

Poznajemo li dovoljno entalpijsku regulaciju?

**Mr Drago Goli, dipl. inž.,
»IMP« IZIP, TOZD Projektivni biro,
61001 Ljubljana, Titova 37**

*Pravilnom regulacijom mešanja, rekuperacijom ili regeneracijom svežeg i povratnog vazduha — koji neposredno zavise od energetske potrošnje klimatizovane prostorije — značajno se štedi energija, kao što se poboljšava stabilnost svih delova regulacionog sistema i doprinosi ugodnosti boravka u prostoru.
Članak posebno obrađuje mogućnosti i vidove pravilne regulacije vazduha.*

1. Uvod

Poznato je da u poslednje vreme veliki proizvođači sistema za automatizaciju nude potpuno nova rešenja klimatizacionih uređaja. Pre svega, dolazi do izražaja digitalna tehnika, koja je sve više zastupljena i zbog mogućnosti nadzora. Sa stanovišta uštede energije, digitalna tehnika pruža slobodnije opredeljenje u upravljanju, mogućnosti stručne regulacije i primene sistema sa analizom podsistema, inovativne regulacione strukture za specijalne slučajeve, zadovoljenje kriterijuma minimalne energije u svako doba itd. koji je ograničen poznatim hardverom i interfejsom, koji poseduju samo određeni kvalitet i preciznost (pogoni, davači itd.). Poznato je još nekoliko prednosti i slabosti digitalnih sistema [1], ali uprkos svemu analogni regulacioni elementi su još uvek cenjeni na tržištu. I ne samo to, poznavanje analognе automatizacije tehnike jeste i biće još dugo stabilna osnova za digitalnu tehniku, pošto većina radnih organizacija koje poseduju automatizaciju ima svoj osnovni softver, izveden iz radnih dijagrama analognih sistema. Činjenica da ovi sistemi, posebno oni za mešanje svežeg i povratnog vazduha raznih proizvođača nisu podjednako usavršeni, mora se pripisati nepotpuno izrađenom softveru u digitalnih sistema.

2. Vazduh kao nosilac energije

Svež i povratni vazduh se mešaju pomoću žaluzina za mešanje u klimatizacionom uređaju, obično na početku klima-komore, pre nego što se vazduh sa dodatnim elementima greje, hladi, vlaži ili suši. S obzirom da vazduh mešanjem unapred termički pripremamo, to od regulacije mešanja posebno zavisi energetska potrošnja klimatizacionog uređaja.

Mešanje vazduha kao prethodna energetska priprema je ekonomično, ukoliko se za regulaciju izabere termodinamičko stanje mešanog vazduha, tako da se pri tome smanje grejna ili rashladna i vlažna ili sušiona opterećenja klimatizacionog uređaja.

Da bi se ovo postiglo, regulacija mora:

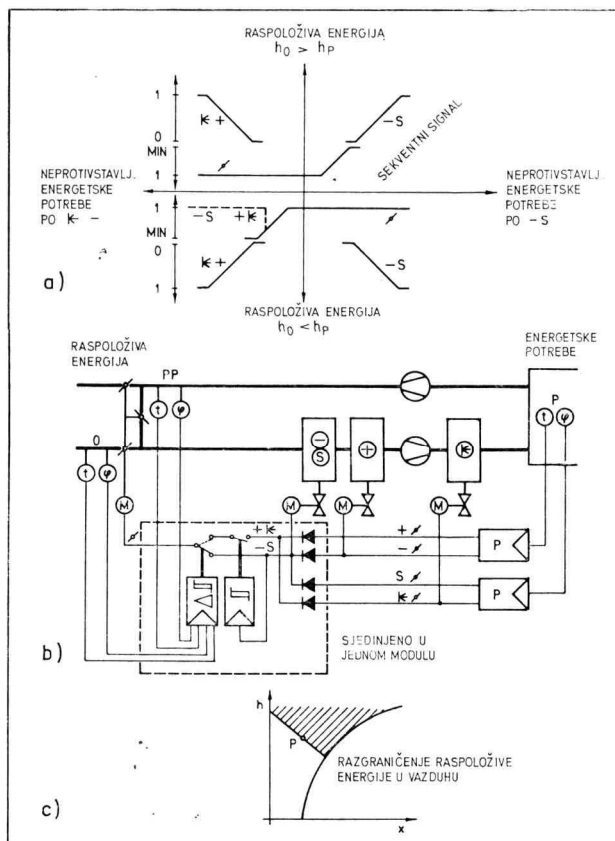
- delovati što više na intenzitet mešanja vazduha u manjim regulacionim elementima,
- uzimati u obzir neposrednu trenutnu energetska potražnju u klimatizovanim prostorijama,
- uzimati u obzir trenutnu energetska ponudu svežeg i povratnog vazduha.

Pri tome uopšte nije važno da li u klimatizacionom uređaju postoje svi aktivni elementi termodinamičke obrade vazduha, kao što su grejač, hladnjak, ovlaživač i sušač vazduha. To je veoma važno i znači da iako u uređaju ne postoji sušač vazduha, mešanje vazduha zavisi od energetske potrošnje prostorije koja se klimatizuje. To takođe znači da mešanje vazduha može uslovno zavisiti od energetske potražnje vlaženja i onda kada je parni ovlaživač klimatizacionog uređaja regulisan nezavisno, što očigledno poboljšava regulaciju vlaženja.

Ovakvu regulaciju mešanja svežeg i povratnog vazduha možemo jednostavno nazvati potpunom entalpijskom regulacijom. Ali, ipak je potrebno, kao pri mešanju vazduha, u sadašnjem stanju tehnike uzeti u obzir rekuperaciju i regeneraciju toplote između svežeg i povratnog vazduha. Oba procesa se energetska ne razlikuju od procesa mešanja. Razlika je jedino u tome, što oba procesa omogućuju klimatizacionom uređaju upotrebu, tj. korišćenje 100% količine svežeg vazduha i da se pri rekuperaciji prenosi uglavnom samo osetni deo toplote. Uprkos ovako očiglednoj sličnosti, danas su veoma česti slučajevi da se regeneracija vazduha rešava sopstvenim regulacijskim rešenjima i elementima nekih trećih proizvođača.

3. Energija ne znači isto za sve proizvođače

Činjenica je da su razni proizvođači u suštini različito pristupali rešavanju potpune entalpijske regulacije. Uzroci su više-manje očigledni. Ovde pre svega postoje različiti sistemski planovi



Sl. 1.

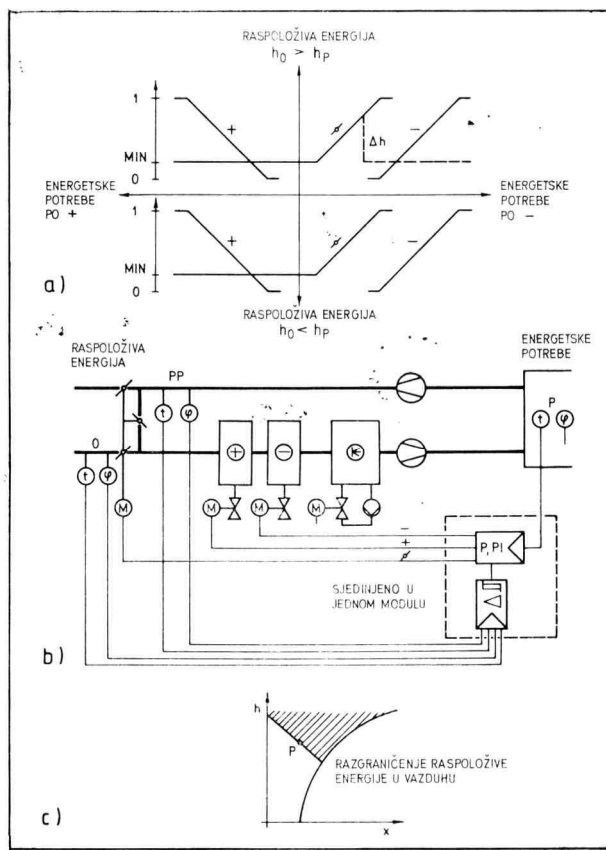
vi, koji ne pružaju svuda iste mogućnosti, kao i različito osposobljeni projektanti ovih sistema.

Proizvođač SCS u svom regulacionom sistemu ima veliko preimućstvo, koje je dobro iskoristio. Izlazni signali su ne samo intenzivni i istovremeno regulisani, za šta njihovim izvođačkim organima (magnetni pogon) nisu potrebni ograničivači hoda (to su dodatni regulatori hoda ugrađeni u pogon), već u jednom signalu prenose informaciju ne samo za jedan, već za dva sekventno regulisana elementa. Tako navedeni sekventni izlazni signal ima više prednosti. Pre svega, potrebno je manje sekventnih stepeni unutar regulatora, odnosno manje sekventnih stepeni na spoljnoj strani regulatora; osim toga moguće je vrlo jednostavno izvoditi potpunu entalpijsku regulaciju. Tako grejni, kao i rashladni, izlaz sekventnog regulatora obuhvata i žaluzijski izlaz, pa se iz navedenog razloga govori o grejno-žaluzijskom i rashladno-žaluzijskom izlazu. S obzirom da grejni i rashladni izlaz deluju suprotno (jedan je direktan, a drugi suprotan), to znači da u svakom trenutku imamo na raspolaganju direktan i suprotan žaluzijski signal. Suprotan signal dobijamo na žaluzinama tako, da na njih propuštamo grejno-žaluzijski izlaz regulatora, a

direktan signal na taj način da propustimo ras-hladno-žaluzijski izlaz regulatora. Dakle veoma jednostavno, samo pogon žaluzina mora biti podešen tako, da deluje u nižem naponskom području kao pogon ventila, grejača ili hladnjaka. Potpuno slično važi za vlažeći i sušeći izlaz sekventnog regulatora vlage. Istina je da ovaj sistem ima i mali nedostatak, koji je opisan u 4. poglavlju ovog teksta.

Na slici 1. je prikazano kako potpuno entalpijska energija deluje kod proizvođača SCS. Pre svega, možemo lako primetiti, da regulacija pod određenim uslovima omogućava hlađenje ili zagrevanje i za 100% količine svežeg vazduha, što važi zbog sistema dioda, pomoću kojih biramo najveći signal i za hlađenje i za sušenje. Osim toga, regulacija identifikuje suprotne energetske potrebe klimatizovane prostorije, kao što su istovremeno zagrevanje i vlaženje vazduha, ili istovremeno zagrevanje i sušenje vazduha, pri čemu žaluzine ne menjaju smer delovanja. Sa ovom vrstom energetske potrebe, regulacija potroši 100% količine svežeg vazduha u slučaju kada je ispunjen entalpijski uslov $h_0 < h_p$ i kada najveća energetska potražnja između hlađenja i sušenja dostigne neku unapred zadatu granicu. Regulacija ne uzima u obzir način vlaženja vazduha i radi potpuno jednako pri vlaženju parom ili vodom [1].

Proizvođač LANDIS/GYR u svom regulacionom sistemu ne primenjuje sekventne izlazne signale, pa za ekonomično delovanje žaluzina u proizvodnom programu ima sekventni regulator sa tri izlaza, od kojih je jedan namenjen gre-



Sl. 2.

jaču, drugi hladnjaku vazduha, a treći žaluzina-ma ili rekuperatoru odnosno regeneratu. S obzirom da regulator možemo upotrebiti kako za regulaciju temperature, tako i za regulaciju vlažnosti, mi ga veoma često upotrebljavamo kao regulator temperature, kada pomoću njega u klimatizovanoj prostoriji možemo lako identifikovati samo osetne energetske potrebe (grejanje, hlađenje), sa ugrađenim stepenom za upoređenje temperatura ili entalpija i to prema želji osetnu, ili totalno raspoloživu energiju.

Regulatorom ne možemo izvoditi potpunu entalpijsku regulaciju. Ona naime ne dozvoljava mogućnost grejanja pri 100% otvorenih žaluzina svežeg vazduha i ne uvažava uticaj latentnih i suprotnih energetskih potreba klimatizovane prostorije. I ovdje regulacija ne uvažava način vlaženja vazduha i deluje potpuno jednako pri parnom i pri vodenom vlaženju vazduha. Na žaluzinama je moguće odrediti način delovanja izlaza, te direktan signal možemo upotrebiti za žaluzine, a suprotan signal za rekuperaciju odnosno regeneraciju. Među sekventnim elementima se ne mogu postaviti mrtve zone. Na slici 2. je prikazano kako ova delimična entalpijska regulacija deluje kod proizvođača LANDIS/GYR. Očigledno je da se uzimaju u obzir samo osetne energetske potrebe klimatizovane prostorije, pri čemu se vodi računa jedino o potpuno raspoloživoj energiji [1].

Proizvođač »Honeywell« u svom regulacionom sistemu ne primenjuje sekventne izlazne signale, a čak nema ni sekventne regulatore. Sve sekvence je naime nužno rešavati u odvojenim sekven-

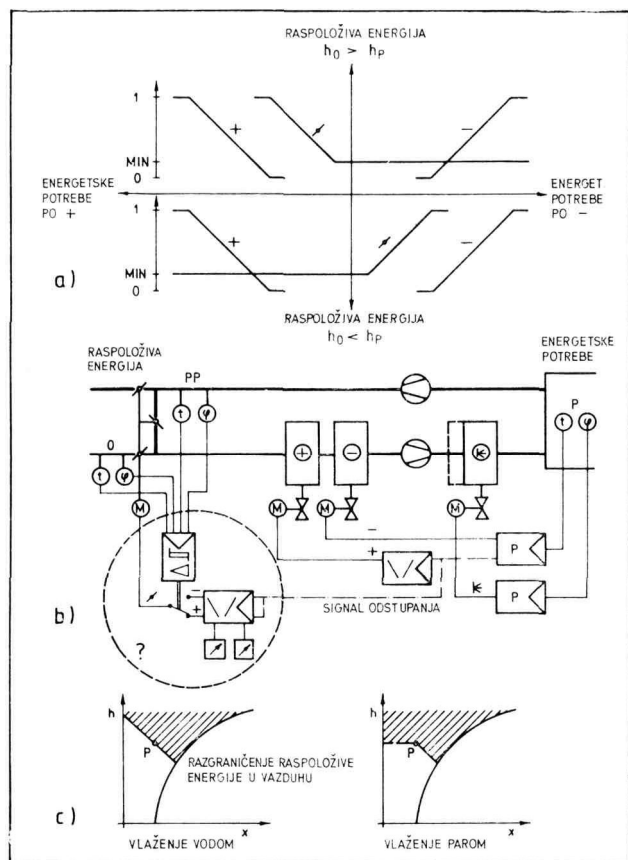
čnicima, u koje je potrebno iz regulatora sa jednim izlazom uvesti signal greške, na osnovu kog je na svakom regulatoru moguće odvojeno formirati po dva dodatna sekventna izlazna signala. Za identifikaciju raspoložive energije, proizvođač poseduje poseban modul, čije delovanje predstavlja nešto posebno. Pri vlaženju pomoću pare, kada modul preklapimo u željeni režim, regulator radi drukčije nego u slučaju vlaženja vodom. U principu je modul podešen za ovakav način delovanja, što smo primetili već kod proizvođača LANDIS/GYRA, dakle samo za preklap žaluzina na minimalnu količinu svežeg vazduha, dok je na rekuperatoru regulacioni ventil potpuno otvoren, odnosno na regeneratu je podešen na najveći broj obrtaja. Utoliko pažljivije pogledamo radni dijagram na slici 1a, primetićemo da žaluzine nije potrebno preklapati u minimalni položaj, već samo možemo okrenuti delovanje istih iz direktnog u eksploatacioni položaj. S obzirom na ovo, na slici 3. je prikazano delimično delovanje entalpijske regulacije kod »Honeywella«, koji za energetske potrebe za raspoloživu energiju primenjuje samo osetni deo toplote. Time svaka-ko nije rečeno da se uključanjem dodatnih modula ne može više približiti potpunoj entalpijskoj regulaciji [1].

4. Usmeravanje

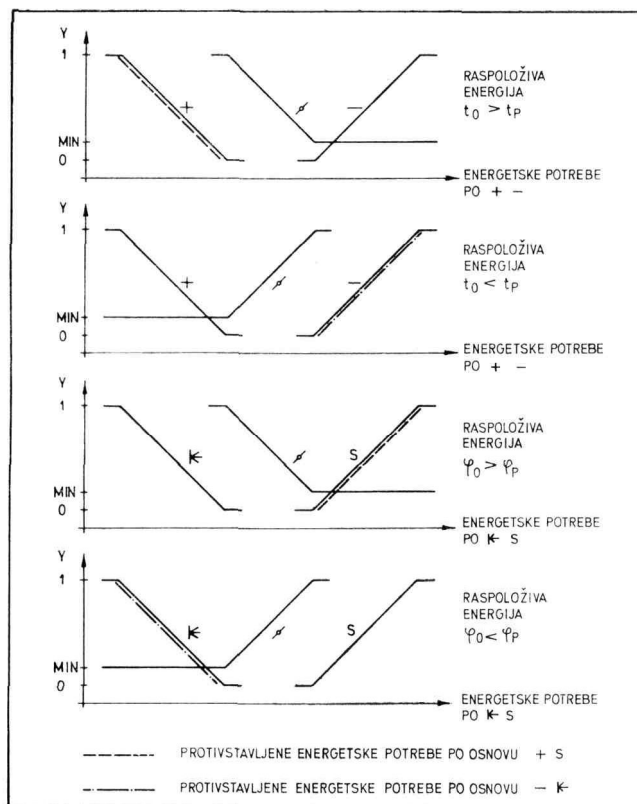
Proizvođači čiji regulatori na svojim izlazima imaju samo funkciju upravljanja i koji u jednom izlazu ne udružuju dva sekventna signala, u velikoj većini za potpunu entalpijsku regulaciju nemaju razvijenu ni potpunu teoriju, ni odgovarajuće entalpijske regulatore. Nemaju takve regulatore, koji sjedinjavaju funkciju regulisanja potrošnje raspoložive energije, kao i funkciju prilagođavanja energetskim potrebama klimatizovane prostorije, što se može izvesti okretanjem signala žaluzine iz direktnog u eksploatacioni položaj. Osim toga, nemaju ni jednostavan namenski regulator, koji bi obe funkcije obuhvatio s obzirom na senzibilni deo toplote vazduha i koji bi bio prilagođen i rekuperaciji, odnosno regeneraciji toplote. Pri primeni mešanja vazduha, bilo bi potrebno raspolagati mogućnošću regulisanja minimalne količine vazduha, a pri primeni rekuperacije, mogućnošću postavljanja mrtve zone, gde bi se pumpa regeneratora isključila odmah po zatvaranju ventila rekuperatora, pri primeni regeneratora i rekuperatora obezbedila bi se mogućnost okretanja izlaznog signala iz direktnog u eksploatacioni položaj.

Na slici 4. su za sve one koje će ove ideje oduševiti prikazani radni dijagrami sa slike 1a, na način na koji im je delovanje entalpijske regulacije potpuno razumljivo i sa regulatorom sa normiranim izlazima od 2 do 10 V.

Potrebno je još naglasiti da su jedinstveni izlazni i ulazni signali od 2 do 10 V danas veoma prodorni i sve više potiskuju udruženi sekventni signal proizvođača SCS. Osim toga, sekventni signal omogućuje formiranje tačnog sekventnog redosleda žaluzina sa drugim elementima samo u



Sl. 3.



Sl. 4.

okolini određene količine svežeg vazduha. Ukoliko zadani procenat količine svežeg vazduha odstupa naniže, on prouzrokuje prekrivanje signala, a ukoliko procenat odstupa naviše, onda on uslovljava prekrivanje mrtve zone, na šta se ne može uticati. Zato je još jasnije da drugi proizvođači sa jedinstvenim signalom imaju određene sistemske prednosti, koje mogu jednostavno iskoristiti.

5. Zaključak

Činjenica je da pravilnom regulacijom mešanja, rekuperacijom ili regeneracijom svežeg i povratnog vazduha, koje neposredno zavise od energetske potrošnje klimatizovane prostorije, ne samo da štedimo veliki deo energije, već takođe poboljšavamo stabilnost svih delova regulacionog sistema i povećavamo ugodnost.

Pravilnoj regulaciji približićemo se, ukoliko uzmemo u obzir još i sledeće [1]:

- da je u nekim klimatskim područjima često potrebno zagrevati vazduh pri mešanju i pri 100% količini svežeg vazduha, odnosno pri re-generaciji toplote i pri minimalnom broju obrtaja ekonoventa (puštanje u pogon, noćne redukcije, noćna zaštita);

- da je način uzimanja u obzir energetske ponude nezavisan od broja termodinamičkih obrada vazduha, što znači da možemo primeniti entalpijsko preklapanje žaluzina u minimalan položaj i onda kada vazduh ne vlažimo;

- da su suprotne energetske potrebe poznate već više godina, te da ih moramo uzimati u obzir, tako da posredno uvažavamo i cene energije (npr. cena hlađenja je viša od cene grejanja, a cena sušenja je viša od cene vlaženja);

- da je način vlaženja vazduha (vodeno, parno) pogodan za dva različita režima regulacije;

- da dva različita klimatska područja u posebnim slučajevima uslovljavaju različite režime regulacije.

Literatura

- [1] GOLI, DRAGO: Avtomatizacija klimatizacijskih naprav, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 1986.