

Primene računara u tehnologiji prenosa snage fluidom

Dr DUŠAN GORDIĆ, prof. dr MILUN BABIĆ,
dr NEBOJŠA JOVIČIĆ, mr VANJA
ŠUŠTERŠIĆ, Mašinski fakultet Kragujevac

Stručni rad
UDC: 621.838.4:681.3=861

Tokom poslednjih dvadesetak godina, sistemi prenosa snage fluidom, izloženi su velikoj konkurenciji ostalih sistema prenosa snage (posebno električnog). Da bi osigurala svoju trenutnu poziciju i obezbedila kontinuirani progres na tržištu, tehnologija prenosa snage fluidom mora da potencira svoje prednosti i da koristi prednosti komplementarnih tehnologija. Jedno od tih tehnologija je povezana sa upotrebom računara. U radu je prikazano kako se danas računari koriste u tehnologiji prenosa snage fluidom. Oni se koriste za upravljanje i analizu podataka, projektovanje i modeliranje komponenata i sistema, pa i u marketingu i elektronskoj trgovini. Uz sve veću upotrebu računara, perspektiva tehnologije prenosa snage je obećavajuća.

Ključne reči: prenos snage fluidom, računari, upravljanje, projektovanje i modeliranje, marketing i elektronska trgovina

1. UVOD

Pojam *prenos snage fluidom* se koristi da se opiše proces, uređaj ili sistem u kome se, upotrebom radnog fluida (tečnosti ili gasa) pod pritiskom, snaga (energija): pretvara, prenosi i njome se upravlja [1]. Industrija prenosa snage fluidom (koja uključuje hidrauliku i pneumatiku) danas zauzima relativno značajnu i stabilnu poziciju na svetskom tržištu. Lider svetske ekonomije SAD, najveći su proizvođač i prodavac hidrauličnih i pneumatskih komponenata i sistema, i pokrivaju preko 40 % ukupne svetske produkcije i prodaje. Samo u SAD, prodaja ove opreme je porasla od skromnih 1.000.000 \$ na kraju Drugog svetskog rata do preko 12.000.000.000 \$ u 2000. god. [1], [2]. Prosečni godišnji porast prodaje je bio 9,5 % u periodu između 1987. i 1990. godine. Između 1993. i 1995. ovaj porast je bio čak 11,7 %, što je najvećim delom posledica uvođenja u primenu elektrohidraulike i elektropneumatike, koje su otvorile nova tržišta (kao što su aktivna vešanja kod automobila), ali i našle primenu u nekim tehnologijama gde se prenos snage fluidom ranije koistio (kao što je robotika koja je od ranih 1980-ih bila okrenuta isključivo elektronicu). Slični trendovi mogu se za

paziti i kod ostalih visoko razvijenih zemalja (Japan, EU).

Izraženo u procentima ukupne godišnje proizvodnje opreme za prenos snage fluidom, najveći konzumenti su:

- za hidrauliku:
 - građevinska mehanizacija (24,3 %),
 - vazduhoplovstvo (20 %),
 - poljoprivredna mehanizacija (12,1 %) i
 - drumska vozila (11,3 %),
- za pneumatiku:
 - vazduhoplovstvo (20 %),
 - automatizacija proizvodnje (15,5 %)
 - industrija ambalaže (5 %) i
 - prehrambena industrija (3 %) [1].

Da bi obezbedila neprekidni razvoj, očuvala postojeću poziciju na tržištu i efikasno se takmičila sa ostalim tehnologijama za prenos snage (mehaničkom i, posebno, električnom), tehnologija prenosa snage fluidom bi trebalo da ostvari sledeće ciljeve:

- smanjenje energetske gubitaka,
- kontrola curenja radnog fluida,
- kontrola stabilnosti radnog fluida,
- proaktivno održavanje,

Adresa autora: Dr Dušan Gordić, docent, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, email: gordic@kg.ac.yu

Rad primljen: 02. 08. 2004.

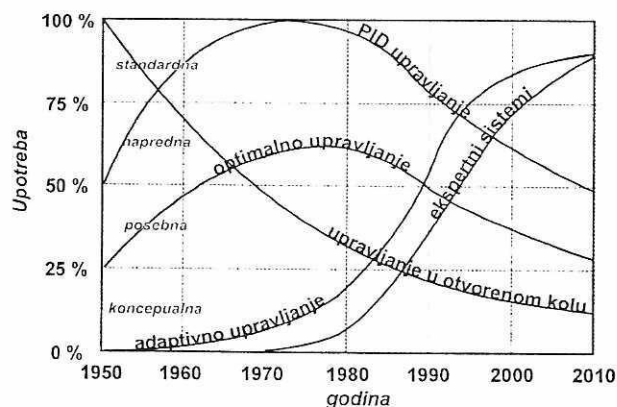
- kontrola čistoće radnog fluida,
- mikroračunarsko upravljanje i
- računarima podržano inženjerstvo (CAE) [3].

Na specifičan način, realizacija pobrojanih ciljeva podrazumeva neku upotrebu računara, dok poslednja dva podrazumevaju njihovu direktnu upotrebu. To je i razlog što će u ovom radu biti prikazani primeri upotrebe računara u savremenoj tehnologiji prenosa snage fluidom.

2. MIKRORAČUNARI U UPRAVLJANJU I ANALIZI PODATAKA

Jedan od najznačajnijih dopinosa mikroračunara u tehnologiji prenosa snage fluidom je njihova primena u upravljanju i analizi podataka.

Još od kasnih 1940., naučnici i istraživači pokušavaju da stvore tehnologiju koja treba da integriše elektroniku (u funkciji "mozga"), sa sistemima prenosa snage fluidom (u funkciji "mišića"). Za ostvarenje takvog složenog zadatka razvijeno je nekoliko upravljačkih tehnika [3]. Trendovi korišćenja upravljačkih tehnika u sistemima prenosa snage fluidom prikazani su na slici 1. Na slici se može uočiti, da nekoliko različitih upravljačkih tehnika sa zatvorenim kolom (povratnom spregom), značajno potiskuju primenu upravljanja sa otvorenim kolom. Trend upotrebe tehnika PID upravljanja i optimalnog upravljanja je opadajući. Novi, sofisticirani upravljački sistemi podrazumevaju adaptivno upravljanje i tehnike ekspertnih sistema bazirane na: fazi-logici, neuralnim mrežama i genetičkim algoritmima [4]. Trend upotrebe ovih inteligentnijih upravljačkih tehnika sa bržim odzivom, nastaviće se i u daljoj budućnosti.



Slika 1 - Trendovi korišćenja upravljačkih strategija u sistemima prenosa snage fluidom

Mnogo je primera upotrebe novih, sofisticiranih upravljačkih tehnika u sistemima prenosa snage fluidom. Ukratko će biti pobrojani samo neki: za ekspertne sisteme – inteligentno upravljanje mehatroničkog sistema prenosa snage fluidom [4], za neuralne mreže – upravljački sistem za pozicioniranje hidrocilindra pomoću servorazvodnika sa neuralnom mrežom u kolu povratne sprege [5], [6], za-fazi logiku – primena fazi-logičkog kontrolera za upravljanje proporcionalnim razvodnikom u hidrauličnom sistemu za upravljanje radom dizalice [7], primena fazi-logičkog kontrolera za upravljanje servorazvodnikom za regulaciju pritiska u hidrauličnom upravljačkom sistemu u valjaonici [8], za novu tehniku neuro-fazi upravljanja – rad [9], itd. Treba napomenuti i da ove upravljačke tehnike veštačke inteligencije nisu još uvek dovoljno robusne da bi obezbedile potreban nivo bezbednosti, tako da se još uvek ne može naći veliki broj primena ovih upravljačkih tehnika u industrijskim sistemima čija je bezbednost kritična.

Skoro nijedna savremena laboratorija za prenos snage fluidom ne može se zamisliti bez mikroračunara za akviziciju podataka. Njihova glavna funkcija je da budu upravljački uređaji za različite senzore i uređaji za automatsko prikupljanje i obradu izmerenih podataka. Vrlo popularni softver za takvu namenu je LabView. Trenutni trend je da se mikroračunari koriste i za analizu stanja i dijagnostici otkaza sistema u realnom vremenu. Suština ovakvog pristupa analizi stanja i dijagnostici otkaza sistema je formirati neku vrstu deduktivnog algoritma, koji može da analizira i interpretira podatke prikupljene iz sistema. Istraživači koncentrišu svoje napore da razviju softvere koji mogu da kombinuju analitičke modele, statističke podatke i ekspertna mišljenja. Smer razvoja ovih softvera napreduje od determinističkog procesa donošenja odluka, ka eksperimentalno/statističkom predviđanju, i danas ka realnijim tehnologijama predviđanja otkaza zasnovanih na ekspertnim sistemima. Upotreba principa neuronskih mreža za raspoznavanje i interpretaciju nedeterminisanih parametara, uz upotrebu fazi logike za obradu ekspertskog znanja, značajan je novi i obećavajući trend [10].

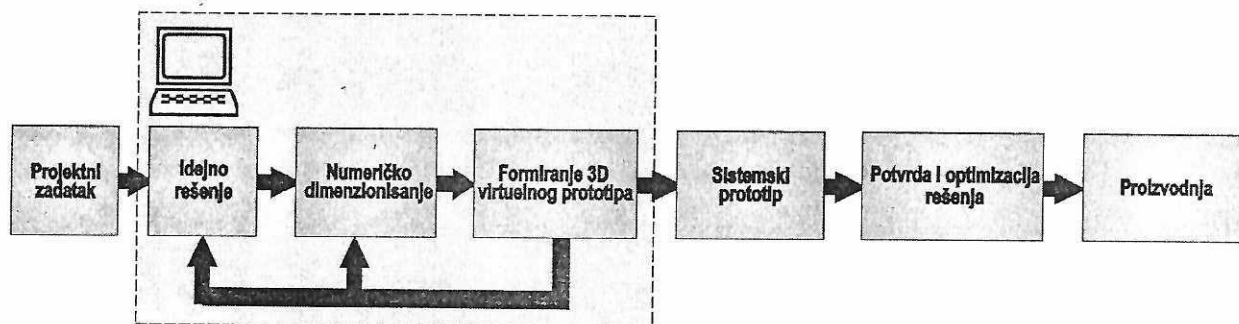
3. PRIMENA RAČUNARA U PROJEKTOVANJU

Pri projektovanju tehnologije prenosa snage fluidom, mogu se razlikovati dva različita postupka. Prvi se odnosi na projektovanje komponenta, a drugi na projektovanje sistema.

3.1. Projektovanje hidrauličnih i pneumatskih komponenata

U slučaju da se radi o jednostavnim komponentama, projektant bi mogao da ostvari svoj projektni zadatak oslanjajući se na iskustvo, koristeći tzv. pristup "probe i greške". Međutim, zadatak postaje mnogo kompleksniji, ako je u pitanju relativno složena komponenta kao na primer: pumpa, hidromotor, složeni ventil, itd. Sa stanovišta troš-

kova izrade proizvoda, potpuno je neprihvatljivo subjektivno ocenjivanje projektnih parametara složenih hidrauličnih komponenata, a zatim njihova proizvodnja kako bi se ustanovilo da li uopšte funkcionišu. Da bi se izbio današnjim složenim projektnim zadacima, projektant mora da poseduje sofisticiranije alate. Personalni računari sa odgovarajućim programskim paketima, predstavljaju današnje najefikasnije i najefektivnije alate.



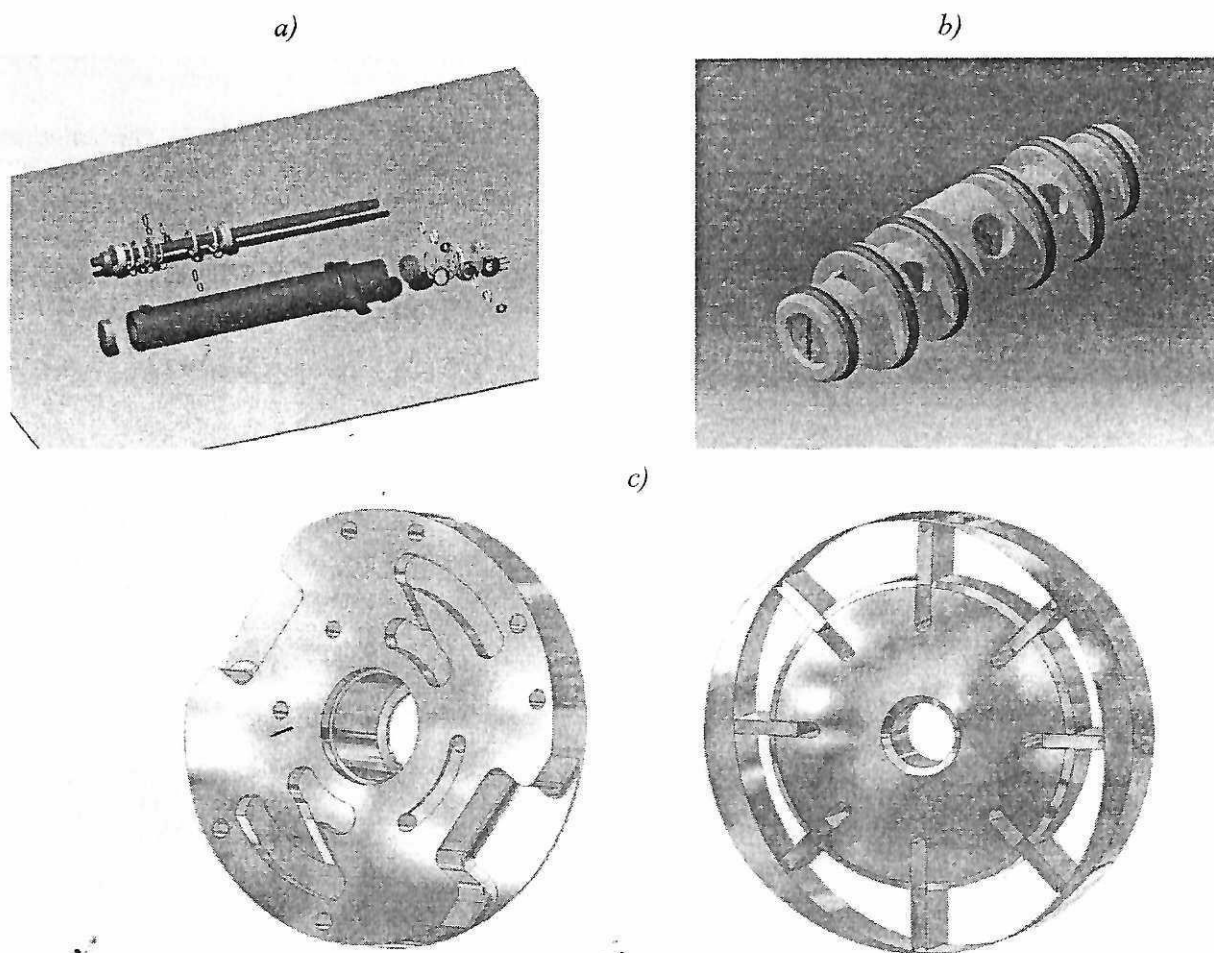
Slika 2 - Postupak projektovanja komponenata prenosa snage fluidom

Savremeno, računarima podržano projektovanje ovih komponenata, trebalo bi da sledi proceduru formiranja trodimenzionalnog (3D) virtuelnog prototipa, prikazanu na slici 2. Pomoću parametara definisanih u projektnom zadatku, projektant komponente formira idejno rešenje komponente, a zatim, koristeći principe projektovanja hidrauličnih i pneumatskih komponenata, razvija odgovarajući numerički model na personalnom računaru, da bi je dimenzionisao. Za tu namenu, projektant piše originalni softver na nekom od programskih jezika: C, C++, Fortran, Visual Basic, Pascal, Java, itd., ili problem rešava upotrebom odgovarajućih programskih paketa, kao što su: MathCAD, Maple, Mathematica, pa čak i programa za tabelarne proračune kao što je Microsoft Excel, itd. Rezultati numeričkog dimenzionisanja se najčešće eksportuju i smeštaju u posebnu datoteku - bazu podataka, čiji format prepoznaje odgovarajući CAD softveru, kao što je: CATIA, Solid Works, Mechanical Desktop, Inventor, PRO/Engineer, itd. Projektant je prethodno, na osnovu idejnog rešenja, nacrtao parametarski 3D prikaz projektovane komponente u CAD softveru. Izabrani CAD softver interpretira podatke numeričkog proračuna i na osnovu njih generiše 3D virtuelni prototip. Uz pomoć virtuelnog prototipa, vrlo je jednostavno dobiti kompletnu projektnu dokumentaciju, pa čak i kompletni tehnološki postupak izrade elemenata i

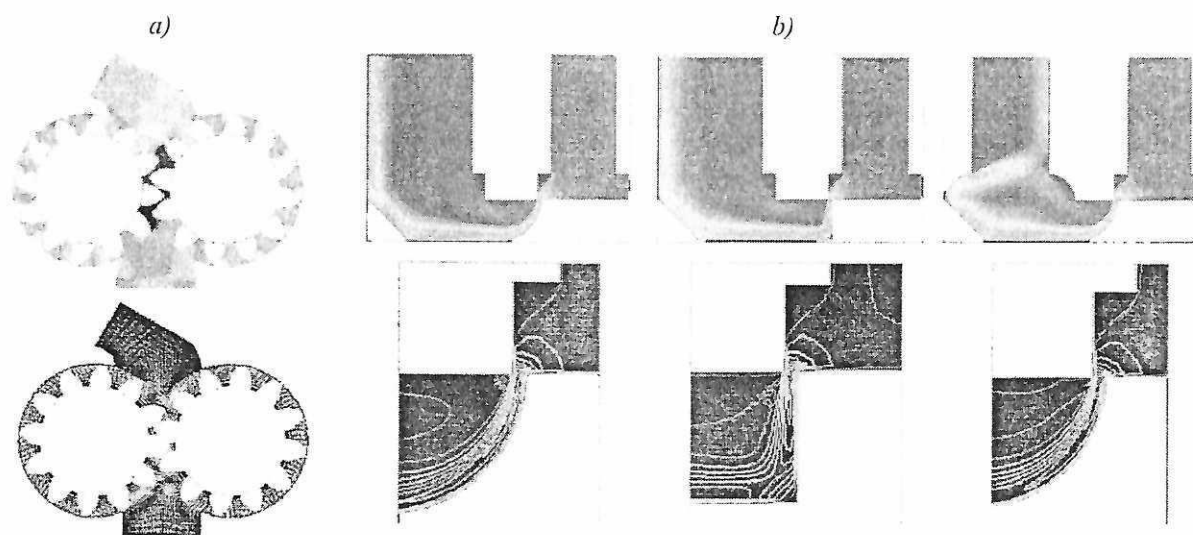
cele komponente. Korektan virtuelni prototip komponente omogućava proizvođaču da izvede fizički prototip, koji može da ide u proizvodnju nakon pozitivne ocene na laboratorijskim testovima.

Rezultati formiranja 3D virtuelnih prototipova nekoliko komponenata, ostvareni na Katedri za energetiku i procesnu tehniku Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, prikazani su na slici 3.

Primena metoda tzv. "proračunske dinamike fluida" (CFD - *Computational Fluid Dynamics*), može značajno da unapredi projektovanje hidrauličnih i pneumatskih komponenata, jer pruža mogućnost ekstenzivnog istraživanja. Ovaj metod pruža relativno jednostavan i jeftin način procene i ispitivanja relevantnih parametara strujanja radne tečnosti u bilo kojoj komponenti. CFD eliminiše zahtev za skupim eksperimentima, koji često imaju neizvesne i nesigurne rezultate. Sistematskom interpretacijom rezultata CFD analize, dobijaju se tačnije vrednosti parametara koje se mogu koristiti pri projektovanju komponenti. Postoji relativno veliki broj komercijalnog softvera za CFD analizu, a najpopularniji na tržištu su: Fluent, Star-CD, CFX, Phoenix, itd. Primeri primene CFD metoda u analizi funkcionisanja hidrauličnih i pneumatskih komponenata su mnogobrojni [11 – 15].



Slika 3 - Primeri izrade 3D virtuelnih prototipova u različitim CAD softverima: a) rasklopljeni hidro-cilindar – Mechanical Desktop, b) razvodni klip sa čaurom – CATIA, c) delovi krilne pumpe - Inventor



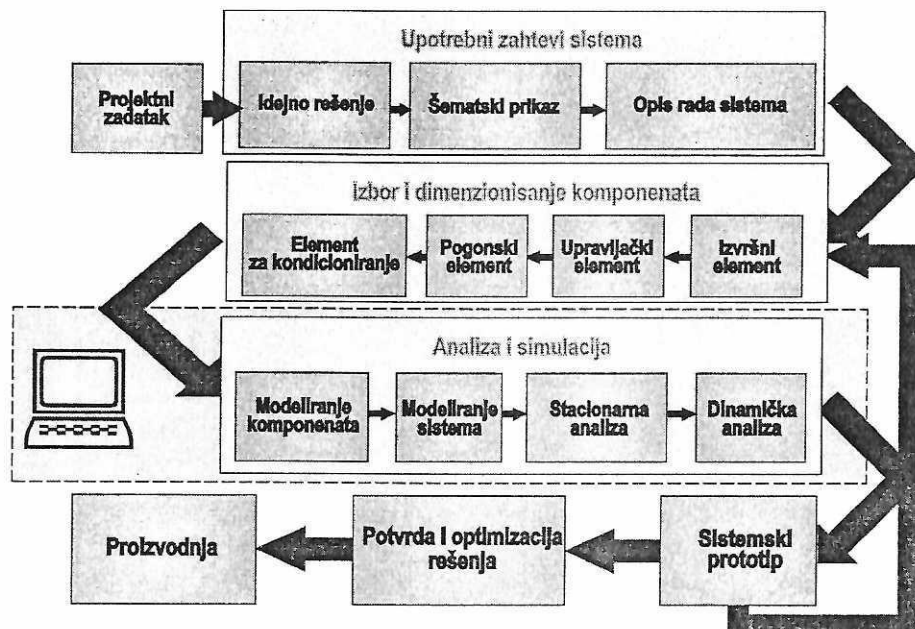
Slika 4 - Primeri primene CFD metode (komercijalni softver Fluent): a) simulacija strujanja fluida u zupčastoj pumpi [11], b) raspodela brzina u različitim klipno-aksijalnim ventilima sa kompenzacijom sile usled strujanja [12]

3.2. PROJEKTOVANJE HIDRAULIČNIH I PNEUMATSKIH SISTEMA

Generalizovan postupak projektovanja sistema za prenos snage fluidom ilustrovan je na slici 5. [16]. Polazeći od projektnog zadatka i usvojenog projektnog rešenja, projektant mora da razradi šematski prikaz sa opisom rada sistema. Zatim, bira i dimenzioniše sastavne komponente sistema. Uobičajeno je mišljenje da je to jednostavan zadatak, pa stoga i nije neophodno da projektant bude ekspert da bi ga rešio. Tako osoba sa elementarnim poznavanjem mašinskog inženjerstva, oseća da može da projektuje i izvede sistem, birajući iz kataloga proizvođača, komponente koje se mogu naći na tržiš-

tu, uz upotrebu samo elementarnih izračunavanja snaga, pritiska i protoka. Ukoliko se radi o jednostavnom sistemu, u većini slučajeva ovako projektovan sistem obavljaće svoju funkciju, ali neoptimalno.

Po završetku faze izbora i dimenzionisanja, komponente se kupuju od proizvođača i formira se prototip sistema. Dosadašnja praksa je da ponašanje sistema nije simulirano i uspeh prototipskog rešenja zavisio je od iskustva projektanta, ali uglavnom i od sreće. Stvarne karakteristike sistema su ocenjivane laboratorijskim i eksploatacionim testovima na sistemskom prototipu. Optimizacija sistema je nastajala kao rezultat pomenutog pristupa "probe i greške".



Slika 5 - Postupak projektovanja hidrauličnog ili pneumatskog sistema prenosa snage

Uzimajući u obzir troškove izrade, potpuno je neprihvatljivo procenjivati projektne parametre sistema, a zatim fabrikovati sistem da bi se uverilo da li on funkcioniše. Inženjerski svet već duže vreme shvata, da je faza analize i simulacije vrlo značajna karika u uspešnoj realizaciji projekta sistema prenosa snage fluidom, sa stanovišta minimizacije vremena i cene izrade. Da bi se izorio sa ovom veoma zahtevnom fazom, projektant mora da poseduje odgovarajuće alate. Najbolji dostupni alat, čija je upotreba sve veća, je personalni računar. Digitalna računarska analiza i simulacija, danas je široko rasprostranjena i prihvaćena kao poželjan, a ponekad i ključni, element postupka projektovanja

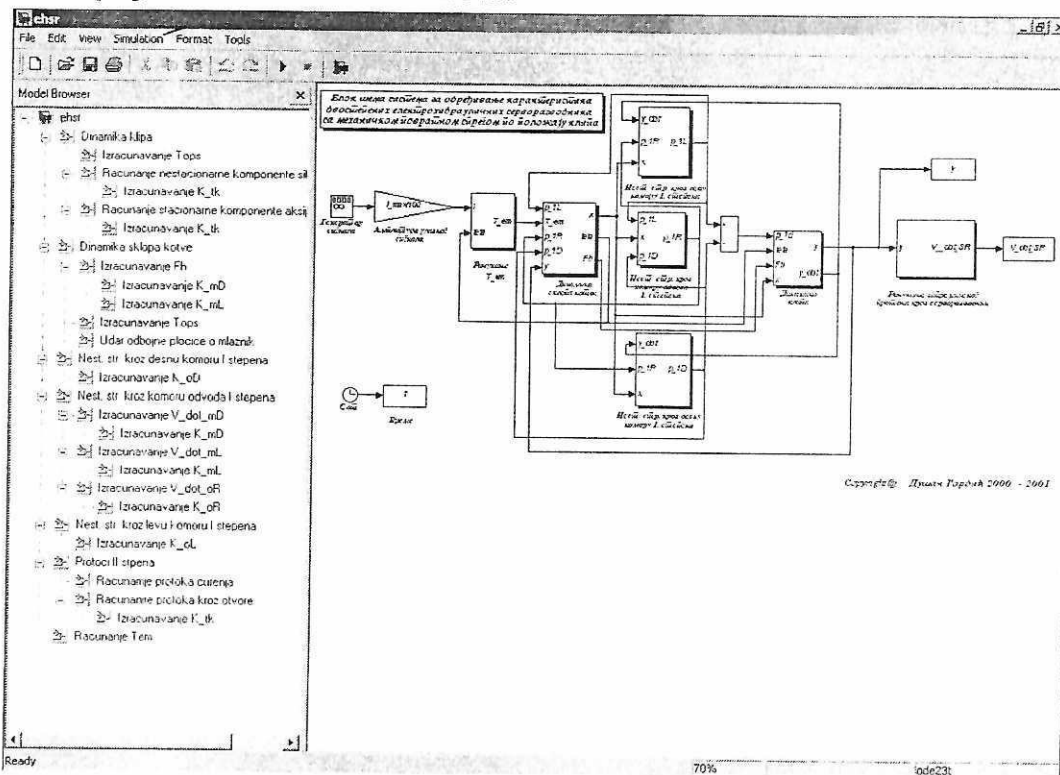
složenih sistema prenosa snage fluidom. Da bi izvršio numeričku analizu i simulaciju na personalnom računaru, projektant može da usvoji jednu od tri moguće strategije [17].

Prvi način tretira matematičke jednačine, koje opisuju ponašanje projektovanog sistema, kao bilo koji sistem diferencijalnih jednačina (za dinamičku analizu), tj. algebarskih jednačina (za stacionarnu analizu). Ovaj sistem jednačina se numerički rešava upotrebom postojećih numeričkih metoda, pisanjem programskog koda u nekom od već pomenutih programskih jezika. Iako postoji relativno veliki broj javnih ili komercijalnih biblioteka sa FORTRAN/C kodovima za rešavanje diferencijalnih

algebarskih jednačina (javne: GELTA, ROMFT, Deuflhard's Fortran codes, Netlib, itd., i komercijalne: IMSL, NAG, Numerical Recipes, itd. [18]), projektant sistema mora da bude matematički "genije" i kompjuterski ekspert da bi ispunio svoj zadatak, zbog prisutnih nelinearnosti u jednačinama kojima se matematički opisuje ponašanje pojedinih komponenata (posebno ventila), a stoga i sistema. Ovakav način rešavanja je ograničene primene, jer je za različite režime funkcionisanja sistema, koji su definisani različitim funkcijama na ulazu u sistem, potrebno pisati nove programe. Istovremeno, on zahteva najviše vremena za realizaciju, ali i najmanje finansijskih resursa.

Drugi način podrazumeva upotrebu nekog od standardnih simulacionih paketa, koji se mogu relativno jednostavno koristiti za rešavanje problema u hidraulici i pneumatici. Na veb strani Fluid Power Net - a [19], može se naći dvadesetak ovak-

vih programskih paketa, koji se koriste za modeliranje i simulaciju hidrauličnih komponenata i sistema. Najrasprostranjeniji su: MATLAB i SIMULINK, ASCL, VisSim, 20-Sim, BuildSim, MATRIXx, MathModelica, itd. Ovi paketi su vrlo fleksibilni, relativno su jednostavni i ne zahtevaju dug vremenski period za razvoj numeričkog modela. Mnogi od ovih paketa imaju opcione (komercijalne ili besplatne) numeričke alate (*toolbox-ove*) specijalizovane za rešavanje problema prenosa snage fluidom, kao što su Hydraulic Block Set Toolbox za MATLAB [20] i HyLib za Modelica [21]. Takođe, imaju i dodatnu mogućnost simulacije sistema upravljanog savremenim kontrolerima veštačke inteligencije (fazi-logički, neuralne mreže, itd.). Vrlo značajna karakteristika pojedinih paketa (kao što je VisSim) je da se može simulirati upravljački algoritam sistema i posle prevođenja na C++ programski jezik, smestiti na čip kontrolera [4].

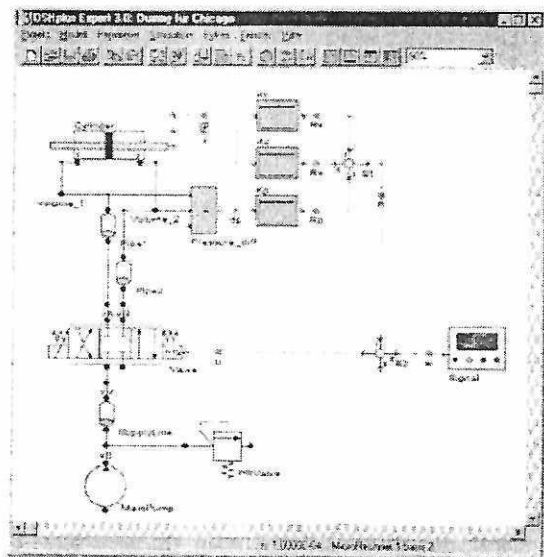
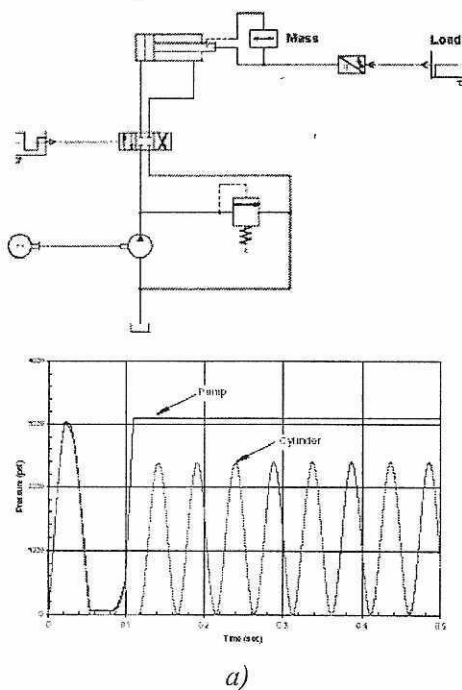


Slika 6 - SIMULINK model elektrohidrauličnog servorazvodnika [22]

Od 1984. godine do danas, MATLAB je evoluirao u interaktivni sistem i programski jezik za opšta, naučna i tehnička proračunavanja i vizuelizaciju, i postao je jedan od najpopularnijih programskih paketa opšte namene u visokom školstvu i industriji. Prema podacima proizvođača - The Mathworks, ovaj program danas upotrebljava više od 500.000 korisnika. MATLAB sadrži stotine

ugrađenih funkcija i nekoliko desetina modula za posebne namene. Najznačajniji modul je SIMULINK za simulaciju linearnih i nelinearnih dinamičkih sistema. To je grafički, interaktivni program koji omogućava da se bilo kakav dinamički sistem modelira jednostavnim crtanjem blok dijagrama na ekranu [20]. U njemu se mogu simulirati linearni, nelinearni, kontinualni, diskretni i

multivarijabilni sistemi, kao i hibridni i uslovno izvršni sistemi. Korisnik ima mogućnost izbora jednog od više različitih integracionih metoda optimizovanih za različite vrste problema. SIMULINK je specijalizovan za modeliranje složenih dinamičkih sistema, koji se mogu relativno jednostavno i brzo simulirati. Kao očigledan primer može da posluži modeliranje dinamike elektrohidrauličnog servorazvodnika, sa stanovišta matematičkog opisanja jedne od najsloženijih hidrauličnih komponenti – slika 6. [22].



Slika 7 - Hidraulični sistem sa hidrocilindrom modeliran: a) u HyPneu, sa rezultatima [16], b) u DSHplus [23]

Treći postupak podrazumeva upotrebu simulacionih paketa specijalizovanih za prenos snage fluidom. Na tržištu se trenutno može naći preko tri-deset ovakvih paketa [19], kao što su: BathFP, DSHPlus [23], AMESim, HyPneu [16], Flowmaster, Hopsan, HydroAnalyst, ITI Sym, PneuCAD [24], itd. U najvećem broju ovih paketa koristi se vizuelno modeliranje, zasnovano na činjenici da se sve komponente mogu matematički prikazati kao kombinacija nekoliko osnovnih elemenata (masa, prigušenje, opruga, trenje, blenda, itd). Od ovih elemenata su formirani modeli komponenata, koji su smešteni u odgovarajuće biblioteke sličnih komponenata. Biblioteke komponenata sadrže sve osnovne elemente za projektovanje sistema u obliku ikona, modela i tabela podataka. Specijalne komponente, mogu se posebno modelirati i smeštati u biblioteke, ali pri tome treba istaći da ne postoji fleksibilnost kao u paketima opšte namene. Korisnik jednostavno povezuje izabrane ikone da bi formirao kompletan sistem, koga čine komponente i elementi za vezu. Tako formirani model sistema daje matematički opis interakcije izabranih elemenata i komponenata. Primeri upotrebe ovih paketa prikazani su na slici 7. Od projektanta sistema, ne zahtevaju visoka matematička i informatička znanja. Relativno su skupi, a potrebno je mnogo napora, znanja i vremena za njihov razvoj.

4. RAČUNARI U MARKETINGU I ELEKTRONSKOJ TRGOVINI

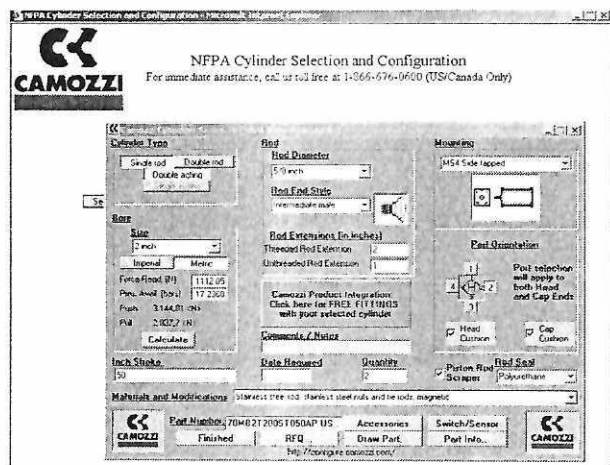
Osnovni cilj svakog proizvođača je da potencijalnom kupcu pruži korisnu informaciju o svom proizvodu, da bi ga na taj način podstakao da kupi njegov proizvod. Internet, koji je poslednjih nekoliko godina postao i globalno poslovno okruženje, idealni je medijum za ostvarivanje takvog cilja. On omogućava direktnu vezu između kupca i proizvođača, tako da kupac, u svakom trenutku i sa bilo koje lokacije, može da prikupi bitne informacije o željenom proizvodu.

Skoro svaki značajni proizvođač komponenata i sistema prenosa snage fluidom, ima svoju veb stranu koja sadrži adresu za kontakt, digitalizovane verzije kataloga proizvoda i čak različite softverske pakete koje omogućavaju dimenzionisanje i izbor odgovarajućih proizvoda. Međutim, statičke veb strane, koje služe kao neka vrsta oglasnih strana dostupne velikom broju zainteresovanih, nisu jedi-

na mogućnost prikazivanja proizvoda. Razvoj dinamičkih veb strana i programskih alata orijentisanih ka vebu (DHTML, JAVA, PHP, ASP, SQL, VBNet, itd.), omogućio je odvijanje globalnog poslovanja, popularno nazvanog elektronska trgovina ili kraće e-trgovina.

Interaktivne veb strane koje konfiguriraju proizvode i proizvode geometriju proizvoda u parametarskom obliku, formiraju tehničke crteže sa svom pratećom dokumentacijom i omogućavaju preuzimanje fajlova za direktnu primenu u nekom CAD programu. Elektronski zahtev za ponudom od strane korisnika, automatski prosleđuje proizvođaču i odgovarajućem distributeru: šifru proizvoda, podatke o proizvodu i tehničku dokumentaciju o proizvodu. Time se otvaraju vrata povećanju obima prodaje, jer se projektantima smanjuje vreme potrebno za dobijanje informacija, dimenzionisanje proizvoda i formiranje dokumentacije, što smanjuje troškove izrade i vreme isporuke proizvoda.

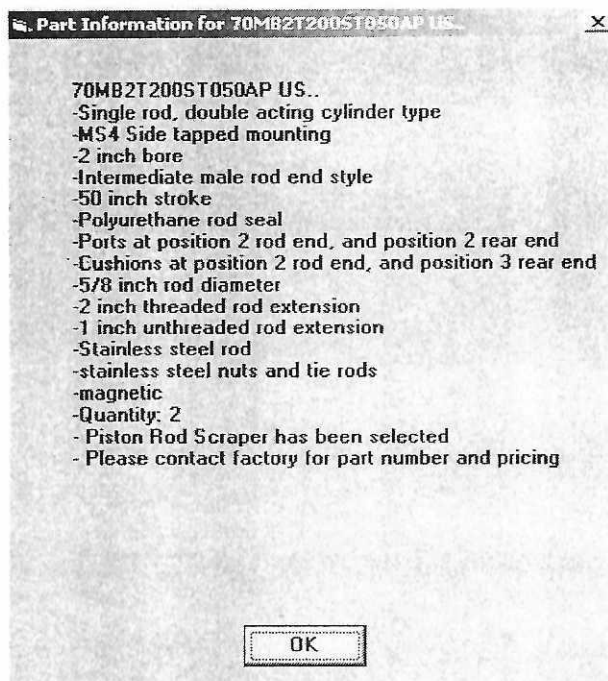
Kao primer ovakvog poslovanja, može da posluži interaktivna veb strana firme Camozzi [25], koja sadrži program za direktnu konfiguraciju cilindara. Ova softverska platforma je programirana da može da radi na dva medija: kao programski paket distribuiran od strane proizvođača ili kao deo internet veb strane [26].



Slika 8 - Konfigurator proizvoda

Platforma sadrži tri modula. Prvi modul je grafički korisnički interfejs ili konfigurator proizvoda prikazan na slici 8. Konfigurator proizvoda je interaktivni ekran na kome korisnik bira odgovarajuća polja i unosi tražene podatke, da bi se konfigurisao proizvod i razvila šifra proizvoda. Ukoli-

ko korisnik unapred zna šifru proizvoda, a potražuje dodatne informacije o njemu, štampani ili elektronski crtež (CAD fajl), može da direktno upiše pomenutu šifru. Konfigurisana šifra proizvoda se prosleđuje drugom modulu, koji sadrži sve podatke i informacije neophodne za parametarski razvoj geometrije proizvoda. Ove informacije potiču iz štampanih kataloga proizvođača i sadrže sve značajne podatke o geometriji proizvoda (slika 9). Pomoću navedenih informacija, ovaj modul generiše programski kod koji pokreće treći modul – Technodraw (slika 10). To je CAD softverska internet platforma, razvijena da proizvodi geometriju modela u različitim oblicima: sa dimenzijama, 2D, 3D, solid modele, itd.



Slika 9 - Prozor sa podacima o proizvodu

Informacija koje se prosleđuje korisnicima interaktivnog veb sajta, sastoji se od konfigurisane šifre proizvoda. Korisnici imaju mogućnost prikazivanja geometrije proizvoda na ekranu svog monitora ili preuzimanja fajla u nekom od univerzalnih formata (ko što je .dxf), za ubacivanje u neki od standardnih CAD programskih paketa. Klikom na odgovarajuće dugme, korisnik šalje zahtev za ponudom konfigurisanog proizvoda direktno proizvođaču i/ili kopiju odgovarajućem distributeru. Uz zahtev se automatski uključuju: šifra proizvoda, podaci o proizvodu (sa slike 9) i kopija crteža u obliku CAD fajla.

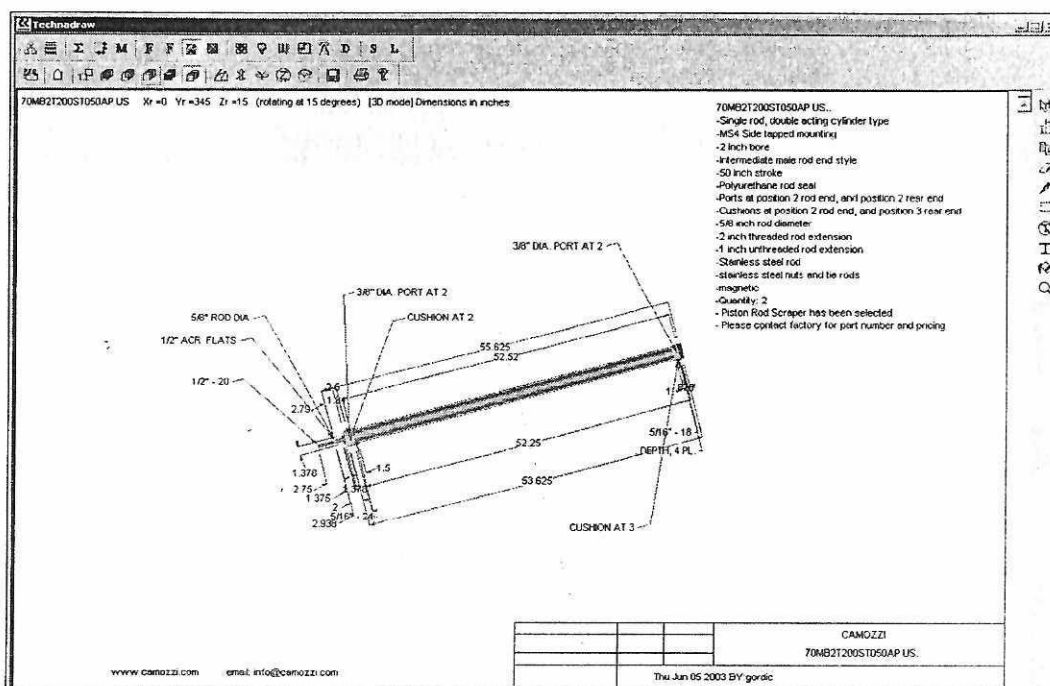


Figure 10 - CAD softverska platforma – Technodraw

5. ZAKLJUČAK

Snažna konkurencija ostalih tehnologija za prenos i upravljanje snagom, naterala je industriju prenosa snage fluidom da, između ostalog, koristi druge tehnologije, uz čiju pomoć može da poboljša svoje karakteristike. Jedna od tih je, sve rasprostranjenija, računarska tehnologija. U radu je prikazano nekoliko načina upotrebe računara u tehnologiji prenosa snage fluidom: u upravljanju, modeliranju i projektovanju, marketingu i e-trgovini. Porast informatičke pismenosti u svetu inženjera primenjene hidraulike i pneumatike i dalji razvoj računarske tehnologije, unaprediće postojeće aplikacije i promovisaće neke sada nestandardne aplikacije, kao što su: formiranje virtuelnog prototipa na internetu [27], konkurentno inženjersko projektovanje [28], itd. Uz upotrebu računara budućnost prenosa snage fluidom je obećavajuća.

LITERATURA

- [1] Kokernak Robert, *Fluid Power Technology*, Second Edition, Prentice-Hall, 1999.
- [2] <http://www.nfpa.com>
- [3] Fitch E. C., Tessmann Richard, Hong T., *Fluid Power Goals and Trends for the 1990's*, FES/BAR Dyne Technology Transfer Publication #3, <http://www.bardyne.com/Documents/tp03.pdf>, Copyright © BarDyne, Inc., 2001
- [4] Stecki S. Jacek, *Fluid Power – a Way Forward*, Developments in Fluid Power Control of Machinery and Manipulators, 2nd International Scientific Forum, Cracow, Poland, July 2000 pp 37-66.
- [5] Nishiumi T., Konami S., Watton J., *Hydraulic control using a neural net*, Developments in Fluid Power Control of Machinery and Manipulators, 2nd International Scientific Forum, Cracow, Poland, July 2000 pp 131-134.
- [6] Nishiumi T., Konami S., Watton J., *An application of a Neural Network Controller to a hydraulic servo cylinder system*, Journal of the Japan Hydraulics and Pneumatics Society, Vol 31 No 4 July 2000 pp 115-122
- [7] Lisowski Edward, Filo Grzegorz, *Application Of Fuzzy Logic Controller In The Hydraulic Luffing System Of The Self-Propelled Crane Jib*, 2nd International Scientific Forum, Cracow Poland July 2000 pp105-108. ISBN 83-86219-71-8
- [8] Gao Yingjie, Huang Runan Kong, Xiang Dong Wang Yiqun, *Fuzzy Model In Predictive Control For Hydraulic Pressure System*, Fifth International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP 2001) April 3 to April 5, 2001 Hangzhou, China
- [9] Wang Sun'an, Du Haifeng, *A Research And Application On A New Fnn Control Strategies*, Fifth International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP 2001), April 3 to April 5, 2001 Hangzhou, China

- [10] Wang Xuanyin, Gao Lei, Tao Guoliang, *Research On Fuzzy Neural Network Fault Diagnosis Of Pneumatic System Of Automatic Production Line*, Fifth International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP 2001), April 3 to April 5, 2001 Hangzhou, China
- [11] <http://www.fluent.com/solutions>
- [12] Borghi M., Milani M., Paoluzzi R., *Stationary Axial Flow Force Analysis on Compensated Spool Valves*, International Journal of Fluid Power 1 (2000), Vol.1, pp. 17-25
- [13] Priyatosh Bärman, *Computational Fluid Dynamics (CFD) Analysis and Optimization of Hydraulic Control Valves*, Presented at the International Exposition for Power Transmission and Technical Conference USA, 4-6 April 2000, I00-3.2
- [14] O'Shea Kevin, *CFDesign: A Cost-Effective Alternative to Physical Testing*, Presented at the International Exposition for Power Transmission and Technical Conference, 4-6 April 2000, I00-11.4, USA
- [15] Wojnarowski Jozsef, Mirola Kryspin, *CFD Method as an Analysis Tool Of Fluid Power Devices, Developments in Fluid Power Control of Machinery and Manipulators*, 2nd International Scientific Forum, Cracow, Poland, July 2000. pp 183-186.
- [16] Hong T., Tessmann Richard, *Computerized Design Analysis of Machine Tool Hydraulic System Dynamic*, FES/BAR Dyne Technology Transfer Publication #11, <http://www.bardyne.com/Documents/ttp11.pdf>, Copyright © BarDyne, Inc., 1998
- [17] Watton John, *Fluid power system: modelling, simulation, analog and microcomputer control*, 1989
- [18] <http://matwww.ee.tut.fi/~piche/industrialmath/ode solvers.html>
- [19] <http://fluid.power.net/fpn/docs/software.php3>
- [20] *Modelling and Simulation of Fluid Power Systems with MATLAB/Simulink®*, International Journal of Fluid Power, Vol. 2, No. 3, November 2001.
- [21] Beater Peter, *Modelling and Digital Simulation of Hydraulic Systems in Design and Engineering Education Using Modelica and HyLib*, presented at Modelica Workshop 2000, October 23 – 24, 2000, Lund, Sweden
- [22] Gordić D., *Analiza dvosetepenih elektrohidrauličnih servoventila sa povratnom spregom po položaju razvodnog klipa*, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Kragujevac, 2002.
- [23] Baum Heiko, *Electro-Hydraulic/Pneumatic Circuit Design with a Modern Fluid Power CAE-Tool*, Presented at the International Exposition for Power Transmission and Technical Conference, 4-6 April 2000, I00-7.4, USA
- [24] Xiong Wei, Bao Gang, Wang Zuwen, *Study of CAD Software for Pneumatic Driving System*, Fifth International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP 2001) April 3 to April 5, 2001 Hangzhou, China
- [25] <http://configure.camozzi.com/configure.php?>
- [26] Wolfe J. William, *Electronic Commerce for the Fluid Power Industry: Product Configuration, CAD Drawing Generation, In Real Time, On-Line*, Presented at the International Exposition for Power Transmission and Technical Conference, 4-6 April 2000, I00-11.5, USA
- [27] CHEN Ying, QU Junsheng, GE Hualan, YANG Canjun, *How Does the Web Based Design of Hydraulic Systems Work*, Fifth International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP 2001) April 3 to April 5, 2001 Hangzhou, China
- [28] Carlos da Silva Jonny, *Artificial Intelligence Enhancing Fluid Power System Design*, Presented at the International Exposition for Power Transmission and Technical Conference, 4 - 6 April 2000, I00-7.2, USA

SUMMARY

COMPUTER APPLICATIONS IN FLUID POWER TECHNOLOGY

Over the last two decades fluid power was exposed to strong competition from other means of transmitting power (especially electrical). To retain current position and provide continual progress in the market, fluid power technology must use its specific advantages and utilize advantages of complementary technologies. One of these technologies is associated with computer application. This paper shows how computers are today applied in fluid power technology. They are used in control and data analysis, design & modelling of components and systems, and even marketing & e-commerce. With increasing computer applications the perspective of fluid power technology is promising.

Key words: fluid power, computers, control, design & modelling, marketing & e-commerce