

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU

Janne Saarinen

RUISKUPURISTIMEN AUTOMATISOINTI

Tekniikan Porin Yksikkö
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkö- ja automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto
2006

ALKULAUSE

Tämä insinööriyö tehtiin Teknikum Oy:lle joka on pitkäaikainen työnantajani. Kiitän mahdollisuudesta tehdä insinööriyö Teknikum Oy:lle. Tahdon myös kiittää insinööriyöhöni vaikuttaneita henkilöitä Teknikum Oy:ssä, eritoten Seppo Nissistä, joka toimi työn valvojana, Tapio Kuusistoa joka antoi neuvoja insinööriyöhöni ja Timo Vuorisaloa, koska hän mahdollisti työn tekemisen Teknikum Oy:lle. Tahdon myös kiittää lehtori Ari Lehtiota työni valvomisesta.

TIIVISTELMÄ
RUISKUPURISTIMEN AUTOMATISOINTI
Janne Saarinen

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan porin yksikkö
Tekniikantie 2
28600 PORI
Puh. (02) 620 3000

Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkö- ja automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto
Toimeksiantaja: Teknikum Oy
Työn valvoja: Lehtori Ari Lehtio
Opinnäytetyö: 28 sivua + 16 liitettä

UDK: 007.52, 62-5, 621.979, 681.5

Avainsanat: automatisointi, sähkösuunnittelu, ruiskupuristin, robotti

Opinnäytetyön tavoitteena oli mitoittaa ruiskupuristimen sulkuvoima ja suunnitella ruiskupuristimen automatisointi Teknikum Oy:lle. Suunnitelma pitää sisällään robotin liittämisen ruiskupuristimeen, tuotteen irrotuksen ja robotin tarttujan suunnitelman. Suunnitelman lisäksi tehtiin kustannusarvio tarvittavista komponenteista. Raportin valmistuessa uusi automatisointiin tarkoitettu muotti ei ole vielä ajossa ja näin ollen suunnitelman toteutusta ei ole vielä voitu testata.

ABSTRACT

DESIGN OF AN INJECTION MOULDING MACHINE

Janne Saarinen

SATAKUNTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

School of Technology Pori

Degree Programme in Electrical Engineering

Field of Specialisation: Electrical Power Engineering and Automation Technology

Commissioned by Teknikum Oy

Supervised by Ari Lehtio, MSc (Tech)

Bachelor's Thesis: 28 pages + 16 appendices

UDC: 007.52, 62-5, 621.979, 681.5

Keywords: automation, electric engineering, injection molding machine, robot

The Purpose of this final year project was to measure the clamp force of an injection molding machine and to plan automation of the injection molding machine for Teknikum Oy. The plan includes attachment of a robot to the injection molding machine, detachment of the product and the plan of robot's grabbing unit. In addition to the plan, cost estimate was made concerning components needed. The new mold for automation is not ready when this report is finished therefore the execution of the plan is not possible yet.

Filename: Kansiabstract2.doc
Directory: C:\DOCUME~1\AUTO~1.P18\LOCALS~1\Temp\Rar\$
DI00.969
Template: C:\Documents and Settings\auto.P18191\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU
Subject:
Author: Kiuas
Keywords:
Comments:
Creation Date: 21.8.2006 8:45
Change Number: 4
Last Saved On: 20.9.2006 11:45
Last Saved By: auto
Total Editing Time: 8 Minutes
Last Printed On: 20.9.2006 13:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 4
Number of Words: 382 (approx.)
Number of Characters: 2 179 (approx.)

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	6
2	YRITYS	7
3	RUISKUPURISTIMEN AUTOMATISOINNIN TAUSTAA	8
3.1	RUISKUPURISTIMET	8
3.1.1	<i>VPR089 vaakakone</i>	9
3.1.2	<i>VPR087 pystykone</i>	9
3.2	MUOTTI.....	10
4	MUOTIN SULKUVOIMA JA MUOTTIPAIN	11
4.1	KONEEN MITOITUS	11
4.2	RUISKUPURISTIMEN MUOTTIPAINEN MITOITUS.....	12
4.3	MUOTTIPAINEESEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	13
4.4	MUOTTIPAINEN MITOITUKSEN LOPPUTULOKSET	14
5	TUOTTEEN IRROTUKSEN SUUNNITTELU	15
5.1	TUOTTEEN IRROTUKSEN TOTEUTUS PUHALLUSLÄPILLÄ	15
6	ROBOTTI	16
6.1	ROBOTIN JA RUISKUPURISTIMEN TOIMINTA.....	18
6.2	ROBOTIN SIJOITUS	20
6.3	ROBOTIN SÄHKÖISET KYTKENNÄT	20
7	TURVALLISUUS	21
7.1	HÄTÄSEIS-JÄRJESTELMÄ	22
7.2	TURVAPORTTI-JÄRJESTELMÄ	22
7.3	MEKAANINEN SUOJAJÄRJESTELMÄ	22
8	TARTTUJAN SUUNNITTELU	23
8.1	TARTTUJAN RUNGON VALMISTUS.....	24
8.2	TARTTUJAN TOIMILAITTEET	25
9	AUTOMATISOINNIN KUSTANNUSARVIO	25
10	SUUNNITTELU JA PIIRUSTUKSET	26
11	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	26

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

1 JOHDANTO

Insinööriyössä perehdytään ruiskupuristimen automatisointiin. Automatisoinnilla pyritään toteuttamaan järjestelmä, jolla pystytään toteuttamaan valmis tuote, joka ei tarvitse viimeistelyä. Työ toteutetaan Teknikum Oy:lle, joka on maassamme johtava kumituotteiden valmistaja.

Ruiskupuristimen automatisointi toteutetaan asentamalla uusi kylmäkanava periaatteella toimiva muotti ja automatisoitu irrotusjärjestelmä ruiskupuristimeen. Ruiskupuristimena on tarkoitus käyttää Werner & Pfleiderer valmistamaa ruiskupuristinta. Muottia asennettaessa on kuitenkin selvítettävä, että ruiskupuristimen ominaisuudet soveltuvat muotin käyttämiseen. Kylmäkanavamuotin liittäminen ruiskupuristimeen vaatii ruiskupuristinyksikön ohjausjärjestelmän muuttamista sellaiseksi, että myös muotin ohjaaminen on mahdollista. Liitettäessä muotin ohjaus ruiskupuristimen ohjausjärjestelmään huomioon täytyy ottaa muotissa käytettävän paineilman ohjaus ja mahdollisesti kylmäkanavien sulkusuuttimien ohjaus. Insinööriyössä suunnitellaan kappaleen riisunta ja irrotus, kun selvitys ruiskupuristimen osalta on toteutettu. Riisunnan ja irrotuksen automatisointia voidaan suunnitella vasta kun ruiskupuristimesta tehtävä selvitys on tehty, koska ennen ei tiedetä mihin ruiskupuristimeen muotti asennetaan. Riisunnan ja irrotuksen suunnittelussa valitaan menetelmä kuinka kappale poistetaan muotista. Alustavasti kappaleen riisuntaan on suunniteltu robottia, jolla kappale tai kappaleet poistetaan muotista. Riisuntaan voidaan käyttää myös jotakin toista järjestelmää, jos se todetaan toimivammaksi.

2 YRITYYS

Teknikum Oy on perustettu vuonna 1989 ja on yksi Suomen ja pohjoismaiden johtavista kumi- ja polymeerituotteiden valmistajista. Yritys kuuluu Teknikum Yhtiöt konserniin.

Teknikum Oy:llä on yli 40 vuoden kokemus kumi- ja polymeerituotteiden valmistuksesta. Liiketoiminta- alueet ovat kaivosteollisuus, infrastruktuuri, teollisuusletkut ja ajoneuvoteollisuus. Yrityksellä on kolme tuotanto-osastoa:

muottituotteet, letkut ja muovituotteet. Insinööriyö tehdään muottituotteet osastolle, jossa kumituotteiden valmistukseen käytetyt koneet sijaitsevat.



Kuva1. Ilmakuva Teknikum Oy:n toimitiloista Vammalassa

3 RUIKUPURISTIMEN AUTOMATISOINNIN TAUSTAA

Teknikum Oy valmistaa tällä hetkellä tuotetta, joka on mitoiltaan noin 15cm x 15cm x 0,5 cm luonnonkumista. Tuotteen valmistuksessa käytetään konetta, joka ei pysty tuottamaan suoraan valmista tuotetta, vaan tuote joudutaan poistamaan muotista ja viimeistelemään käsin. Valmistusmenetelmää vaihtamalla saadaan tuotteen valmistus automatisoitua lähes täysin. Ruiskupuristusyksiköllä ja kylmäkanavamuotilla pystytään valmistamaan tuote, joka ei tarvitse juurikaan viimeistelyä. Kappaleen valmiusaste joka kylmäkanavamuotilla on erittäin korkea mahdollistaa koneen automaatioasteen nostamisen irrotus- ja riisuntalaitteiston avulla.

3.1 Ruiskupuristimet

Ruiskupuristimia, joissa uutta kylmäkanavamuottia mahdollisesti käytetään, on kaksi erityyppistä, jotka molemmat ovat merkkiä Werner & Pfleiderer. Ruiskupuristimet eroavat toisistaan rakenteen, sulkuvoiman ja ruiskutuspaineen osalta. Molemmissa ruiskupuristimissa on kuitenkin ruiskupuristimelle yleiset osat, jotka ovat:

- sulkuyksikkö
- ruiskutusyksikkö
- käyttöyksikkö
- ohjausyksikkö
- muotti eli työkalu

3.1.1 VPR089 vaakakone

Ruiskupuristin on niin sanottu vaakakone. Vaakakoneen perustuntomerkki on, että muotti aukeaa horisontaalisesti. Ruiskupuristimen tärkeimmät tuotantoon vaikuttavat tiedot ovat:

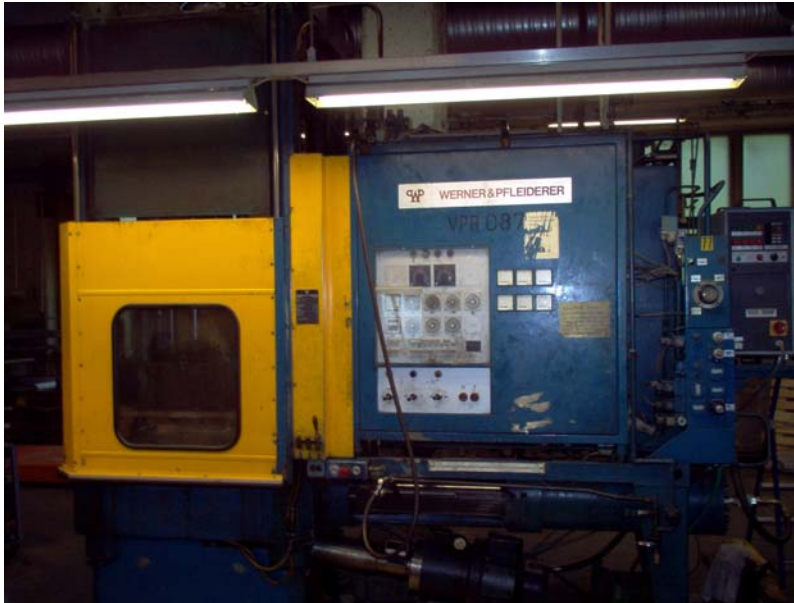
- sulkuvoima 1600kN
- valoaukko 650mm
- lämpölevy 450x 500 mm
- muotin min/max 105/320 mm
- ruiskutustilavuus 1200cm³
- ruikutuspaine 1560 bar
- ruuvin Ø 50 mm
- L:D ruuvin pituuden ja halkaisijan suhde 12,5:1
- lämmitysteho 6,5 + 6,5 kW
- pumpun teho 22 kW

3.1.2 VPR087 pystykone

Ruiskupuristin on niin sanottu pystykone. Pystykoneen perustuntomerkki on, että muotti aukeaa vertikaalisesti. Ruiskupuristimen tärkeimmät tiedot ovat:

- sulkuvoima 4000kN
- valoaukko 850mm
- lämpölevy 650x 800 mm
- muotin min/max 125/470 mm
- ruiskutustilavuus 4800cm³
- ruikutuspaine 1450 bar
- ruuvin Ø 80 mm

- L:D ruuvien pituuden ja halkaisijan suhde 10:1
- lämmitysteho 12 + 12,6 kW
- pumpun teho 37 kW



Kuva2. VPR 087 ruiskupuristin

3.2 Muotti

Ruiskupuristusprosessissa on tarkoitus käyttää 4-pesäistä muottia. Muotti toimii kylmäkanavatekniikalla, joka mahdollistaa pitkät virtausmatkat kumille.

Kylmäkanavatekniikalla tarkoitetaan muottitekniikkaa, jolla muotin virtauskanavat pidetään jäähdytettynä, vaikka itse muottipesät ovatkin vulkanointilämpötilassa. Muotti voidaan varustaa myös neulasuuttimilla avoimien sijasta, jos halutaan tarkempaa ruiskutuksen hallintaa muotissa. Neulasuuttimilla varustettu kylmäkanavamuotti mahdollistaa lähes purseettoman tuotteen valmistuksen, joten viimeistelyä kyseistä muottikonseptia käytettäessä ei tarvita. Neulasuuttimilla varustettu muotti on kallis valmistaa ja suuttimet tarvitsevat myös ohjauksen, joka yleisesti toteutetaan joko hydraulikalla tai paineilmalla. Neulasuuttimien ohjaus on liitettävä ruiskupuristimen

ohjaukseen, jolloin saavutetaan niiden oikea-aikainen ohjaus. Tähän prosessiin valittiin kylmäkanavamuotti, joka on varustettu avoimilla suuttimilla.

4 MUOTIN SULKUVOIMA JA MUOTTIPAININE

Ruiskutusjakson alkaessa ruiskutusyksikkö työntää raaka-ainetta muotin ruiskutuskanavia pitkin muottiin. Ruiskutus sylinterin männän aiheuttama paine laittaa raaka-aineen liikkeelle. Ruiskutus paineen avulla muotti täyttyy raaka-aineesta ja muotin sisäinen paine kasvaa. Muotin täyttymisen lähestyessä loppuaan muottipaine kasvaa voimakkaasti, koska vapaa virtaus muotissa vähenee. Muottipaineen kasvaessa sulkuyksikön sulkuvoima pyrkii pitämään muotin suljettuna. Muottipaineen kasvaessa huippuunsa, sulkuyksikön on pystyttävä pitämään muotti suljettuna. Sulkuvoiman ollessa riittämätön tai ruiskutus paineen säätö ruiskutusvaiheen lopussa on virheellinen, kappaleeseen muodostuu voimakkaasti purseita. Purseet syntyvät siitä kun sulkuyksikön tuottama sulkuvoima ei pysty pitämään muottia täysin kiinni ja muottipuoliskot erkanevat toisistaan.

4.1 Koneen mitoitus

Sulkuvoima on yksi merkittävimmistä suureista valittaessa ruiskupuristinta tuotteen valmistukseen. Muita tärkeitä suureita ovat ruiskutus paine ja ruiskutustilavuus.

Sulkuvoiman tarpeeseen vaikuttaa voimakkaasti valmistettavan kappaleen projektiopinta-ala ja muotin täyttämiseen tarvittava ruiskutus paine. Myös muotin ja kanaviston lämpötilalla ja raaka-aineen viskositeetillä on suuri vaikutus muottipaineeseen. Muottipaine ei koskaan kasva yhtä suureksi kuin ruiskutus paine johtuen ruiskutuskanavissa tapahtuvista häviöistä. Muottipaine lähestyy voimakkaasti

maksimaalista ruiskutuspainetta ruiskutusvaiheen lopussa, kun muotti on täyttynyt täysin. Ruiskupuristin vaihtaa ruiskutus paineenpitopaineelle vähän ennen kun muotti täyttyy lopullisesti. Näin vältetään paineiskulta, joka saattaa aiheuttaa muotin aukeamisen.

Tarvittavan sulkuvoiman mitoittaminen etukäteen tarkasti, on vaikeata tai jopa mahdotonta, kun valmistetaan tuotteita luonnonkumista. Tarvittava sulkuvoima on suoraan verrannollinen muottipaineeseen. Prosessissa muottipaineen arviointi etukäteen, ilman pitkäaikaista kokemusta kumituotteiden valmistuksesta ruiskupuristimen avulla, on mahdotonta. Kokemuksellakin voidaan vain arvioida muottipaineen suuruutta hyvin karkeasti johtuen prosessin monimutkaisuudesta ja useista säädettävistä prosessisuureista.

4.2 Ruiskupuristimen muottipaineen mitoitus

Ruiskupuristimen valintaan vaikuttaa oleellisesti se, kuinka suuri on muottipaine, ruiskutustilavuus ja ruiskutusaine. Prosessiin on tarkoitus asentaa 4-pesäinen muotti ja yhden pesän pinta-ala on 271cm^2 , jolloin neljän pesän projektiopinta-ala on 1084cm^2 . Voidaan olettaa että sulkuvoima jakautuu tasaisesti projektiopinta-alalle, jolloin saadaan laskettua maksimi muottipaine, jonka ruiskupuristimen sulkuyksikkö pystyy pitämään suljettuna. /1/2/3/4/

Alla kaava, jolla voidaan arvioida muottipaine.

$$P = \frac{F}{A}$$

F= Ruiskupuristimen sulkuvoima

A= Muotin projektiopinta-ala

P= Muotin maksimi paine, jotta muotti pysyisi kiinni

VPR 89 sulkuvoima on 1600kN ja neljän pesän yhteinen projektiopinta-ala on 1084cm², silloin saadaan maksimi muottipaineeksi 14,7 MPa . Kahden pesän muotilla, kun projektiopinta-ala puolittuu, muottipaineeksi saadaan 29,4 MPa. Laskettaessa muottipaineet VPR 87 koneelle, jonka sulkuvoima on 4000kN, saadaan tulokseksi neljälle pesälle 36,8 MPa ja kahdelle pesälle 73,6 Mpa. Vertailtaessa ruiskupuristimien maksimi muottipaineita eri tilanteissa, voidaan todeta että VPR 87 ruiskupuristimen sulkuyksikkö pystyy käsittelemään suuremman muottipaineen neljänpesän muottia käyttäessä, kun VPR 89 kahta muottipesää käytettäessä.

4.3 Muottipaineeseen vaikuttavat tekijät

Muottipaineen määrittäminen tarkasti on mahdotonta etukäteen, koska siihen vaikuttaa niin monta tuntematonta tai huonosti tunnettua tekijää. Muottipaineeseen vaikuttaa ruiskutusnopeus, ruiskutuskanavanlämpötila, muotin lämpötila, materiaalin viskositeetti, projektiopinta-ala, ruiskutettavan kappaleen muoto ja useita tuntemattomia tekijöitä.

Raaka-aineen viskositeetin määrittäminen on hyvin monimutkainen asia, koska luonnonkumi on luonnosta saatava materiaali ja sen ominaisuudet vaihtelevat

huomattavasti erästä toiseen. Yleispätevää viskositeettiä ei pysty kumeille määrittämään, koska se muuttuu huomattavasti ruiskutusnopeuden kasvaessa. Kumiseoksen viskositeetin vaihtelu vaikuttaa huomattavasti myös muottipaineeseen. Viskositeetin määrittämiseen on kuitenkin menetelmiä, joilla saadaan suuntaan antavaa tietoa siitä, kuinka seos käyttäytyy tietyllä ruiskutusnopeudella./1/2/

4.4 Muottipaineen mitoituksen lopputulokset

Muottipaineen ja sulkuvoiman määrittäminen fysikaalisten suureiden avulla on hyvin vaikeaa ja tulokset saattavat antaa hyvinkin virheellisiä tuloksia siitä millaista sulkuvoimaa tarvitaan prosessissa. Kokemus erikokoisten ja muotoisten kumituotteiden valmistuksesta ja niiden vertailu antaa paremman likiarvon siitä, millaista sulkuvoimaa tullaan tarvitsemaan tuotteen valmistuksessa.

Muottipaineeksi voidaan kokemuksen ja materiaalitoimittajien julkistamien tietojen perusteella arvioida neljälle pesälle noin 35-50 MPa. VPR 87 ruiskupuristin pystyy käsittelemään noin 37 MPa muottipaineen neljällä pesällä, kun taas VPR 89 pystyy käsittelemään vain 15MPa muottipaineen. VPR 87 on siis näistä kahdesta ruiskupuristimesta se, joka pystyy käsittelemään tarvittavan muottipaineen, joskin vain osan siitä. Muottipainetta voidaan säätää tarvittaessa prosessiparametreilla joten tuo 37MPa on todennäköisesti riittävä muottipaine kyseiselle prosessille./5/6/

5 TUOTTEEN IRROTUKSEN SUUNNITTELU

Asennettaessa neljäpesäinen muotti VPR 87 ruiskupuristimeen, pitää valmiin tuotteen irrotus suunnitella huolellisesti, jotta tuotteen irrotus muotista onnistuu käytettäessä robottia. Ongelmana yleisesti kumituotteiden valmistuksessa on se, että tuote jää kiinni väärään muottipuoliskoon jolloin riisunta robotilla käy mahdottomaksi. Tuotteen irrotus ”väärästä muottipuoliskosta” eli yläpuoliskosta täytyy varmistaa jollain menetelmällä. Yläpuoliskosta irrotus on toteutettu tekemällä alapuoliskoon vastapäästö, jolla tuote jää jo suurella varmuudella oikeaan muottipuoliskoon. Jos alapuoliskossa oleva vastapäästö ei riitä varmistamaan sitä, että tuote jää muotin oikeaan puoliskoon, voidaan muotin yläpuoliskoon asentaa puhallusläpät. /7/8/

5.1 Tuotteen irrotuksen toteutus puhallusläpillä

Puhallusläpien avulla voidaan varmentaa tuotteen irrotus muotin yläpuoliskosta. Paineilma johdetaan puhallusläpien läpi muotin yläpuoliskon ja tuotteen väliin, jolloin sinne ei pääse syntymään alipainetta joka muodostuisi, jos puhallusläppiä ei asennettaisi. Paineilman ohjaus toteutetaan siten, että puhallus tapahtuu juuri oikealla hetkellä, kun muotti aukeaa. Jokaiseen muottipesään asennetaan yksi läppä ja jokaista läppää ohjaa oma magneettiventtiili. Näin varmistetaan se, että jokaiseen pesään saadaan johdettua tasainen paine. Kaikkia läppiä ohjattaessa vain yhdellä magneettiventtiilillä, paine jakautuisi epätasaisesti läpien kesken ja hyöty puhallusläpistä jäisi minimaaliseksi. Magneettiventtiileitä ohjataan vetohidasteisella hipaisureleellä jota ohjaa muotin avausliike, kun ruiskupuristin on automaattitilassa. Ohjauskomponentit kytketään ruiskupuristimen ohjausjännitteeseen ja asennetaan ruiskupuristimen ohjauskeskukseen. (liite14), (liite15)

6 ROBOTTI

Tuotteen poistamiseen käytetään Kawasakin valmistamaa Puma 760 robottia. Robotissa on kuusi vapausastetta, jotka antavat robotille mahdollisuuden toimia laajalla käyttöalueella ja vaativissakin asennoissa. Robotin kuorman käsittelykyky täydellä nopeudella on 10kg./12/

Robotin tekniset tiedot ovat:

- vapausasteita 6
- kuormankäsittelykyky täydellä nopeudella 10kg
- maksiminopeus suoraviivaisessa liikkeessä 1m/s
- toistotarkkuus $\pm 0,2$ mm
- Paino 380 kg



Kuva3. Kawasaki robotin käsivarsi

Ohjausjärjestelmä:

- Kaksitasoinen tietokonejärjestelmä
- Ohjelmointikieli: Hitsaus VAL
- Opetustapa: Liikeradat ja hitsausarvot käsiohjelmalla
- Järjestelmän hallintaohjelmat näyttöpäätteellä
- Käyttäjämisti: 32k-tavua CMOS
- Akkuvarmennus: 500h
- Massamuisti: Levyasema
- Digitaaliset liitännät ympäryslaitteisiin:

tulot/lähdöt 32/16 kpl

- Analogialähdöt: 2 kpl

- Verkkoliitäntä: 380V AC, 50 Hz, 5kVA



Kuva4. Kawasaki robotin ohjausyksikkö

6.1 Robotin ja ruiskupuristimen toiminta

Robotti liitetään ruiskupuristimen ohjausjärjestelmään siten, että robotin ohjausyksikkö ohjaa koko prosessia. Ruiskupuristimen ohjausjärjestelmä on toteutettu kontaktorien avulla. Ruiskupuristinta on helpompi ohjata robotin ohjausjärjestelmällä kun ruiskupuristimen ohjausjärjestelmällä robottia. Ruiskupuristimen ohjausjärjestelmä on

toteutettu pääosin 230V jännitteellä, kun taas robotin ohjausjärjestelmässä on käytetty 24V ohjausjännitettä. Ruiskupuristimesta tarvittavat ohjaustiedot on muutettava robotin ohjausjärjestelmään sopiviksi. Muunnos toteutetaan asentamalla apureleet ruiskupuristimen ohjausjärjestelmään.

Ruiskupuristimelta tarvitaan seuraavat ohjaustiedot:

- Ruiskupuristin automaattilla
- Puristussylinteri ylhäällä
- Pikasulkusylinteri ylhäällä

Ruiskupuristimelle annetaan seuraavat ohjaustiedot:

- Käynnistyslupa (syklin käynnistys)
- Käynnistykseen esto
- Hätäseis- ohjaustieto

Robotinohjausyksikköön ohjelmoitavalla ohjelmalla annetaan ruiskupuristimelle komentoja, joilla käynnistetään esim. ruiskupuristimen valmistussykli. Sen jälkeen ruiskupuristin toimii itsenäisesti koko syklin ajan, jollei keskeytyskomentoa tule. Syklin päätyttyä ohjainyksikkö ohjaa ruiskupuristimen tilaan, jossa sen kaikki liikkeet on estetty. Varmennuksen jälkeen robotti poistaa tuotteet muotista kaksi kerrallaan ja kuljettaa ne liukuhihnalle. Robotti joutuu poistamaan tuotteet kahdessa erässä, koska tarttuja on suunniteltu siten, että se pystyy poistamaan 2 tuotetta kerrallaan. Tuotteiden poistamisen jälkeen robotti ajaa turva-asemaan ja antaa ruiskupuristimelle uuden käynnistyskomennon./12/

6.2 Robotin sijoitus

Robotin käsivarsi asennetaan ruiskupuristimen takapuolelle vasenkätisenä.

Vasenkätisellä asennuksella voidaan poistaa ongelmia joita esiintyy, kun käsivarsi asennetaan oikeakätiseksi. Oikeakätisellä asennuksella ei ole mahdollista kohdistaa käsivartta siten, että se voisi kurottautua ruiskupuristimen sisään kohtisuorasti. Ongelma johtuu siitä, että käsivarren asennusympäristössä on rakenteellinen pylväs jonka poistaminen on mahdotonta. Pylväs estäisi käsivarren ensimmäisen nivelen kiertoliikkeen, jos se asennettaisiin oikeakätisenä ja kohdistettuna muotin keskipisteeseen. Käsivarsi kohdistetaan mahdollisimman tarkasti ruiskupuristimen kanssa kohtisuoraan, koska se helpottaa robotin ohjelmointia ja säästää käsivarren niveliä. Kohdistus on suoritettava työkalulaipan keskipisteestä muotin keskipisteeseen, kun käsivarren ensimmäinen nivel on ajettu siten, että olkavarsi on kohtisuorassa ruiskupuristimen kanssa. Käsivarsi korkeussuunnassa asennetaan siten, että käsivarren ensimmäisen nivelen akseli on vähintään 5 cm ylempänä kuin ruiskupuristimeen asennetun muotin alapuoliskon pinta. Käsivarren ensimmäisessä nivelessä on niin sanottu kuollut alue ja tästä johtuen käsivarren jalusta täytyy suunnata siten, että liukuhihna ja ruiskupuristimessa oleva muotti ovat käsivarren toiminta-alueella ilman että käsisyyttä täytyy vaihtaa. Käsivarren toiminta-alue tulee tarkistaa paikanpäällä ennen kiinnitystä./12/

6.3 Robotin sähköiset kytkennät

Robotin ohjauskeskuksen viereen asennetaan kytkentäkeskus OK1, jossa sijaitsee riviliittimet. Riviliittimiin tuodaan robotin ohjauskeskuksesta tulot, lähdöt ja kaikki robotin kauko-ohjaus tiedot. Kytkentäkeskukseen sijoitetaan kaikki ohjauskontaktorit, joilla ohjataan toimilaitteita kentällä. Kuitenkin ruiskupuristimen ohjauskontaktorit

sijoitetaan ruiskupuristimen ohjauskeskukseen OK RP. Ruiskupuristimen ohjauskontaktorien sijoitukseen vaikuttaa oleellisesti se, että niiden koskettimissa on 230V jännite. Kontaktorien sijoittamisella ruiskupuristimen ohjauskeskukseen saadaan lisättyä huomattavasti turvallisuutta, kun ohjauskeskuksissa ei ole ”vieraita kovia jänniteitä” tehtäessä vian etsintää ja korjauksia järjestelmään. Kytkenäkeskukseen asennetaan virtalähde, jolla tuotetaan 24 V DC ohjausjännite, jonka avulla tuotetaan robotinohjausyksikön tuloille tarvittava ohjausjännite. Virtalähde syöttää tehon myös Robotin ohjausyksikön lähdöille, joilla ohjataan magneettiventtiileitä ja muita kenttälaitteita. Energian syöttö robotinohjausyksikölle ja kytkenäkeskukselle saadaan ruiskupuristimen takana sijaitsevasta kolmivaihepistorasiasta. Kenttäkaapeloinnit kytkenäkeskukselta kenttälaitteille toteutetaan Ölflex®-140 CY - tyyppin kaapeleilla ja turvakaapeloinnit toteutetaan Jamak- tyyppin kaapelilla. Liitteenä on kaaviot: robotin tuloista ja lähdöistä, riviliitin kytkennöistä, komponenttien sijoittelusta ja ruiskupuristimeen lisättävistä kontakteista. /10/11/12/ (liitteet 1-9)(liitteet 12-13)

7 TURVALLISUUS

Järjestelmän turvallisuuteen on kiinnitetty huomiota suunnittelussa siten, että siihen asennetaan kolme erillistä järjestelmää jotta koneenkäyttäjä olisi turvassa riippumatta siitä kuinka laitteistoa käytetään. Hätäseis- suojaus suojaa käyttäjää silloin kun järjestelmässä tapahtuu jotain odottamatonta ja käyttäjä tai joku muu paikalla oleva painaa hätäseis- painiketta. Mekaaninen suojaus taas estää käyttäjän tai muun henkilön pääsyn tahattomasti laitteiston toiminta-alueelle. Turvaportti- järjestelmällä estetään koneiden liikkuminen kun toiminta-alueelle menee ihminen./12/

7.1 Hätäseis-järjestelmä

Hätäseis- toiminta on järjestelmässä toteutettu Siguard turvareleen avulla. Hätäseis-painikkeet on sijoitettu siten, että niiden painaminen hätätilanteessa on mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Siguard turvarele katkaisee ruiskupuristimen ohjausjännitteen ja robotin käsivarsijännitteen hätäseis-toiminnon toimiessa. Hätäseis-toiminto on varmennettu kaksinkertaisella kontaktori ja hätäseispainike kytkennällä. Varmentamisen avulla hätäseis- kytkentä täyttää turvallisuus kategoria 3 luokan. Hätäseis- painikkeet ovat mekaanisesti pohjaan lukkiutuvia ja niiden vapauttaminen tapahtuu kiertämällä. Hätäseis- toiminnon jälkeen Siguard- turvarele tulee kuitata, ennen kuin järjestelmään palaa jännite./9/10/11/ (liite1)

7.2 Turvaportti-järjestelmä

Henkilösuojaus robotin toiminta-alueella toteutetaan aitaamalla ja porttiin asennettavalla ja lukittavalla rajakytkimellä. Rajakytkin ohjaa Siguard- turvarelettä, jolla varmistetaan robotin toimimattomuus, kun alueelle on tullut ihminen. Porttivahdin kytkentä on toteutettu siten, että se täyttää turvallisuus kategoria 2 luokan. Porttivahdin toimittua Siguard- rele on kuitattava ennen kuin ohjain yksikön ohjelma voidaan käynnistää uudestaan./11/12/ (liite1)

7.3 Mekaaninen suojajärjestelmä

Ruiskupuristimen suojaveräjää muutetaan siten, että aitaamattomalta alueelta ei pääse käsiksi avautuvaan muottiin. Ruiskupuristimen nykyinen veräjä on jaettava osiin siten että vain Robotin käsivarren puoleinen osa aukeaa normaalin valmistussyklin aikana. Koneenkäyttäjän puoleinen portti on asennettava siten, että sen avaaminen

valmistusssyklin aikana aiheuttaa hätäseis- toiminnon toimimisen. Lisäksi siihen on asennettava tunnistin joka estää ruiskupuristimen liikkeit silloin, jos se on pois paikaltaan. Koneenkäyttäjän puoleisen portin avaaminen on kuitenkin mahdollista aiheuttamatta hätäseis- toimintoa jos valmistusssykli ei ole kesken ja ruiskupuristin kytketään käsiajolle.

8 TARTTUJAN SUUNNITTELU

Tarttujan suunnittelu aloitetaan määrittämällä onko sen tarkoitus poistaa kaikki, vaiko vain osa tuotteista kerralla. Laitteiston sykliajasta määräävä tekijä on tuotteen paistoaika, jolloin jää merkityksettömäksi se käykö robotin käsivarsi muotissa yhden vai kaksi kertaa. Käsivarren suorituskyky määrää sen, minkä verran tarttujaan voi ottaa painoa tarttujan lisäksi. Kawasaki Puma 760 robotin käsivarsi jaksaa liikuttaa 10kg massaa työkalulaipassa täydellä nopeudella. Tuotteen irrotusvaiheessa tuotetta irrotettaessa muotista käsivarsi joutuu suurimmalle rasitukselle. Tarttujaan asennetaan neljä halkaisijaltaan 15 mm Pisco imukuppeja poistettavaa tuotetta kohden. Imukuppien valmistusmateriaaliksi valitaan nitrilikumi, koska sen lämmönkesto on riittävä valmistus prosessiin. Imukuppien valmistajan antamien tietojen perusteella saatiin imukuppien yhteiseksi nostovoimaksi 50-70 N, riippuen tuotteen pinnan sileydestä. 50-70 N nostovoimalla voidaan liikuttaa vähintään 5 kg painoisia kappaleita. Muotista tarttujan avulla poistettavan tuotteen paino on noin 200-300 g, joten imukuppien nostovoima on enemmän kuin riittävä kannattelemaan tuotteen. Tuotteen irrotusvaiheessa myös imukupit joutuvat suurimmalle rasitukselle. Poistettaessa useita tuotteita kerralla, robotin käsivarren suorituskyky on määräävä tekijä suunnittelussa, koska huomioon täytyy myös ottaa itse tarttujan paino. Robotin käsivarren

suorituskykyyn perustuen valittiin tuotteen poistomenetelmäksi se, että poistetaan kaksi tuotetta kerralla muotista. Kahden tuotteen poistaminen kerralla tarkoittaa siis käsivarrelle kahta poistoliikettä muotin sisään./8/12/

8.1 Tarttujan rungon valmistus

Tarttujan rungon valmistusmateriaaliksi valitaan alumiini, jonka valintaa puoltaa sen hyvä lujuus, keveys ja työstettävyys. Alumiinilla ei ole oikeastaan kilpailijaa jolla olisi samat ominaisuudet kilpailukykyiseen hintaan. Tarttujan runkolevyksi valittiin 10 mm levy. Levyn vahvuus varmistaa rungon jäykkyyden ja helpottaa runkolevyyn kiinnitettävien laitteiden kiinnittämistä, koska itse levyyn voidaan työstää kierteet joskin se tuo huomattavasti lisää painoa tarttujalle. Runkolevyyn porataan kevennysreikiä jolla pyritään kompensoimaan rungon vahvuuden tuomaa painoa. Kevennys reikiä porataan kolme kappaletta joista kahden säde on 50mm ja yhden 40mm. Kevennysreikien lisäksi runkolevyn kulmat pyöristetään 60mm säteellä painon vähentämiseksi. Kevennysreikien lisäksi runkolevyyn työstetään kierteet alipaineimukuppien ja puhallussuuttimien asennukselle. Runkolevyyn asennetaan halkaisijaltaan 15mm alipaineimukupit joissa on 6 mm jousto. Alipaineimukuppien kiinnittämiseksi runkolevyyn työstetään M14 kierteet. Imukuppien keskinäistä korkeutta on helppo säätää, koska kierteet ovat suoraan runkolevyssä. Alipaineimukuppien lisäksi runkolevyyn asennetaan puhallussuuttimet. Puhallussuuttimille työstetään M10 kierteet runkolevyyn kiinnitystä varten. Tarttujan runkolevyyn kiinnitetään kiinnityslaippa, jolla tarttuja kiinnitetään robotin käsivarteen. Kiinnityslaippa kiinnitetään joko hitsaamalla taikka pulttiliitoksella runkolevyyn. (liite 11)

8.2 Tarttujan toimilaitteet

Tarttujan ohjainkomponentit asennetaan robotin kyynärvarteen. Kyynärvarressa on varattu tilaa, johon on mahdollista liittää työkalun ohjaamiseen liittyvät laitteet. Tässä tapauksessa työkaluna toimii tarttuja. (liite 10)

Tarttujan toimilaitteet ovat:

- magneettiventtiilit puhalluksen ohjaukselle
- alipaineimukuppien ejektorit
- alipainesuodattimet
- paineanturit
- alipaine-ejektorien äänenvaimentimet
- ohjainkeskus OK2 sähköisille kytkennöille
- alipaineimukupit

9 AUTOMATISOINNIN KUSTANNUSARVIO

Automatisoinnin kustannusarvio antaa tietoa siitä, kuinka paljon järjestelmän toteutus tulee maksamaan. Robotin liittäminen ruiskupuristimeen vaatii useita komponentteja ja kustannusarvioon on koottu suurin osa järjestelmään asennettavista komponenteista. Komponenttien lisäksi kustannusarvioon on laskettu karkea arvio asennukseen kuluvista tarvikkeista kuten kaapelit ja liittimet. Kustannusarviossa ei huomioida työvoimakustannuksia, jotka muodostuvat järjestelmän rakentamisesta ja testaamisesta, koska tehtäviä työtunteja on erittäin vaikea arvioida. Toteutettaessa automatisointi tilaustyönä työn osuus kustannuksista on kuitenkin määräävä. Kustannusarvio ei myöskään ota kantaa alueen aitaukseen ja liukuhihnaan kuluvista komponenteista. Komponenttien kustannusarvio on tehty sähköisten osien osalta Slo:n ja Onnisen

internetissä olevista hinnastoista ja hinnastoissa hinnat ovat ovh hintoja. Paineilmaosien hinnat on tiedusteltu puhelimitse Unimet Oy:stä.

Osien kokonaiskustannukseksi saatiin verottomilla hinnoilla 7400€ ja sähköisten komponenttien osuus kustannuksista on noin 2300€. Paineilma komponenttien osuudeksi jää 5100€ joka on määräävä osa komponenttien kustannuksista. /9/10/
(liite 16)

10 SUUNNITTELU JA PIIRUSTUKSET

Suunnittelu toteutettiin perustuen Kawasaki- robotin kansioihin joihin Teknikum Oy on kerännyt tietoa Kawasaki- roboteista. Kansioissa on myös ennestään toteutettuja järjestelmiä joissa kyseistä robottia on käytetty. Kawasaki- robotin kansioissa on kaikki tarvittava tieto, jotta suunnittelu on mahdollista. Suunnitelmaan piirretyt piirustukset on tehty Sähkocads Pro- ohjelmiston avulla. Suunnitelmaan kuuluvat piirustukset: robotin tuloista ja lähdöistä, kenttälatteiden kytkennästä riviliittimiin, ruiskupuristimeen lisättävistä apureleista, paineilmakaavio irrotuksesta, paineilmakaavio robotin käsivarresta, konepiirustus tarttujasta, piirustus Ok1 riviliittimistä ja piirustus Ok1 ohjainkeskuksen kanteen tulevista komponenteista.

11 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Ruiskupuristimen valintaan liittyvä sulkuvoiman mitoitus osoittautui hankalaksi, koska aiheesta ei ole saatavilla yleispätevää yksinkertaista mitoitus sääntöä. Aiheesta haettiin tietoa useiden konevalmistajien ja raaka-aine valmistajien sivuilta. Tietoa haettiin myös yliopistojen tietokannoista ja aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta, mutta jotakuinkin

tuloksetta. Mitoituksesta löytyi vain hyvin monimutkaisia ja epävarmoja menetelmiä jotka soveltuvat vain teoreettiseen tarkasteluun. Voidaan todeta, että oikean ruiskupuristimen valitsemiseen ei ole tällä hetkellä juurikaan saatavissa helppoa ja yksinkertaista ohjeistusta, jolla päästäisiin sellaiseen tulokseen että koneen sulkuvoiman voi mitoittaa oikein ilman koneen ylimitoitusta. Mitoituksessa päädyttiin tulokseen, että muotti asennetaan VPR87 ruiskupuristimeen. Päätös perustuu kokemukseen nykyisestä tuotannosta ja muiden tuotteiden valmistuksesta ruiskupuristimen avulla.

Muotin puhalluksen suunnittelu perustui tuotannossa olevaan puhallusläppäjärjestelmään. Järjestelmä muutettiin vain ohjauksen osalta automatisointiin sopivaksi. Puhallusläppiä ei ole asennettu nyt valmistuneeseen muottiin, koska oletetaan että kappale irtoaa riittävällä varmuudella jo muottiin tehdyn vastapäästön avulla. Puhallusläpät voidaan lisätä myöhemmin, jos kappale ei jää oikeaan muottipuoliskoon.

Ruiskupuristimen automatisointi suunniteltiin siten, että käytetään Kawasaki- robottia tuotteiden poistamiseen. Ennen suunnitelman toteuttamista kannattaa miettiä, onko robotti, joka on jo melko vanha, siinä kunnossa, että sillä on edellytykset toimia tuotannossa. Kannattaa myös varmistaa kyseisen robotin varaosien jatkuva saatavuus, jotta robotin toiminta on turvattua. Robotin liittäminen ruiskupuristimeen toteutettiin suunnitelmassa siten, että robotinohjausyksikkö ohjaa koko järjestelmää. Tällä menetelmällä päästiin yksinkertaiseen ja helposti toteutettavaan ratkaisuun. Robottiin tehtävä ohjelmisto tulee määräämään, kuinka järjestelmä toteutettuna toimii.

Tarttujan suunnitelmassa pyrittiin mahdollisimman yksinkertaiseen ja varmatoimiseen ratkaisuun. Tarttujan toimivuudesta ei voida olla varmoja ennen kun muotti saadaan käyttöön ja tiedetään kuinka tiukasti tuotteet ovat muotissa kiinni.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Osswald/Turng/Gramann. 2001. Injection Molding Handbook. Munich: Hanser Publishers. s.72-91
- /2/ Hofmann, W. 1988. Rubber Technology Handbook. Munich: Hanser Publishers. s.355-468
- /3/ Järvelä/Syrjälä/Vastela. 1999. Ruiskuvalu. Tampere:Plastdata Oy.
- /4/ Ilomäki,J/Järvelä,P. 1997. Muottipaine ruiskuvalussa. Tampere: Institute of material science, Plastics technology, Tampere university of technology.
- /5/ Nissinen, S. 2004. Tuotantojohtaja, Teknikum Oy. Vammala, Henkilökohtainen tiedonanto 24.05.2006.
- /6/ Kuusisto, T. 2004. Tuotantopäällikkö, Teknikum Oy.Vammala, Henkilökohtainen tiedonanto 16.05.2006.
- /7/ Hulkkonen, V. 1983. Pneumatiikka1. Keuruu: Kustannusyhtiö Otava. s.207-218.
- /8/ Univer. Tuotegatalogit. Esitteet[Online]. [viitattu 25.7.2006] sivujen toteutus: Univer Oy. Saatavissa: <http://www.Univer.fi>
- /9/ SLO, Tuoteluettelo. Asennustarvikkeet [Online]. [Viitattu 25.7.2006]. Saatavissa: <http://www.slo.fi>
- /10/ Onninen, tuoteluettelo. Sähkötarvikkeet[Online]. [Viitattu 25.7.2006]. Saatavissa: <http://www.onninen.fi>
- /11/ Siemens.Siguard-turvareleet[Online].[Viitattu23.7.2006].Saatavissa: <http://www.siemens.fi>
- /12/ Teknikum Oy. Kawasaki robotti– kansiot. Saatavissa: Teknikum Oy.

Filename: Ruiskupuristimen automatisointi2.doc
Directory: C:\DOCUME~1\AUTO~1.P18\LOCALS~1\Temp\Rar\$
DI02.015
Template: C:\Documents and Settings\auto.P18191\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: 1 JOHDANTO
Subject:
Author: Kiuas
Keywords:
Comments:
Creation Date: 21.8.2006 9:06
Change Number: 8
Last Saved On: 20.9.2006 12:56
Last Saved By: auto
Total Editing Time: 122 Minutes
Last Printed On: 20.9.2006 12:56
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 25
Number of Words: 4 699 (approx.)
Number of Characters: 26 786 (approx.)