

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tutkintotyö

Antti Kainulainen

ROBOTTISOLUJEN STANDARDISOINTI

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2006

Lehtori Kari Järvinen
Sisu Diesel Oy, valvoja DI Kalle Peltonen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kainulainen, Antti	Robottisolujen standardisointi
Tutkintotyö	39 sivua + 25 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Kari Järvinen
Työn teettäjä	Sisu Diesel Oy, valvoja DI Kalle Peltonen
Toukokuu 2006	
Hakusanat	robotti, tuotantosolu, standardisointi

TIIVISTELMÄ

Ensimmäiset robotit Sisu Dieselille eli silloiselle Valmetin moottoritehtaalle on hankittu 1980-luvulla. Kuitenkin vasta tällä vuosituhanella robotisointi on lähtenyt kunnolla käyntiin. Viime vuosina robottien määrä Sisu Dieselillä on kasvanut nopeasti, ja nykyään niitä on kaikkiaan noin 60. Tyypillisiä robottisoluja Sisu Dieselillä ovat sellaiset, joissa robotti panostaa yhtä tai useampaa työstökoneetta tai palvelee esim. pesukoneetta. Jonkin verran robotteja käytetään myös kokoonpanotehtävissä.

Robotit tilataan yleensä ilman varusteita ja räätälöidään itse tehtaalla kulloiseenkin kohteeseen sopivaksi. Näin ollen uutta robottisovellusta tehtäessä joudutaan varsinaisen robotin lisäksi tilaamaan suuri määrä muita osia paineilmaletkuista lähtien. Jonkin verran osia myös suunnitellaan itse ja teetetään. Käytössä olevia osia on monilta eri toimittajalta ja monia eri malleja. Tästä johtuen Sisu Dieselillä on syntynyt tarve standardisoida robottisolujen peruskomponentteja, jotta solut olisivat paremmin yhteensopivia ja toisaalta käytettäisiin parhaiten soveltuvia osia eri vaihtoehtoista. Lisäksi tehdaspalvelun varaosavarasto pysyy järkevän kokoisena.

Tavoitteeksi määritettiin luoda taulukko, josta löytyvät yleisimmin tarvittavat osat ainakin ABB IRB 4400- ja Fanuc R-2000iA 165 F-robotteihin, jotka ovat yleisimmät robottimallit Sisu Dieselillä. Työ aloitettiin keräämällä tarkat komponenttiluettelot viidestä Sisu Dieselille tyypillisestä ja suhteellisen yksinkertaisesta robottisolusta. Myös toimittajatiedot kerättiin. Luetteloista lähdettiin kartoittamaan yhtäläisyyksiä ja kyselemään käyttäjiltä ja suunnittelijoilta mielipiteitä eri valmistajien osista. Tarkoitus oli myös päivittää myynnistä poistuneiden mallien tiedot uusiin vastaaviin. Lisäksi tässä työssä on perehdytty robottisolujen riviliitinpaikkojen nimeämiseen ja vertailtu valoverhoja lähinnä turvaluokitusten kannalta.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical engineering

Kainulainen, Antti	Standardization of robot cells
Thesis	39 pages + 25 inserts
Supervisor	Senior Lecturer Kari Järvinen
Purchaser	Sisu Diesel Oy, instructor M.Sc.(eng.) Kalle Peltonen
May 2006	
Keywords	robot, production cell, standardization

ABSTRACT

First robots for Sisu Diesel were bought in the 1980's when the factory was still known as Valmet's engine factory. However the robotization really began at year 2000. After that the number of robots in Sisu Diesel has grown rapidly, today the number is little bit over 60. Typical robot cell in Sisu Diesel is a one where robot is serving one or more machine tools or for example washing machine. Robots are also used in assembling.

Robots are usually ordered without equipment and are customized for their purpose at Sisu Diesel. Because of that there's a large amount of parts and accessories that have to be ordered when making a new robot appliance. There are many suppliers and many different models in use. Some parts are also designed at Sisu Diesel. All this has brought up the need to standardize robot cells, so that they would be more compatible and that the best suitable parts from different options would be in use.

The goal of the thesis was to make a table that would contain all general parts at least for ABB IRB 4400 and Fanuc R-2000iA 165 F. These types are most commonly used robots in Sisu Diesel. I started by collecting lists of components from five typical and quite simple robot cells. I also gathered supplier information for those components. Then I compared those lists and tried to find similarities and I also inquired designers and operators about their experiences from different components. I updated obsolete models with compatible new ones. I also focused on naming terminal strip places and compared light curtains in this study.

ALKUSANAT

Olin ollut Sisu Dieselillä töissä jo kolmena kesänä alkaen vuodesta 2003. Syksyllä 2005 opintoni olivat siinä vaiheessa, että insinööriyön tekeminen alkoi tulla ajankohtaiseksi. Niinpä kysyin tuotannonkehityspäälliköltä Kalle Peltoselta, löytyisikö Sisu Dieseliltä sopivaa insinööriyön aihetta. Kiinnostava ja opintoihini hyvin sopiva aihe löytyi robottisolujen standardisoinnista.

Kiitokset kaikille tämän työn tekemisessä auttaneille.

Tampereella 17. toukokuuta 2006

Antti Kainulainen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
ALKUSANAT.....	4
1. JOHDANTO.....	7
2. YRITYS JA HISTORIA.....	8
2.1 Yrityksen toimiala ja tärkeimmät tuotteet.....	8
2.2 Yrityksen historia ja nykyhetki.....	8
2.3 Liikevaihdon ja tuotantomäärien kehitys.....	9
3. YLEISTÄ ROBOTEISTA.....	9
3.1 Kiertyväniveliset robotit.....	9
3.2 Robotteihin liitettävät työkalut.....	10
3.3 Sovelluskohteet.....	10
4. PFAUTTER NAKAMURA TV 30.....	11
4.1 Solun esittely.....	11
4.2 Komponenttiluettelo.....	13
5. HPV SEIKI KOVA.....	16
5.1 Solun esittely.....	16
5.2 Komponenttiluettelo.....	17
6. KANSILINJAN PESUSOLU.....	22
6.1 Solun esittely.....	22
6.2 Komponenttiluettelo.....	23
7. FMS2/1 (ABB IRB 140).....	28
7.1 Solun esittely.....	28
7.2 Laitteistokuvaus.....	28
7.3 Robotin esittely.....	29
7.4 Komponenttiluettelo.....	30
8. REISHAUER RZ 362 A.....	31
8.1 Solun esittely.....	31
8.2 Komponenttiluettelo.....	31
9. YHTEENVETO.....	34
10. VALOVERHOT.....	35
10.1 Valoverhojen turvaluokat.....	35
10.2 Valoverhot robottisoluissa.....	36
11. RIVILIITINPAIKKOJEN NIMEÄMINEN.....	36

12. LÄHTEET.....	38
13. LIITTEET.....	39

1. JOHDANTO

Tämän insinööriyön tarkoituksena on standardisoida Sisu Dieselillä robottisoluissa käytettävät osat. Aluksi selvitetään viiden tyypillisen solun osalta niissä käytetyt osat mahdollisimman tarkasti. Sen jälkeen mietitään, mitkä osat on järkevä ottaa mukaan standardisointiin. Samalla myös vertaillaan vaihtoehtoisia osia ja pyritään valitsemaan parhaiten sopivat. Robottien riviliitinpaikkojen käyttö tutkitaan ja pyritään nimeämään ainakin osa paikoista.

Robottisolujen standardisoinnilla pyritään helpottamaan suunnittelijoiden, käyttäjien ja huoltohenkilökunnan työtä. Solujen paremmalla yhteensopivuudella pystytään myös pienentämään tarvittavien varaosien määrää, kun eri malleja on vähemmän. Tämän työn tuloksia on tarkoitus soveltaa tulevaisuudessa; olemassa olevia soluja ei ole järkevää lähteä muuttamaan.

2. YRITYS JA HISTORIA

2.1 Yrityksen toimiala ja tärkeimmät tuotteet

Sisu Diesel Oy sijaitsee Nokian Linnavuorella noin 30 kilometriä Tampereelta Poriin päin. Sisu Diesel on ollut osa amerikkalaista AGCO-konsernia vuodesta 2003 lähtien. AGCO on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden valmistaja.

Sisu Dieselin tärkeimpiä tuotteita ovat dieselmoottorit, aggregaatit, varavoimakoneet, vaihteistot ja voimansiirto-osat. Tunnetuimpia tuotteita ovat kolme-, neljä- ja kuusisylinteriset dieselmoottorit teholuokassa 50 – 450 hv, joita käytetään lähinnä maatalous- ja metsäkoneissa.

Sisu Dieselin suurin asiakas on edelleen Valtra, muita kotimaisia ovat esim. Kalmar ja Sampo Rosenlew. Ulkomaisista mainittakoon itävaltalainen Steyr ja saman konsernin Massey Ferguson.

2.2 Yrityksen historia ja nykyhetki

Sisu Dieselin Linnavuoren moottoritehdas on toiminut yli 60 vuotta. Tehdas rakennettiin alun perin sota-aikaan Lentokonetehtaan moottori-osastoa varten. Sota loppui kuitenkin ennen kuin tuotanto ehti alkaa. Vuoden päivät kehiteltiin erilaisia tuotevaihtoehtoja. Sotakorvaukset ratkaisivat asian: tehtaalle hankittiin Ruotsista kaksi dieselmoottorilisenssiä ja kompressorilisenssi. Ensimmäinen itse suunniteltu moottori valmistui vuonna 1947. Ensimmäinen traktorimoottorimalli vuodelta 1952 oli bensiinikäyttöinen 4-sylinterinen 1,4 litran Valmet 4035, joka kehitti 18 hv. Ensimmäinen Linnavuoren traktoridiesel tuli 1957. Valmet 309 D oli 3-sylinterinen ja kehitti 33 hevosvoimaa. Myöhemmin valtio päätti keskittää kaiken mäntäkoneosaamisen Linnavuoren tehtaalle. Tuotevalikoimassa oli niin kaksitahti- kuin nelitahtimoottoreita, lentokone- ja laivamoottoreita ja lisäksi erikoistyöstökoneita. Valmistusohjelmaan otettiin myös aggregaatit ja hammaspyörät sekä vaihteistot. Yritys on yhä Suomen suurin hammaspyörävalmistaja kappalemäärissä laskien. Työstökone-osastosta on sittemmin kehittynyt Fastems ja lentokonemoottoriosastosta Patria Finavitec. /1, s.36/

Nimi Valmet muuttui Sisu Dieseliksi vuonna 1998. Sisu Diesel on traktorivalmistaja Valtran tytäryhtiö. Viime vuosina Sisu Dieselin omistaja on vaihtunut useampaan otteeseen, ja vuonna 2003 Sisu Diesel siirtyi amerikkalaisen AGCO:n omistukseen. AGCO-konserni on maailman suurimpia maatalouskoneiden valmistajia. Sisu Diesel on konsernin ainoa moottoritehdas. Sisu Dieselillä on tehdas myös Brasiliassa, jossa valmistetaan lähinnä pienempiä malleja (3- ja 4-sylinterisiä moottoreita) paikallisille markkinoille .

Tällä hetkellä Sisu Dieselillä eletään suuren kasvun ja tuotannon uudistamisen aikaa. Seuraavan kolmen vuoden aikana tuotanto on tarkoitus kaksinkertaistaa. Tuotannon kasvussa automaatio on tärkeässä roolissa, varsinkin kun uusia tiloja ei rakenneta. Oman haasteensa tuovat jatkuvasti tiukentuvat päästömääräykset, joiden takia moottorit sisältävät entistä hienompaa tekniikkaa. Tämä vaatii myös tuotannolta entistä suurempaa tarkkuutta. Sisu Diesel työllistää tällä hetkellä Linnavuoressa noin 640 henkilöä.

2.3 Liikevaihdon ja tuotantomäärien kehitys

1990-luvun alun laman jälkeen Sisu Dieselin tuotantomäärät kasvoivat rajusti, ja viime vuosina määrä on ollut hieman alle 30 000 moottoria vuodessa. Liikevaihto on noin 130 miljoonaa euroa.

3. YLEISTÄ ROBOTEISTA

3.1 Kiertyväniveliset robotit

Kaikki tässä työssä esiintyvät robotit ovat kiertyvänivelisiä kuuden vapausasteen robotteja. Kuuden vapausasteen ansiosta voidaan kaikki mahdolliset työkalun asennot saavuttaa. Jotta robotin kaikki vapausasteet voidaan ohjata mielivaltaiseen paikkaan liikeratojen sisällä, käytetään toimilaitteina yleensä sähköisiä, helposti ohjattavia servomoottoreita. Tämä on yleisin robottityyppi teollisuudessa. /2, s.18/

Robottijärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan: Joko robotti pitää kiinni kappaleesta, jota siirretään paikasta toiseen ja sille suoritetaan työvaiheita ennalta määrätysti, tai robottiin on kiinnitetty työkalu, jolloin robotti puolestaan suorittaa työtä eri kohteissa ohjelmansa mukaisesti. /2, s.115/

3.2 Robotteihin liitettävät työkalut

Tyypillisimmät itse robottiin liitetyt työkalut ovat erilaiset tarraimet, poraus-, jyrsintä-, ja hiomakoneet, hitsauspolttimet, pistehitsauspihdit, maalauslaitteet sekä puhaltimet. Robottikäyttöön suunniteltujen laitteiden liittäminen on lähes poikkeuksetta huolellisesti harkittua, tosin käytännössä lähes mikä tahansa käsityökalu voidaan liittää osaksi robottia tavalla tai toisella. Tarraimet ovat yleensä pneumaattisia, ja niitä varten robotti pitää varustaa tarvittavilla paineilmajohdoilla, venttiileillä sekä huoltolaitteella, joka yleensä sisältää ainakin sulkuhanan ja vedenerottimen. /2, s.113/

3.3 Sovelluskohteet

Tyypillisiä valmistusyksikön eli solun koneita, joita robotti palvelee, ovat erilaiset puristimet, hitsauslaitteet, hiomakoneet, koneistuskeskukset, sorvit, merkkaukoneet ja latomakoneet sekä kokoonpanolaitteet. Yhteistä näille kaikille on jonkinlainen oma ohjaus- ja käyttöjärjestelmä, eli niitä on useimmiten mahdollista käyttää itsenäisesti ilman robottiakin. Robottikäytössä tarvittavien signaalien määrä vaihtelee kone- ja sovelluskohtaisesti. /2, s.113/

4. PFAUTER NAKAMURA TV 30

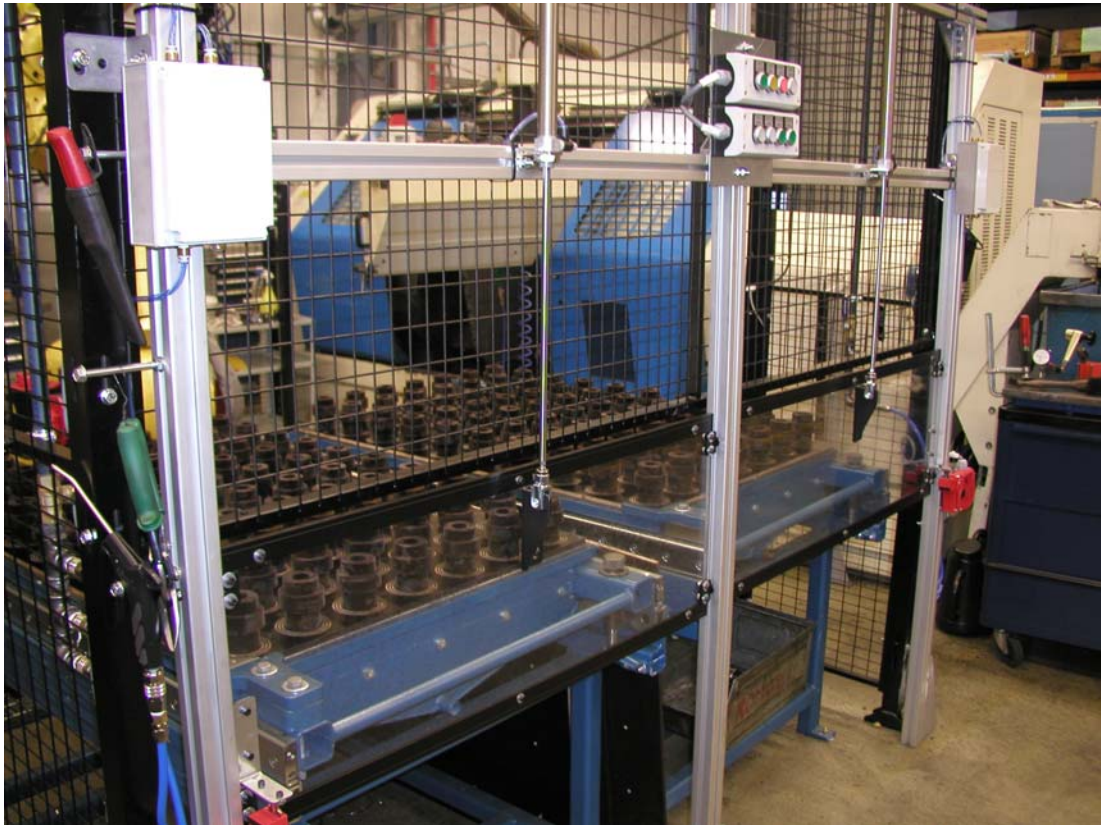
4.1 Solun esittely

Pfauter Nakamura TV 30:n solu on hammaspyörien sorvaussolu, jossa voidaan sorvata hammaspyörien reikää ja ulkopintaa. Solu sijaitsee Sisu Dieselin 1-hallissa jossa tapahtuu suurin osa moottorien osavalmistuksesta. Kaiken kaikkiaan tämä solu on hyvä ja melko yksinkertainen esimerkki solusta, jossa robotti palvelee työstökoneetta. Robottina tässä solussa on Fastemsin toimittama Fanuc R-2000iA 165 F, jonka käsittelykyky on 165 kg (kuva 1). Robotin tarttujan on tehnyt EM-tekniikka Oy.



Kuva 1. Fanuc R-2000iA 165 F

Työstökoneena solussa on japanilainen Nakamura-sorvi. Solu on varustettu kahdella ulosvedettävällä palettipöydällä, joiden avulla kappaleet syötetään robotille (kuva 2).



Kuva 2. Nakamura-solun palettipöydät

Turvarajoina solun kahdessa oviaukossa on Omronin valoverhot (kuva 3).



Kuva 3. Valoverhot

Komponenttiluettelon keräämisen kannalta tämä solu oli helppo, koska itse suunniteltuja tai ns. polven päällä tehtyjä osia on harvinaisen vähän. Tarttujan alapuolella sijaitseva puhallin on ainoa osa, josta ei löytynyt kuvaa tai minkäänlaisia tuotetietoja. Solun paineilmaosat ovat SMC-merkkisiä.

4.2 Komponenttiluettelo

Pfautter Nakamura TV 30

Robotti

Fanuc R-2000iA 165 F

Tarttuja

Tarrain

Tarttujayksikkö (2 kpl)
Tarttuja EMT-125-3J (4 kpl)
Runko PGN 160 (liite 1.)

Valmistaja ja toimittaja EM-Tekniikka Oy.
Puh. 03-2337100
Fax 03-2337133
info@em-teknikka.fi

Tarttujan liittimet

Robot adaptor unit CXC30 R-00-08 VBS-NP.
Tool adaptor unit CXC30 T-00-08 BS-NP.
Electrical module robot CXC30 EMR-22.05-R-3.0.
Electrical module tool CXC30 EMT-22.

Valmistaja ja toimittaja Applied Robotics.
Myös Fastems toimittaa tarvittaessa.

Jim Fitzgerald
Vice President
Applied Robotics, Inc.
648 Saratoga Road
Glenville, NY 12302
Tel. (518) 384-1000 ext. 137
Fax (518) 384-1200
jfitzgerald@arobotics.com

Välilaippa

Omaa suunnittelua. Kuva B91715350 (kuva löytyy vain paperilla). (liite 2.)

Puhallin

Omaa tuotantoa.

Aluslaatta

Omaa suunnittelua. Kuva 92012464. (liite 3.)

Suoja-aitaus

Verkkoaita

Valmistaja Axellent.

Toimittaja Novimec Oy.
Puh. 020 760 9760

Valoverhot

Omron F3SN-A0757P25-D (2 kpl).

Valmistaja Omron.

Toimittaja Tekno-Tikka Oy.
Sami Korko
gsm 040 501 1764

Alumiiniprofiilirunko

5,6 m salkoja profiilia 45*45.
Kulmakiinnittimiä 45*45 tuotenumero 3842523561.
Kulmakonsoleita (lattiajalkoja) tuotenumero 3842190014.
Liukukappaleita (8 kpl) tuotenumero 3842530303.

Toimittaja Bosch Rexroth Oy.
Puh. 03-2496111
Aki Kettunen
gsm 040 846 0260

Lastausluukut

Pleksit (2 kpl).
Toimittaja Muovikoneistus Kivelä Oy.
Puh.03-265 2790
Fax 03-265 2448

Pleksien reunaan tulevat listat.

Toimittaja Bosch Rexroth.
 Puh. 03-2496111
 Aki Kettunen
 gsm 040 846 0260

Lastausluukun turvaraja XCS-E 7511 (2 kpl).
 Turvarajojen avainosa XCSZ02 (2 kpl).

Valmistaja Telemecanique.

Toimittaja Schneider electric.
 Puh. 010 44 6610

Nostosylinterit

Kaksitoiminen sylinteri CD 85N25-400C-B (2 kpl).

- ISO 6432
- max työpaine 10 bar
- liitäntäaukot 1/8"

Sylinteriasenteinen vastusvastaventtiili AS2201F-01-06S
 (2kpl/sylinteri).

- letkuliitännät 6mm

Sylinterin L- kiinnitysrauta C85L25A (1kpl/sylinteri).

Haarukkakiinnitin männän päähän GKM10-20 (1kpl/sylinteri).

- DIN 71752

Nostosylinterien ohjausyksikkö FIN-05-032 (1kpl/sylinteri).

- letkuliitännät 6mm

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.

Juha Tikkanen

Puh. 0207 513 589

Fax 0207 513 593

gsm 0400 426 493

Pleksiin kiinni tuleva kiinnitysrauta omaa tuotantoa.

Valoverhojen ja palettien valo/kytkintaulu

Robotin valo/kytkintaulu

Palettipöydät

Omaa suunnittelua. Kuva D91714580. (liite 4.)

Huoltolaite

3-tie sulkuhana VHS40-F04.

- 1/2"

Suodatinsäädin AW40-F04D.

- D tarkoittaa automaattityhjennystä, mikäli D jätetään pois manuaalinen tyhjennys

- suurin työpaine 10 bar
- suodatusaste 5 mikronia

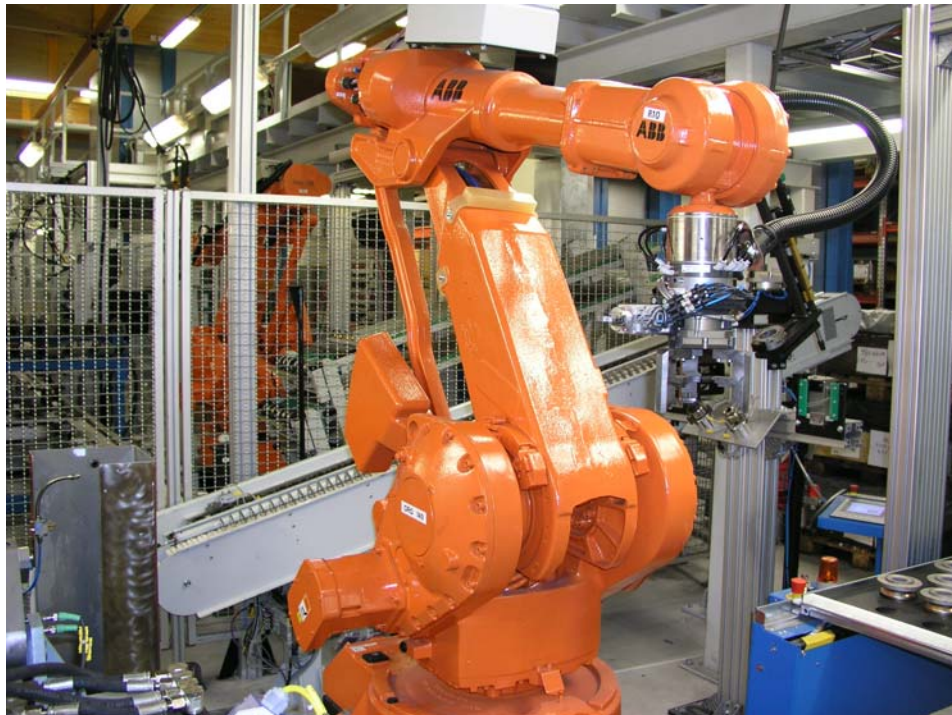
Painemittari G46-10-02
Välikappale Y400T

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

5. HPV HITACHI SEIKI

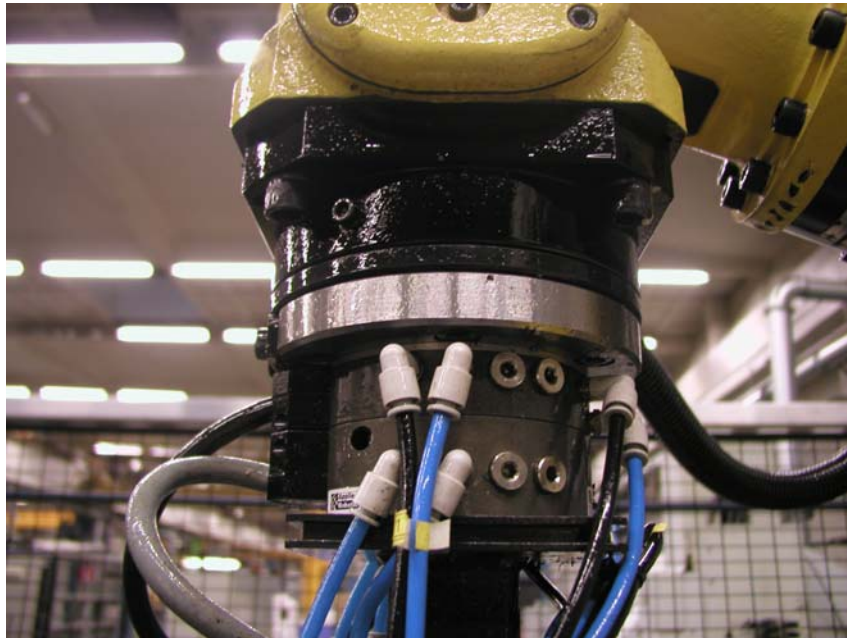
5.1 Solun esittely

Tämä solu sijaitsee 1-hallissa hammaspyöräosastolla. Solussa sorvataan hiiletyskarkaistujen hammaspyörörien reikiä. Robottina on ABB IRB 4400, jonka käsittelykyky on 45 kg (kuva 4). Työstökoneena on Hitachi Seiki- merkinen sorvi. Solu sijaitsee hyllystöhissin yhteydessä, jonka kautta soluun tulee työstettävät kappaleet. Valmiit kappaleet syötetään takaisin hyllystöhissiin.



Kuva 4. ABB IRB 4400

Tarraimena robotissa on Schunk PZN 125-1, johon on itse suunniteltu ja teetetty vaihtoleuat ja –kynnet. Tarttuja on liitetty robottiin Applied Roboticsin CXC 30 liittimillä, jotka mahdollistavat työkalun vaihtamisen helposti (kuva 5).



Kuva 5. Applied Robotics CXC 30 - liittin

Solu on varustettu konenäköjärjestelmällä ja mittalaitteella. Konenäköjärjestelmän ansiosta kappaleita ei tarvitse järjestellä tarkasti paletille. Mittalaitteella tarkistetaan sorvauksen jälkeen hammaspyörän reiän koko ja muoto.

5.2 Komponenttiluettelo

HPV Hitachi Seiki

Robotti

ABB IRB 4400

Tarttuja

Tarrain

Tarrainpakka PZN 125-1 (2 kpl). Huom. jos tarvitaan jousitapit, niin ne eivät sisälly tähän, vaan ovat omaa suunnittelua, kuva 92012593 (liite 5.)

Induktiivinen anturi IN 80/S-M12 (4 kpl). Huom. ind. anturit saavat olla maks. 35 mm pitkiä.
Liitinterminaali V4-M12.

Valmistaja Schunk.

Toimittaja Nurminen Tools Oy.
Puh. 02-4389668
Fax. 02-4389669
hannu.nurminen@nurminentools.fi

Tarttujan liittimet

Robot adaptor unit CXC30 R-00-08 VBS-NP.
Tool adaptor unit CXC30 T-00-08 BS-NP.
Electrical module robot CXC30 EMR-22.05-R-3.0.
Electrical module tool CXC30 EMT-22.

Valmistaja Applied Robotics.
Myös Fastems toimittaa tarvittaessa.

Jim Fitzgerald
Vice President
Applied Robotics, Inc.
648 Saratoga Road
Glenville, NY 12302

Tel. (518) 384-1000 ext. 137
Fax (518) 384-1200
jfitzgerald@arobotics.com

Paineilmaliittimet KQ2L06-01S.
- letkuliitäntä 6 mm

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

Paineensäätimet

Paineensäädin AR10-M5 (4 kpl).
- M5 liitäntä
Painemittari G27-10-R1 (4 kpl).
- R1/16" liitäntä
Kiinnityskulma AR10P-270 AS (4 kpl).
Kulmaliitin KQ2L06-M5 (4 kpl).
- letkuliitäntä 6 mm
Suoraliitin KQ2H06-M5 (4 kpl).
- letkuliitäntä 6 mm

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
 Juha Tikkanen
 Puh. 0207 513 589
 Fax 0207 513 593
 gsm 0400 426 493

Paineilmaletkujen suojaputken kiinnitysrauta

Omaa suunnittelua.

Muut osat

Tarttujan varsi. Kuva C 91715340. (liite 6.)
 Adapterisovite. Kuva B 91090220/1. (liite 7.)
 Vaihtoleuat (6 kpl). Kuva A 91718000. (liite 8.)
 Vaihtokynnet 6 mm (9 kpl). Kuva A 91716650. (liite 9.)
 Vaihtokynnet 8 mm (9 kpl). Kuva A 91719030. (liite 10.)
 Vaihtokynnet 12 mm (9 kpl). Kuva A 91719040. (liite 11.)
 Vaihtokynnet 16 mm (9 kpl). Kuva A 91715370. (liite 12.)

Omaa suunnittelua.

Valmistaja ja toimittaja Artekno-metalli Oy.
 Toimii nykyään nimellä Jaloterät Oy.
 Mikko Ylänen
 Puh. (03)-3647020
 Fax (03)-3647080

Aluslaattasarja

SM 01-D (liite 13.)
 - laatta 150 x 230 mm, h = 25 mm
 - laatta 150 x 200 mm, h = 25 mm (2kpl)
 - holkit d = 35 mm, l = 23 mm (2 kpl)
 - pultit M20 x 125 (3 kpl)
 - mutterit M20
 - prikat 21x36x3 (3 kpl)

ABB Oy, Service
 Puh. 050 332 6450
 Fax 010 222 6904

Ainakin holkkeja on tehty myös itse.

Yläkäsivarren osat

Kiinnitystarvikkeet

Kiinnityspelti 43088-57A.

Ohjuri 43088-58A.

Toimittaja Vegamark Oy.
 Puh. (019)-230 866
 Fax. (019)-236 864
timo.raisanen@vegamark.inet.fi

12-napainen liitin

ABB R2.CS

ABB Oy, Service
 Puh. 050 332 6450
 Fax 010 222 6904

Venttiiliterminaali

4-paikkainen venttiiliterminaalin pohjalaatan perusosa
 VV5QC11-04C6MDO.
 - letkuliitännät 6mm
 5/2 bistabiiliventtiili VQC1201N-5 (3 kpl).
 2*3/2 (NC/NC) venttiili VQC1A01N-5.
 Pyöreä pistoke kaapelilla AXT100-MC26-015.
 - 26 napainen
 - IP 67

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
 Juha Tikkanen
 Puh. 0207 513 589
 Fax 0207 513 593
 gsm 0400 426 493

Suoja-aita

Verkkoaita

Koottu ylimääräisistä osista.

Turvarajat

Turvaraja XCS-C 701.
 Avainosa XCSZ02.

Valmistaja Telemecanique.

Toimittaja Schneider electric.
 Puh. 010 44 6610

Välilevy alipainetarrain

Ejektori VN-14-H-T4-PQ2-VQ-3-RO1.

Kiinnityslevy VN-T4-BP-NRH
 Magneettiventtiili CPE18-M1H-3GL-¼.
 Kaapeli + pistoke KMEB-1-24-2,5-LED.
 Paljeimukuppi VASB-75-¼-SI (4 kpl).
 Painekeytkin SDE5-V1-O-Q6-P-M8.
 Kaapeli + pistoke SIM-M8-3GD-10-PU.
 Spiraaliletku PPS-6-7,5-¼.

Valmistaja ja toimittaja Festo Oy.
 Puh. 09-87 06 51
 Fax. 09-87 06 5200
info.fi@festo.com
orders.fi@festo.com

Konenäkö

Näköjärjestelmäohjelmisto VIP robot guidance lite.
 Matrox MIL 7.1 RunTime lisenssi MIL7RTMIJOP.
 Haaroitinjohto 4-kameraa MCD4H05.
 Kamerakaapeli 10m MCD1-12P15N (4 kpl).
 Kamera Sony XC-ES50CE (4 kpl).
 Kiinnityslevy Sony VCT-333I (4 kpl).
 Optiikka Rainbow VF 12,5 (4 kpl).
 Korkeataajuusloisteputkivalo Eirilux T1327999 36 (8 kpl).
 Syöttöjohto T1327999 S (2 kpl).
 Välijohto T1327999 V (6 kpl).
 Loittorengassarja (4 kpl).
 Kehikko Item (2 kpl).
 Kamerakotelot (2 kpl).
 Ethernet haaroitin HUB
 Verkkokaapelit (2 kpl).

Toimittaja Master Automation Group.
 Puh. 0201 5535 24
 Fax. 0201 5535 36
 gsm 0400 674 582
mika.laitinen@masterautomationgroup.com

Mittalaite

Burr-Brown TM 2500.

Toimittaja Mittacomp.
 Janne Viinikkala
 gsm 050 5580 865

Teollisuustietokone

Teollisuustietokone S/N: CDA0122237.
 - IPC industrial 610BP-30XF (300W)

- PCA-6114P7 pohjalevy
- PCA-6186LV-00A1 P4 prosessorikortti
- Intel Celeron 2.0 Ghz
- FCPGA/Duron cooler
- 256 MB DDR (266 Mhz)
- 40 GB HDD
- Planet 10/100 TX PCI (ENW-9503A) verkkokortti (2 kpl)
- 52X CD-ROM-asema
- 3.5", 1.44 MB levykeasema
- Windows 2000 Prof. UK käyttöjärjestelmä
- Chicony KB-2976 näppäimistö, WIN 98
- Microsoft Trekker rullahiiri S/N: 1478796 + hiirimatto
- ADI 17" P77 näyttö, S/N: 307017T02E02264A

Toimittaja Pohjola consulting Oy.
 gsm 0400 646 329
myynti@pc.inet.fi

Huoltolaite

3-tie sulkuhana VHS20-F02.
 - 1/4"

Suodatinsäädin AW20-F02C.

- C tarkoittaa automaattityhjennystä, mikäli C jätetään pois manuaalinen tyhjennys
 - suurin työpaine 10 bar
 - suodatusaste 5 mikronia
- Painemittari G36-10-01.
 Välikappale Y200T.

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
 Juha Tikkanen
 Puh. 0207 513 589
 Fax 0207 513 593
 gsm 0400 426 493

6. KANSILINJAN PESUSOLU

6.1 Solun esittely

Kansilinjän pesusolu sijaitsee nimensä mukaisesti kansilinjassa 1-hallissa. Solussa pestään sylinterikansia. Robottina on Fanuc R-2000iA 165 F. Robotin työkaluina tässä solussa ovat kansitarttuja, jonka on suunnitellut Enmac Oy ja tulkain, joka on itse suunniteltu. Työkalun vaihtoa varten työkalun ja Applied Roboticsin liittimen väliin on asennettu kiinnitinlevy (liite 20), jonka avulla työkalu kiinnitetään vaihtoasemaan (liite 18). Lisäksi solussa on

mittausasema ja kuppitulppien kiinnitinlaite. Paineilmaosia tässä solussa on SMC:itä ja Festolta.

6.2 Komponenttiluettelo

Kansilinjain pesusolu

Robotti

Fanuc R-2000iA 165 F

Tarttuja

Kansitarttuja

Kuva C 91092190.

Suunnittelija Enmac Oy.
Puh. (03)- 252 9111
Fax. (03)- 213 4130

Tarttujan liittimet

Robot adaptor unit CXC30 R-00-08 VBS-NP.
Tool adaptor unit CXC30 T-00-08 BS-NP.
Electrical module robot CXC30 EMR-22.05-R-3.0.
Electrical module tool CXC30 EMT-22.

Valmistaja Applied Robotics.
Myös Fastems toimittaa tarvittaessa.

Jim Fitzgerald
Vice President
Applied Robotics, Inc.
648 Saratoga Road
Glenville, NY 12302
Tel. (518) 384-1000 ext. 137
Fax (518) 384-1200
j Fitzgerald@robotics.com

Paineilmaliittimet KQ2L06-01S.
- letkuliitäntä 6mm

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

Välilaippa

Oma suunnittelua. Kuva B91715350 (kuva löytyy vain paperilla). (liite 2.)

Aluslaatta

Omaa suunnittelua. Kuva 92012464. (liite 3.)

Tarkastusasema**Tulkkaustyökalu**

Omaa suunnittelua. Kuva B 91098040. (liite 14.)

Paineilmasylinterit

CP95SDB32-25.

- iskun pituus 25 mm
- liitäntäaukot 1/8"
- max työpaine 10 bar

CP95SDB32-200.

- iskun pituus 200 mm
- liitäntäaukot 1/8"
- max työpaine 10 bar

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.

Juha Tikkanen

Puh. 0207 513 589

Fax 0207 513 593

gsm 0400 426 493

Mittauspaikka**Mittalaite**

Omaa suunnittelua. Kuva D 91098500. (liite 15.)

Venttiilterminaali

2-paikkainen ryhmälaatta SS5Y7-20-02-00FQ.

5/2 jousipalautteinen magneettiventtiili SY7120-5YZ-02F-Q (2 kpl).

- letkuliitäntä 6 mm
- 24 VDC ohjausjännite

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.

Juha Tikkanen

Puh. 0207 513 589

Fax 0207 513 593

gsm 0400 426 493

Paineilmasyylinteri

2-toim. pysäytyssylinteri RSDQA 32-20 D.
- max työpaine 10 bar

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

Kuppitulppien kiinnityslaite**Kiinnitin**

Omaa suunnittelua. Kuva 92010128. (liite 16.)

Hydrauliyksikkö

SALPOWER M2250-03/04. (liite 17.)
Tuotto Q = 5,0 l/min.
Paine Pmax = 210 bar.
Tilavuus Vnim = 22 l.

Valmistaja ja toimittaja SAL-tekniikka Oy.
Puh. (03)-253 0011
Fax. (03)-253 0055
sal@saltekniikka.com

Säädin ja Tärytin

Säädin RNA ESG 90.
Tärytin RNA SRC-N200-2R.

Toimittaja Vibratec Oy.
Puh. (013)-412730
Fax. (013)-412731
Gsm 050 5501976

Liimauslaite

Lang multiline 1000-1EP.

Toimittaja Impomet Oy.
Puh. (03)-2393 2000
Fax (03)-2393 2022
info@impomet.com

Venttiiliterminaali

3-paikkainen ryhmälaatta SS5Y7-20-03-00FQ.
5/2 jousipalautteinen magneettiventtiili SY7120-5YZ-02F-Q (3 kpl).
- letkuliitäntä 6mm
- 24 VDC ohjausjännite

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

Paineilmasyylinteri

2-toim. pysäytyssylinteri RSDQA 32-20 D.
- max työpaine 10 bar

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

Huoltolaite

LFR-1/2-D-MIDI-KB-A.
- 1/2"
- automaattityhjennys

Valmistaja ja toimittaja Festo Oy.
Puh. (09)-87 06 51
Fax. (09)-87 06 5200
info.fi@festo.com
orders.fi@festo.com

Tarttujan/tulkkaimen vaihtoasema

Jalka

Omaa suunnittelua. Kuva C 91098270/1. (liite 18.)

Vaihtohaarukka

Omaa suunnittelua. Kuva B 91095500/1. (liite 19.)

Kiinnityslevy (CXC 30)

Omaa suunnittelua. Kuva B 91080430. (liite 20.)

Suunnittelija Enmac Oy.

Puh. (03)- 252 9111
Fax. (03)- 213 4130

Varastoautomaatti

Moduloitu varastoautomaatti Kardex Shuttle NT 250.
Valmistaja Kardex.

Toimittaja JKL-logistics Oy
Puh. (014)- 4433 442
Fax. (014)- 4433 430

Suoja-aitaus

Verkkoaita

1200 x 2100 mm aitaelementtejä (6 kpl).
900 x 2100 mm aitaelementtejä (4 kpl).
600 x 2100 mm aitaelementtejä (4 kpl).
Käyntiovipakkauksia (2 kpl).
Välitolpat. (liite 21.)

Aidat ja tolpat mustaksi maalattuina.

Valmistaja ja toimittaja OC-system Oy.
Puh. (017)- 572 621
Fax. (017)- 572 577
pauli.raisanen@oc-system.inet.fi

Turvarajat

Turvaraja XCS-C 701.
Avainosa XCSZ02.

Valmistaja Telemecanique.

Toimittaja Schneider electric.
Puh. 010 44 6610

Huoltolaite

LFR-1/2-D-MIDI-KB-A.
- 1/2"
- automaattityhjennys

Valmistaja ja toimittaja Festo Oy.
Puh. (09)-87 06 51
Fax. (09)-87 06 5200
info.fi@festo.com
orders.fi@festo.com

7. FMS2 (ABB IRB 140)

7.1 Solun esittely

FMS2 on joustava valmistusjärjestelmä, jossa koneistetaan sylinteriryhmiä. Yksikkö sijaitsee 2-hallissa. FMS2-solu toimii hyllystöhissin ympärillä. Työstettävät osat tuodaan hyllystöhissiin rullaradan kautta eurolavojen päällä. Rullaradalta hissi vie työstettävät osat ohjelmoijan määrittämään paikkaan. Ohjelman mukaan hyllystöhissi siirtää osia työstökoneelle työstettäväksi. Osasta riippuen työstöjä saattaa olla useampia, jolloin kappale käytetään työstöjen välissä kääntöasemalla, jossa robotti kääntää kappaleen. Kääntöjen määrä riippuu tarvittavasta työstöstä ja siten siis erilaisten kiinnitysten lukumäärästä. Työstön jälkeen kappaleet käytetään pesukoneella. Toiselle pesukoneelle kappaleet voidaan tuoda suoraan hyllystöhissillä. Toisen pesukoneen käyttöä ei ole sidottu suoraan hyllystöhissiin. Sille kappaleet siirretään aidatussa tilassa toimivilla roboteilla.

7.2 Laitteistokuvaus

Tuotantosolu FMS2 toimii Fastemsin toimittaman hyllystöhissin ympärillä. Hissin toisella puolella on neljä työstökoneita ja toisella puolella sijaitsevat hyllystöhissin täyttö ja käsittelypisteet sekä pesukoneet.

Työstökoneet:

- 3 kappaletta Burkhardt+Weber 80
- 1 kappale Burkhardt+Weber 60

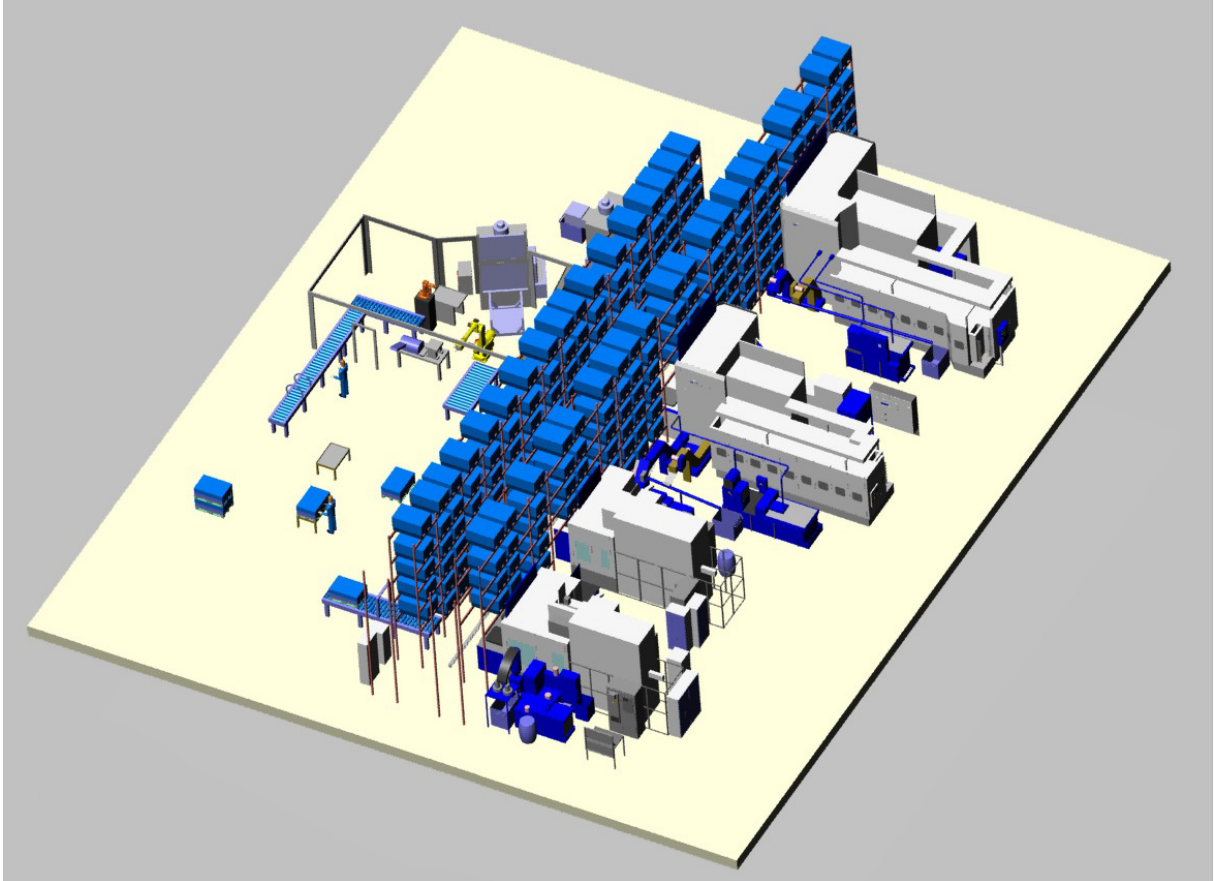
Pesukoneet ja robotit:

- 2 kappaletta Sampo-Rosenlew SR-1.7 LDH-MC -pesukonetta
- Fanuc ROBOT R-2000 iA 165F -robotti
- ABB IRB 140-M2000 rev2 -robotti

Oheislaitteet:

- rullaratoja
- ohjaus- ja sähkökaappeja
- kääntö- ja syöttöpöytiä
- aputasoja

Oheislaitteet ovat suurelta osin Fastemsin toimittamia. Tulevaisuudessa aiotaan pidentää hyllystöhissiä ja hankkia lisää työstökoneita. FMS2:sta on tehty myös 3D-layoutkuva (kuva 6).



Kuva 6. FMS2

7.3 Robotin esittely

FMS2:n robottisolun on sijoitettu Fanuc R2000i –165F- ja ABB IRB 140-robotit. Fanuc-robotin tehtäviin kuuluu mm. laakerikansien kiinnitys sylinteriryhmiin ja kappaleiden siirto pesukoneeseen. Tähän työhön on otettu mukaan roboteista pienempi eli ABB, jonka tehtävä on puhalttaa pesukoneesta tulevia kappaleita. Kyseinen robotti on varustelultaan hyvin pelkistetty. Työkaluna on itse suunniteltu ja valmistettu puhallustyökalu, joka tulee kiinni suoraan robotin käsivarteen. Suoja-aitausta ei ole tämän solun osalta otettu mukaan.

7.4 Komponenttiluettelo

FMS2 (ABB IRB 140 osalta)

Robotti

ABB IRB 140.

Puhallustyökalu

Omaa suunnittelua.

Yläkäsivarren osat

Venttiiliterminaali

2-paikkainen venttiiliterminaalin pohjalaatan perusosa
VV5QC21-02C8MDO.

- letkuliitännät 8mm

5/2 bistabiiliventtiili VQC2101N-5 (2 kpl).

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.

Juha Tikkanen

Puh. 0207 513 589

Fax 0207 513 593

gsm 0400 426 493

Riviliitinkotelo 80x120x50.

Aluslevy. Omaa suunnittelua.

12-napainen liitin

ABB R2.CS

ABB Oy, Service

Puh. 050 332 6450

Fax 010 222 6904

Huoltoyksikkö

3-tie sulkuhana VHS40-F04.

- 1/2"

Suodatinsäädin AW40-F04D.

- D tarkoittaa automaattityhjennystä, mikäli D jätetään pois manuaalinen tyhjennys

- suurin työpaine 10 bar

- suodatusaste 5 mikronia
Painemittari G46-10-02
Välikappale Y400T

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

8. REISHAUER RZ 362 A

8.1 Solun esittely

Reishauer solu sijaitsee 1-hallissa, hammaspyöräosastolla. Solun robotti on ABB IRB 4400, jossa on tarttujana Schunk PGN 160. Työstökone on Reishauer-merkkinen hammaspyörrien hiomakone. Tarttujan varsi ja vaihtoleuat ovat omaa suunnittelua. Solussa on kaksi Omronin paikoituslaseria.

8.2 Komponenttiluettelo

Reishauer RZ 362 A

Robotti

ABB IRB 4400

Tarttuja

Tarrain

PGN 160/1.

Valmistaja Schunk.

Toimittaja Nurminen Tools Oy.
Puh. (02)- 4389668
Fax. (02)- 4389669
hannu.nurminen@nurminentools.fi

Tarttujan varsi

Omaa suunnittelua. Kuva löytyy vain paperilla. (liite 22.)

Tarttujan vaihtoleuat

Omaa suunnittelua. Kuvat löytyvät vain paperilla. (liite 23.)

Aluslaattasarja

SM 01-D (liite 13.)

- laatta 150 x 230 mm, h = 25 mm
- laatta 150 x 200 mm, h = 25 mm (2kpl)
- holkit d = 35 mm, l = 23 mm (2 kpl)
- pultit M20 x 125 (3 kpl)
- mutterit M20
- prikat 21x36x3 (3 kpl)

ABB Oy, Service
Puh. 050 332 6450
Fax 010 222 6904

Ainakin holkkeja on tehty myös itse.

Yläkäsisivarren osat

12-napainen liitin

ABB R2.CS

ABB Oy, Service
Puh. 050 332 6450
Fax 010 222 6904

Venttiiliterminaali

3-paikkainen venttiiliterminaalin pohjalaatan perusosa
VV5QC11-03C6MDO.

- letkuliitännät 6mm
- 5/2 bistabiiliventtiili VQC1201N-5.
- 5/2 jousipalautteinen venttiili VQC1101N-5 (2 kpl).
- Pyöreä pistoke kaapelilla AXT100-MC26-015.
- 26 napainen
- IP 67

Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy.
Juha Tikkanen
Puh. 0207 513 589
Fax 0207 513 593
gsm 0400 426 493

Riviliitinkotelo

80 x 120 x 60

Paikoituslaserit

Omron E3C-LD11. Toimintasäde 100 mm (2 kpl).
Vahvistin Omron E3C-LDA41 (2 kpl).

Toimittaja Tekno-Tikka Oy.
Sami Korko
GSM 040 501 176

Suoja-aita

Verkkoaita

Valmistaja Axellent.

Toimittaja Novimec Oy.
Puh. 020 760 9760

Turvarajat

Turvaraja XCS-C 701 (3 kpl).
Avainosa XCSZ02 (3 kpl).

Valmistaja Telemecanique.

Toimittaja Schneider electric.
Puh. 010 44 6610

Huoltolaite

LFR-1/2-D-MIDI-KB-A.
- käsikäyttöinen sulkuhana
- 1/2"
- automaattityhjennys

Valmistaja ja toimittaja Festo Oy.
Puh. (09)- 87 06 51
Fax. (09)- 87 06 5200
info.fi@festo.com
orders.fi@festo.com

9. YHTEENVETO

Komponenttiluetteloiden kerääminen tuntui aluksi melko suurelta urakalta, mutta sujui loppujen lopuksi hyvinkin kivuttomasti. Tästä kiitos kuuluu solujen suunnittelusta ja pystyttämisestä vastanneille henkilöille, jotka jaksoivat neuvoa ja kaivaa arkistoista tietoja.

Kun saatavilla olevat tiedot soluista oli saatu kerättyä, pidimme palaverin, jossa pohdimme, mitä osia kannattaisi ottaa mukaan ja mikä olisi paras esitysmuoto. Päädyttiin siihen, että tehdään Excel-taulukko tärkeimmistä robottiin kiinteästi liittyvistä varusteista, jotka löytyvät lähes joka solusta. Excel-taulukon ensimmäisellä lehdellä on vain valmistajien nimet (kuva 7) ja toiselta sivulta löytyvät tarkemmat toimittajien tiedot (kuva 8). Taulukon rinnalla on käytössä täydellinen komponenttiluettelo soluista tekstimuodossa.

Tarrainpakka	Schunk	EM-tekniikka
Tarttujan liittimet	Applied robotics	Schunk
Välilaitat	Omaa suunnittelua	
Venttiiliterminaali	SMC	
Vaihtohaarukat	Omaa suunnittelua	
Aluslaatat	Omaa suunnittelua	ABB
Suoja-aidat	Axelent	OC-systems
Huoltolaite	SMC	

Kuva 7. Valmistajat

<p>Valmistaja Schunk</p> <p>Toimittaja Nurminen Tools Oy. Puh. (02)-4389668 Fax. (02)-4389669 hannu.nurminen@nurminentools.fi</p>	<p>Valmistaja ja toimittaja EM-Tekniikka Oy</p> <p>Puh. (03)-2337100 Fax (03)-2337133 info@em-tekniikka.fi</p>	<p>Valmistaja ja toimittaja Applied Robotics</p> <p>Jim Fitzgerald Vice President Applied Robotics, Inc. 648 Saratoga Road Glenville, NY 12302 Tel. (518) 384-1000 ext. 137 Fax (518) 384-1200 jfitzgerald@arobotics.com</p>
<p>Valmistaja ja toimittaja SMC Pneumatics Finland Oy</p> <p>Juha Tikkanen Puh. 0207 513 589 Fax 0207 513 593 gsm 0400 426 493</p>	<p>ABB Oy, Service</p> <p>Puh. 050 332 6450 Fax 010 222 6904</p>	<p>Valmistaja Axelent</p> <p>Toimittaja Novimec Oy. Puh. 020 760 9760</p>

Kuva 8. Toimittajätietoja

10. VALOVERHOT

10.1 Valoverhojen turvaluokat

Valoverhojen turvaluokat pohjautuvat pohjautuvat EN 954-koneturvallisuusstandardiin:

Luokka B

Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat on vähintäänkin suunniteltava, rakennettava, valittava, koottava, ja yhdistettävä asiaankuuluvien standardien mukaisesti käyttämällä tiettyä sovellusta vastaavia turvallisuuden peruseriaatteita siten, että ne kestävät odotetun käytön rasitukset.

Luokka 1

Luokassa 1 sovelletaan lisäksi luokan B vaatimuksia. Käytetään ”hyvin koeteltuja” komponentteja ja turvallisuusperiaatteita. Vian esiintyminen voi johtaa turvatoiminnon menettämiseen, mutta vian esiintymisen todennäköisyys on pienempi kuin luokassa B.

Luokka 2

Luokassa 2 on sovellettava luokan B ja hyvin koeteltujen turvallisuusperiaatteiden sekä tämän kohdan vaatimuksia. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat on suunniteltava siten, että koneen ohjausjärjestelmä tarkistaa niiden toiminnot sopivin väliajoin. Vian esiintyminen voi johtaa turvatoiminnon menettämiseen tarkistusten välillä. Turvatoiminnon menettäminen havaitaan tarkastuksessa.

Luokka 3

On sovellettava luokan B vaatimuksia ja hyvin koeteltuja turvallisuusperiaatteita. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat on suunniteltava siten, että:

- yksittäinen vika missään ei johda turvatoiminnon (-toimintojen) menettämiseen
- mahdollisuuksien mukaan yksittäinen vika havaitaan.

Luokka 4

On sovellettava luokan B vaatimuksia ja hyvin koeteltuja turvallisuusperiaatteita. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat on suunniteltava siten, että:

- yksittäinen vika missä osassa tahansa ei johda turvatoiminnon (-toimintojen) menettämiseen
- yksittäinen vika havaitaan silloin, kun turvatoimintoa tarvitaan seuraavan kerran tai ennen sitä. Jos tämä ei ole mahdollista, vikojen kerääntyminen ei saa johtaa turvatoimintojen menettämiseen. /3, s.7/

10.2 Valoverhot robottisoluissa

Valoverhoja käytetään robottisoluissa lähinnä turvarajoina oviaukoissa. Valoverhoja käytetään myös esimerkiksi sormi- ja käsisuojina työstökoneiden yhteydessä. Robotin kanssa tähän ei kuitenkaan yleensä ole tarvetta. Tässä työssä tutkituista soluista vain Nakamura-solussa on valoverhoja käytössä. Kyseisessä solussa on molemmissa oviaukoissa Omron F3SN-A0757P25-D, jotka ovat tyyppiä neljä eli korkeampaa turvaluokkaa. Työtä tehdessä heräsi kysymys, tarvitaanko tällaisissa paikoissa luokan neljä valoverho, sillä hintaero luokan kaksi valoverhoon on huomattava.

Valoverhojen toimittajilta ei saatu yksiselitteistä vastausta siihen, riittääkö luokan 2 valoverho robottisolun oviaukon turvarajaksi. Arvion mukaan se riittää, koska vaikka vian esiintyminen voi johtaa turvatoiminnon menettämiseen tarkistusten välillä, on tarkistusten väli kuitenkin niin lyhyt, että käytännössä vaaraa ei ole. Testausjaksojen väli on maksimissaan 150 ms tyyppin kaksi valoverhoissa. Sopiva malli tämän kaltaisiin sovelluksiin on esimerkiksi Omron F3S-B.

11. RIVILIITINPAIKKOJEN NIMEÄMINEN

Riviliitinpaikoista ei löytynyt kovinkaan paljoa yhtäläisyyksiä. Tämä johtuu siitä, että paikkojen käyttö vaihtelee sen mukaan, minkälaisia koneita ja laitteita on liitetty robotin yhteyteen. Joitain paikkoja pystyttiin kuitenkin nimeämään kummastakin robottimallista:

Fanuc 2000i 165 F:

Selkäkotelossa riviliitinpaikkojen Robot output 1-(2) tulisi olla varattu tarttujan ohjaukselle ja Robot output 7-8 tarttujan kiinnitykselle.

Riviliitinpaikkoja tutkittaessa havaittiin myös, että selkäkotelossa tulisi olla 1 kpl sähkö/sähkö venttiileitä ja 3 kpl sähkö/jousi venttiileitä. Lisäksi ohjauskaappiin pitäisi aina tilata prosessiyksikön lisäksi vähintään yhdet kappaleet tulo- ja lähtömoduuleita, ellei ole varmaa tietoa, ettei tarvita.

ABB IRB 4400:

Kortti 1, input 1-2: näitä paikkoja käytetään tarraimen asentotietoihin

Kortti 1, input 4-6: näitä paikkoja käytetään induktiivisten antureiden tietoihin.

Kortti 1, output 1-5: näitä paikkoja käytetään tarraimenvaihtajan, tarraimen ja puhaltimen ohjaukseen

Loppuja paikkoja (kortti 1 input 9-16, kortti 1 output 9-16 ja kortti 2) käytetään ulkoisten laitteiden, kuten työstökoneiden kanssa kommunikointiin.

12. LÄHTEET

1. Tampereen Kauppakamari lehti, nro 4, Tampere, 2002
2. Suomen Robotiikkayhdistys Ry, Robotiikka, Talentum, Vantaa, 1999
3. Omron, Turvasovellusten käsikirja, Omron Europe BV, 2003

13. LIITTEET

1. Nakamura solun tarttuja
2. Välilaippa tarttujaan
3. Fanuc R-2000iA 165 F aluslaatta
4. Palettipöydät
5. Vaste robotin tarttujaan
6. HPV Seiki-solun tarttujan varsi
7. Adapterisovite 4400/CXC30
8. Vaihtoleuka
9. Tarttujan kynnet 6mm
10. Tarttujan kynnet 8mm
11. Tarttujan kynnet 12mm
12. Tarttujan kynnet 16mm
13. ABB:n aluslaatta sarja
14. Pesusolun tulkkaustyökalu
15. Pesusolun mittauspaikka
16. Sylinterinkansi kiinnitin
17. Hydrauliyksikkö
18. Vaihtoaseman jalka
19. Vaihtohaarukka
20. Kiinnitinlevy
21. Pesusolun suoja-aitaus
22. Tarttujan runko
23. Tarttujan vaihtoleuat

