

Aki Malm

Yaskawa-hitsausrobotin ohjelmien modularisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

13.5.2018

Tekijä Otsikko	Aki Malm Yaskawa-hitsausrobotin ohjelmien modularisointi.
Sivumäärä Aika	17 sivua 14.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Automaatio tekniikka
Ohjaajat	Lehtori Timo Tuominen Pääsuunnittelija Jussi Mielikäinen
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muokata Europress Group Oy:llä Yaskawa merkkisen hitsausrobotin ohjelmat modulaariseen muotoon. Modulaarisesta muodosta saadaan eniten hyötyä, jos yrityksellä on monta samankaltaista robottihitsattavaa kappaletta, joissa samoja ohjelmapätkiä voidaan käyttää useammassa pääohjelmassa.</p> <p>Opinnäytetyössä käytiin läpi Combimax- ja Duomax-jätepuristimien mäntien ohjelmien modularisointi, Europress Group Oy yrityksenä, työssä käytetty laitteisto sekä uusi ohjelmaraakenne.</p> <p>Opinnäytetyö onnistui suunnitellusti ja ohjelmat toimivat juuri niin kuin pitääkin. Pääohjelmat käyttävät nyt noin 95% samoja aliohjelmiä molempien mäntien hitsauksessa.</p>	
Avainsanat	Europress, modulaarinen, Yaskawa

Author Title	Aki Malm Yaskawa Welding Robot Program Modularization
Number of Pages Date	17 pages 14 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Timo Tuominen, Senior Lecturer Jussi Mielikäinen, Head Desing Engineer
<p>The purpose of this study was to modify Yaskawa welding robot programs at Europress Group Oy in to Modular form. The biggest advantage of modular form is received if the company has many similar robotic-weldable pieces where the same program can be used in more than one main program.</p> <p>This thesis includes information of Combimax and Duomax compactor pistons welding program modularization, Europress Group Oy as a company, equipment used in work and the new program structure.</p> <p>The result of the study succeeded as planned and the programs work as they should. Main programs now uses 95% of the same sub programs in both piston weldings.</p>	
Keywords	Europress, Modular, Yaskawa

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritys	2
2.1	Europress Group Oy	2
2.2	Laitteisto	3
2.2.1	Yaskawa	3
2.2.2	Robotin käsivarsi MA2010	4
2.2.3	DX200-ohjainyksikkö	5
2.2.4	Paikoituslaite MT1-3000-SD	6
2.2.5	TSG-YXZ-Gantry (portaali)	7
2.2.6	TPS/i 500 hitsausvirtalähde	8
3	Ohjelmointi	10
3.1	Ohjelmointiosuus	10
3.1.1	Kerroksittainen ohjelmarakenne	12
3.1.2	Modulaarisen muodon hyvät ja huonot puolet	13
3.2	Delfoi Arc	14
3.2.1	Nykyaikainen etäohjelmointi	15
3.3	Lopputulos	16
	Lähteet	17

Lyhenteet

Arcon = Hitsausaliohjelma, joka pitää sisällään hitsausvirtalähteen arvojen asetuksen, seurannan asetukset ja hitsauksen käynnistyksen.

Call job = Yaskawa-robotin käyttämä käsky, jolla kutsutaan aliohjelmia.

Gantry = Robotin liikutteluun käytetty ristikkopalkki.

LSC = Low spatter control. Hitsausroiskeita pienentävä hitsausprosessi.

PMC = Pulse multi control. Hitsausprosessi, jossa virtalähde säätää hitsausvirtaa jatkuvasti.

1 Johdanto

Europress Group Oy:llä on käytössään 2 kpl Yaskawa-merkkisiä hitsausrobotteja. Työn tarkoituksena on muokata näiden robottien hitsausohjelmat modulaariseen muotoon.

Europressillä robottihitsattavat kappaleet ovat enimmäkseen samankaltaisia ja jokaisesta jätepuristinmallista on useampi variaatio pienillä muutoksilla. Myös näille variaatioille on jokaiselle tehty kokonaan oma hitsausohjelmansa, jotka ovat pisimmillään 8000 riviä pitkiä koodeja. Ohjelmien muoto on siinä mielessä hankala muokata, sillä jos yhteen jätepuristinmalliin tehdään tukirakennemuutoksia, myös sen kaikkiin variaatioihin tehdään samat muutokset, ja tällöin ohjelmamuutos pitää tehdä kaikille ohjelmille erikseen.

Modulaarisesta ohjelmamuodosta saadaan silloin se hyöty, että jokaisen variaation kohdalla ohjelmaa ei tarvitse muokata erikseen, vaan riittää, että muokkaa vain yhden lyhyen ohjelmamoduulin, jota käytetään jokaisessa variaatiossa. Tällainen ohjelmamoduuli voi pitää sisällään esimerkiksi CombiMax-puristimen pohjan tukirautojen hitsauksen. CombiMax-puristimesta on Europressillä olemassa neljä eri variaatiota, joissa kuitenkin puristimen pohjan malli on samanlainen. Tällä tavalla modulaarisessa muodossa ohjelma-
muutoksen tekeminen vaatii neljä kertaa vähemmän työtä.

2 Yritys



Kuva 1. Uusi tehdas. [1]

2.1 Europress Group Oy

Europress Group Oy on kotimainen jätehuoltoalan perheyrittäjä, joka on perustettu vuonna 1977. Perustajana toimi nykyinen toimitusjohtaja Matti Turunen. Europressillä on oma tuotemallisto jätepuristimista ja -paalaimista. Tytäryhtiöitä löytyy Norjasta, Ruotsista, Venäjältä ja Tanskasta. Liikevaihtoa vuonna 2017 yrityksellä oli 38,2 miljoonaa euroa. Tänä päivänä Europress on Pohjois-Euroopan johtava jätepuristimien ja -paalaimien valmistaja, joka pyrkii yhä uusille markkinoille nykyaikaisilla tuotteillaan. Myyntiä on ollut myös kauemmas, muun muassa Myanmarin, Trinidad Tobagoon, Englantiin, ja Venäjälle. Henkilöstöä Keravan tehtaalla on noin 110 henkeä, josta 60 on tuotantotyöntekijöitä. Loput 50 henkilöä koostuu myynnistä, johdosta, suunnittelusta ja markkinoinnista. [1]

Europressin tuotanto on perustettu Pohjassa, joka on osa Raaseporin kaupunkia. Pohjasta yritys muutti Honkanummelle suurempiin tiloihin ja vuonna 2009 rakennettiin uusi tehdas Keravalle (kuvassa), jonne tänäkin päivänä kaikki tuotanto sijoittuu.

2.2 Laitteisto

2.2.1 Yaskawa

Yaskawa Electric Manufacturing Co perustettiin vuonna 1915 Japanissa. Yrityksen suurimmat tuotteet ovat taajuusmuuttajat, servomootorit, robotit, PLC-laitteistot ja automaattiset tuotantojärjestelmät. Ensimmäinen Yaskawan valmistama nivelrobotti tuotiin markkinoille 1977. Yaskawa tekee läheistä yhteistyötä Siemensin kanssa muun muassa teollisuuden käyttöjärjestelmiä varten. Yaskawan PLC-laitteisto käyttää Siemensin Step 7 -ohjelmistoa. Suomessa Yaskawa Finland perustettiin vuonna 1983. [7] Kuva 2 MA2010 robotista.

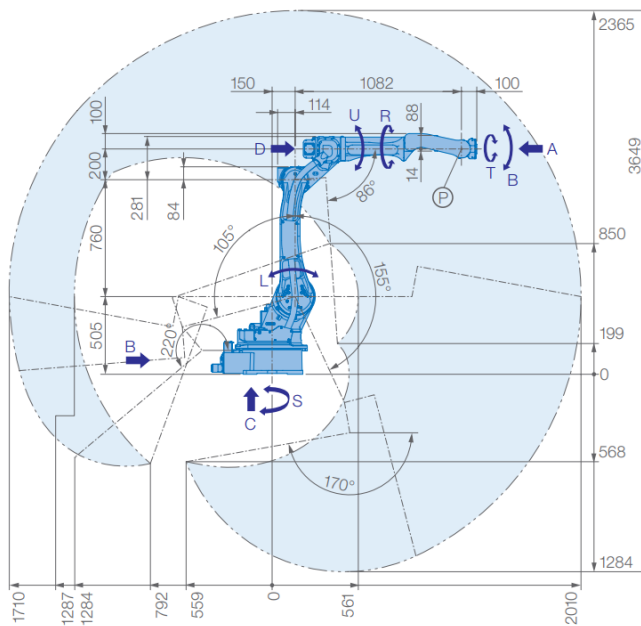


Kuva 2. Yaskawan MA2010 robotti. [2]

2.2.2 Robotin käsivarsi MA2010

MA2010 on vaativaan ohutlevyhitsaukseen suunniteltu 6-akselinen servo-motorisoitu robotti. MA2010, robotin ulottuvuus on mallistonsa pisin (2010 mm). Robotissa on 10 kilogramman kantokyky, joka riittää hitsaussovellukseen mainiosti. Hitsauskolvi on kiinnitetty robottiin magneettisella mekanismilla, joka toimii samalla törmäystunnistimena. Robotin törmätessä hitsattavaan kappaleeseen magneetti antaa periksi, ja näin ollen kone tunnistaa magneetin irtoamisen, ja robotti katkaisee virran servomoottoreilta. Kuvassa 3 näytetään MA2010 robotin ulottuvuusmitat. [2]

		Akselinopeudet	
Ohjattavat akselit	= 6 kpl	S	= 197 °/s
Hyötykuorma	= 10 kg	L	=190 °/s
Ulottuvuus	= 2010 mm	U	=210 °/s
Toistotarkkuus	= 0,08 mm	R	=410 °/s
Paino	= 280 Kg	B	=410 °/s
		T	=610 °/s



Kuva 3. Robotin ulottuvuusmitat [2]

2.2.3 DX200-ohjainyksikkö

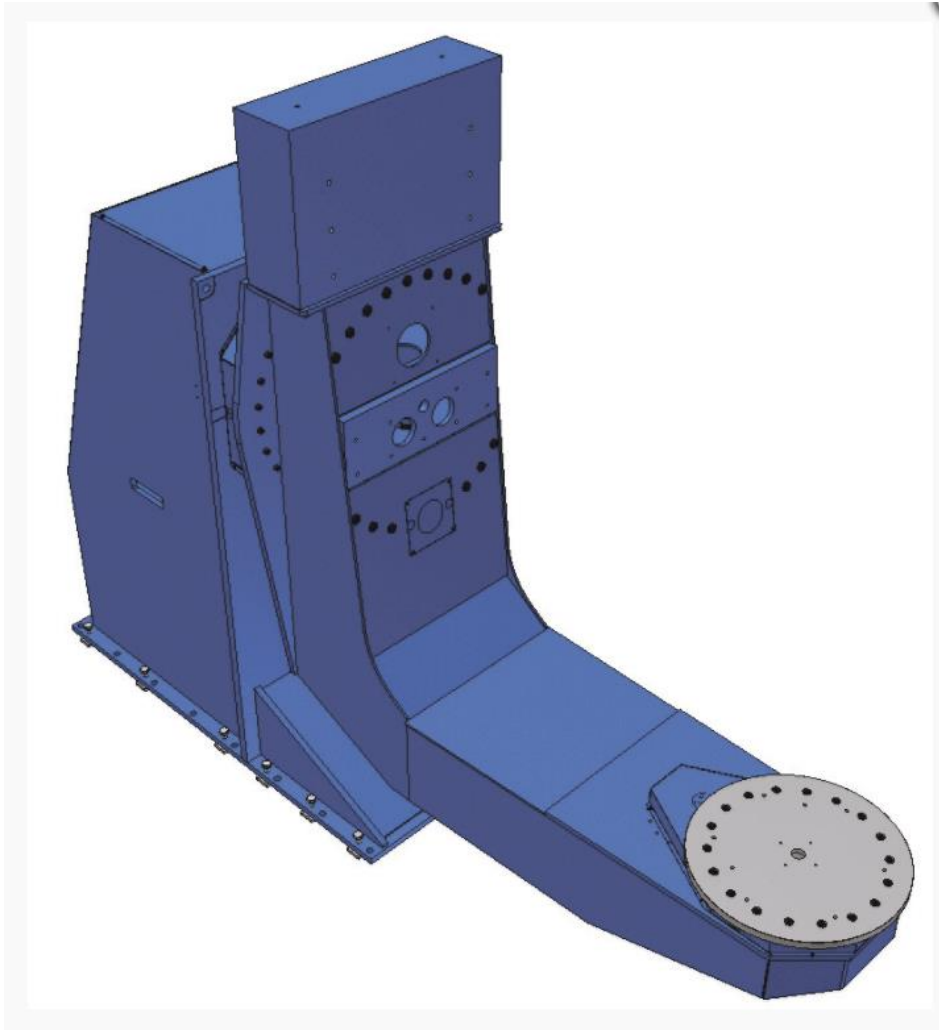
DX200 on Yaskawan valmistama ohjainyksikkö, jolla voidaan käyttää ja ohjelmoida maksimissaan 8 robottia tai 72 akselia robotin käyttötarkoituksesta riippumatta. Motomanin ohjainyksiköissä on kevyt Windows-pohjainen käyttöliittymä, jota on helppo käyttää. DX200-ohjaimeen voidaan asentaa eri toimintopaketteja sovelluskohtaisesti sekä yli 120 erikoistoimintoa. Tällainen erikoistoiminto voi olla esimerkiksi hitsauksen, jossa hitsaustessa robotti mittaa hitsausvirtaa ja tarvittaessa korjaa robotin asennon railon mukaiseksi. Kuva 4 DX200 ohjainyksiköstä. [3]



Kuva 4. DX200 ohjainyksikkö [3]

2.2.4 Paikoituslaite MT1-3000-SD

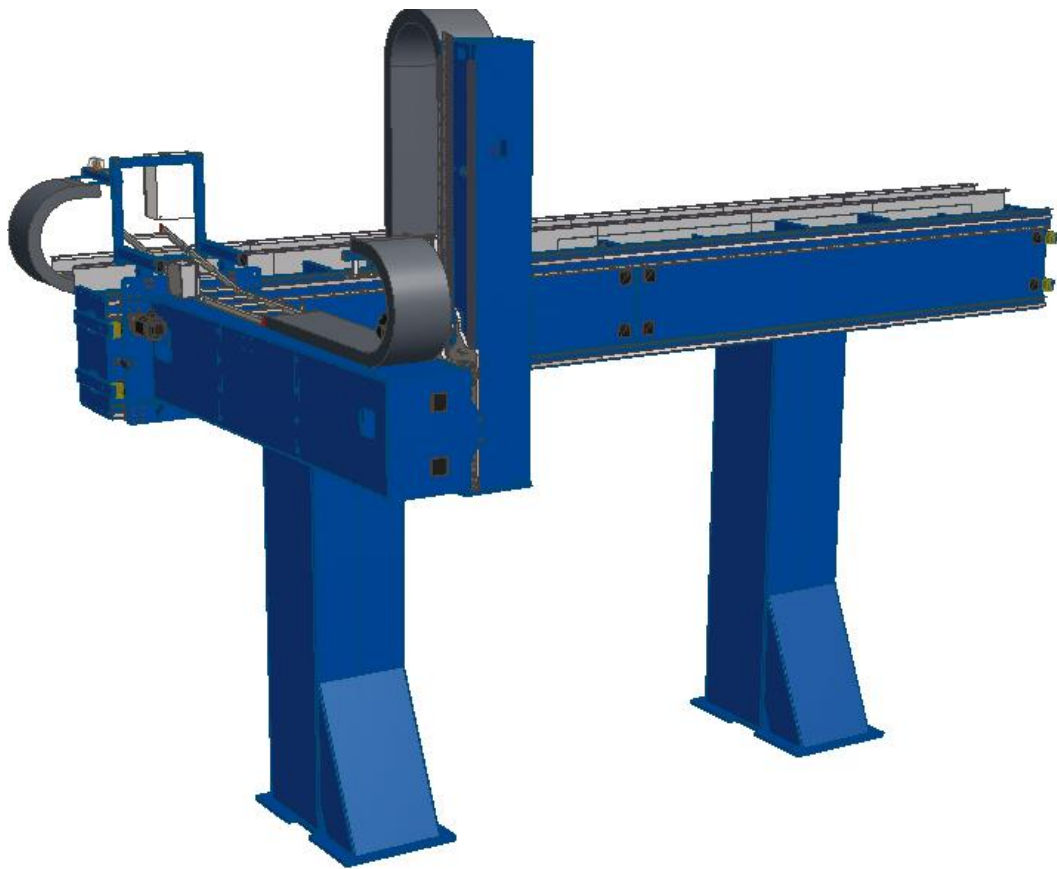
MT1-paikoituslaite on varustettu sekä kääntö- että pyöritysakseleilla ja kantaa maksimissaan 5000 kg. Paikoituslaitteen käyttö on Gantryn tavoin täysin integroitu robotin hallintalaitteisiin ja näin ollen toimii saumattomasti ohjelmoinnissa. Kuvassa 5, 3D-malli paikoituslaitteesta. [4]



Kuva 5. MT1 paikoituslaite [4]

2.2.5 TSG-YXZ-Gantry (portaali)

Portaalilla tässä tapauksessa tarkoitetaan servomootoreilla varustettua kolmiakselista ristikkopalkkia, johon robotin käsivarsi on kiinnitetty ylösalaisin. Gantryn avulla robottia voidaan liikuttaa sekä vertikaalisesti että horisontaalisesti. Gantryn avulla hitsattavat kappaleet voivat olla hyvinkin suuria ja monimuotoisia robotin liikuteltavuuden ansiosta. Kuvassa 6 3D-malli portaalista. [5]



Kuva 6. TSG-YXZ-Gantry [5]

2.2.6 TPS/i 500 hitsausvirtalähde

TPS/i-hitsausvirtalähde on Froniuksen valmistama, uuden sukupoven hitsauskone, jolla voi hitsata mitä tahansa materiaaleja robotti- ja käsihitsaus prosesseissa. Europressille valittiin juuri Froniuksen hitsauslaitteisto, sillä Froniuksen laitteissa on mahdollisuus käyttää job-ohjelmia. Job-ohjelma tarkoittaa valmiiksi asetettuja hitsausarvoja, jotka saadaan ladattua robotin ohjelmaan käyttämällä modulaarisia ohjelmia. Froniuksen laitteissa on myös ominaisuuksia, joita ei kilpailijoilta löydy. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi LSC-pulssi (Low spatter control). Toinen hitsausprosessi, joka Froniuksen laitteista löytyy, on PMC. PMC on automaattisesti virran tasaiseksi säätävä prosessi. Kuvasta 7 poiketen, Europressillä hitsausvirtalähde on liitettyä robottiin. [6]



Kuva 7. TPS/i 500 Hitsausvirtalähde. [6]



Kuva 8. Laitteisto kokonaisuudessaan. Kuvassa hitsattavana on CombiMax puristimen mäntä.

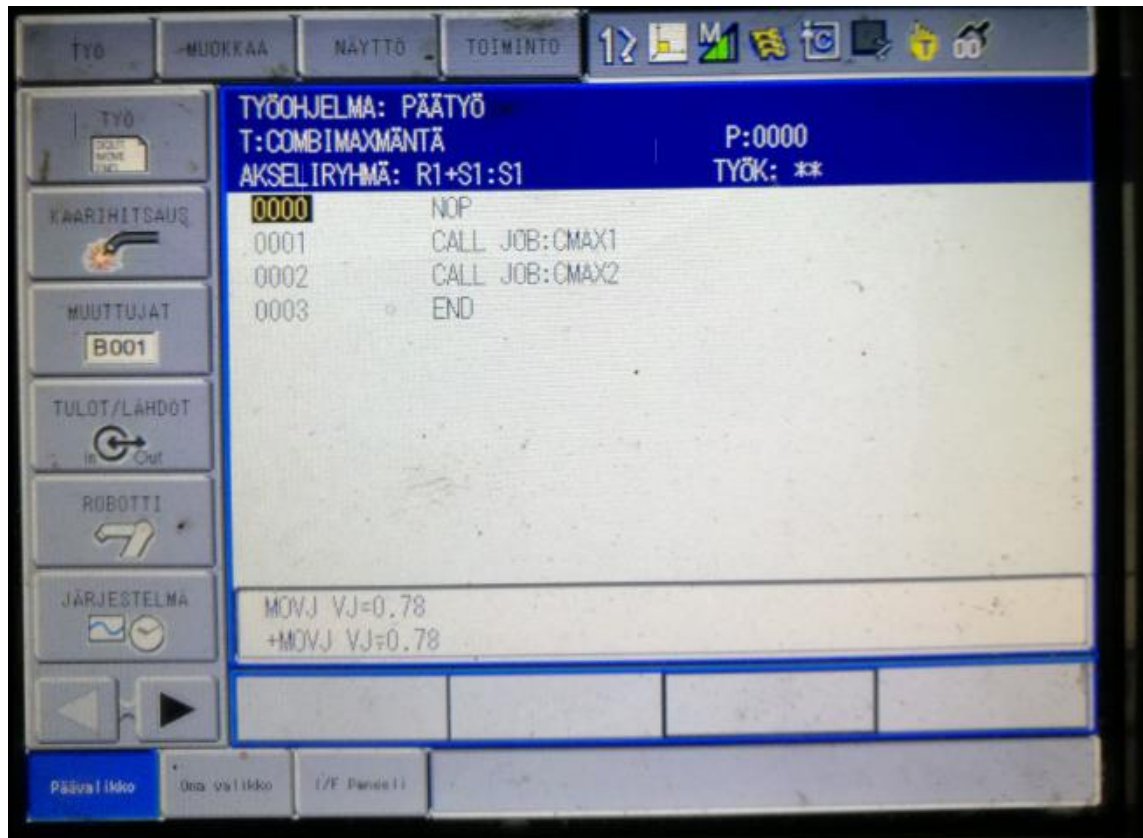
3 Ohjelmointi

3.1 Ohjelmointiosuus

Tässä työssä ohjelmat muokattiin modulaariseen muotoon käsin käyttämällä DX200, ohjainyksikön kapulaa etäohjelmoinnin sijasta. Syy tähän on se, että Europressillä on tänä päivänä ulkoistettu etäohjelmointi eikä mahdollisuutta käyttää esimerkiksi Delfoi Arc etäohjelmointi -ohjelmistoa, jolla osa ohjelmista on tehty. Ensimmäisiksi kappaleiksi muokkaamiseen valittiin CombiMax- ja DuoMax-jätepuristimien männät. Molemmat ohjelmat ovat hieman yli 1200 rivin ohjelmia (kuvassa 9), joiden työkierto on noin tunti. Ohjelmat ovat täysin identtisiä männän puskulevyyn lisättäviä palkkeja lukuun ottamatta. Loppuulos modularisoinnin jälkeen on hyvin lyhyet aliohjelmista koostuvat pääohjelmat, jotka käyttävät samoja aliohjelmia. Ohjelmat kuitenkin eroavat ohjelman loppupäässä yhden aliohjelman osuudelta joka sisältää DuoMax-männässä olevien lisäpalkkien hitsauksen. Alla olevissa kuvissa verrataan vanhaa ja uutta ohjelmarakennetta.



Kuva 9. Kuva ohjelman vanhasta versiosta jossa vasemmassa laidassa näkyy yli 1200 numeroitua riviä.



Kuva 10. Muokatun version pääohjelmassa on vain kaksi kutsua aliohjelmille. Aliohjelmien sisältä löytyy vielä pienempiä aliohjelmiä, joilla voidaan kesken ohjelman käydä puhdistamassa hitsauskolvi ja katkaisemassa hitsauslanka oikean pituiseksi.

Uutta ohjelmarakennetta (kuvassa 10), joka on yksinkertaisimmillaan yllä olevassa kuvassa voi hyödyntää parhaiten perustuotteissa, joissa on paljon samaa muiden mallien kanssa. Europressin malleihin ohjelmarakenne sopii monessa kohtaa todella hyvin, koska suurin osa robottihitsattavista tuotteista on vakiotuotteita. Uusien aliohjelmien sisältä löytyy kuitenkin samat vanhat ohjelmat pätkityssä muodossa.

3.1.1 Kerroksittainen ohjelmarakenne

Lopullisessa ohjelmarakenteessa päästään neljään kerrokseen ohjelman sisällä. Itse pääohjelma sisältää, Call job -käskyllä tuodut aliohjelmat, jotka pitävät sisällään robotin liikeradat. Kolmanteen kerrokseen mennään myös käyttämällä Call job -käskyä ARCON-aliohjelmaan, joka pitää sisällään hitsauksen aloituskäskyt ja hitsauksen levitykseen tarvittavat referenssipisteet. Tästäkin päästään vielä yksi kerros alaspäin käyttämällä jälleen, Call job -käskyä, ja tämä viimeinen ohjelmakerros pitää sisällään hitsausvirtalähteen käskyt, joilla asetetaan oikeat hitsausarvot, jännite ja langansyöttönopeus.

Modulaarinen rakenne helpottaa myös uusien ohjelmien tekoa. Robottiin on liitetty hakutoimintoja varten lisälaitte, jolla voidaan korjata pieniä kasausvirheitä. Hakuominaisuudet toimivat ensin ajamalla ohjelmassa langankatkaisu-ohjelmamoduuli, jolloin robotti käy puhdistamassa hitsauspolttimen ja katkaisee hitsauslangan oikean pituiseksi. Tämän tehtyään robotti palaa takaisin pääohjelmaan, johon on ohjelmoitu hakuohjelman referenssipisteet. Tämän jälkeen ajetaan taas valmiiksi ohjelmoitu hakuohjelman moduuli, joka toimii siten, että robotti luo pienen sähköjännitteen hitsauslankaan. Seuraavaksi robottia ajetaan hitaasti työkappaleta kohti. Hitsauslangan osuessa työkappaleeseen robotti tunnistaa itsenäisesti, onko kappale tarkalleen siinä kohdassa missä pitää. Jos kappale onkin esimerkiksi 1 cm normaalista poikkeavassa paikassa, robotti osaa itsenäisesti hitsata saumat oikeaan paikkaan. Tämän koko toiminnon pystyy ohjelmoimaan valmiilla moduuleilla lukuun ottamatta 3–7 referenssipistettä, jotka antavat hakuohjelmalle oikeat suunnat ja etäisyydet.

Neljäkerroksinen ohjelmarakenne saattaa kuulostaa monimutkaiselta, mutta on kuitenkin melko helppo sisäistää. Ohjelmien sisällä pääsee helposti kulkemaan edestakaisin Open page näppäimestä, ja aliohjelmien sisällä ohjelmat ovat ulkonäöltään identtisiä vanhan ohjelmamallin kanssa.

3.1.2 Modulaarisen muodon hyvät ja huonot puolet

Modulaarinen muoto ei tietenkään sovellu kaikkiin mahdollisiin robottiohjelmiin. Modulaarinen malli ei sovi yhteen sellaisten kappaleiden kanssa, joilla ei ole samankaltaisia hitsattavia kappaleita. Tällaisissa tapauksissa modulaarinen rakenne menettää tarkoituksensa.

Suurin hyöty modulaarisessa muodossa on ohjelmien uudelleen käytettävyys. Etenkin sellaisessa tapauksessa, jossa esim. kolmessa ohjelmassa on käytetty samoja aliohjelmiä, tehdään rakennemuutoksia. Jos kaikkiin kappaleisiin tehdään samat rakennemuutokset, niin ohjelmiin ei muutoksia tarvitse tehdä kuin yhden kerran. Modulaarisessa muodossa yhdellä aliohjelmien muokkauksella muutokset tapahtuvat kaikkiin pääohjelmiin kerralla.

Modulaarisesta mallista on myös suuri hyöty uusien ohjelmien teossa. Robottiin on ohjelmoitu valmiiksi hyvin lyhyitä aliohjelmiä, joita voi käyttää ihan kaikissa pääohjelmissä. Tällaisia ohjelmia Europressin käytössä ovat Langankatkaisu ja hitsauspolttimen putsaus -ohjelma, hakuohjelmat sekä Hitsaus- ja railonseuranta-ohjelmat. Robotin ohjaimen voidaan myös tallentaa pikanäppäimiä. Tallentamalla Call job -käsky pikanäppäimelle nopeuttaa ohjelmointia huomattavasti, kun käytettävissä olevia ohjelmamoduuleita on riittävästi.

3.2 Delfoi Arc

Nykypäiväistä ohjelmointia Yaskawan Motoman-roboteille voidaan tehdä esimerkiksi Delfoi Arc -ohjelmistolla. Delfoi Arc on nykyaikainen offline-ohjelmointityökalu, jolla saadaan yrityksen robottiohjelmointi hoidettua täysin pysäyttämättä tuotantoa. Delfoi toimii monipuolisesti esimerkiksi seuraavien laitevalmistajien robottien kanssa:

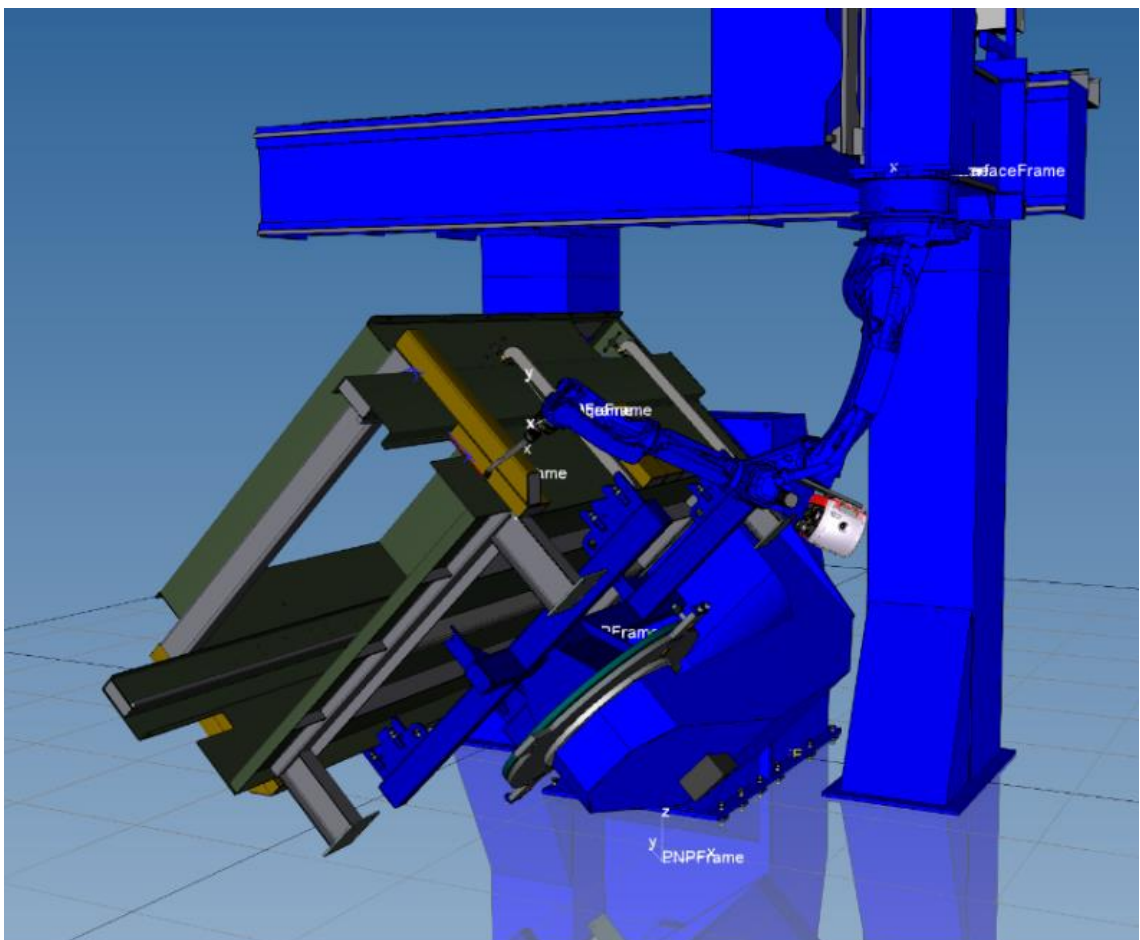
- Yaskawa
- OTC
- Kuka
- ABB
- Fanuc
- Nachi
- Igm
- Panasonic
- Kawasaki
- Cloos
- Reis.

Delfoilla on myös ohjelmistoja muillekin kuin hitsaussovelluksille, muun muassa kappaletavara-, maalaus- ja polttoleikkausrobotiikalle. [8]

3.2.1 Nykyaikainen etäohjelmointi

Etäohjelmoinnin hyödyt tänä päivänä ovat melko suuret. Manuaalisesti robotin ohjainyksikköä käyttäen ohjelmointi on hidasta ja vie robotilta arvokasta ajoaikaa. Etäohjelmoinnilla robotin käyttöastetta saadaan nostettua reilusti, sillä robotilla voidaan työskennellä samanaikaisesti ohjelmointia tehden. Delfoi Arc -ohjelmalla voidaan myös ajaa ja simuloida virtuaalisesti ohjelman toimintaa. Tällä tavalla robotin törmäykset ja osien hajoamiset saadaan minimoitua. Kuvassa 11 ohjelmoidaan DuoMega mallin puristinta.

Kuva 11. Nykyaikaista ohjelmointia Delfoi Arc -ohjelmalla



3.3 Lopputulos

Työn tavoitteet onnistuivat hyvin. Ohjelmarakenteita muutettiin modulaariseen muotoon ja ohjelmat toimivat halutulla tavalla. Tähän työhön valitut mäntämallit olivat CombiMax- ja DuoMax-mallisista jätepuristimista. Lopputuloksena ohjelmat käyttävät 95-prosenttisesti samoja aliohjelmia, jolloin jatkossa ohjelmien muokkaaminen on vaivattomampaa, sillä yhdellä ohjelmointikerralla muutokset tapahtuvat useammassa ohjelmassa. Työtä jatketaan vielä laajemmin yrityksen muihin robottihitsattaviin kappaleisiin.

Seuraavaksi jatkamme muokkaamista Max-malliston puristimissa. Tavoite on saada ohjelmat saman tyyppiseen modulaariseen muotoon. Puristimissa on viisi variaatiota, joissa samoja ohjelmamoduuleita voidaan käyttää. Tämän tyyppisistä ohjelmista saadaan modulaarisesta muodosta enemmän irti.

Lähteet

- 1 Uusi tehdas. 2009. Verkkoaineisto. Europress Group Oy. <<https://www.europress.fi/yritys/>> Luettu 20.4.2018.
- 2 Ma-2010-Robotti. 2017. Verkkoaineisto. Yaskawa. <<https://www.yaskawa.fi/fi/tuotteet/robotiikka/motoman-robotit/tuotetiedot/product/ma2010/>> Luettu 20.4.2018.
- 3 DX200-Ohjainyksikkö. 2017. Verkkoaineisto. Yaskawa. <<https://www.yaskawa.fi/fi/tuotteet/robotiikka/ohjaisyksikoet/>> Luettu 20.4.2018.
- 4 MT1-Paikoituslaite. 2017. Verkkoaineisto. Yaskawa. <<https://www.yaskawa.fi/fi/tuotteet/robotiikka/oheislaitteet/paikoituslaitteet/tuotetiedot/product/mt1/>> Luettu 20.4.2018.
- 5 TSG-YXZ-Gantry. 2017. Verkkoaineisto. Yaskawa. <<https://www.yaskawa.fi/fi/tuotteet/robotiikka/oheislaitteet/portaalit/>> Luettu 20.4.2018.
- 6 TPS/i Hitsausvirtalähde. 2017. Verkkoaineisto. Pronius, <<http://www.pronius.fi/?p=131#>> Luettu 13.5.2018.
- 7 Yaskawa. Verkkoaineisto. Yaskawa. <<https://www.yaskawa.fi/fi/yritys/tietoameistae/yhtioen-historia-yaskawa/>> Luettu 17.5.2018.
- 8 Delfoi Arc. Verkkoaineisto. Delfoi. <https://www.delfoi.com/web/products/delfoi-robotics/fi_FI/delfoi_arc/> Luettu 13.5.2018.