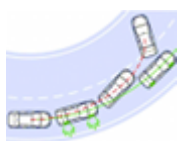


Elektronické systémy aktívnej bezpečnosti v automobiloch

Behun Peter · Elektrotechnika, Študentské práce

22.02.2013



Práca je zameraná na perspektívne systémy aktívnej bezpečnosti vozidiel. Rozoberá funkcie a základné princípy protiblokovacieho systému brzd, protišmykového systému, elektronického stabilizačného programu a ďalších, dnes už bežne využívaných systémov ochrany posádky vozidla. U väčšiny systémov je v krátkosti opísaný ich historický vývoj a čo predchádzalo ich vzniku. Stručne sú opísané systémy, ktorých objav sa stal pre automobilový priemysel prevratným, ale aj menej známe systémy bezpečnosti. Súčasťou je hodnotenie vplyvu jednotlivých systémov aktívnej bezpečnosti na bezpečnosť premávky.

Úvod

Systémy bezpečnosti v automobilovom priemysle sú v súčasnosti veľmi skloňovanou témou. Vznik nových systémov a ich implementácia do automobilov prebieha už od zostrojenia prvých vozidiel. Objav nových materiálov, rozvoj elektroniky, jej stále vyššia integrácia a vývoj nových konštrukčných technológií umožnili vytvárať stále nové systémy. Ich postupným modernizovaním a zlepšovaním sa dnešné systémy bezpečnosti dopracovali až do vysokého štádia spoľahlivosti.

Systémy automobilovej bezpečnosti rozlišujeme aktívne a pasívne. Systémom pasívnej bezpečnosti je systém, ktorý znižuje následky nárazu počas nehody. Chráni členov posádky pred vznikom poranení alebo znižuje ich rozsah. Patria k nim predovšetkým bezpečnostný pás, bezpečnostný vzduchový vak (airbag), deformačné zóny automobilu, systém ochrany pri prevrátení vozidla e-Call a ďalšie.

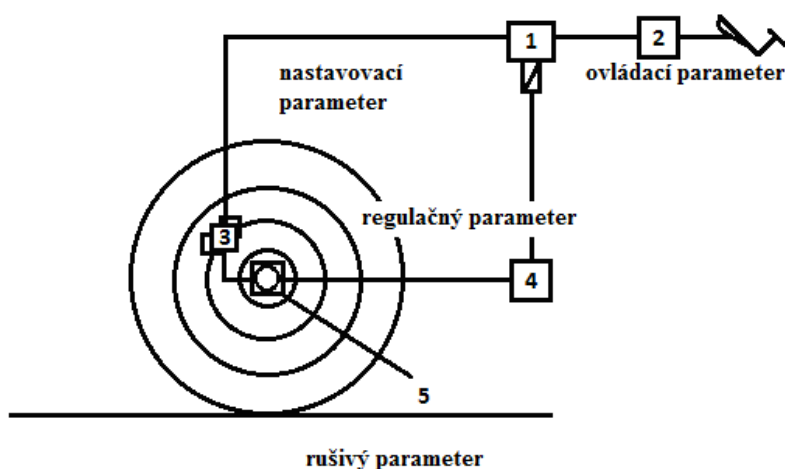
Systémom aktívnej bezpečnosti je systém alebo prvok, ktorý pomáha zabrániť alebo predchádzať dopravným nehodám. K systémom aktívnej bezpečnosti patrí protiblokovací brzdny systém, brzdny asistent, elektronické rozdeľovanie brzdnej sily a predovšetkým elektronický stabilizačný program (ESP) ako najdokonalejší systém aktívnej bezpečnosti, ktorý dokáže autonómne zasiahnuť do parametrov jazdy vozidla bez ovplyvňovania vodičom.

1. Protiblokovací brzdny systém - ABS

Prvý fungujúci elektronický protiblokovací brzdny systém (ABS - z angl. Anti-lock Braking System) bol vyvinutý firmou Mercedes-Benz v roku 1970 a nasadený v roku 1978 vo vozidlách Mercedes-Benz triedy S. V EU je tento systém povinnou výbavou

všetkých automobilov vyrobených od roku 2004. U každého vozidla sa vyžaduje, aby bolo za každých podmienok možné bezpečne znížiť rýchlosť, prípadne zastaviť vozidlo, a to aj v kritických situáciách ako napríklad na mokrej vozovke alebo zľadovatenom povrchu pri prudkých reakciách vodiča na náhodnú prekážku, pri chybnom správaní sa ostatných účastníkov cestnej premávky a podobne. V takýchto situáciách môže nastať blokovanie kolies spôsobené prudkým brzdením, čo môže ovplyvniť ovládateľnosť vozidla a blokovanie môže dostať vozidlo do šmyku. Je to systém, ktorý zabezpečuje smerovú ovládateľnosť vozidla pri prudkom brzdení bez ohľadu na stav vozovky [1]. Regulačný obvod ABS sa skladá z troch základných častí:

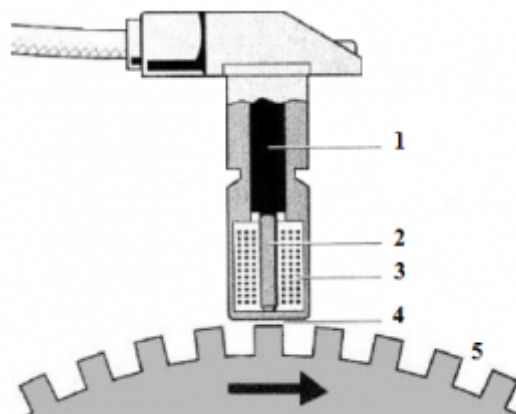
- snímač, ktorý je upevnený na kolese a sníma okamžitú rýchlosť otáčajúceho sa kolesa,
- modulátor brzdového tlaku, ktorý na základe signálov mení v brzdovom valci tlak, a tým mení v kolese brzdny moment,
- elektronická riadiaca jednotka (vyhodnocovací člen) [2].



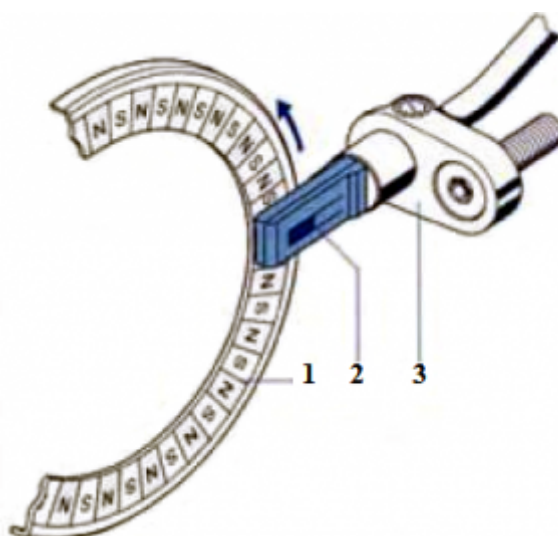
Obr. 1 Protiblokovací regulačný systém ABS [2]: 1 - hydraulická jednotka, 2 - hlavný brzdový valec, 3 - brzdový valec kolesa, 4 - riadiaca jednotka, 5 - snímač otáčok

Pre meranie otáčok kolesa sú používané pasívne i aktívne snímače. Induktívne snímače využívajú zmenu magnetického toku, ktorá je potrebná na generovanie výstupného napätia. Pólový nadstavec snímača je spojený s permanentným magnetom, ktorého magnetické pole zasahuje až do priestoru impulzného kotúča. Pravidelným striedaním zubov a medzier pri otáčaní kotúča sa periodicky mení magnetický tok prechádzajúci pólovým nástavcom a vinutím cievky, čím sa v cievke indukuje striedavé napätie s približne sínusovým priebehom. Frekvencia aj amplitúda tohto napätia sú priamo úmerné otáčkam kolesa, pri stojacom kolese je indukované napätie nulové.

Merací prvok aktívneho snímača otáčok sa nachádza v magnetickom poli multipólového kotúča, ktorého magnetický tok pri otáčaní kotúča mení periodicky svoj smer vplyvom striedavej polarizácie magnetov. V meracom prvku sa tak vytvára striedavé elektrické napätie, ktorého amplitúda nie je na rozdiel od induktívneho snímača závislá na otáčkach kolesa, čo dovoľuje meranie aj pri takmer stojacom vozidle. Jeho frekvencia je priamo úmerná otáčkam kolesa. Signál snímača je zosilnený a digitalizovaný [3].



Obr. 2 (vľavo) Induktívny (pasívny) snímač otáčok kola: 1 - permanentný magnet, 2 - magne-tický mäkký pólový nástavec, 3 - vinutie, 4 - vzduchová medzera, 5 - ozubený kotúč [3]



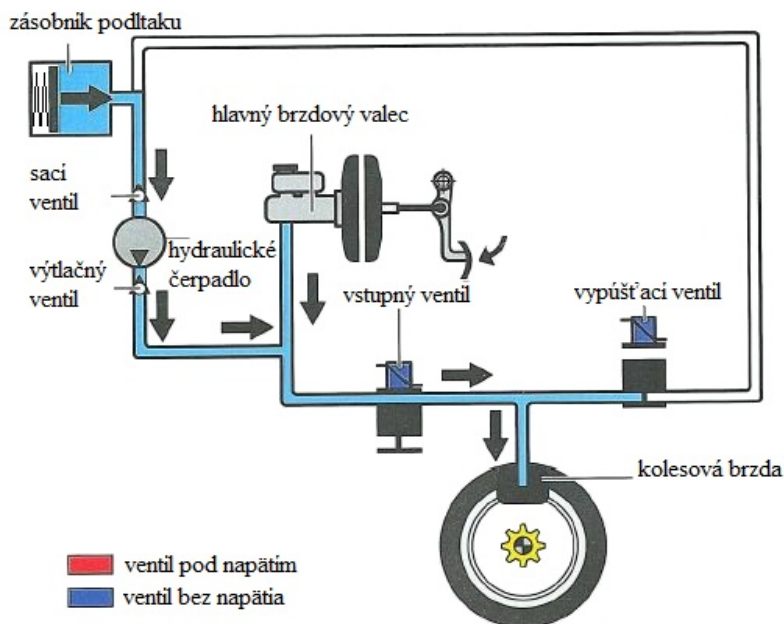
Obr. 3 (vpravo) Aktívny snímač otáčok kola: 1 - multipólový kotúč, 2 - merací prvok (magnetorezistor alebo Hallov snímač), 3 - puzdro snímača [3]

Riadiaca jednotka spína elektromagnetické ventily, ktorých hlavnou úlohou je regulácia tlaku brzdovej kvapaliny. Trojkanálové systémy regulujú tlak pre jednotlivé predné kolesá a jedným ventilom pre zadnú nápravu. Štvorkanálové regulujú tlak pre každé jedno koleso samostatným ventilom. Ventily sú riadiacou jednotkou spínané do troch rôznych fáz: zvýšenie, udržanie a zníženie tlaku.

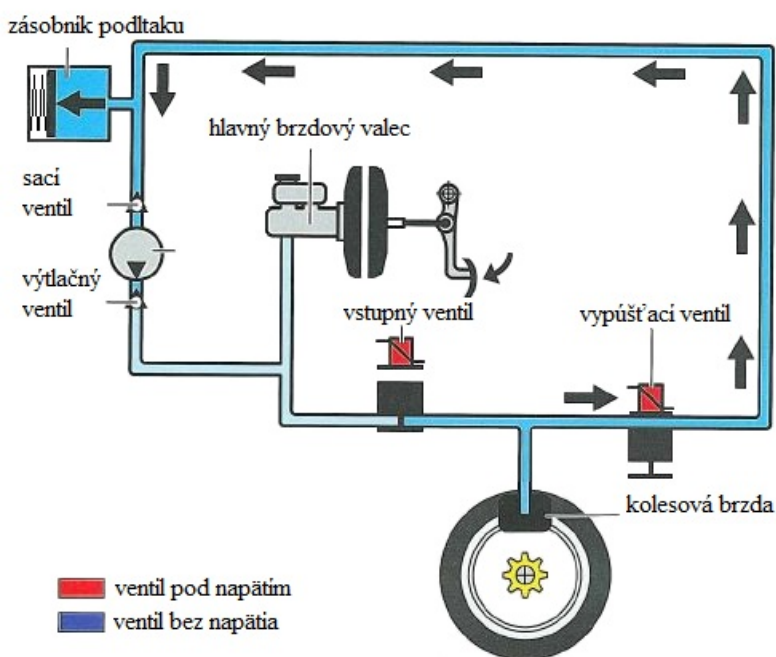
Ak riadiaca jednotka ABS pri získavaní signálov so snímačov otáčok zistí, že sa niektoré z kolies prestalo otáčať a je blokové, tak za pomoci elektromagnetických ventilov zníži brzdny tlak, čoho dôsledkom je zníženie brzdnej sily a odblokovanie kola. Riadiaca jednotka následne opäť dovoľí zvyšovať brzdny tlak až po hranicu bloku a celý proces opakuje, až kým vozidlo nezastane alebo vodič neuvolní brzdový pedál. Hranicu bloku určuje trenie medzi pneumatikou a vozovkou [2]. Ak vodič vozidla na klzkej vozovke bez systému ABS pri prudkom brzdení stáča volant, zablokové kolesá mu nedovoľujú držať auto pod kontrolou, a tak nedokáže pred prekážkou bezpečne zastaviť ani sa jej vyhnúť [5].

Podľa štúdie vykonávanej v Spojených štátoch zavedenie systému ABS do vozidiel znížilo o 15% počet dopravných nehôd, o 24% smrteľné nehody, o 14% zranenia a o

27% smrteľné zrážky s cyklistami a chodcami [8].



(a)



(b)

Obr. 4 Fáza narastania (a) a znižovania (b) brzdneho tlaku [4]

2. Protipreklzový systém - ASR

Protipreklzový systém (Anti Skid Regulation) známy tiež ako ASC (Acceleration Skid Control) alebo TCS (Traction Control System) je rozšírením systému ABS a jeho hlavnou úlohou je automatická regulácia veľkosti prešmyku na jednom alebo viacerých hnaných kolesách automobilu pri rozjazde alebo akcelerácii. Jeho úlohou je riadenie a prenos hnacích síl z kolesa na vozovku. Systémy známe pod skratkou ASR sa prvýkrát objavili v roku 1986, ktorý začala používať firma Mercedes-Benz. Prvenstvo v zavedení takéhoto systému však patrí firme Volvo, ktorá ho predstavila vo svojom automobile v

roku 1982 pod skratkou ETC (Electronic Traction Control), teda ako elektronická kontrola hnacej sily [6][7].

Ak elektronická riadiaca jednotka na základe informácií zo snímačov otáčok zistí, že niektoré z kolies začína preklzať, regulácia ASR zasiahne reguláciou motora, brzd, diferenciálu a elektronickým riadením výkonu. V benzínových motoroch môže byť nastavovaná poloha škrtiacej klapky, vstrekovanie paliva a zapalovanie zmesi. V naftových (dieselových) motoroch sa mení len množstvo vstrekovanej paliva, a to buď elektronicky ovládaným plynovým pedálom alebo ovládaním vstrekovacieho čerpadla.

Aby pri zaradenom nízkom prevodovom stupni a ubratí plynu nemali kolesa veľký brzdný sklz a automobil sa stal neovládateľný, využíva sa systém regulácie brzdného momentu motora označovaný tiež skratkou MSR (z nemeckého Motor Schleppmoment - Regelung), ktorý čiastočne zvýši točivý moment motora, čoho výsledkom je zmenšenie brzdenia kolies do stavu optimálneho pre stabilitu jazdy. Brzdením hnaných kolies sa dosahuje najkratšia reakčná doba, pretože ak sa zvyšuje brzdný tlak, tak sa zároveň ovplyvňuje sklz poháňaného kolesa. Preto vo vozidlách, ktoré na prispôsobenie točivého momentu motora využívajú len škrtiacu klapku, je brzdenie kolies doplnkom pre spoľahlivé riadenie a stabilitu vozidla. Popri tom systém slúži aj ako uzávierka diferenciálu [6].

Elektronické riadenie výkonu (EMS - z nem. Elektronische Motorleistung Steuerung), tiež nazývaný elektronický plyn (EGAS) sa používa preto, aby mohol systém ASR zasiahnuť nezávisle na tom, ako vodič stláča plynový pedál. Systém EMS dostáva nastavovacie príkazy od systému ASR skôr, ako informáciu o polohe plynového pedálu ovládaného vodičom.

ASR je schopný regulovať prešmyk oboch hnaných kolies a pri ich regulácii spolupracuje s riadiacou jednotkou motora. Snímače otáčok kolies, ktoré sú spoločné so systémom ABS, sledujú otáčky poháňanej nápravy. Rovnako spoločná riadiaca jednotka ich porovnáva s otáčkami kolies nepoháňanej nápravy. Ak hnací moment na základe stlačenia plynového pedálu fyzikálne presiahne hodnotu točivého momentu, ktorý je možné prenášať na kolesá, zvýšia sa otáčky aspoň jedného hnaného kolesa až tak, že má sklon k preklzávaniu. Nato systém ASR zníži točivý (hnací) moment motora, respektíve pribrzdí hnané kolesá.

Regulácia preklzávaní musí zabrániť pretáčaniu kolies pri rozjazde a zrýchľovaní na zľadovatenej povrchu na jednej alebo na oboch stranách vozidla, pri zrýchlení v zákrutách, pri jazde do kopca (v automobiloch s predným pohonom). Systém ASR tak navyše znižuje opotrebovanie pneumatík a diferenciálu pri prešmykujúcich kolesách. [6]

3. Elektronické rozdeľovanie brzdných síl - EBD

Elektronické rozdeľovanie brzdných síl (EBD - z angl. Electronic Brakeforce Distribution) umožňuje rozdelenie brzdných síl na jednotlivé kolesá, čím zvyšuje efektivitu brzdenia a skracuje brzdnú dráhu [12]. Je podsystemom k systému ABS. V automobiloch je brzdná sila prevažne rozdelená na 60% do prednej nápravy a 40% do zadnej nápravy, čo v niektorých situáciách nemusí byť dostačujúce.

Systém EBD zistí zaťaženie vozidla, a na základe toho rozloží brzdnú silu tak, aby vozidlo bolo pod kontrolou a bezpečne ubrzdlilo. V prípade väčšej záťaže na zadnej náprave zvýši systém EBD brzdný tlak na zadných kolesách, čím výrazne skráti brzdnú dráhu vozidla. Systém EBD teda rozdeľuje brzdnú silu podľa toho, aká záťaž pôsobí na jednotlivé kolesá bez ohľadu na to, akou silou vodič stláča brzdomý pedál, pre každé koleso zvlášť vyhodnotí silu potrebnú na bezpečné zabrzdzenie vozidla [13].

4. Elektronický stabilizačný program - ESP

Elektronický stabilizačný program (z angl. Electronic Stability Program) zaisťuje bezpečné správanie sa automobilu v kritických situáciách, hlavne pri prejazdoch zákrut. Je oporou vodiča takmer vo všetkých kritických jazdných situáciách. Zahŕňa funkciu protiblokovacieho systému brzd ABS a protiprešmykového systému ASR, ale aj niečo navyše. Celosvetové štúdie ukázali, že systém ESP dokáže výrazne znížiť pravdepodobnosť, že sa vozidlo stane účastníkom vážnej alebo smrteľnej nehody jedného vozidla.

Prvým vozidlom, ktoré bolo vybavené systémom ESP, sa stal v roku 1995 Mercedes E, potreboval však ešte niekoľko rokov zdokonaľovania, po čom sa stal v tom základnou výbavou automobilov vyšších tried. V Spojených Štátoch Amerických má byť od roku 2012 vybavené systémom ESP každé nové vozidlo, v EÚ od novembra 2011 a všetky novozaregistrované automobily budú musieť mať systém ESP od novembra 2014 [14]. Systém s označením AHS (Active Handling System) vo svojich vozidlách používa Chevrolet, DSC (Dynamic Safety Control) BMW, PSM (Porsche Stability Management), VDC (Vehicle Dynamics Control) Subaru, VSC (Vehicle Stability Control) Subaru a Lexus [15].

Základ ESP tvorí riadiaca jednotka, ktorá je spoločná so systémom ABS, rozdeľovačom brzdného tlaku EBD, regulátorom točivého momentu motoru MSR a protiprešmykovým systémom ASR. Spracováva dáta vyše 100 krát za sekundu, takmer 30-krát rýchlejšie než človek. Pre činnosť ESP je potrebná rada snímačov ako napríklad:

- snímač pre rozpoznanie brzdovania (oboznamuje riadiacu jednotku, či vodič brzdí),
- snímače otáčok jednotlivých kolies,
- snímač uhla natočenia volantu (stanovuje požadovaný smer jazdy),
- snímač priečneho zrýchlenia (zaznamenáva veľkosť pôsobiacich priečných síl, ako je odstredivá sila v zákrute),
- snímač otáčania vozidla okolo zvislej osi (pre vyhodnotenie otáčania vozidla okolo zvislej osi a určenie okamžitého jazdného stavu),
- snímač brzdného tlaku (zisťuje aktuálny tlak v brzdovom systéme, z ktorého možno vypočítať brzdné sily a tým aj pozdĺžne sily, ktoré pôsobia na vozidlo),
- snímač pozdĺžneho zrýchlenia (je iba pri vozidlách s pohonom všetkých kolies) [2].

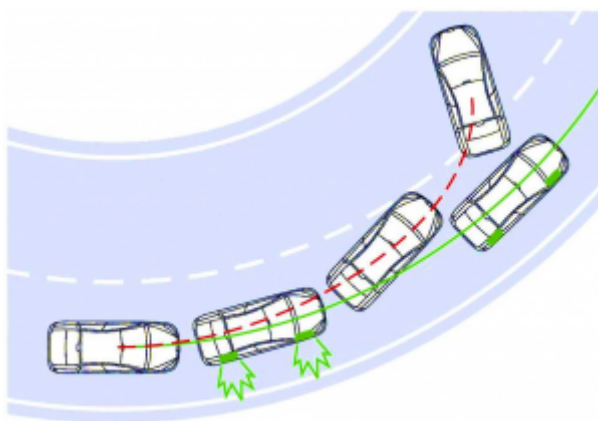
Popritom je potrebné aj prídavné zariadenie pre vytvorenie tlaku v brzdovej sústave, ktoré vyvíja tlak v prípade, ak vodič nebrzdí. Hydraulický agregát zaisťuje rozdelenie brzdného tlaku ku kolesám, ktoré majú byť brzdené. Spínač brzdových svetiel má za úlohu rozsvietiť brzdové svetlá, pokiaľ pri aktivácii ESP vodič nebrzdí. Ďalším systémom spolupracujúcim so systémom ESP je aj interaktívny systém riadenia alebo tiež interaktívny podvozok IDS Plus (z angl. Interactive Driving System), používaný

značkou Opel. Spolu so systémom CDC (z angl. Continuous Damping Control), tzv. riadením útlmu tlmičov, zlepšuje jazdné vlastnosti a bezpečnosť vozidla.

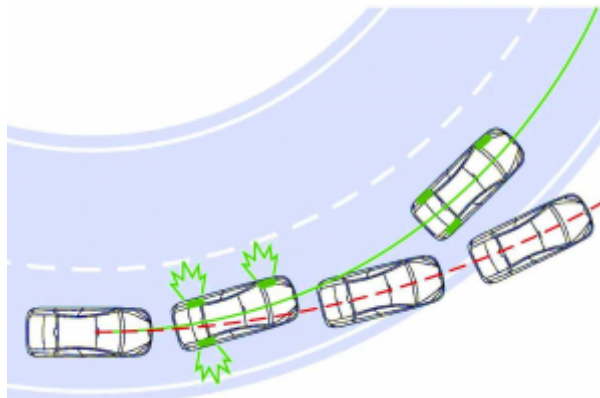
Úlohou riadiacej jednotky systému ESP je porovnávať počas jazdy skutočné hodnoty zo snímačov s vypočítanými hodnotami. Požadovaný smer je zisťovaný z uhla natočenia a z otáčok kolies. Skutočný jazdný stav je vypočítaný z priečného zrýchlenia a otáčania vozidla okolo jeho zvislej osi. Ak je zistená odchýlka od vypočítaných hodnôt, dôjde k aktivácii stabilizačného procesu. Činnosťou systému ESP dôjde k úprave točivého momentu motora a k zásahu do brzdného systému jedného alebo viacerých kolies, čím sa odstráni nežiaduci pohyb vozidla.

Systém ESP je schopný korigovať nedotáčavosť a pretáčavosť vozidla pri jazde v zákrutách. Pretáčavý pohyb vozidla, kedy hrozí vybočenie zadnej časti automobilu, sa koriguje pribrzdením vonkajších kolies, pričom najväčšia brzdná sila je vyvíjaná na predné vonkajšie koleso (obr. 5 vľavo). Nedotáčavý pohyb vozidla je korigovaný pribrzďovaním zadných vnútorných kolies, pričom najväčšia brzdná sila je na zadnom vnútornom kolese (obr. 5 vpravo). Pri brzdení daného kolesa vznikajú na tomto kolese pri stabilizácii brzdné sily. Na základe jednoduchého fyzikálneho zákona vytvára tieto brzdné sily točivý moment okolo zvislej osi vozidla.

Vzniknutý moment vždy pôsobí proti nežiaducemu pohybu a pri pretáčaní tak vracia vozidlo do požadovaného smeru. Rovnako tak do požadovaného smeru natáča vozidlo pri nedotáčaní. Príkladom činnosti systému ESP je rýchly prejazd zákrutou, kedy predná náprava vybočí rýchlo smerom von zo zákruty. ESP najprv zníži točivý moment motora. Pokiaľ je tento zásah nedostačujúci, pribrzdí zadné vnútorné koleso. Stabilizačný proces prebieha až do okamihu, keď je znížená tendencia ku šmyku. Pri rýchlom prejazde zákrutou až k hranici šmyku systém CDC individuálne upraví tuhosť každého tlmiča, a potom sa aktivuje funkcia systému ESP [2].



(a)



(b)

Obr. 5 Zásah systému ESP pri pretáčanom alebo nedotáčanom správaní sa vozidla – červená čiarkovaná čiara znázorňuje vozidlo bez systému ESP a zelená čiara so systémom ESP [16]

Najmodernejším systémom je systém ESP Plus, ktorý dokáže v prípade potreby pribrzďovať až tri rozličné kolesá vozidla rozdielnou intenzitou. Vo vývoji je systém ESP II, ktorý by mal zasahovať aj do samotného riadenia, a to hydraulickým akčným členom na volante.

Systém ESP umožňuje posúvať hranice ľudských schopností, a tým zvýšenie aktívnej bezpečnosti. Zabránilo by sa asi desatine dopravných nehôd, keby všetky vozidlá boli vybavené systémom ESP. Vzhľadom k tomu, že systém ESP koriguje smer jazdy do požadovaného smeru a vyrovnáva výchyľky, ktoré vznikli šmykom, výrazne znižuje riziko nehody v kritických situáciách. Ani najmodernejší systém stability však nedokáže prekonať všetky kritické situácie, preto je potrebné zvážiť, kam až siahajú fyzikálne hranice [2].

Systém ESP sa podieľa na znížení úmrtnosti a zranení o 35%. Na základe štúdie vykonávanej vo Švédsku v rokoch 1998 - 2004 vyplýva, že ESP znižuje počet dopravných nehôd o 21 - 22,1%. Znižuje riziko nehody na mokrej vozovke o 23,4 - 31,5%, a na snehu a ľade o 26,2 - 38,2% [9].

5. Brzdový asistent - BAS

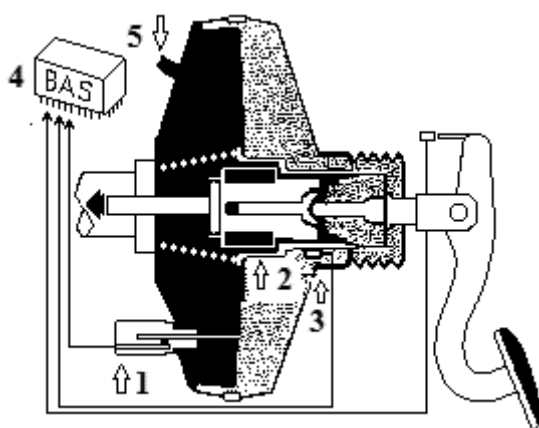
Brzdový asistent (z angl. Brake Assistant System) pomáha vodičovi v kritických situáciách, v ktorých vodič nestlačí brzdový pedál dostatočne veľkou silou, prípadne v prvej fáze brzdenia začne brzdiť dostatočne silno, avšak následne sa akoby zľakne a brzdový pedál uvoľní. Tým sa znižuje tlak v brzdnej sústave a predlžuje brzdná dráha vozidla. Brzdový asistent skraca brzdnú dráhu u skúsených vodičov o 15% a u priemerných až o 40% [17]. Systém BAS spolupracuje aj s inými elektronickými systémami, a to s protiblokovacím systémom brzd ABS a stabilizačným systémom ESP.

Úlohou brzdového asistenta BAS je zistiť, či vodič potrebuje brzdiť len mierne alebo potrebuje brzdiť náhle na základe nebezpečnej situácie na ceste. To sa dá zistiť snímaním veľkosti brzdného tlaku pomocou snímača umiestneného v hlavnom brzdovom valci [17]. Správne fungovanie systému BAS je založené na funkcii podtlakového posilňovača brzd (obr. 6). Ten sa skladá z dvoch komôr od seba oddelených membránou. V pokojovom stave brzd, je v oboch komorách podtlak. Ak

vodič zošľapne brzdový pedál, mechanickým ventilom otvorí prístup do jednej z komôr, čím sa zmenia tlakové pomery. Rozdiel tlaku závisí od sily pri zošľapovaní pedálu. Aby systém BAS vedel, kedy zasiahnuť a kedy sa jedná o bežné brzdenie, využíva snímač pohybu deliacej membrány. Získané údaje sa prenášajú do riadiacej jednotky, kde sa porovnávajú s referenčnými parametrami, ktoré sú v riadiacej jednotke zapísané výrobcom.

Systém tiež kontroluje aj rýchlosť vozidla, opotrebenie brzdového obloženia, údaje zo systémov ABS, ASR a ESP, motora i prevodovky. Ak sú získané hodnoty vyššie ako výrobcom udané parametre, tak to systém považuje za kritické brzdenie a elektromagnetický ventil okamžite zavzdušní danú komoru, čím sa vyvolá núdzové brzdenie. Ak je vozidlo vybavené stabilizačným systémom ESP, tak systém ESP zvýši brzdny tlak na každom kolese bez ohľadu na to, akou silou pôsobí vodič na brzdový pedál. Ak vozidlo nie je vybavené systémom ESP, využíva sa posilňovač brzdneho účinku protiblokovacieho systému brzd ABS. Keďže systém BAS vyvoláva maximálny brzdny účinok, systém ABS zabráni ich zablokovaniu [2][18].

Systém BAS sa začal sériovo montovať do vozidiel Mercedes triedy S a SL od roku 1996. V súčasnosti je ponúkaný v rôznych vyhotoveniach líšiacich sa len spôsobom snímání signálov potrebných na vyhodnotenie. Od novembra 2009 je brzdový asistent BAS povinnou súčasťou výbavy nových modelov automobilov vyrábaných v Európskej únii. Od 24. februára 2011 musia byť systémom BAS vybavené aj vozidlá, ktoré boli uvedené na trh pred novembrom 2009, ale predávajú sa dodnes [18]. Podľa prieskumu z rokov 1998 - 2003 v Nemecku, ktorý bol zameraný na účinnosť systémov pri dopravnej nehode sa zistilo, že systém BAS znižuje riziko zrážok o 8% a taktiež aj riziko závažnosti o 8% [10].

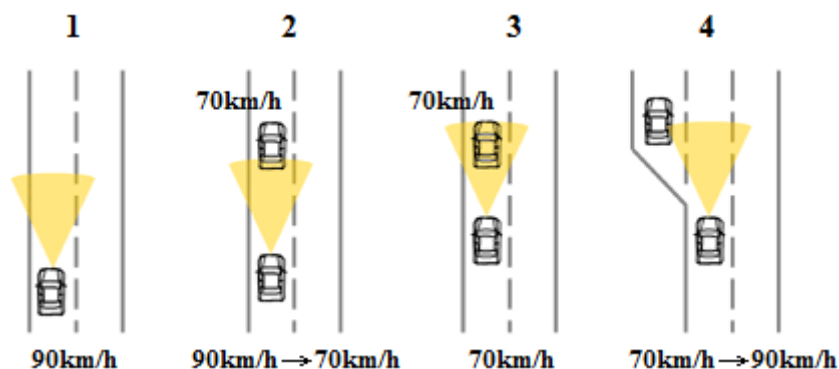


Obr. 6 Princíp konštrukcie brzdového asistenta BAS [17]: 1 - snímač pohybu membrány, 2 - elektromagnetický ventil, 3 - vypínač systému, 4 - elektronická riadiaca jednotka, 5 - podtlakové potrubie

6. Adaptívny tempomat - ACC

Adaptívny tempomat (Adaptive Cruise Control) je rozšírením klasického tempomatu, ktorý je schopný viesť vozidlo rýchlosťou, akú mu vodič za pomoci elektroniky nastaví. Systém ACC dokáže navyše regulovať rýchlosť vozidla na základe vozidla idúceho pred ním. Systém ACC komunikuje so systémami ABS, ASR a elektronickým stabilizačným programom ESP, od ktorého využíva informácie o uhle natočenia volantu, rýchlosti otáčania vozidla okolo zvislej osi, priečnom zrýchlení a rýchlosti vozidla [20].

Vodič pomocou systému ACC nastaví požadovanú rýchlosť a adaptívny tempomat ju udržiava /1/. Ak sa pred vozidlom objaví pomalšie vozidlo, adaptívny tempomat začne spomaľovať z pôvodne nastavenej rýchlosti na rýchlosť pred ním idúceho vozidla /2/ a začne udržiavať od vozidla odstup /3/. Ak vozidlo idúce pred ním sa vytratí z dosahu radaru, napr. prejde do iného jazdného pruhu /4/, systém ACC ho prestane sledovať a zrýchli vozidlo na pôvodne nastavenú rýchlosť.



Obr. 7 Adaptívna regulácia rýchlosti systémom ACC [19]

Vodič má možnosť zvoliť si odstup od vozidla idúceho pred ním, a to väčšinou krátky, stredný a dlhý. Systém ACC automaticky udržiava zvolený odstup a reguluje rýchlosť jazdy vozidla brzdením alebo ovládaním prívodu paliva pomocou riadiacej jednotky motora. Ak je automobil vybavený automatickou prevodovkou, systém je schopný sám podradiť až o dva stupne. Niektoré systémy ACC dokážu zabezpečiť aj plynulú jazdu v kolónach. ACC funguje pomocou mikrovlnného a laserového radaru s dosahom do 100 metrov alebo najnovšie pomocou optického senzora LIDAR (z angl. Light Detection And Ranging - detekcia svetla a vzdialenosti), ktorého dosah je až 250 metrov [21].

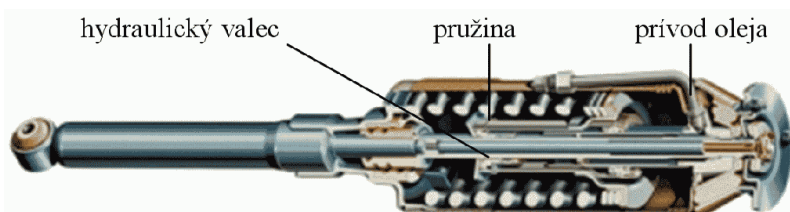
Na rozdiel od radarového senzora dokáže LIDAR rozoznať aj zhoršené poveternostné podmienky ako je dážď, hmla alebo sneh, či ľad, na čo upozorní vodiča a prispôbi rýchlosť. Optický senzor LIDAR je zložený z infračerveného žiariča, infračervenej fotodiódy a z vyhodnocovacej elektroniky. Senzor vysiela infračervené lúče a po ich odraze od prekážky zmeria čas ich návratu, z čoho elektronika vypočíta vzdialenosť medzi vozidlami. Výrobné náklady na senzory LIDAR sú výrazne nižšie ako pri radarových senzoroch, preto sa systém ACC stáva viac dostupným aj pre vozidlá nižších modelových tried [22]. S využitím systému ACC sa podľa celosvetovej štúdie riziko zrážok znížilo o 15% [11].

7. Aktívne zavesenie kolies - ABC

Vývoj a zdokonaľovanie systému ABC (z angl. Active Body Control) trval 20 rokov a prvýkrát bol predstavený v roku 1999 firmou Mercedes-Benz na vozidle Coupé CL. Systém ABC sa používa na aktívne odpruženie pohybov karosérie, čím eliminuje nakláňanie karosérie v jazdných situáciách, akými sú zrýchľovanie, brzdenie a najmä pri zatáčaní, a to do frekvencie 5 až 6 Hz. Úlohou aktívneho podvozku ABC je priniesť vyšší komfort a bezpečnejšiu jazdu pre posádku vozidla [23].

Systém ABC za pomoci vysokotlakovej hydrauliky (až 200 bar), senzorov zrýchlenia (akcelerometrov), senzorov polohy karosérie na každom kolese a iných, ktorých hodnoty získava od riadiacich jednotiek systémov ABS a ESP a pomocou výkonných

mikroprocesorov, dokáže v priebehu 10 milisekúnd zmeniť pérovanie karosérie v závislosti od jazdnej situácie. Každé koleso vozidla má vlastný elektronicky riadený hydraulický valec, ktorý je umiestnený v tlmiacej a pružiacej jednotke a riadený riadiacou jednotkou. Ak tá vyhodnotí krízovú situáciu ako napríklad nerovnosť na vozovke, vyšle signál hydraulickej jednotke, aby začala tlačiť olej do valca, ktorý následne ovplyvní tuhosť pružiny. Čím viac oleja sa do valca načerpá, tým väčšia bude sila pruženia. Prítok oleja do valca je riadený elektromagnetickými regulačnými ventilmi, ktoré prívodom oleja tlak zvýšia alebo jeho odčerpaním znížia [24].



Obr. 8 Elektro-hydraulický tlmič systému ABC [24]

Riadiaca jednotka systému ABC je aktivovaná už pri nasadení vodiča do vozidla, kedy vyhodnotí zmenu polohy karosérie a upraví jej výšku. Pri vyberaní zákrut systém ABC vyhodnocuje bočné snímače zrýchlenia a na základe týchto informácií pomocou regulačných ventilov vyrovná karosériu. Práca systému je zreteľná pri akcelerácii alebo brzdení vozidla. Pri akcelerácii nastáva zaťaženie zadných tlmičov, čo je pozorované ako mierne nadvihnutie prednej časti vozidla. V tomto momente systém ABS zvýši tlak oleja v hydraulickom valci zadných tlmičov a predné neovplyvňuje, čím vyrovná karosériu. Pri brzdení nastáva opačný efekt, kedy sa zvyšuje tlak v hydraulickom valci predných tlmičov a zadné sú v pokoji. To, aký veľký a ako dlho má tlak v hydraulickom valci pôsobiť, závisí od úrovne a rýchlosti karosérie [25].

Odpruženie vozidla je možné nastaviť v dvoch úrovniach, a to buď Komfort alebo Sport. Komfortný režim ponúka jazdný komfort limuzíny a režim Sport sa zase blíži charakteristike podvozku ako v športovom automobile [26]. Do budúcnosti sa pripravuje systém ABC s využitím kamery. Systém MBC (z angl. Magic Body Control) využíva kameru, ktorá bude umiestnená na čelnom skle a bude skenovať povrch vozovky až do vzdialenosti 15 metrov. Tým sa odpruženie bude môcť nastaviť skôr, než vozidlo narazí na nerovnosť [24][25][26].

8. Regulácia točivého momentu motora - MSR

Regulácia točivého momentu motora MSR (z nemeckého Motor Schlepptomment Regulung) je prídavným systémom k ABS a ASR systémom. Hlavnou úlohou systému regulácie točivého momentu motora je zabránenie vzniku šmyku pri prudkom uvoľnení plynového pedálu (decelerácia). Systém MSR pri vyhodnotení situácie, že sa koleso ubratím plynu blokuje a tým sa dostáva do šmyku, mierne pridá plyn, čím zabezpečí pravidelné otáčanie sa kolies. Riadiaca jednotka ABS vie vďaka snímačom otáčok kolies vyhodnotiť, že kolesá majú tendenciu sa zablokovať.

Túto informáciu poskytne pomocou komunikačnej zbernice CAN riadiacej jednotke MSR, ktorá vyšle signál riadiacej jednotke motora a tá následne zvýši otáčky motora. Výsledkom je zníženie točivého momentu motora a znovuroztočenie sa kolies. Systém MSR sa často využíva pri vznetových motoroch, ktoré majú vysoký točivý moment a sú

tak schopné hlavne na klzkých povrchoch pri brzdení motorom (podradenie) zablokovat kolesá na hnacej náprave a zapríčiniť tak šmyk [27].

9. City safety

Tento systém aktívnej bezpečnosti od spoločnosti Volvo bol vyvinutý, aby zabránil alebo zmiernil nárazy pri nízkych rýchlostiach vozidla. Laserový snímač umiestnený za zrkadlom je schopný merať priestor pred vozidlom vo vzdialenosti 10 metrov. Systém pracuje pri rýchlostiach do 40 km/h, kde pri rýchlosti do 15 km/h výrobca garantuje úplne zastavenie vozidla a pri vyšších rýchlostiach dokáže vozidlo spomaliť, čím zmierni následky nehody. Systém monitoruje priestor pred vozidlom a po zaznamenaní iného vozidla pred sebou čaká na reakciu vodiča.

V prípade, že vodič nereaguje, pritlačí brzdne doštičky ku kotúčom, čím sa získajú 0,2 sekundy. Ak vodič naďalej nereaguje a vozidlo sa približuje, systém v poslednej chvíli veľmi prudko pribrzdí s využitím 100% brzdnej sily. Systém je možné vypnúť stlačením tlačidla na prístrojovej doske, ale po vypnutí motora a začatí novej jazdy je opäť aktívny. Ak snímač zaznamená vozidlo a vodič zareaguje stlačením brzdového pedálu, systém sa automaticky deaktivuje a vyhodnocuje situáciu, ktorá je plne pod kontrolou vodiča [28].

10. Systém zabráňujúci zrážke so zvieratami

Tento systém je stále vo vývoji a vedci spoločnosti Volvo vyhodnocujú, kedy a ako má systém zareagovať. Prvotným plánom je, aby systém reagoval na veľké zvieratá, ako napríklad jeleň, los a sob. Systém je založený na radarovom snímači a infračervenej kamere, ktoré sledujú dopravnú situáciu. Úlohou systému bude pracovať aj v noci a za nepriaznivých podmienok. Infračervená kamera sleduje priestor pred vozidlom, a ak zaznamená zviera, upozorní vodiča výstražným zvukovým znamením. V prípade, že vodič nezareaguje, systém samostatne zabrzdí vozidlo. Aj keď systém v niektorých situáciách nedokáže úplne zabrzdíť vozidlo, bude schopný vozidlo spomaliť a znížiť tak následky nárazu na minimum [33].

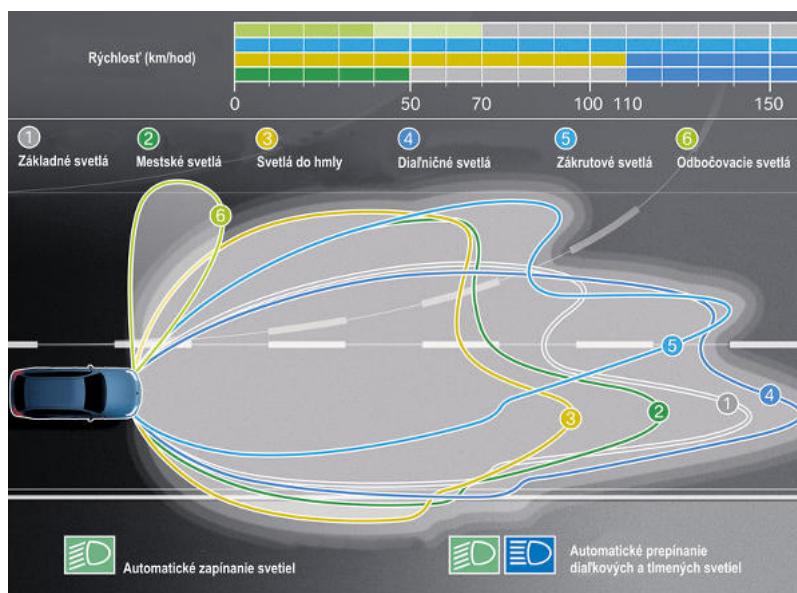
11. Adaptívne svetlomety

Adaptívne svetlomety sú svetlá, ktoré sa prispôbujú podmienkam prostredia a okolnostiam, ktoré počas jazdy nastávajú:

- cestné svetlá - sú vylepšením stretávacích svetiel. Osvetľujú ľavý okraj vozovky jasnejšie a širšie. Vďaka tomu je vodič schopný lepšie reagovať na prekážky na ceste,
- diaľničné svetlá - aktivujú sa pri rýchlosti vyššej ako 90 km/h. Tie poskytujú o 60% lepšiu prehľadnosť vozovky. Ich svetelný lúč je predĺžený a užší,
- zákrutové svetlá - vďaka rýchlosti vozidla a uhla zatáčania sa vedia natočiť, aby osvetľovali vozovku a nie časti mimo nej,
- svetlá do nepriaznivého počasia - intenzita ich svetelného lúča sa zníži a svetelný kužel sa rozšíri až ku krajnici, aby nedochádzalo k oslňovaniu odrazenými lúčmi vlastných svetiel od snehu, mokrej vozovky alebo hmly,
- mestské svetlá - uhol ich osvetlenia je širší, aby mal vodič rozhľad na krajnicu ciest a chodníky. K týmto svetlám sa radia aj odbočovacie svetlá. Tie sa aktivujú pri nulovej alebo nízkej rýchlosti a svietia až pod uhlom 90 stupňov na pravú aj ľavú stranu vozovky,

- automatické prepínanie medzi diaľkovými a tlmenými svetlami - nastane, ak systém zaregistruje protiidúce vozidlo, automaticky zmení režim svetiel, aby ho neoslňoval. Keď sa cesta uvoľní, svetlá sa vrátia do pôvodného režimu [30].

Zmenu jednotlivých režimov svetiel zabezpečuje kamerový systém umiestnený pod čelným sklom. Zosnímaný obraz je vyhodnotený počítačom a z informácií o rýchlosti vozidla, uhla natočenia volantu a umiestnenia vonkajšieho osvetlenia miest a obcí určí, do akého režimu sa majú svetlá prepnúť [31]. Povinné denné svietenie stretávacích svetiel na základe celosvetovej štúdie pomohlo k zníženiu rizika zrážky o 15% [11].



Obr. 9 Zobrazenie jednotlivých režimov svetiel a ich prevádzka v závislosti od rýchlosti vozidla [30]

Záver

Systémy bezpečnosti sú dôležitou a nevyhnutnou súčasťou automobilov. V súčasnosti, kedy sa počet vozidiel na ceste zvyšuje, narastá aj riziko vzniku dopravnej nehody, a preto je nevyhnutné, aby sa tieto systémy bezpečnosti neustále vyvíjali, zdokonaľovali a odbremeňovali tak vodiča od stresu, ktorý vzniká pri vedení vozidla v hustej premávke, kedy musí vodič sledovať veľké množstvo nástrah. Práca sa zaoberá najpoužívanejšími systémami aktívnej bezpečnosti vo vozidlách, ich funkciou a základným princípom. Za prvky aktívnej bezpečnosti sa dnes považujú aj systémy označované ako komfortné. Najznámejším typom takéhoto systému je klimatizácia. Príjemná teplota cestovania vo vozidle vplyva na pohodlnú jazdu.

Dnešné systémy bezpečnosti sú založené na elektronike, ktorej vývoj sa každým dňom mení. Výkonná elektronika je základným stavebným prvkom aj systému ABS, ktorý sa stal prvým systémom ovplyvňujúcim jazdu počas brzdenia. Tento systém sa stal neskôr základom takmer všetkých elektronických systémov. Príchod systému ESP do sveta automobilov vytvoril nový pohľad na možnosti elektroniky. Elektronický stabilizačný program dokáže samostatne zasiahnuť a správnym príbrzdovaním kolies dostať vozidlo pod kontrolu.

Dnes sa často skloňuje téma systémov, ktoré zabezpečia komunikáciu medzi vozidlami v cestnej premávke. Vytvorenie inteligentného systému pre komunikáciu vozidiel

umožní vodičom prispôbiť sa premávke a jej obmedzeniam. Vozidlo, ktoré dostane šmyk na klzkom povrchu, upozorní pomocou takéhoto systému ostatných účastníkov premávky, ktorí sa na základe tejto informácie môžu takémuto miestu vyhnúť včas.

Najvyšším stupňom dopravnej bezpečnosti sa v budúcnosti s vysokou pravdepodobnosťou stane autopilot. Je to systém, ktorý sa bude vedieť samostatne prispôbiť stavu vozovky, bude schopný sa učiť a v maximálnej možnej miere zabrániť vzniku dopravnej nehody. Vývoj takéhoto systému napreduje a malými krokmi sa dostáva do podoby využiteľnej v bežnej premávke. Bezpečnosť v automobiloch neustále napreduje, preto sa nedá povedať, kde sa vývoj v tejto oblasti zastaví. Dá sa však povedať, akým smerom v najbližších rokoch výskum pôjde, a načo bude v oblasti bezpečnosti posádky a okolia kladený najväčší dôraz.

Podakovanie



Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu "Centrum excelentnosti integrovaného výskumu a využitia progresívnych materiálov a technológií v oblasti automobilovej elektroniky", ITMS 26220120055, spolufinancovaného zo Štrukturálnych fondov EU ERDF v rámci Operačného programu Výskum a vývoj - 2009/2.1/03-SORO

Použitá literatúra

1. RYBIANSKÝ, M. Moderné elektronické systémy v automobiloch.
<http://rybiansky.szm.com/el.n.pdf>
2. VLK F. Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy. 1. vyd. Brno, 2002. s 112 - 115. ISBN 80-239-7062-3
3. BIBZA S. ABS a ďalšie od neho odvodené systémy pre podporu bezpečnosti jazdy osobných automobilov:
http://www.mot.sk/index.php?option=com_content&task=view &id=753&Itemid=1
4. WIESINGER, J. ABS - Hydraulik.
<http://www.kfztech.de/kfztechnik/fahrwerk/bremsen/abs-hydraulik.htm>
5. The ABS system - overview.
<http://www.drivingfast.net/technology/abs.htm>
6. VLK F. 2002. Elektronické systémy motorových vozidiel 2 1. vyd. Brno : nakladateľství a vydavateľství. 2002. s 321. ISBN 80-238-7282-6.
7. AUTORUBIK. 2010. ASR (Antriebsschlupfregelung) protipreklzový systém.
www.autorubik.sk/technika/protismykove-systemy-asr-asc-dtc-eds-etc-ets-tcs-tc/
8. BURTON, D. - DELANEY, A. - NEWSTEAD, S. - LOGAN, D. - FILDES, B. 2004. Development of Active Safety Systems to improve Vehicle Safety. 56 s. ISBN 1 875963 39 1. Dostupné na internete:
<http://www.monash.edu.au/miri/research/reports/other/racv-abs-braking-system-effectiveness.pdf>
9. LIE, A. - TINGVALL, C. - KRAFFT, M. - KULLGREN, A. 2005. The effectiveness of esc (electronic stability control) in reducing real life crashes and injuries.
<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv19/05-0135-O.pdf>
10. FACH, Markus. 2009. Evaluation Methods for the effectiveness of Active Safety Systems with respect to Real World Accident Analysis.

- <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv21/09-0311.pdf>
11. RIEVAJ, V. – DRAHOTSKÝ, I. 2009. Zvýšenie bezpečnosti automobilov a využitie informačných a komunikačných systémov v cestnej premávke: Účinky prvkov aktívnej a pasívnej bezpečnosti vo vozidlách, č. III., ročník 4. s. 262.
http://pernerscontacts.upce.cz/15_2009/Tseveennamjil.pdf
 12. SAJDL, J. Diagnostyka-komputerowa-elektroniki-deawoo. ISSN 1804-2554
<http://cs.autolexicon.net/articles/ebd-electronic-brakeforce-distribution/>
 13. EBD.
<http://www.bestforcar.sk/Technologie-Toyota/2009-document.php?Clanok=322-EBD-El-ektronicka-kontrola-brzdnej-sily>
 14. Autopríslušenstvo, prvovýbava.
http://press.bosch.sk/press/detail.asp?f_id=723
 15. AUTORUBIK. 2010. Elektronické stabilizačné systémy(ESP, AHS, DSC, PSM, VDC, VSC).
<http://www.autorubik.sk/technika/elektronicke-stabilizacne-systemy-esp-ahs-dsc-psm-v-dc-vsc/>
 16. Safety & Technology.
<http://www.peugeot.com.sg/le-models/308/308-hatchback-gti/>
 17. Skratky v motorizme.
<http://www.autodata.sk/Skratky/Skratky.htm>
 18. CEROVSKÝ, V. Brzdový asistent (BAS, SAB, MBA).
<http://www.brzdnevl.wz.cz/brzdy3-4.html>
 19. Adaptive Cruise Control System.
<http://www.globaldensoproducts.com/dcs/accs/>
 20. S adaptívnym tempomatom sa zvyšuje bezpečnosť jazdy počas zhoršenej viditeľnosti. ISSN: 1336-7641.
<http://www.24hod.sk/s-adaptivnym-tempomatom-sa-zvysuje-bezpecnost-jazdy-pocas-zhorsenej-viditelnosti-cl12389.html>
 21. Adaptívny tempomat (ACC). 2010.
<http://www.autorubik.sk/technika/adaptivny-tempomat-acc/>
 22. LIDAR: Light Detection And Ranging.
<http://www.squidoo.com/Light-Detection-Ranging>
 23. SAJDL, J. ABC (Active Body COntrol). ISSN 1804-2554
<http://cs.autolexicon.net/articles/abc-active-body-control/>
 24. WIESINGER, J. ABC (Active Body Control).
http://www.kfztech.de/kfztechnik/fahrwerk/federung/abc_aktive_body_control.htm
 25. Technika Mercedes-Benz.
http://www.mercedes-praha.cz/technika_detail.php?textid=1&autorizace=a3bae8acfb277cc5243e7838f48c3ec
 26. BISKUP, P. 2011. Mercedes-Benz Magic Body Control – Předpověď nerovnosti.
http://www.automobilrevue.cz/rubriky/technika/mercedes-benz-magic-body-control-predpoved-nerovnosti_40322.html
 27. SAJDL, J. MSR (MotorSchleppmomentRegelung). ISSN 1804-2554
<http://cs.autolexicon.net/articles/msr-motor-schleppmoment-regelung/>
 28. Reward 2010 - Volvo City Safety.
http://www.euroncap.com/rewards/volvo_city_safety.aspx
 29. Technický lexikón: Aktívny ochranný systém proti prevráteniu vozidla.
http://www.vw.sk/inovacie_technika/lexikon_techniky/aktivny_ochranny_system_proti_p

[revrateniu_vozidla.html](#)

30. ŠTEFANOVIČ, J. 2008. Adaptívne svetlomety: A buď svetlo!.
<http://autoviny.zoznam.sk/cl/100223/288359/Adaptivne-svetlomety-A-bud-svetlo->
31. CHVÁLA, R. 2008. TEST: Ako funguje asistent diaľkových svetiel?
<http://auto.sme.sk/c/3938772/test-ako-funguje-asistent-dialkovych-svetiel.html>
32. Technický lexikón: Pasívna bezpečnosť.
http://www.vw.sk/inovacie_technika/lexikon_techniky/pasivna_bezpe_nos.html
33. AUTOMIX. 2011. Volvo vyvíja systém, ktorý zabráni zrážke so zvieratami.
<http://automix.atlas.sk/revue/752889/volvo-vyvoja-system-ktory-zabrani-zrazke-so-zvieratami>

Spoluautorom článku je Ing. Slavomír Kardoš, Katedra technológií v elektronike, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 04001 Košice
