

REALNI EFEKTI AUTOMATSKE KONTROLE STABILNOSTI AUTOMOBILA

Dr. Danislav Drašković, dipl.ing.saob., email: danislavdraskovic@gmail.com

MSc Savan Tanasić, dipl.ing.saob.

Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

Sažetak: Jedna od najznačajnijih tehnologija za poboljšanje aktivne bezbjednosti vozila je automatska kontrola stabilnosti. Osnovna funkcija ove tehnologije je da pomogne vozaču da održi kontrolu nad vozilom za vrijeme iznenadnog manevra upravljačem ili u nepovoljnim vremenskim uslovima. Ova tehnologija detektuje vozačevu upravljačku komandu i upoređuje je sa stvarnim položajem vozila te, u zavisnosti od detektovane razlike, aktivira kočioni sistem i reguliše snagu motora kompenzirajući eventualne razlike. Automatska kontrola stabilnosti vozila se pokazala kao vrlo efikasna za sprečavanje saobraćajnih nezgoda pojedinačnog vozila. Buduće studije sa većim uzorcima i više podataka mogu pokazati smanjenje i nekih vrsta nezgoda sa više vozila. U ovom radu se daje pregled osnovnih karakteristika uređaja automatske kontrole stabilnosti automobila i njegovi efekti.

Ključne riječi: Automatska, Kontrola, Stabilnost, Automobil

REAL EFFECTS OF AUTOMOBILE AUTOMATIC STABILITY CONTROL

Abstract: One of the most significant technologies for improvement vehicle's active safety is automatic vehicle stability control. The primary function of this technology is to assist the driver in maintaining control of the vehicle during sudden maneuvers or adverse weather conditions. This technology detects drivers steering input and compares it with true attitude of the vehicle and, depending on detected difference, activates braking system and regulates engine power to compensate for eventual difference. The automatic vehicle stability control has been highly effective in preventing single-vehicle crashes. The future studies with more data may even find reduction in some types of multiple-vehicle crashes. This paper deals with the basic characteristics of automatic vehicle stability control and its effects.

Keywords: Automatic, Control, Stability, Automobile

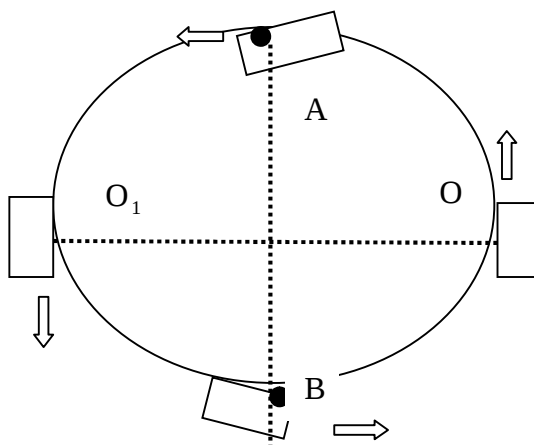
1. UVOD

U posljednje dvije decenije brojne tehnološke inovacije su poboljšale aktivnu bezbjednost vozila. Svako novo tehnološko unapređenje, u ovom domenu, ima za cilj da pomogne vozačima da izbjegnu saobraćajnu nezgodu. Jedna od najznačajnijih tehnologija je automatska kontrola stabilnosti (Automatic Stability Control – ASC). Osnovna funkcija ASC tehnologije je da pomogne vozaču da održi kontrolu nad vozilom za vrijeme iznenadnog manevra upravljačem ili u nepovoljnim vremenskim uslovima. ASC se klasificira kao aktivna kontrola zanošenja vozila koja koristi anti-blokirajuću (Anti-lock Brake System – ABS) funkciju kočnica i kontrolu vučne sile na točkovima. Detektujući vozačevu upravljačku komandu i upoređujući je sa stvarnim kretanjem vozila ASC, u zavisnosti od detektovane razlike, aktivira kočioni sistem i reguliše snagu motora kompenzirajući eventualne razlike. ASC uređaj se sastoji od senzora, kočnica, modula kontrole motora i mikrokompjutera koji neprekidno prate ponašanje vozila na putu u zavisnosti od vozačeve reakcije na upravljanje. Ovaj uređaj se prvi put pojavio u Evropi 1995 godine, a tri godine kasnije i u Americi. Na tržištu postoje brojni nazivi i skraćenice za ovaj uređaj od kojih su najpoznatiji: elektronska kontrola stabilnosti (Electronic Stability Control - ESC), dinamička kontrola stabilnosti

(Dynamic Stability Control - DSC), automatska regulacija stabilnosti (Automatic Stability Regulation - ASR), integrisana dinamika vozila (Integrated Vehicle Dynamic - IVD) i tako dalje. Međutim, cilj i funkcija svih ovih uređaja su u osnovi isti - održanje stabilnosti vozila. Na osnovu podataka američke nacionalne administrativne agencije za bezbjednost saobraćaja na putevima (National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA) iz 2004 godine ASC je tokom tri godine uticao na smanjenje rizika učestvovanja pojedinačnog vozila u saobraćajnim nezgodama sa smrtonosnim posljedicama za 56 % što iznosi 34 % smanjenja svih nezgoda sa smrtnim posljedicama. U ovom radu se daje pregled osnovnih karakteristika ASC-a i rezultati brojnih testova i analiza efikasnosti ASC-a u realnim uslovima.

2. KONCEPT AUTOMATSKE KONTROLE STABILNOSTI AUTOMOBILA

Automatska kontrola stabilnosti automobila sastoji se u tome da ASC uređaj procjenjuje vozačevu upravljačku komandu upoređujući je sa stvarnim kretanjem vozila. Ako se detektuju razlike ASC će aktivirati kočioni sistem i regulisati snagu motora u cilju kompenziranja tih razlika. ASC sistem determiniše pravac kretanja vozila mjereći namjeravani (vozačevu namjeru) i stvarni pravac kretanja. Ako ovaj odnos ne odgovara vozačevoj namjeri ASC okreće vozilo primjenjući različite sile kočenja na točkovima vozila. Brzina kretanja vozila i ugao zakretanja upravljača se koriste za određivanje vozačevog namjeravanog pravca kretanja. Ponašanje vozila se registruje senzorom koji identifikuje poprečno ubrzanje i ugao zakretanja vozila. Ako se vozilo ponaša u skladu sa vozačevom namjerom stepen zakretanja vozila će biti balansiran u skladu sa brzinom vozila i njegovim poprečnim ubrzanjem. Koncept "stepena zakretanja vozila" može se ilustrovati praćenjem kretanja vozila po velikom krugu nacrtanom na parking površini. Ako se vozilo počne kretati po tom krugu prema sjeveru (Slika 1, pozicija O) i predje polovinu puta njegovo usmjerenje će tada biti prema jugu (Slika 1, pozicija O₁). U tom slučaju zakretanje vozila se promijenilo za 180 stepeni. Ako je to kretanje trajalo 10 sekundi tada je "stepen zakretanja vozila" 180/10, odnosno 18 stepeni u sekundi.



Slika 1 Efekti kontrole stabilnosti vozila za vrijeme prekomjernog i nedovoljnog zaokreta upravljača

Ako je brzina konstantna vozilo će se okretati oko vertikalne osovine u iznosu od 18 stepeni u sekundi. Ako se brzina udvostruči tada će se i stepen zakretanja udvostručiti i iznosiće 36 stepeni u sekundi. U situaciji prekomjernog zakretanja upravljača (pozicija A na Slici 1) vozač će izgubiti kontrolu i zadnji dio vozila će početi isklizavati. U ovom slučaju ASC će aktivirati kočionu silu na prednjem spoljnjem točku u cilju preusmjerenja vozila na

prvobitnu (namjeravanu) poziciju. U situaciji nedovoljnog zakretanja upravljača u krivini (pozicija B na Slici 1) prednji dio vozila će imati tendenciju da isklizne sa putanje. U ovom slučaju ASC će aktivirati kočionu silu na unutrašnjem zadnjem točku u cilju preusmjerenja vozila na prvobitnu putanju.

3. REALNI EFEKTI AUTOMATSKE KONTROLE STABILNOSTI

Potencijalne koristi ASC u održanju stabilnosti vozila demonstrirane su mnogobrojnim testiranjima i simulacionim vožnjama. Na testiranjima koje je izvršila Toyota 45% vozila bez ASC izgubilo je stabilnost dok je stabilnost izgubilo svega 5% vozila sa ASC uredjajem. Simulacije vožnje koje su vršene na savremenom nacionalnom simulatoru sa modelima Oldsmobile-Intrigue i Ford Expedition SUV 28% vozača bez ASC i 3% sa ASC izgubilo je kontrolu nad njihovim vozilima. Medjutim, rezultati testiranja i rezultati simulacije ne moraju biti pouzdani indkatori stvarnih performansi u realnim uslovima. Na primjer, rezultati testiranja anti-block kočionog sistema (ABS) bili su impresivni, ali su stvarni događaji u realnim uslovima bili razočaravajući. Razlozi za takve razlike su u neadekvatnom reagovanju vozača koji su obični, prosječni vozači a ne test-vozači.

3.1 Bezbjednosni efekti

Prva publikovana studija realnih efekata ASC uradjena je u Japanu. Rezultati ove studije za tri modela automobila Toyota pokazuju smanjenje saobraćajnih nezgoda pojedinačnog vozila za 35% nakon ugradnje ASC uredjaja. Isti modeli vozila, iste godine proizvodnje bez ASC uredjaja imali su 2,5 nezgoda pojedinačnog vozila na 10000 vozila u toku godine, dok su vozila sa ASC uredjajem imala 1,6 nezgoda na 10000 vozila u toku godine. U Njemačkoj ASC uredjaj je 2000 godine postao standardna oprema na svim Mercedesovim putničkim vozilima. Na osnovu uzorka sa više od 2 miliona saobraćajnih nezgoda istraživači su registrovali smanjenje nezgoda sa 1,32 u 1998-1999 godini na 1,10 u 2001-2002 godini. Procenat saobraćajnih nezgoda u kojima su vozači izgubili kontrolu na vozilom je smanjen sa 21% na 12%. Istraživači u Švedskoj su analizirali 442 saobraćajne nezgode sa povrijedjenim licima u kojima su učestvovala vozila sa ASC uredjajem i 1967 nezgoda sličnih vozila bez ASC uredjaja. Procijenjeno je da je ASC uredjaj doprinio smanjenju svih vrsta nezgoda za 22%, a da je broj nezgoda na mokrim kolovozima smanjen za 32%. U studiji koja je uradjena u SAD 2004 godine upoređivani su podaci na bazi "prije-poslije". Podaci o nezgodama u kojima su učestvovala pojedinačna vozila sa ASC uredjajem ("poslije") upoređivani su sa podacima ranijih istih modela automobila ("prije"). Ovi odnosi su zatim upoređivani sa "prije-poslije" podacima nezgoda u kojima je učestvovalo više od jednog vozila (kontrolni podaci). Efekti ASC izvedeni su primjenom sljedeće formule:

$$E_{ASC} = 1 - \frac{f_{ASC} / f_{BezASC}}{f_{ASC-Kontrol} / f_{BezASC-Kontrol}}$$

Gdje je:

E_{ASC} - efekti ASC uredjaja,

f_{ASC} - broj nezgoda pojedinačnog vozila sa ASC uredjajem,

f_{BezASC} - broj nezgode pojedinačnog vozila bez ASC uredjaja,

$f_{ASC-Kontrol}$ - broj nezgoda sa više vozila, sa ASC uredjajem,

$f_{BezASC-Kontrol}$ - broj nezgoda sa više vozila, bez ASC uredjaja.

Tabela 1 Efekti ASC- a po vrstama saobraćajnih nezgoda i vozila

Vrsta saobraćajne nezgode	Putnička vozila [%]	Laka teretna i kombi-vozila [%]
Pojedinačno vozilo	35 * (34) **	67 (59)
Prevrtanje	69 (71)	88 (84)
Više vozila	19 (11)	38 (16)
Ukupno	14 (18)	29 (13)

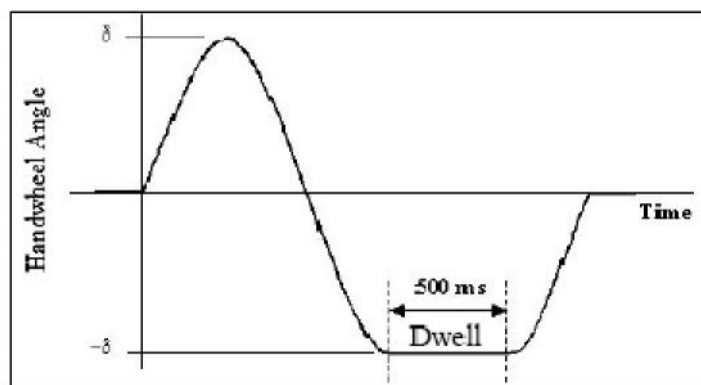
Izvor: [1] National Highway Traffic Safety Administration, US Department of Transportation, Washington, D.C., 2006.

xx * - Saobraćajne nezgode sa poginulim licima

xx ** - Sve saobraćajne nezgode

Vozilo opremljeno ASC uredjajem mora zadovoljiti određene kriterije kako bi se tendencija isklizavanja ublažila ili eliminisala. Isklizavanje se ovdje definiše kao konačno usmjerenje vozila koje je veće od 90 stepeni u odnosu na inicijalno usmjerenje nakon simetričnog manevra upravljačem, pri čemu je broj desnih lijevih okreta upravljača indetičan. Za vrijeme ovog testa nije dozvoljeno da vozilo izgubi poprečnu stabilnost.

Test prekomjernog zakretanja upravljača automobila. Da bi se uočile realne performance ASC-a ovaj test koristi manevar zasnovan na modficiranom 0.7 Hz sinusidualnom upravljačkom ulazu. Manevar koji je je poznat kao 0.7Hz Sine i Dwell manevar je prikazan na Slici 2.



Slika 2. Sine i Dwell manevar

Preuzeto iz: [1] National Highway Traffic Safety Administration, US Department of Transportation, Washington, D.C., 2006.

Pri testiranju koristi se okretajna mašina koja dostavlja odgovarajući manevar upravljaču vozila da bi se ostvarila stabilnost vozila za vrijeme ASC intervencije. Promjena položaja upravljača se inicira pri brzini od 80 km/h i izvođe se dvije serije testova. Jedan serija je sa manevrom upravljača “sa desna u lijevo”, a druga “sa lijeva u desno”. Svaka serija testiranja počinje sa umjerenim uglom zaokreta upravljača. Početni ugao upravljača se povećava svakim eksperimentom u seriji sve dok se ne ostvare postavljeni kriteriji.

Kriterij poprečne stabilnosti. Poprečna stabilnost se ovdje definiše ka odnos “stepena skretanja” u određenom trenutku i maksimalnog stepena skretanja pri 0.7 Hz Sine i Dwell “kontra” zakretanja upravljača. Maksimalan iznos ovog odnosa može biti 0.05 što praktično znači da je vjerovatnoća da vozilo opremljeno sa ASC uredjajem isklizne manja od 5%. Na osnovu ovoga zahtijeva se da ASC mora ispuniti sljedeća dva kriterija:

- a) Jednu sekundu nakon 0.7 Hz Sine i Dwell manevra stepen skretanja vozila mora biti manji od 35% maksimalnog stepena skretanja tj.:

$$\frac{y_{(t_0+1.0)}}{y_{\max}} \times 100 \leq 35\%$$

- b) 1.75 sekundi nakon manevra steepen skretanja vozila mora biti manji od 20% maksimalnog skretanja tj.:

$$\frac{y_{(t_0+1.75)}}{y_{\max}} \times 100 \leq 20\%$$

gdje je:

y_t - stepen skretanja u vremenu t ,

$y_{\max}$ - maksimalni steepen skretanja generisan sa 0.7 Hz Sine i Dwell kontra zakretanjem Upravljača,

t_0 - vrijeme kompletiranja zakretanja upravljača.

Prema tome, vjerovatnoća sprečavanja isklizavanja je najmanje 95% za ASC sistem koji zadovoljava navedene kriterije.

3.2 Efekti odnosa troškova i koristi

ASC se sve više nudi kao standardna ili opcionalna oprema na novim modelima automobila. Procjenjuje se da je u 2006 godini oko 30% automobile u SAD bilo opremljeno sa ASC, a da će u 2011 oko 70 % automobile imati ovu opremu. Prvobitni nezadovoljavajući rezultati anti-block kočionog sistema (ABS) doprinijeli su sporom prihvatanju ASC-a u SAD obzirom da automatska kontrola stabilnosti sadrži ABS kao komponentu. Međutim, ASC uredjaj ne zahtijeva da vozač aktivira kočnice. Obzirom da je u dosadašnjim testiranjima ovaj uredjaj zadovoljio postavljene kriterije za poboljšanje aktivne bezbjednosti, a istovremeno ostvario pozitivan odnos cijene koštanja i koristi to je za očekivati da će se broj automobila sa ovim uredjajima rapidno povećati. Kada svi automobili na putevima u SAD budu imali ugrađen ASC procjenjuje se da će se broj poginulih u saobraćajnim nezgodama smanjiti od 5200 do 10300 godišnje, a broj povrijeđenih od 168000 do 252000 u odnosu na nivo 2011 godine. Tehnološki troškovi izrade i ugradnje ASC uredjaja iznose oko \$480 po vozilu uključujući i anti blokirajući sistem tako da će ukupni rastući troškovi ugradnje ovog uredjaja do 2011 godine iznositi oko 985 miliona dolara pretpostavljajući godišnju proizvodnju od 17 miliona putničkih automobila i pretpostavljajući postepeno-rastuće troškove od 58 dolara po automobilu. Ugradnja ASC u automobile će spriječiti brojne saobraćajne nezgode i tako reducirati materijalne štete i zastoje u saobraćaju koji nastaju usljed saobraćajnih nezgoda. Procjenjuje se da će se ugradnjom ovog uređaja na vozila, po osnovu materijalne štete i troškova zastoja u saobraćaju uštedjeti oko 453 miliona dolara. Što se tiče gorivne ekonomičnosti uređaj će povećati potrošnju goriva zbog povećanja težine vozila. Međutim ovo povećanje je neznatno obzirom da će se prosječna težina vozila povećati za oko 1kg što

će povećati potrošnju goriva za oko 9 litara za vrijeme vijeka trajanja automobila i što će iznositi oko 4 dolara. Neto troškovi po ekvivalentu sačuvanog života procjenjuju se na oko 430000 dolara dok se ukupna vrijednost za prevenciju saobraćajnih nezgoda sa smrtnim posljedicama procjenjuje na 3,75 miliona dolara. Na osnovu navedenog prognozira se da će neto koristi ASC uređaja iznositi oko 10,6 milijardi dolara

4. ZAKLJUČAK

Dosadašnja istraživanja i testiranja pokazuju da uređaj za automatsku kontrolu stabilnosti (Automatic Stability Control – ASC) vozila doprinosi smanjenju broja saobraćajnih nezgoda pojedinačnog vozila za 35%. U stvari, 95-postotni interval povjerenja ukazuje da se ovo smanjenje kreće u intervalu od 33-48%. Međutim, prema dosadašnjim istraživanjima ASC uređaj nema značajan uticaj na smanjenje broja saobraćajnih nezgoda u kojima učestvuje više vozila. Moguće je da buduća testiranja i studije koje će obuhvatiti znatno veće uzorke i dodatne podatke pokažu smanjene i drugih tipova saobraćajnih nezgoda. Prvobitni nezadovoljavajući rezultati anti-block kočionog sistema (ABS) doprinijeli su sporom prihvatanju ASC-a u SAD obzirom da automatska kontrola stabilnosti sadrži ABS kao komponentu. Međutim ASC uređaj ne zahtijeva da vozač aktivira kočnice. Zadovoljavanjem postavljenih kriterija za poboljšanje aktivne bezbjednosti i povoljnim odnosom cijene koštanja i koristi predviđa se da će se broj automobila sa ASC uređajem u bliskoj budućnosti rapidno povećati.

LITERATURA

- [1] Proposed FMVSS No. 126 Electronic Stability Control Systems, National Highway Traffic Safety Administration, US Department of Transportation, Washington, D.C. 2006.
- [2] Electronic Stability Control: Review of Research and Regulations, Prepared by Michael Paine, Vehicle Design and Research Pty Limited for Roads and Traffic Authority of NSW, 2005.
- [3] Charles M. Farmer, Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, VA Effect of Electronic Stability Control on Automobile Crash Risk, Taylor & Francis Group, Traffic Injury Prevention, 2004.
- [4] Christina M. Rudin-Brown and Peter C. Burns, The Secret of Electronic Stability Control, Ergonomic and Crash Avoidance Division, Road Safety and Motor Vehicle Regulation, Transport, Canada, Ottawa, ON