

TERMIČKA UDOBNOST U AUTOMOBILU KAO USLOV RAZVOJA NOVE GENERACIJE AUTOMATSKE KLIMATSKE KONTROLE (ACC)

Radoš Pantić¹⁾, Branimir Milosavljević²⁾, Marina Karić¹⁾, Vladeta Jevremović¹⁾

Kategorija rada:
NAUČNA KRITIKA, ODNOSNO POLEMIKA I OSVRT

AFILIJACIJA/ADRESA:
1) VTMSŠ SS Trstenik, R. Krstića 19, Trstenik
2) ATP Morava AD Vrnjačka Banja

Rezime: S obzirom da ljudi i po nekoliko sati u toku dana provode u automobilima, autobusima ili vozovima, važno se obezbediti dobro termičko okruženje, optimizovati komfor i performanse kako vozača, tako i putnika. Međusobni odnosi u kabini između konvekcije, radijacije i kondukcije je veoma složena. Varijacije u zračenju sunca i uticaj brzine strujanja vazduha iz ventilacionih kanala automobila ili AC modula kao i neujednačene temperature stvaraju mikroklimu koja može značajno varirati u vremenu i prostoru. Vozač i putnici nisu u stanju da često menjaju svoje položaje za navedene asimetrične klimatske uslove. Stepen termičkog komfora zavisi od 6 parametara: nivoa aktivnosti, odevenosti, temperature, brzine strujanja i vlažnosti vazduha i srednje temperature zračenja. Većina današnjih ACC (Automatic climatic control) sistema zasnovana je na tehnologiji odgovarajuće linearne kontrole, razvijene još sredinom prošlog veka. To je bio dobar osnov za razvoj novog sistema, zasnovanog na konceptu ravnoteže snage i odvajanju prelaznih i postojanih kontrolisanih stanja. Primena novih ACC sistema dovela je do zaključaka da nova ACC tehnologija unapređuje ukupnu efikasnost kontrole i bitno smanjuje vreme i cenu potrebno za razvijanje novih modela vozila.

Ključne reči: termička udobnost, ACC klime, HVAC sistem

1. UVOD

Da bi se shvatio napredak ergonomije, pogotovo na polju termičke udobnosti čoveka, dovoljno je samo napraviti paralelu između tehnološkog razvoja modela za ocenu udobnosti u putničkim vozilima u odnosu na radne mašine. Toplotni uslovi u poljoprivrednim mašinama su drugačiji od mikroklimu u druskim vozilima zbog velikih staklenih površina i malih brzina kretanja. Velike staklene površine su potrebne radi što bolje vidljivosti, jer tokom rada traktorista mora neprekidno da posmatra zone u svojoj okolini, pa je u savremenoj proizvodnji traktora prisutan trend zastakljenih kabina. Zbog malih brzina kretanja radna mašina ne može da se osloni na hlađenje spoljašnjih površina omotača kabine konvekcijom vazduha. Proces rada traktora često uslovljava dugotrajan nepromenjen položaj kabine u odnosu na sunce što dodatno pogoršava subjektivan osećaj mikroklimu. Buka i aerozagadenje u okolini traktora utiču na to da se otvaranje prozora i vrata na kabini svede na manju meru. Analizirajući primenjena rešenja zaštite unutrašnjosti traktorske kabine i traktoriste od dejstva sunca na savremenim traktorima, može se uočiti da razvoj i primena naprednih tehnologija na pomenutom polju nije na nivou kakav se sreće kod putničkih i teretnih automobila i autobusa. Zaključak je još više aktuelan, ako se posmatraju najnoviji trendovi u razvoju automobilske klimatske kontrole.

Automatski klima uređaji (ACC) su obično integrisani sa sistemom za grejanje vozila da bi obezbedili automatsko upravljanje klima sistemom. Ovaj sistem će automatski održavati podešeni nivo grejanja ili hlađenja, a time i stalnu temperaturu u zavisnosti od zahteva putnika. Automatski sistemi koriste iste osnovne komponente kao i konvencionalni klima uređaji, uz dodatak upravljača kompresora, a sistemom obično upravlja (ECU) ili kao posebna elektronska upravljačka jedinica za upravljanje klimom ili kao deo

elektronske upravljačke jedinice za upravljanje motorom. Davači smešteni unutar i/ili izvan vozila omogućuju da automatski sistem oseća unutrašnju temperaturu vazduha. Tada sistem podešava nivo hlađenja i / ili grejanja koliko je neophodno da bi održao temperaturu u unutrašnjosti vozila na nivou koji su izabrali putnici. Za upravljanje temperaturom u vozilu koriste se upravljački uređaji koji otvaraju i zatvaraju različite klapne u vazдушnim tokovima sistema i menjaju brzinu ventilatora matrice grejača/isparivača. Na primer, kod nekih sistema ugrađene su klapne dvostrukog dejstva u kućištu između tela grejača i isparivača. Ako se zahteva više toplote, klapna se otvori da bi se dopustilo da više toplote iz tela grejača dođe do kabine.

Ako se zahteva više hlađenja, da bi se smanjila temperatura, klapne se pomere da bi se smanjio protok toplog vazduha iz tela grejača i povećao protok hladnog vazduha sa isparivača u kabinu.

Mnogi automatski sistemi imaju samodijagnostički sistem u kome su smešteni podaci o kvarovima sistema i kao kodovi kvara u memoriji elektronske upravljačke jedinice (ECU) ili u nekim slučajevima u memoriji elektronske jedinice za upravljanje motorom. Još od 1964. godine *Cadillac* je u svojim ACC uređajima koristio analogne kontrolore sa vakumskim pokretačem. Ovaj tehnološki obrazac opstao je do današnjih dana. On uključuje:

1. **Izbor postavljenih senzora** (termootpornici za temperaturu ambijenta, termootpornici za temperaturu vazduha u kabini, termootpornici za merenje temperature vazduha koja napušta prilikom apsorpcije kabinu)
2. **Princip mešanja (kombinovanja vazduha)** (podaci o temperaturi vazduha na izlazu iz HVAC modula)
3. **Koncept smanjenja sunčevog zračenja**
4. **Linijska kombinacija ulaznih senzora u svrhu upravljanja pokretačkih mehanizama** (temperatura okoline, temperatura vazduha u kabini, podešavanje temperature preko potencijometra od strane putnika)

Sa razvojem i unapređenjem tehnologije mikrokontrolera, ACC sistem je prošao kroz fazu od linearnog analognog pojačala i vakumskog pobuđivača do mikrokontrolera i pobuđivača sa elektromotorom. To je omogućilo primenu složenijih strategija kontrole, a sve u cilju postizanja komfornih i bezbednih uslova. Tako su mnoge nove tehnologije zauzele mesto u ACC sistemu, kao na primer pokazivač stanja na kolovozu (sneg, kiša, suv kolovoz).

Linearno-analoga kontrola sa mogućnošću ručnog upravljanja počela je da pokazuje znake zastarelosti. Studije su pokazale da u proseku potrošači preteruju sa ACC sistemom i tokom vožnje potroše oko 66% vremena na ručno podešavanje termičkog komfora. (*Illinois Technical Institute*). Allison-Fisher AAFS pokazuje da je ACC najmanje poželjna HVAC osobina posmatrajući sve delove vozila (na primer standardna AC, trenutna toplota, levo-desna samostalna kontrola, filtriranje vazduha ...). Takođe je poznato da linearno-analoga kontrolna jedinica oduzima dosta vremena i finansijskih sredstava za prihvatljive osobine koje su potrebne. Aktivnosti podešavanja obično počinju sa izgradnjom prototipa, a nije neuobičajeno da se sa njima i nastavi iako se vozilo već plasiralo na tržištu.

Dephi inženjerski tim napravio je proboj na tržištu A/C sistema potpuno novom filozofijom i novim sistemima automatske kontrole klime. Razvojni ciljevi su uključivali: unapređenje efikasnosti kontrole prelaznih i stabilnih stanja, povećanje usklađenosti rada ACC sistema, smanjiti napore pri projektovanju ili planiranju ACC sistema, pojednostavljenje softvera potrebnog za rad ACC sistema i projektovanje softvera ACC sistema sa maksimalnom efikasnošću. Posle tri godine opsežnih napora, većina postavljenih ciljeva bila je postignuta. Performanse stabilnih stanja ACC sistema su unapređene time što je uspostavljena ravnoteža između termičkog opterećenja putničke kabine i HVAC kapaciteta klima uređaja. Ovakav pristup prepoznao je prisutnost lošeg kvaliteta tradicionalnog ventilatora i temperaturnih mapa, čime je izbegnut dotadašnji linearni koncept upravljanja. Performanse rada ACC sistema tokom prelaznog stanja su unapređene sinhronizacijom rada i odvajanjem koncepta prelazno-stabilnih stanja.

Pokazano je da se sa novim algoritmom ACC test vozilo može podesiti za samo 4-6 nedelja, a nakon isporuke loše serije (ili sa greškom) velikim distributivnim centrima. Upotrebom modifikovanog softverskog paketa *MatLab*, kompletni ACC algoritam u više nivoa može prikazati i grafički model. Tako se mogu dobiti više upotrebljivih podataka iz svakog nivoa i u svakoj sekvenci.

Zadnji i ne tako manje važan element je izvršni mikrokontroler, koji može biti ugrađen direktno iz grafičkog modela. Mikrokontroler za tu svrhu koristi funkciju autokoda datog iz *MatLab* programa. Modifikacije na modelu mogu biti izvedene na grafičkom nivou i brzo implementirane na mikroprocesor kroz automatsko generisanje kodova. Ovo u mnogome pojednostavljuje proces razvoja softvera.

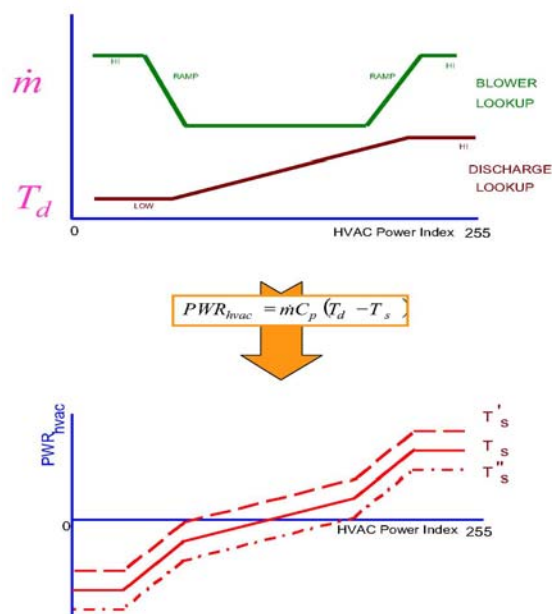
2. DIZAJN ALGORITMA ZA KONTROLU STABILNOG STANJA

Rad ACC sistema može biti podeljen na dva stanja, prelazno i stabilno. Objektivni cilj prelazne faze jeste što brža apsorpcija početne toplote i vlažnosti iz putničke kabine i dosezanje optimalnog termičkog komfora. Onog trenutka kada je to postignuto, cilj kontrole je zadržavanje udobnosti pri ambijentalnoj temperaturi. Dalje funkcionisanje ACC sistema može se okarakterisati kao operacija održavanja stabilnog (ravnotežnog) rada. Temperaturno opterećenje putničkog prostora se sastoji od tri izraza:

I IZRAZ – Termičko opterećenje pripisano ambijentu. Takvo stanje je posledica prenosa toplote konvekcijom i to od eksternih faktora putničke kabine. To je proporcionalna temperaturna razlika između unutrašnjosti kabine i ambijentalnog vazduha, a obrnuto proporcionalna termičkom otporu zatvorenog putničkog prostora. Otpor prenosa toplote je zastupljen kao inverzna funkcija termičke indukcije unutar vozila.

II IZRAZ – ACC sistem se može znatno unaprediti, ukoliko se prilikom postavljanja jednačine ravnotežnog stanja, tj. termičkog opterećenja uzme u obzir i dubinska temperatura sedišta i poda vozila. Ona se može izmeriti ili projektovati.

III IZRAZ - Unutrašnje površine u putničkoj kabini prenose toplotu putem kondukcije. Ona se takođe može odrediti eksperimentalno. Korišćenjem toplotnih senzora može se izmeriti toplota obrazovana od sunčevih zraka.



Slika 1 - Kontrolni proces jednolikog stanja

2.1 Definisanje kontrolnog procesa

Energetska ravnoteža mora biti prevedena u kontrolne parametre, kao što je HVAC temperatura praznjenja i opseg strujanja vazduha koji napušta putničku kabinu. Unutar HVAC modula to se može postići opslužnim mehanizmom koji može pobuditi

odgovarajuće uređaje za kontrolu strujanja vazduha i temperature. To je postignuto zahvaljujući izračunatoj HVAC krivi snage u realnom vremenu i njenoj povratnoj informaciji. Proračun krive snage HVAC u realnom vremenu počinje sa definicijom temperature apsorpcije i malom brzinom ventilatora. (slika 1). U gornjoj slici 1a brzina duvanja ventilatora je pretvorena u nivo strujanja vazdušne mase koja izlazi iz kabine vozila. Na apcisi je indeks snage i može se približno usaglasiti sa ambijentalnom temepaturom vazduha (T_d). Indeks snage ima opseg od 0-255, pri tome odgovarajući temperaturi od -40 °C do 65 °C. Odnosi su tako postavljeni da visoka temperatura odgovara malom indeksu snage i obrnuto. Pri visokim temperaturama ambijenta, traže se visoke brzine rada ventilatora i male temperature pražnjenja, dok se za veoma niske temperature okoline, traže visoke brzine ventilatora i visoke temperature pražnjenja. Pri umerenim temepaturama okoline, brzina ventilatora može biti redukovana. Sa definisanim mapama strujanja vazduha i mapama temperature pražnjenja, može se izračunati HVAC mapa snage za konkretnu putničku kabinu podešavanjem temperature (slika 1b). S obzirom da je mapa zavisna od podešene temperature, potrebno je ponovo računati istu svaki put kada se promeni temperatura. Na slici 1b prikazane su tri različite krive koje odgovaraju na tri različite zadate temperature.

Mikroprocesorom je definisana mapa HVAC snage i to kao dvodimenzionalna tabla sa HVAC snagom kao nezavisnom promenljivom i HVAC indeksom kao zavisnom promenljivom. Onog trenutka kada utvrdimo termičko opterećenje kabine, iz tabele se može direktno sagledati HVAC indeks snage i naknadno upotrebiti zajedno sa mapom brzine strujanja i temperaturom pražnjenja. Ovaj postupak je poznat kao *"reverse power look up"*.

Kada je definisano termičko opterećenje i ustanovljena mapa snage HVAC sistema, lako se mogu primeniti kontrolne jednačine u kontrolne algoritme, a pri tome koristeći *"reverse power look up"* postupak. Kao što je prikazano na slici 1b, prvo se odredi indeks snage HVAC sistema, koristeći *PWRamb* dat jednačinom. Dakle, indeks snage se primenjuje na brzinu strujanja i mapu temperature pražnjenja, radi ustanovljenja ciljnih kontrolnih parametara.

2.2. Definisanje parametara kontrole

Ključni parametar pri oblikovanju jednačine linearnog opterećenja jeste preplitanje prelaznog i stabilnog stanja ACC sistema. Kontrola stabilnog stanja je podloga za prelazne operacije. Ne može se promeniti mapa stabilnog stanja bez uticaja na prelazno stanje. Dodatno, deo između početnog prelaznog i krajnjeg stabilnog stanja, ograničen je krivom strujanja vazduha pogonjen ventilatorom i krivom temperature pražnjenja. Prelazni procesi moraju pratiti ove dve krive, koje ne predstavljaju optimalan put ka stabilnom stanju. Inženjeri su malom dodatnom "kontrolom" rešili problem optimalnog komfora uz pomoć ACC sistema. U sadašnjoj ACC tehnologiji, nova metodologija

kontrole prelaznog stanja dozvoljava upravljanje prelaznog i stabilnog stanja. Ona nudi fleksibilne podesive parametre koji dozvoljavaju podešavanje.

2.2.1. Pokazatelji prelaznog stanja

Da bi efikasno ocenili i tačno upravljali prelaznim procesom, potrebno je definisati pokazatelj napretka pomenutog stanja. To je bezdimenziona veličina koja se u najvećem delu oslanja na temperaturu u kabini posle prvog pražnjenja i inicijalnog rada klima uređaja. To je veličina od velike preciznosti za ocenu kontrole upravljanja prelaznog stanja.

$$Q = \frac{T_i - T_S}{T_i - T_0} \quad (1)$$

T_i – temperatura u kabini,

$T_{i,0}$ – temperatura u kabini posle apsorpcije,

T_s – temepartura koja je podešena od strane putnika.

U nultom času, Θ uzima vrednost 1, dok u trenutku kada se završava prelazno stanje, Θ uzima vrednost 0. Možemo zaključiti da je pokazatelj prelaznog stanja veličina koja nam ukazuje koliko je daleko prelazni period od stabilnog stanja kontrole mikroklima.

2.2.2. Kontrolni parametri stabilnog stanja

S obzirom na temperaturu okruženja, veličinu sunčevog opterećenja i ciljnu temperaturu putničke kabine (T_s), stabilna stanja HVAC kontrolnih parametara (brzina strujanja vazduha, temperatura pražnjenja, način raspodele vazduha ...) mogu biti određena uz pomoć *"reverse power look up"*.

2.3. Upravljanje prelaznog stanja varijacijama HVAC snage

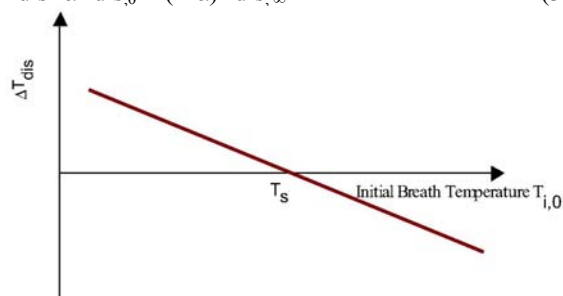
Zadatak parametara stabilnog stanja je obezbeđenje komfora nakon dostizanja željene temperature u putničkoj kabini. Vrednost isporučene HVAC snage je neadekvatna za obezbeđenje od početne (visoke ili niske) do željene temperature u nekom razumnom vremenu koja je saglasna sa OEM's skalom udobnosti. Kako bi se postigao željeni komfor, a u zadovoljavajućem vremenskom periodu, potrebno je ubrzati proces klimatizacije. Na početku prelaznog stanja, potrebna je značajna HVAC snaga, nego pri kontroli stabilnog stanja. Kako se temperatura putničkog prostora približava podešenoj, znatna HVAC snaga se spušta na nulti nivo, tako da se primenjuje samo snaga za održavanje stabilnog stanja. Klizanje HVAC snage od početne donje, pa do snage potrebne za stabilno stanje, može biti postignuto kroz odgovarajuću interpolaciju između početnog stanja snage i konačnog stabilnog stanja. Naime, objašnjenje za početnu HVAC snagu može se pripisati brzini strujanja vazduha i varijacijama temperature pražnjenja iz stabilnog stanja. Oba navedena elementa zavisna su (predstavljaju funkciju) početne temperature koja je apsorbovana iz putničkog prostora.

Slike 2 i 3 prikazuju reprezentativni set krivih, koje se koriste radi uspostavljanja početnog snabdevanja HVAC snage. Specifični oblik kriva bilo je potrebno odrediti tokom procesa ispitivanja i razvoja ACC sistema. Pri tome se mora voditi računa o više zahteva, kao što je ubrzavanje kontrole prelaznog

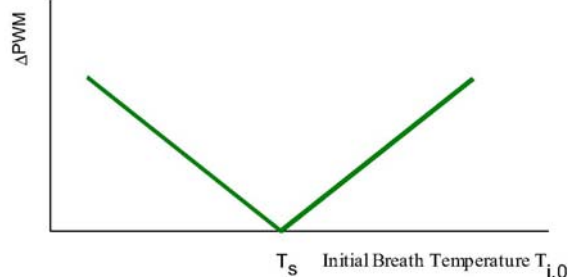
stanja, tolerancije vozača na buku i vibracije. Moramo imati u vidu da ovaj par kontrolnih parametara obezbeđuje potrebnu HVAC snagu na početku hlađenja ili grejanja, a posle apsorpcije početne količine vazduha iz kabine. Kako se temperatura putničkog prostora približava podešenoj temperaturi, HVAC snagu je potrebno postepeno smanjivati do snage potrebne za stabilnu HVAC snagu. Ovo se može postići parametrom interpolacije sa rasponom od 0 do 1, pri čemu odgovara na progres prelaznog procesa. Ako odredimo parametar kao α (pri čemu je on jednak jedinici na početku prelaznog procesa i jednak nuli na njegovom kraju) kontrolni parametar HVAC-a u bilo kojem trenutku prelazne kontrole, mogu biti dati sledećom interpolacijom:

$$PWM = \alpha PWM_0 + (1 - \alpha) PWM_\infty \quad (2)$$

$$T_{dis} = \alpha T_{dis,0} + (1 - \alpha) T_{dis,\infty} \quad (3)$$



Slika 2. Početne varijacije brzine duvanja ventilatora



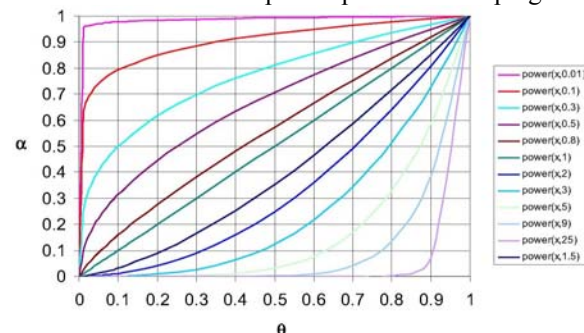
Slika 3. Početne varijacije temperature praznjenja iz kabine vozila

Treba napomenuti da se napisane jednačine mogu koristiti direktno kao šema kontrole prelaznog stanja ukoliko su početna brzina strujanja vazduha i temperatura praznjenja određene u skladu sa početnom apsorbovanom temperaturom putničke kabine. Interpolacioni pokazatelj ili funkcija spajanja, može biti povezan sa bezdimenzionalnom temperaturom putničke kabine Θ . Međutim takva jednostavna asocijacija pruža retku priliku inženjerima za fino podešavanje procesa prelaznog stanja.

2.3.1. Funkcija stanja

Kao što je prikazano na slici 4, funkcija spajanja dozvoljava 1 stepen podešavanja kontrole prelaznog stanja. Tehničke kontrole mogu birati različite eksponente u cilju nametanja različitih staza stabilnog stanja. Kako se Θ menja od 1 do 0, eksponent manji od jedinice dozvoljava velike vrednosti α za većinu kontrolnih procesa, pri tome dozvoljavajući upotrebu visokih vrednosti HVAC snage tokom početnih prelaznih procesa. Sa druge strane, eksponent iznad jedinice dozvoljava HVAC snazi veoma brzo padanje na nivo stabilnog stanja.

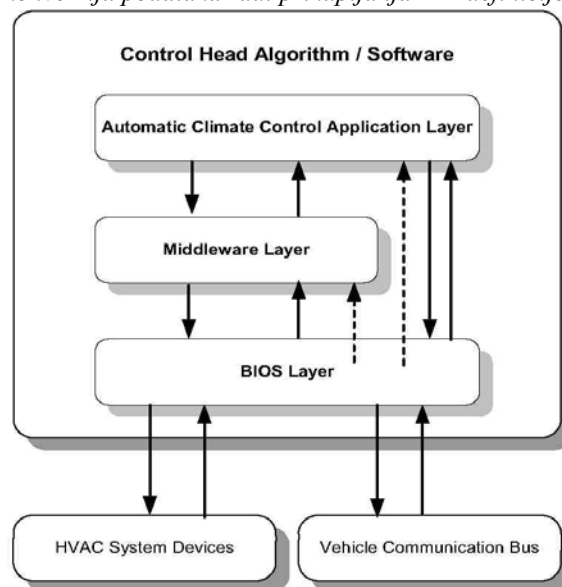
Nešto složenija funkcija spajanja može biti formirana tako da se ponude dva stepena kontrolnih podešavanja. Tada inženjeri koji projektuju kontrole imaju dva parametra za rukovanje stabilnog stanja. Kao dodatak eksponentu koji je podesiv parametar, definisan je prag vrednosti za Θ . Za Θ veće od definisane vrednosti praga, brzina strujanja vazduha i temperatura praznjenja se održavaju na visokom nivou sve dok se Θ ne spusti ispod vrednosti praga.



Slika 4 - Uprošćena funkcija stanja

3. RAZVOJ SOFTVESKOG PAKETA

Prilikom razvoja Delphi ACC sistema u cilju postizanja što bolje tačnosti i efikasnosti spojeni su ozbiljni inženjerski principi softverskog programiranja sa najsavremenijim metodama razvoja šifara. Slika 5 nam pokazuje tri osnovna dela ACC sistema. Aplikativni deo ACC sadrži sve logike koje određuju ciljeve sistema kontrole. Krajnji rezultat toga je postizanje komforne temperature u putničkoj kabini. Ovaj deo je razvijen koristeći programe autokodiranja kao što su: *MatLab*, *Simulink*, *Stateflow* i *MathWorks*. Srednji deo određuje kako napraviti podešavanja na uređaju kontrole i to prema poželjnoj temperaturi. Deo u BIOS-u (*Basic input output system*) uključuje: pokretače upravljačkog sistema, senzore očitavanja, raspored zadataka, vozačke indikatore i displeje i upravljanje snagom i konverziju podataka radi prikupljanja API definicije.

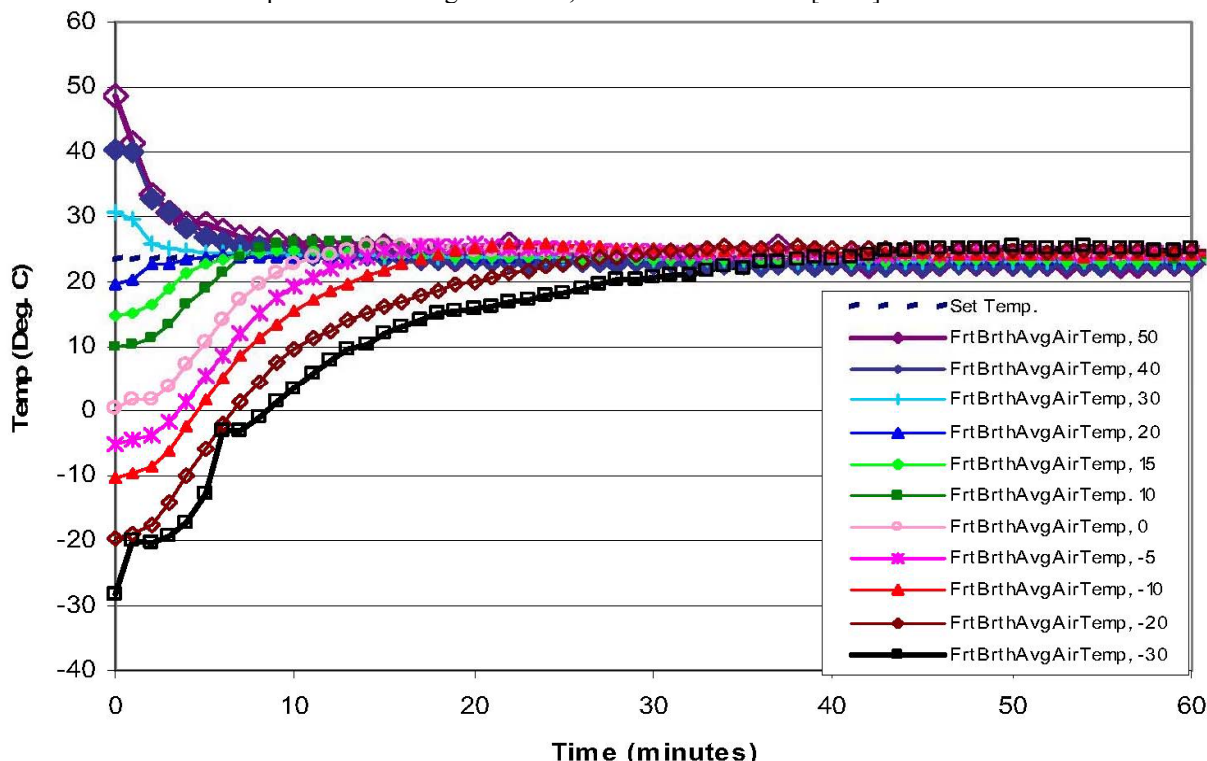


Slika 5 - Sastavni delovi softverskog programa

3.1. Razvoj i ocenjivanje sistema

Radi određivanja potrebne HVAC snage stabilnog stanja koriste se vazdušni tuneli sa svojim posebnim klimatskim uslovima. Navedenu razliku je potrebno definisati radi poravnavanja temperaturnih razlika između putničke kabine i okruženja i uticaja termičke mase u kabini na ukupnu HVAC snagu. Takođe,

vazdušni tuneli se mogu iskoristiti radi preliminarnih podešavanja prelaznih kontrolnih promenljivih. Minimalni uslovi za kvalitetna merenja u tunelu su pri temperaturi od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i pri brzinama strujanja vazduha od 100 [km/h] . Optimalni uslovi su pri opsegu temperature od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ i pri brzinama strujanja vazduha od 160 [km/h] .



Slika 6 - Konačni testovi kontrole

Eksperiment sa sistemom kontrole započinje tako što je vozilo u stanju mirovanja, pri čemu automobil apsorbira klimu iz okruženja. Nakon toga, vozilo se startuje i uključuje ACC podešen za normalan autonoman rad. Ova testiranja kontrole prelaznog dela ACC sistema omogućavaju inženjerima podešavanje veličine početnog duvanja ventilatora i temperature pražnjenja. Tada se vrši i podešavanje vremenskog trajanja početnog nivoa i definisanje tačke uključenja stabilnog stanja. Iako to nije apsolutno potrebno preporuka je da se sva podešavanja ili upravljanje vozilom, subjektivno uravnoteži između stope toplo-hladno i buke koja se pri tome stvara. Testove kontrole sistema bi trebalo sprovesti u širokom temperaturnom rasponu okruženja, a uz posebnu pažnju na upotrebu podesivih osobina prelaznog stanja. Ove osobine su *protok i temperatura pražnjenja i period održavanja i eksponent koji dozvoljava podešavanje prelaznog perioda, a tokom tehničkog razvoja ACC sistema.*

4. ZAKLJUČAK

Kod drumskih vozila akcenat je na uštedi energije potrebne za klimatizaciju putničkog prostora, dok kod radnih mašina na prvom mestu razvoj bi trebao biti usmeren na mikroklimatske uslove, jer je zbog veoma velikih staklenih površina na primer traktorista izloženiji dejstvu sunca nego što je to

vozač kod drumskih vozila. Najbolje rešenje za izradu svih stakala na traktorskoj kabini je primena višeslojnih reflektujućih stakala, iako nisu obavezna. Kabina mora na prvom mestu biti termički izolovana, stakla treba da budu tonirana, uz primenu odgovarajućih podesivih zastora, sve u cilju kako bi se smanjilo toplotno opterećenje i umanjila potrošnja energije na rad klima uređaja.

Nova generacija automobilskih ACC sistema postiže sledeće koncepte kontrole:

- **Odvojen proces kontrole prelaznog i stabilnog stanja** (Ovo omogućava odvojeno optimiziranje ova dva sistema, bez negativnog uticaja jednog na drugi)
- **Podesivo spajanje i životni ciklus kontrola prelaznog i stabilnog stanja** (kombinacijom, spajanjem dveju funkcija i kontrolom radnog veka može se obezbediti mehanizam kontrole stabilnog stanja i optimalnog komfora)
- **Uravnoteženje potrebne snage za postizanje i održavanje stabilnog stanja** (Ovim se postiže uzajamna kontrola temperature u kabini)
- **Inercija (tromost) termičkog putničkog prostora** (Izričito računanje tromosti termičkog putničkog prostora, odražava se na proračun termičkog opterećenja, smanjujući oslanjanje na senzore u kabini i poboljšavajući tačnost kontrole procesa)

5. LITERATURA

- [1] John D. Spencer, Jonatan M. Samet, John F. McCarthy "INDOR AIR QUALITY HANDBOOK"
- [2] Christoph Lund "VEHICLE THERMAL MANAGMENT – A CHALLENGE TO SIMULATION", KULI user group meeting 2007, Steyr, Austria
- [3] Mingyu Wang, John L. Pawlak, Charles A. Archibald "DEVELOPMENT OF NEHT GENERATION AUTOMATIC CLIMATE CONTROL", 2007 World Congres, Detroit, Michigan, April 16-19, 2007
- [4] Schneider, Ellinger, Paulke, Wagner, Pastohr 'MODERNS THERMO MANAGEMENT AM BEISPIEL DER INNENRAUM KLIMATISIERUNG", ATZ 02/2007
- [5] Ružić, D., Časnji F., Muzikravić V. KARAKTERISTIKE STAKLA KAO FAKTOR OD UTICAJA NA MIKROKLIMU U TRAKTORSKOJ KABINI, Traktori i pogonske mašine, Vo1.12.No.4. p.92-97, 2007
- [6] Robert Farrington, John P. Rough, Desikan Bharatan, Rick Burke "USE OF A THERMAL MANIKIN TO EVALUATE HUMAN THERMOREGULATORY RESPONSES IN TRANSIENT, NON-UNIFORM, THERMAL ENVIRONMENTS, SAE technical papers series, 2004-01-2345
- [7] Đorđević Lj., Đurić s., Jovanović S. ,NOVE TEHNOLOGIJE U PROJEKTOVANJU I IZRADI KABINA ZA POLJOPRIVREDNE I DRUGE MAŠINE, Traktori i pogonske mašine, Vol. 12.No.4.p.86-91 ,2007
- [8] Ed Bendel "INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE TRIM PACKAGE ON THE THERMAL COMFORT OF PEOPLE CARRIER", EACC 2005, 2nd European Automotive CFD conferece, Frankfurt, Germany, 29-30 June 2005
- [9] D. Janošević: INŽINJERSKI DIZAJN MOBILNIH MAŠINA, Časopis "IMK-14 Istraživanje i razvoj", broj (28-29), Kruševac 2008.
- [10] Ružić, D., Časnji, F., Muzikravić V. ZNAČAJ Klimatizacije traktorske kabine, Traktori i pogonske mašine, Vo1.10.No.4. p.63-67, 2005.

THERMAL COMFORT IN THE CAR AS A CONDITION OF DEVELOPMENT OF A NEW GENERATION OF AUTOMATIC CLIMATE CONTROL (ACC)

***Summary:** Given that people and several hours during the day is spent in cars, buses or trains, it is important to obezbediti good thermal environment, optimize comfort and performance as a driver, and passengers. Mutual relations between the cabin konvekcije, radiation and conduction is very complex. Variations in the radiation of the sun and the impact velocity of air from the ventilation channel car or AC module and uneven temperatures create microclimates that can significantly vary in time and space. Driver and passengers are unable to frequently change their positions for these asymmetric climatic conditions. Level of thermal comfort depends on 6 parameters: the level of activity, odevnosti, temperature, velocity and humidity and high temperature radiation. Most of today's ACC (Automatic Climatic Control) system zanovana the corresponding linear control technology, developed in the middle of last century. It was a good basis for developing a new system, based on the concept of separation and balance of power transition and steady state controlled. Application of the new ACC system has led to the conclusion that the new ACC technology improves the overall efficiency of control and significantly reduce the time and cost required to develop new vehicle models.*

Keywords: thermal comfort, ACC climate, HVAC system

Datum prijema rada: 03. III 2010.