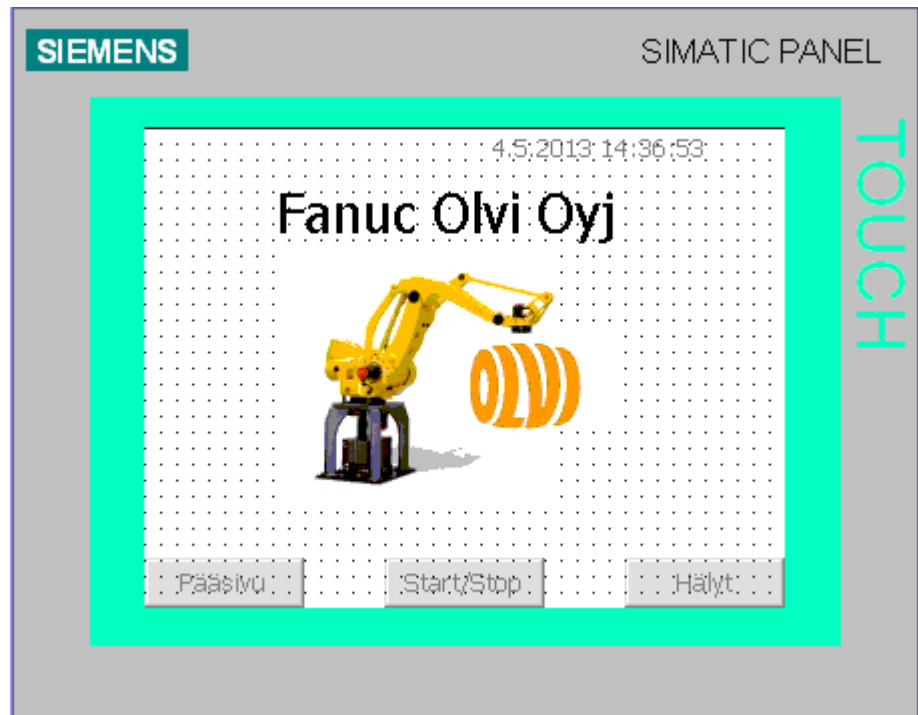
### 5.3.1 Robotin ja logiikan kättely

Robotin ja logiikan välinen keskustelu toimii Profibus -väylän kautta. Esimerkiksi jos hätä-seis-piiri laukeaa ei robotti käynnisty ennen kuin häiriö on kuitattu logiikalta. Tämä tieto kulkee Profibus väylää pitkin logiikalta robotille. Hätä-seis -piiri on tällä hetkellä ainut, mitä logiikka käsittelee robottisolussa, mutta tätä on tarkoitus jatkojalostaa eteenpäin opetusympäristön kehittyessä.

Logiikkana toimii Siemens 300-sarjalainen CPU 315-2 DP. Ulostulokorttina käytin Siemensin SM322 DO 32xDC24V /0,5A ja sisääntulokorttina SM321 DI 32xDC24V. Virtalähteenä käytössä on Phoenix Contact Quint Power 10A.

### 5.3.2 Operointipaneeli

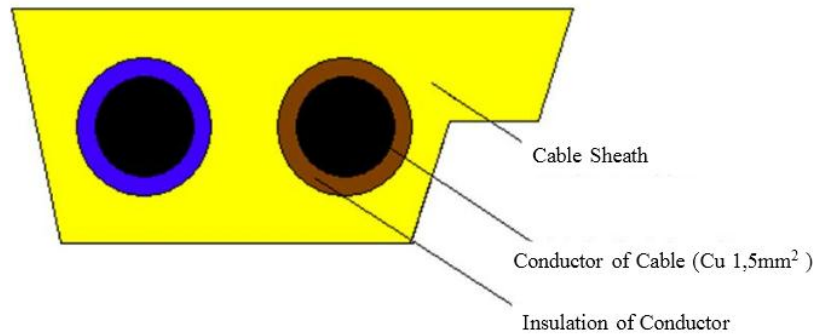
Profibussia käytin myös logiikan ja operointipaneelin väliseen keskusteluun. Paneelina käytin Siemensin kuuden tuuman kosketusnäyttö TP177B PN/DP-6 CSTN ja se toimii 24V/DC. Operointipaneelistä saa kuitattua hätä-seis-piirin. Tähän on tarkoitus lisätä jatkossa erilaisia ohjelmia robotille sekä mahdolliset nollaukset yms. (kuvio 11.). Paneeli on sijoitettu ohjauspulpetin viereisen sähkökaapin oveen.



KUVIO 11. Aloitusruutu Simatic paneelissa, tehty WinCC flexiblellä

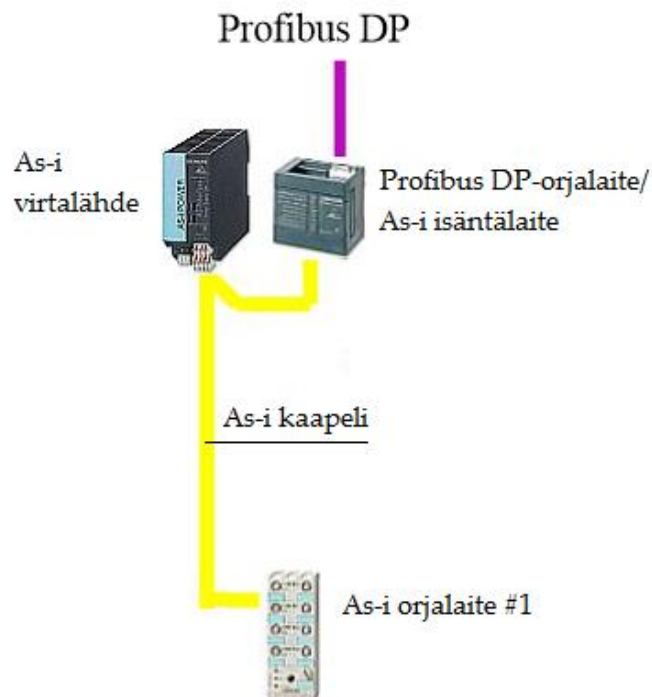
### 5.3.3 As-i väylä

As-i- eli Actual Sensor Interface on tiedonsiirtoon käytetty kenttäväylätekniikka. Parhaiten se soveltuu paljon I/O:ta sisältävien järjestelmien tiedonsiirtoihin. As-i kaapeli eroaa muista kaapeleista sillä, että se on litteää lattakaapelia (kuvio 12.).



KUVIO 12. As-i kaapelin poikkileikkaus (Ohjelmoitavat logiikat – kurssimateriaali, JAMK Optima)

Asi-väylän käyttö tuli toiveena Olvi Oyj:n sähköosastolta, joten päätin käyttää samoja komponentteja kuin tehtaalla on käytössä. Asi-isäntälaitteeksi valitsin Bihl+Wiedermannin 232 ja virtalähteeksi IFM AS-i virtalähteen. AS-i -väylän johdotuksen näkee kuvista 14.

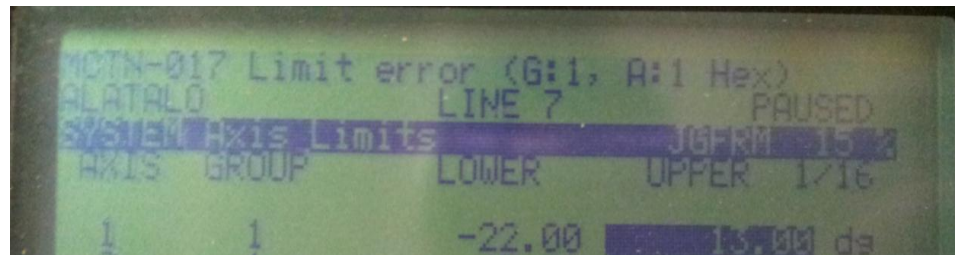


KUVIO 13. Asi-johdotuskaavio

## 5.4 Turvallisuus

### 5.4.1 Robotin ohjelmalliset liike- ja nopeusrajoitus

Robotin omalla ohjelmointipaneelilla pystyy määrittämään kunkin robotin akselin liikerajat. Asennusympäristöstä johtuen sivuttaisliikettä on jouduttu rajoittamaan. Jottei robotin mikään osa ulottuisi höyrykattilaan tai kävelysiltaan, on Fanucin Y – eli sivuttaisliike rajoitettu 35° asteeseen. Käytännössä robotin Y – liikkeen eli akseli 1:sen liikeala pystyy olemaan 360°, eli kokonainen ympyrä. Kuvasta (kuvio 14.) näemme, miten asia on toteutettu ohjelmointilaitteella. Robotti pystyy siis liikkumaan nolla kulmasta positiiviseen suuntaan 13,000° ja negatiiviseen suuntaan -22,000°.



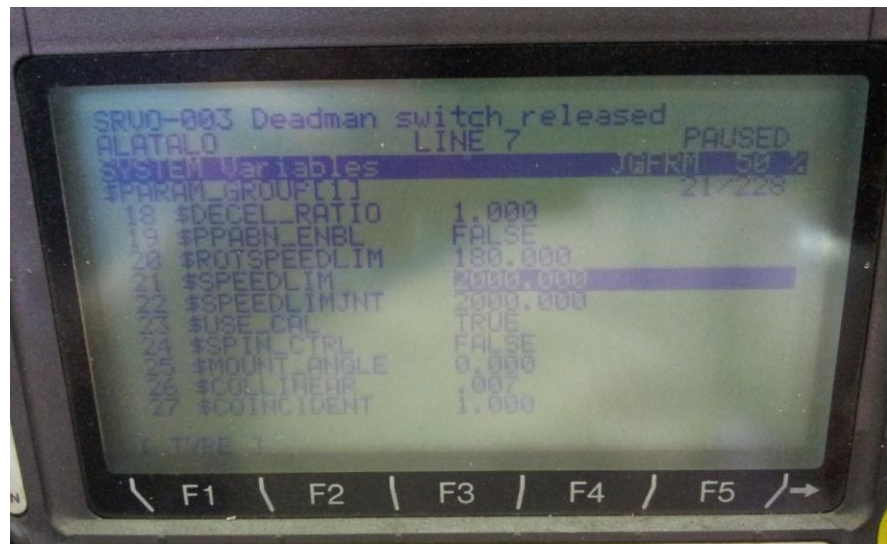
KUVIO 14. Liikeradan estot astelukuina. AXIS 1 vastaa sivusuntaista, eli Y-liikettä.

Jos robotin akseli 1 liikerata menee jompaankumpaan äärirajaan, se pysähtyy välittömästi ja ilmoittaa ohjelmointinäyttöön "MOTN-017 Limit error" sekä ilmoituksen mikä akseli ilmoittaa raja-arvoa (Kuvio 15.). Oheisen virheilmoituksen ilmetessä robottia ei enää pysty ajamaan kyseiseen suuntaan. Ainoa vaihtoehto on ajaa päinvastaiseen suuntaan pois ohjelmalliselta liikerajalta.



KUVIO 15. Ohjelmointilaitteen häiriöilmoitusrivillä sivuttaisliikkeen virheilmoitus

Koska kyseessä on harjoitusrobotti, ei robotin maksiminopeutta tarvitse käyttää. Sitä on siis rajoitettu. Ohjelmointinäytössä nopeus on kuitenkin ilmaistu 0-100% ja nopeuden muutos on 5%. Tämä näyttää nopeuden siis säädetyissä rajoissa prosentteina. Nopeuden maksimiarvot pitää antaa molemmille eli lineaari ja joint- liikkeille (kuvio 16.) Lineaariliikkeelle nopeus annetaan riville 21 \$SPEEDLIM kohdalle ja joint –liikkeessä riville 22 \$SPEEDLIMITJNT kohtaan. Opinnäytetyössäni maksiminopeudeksi katsoin sopivaksi 2000.000, mutta näinkään suurta nopeutta en näe tarpeen käytettäväksi harjoitustehtävissä.



KUVIO 16. Maksiminopeuksien rajoitus riveillä 21 ja 22

#### 5.4.2 Robotin mekaaniset rajat

Robotin liikkeitä on rajoitettu mahdollisten ohjelmointi- ja käsiajo-  
virheiden takia myös mekaanisilla rajoilla. Oletuksena on, että oh-  
jelmalliset rajat pysäyttävät robotin ajoissa, ennen kuin mahdollista  
vahinkoa pääsee tapahtumaan. Kaiken varalta robotin molemmilla  
sivuilla on Fanucin omat kumipuskurit rajoittamassa Y-liikettä, eli  
ensimmäisen akselin sivuttaisliikettä (kuviot 17.). Mikäli robotti  
pääsee jostain syystä ajamaan puskuria vasten hajoaa Servomootto-  
ri ennen kuin puskurit menevät rikki.



KUVIO 17. Kumipuskuri turvaa, ettei robotti liiku yli määritettyjen rajojen

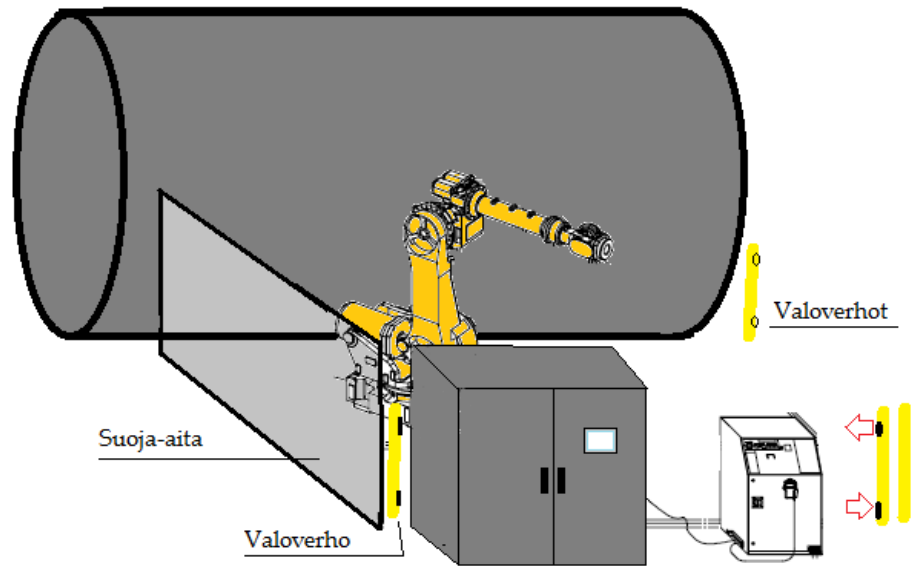
#### **5.4.3 Robottialueen henkilösuojaus valoverhoilla**

Robotin liikkumisympäristö on suojattu kahdella tapaa: turva-aidalla sekä turvavaloverhoilla (kuvio 18). Robotin taakse on asennettu turva-aita, joka estää sivullisten ja sinne kuulumattomien objektien kulkeutumisen robotin liikkuma-alueelle. Robotin toisella sivulla on kattila, joka estää kulun siltä suunnalta.



KUVIO 18. Turvaloverhot, lähetin vasemmalla ja vastaanotin oikealla

Robotin edustaa ja käyttäjän puoleisia sivustoja suojaavat turvaloverhot. Valoverhoina toimivat Leuze lumiflex Areal – turvaloverhot, jotka on tarkoitettu turvakäyttöön (kuvio 19. Turvakäyttöön tarkoitetuissa laitteissa on TUV -hyväksyntä kyseistä tarkoitusta varten.



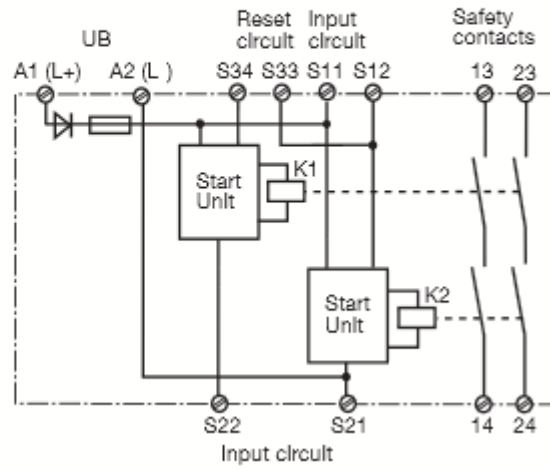
KUVIO 19. Robottiympäristö ja turvalaitteet

#### 5.4.4 Turvareleet

Turvareleet ovat tarkoitettut yksinomaan turvallisuuslaitteiksi. Tähän tarkoitukseen ei saa käyttää normaaleja releitä. Turvarele käyttää kahdennettuja kärkiä, eli tuplavarmennusta. Turvarele siis ei pääse vikaantumaan niin helposti kuin normaali rele. Releen täytyy toimia niin, ettei se käynnistä konetta vaikka vikatilanne olisi korjautunut. Se täytyy kuitata kun vika tai vaaratilanne on ohi ja siten pystyy vasta erikseen käynnistämään laitteen.

Opinnäytetyössäni käytän Pilz Pnoz x2.1 turvarelettä ja varalla on laajennuksia varten toinen Pnoz x7 –turvarele. Pnoz x2.1 (kuvio 20.) kuuluu kategorian 4 turvalaitteisiin, eli kaikkein varmintaan luokkaan. Käytin turvarelettä valoverhojen releinä henkilösuojauksessa.

## Internal Wiring Diagram - PNOZ X2, PNOZ X2.1



KUVIO 20. Pilz Pnoz x2 sarjan sisäinen johdotuskaavio (Pilz Pnoz manuaali)

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoite oli luoda riskitön ympäristö, jossa pystyy opettamaan Olvi Oyj:n työntekijöitä Fanuc –robotin käytössä. Aiemmin opetus linjatyöntekijöillä on tapahtunut tuotannossa olevilla roboteilla täyttölinjojen ollessa käynnissä. Kunnossapito-osaston valmiudet harjoitella ongelmatilanteiden varalta myös puuttuivat.

Tekemäni harjoitukset laadin ajatellen millaisia tarpeita Olvin työntekijöillä olisi oppia Fanucien käytöstä. Harjoitusympäristössä olisi tarkoitus oppia alkeet, kuten käsiajot ja yksinkertainen liikkeiden pisteohjelmointi. Näitä alkeita soveltaen olisi mielestäni helpompi omaksua linjalla olevien robottien käyttö.

Opinnäytetyöhöni tarvittava tieto tuli pääasiassa työssä oppimistani asioista. Suuri merkitys oli myös sillä, että sain mahdollisuuden olla Pasi-Robot Oy:n Pasi Leppäkosken opissa. Leppäkoski auttoi minua myös sähköpostin välityksellä, jos robotin ohjelmoinnista tuli kysyttävää. Materiaalia robotiikasta oli helposti saatavilla alan kirjallisuudesta. Pääpainon pidin kuitenkin opetusympäristössä, en niinkään käytetyissä komponenteissa.

Koska harjoitusrobotissani ei ollut tarttujapäätä oppiminen tältä osin jää hieman vajaaksi. Tarttujapää tulee mahdollisesti myöhemmin käyttöön, kunhan sopivanlainen idea ja toteutusmuoto löytyvät. Tämä olisi hieno toteuttaa Olvin omilla työntekijöillä. Nyt tekemissäni harjoituksissa keskitytään vain robotin liikkeisiin. Tarttujapää olisi ollut mielestäni hieno lisä opetteluun. Tällöin erillisellä logiikalla olisi ollut suurempi merkitys työssäni.

Harjoituksia on kaiken kaikkiaan kolme ja ne vaikeutuvat eteenpäin mentäessä. Tein viimeisen tehtävän ohjeista tarkoituksella hieman vajavaisemman, jotta harjoituksen tekijä joutuu selailemaan robotin ohjelmointivalikoita lävitse.

Opinnäytetyön idea syntyi sähköosaston työnjohtajalta ja työntekijöiltä. Tarkoitus oli pienentää kynnystä käyttää robotteja ja lisätä tietämystä, miten vikatilanteissa tulisi toimia ja edetä. Työni mahdollistaa perehdyttämisen jälkeen sähköosaston työntekijöille omaaloitteisen harjoitteluympäristön Fanuc –robotin parissa. Robotisolu on tehty niin, että sitä pystyy jatkojalostamaan ja laajentamaan oppimistoiveiden mukaan. Jatkossa on ainakin tarkoitus ottaa As-i- ja profibusväylä mukaan oppimisympäristöön.

Olvilla olen keskustellut kunnossapidon työntekijöiden kanssa Fanuc –roboteista. Sain selville, että joillakin on hieman suurempi kynnys lähteä ratkomaan vikatilanteita roboteille ja yleensäkin käyttää niitä. Ennakkoluuloja robotteja kohtaa siis löytyy. Työlläni pyrinkin saamaan rikottua noita ennakkoluuloja ja varsinkin harjoitustehtävien uskon auttavan tässä paljon. Tästä esimerkkinä sain testattuani tekemääni ensimmäistä harjoitusta yhdellä kunnossapidon työntekijällä. Hämmäntynyt kommentti työntekijältä oli: ” Onko tämä oikeasti näin helppoa. ” Tämä sai itseni tuntemaan, että työ on onnistunut.

Kaikki mitä opin Fanuceista ei päätynyt tähän opinnäytetyöhön. Olin mukana tekemässä määräaikaishuoltoja, johon kuului muun muassa akselien välyksien tarkastus ja akselirasvojen vaihto. Sain

huolloissa hieman kokonaiskuvaa, minkälaisia asioita roboteissa kannattaa tarkkailla käytön aikana.

Opinnäytetyö oli projektina mielestäni onnistunut. Sain luotua toimivan opetusympäristön. Työstä olen saanut positiivista ja rohkaisevaa palautetta työntekijöiltä sekä toimeksiantajaltani. Sain itse myös lisää kokemusta Fanuc –roboteista, jota minulla ei näin laajalti ollut ennen opinnäytetyöni aloittamista. Tarkoituksena on jatkossa laajentaa robottisolua ja tätä kautta kehittää kunnossapito-osastoa lisää. Mukaan laajempaan käyttöön otettava logiikka ja väylät tulevat kehittämään ja antamaan haasteita varsinkin Olvin sähköosastolle. Hyvät harjoittelumahdollisuudet tälle kaikelle ovat nyt olemassa.

## LÄHTEET

Häkkinen, V-M. Ohjelmoitavat logiikat -kurssimateriaali. Viitattu 5.5.2013.

<https://optima.jamk.fi/>, JAMK-Optima

Kuivanen, R. 1999. Robottiikka. 1.p. Tampere: Talentum Oyj/MetalliTekniikka

Olvi Oyj kotisivut. Yritys. Viitattu 1.5.2013 <http://www.olvi.fi/>  
My Olvi. 2013. Olvi Group henkilöstölehti. Iisalmi. Painotalo Seiska.

Pilz Pnoz manuaali. Viitattu 3.5.2013

[http://www.eltron.pl/automatyka/pilz/pdf/przekazniki-bezpieczenstwa/wyl\\_bezp\\_drzwi/kat4/PNOZ\\_X2\\_GB.pdf](http://www.eltron.pl/automatyka/pilz/pdf/przekazniki-bezpieczenstwa/wyl_bezp_drzwi/kat4/PNOZ_X2_GB.pdf)

Suomen Robottiikkayhdistyksen kotisivut. Tiedostot. Tilastot. Viitattu 11.4.2013 <http://www.robroyhd.fi/>

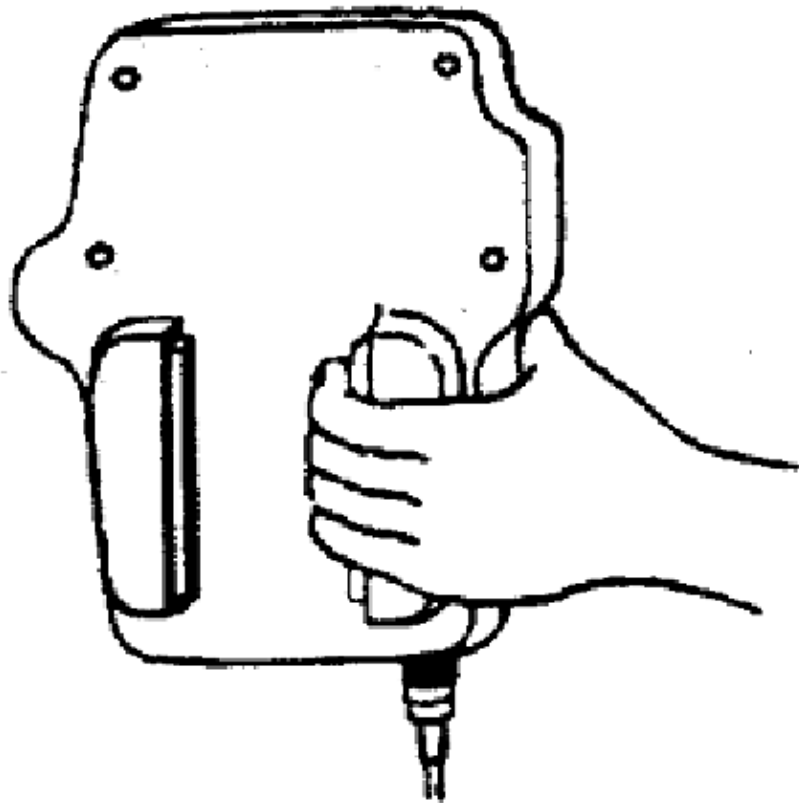
Takaneva T. 2010. Opinnäytetyö. Levyntyöstökoneen robotisointu palvelu. Viitattu 11.4.2013.

[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16191/Takaneva\\_Tero.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16191/Takaneva_Tero.pdf?sequence=1)

## **LIITTEET**

1. HARJOITUS 1: Fanuc –robotin käsiajo
2. HARJOITUS 2: Oman nimen kirjoitus Fanuc -robotilla
3. HARJOITUS 3: Rekisterien käyttö

Liite 1:  
HARJOITUS 1: Fanuc –robotin käsiajo



Tarkoitus opettaa miten Fanuc –robotin käsiajo toimii sekä ohjelmointiliikkeiden eroja.

## TURVALLISUUSOHJEET:

- Robotin käyttö ilman perehdyttäjää kielletty.
- Robotin käyttö turvapiirit ohitettuna kielletty.
- Robotin käynnistäminen kielletty mikäli joku on robotisolussa.
- Noudata järjestelmässä olevia ohjeita ja varoituksia.
- Älä käytä käyttöpaneelia nojaamiseen.
- Älä käytä liian suuria nopeuksia robottia käyttäessäsi.
- Käsiajossa hätätilanteessa vapauta ”kuolleenmiehen kytkin” välittömästi.
- Hätätilanteessa paina hätä-seis-kytkin pohjaan.
- Älä yritä liikuttaa robotin akseleita lihasvoimin.
- Jos et ole varma jostain asiasta, kysy perehdyttäjältä apua.
- Noudata näitä ohjeita.

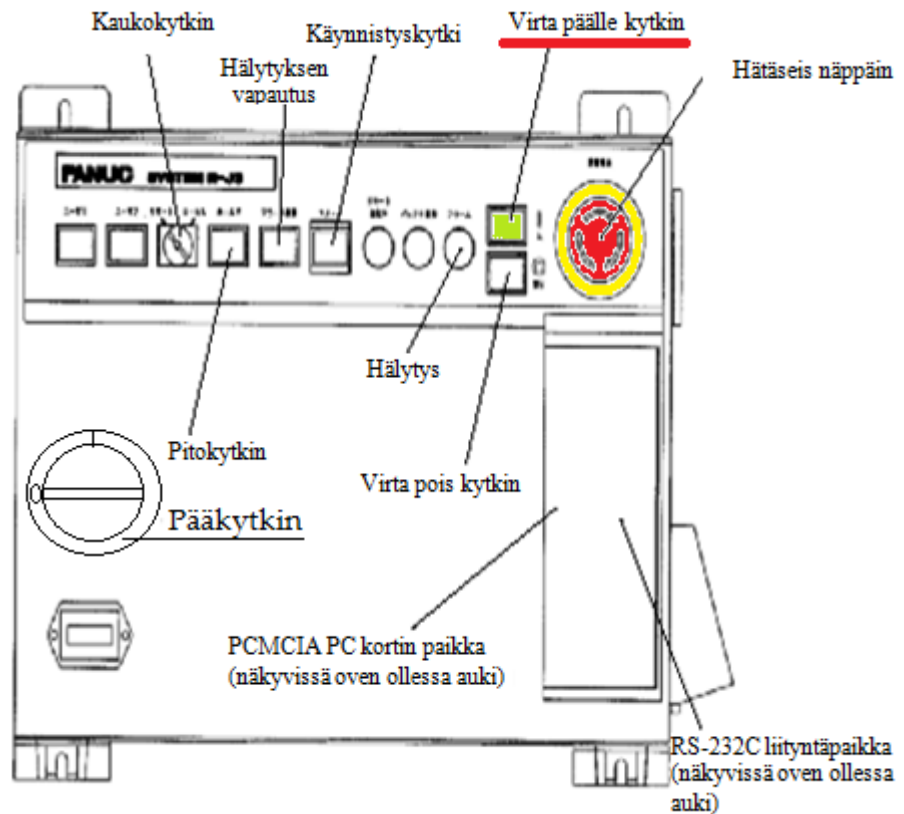


### Tarkoitus:

Opettaa miten Fanucia ohjataan käsiajolla sekä erilaisten ohjelmoitavien liikkeiden eron toteaminen käytännössä.

### Robotin käynnistys:

Käännä ohjauspaneelin pääkytkimestä virrat päälle. Käynnistä robotin virta päälle kytkimestä joka syttyy vihreäksi. Odota hetki, että robotti käynnistyy.

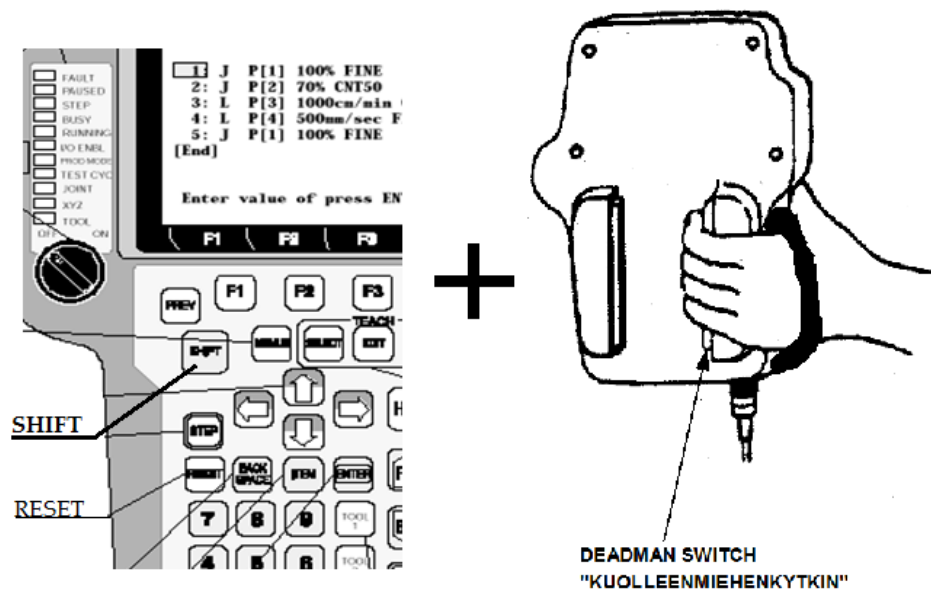


### Käsiajo:

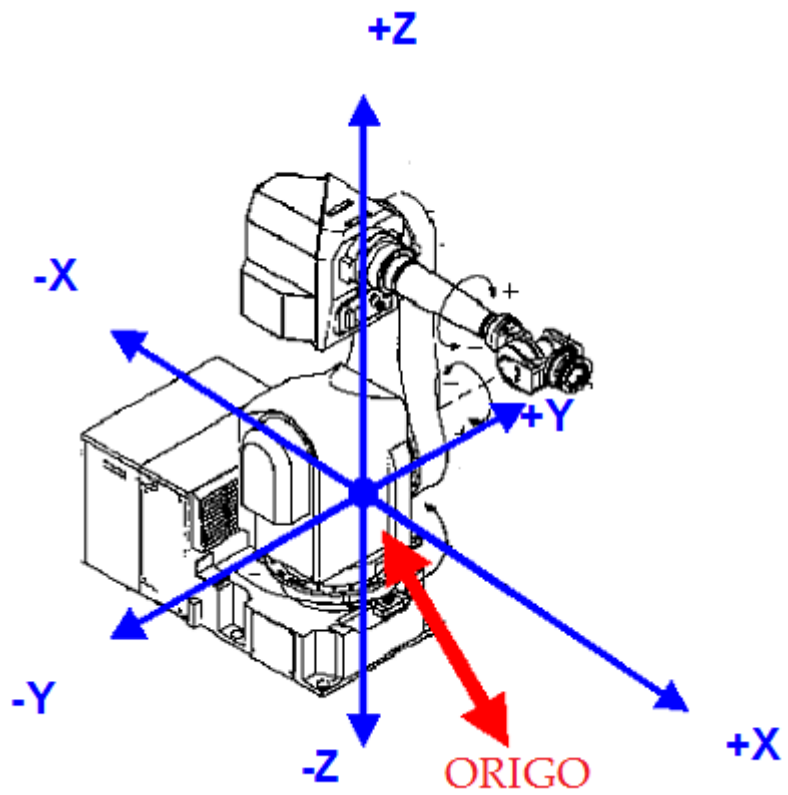
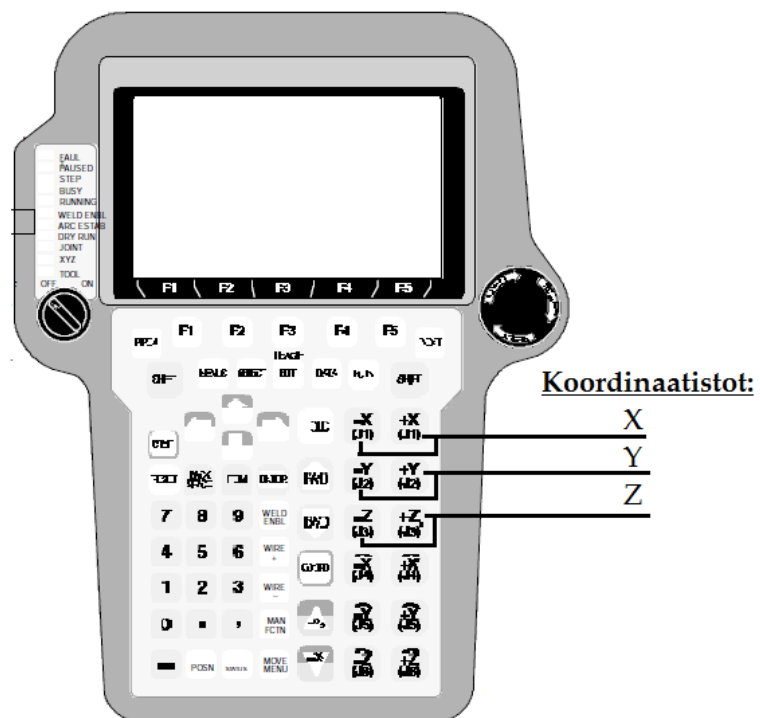
Ota käsiohjain käteesi. Paina keskeltä alhaalta -% näppäintä ja aseta se 30%. Tämä on nyt käytetty käsiajonopeus.

Varmista vielä, että käsiohjaimen näytän vasemmalla puolen palaa vihreä led-valo xyz –kohdalla. Jos ei, valitse se COORD – näppäimellä.

Paina kuolleenmiehen kytkin käsiohjaimen takaa pohjaan samalla SHIFT –näppäintä painaen. Nyt kuittaa häiriöt RESET – painikkeella. Kun käsiohjaimen ylärivillä ei ole enää häiriöitä pysyvät ajamaan robotilla.



Ajo tapahtuu käsiohjaimen oikeassa laidassa olevilla X-Y-Z –näppäimillä.



Uuden työn perustaminen:

Kun Fanuc on käynnistynyt painetaan aloitusruudun kohdalla näppäimistön Select -nappia ja sieltä Create (F2). Jos Create ei ole näkyvillä paina nuolen alta NEXT.

Kirjoita ohjelman nimeksi jokin nimi, esim. TESTI

Upper Case	isot kirjaimet.
Lower case	pienet kirjaimet
INSERT	lisäys
CLEAR	poistaminen
OVERWRITE	päällekirjoitus
BACK SPACE	merkin pyyhkiminen

Kirjoitus tapahtuu F1-F5 näppäimiä painamalla. (HUOM! Paina nuolta oikealle kirjoittaaksesi saman kirjaimen useammin peräkkäin.)

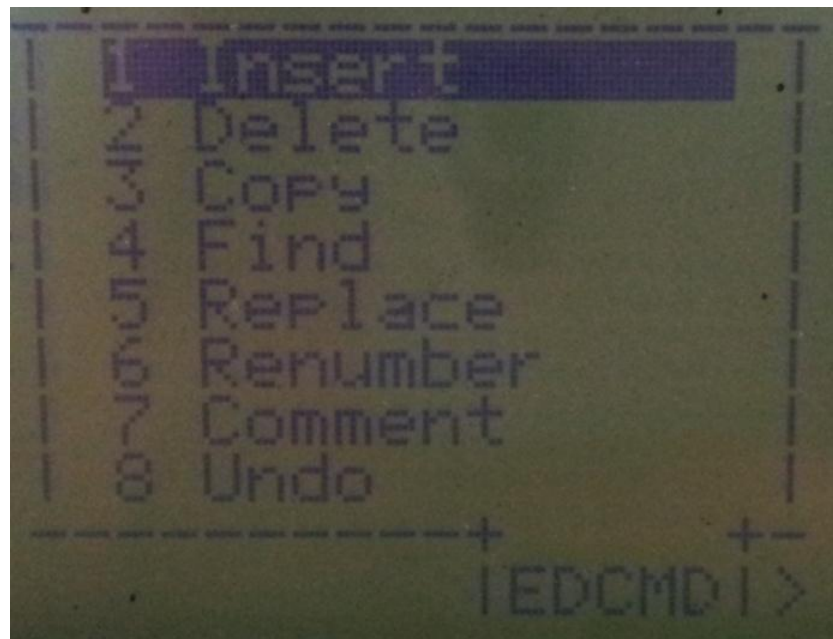
Kun nimi on valmis paina Enter. Kun END -kenttä tulee aktiiviseksi paina uudestaan Enter.

Ohjelma on nyt nimetty antamasi nimen mukaan.



läpi askel kerrallaan komennolla: kuolleenmiehen kytkin ja SHIFT –pohjassa, ja etenemällä askeleet läpi FWD –näppäimellä.

Voit muokata ohjelmaasi EDCMD (Edit command=muokkaa käskyä) –valikosta painamalla F5. Jos valikko ei näy, paina NEXT. Alla olevasta kuvasta näet valikon selityksineen.



- |             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| 1. Insert   | = Lisää rivejä ohjelmaan            |
| 2. Delete   | =Poista ohjelmarivejä               |
| 3. Copy     | =Kopioi rivejä                      |
| 4. Find     | =Etsi ohjelmasta                    |
| 5. Replace  | =Korvaa ohjelmarivi/kirjoita päälle |
| 6. Renumber | =Uudelleen numeroi ohjelmarivi      |
| 7. Comment  | =Kommentoi ohjelmariviä             |
| 8. Undo     | =Kumoa                              |

Liite 2:  
HARJOITUS 2: Oman nimen kirjoitus Fanuc -  
robotilla



Tämän harjoituksen tarkoitus on opettaa käyttäjälle Fanuc –robotin käsiajaja, sekä yksinkertaisten liikepisteiden ohjelmointia.

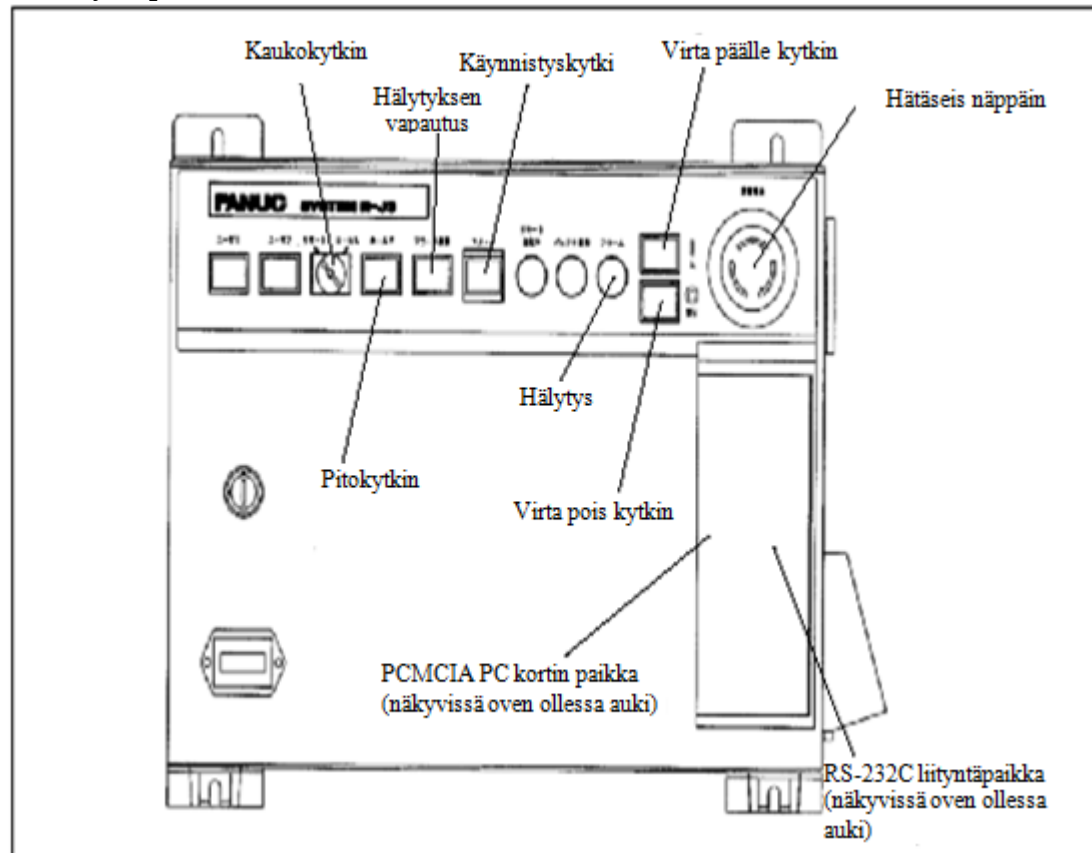
## TURVALLISUUSOHJEET:

- Robotin käyttö ilman perehdyttäjää kielletty.
- Robotin käyttö turvapiirit ohitettuna kielletty.
- Robotin käynnistäminen kielletty mikäli joku on robotisolissa.
- Noudata järjestelmässä olevia ohjeita ja varoituksia.
- Älä käytä käyttöpaneelia nojaamiseen.
- Älä käytä liian suuria nopeuksia robottiaettä käyttäessäsi.
- Käsiäjossa hätätilanteessa vapauta "kuolleenmiehen kytkin" välittömästi.
- Hätätilanteessa paina hätä-seis-kytkin pohjaan.
- Älä yritä liikuttaa robotin akseleita lihasvoimin.
- Jos et ole varma jostain asiasta, kysy perehdyttäjältä apua.
- Noudata näitä ohjeita.



## 1 Robottisoluun kuuluvat osat:

### 1.1 Käyttöpaneeli



#### Kaukokytin toiminta

##### AUTO:

- Tuotantoajo-ohjelma mahdollistaa täydellä nopeudella ajon.
- Kaikki turvarajat toiminnassa.

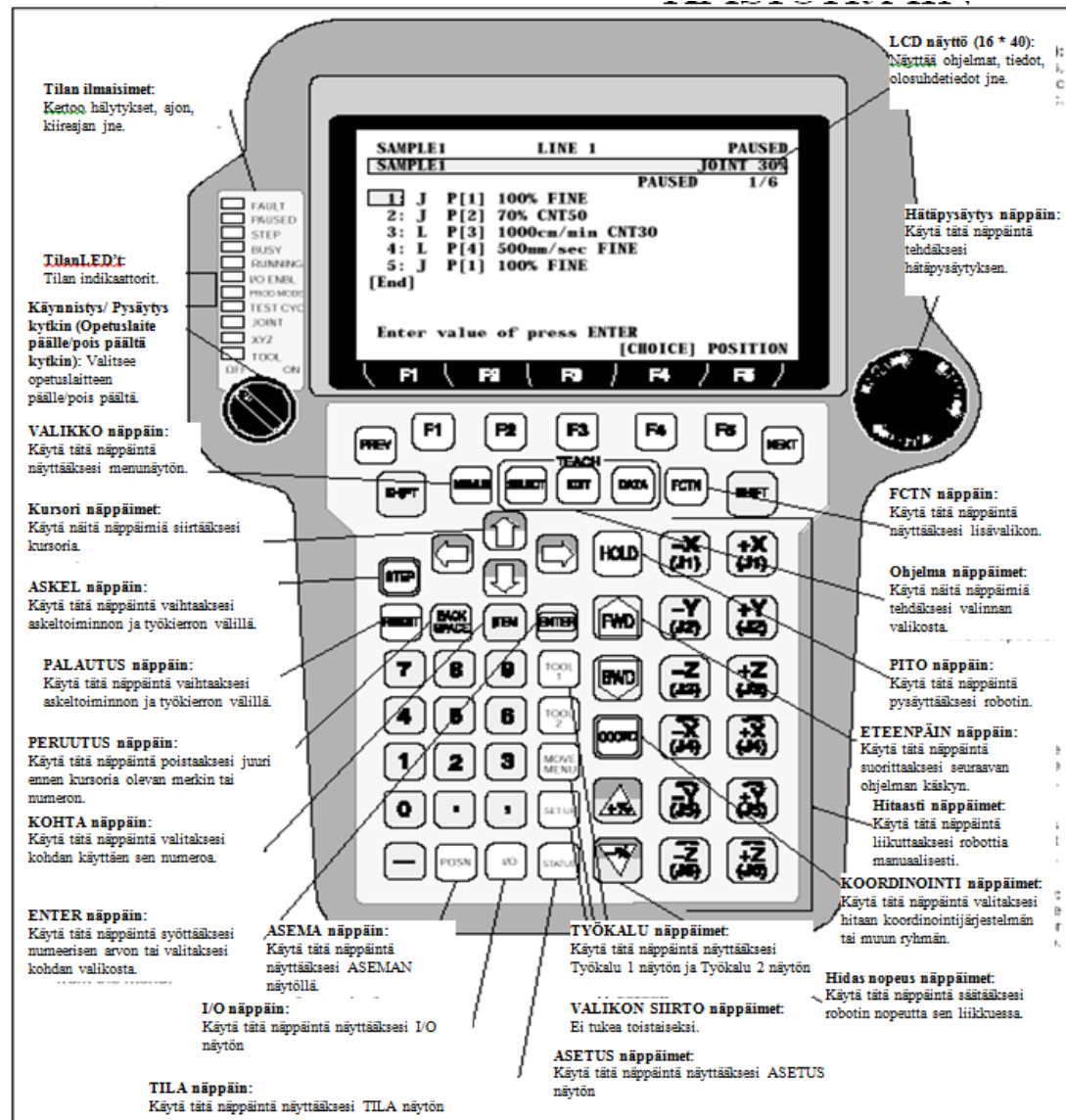
##### T1 = TEST MODE 1

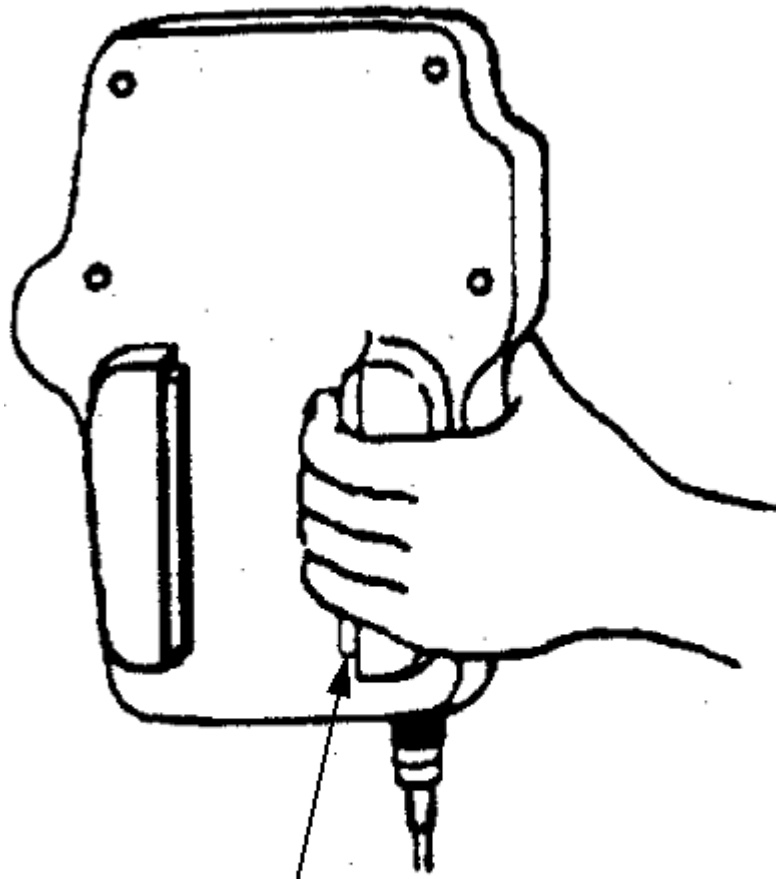
- Mahdollistaa ajon ainoastaan käsiohjaimella.
- Rajoitettu nopeus 250mm/s.
- (Jos turvaportti on käytössä: se on ohitettu. Kytetty käyttöpaneeliin)

##### T2 = TEST MODE 2

- Mahdollistaa ajon ainoastaan käsiohjaimella
- Nopeutta ei rajoitettu
- (Jos turvaportti on käytössä: se on ohitettuna. Kytetty käyttöpaneeliin)

## 1.2 Käsiohjain





DEADMAN SWITCH  
"KUOLLEENMIEHENKYTKIN"

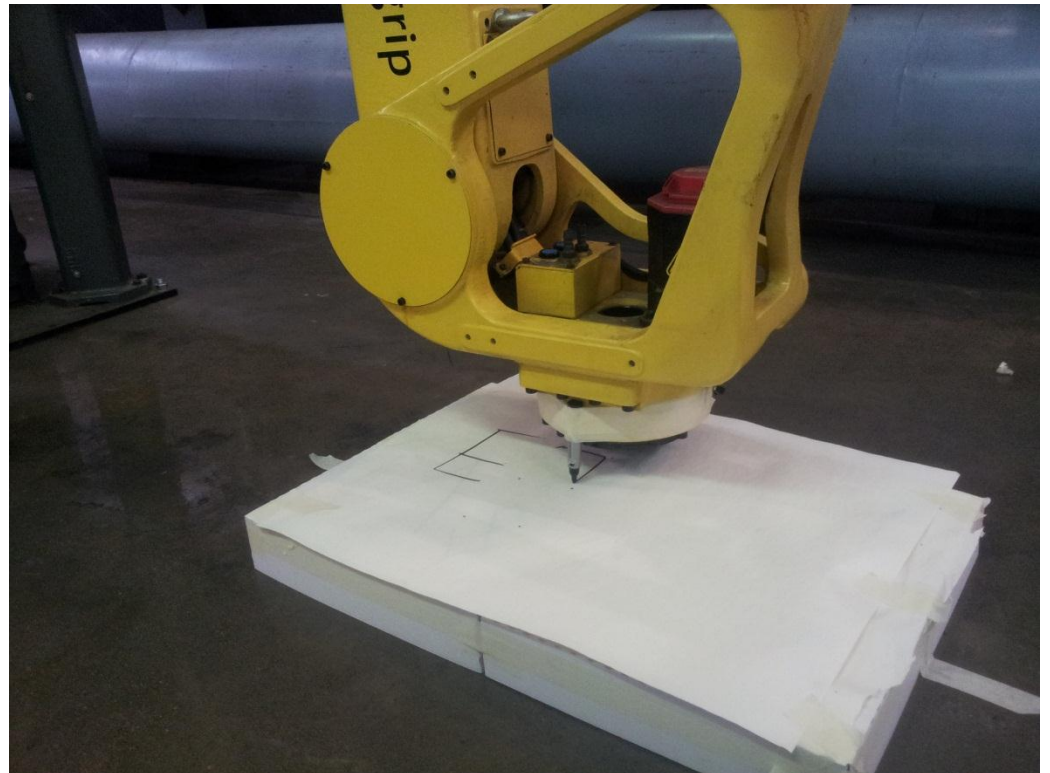
## 2 Tarvikkeet:

-1kpl huopatusseja

-pahvilaatikoita

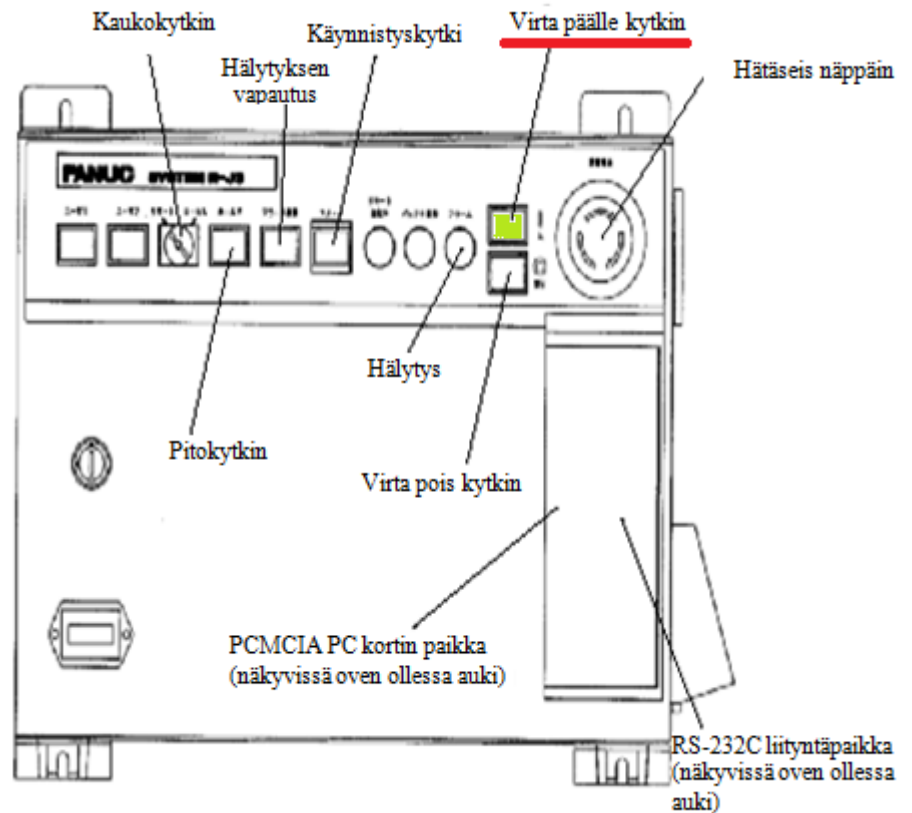
-teippiä

-1kpl Fanuc M-410iB –robotteja



### 3 Ohjelman nimeäminen

Käynnistä Fanuc operointipaneelista.



Kun Fanuc on käynnistynyt painetaan aloitusruudun kohdalla näppäimistön Select –nappia ja sieltä Create (F2)

Kirjoita ohjelman nimeksi oma nimesi. Upper Case isot kirjaimet. Kirjoitus tapahtuu F1-F5 näppäimiä painamalla. (HUOM! Paina nuolta oikealle kirjoittaaksesi saman kirjaimen useammin peräkkäin.)

Kun nimi on valmis paina Enter. Kun END –kenttä tulee aktiiviseksi paina uudestaan Enter.

Ohjelma on nyt nimetty antamasi nimen mukaan.

#### 4 Rivien lisäys ohjelmaan (ei pakollinen, mutta selkeyttää)

Alussa täytyy lisätä rivit, joille ohjelman muodostetaan. Näytön alakulmassa on [EDCMD] valikko, johon pääsee käsiksi painamalla NEXT painiketta. Paina valikko auki F5 ja valitse 1 INSERT painamalla ENTER. Kirjoita haluamasi rivimäärä, esim. 100. (Jos rivit loppuvat kesken voit lisätä niitä tekemällä kohdan 4 uudestaan.)

#### 5 Kotiasema

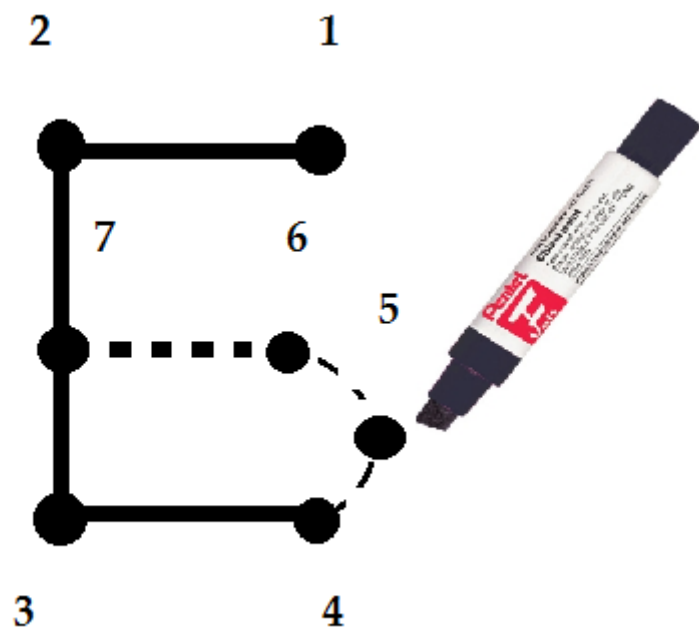
Paina kuolleenmiehen kytkin ja SHIFT pohjaan, kuittaa ylärivin häiriökenttä tyhjäksi painamalla samalla RESET (toista edellinen aina, kun vapautat kuolleenmiehen kytkimen). Harjoittele samalla X-Y-Z –koordinaatiston suuntia ja muuntele nopeuksia +% ja -% painikkeella.

Aja robotti haluamaasi aloituspisteeseen n. metrin korkeuteen pahlavialustasta. POINT eli napilla F1 valitset pisteen, joka jää robotin muistiin. Paina ensimmäinen piste n. metrin korkeuteen pahlavista.

## 6 Nimipisteiden opetus

Seuraavaksi aja robotin päässä oleva tussin kärki pahviin juuri ja juuri kiinni ja opeta robotille nimesi lisäämällä kirjainten ääripisteitä tussilla pahvia vasten.

(HUOM! Joka kerta, kun tussia nostetaan alustasta tai viedään siihen kiinni tarvitsee kyseisen pisteen yläpuolelle asettaa niin sanottu lähetyspiste. Asian voi ajatella samalla logiikalla kuin kappaleeseen tartuttaisiin suoraan ylhäältä lineaariliikkeellä. ).



Kun olet opettanut robotille nimesi kirjainten "ääripisteet" lisää vielä yksi ääripiste n. metrin korkeuteen pahvialustasta. Siirry sitten ohjelmasi riville 1. Mene jokaisella rivillä nuolinäppäimen avulla 100% FINE kohdalle, ja vaihda 100% tilalle 30% numeronäppäimillä ja kuittaamalla vaihdon ENTER:llä. Näin robotti tekee opettamasi liikesarjan turvallisella nopeudella.

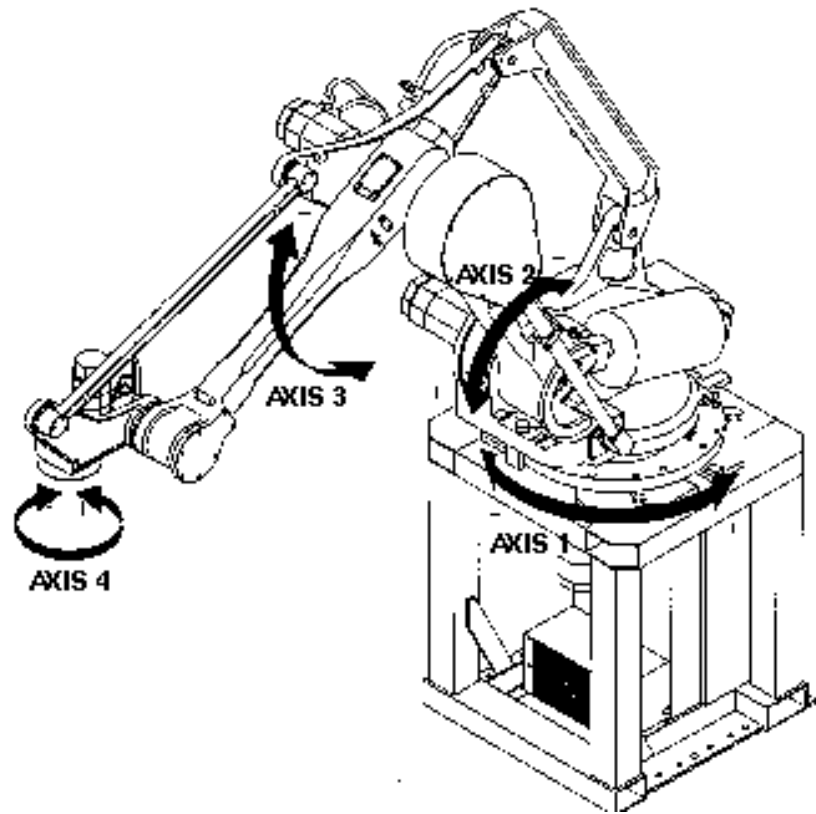
## 7 Ohjelman seuraaminen

Voit valita kummalla vaihtoehdolla haluat seurata, kun robotti kirjoittaa nimesi:

Vaihtoehto 1: Mene takaisin riville 1. Pidä käsiohjain käsiajovalmiudessa: kuolleenmiehen kytkin ja SHIFT pohjassa. Aseta ajonopeudeksi %+ ja %- näppäimillä 10% ja paina FWD -näppäintä. Nyt Fanuc toistaa liikerataa, jonka sille opetit. Jos jokin menee pieleen vapauta SHIFT ja robotti pysähtyy hallitusti.

Vaihtoehto 2: Mene takaisin riville 1. Paina "STEP" näppäintä ja STEP -asetus aktivoituu käsiohjaimen vasemmassa laidassa näkyvässä ledissä. Nyt pystyt käymään tekemäsi ohjelman läpi askel kerrallaan komennolla: kuolleenmiehen kytkin ja SHIFT -pohjassa, ja etenemällä askeleet läpi FWD -näppäimellä.

Liite 3:  
HARJOITUS 3: Rekisterien käyttö



Harjoituksen on tarkoitus opettaa rekistereiden ja paikkarekisterin käyttöä.

## TURVALLISUUSOHJEET:

- Robotin käyttö ilman perehdyttäjää kielletty.
- Robotin käyttö turvapiirit ohitettuna kielletty.
- Robotin käynnistäminen mikäli joku on robottisolussa.
- Noudata järjestelmässä olevia ohjeita ja varoituksia.
- Älä käytä käyttöpaneelia nojaamiseen.
- Älä käytä liian suuria nopeuksia robottiaettäettäessä.
- Käsiäjossa hätätilanteessa vapauta "kuolleenmiehen kytkin" välittömästi.
- Hätätilanteessa paina hätä-seis-kytkin pohjaan.
- Älä yritä liikuttaa robotin akseleita lihasvoimin.
- Jos et ole varma jostain asiasta, kysy perehdyttäjältä apua.
- Noudata näitä ohjeita.



Tavoite:

Harjoituksen tarkoituksena on opettaa rekistereiden (R = REGISTER) ja paikkarekistereiden (PR = POSITION REGISTER) käyttöä.

**R = REGISTER:** on arvo, jonka voit kirjoittaa robotin ohjaimen muistiin ja käyttää sitä ohjelmassasi (esim. vähennys, kerto, jako yms. toiminnoissa)

**PR = POSITION REGISTER:** on paikkarekisteri, johon voit tallentaa jonkin akselin pisteen (ks.taulukko 1). Ensimmäinen numero kertoo järjestysnumeron jos sinulla on kyseiselle akselille useampi paikkarekisteri käytössä. Jälkimmäinen numero kertoo liikeakselin, jota käytät.

Taulukko 1: PR esimerkkejä

PR	1,1	X
PR	1,2	Y
PR	1,3	Z

Tehtävänanto:

Tee robotilla liikesarja, jossa robotti tekee ns. paletoinnin. Toteuta se viidellä toistolla ja käyttäen rekistereitä sekä paikkarekistereitä.

Lopuksi robotti palaa aloituspisteeseen ja nolaa rekisterit.

Aloitus:

Lisää ensimmäiselle riville LBL eli Label INST –valikosta. Laita Label:lle järjestysnumeroksi 1.

Lisää aloituspiste ja nimeä se aloituspisteeksi. Aseta piste hieman alle 90 –asteen kulmaan alakäsivarren ollessa kohtisuoraan ylöspäin.

Rekisterit:

Mene Data -valikkoon nähdäksesi rekisterit painamalla DATA –näppäintä. [TYPE] –valikosta voit valita R ja PR. Register valikkoon on jo valmiiksi nimetty rekisterit, jotka näet selityksineen taulukosta 2.

Taulukko 2: Rekisterit

R [ 1:	OFFSET ARVO ]=0	Sen hetkinen korkeus.
R [ 2:	TOISTOJA ]=0	Tehtyjen toistojen määrä.
R [3:	KERROSKORKEUS ]=300	Kuinka paljon on kuvitteellinen kerroskorkeus, eli kuinka paljon robotin pää nousee toistojen välillä-

Käy myös katsomassa Position Register valikosta PR1. (Taulukko 3.)

Taulukko 3: Paikkarekisterit

PR [ 1:	OFFSET NOSTO ]=R	Paikkarekisteri
---------	------------------	-----------------

Paikkarekisteri on muokattu valmiiksi. Voit käydä katsomassa sen arvoja painamalla F4 näppäintä POSITION –valikkoon. Näet nyt, että X ja Y ovat nollija ja Z arvo 1200.000 (kuva alla). Astelukuja ei ole muutettu.



Seuraavaksi tee ohjelmariville rekistereitä käyttäen toteutus, jossa OFFSET ARVO on yhtä kuin TOISTOjen määrä kerrottuna kerroskorkeudella.

Edellisen tehtyäsi tee seuraavalle riville tarkastelu, jossa verrataan PR 1 : OFFSET NOSTO ja R 3: OFFSET ARVO. Eli milloin ovat saman arvoisia. Kun valitset paikkarekisteriä, ota huomioon että käytät vertailuun vain Z –liikkeen arvoa, koska se on ainut jota on muutettu Paikkarekisterissä. Katso taulukosta 1. vinkkiä, miten saat PR Z-akselin arvon valituksi. (Apuja löytyy tehtävän lopusta.)

Seuraavaksi lisää piste, josta "paletointi" alkaa. Aja robotti n. 30cm päähän lattiasta ja lisää piste. Tee se Lineaari liikkeellä ja nopeudeksi saat päättää väliltä 400-600mm/sec. Paikoitustarkkuus CNT 5.

Mene tekemäsi rivin loppuun ja CNT 5 jälkeen ja mene [CHOISE] –valikkoon. Valitse 6. Offset, PR[ ] , laita tähän tässä tehtävässä käytettävä OFFSET NOSTO.

Nyt on muodostettu piste, josta robotti alkaa tekemän kuvitteellista pinoamista.

### Toistojen laskeminen ja vertailu:

Tee yhtälö, jossa lisäät tässä kohtaa ohjelmaa aina kokonaisluvun (=Constant) yksi(1) toistojen määrään eli Rekisteriin 2.

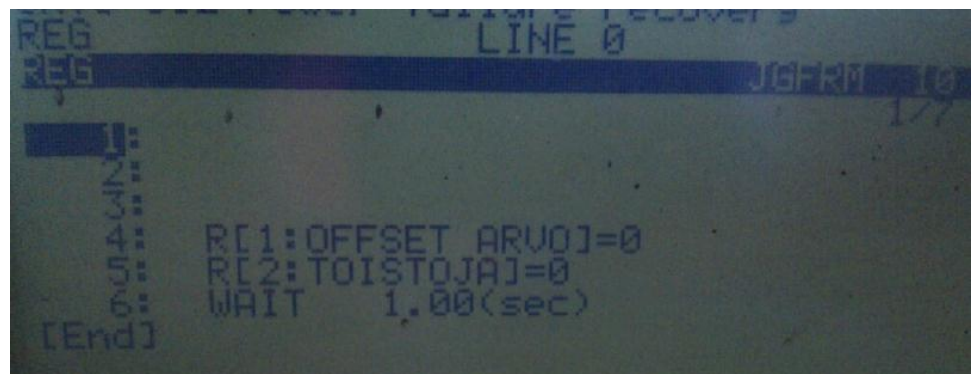
Seuraavassa lausekkeessa vertailut saatua kokonaislukua arvoon 5: JOS (IF) toistot ovat alle 5, hyppää ohjelma takaisin riville 1 ( [ JMP LBL:1 ] ) ja jatkaa nyt tähän asti tekemääsi kiertoa. (Vinkkiä toteutukseen tehtävien lopussa.)

Kun olet toteuttanut edelliset vertailut, kopioi seuraavalle riville aloituspisteesi. Mene aloituspisteriville ja tee seuraavasti:

Kopiointi: F5 EDCMD – 3 COPY. Valitse nuolinäppäimellä rivi ja paina F2 Copy

Mene riville, jonne haluat lisätä kopiointisi ja paina F5 PASTE. Haluat lisätä paikan, eli POSITION, paina siis F4.

Viimeiseksi lisää CALL program, ja sieltä MACRO ja makro-ohjelmista 6 REG. Tämä makro-ohjelma nolaa rekisterit. (Voit katsoa sen toteutuksen valitsemalla SELECT ja REG , makro-ohjelma. Kuva alla.)



**BONUS:**

Muokkaa ohjelmaa niin, että robotin lähestyy jokaista "lastauspistettä" n.100mm ennen pysähtymistä selvästi hitaammalla nopeudella. Lisää myös 2 sekunnin odotusaika jokaisen lastauspisteen jälkeen ennen aloituspisteeseen menoa.

## VINKKEJÄ TEHTÄVÄN TOTEUTUKSEEN

DATA= pääset katsomaan rekistereitä

EDIT= pääset takaisin muokkaamaan auki olevaa ohjelmaa

SELECT= ohjelma valikko

OFFSET ARVOn toteutus:

```
RL[1:OFFSET ARVO]=R[2:TOISTOJA]*  
R[3:KERROSKORKEUS]  
  
PR[1,3:OFFSET NOSTO]=  
R[1:OFFSET ARVO]
```

IF, eli JOS lause:

```
17: IF R[2:TOISTOJA]<5,JMP LBL[1]
```