

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



VENTIL

REVIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

ISSN 1318 - 7279 | JUNIJ, 13 / 2007 / 3



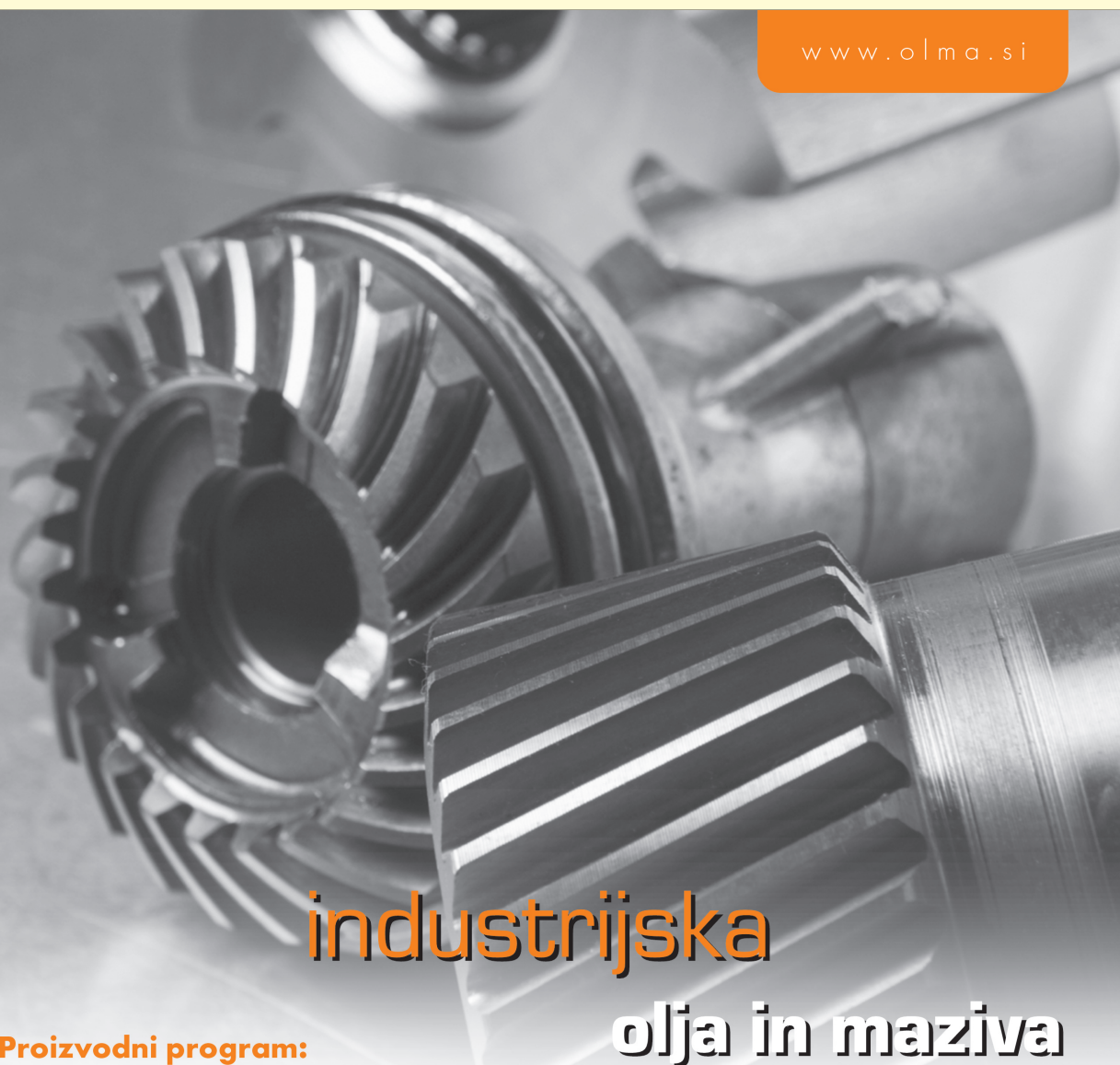
Rexroth
Bosch Group

FESTO



- Ventil na obisku
- Avtomatizacija v montaži obutve
- Eksperimentalni razvojni sistem
- Proizvodnja brez napak
- Mehki prelivni ventili
- Krmiljenje več robotskih rok

www.olma.si



industrijska olja in maziva

Proizvodni program:

hladilno mazalna sredstva, sredstva za hladno preoblikovanje,
sredstva za antikorozijsko zaščito, olja za termično obdelavo, mazalne masti,
olja za posebne namene, razmastilna sredstva, pomožna sredstva za gradbeništvo,
hidravlične tekočine, maziva in tekočine za motorna vozila, olja za zobniške prenosnike,
svetovanje in ekologija



OLMA
LUBRICANTS

Impresum	141	■ POGOVOR	
Beseda uredništva	141	Profesor Marcus Geimer	154
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	142	■ VENTIL NA OBISKU	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	153	Laboratorij za procesno avtomatizacijo na Inštitutu za avtomatiko	156
■ ALI STE VEDELI	188	■ AVTOMATIZACIJA	
Seznam oglaševalcev	206	Bojan NEMEC, Leon ŽLAJPAH: Avtomatizacija v montaži obutve z uporabo industrijskih robotov	162
Znanstvene in strokovne prireditve	152	■ ROBOTIKA	
Naslovna stran:	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 SI-8000 Novo mesto Tel.: + (0)1/ 58 73 600 Fax: + (0)1/ 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	Peter ČEPON, Roman KAMNIK, Jernej KUŽELIČKI, Tadej BAJD, Marko MUNIH: Eksperimentalni razvojni sistem za mobilno robotsko platformo	170
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1/ 58 73 600 Fax: + (0)1/ 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	Titus+Lama+Huwil LAMA, d. d., Dekani Dekani 5, SI-6271 Dekani Tel.: (0)5 66 90 241 Fax: (0)5 66 90 431 www.automation.lama.si www.titusplus.com	■ ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI	
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1/ 560 22 40 Fax: + (0)1/ 562 12 50	MIEL ELEKTRONIKA, d. o. o. Efenkova 61 3320 velenje Tel.: 03 898 57 50 Fax: 03 898 57 60	Andrej ROTOVNIK: Proizvodnja brez napak v avtomobilski industriji	175
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: (0)1/ 530 21 10 Fax: (0)1/ 530 21 25	BONI-MAT, d. o. o. Lendavska ulica 1 9000 Murska Sobotna Tel.: 02 530 82 24 Fax: 02 530 82 25	■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO	
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: (0)2 460 15 20 Fax: (0)2 460 15 22	DAX, d. o. o. Avtomatizacija, robotika, elektronska instrumentacija Uradni distributer Epson Factory Automation Vreskovo 68 1420 Trbovlje Tel.: 03 5630 500 Fax.: 03 5630 501 http://www.dax.si	Bernd ZÄHE: Daljša življenjska doba hidravličnih sestavin – “Mehki” prelivni ventili ščitijo pred tlačnimi konicami Tomaž LASIČ: Uporaba MultiMove sistema za hkratno krmiljenje več robotskih rok	178 184
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: (0)4 531 75 50 Fax: (0)4 531 75 55		■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
		NI LabVIEW National Instruments – Programiranje ni obvezno (NATIONAL INSTRUMENTS)	191
		Robotizacija nalaganja sodčkov in balonov na palete (INEA)	193
		■ NOVOSTI NA TRGU	
		Parker ST hitre spojke v inox izvedbi (HIDEX)	195
		Magnetni senzor MZ2Q za valje s C-utori (SICK)	195
		■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
		BONI-MAT, d. o. o. – zanesljivost, fleksibilnost in racionalizacija	196
		■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA	
		Nove knjige	199
		Integralni sezname standardov SIST EN, SIST EN ISO in SIST ISO za področja fluidne tehnike	200
		■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI	
		Zanimivosti na spletnih straneh	206
		Ventil 13 / 2007 / 3	139

Naslovna stran:

PARKER HANNIFIN Corporation
Podružnica v Novem mestu
Velika Bučna vas 7
SI-8000 Novo mesto
Tel.: + (0)1/ 58 73 600
Fax: + (0)1/ 54 63 200
e-mail: komerciala@olma.si

OLMA, d. d., Ljubljana
Poljska pot 2, 1000
Ljubljana
Tel.: + (0)1/ 58 73 600
Fax: + (0)1/ 54 63 200
e-mail: komerciala@olma.si

OPL Avtomatizacija,
d. o. o.
BOSCH Automation
Koncesionar za Slovenijo
IOC Trzin, Dobrave 2
SI-1236 Trzin
Tel.: + (0)1/ 560 22 40
Fax: + (0)1/ 562 12 50

FESTO, d. o. o.
IOC Trzin, Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Tel.: (0)1/ 530 21 10
Fax: (0)1/ 530 21 25

HYDAC, d. o. o.
Zagrebska c. 20
2000 Maribor
Tel.: (0)2 460 15 20
Fax: (0)2 460 15 22

IMI INTERNATIONAL,
d. o. o.
(P.E.) NORGREN HERION
Alpska cesta 37B
4248 Lesce
Tel.: (0)4 531 75 50
Fax: (0)4 531 75 55

Titus+Lama+Huwil
LAMA, d. d., Dekani
Dekani 5, SI-6271 Dekani
Tel.: (0)5 66 90 241
Fax: (0)5 66 90 431
www.automation.lama.si
www.titusplus.com

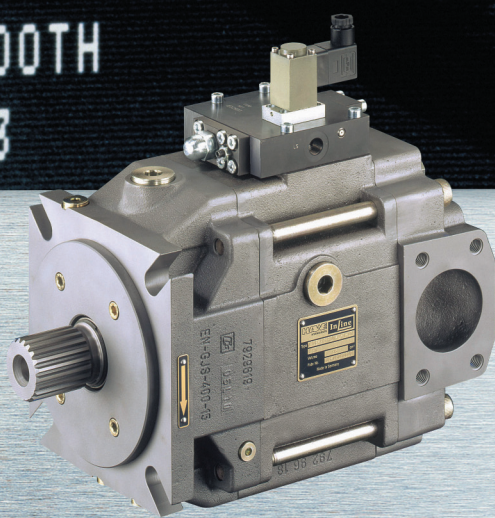
MIEL ELEKTRONIKA, d. o. o.
Efenkova 61
3320 velenje
Tel.: 03 898 57 50
Fax: 03 898 57 60

BONI-MAT, d. o. o.
Lendavska ulica 1
9000 Murska Sobotna
Tel.: 02 530 82 24
Fax: 02 530 82 25

DAX, d. o. o.
Avtomatizacija, robotika,
elektronska instrumentacija
Uradni distributer Epson
Factory Automation
Vreskovo 68
1420 Trbovlje
Tel.: 03 5630 500
Fax.: 03 5630 501
http://www.dax.si



5:34
YNRNG
58 db
5ML
EPTH
51 MM
OWER
50%
FPS
24
EJECT
1
EDGE
1
GREY
4
MOOTH
3



Tako majhna, a že čisto prava črpalka

Ni dolgo tega, ko je naša nova aksialno-batna variabilna črpalka V30E zagledala luč sveta. Ker je razvita na podlagi najnovejših spoznanj o črpalkah, jo čaka dolgo življenje in s svojo visoko zmogljivostjo bo razveseljevala dolga leta. Že sedaj lahko rečemo, da je s svojo kompaktnostjo, nizko težo in tihim delovanjem izpolnila vsa naša visoka pričakovanja. Delati z njo je pravi užitek, saj smo naš najmlajši naraščaj oblikovali kot del modularnega sistema Hawe. Želite kot eden prvih spoznati V30E? Potem si priskrbite dodatne informacije na telefonski številki 03/713 48 80 ali elektronski pošti info@hawe.si

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 13(2007)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 13(2007)3. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

Internet:
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>

e-mail:
ventil@fs.uni-lj.si

ISSN 1318-7279
UDK 62-82 + 62-85 + 62-31/-33 + 681.523 (497.12)

VENTIL – revija za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko
– Journal for Fluid Power, Automation and Mechatronics

Letnik	13	Volume
Letnica	2007	Year
Številka	3	Number

Revija je skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno tehniko in Fluidne tehnike pri Združenju kovinske industrije Gospodarske zbornice Slovenije. Izhaja šestkrat letno.

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavna in odgovorna urednica:
izr. prof. dr. Dragica NOE

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:
doc. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
doc. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Aleksander CZINKI, Fachhochschule
Aschaffenburg, ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT
doc. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen,
ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo,
Škofja Loka
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuiness

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
LITTERA PICTA, d. o. o., Ljubljana

Tisk:
LITTERA PICTA, d. o. o., Ljubljana

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

Naslov izdajatelja in uredništva:
UL, Fakulteta za strojništvo – Uredništvo revije VENTIL
Aškerčeva 6, POB 394, 1000 Ljubljana
Telefon: + (0) 1 4771-704, faks: + (0) 1 2518-567 in
+ (0) 1 4771-761

Naklada:
1 500 izvodov

Cena:
3,76 EUR – letna naročnina 16,70 EUR

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije
Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

Na podlagi 25. člena Zakona o davku na dodano vrednost spada revija med izdelke, za katere se plačuje 8,5-odstotni davek na dodano vrednost.



Izdelki z večjo dodano vrednostjo

V prihodnjih vročih dneh bi si bilo najbolje hladiti glave v prijetni senci, zato mi je prav težko pisati o tako pomembnem vprašanju, kot so izdelki z večjo dodano vrednostjo. K temu me sili nekaj izjav, ki sem jih slišala ali videla zapisane. Naj omenim samo nekatere.

Na eni izmed proslav je bilo rečeno, da smo sicer dobri, vendar imajo izdelki, ki jih izvažamo, premajhno dodano vrednost. Drug govornik je ob neki priložnosti izjavil, da bomo z novo mrežo visokih šol prispevali k proizvodnji izdelkov z večjo dodano vrednostjo. In tretji je zapisal, da v svetu kljub obetavni rasti naša konkurenčnost ni na zavirljivi ravni. Nič novega, bi rekli mnogi. To že vemo veliko let in z enakimi besedami nas pogosto pozdravljajo razni govorniki in pisci. Ali pa smo sposobni razjasniti tudi vzroke za to in poiskati poti iz tega stanja? Mnogo več vprašanj kot odgovorov. Tudi meni se po glavi motajo samo vprašanja.

Ali je tehnološki preskok v industrijski proizvodnji in storitvah v našem okolju sploh možen? Ali bi si znali postaviti skupni cilj? Tako kot sta si ga v preteklosti postavili na primer Finska in Irska. In strniti vse svoje moči za skupno dobro.

Kateri vzvodi so pravzaprav potrebni, če bi bil tak nacionalni interes? Ali je to davčna in socialna politika? Ali je to raziskovalna in izobraževalna politika? Prav gotovo sinergija vseh. Tiste, ki so v tej družbi odgovorni za pripravo inovativnega okolja, bi bilo treba vzpodbuditi, da pogledajo izven okvirov lastnih interesov ter interesov ozkih skupin in pripravijo okvire, ki bodo podjetja silili in jim seveda omogočili, da bodo razvijala visokotehnološke izdelke, uporabljala napredne tehnologije in okolju prijazne izdelke.

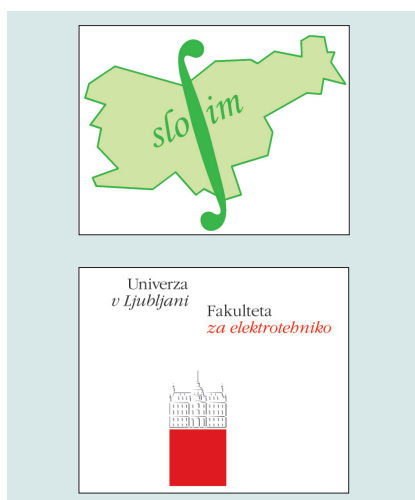
Ali nam manjka le poguma in vizionarstva? Smo zadovoljni s tem, kar je in kar imamo? Si ne želimo sprememb na bolje? Potrebujemo znanje in ljudi z znanjem in primere dobrih praks. Nekaj jih prav gotovo imamo, le videti jih moramo in jim prisluhniti.

Revija Ventil si bo še naprej prizadevala objavljati primere dobrih praks in zato vabim bralce, da nam posredujete svoje dosežke in rešitve.

Dr. Dragica Noe

Ob šestem kongresu EUROSIM 2007 – najava dogodka

V septembru 2007 organizirata Slovensko društvo za simulacijo in modeliranje SLOSIM in Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani največji tovrstni dogodek do sedaj v Sloveniji – 6. kongres EUROSIM. Pot do tega je bila seveda dolga in trnjeva. Za bralca pa so vsekakor od samih podrobnosti organizacije zanimivejše okoliščine, ki so privedle do takega uspeha.



Zakaj modeliranje in simulacija?

Za razliko od mnogih sodobnih področij je možno področje modeliranja in simulacije predstaviti na dokaj enostaven način: vedenje realnega procesa oz. problema zapišemo s pomočjo matematično-fizikalnih zakonov (faza modeliranja), ustrezen zapis pa prenesemo v računalniško okolje, v katerem lahko učinkovito eksperimentiramo (faza simulacije). Modeliranje in simulacija sta zato neobhodna, univerzalna, varna in cenena pristopa pri razvoju novih izdelkov in metod, pri vadbi operaterjev, napovedovanju obnašanja sistemov, pri ustrezni sinhronizaciji z realnim časom pa postane simulacija najbolj neposredna osnova za kasnejšo izvedbo. Čeprav imamo modeliranje in simulacijo za dokaj konvencionalni področji, pa se moramo zavedati, da sta pravzaprav vključena v vsa raziskovalno najsodobnejša področja: področje umetne inteligence upora-

blja modeliranje nekaterih človekovih mentalnih sposobnosti, področje računalniških iger je osnovano na modelih in ustreznih eksperimentiranjih, roboti so vsaj v začetku predvsem posnemali (simulirali) določene človekove aktivnosti, ekspertni sistemi emulirajo človeka skozi določen proces analize, sinteze in odločanja. Pri zaznavanju in odkrivanju napak in pri navidezni resničnosti je najbolj vitalen simulacijski model.

Dejstvo, da je možno z opisanim pristopom na podoben način reševati zelo različne probleme na različnih področjih, je nekakšna rdeča nit evropskega povezovanja na področju modeliranja in simulacij. Seveda ni namen povezati vseh, ki pri svojem delu uporabljajo modeliranje in simulacijo, saj to zlasti pri raziskavah počne v večjem ali manjšem obsegu vsakdo. Namen je povezati tiste skupine, ki v modeliranju in simulaciji ne vidijo le ustreznega simulacijskega orodja za reševanje svojih problemov, ampak metodologijo, ki jo je možno na podoben način uporabiti na različnih področjih. Medtem ko raziskovalci priznavajo področju veliko pomembnost in ga rutinsko uporabljajo, pa se industrija še ne zaveda dovolj, da se lahko investicija v razvoj ustreznega modela povrne v različnih oblikah. Pridobitev interesa v industriji je bila zato od vsega začetka delovanja pomembna aktivnost vseh evropskih simulacijskih povezav.

**Federacija
EUROSIM
dandanes
(www.eurosim.info)**

EUROSIM – Federation of European Simulation Societies – je zveza simulacijskih zvez številnih evropskih držav. Pregovorno govorimo o dežniku nad evropskimi simulacijskimi dogajanji. Glavni nameni delovanja so naslednji: koordinacija konferenc in ostalih dogodkov s tega področja, promoviranje področij



modeliranja in simulacij, prizadevanja za spodbuditev interesa v industriji in za organizacijo konferenc članic EUROSIM-a, organizacija kongresa na tri leta, izdaja časopisa Simulation News Europe, izdaja SCI revije Simulation Modelling Practice and Theory založnika Elsevier.

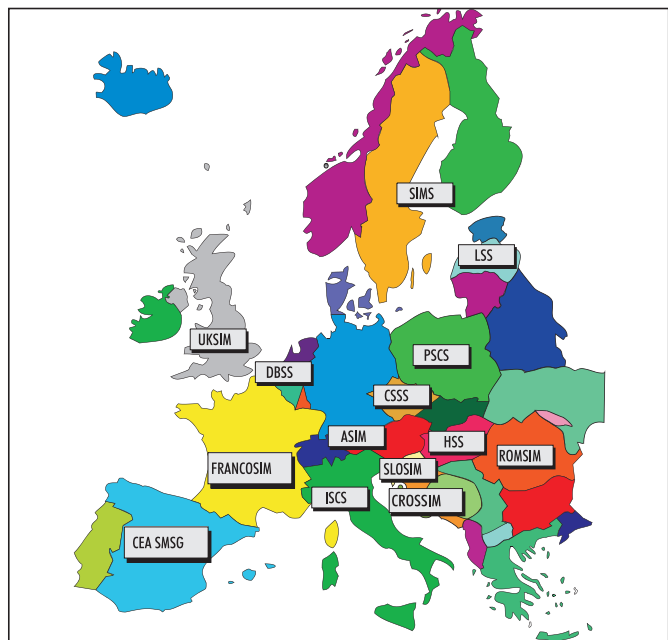
Trenutno sestavlja EUROSIM 11 polnopravnih članic in 3 članice s statusom opazovalke. Nekatere članice so nacionalne zveze, druge pa so že zveze več simulacijskih zvez. Prvotna ideja je bila, da bi posamezne zveze združevale udeležence določenega jezikovnega območja, kar pa je bilo mogoče le delno uresničiti.

Polnopravne članice so naslednje:

- ASIM – Arbeitsgemeinschaft Simulation (Avstrija, Nemčija, Švica – nemško govorno območje),
- CROSSIM – Croatian Society for Simulation Modelling (Hrvaška),
- CSSS – Czech & Slovak Simulation Society (Češka in Slovaška)
- DBSS – Dutch Benelux Simulation Society (Belgija, Nizozemska – nizozemsko govorno območje),
- FRANCOSIM – Société Francophone de Simulation (Francija, Belgija – francosko govorno območje),
- HSS – Hungarian Simulation Society (Madžarska),
- ISCS – Italian Society for Computer Simulation (Italija),
- PSCS – Polish Society for Computer Simulation (Poljska)
- SIMS – Simulation Society of Scandinavia (Danska, Finska, Norveška, Švedska),
- SLOSIM – Slovenian Society for Simulation and Modelling (Slovenija),
- UKSIM – United Kingdom Simulation Society (Velika Britanija, Irska).

Članice opazovalke:

- CEA MSG – Spanish Modelling and Simulation Group (Španija),
- LSS – Latvian Society for Simulation (Latvija),
- ROMSIM – Romanian Society for Modelling and Simulation (Romunija).



Slika 1. Območje delovanja federacije EUROSIM

EUROSIM vodi odbor, v katerem so predstavniki vseh članic in predsednik. Predsednik je iz države, ki organizira kongres in ima 3-letni mandat. Odbor se sestane vsaj enkrat letno. Razen omenjenega odbora je še izvršni odbor, ki ga sestavljajo predsednik, tajnik, blagajnik in urednika obeh omenjenih publikacij.

Predstavniki iz slovenskega društva SLOSIM prof. Borut Zupančič je predsednik federacije EUROSIM v obdobju 2004–07. Obdobje se bo zaključilo z organizacijo 6. kongresa EUROSIM-a 9.–13. sept. 2007 na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani.

Zgodovina EUROSIM-a

V Združenih državah Amerike so poznali simulacijsko organiziranost že od leta 1952, ko so ustanovili The Society

for Computer Simulation. Ta je imela vse do nedavnega močan vpliv tudi v Evropi. V osemdesetih in v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja pa so bile že ustanovljene pomembnejše simulacijske zveze v Evropi: ASIM, UKSIM, DBSS, ISCS in FRANCOSIM. Znotraj teh zvez so se pojavile težnje po neki krovni simulacijski zvezi.

Sestanki za ustanovitev krovne federacije EUROSIM so se pretežno dogajali v obdobju 1987–92, glavni akterji pa so bili predsedniki omenjenih simulacijskih zvez. Pomemben je bil sestanek med tretjim evropskim simulacijskim kongresom ESC v Edinburghu l. 1989. Po nekaterih začetnih nesoglasjih je vendarle prišlo do ustanovitve federacije EUROSIM z vsemi omenjenimi (ustanovnimi) članicami. Uradno so federacijo registrirali v Rimu, zato je bil prvi predsednik prof. Giorgio Savastano iz ISCS. ISCS je leta 1992 organizirala tudi prvi kongres EUROSIM. Kongresi so si nato sledili na Dunaju v organizaciji ASIM (1995), v Helsinkih (SIMS – 1998), v Delftu (DBSS – 2001) in v Parizu (FRANCOSIM – 2004). 6. kongres bo, kot smo omenili, septembra 2007 v Ljubljani (SLOSIM), 7. kongres pa l. 2010 v Pragi (CSSS).



Slika 2. Odbor EUROSIM-a na 27. srečanju na Dunaju februarja 2006

Slovensko društvo za simulacijo in modeliranje SLOSIM (<http://msc.fe.uni-lj.si/SLOSIM/>)

Slovensko društvo za modeliranje in simulacijo SLOSIM ima sedež na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Ustanovljeno je bilo leta 1994. Leta 1995 je postalo opazovalni, leta 1996 pa polnopravni član federacije EUROSIM. Društvo ima že vrsto let okoli 80 članov, predsednik pa je prof. Rihard Karba s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Aktivnosti so predvsem naslednje: predstavljena srečanja, ki jih organizirajo skupine, ki se v Sloveniji ukvarjajo z modeliranjem in simulacijo (doslej se je predstavilo 21 skupin), organizacija predavanj in sodelovanje pri pripravi konferenc. Tako društvo vsako leto sodeluje pri pripravi več sekcij na tradicionalni Elektrotehniški in računalniški konferenci (ERK). Daleč največji in z organizacijskega vidika najzapletenejši dogodek pa je organizacija 6. kongresa EUROSIM v Ljubljani.

6. kongres EUROSIM, 9.–13. sept. 2007, Ljubljana

Slovensko društvo za simulacijo in modeliranje SLOSIM se je potegovalo za organizacijo kongresa že v 90. letih prejšnjega stoletja. Po nekaj poizkusih je padla odločitev na 23. sestanku odbora EUROSIM-a aprila 2003. Od septembra 2004, ko smo dogodek na 5. kongresu v Parizu prvič predstavili, pa trajajo priprave. V preteklih letih smo največ naporov vložili v promocijo. Obiskovali smo pomembne dogodke s področja simulacije in modeliranja in sistematično gradili listo naslovov potencialnih kandidatov. Cankarjev dom smo angažirali za potrebe registracije, prenočišč in organizacijo družabnega programa. Vse ostalo pa so prevzeli sodelavci Laboratorija za modeliranje, simulacijo in vodenje in Laboratorija za avtomatizacijo in informatizacijo procesov na Fakulteti za elektrotehniko. Predsednik kongresa je prof. Borut Zupančič, predsednik mednarodnega programskega odbora pa prof. Rihard Karba. Koncipiranje kvalitetnega mednarodnega programskega odbora je

bila tudi obsežna in pomembna aktivnost v preteklosti. Uspeli smo pridobiti 70 vrhunskih strokovnjakov.

Program konference smo sestavili iz plenarnih predavanj, učnih delavnic, rednih člankov, ki se lahko predstavijo kot referati ali kot posterji, in pa iz posebnih sekcij, ki jih organizirajo priznani strokovnjaki z različnih področij.

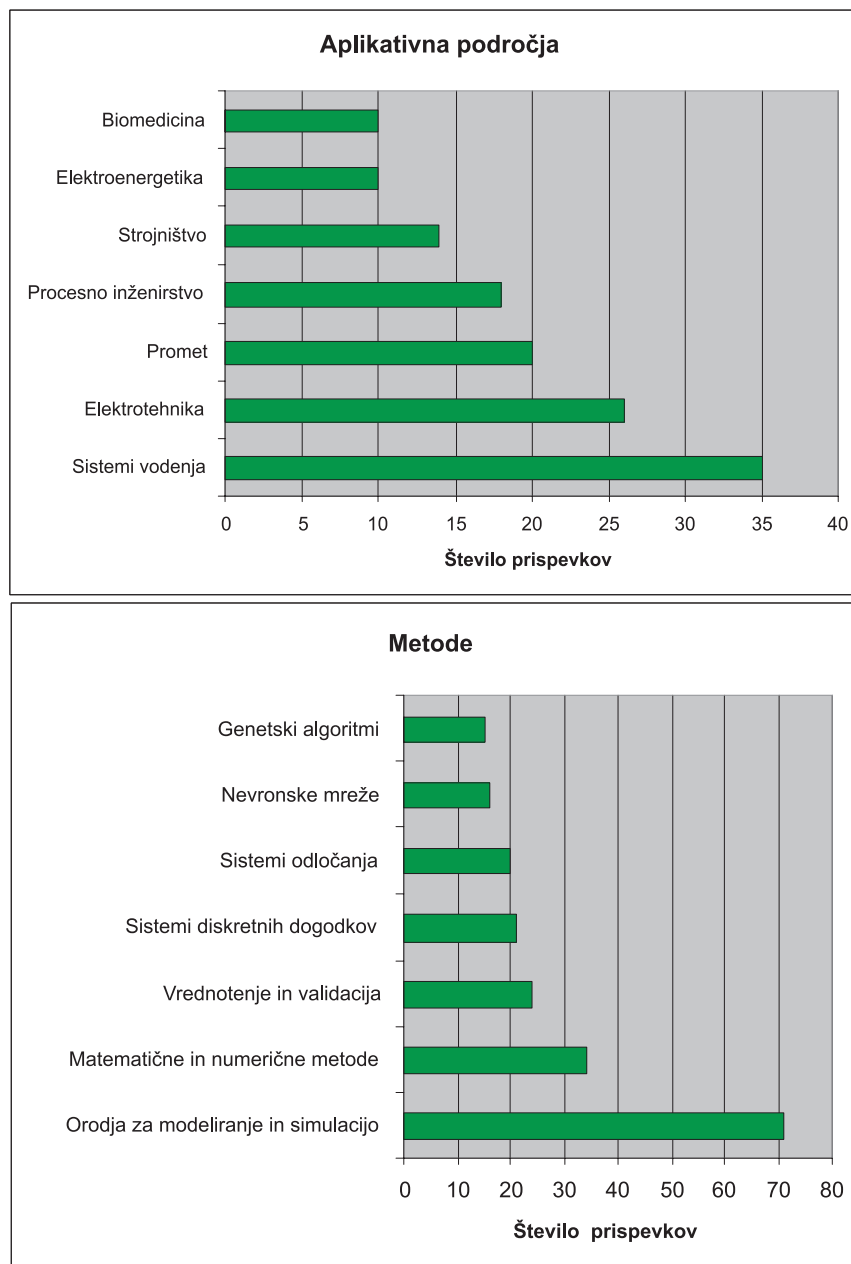
Plenarna predavanja. Pridobili smo pet uveljavljenih predavateljev. Najbolj znano ime je vsekakor prof. François Cellier iz ETH, Zürich, ki bo imel predavanje z naslovom: Modeliranje elektronskih vezij v jeziku Modelica. En tuj predavatelj je tudi iz Slovenije, tj. letošnji Puchov nagrajenec prof. Božidar Šarler, ki bo predaval o integralnem večfaznem modeliranju kontinuirnega ulivanja jekla.

Učne delavnice. V programu imamo 4 triurne učne delavnice: Uvod v objektno orientirano modeliranje in simulacijo z jezikom Modelica, Inverzne simulacijske metode in aplikacije, Superobjektno orientirano programiranje in modelno vgneždenje ter Podjetništvo v industrijskem razvoju in raziskavah.

Redni program. Program smo razdelili po uporabljenih metodolgijah in po aplikativnih področjih. *Slika 3* prikazuje število prispevkov po uporabljeni metodologiji in po aplikativnih področjih. Prikazane so samo najštevilčnejše sekcije.

Posebne sekcije. Dobili smo predloge za kar 24 posebej organiziranih sekcij. Te so zelo specializirane. Naštajmo nekaj naslovov v angleščini:

Education in simulation / Simulation in education,
Simulation in Economics and Business,
Modelling of Cryogenic Systems and their Applications,
Increased Predictability of Crash Models,
Successful Application of Simulation in Industry,
Simulation in Electric Power Systems,
Modelling and Simulation in Medicine and Pharmacy.



Slika 3. Število prispevkov po uporabljenih metodah in aplikativnih področjih

Zbiranje prispevkov

Glede na zadnje kongrese, kjer je bilo okoli 200 udeležencev, smo si želeli, da bi to številko ponovili tudi v Ljubljani. Predhodni kongresi so bili vendarle na zelo atraktivnih lokacijah (Helsinki, Delft, Pariz). Zaradi bojazni po manjšem zanimanju smo v preteklih treh letih v promocijo vložili veliko dela. In zanimanje za 6. kongres EUROSIM je preseglo vsa pričakovanja. V redni in posebni program smo dobili ok. 500 prispevkov. Vsak prispevek recenzirajo trije člani mednarodnega programskega odbora. V končnem programu pričakujemo nekaj preko 300 aktivnih udeležencev.

Zaključek

Pred nami je 6. kongres EUROSIM 2007. Z gotovostjo lahko ocenimo, da gre za najpomembnejši letošnji tovrstni dogodek v Evropi. Obetamo si zanimiva vabljenja predavanja in številne zanimive predstavitve v okviru sekcij. Sodelovalo bo tudi nekaj razstavljalcev. Ne bomo pa pozabili tudi na drugo pomembno komponento mednarodnih znanstvenih srečanj – družabni program. Predvidevamo, da nas bo na Ljubljanskem gradu sprejel župan, eno popoldne pa bomo namenili obisku Pirana in slavnostni večerji.

Borut Zupančič,
predsednik kongresa EUROSIM 2007,
predsednik federacije EUROSIM



CALL FOR PAPERS

September 9-13, 2007, Ljubljana, Slovenia



CALL FOR PAPERS

EUROSIM - Federation of European Simulation Societies



EUROSIM 2007

6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation

September 9 - 13, 2007, LJUBLJANA, SLOVENIA

About EUROSIM:

EUROSIM is the Federation of European Simulation Societies and the EUROSIM congress organization (a triennial event) is one of the most important activities of the federation.

For more information about EUROSIM see:
www.eurosim.info

PROGRAMME:

The EUROSIM 2007 scientific programme consists of: Plenary lectures, Regular sessions, Special sessions, Posters, Students' competition and Tutorials. Papers will be published in two Proceedings Volumes: Volume 1: Book of Abstracts, Volume 2: DVD volume with full papers and multimedia files.

SCOPE AND TOPICS:

The scope includes all aspects of continuous, discrete (event) and hybrid modelling, simulation, identification and optimisation approaches. So the common denominator is problems solving with modelling and simulation in a way that can be useful also for solving other problems in similar or different areas. Contributions from technical (engineering) areas but also from nontechnical areas are welcome.

M&S methods and technologies: modelling and simulation of complex, large scale, distributed, hybrid, hierarchical, stochastic, control, expert, adaptive, fuzzy, decision support, multivariable, multiagent, reconfigurable, agent based, knowledge based, real time, queueing systems, scheduling, parallel processing concepts, high performance computing, M&S system architectures, neural networks, model validation and verification, simulation life-cycle evolution, genetic algorithms, man-in-the loop simulation, hardware-in-the loop simulation, nested simulation models, distributed enterprise simulation, data mining, bond graphs, simulation with Petri nets, discrete event simulation, statistic modelling, component based modelling, object oriented modelling, mathematical /numerical methods in simulation, graphical modelling, nano technology modelling, embedded and firmware modelling, middleware architecture modelling, visualisation, graphics and animation, modelling and simulation tools, WEB based simulation, human behaviour representation techniques, virtual reality and virtual environments, CAD/CAM/CIM/CAE, experiential digital media, future of M&S

M&S applications: aerospace, automotive systems and transportation, agriculture, architecture, biopharmacy, biomedicine, bioinformatics, genomics, business, applied chemistry, civil engineering, communications, ecological and environmental systems, economics, econometrics, economics of M&S, education, electrical engineering, geophysical systems, industrial processes, logistics, manufacturing systems, maintenance, reliability, marine systems, materials modelling and simulation, mechanical engineering, mechatronics, meteorology/climate, military systems, organisational processes, power systems, applied psychology, process engineering, social sciences, robotics, mobile robotics, seismism, traffic/transportation, training simulators, water management and treatment, systems biology, pulp&paper, computational fluid dynamics, supply chains, plant data and lifecycle management

VENUE:

University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia



DEADLINES:

Proposal for special sessions and tutorials: **9 April 2007**

Submission of extended abstracts: **9 April 2007**

Submission of student full papers: **30 May 2007**

Notification of acceptance: **30 May 2007**

Early registration: **11 June 2007**

Submission of camera-ready papers: **9 July 2007**

Hotel Reservation: **27 July 2007**

CONTACTS:

Borut Zupančič, congress chair

Rihard Karba, IPC chair

University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering

Tržaška 25, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Phone: +386 1 4768 306

E-mail: borut.zupancic@fe.uni-lj.si

E-mail: rihard.karba@fe.uni-lj.si

Alenka Kregar, registration, accommodation, excursions

Cankarjev dom, Cultural and Congress Centre

Prešernova 10, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Phone: +386 1 241 7133

Fax: +386 1 241 7296

E-mail: alenka.kregar@cd-cc.si

CONGRESS COMMITTEE:

Borut Zupančič, president of EUROSIM, chair

Rihard Karba, president of SLOSIM

Tomaž Slivnik, Univ. of Lj., Fac. of El. Eng., dean

Felix Breitenacker, president of ASIM

INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE:

R. Karba (SI), chair

D. Al - Dabass (UK),

M. Alexik (SK),

M. Angel Piera (ES),

I. Bausch-Gall (DE),

L. Bobrowski (PL),

W. Borutsky (DE),

J. Božikov (HR),

F. Breitenacker (AT),

A. Bruzzone (IT),

P. Bunus (SE),

P. Cafuta (SI),

R. Cant (UK),

A. Carvalho Brito (PT),

G. Cedersund (SE),

F. Cellier (CH),

V. Čerić (HR),

E. Dahlquist (SE),

B. Elmegaard (DK),

P. Fritzson (SE),

J.M. Giron-Sierra (ES),

Y. Hamam (FR),

F. Hartescu (RO),

A. Heemink (NL),

V. Hlupic (UK),

F. Javier Otamendi (ES),

A. Javor (HU),

E. Jimenez (ES),

K. Jezernik (SI),

Đ. Juričić (SI),

K. Juslin (FI),

E. Juuso (FI),

H. Karatzas (GR),

T. Kim (KR),

E. Kindler (CZ),

M. Kljajić (SI),

M. Klug (AT),

J. Kocijan (SI),

J. Kunovsky (CZ),

F. Lebon (FR),

B.H. Li (CN),

H.X. Lin (NL),

F. Maceri (IT),

W. Maurer (CH),

Y. Merkuryev (LV),

A. Munitić (HR),

D. Murray-Smith (UK),

S. Oharu (JP),

O. Ono (JP),

A. Orsoni (UK),

K. Panreck (DE),

T. Pawletta (DE),

M.A. Piera Eroles (ES),

H. Pierrel (FR),

J. Pollard (UK),

C.Z. Radulescu (RO),

M. Radulescu (RO),

F. Rocaries (FR),

P. Schwarz (DE),

M. Savastano (IT),

W. Smari (US),

F. Stanculescu (RO),

G. Szucs (HU),

M. Šnorek (CZ),

I. Troch (AT),

S. Wenzel (DE),

W. Wiechert (DE),

E. Williams (US),

R. Zobel (UK, TH),

B. Zupančič (SI),

L. Žlajpah (SI)

ORGANISERS:

- SLOSIM - Slovene Society for Simulation and Modelling
- University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering
- EUROSIM member societies: ASIM, CROSSIM, CSSS, DBSS, FRANCOSSIM, HSS, ISCS, PSCS, SIMS, UKSIM, CEA SMSG, LSS, ROMSIM

CO-SPONSORS:

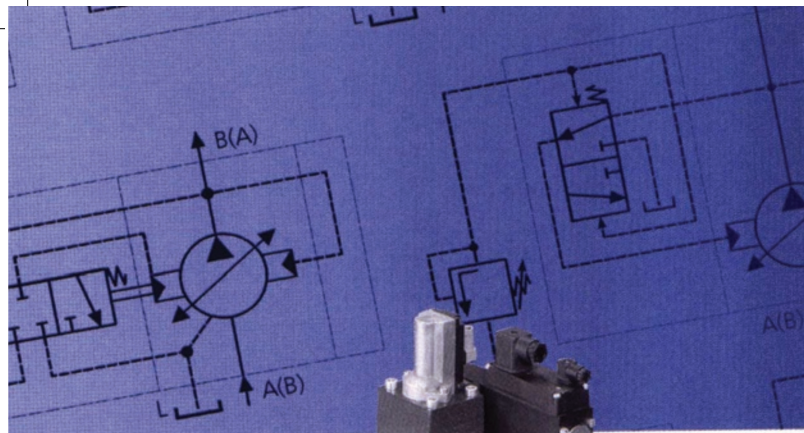
- CASS Chinese Association for System Simulation,
- ECMS European Council for Modelling and Simulation,
- JSST Japan Society for Simulation Technology,
- KSS Korea Society for Simulation,
- SCS The Society for Modeling and Simulation Int.,
- IASTED International Association of Science and Technology for Development
- ACS Automatic Control Society of Slovenia

EXHIBITION:

Exhibitors with software, hardware and books from the area of M&S are cordially invited to participate.



<http://www.eurosim2007.org>

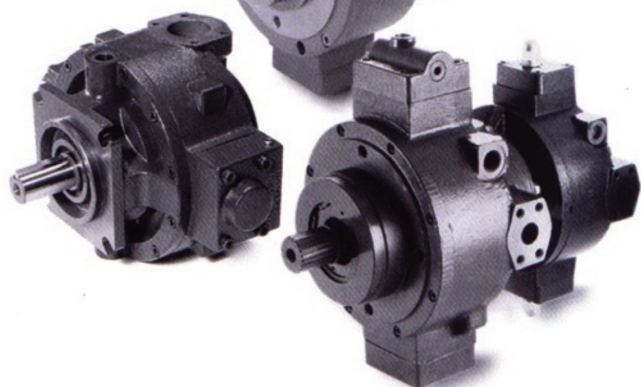


MOOG

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI
VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

- preverjena kvaliteta še nedavno pod »BOSCH-evo« prodajno znamko,
- robustna izvedba in visoka obrabna odpornost omogočata dolgo življenjsko dobo črpalk
- primerna za črpanje tudi specialnih medijev olje-voda, voda-glikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, poliol, ter seveda za mineralna, transmisijska ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volum. izkoristek,
- velika izbira regulacije črpalk.



Moogovi servo ventili, proporcionalni ventili in radialno-batne črpalke so sestavni deli najboljših hidravličnih sistemov.

Brez njih si ne moremo zamisliti delovanje strojev za brizganje plastike in aluminija, strojev za oblikovanje v železarnah in lesni industriji, v letalih in napravah za simulacijo vožnje.



Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodanimi blok ventili



Servo krmilni sistemi za vozila- viličarje, traktorje, gradbene stroje...



A+S HYDRAULIC

Sestavljamo, popravljamo in prodajamo zobniške črpalke, krilne črpalke in batne črpalke po najboljših cenah.

ZASTOPA IN PRODAJA

ppt commerce d.o.o.

Pavšičeva 4, 1000 Ljubljana, Slovenija

tel.: +386 1 514- 23-54

fax: +386 1 514-23-55

e-mail: ppt_commerce@siol.net



INEA – 20. obletnica ustanovitve prvega spin-off podjetja



V prečudovitem okolju Bistre pri Vrhniku so se srečale preteklost, sedanjost in prihodnost tehnike. Podjetje INEA je za praznovanje 20. obletnice obstoja s svojimi poslovnimi partnerji in zaposlenimi izbrala kraj, kjer je uspešno pokazala hitrost sprememb na področju tehnike oziroma avtomatizacije procesov in sistemov. Številni predstavniki podjetij iz Slovenije in tujine so počastili ta dogodek s svojo prisotnostjo. Sodobna preobleka nekaterih klasičnih glasbenih skladb z izvajalko Anjo Bukovec in njeno spremljevalko je prav tako poudarila usmerjenost podjetja v prihodnost in visoke tehnologije.



V tehniškem muzeju Bistra

Podjetje INEA, ki je bilo ustanovljeno leta 1987 kot prvo spin-off podjetje Instituta Jožef Stefan, se je razvilo v uspešno visokotehnološko podjetje z 58 zaposlenimi v treh državah. INEA od vsega začetka zelo tesno sodeluje z japonskima podjetjema Mitsubishi Electric in Toshiba in se danes zaradi zahtev pri realizaciji zahtevnih projektov povezuje še s podjetji Siemens, Telemecanique in Rockwell Automation.



Dr. Zoran Marinšek

Kakor pravi dr. Zoran Marinšek, dolgoletni direktor, sedaj svetovalec glavnega direktorja, je tehnologija vodenja procesov prisotna v vsaki nekoliko zahtevnejši napravi ali procesu, zato sta njen potencial in vpliv zelo velika. Investicije v tehnologije vodenja so običajno visoko dobičkonosne, saj je povprečna doba vračanja okrog dveh let. V svoji zgodovini pa so se srečali tudi s projekti, kjer so vračilno dobo merili celo v dnevih. Na splošno pravijo, da tovrstni

projekti lahko bistveno prispevajo k povečanju konkurenčnosti posameznega podjetja. Osnovna dejavnost podjetja so vsekakor projekti s področja proizvodne informatike, energetike in ekologije, procesnega vodenja in avtomatizacije v proizvodnji ter prodaje opreme – računalnikov in opreme za avtomatizacijo. V zadnjem času razvijajo svoje produkte, ki jih samostojno ali

preko partnerjev tržijo tudi v tujini. Med pomembne dosežke (preko 750 uspešno izvedenih sistemov računalniškega vodenja) lahko uvrstimo vodenje energetskih postrojenj za racionalno rabo energije, vodenje kompleksnih šaržnih procesov, razvoj lastnih orodij za izvedbo naprednih regulacijskih shem, celovite rešitve v sodelovanju s partnerji na področju avtomatizacije in strojogradnje.

Te rezultate je bilo mogoče doseči z močnim lastnim razvojem na področju računalniškega vodenja procesov in sinergijskim povezovanjem z institucijami znanja, komplementarnimi podjetji in vodilnimi podjetji v svetu.

Ob 20. obletnici so se s prav v ta namen izdelano malo plastiko zahvalili svojim partnerjem in prijateljem podjetja.



Mag. Marijan Vidmar

»Za nami je 20-letno uspešno obdobje, v katerem smo pridobili in utrdili položaj kvalitetnega in zanesljivega dobavitelja rešitev, sistemov in opreme za vodenje procesov in sistemov na slovenskem trgu. Naš cilj je uveljavitev na evropskem trgu in tudi zunaj Evrope. To bomo dosegli z inovativnostjo, profesionalnostjo in razvojno naravnostjo,« je zapisal in povedal sedanjí direktor podjetja INEA mag. Marijan Vidmar.

Čestitamo vsem zaposlenim v INEI!

Uredništvo Ventila

Dan robotike na UM-FERI

V četrtek, 10. maja 2007, smo na UM-FERI v veliki dvorani Boruta Pečenka razen tradicionalnih tekmovanj odprto državno študentsko in dijaško tekmovanje **RoboT 2007** in državno tekmovanje učencev osnovnih šol **ROBObum 2007** izvedli tudi **okroglo mizo ROBOTIKA** – ali kako mlade spodbuditi h kreiranju lastnega znanja. Dogodke smo poimenovali **Dan robotike**, kajti ves dan smo gostili okrog 250 aktivnih mladih tehnikov (študentov, dijakov, osnovnošolcev) ter njihovih spremljevalcev, mentorjev, učiteljev in staršev iz celotne Slovenije in sosednje Hrvaške.

Tekmovanje RoboT 2007

Letos smo že osmič organizirali državno tekmovanje z mobilnimi roboti **RoboT 200X** (www.ro.feri.uni-mb.si/tekma/). Vožnje lastno konstruiranih avtonomnih mobilnih robotov po labirintu (velikosti 2,5 x 2 m, več kot 15 m poti) so se udeležile 4 študentske in 42 dijaških ekip.



Skupinska fotografija dijakov s svojimi roboti in mentorji ob zaključku tekmovanja RoboT 2007. Foto: Jože Korelič

“Labirint znanja” (kot ga lahko slikovito imenujemo) je površina 2 x 2,5 m, pregrajena s stenami, tako da je možnih veliko poti od starta do cilja. Prava je najkrajša pot, ki jo mora avtonomni mini mobilni robot najti in prevoziti v dveh ali treh poskusih v čim krajšem času.

V zadnjih osmih letih se je tovrstnih tekmovanj udeležilo že okrog 100 študentskih ekip ter nad 350 dijakov in mentorjev iz celotne Slovenije.

Posebnost letošnjega tekmovanja **RoboT 2007** je veliko prijav dijaških ekip (praktično iz vseh srednjih tehniških šol Slovenije, posamezniki tudi iz Hrvaške). Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že tretjič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2007** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem sta bili že izvedeni tekmovanja: **RoboPTERŠ**, 6. aprila v ŠC Velenje, in **RoboMiš**, 26. aprila v TŠC Nova Gorica.

Cilj tekmovanja je gradnja in programiranje avtonomnega mobilnega robota ter prikaz navigacijskih in orientacijskih sposobnosti ob vožnji po labirintu. Vozilo (mini mobilni robot) mora brez posredovanja tekmovalca prevoziti pot od startne (START) do ciljne pozicije (CILJ) v čim krajšem času. Dober rezultat je mogoče doseči ali z zelo hitro (brutalno) vožnjo po vseh možnih poteh ali pa z inteligentnim načinom vožnje, kjer se robot ob vsakokratnem poskusu uči (pomni ovire in pot).

Razen znanja, truda in spretnosti, ki jih mora vsak tekmovalec vložiti v izdelek, so pomembni tudi prestiž (tekmovalno vzdušje), zabava in druženje. Pri tem so študentje in dijaki pri večmesečnem delu pokazali veliko prizadevnosti in znanja s področja programiranja,

avtomatike, elektronike, mehatronike, mehanike in integracije vsega v delujočo celoto.

Namen tekmovanja je spodbujanje večšin programiranja in gradnje gibajočih se elektromehanskih naprav (gradniki so: servomotorji, senzorji, mikrokrmilniki, ohišje in kolesa iz lesa, plastike, kovine, vse pa povezuje softver, ki ga razvijejo na običajnem PC-ju). Na ta način poteka ob igri tudi

pridobivanje novih znanj in utrjevanje teoretično pridobljenih znanj s praktičnim delom.

Roboti so vsako leto hitrejši, tako da so se v nekaj letih časi najhitrejših zmanjšali od okrog 40 s na manj od 20 s. Zato je pomembna verodostojna meritev časa, kar že nekaj let zelo uspešno izvaja ekipa študentov **RoboTiming** z uporabo laserskih reflektivnih senzorjev, mikrokrmilniškega vmesnika in programske opreme na osebнем računalniku, ki omogoča sprotno obdelavo rezultatov, razvrščanje in sproti prikaz na velikem zaslonu v dvorani ter posredovanje v splet tako rezultatov kot videa.

Za lovorike tekmovanja **RoboT 2007** je štela ena izmed dveh voženj. Najuspešnejšim petim tekmovalcem so bile podeljene denarne in praktične nagrade sponzorjev:

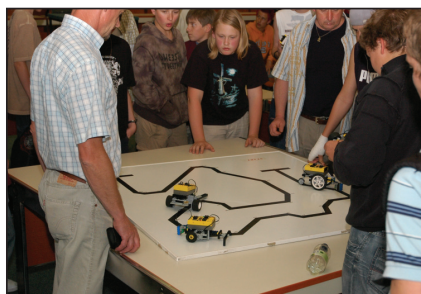
1. mesto: Janez PFEIFER, dijak TŠC Kranj,
2. mesto: Mitja in Jernej Valenti, študenta UM-FERI,
3. mesto: Rok Benedičič, dijak TŠC Kranj,
4. mesto: Luka Kordež, dijak TŠC Kranj,
5. mesto: Simon Tržan, študent UM-FERI.

Za lovorike Slovenske robotske lige **RoboLiga 2007** sta štela oba teka, ki smo ju točkovali v skladu s pravili in temu prištel točke prvih dveh tekem. Zmagovalci v seštevku treh tekem (6 voženj) so bili:

1. mesto: Luka Kordež, dijak TŠC Kranj,
2. mesto: Rok Benedičič, dijak TŠC Kranj,
3. mesto: Damjan Čuš, dijak TŠC Ptuj.

Tekmovanje ROBObum 2007

ROBObum 2007 (www.robobum.uni-mb.si/) je državno tekmovanje v gradnji mobilnih robotov in vožnji z njimi za učence osnovnih šol. Tekmovanje je sestavljeno iz tekmovanja **LEGObum** in **ROBOsled**.



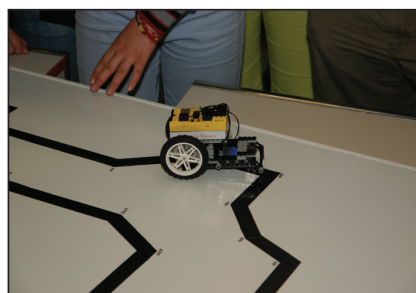
Skupina tekmovalcev in mentorjev z roboti **LEGOMINDSTORMS**. Foto: Jože Korelič

Tekmovanja **LEGObum** izvajamo že od leta 2003. V njihovem okviru učenci izdelajo svoj mobilni robot iz sestavljanke **LEGOMINDSTORMS**, ga opremijo s senzorji in napišejo program, potreben za izvedbo naloge. Učenci osmega razreda osnovnih šol tekmujejo ekipno (5 tekmovalcev) v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Zmaga najhitrejši robot. Letos so v okviru **LEGObuma** prvič tekmovali tudi učenci devetih razredov osnovnih šol. Ti s svojim robotom porivajo predmete z ravne površine, na kateri so ovire, preko katerih robot ne more. Postavitev predmetov in ovir je do začetka tekmovanja tekmovalcem neznana. Zato morajo napisati program na kraju tekmovanja.

Tudi tekmovanje **ROBOSled** se je letos izvajalo prvič. Za razliko od tekmovanja **LEGObum** učenci za **ROBOSled** zgradijo robota iz motorjev, ohišja in drugih elektronskih komponent. Pri tem spoznavajo tehnologijo izdelave elektronskih vezij (spajkanje komponent, izdelava tiskov), delovanje elektronskih vezij in osnovnih elektronskih (diode, tranzistorji ipd.) ter elektromehanskih (enosmerni motor, zobniški prenosni) komponent. Mobilnega robota, ki ga uporabljamo za tekmovanje, ni potrebno programirati. Tekmovanje **ROBOSled** je sestavljeno iz treh delov. Prvi del je vožnja po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Zmaga najhitrejši robot. V drugem delu tekmovanja morajo tekmovalci odgovarjati na vprašanja iz razumevanja delovanja robota. Svoje odgovore morajo ponazoriti z izvedbo mini eksperimentov. Tretji del tekmovanja zajema ocenjevanje lastnih nadgradenj in izvedb tekmovalnega robota. V tretjem delu tekmovanja se spodbujata lastni pristop

in kreativnost tekmovalcev pri izvedbi tekmovalnega robota.

V skladu z uveljavljenostjo tekmovalne discipline **ROBObum** je tudi udeležba na tekmovanju. Tako se je državnega tekmovanja **LEGObum** za osme razrede osnovnih šol letos udeležilo 21 osnovnih šol iz raznih krajev po vsej Sloveniji. Na Srednji strojni šoli v Mariboru, v Tehniškem šolskem centru v Kranju in v Šolskem centru v Ptujju so bila organizirana predtekmovanja **LEGObum**. V celoti je bilo v tekmovanje vključenih preko 30 osnovnih šol. V tekmovanje **LEGObum** za devete razrede osnovnih šol je bilo letos vključenih osem osnovnih šol, v tekmovanje **ROBOSled** pa šest osnovnih šol. Nekatere so se tekmovanja udeležile tudi z več ekipami.



Eden od uspešnejših tekmovalcev **LEGObum** 2007. Foto: Jože Korelič

Najuspešnejšim tekmovalcem so bile podeljene praktične nagrade sponzorjev. Pri osmih razredih so bili letos najuspešnejši tekmovalci iz Maribora, saj so zasedli vsa tri prva mesta tekmovanja **LEGObum**. Prvo mesto je zasedla OŠ Tabor II Maribor, drugo mesto OŠ Franca Rozmana Staneta Maribor, tretje pa OŠ Bojana Iliča Maribor.

Pri devetih razredih je prvo mesto na tekmovanju **LEGObum** zasedla 3. ekipa OŠ Gustava Šiliha Velenje, drugo mesto 2. ekipa OŠ Gustava Šiliha Velenje, tretje mesto pa 1. ekipa OŠ Rudolfa Maistra Šentilj. Tekmovalcem je podelila nagrade sponzorica tekmovanja Mladinska knjiga Trgovina, d. d.

Na tekmovanju **ROBOSled** pa so se najbolje odrezali tekmovalci OŠ Cirkovce, na drugo mesto so se uvrstili tekmovalci OŠ II Murska Sobota in tekmovalci OŠ Tabor II iz Maribora. Sledili so jim tekmovalci OŠ Gustava

Šiliha iz Velenja, OŠ Videm pri Ptujju, OŠ Ludvika Pliberška Maribor in tudi OŠ Tabor II Maribor. Tekmovalcem je podelila nagrade specializirana trgovina z elektroniko ČIP, d. o. o, iz Maribora.

Na tekmovanju **ROBObum** smo podelili nagrade tudi zaslužnim mentorjem in učiteljem srednješolcev in osnovnošolcev. Tako je nagrado prejel Peter Vrčkovnik iz PTERŠ, ŠC Velenje, za svoje dolgoletno prizadevno delo pri vodenju srednješolcev in tudi osnovnošolcev na področju robotike. Anton Kotolenko iz OŠ Rudolfa Maistra Šentilj pa je prejel nagrado za prizadevno delo pri izvajanju izbirnega predmeta robotika v tehniki v osmem razredu osnovne šole, saj je omenjeni izbirni predmet izvajal že drugo šolsko leto zapored.

Spremljevalni dogodki

Sočasno z robotskimi tekmovanji so potekali tudi spremljevalni dogodki: V Laboratoriju za industrijsko robotiko smo organizirali robotsko delavnico za učitelje OŠ z naslovom **Programiranje industrijskih robotov**.

V avli pred dvorano Boruta Pečenka so potekale razstava fotografij robotov in predstavitve komercialnih robotov, primerov njihove uporabe ter učnih materialov in opreme za pouk tehnike, računalništva in naravoslovnih predmetov.

V učilnici Beta novega objekta G-2 je potekala okrogla miza **ROBOTIKA** – ali kako mlade spodbuditi h kreiranju lastnega znanja. Obravnavane so bile naslednje teme: spodbujanje šol za organizacijo krožkov robotike na osnovnih in srednjih šolah, primeri dobre prakse promocije tehnike v OŠ, kot jo izvajajo v ŠC Velenje in ŠC Ptuj, spodbujanje poklicnih maturantov za opravljanje 5. izpitne enote idr.

Na spletnih straneh (www.ro.feri.unimb.si/tekma/ in www.robobum.unimb.si/) so na voljo rezultati zadnjega in preteklih tekmovanj, fotografije, videoposnetki in napotki za gradnjo robotov.

Mag. Janez Pogorelc,
doc. dr. Suzana Uran,
Univerza v Mariboru, Fakulteta za
elektrotehniko, računalništvo in
informatiko, Inštitut za robotiko

Tradicionalna deseta mednarodna skandinavska konferenca iz hidravlike (SICFP'07)

Eden največjih svetovnih dogodkov s področja hidravlike v letošnjem letu je potekal v prijaznem mestu Tampere na Finskem od 21. do 23. maja. Organiziral ga je Inštitut za hidravliko in avtomatizacijo (IHA), ki šteje okoli 70 zaposlenih. Mednarodna skandinavska konferenca se izmenjuje na vsaki dve leti med Švedsko (Linköping) in Finsko (Tampere). Prva mednarodna skandinavska konferenca je bila v Tampereju leta 1987. Ker je bila to že deseta konferenca, je organizator pripravil poseben program.

Neuradno se je konferenca pričela v soboto, 19. maja, s svečano večerjo, podelitvijo nagrad zasluženim za dvajset let dela in kratkim zabavnim večerom. V nedeljo so organizirali celodnevni izlet od Tampereja do Helsinkov. Od tam smo se z ladjo, na kateri je bilo kosilo, popeljali do zgodovinskega otoka Suomenlinna. Po vrnitvi ladje v pristanišče smo se z avtobusom odpravili nazaj proti Tampereju. Med povratkom smo se ustavili še v lovskem dvorcu na svečani večerji.

Uradna otvoritev konference je bila v ponedeljek, 21. maja, s pozdrav-

nimi nagovori direktorja IHA in rektorja tamkajšnje tehniške univerze. Konference se je udeležilo preko 270 udeležencev iz enaindvajsetih držav, kar je rekordno število. Predstavljenih



Udeleženci v dvorani med konferenco in zaščitni znak konference SICFP'07

je bilo 90 prispevkov z različnih področij pogonsko-krmilne hidravlike. Zastopana so bila naslednja področja: pogoni in prenosniki moči, digitalna hidravlika, vodna pogonsko-krmilna hidravlika, črpalke, letalska hidravlika, mobilni stroji in sistemi, ventili za mobilno hidravliko, energijsko učinkoviti sistemi, tesnila in filtri, hidravlične tekočine, posebni primeri uporabe, nadzor stanja hidravličnih naprav, inteligentni mobilni hidravlični sistemi, simulacije in virtualna resničnost, teleoperacije in aktuatorji, ... Konference so se udeležili vodilni s področja hidravlike, kot so: prof. Wolf-

gang Backe (upok. RWTH Aachen, Nemčija), prof. Hubertus Murrenhoff (RWTH Aachen, Nemčija), prof. Siegfried Helduser (IFD Dresden, Nemčija), prof. Monika Ivantysynova (univerza Purdue, ZDA), prof. Eizo Urata (Kanagwa University, Japonska), prof. Alfred Feuser (Rexroth, Nemčija), Hansgeorg Kolvenbach (Parker, Nemčija), prof. Matti Vilenius (IHA, Finska), prof. Kari. T. Koskinen (IHA, Finska) in mnogi drugi.

Področje vodne pogonsko-krmilne hidravlike je bilo zastopano z dvanajstimi prispevki. Enega izmed njih smo pripravili sodelavci našega Centra za tribologijo, tehnično diagnostiko in hidravliko. Predstavili smo prispevek z naslovom: Primerjalne tribološke raziskave zveznih ventilov za vodno hidravliko. Prispevek je bil med poslušalci dobro sprejet, kar potrjuje našo pravilno odločitev o preteklih in nadaljnjih raziskavah na tem področju.

Franc Majdič



Profesor Matti Vilenius, vodja konference in IHA (levo), in na desni prof. Jarl-Thure Eriksson, rektor Tehnološke univerze Tampere med otvoritvijo konference

Srečanje uporabnikov programske opreme EPLAN

26. aprila je bilo v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri pri Vrhniki srečanje uporabnikov programske opreme EPLAN, ki ga je organiziral slovenski zastopnik, to je podjetje EXOR ETI, d. o. o., iz Ljubljane. Udeležilo se ga je preko 45 uporabnikov iz različnih slovenskih podjetij. Predstavljena je bila nova verzija programske opreme EPLAN Electric P8, ki se je pričela distribuirati v Sloveniji s 1. marcem 2007.



EPLAN Electric P8

Na prireditvi so bile predstavljene glavne značilnosti nove generacije programske opreme EPLAN P8, lastnosti revolucionarne platforme EPLAN in praktična uporaba programske opreme EPLAN Electric P8.

Po prezentaciji je bil organiziran ogled Tehniškega muzeja Slovenije, in sicer njegovega avtomobilskega dela. Po kosilu so uporabniki sodelovali pri srečelovu, kjer so bile razdeljene simpatične nagrade. Dogajanje se je kasneje preselilo na muzejski travnik, kjer so se udeleženci pomerili v lokostrelstvu.

Na koncu srečanja so bili vsem uporabnikom z aktivnim letnim vzdrževanjem razdeljeni paketi nove programske opreme EPLAN Electric P8.

To je bilo že drugo srečanje uporabnikov programske opreme EPLAN, ki bo postalo tradicionalno.

Mag. Matjaž Berce



Udeleženci srečanja

Programska oprema za projektiranje v fluidni tehniki

ePLAN
fluid



Kreiranje shem:

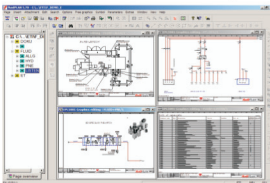
- avtomatska povezava in oštevilčevanje komponent
- knjižnice simbolov za pnevmatiko, hidravliko....
- knjižnice vodilnih proizvajalcev: FESTO, REXROTH, VOGEL,...
- medpovezave za strani in komponente
- medpovezave med fluidnim in električnim delom projekta

Samodejna evaluacija in generiranje dokumentacije

- sezname povezav, kosovnice, vsebina, lista revizij...
- preliminarne kosovnice

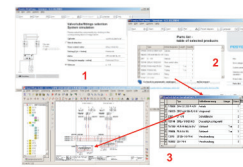
Integracija FESTO kataloga

- direktna povezava s FESTO katalogom
- detajlni opis in izbira komponent s pripadajočimi simboli
- skupna baza simbolov v skladu s standardom ISO 1219
- fluidPLAN CPX makroji



Integrirano delo z projekti

- administracija projektov
- inteligentno arhiviranje
- samodejno prevajanje v tuje jezike
- implementacija zunanjih dokumentov



v sodelovanju

FESTO in **ePLAN**

Vmesniki:

- grafični uvoz in izvoz: DXF/DWG, BMP, JPG, XLS, TXT, PDF...
- "X-parts" za izvoz elementov v MS Excel
- FESTO in EPLAN P8 vmesnik
- certificiran SAP in Navision vmesnik

EXOR ETI
inženiring za energijo, transport in industrijo d.o.o.

licence, vzdrževanje, tehnična podpora, šolanje, svetovanje
Stegne 7, SI-1000 Ljubljana • tel.: 01/511 10 95 • fax: 01/511 30 79
GSM: 031/368 783 • info@exor-eti.si
www.exor-eti.si

Utrinek s sejma v HANNOVRU, 16.–20. april 2007



Sejemsko dogajanje

Hannovrski sejem sem nazadnje obiskal leta 2001. Novosti na največjem industrijskem sejmu je bilo takrat, vsaj kar zadeva fluidno tehniko, veliko, vendar ni moj namen poročati o velikem številu razstavljalcev na tako veliki razstavnici površini.

Opazil pa sem nekaj novosti in sprememb, ki so bile zame zanimive:

- Področje sistemov za nadzor stanja naprav in strojev – angl.: Condition Monitoring Systems (CMS) – je bilo ne glede na vsebino razstavnih prostorov posameznih proizvajalcev tem-

atsko skoncentrirano v skupnem paviljonu v hali 24.

- Organizirani so bili dnevni forumi s predavanji in diskusijami na odprtem odru v isti hali. Teme so bile: sistemi za nadzor stanja naprav in strojev – CMS, celovito obravnavanje stroškov, angl.: »Total Cost of Ownership« (TCO) ter energetska učinkovitost sistemov. Prireditelj je bilo nemško združenje proizvajalcev strojev in naprav iz Frankfurta – VDMA.
- Poseben paviljon proizvajalcev »vodne hidravlike« v hali 23, prav tako prireditelja VDMA Frankfurt.

Na področju fluidne tehnike je bila dobro zastopana Turčija, povečalo pa se je tudi število razstavljalcev iz Indije, Koreje in Kitajske.

O tradicionalni nemški prometni in drugi organiziranosti, še posebej ko gre za tako logistično zahtevne dogodke, je bilo že zdavnaj vse povedano.

Še naprej je mogoče z dnevno sejemsko vstopnico brezplačno potovati z vlakom od sejmišča do letališča in obratno, nekatere avtoceste proti sejmišču so bile dopoldne odprte v nasprotni smeri kot sicer ... vendar je to za nekatere že klasika, za nekatere pa še daljna prihodnost.

Dragan Grgić

Znanstvene in strokovne prireditve

■ Bath Symposium on Power Transmission and Motion Control (Simpozij o prenosu moči in krmiljenju gibanja v Bath-u)

13.–17. 09. 2007
University of Bath, UK

Informacije:

- Dr. Nigel Johnston
- tel.: + 44 (0) 1225 386371
- faks: + 44 (0) 1225 386982
- e-pošta: J.B.Phippen@bath.ac.uk
- internet: <http://www.bath.ac.uk/ptmc/symposium/index.htm>

■ EMO 2007 (Mednarodni sejem obdelovalne tehnike)

17.–22. 09. 2007
Hannover, BRD

Informacije:

- internet: www.emo-hannover.de (na voljo so izčrpne informacije v nemščini in angleščini, dodatno pa še kratke informacije v francoščini, italijanščini, španščini, ruščini, japonsščini, in kitajščini)

nadaljevanje na strani 183

Nov katalog italijanske fluidne tehnike



Italijansko združenje za fluidno tehniko ASSOFLUID je v preteklem letu izdalo nov katalog. Obsega vse potrebne informacije o izdelovalcih in dobaviteljih ter izdelkih in storitvah italijanske fluidne tehnike.

Združenje ASSOFLUID s sedežem v Milanu ima 168 članov – podjetij, ki s 14 000 sodelavci predstavljajo

okoli 70 % italijanske industrije hidravlike in pnevmatike.

Nova izdaja kataloga je bila prvič predstavljena na njihovi najpomembnejši prireditvi – sejmu *Fluidtrans Compo-mac* v septembru 2006.

Katalog je brezplačno na voljo na e-naslovu: assofluid@assofluid.it ali na internetu: www.assofluid.it.

Po H & P 60(2007)4 – str. 10

Združeni sesalno-povratni hidravlični filter

Posebej za hidrostatične pogone na vozilih in mobilnih strojih je firma *RT-Filtertechnik GmbH* razvila združeno filtrirno enoto, ki obsega

sesalni in povratni filter z integriranim krmilno-regulacijskim vezjem za regulacijo temperature olja nad 50 °C. Dodatni posebnosti teh filtrov iz serije SRC sta njuna visoka učinkovitost in natančnost regulacije, ki izhajata iz domišljene konstrukcije njunega ohišja z optimalno oblikovanimi pretočnimi kanali.

Dovoljen je povratni tok v vrednosti do 230 L/min. Onesnaževanje sesalnega toka z zrakom pa preprečuje posebna za filtre serije SRC razvita in patentno zaščitena rešitev sesalnega voda. V filtru se lahko uporabljajo standardni filterški vložki s stopnjo filtriranja od 5 µm navzgor.

Dodatne informacije na spletnih straneh: www.rt-filter.de

Po O + P 51(2007)3 – 111

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Laboratorij LASIM
najavlja
posvet

AVTOMATIZACIJA

STREGE IN MONTAŽE 2007 – ASM '07

v četrtek, 15. 11. 2007, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Posvet **Avtomatizacija strege in montaže 2007** bo srečanje, na katerem bodo obravnavane številne aktualne teme s področja avtomatizacije proizvodnje, s posebnim poudarkom na avtomatizaciji strege in montaže. Mednje sodijo teme kot so ekonomski vidiki fleksibilnosti v strežnih in montažnih sistemih, cost engineering in avtomatizacija strege in montaže, logistično usmerjena montaža, celostni pristop k razvoju izdelkov, načrtovanje in prenova strežnih in montažnih sistemov, podprto z metodami digitalne resničnosti ter simulacijo, kakor tudi druge zanimive teme. Predstavljeni bodo tudi primeri avtomatizacije strege in montaže iz realnega okolja.

V tej prvi najavi posveta vabimo vse zainteresirane strokovnjake, ki se želijo s prispevki oz. predstavitvami aktivno vključiti v izvedbo posveta ASM '07, naj se z idejami in predlogi javijo na elektronski naslov:

asm07@fs.uni-lj.si.

Pogovor s prof. dr. Marcusom Geimerjem s Tehniške univerze Karlsruhe

Pogovor je nastal ob obisku prof. dr. Geimerja na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, ko je imel številne pogovore s predstavniki univerze in fakultete in je predaval študentom četrtega letnika o hidravliki v mobilnih delovnih strojih.



Prof. Marcus Geimer

Ventil: Spoštovani prof. dr. Geimer, prihajate iz znanega univerzitetnega mesta Karlsruhe in pravite, da je Tehniška univerza relativno mlada, čeprav je za naše razmere relativno stara, saj šteje že 182 let.

Prof. dr. Geimer: Prihajam s Tehniške univerze Karlsruhe, ki je bila osnovana leta 1825 kot politehniška šola po vzoru Ecole Polytechnique iz Pariza in je v primerjavi z drugimi nemškimi univerzami relativno mlada. Kasneje so jo preimenovali (leta 1967) v Technische Universität – TH Karlsruhe. Danes študira okrog 18 tisoč študentov na 12 fakultetah, med njimi največ, okrog 2000, na Strojni fakulteti in podobno število na Ekonomski fakulteti ter tudi na Fakulteti za računalništvo. Druge fakultete vpisujejo manj študentov. Raziskovalno, pedagoško in strokovno delo poteka v 121 inštitutih,

kjer dela okrog 4000 zaposlenih, ki ustvarijo okrog 250 milijonov evrov finančnih sredstev. Univerza je del kampusa, ki je umeščen v bližini centra mesta.

V želji ponuditi študentom in zaposlenim boljše pogoje študija in raziskovanja ter še bolj povezati raziskovalno delo s pedagoškim smo se povezali s tehnološkim raziskovalnim centrom. S tem smo podvojili naše kapacitete in konkurenčnost na trgu.

Tako je nastal center odličnosti KIT – Karlsruhe Institute for Technology – z raziskovalnimi področji:

- sistemi, mobilnost in energija,
- snovi, zemlja in okolje,
- informatika, komunikacije in organizacija,
- nanotehnologija, mikrotehnologija in materiali,
- medicinska tehnika in biotehnologija,
- vpliv vseh omenjenih aktivnosti na življenje in družbo.

Ventil: Ste predstojnik inštituta za mobilne delovne stroje – MOBIMA, kaj je težišče dela v vašem inštitutu in kje je mesto fluidne tehnike?

Prof. dr. Geimer: TU Karlsruhe je na pobudo VDMA – zveze nemške strojne in procesne industrije in industrijskih partnerjev –, da bi povečala raziskave na omenjenem področju, ustanovila katedro za mobilne delovne stroje. Med pobudniki in podporniki

so tako proizvajalci mobilnih delovnih in poljedelskih strojev (CLAAS, Liebherr, DaimlerChrysler), hidravličnih komponent (HAWE, Bucher Hydraulics, Rexroth - Bosch Group, ARGO HYPOS) in drugi (ZF, Luka). Podjetja bodo prvih pet let v celoti financirala raziskave in jih nato še nadaljnjih deset let podpirala.

Raziskovalno in razvojno delo je osredotočeno na pogonsko tehniko mobilnih strojev – gradbenih in kmetijskih strojev kakor tudi dvigal –, na koncepte krmiljenja in uporabo simulacijskih orodij pri razvoju mobilnih delovnih strojev. Pri tem moram poudariti, da je naša posebna pozornost namenjena hibridnim pogonom pri mobilnih delovnih strojih in energetsko varčnejšim pogonom. Hidravlični pogoni pa so ključni del teh pogonov.



Tehniška univerza Karlsruhe

Ventil: Kako je v učnih programih TU Karlsruhe zastopana fluidna tehnika?

Prof. dr. Geimer: Fluidna tehnika je vključena v učni proces na naši fakulteti tako pri proizvodnih sistemih kot na naši katedri. Pri nas študentje poslušajo predavanja o

osnovah fluidne tehnike, kjer se spoznajo s teoretičnimi osnovami, ki jih nato koristno uporabijo pri projektiranju mobilnih hidravličnih sistemov. Hidravlika pa je vključena še v predavanja o pogonski tehniki.

Ventil: Za profesorja ste po našem pojmovanju relativno mladi, kdaj in kje ste doktorirali in na katerem področju? In vaše delo pred prihodom na UK?

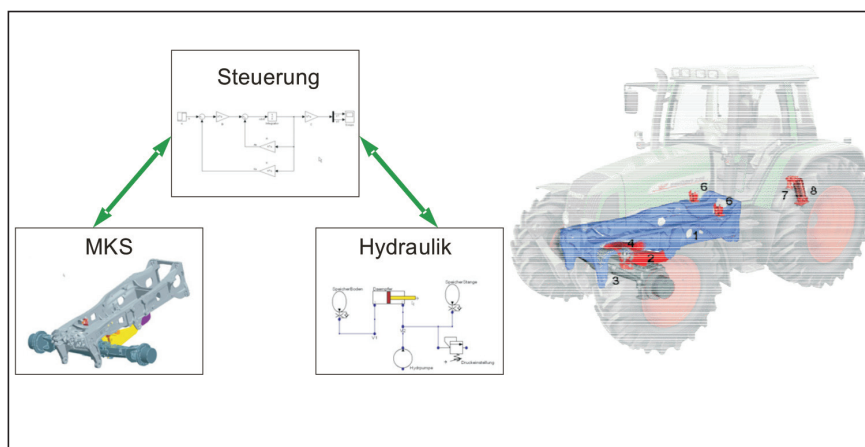
Prof. dr. Geimer: Doktoriral sem na temo vijačnih črpalk pri mentorju prof. Backéju. Raziskovalno delo je bilo usmerjeno v eksperimentalno in matematično določitev karakteristik vijačnih črpalk. V preteklosti sta bila optimiranje in nadaljnji razvoj črpalk povezana z empiričnimi podatki, z matematičnim modeliranjem in računalniško podporo pa je mogoče zmanjšati stroške, skrajšati čas razvoja in zmanjšati število prototipnih črpalk. Eksperimentalni podatki, pridobljeni z meritvami, so potrdili matematične modele, tako da je sedaj mogoče dovoljene mejne tlake določiti s pomočjo računalnika. S tem so bile postavljene osnove za sistematično optimiranje vijačnih črpalk.

Po doktoratu sem bil na različnih delovnih mestih v industriji: v podjetju Krupp Berco Bautechnik kot vodja razvoja, v Bucher Hydraulics, ki proizvaja hidravlične komponente za mobilne stroje, direktor logistike produktov, nato pa kratek čas profesor na univerzi v Konstanzu za področje mehatronike. Leta 2005 sem prevzel katedro in inštitut za mobilne delovne stroje na Univerzi v Karlsruheju.

Ventil: Vaše znanstveno in raziskovalno delo sedaj in v prihodnje?

Prof. dr. Geimer: Vsekakor bo močno povezano z raziskovalnim programom katedre za mobilne stroje. Naj izpostavim raziskovalne projekte, ki so sedaj v teku in bodo tudi v bližnji prihodnosti.

Raziskave in razvoj pogonskih konceptov pri mobilnih delovnih strojih so skupni projekt VDMA in štirih



Simulacija pogonskih konceptov na primeru traktorja

inštitutov: IFAS, IFD, ILF in MOBIMA. Njihov namen je razviti orodje za simulacijo pogonskih konceptov za mobilne delovne stroje. Cilj je znanstveno ovrednotenje različnih pogonskih konfiguracij glede na skupni izkoristek in porabo goriva. Pri tem bodo obdelane teme, kot so razvoj in verifikacija dinamičnega modela motorja z orodjem Simulink, analiza prenosa moči na primeru izbranega traktorja in ter razvoj konceptov za upravljanje prenosa moči.

V okviru projekta Simulacija prenosnih sistemov pripravljamo »recepte« za povezovanje mehanskih, hidravličnih in krmilnih komponent ter raziskujemo specialne povezave. Cilj je vnaprej odkriti kritična mesta in slabosti kakor tudi meje povezanih sistemov s komercialno dostopnimi programskimi orodji. To lahko znatno zmanjša število izdelanih prototipov in njihovih testiranj.

Za določitev različnih vrst obremenitev tako mobilnih strojev samih kot njihove obremenitve na okolje imamo v laboratoriju na nakladalnik firme CLAAS. Zaradi vse večjega pritiska na zmanjšanje izpušnih plinov tudi pri mobilnih delovnih strojih se vozila in komponente razvijajo in testirajo glede na različne metode, kot je tudi »hipoteza okvar«, pri tem so potrebne informacije o življenjski dobi posameznih komponent, pričakovanih obremenitvah in podobnem.

Za prihodnost bodo prav raziskave v okviru projekta Razvoj in optimi-

ranje pogonskih strategij za hibridne pogone pri mobilnih delovnih strojih pripomogle k razvoju sodobnih mobilnih delovnih strojev. Raziskave vključujejo simulacijo na osnovi izmerjenih in hipotetičnih delovnih ciklov, kar bo omogočilo oceno različnih hibridnih sistemov. Razen delovnih ciklov bo mogoča še simulacija različnih konfiguracij prenosa moči in delovnih strategij, kar bo merilo za učinkovitost mobilnih delovnih strojev.

Ventil: Ali vidite možnost za sodelovanje z Univerzo v Ljubljani?

Prof. dr. Geimer: Univerza v Karlsruheju se je lansko leto vključila v vsenemško Inicijativo odličnosti in posledica tega je krepitev mobilnosti na raziskovalnem področju. Pri vas sem na obisku tudi v vlogi predstavnika bilateralnega sodelovanja Univerze v Karlsruheju, kjer je bil izražen interes za uradno sodelovanje z Univerzo v Ljubljani oziroma s Fakulteto za strojništvo.

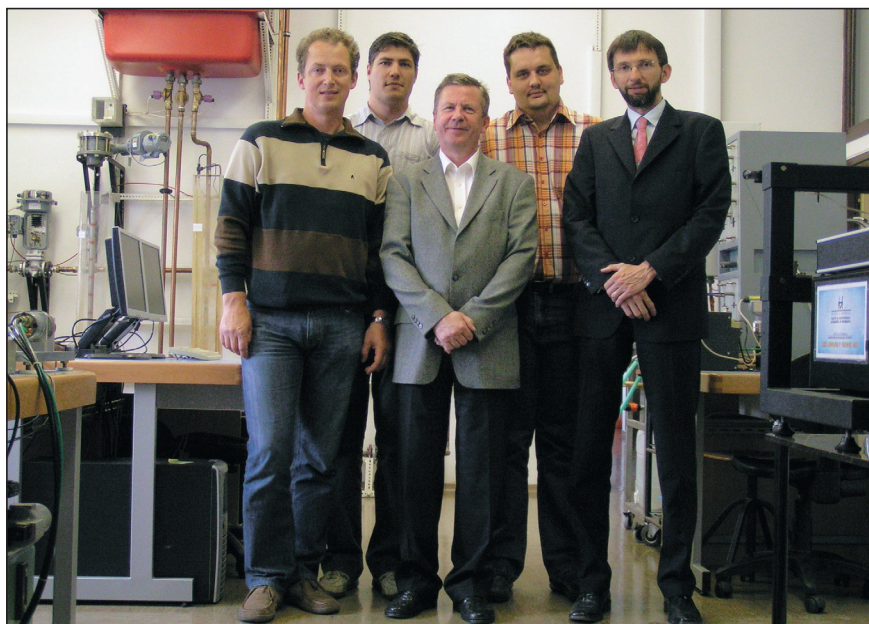
Ko sem obiskal posamezne laboratorije na Fakulteti za strojništvo, sem ugotovil, da so v preteklem obdobju na naši fakulteti že bili vaši študentje in tako se je sodelovanje praktično že pričelo.

Hvala za pogovor!

Dr. Dragica Noe

Laboratorij za procesno avtomatizacijo na Inštitutu za avtomatiko

Ventil je bil na obisku v Laboratoriju za procesno avtomatizacijo na Inštitutu za avtomatiko, Fakulteta za elektrotehniko, informatiko in računalništvo, Univerza v Mariboru, kjer smo se pogovarjali s prof. dr. Borisom Tovornikom o dosedanjem delu in o vizijah za prihodnost.



Člani laboratorija za procesno avtomatizacijo

Ventil: Ali lahko bralcem revije predstavite vaš laboratorij in dosedanje delovanje ter dosežke?

Prof. Tovornik: Laboratorij za procesno avtomatizacijo deluje v sklopu Inštituta za avtomatiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru na področju računalniške avtomatizacije procesov v industriji, kjer predstavljajo glavne procesne veličine: temperatura, pretok, nivo in tlak.

V pedagoškem procesu sodelujemo pri izobraževanju v univerzitetnem in visokošolskem strokovnem programu Avtomatika, kjer se bo v oktobru 2007 pričel izvajati bolonjski študijski program. Predmeti s področja avtomatike, ki jih vključuje laboratorij, so Gradniki

sistemov vodenja, Modeliranje procesov, Identifikacije, Snovanje sistemov vodenja, Seminar II, Aktuatorska tehnika in Avtomatizacija procesnih obratov. Razen na domači fakulteti sodelujemo tudi pri pedagoškem procesu na Fakulteti za gradbeništvo, smer Promet, s predmetom Simulacijske metode, ter na Pedagoški fakulteti, smer Tehniška vzgoja, s predmetom Elektrotehnika.

Raziskovalno delo laboratorija je usmerjeno predvsem v razvoj računalniškega vodenja procesov, sisteme PLC, SCADA in MES, v avtomatizacijo procesnih postopkov in objektov, meritve neelektričnih veličin, inteligentne regulacije – regulatorji fuzzy, v modeliranje in identifikacijo procesov, detekcijo in identifikacijo napak ter

inteligentne zgradbe. Razpolagamo s sodobno opremo, ki jo v sodelovanju s partnerji neprestano nadgrajujemo, tako smo v zadnjih letih posvečali veliko pozornosti implementaciji, povezljivosti in nadgradnjam sistemov SCADA, vse bolj pa razmišljamo v smeri sistemov MES, ki predstavljajo informacijsko povezavo tehnološkega in poslovnega nivoja vodenja. Na aplikativnem nivoju razvijamo vgrajene sisteme za potrebe merilne instrumentacije, vgrajene sisteme na procesnem nivoju vodenja, modele procesnih sistemov, uporabljamo moderne komunikacijske tehnologije za povezave v industriji, odprto kodno zasnovano programsko opremo za vodenje sistemov ter kompleksne informacijske sisteme za informiranje, distribucijo in alarmiranje.

Uspešno delo laboratorija potrjuje preko 400 bibliografskih enot, od tega je več kot 30 izvirnih znanstvenih in strokovnih prispevkov, prispevkov na konferencah ter mentorstva in somentorstva več kot 100 diplomskih nalog, 4 magisteriji in 1 doktorat, kjer so 3 diplomska dela in 1 magisterij prejeli Bedjaničevo nagrado. Nenazadnje je potrebno izpostaviti še sodelovanje v več kot 60 domačih in mednarodnih projektih, organiziranje strokovnih konferenc na področju avtomatizacije in mednarodno sodelovanja s tujimi izobraževalnimi in raziskovalnimi ustanovami. Ves čas se trudimo ohraniti stike z gospodarstvom in okrepiti prenos znanja v industrijo.

Ventil: Znanstveno, raziskovalno in strokovno delo v vašem laboratoriju je

usmerjeno predvsem v avtomatizacijo procesov. Ali lahko malo osvetlite dosežanje znanstvene in razvojne dosežke?

Prof. Tovornik: Znanstveno, raziskovalno in strokovno delo laboratorija se odraža v številnih aktivnih in uspešno zaključenih projektih. V zadnjih nekaj letih smo uspešno izvedli naslednje projekte:

- Testiranje in validiranje sistema za zajem in kronologijo alarmov in dogodkov na TEŠ v sodelovanju s podjetjem Metronik;
- Mehko krmiljenje digitalnih varilnih izvorov za elektrooblačna postopka varjenja MIG/MAG za naročnika Varstoj;
- Destilarna viskija Glen Rothes Distillery, projekt je financiran iz evropskega projekta Eureka v sodelovanju s podjetjem Miel, d. o. o.;
- Fuzzy Control for Distributed Systems, projekt Eureka, zaključen 2005;
- Inteligentna hiša, kjer je bil zasnovan in izveden model inteligentne hiše na tehnologiji LonWorks ter medmrežni komunikaciji TCP/IP;
- projekt IST-2001-32316, INES Industrial Embedded Systems, 5. okvirnega programa EU;
- Razvojno-raziskovalni projekti na področju števec električne energije v sodelovanju s podjetjem ISKRAEMECO;
- Razvoj optimalnega modela parogeneratorskega procesa za tovarno Zeolitiv v sodelovanju s podjetjem SILKEM, Kidričevo;
- Razvoj sodobnih metod vodenja sistemov ogrevanja in hlajenja bivalno-poslovnih objektov v sodelovanju s podjetjem EVACO Maribor.

Smo ustanovni član tehnološke mreže Tehnologija vodenja procesov, ki je ena od štirih tehnoloških mrež v Sloveniji. V okviru Centra odličnosti za sodobne tehnologije vodenja izvajamo dva projekta: Tehnologija daljinskega in distribuiranega vodenja ter Sistem za podporo odločanju pri vodenju proizvodnje.



Destilacijska kolona

V sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko iz Zagreba v okviru projekta Na kvar tolerantan sustav vo enja hidroelektranama izvajamo temeljni raziskovalni projekt Diagnostika napak, ki obravnava odkrivanje napak v tehniških sistemih s poudarkom na postopku odkrivanja napak na realnih industrijskih sistemih.

Temeljno raziskovanje poteka v okviru programske skupine. Do leta 2005 smo vodili programsko skupino Avtomatika. V tem srednjeročnem obdobju pa smo raziskovalne kapacitete povezali z Inštitutom za robotiko v skupni programski skupini Mehatrični sistemi.

Ventil: V zadnjem času se veliko govori o računalniškem vodenju zgradb in hiš. Ali lahko opredelite pomen tega področja avtomatizacije, njegove cilje in možnosti. Mogoče prikazete kakšne zanimive primere?

Prof. Tovornik: Govorimo o inteligentnih zgradbah, nekateri jim pravijo pametne hiše. Gre pa za računalniško vodenje vseh mogočih funkcij v zgradbah, ki smo jim v preteklosti rekli avtomatizirane zgradbe. Imele so avtomatizirane posamezne naprave, vendar ne povezane in brez računalniškega nadzora. Če govorimo o inteligentnem domu, gre

predvsem za udobje in varnost. V velikih zgradbah pa je funkcij veliko več, saj so računalniško vodene in preko interneta povezane z eno- ali dvosmerno komunikacijo funkcije udobja, energetike, varovanja, finančnega poslovanja, evidence zalog, stanja dvigala, stopnice, nadzor prostorov itd. Področje inteligentnih zgradb je v velikem vzponu ne samo pri nas, ampak je to svetovni trend. Kot primer povejmo, da je bilo v ZDA leta 1999 600.000 pametnih domov, v letu 2003 je bila ta številka že 6 milijonov, pri čemer se močno povečuje delež brezžičnih komunikacij.

V Sloveniji je približno polovica vseh projektov avtomatizacije usmerjenih v inteligentne zgradbe zato, ker se veliko investira v trgovske centre, centre zabave, zdravilišča, hotele. poleg teh se gradijo še poslovne stavbe, veliko manj pa je investicij v proizvodnjo. Posledica tega je, da se veliko podjetij ukvarja z zgradbami. Sem spada tudi brodogradnja, kjer so naša podjetja vodilni partner pri opremljanju ladij v svetovnem merilu. Zahtevna sta tudi klimatizacija in nadzor v farmacevtski industriji, kjer so se naša podjetja izkazala kot zelo uspešna. Značilni investitorji na področju inteligentnih zgradb pa so hoteli in termalna zdravilišča, kjer se nadzorujejo kvaliteta in tempera-

tura vode, pretoki, nivoji, izkoristek sekundarne vode za ogrevanje, omogočajo vodni efekti, skrbi za varnost. Teh funkcij je toliko, kolikor nam dopušča naša fantazija. Težava je v tem, da je prav toliko sistemov komunikacij, ki v glavnem še niso kompatibilni med seboj.

Ventil: *Povezovanje z drugimi znanstvenoraziskovalnimi inštitucijami*

Prof. Tovornik: Naše sodelovanje je razširjeno na več strani. Najbolj intenzivno pa sodelujemo z univerzami v Zagrebu, Brnu, Bratislavi, Pragi, Kielcu (Poljska), Miškolcu (Madžarska), Plovdivu in Gabrovu (Bolgarija), v Košicah, Splitu, Skopju, Gradcu. To je posledica dejstva, da že od leta 1997 neprekinjeno sodelujemo in sokoordiniramo projekt CEEPUS in smo v tem času razvili, poleg poslovnih tudi prijateljske odnose s kolegi iz teh centrov.

V okviru CEEPUS-a, ki je eden od projektov, preko katerih se izmenjujejo profesorji in študenti, pošiljamo študente na enosemestrski študij v tujino in jim ob prihodu domov priznamo tam opravljene študijske obveznosti. Seveda smo v zelo tesnih kontaktih s kolegi iz FE Ljubljana in IJS.

Ventil: *Povezovanje s proizvodnjo v Sloveniji*

Prof. Tovornik: V Sloveniji veliko sodelujemo z uporabniki in izvajalci. Naj omenim samo nekatere: Miel-Omron, Metronik, Synatec, Liko pris, Iskraemeco, INEA, TELEM, EVACO, Silkem, Talum, Tovarna sladkorja, Lek, Varstroj, AMI, Siemens itd. Skupna točka so nam predvsem tehnološki projekti, v katerih smo ali pa še sodelujemo. S slovenskimi podjetji smo povezani tudi preko tehnološke mreže Tehnologija vodenja procesov, ki smo jo formirali leta 2003 in sedaj zaključujemo projekte iz prvega razpisa. Prav tako smo povezani preko Tehnološke platforme Vgrajeni sistemi in centra ARI. Sodelovanje ni samo v skupnih projektih, ampak tudi kot svetovanje, sodelovanje v njihovih komisijah, raziskovalnih skupinah, študiju in podobno. Morda

je naša vpetost v gospodarstvo tudi omogočila, da smo do sedaj vedno dobili veliko sponzorjev, ki so radi podprli organizacijo konference AIG.

Ventil: *Kako povezujete raziskovalno delo s pedagoškim? Kako se študenti vključujejo v raziskovalno delo laboratorija?*

Prof. Tovornik: Raziskovalno delo in pedagoški proces sta tesno povezana, saj so predavanja in vaje formirane na rezultatih raziskovanja. Veliko pozornost posvečamo opremljanju laboratorijev, v katere vabimo študente, da delajo tudi v prostem času. Študij avtomatike je organiziran tako, da poleg predavanj in laboratorijskih vaj izvajamo seminarje in študentske projekte. Seminarji so sestavljeni iz več tem, ki jih ob koncu semestra študenti javno predstavijo. Pri raziskovalnih in razvojnih nalogah pa vedno sodelujejo tudi študenti višjih letnikov, ki si na ta način pridobijo predvsem praktična dodatna znanja, poleg tega pa se seznanijo z naročniki – partnerji in kasneje lažje najdejo zaposlitev. Mnogokrat se študentsko delo nadaljuje v diplomsko, tako študent opravi obsežno delo, ki mu nudi možnost, da osvoji

kompleksno praktično znanje. Vse več diplomskih nalog opravimo kot timsko diplomsko, kjer 3–4 študenti delajo na istem projektu, tako da vsak obdeluje del celote. Pri takem delu se študentje naučijo timskega dela, ki ga pričakujejo bodoči delodajalci, in izkazuje se je, da radi sprejemajo tak način dela, saj se naučijo sodelovati in si pomagati.

Ventil: *Potrebe po opremi za raziskovalno in pedagoško delo? Kako ste pridobili dosedanje opremo?*

Prof. Tovornik: Naš laboratorij je vedno slovel po dobri opremi, da katere smo prišli na zelo različne načine. Največ opreme smo pridobili tako, da smo jo odslužili z delom. Veliko projektov smo opravili tako, da smo namesto plačila dobili opremo, na kateri smo izvedli projekt. Veliko predvsem programske opreme smo dobili kot darilo od naših zvestih partnerjev ali pa smo jo kupili po zelo ugodni ceni. Naši zadnji nakupi so bili računalniška oprema in popolna prenova laboratorija, ki smo jih plačali s sredstvi strukturnih skladov in projektov v okviru Centra odličnosti Sodobne tehnologije vodenja procesov. Iz tega naslova je bil tudi naš zadnji nakup sistema MES, ki se



Oprema v laboratoriju

bo prav tako uporabljal pri vajah in seminarjih.

Ventil: *Kako vidite nove smernice pri študiju na visokih šolah v smislu bolonjskega procesa?*

Prof. Tovornik: Na FERI bomo v šolskem letu 2007/08 pričeli z izvajanjem študijskega programa po novem bolonjsko prenovljenem programu. Leto dni smo pripravljali nove programe in jih uskladili z bolonjskim standardom in primerljivimi referenčnimi programi priznanih fakultet. Študij bo potekal po programu 3 + 2. Postavlja se vprašanje, kaj bo z VS programom, ki sedaj teče na fakultetah. Po novem bomo imeli v paraleli dva enako dolga 3-letna programa UNI in VS. Večji poudarek novega programa bo na praktičnih delih, seminarjih in domačih nalogah. To bo zahtevalo veliko komuniciranja med profesorjem in študentom. Zato že sedaj uvajamo računalniške programe, kot je Moodle, ki bodo omogočali vsestransko komunikacijo profesorja s študenti. Na vsak način pomeni ta oblika unifikacije in standardizacije študija, da bi bile diplome bolj primerljive in priznane v globalnem svetu, v katerega smo stopili. Hkrati pomeni delitev utečenega enovitega študija na dva dela. Študenti bi naj sprotno študirali, redno prehajali iz letnika v letnik in v roku diplomirati. Ta študij zahteva več resursov denarja, časa, prostorov, opreme in tukaj lahko nastanejo težave. Počakati moramo na prve izkušnje, da vidimo, kako bo to funkcioniralo pri današnjih študentih, ki so vajeni zelo dolgo študirati.

Ventil: *Prof. dr. Tovornik, trenutno ste predsednik Društva avtomatikov Slovenije. Ali lahko našim bralcem predstavite društvo in IFAC?*

Prof. Tovornik: Društvo avtomatikov Slovenije (DAS) je bilo ustanovljeno leta 1989 na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani na pobudo prof. dr. Draga Matka. Do takrat avtomatika kot veda v Sloveniji ni bila povezana v nobeno civilno družbo in tudi avtomatiki niso bili tako povezani, kot so danes. Nastalo je kot potreba takratnega časa, ko smo bili priča razpadanju Jugoslavije. Avtomatika je vpeta v vse panoge gospodarstva

in si brez nje ni mogoče zamisliti bodočega gospodarskega razvoja. Zato so procesi avtomatizacije in uvajanja informatizacije v proizvodnjo, torej uvajanje sodobne tehnologije za vodenje procesov, vedno bolj intenzivni in množični.

Cilji in naloge društva so:

- prispevati k razvoju in napredku avtomatike kot znanstveno-tehnične discipline,
- skrbeti za dvig strokovne ravni svojih članov,
- stimulirati zanimanje javnosti za avtomatiko s pomočjo različnih medijev in sredstev sodobnih komunikacij,
- vzpodbujati vzgojo kadrov s področja avtomatike in sodelovati pri načrtovanju vzgojno-izobraževalnih programov,
- vzpodbujati sodelovanje raziskovalnih institucij, univerz, delovnih organizacij in posameznih strokovnjakov pri raziskavah s področja avtomatike,
- poglobljati sodelovanje med člani društva ter sodelovati z drugimi strokovnimi organizacijami doma in po svetu,
- vzpodbujati tehnično ustvarjalnost, izumiteljstvo, racionalizatorstvo, konstruktorstvo in raziskovalno dejavnost,
- podpirati objavljane strokovnih člankov in izdajanje strokovne in znanstvene literature s področja dejavnosti društva.

Prvi predsednik društva je bil akademik prof. dr. Ludvik Gyergiek, za njim pa prof. Matko. 1999. se je vodenje društva preselilo v Maribor in mu je predsedoval prof. dr. Karel Jezernik, 2003 je predsedovanje prevzel prof. dr. Stanko Strmčnik iz Inštituta Jozef Stefan, od jeseni 2006 pa ga vodimo ponovno v Mariboru. Od skromnih nekaj deset članov ob ustanovitvi ima društvo sedaj preko 350 članov. Vsako leto se nam pridruži nekaj novih članov iz vrst bivših študentov in mislim, da se nam ni treba bati za njegovo bodočnost.

Naš največji dogodek je konferenca AIG. Tradicionalno pa vsako leto organiziramo strokovno ekskurzijo, ki se konča z občnim zborom in družabnim srečanjem. Tečejo pa še

druge akcije, kot so pisanje slovarja strokovnih izrazov, soorganizacija drugih strokovnih in znanstvenih srečanj, strokovna predavanja itd.



Včlanjeni smo v svetovno združenje avtomatikov IFAC (International Federation of Automatic Control), ki je lani praznovalo 50 let svojega dela. Je globalna organizacija, ki združuje 155 društev iz 118 držav celega sveta in je organizirano v obliki tehniških komitejev posameznih usmeritev. V okviru IFAC-a so organizirane najpomembnejše mednarodne konference z našega področja. Vsako 4. leto organizirajo svetovni kongres IFAC, ki bo prihodnje leto v Seulu. Poleg tega izdajajo znanstvene revije, kot je Automatica in Control Eng. Practice. Vodijo jo najimenitnejši znanstveniki iz vsega sveta.

Ventil: *Prof. dr. Tovornik, po uspešno izvedeni bienalni konferenci Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu AIG'07 nam osvetlite pomen tovrstnih konferenc za razvojno raziskovalno delo in za udeležence konference.*



Prof. Tovornik: Konferenco Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu smo prvič organizirali leta 1999 na pobudo takratnega predsednika društva prof. dr. Karla Jezernika. V slovenskem prostoru smo začutili praznino, saj ni bilo srečanj, ki bi povezovala gospodarstvo in akademsko sfero. To je bil osnovni cilj, kajti bile so le konference, ki so jih obiskovali samo raziskovalci iz fakultet in inštitutov. Želeli smo povezati avto-

matike, ki delujejo na raznih področjih, da bi se sestali in navezali medsebojne kontakte, strokovne pogovore in da bi prišlo do sinergije vseh vrst profilov od projektantov, inženirjev izvajalcev in uporabnikov do raziskovalcev. Kajti pogovor in druženje, torej komunikacija, sta motor napredka. In to nam je uspelo. Običajno se zbere od 130 do 170 obiskovalcev. V sosednjih državah, ki so večje od nas, jim to ne uspeva.

Ob zaključku letošnje konference lahko opazimo velik napredek v kvaliteti referatov, saj na prvi konferenci

inženirji iz gospodarstva niso bili vajeni pisati referatov in na ta način poročati o svojem delu. Sedaj pa ni več težav niti s pisanjem ali s predstavitvami referatov in ne z razumevanjem navodil, kar je eden od naših rezultatov. V zadnjem času se spet povečuje zanimanje za organiziranje strokovnih sestankov in razstav, kar je dober znak. Morda smo celo komu dali idejo, da se s tem začne profesionalno ukvarjati. Kajti naše delo je povsem volontersko in rezultat želje nas članov društva, da prispevamo k razvoju stroke.

Na letošnji konferenci smo opazili rahel upad obiskovalcev uporabnikov. Analiza vzrokov je pokazala, da si strokovnjaki želijo obiskovati take prireditve, vendar jim delodajalci to vse manj omogočajo z obrazložitvijo, da ni denarja in da imajo preveč dela. Kar je velika škoda, saj se prav na teh srečanjih vzpostavi veliko strokovnih in osebnih kontaktov, iz katerih se razvije kasnejše sodelovanje. In to je pomen konference.

Hvala za odgovore in uspešno delo še naprej.

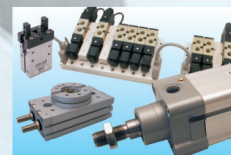
Dr. Dragica Noe

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA

cilindri, enote za vodenje, prijemala, ventili, priprava zraka, fittingi, spojke, cevi in pribor



MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA

senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter induksijski senzorji



PROCESNA TEHNIKA

krogelni in loputasti ventili, ploščati zasuni, pnevmatski in električni pogoni, varnostni ventili



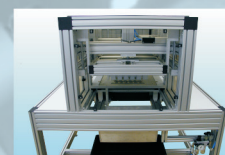
LINEARNA TEHNIKA

tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti



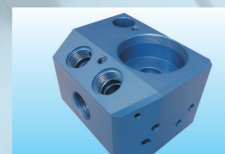
PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA

konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev



STORITVE

konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih



- TRADICIJA
- KVALITETA
- SVETOVANJE
- PARTNERSTVO
- FLEKSIBILNOST
- VELIKE ZALOGE
- POSEBNE IZVEDBE
- KONKURENČNE CENE
- KRATKI DOBAVNI ROKI

Hypex, Lesce, d.o.o.
Alpska 43, 4248 Lesce

Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: www.hypex.si
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: info@hypex.si

Povabilo k sodelovanju na

17. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

UREDNIŠTVO

Društvo vzdrževalcev Slovenije bo 18. in 19. oktobra letos na Rogli organiziralo tradicionalno, že 17. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije (TPVS). Namenjeno je vsem, ki se v svojem življenju in delu vsaj posredno srečujejo s tehnično stroko in predvsem vzdrževalno dejavnostjo. Na željo razstavljalcev, predavateljev, obiskovalcev ter večine sodelujočih s preteklih srečanj, bo tehniško posvetovanje tudi letos združeno z razstavo opreme in sredstev za potrebe vzdrževanja.

V društvu želijo sodelujočim omogočiti kakovostno predstavitev izdelkov in udeležbo na zanimivih predavanjih, ter da na dvodnevno druženje privabiti še več udeležencev, kar je v interesu društva, razstavljalcev in predvsem obiskovalcev.

Organizatorji pričakujejo sodelovanje priznanih proizvajalcev in zastopnikov opreme iz Slovenije, sosednjih držav, držav EU, članic EFNMS in zastopnikov sorodnih evropskih društev.

K sodelovanju vabijo predavatelje z aktualnimi temami s področja vzdrževanja, proizvodnje izdelkov ali storitev, ki želijo svoja znanja, napredek, izkušnje in dejavnost predstaviti vsem udeležencem posvetovanja.

Podjetja lahko na TPVS sodelujejo kot diamantni, zlati ali generalni sponzor, sponzor, donator, razstavljač in oglaševalec.

Posvetovanje se bo začelo s slavnostnim odprtjem, pozdravnimi govori visokih gostov, glasbenimi vložki in kratko predstavitvijo diamantnega, zlatega in generalnega sponzorja. Nadaljevalo se bo s podelitvijo priznanj, okroglimi mizami, spremljevalno razstavo, predstavitvami in predavanji. Prvi dan se bo zaključil s skupno večerjo, prijetnim druženjem, medsebojnim spoznavanjem in plesom. Razstava in predavanja se bodo nadaljevali drugi dan posvetovanja.

V Društvu vabijo vse, ki želite sodelovati, da obiščete spletno stran Društva www.drustvo-dvs.si in jim pošljete izpolnjeno naročilnico po pošti, faksu ali preko spletne strani, najkasneje do 3. septembra 2007.

Razpis za referate

Prost pretok blaga, storitev, kapitala in ljudi so temelji Evropske unije (EU). S širitvijo EU v letih 2004 in zadnje v letu 2007 se ponuja priložnost za nastope na razširjenem skupnem trgu, hkrati pa se povečuje konkurenca na domačih trgih. Zato bo letošnja okvirna tema strokovnih predavanj "Evropska unija kot povezovalni faktor tudi v vzdrževanju".

Okvirne teme referatov:

- Možnosti sodelovanja med vzdrževalnimi službami in vzdrževalci znotraj EU
- Trendi vzdrževalnih služb in izkušnje z njihovo organiziranostjo znotraj EU
- Primerljivost vzdrževalnih dejavnosti - postopkov znotraj tehnološko podobnih in primerljivih sistemov - Benchmarking
- Kazalci in merila uspešnosti vzdrževalnih posegov in služb v EU, primerjave z državami znotraj in zunaj EU
- Primeri dobre prakse
- Prost pretok delovne sile in znanja
- Outsourcing – enostavnejše in cenejše vzdrževanje?
- Vzdrževalne pogodbe – nuja ali le dobri zaslužki?
- Fleksibilnost trga dela
- Management vzdrževanja, zagotavljanje zanesljivosti vzdrževanja
- Zakonodaja in standardi: varstvo pri delu, ekologija ... in njihov vpliv na konkurenčnost
- Primerljivost (usklajenost) slovenske zakonodaje z zakonodajo EU
- Certificiranje vzdrževalcev na evropski ravni – ali smo v Sloveniji na to pripravljeni - prednosti in koristi
- Dostop do znanj višjih ravni vzdrževanja - izobraževalni sistemi
- Korporacijski klicni centri, svetovanja, operativna pomoč vzdrževalcem osebju
- Oskrba z rezervnimi deli in opremo, strateške zaloge
- Uvajanje geoinformacijskih sistemov (GIS) in upravljalnih SCADA sistemov
- Varovanje strateško pomembnih podatkov in njihovo shranjevanje

Prijava naj vsebuje: ime in priimek in strokovni naziv avtorja, podjetje, naslov referata in kratek povzetek (največ pol strani) s ključnimi besedami. Avtorje vabijo, da referate prijavijo najkasneje do 20. julija 2007 na elektronski naslov tajnik@drustvo-dvs.si. Upoštevali bodo izključno referate s strokovno vsebino. Referati naj bodo v slovenskem jeziku in izdelani v urejevalniku besedil Word. Vsak predavatelj lahko prijavi samo en referat, posamezen referat lahko izdela tudi skupina avtorjev. Prijavo referata predavatelji lahko opravijo tudi na spletni strani www.drustvo-dvs.si.

Natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja

Društvo vzdrževalcev Slovenije bo tudi letos izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Vsi, ki ste diplomirali v študijskem letu 2005/2006 in 2006/2007, ste tako vabljeni, da sodelujete na natečaju in svoja dela predstavite širši javnosti. Prijavo diplomskih del lahko izvedete lahko tudi preko spletne strani društva www.drustvo-dvs.si.



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

Stegne 21c, 1000 Ljubljana, Tel.: 01 5113 006, Faks: 01 5113 007, GSM: 041 387 432
e-mail: tajnik@drustvo-dvs.si www.drustvo-dvs.si

Avtomatizacija v montaži obutve z uporabo industrijskih robotov

Bojan NEMEC, Leon ŽLAJPAH

Izvleček: Prispevek opisuje štiri celice v proizvodnji obutve, ki smo jih avtomatizirali z uporabo industrijskih robotov. Dve celici – celica za nakopitenje in celica za zaključne operacije v montaži obutve – sta posebej zahtevni s stališča avtomatizacije in sta edini primer tovrstne avtomatizacije v svetu. Težišče članka je v avtomatski pripravi robotskih trajektorij za obdelavo neposredno iz CAD-modela obutve. V prispevku prav tako opisujemo, kako dosežemo večjo fleksibilnost z uporabo kinematične redundance robotov. Za lažjo obravnavo tega problema smo uvedli princip navideznega mehanizma.

Ključne besede: avtomatizacija proizvodnje, robotika, generacija trajektorij, kinematična redundanca,

■ 1 Uvod

Proizvodnja obutve spada med delovno intenzivne panoge. Zaradi tega se seli na območja s cenejšo delovno silo, predvsem v dežele Bližjega in Daljnega vzhoda. V Evropi lahko to proizvodnjo ohranimo samo z izdelavo čevljev po meri ob sprejemljivi ceni, kar lahko dosežemo s popolnoma avtomatizirano proizvodnjo [1, 2, 3]. S podobno problematiko se srečujejo tudi evropske države, kjer je bodisi obutvena industrija bodisi strojegradnja za obutveno industrijo pomembna panoga. Zato je evropska skupnost financirala in še nadalje pospešuje raziskovalno-razvojne projekte, kjer naj bi med ostalim razvili metodologijo in avtomatizacijo za industrijsko izdelavo čevljev po meri [4]. V največjem projektu 5. okvirnega programa s to tematiko, EUROShoE [4], je sodeloval tudi Institut Jožef Stefan z nalogo izdelati robotizirano celico za končne operacije [5]. Pri tem projektu je bil eden izmed osnovnih ciljev osvojiti znanje, kako avtomatsko generirati vse obdelovalne programe za vse stroje v proizvodnem procesu

neposredno iz geometrijskih modelov obutve. Ta pristop se je do neke mere že uveljavil pri numerično krmiljenih obdelovalnih strojih. V našem primeru pa smo šli še korak naprej, saj se programi generirajo avtomatsko, ko bodoči kupec izbere model obutve ter izmeri geometrijo noge s pomočjo t. i. skenerja. Z razvojem na področju avtomatizacije v proizvodnji obutve smo nadaljevali v sodelovanju s tovarno Alpina. Zanj smo razvili tri celice – za nakopitenje, za nanašanje lepila pri lepljenju podplatov in za brušenje spodnjega dela obutve pred nanosom lepila za lepljenje podplatov. V nadaljevanju bomo opisali te tri celice ter celico za avtomatizacijo zaključnih operacij v proizvodnji obutve. Pri tem bomo posebej prikazali problematiko avtomatske generacije trajektorij pri industrijskih robotih.

■ 2 Avtomatizacija nakopitenja

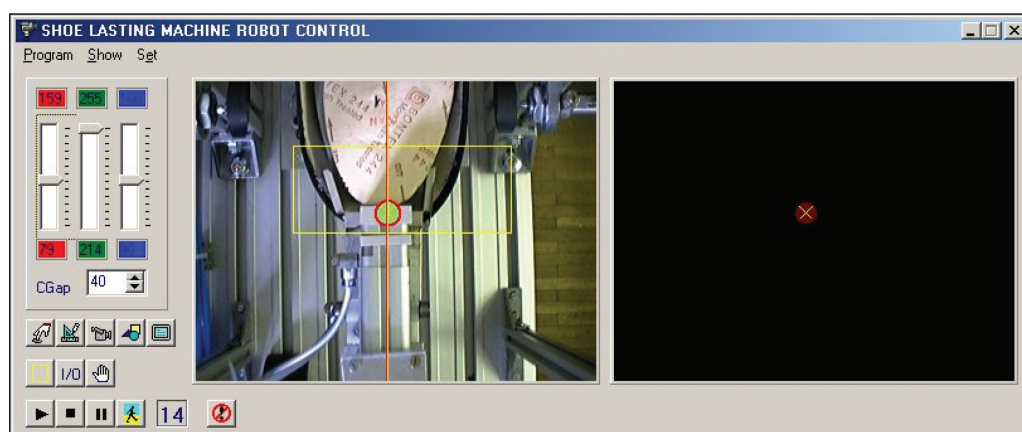
Ena izmed najzahtevnejših nalog s stališča avtomatizacije je nakopitenje. Pri ročnem nakopitenju delavec vstavi kopito z notranjikom in plaščem obutve v stroj za nakopitenje, ki zlepi plašč in notranjik. Pri tem je zelo pomembno, da delavec pravilno poravnava plašč obutve in notranjik na kopito. Dosedanji poizkusi avtomatizacije nakopitenja so bili neuspešni,

ker so skušali poravnati plašč obutve kar v stroju za nakopitenje, pri tem pa so uporabili umetni vid za določanje lege plašča obutve. Ker je plašč obutve zelo različnih oblik in narejen iz zelo različnih materialov, je bilo nemogoče natančno zaznavati lego plašča glede na kopito. Našo celico za nakopitenje sestavljajo ločena enota za poravnavanje, industrijski robot s posebnim prijemalom ter stroj za nakopitenje. Celico prikazuje *slika 1*. Bistvena razlika v našem pristopu je v ločeni enoti za poravnavo kopita, notranjika in plašča obutve. Enoto sestavlja 9 pnevmatskih cilindrov za pritrdjevanje in prijetanje ter servoos za pozicioniranje plašča čevlja. Lego plašča čevlja določamo s pomočjo videokamere. Naš pristop se razlikuje od ostalih v tem, da poravnavamo obrnjen čevlj. Notranja stran čevlja je namreč izdelana iz homogenih nesvetlečih materialov, kjer je sredina plašča označena z zarezo ali kakšno drugo oznako, kot je npr. črta, pika itd. Tako oznako brez težav zaznamo tudi s preprostim sistemom za umetni vid. Pnevmatško gnane klešče nato zgrabijo sprednji del plašča čevlja, servovodena os pa s pomočjo kamere v povratni zanki poskrbi za pravilno naleganje plašča obutve na kopito. Pnevmatški cilindri nato fiksirajo kopito, plašč in notranjik, robot

Dr. Bojan Nmec, univ. dipl. inž.,
dr. Leon Žlajpah, univ. dipl. inž.,
Institut Jožef Stefan, Ljubljana



Slika 1. Avtomatizirana celica za nakopitenje



Slika 2. Poravnava plašča čevlja na kopitu s pomočjo umetnega vida

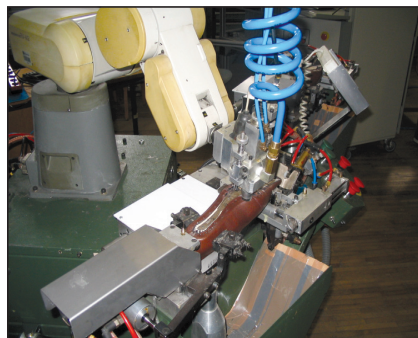
pa s posebno prijemalko vstavi kopito v običajen stroj za nakopitenje. Prednost razvite celice je ponovljiva kvaliteta, poleg tega pa pribijanje notranjika na kopito ni več potrebno. S tem se izognemo dvema operacijama – pribijanju in odstranjevanje žebličkov, obenem pa povečamo življenjsko dobo kopita. V okviru največjega evropskega projekta 5. okvirnega programa – projekta EU-ROShoE, katerega cilj je bil avtomatizacija celotne proizvodnje čevljev, je bilo nakopitenje edina faza, ki je niso uspeli avtomatizirati [4].

■ 3 Avtomatizacija nanašanja lepila

Pri razvoju celice za nanašanje lepila je bil glavni poudarek na avtomatski generaciji trajektorij. Celica deluje tako, da delavec ročno vstavi čevljev v eno izmed dveh vpenjalnih naprav, nato robot nanese lepilo na spodnji del čevlja. Čeljusti vpenjalne naprave objamejo čevljev. S stališča avtomatizacije je lažje in zanesljivejše, če vpenjamo kopita, vendar morajo biti v ta namen vsa kopita prirejena za avtomatizirano proizvodnjo. To pomeni, da mora

imeti tako kopito referenčno vpenjalno ploščico, ki je natančno definirana glede na geometrijo kopita. Ker takih kopit v tovarni Alpina še ne morejo zagotoviti, smo se odločili za vpenjanje čevlja z vpenjalno napravo, ki se prilega obliki obutve. Slabost takega pristopa je v tem, da vpenjalna naprava ne vpne vseh oblik in velikosti čevlja enako. Zato je bilo potrebno razviti poseben ekspertni sistem, ki s pomočjo oblike kopita in oblike vpenjalnih čeljusti izračuna naleganje obutve v vpenjalni

napravi. Poseben grafični vmesnik omogoča tudi enostavno popravljanje avtomatsko generiranih trajektorij. Trajektorije se določajo na referenčno številko čevlja, program pa nato preračuna trajektorije za vse številke ter upošteva naleganje usnja na kopito, ki je različno glede na geometrijo in velikost čevlja. Podatki iz tega programa se avtomatsko naložijo v krmilnik delovne celice. Ta nato transformira celice trajektorije tako, da jih poravna



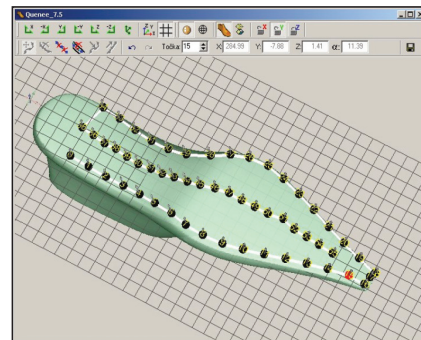
Slika 3. Celica za nanašanje lepila

glede na lego vpenjalne naprave. Slika 4 prikazuje grafični vmesnik sistema za določanje trajektorij.

■ 4 Avtomatizacija zaključnih operacij v proizvodnji obutve

Zaključne operacije pri proizvodnji čevljev obsegajo razmaščevanje, čiščenje, poliranje, nanos zaščitnih sredstev v obliki polirne paste, razpršila in trdega voska ter pregled obutve pred embaliranjem. Vse te operacije morajo potekati popolnoma avtomatsko brez intervencije operaterja in se avtomatsko prilagajati različnim modelom čevljev, ki prihajajo po proizvodni liniji. Prav tako se morajo vse nastavitve celice, vključno z generacijo robotskih trajektorij za čiščenje, poliranje ter nanos zaščitnih sredstev, izvesti samodejno brez intervencije operaterja. Najprej smo analizirali proces končnih operacij pri proizvajalcih obutve Frau, Ecco, Lloyd, Bally ter Alpina. Ugotovili smo, da tipičen cikel potrebnih operacij zajema nanos polirne kreme,

polirnega voska, polirnih sredstev v obliki razpršila ter poliranje in krtačenje obutve. Med posameznimi fazami je potrebno sušenje, ki traja od 5 do 10 minut. Tipične trajektorije, s katerimi izvajamo poliranje čevljev, smo zajeli s pomočjo videokamere in analizirali s sistemom za obdelavo videosignalov. S pomočjo univerzalnega večdimenzionalnega senzorja sile smo zajeli potrebne sile in navore ter določili podajnost polirnih krtač pri različnih hitrostih vrtenja. Najmanjša



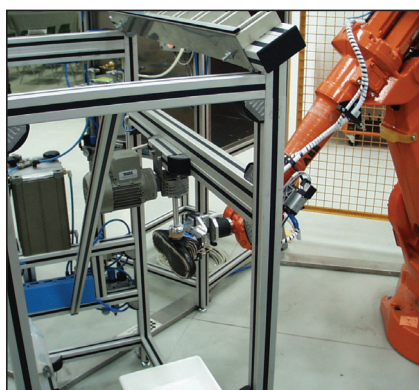
Slika 4. Grafični vmesnik programa za določanje trajektorij lepljenja

podajnost krtače je 2,1 N/mm, kar še omogoča zadovoljivo regulacijo sile

tudi z robotom brez uporabe senzorja sile [5]. Glede na analize smo določili potrebne komponente celice, ki obsegajo industrijski robot ABB IRB 2400 z nosilnostjo 16 kg, stroj za nanašanje polirne kreme, stroj za poliranje s štirimi krtačami ter enoto za dodajanje polirnega voska, brizgalno kabino ter odlagalna mesta za sušenje čevljev. Vsi stroji morajo imeti možnost računalniškega upravljanja. Ustrezni komponent ni na tržišču, zato smo jih morali na novo razviti in izdelati.

4.1 Stroj za nanašanje polirne paste

Stroj za nanašanje polirne paste sestavljajo vrteča krtača, skozi katero doteka polirna pasta, enota za doziranje polirne paste ter velik pnevmatski cilindar, ki je obenem zalogovnik za polirno pasto. Polirno krtačo vrti elektromotor preko prenosa. Pri tem je hitrost vrtenja konstantna, vse ostale parametre, kot so doziranje, vklop krtače, dotok polirne paste ter nadzor nad napravo, pa dosegamo preko računalnika. Za potrebe testiranja so vse funkcije dostopne ročno preko komandne plošče. Stroj za nanašanje polirne paste prikazuje *slika 5*. Na stroju so še nameščena vodila za shranjevanje čevljev med sušenjem.



Slika 5. Stroj za nanašanje polirne kreme

4.2 Polirni stroj

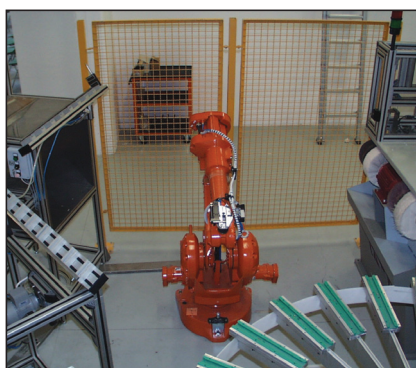
Obstoječi komercialno dosegljiv polirni stroj smo predelali v polirni stroj z enoto za dodajanje polirnega voska ter računalniško kontrolo vseh funkcij stroja, ki obsega kontrolo dodajanja polirnega voska, zeleno hitrost vrtenja polirnih krtač ter vklopa in izklopa sistema za sesanje. Stroj za poliranje prikazuje *slika 6*.



Slika 6. Polirni stroj z enoto za dodajanje polirnega voska

4.3 Brizgalna kabina

Brizgalna kabina ima računalniško vodeno brizgalno pištolo ter sistem za izbiro brizgalnega tlaka. Senzorski sistem detektira stanje pištole ter nivo raztopine v zalogovniku. Celotno proizvodno celico z brizgalno kabino na levi, industrijskim robotom ter transportnim sistemom prikazuje *slika 7*.

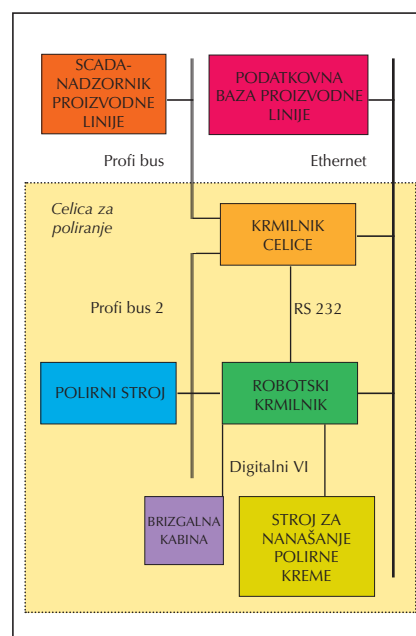


Slika 7. Celica za poliranje

4.4 Krmiljenje celice

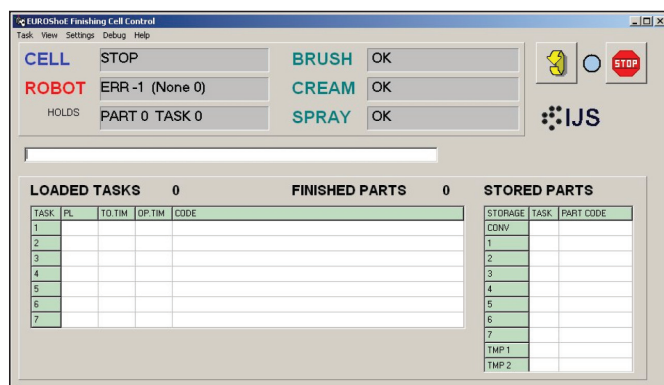
Delovanje celice krmili nadzorni računalnik. Krmilni računalnik komunicira z nadzornim računalnikom celotne proizvodne linije preko linije ProfiBus. Ta mu sporoča stanje transportne linije in kodo čevlja, ki prihaja po liniji. Nadzorni računalnik s pomočjo kode poišče vse potrebne datoteke za obdelavo tega čevlja v podatkovni bazi proizvodne linije. Povezava poteka preko linije Ethernet. Komunikacija

med računalnikom polirnega stroja in nadzornim računalnikom poteka preko ločene linije ProfiBus. Za povezavo med robotskim krmilnikom in nadzornim računalnikom skrbijo tri linije. Linija ProfiBus je namenjena izmenjavi ukazov ter stanj. Preko povezave Ethernet in protokola FTP pošiljamo robotskemu krmilniku robotske programe in trajektorije. Serijska linija je namenjena testiranju. Brizgalna kabina in stroj za nanašanje polirne kreme sta priključena na robotski krmilnik preko digitalnih vhodov in izhodov. Nadzorni računalnik komunicira z njima posredno preko robotskega krmilnika. Blokovno shemo krmiljenja celice prikazuje *slika 8*.



Slika 8. Blokovna shema krmiljenja celice

Programska oprema za krmilnik celice je napisana v programskem okolju Delphi in teče pod operacijskim sistemom Windows XP. Omogoča enostavno ravnanje s celico, nastavljanje parametrov, servisnih intervalov, nadzor nad vsemi elementi celice ter testiranje elementov celice. Za opis zaključnih operacij smo izdelali makrojezik in ustrezen interpreter. Programska oprema omogoča, ob upoštevanju, da je čas sušenja razmerno dolg, hkratno obdelavo do 24 čevljev v proizvodni celici. Glavno okno nadzornega programa prikazuje *slika 9*.



Slika 9. Glavno okno nadzornega programa

4.5 Avtomatska generacija trajektorij

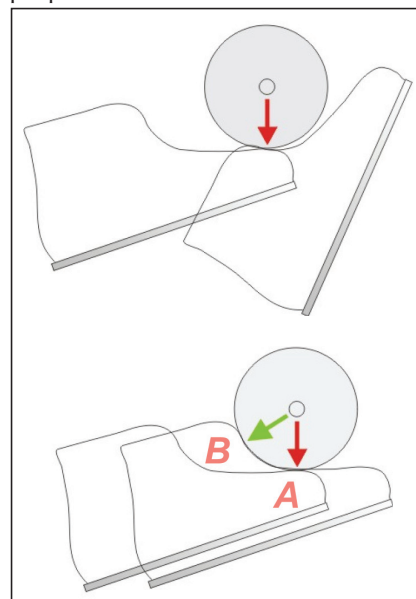
Ena izmed glavnih zahtev pri realizaciji proizvodne celice je, da se vse nastavitve za različne modele čevljev izvajajo brez posredovanja operaterja, vključno z generacijo trajektorij. Zaradi tega moramo generirati vse trajektorije samo s pomočjo geometrijskih in tehnoloških podatkov o posameznem čevlju. V ta namen smo razvili nova orodja v programu za računalniško modeliranje PowerShape [6]. Orodja je izdelal proizvajalec programa Delcam in omogočajo določanje trajektorije na 3D modelu čevlja, kjer lahko poleg same trajektorije spreminjamo tudi orientacijo orodja. Program je prilagojen trem operacijam – nanašanju polirne kreme, razprševanju in poliranju s krtačami. Ker je določanje teh trajektorij zamudno opravilo, lahko uporabimo predhodno določene trajektorije in jih avtomatsko projiciramo na površino novega čevlja. Na

4.6 Optimizacija trajektorij

Glavni problem pri avtomatski generaciji robotskih trajektorij je v tem, da pri podajanju trajektorije in orientacije orodja ne moremo enostavno predvideti gibanja robotskega mehanizma. Pogosto namreč pride do prekoračitve omejitev v zglobnih koordinatah, do trka zapestja robota z okolico ali/in do singularne konfiguracije zapestja robota. Pogosto lahko že minimalen premik v poziciji ali orientaciji povzroči povsem drugačno konfiguracijo robota. S pomočjo grafične simulacije lahko sicer detektiramo takšno situacijo, vendar je postopek dolgotrajen. V praksi se naloga pogosto zdi brezupna, saj je zelo težko najti takšno zvezno trajektorijo, ki bo zadostila vsem omejitvam. Problem smo rešili z upoštevanjem kinematične redundance robota. Zaradi okrogle oblike krtače, gobice za nanašanje polirne paste in curka brizgalne pištole je namreč vseeno, kakšna je orientacija orodja glede na središče krožnice orodja. Z

ta način precej skrajšamo čas, potreben za generacijo trajektorij podobnih čevljev. Slika 10 prikazuje primer generacije trajektorij za poliranje s pomočjo programa PowerShape.

je podrobneje opisan v poglavju 5 tega prispevka.



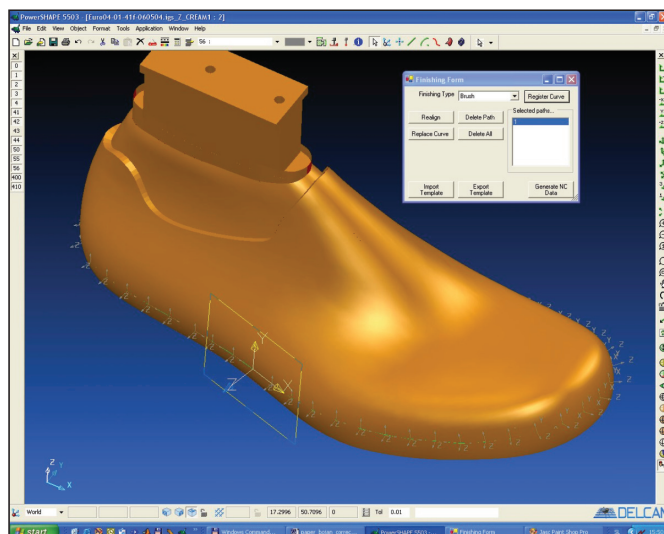
Sliki 11 a in 11 b. Kinematična redundanca zaradi okrogle oblike brusnega koluta omogoča optimizacijo gibanja, kot to kaže slika 11 b

5 Avtomatizacija brušenja podplatov

Po fazi nakopitenja je plašč čevlja prilepljen na notranjik, kot to kaže slika 12. Ker je usnje relativno neraztegljiv material, se ne prilega povsem površini notranjika in je na površini podplata nagubano. Te gube je potrebno pred nanosom lepila, s katerim prilepimo podplat na notranjik, odbrusiti.



Slika 12. Nagubano usnje na podplatu, ki ga je potrebno odbrusiti. Konica čevlja je že obrušena.



Slika 10. Generacija trajektorij s programom PowerShape

upoštevanjem tega pridobimo eno stopnjo redundance. To ponazarjata tudi sliki 11 a in 11 b. Žal pa ena sama stopnja redundance največkrat ne zadošča za izpolnitev vseh kriterijev. Zato lahko do določene mere žrtvujemo želeno orientacijo, kar prinese še dodatni stopnji redundance. Postopek vodenja

Brušenje je zahtevna operacija. Če obrusimo premalo, potem je podplat slabo prilepljen in tak čevlj kmalu razpade. Če obrusimo preveč, raztrgamo usnje in tudi tak čevlj lahko kmalu po uporabi razpade. Koliko

obrusimo, je odvisno od materiala, brusnega koluta, oblike in velikosti čevljev. Predvsem moramo pri tej fazi nadzorovati silo, s katero pritiskamo med brušenjem, in čas brušenja. Za brušenje usnja obstajajo tudi namenski NC-stroji, ki pa so vođeni le pozicijsko ali pa imajo premajhno število servoos, da bi lahko uspešno obrusili vse čevlje. Glavna pomanjkljivost je dolgotrajno nastavljanje stroja za posamezen tip in velikost čevlja, zato so primerni le za velikoserijsko proizvodnjo. Fleksibilno celico za brušenje lahko izvedemo samo s pomočjo robota, ki ima vsaj 6 stopenj prostosti in ga lahko krmilimo s pomočjo sile. Glede na to, da robot ni zmožen pre-prijemanja, kot to dela človek med brušenjem podplatov, tudi 6 stopenj prostosti velikokrat ne zadošča in je potrebno uporabiti robot s kinematično redundantno strukturo. V okviru projekta EUROShoE, v katerem smo sodelovali tudi mi, so italijanski partnerji že avtomatizirali fazo brušenja [6]. Pri tem so uporabili standardni robot ABB IRB 2400 s šestimi prostostnimi stopnjami, ki ni omogočal krmiljenja po sili. Da bi zaobšli to pomanjkljivost, so razvili brusilno glavo z eno prostostno stopnjo, ki je lahko krmilila silo. Tak način ima kar nekaj pomanjkljivosti. Brusilna glava je težka in nerodna, kar zmanjšuje fleksibilnost celice. Tak pristop je poleg vsega tudi zelo drag. Uporabili so pristop, kjer čevljev miruje na liniji, robot pa nosi brusilno glavo. Vsemu temu se lahko izognemo z uporabo primernih metod krmiljenja. Naša celica je zasnovana tako, da robot potiska čevljev na kolut brusilnega stroja, kot to kaže *slika 13*.



Slika 13. Celica za brušenje podplatov

Pri tem je potrebno regulirati silo, s katero pritiska robot na brusni kolut. V ta namen je v zapestju robota nameščen 6-dimenzionalni merilnik sil in navorov. Uporabili smo robot Mitsubishi Pa10 s 7 prostostnimi stopnjami. To pomeni, da je robot kinematično redundanten, dodatne kinematično redundantne prostostne stopnje pa nastopijo zaradi oblike brusnega koluta. V nadaljevanju bomo na kratko opisali vodenje kinematično redundantnega robota s principom navideznega mehanizma.

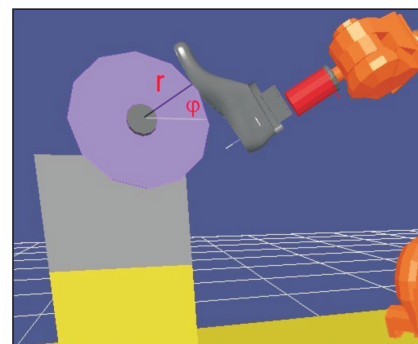
■ 6 Princip navideznega mehanizma pri vodenju kinematično redundantnega robota

Enačba (1) opisuje kinematiko robota z redundantnimi stopnjami prostosti [7].

$$\dot{q} = J^T \dot{x} + N\phi \quad N = (I - \bar{J}J) \quad (1)$$

kjer prvi del enačbe 1 opisuje gibanje vrha oz. orodja robota, drugi del pa gibanje zglobov robota, ki ne vplivajo na pozicijo in orientacijo vrha robota. Gibanje, ki ne vpliva na pozicijo in orientacijo vrha robota, imenujemo gibanje v ničelnem prostoru. Pri tem je $\dot{q}$ vektor zglobovni hitrosti ($n \times 1$), J Jakobijeva matrika ($m \times n$), $\bar{J}$ je psevdoinverz Jakobijeve matrike, utežen z matriko vztrajnostnih momentov robota H , $\dot{x}$ je vektor orodnih koordinat ($m \times 1$), N je ničelni operator redundantnega robota ($n \times n$), ϕ pa je poljubno izbran vektor ($n \times 1$). Skalar n označuje število zglobov robota, m pa število podanih orodnih koordinat. Ničelni prostor obstaja samo, če ima robot več prostostnih stopenj, kot je potrebno za izvajanje določene naloge, kar pomeni, da je dimenzija vektorja x manjša od dimenzije vektorja q . Če je naloga taka, da je ena izmed koordinat vektorja x nepotrebna za opis delovne naloge, potem je rešitev problema trivialna. Problem pa so naloge, kjer nastopi kinematična redundanca zaradi oblike orodja, kljub temu pa za opis delovne naloge potrebujemo vseh 6 koordinat vektorja x . Ravno brušenje podplatov čevljev je tipičen primer take operacije, kjer lahko prosto izbiramo, kje na obodu in pod kakšnim kotom glede na obod

brusilnega koluta brusimo, kljub temu pa za opis naloge potrebujemo vseh 6 prostorskih koordinat. Robot Mitsubishi Pa10, ki smo ga uporabili za brušenje, ima 7 prostostnih stopenj. Glede na to, da lahko prosto izbiramo mesto, kjer se na obodu brusnega koluta dotikamo podplata čevlja, imamo dodatno kinematično redundanco. To najlažje opišemo, če brusni kolut opišemo kot nek mehanizem z eno prostostno stopnjo dolžine r_b in kotom ϕ , kot kaže *slika 14*, pri čemer lahko prosto izbiramo kot ϕ .



Slika 14. Kinematična redundanca zaradi oblike brusnega koluta

Zapišimo vektor zunanjih koordinat v obliki:

$$x = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ yaw \\ pitch \\ roll \end{bmatrix}$$

Naj leži ta točka na osi brusilnega koluta. Točka na obodu je potem:

$$x_1 = x + \begin{bmatrix} -r_b \cos(\phi) \\ 0 \\ r_b \sin(\phi) \\ 0 \\ \phi \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Odvajajmo enačbo (2) parcialno po zglobovni koordinati robota q in kotu ϕ :

$$\dot{x}_1 = J\dot{q} + \begin{bmatrix} r_b \sin(\varphi) \\ 0 \\ -r_b \cos(\varphi) \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \dot{\varphi} = J_1 \begin{bmatrix} \dot{q} \\ \dot{\varphi} \end{bmatrix} = J_1 q_1 \quad (3)$$

Pri tem je J običajna Jakobijeva matrika robota Pa10, drugi del enačbe 3 pa je dodatni del Jakobijeve matrike, ki opisuje kinematične transformacije zaradi proste izbire kota φ . Sedaj, ko smo dobili Jakobijevo matriko za celotni sistem, se lotimo problema, kako izkoristiti kinematično redundanco za bolj učinkovito izvajanje naloge. Naj bo p želena kriterijska funkcija, ki jo želimo bodisi maksimizirati ali minimizirati. Potem vektor

$$\phi = \left(\frac{\partial p}{\partial q_1}, \frac{\partial p}{\partial q_2}, \dots, \frac{\partial p}{\partial q_n} \right) k \quad (4)$$

iz enačbe (1) maksimizira p za $k > 0$ in minimizira p za $k < 0$, kjer poljubno izbrani skalar k določa korak optimizacije [8]. Za rešitev našega problema smo izbrali takšno kriterijsko funkcijo p , ki maksimizira razdaljo med ovirami in zapestjem robota, maksimizira razdaljo med trenutno in singularno konfiguracijo robota ter maksimizira razdaljo med zglobnimi koordinatami ter omejitvami v zglobnih koordinatah. Kriterijsko funkcijo definiramo kot vsoto treh kriterijskih funkcij $p = p_A + p_J + p_L$, kjer je p_A kriterijska funkcija za izogibanje oviram zapestja, p_L je kriterijska funkcija, namenjena izogibanju robu delovnega področja, p_S pa je kriterijska funkcija za preprečevanje singularne lege. Kriterijsko funkcijo za izogibanje oviram izberemo v obliki [9, 10]

$$p_A = V(x_c - x_o) = Vd \quad (5)$$

kjer je V , vektor navideznega potencialnega polja, ki potiska zglobe stran od ovire, x_c točka na robotu,

ki je najbližja oviri, x_o je koordinata ovire, d pa je razdalja med tema dvema točkama. Kriterijsko funkcijo, ki definira razdaljo med koordinatami robota in omejitvami v zgloboh, definiramo kot

$$p_L = \begin{cases} (q_{\max} - q)^2, & |q_{\max} - q| < \varepsilon \\ 0 \\ (q_{\min} - q)^2, & |q_{\min} - q| < \varepsilon \end{cases} \quad (6)$$

kjer je ε pozitivna konstanta, ki določa okolico omejitev v zgloboh. Za izogibanje singularnim konfiguracijam smo uporabili znano mero manipulabilnosti [11]

$$p_S = \sqrt{|J^T|} \quad (7)$$

Z upoštevanjem gornjih enačb izračunamo potrebno hitrost robota v zglobnih koordinatah, ki definira gibanje v ničelnem prostoru in optimizira našete kriterije

$$\dot{q}_{dn} = N(k_A J^{03} Vd - 2k_L(q_L - q) - 2k_S \frac{\partial J}{\partial q} J^T) \quad (8)$$

Regulacijski zakon, ki zagotovi popolno sledenje vrha robota želeni trajektoriji in loči dinamične vplive gibanja vrha robota in gibanja v ničelnem prostoru, podaja enačba [10]

$$\tau = H\bar{J}(\ddot{x}_d + K_v \dot{e}_x + K_p e_x - \dot{J}\dot{q}) + HN(\ddot{q}_{dn} + K_n \dot{e}_n - \dot{N}\dot{q}) + h + J^T F \quad (9)$$

Pri tem τ pomeni krmilne navore na motorjih, $\ddot{x}_d$ želeni pospešek vrha robota, e_x pogrešek vrha robota, $\dot{e}_n$ pogrešek hitrosti v ničelnem prostoru, h je vektor, ki opisuje centrifugalne, Coriolisove in gravitacijske sile na zglobe, F pa je sila na vrhu robota. Regulacijski zakon izračuna potrebni navor, s katerim krmilimo motorje robota in navideznega mehanizma. Ker navidezni mehanizem dejansko ne obstaja, moramo pri izračunu pogreška izračunati tudi kot navideznega zgloba z uporabo enačbe

$$\varphi = q_8 = \int H_8^{-1} \tau_8, \quad (10)$$

kjer oznaka 8 pomeni osmi – navidezni zglob mehanizma. Vztrajnostni moment navideznega zgloba H_8 lahko prosto izberemo. Najboljše rezultate dobimo, če izberemo dovolj majhne vztrajnosti, kar pomeni lahek navidezni zglob.

7 Zaključek

Prispevek opisuje zasnovano in izvedbo robotiziranih celic za nakopitenje, brušenje podplato, nanašanje lepila ter izvedbo zaključnih operacij pri montaži obutve. Pri tem je bilo potrebno analizirati obstoječo tehnologijo in jo prilagoditi potrebam avtomatizirane proizvodnje. Razvili smo stroj za pravilno pozicioniranje plašča obutve in notranjika na kopito ter izdelali aparaturno in programsko opremo krmilnika celice za nakopitenje, nanašanje lepila ter brušenje podplato. Razvili smo tudi CAD-program za določanje robotskih trajektorij ter izdelali postopke za optimizacijo teh trajektorij z upoštevanjem kinematične redundance stopenjskega industrijskega robota. Uvedli smo princip navideznega mehanizma, ki precej poenostavlja transformacije za opis kinematične redundance, ki je posledica oblike orodja.

Viri

- [1] Taylor, P. M. & Taylor, G. E. 1988, Garments and Shoe Industry - Robots, In Encyclopedia of Robotics, ed. Dorf, R. C., Nof, S. Y. (Wiley Interscience), pp. 587–591.
- [2] Nemec, B. Lenart, B. Žlajpah, L. 2003, Automation of lasting operation in shoe production industry, International conference on industrial technology, IEEE ICIT 2003, Maribor, Slovenija, december 10–12, Proceedings. Piscataway: IEEE, pp. 462–465.
- [3] Nemec, B. et al 2003, Technology fostering individual, organisational, and regional development: an international perspective. In Brandt, D. Kom-

- petenentwicklung 2003: Technik, Gesundheit, Ökonomie. Münster (New York: Waxmann Muenster), pp. 19–70.
- [4] Dulio, S., Boër, C. B. 2004, Integrated production plant (IPP): an innovative laboratory for research projects in the footwear field, Int. Journal of Computer Integrated Manufacturing, 17 (7) 601–611.
- [5] Nemec, B., Žlajpah, L. 2007, Robotic cell for custom finishing operations. Int. J. Computer Integrated Manufacturing, 20 (5), 2007.
- [6] Jatta, F., Zanon, L., Fassi, I., Negri, I. 2004, A Roughing Cementing Robotic Cell for Custom Made Shoe Manufacture. Int. J. Computer Integrated Manufacturing, 17(7): pp. 645–652.
- [7] Nenchev, D. N. 1989, Redundancy Resolution through Local Optimization: A Review; J. of Robotic Systems, 6(6), pp. 769–798.
- [8] Yoshikawa, T. 1996, Basic optimization methods of redundant manipulators, Laboratory Robotics and Automation, 8(1), pp. 49–90.
- [9] Khatib, O. 1986, Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots, J. of Robotic Systems, 5(1): pp. 90–98.
- [10] Nemec, B., Žlajpah, L. 2000, Null velocity control with dynamically consistent pseudo-inverse, Robotica, 18: pp. 513–518.
- [11] Yoshikawa, T. 1990, Foundations of robotics: analysis and control, MIT Press.

Automation in shoe assembly using industrial robots

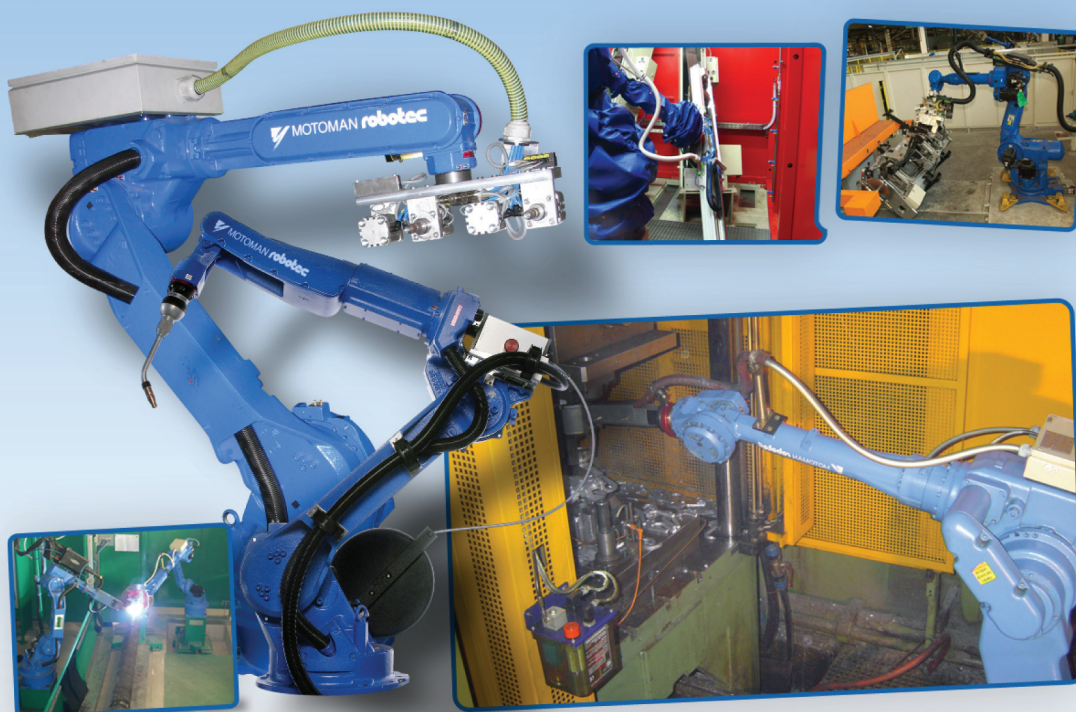
Abstract: The paper describes four applications of industrial robots in shoe production. Two of them – automation of shoe lasting machine and automation of finishing process are extremely difficult to automate and are according to our knowledge first successful automation of the above processes. The focus of the paper is on automatic robot trajectory generation directly from CAD shoe design data. The paper shows also how kinematic redundancy resolution approach was used in order to design fault tolerant robot trajectories.

Keywords: Production automation, robotics, trajectory optimization, kinematic redundancy,



MOTOMAN robotec d.o.o.

Podjetje za trženje, projektiranje ter gradnjo industrijskih robotskih in fleksibilnih sistemov



VODILNI SVETOVNI PROIZVAJALEC ROBOTOV

MOTOMAN ROBOTEC s proizvodnjo 18.000 robotov letno nudi široko paleto implementacij robotov v različna tehnološka okolja

- .varjenja (MIG/MAG, uporovno, TIG)
- .rezanja (laser, plazma, vodni curek)
- .brušenja oz. površinske obdelave
- .strege (CNC obdelovalnih strojev, stružnic)
- .tlačni liv
- .čiščenja odlitkov oz. pobiranja srha
- .montaže
- .paletiranja

Naša strokovna ekipa vam nudi celovito rešitev od idejne izvedbe projekta do zagona, usposabljanja in servisiranja.



Naslov: Lepovče 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA
Telefon: + 386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350
Telefax: + 386 (0)1 83 61 243 / www.motomanrobotec.si
E-mail: info@motomanrobotec.si



26. 09. - 28. 09. 2007

Dvorana Zlatorog
Celje, Slovenija

www.intronika.si



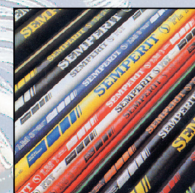
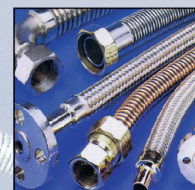
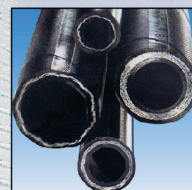
passion for perfection

HIIB, Kranj, d.o.o.

Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel.N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321
<http://www.hib.si>, E-mail: info@hib.si

PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermenji
- Tehnična guma



Zastopamo: SEMPERIT (Avstrija), **HABASIT** (Švica)
SALAMI (Italija), **DNP** (Italija), **ZEC** (Italija), **MERLETT** (Italija)
AEROQUIP (Nemčija), **NORRES** (Nemčija), **LUDECKE** (Nemčija)

Poslovne enote:

LJUBLJANA, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana,
tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65

CELJE, Lava 7a, 3000 Celje,
tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00

PTUJ, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj,
tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70

MARIBOR, HPS d.o.o., Ob nasipu 36,
2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37

SLOVENJ GRADEC, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4,
2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91

BREŽICE, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice,
tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52

KOČEVJE, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje,
tel./fax: 01/895 49 12

SEMIČ, Kovinostrojarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,
8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

Eksperimentalni razvojni sistem za mobilno robotsko platformo *

Peter ČEPON, Roman KAMNIK, Jernej KUŽELIČKI, Tadej BAJD, Marko MUNIH

Izvleček: Članek predstavlja konfiguracijo eksperimentalnega razvojnega sistema za mobilno robotsko platformo. Razvojni sistem je sestavljen iz nadzornega računalnika, razvojnega programskega okolja, ciljnega računalnika ter pogonske enote s pogonskim in usmerjevalnim kolesom. Na nadzornem računalniku potekata razvoj in nadzor izvajanja programske opreme, ciljni računalnik pa je namenjen izvajanju razvitih programov v realnem času na ciljni strojni opremi. Sporazumevanje med ciljnim računalnikom in pogonskimi moduli poteka preko vodila CAN. Razvojni sistem je zgrajen na osnovi programov Matlab-Simulink, Stateflow in xPC Target proizvajalca Mathworks. Razvojno okolje omogoča programiranje regulacijskih algoritmov v grafičnem načinu s pomočjo gradnje in povezovanja blokov. Okolje omogoča uporabniško prijazno delo s sistemom preko brezžične povezave, kar olajša eksperimentiranje z mobilno platformo in pohitri razvoj programske opreme.

Ključne besede: mobilna robotska platforma, vodilo CAN, razvojni sistem xPC Target, Stateflow, Simulink,

■ 1 Uvod

Mobilni roboti danes prodirajo na vedno več področij uporabe. Zasledimo jih v industriji, znanosti, športu, vesoljski tehniki, zabavi, filmski industriji itd. Zaradi razširjenosti in napredka se pojavljajo nove zahteve,

kar odpira nova področja raziskav. Večanje avtonomnosti mobilnega robota zahteva vključevanje več senzorjev ter razvoj novih algoritmov vodenja in orientiranja v prostoru.

Cilj uporabe mobilnih robotov je nadomestiti človeka v nevarnem okolju ali mu omogočiti dostop do področij, ki mu zaradi različnih razlogov do sedaj niso bila dostopna. Mobilni roboti se glede na področje delovanja ločijo na vodne, zračne ter kopenske inteligentne naprave. Ne glede na način in okolje, v katerem delujejo, je njihovo bistvo, da so zmožni avtonomnega gibanja v nestrukturiranem okolju. Za tovrstno gibanje v prostoru mora mobilni robot poleg ustreznega pogona uporabljati senzorje, s katerimi zaznava prostor in se na osnovi te informacije ustrezno orientira in načrtuje svojo pot.

Razvoj mobilnega robota in algoritmov vodenja je dolgotrajen postopek, ki zahteva široko področje znanj. Ta vključujejo področja strojništva, elektronike in računalništva. Zaradi tega razvoj običajno poteka preko izdelave prototipa in uporabe razvojnih okolij. Razvojna okolja omogočajo

hiter razvoj algoritmov vodenja in preprosto vključevanje novih komponent. To omogoča eksperimentiranje s sistemom, kar skrajša čas, potreben za razvoj. Obstaja več pristopov k izgradnji prototipa in uporabi razvojnega okolja. Pri razvoju je pred izdelavo realnega sistema priporočljiva uporaba simulacijskih 2D ali 3D modelov mobilnih robotov ter simulacija delovanja v virtualnem računalniškem okolju. Primer tovrstnega orodja je simulacijsko orodje Webots proizvajalca Cyberbotics [6]. Orodje Webots omogoča izgradnjo 3D modela mobilnega robota, na katerega je mogoče namestiti poljubne senzorje in pogonske enote iz knjižnice modulov. Poleg tega orodje vsebuje knjižnico modelov komercialno dosegljivih mobilnih robotov, kot so Pioneer, Khepera, Hemisson, Aibo itd. Za vodenje simuliranega delovanja je uporabljen programski jezik C++. Simulacijsko orodje, ki je prav tako primerno za izgradnjo simulacijskih modulov, je programsko okolje Matlab-Simulink proizvajalca Mathworks, Inc. [1]. Orodje omogoča modeliranje in simuliranje delovanja dinamičnih sistemov z vrsto spremljajočih orodij za analizo in nadzor delovanja.

Peter ČEPON, univ. dipl. inž., doc. dr. Roman KAMNIK, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko;
Dr. Jernej Kuželički, univ. dipl. inž., Iskra Avtoelektrika, d. d., Šempeter pri Gorici
Prof. dr. Tadej Bajd, univ. dipl. inž., prof. dr. Marko Munih, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

* Delo je bilo sofinancirano v okviru programskega financiranja ARRS, Analiza in sinteza gibanja pri človeku in stroju P2-0228, in Ciljnega raziskovalnega programa MORS in ARRS, Znanje za varnost in mir 2004–2010, projekt Mobilni robotski sistem za izvidniške, raziskovalne in reševalne namene M2-0116.

Na drugi strani je na tržišču moč dobiti kar nekaj realnih mobilnih robotov, ki so namenjeni raziskovalnemu delu in so zasnovani tako, da jih je možno tudi nadgrajevati [3], [4], [5]. Komercialno dosegljivi roboti so različnih velikosti in namembnosti. Med znana podjetja, ki ponujajo komercialne kolesne mobilne robote, sodita podjetji K-TEAM in MobileRobots. Izdelki podjetja K-TEAM so miniaturni mobilni robotki Hemisson, KheperalIII in Koalall. Izdelki podjetja MobileRobots pa so mobilni roboti večjih velikosti, kot so Pioneer 3, PatrolBot in Seekur. Roboti so z ozirom na izbrano konfiguracijo lahko opremljeni z različnimi senzorji za zaznavanje okolice.

Cilj tega dela je predstavitev eksperimentalne mobilne robotske platforme, ki je zasnovana na osnovi pogonskih sistemov, namenjenih premikanju ter usmerjanju električnih viličarjev. Sistem vodenja, ki je zgrajen na osnovi vgrajenega računalnika in xPC Target operacijskega sistema, je zasnovan tako, da omogoča uporabniško prijazno eksperimentiranje in razvoj algoritmov vodenja. V delu je predstavljena konfiguracija razvojnega sistema eksperimentalne robotske mobilne platforme in preliminarni rezultati delovanja.

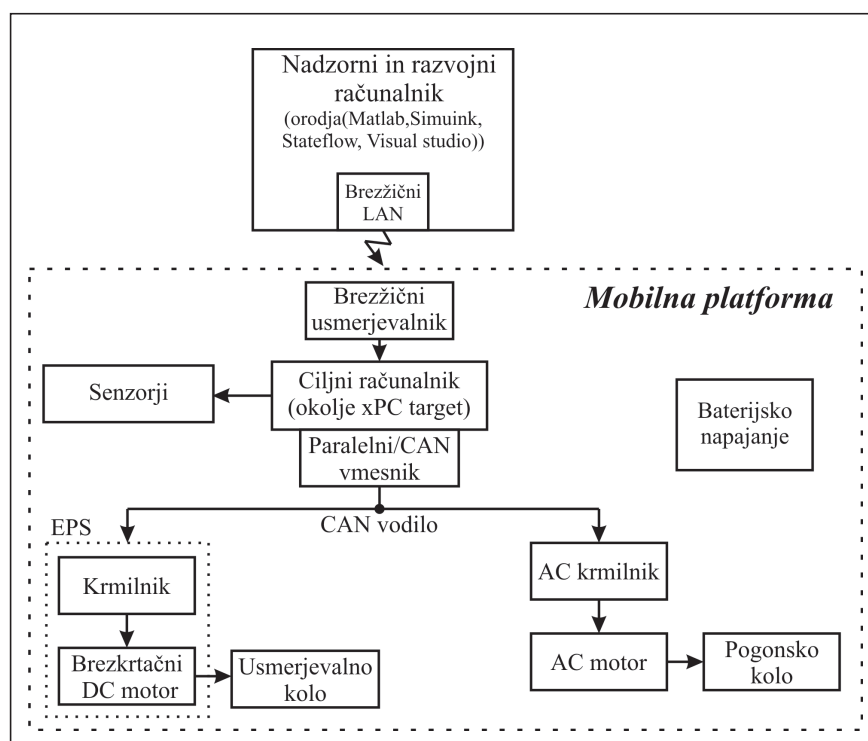
2 Konfiguracija eksperimentalnega razvojnega sistema za robotsko mobilno platformo

Eksperimentalna razvojna platforma je zgrajena na osnovi modulov, ki so v blokovni shemi prikazani na *sliki 1*, na fotografijah pa na *sliki 2*.

Pogonski sistem platforme tvorijo pogonski moduli, ki se uporabljajo za pogon in usmerjanje električnih viličarjev. Pogonski modul je proizvod podjetja Iskra Avtoelektrika. Za sam pogon je uporabljen trifazni asinhronski AC-motor, ki ima vgrajena inkrementalni kodirnik in zavoro. Fotografijo asinhronskega motorja, reduktorja in pogonskega kolesa prikazuje *slika 2 b*. Regulacija vrtenja AC-motorja je izvedena s pomočjo AC-krmilnika, ki je zasnovan na DSP-procesorju in omogoča krmiljenje v koordinatnem sistemu polja. Krmilnik

motorja z nadrejeno enoto komunicira preko komunikacijskega protokola CANopen.

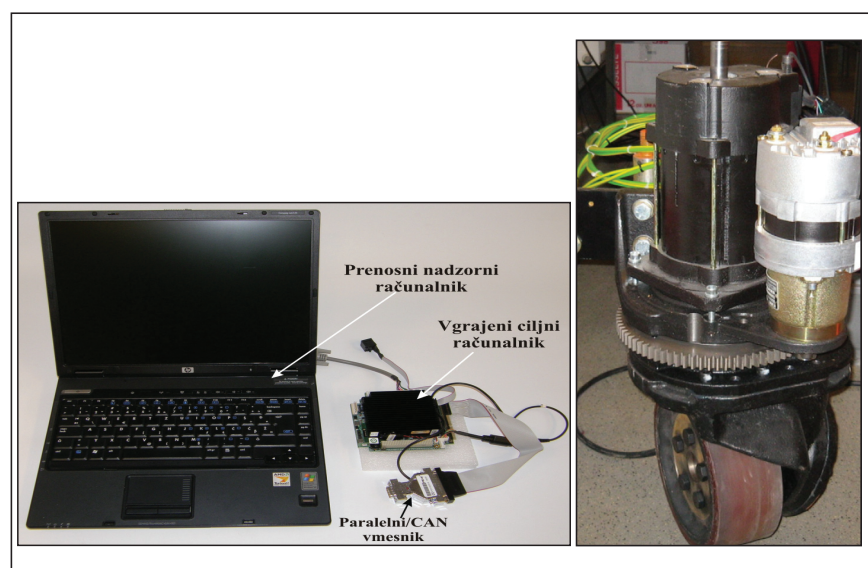
Za nadzor in krmiljenje AC-krmilnika in sistema EPS je uporabljen ciljni računalnik PC/104 PCM-



Slika 1. Konfiguracija sistema vodenja mobilne robotske platforme

Poleg pogonskega kolesa je na *sliki 2 b* prikazan tudi sistem EPS (ang. Electric Power Steering), namenjen usmerjanju pogonskega kolesa. Sistem EPS tvorijo brezkrtačni DC-motor, reduktor in krmilnik, ki je vgrajen v samo ohišje motorja. Krmilnik EPS z nadrejenim računalnikom prav tako komunicira preko vodila CAN.

3380 dimenzij 108 mm x 115 mm proizvajalca Advantech, ki je konfiguriran na osnovi strojne opreme vgrajenega računalnika. Delovanje v realnem času je bilo doseženo z uporabo operacijskega sistema xPC Target proizvajalca Mathworks [8]. Orodje omogoča izvajanje programskih aplikacij v realnem času,



Slika 2. Fotografija a - sistema vodenja, b - pogonskega sistema

ki so razvite v grafičnem okolju Matlab-Simulink. Programiranje v grafičnem načinu na osnovi povezovanja blokov poteka v celoti na razvojnem računalniku. Ko je shema vodenja razvita, je prevedena v kodo za izvajanje. Koda za izvajanje je zatem preko brezžične TCP/IP-povezave naložena na ciljni računalnik, ki se nahaja na mobilni platformi. Sporazumevanje med krmilnikom motorjev in ciljnim računalnikom poteka s pomočjo protokola CANopen preko vodila CAN [2]. CAN (ang. Controller Area Network) je serijsko vodilo, ki je osnovano na ISO OSI sedemnivojskem sistemu. Za uspešno komuniciranje so uporabljeni le trije nivoji. Ti so: prvi fizični, drugi podatkovni in sedmi aplikacijski. Najvišja hitrost prenosa podatkov znaša 1 Mbit/s. Zaradi robustnosti in možnosti povezav naprav, ki delujejo v realnem času, je vodilo CAN pogosto v uporabi v industrijskih okoljih. Protokol CANopen nadgrajuje fizični in podatkovni nivo v aplikacijskem nivoju. Standard CANopen definira pogoje pravilnega delovanja, pošiljanja in naslavljanja sporočil ter uporabo 11-bitnega ali 29-bitnega identifikatorja. Komunikacija preko vodila CAN poteka tako, da se vsaka priključena naprava prijavi na vodilo s svojim prepoznavnim naslovom. Zatem gospodar vodila (ang. master) pošlje na vodilo sporočilo, s katerim ga postavi v operacijsko stanje. Ko je vodilo v operacijskem stanju, gospodar vodila pošilja na vodilo sporočilo dolžine do največ osem bajtov skupaj z 11-bitnim identifikatorjem, ki določa, kateri napravi je sporočilo namenjeno. Naslovljena naprava se odzove s povratnim sporočilom [2]. Za povezavo ciljnega računalnika in vodila CAN je bil uporabljen vmesnik CAN, ki je priključen na paralelna vrata ciljnega računalnika.

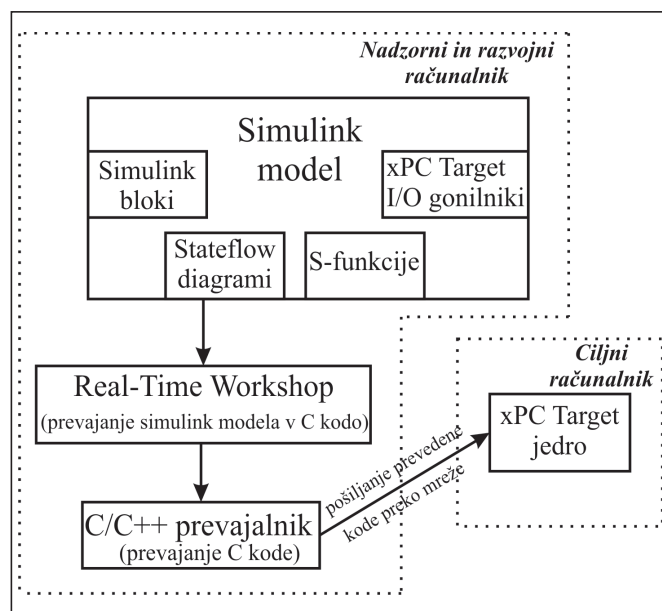
Na vgrajeni računalnik je možno priključiti različne periferne naprave. Te so lahko priključene preko paralelnega vodila, vodila CAN, vodila firewire ali vodila PC/104.

Za baterijsko napajanje mobilne robotske platforme sta uporabljeni dve akumulatorski bateriji tipa Dry-

fit proizvajalca TAB, d. o. o., ki sta med seboj povezani zaporedno, kar omogoči napetost 24 V za napajanje pogonov.

■ 3 Programska arhitektura razvojnega sistema

Razvoj programske opreme poteka na razvojnem računalniku v grafičnem okolju. Ko je programska oprema razvita in prevedena v izvršljivo kodo, je preko brezžične povezave naložena na ciljni računalnik. Ta na osnovi operacijskega sistema xPC Target v realnem času opravlja vodenje in nadzor pogonskega in usmerjevalnega kolesa.



Slika 3. Potek razvoja programa s pomočjo razvojnega sistema

Programska arhitektura razvojnega sistema je prikazana na *sliki 3*, kjer vidimo, da poteka programiranje v grafičnem načinu v okolju Simulink, kjer z uporabo blokov iz knjižnic Simulinka, orodja diagramov Stateflow, blokov xPC Target z I/O-gonilniki in lastnih funkcij, ki jih razvijemo s pomočjo S-funkcij, zgradimo funkcionalni model Simulink. Ta je s pomočjo orodja Real-Time Workshop nato preveden v C-kodo, ki je s pomočjo prevajalnika C/C++ prevedena v kodo za izvrševanje. Ta koda je preko brezžične TCP/IP-povezave posredovana ciljnemu računalniku, na katerem teče xPC Target jedro za izvrševanje aplikacije v realnem

času. Ko je izvršljiva koda naložena na ciljni računalnik, sta možna zagon aplikacije v realnem času ter spremljanje poteka signalov na ciljnim in razvojnim računalniku. Delovanje sistema xPC Target je osnovano na principu izvorno-ciljnega (ang. host-target) delovanja, kar omogoča oddaljen nadzor nad delovanjem ciljnega računalnika [8]. Na razvojnem računalniku je tako mogoče na daljavo preko brezžične povezave nadzirati potek signalov ter spreminjati in iskati optimalne vrednosti parametrov v realnem času.

3.1 Prikaz primera programa

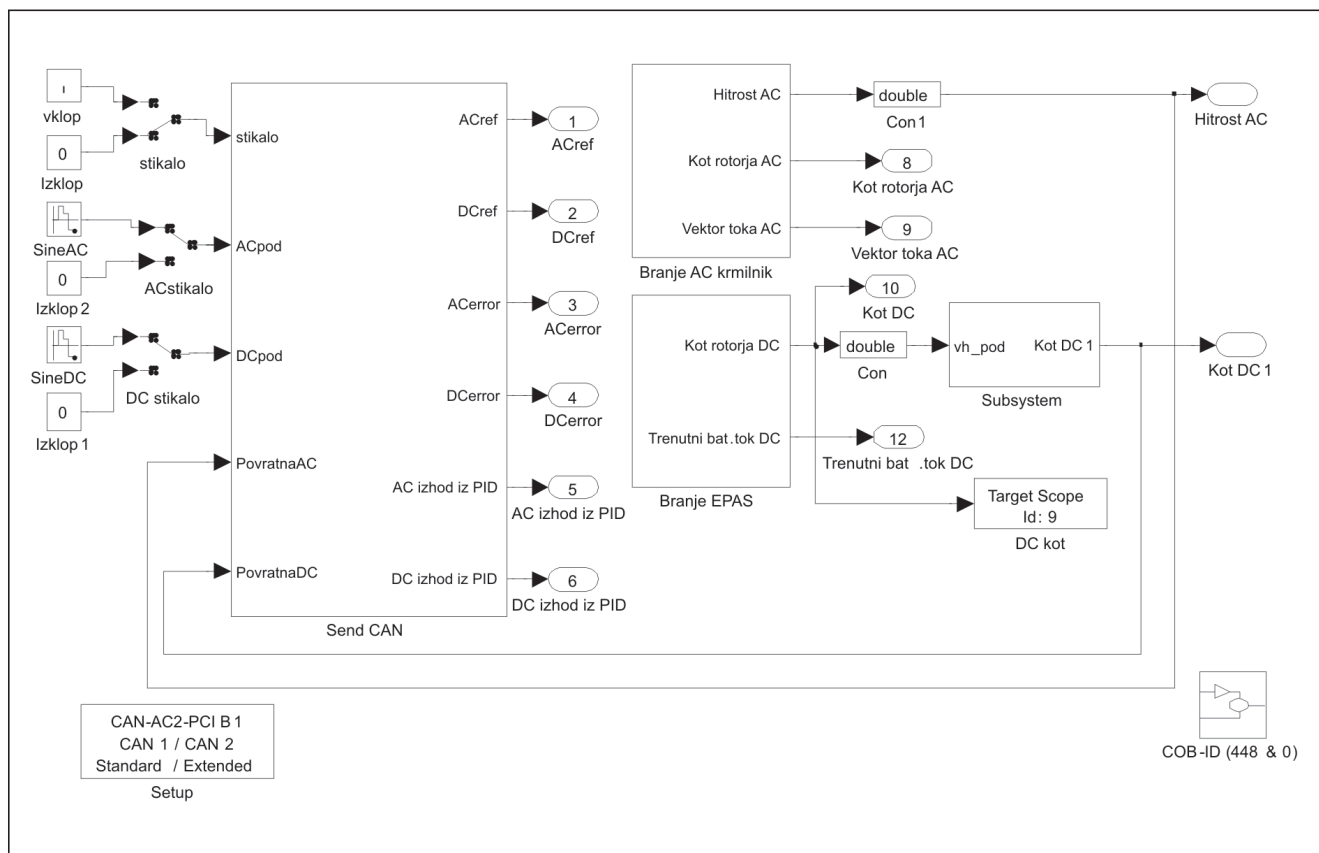
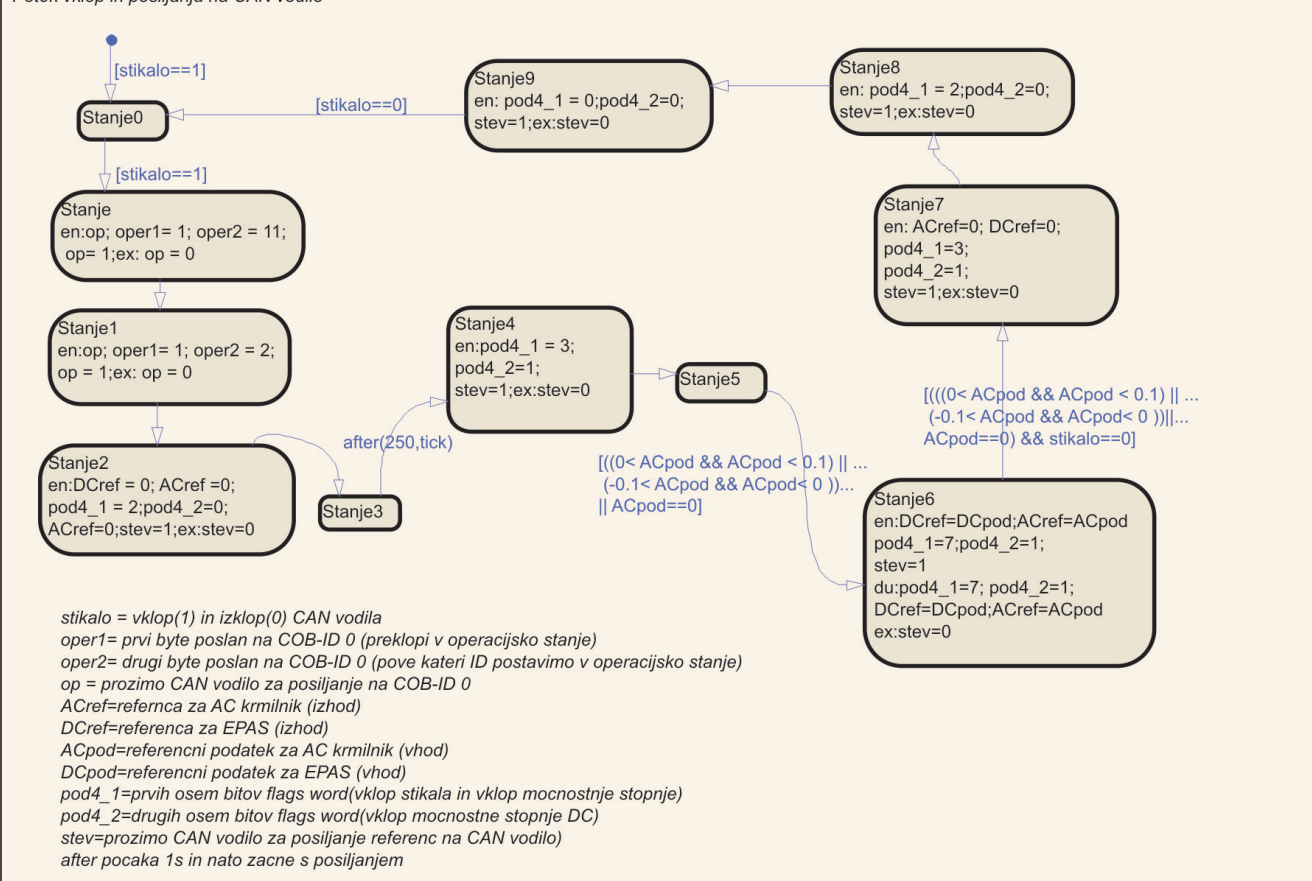
Prikaz programa v grafični obliki, ki je zgrajen z uporabo knjižnice blokov Simulink in orodja diagramov poteka Stateflow, je prikazan na *sliki 4*.

Okolje Simulink je namenjeno modeliranju in simulaciji dinamičnih zveznih sistemov. Simulacijska shema je zgrajena grafično s povezovanjem blokov iz knjižnic Simulinka. Orodje Stateflow pa je namenjeno

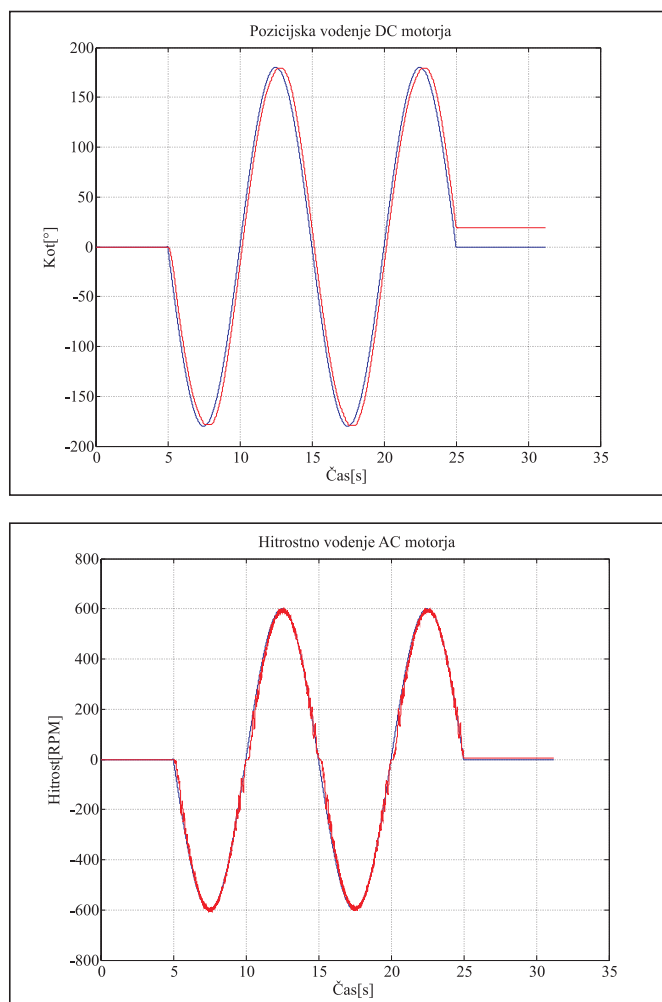
modeliranju in simulaciji diskretnih sistemov in dogodkov. Omogoča grafično zasnovo bločnih diagramov, pri katerih s pomočjo določenih dogodkov prehajamo med diskretnimi stanji sistema.

Na *sliki 4* je prikazan primer programa hitrostne regulacije asinhronskega pogonskega motorja in pozicijske regulacije brezkrtačnega usmerjevalnega motorja pri sinusnem referenčnem signalu. Rezultati vodenja obeh motorjev so prikazani na *sliki 5*. Graf na *sliki 5 a* predstavlja referenčni in dejanski položaj usmerjevalnega motorja, graf na *sliki 5 b* pa referenčno in dejansko hitrost asinhronskega pogonskega motorja.

Potek vklop in posiljanja na CAN vodilo



Slika 4. Prikaz a – poteka diagramov Stateflow, b – uporabe grafičnega povezovanja blokov Simulink



Slika 5. a – rezultat pozicijske regulacije brezkrtačnega DC-motorja, b – rezultat hitrostne regulacije AC- asinhronskega motorja

4 Zaključek

V delu je prikazana konfiguracija eksperimentalne mobilne robotske platforme,

ki omogoča hiter in uporabniku prijazen razvoj algoritmov vodenja. Platforma je zasnovana na osnovi komercialno dosegljivih pogonskih modulov ter sistema vodenja, ki ga predstavlja dva računalnika, medsebojno brezžično povezana. Prvi računalnik, ki je lahko prenosni, je namenjen razvoju algoritmov vodenja in nadzoru delovanja, drugi, ki je lahko vgrajeni računalnik, namreč namenjen ciljnemu sistemu, pa izvajanju algoritmov v realnem času. Prednosti, ki jih omogoča tak sistem, so prenosljivost, uporabniško prijazna zasnova

programa v grafičnem okolju, uporaba programskih struktur in orodij okolja Matlab, nadzor delovanja, spreminjanje parametrov, spremljanje in zajemanje signalov ciljnega sistema na daljavo ter preprosto vključevanje novih naprav.

Literatura

- [1] M. Bongiovanni, An experimental framework for rapid prototyping of mobile robot controllers, International Conference Towards Autonomous Robotic Systems (TAROS), pp. 21–27, London 2005.
- [2] M. Farsi, M. B. M. Barbosa, CANopen implementation: applications to industrial networks, Research Studies Press Ltd. 2000.
- [3] G. Dudek, M. Jenkin, Computational Principles of Mobile Robotics, Cambridge University Press, Cambridge 2000.
- [4] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, Cambridge 2004.
- [5] R. R. Murphy, Introduction to AI Robotics, MIT Press, Cambridge 2000.
- [6] M. Oliver, WebotsTM: Professional Mobile Robot Simulation International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 1, No. 1, pp. 39–42, 2004.
- [7] J. Borenstein, H. R. Everett, L. Feng, Where Am I? Sensors and Methods for Mobile Robot Positioning, University of Michigan, Michigan 1996.
- [8] xPC Target User's Guide, Matlab & Simulink, The MathWorks, Inc., 2007.

Experimental Development System for Mobile Robotic Platform

Abstract: In this paper an experimental development system for mobile robotic platform is presented. The development system incorporates the main controller, the drive unit with drive and steering wheel, the drive controller and development environment. The software development and supervision of execution is performed on the host main computer. The target embedded controller running xPC Target real time operating system is used for execution of the developed program in real time on a target system. The target controller communicates with the drive units via CAN communication. The development system is based on Mathworks Matlab tools Simulink, Stateflow and xPC Target. This configuration allows the development of control algorithm in graphical mode by building and connecting functional blocks. In this way the development system is built providing user friendly graphical software development environment, optimal tuning of parameters, acquisition and logging of signals, and easy incorporation of new devices.

Keywords: mobile robotic platform, CAN bus, xPC Target, experimental development system, Stateflow, Simulink,

Proizvodnja brez napak v avtomobilski industriji

Andrej ROTOVNIK

Izvleček: Proizvodnjo brez napak v avtomobilski industriji lahko dosežemo z zanesljivimi procesi, sistemi za preverjanje, postopki kodiranja, preventivnim vzdrževanjem in varovalnimi sistemi. Omron laserski senzorji, vision sistemi, matrična koda, varnostni elementi in sistemi so enostavne rešitve za kompleksne procese.

Ključne besede: proizvodnja brez napak, laserski senzorji, vision sistemi, RFID, 2D-koda, matrična koda, varovalni sistemi,

■ 1 Uvod

Omron s skupino za avtomobilsko industrijo, ki deluje v vseh večjih industrializiranih državah, stoji za profesionalnostjo in fleksibilnostjo v velikih svetovnih avtomobilskih projektih.

■ 2 Proizvodnja brez napak v avtomobilski industriji

S preko 24.000 zaposlenimi in letnim prometom 5,5 milijarde evrov predstavlja Omron enega pomembnejših partnerjev v svetovni avtomobilski industriji.

V globalnem poslovanju, kakršno je tudi v avtomobilski industriji, ima Omron razvejeno poslovno mrežo, proizvodnjo in prodajna predstavništva po celem svetu, kar nam omogoča hiter odzivni čas na potrebe trga in prilagajanje lokalnim potrebam.

Inovativni produkti za tehnologijo avtomatizacije, visoka zanesljivost, kratki roki dobave rezervnih delov in popravil so najpomembnejši razlogi za uporabo v avtomobilski industriji.

Proizvodnja novih modelov avtomobilov z vse krajšimi proizvodnimi časi zahteva odločitve za nove inovativne

tehnologije z višjimi kvaliteta. Kvaliteta se že dolgo ne meri več v odstotkih ali razmerjih na tisoč – delež sprejemljivih napak ne sme biti višji od ppm (percent per milion).

Poleg kvalitete produktov je zelo pomembna tudi kvaliteta lokalnega tehničnega svetovanja in podpore.

2.1 Proizvodnja brez napak – strategija

Za zagotovitev najboljših rezultatov v kompleksno integrirani proizvodnji avtomobilске industrije se pokažejo ogromne zahteve že pri planiranju proizvodnje.

Brez integriranega pristopa je zmanjšanje deleža napak na nivo ppm skoraj nemogoče.

Samo s popolnoma zanesljivim procesom montaže in mnogimi individualnimi mesti kontrole v procesu, z uporabo senzorjev; merilnih, kontrolnih in vision sistemov lahko dosežemo t. i. sistem Poka-Yoke.

Da v procesu lahko preverimo prisotnost komponent, uporabljamo tehnologijo optičnega zaznavanja – z večjih razdalj in z uporabo laserskih senzorjev ali direktno na mestu montaže z uporabo mikrooptičnih senzorjev ali optičnih vlaken.

Laserski merilni senzorji se uporabljajo za merjenje in preverjanje razmikov, višine, pozicije in posameznih odstopanj merjencev. To zmanjša potrebo po ponavljanju posamezne operacije montaže, saj pravilno in pravi vstavljeni elementi omogočajo izvedbo naslednjega koraka v proizvodnji.

Zadnja generacija inteligentnih sistemov združuje visoko zmogljive evaluacijske algoritme in preprosto upravljanje.



Slika 1. V Volkswagnovi tovarni v Baunatalu se dnevno izdelata približno 12.000 menjalnikov za volkwagne in audije. Vision sistem F150 preverja, da na ojnici ni zaščitnih prevlek. Zaradi različnih barv in maziva se uporablja IR-osvetlitev, ki zagotavlja konsistentne razmere za meritev.

Andrej Rotovnik, univ. dipl. inž.,
MIEL, d. o. o., Velenje

2.2 Zanesljiv proizvodni proces

Celo v popolnoma avtomatiziranih proizvodnih procesih s t. i. ZERO – proizvodnjo brez napak – te niso več problem. Vision sistemi za procesiranje iz družine naprednih senzorjev preverjajo, da je vsak proizvodni korak popolnoma točen in natančno napravljen. Preverjanje kot integralni del procesa je v tem pogledu odločilno: samo v primeru popolnoma zaključnega preverjanja daje napravi prosto pot za naslednji korak. To pomeni, da so možne napake izključene in je končna optična kontrola nepotrebna.

Kjer je potrebna kvaliteta in pravilno pozicioniranje elementov in preverjanje kompleksnih sestavnih delov, kot je npr. robotsko pozicioniranje ali optično prepoznavanje teksta, so zmogljivi senzori za procesiranje nepogrešljivi v modernih proizvodnih procesih.

Napredni inteligentni senzori za polnjujejo praznino med klasičnimi senzori in kompleksnimi sistemi za procesiranje slike.

2.3 Laserski merilni senzori

Visoko precizno merjenje med proizvodnim procesom, preverjanje in vodenje robota postajajo zelo pomembni na vseh področjih avtomobilske industrije.



Slika 2. Tovarna Toyota (UK) uporablja laserski profilni senzor Z500 za natančno meritev globine razporka zračne varnostne blazine na modelu Avensis. Proces kontrole je zelo kritičen, saj mora zagotavljati popolnost in 100-odstotno delovanje v primeru trka. Vsi rezultati se shranjujejo. Sistem Z500 omogoča meritev z natančnostjo 0,25 µm.

Medtem ko se strehe, vrata, pokrovi, vetrobranska stekla in voznikovo okolje še vedno montirajo ročno ali z manipulatorji, se danes že uporabljajo tudi roboti z vgrajenimi merilnimi senzori, ki tako »in-line« sledijo kvalitetni proizvodnji.

Z najboljšim vstavljanjem in sledljivim robotskim vodenjem ali »in-line« preverjanjem so zajamčene želene širine trakov npr. delov, ki jih tesnimo. Okovi na oknih in armature plošče, tesnenje na motorju in menjalniku se preverjajo z laserskimi profilnimi merilniki.

Nove proizvodne procedure, kot je npr. lasersko varjenje, zahtevajo natančno in objektivno preverjanje vara. Različne barve, odtenki (predvsem črne barve) in refleksija vara – Omronov laserski merilni sistem omogoča visoko precizno merjenje tudi zelo različnih površinskih kombinacij.

2.4 Proces kodiranja

Najpogostejše obravnavana tema v avtomobilski industriji je sledenje proizvodnje, ki je vitalnega pomena za kompletno dokumentacijo vseh sestavnih delov avtomobila.

Koda Data Matrix (poznamo jo pod imenom 2D ali matrična koda) se vedno bolj uporablja za enkratno identifikacijo posameznih komponent; označevanje se izvaja direktno na površino produkta, brez nalepke. Ta način označevanja ima poleg dobre sledljivosti produkta še mnogo ostalih prednosti.

Z branjem podatkov s produkta samo pritrjevanje podatkovnega medija na proizvod, npr. nalepke s črtno kodo, postaja nepotrebno.

Izbira pravilnega načina kodiranja je ključnega pomena za pravilno identifikacijo v avtomatiziranem proizvodnem procesu. Zaradi tega se poleg matrične in črtno kodo veliko uporabljajo tudi barvne in simbolne. Nov razvoj na področju podatkovnih tehnologij Smart Label je napravil kodno proceduro še bolj atraktivno za proizvodno sledljivost kot tudi za samo povečanje proizvodnega procesa.



Slika 3. V tovarni Daimler Chrysler se matrična koda uporablja za končno in posamično sestavo avtomobila. Uporaba te kode je dosti enostavnejša in cenejša od kode RFID, distanca branja pa lahko seže do 2 m. Ustreza normativom TS16949 za sledljivost v avtomobilski industriji.

2.5 Sistemi Pick-To-Light

Sistemi Pick-To-Light ali sistemi za vodenje operaterja omogočajo izločanje napak od vsega začetka, tako v ročnih operacijah ali končni montaži vozil. Ta zahteva postaja nujno potrebna za planiranje proizvodnje, posebej še, če se za montažni del zahteva »Just-In-Time«.



Slika 4. Zanesljiva montaža z osvetljeno kontrolo t. i. picking senzorja, ki preprečuje napake pri montaži zaradi zmedenosti, menjave delovnega mesta ali neustreznega učenja delavca

Uporaba preprostih in nedvoumnih delovnih razmer za zaposlene in uporaba senzorjev za preverjanje vseh proizvodnih korakov pomeni, da se napake v montaži odpravijo. Montažni del ostaja v montažni postaji, dokler niso zaključeni vsi koraki in celotna montaža.

2.6 Preventivno vzdrževanje

V kompleksni avtomobilski proizvodnji lahko le majhen zastoj povzroči ogromne stroške. Ne glede na to, da imajo današnji proizvodni sistemi mnogo različnih varovalnih strategij, lahko napaka v posamezni komponenti povzroči "najslabši možni scenarij – padec kompletne proizvodnje".

Napake v komponentah, predvsem mehanski defekti, pogosto vodijo k zaustavitvi montažnega mesta ali dela proizvodnje. Poleg vedno večjih zahtev po kvaliteti proizvodnje postajata TPM (Topics of Preventive Maintenance) in zmanjševanje zastavitev ključnega pomena.

Moderne tehnologije avtomatizacije imajo to podprto s funkcijami, ki indicirajo, če je komponenta napačno vstavljena ali če mora biti preventivno zamenjana. To minimizira izpade proizvodnje in izboljšuje celotno podobo. Prav tako sta mogoči boljše kontrola skladišča in nabava rezervnih delov.

2.7 Varovanje območij

V kompleksnih proizvodnih sistemih avtomobilske industrije so sistemi za varovanje nujno potrebni. Proizvodne linije, ki vsebujejo oboje: popolnoma avtomatizirano in delno ročno proizvodnjo, morajo biti zasnovane na robustnih varnostnih sistemih. Trend na tem področju je jasno definiran s kompaktnimi varnostnimi komponentami in sistemi vse do nivoja varnostnih omrežij. Najnovejša varnostne svetlobne zaveso so kompaktne izvedbe, njihova višina zaznavanja točno ustreza višini varovanega območja. Parametriranje tudi specialnih funkcij je enostavno: preko programirne konzole.

Primeri inteligentnih konceptov vsebujejo varnostne releje, ki so povezljivi s krmilniško (PLC) platformo, ki



Slika 5. Tovarna Delphi (Francija) proizvaja več kot 2 milijona klimatskih naprav letno. Zaradi preproste vgradnje in kompaktnih dimenzij so se odločili za uporabo varnostnih zaves F3SN.



Slika 6. V avtomobilski tovarni Valmet (Finska) je bilo do danes izdelanih preko milijon avtomobilov in od leta 1997 več kot 100.000 tipa Porsche Boxster. Šasija, barvanje in končna montaža so izvedeni s sistemom Omron PLC, povezanim preko komunikacij Ethernet, Controller Link ali Device Net. Poleg tega Valmet uporablja Omronovo senzoriko, frekvenčne pretvornike, RFID in sisteme za vizualno kontrolo.

tako znižuje stroške ožičenja v sami proizvodnji.

Zadnji razvoj omogoča uporabo varnostnih mrežnih krmilnikov za uporabo v industrijskem procesu, dodatno s klasičnim varnostnim vo-

dilom. To zmanjšuje ceno ožičenja kot tudi čas iskanja napake, ki je v avtomobilski industriji vedno zelo pomemben, varnostni sistemi pa postajajo zmogljivejši in preprostejši.

2.8 Preproste rešitve za kompleksne sisteme

Če zaradi zagotavljanja proizvodnje brez napak gledamo proizvodni proces kot celoto, je potreben univerzalni koncept avtomatizacije.

To ni le posamezna komponenta, ampak celotna arhitektura, medsebojno delovanje in komunikacijske zmožnosti celotnega sistema, ki so pomembne za fleksibilnost, odprtost in zanesljivost proizvodnje. Omron zagotavlja vse prednosti preproste enkratne rešitve z avtomatiziranim sistemom, ki se lahko sooči s tehnološko še tako visokimi zahtevami.

Trendi, kot so digitalna tovarna, enostavno obratovanje in vizualizacija proizvodnje preko standardnih spletnih pregledovalnikov, poročanje o napakah preko e-pošte in daljinsko vzdrževanje preko interneta, pa se odražajo v zahtevah avtomatiziranega sistema v kompleksnem proizvodnem procesu.

Literatura

- [1] Omron, Zero-Error production in the automotive industry, 2007.
- [2] www.miel.si.
- [3] www.omron-automation.com.

Zero-Error Production in Automotive Industry

Abstract: The article is about how to achieve the Zero-Error Production with the reliable processes, inspection systems, coding procedures, Pick-To-Light Systems, preventative maintenance and machine safety. Omron laser sensors, **vision systems, matrix code, machine safety etc. are simple solutions for complex processes.**

Keywords: Zero-Error Production, laser sensors, vision systems, RFID, 2D code, matrix code, safety systems,

Daljša življenjska doba hidravličnih sestavin

“Mehki” prelivni ventili ščitijo pred tlačnimi konicami

Bernd ZÄHE

Z novimi prelivnimi¹ vgradnimi ventili lahko omogočimo postopno naraščanje ali padanje tlaka oziroma t. i. »rampo«. Takšni ventili delujejo na mehansko-hidravličnem principu in ščitijo ostale hidravlične sestavine pred škodljivimi vplivi tlačnih konic. Na razpolago so v različnih velikostih kot prelivni ventili in kot prelivni ventili z razbremenitvijo. Kot vgradne oz. hidrološke ventile jih je mogoče vgraditi v različna standardna ohišja, kot so npr. veriženja, priključni bloki za cevno povezavo ali ohišja za neposredno pritrditev na druge hidravlične sestavine, ter v bloke posebne izvedbe.

Uvod

V hidravličnem sistemu za nakladanje hlodovine, ki je prikazan na *sliki 1*, se med običajnim delovanjem ob rotiranju hlodovine pojavljajo visoke tlačne konice. Ker je obremenitev hidravličnega sistema odvisna od dolžine in debeline hlodov, znatno variira tudi izrazitost hidravličnih konic, ki nastanejo ob delovanju. Z uporabo “mehkih” prelivnih ventilov, ki zmanjšujejo tlačne konice, se življenjska doba zasučnega mehanizma znatno podaljša.



Slika 1. Tlačnim konicam se pri delovanju hidravličnega sistema ob pospeševanju in zaviranju lahko izognemo z uporabo “mehkih” prelivnih ventilov.

Bernd Zähe, Sun Hydraulik GmbH,
www.sunhydraulik.de

Prispevek je bil objavljen v reviji O+P, 11-12 2006. Prevod in predelava z dovoljenjem avtorja: Mag. Aleš Bizjak, univ. dipl. inž., Kladivar Žiri, d. d., Žiri

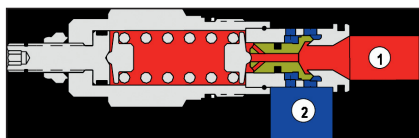
¹ Bolj znan izraz je “varnostni ventil” (opomba prevajalca).

Kot je znano, običajni in poznani prelivni ventili omogočijo tok fluida skozi ventil (oz. se odprejo), ko vrednost tlaka hidravličnega fluida prekorači prednastavljeno vrednost tlaka ventila. Pri tem pogosto zanemarimo dejstvo, da prelivni ventili potrebujejo določen čas za odziv, ki ni nujno dovolj hiter. Bat prelivnega ventila se mora najprej pospešiti, za kar je potreben določen

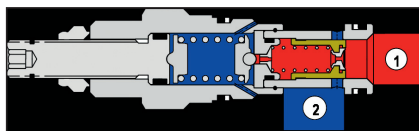
čas, ventil pa je zadosti odprt šele po določenem hodu delovnega bata. Med odzivnim časom ventila lahko tlak fluida naraste visoko nad nastavljeno vrednost za kratek čas (tlačne konica), kar je odvisno od hitrosti naraščanja tlaka in od reakcijskega časa ventila. Dejanske tlačne konice v prelivnih ventilih so pogosto bistveno višje, kot domneva uporabnik, in tudi višje, kot jih lahko izmerimo z manometrom, ki je dušen in zato prepočasen, ali z elektronskimi merilniki tlaka, katerih hitrost vzorčenja je pogosto prenizka za točne meritve tlačnih konic.

Obstajajo enostavni prelivni ventili s kratkim odzivnim časom, kot so

na primer direktno delujoči prelivni ventili sedežne izvedbe, ki imajo odzivni čas približno med 2 in 5 ms. Posredno delujoči prelivni ventili batne izvedbe s pozitivnim prekritjem imajo daljši odzivni čas, med 10 in 30 ms. *Slika 2* prikazuje pre-rez direktno delujočega prelivnega ventila. Tlak ventila na priključku 1 pritiska na spodnjo stran bata in tudi na njegovo zgornjo stran, na katero pritiska tudi vzmet. Delovno površino predstavlja razlika med zgornjo in spodnjo površino bata. Ko je tlačna razlika, na katero je nastavljen prelivni ventil, prekoračena, se bat odpre in olje se pretoči iz priključka 1 proti izhodu na priključku 2. Ventil je zasnovan tako, da se olje, preden zapusti ventil, umiri, s tem pa dosežemo kompenzacijo tokovnih sil in zaščito pred kavitacijo.



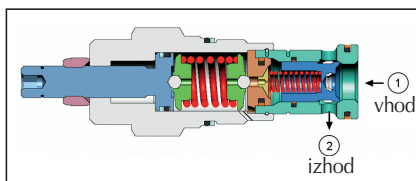
Slika 2. Prerez direktno delujočega prelivnega ventila sedežne izvedbe



Slika 3. Prerez posredno delujočega prelivnega ventila z batom

Slika 3 prikazuje prerez posredno delujočega prelivnega ventila. Delovni bat ventila se odpre, ko se hidravlični fluid pretoči skozi pilotni del ventila na priključek 2. Odzivni čas posredno delujočih prelivnih ventilov je daljši v primerjavi z direktno delujočimi in znaša pri izvedbah s pozitivnim prekritjem med 10 in 30 ms. Prednost teh ventilov je ta, da jih je pod tlakom lažje nastavljati, saj mora vijak, s katerim nastavljamo ventil, premagovati le silo, ki povzroča nizek tlak na priključku 2. Poleg tega imajo ti ventili tudi zelo nizko histerezo, saj na njihov bat, za razliko od direktno delujočih prelivnih ventilov, ne vpliva trenje mehkega tesnila.

Na *sliki 4* je prikazan posredno delujoči sedežni ventil, ki združuje prednosti obeh predhodno predstavljenih ven-



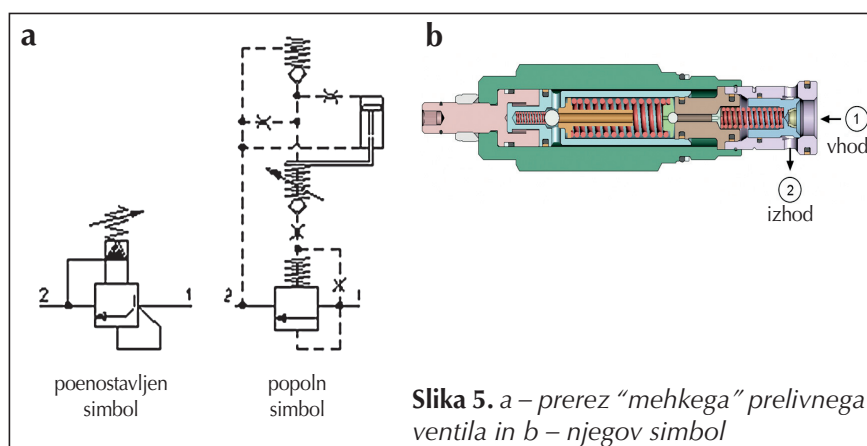
Slika 4. Prerez posredno delujočega prelivnega ventila sedežne izvedbe

tilov. Njegova izdelava je zato tudi nekoliko zahtevnejša in dražja. Ta prelivni ventil ima tlačno uravnotežen bat, tako da tlačna razlika iz smeri od nižjetlačnega priključka (priključek 2) proti višjetlačnemu (priključek 1) ventila ne more odpreti in ga lahko zato, v nasprotju z drugimi prelivnimi ventili takšne izvedbe, uporabljamo tudi kot dvojni »šok ventil«.

Vsi trije do sedaj opisani prelivni ventili se odprejo šele tedaj, ko tlak fluida preseže prednastavljeno vrednost tlaka ventila. Pri dejanskem delovanju pa lahko, kljub izbiri najustreznjšega možnega ventila, še vedno pride do tlačnih konic in posledično do poškodb hidravličnih sestavin, predvsem v primerih, kjer se obremenitve hitro spreminjajo. Sunkovite pravokotno spreminjajoče se obremenitve so za sestavine bolj škodljive kot mehkejši sinusni spremembe. Sestavni deli iz aluminija, kot so na primer razni bloki, se tako lahko ob hitrih spremembah obremenitev poškodujejo tudi ob nižjem tlaku.

«Mehki» prelivni ventili

Z uporabo «mehkih» prelivnih ventilov se lahko izognemo prehitrim spremembam tlaka. *Slika 5* prikazuje način delovanja takšnih ventilov. V osnovi so to posredno delujoči prelivni ventili sedežne izvedbe.



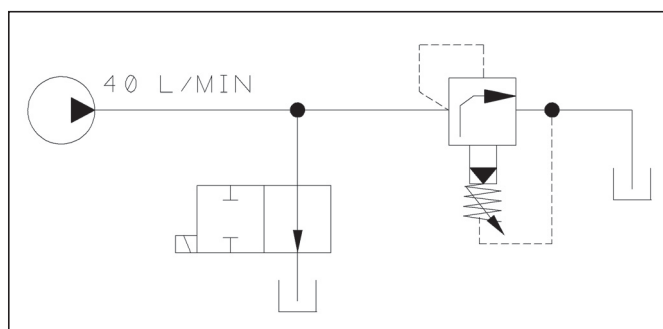
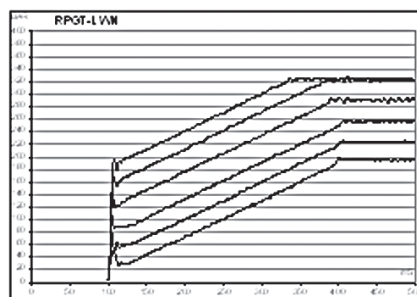
Slika 5. a – prerez «mehkega» prelivnega ventila in b – njegov simbol

Tlak na vходу 1 deluje preko zaslone na glavno komoro ventila. Ko preseže nastavljeno vrednost tlaka ventila, se hidravlični fluid pretoči in odpre ventil. Istočasno se spremeni tudi nastavitev ventila, hidravlični fluid pa se ne pretoči neposredno v povratni vod, ampak steče večji del tega fluida preko manjšega prelivnega ventila, ki je prednastavljen na približno 20 bar, v krmilno komoro. Olje pod tlakom 20 bar prodre preko dušilke na zadnjo stran z modro barvo prikazanega bata v krmilni komori, ki se zato pomakne s konstantno hitrostjo in dodatno stisne vzmet ter tako počasi poviša nastavljeno vrednost ventila. Nastavitev se povišuje toliko časa, dokler bat ne zadane ob omejitev na batu prelivnega ventila. Bat ima enako funkcijo kot pri ostalih tipih prelivnih ventilov.

Slika 6 prikazuje tlačne konice, ki nastanejo pri različnih nastavitvah «mehkega» prelivnega ventila. V vseh prikazanih primerih je na ventil hipno usmerjen tok fluida 40 l/min. Ventil odpre oz. reagira, ko tlak na vходу 1 prekorači prednastavljeno vrednost tlaka ventila. Nato tlak na vodu 1 postopno narašča, dokler po približno 300 ms ne doseže maksimalne vrednosti.

Delovanje med začetno in najvišjo vrednostjo tlaka ventila

Ko je v hidravličnem sistemu vrednost tlaka fluida v območju med začetno in najvišjo vrednostjo tlaka prelivnega ventila, se v prelivnem ventilu pojavi krmilni tok fluida, ki vzdržuje nastavitev tlaka ventila na določeni vrednosti, ki je nekaj barov višja od tlaka fluida



Slika 6. Potek tlaka v odvisnosti od časa in različnih nastavitv ventila

zato zaprt. To pomeni, da ima ventil določeno lekažo tudi takrat, ko tlak zavzema najvišjo vrednost. Zato takšni ventili niso primerni v aplikacijah, kjer je potrebno držanje bremen. V območju med nastavljenno začetno in najvišjo vrednostjo tlaka se ventil odpre le takrat, ko tlak narašča hitreje, kot lahko sledi njegov mehanizem.

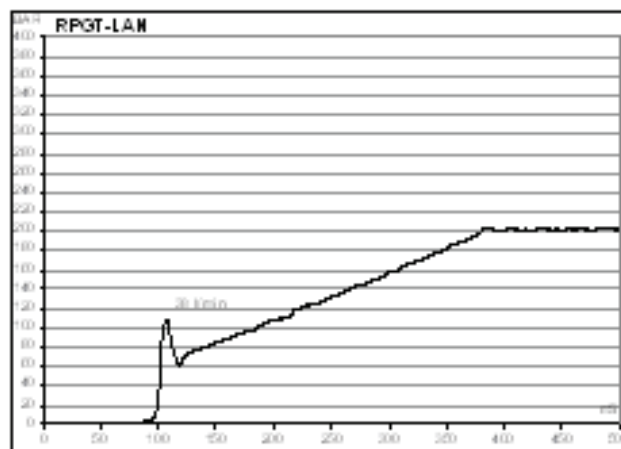
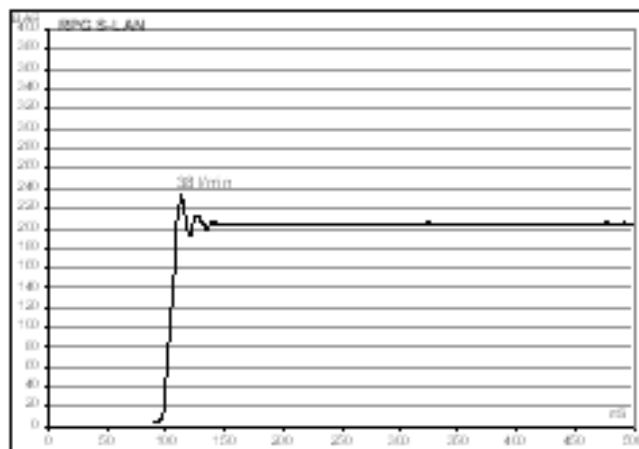
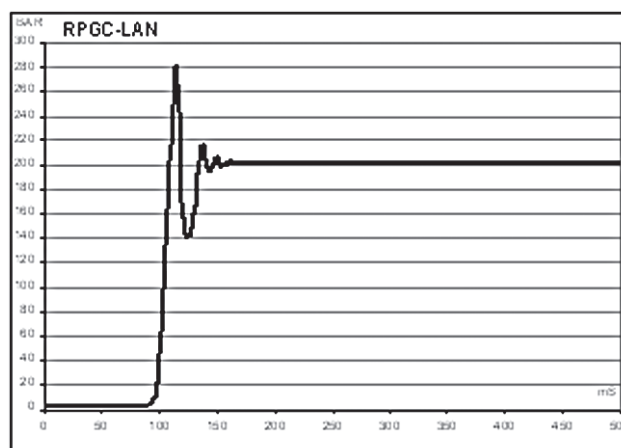
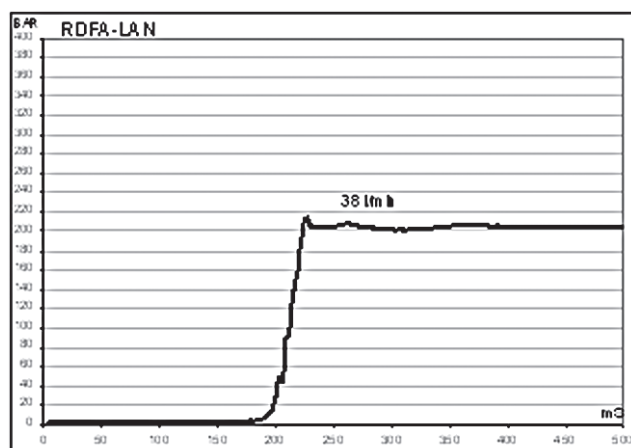
V tem območju zato ventil deluje kot blažilec in preprečuje tlačne konice. Fluid se ne vrača nazaj v tlačni vod, zato tu izgublamo koristno energijo, vendar pa takšen način delovanja zagotavlja stabilnost dušenja tlačnih sunkov.

ventila hkrati spreminja tudi njegova začetna vrednost. V marsikateri aplikaciji leži začetna vrednost tlaka "mehkega" prelivnega ventila previsoko in je zato čas porasta tlaka prekratek. Za zaščito črpalk, pri katerih se tlačne konice pojavijo ob blokadi pretoka fluida, bi bilo smiselno uporabiti ventil s čim nižjim začetnim tlakom in čim daljšim časom naraščanja tlaka. Za takšne primere obstaja mehki prelivni ventil z razbremenitvijo, ki je v izhodiščni legi odprt.

Na sliki 7 je prikazan porast tlaka pri štirih predhodno opisanih ventilih ob istih pogojih delovanja, ko tok vrednosti približno 38 l/min hipno usmerimo na ventil. Pri posredno delujočem ventilu batne izvedbe RPGC (graf levo zgoraj) skoči tlak daleč nad nastavljeno vrednost. Tlačna konica je lahko še višja pri višjih hitrostih porasta tlaka ali pa pri višjih vrednostih toka. Primerjava s posredno delujočim

v sistemu oz. v napajalnem vodu ventila. Delovni bat prelivnega ventila je

Slika 6 predstavlja primer, ko se z nastavitvijo najvišje vrednosti tlaka



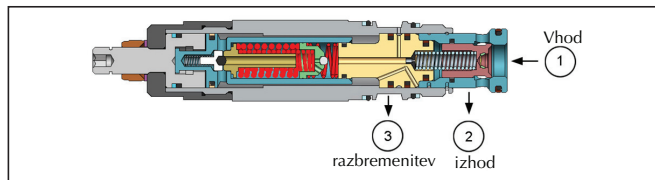
Slika 7. Potek tlaka v odvisnosti od časa pri štirih različnih prelivnih ventilih. Hidravlična shema preizkusa in pogoji delovanja so enaki, kot so prikazani na prejšnji sliki 6.

prelivnim ventilom sedežne izvedbe RPGS (krivulja desno zgoraj) kaže, da je tlačna konica pri slednjem bistveno manjša in da je velik delež te konice odvisen od konstrukcije delovne stopnje ventila. Delovna stopnja ventila RPGS je bat s pozitivnim prekritjem. Kadar v delovni stopnji uporabimo sedežni ventil, kot kaže primer pri ventilu RPGS, se že pri majhnem gibu bata odpre prelivna odprtina po vsem obsegu bata, kar zagotavlja boljše odzivnost ventila in onemogoča nastanek večjih tlačnih konic. Če nadalje primerjamo posredno in neposredno delujoče prelivne ventile sedežne izvedbe, pa je očitno, da se tlačne konice pri neposredno delujočih ventilih še bolj znižajo. Neposredno delujoč sedežni ventil RDFA (graf levo spodaj) omogoča še nekoliko manjšo tlačno konico, ki presega nastavljeno vrednost prelivnega ventila. Dinamična obremenitev hidravličnih sestavin pa je najmanjša ob uporabi "mehkega" prelivnega ventila RPGT (krivulja desno spodaj). Tlak sicer naraste in opazno zaniha nad začetno vrednost, vendar je ta konica še vedno precej pod nastavljeno oziroma najvišjo vrednostjo tlaka takšnega ventila. Zgornjo nastavljeno mejno vrednost tlaka prelivnega ventila doseže naraščajoči tlak v linearnem porastu po približno 300 ms. V nekaterih primerih je začetna vrednost "mehkega" prelivnega ventila še vedno previsoka, zato bi si želeli še nižjo začetno vrednost in še bolj počasen porast tlaka. To nam omogočajo "mehki" prelivni ventili z razbremenitvijo.

Nastavljiv "mehki" prelivni ventili z razbremenitvijo

Slika 8 prikazuje prerez "mehkega" prelivnega ventila z razbremenitvijo. Delovno stopnjo ventila lahko razbremenimo z uporabo dodatnega (tretjega) voda na povratni strani prelivnega ventila, kar lahko uporabimo npr. za zagon črpalke v razbremenjenem stanju. Tlak se prične zviševati, ko tretji vod ventila zapremo. Posebnost takšnih ventilov je, da je njihova krmilna stopnja normalno odprta in šele ko ustrezen tok olja prodre v krmilni del ventila, pritisk bat krmilnega dela ventila sedež na njegovo mesto in prične se zviševati

nastavitev tlaka ventila. Slika 9 kaže porast tlaka v določenem času v odvisnosti od nastavitve ventila. Vod 3 takšnega prelivnega ventila je lahko tudi stalno zaprt in tako dobimo



Slika 8. Prerez "mehkega" prelivnega ventila z razbremenitvijo

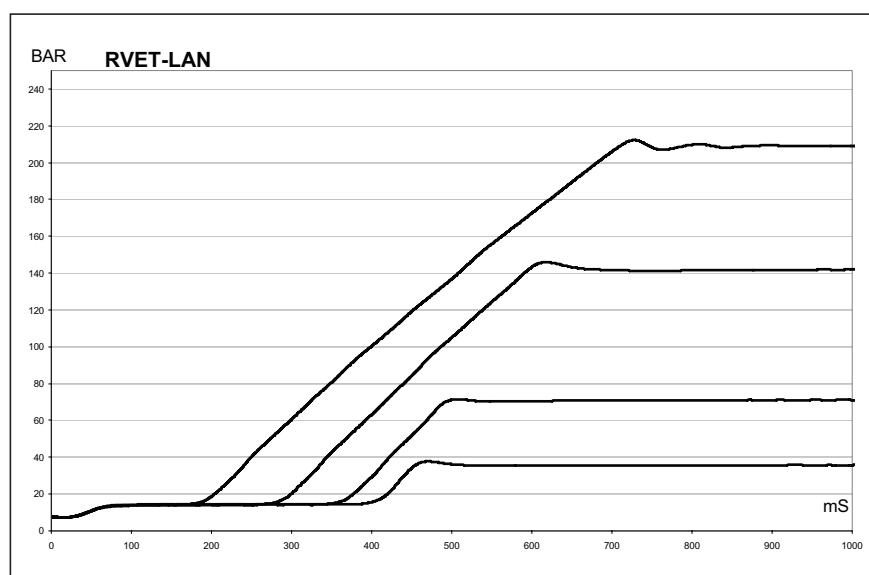
"mehek" prelivni ventil z zelo nizko začetno vrednostjo in še daljšim časom rasti tlaka. "Mehki" prelivni ventil z razbremenitvijo je v praksi zamenljiv z drugimi standardnimi ventili. To pomeni, da lahko v isto izvrtino vgradimo tako standardno kot "mehko" izvedbo ventilov istega velikostnega razreda.

Slika 10 kaže krmilni blok s prelivnim ventilom z razbremenitvijo in 2/2 elektromagnetnim ventilom. Z vklapljanjem in izklapljanjem ventila lahko v neugodnih razmerah nastanejo tlačne konice. To se zgodi na primer takrat, ko so tlačni vodi zelo togi in tlak hitro naraste, ali pa v primeru, ko razbremenimo velik tok fluida pod visokim tlakom v povratni vod v kratkem času. Izkušnje kažejo, da se v slednjem primeru pojavijo tlačne

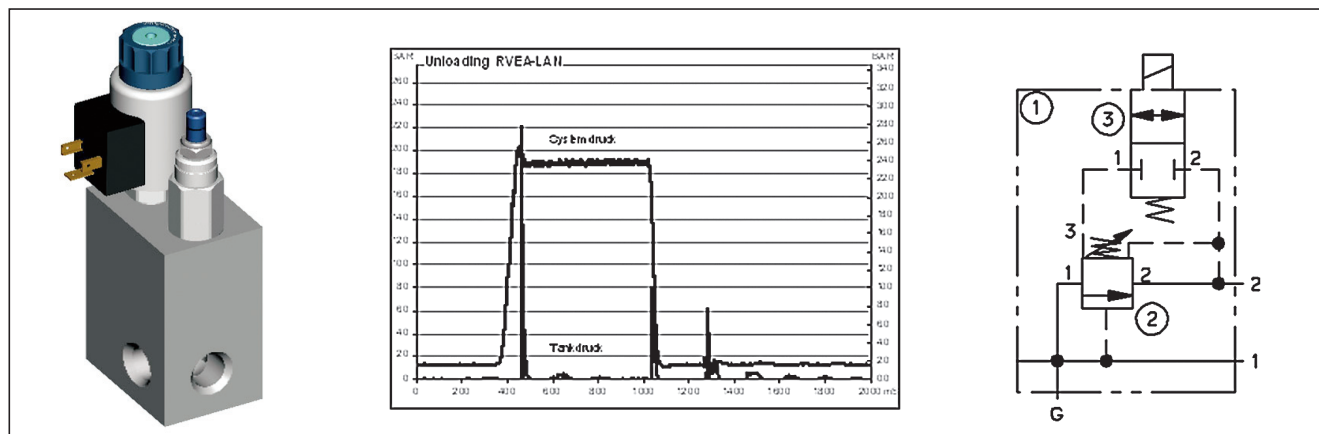
konice tudi v povratnemvodu, posebej pa so lahko izrazite v primeru, ko povratni vod deluje kot resonančno telo in se lahko poškoduje tudi filter. Slika 11 kaže enak krmilni blok, vendar z vgrajenim "mehkim" prelivnim ventilom, ki skrbi za "mehkejši" dvig tlaka. Tlačne konice ob razbremenitvi lahko zmanjšamo, če na krmilnem vodu uporabimo elektromagnetni ventil s počasnejšim preklopnim časom.

3-potni prelivni ventili

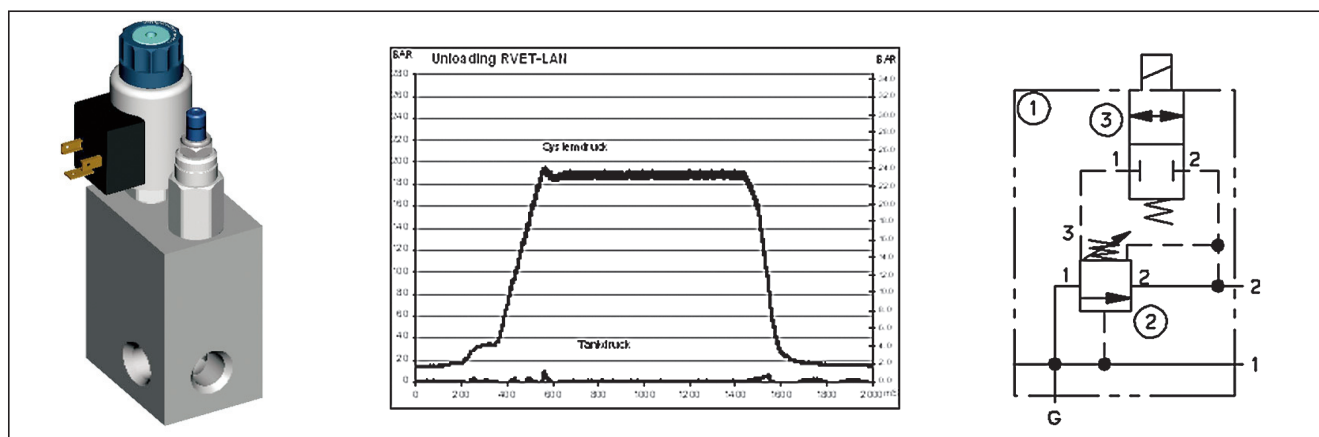
Prelivni ventil z razbremenitvijo lahko uporabimo tudi kot tripotno tlačno tehtnico. Tako lahko vod 1 povežemo z dotokom na zunanjo dušilko in vod 3 z odtokom iz dušilke. Ko je tlačna razlika na zunanji dušilki, ki jo lahko ustvarimo tudi s proporcionalnim potnim ventilom, prekoračena za približno 10 barov, se ventil odpre in prekomerni tok usmeri na povratni vod. Na ta način je fluid krmiljen tako, da lahko napajalni tlak preseže tlak na odtoku iz zunanje dušilke le za določeno vrednost, približno 10 barov. Delovna stopnja ventilov RV*T deluje v tu opisani 3-potni funkciji, prednapetje vzmeti na



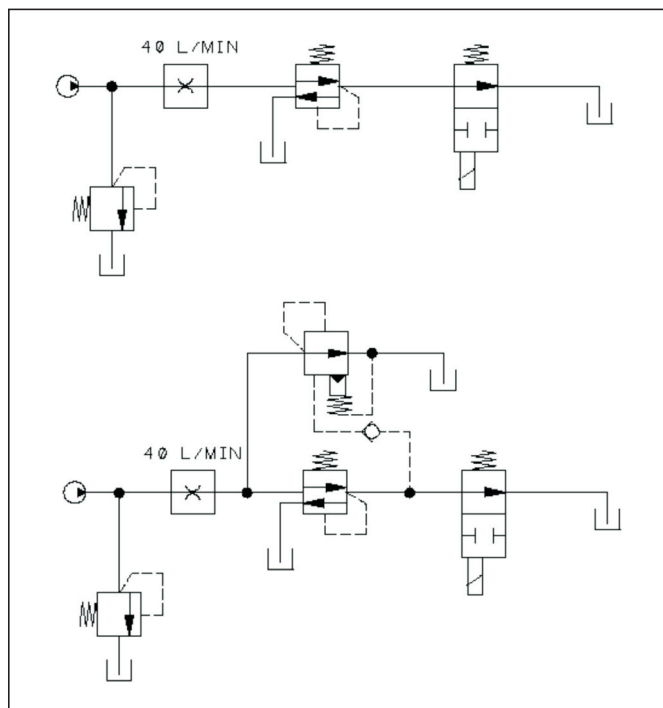
Slika 9. Porast tlaka pri "mehkem" prelivnem ventilu z razbremenitvijo ob različnih nastavitvah tlaka. Elektromagnetni ventil na vodu 3 je bil zaprt vsa-kokrat do istega trenutka. Med preizkusom je bil tok fluida 38 l/min.



Slika 10. Prelivni ventil z razbremenitvijo in 2/2-potnim ventilom. Potek tlaka na črpalki in na povratnem vodu v odvisnosti od časa.



Slika 11. Mehki prelivni ventil z razbremenitvijo in 2/2 potnim ventilom s počasnejšim preklpom. Potek tlaka na črpalki in na povratnem vodu v odvisnosti od časa.



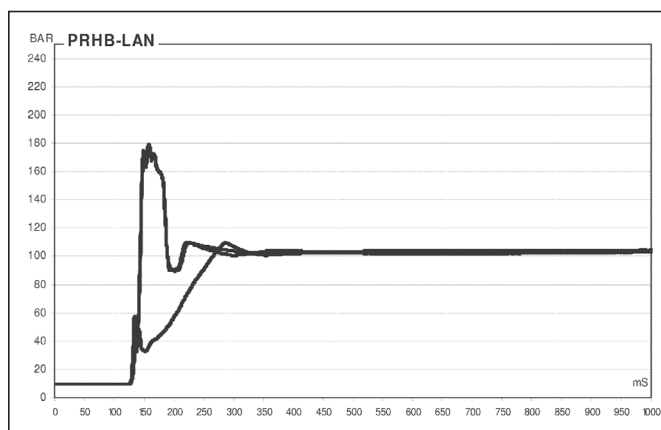
Slika 12. Shemi s tlačnim ventilom. Zgoraj: napajanje tlačnega ventila s konstantnim tlakom. Spodaj: dodan "mehki" prelivni ventil z razbremenitvijo, ki deluje kot tripotna tlačna tehnica.

delovnem batu pa določa tlačni padec na zunanji dušilki. Sočasno pa tak ventil deluje tudi kot prelivni ventil. Če ga nastavimo na primer na 150 barov, potem ventil omogoči tok fluida iz napajalnega v povratni vod takrat, ko sistemski tlak prekorači nastavljeno vrednost. Ventili RV*T so tako lahko tlačne tehnice in prelivni ventili obenem.

Običajno se tlačne tehnice uporabljajo v kombinaciji s tokovnimi

ventili. Ventili RV*T pa lahko kontrolirajo tudi tlak na reducirnem ventilu, ki se uporablja za regulacijo tlaka. Shema na sliki 12 kaže reducirni ventil pri toku fluida 40 l/min. Tlak na izhodu ventila je najprej zelo nizek, medtem ko je potni ventil odprt v povratni vod (slika 13).

Ko se potni ventil zapre, se tlak fluida poviša do vrednosti, nastavljene na reducirnem ventilu. Z vidika reducirnega ventila deluje potni ventil, ki se odpre in potem zapre, kot hidravlični valj, ki se z lahkoto pomika proti togi oviri. Kadar reducirni ventil deluje v kombinaciji s standardno 3-potno tlačno tehniko ali ko je napajan s fluidom s konstantnim tlakom, takrat regulirani tlak pogosto naraste visoko nad zelenega (krivulja na sliki 13). V kombinaciji z "mehkim" ventilom RV*T pa narašča napajalni tlak počasneje in enkomerno, zato tudi regulirani tlak na izhodu iz reducirnega ventila ne narašča hitreje. Ko hidravlični valj naleti na togo oviro,



Slika 13. Porast reguliranega tlaka (med reducirnim ventilom in potnim ventilom na shemi s slike 12) v odvisnosti od časa pri zapiranju potnega ventila. Tlačna konica nastane pri napajanju s konstantnim tlakom ali pri uporabi nedušene tlačne tehtnice. Počasni porast tlaka nastane ob uporabi "mehkega" prelivnega ventila in tlačne tehtnice.

se na reducirnem ventilu tlačna konica ne pojavi (druga krivulja na sliki 13). Preklop pa lahko še podaljšamo s protipovratnim ventilom v krmilnem vodu, ki omeji signal bremena, vendar pa vseeno omogoča, da ta prodre v ventil RV*T. Signal poteka proti pilotnemu toku. Paziti je treba, da je nastavitev mehkega prelivnega ventila (na primer 150 bar) dovolj visoko

tlačne konice in hitre spremembe vrednosti tlaka. Na voljo so tudi v izvedbi z razbremenitvijo. V tem primeru omogočajo še počasnejše naraščanje tlaka ob nižji začetni vrednosti in se lahko uporabljajo tudi za zaščito črpalke. Drugi primeri uporabe "mehkih" prelivnih ventilov so:

- zasučni pogoni za večje mase – pri zobniških pogonih omogoča poča-

nad nastavitvijo reducirnega ventila (na primer 100 bar). Nastavitev samega prelivnega ventila ne vpliva na regulirani tlak.

Zaključek

"Mehki" prelivni ventili omogočajo počasnejše naraščanje tlaka (približno 150 do 400 ms) kot pri konvencionalnih prelivnih ventilih, s tem pa preprečujejo

snejše naraščanje tlaka ob premiku bremena enakomernjši tek zobnikov, brez sunkov na stranice zob;

- hidrostatični pogoni – "mehki" prelivni ventili se tu uporabljajo za preprečevanje tlačnih konic v povratem vodu, na primer pri vzvratnem delovanju;
- splošni primeri, kjer se pojavljajo tlačne konice – "mehki" prelivni ventili so zamenljivi z ostalimi standardnimi prelivnimi ventili, zato je preverjanje njihovega učinka enostavno;
- "mehki" prelivni ventili z rabremenitvijo se lahko sočasno uporabljajo kot 3-potna tlačna tehtnica in prelivni ventil – v tem primeru omogočajo mehke prehode pri regulaciji tlaka in zmanjšujejo tlačne konice, na primer ko hidravlični valj zadene ob oviro. V kombinaciji s tokovnimi ventili jih lahko uporabljamo za mehke zagone.

Nadaljnje informacije: Kladivar Žiri, d. d., tel.: 04 5159 209, e-mail: ales.bizjak@kladivar.si, www.kladivar.si; Sun Hydraulik GmbH, www.sunhydraulik.de

nadaljevanje s strani 152

■ International Fluid Power Society Fall Meeting (Jesensko srečanje Mednarodnega združenja za fluidno tehniko)

19.–22. 09. 2007
Strongville, Ohio, USA

Informacije:

- The International Fluid Power Society
- tel.: + 01 800 303 8520
- faks: + 01 856 424 9248
- e-pošta: Askus@ifps.org
- internet: <http://www.ifps.org/organisation/Meetings/index.htm>

■ K 2007 – Kunststoff und Kautschukwelt 2007 (Mednarodni sejem gume in umetnih mas 2007)

24.–27. 10. 2007
Düsseldorf, BRD

Informacije:

- internet: www.k_online.de

■ 2007 SAE Power Train Fluid Systems Conference (SAE konferenca o pogonskih kolektivih in fluidni tehniki 2007)

29. 10.–01. 11. 2007
Chicago, Illinois, USA

Informacije:

- SAE
- tel.: + 01 724 776 4841
- faks: +01 724 776 0790
- e-pošta: mjena@sae.org
- internet: <http://www.sae.org/events/pfs/cfp.htm>

nadaljevanje na strani 192

Uporaba sistema MultiMove za hkratno krmiljenje več robotskih rok

Tomaž LASIČ

Izvleček: MultiMove je funkcija, vgrajena v programsko opremo IRC5, ki omogoča krmiljenje do štirih robotov in zunanjih osi ali drugih naprav, ki se popolnoma koordinirano sočasno premikajo. Inštalirali smo robotske sisteme s pozicionirnim robotom in z enim ali dvema varilnima robotoma. Pozicionirni robot lahko premakne varjeni predmet v optimalno varilno pozicijo.

Ključne besede: MultiMove, RobotStudio, Robot, IRC 5,

■ 1 Uvod

Zaradi zahtev po povečevanju kapacitete in pri večji tehnični zahtevnosti robotskih aplikacij se pojavljajo sistemi s sodelujočim delovanjem več robotov. Pogosto več robotov hkrati obdeluje en izdelek. V takih primerih je potrebno skupno delo več robotskih rok ustrezno krmiliti, kar pa ni le zagotavljanje izogibanja trkom. Želimo natančno sinhronizacijo gibanja in dela tako, da lahko več robotov skupaj naredi več kot ločeni roboti. Na primer: dva robota lahko dvigneta objekt, ki je pretežak ali preveč upogljiv za posameznega robota. V ta namen je bila razvita funkcija MultiMove, ki je vgrajena v programsko opremo IRC5, in je bila uporabljena pri številnih aplikacijah sodelujočih robotov.

■ 2 Sistem MultiMove

Sistem MultiMove omogoča sinhronizirano in koordinirano delo do štirih robotskih rok hkrati. Primer take uporabe smo izvedli s sistemom ABB MultiMove, pri tem roboti varijo izdelke in strežejo obdelovalnemu stroju. MultiMove je funkcija, ki omogoča popolno koordinacijo do štirih robotskih rok, pozicionirnikov ali drugih

naprav. Ta razširjena funkcionalnost je možna zaradi procesne moči in modularnosti krmilnega modula IRC5. Krmilnik je zmožen izračunati pot za sistem z največ 36 osmi.

2.1 IRC 5

IRC 5 je 5. generacija robotskih krmilnikov ABB. Krmilnik omogoča modularno sestavo glede na potrebe aplikacije. Za posamezen robotski sistem potrebujemo le en krmilni

modul, ne glede na to, ali imamo samostojnega robota ali več robotov. Pri razširitvi števila robotov moramo dodati le pogonski modul za vsako robotsko roko do skupaj največ štirih pogonskih modulov.

2.2 Delovanje MultiMove

Pri sistemu MultiMove, nosilna naprava obdelovanega objekta, ki je lahko robot ali pozicionirnik, krmili gibanje obdelovanega objekta (work object) [1]. Ostale naprave se gibljejo koordinirano glede na ta objekt. To dosežemo tako, da določimo koordinatni sistem objekta za vse naprave, ki se gibljejo relativno na obdelovani objekt.

Da bi ostalo programiranje čim bolj podobno programiranju pri samostojnih robotih, imamo za vsako robotsko roko ali drugo napravo svoj program. Ta program je možno napisati in popravljati kot vsak ABB-jev program RAPID.

MultiMove omogoča štiri različne načine gibanja:

- neodvisno,
- pogojno neodvisno,
- sinhronizirano,
- koordinirano sinhronizirano.



Slika 1. Modularni krmilnik IRC 5

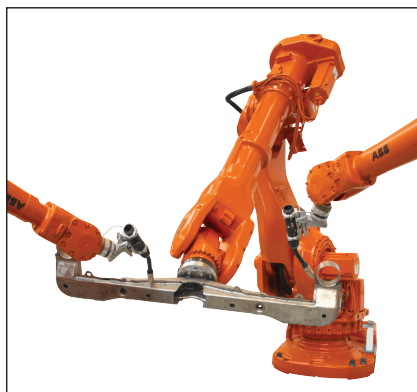
Tomaž Lasič, univ. dipl. inž., ABB, d. o. o., Ljubljana

Pri neodvisnem gibanju se vsak program izvaja neodvisno drug od drugega, kot bi imeli več ločenih krmilnikov. Skupen je le start programa.

Pri pogojno neodvisnem gibanju imamo programe, ki se izvajajo neodvisno do določene pozicije v programu, kjer se počakajo.

Pri sinhroniziranem gibanju se vse naprave, ki so v izbrani skupini, premikajo skupaj, tako da imajo skupen začetek in konec vsakega giba.

Pri koordiniranem sinhroniziranem gibanju se vse naprave v skupini gibljejo hkrati in relativno na obdelovani objekt, ki ga krmili izbrana naprava (robot ali pozicionirnik).

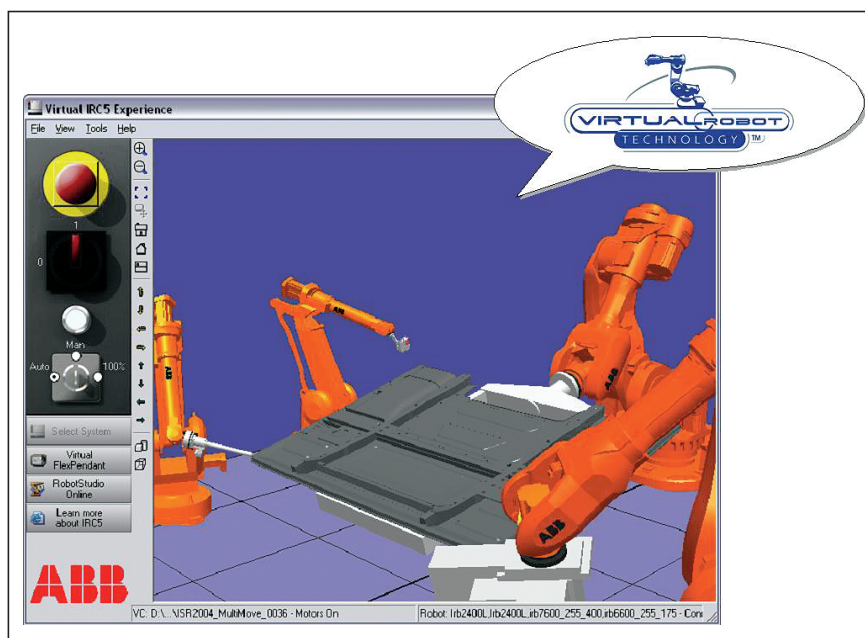


Slika 2. Sinhronizirano gibanje robotov

Pri sistemu MultiMove nimamo principa gospodar-suženj, kjer določimo enega robota kot glavnega, ostali pa mu sledijo. V našem primeru imamo popolnoma fleksibilen sistem, ki lahko med izvajanjem programa preklaplja med sinhroniziranim in neodvisnim gibanjem. Poljubno lahko določimo, katere naprave so med seboj odvisne in katere ne. Tak nabor lahko med izvajanjem programa poljubno spreminjamo.

■ 3 RobotStudio

RobotStudio je programski paket za simulacijo in offline programiranje robotov [2]. Gibanja robotov izračuna program VirtualRobot, ki uporablja dejansko kodo robotskega krmilnika, ki se naloži na vaš PC. Tako lahko uporabljamo RobotStudio za šolanje, testiranje prototipov, preverjanje postavitve robotske celice pred izvedbo in popravljanje programov brez zaustavitve proizvodnje.



Slika 3. Virtualna celica MultiMove

3.1 MultiMove PowerPack

RobotStudio omogoča dodajanje programskih nadgradenj PowerPack, ki olajšajo delo z določenimi aplikacijami, kot so varjenje, lakiranje, rezanje. Tako imamo na razpolago tudi MultiMove PowerPack, ki poenostavlja programiranje sistemov z več roboti [2].

PowerPack poenostavlja ustvarjanje virtualne celice z več roboti. Program generira pot za vse robote v koordiniranem gibanju na podlagi geometrije obdelovanega objekta, na primer var pri obločnem varjenju. Pri tem lahko določimo pogoje za vsakega robota posebej, npr. dovoljen kot nagiba izven horizontale pri nanašanju lepila ali pri varjenju. Omejimo lahko gibanje posameznih osi, če imamo omejitve zaradi kablov na robotski roki.

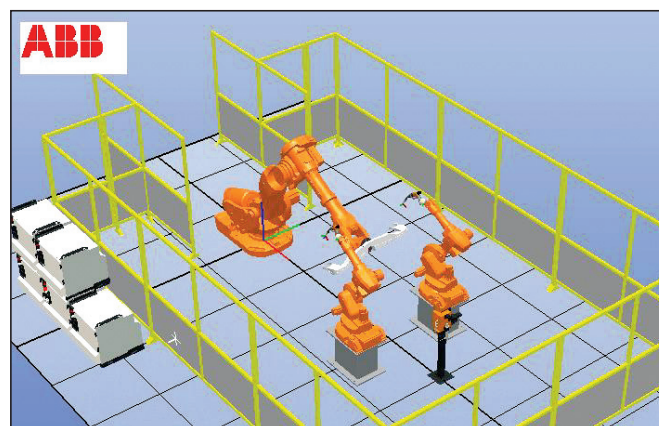
■ 4 Varilne robotske celice

Da bi se izognili velikim zalogam, je potrebno izdelovati manjše serije izdelkov glede na naročila. To zahteva prilagodljivo proizvodnjo. Poleg tega izdelki lahko

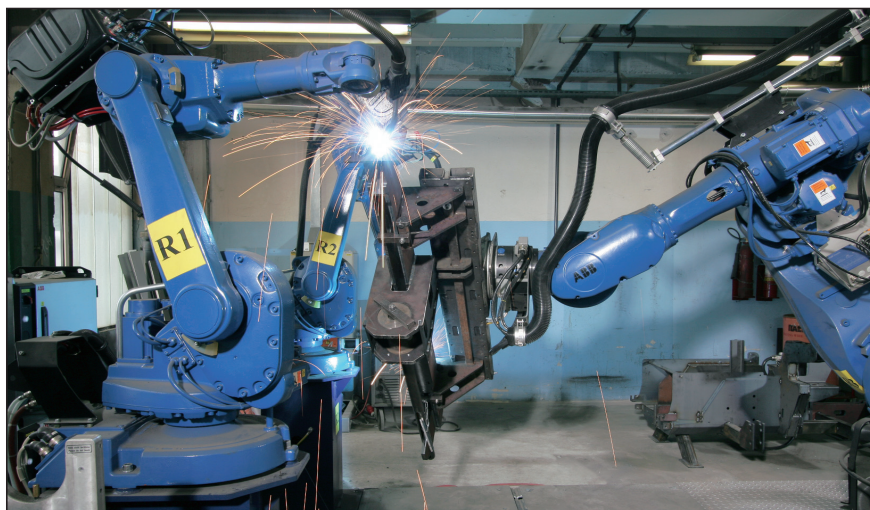
zahtevajo veliko varjenja, predvsem debelejših pločevin. Če želimo dobiti optimalen var, mora biti lega varjenca v optimalnem položaju. Pri običajnih robotskih celicah se uporabljajo pozicionirniki z eno ali redkeje z dvema osema.

V našem primeru pa smo uporabili namesto pozicionirnika 6-osni robot, ki lahko drži varjenec vedno v optimalni legi. Poleg tega lahko robot prenaša izdelek od vhodnega mesta k izhodni paleti z vmesnimi operacijami.

Do sedaj smo izdelali tri take robotske celice. Dve celici imata po enega robota za varjenje in enega pozicionirnega robota za prenašanje obdelovanca. Ena celica ima dva varilna robota in enega pozicionirnega (slika 4). Pozicionirni roboti so



Slika 4. Celica s tremi roboti – prvi robot drži varjenec ostala dva hkrati varita



Slika 5. Roboti med delovanjem

opremljeni z avtomatskimi izmenjevalniki orodij. Pozicionirni robot lahko brez zastoja avtomatsko menja prijemalna orodja med izvajanjem programa. To nam omogoča enostavno menjavo proizvodnje tudi za en sam kos brez zastojev. Prijemala, ki niso trenutno v uporabi, odloži na ležišča za shranjevanje.

Pozicionirni robot lahko prenaša obdelovanec med različnimi operacijami (varjenje, vstavljanje v CNC-stroj, hlajenje izdelka, ročni posegi med varjenji, zlaganje na paleto). S tem na enem mestu združimo večje število operacij in zmanjšamo potreben prostor in transport med posameznimi napravami.

Pozicionirni robot neodvisno od varilnega robota prime pripravljeni obdelovanec in ga prinese do položaja za varjenje. Oba robota se preklopita v koordinirano sinhronizirano gibanje in varilni robot začne z varjenjem.

Pozicionirni robot med varjenjem obrača obdelovanec tako, da je lega vara vedno v optimalnem položaju. Po zaključeni prvi fazi varjenja se robota preklopita v neodvisen način gibanja. Pozicionirni robot nese obdelovanec nazaj k operaterju, medtem ko varilni robot izvaja čiščenje varilnega gorilnika. Nato pozicionirni robot obrne obdelovanec v obdelovalnem stroju. Ko operater pripravi obdelovanec, ga robot zopet odnese do varilnega robota, kjer se izvede naslednja faza varjenja. Po končanem varjenju robot odloži obdelovanec, da se ohladi. Iz obdelovalnega

stroja vzame končan izdelek in ga odloži na izhodno paleto. V obdelovalni stroj vloži ohlajeni obdelovanec za nadaljnjo obdelavo.

Varilni roboti imajo namesto električnega detektorja naleta programskega detektor, ki zaznava nalet varilnega gorilnika bolj natančno kot električni.

Ker kljub detektorju naleta prihaja do deformacij varilnega gorilnika in s tem točke programiranja (TCP), ima vsak varilni robot sistem za samodejno korekcijo točke programiranja, imenovan "Bull's eye" (slika 6).

Ta izboljša tako delovni izkoristek robota kot kvaliteto proizvedenih kosov. Funkcija Bull's eye omogoča preverjanje točke programiranja orodja v konstantnih intervalih, ki mu jih določi operater.

Glede na rezultate preverjanja robot nadaljuje z operacijo, se avtomatsko ponastavi ali obvesti operaterja in počaka na nadaljnje ukaze in navodila, če je napaka prevelika.

Prednosti:

- vzpostavitev normalnega delovanja (skrajša čas zastoja),
- večja kvaliteta proizvedenih delov,
- nastavi kot gorilnika in vrh orodja,
- prilagojen za vse vrste varilnih gorilnikov.

Značilnosti:

- vzdrževanje konstantnega vrha orodja,
- določena frekvenca preverjanja vrha orodja,

- robot ves čas obratuje v avtomatskem načinu,
- hitro preverjanje vzdržuje točnost (ponovljivost) trajektorije.



Slika 6. Sistem "Bull's eye"

5 Sklep

Enkratna funkcionalnost sistema MultiMove postavlja nove standarde v robotski tehnologiji in odpira nova področja robotskih aplikacij, ki prej niso bila možna ali so bila neekonomična. Nova programska oprema za simulacijo omogoča preizkušanje različnih izvedb robotskih celic še pred samo fizično izvedbo.

Literatura

- [1] Christina Bredin, Team-maters, ABB Automation Technologies, Švedska, 2005.
- [2] Jonas Ansemby, Multiple robots, single solution, ABB Automation Technologies, Švedska, 2005.

Use of MultiMove system for simultaneous control of multiple robots.

Abstract: MultiMove is a function embedded into IRC5 software that allows up to four robots and their work-positioners or other devices to work in full coordination. We have installed robot systems with one positioner-robot and one or two arc welding robots. Positioner-robot can put welding object in optimum position to weld.

Keywords: MultiMove, RobotStudio, Robot, IRC 5,

strokovno srečanje

FT'2007

fluidna tehnika 2007





Maribor, 20. in 21. september 2007
Fluidna tehnika 2007

Uvodna beseda Program Povzetki prispevkov Pokrovitelji Za avtorje Za razstavljalce Programski odbor Organizacijski odbor Predhodna srečanja Uporabne povezave Prijava, informacije	najava programa: FLUIDNA TEHNIKA 2007 Strokovno srečanje Fluidna tehnika 2007 nadaljuje tradicijo posvetov in strokovnih srečanj namenjenih predstavitvi novosti, izmenjavi mnenj, izkušenj, spoznanj in dosežkov vseh, ki so povezani s hidravlično in pnevmatično pogonsko tehniko. Prispevki strokovnega dela srečanja bodo predstavljeni v tematskih skupinah, pri čemer bodo uvodna predavanja v posamezno sekcijo imeli svetovno priznani strokovnjaki: > Zadnji dosežki razvoja na področju mobilne hidravlike H. Murrenhoff, IFAS, RWTH Aachen, Nemčija > Uporaba virtualnega inženirstva na področju komponent in sistemov hidravlike in pnevmatike S. Helduser, F. Rüdiger, IFD-Dresden, TU Dresden, Nemčija > Nemške izkušnje pri uvajanju bio olj na področje mobilnih strojev H. Theissen, IFAS, RWTH Aachen, Nemčija > Novosti razvoja in nadzora stanj na področju pnevmatike A. Sator, J. Denk, FESTO AG&Co.KG., Nemčija V nadaljevanju uvodnih prispevkov bodo v posameznih sekcijah predstavljeni številni domači dosežki in novosti, npr.: primerjava sistemov vodne in oljne hidravlike, izkušnje uporabe nove težkogorljive hidravlične tekočine, možnosti nadzora stanj mineralnih olj, uvajanje postopkov hitre izdelave prototipov na področje hidravlike, ..., ter številne novosti na področju komponent in primerov uporabe. Udeležena bodo vsa pomembnejša slovenska podjetja in strokovnjaki, ki se ukvarjajo s to tehniko. V okviru strokovnega srečanja se bomo dotaknili tudi novosti pri izobraževanju na področju fluidne tehnike, ter predstavili vključenost vsebin fluidne tehnike v prenovo izobraževalnih procesov. Pokriti bodo vsi segmenti izobraževalnega procesa, od bolonjskih procesov in vsebin fluidne tehnike na področju univerzitetnega oz. visokošolskega študija, preko prenove vsebin na srednjih in višjih strokovnih šolah, pa do CETOP evropskega certificiranega izobraževanja, ter problematike dopolnilnega izobraževanja vzdrževalcev po programu Leonardo. Ta zelo pomembna sekcija se bo končala z okroglo mizo. Ker je srečanje izvrstna priložnost za nova spoznanja in vzpostavljanje stikov predlagam, da si že danes pribeležite: 20. in 21. september, Fluidna tehnika 2007, Maribor. doc. dr. Darko Lovrec, vodja programskega in organizacijskega odbora FT'2007	novice Srečanje bo potekalo 20. in 21. septembra v Kongresnem centru Habakuk, v Mariboru. Več podrobnosti je že na voljo na spletni strani srečanja: http://ft.fs.uni-mb.si/ spremljevalni dogodki Srečanje bo tudi letos imelo celo vrsto že ustaljenih spremljevalnih dogodkov: > razstava, > predstavitev, > družabni večer, > okrogla miza, > podelitev nagrad za najboljše diplomsko delo s področja hidravlike in pnevmatike.
--	--	---



Fakulteta za strojništvo

Laboratorij za oljno hidravliko

Inštitut za proizvodno strojništvo



 <http://ft.fs.uni-mb.si/>



VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704
 telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Sedem pravil za izboljšanje kakovosti stisnjenega zraka

Biti konkurenčen v sodobnem globalnem gospodarstvu pomeni ne prestando skrbeti za povečanje produktivnosti in dobička. Zato tudi s stisnjenim zrakom kot pomembnim industrijskim energentom lahko odločujoče prispevamo k učinkovitosti naših proizvodnih sistemov.

Poleg vode, plina in elektrike je tudi stisnjeni zrak običajen medij, ki se uporablja pri skoraj vseh industrijskih procesih. Tipična poraba pnevmatične energije predstavlja ekvivalent okoli 10 % do 15 % porabe električne energije v proizvodnem industrijskem podjetju. Je pa značilna razlika v primerjavi z drugimi energenti in pomožnimi mediji, da se ti navadno kupujejo, medtem ko je stisnjeni zrak potrebno generirati »v hiši«. Uporabnik mora torej sam poskrbeti za ustrežno kakovost stisnjenega zraka.

Pri tem se pogosto zanemarija učinkovitost delovanja ustreznih postrojev za pridobivanje in distribucijo stisnjenega zraka, kar lahko povzroča slabšo učinkovitost in povečane stroške proizvodnje.

V nadaljevanju bomo zato povzeli sedem najpomembnejših pravil za izboljšano izrabo stisnjenega zraka v sodobnem industrijskem podjetju.

1. Pravilo – Kompresorski vstopni filtri naj bodo vedno čisti.

Na čistočo kompresorskih vstopnih filtrov se vse prevečkrat pozablja. Okolica vstopnih filtrov naj bo vedno čista. Po možnosti naj bo zaščitena proti prodiranju umazanije, npr. s posebno mrežo. Vgrajeni naj bodo filtri z vložki (npr. 50 µm) za enkratno uporabo. Zagotoviti je potrebno njihovo redno zamenjavo. Na ta način bosta zagotovljena učinkovito delovanje kompresorja in prihranek energije.

2. Pravilo – Nadzor delovanja hladilnikov zraka

Vgrajeni in redno nadzorovani morajo biti ustrezni merilniki tlaka in temperature. Merilnik vstopne temperature hladilne vode naj bo vgrajen skupaj z merilnikom izstopne temperature stisnjenega zraka. Temperatura stisnjenega zraka naj ne bo več kot 10 °C višja od vstopne temperature vode.

3. Pravilo – Ustrezna lokacija sušilnikov zraka in kompresorskega postroja

Lokacija sušilnikov odločujoče vpliva na učinkovitost delovanja. Prostor za zračno hlajeni sušilnik mora biti zračen, tako da je odvod toplote zanesljiv. Kondenzator na hladilnem sušilniku mora biti čist in drenaža zanesljiva. To zagotavlja ustrezno točko rosišča in vzdržuje postroj suh. Filtrirne vložke vstopnega in izstopnega filtra je potrebno menjati vsaj enkrat letno ali po potrebi. Drenažne vode je potrebno redno nadzorovati in čistiti.

4. Pravilo – Pravilna specifikacija zračnih filtrov v inštalaciji stisnjenega zraka

Standardni zračni filtri so navadno na voljo s stopnjo filtriranja 5–50 µm. Zaželen je čim bolj čist zrak (5 µm), seveda ob upoštevanju toka, sprejemljivega padca tlaka, pogostosti vzdrževanja in sprejemljivih stroškov. Mogoč je tudi čistejši zrak, ustrezni filtri pa so na voljo pri različnih dobaviteljih. Premišljeno obravnavajte takšne zahteve in ustreznost specifikacij – nagrajeni boste z večjo učinkovitostjo strojev in produktivnostjo vašega obrata.

5. Pravilo – Vzdrževanje tlaka z ustreznimi regulatorji

Prenizek ali previsok delovni tlak je lahko vzrok dodatnih stroškov. Lahko

je tudi nevaren in povzroča dodatne izgube zaradi netesnosti. Preprosta rešitev je mogoča z vgradnjo regulatorjev s ključavnicami, ki onemogočajo nastavljanje tlaka s strani nepoklicanih oseb. To omogoča pomembne prihranke energije in predstavlja dobro varnostno prakso.

6. Pravilo – Vzdrževanje brezhibnega delovanja naoljevalnikov stisnjenega zraka

Naoljevalniki stisnjenega zraka dodajajo olje v sistem in tako zagotavljajo mazanje krmilnih sestavin in aktuatorjev. Zagotoviti je treba, da je posodica za olje vedno napolnjena z ustreznim lahkim oljem, in poskrbeti, da ne pride do pretiranega mazanja sestavin. Večina izdelovalcev ponuja priključek za avtomatsko polnjenje pod tlakom. Zadolžite nekoga, da to opravlja tedensko in zaščita pred obrabo in korozijo se bo pomembno povečala.

7. Pravilo – Zagotovitev ustreznega usposabljanja – ključ do izpolnitve pričakovanj

Nadzor nad kakovostjo stisnjenega zraka omogoča, da se izboljša kakovost izdelkov in poveča produktivnost obrata. Seveda mora nekaj ključnih sodelavcev poznati in razumeti lastnosti in zahteve obravnavanega delovnega medija ter nadgraditi in nadzorovati njegove izboljšave. Izobraževanje in usposabljanje o delovanju in stroških sistema je pri tem seveda nujno. Najbolj enostavna pot za to je udeležba na tečajih in seminarjih pri vaših lokalnih ponudnikih in dobaviteljih pnevmatike in kompresorjev.

Vir: Gleason, B.: RULES for Improving the Quality of your Compressed Air – Hydraulics & Pneumatics 60(2007)2 – str. 44.

Pripravil A. Stušek



Kako zgraditi tiho hidravlično napravo?



Hidravlični agregat za akumulatorski pogon, ki omogoča obratovanje z znižanjem hrupnosti ob sočasnem varčevanju z energijo

Ko uživate v zabaviščnem parku, sedite v sodobnem gledališču, še bolj pa, ko ležite na operacijski mizi, ne želite, še več: sploh niste pripravljeni poslušati hrupnega delovanja hidravlične naprave za pogon, pozicioniranje in/ali krmiljenje ustreznega stroja, opreme. Takšne zahteve dovolj jasno opredeljujejo potrebe po gradnji tihih oziroma čim manj hrupnih hidravličnih naprav. In ne le na omenjenih področjih uporabe, tudi pri industrijskih in mobilnih strojih in napravah so zahteve glede dovoljene hrupnosti vse strožje.

Splošni interesi sodobnih podjetij in vse zahtevnejši predpisi glede varovanja človekovega okolja sploh dodatno poudarjajo problem hrupnosti v delovnih okoljih sodobnega človeka. V avtomobilski industriji so se npr. stroški za zdravljenje sodelavcev zaradi hrupa močno povečali, zato že kratkoročno načrtujejo splošno izboljšanje ergonomskih, varnostno-zdravstvenih in okoljskih pogojev dela, brez potrebe po posebnih protihrupni zaščiti posameznih

delavcev ob strojih, preskuševališčih ipd.

Na splošno varnostno-tehnični predpisi že omejujejo hrupnost na največ 85 dB (A). Še več: največkrat naj bi se takšna hrupnost zagotavljala že brez posebnih protihrupnih ohišij ali pregrad, ki jih ob remontih in posodabljanju strojev ne bi bilo več potrebno vgrajevati.

V Evropski zvezi od začetka 2006 glede protihrupne zaščite že veljajo ustrezne smernice po direktivi 2003/10/EU. Ta ne zmanjšuje le splošno dovoljenih učinkov hrupa na človeška bitja, ampak omejuje poenoteno dovoljeno zgornjo mejo na 80 dB (A), računajoč na povprečje osemurnega delovnega dne.

Vzroki hrupnosti in njihovo preprečevanje

Hrupnost hidravličnih naprav lahko povzročajo različne sestavine. Padci tlaka in turbulentni tokovi generirajo visoko energijo, ki se po-

tem prenaša in mnogokrat še ojača v drugih sestavinah in strukturnih enotah naprave – stroja. Mnogokrat poslabšajo razmere celo pregrade in prepreke. Tudi omejitve stroškov so lahko vzrok skromnejšega dimenzioniranja konstrukcijskih detajlov, ki potem z manjšo maso niso sposobni absorbirati energije in imajo višje resonančne frekvence.

Zato je priporočljivo upoštevati:

- Zmanjševanje padcev tlaka in pretočnih hitrosti so dobra priporočila za projektiranje hidravlike, toda obravnava naj bo premišljena, če je nujno upoštevati hrupnost.
- Konstrukcijo hidravličnega rezervoarja in podpornih struktur je potrebno obravnavati pazljivo, da bo prenos vibracij čim slabši.
- Sestavine z znano notranjo hrupnostjo in vibracijami je potrebno ustrezno izolirati oz. togo povezati s podporno strukturo.
- Uporaba ustrezno dinamično uravnoteženih elektromotorjev, dušilnikov pulziranja, premišljeno oblikovanje rezervoarjev in nosilnih konstrukcij, uporaba aksialnih batnih črpalk so samo nekatere možnosti izboljšanja razmer.
- Dušilniki pulziranja lahko zmanjšujejo notranjo generacijo hrupa.
- Če delovni cikel stroja to omogoča, je priporočljiva uporaba akumulatorskega pogonskega vezja, saj ta pomembno zmanjšuje imenski velikosti črpalke in pogonskega elektromotorja. Ker je agregat motor – črpalka običajno eden od osnovnih generatorjev hrupa, bo manjši agregat zelo verjetno deloval tudi bolj tiho. Seveda mora biti dimenzioniranje cevodov pazljivo, tako da bodo padci tlakov in hrupnost vodov čim nižji.

Zmanjšanje hrupnosti seveda povzroča dodatne stroške, zato je pred dokončno specifikacijo najvišje stopnje hrupnosti treba pretehtati, kaj je res nujno, sicer nas lahko šokira cena naprave – stroja.

Akumulatorska pogonska vezja

Hidravlični pogonski agregati z akumulatorskim vezjem (glej *sliko*) omogočajo visoko učinkovitost in nizko hrupnost naprav. Osnovne sestavine takšnega agregata so sestavljene iz črpalne enote z nespremenljivo iztisnino, hidravlični akumulatorji in vezje hidravličnih krmilnih ventilov.

Takšna povezava omogoča prekrmljenje iz prostega obtoka v akumulatorsko delovanje s polnjenjem akumulatorja od tlaka predpolnjenja akumulatorja do najvišjega nastavljenega tlaka. Ko se doseže zgornji nastavljeni tlak, se črpalka zopet sa-

modejno preklopi na prosti obtok. Slednji se alternativno lahko izvede tudi preko obtočnega filtra ali hladilnika in filtra.

Takšno vezje zagotavlja varčevanje z energijo, saj črpalka v fazi polnjenja akumulatorja deluje z visokim izkoristkom, v fazi prostega obtoka pa praktično brez izgube energije, saj mora premagovati le majhne izgube tlaka v obtočnem cevovodu.

Načelo delovanja akumulatorskega pogona omogoča pomembno znižanje hrupnosti naprave tudi brez posebne zunanje zaščite (pregrade, ohišja). Uporaba tihih krilnih ali

zobniških črpalk z notranjim ozobjem pa možnosti dodatnega znižanja hrupa še povečuje. Če izbrani način akumulatorskega pogona deluje med obema mejnima vrednostma tlaka, lahko pride do povečanja hrupa ob vsakokratnem vklopu in izklopu faze polnjenja sistema.

Vir: Wenner, D.: Keep it down in there! – Tips for building quiet hydraulic systems – Hydraulics & Pneumatics 60(2007)3 – str. 44.

Pripravil A. Stušek

40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile

JAKŠA
MAGNETNI VENTILI



- vrhunska kakovost izdelkov in storitev
- zelo kratki dobavni roki
- strokovno svetovanje pri izbiri
- izdelava po posebnih zahtevah
- širok proizvodni program
- celoten program na internetu

www.jaksa.si

Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana, tel.: (0)1 53 73 066 fax: (0)1 53 73 067, e-mail: info@jaksa.si

NI LabVIEW National Instruments – Programiranje ni obvezno

Sistem National Instruments LabVIEW SignalExpress znižuje zahtevnost avtomatizacije preprostih nalog pri merjenju.

Družba NI že 20 let ponuja preprosto uporabno grafično alternativo običajnim tekstovnim programskim jezikom na področju integracije in analize V/I-signalov. Nove pridobitve platforme LabVIEW, kot sta integrirano izvajanje matematičnih skriptov na tekstovni osnovi in prenašanje funkcij v vezja FPGA, DSP ter 32-bitne procesorje za izvajanje v realnem času, kažejo, kaj je postala platforma LabVIEW – platforma za načrtovanje sistemov v grafičnem okolju, ki jo odlikujejo orodja in modeli, s katerimi sta mogoča načrtovanje in izvedba kompleksnih sistemov.

LabVIEW SignalExpress razširja zajemanje, analizo in predstavitev podatkov na uporabnike ter aplikacije, ki ne potrebujejo programiranja. To interaktivno merilno okolje se lahko izvaja kot samostojna programska oprema in skrbi za samodejno tvorjenje kode LabVIEW, kar zagotavlja zmožnost razširjanja aplikacij z grafičnim programiranjem LabVIEW.

Programiranje ni potrebno

Tehnologija Express je bila prvotno predstavljena v izdelku LabVIEW 7 Express leta 2003 in je poenostavila grafično programiranje LabVIEW z združevanjem skupnih opravil v višjenivojske enote Express VI in interaktivne pomočnike, ki so bili povezani v program. LabVIEW SignalExpress postopek še bolj poenostavi, saj v celoti odpravi ožičevanje, kar še dodatno skrajša pripravo pogosto uporabljenih postopkov za zajem podatkov in nadzor instrumentov. Ta pristop je še posebej uporaben, kadar razvijate aplikacije, kjer ni potrebna uporaba običajnih programskih jezikov z vsemi dodatki.

Ustvarjanje projektov za beleženje podatkov, izvajanje laboratorijskih meritev in poučevanje v akademskih krogih so le nekateri primeri, kjer je lahko LabVIEW SignalExpress najboljša izbira za vašo aplikacijo.



LabVIEW SignalExpress

– Prenosno beleženje podatkov – »Beleženje podatkov« ima lahko več pomenov, vedno pa vključuje zajem in shranjevanje podatkov, pridobljenih s strojno opremo za zajem podatkov. V večini primerov sta potrebna prikaz podatkov v realnem času in pa možnost pregledovanja zgodovine podatkov v kombinaciji z nekaterimi orodji za statistično analizo. Če vaša aplikacija teh zahtev večinoma ne presega, se lahko zdi pisanje programa v kateremkoli jeziku zamudno in nepotrebno. LabVIEW SignalExpress ponuja interaktivno programsko opremo za izvedbo teh opravil skupaj z zmogljivo konfiguracijo sistema za beleženje podatkov – mogoči so nadzor opozoril in pogojno beleženje, neposreden prenos podatkov v pomnilnik osebnega računalnika, kar zmanjša potrebo po drugem pomnilniku, vgrajenem v strojno opremo za zajem podatkov, in izvažanje podatkov v Microsoft Excel. Z grafičnim programiranjem LabVIEW lahko dodate logiko, ustrezno opozorilo in drugim funkcijam, ki jih LabVIEW SignalExpress ne vključuje. Programska oprema je popolnoma integrirana z več kot 250 napravami za zajem podatkov in zagotavlja optimizirano integracijo strojne opreme za beleženje podatkov NI CompactDAQ.

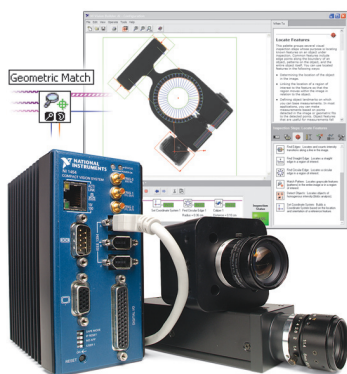
– Laboratorijske meritve – Številnim inženirjem, ki se ukvarjajo z načrtovanjem in potrjevanjem naprav, je znana frustracija pri uporabi namiznih merilnih instrumentov za izvedbo

ponavljajočih se meritev in pri izvedbi meritev, ki zahtevajo uporabo več instrumentov različnih ponudnikov, na primer pri meritvah odzivov na vzbujanje. V takšnih situacijah po-

stane postopek ročnega nastavljanja gumbov in tipk na instrumentu nadležen in odveč. Za avtomatizacijo ponavljajočih se opravil pri nadzoru namiznih instrumentov je trenutno najbolj priljubljena uporaba osebnega računalnika. LabVIEW SignalExpress omogoča avtomatizacijo instrumentov, ki vključuje zajem, analizo in shranjevanje podatkov iz več kot 400 pogosto uporabljenih namiznih ter modularnih instrumentov različnih ponudnikov. Ko se cikel načrtovanja konča in se začne preizkušanje v proizvodnji, lahko samodejno ustvarite grafično kodo LabVIEW in jo vgradite v svoja zaporedja preizkusov. Poleg avtomatiziranih meritev ponuja LabVIEW SignalExpress tudi meritve v živo, ki so vedno na voljo, ravno tako kot na čelnih ploščah svojih namiznih instrumentov.

– Izobraževanje inženirjev – Pri dodiplomskih predavanjih morajo študenti svoj čas pravilno razdeliti med učenje teorije in izvajanje poskusov v laboratoriju. V omejenem času, ki jim je na voljo, številni procesorji v svoja predavanja poleg konceptov le s težavo vključijo tudi resnične meritve. Z izdelkom LabVIEW SignalExpress lahko študenti hitro začnejo z delom, saj jim je na voljo interaktivni pristop do zbiranja resničnih podatkov. Poleg tega je LabVIEW SignalExpress ključni sestavni del nove platforme za poučevanje elektronike, ki jo ponuja družba NI in združuje interaktivno načrtovanje

Izboljšajte obdelavo slike s PAC sistemi Powered by NI LabVIEW



Uporabite programabilne avtomatizacijske kontrolerje (PAC) podprte s strani grafičnega programskega orodja LabVIEW, podjetja National Instruments, da bi lahko:

- Postavili en sistem s tremi pametnimi kamerami
- Zajemali signale iz tisoč kamer vključno z barvnimi, linescan in IR kamerami
- Obdelovali sliko s stotinami realno-časovnih funkcij namenjenih zajemanju in obdelavi slike
- Integrirali obdelavo slike, vodenje motorjev in I/O s pomočjo grafičnega programskega orodja.

Raziščite kako vam lahko NI PAC pomaga osvojiti zmognosti pametnih kamer na ni.com/pac.

+386 3 4254 200



© 2007 National Instruments Corporation. All rights reserved. LabVIEW, National Instruments, NI, and ni.com are trademarks of National Instruments. Other product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies. 8299-104-195

ter simulacijo vezij NI Multisim z delovno postajo za pripravo prototipov in meritve NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS). Študenti lahko preprosto uvažajo rezultate iz simulacijske programske opreme SPICE, na primer Multisim, v LabVIEW SignalExpress, kjer lahko primerjajo in podrobno analizirajo obnašanje vezja.

Ustvarjanje izvorne kode LabVIEW z enim klikom

Ko izberete programsko orodje z vnaprej določenimi funkcijami, obstaja tveganje, da programska oprema ne bo vsebovala določenih funkcij, ki jo potrebujete ali jo boste potrebovali v prihodnje. Projekte, ki so bili razviti s sistemom LabVIEW SignalExpress, je vedno mogoče razviti v popolno okolje za grafično programiranje LabVIEW. Če morate razviti originalne uporabniške vmesnike, vključiti zahtevnejše analize ali svoji aplikaciji dodati logiko po meri, lahko z enim klikom miške ustvarite kodo za grafično programiranje LabVIEW. LabVIEW SignalExpress temelji na tehnologiji LabVIEW Express, tako da je koda ustvarjena iz enakih enot Express VI, kot jih poznate iz sistema LabVIEW SignalExpress. Sistem LabVIEW SignalExpress je poleg tega tudi odprt, tako da lahko programsko opremo razširite z dodatki, ki ste jih izdelali z grafičnim programskim okoljem LabVIEW.

Takšni dodatki ali vmesni koraki, ki so izdelani za sistem LabVIEW SignalExpress, so enkraten način, kako lahko programerji, partnerji in dobavitelji za sistem LabVIEW za svoje izdelke ustvarijo dodatne funkcije po meri.

Vir: National Instruments, d. o. o., Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, Slovenija, tel.: +386 3 425 42 00, faks: +386 3 425 42 12, brezplačna telefonska št.: 080080844, e-mail: ni.slovenia@ni.com, ga. Maja Pavlovič



nadaljevanje s strani 183

2007 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (ASME mednarodni kongres in razstava strojništva 2007)

12. 11.–15. 11. 2007
Seattle, Washington, USA

Informacije:

- kontaktna oseba: Mellissa Torres
- tel.: + 01 212 591 8257
- faks: + 01 212 59 7856
- e-pošta: torresm@asme.org
- internet: <http://www.asme-conference.org/congress07>

Agrotehnika 2007 (Mednarodna kmetijsko-živilska razstava)

13.–17. 11. 2007
Hannover, BRD

Tematika: poleg osnovnih področij kmetijstva in živilstva, razstava obsega tudi obsežen prikaz kmetijskih in gozdarskih strojev, okoljske tehnike, računalniške in informacijske tehnike ter drugih področij povezanih z agro- in biotehniko.

Informacije:

- Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Eschborner Landstrasse 122, 60489 Frankfurt am Main
- tel.: + 069-24788-252 ali -255
- faks: + 069-24788-113
- e-pošta: a.schmidt@dlg.org
- internet: www.agritechnica.com

nadaljevanje na strani 195

Robotizacija nalaganja sodčkov in balonov na palete

V želji povečati kapaciteto proizvodnje, produktivnost in zmanjšati stroške so se v Pivovarni Union odločili za predelavo linije za polnjenje balonov vode Zala (slika 1) in zamenjavo linije za polnjenje sodčkov piva (slika 2). Obstoječo linijo za polnjenje sodčkov smo izdelali leta 1991 v INEI in je od takrat delovala brez problemov. Prav zaradi tega in zaradi robustnosti stare linije je vodstvo pivovarne obnovo zaupalo našemu podjetju.

Pri liniji za razlaganje praznih in nalaganje polnih sodčkov piva, vključno z vertikalnim transporterjem, je bilo potrebno zamenjati obstoječa robota (samogradnje) z robotoma vodilnega evropskega proizvajalca robotov ABB (Asea Brown Boveri). Prvi robot serije IRB660 je namenjen razlaganju praznih sodčkov, drugi pa nalaganju polnih. Obstoječo transportno linijo za razkladanje in nakladanje v kleti smo zamenjali z novo (23 transporterjev) ter jo dopolnili z obstoječim ovijalcem in etiketirko, tako da poteka vsa manipulacija palet s sodčki avtomatsko preko horizontalnih transporterjev, poravnalnika sodčkov, skladišča praznih palet, ovijalca naloženih palet, vozička ter etiketirke do regalnega skladišča. Posodobili smo obstoječi vertikalni transporter, ki skrbi za dostavo palet s praznimi sodčki iz pritličja v klet ter odvoz palet s polnimi sodčki iz kleti v regalno skladišče. Predelati in dopolniti je bilo potrebno tudi čistilno in polnilno linijo za sode z obračalnikom sodov in štirimi transporterji.

Linija je namenjena manipulaciji različnih palet:

- palete UNION (1000 x 1200 mm), na katerih je lahko 6 velikih sodčkov (50 l) vedno v enem nivoju,
- palete UNION, na katerih je 12 malih sodčkov (25 l) v dveh slojih (2 x 6) brez vmesnega kartona,
- palete UNION, na katerih je 12 malih sodčkov (25 l) v dveh slo-



Slika 1. Robotizirana manipulacija balonov, napolnjenih z vodo Zala

- jih (2 x 6) z vmesnim kartonom in
- palete ITALIJA (1080 x 1200 mm), na katerih je 16 sodčkov (30 l) v dveh slojih (2 x 8) ali 24 sodčkov v treh slojih (3 x 8). Sodčki se vedno nalagajo v dveh nivojih z vmesnim kartonom.

Viličar v pritličju naloži dve paleti z zahtevanimi sodčki, ki jih vertikalni transporter spusti v klet na linijo za razkladanje praznih sodčkov. Linija je sestavljena iz valjčnih transporterjev, verižnih transporterjev, skladišča palet in poravnalnika sodčkov. Delavec pripravi paleti na razkladanje tako, da odstrani samolepilne trakove, folije, po potrebi odstrani sodček ali paleto oziroma preloži sodček ali paleto ipd. V nadaljevanju se sodčki na paleti avtomatsko poravnajo v pravilne položaje za razkladanje. Robot razloži celo paleto, sodček za sodčkom, na linijo za čiščenje in polnjenje. Prazna paleta se avtomat-

sko uskladišči, kjer čaka na ukaz drugega robota za izskladiščenje.

Polni sodčki se pripeljejo do linije za nakladanje, ki je sestavljena iz valjčnih transporterjev, avtomatskega vozička, ovijalca in etiketirke. Glede na izbrani program robot naloži sodčke na prazne palete in te se nato ovijejo, označijo in transportirajo v visoko regalno skladišče.

Krmilje transporterjev in vertikalnega transporterja je izvedeno s krmilnikom SIEMENS S7-300 z ustreznim številom digitalnih vhodov in izhodov. Motorje transporterjev poganjajo frekvenčni regulatorji Danfoss. V ta namen je bila izdelana tudi nova krmilna omara. Na krmilnik sta priključena dva operatorska pulta:

- SIEMENS MP177, prenosni pult z možnostjo priključitve na treh različnih lokacijah, namenjen diagnosticiranju in ročnemu upravljanju naprav v kleti,
- SIEMENS OP7, namenjen ročnemu upravljanju naprav v pritličju.



Slika 2. Linija za polnjenje sodčkov

Drugi projekt v Pivovarni Union je bil dodelava linije za polnjenje vode Zala. Dodali smo dva transporterja, zasun in šestosni robot ABB IRB4400 z nosilnostjo 60 kg in dosegom 1,95 m. Robotska celica je namenjena zlaganju 18,9-litrskih balonov v posebne plastične palete (BIPP Bottle-Guard, dimenzije 1200 x 1000 mm). Kapaciteta palete je 2-krat po 4 x 5 balonov. Kapaciteta robotske celice je 300 balonov/uro.

Delavec najprej odloži prazno paleto v prvo kletko K1 ali drugo kletko K2. Ko se pripeljeta polna balona iz polnilnega stroja, se prvi balon ustavi pod prijemalom robota, drugega pa zadrži zasun. Robot prime balon in ga vloži v skrajno točko najnižjega utora plastične palete (1. sloj – 1. balon). Drugi balon se na mesto prijema pripelje, ko robot odstrani prvega. Robot zlaga balone v plastično paleto, dokler ta ni polna,

ko se to zgodi, se vrata kletk zaprejo tako, da delavec lahko zamenja polno paleto s prazno, medtem pa robot zlaga balone v drugo kletko s prazno paleto.

V krmilni omari transporta so nameščeni vsi potrebni elementi: krmilje, vključno s frekvenčnim regulatorjem DANFOSS za krmiljenje vrat kletke K1 in K2. Na zunanji strani omare pa so tipke in lučke za upravljanje transporta in vrat. Za krmiljenje transporterjev in zasuna je uporabljen krmilnik ABB s 16 vhodi in 16 izhodi, ki upravlja tudi robota.

Projekta sta zajemala vse faze tehnološkega razvojnega projekta na ključ, od idejno zasnove do predaje v obratovanje. Tehnološka izvedba je primerna za rešitve v različnih proizvodnih okoljih, poleg prehranske industrije tudi v avtomobilski, kemijski in elektronski industriji.

Podjetje INEA sodeluje z naročnikom tako v začetni fazi pri zasnovi oziroma predelavi stroja ali linije s svetovanjem na osnovi številnih izkušenj kot skozi celotni življenjski cikel projekta. INEA, d. o. o., (www.inea.si) pri tem skupaj s podjetji ABB, d. o. o., (www.abb.si) in INOPROJEKT, d. o. o., (www.inoprojekt.si) nudi naročniku celoten nabor del iz strojegradnje, kar omogoča dobavo celotnega stroja, naprave ali linije in vključuje:

- strojno opremo, vključno z mehanskimi deli, hidravliko, pnevmatiko,
- elektroopremo, vključno s senzorji in pogoni,
- računalniško krmilno opremo in
- robote.

Vir: INEA, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 513 81 17, fax: 01 513 81 70, internet: www.inea.si, e-mail: damjan.remih@inea.si, Damjan Remih, dipl. inž.



- kompaktno in cenovno ugodno
- najhitrejši robot v svojem razredu za dvig produktivnosti
- vsa elektro in pnevmatska napeljava vgrajena v notranjost robota
- enako krmilje in programski jezik kot pri ostalih Staubli robotih
- servis in tehnična podpora

NOVO

DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

zastopstvo in prodaja robotov Stäubli



DOMEL d.d. Otoki 21, 4228
4228 Železniki, Slovenija

T: +386 (0)4 51 17 355
F: +386 (0)4 51 17 357
E: info@domel.com
I: www.domel.com

Hitre spojke Parker ST v nerjavni izvedbi

Novost v prodajnem programu podjetja Hidex so visokokvalitetne hitre spojke Parker ST v nerjavni izvedbi. Spojke z dimenzijami od 1/8" do 1" 1/2, z najvišjim delovnim tlakom med 120 in 290 barov in delovnim temperaturnim območjem med -40 in 200 °C so načrtovane za dolgotrajno uporabo v živilski industriji, pri visokotlačnih napravah, kjer uporabljajo kot medij vodo ali vodno paro, in za prenos hladilnih tekočin. Na voljo so izvedbe z zunanjim in tudi z notranjim navojem.



Vir: HIDEX, d. o. o., Ljubljanska c. 4, 8000 Novo mesto, tel.: 07 33 21 707, faks: 07 33 76 171, splet: www.hidex.si, e-mail: hydraulics@hidex.si

Magnetni senzor MZ2Q za valje s C-utori

MZ2Q C-slot je prvi magnetni senzor na svetu za prijemala in valje s C-utori, ki je učljiv. Njegovo ohišje je kompaktno in majhnih dimenzij. Elektronika sedaj ni več v posebnem ohišju, temveč je integrirana v kablju. Zaradi tega in zaradi dveh preklopnih točk je senzor idealen za valje z zelo kratkimi gibi.

Preklopni točki je mogoče spreminjati z enostavnim učenjem (angl.: teach-in), ki ne zahteva posebnih orodij. Senzor se zelo hitro prilagodi za delovanje in signalizacijo končnih položajev.

Magnetni senzor MZ2Q je mogoče vgraditi v utor valja tako, da je poravnano z ohišjem in popolnoma zaščiteno.



Vir: SICK, d. o. o., Cesta dveh cesarjev 403, 1000 Ljubljana, tel.: 01 476 99 90, faks: 01 476 99 46, e-pošta: office@sick.si, internet: www.sick.si, g. Božidar Zajc

GOSPODARSKA ZBORNICA SLOVENIJE

ZDRUŽENJE KOVINSKE INDUSTRIJE
FLUIDNA TEHNIKA

nadaljevanje s strani 192

■ 51st National Conference on Fluid Power (NCFP) (51. nacionalna konferenca o fluidni tehniki)

12.–14. 03. 2008
Las Vegas, Nevada, USA

Informacije:

- kontaktna oseba: Mary Bukovic
- tel.: + 01 414 778 3353
- faks: + 01 414 778 3361
- e-pošta: techconf@ifpe.com
- internet: <http://www.ifpe.com/TechConf/index.asp>

- Energijsko učinkovite hidravlične sestavine in sistemi za stacionarne stroje in naprave
- Energijsko učinkovite hidravlične sestavine in sistemi za mobilne stroje in vozila
- Pnevmatika in vakuumna tehnika
- Fluidna tehnika pri vozilih, mobilnih delovnih strojih in tirničnih vozilih
- Nova področja uporabe fluidne tehnike (medicinska tehnika, vodna hidravlika, tehnika preskušanja ...)
- Varnost, razpoložljivost in okoljska primernost
- Teoretične osnove in demonstracijske tehnike.

Pomembni termini:

- 15. 06. 2007 – prijava prispevkov
- 01. 09. 2007 – sprejem prispevkov
- 15. 12. 2007 – rok za dostavo besedila prispevkov

■ 6. Internationale Fluidtechnische Kolloquium 2008 (6. IFK – 2008, Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki)

31. 03.–02. 04. 2008
Dresden, BRD

Tematika kolokvija:

Informacije:

- Technische Universität Dresden, Institut für Fluidtechnik, 6. IFK Sekretariat
- tel.: + 49 351/463-33559
- faks: + 49 351/463-32136
- e-pošta: mailbox@ifd.mw.tu-dresden.de
- internet: www.tu-dresden.de/mwifd; www.ifk2008.com

BONI-MAT, d. o. o. – zanesljivost, fleksibilnost in racionalizacija

Jože BONIFARTI

O podjetju

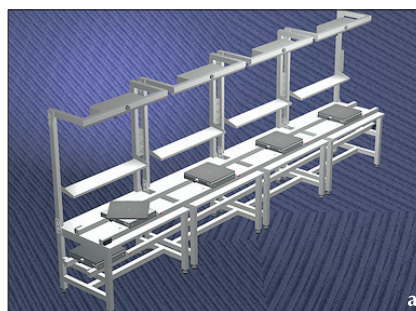
BONI-MAT, d. o. o., je mlajše fleksibilno podjetje, dejavno na področju notranjega kosovnega transporta, manipulatorjev in montažnih linij, vključno z opremo delovnih mest. Dejavnost, ki je temeljila na načrtovanju in tehničnih uslugah, se je začela s projektiranjem transportnih naprav in namenskih strojev ter jeklenih konstrukcij.

Leta 2004 se je podjetje z dvema projektantom preoblikovalo v d. o. o. in pričelo tudi samo proizvajati določene sestave in predvsem montirati in testirati lastne proizvode. Proizvodnjo namenskih transportnih naprav in montažnih linij dopolnjuje z zastopstvom opreme montažnih delovnih mest in ročnih manipulatorjev ter z uslugami hitre dobave zvarjenih in strojno obdelanih sestavov. V drugi polovici leta 2006 so se preselili v lastne prostore.

V predstavitvi podjetja bosta na kratko prikazani dve izvedbi racionalne montažne linije, primerni za sestavo sklopov manjših in srednjih serij zahtevnejših izdelkov:

- paletni sistem za ročno sestavo izdelkov – ročni pomik palet,
- viseči krožni transporter – montažna linija BONI-MAT.

Izvedbi sta primerni in cenovno dostopni tudi za manjša podjetja. Nudita odlično razmerje med vloženimi



Slika 1. Vračanje palet pri linijski montaži pod delovnim nivojem: a – montaža v ravni liniji, b – linija, prilagojena prostoru



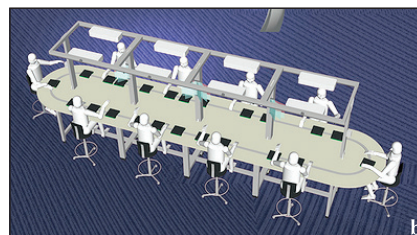
sredstvi in donosom. Rezultat je ob pravilni izbiri lahko optimalen in ga ne izboljša nekajkrat večji vložek v zahtevne linije.

Paletni sistem za ročno sestavo izdelkov – ročni pomik palet

Sestava izdelkov poteka na t. i. paletah, ki se ročno pomikajo od enega do drugega delovnega mesta. Na vsakem posameznem delovnem mestu se izvedejo potrebne delovne operacije.

Montaža lahko poteka v enosmerni liniji, kjer se palete vračajo pod delovnim prostorom (slika 1 a, b), ali v krožni liniji, kjer poteka montaža tudi na povratku palet (slika 2 a in b).

Sama paleta je sestavljena iz osnove in delovne plošče, ki je lahko nameščena fiksno ali vrtljivo na osnovno ploščo (slika 3). Na delovno ploščo se ponavadi namesti namensko montažno gnezdo, ki se izdelava po specifikaciji stranke oz. prilagodi izdelku. Stabilnost palete med montažo zagotavlja aretirni element, ki se aktivira/sprosti s pritiskom.



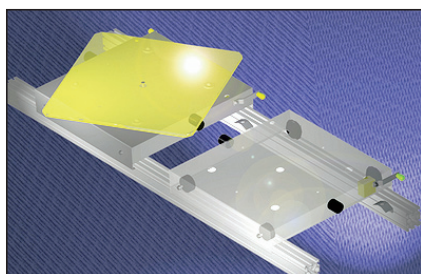
Slika 2. Krožno gibanje palet: a – montaža samo na eni strani, b – montaža na obeh straneh

Vrtljiva omogoča vrtenje sestava okrog navpične osi in s tem lažjo sestavo in dostop. Slabost/prednost sistema je, da izvajanje operacij ni vsiljeno. Primerna je za sestavljenje sklopov do mase največ 60 kg.

Jože Bonifarti, univ. dipl. inž.,
BONI-MAT, d. o. o., Lendava

Viseči krožni transporter – montažna linija BONI-MAT

Montažna linija BONI-MAT je namenska transportna naprava, namenjena za montažo sklopov in stregov napravam v avtomobilski idr. industriji. Zapolnjuje manko med posamičnimi delovnimi mesti in večjimi sistemi (viseči, talni, paletni idr. linijski transport). Odpravlja njihove slabosti in je primerna za manjšo in srednjo serijsko proizvodnjo oz. sestavo. Predvsem za proizvodnjo, kjer se pogosto menjavajo tipi izdelkov in/ali so ti pretežki za enostavno manipulacijo, kjer se zahteva visoka kvaliteta in je zaželena dostopnost z vseh strani.



Slika 3. Paleta na vodilih

Zasnovana je kot krožna linija. Montažna gnezda oziroma delovne površine so obešene na vrtljivo podkonstrukcijo. Razmeščene so v krogu s premerom 5–10 m. Gibanje obešal z montažnimi mesti je lahko zvezno ali prekinjano, pri prvem je mogoče nastavljanje hitrost gibanja, pri drugem pa čas mirovanja oziroma takt sistema.

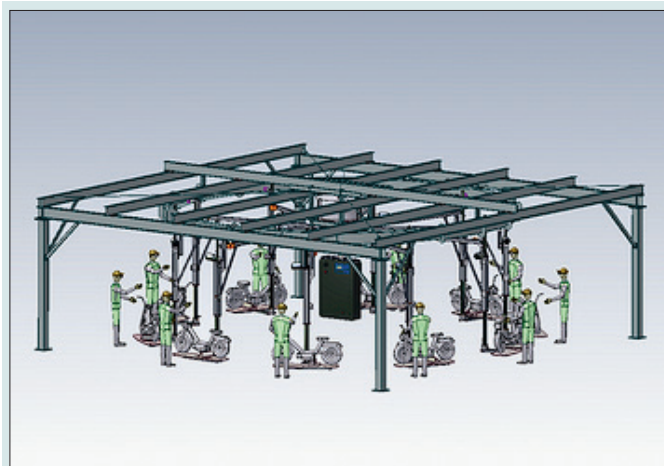
Pri montaži se uporabljajo različni manipulatorji z vozički in pnevmatskimi ter drugimi orodji.

Pri montaži se bazni del namesti v montažno gnezdo oziroma na delovno površino. Montažna gnezda se lahko samodejno prilagajajo zahtevam pri montaži (nagib, rotacija, vpenjanje). S tem omogočajo delavcu prihranek časa in odpravljajo nepotrebne gibe. Parametre je mogoče nastavljanje preko ustreznega zaslona

Glavne **prednosti** visečega krožnega transporterja – montažne linije BONI-MAT so:

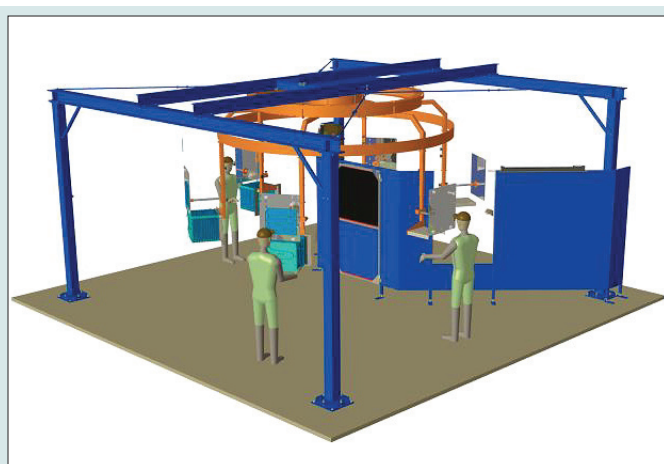
- dobra preglednost in čistoča na delovnem mestu,

- predvidena in nastavljiva zmogljivost,
- samodejna prilagodljivost (pomik, nagib, rotacija, vpenjanje, ...) in ustrezna ergonomija delovnega mesta, da se monter lahko posveča izključno montaži,
- kratki časi prehoda med različnimi tipi izdelkov,
- prihranek časa zaradi neprekinjene ponovljivosti delovnega procesa (krožna zasnovana),
- zgoščeni postopki predmontaže in skrajšanje transportnih poti,
- enostavna manipulacija s težjimi bremenami,
- ugodni investicijski stroški in uporaba standardne infrastrukture,
- povečanje učinka posameznega delavca do 30 odstotkov ter dvig kvalitete in zmanjšanje bolniških izostankov,
- minimalni stroški vzdrževanja.



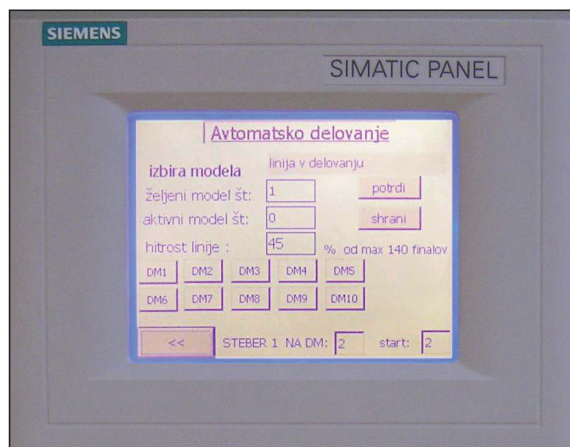
Montaža motorjev (TOMOS). Deset samodejno višinsko prilagodljivih delovnih mest. Zvezno premikanje obešal z izdelki in z regulacijo hitrosti pomikanja.

Slika 4. Montažni sistem za motorje: a – grafična predstavitev linije, b – motor med montažo na obešalu



Montažni sistem za sestavljanje uparjalnikov (Gorenje). Prekinjano gibanje z možnostjo nastavljanja časa takta. Šest delovnih mest (sestava, varjenje, testiranje), dve v varilni komori.

Slika 5. Sestavljanje uparjalnikov



Slika 6. Zaslon za nastavitve parametrov

Slabosti :

- potreben je prostor kvadratne oblike oz. ne moremo je instalirati v ozkem prostoru.



Slika 7. Manipulator za dodajanje

Zaključek

Paletni sistem za ročno sestavljanje izdelkov

– ročni pomik

palet – je cenovno in časovno ugodna izvedba montažne linije, ki jo je mogoče postaviti v enem dnevu.

Njihove prednosti priznavajo vodilni slovenski strokovnjaki.

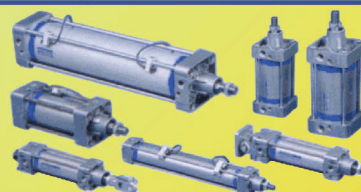
boni-MAT
d.o.o.

Projektiranje, trženje in proizvodnja namenskih strojev in transportnih naprav, manipulatorjev

Viseči krožni transporter – montažna linija BONI-MAT – je novejši izdelek. Obratuje že dve leti, rezultati pa so izpolnili pričakovanja in obljube. Razvoj naprave je trajal 6 mesecev. V prihodnosti bodo take naprave izdelane v 3 do 4 mesecih.



**VSE ZA HIDRAVLIKO
IN PNEVMATIKO**


ODGONI ZA KAMIONE




LE-TEHNIKA d.o.o.
Šuceva 27, Kranj
tel.: 04 20 20 200
faks: 04 204 21 22
<http://www.le-tehnika.si/hyd>
e-mail: hydraulic@le-tehnika.si

Bled, Slovenija, September 11th - 14th 2007

ICIT&MPT 2007

6th International Conference on Industrial Tools and Material Processing Technologies

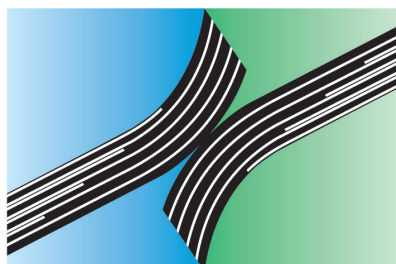
Nove knjige

- [1] Beater, P.: **Pneumatic Drives – System Design, Modelling and Control** – Knjiga strnjeno obravnava vsa vprašanja pnevmatičnih naprav. Namenjena je predvsem raziskovalcem, študentom in inženirjem v praksi. Vsebina pokriva vrzeli med klasično obravnavo pnevmatičnih naprav in željo raziskovalcev in razvojnih inženirjev po vnaprejšnji analizi in preskušanju pred njihovo dejansko gradnjo. Obravnava vse osnove zakonitosti delovanja pnevmatičnih sestavin in vezij ter omogoča njihovo modeliranje, izhajajoč iz več kot 400 referenc. Pokriva vsa področja uporabe sodobnih pnevmatičnih naprav pri avtomatizaciji, industrijskih, procesnih in mobilnih strojih. Posebej obravnava nekatere strategije binarnih krmilij in pozicionirnih pogonov ter postopke njihovega računalniško podprtega projektiranja. – Zal.: Springer Verlag; 2007; ISBN: 978-3-540-69470-0; obseg: 324 strani.
- [2] Date, A. W.: **Introduction to Computational Fluid Dynamics** – Knjiga obravnava osnove in praktična napotila za računalniško podprto obravnavo dinamike fluidov (angl. krat.: CFD). Namenjena je študentom višjih stopenj študija strojništva, kemijske procesne tehnike in aeronavtikke, ki že imajo osnovna znanja mehanike fluidov, termodinamike ter prenosa snovi in toplote. Gradivo sledi konsistentni filozofiji formulacije in obravnave elementarnih prostorninskih enot pri pretakanju fluidov in prenosu energije. – Zal.: Cambridge University Press, 40 W. 20th St., New York, NY 10011-4211; 2005; ISBN: 0-521-85326-5; obseg: 382 strani; cena: 80,00 USD.
- [3] Ehrlenspiel, K., Klewert, A., Lindemann, U.: **Cost-Efficient Design** – Stroškovni faktorji konstruiranja in projektiranja odločujoče vplivajo na razvoj izdelkov in gradnjo sistemov – objektov. Avtorji skušajo predstaviti pre-

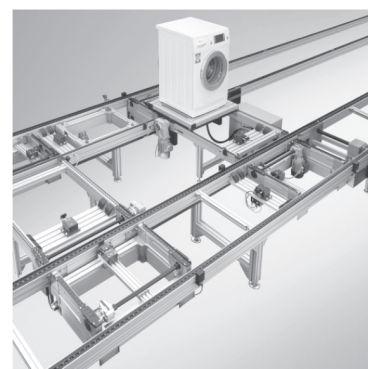
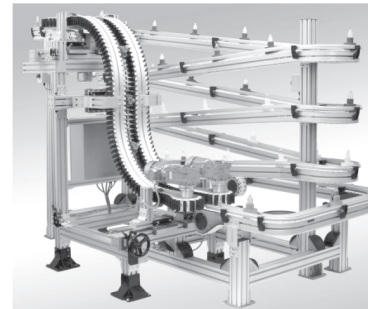
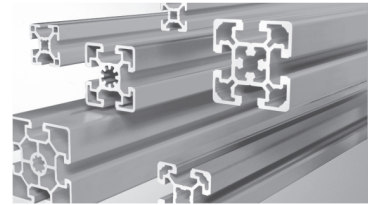
verjene metode razumevanja, vplivanja in znižanja stroškov izdelave – gradnje. Ponazarjajo jih s številnimi primeri in zgledi iz prakse. Čeprav je knjiga namenjena predvsem profesionalnim inženirjem, bo dobrodošla tudi študentom. Izvirna izdaja knjige v nemščini iz leta 1985 je prodajna uspešnica v nemško govorečih deželah Evrope. – Zal.: ASME Press, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990, v sodelovanju s Springer Verlag (naročila na spletnem naslovu: www.springer.com); 2006; ISBN: 0-7918-0250-7; obseg: 600 strani; cena: 130,00 USD (člani ASME: 104,00 USD).

- [4] Nachtwey, P.: **Fluid Power Motion Control: A Guide to Practical Design** – Brošura predstavlja premišljeno in posrečeno kompilacijo prispevkov iz revije *Hydraulics & Pneumatics*, ki jo je, po mnenju urednika A. Hitchcoxa, pripravil eden od najboljših poznavalcev hidravličnih in elektronskih krmilnih sistemov. Z njegovim znanjem in avtorskim pristopom so tudi zamotana vprašanja enostavno razumljiva. 36 strani obsegajoča brošura obravnava sedem tematskih vprašanj, kot so: osnove krmiljenja v sklenjeni zanki, dimenzioniranje pogonov s hidravličnimi valji, izbira ustreznih krmilnikov in merilnih pretvornikov, optimalno krmilno uravnavanje gibanja idr. – Zal.: Delta Computer Systems Inc. (tel.: +(360) 254-8688 ali e-pošta: sales@deltamotion.com); na voljo je določeno število brezplačnih izvodov.

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Rexroth
Bosch Group



OPL
automation

OPL avtomatizacija, d.o.o.
Dobrave 2
SI-1236 Trzin, Slovenija

Tel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: opl.trzin@siol.net
www.opl.si

Integralni seznam standardov SIST EN, SIST EN ISO in SIST ISO za področja fluidne tehnike (stanje 1. 11. 2006)

(nadaljevanje objave v Ventil 13(2007)2 – str. 129)

Seznam standardov SIST ISO – stanje november 2006

(dopolnilo od zap. št. 19 naprej)

Št.	Oznaka dokumenta	Leto izdaje	Slovenski naslov	Izvirni – angleški naslov
19.	SIST ISO 3723:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtrski vložki - Metoda končnega obremenilnega preskusa	Hydraulic fluid power - Filter elements - Method for end load test
20.	SIST ISO 3724:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtrski vložki - Preverjanje trajne pretočne trdnosti	Hydraulic fluid power - Filter elements - Verification of flow fatigue characteristics
21.	SIST ISO 3938:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Analiza onesnaženosti - Način podajanja rezultatov analize	Hydraulic fluid power - Contamination analysis - Method for reporting analysis data
22.	SIST ISO 3939:1998	1998	Fluidna tehnika - Zlogi ustničnih tesnilk - Postopki za merjenje višine tesnilnega zloga	Fluid power systems and components - Multiple lip packing sets - Methods for measuring stack heights
23.	SIST ISO 3968:2002/TC 1:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtri - Ocena tlačnega padca v odvisnosti od toka - Tehnični popravek 1	Hydraulic fluid power - Filters - Evaluation of differential pressure versus flow characteristics - Technical Corrigendum 1
24.	SIST ISO 3968:2002	2002	Fluidna tehnika - Hidravlika - Filtri - Ocena tlačnega padca v odvisnosti od toka	Hydraulic fluid power - Filters - Evaluation of differential pressure versus flow characteristics
25.	SIST ISO 4021:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Analiza onesnaženja z delci - Odvzemanje vzorcev fluida iz naprav v delovanju	Hydraulic fluid power - Particulate contamination analysis - Extraction of fluid samples from lines of an operating system
26.	SIST ISO 4391:1995	1995	Fluidna tehnika - Hidravlika - ĩrpalke, motorji in variatorji - Definicije parametrov in njihove črkovne oznake	Hydraulic fluid power - Pumps, motors and integral transmissions - Parameter definitions and letter symbols
27.	SIST ISO 4392-3:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje značilnic motorjev - 3. del: Pri stalnem toku in stalnem vrtilnem momentu	Hydraulic fluid power - Determination of characteristics of motors - Part 3: At constant flow and at constant torque
28.	SIST ISO 4392-2:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje značilnic motorjev - 2. del: Pri zagonu	Hydraulic fluid power - Determination of characteristics of motors - Part 2: Startability
29.	SIST ISO 4393:1995	1995	Fluidna tehnika - Valji - Osnovna vrsta batnih gibov	Fluid power systems and components - Cylinders - Basic series of piston strokes

30.	SIST ISO 4394-1:1995	1995	Fluidna tehnika - Cevi valjev - 1. del: Zahteve za jeklene cevi s posebno obdelanimi notranjimi premeri	Fluid power systems and components - Cylinder barrels - Part 1: Requirements for steel tubes with specially finished bores
31.	SIST ISO 4392-1:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ugotavljanje značilnic motorjev - 1. del: Pri stalno nizki vrtilni hitrosti in stalnem tlaku	Hydraulic fluid power - Determination of characteristics of motors - Part 1: At constant low speed and at constant pressure
32.	SIST ISO 4395:1995	1995	Fluidna tehnika - Valji - Mere in vrste navojev na batnicah	Fluid power systems and components - Cylinders - Piston rod thread dimensions and types
33.	SIST ISO 4397:1995	1995	Fluidna tehnika - Priklučki in cevi - Nazivni zunanji premeri trdih cevi in nazivni notranji premeri gibkih cevi	Fluid power systems and components - Connectors and associated components - Nominal outside diameters of tubes and nominal inside diameters of hoses
34.	SIST ISO 4399:1995	1995	Fluidna tehnika - Priklučki in cevi - Nazivni tlaki	Fluid power systems and components - Connectors and associated components - Nominal pressures
35.	SIST ISO 4400:1998	1998	Fluidna tehnika - Tripolni električni vtični konektorji z ozemljitvijo - Lastnosti in zahteve	Fluid power systems and components - Three-pin electrical plug connectors with earth contact - Characteristics and requirements
36.	SIST ISO 4401:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Štiripotni ventili - Priključne površine	Hydraulic fluid power - Four-port directional control valves - Mounting surfaces
37.	SIST ISO 4405:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Onesnaženje fluidov - Ugotavljanje onesnaženosti z delci - Gravimetrijska metoda	Hydraulic fluid power - Fluid contamination - Determination of particulate contamination by the gravimetric method
38.	SIST ISO 4411:1995	1995	Fluidna tehnika - Hidravlika - Ventili - Določanje karakteristik D_p-q	Hydraulic fluid power - Valves - Determination of pressure differential/flow characteristics
39.	SIST ISO 4406:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Fluidi - Metoda za označevanje stopnje onesnaženosti s trdnimi delci	Hydraulic fluid power - Fluids - Method for coding the level of contamination by solid particles
40.	SIST ISO 4409:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Črpalke, motorji in strnjeni hidrostatični prenosniki - Ugotavljanje lastnosti pri stalnih obratovalnih pogojih	Hydraulic fluid power - Positive displacement pumps, motors and integral transmissions - Determination of steady-state performance
41.	SIST ISO 4412-3:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Postopek ugotavljanja ravni zračnega hrupa - 3. del: Črpalke, metoda s paralelopipedno razmestitvijo mikrofонов	Hydraulic fluid power - Test code for determination of airborne noise levels - Part 3: Pumps - Method using a parallelepiped microphone array
42.	SIST ISO 4412-2:1998	1998	Fluidna tehnika - Postopek ugotavljanja ravni zračnega hrupa - 2. del: Motorji	Hydraulic fluid power - Test code for determination of airborne noise levels - Part 2: Motors
43.	SIST ISO 4412-1:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Postopek ugotavljanja ravni zračnega hrupa - 2. del: Motorji	Hydraulic fluid power - Test code for determination of airborne noise levels - Part 1: Pumps

44.	SIST ISO 4407:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Onesnaženje fluidov - Ugotavljanje onesnaženosti z delci - Metoda štetja delcev z optičnim mikroskopom	Hydraulic fluid power - Fluid contamination - Determination of particulate contamination by the counting method using an optical microscope
45.	SIST ISO 4413:2000	2000	Fluidna tehnika - Hidravlika - Splošna pravila za uporabo hidravličnih sistemov	Hydraulic fluid power - General rules relating to systems
46.	SIST ISO 4414:2000	2000	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Splošna pravila za uporabo pnevmatičnih sistemov	Pneumatic fluid power - General rules relating to systems
47.	SIST ISO 5208:2000	2000	Industrijski ventili - Tlačno preskušanje ventilov	Industrial valves - Pressure testing of valves
48.	SIST ISO 5209:2000	2000	Industrijski ventili za splošno uporabo - Označevanje	General purpose industrial valves - Marking
49.	SIST ISO 5596:1995	1995	Fluidna tehnika - Hidravlika - Plinski tlačni akumulatorji s pregradami - Področje tlakov in prostornin, značilne veličine in označevanje	Hydraulic fluid power - Gas loaded accumulators with separators - Range of pressures and volumes, characteristic quantities and identification
50.	SIST ISO 5597:1995	1995	Hidravlika - Valji - Ohišja za batna in batnična tesnila za dvosmerno delujoče valje - Mere in tolerance	Hydraulic fluid power - Cylinders - Housings for piston and rod seals in reciprocating applications - Dimensions and tolerances
51.	SIST ISO 5599-3:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Petpotni ventili - 3. del: Kodiranje funkcij ventila	Pneumatic fluid power - Five-port directional control valves - Part 3: Code system for communication of valve functions
52.	SIST ISO 5598:1998	1998	Fluidna tehnika - Slovar	Fluid power systems and components - Vocabulary Bilingual edition
53.	SIST ISO 5599-2:2002	2002	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Petpotni ventili - 2. del: Priključne površine z električnimi priključki	Pneumatic fluid power - Five-port directional control valves - Part 2: Mounting interface surfaces with optional electrical connector
54.	SIST ISO 5599-2:2002/AMD 1:2005	2005	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Petpotni ventili - 2. del: Priključne površine z električnimi priključki - Dopolnilo 1	Pneumatic fluid power - Five-port directional control valves - Part 2: Mounting interface surfaces with optional electrical connector - Amendment 1
55.	SIST ISO 5599-1:2002	2002	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Petpotni ventili - 1. del: Priključne površine brez električnih priključkov	Pneumatic fluid power - Five-port directional control valves - Part 1: Mounting interface surfaces without electrical connector
56.	SIST ISO 5783:1995	1995	Fluidna tehnika - Hidravlika - Oznake za določanje ventilskih podstavkov	Hydraulic fluid power - Code for identification of valve mounting surfaces
57.	SIST ISO 5784-3:1997	1997	Fluidna tehnika - Logična vezja - 3. del: Simboli logičnih zaporednostnih in sorodnih vezij	Fluid power systems and components - Fluid logic circuits - Part 3: Symbols for logic sequencers and related functions
58.	SIST ISO 5782-1:1998	1998	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Filtri - 1. del: Glavne značilnosti, ki morajo biti navedene v dokumentaciji dobaviteljev, in način označevanja	Pneumatic fluid power - Compressed air filters - Part 1: Main characteristics to be included in supplier's literature and product-marking requirements

59.	SIST ISO 5784-2:1997	1997	Fluidna tehnika - Logična vezja - 2. del: Simboli napajanja in odzračevanja v povezavi z logičnimi simboli	Fluid power systems and components - Fluid logic circuits - Part 2: Symbols for supply and exhausts as related to logic symbols
60.	SIST ISO 5782-2:2000	2000	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Filtri - 2. del: Preskusne metode za ugotavljanje glavnih značilnosti, ki morajo biti navedene v dokumentaciji dobaviteljev	Pneumatic fluid power - Compressed air filters - Part 2: Test methods to determine the main characteristics to be included in suppliers' literature
61.	SIST ISO 5784-1:1997	1997	Fluidna tehnika - Logična vezja - 1. del: Simboli binarne logike in sorodnih funkcij	Fluid power systems and components - Fluid logic circuits - Part 1: Symbols for binary logic and related functions
62.	SIST ISO 5781:2001	2001	Fluidna tehnika - Hidravlika - Tlačno-reducirni ventili, sekvenčni ventili, razbremenilni ventili, dušilni ventili in protipovratni ventili - Priključne površine	Hydraulic fluid power - Pressure-reducing valves, sequence valves, unloading valves, throttle valves and check valves - Mounting surfaces
63.	SIST ISO 5996:2000	2000	Litoželezni zasuni	Cast iron gate valves
64.	SIST ISO 6002:2000	2000	Jekleni zasuni s prirobničnim zgornjim delom	Bolted bonnet steel gate valves
65.	SIST ISO 6020-3:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Vgradne mere za enosmerne valje vrste 16 MPa (160 barov) - 3. del: Kompaktna vrsta premerov od 250 mm do 500 mm	Hydraulic fluid power - Mounting dimensions for single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) series - Part 3: Compact series with bores from 250 mm to 500 mm
66.	SIST ISO 6020-2:1997	1997	Fluidna tehnika - Hidravlika - Vgradne mere za enosmerne valje vrste 16 MPa (160 barov) - 2. del: Kompaktna vrsta	Hydraulic fluid power - Mounting dimensions for single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) series - Part 2: Compact series
67.	SIST ISO 6020-1:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Vgradne mere valjev z enostransko batnico vrste 16 MPa (160 barov) - 1. del: Srednja vrsta	Hydraulic fluid power - Mounting dimensions for single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) series - Part 1: Medium series
68.	SIST ISO 6022:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Valji z enostransko batnico - Vgradne mere - Vrsta 250 barov (25 000 kPa)	Hydraulic fluid power - Single rod cylinders - Mounting dimensions - 250 bar (25 000 kPa) series
69.	SIST ISO 6072:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Združljivost hidravličnih fluidov in standardnih elastomernih materialov	Hydraulic fluid power - Compatibility between fluids and standard elastomeric materials
70.	SIST ISO 6099:2002	2002	Fluidna tehnika - Valji - Identifikacijska koda za vgradne mere in načine pritrditve	Fluid power systems and components - Cylinders - Identification code for mounting dimensions and mounting types

71.	SIST ISO 6149-3:1995	1995	Priključevanja v fluidni tehniki in splošna uporaba - Odprtine in priključki z navoji po ISO 261 in tesnilkami O - 3. del: Priključki lahke vrste (L) - Mere, oblika, preskusne metode in zahteve	Connections for fluid power and general use - Ports and stud ends with ISO 261 threads and O ring sealing - Part 3: Light duty (L series) stud ends - Dimensions, design, test methods and requirements
72.	SIST ISO 6149-2:1995	1995	Priključevanja v fluidni tehniki in splošna uporaba - Odprtine in priključki z navoji po ISO 261 in tesnilkami O - 2. del: Priključki težke vrste (S) - Mere, oblika, preskusne metode in zahteve	Connections for fluid power and general use - Ports and stud ends with ISO 261 threads and O ring sealing - Part 2: Heavy duty (S series) stud ends - Dimensions, design, test methods and requirements
73.	SIST ISO 6149-1:1995	1995	Priključevanja v fluidni tehniki in splošna uporaba - Odprtine in priključki z navoji po ISO 261 in tesnilkami O - 1. del: Odprtine s tesnilko O v koničnem ohišju	Connections for fluid power and general use - Ports and stud ends with ISO 261 threads and O ring sealing - Part 1: Ports with O ring seal in truncated housing
74.	SIST ISO 6150:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Hitre cevne spojke za največje delovne tlake 10 bar, 16 bar in 25 bar (1 MPa, 1,6 MPa in 2,5 MPa) - Mere vtičev, specifikacije, navodila za uporabo in preskušanje	Pneumatic fluid power - Cylindrical quick-action couplings for maximum working pressures of 10 bar, 16 bar and 25 bar (1 MPa, 1,6 MPa and 2,5 MPa) - Plug connecting dimensions, specifications, application guidelines and testing
75.	SIST ISO 6162:1995	1995	Fluidna tehnika - Hidravlika - Dvodelna 4-vijačna prirobnična priključevanja za tlake 2,5 MPa do 40 MPa (25 bar do 400 bar) - Tip I metrska vrsta in tip II colska vrsta	Hydraulic fluid power - Four screw split flange connections for use at pressures of 2,5 MPa to 40 MPa (25 bar to 400 bar) - Type I metric series and type II inch series
76.	SIST ISO 6164:1995	1995	Fluidna tehnika - Hidravlika - Enodelna 4-vijačna kvadratna prirobnična priključevanja za tlake 25 MPa in 40 MPa (250 bar in 400 bar)	Hydraulic fluid power - Four screw, one piece square flange connections for use at pressures of 25 MPa and 40 MPa (250 bar and 400 bar)
77.	SIST ISO 6162-2:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Prirobnični priključki z dvodelnimi ali enodelnimi prirobničnimi objemkami in metriskimi ali colskimi vijaki - 2. del: Prirobnični priključki za uporabo pri 35 MPa (350 bar) do 40 MPa (400 bar), DN 13 do DN 51	Hydraulic fluid power - Flange connectors with split or one-piece flange clamps and metric or inch screws - Part 2: Flange connectors for use at pressures of 35 MPa (350-bar) to 40 MPa (400 bar), DN 13 to DN 51
78.	SIST ISO 6162-1:2003	2003	Fluidna tehnika - Hidravlika - Prirobnični priključki z dvodelnimi ali enodelnimi prirobničnimi objemkami in metriskimi ali colskimi vijaki - 1. del: Prirobnični priključki za uporabo pri 3,5 MPa (35 bar) do 35 MPa (350 bar), DN 13 do DN 127	Hydraulic fluid power - Flange connectors with split or one-piece flange clamps and metric or inch screws - Part 1: Flange connectors for use at pressures of 3, 5 MPa (35 bar) to 35 MPa (350 bar), DN 13 to DN 127

79.	SIST ISO 6194-5:1997	1997	Gredne ustnične tesnilke - 5. del: Prepoznavanje vizualnih nepravilnosti	Rotary shaft lip type seals - Part 5: Identification of visual imperfections
80.	SIST ISO 6194-1:1995	1995	Priključevanja v fluidni tehniki in splošna uporaba - Odprtine in priključki z navoji po ISO 261 in tesnilkami O - 1. del: Odprtine s tesnilko O v koničnem ohišju	Connections for fluid power and general use - Ports and stud ends with ISO 261 threads and O ring sealing - Part 1: Ports with O ring seal in truncated housing
81.	SIST ISO 6194-3:1997	1997	Gredne ustnične tesnilke - 3. del: Skladiščenje, ravnanje in vgradnja	Rotary shaft lip type seals - Part 3: Storage, handling and installation
82.	SIST ISO 6194-2:1997	1997	Gredne ustnične tesnilke - 2. del: Slovar pojmov	Rotary shaft lip type seals - Part 2: Vocabulary
83.	SIST ISO 6194-4:2000	2000	Ustnične gredne tesnilke - 4. del: Postopki preskušanja	Rotary shaft lip type seals - Part 4: Performance test procedures
84.	SIST ISO 6195:2003	2003	Fluidna tehnika - Valji - Gnezda za posnemalne obročke - Mere in tolerance	Fluid power systems and components - Cylinder-rod wiper-ring housings in reciprocating applications - Dimensions and tolerances
85.	SIST ISO 6263:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Regulatorji toka - Priključne površine	Hydraulic fluid power - Compensated flow- control valves - Mounting surfaces
86.	SIST ISO 6264:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Tlačni omejevalni ventili - Priključne površine	Hydraulic fluid power - Pressure-relief valves - Mounting surfaces
87.	SIST ISO 6301-2:1998	1998	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Naoljevalniki zraka - 2. del: Postopki ugotavljanja glavnih značilnosti, ki morajo biti navedene v dokumentaciji dobaviteljev	Pneumatic fluid power - Compressed air lubricators - Part 2: Test methods to determine the main characteristics to be included in supplier's literature
88.	SIST ISO 6301-1:1998	1998	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Naoljevalniki zraka - 1. del: Glavne značilnosti, ki morajo biti navedene v dokumentaciji dobaviteljev, in način označevanja	Pneumatic fluid power - Compressed air lubricators - Part 1: Main characteristics to be included in supplier's literature and product- marking requirements
89.	SIST ISO 6358:1998	1998	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Sestavine za stisljive fluide - Ugotavljanje tokovnih značilnosti	Pneumatic fluid power - Components using compressible fluids - Determination of flow- rate characteristics
90.	SIST ISO 6403:1998	1998	Fluidna tehnika - Hidravlika - Tokovni in tlačni ventili - Metode preskušanja	Hydraulic fluid power - Valves controlling flow and pressure - Test methods
91.	SIST ISO 6431:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Enosmerni valji vrste 1000 kPa (10 bar) z ločljivimi elementi za pritrditev in premeri od 32 mm do 320 mm - Vgradne mere	Pneumatic fluid power - Single rod cylinders, 1000 kPa (10 bar) series, with detachable mountings, bores from 32 mm to 320 mm - Mounting dimensions
92.	SIST ISO 6432:1997	1997	Fluidna tehnika - Pnevmatika - Enosmerni valji vrste 10 bar (1000 kPa) - Premeri od 8 mm do 25 mm - Vgradne mere	Pneumatic fluid power - Single rod cylinders - 10 bar (1000 kPa) series - Bores from 8 to 25 mm - Mounting dimensions

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **www.eplan.de** – [EPLAN Fluid tudi za majhne naprave] – Avtorji programskega paketa za projektiranje fluidnotehničnih naprav v okviru firme EPLAN Software & Service GmbH so pripravili in na letošnjem hannovskem sejmu tudi že predstavili novo kompaktno inačico programskega paketa Compact - Version, ki je prilagojena oz. primerna predvsem za projektiranje manjših fluidnotehničnih naprav – vezij.

[2] **www.frieler-anlagen.com** – [Preiskušanje visokotlačnih, hidravličnih in pnevmatičnih naprav]

– Na novo osnovana družba Frierler Anlagen Technik GmbH na svojih spletnih straneh nudi razvoj in izdelavo naprav za preskušanje visokotlačnih sestavin in naprav s poudarkom na industriji plastičnih mas, preskušanju gibkih cevi in cevovodov za tekočine in pline, na preskuševališčih zračnih blazin, preskušanju vbrizgalnih naprav za dieselske motorje, napravah za avtofretiranje ipd.

[3] **www.maschinedesign.com** – [Konstruiranje strojev brez odpovedi] – Uredništvi revij Machine Design ter Hydraulics & Pneumatics sta skupaj oblikovali in predstavili spletni portal pod naslovom *Designing machines to reduce downtime*, z napotili za konstru-

iranje strojev brez odpovedi. Namenjena so konstrukterjem strojev in projektantom industrijske avtomatizacije z ustreznimi znanji s področja pnevmatike in priprave stisnjenega zraka. Obravnavana tematika obsega:

- varčevanje energije z zagotavljanjem ustreznosti stisnjenega zraka,
- demonstracija pravilne priprave stisnjenega zraka,
- povečanje učinkovitosti delovanja strojev in naprav,
- posledice slabe priprave stisnjenega zraka pri pnevmatičnih napravah,
- uporaba krmiljenja v sklenjeni zanki za povečanje učinkovitosti in trajnosti strojev.



Frekvenčni regulator Commander SK

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za kloniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Na zalogi
- Ugodna cena



Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.

Kalce 38b, 1370 Logatec
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

Izvajamo:

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev

Dobavljamo:

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje



Prikazovalnik pozicije Z-58

- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme
- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm
- Vmesnik RS232 in RS422
- Dva relejna izhoda
- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA



telefon: + (0) 1 4771-704
telefaks: + (0) 1 4771-761
http://www.fs.uni-lj.si/ventil/
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Seznam oglaševalcev

BONI-MAT, d. o. o., Lendava	137	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	198
DAX, d.o. o., Trbovlje	137, 207	MIEL ELEKTRONIKA, d. o. o., Velenje	137
DOMEL, d. d., Železniki	194	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	168
EXOR ETI, d. o. o., Ljubljana	151	NATIONAL INSTRUMENTS, d. o. o., Celje	192
FESTO, d. o. o., Trzin	137, 208	OLMA, d. d., Ljubljana	137
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	140	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	137, 199
HIB, d. o. o., Kranj	169	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	137
HYDAC, d. o. o., Maribor	137	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	146
HYPEX, d. o. o., Lesce	160	PS, d. o. o., Logatec	206
ICM d. o. o.,	169		
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)			
NORGREN, Lesce	137		
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	190		
KLADIVAR, d. d., Žiri	138		
LAMA, d. d., Dekani	137		