

UDK 536.717

Mollierov diagram h-x

DRAGO GOLI

UVOD

Namen tega članka ni seznanjati strokovnjakov s področja klimatizacije s fizikalnimi razlagami Mollierovega diagrama h - x za homogeno zmes suhega zraka in vodne pare, pač pa z izhodišči, potrebnimi za razvoj sodobnega računalniškega črkovno-števčnega programa, ki bi bil sestavni del grafičnega eksperimentnega računalniškega programskega sistema.

Na tržišču je veliko računalniških programov za Mollierov diagram h - x , vendar pa je malo takih, ki bi omogočali:

- večsmerno zaporedje izračuna enačb,
- prepričevanje nemogočih in nelogičnih podatkov že v fazi vnosa podatkov,
- diagnosticiranje napak pri vnosu in med izvajanjem numeričnih izračunov enačb,
- nadgradnjo in združevanje z grafičnimi računalniškimi programi.

DOLOČITEV STANJA VLAŽNEGA ZRAKA

Stanje vlažnega zraka lahko določimo z najmanj dvema neodvisnima veličinama, ki ju pri danem atmosferskem tlaku izberemo za splošno inženirsko prakso med veličinami t , t_m , t_r , h , x , φ , ρ in p_p . Označbe pomenijo:

- t — temperaturo suhega termometra v $^{\circ}\text{C}$,
- t_m — temperaturo mokrega termometra v $^{\circ}\text{C}$,
- t_r — temperaturo rosišča zraka v $^{\circ}\text{C}$,
- h — specifično entalpijo zraka v kJ/kg ,
- x — absolutno vlažnost zraka v g/kg ,
- φ — relativno vlažnost zraka v $\%$ r. v.,
- ρ — gostota zraka v kg/m^3 in
- p_p — parcialni tlak vodne pare v kPa .

Veličine so prikazane tudi na sliki 1 in jih imenujemo podatkovno okolje. To okolje omogoča v našem primeru izbiranje dveh poljubnih veličin kot vstopna podatka, pri čemer so vsi drugi podatki izstopni. Kaže, da lahko izberemo 28 takih dvojic, kar ustreza številu kombinacij osmih elementov po dva skupaj, resnično pa jih je le 25, ker so veličine t_r , x in p_p medsebojno odvisne.

Za tak način vnašanja vstopnih podatkov mora imeti računalniški program visoko modulacijsko stopnjo, to pomeni 25 podprogramov oz. 25 različnih zaporedij numeričnih izračunov matematičnega modela, katerih imena so prikazana na sliki 2.

Nekaj pa je takih veličin vlažnega zraka, ki jih ni primerno vključevati v podatkovno okolje, ker bi samo povečale število kombinacijskih možnosti pri vnosu podatkov. Kot samo vstopni podatek je taka veličina:

p_{atm} — atmosferski tlak v kPa ,

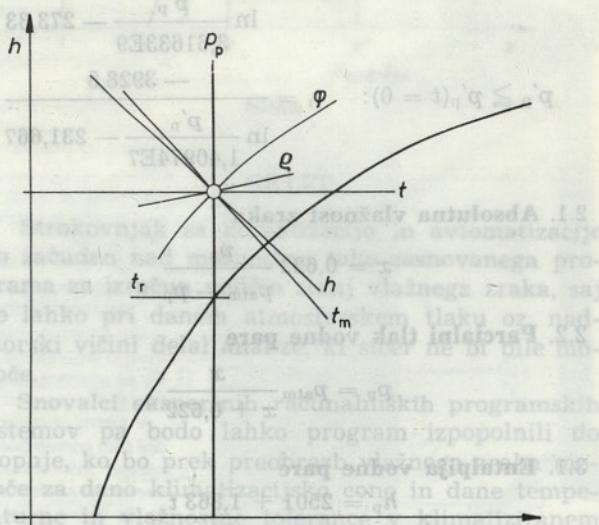
kot samo izstopni podatki pa so veličine:

- p — parcialni tlak zraka v kPa ,
- h_p — entalpija vodne pare v kJ/kg ,
- h_v — entalpija vode ali ledu v kJ/kg in
- p'_p — parcialni tlak vodne pare zasičenega zraka v kPa .

MATEMATIČNI MODEL

Povezave posameznih veličin vlažnega zraka slonijo na treh osnovnih načelih:

- zakon o idealnem plinu,
- Daltonov zakon o mešanici idealnih plinov in
- prvi zakon termodinamike.



Slika 1

t_m	t_r	h	x	φ	ρ	p	$t - p_p$
t	$t - t_m$	$t - t_r$	$t - h$	$t - x$	$t - \varphi$	$t - \rho$	$t - p_p$
t_m		$t_m - t_r$	$t_m - h$	$t_m - x$	$t_m - \varphi$	$t_m - \rho$	$t_m - p_p$
t_r			$t_r - h$		$t_r - \varphi$	$t_r - \rho$	
h				$h - x$	$h - \varphi$	$h - \rho$	$h - p_p$
x					$x - \varphi$	$x - \rho$	
φ						$\varphi - \rho$	$\varphi - p_p$
ρ							$\rho - p_p$

Slika 2

Po teh načelih bomo zgradili matematični model samo do takšne stopnje natančnosti, kakršna je primerna za inženirsko prakso v klimatizaciji. Vemo namreč, da je absolutni parcialni tlak vodne pare pri preobrazbah vlažnega zraka redko preseže 4 kPa . Tudi gostota nasičene vodne pare že pri 50°C le z 0,5-odstotno napako sledi zakonu idealnega plina, pri 20°C pa le z 0,07-odstotno napako. Podobno tudi entalpija. Ta odstopa pri 50°C samo za 0,06 odstotka, pri 20°C pa nič. Specifična toplota pa se v zelo širokem pasu med -70°C in 125°C skoraj ne spreminja.

V nadaljevanju je podan tak matematični model, da je vsaka enačba po potrebi modela izpeljana po več spremenljivkah, ki jih ima. Seveda zaporedje enačb pri določeni dvojici vstopnih podatkov ni vedno analitično rešljivo, vendar za numerične izračune ne bomo podajali rešitev, ker so znane. Snovne lastnosti, ki se bistveno ne spremnijo, so vpisane kar z numerično vrednostjo.

1.1. Parcialni tlak vodne pare zasičenega zraka

$$\begin{aligned} t < 0 \quad p'_p &= 3,61633E9 \exp(-6150,6/(t+273,33)) \\ t \geq 0 \quad p'_p &= 1,40974E7 \exp(-3928,5/(t+231,667)) \end{aligned}$$

1.2. Temperatura rosiča zraka

$$\begin{aligned} p'_p < p'_p(t=0): \quad t_r &= \frac{-6150,6}{\ln \frac{p'_p}{3,61633E9} - 273,33} \\ p'_p \geq p'_p(t=0): \quad t_r &= \frac{-3928,5}{\ln \frac{p'_p}{1,40974E7} - 231,667} \end{aligned}$$

2.1. Absolutna vlažnost zraka

$$x = 0,622 \frac{p_p}{p_{atm} - p_p}$$

2.2. Parcialni tlak vodne pare

$$p_p = p_{atm} \frac{x}{x + 0,622}$$

3.1. Entalpija vodne pare

$$h_p = 2501 + 1,863 t$$

4.1. Entalpija vode

$$\begin{aligned} t < 0 \quad h_v &= -334 + 1,955 t \\ t \geq 0 \quad h_v &= 4,1868 t \end{aligned}$$

5.1. Absolutna vlažnost zraka

$$x = \frac{x'(t_m) [h_p(t_m) - h_v(t_m)] + 1,0048(t_m - t)}{h_p(t) - h_v(t_m)}$$

6.1. Relativna vlažnost zraka

$$\varphi = 100 p_p(t)/p'_p(t)$$

6.2. Parcialni tlak vodne pare

$$p_p(t) = p'_p(t) \varphi / 100$$

6.3. Parcialni tlak vodne pare zasičenega zraka

$$p'_p(t) = p_p(t) 100/\varphi$$

7.1. Entalpija zraka

$$h = 1,0048 t + x(2501 + 1,863 t)$$

7.2. Absolutna vlažnost zraka

$$x = (h - 1,0048 t) / (2501 + 1,863 t)$$

7.3. Temperatura suhega termometra zraka

$$t = (h - 2501 x) / (1,0048 + 1,863 x)$$

8.1. Gostota zraka

$$\rho = 1000(p_{atm} - p_p) / [286,7(t + 273,15) - 1,32 \times p_p / (t + 273,15)]$$

8.2. Parcialni tlak vodne pare

$$p_p = [(1000 p_{atm} - \rho 286,7(t + 273,15))] / 1378,4444$$

8.3. Temperatura suhega termometra zraka

$$t = [(3,48797 p_{atm} - 4,80797 p_p) / \rho] - 273,15$$

ODKRIVANJE NAPAK

Kakor smo že omenili mora biti sodobni računalniški program predvsem sporočljiv in mora dajati uporabniku možnosti za preverjanje vstopnih in izstopnih podatkov in celo vmesnih rezultatov med samim modeliranjem. Tako je na sliki 3 prikazana preveritev vstopnih veličin glede na dopustne meje, na sliki 4 pa del logične preveritve glede na medsebojne odvisnosti vstopnih veličin. Preveritev med modeliranjem je prikazana na primeru.

vhodni podatek	enote	dovoljeno od	področje do	dovoljeno do	dovoljeno < 0
t	°C	-39	150	da	da
p_{atm}	kPa	7	345	ne	ne
φ	% r. v.	0	100	da	ne
x	kg/kg	~ 0	0,2	da	ne
t_m	°C	-39	150	da	da
h	kJ/kg	-38,8	706	da	da
ρ	kg/m³	0,08	5,14	ne	ne
p_p	kPa	1,7	p_{atm}	ne	ne
t_r	°C	-39	150	da	da
p'_p	kPa	0,00187	256,73	ne	ne

Slika 3

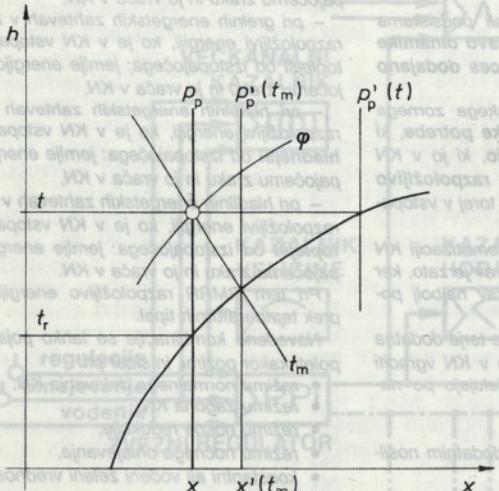
vhodni podatek	enote	logična verifikacija (dovoljeno)	enačba	ugotovitev
t_m	°C	$t_m \leq t$		$t_m > t$
t_r	°C	$t_r \leq t$		$t_r > t$
t	°C	$t(p_p, \varphi) < 150$ °C	8.3.	$t > 150$ °C
h	kJ/kg	$h < h(t, x'(t))$	7.1.	$h > h'$
h	kJ/kg	$h < h(x, t = 150$ °C)	7.1.	$h \gg$
h	kJ/kg	$h < h(x(p_p), t = 150$ °C)	2.1.	$h \gg$
φ	% r. v.	$\varphi > \varphi(t, p'_p(t))$	8.1.	$\varphi < \varphi'$
x	kg/kg	$x < x'(t)$	1.1. + 2.1.	$x > x'$
p_p	kPa	$p_p < p'_p(t)$	1.1.	$p_p > p'_p$
φ	% r. v.	$\varphi > \varphi(x, t = 150$ °C)		$\varphi \ll$
φ	% r. v.	$\varphi > \varphi(x(p_p), t = 150$ °C)		$\varphi \ll$

Slika 4

PRIMERI

Zanima nas, kako na podlagi danih izhodišč izdelati omenjenih 25 podprogramov. Ker so čini več ali manj podobni, bomo pogledali zaporedje izračunov enačb le pri dveh podprogramih. Glede na sliko 2 sta zelo primerna $t - t_m$ in $t - p_p$.

Na sliki 5 je za podprogram $t - t_m$ prikazanih nekaj pomembnih veličin v Mollierovem diagramu $h - x$, na sliki 6 pa zaporedje izračunov enačb podanega matematičnega modela, ugotovitve in označbe enačb. Enočbe so analitično rešljive.



Slika 5

izračun veličin ni dovoljeno ugotovitev

označba enačbe

$$p'_p(t) = \text{teoretični vrednosti v obliku enačb}$$

$$p'_p(t_m) = \text{temperatura izhoda iz sistema}$$

$$x'(p_{\text{atm}}, p'_p(t_m)) = \begin{cases} = 0 & x' = 0 \text{ ali } p'_p = p_{\text{atm}} \\ < 0 & t_m \text{ previsoka} \end{cases}$$

$$h_p(t) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$h_p(t_m) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$h_v(t_m) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$x(x'(t_m), t_m, t, h_p, h_v) = \begin{cases} < 0 & t_m \text{ prenizka} \\ > 200 & x \text{ prevelik} \end{cases}$$

$$p_p(x, p_{\text{atm}}) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$\varphi(p_p, p'_p(t)) = \begin{cases} > 100 & t_m > t \\ x = 0 & t_r \text{ ni določljiva} \end{cases}$$

$$p'_p(t_m = 0) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$t_r(p_p) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$x = x(1000) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

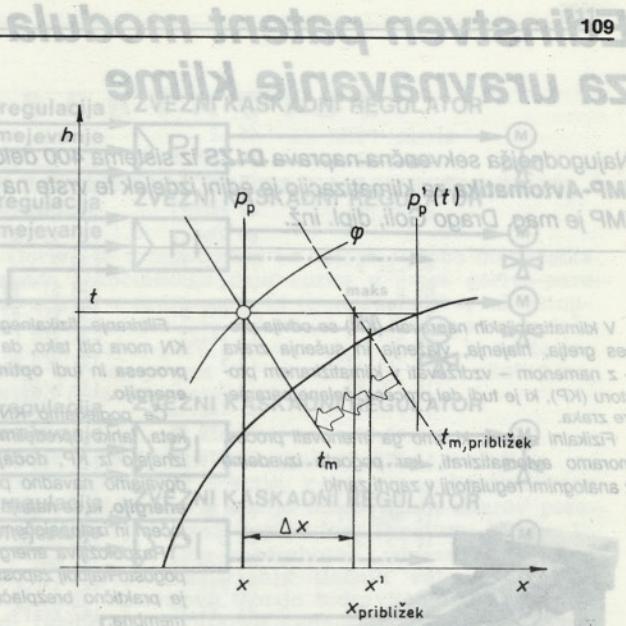
$$h(t, x) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

$$\varphi(p_{\text{atm}}, p_p, t) = \text{vrednosti v obliku enačb}$$

Slika 6

Na sliki 7 je za podprogram $t - p_p$ prav tako prikazanih nekaj pomembnih veličin v Mollierovem diagramu $h - x$. Za ta podprogram ne bomo prikazali zaporedja izračunov enačb, povedati pa je treba, da enačbe niso analitično, ampak numerično rešljive (računanje s približevanjem).

Listing programa za žepni računalnik HP 41 CV je prikazan na sliki 8 (str. 112).



Slika 7

SKLEP

Strokovnjak za klimatizacijo in avtomatizacijo bo začuden nad možnostmi tako zasnovanega programa za izračun veličin stanja vlažnega zraka, saj bo lahko pri danem atmosferskem tlaku oz. nadmorski višini delal analize, ki sicer ne bi bile mogoče.

Snovalci ekspertnih računalniških programskega sistemov pa bodo lahko program izpopolnili do stopnje, ko bo prek preobrazb vlažnega zraka mogoče za dano klimatizacijsko cono in dane temperaturne in vlažnostne tolerance v klimatiziranem prostoru avtomatizirati izbor klimatizacijskega sklopa in pripadajoče avtomatizacije naprave za klimatiziranje. Tu bodo naleteli na nova podatkovna okolja s podatki npr.:

- gredna toplota,
- hladilna toplota,
- sušilna toplota pri hlajenju,
- sušilna toplota pri kemičnem sušenju,
- izkoristek adiabatskega vodnega vlaženja,
- izkoristek neadiabatskega vodnega vlaženja,
- entalpijska diferenca parnega vlaženja,
- smerni koeficient $\Delta h/\Delta x$,
- faktor SHF.

Opozoriti je treba, da faktor SHF ni uporaben za ročne grafične rešitve v Mollierovem diagramu $h - x$, ker je natančen le v psihrometričnem diagramu, ki ga uporabljajo v Ameriki. Za regulacijo naprav za klimatiziranje pa podatkovnega okolja ne bomo oblikovali, ker je preobsežno.

LITERATURA

[1] Goli, D.: Avtomatizacija klimatizacijskih naprav. Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 1986.

Avtorjev naslov: mag. Drago Goli, dipl. inž.

IMP Avtomatika, Jožeta Jame 16,
Ljubljana

Edinstven patent modula za uravnavanje klime

Najugodnejša sekvenčna naprava D1ZS iz sistema 400 delovne organizacije IMP-Avtomatika za klimatizacijo je edini izdelek te vrste na svetu. Avtor patenta IMP je mag. Drago Goli, dipl. inž.

V klimatizacijskih napravah (KN) se odvija proces gretja, hlajenja, vlaženja in sušenja zraka – z namenom – vzdrževati v klimatiziranem prostoru (KP), ki je tudi del procesa, želeni parametri zraka.

Fizikalni sistem, ki smo ga imenovali proces, moramo avtomatizirati, kar pogosto izvedemo z analognimi regulatorji v zaprti zanki.



Avtomatizacijski sistemi v zaprti zanki so tisti, kjer so vstopne veličine fizikalnega sistema določene z izstopnimi veličinami. Tu tipala merijo odgovore fizikalnega sistema, torej merjene parametre zraka, ki jih regulator avtomatizacijskega sistema primerja z želenimi odgovori, torej želenimi vrednostmi parametrov.

Regulator je najzahtevnejši del avtomatizacijskega sistema. Imenujemo ga tudi kompenzator ali preprosto filter. Tako zato, ker ga imamo za nek drug fizikalni sistem, ki mora filtrirati fizikalni sistem ali fizikalni pod sistem KN.

Filtriranje fizikalnega sistema ali pod sistema KN mora biti tako, da zajame naravo dinamike procesa in tudi optimizira v proces dodajano energijo.

Če pogledamo KN z energetskoga zornega kota, lahko opredelimo: energetske potrebe, ki izhajajo iz KP, dodajano energijo, ki jo v KN dobajamo navadno prek vode in razpoložljivo energijo, ki se nahaja na meji KN, torej v vstopajočem in izstopajočem zraku.

Razpoložljiva energija je pri avtomatizaciji KN pogosto najbolj zapostavljena, čeprav je zato, ker je praktično brezplačna, pravzaprav najbolj pomembna.

Izkoriščanje razpoložljive energije terja dodatna investicijska vlaganja, saj je trebo v KN vgraditi dodatne elemente. Ti elementi delujejo po načelu:

- mešanje zraka,
- posredna obnovitev zraka z dodatnim nosilcem topote,
- posredna obnovitev zraka brez dodatnih nosilcev topote (rekuperacija),
- neposredna obnovitev zraka (regeneracija).

Vsa omenjena načela uvrščamo med tako imenovano poprejšnjo energetsko pripravo zraka, ker so elementi za njihovo izvajanje v KN postavljeni fizično na prvo mesto, na mejo KN z okolico.

V bistvu obstajajo med vsemi omenjenimi načeli tako pomembne podobnosti, da je mogoče za njihovo avtomatizacijo in optimizacijo uporabiti eno samo sredstvo, ki mu lahko rečemo: Regulator (v bistvu je to najugodnejša sekvenčna naprava) mešanja, rekuperacije in regeneracije za optimizacijo energije (RMRR). Sredstvo je patentirano.

RMRR mora dobiti od regulatorja, ki v KP prek v KN dodajane energije vzdržuje npr. temperaturo zraka, signal, kakšne so energetske zahteve v KP, sam pa z meritvijo npr. temperature v KN vstopajočega in iz KN izstopajočega zraka določi razpoložljivo energijo in s tem najboljšega energetskega ponudnika glede na dane energetske zahteve.

RMRR zato zmanjšuje v KN dodajano energijo, pri čemer upošteva:

- trenutno energetsko povpraševanje oz. energetske potrebe neposredno v KP in

– trenutno najboljšega energetskega ponudnika oz. razpoložljivo energijo na meji KN.

RMRR deluje neodvisno od drugih elementov za dodajanje energije prek vode v KN. To pomeni, da lahko v primeru, če v KN ni vgrajen

element za sušenje zraka, mešanje zraka kot poprejšnjo energetsko pripravo kljub temu avtomatiziramo neposredno glede na trenutne sušilne energetske zahteve KP.

RMRR varčuje energijo, izboljšuje stabilnost drugih zaprtih zank avtomatizacijskega sistema, izboljšuje udobje v KP in avtomatizacijo cele KN celo poenostavi. Ko v KP avtomatiziramo vzdrževanje samo temperature, ko torej izvajamo enoparametrsko regulacijo, deluje RMRR tako, da:

– pri grednih energetskih zahtehah v KP in pri razpoložljivi energiji, ko je v KN vstopajoči zrak hladnejši od izstopajočega: jemlje energijo izstopajočemu zraku in jo vraca v KN,

– pri grednih energetskih zahtehah v KP in pri razpoložljivi energiji, ko je v KN vstopajoči zrak toplejši od izstopajočega: jemlje energijo vstopajočemu zraku in jo vraca v KN,

– pri hladilnih energetskih zahtehah v KP in pri razpoložljivi energiji, ko je v KN vstopajoči zrak hladnejši od izstopajočega: jemlje energijo vstopajočemu zraku in jo vraca v KN,

– pri hladilnih energetskih zahtehah v KP in pri razpoložljivi energiji, ko je v KN vstopajoči zrak toplejši od izstopajočega: jemlje energijo izstopajočemu zraku in jo vraca v KN.

Pri tem RMRR razpoložljivo energijo razloči prek temperaturnih tipal.

Navedene kombinacije se lahko pojavitvijo tako poleti kakor pozimi, in sicer pri:

- režimu normalnega delovanja KN,
- režimu zagona KN,
- režimu nočne redukcije,
- režimu nočnega ohlajevanja,
- konstantni ali vodení želeni vrednosti temperature v KP,
- odsesovanih ali neodsesovanih svetilkah v KP, itd.

RMRR lahko uporabimo tudi v primeru vzdrževanja relativne vlažnosti v KP, pri čemer RMRR razpoložljivo energijo razloči prek vlažnostnih tipal. Več RMRR lahko povezemo tudi kombinacijo, s čimer dosežemo popolno entalpijsko regulacijo, kar pomeni, da razpoložljivo energijo zraka ne izkoristimo samo glede na njegovo temperaturo, temveč tudi glede na njegovo vlažnost.

Če so v KN že vgrajeni dodatni elementi za izkorisčanje razpoložljive energije, je te elemente nujno potrebno kar se da izkoristiti, da bi čimprej povrnili varne vložene denarna sredstva. Izkoristimo pa jih lahko le tako, da jim omogočimo njihovo delovanje skozi vse leto, in to v vseh možnih režimih, od normalnega, do reduciranega nočnega režima, tako pri zagonu KN in pri vseh kombinacijah energetskih zahtev in razpoložljive energije. To pa jih lahko omogočimo le s pravilno avtomatizacijo, ki pa v razmerju proti ceni dodatnih elementov za izkorisčanje razpoložljive energije predstavlja zanesljiv strošek.

RMRR je eden od modulov avtomatizacijskega sistema 400 delovne organizacije IMP-Avtomatika iz Ljubljane, Ul. Jožeta Jame 16. RMRR ima označbo D1ZS in je edini izdelek te vrste na svetu, še posebno pa, kar se tiče standardiziranega napetostnega izhoda 2-10V, možnosti nastavljanja konstant obnašanja in večnamenske in kombinacijske uporabe.



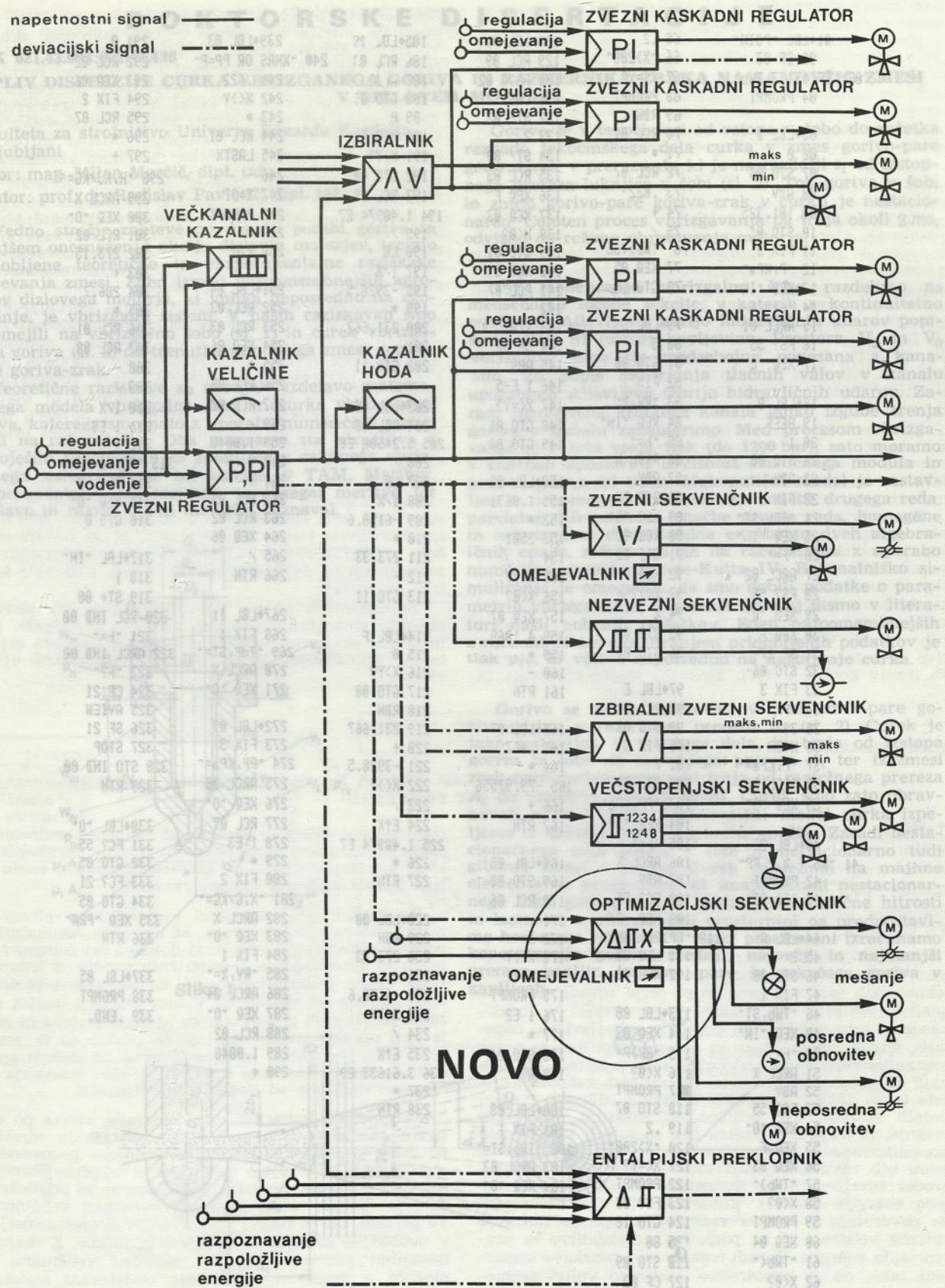
IMP IKO
industrija kovinske opreme
Ljubljana, Ul. Jožeta Jame 14
Kомерција: IMP IKO DELOVNA SKUPNOST

TOZD AVTOMATIKA n. sol. o.

61210 Ljubljana, Ul. Jožeta Jame 16, p. p. 20
telefon 061/557-141, 557-142, 557-143
telex: 31220 yu imp td; telefaks: 061/555-787

IMP IZIP TOZD MARKETING, Titova 48, Ljubljana, telefon 061/319-644, telex: 31652 yu imp ps

Predstavnštva: ZAGREB, S. Markovića 14, NOVI BEOGRAD, II. bul. 107, SKOPJE, Ivo Lola Ribar 72, SARAJEVO, Dž. Bijedića 27b



Arhitektura analognega avtomatizacijskega sistema 400

01+LBL "PSH"	65 .2	128+LBL 01	185+LBL 19	239+LBL 03
02 SF 03	66 "X>200"	129 RCL 09	186 RCL 03	240 "XNAS OR PP=P"
03 "OF 03: Z TWb"	67 X=Y?	130 FS?C 02	187 M?	241 .622
04 PROMPT	68 PROMPT	131 CHS	188 GTO 05	242 X>Y
	69 RDN	132 ST- 03	89 0	243 *
05+LBL T	70 RCL 01	133 2	190 XEQ F	244 RCL 01
06 0	71 *	134 ST/ 09	191 X>Y?	245 LASTX
07 ST0 00	72 RCL 07	135 RCL 03	192 GTO 00	246 -
08 ADV	73 .622	136 XEQ F	193 RCL 00	247 X=0?
09 101.325	74 +	137 XEQ 03	194 1.40974 E7	248 PROMPT
10 ST0 01	75 /	138 X>0?	195 /	249 /
11 FIX 3	76 "TWb>Tdb"	139 GTO 01	196 LN	250 RTN
12 "P,KPa"	77 XEQ 05	140 XEQ 04	197 1/X	251+LBL 04
13 XEQ "IN"	78 GTO 18	141 RCL 07	198 -3928.5	252 RCL 03
14 "F="		142 -	199 *	253 RCL 03
15 ARCL 01	79+LBL C	143 X<0?	200 231.667	254 XEQ 06
16 FS? 55	80 3	144 SF 02	201 -	255 *
17 XEQ "0"	81 ST0 00	145 ABS	202 GTO 11	256 RCL 03
		82 FIX 1	146 1 E-5	257 RCL 02
18+LBL B	83 "RV,Z"	147 X=>Y?	203+LBL 00	258 -
19 BEEP	84 XEQ "IN"	148 GTO 01	204 RCL 08	259 1.0048
20 1	85 "F="	149 GTO 08	205 5.24506, E8	260 *
21 ST0 00	86 ARCL X		206 /	313 "RO,KG/M3=T0
22 ADV	87 ADV	150+LBL 06	207 LN	314 ARCL X
23 FIX 1	88 FS? 55	151 1.8631	208 1/X	315 XEQ "0"
24 "Tdb,ST"	89 XEQ "0"	152 *	209 -6150.6	316 GTO B
25 XEQ "IN"	90 RCL 02	153 2501	210 *	
26 "F="	91 ST0 03	154 +	211 273.33	265 /
27 ARCL 02	92 XEQ F	155 X>Y	212 -	266 RTN
28 FS? 55	93 X>Y	156 X<0?	213 GTO 11	318 1
29 XEQ "0"	94 %	157 XEQ 07		319 ST+ 00
30 XEQ F	95 ST0 08	158 4.1868	214+LBL F	320 RCL IND 00
31 SF 27	96 GTO 00	159 *	215 0	267+LBL 11
32 ST0 06		160 -	216 X>Y?	321 "F="
33 FIX 3	97+LBL E	161 RTN	217 GTO 00	270 ARCL X
34 "P"	98 RCL 02		218 RDN	323 "F?"
35 39	99 ST0 03	162+LBL 07	219 231.667	324 CF 21
36 XTOA	100 FIX 3	163 .467	220 +	325 AVIEW
37 "F,KPa="	101 7	164 *	221 -3928.5	
38 ARCL 06	102 ST0 00	165 -79.97556	222 X>Y	272+LBL 09
39 XEQ "0"	103 "PP,KPa"	166 +	223 /	326 SF 21
	104 XEQ "IN"	167 RTN	224 E↑X	273 FIX 3
40+LBL 22	105 "F="		225 1.40974 E7	327 STOP
41 "Wb T % P PP"	106 ARCL X	168+LBL 05	226 *	274 "PP,KPa="
42 PROMPT	107 ADV	169 ST0 08	227 RTN	328 ST0 IND 00
43 GTO 2212	108 FS? 55	170 RCL 06		275 ARCL 08
	109 XEQ "0"	171 /	228+LBL 00	329 RTN
44+LBL A	110 "PP,PP/Tdb/"	172 1	229 RDN	330+LBL "0"
45 2	111 XEQ 05	173 X>Y	230 273.33	282 ARCL X
46 ST0 00	112 RCL 08	174 X>Y?	231 +	335 XEQ "PRA"
47 FIX 1		175 PROMPT	232 -6150.6	336 RTN
48 "TWb,ST"	113+LBL 00	176 1 E2	233 X>Y	283 XEQ "0"
49 XEQ "IN"	114 XEQ 03	177 *	234 /	284 FIX 1
50 "F="	115 "PP,P"	178 ST0 04	235 E↑X	285 "RV,Z="
51 ARCL X	116 X<0?	179 RTN	236 3.61633 E9	286 ARCL 04
52 ADV	■7 PROMPT		237 *	287 XEQ "0"
53 FS? 55	118 ST0 07	180+LBL 08	238 RTN	288 RCL 02
54 XEQ "0"	119 .2	181 FIX 1		289 1.0048
55 XEQ F	120 "X>200"	182 "TWb,ST="		290 *
56 XEQ 03	121 X=Y?	183 ARCL 03		
57 "TWb">	122 PROMPT	184 XEQ "0"		
58 X<0?	123 FS? 03			
59 PROMPT	124 GTO 18			
60 XEQ 04	125 80			
61 "TWb<"	126 ST0 09			
62 X<0?	127 CF 02			

Slika 8

IMP IKO
industrija kovinske opreme
Ljubljana, Ul. Jožeta Jelca 14, 61210 Ljubljana, telefoni 061/310-611, 061/310-612
Komerciala: IMP IKO DELOVNA SKUPNOST