

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Asistenční systémy v silničních vozidlech

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vypracoval: Jiří Hájek

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Hájek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Asistenční systémy v silničních vozidlech

Název anglicky

Assistance systems in road vehicles

Cíle práce

Cílem práce je popsat asistenční systémy používané v moderních silničních vozidel z hlediska konstrukce a především funkce.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíl a metodika práce
- 3) Současné konstrukce jízdních asistentů (popis konstrukce a funkce v současnosti běžně využívaných asistenčních systémů v silničních vozidlech)
- 4) Moderní konstrukce jízdních asistentů (popis konstrukce a funkce moderních asistenčních systémů v silničních vozidlech – málo rozšířené využití, nově testované systémy atd.)
- 5) Závěr

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

silniční vozidlo, brzdy, asistenční systém, bezpečnost provozu

Doporučené zdroje informací

Halderman, J.D., Mitchell, Ch.D.: Automotive brake system. Upper Saddle River, N.J. Pearson/Prentice Hall, 2004. ISBN 978-01311142077

Normy a předpisy, periodika a firemní literatura

VLK, F. *Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy : [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.

VLK, F. *Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy : [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

Vlk, F.: *Podvozky motorových vozidel*, Nakladatelství a zasilatelství vlk, Brno, 2003. ISBN 80-239-0026-9

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 16. 4. 2015

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 12. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci "Asistenční systémy v silničních vozidlech" vypracoval samostatně pod odborným vedením mého vedoucího bakalářské práce pana doc. Ing. Martina Pexy, Ph.D. dále s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou uvedeny na konci práce.

V Praze dne 31.3.2017 _____

Poděkování

Rád bych zde poděkoval doc. Ing. Martinu Pexovi, Ph.D. za odborné vedení a užitečné informace. Děkuji rovněž své rodině, která mě při psaní bakalářské práce maximálně podporovala.

Analýza elektronických jízdních asistentů

Souhrn

V této bakalářské práci se pojednává především o prvcích aktivní bezpečnosti v oblasti automobilového průmyslu, které mají zásadní vliv na bezpečnost silničního provozu. Bakalářská práce v jednotlivých kapitolách hlouběji analyzuje nejpoužívanější jízdní asistenty a popisuje konkrétní prvky aktivní bezpečnosti, včetně těch nejnovějších, kde je podrobný popis celé funkce daného systému, jejich kladný vliv na provoz a jízdní vlastnosti vozidla. Dále jsou zde popsány nejzákladnější snímače, které využívá téměř každý elektronický asistent ke své funkci.

V samostatné kapitole je proveden úvod do nehodovosti v letech 2003 až 2015 a následně vyhodnocen počet dopravních nehod.

Závěrem je celkový pohled na aktuální bezpečnost silničního provozu v porovnání s dřívějším provozem.

Klíčová slova: asistenční systém, bezpečnost provozu, brzdy, silniční vozidlo

Assistance systems in road vehicles

Summary

In this bachelor thesis, we deal primarily with elements of active safety in the automotive industry, which have a major impact on road safety. Bachelor thesis in each chapter deeply analyzes the most commonly used driving assistants and describes the elements of active safety systems, including the latest, a detailed description of the function of the whole system, their positive influence on performance and driving characteristics. It further describes the basic sensor that utilizes almost every electronic assistant to its function.

A separate chapter is an introduction to the accident rate between 2003 and 2015, and subsequently evaluated by the number of traffic accidents.

Finally, the overall view of the current road safety in comparison with the previous operation.

Keywords: assistance system, traffic safety, brakes, road vehicle

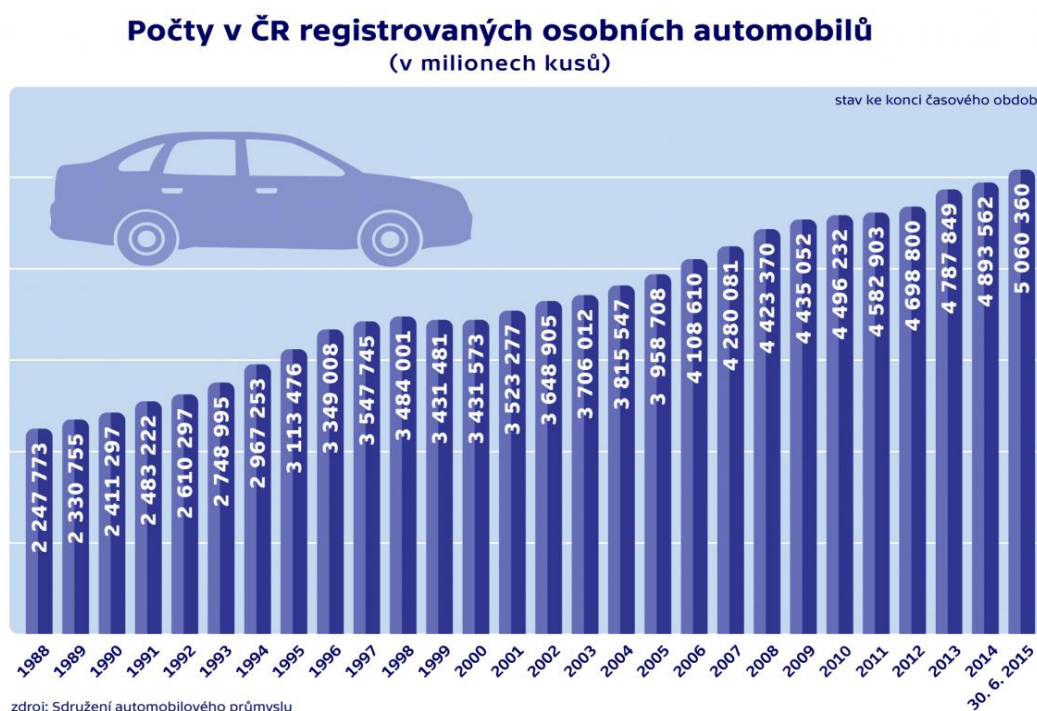
Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl a metodika práce	3
2.1 Cíl práce.....	3
2.2 Metodika práce	3
3 Současné konstrukce jízdních asistentů	4
3.1 Asistenční systémy podporující vozidlo.....	5
3.1.1 Protiblokovací systém kol ABS.....	5
3.1.2 Elektronický stabilizační systém ESP	12
3.1.3 Protiskluzový systém ASR	16
3.1.4 Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS.....	18
3.2 Asistenční systémy podporující řidiče.....	22
3.2.1 Adaptivní kontrola vzdálenosti ACC	22
3.2.2 Udržování jízdních pruhů LDW	23
3.2.3 Parkovací Asistent APS.....	25
3.2.4 Asistent rozjezdu do kopce HHC	27
4 Moderní konstrukce jízdních asistentů	29
4.1 Automatické nouzové brzdění - Front Assist	29
4.2 Statistika nehodovosti silničního provozu.....	31
5 Závěr	33
6 Seznam použitých zdrojů	35
7 Seznam obrázků	39
8 Seznam tabulek	39

1 Úvod

Být v dnešní době bez automobilu si dokáže představit jen málokdo. Osobní vozidlo je součástí téměř každé rodiny. Ať už firemních nebo soukromých vozidel stále přibývá, to je zřejmé i z rostoucího počtu registrovaných automobilů v centrálním registru vozidel viz obrázek 1. S rostoucím počtem automobilů roste i počet dopravních nehod, což je však potřeba co nejvíce minimalizovat. Snahou je především zabránit dopravním nehodám s tragickými následky.

Obrázek 1: Počet registrovaných vozidel v ČR



Zdroj: [1]

Bezpečnost provozu i automobilů samotných je v posledních letech často diskutovaným tématem. Na výrobce jsou kladeny nepřetržitě vyšší nároky na bezpečnost z hlediska homologace pro provoz na pozemních komunikacích. Automobilový průmysl musí být tak stále vyspělejší, vyvíjet nové bezpečnostní prvky ať už se týkají aktivní či pasivní bezpečnosti. Prioritou výrobců je zabránit samotnému vzniku dopravních nehod. Pasivní bezpečnost byla dříve vždy řešena na prvním místě, o aktivní bezpečnost se nikdo tolik nezajímal, především z důvodu absence elektroniky. Nyní však nastala doba,

kdy je aktivní bezpečnost více upřednostňována. Na aktivní bezpečnosti mají velký podíl jízdní asistenti. Dříve se jízdní asistenti týkaly pouze zlepšení jízdních vlastností vozidla, nyní zasahují až do sekce ochrany posádky.

V této práci je pojednáno především o prvcích aktivní bezpečnosti, které mají za úkol zabránit vzniku dopravní nehody. Většina dopravních nehod je zaviněna vlastní chybou řidiče, může se jednat o nepozornost či nezkušenost. Eliminovat tyto chyby mají na starost prioritně elektronické asistenční systémy.

Každý si ovšem musí uvědomit, že jednotlivé elektronické asistenční systémy dovedou pracovat pouze v rámci fyzikálních zákonů. Z tohoto důvodu musí řidič přizpůsobit rychlost a styl jízdy danému stavu vozovky i vozidla. Vybrané systémy dnes běžně používané jsou v práci podrobněji popsány. V předposlední části práce je zmíněn jeden z nejnovějších jízdních asistentů.

2 Cíl a metodika práce

2.1 Cíl práce

Cílem práce je popsat princip funkce a využití nejrozšířenějších jízdních asistentů v běžných silničních vozidlech. Následně nastínit základní výhody přítomnosti vybraných systému. Jedná se o celkem čtyři vybrané systémy, které mají za úkol udržet vozidlo říditelné v náhlých situacích, dále čtyři systémy, které podporují řidiče. V samostatné části je popsán jeden z nejmodernějších jízdních asistentů, který podporuje řidiče i vozidlo v náhlých krizových situacích. Dalším dílčím cílem je znázornit trend nehodovosti v závislosti na počtu registrovaných vozidel.

2.2 Metodika práce

Zvolenou metodikou je prostudování a analýza jednotlivých odborných publikací. Analýze jednotlivých systémů aktivní bezpečnosti a výběru elektronických jízdních asistentů pro detailní rozbor. Závěrem této práce je získání informací a jejich následné vyhodnocení.

3 Současné konstrukce jízdních asistentů

Bezpečnost silničního provozu má mnoho faktorů, jedním z nich je pasivní a aktivní bezpečnost. Pasivní bezpečnost co možná nejvíce minimalizuje následky dopravní nehody. Aktivní bezpečnost se podílí na minimalizaci možnosti vzniku dopravní nehody. [2] [3]

Pasivní bezpečnost

Na rozdíl od prvků aktivní bezpečnosti slouží prvky pasivní bezpečnosti až v době vzniku dopravní nehody. Jde o jednotlivá konstrukční zařízení, jejichž úkolem je co nejvíce minimalizovat následky střetu vozidla s překážkou. Mezi základní prvky pasivní bezpečnosti se řadí bezpečná konstrukce karoserie vozidla, hlavové opěrky, bezpečnostní pásy, airbagy, skládací sloupek volantové tyče, atd. Z konstrukčního hlediska nelze vyrobit zcela bezpečné vozidlo, lze pouze snížit míru následků dopravní nehody na členy posádky. [2]

Aktivní bezpečnost

Prvky aktivní bezpečnosti jsou veškerá technická zařízení, systémy a vlastnosti vozidla, která předchází, respektive se snaží zabránit vzniku dopravní nehody. Mezi nejdůležitější prvky této bezpečnosti patří účinné brzdy umožňující včasné zastavení před překážkou, výkon motoru, dobrý výhled z vozidla, kvalitní pneumatiky zajišťující dobré jízdní vlastnosti, přesné řídicí ústrojí, tlumiče kmitů per podvozku a spousty dalších ukazatelů. V neposlední řadě mají velice příznivý vliv na aktivní bezpečnost elektronický jízdní asistenti, který jsou dále podrobně popsány. [3]

V současné době se nachází v každém automobilu mnoho jízdních asistentů, které napomáhají řidiči výstražně nebo aktivně při ovládní vozidla. Lze je rozdělit do dvou základních skupin:

- asistenční systémy podporující vozidlo,
- asistenční systémy podporující řidiče.

Jednotlivé systémy mají za úkol upozornit řidiče na nebezpečné situace a v krajních případech samostatně zasáhnout do jízdního manévru. [4]

3.1 Asistenční systémy podporující vozidlo

Je-li nutno, asistenční systémy podporující vozidlo jsou v činnosti, aniž by řidič mohl zabránit jejich působení (pokud nejsou deaktivovány). Běžný uživatel vozidla to ani nepozná a považuje účinky za normální. Jedním ze základních požadavků na tyto systémy je, že musejí pracovat velice rychle a precizně, jelikož přebírají kontrolu nad vozidlem. Vybrané jednotlivé systémy podporující vozidlo jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách:

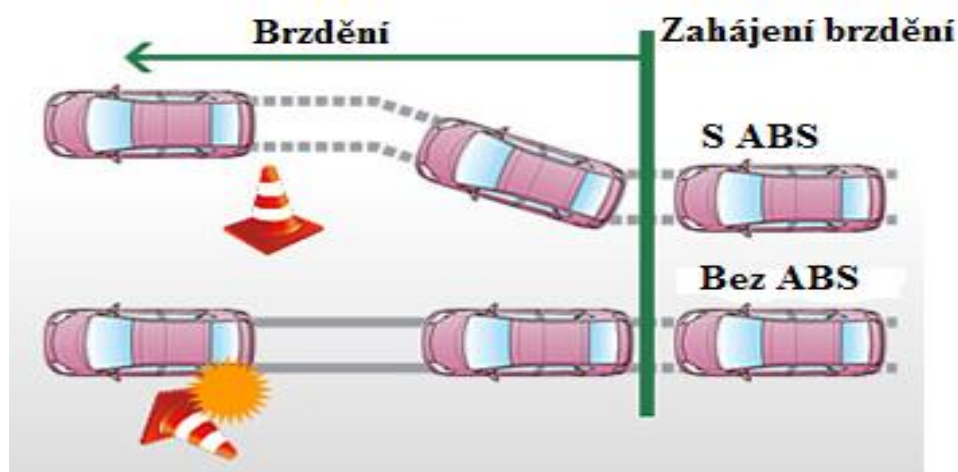
- protiblokovací systém kol ABS,
- elektronický stabilizační systém ESP,
- protiskluzový systém ASR,
- elektronická uzávěrka diferenciálu EDS. [4] [5]

3.1.1 Protiblokovací systém kol ABS

Anti-lock Brake System v překladu protiblokovací systém je hlavní součástí aktivní bezpečnosti. Zabraňuje zablokování kola při prudkém brzdění. Kolo, které je vybaveno systémem ABS se nepřetržitě odvaluje a tím je zajištěna stálá adheze (přilnavost) mezi kolem a vozovkou. Odvalující se kolo umožňuje zachování stability, ovladatelnosti i v mezních situacích. U vozidel bez ABS při blokaci kol není možno přenést žádnou boční sílu, tudíž neumožňuje plynulé zatočení. [6] [7]

Na obrázku 2 je znázorněn vyhýbací manévř vozidla vybaveným systémem ABS (vrchní) a vozidla bez ABS (spodní). Z něj je patrné, že absence systému ABS může vést mnohdy k fatálním dopravním nehodám. [6]

Obrázek 2: Vyhýbací manévr s a bez systému ABS



Zdroj: [8]

Historie systému ABS sahá do počátku dvacátého století. Z důvodu absence elektronického řízení mohli inženýři od značky Bosch vyvinout tento již patentovaný systém až v roce 1978. První uplatnění našlo u firmy Mercedes-Benz. Následně u vozů BMW.[6]

Firma Bosch vyvíjela ABS dále. Vývojem vznikly systémy ESP či ASR, kterými se práce bude podrobně zabývat v kapitole 3.1.2 a 3.1.3. [6]

Základní požadavky

Systém ABS je nejdůležitější prvek v celé škále elektronických jízdních asistentů, proto lze mezi základní požadavky zařadit následující náležitosti:

- zajistit stabilitu a říditelnost při všech stavech jízdní dráhy,
- maximálně využívat součinitel tření mezi vozovkou a koly vozidla,
- musí pracovat v celé rychlostní oblasti,
- rychle se přizpůsobit změnám přilnavosti vozovky.[9]

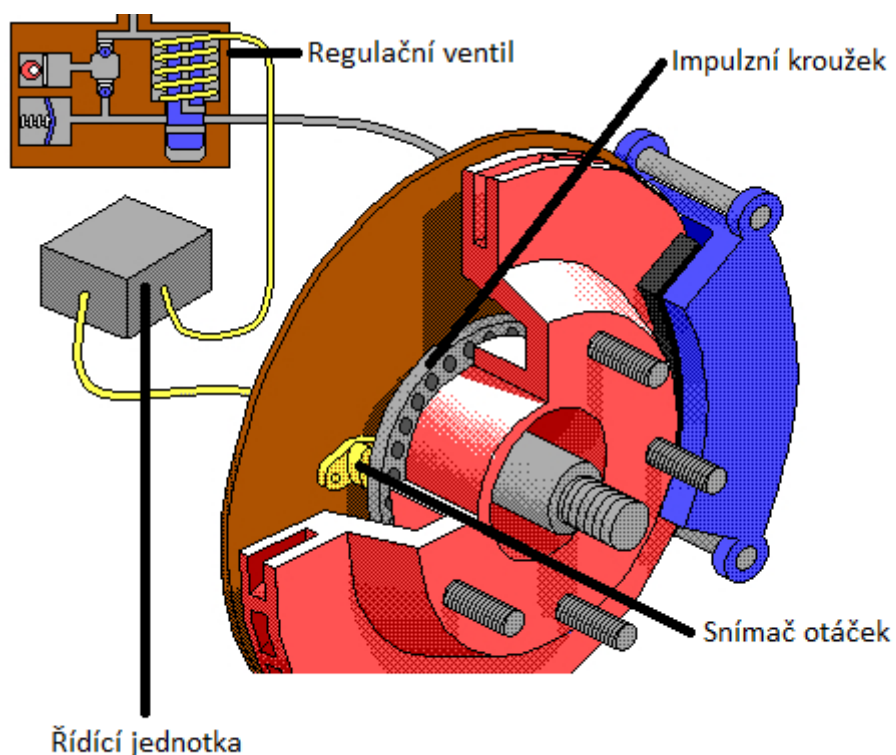
Princip činnosti

Většina procesů brzdění se odehrává jen s malým skluzem, to však není v činnosti ABS. Teprve při intenzivním brzdění, kdy dochází k většímu skluzu, je zařazen regulační obvod ABS. Zamezuje zablokování kol. Pokud řídicí jednotka dostane informaci o blokaci jednoho z kol, sníží tlak v brzdové soustavě a tím uvolní kolo, které bylo ve skluzu. Učiní

tak až 16x za vteřinu a tím zajistí relativně stálé otáčení kol. Oblast regulace je mezi 8 až 35 % skluzu. Pod 5 km/h se ABS automaticky vypíná, aby bylo možné vůz bezpečně zastavit.[6] [10]

S každým kolem se otáčí impulzní kroužek, který indukuje ve snímači otáček střídavé napětí. Snímač otáček je rovněž součástí každého kola. Řídicí jednotka na základě kmitočtu střídavého napětí určí zrychlení nebo zpomalení každého kola. Jednotlivé hlavní části systému jsou popsány na obrázku 3.[6] [11]

Obrázek 3: Části systému ABS



Zdroj: [8; upraveno]

System má tři základní stavy:

- **Zvýšení tlaku** – Řidič sešlápne brzdový pedál, tím se vytvoří tlak v hlavním brzdovém válci a vede se k brzdovým válečkům pomocí trubek a vysokotlakých hadic. [6] [12]
- **Udržení tlaku** – Má-li kolo sklon k blokování, čímž překračuje definovaný skluz, řídicí jednotka stav rozpozná a přepne elektromagnetický ventil kola na udržení tlaku. Spojení hlavního brzdového válce s brzdovým válečkem je přerušeno. Brzdný tlak se nemění. Automobil dále zpomaluje. [6] [12]
- **Snížení tlaku** – Jestliže se přesto zvyšuje skluz a tím sklon k blokování nadále trvá, přepne se elektromagnetický ventil na snížení tlaku. Dojde k vytvoření spojení brzdového válečku přes zpětně čerpadlo až k hlavnímu brzdovému válci. Snížením tlaku v soustavě se skluz sníží. Klesne-li pod danou hodnotu, řídicí jednotka přepne elektromagnetický ventil zpět na zvýšení tlaku. Tento cyklus se opakuje do doby (až 16x za vteřinu), dokud je sešlápnutý pedál brzdy. Po uvolnění pedálu se proces automaticky ukončí. [6] [12]

Snímače otáček kol

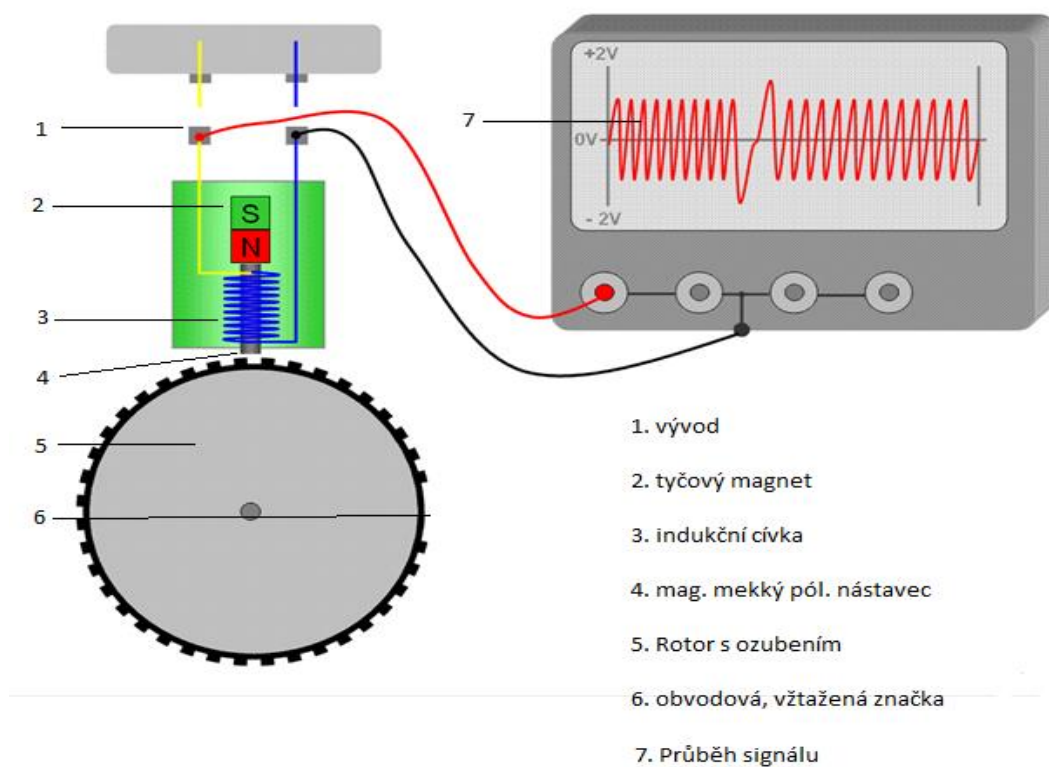
Každé motorové vozidlo je dnes vybaveno celou řadou snímačů, čímž je zajištěno vyhodnocení důležitých provozních veličin, které slouží k dalšímu zpracování v jednotlivých řídicích jednotkách. Snímače mohou monitorovat měřenou veličinu a její změny průběžně. Jedná se o elektrické měření neelektrických veličin (příkladem neelektrické veličiny je poloha, teplota, tlak, atd.), které se převádí na veličiny elektrické. Snímače se dělí na pasivní (například indukční) a aktivní (například Hallův). Na první pohled lze rozeznat indukční snímač rozdílným počtem vývodů, kdy u indukčního snímače jsou pouze dva vývody (kladný a záporný), oproti Hallově snímače, kde jsou tři vývody z důvodu přívodu napětí pro svou funkci. [13]

Indukční snímač:

Základní princip snímače je založen na změně impedance cívky vlivem vířivých proudů indukovaných ve snímaném předmětu. Skládá se z tyčového magnetu s magneticky měkkým pólovým nástavcem, na kterém je umístěna indukční cívka se dvěma vývody

pro konektor. Otáčí-li se před tímto snímačem feromagnetické ozubené kolo, popřípadě jiný obdobně konstruovaný rotor, indukuje se v cívce sinusové napětí. Na rotoru musí být minimálně jedna vzduchová mezera (chybějící zub – viz obrázek 4) nazývaná obvodová případně vřtažená značka. Nevýhodou snímače je, že jeho napětí kolísá s otáčkami. Pracuje až od 30 ot/min. Zatímco ve vysokých rychlostech dochází k indukovanému napětí až 100 V, což je pro elektroniku velmi obtížně zpracovatelné. Správná funkce snímače je závislá na vzduchové mezeře mezi snímačem a rotorem. Vzduchová mezera se musí pohybovat mezi 0,8 – 1,5 mm, v opačném případě není možno zajistit správnou amplitudu signálu.[14]

Obrázek 4: Části indukčního snímače



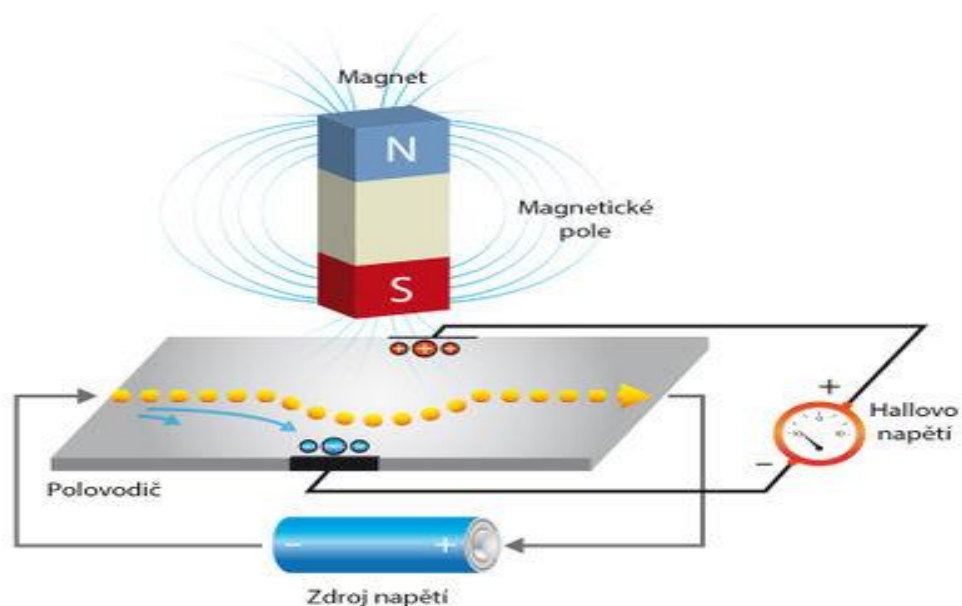
Zdroj: [15; upraveno]

Hallův snímač:

Princip funkce Hallova snímače je založen na Hallově jevu, který spočívá ve vzniku napětí v polovodičové destičce protékané proudem konstantní velikostí

za současného působení magnetické pole (znázorněno na obrázku 5). Tento snímač potřebuje ke své činnosti napájecí napětí, což ho tvoří snímačem aktivním. Hallovo napětí se pohybuje v řádech milivoltů, musí být tedy v elektrickém obvodu snímače zesíleno, aby vznikl vyhovující signál. Výstupní signál má tvar obdélníku popřípadě čtverce, který je vhodný pro další zpracování v obvodech řídicí jednotky. Hlavní výhodou Hallova snímače je, možnost vysílání signálu od nulové rychlosti. [13] [14]

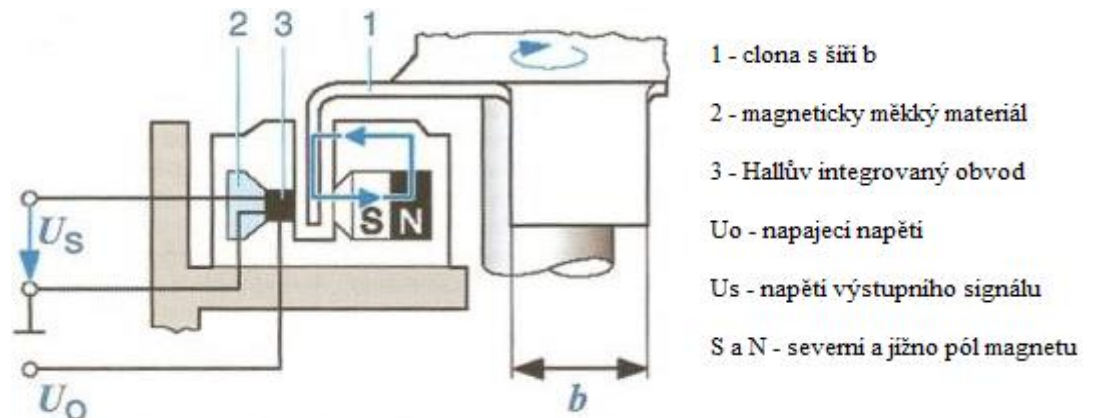
Obrázek 5: Hallův jev



Zdroj: [16]

Na vozidlech běžně používané Hallovy snímače mají podobu tzv. magnetické závory, kdy polovodičová destička s obvodem zpracování signálu tvoří Hallův integrovaný obvod, který je umístěný proti permanentnímu magnetu. Mezerou mezi integrovaným obvodem a magnetem prochází rotující clona spojená mechanicky s rotujícím tělesem, což je patrné z obrázku 6. V případě je-li mezera volná, magnetické pole naplno proniká do integrovaného obvodu a signál snímače je maximální. V době kdy se clona dostane do mezery, všechen magnetický tok se uzavírá přes ni a signál snímače je nulový. Napětí signálů má pouze dva stavy a to 0 nebo 5 voltů (ve výjimečných případech 12V). [14]

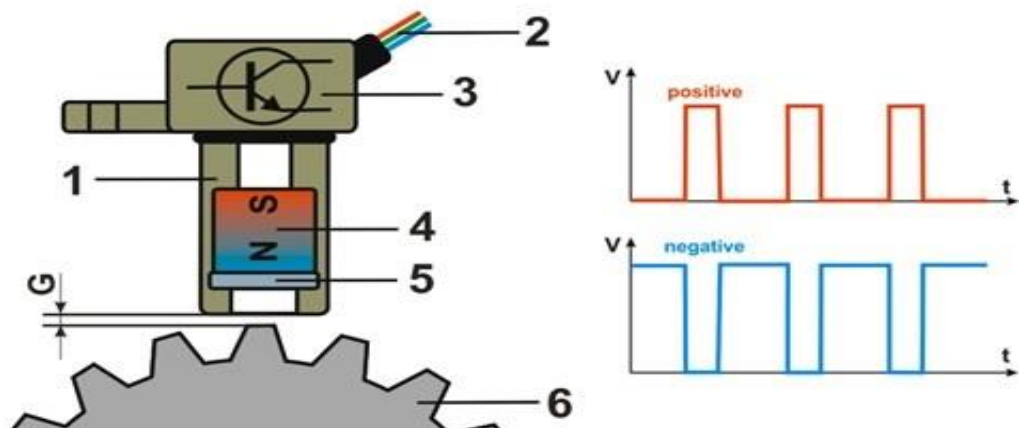
Obrázek 6: Hallův snímač s rotující clonou



Zdroj: [14; upraveno]

Jedná-li se o provedení snímače tzv. tyčového tvaru (obrázek 7), princip funkce je stejný – využívá Hallova jevu, však konstrukční uspořádání je odlišné. V tomto případě přiblíží-li se výstupek impulzního kola k prvku snímače, změní se intenzita magnetického pole a vychýlí směr napájecího proudu v Hallově integrovaném obvodu. Vzniklý signál v podobě několika milivoltů je opět zpracován a na výstupu odeslán ve tvaru obdélníku či čtverce. [14]

Obrázek 7: Hallův snímač tyčového tvaru včetně výstupních signálů



1 – obal snímače, 2 – kabeláž, 3 – integrovaná elektronika, 4 – permanentní magnet, 5 - Hallův sensor, 6 – impulzní kolo, G – mezera

Zdroj: [17]

3.1.2 Elektronický stabilizační systém ESP

Jeden z prvních elektronických stabilizačních systémů podvozku se nazývá ESP. Tato zkratka pochází z anglického spojení Electronic Stability Programme, což v překladu znamená elektronický stabilizační systém. Systém pomocí cílených zásahů napomáhá zvládnout kritické situace. Je-li zaznamenán nestabilní stav automobilu v důsledku zhoršené adheze mezi koly a vozovkou, aktivuje se ESP. Pomocí řízených brzdných zásahů na jednotlivá kola vozidla a zásahu do řízení průběhu výkonu motoru se vozidlo snaží stabilizovat. Jedná se o rozšířenou funkci ABS, jehož využívá veškeré prvky ke své činnosti. [4] [10] [18]

Zmiňovaný systém velmi pozitivně přispívá ke zvýšení aktivní bezpečnosti. Ze statistiky vyplývá, že kdyby všechna vozidla byla vybavena ESP, podařilo by se zabránit přibližně desetíně dopravních nehod. ESP zjišťuje 30x častěji stabilitu vozu, než samotný řidič, čímž je mnohem rychleji připraven okamžitě zasáhnout. [4]

Od listopadu roku 2011 musí mít každý nově vyrobený automobil ve své výbavě standardně systém ESP. Od roku 2014 pak musí být v každém voze, který je prodán jako nový. Nyní automobilka VW označuje svůj modernizovaný systém jako ESC nebo-li Electronic Stability Control. [4]

Zavedení ESP do sériové výroby znamenal v automobilovém průmyslu velký pokrok. Stalo se tak v roce 1995 obdobně jako tomu bylo u systému ABS automobilkou Mercedes-Benz. Velmi významně se zasloužila o existenci systému ESP firma Bosch, která je hlavním vývojářem, potažmo výrobcem komponentů těchto systémů. [4]

Základní požadavky

Tento jízdní asistent lze zařadit mezi nejvíce účinný prvek aktivní bezpečnosti. Základní požadavky na systém ESP jsou velmi náročné:

- zamezit přetáčivému smyku,
- zamezit nedotáčivému smyku,
- musí pracovat v celé rychlostní oblasti,
- rychle se přizpůsobit změnám přilnavosti vozovky. [4]

Princip činnosti

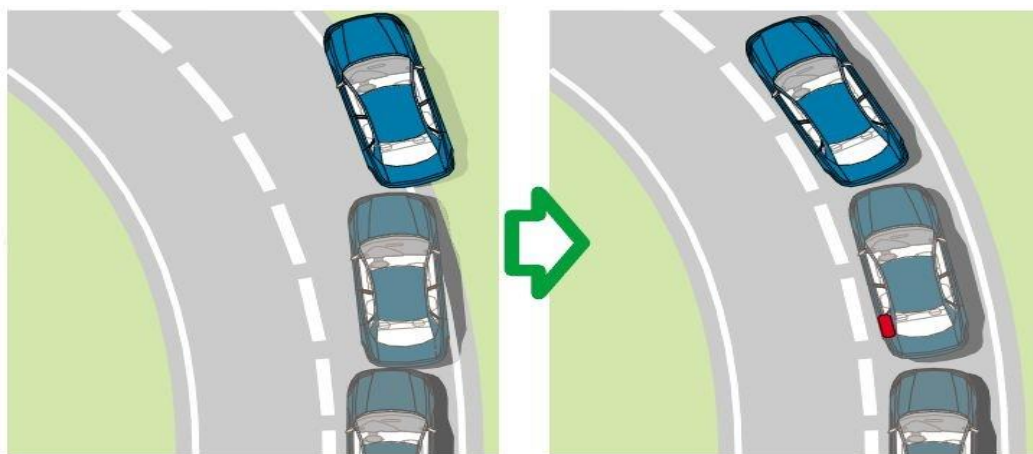
Aby EPS mohlo v krizové situaci správně reagovat, musí znát odpověď na tyto otázky. **Kam řidič vozidla směřuje a kam vozidlo doopravdy jede?** Pro zodpovězení využívá celou řadu snímačů: natočení volantu, polohy pedálu akcelérátoru, tlaku v brzdové soustavě, otáček všech kol, podélného a příčného zrychlení a rotační rychlosti.

První tři snímače zodpoví otázku **Kam řidič vozidla směřuje**. Další tři pak **Kam vozidlo doopravdy jede**. Na základě vyhodnocení těchto hodnot může řídicí jednotka určit, zda se požadovaná dráha shoduje se skutečnou. Pokud se tyto hodnoty liší, vyhodnotí situaci za kritickou a aktivně zasáhne. [4] [18]

Nedotáčivost

Jedná se o smyk přední nápravy, z pravidla řídicí. Tento jev se projevuje neochotou vozidla zatočit a tím změnit směr jízdy jak řidič požaduje, což je patrné na obrázku 8. V dané situaci sníží ESP točivý moment motoru a znemožní u vozidel vybavených automatickou převodovkou její další řazení. Následně definovanými brzdnými zásahy na jedno či více kol vytvoří kontra otáčivý moment, než ten co dostal vozidlo do smyku. V situaci, která je znázorněna na obrázku 3, přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. U modernizovaného systému ESC pak obě kola na vnitřní straně zatáčky. [4] [19]

Obrázek 8: Nedotáčivý smyk vlevo bez ESP vpravo s ESP

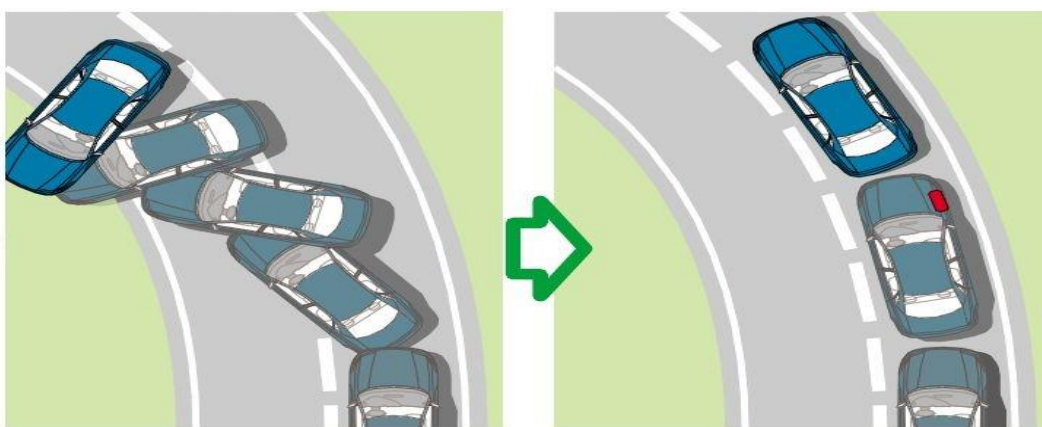


Zdroj: [19]

Přetáčivost

Jedná se o smyk zadní nápravy, jehož průběh je znázorněn na obrázku 9. Tento jev nastává při příliš velkém zatočení. Situace je náročnější na zvládnutí než v případě nedotáčivosti. V dané situaci systém nejdříve přibrzdí přední kolo na vnější straně zatáčky (s ESC obě kola na vnější straně) viz obrázek 4, pokud toto nestačí pro zvládnutí situace, dá řídicí jednotka příkaz ke krátkodobému přidání plynu. Tento jev však nastává jen zřídka. [4] [19]

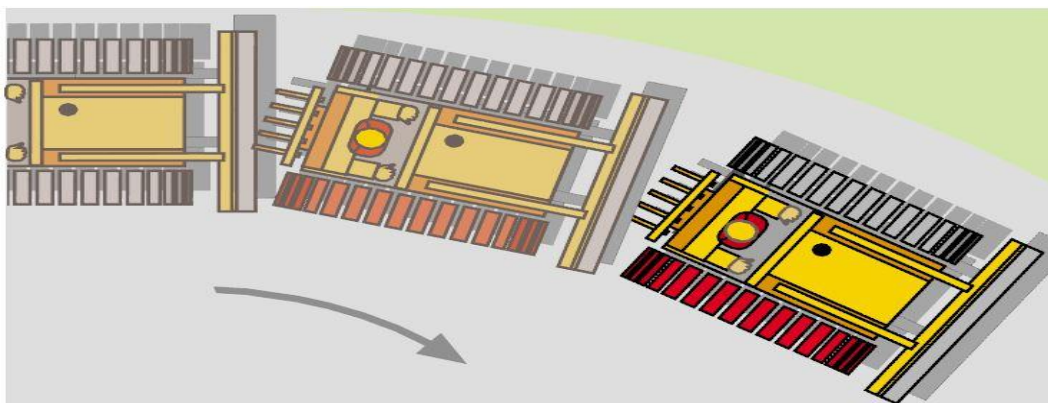
Obrázek 9: Přetáčivý smyk vlevo bez ESP vpravo s ESP



Zdroj: [19]

Na tomto principu funguje činnost vyrovnání vznikajícího smyku pomocí stabilizačního systému ESP a ESC. Tudíž nevyžaduje přímý zásah do řízení vozu. Je možno přiblížit funkci tohoto systému ke způsobu řízení smykem řízených vozidel (bagry, buldozery, nakladače) viz obrázek 10. [4] [19]

Obrázek 10: Řízení smykem řízeného nakladače

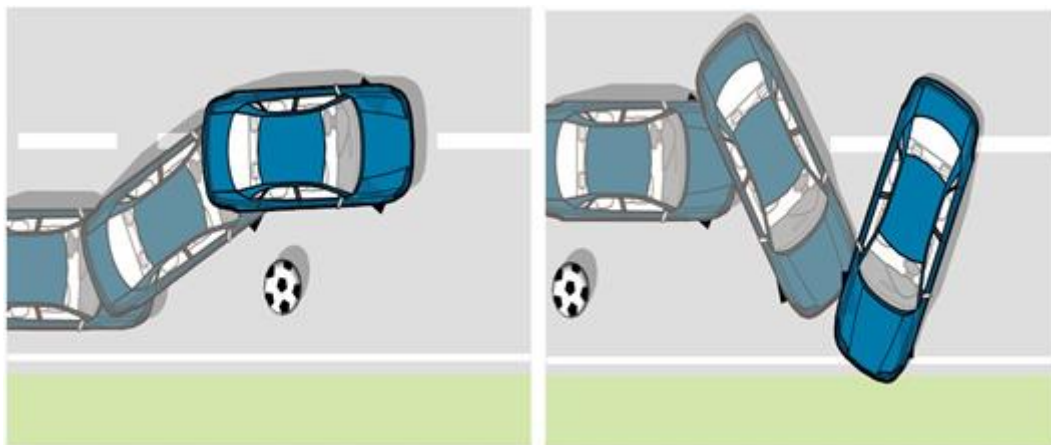


Zdroj: [19]

Vyhýbací manévr

Nejprve vozidlo bez ESP. Řidič při snaze vyhnout se překážce na vozovce trhne volantem nejdříve vlevo, následně vpravo. Po tomto manévru se zadní část vozidla pohybuje rychleji a tím se dostává do neovladatelného smyku - viz obrázek 11. [4] [19]

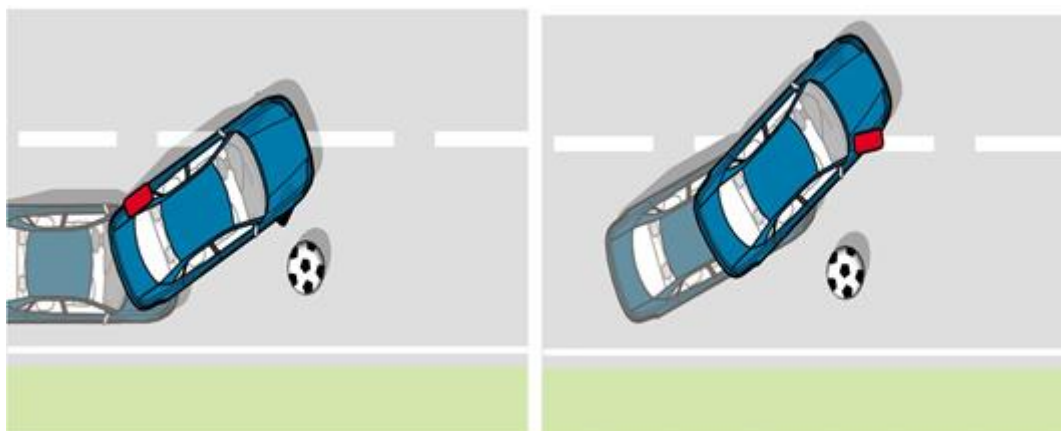
Obrázek 11: Vyhýbací manévr bez ESP



Zdroj: [19]

Nyní vozidlo vybavené ESP ve stejné situaci, jenže řídicí jednotka rozpozná díky signálů od čidel, že se vozidlo dostává do nestabilní situace a začne zasahovat přibrzdováním jednotlivých kol. Nejprve přibrzdí levé zadní kolo k zatáčecímu manévru vlevo, jede-li vozidlo směrem doleva, řidič již zatáčí volantem vpravo pro objetí překážky, v tuto chvíli ESP přibrzdí pravé přední kolo - viz obrázek 12. Zadní náprava se otáčí volně k zajištění stranové vodící síly.[4] [19]

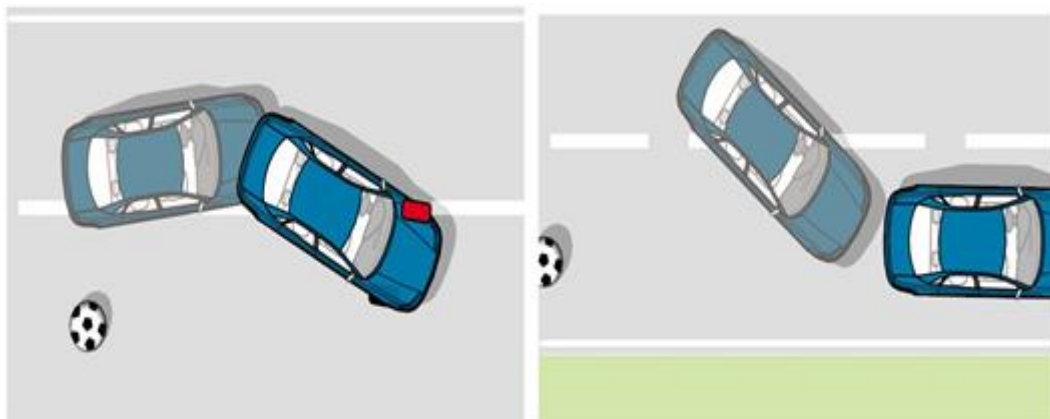
Obrázek 12: Vyhýbací manévr s ESP



Zdroj: [19]

Aby došlo k zabránění vychýlení zadní nápravy při vracení do přímého směru jízdy, přibrzdí se v této situaci ještě levé přední kolo, viz obrázek 13. Ve zvláštních případech může dojít až úplnému zablokování tohoto kola. Po zvládnutí nestabilních jevů, ukončuje ESP činnost. [4] [19]

Obrázek 13: Vracení do přímého směru s ESP



Zdroj: [19]

3.1.3 Protiskluzový systém ASR

Protiskluzový systém ASR (Anti Skid Regulation) má za úkol zvýšit bezpečnost při rozjezdu. Vozidlo, jehož součástí je ASR, musí být vybaveno elektronickou uzávěrkou diferenciálu EDS (viz další kapitola). Stará se o regulaci výkonu, aby nedošlo k prokluzu hnacích kol, tím ke ztrátě stability a říditelnosti vozidla při akceleraci především na vozovce se sníženou přilnavostí pneumatik, nebo při jízdě do prudkého kopce (u vozidel koncepce s předním pohonem). Při prokluzu hrozí též vysoké opotřebení pneumatik včetně hnacího ústrojí. ASR tato nebezpečí snižuje. [10] [20] [21]

Předchůdcem ASR byl systém Max Track, který představila jako první automobilka Buick v roce 1971. Následně konstruktéři firmy Cadillac roku 1979 začali do svých automobilů instalovat podobný asistent pod názvem TMS – Traction Monitoring System. Systém ASR vyvinutý firmou Bosch přišel na automobilový trh v roce 1986. [20]

Základní požadavky

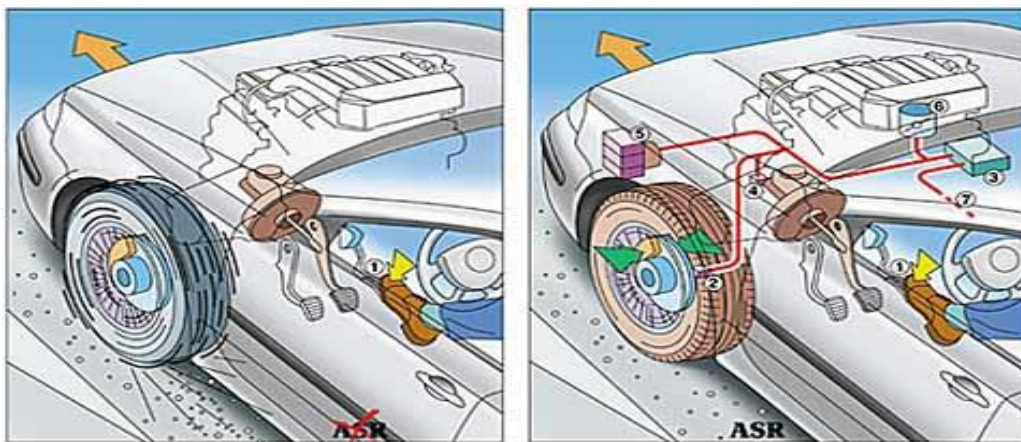
Tento jízdní asistent řidiči využijí především v zimním období při výskytu sněhové pokrývky na vozovce a náledí. Proto lze mezi základní požadavky zařadit následující nároky:

- zabránit protáčení kol na vozovce s náledím na jedné či obou stranách,
- zabránit protáčení kol při zrychlení v zatáčce,
- zabránit protáčení kol při jízdě do kopce,
- musí pracovat v celé rychlostní oblasti. [9]

Princip činnosti

ASR pracuje společně se systémem EDS (systém EDS popsán v následující části BP 3.1.4) a řídicí jednotkou motoru. Využívá ke své funkci totožné snímače otáček kol jako ABS, jejichž pomocí sleduje otáčky kol hnací nápravy a přes řídicí jednotku (též společnou pro ABS) je porovnává s otáčkami kol hnané nápravy. Jestliže řídicí jednotka vyhodnotí otáčky kol jako rozdílné, nařídí, aby prokluzující kolo bylo přibrzděno – viz obrázek 14 vpravo, to však pouze do rychlosti 40 km/h. Následuje snížení točivého momentu motoru řídicí jednotkou, nebo-li ubrání plynu. Tato regulace funguje v celé oblasti rychlostí. Nyní se zamezí protáčení kol. [9] [20] [21]

Obrázek 14: Jízda po kluzké vozovce vlevo bez ASR, vpravo s ASR



Zdroj: [20]

Jestliže je ASR v činnosti, upozorní na to řidiče blikající kontrolka na přístrojové desce. Řidič je tím informován o stavu vozovky. ASR je možné deaktivovat, například při použití sněhových řetězů, kde se prokluzu nelze vyhnout. [20]

3.1.4 Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS

EDS (Electronic Differential System) v překladu elektronická uzávěrka diferenciálu. Jedná se o elektronicky řízené uzávěry diferenciálu. Přítomnost systému ocení řidič především v zimním období a na vozovce se sníženou adhezí. Systém přibrzdí kolo s nižší adhezí a tím umožní přenos výkonu na kolo s vyšší adhezí (viz obrázek 16).

Elektronická uzávěrka diferenciálu přišla do výroby společně se systémem ASR a je možno ji požadovat v automobilu pouze za předpokladu, že je jeho součástí systém ABS i ASR. [4] [22]

Základní požadavky

Základní požadavky jsou podobné jako u systému ASR:

- snížit prokluz kola na straně vozovky se sníženou adhezí,
- snížit opotřebení pneumatik,
- okamžitá pohotovost.

Princip činnosti

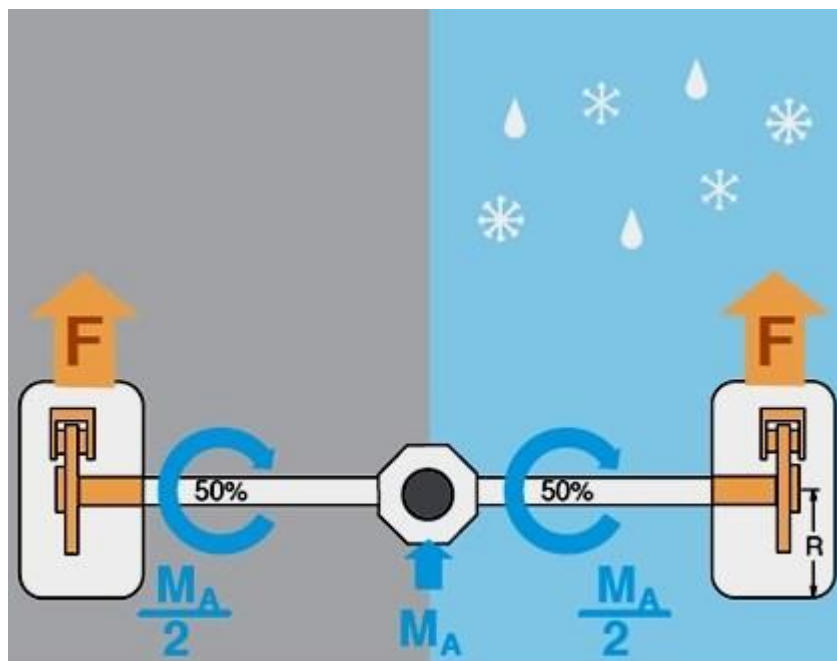
Pomocí stejných snímačů otáček kol, jako využívá ABS, řídicí jednotka neustále vyhodnocuje otáčky kol hnací nápravy. Vyhodnotí-li řídicí jednotka EDS prokluz (rozdílné otáčky pravého a levého kola), dá příkaz k přibrzdění protáčejiícího se kola. Dojde k vyrovnání momentů na obou kolech, výsledek je podobný jako u mechanické uzávěry. [22] [23]

Jsou-li adhezí podmínky mezi pneumatikou a vozovkou stejné, působí stejný točivý moment na obě kola. Pokud je tato adheze dostatečná, zajistí přenesení veškerého točivého momentu na vozovku. Z tohoto tvrzení vyplývá, že každé kolo přenesse 50 % točivého momentu. Toto tvrzení je možné ověřit na obrázku 15. [22] [23]

Naskytne-li se situace, kdy na jedné straně bude kluzký povrch, tedy snížená adheze, udává velikost přenášeného točivého momentu kolo s nižším součinitelem tření.

Diferenciál neustále rozděljuje hnací moment M_A 50:50, ale pokud jedno z kol nemůže přenést takový moment, sníží se točivý moment na obou kolech současně. [22] [23]

Obrázek 15: Rozdělení hnacího momentu

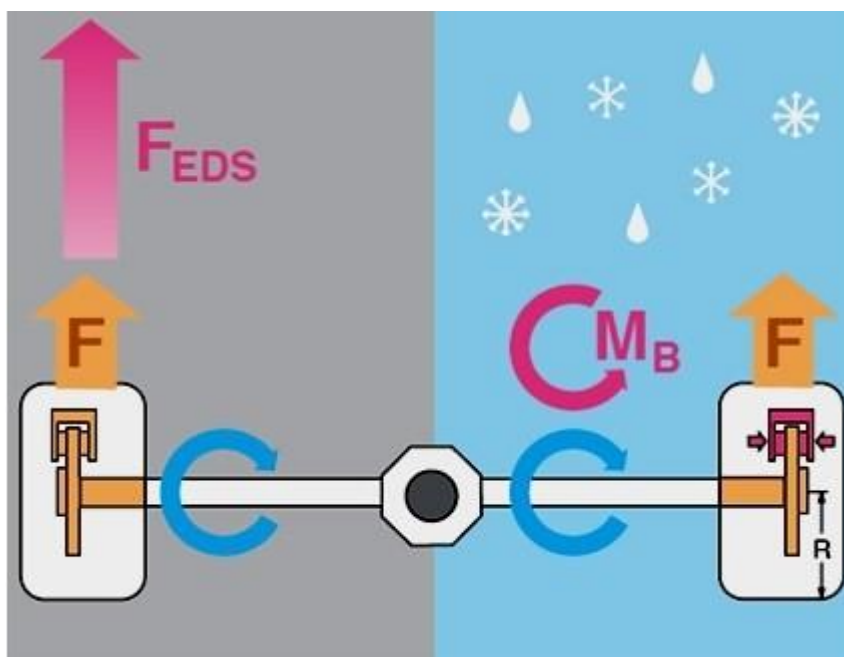


Zdroj: [22]

Nastane-li překročení hranice přilnavosti na jednom kole, začne se protáčet. V závislosti na protáčeším kole, je možno přenést menší točivý moment na kolo s lepšími adhezními podmínkami. Může nastat situace, kdy točivý moment je roven nule, kupříkladu při najetí vozidlem do vysoké závěje, až se vozidlo úplně zastaví. Přestože se může nacházet jen jedno hnací kolo v závěji a druhé bude na povrchu s dobrými adhezními podmínkami, tak 50 % z nuly je stále nula. Veškerý výkon “unikne“ skrze protáčejší se kolo. [22] [23]

V této situaci se uplatní elektronická uzávěra diferenciálu. Přes řídicí jednotku EDS se začne protáčejší kolo přibrzdovat, čímž vynutí brzdňý moment M_B , který se snaží vyrovnat momentový poměr na nápravě. Následně díky brzdňému momentu může kolo s větší adhezí přenést výkon na vozovku (viz obrázek 16). [22] [23]

Obrázek 16: Vynucení brzdného momentu



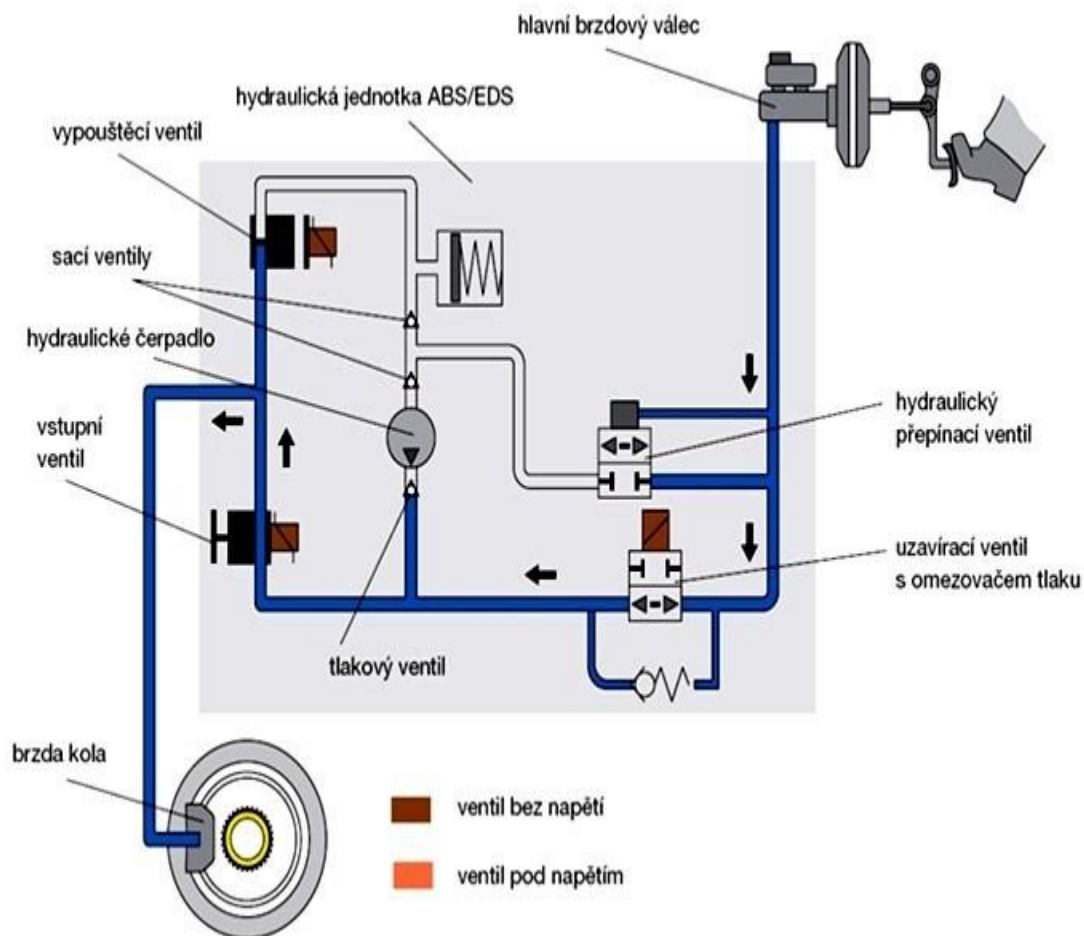
Zdroj: [22]

Jednotlivé stavy EDS

- **Brždění prokluzujícího kola** (nárůst tlaku) – Rozpozná-li řídicí jednotka ABS/EDS různé otáčky hnacích kol, pustí napětí na elektromagnetický uzavírací ventil s omezovačem tlaku, který se uzavře. Současně je přivedeno napětí na elektromotor hydraulického čerpadla, což má za úkol dopravit brzdovou kapalinu z hlavního brzdného válce k brzdnému třmenu protáčeujícího se kola, čímž se začne přibrzďovat. Elektromagnetický uzavírací ventil zabrání brzdové kapalině vrátit se zpět k hlavnímu brzdnému válci. Omezovač tlaku má za úkol omezovat brzdný tlak od čerpadla. Veškeré části EDS jsou znázorněny na obrázku 17. [23]
- **Udržování tlaku** – Rozpozná-li řídicí jednotka ABS/EDS, že kolo již více nezrychluje, přeruší činnost hydraulického čerpadla, aby tlak v okruhu dále nevzrůstal, a uzavře se vstupní elektromagnetický ventil ABS. Elektromagnetický vypouštěcí ventil zůstává rovněž uzavřen. Protáčeující se kolo je nadále přibrzďováno konstantním tlakem v daném okruhu. [23]

- **Pokles tlaku** – Rozpozná-li řídicí jednotka ABS/EDS, že žádné z poháněných kol se neprotáčí, otevře elektromagnetický vstupní ventil ABS i elektromagnetický uzavírací ventil. Dojde k poklesu tlaku v brzdné soustavě (v určitém brzdném třmenu) a činnost EDS je ukončena. [23]

Obrázek 17: Schéma jednotlivých částí EDS



Zdroj: [23]

3.2 Asistenční systémy podporující řidiče

Tyto systémy podporují řidiče nepřímou. Informují řidiče o situaci a varují před hrozícím nebezpečím. Řidič tak má lepší přehled nad dopravní situací, což mu umožní učinit lepší rozhodnutí. Jedná se o asistenční systémy, které nemají kontrolu nad vozidlem a mohou být kdykoli deaktivovány. Zodpovědnost zůstává na řidiči. Vybrané jednotlivé systémy podporující řidiče:

- Adaptivní kontrola vzdálenosti ACC.
- Udržování jízdního pruhu LDW.
- Parkovací asistent APS.
- Asistent rozjezdu do kopce HHC.

Jsou podrobněji popsány v následující části kapitoly 4.2. [4] [5]

3.2.1 Adaptivní kontrola vzdálenosti ACC

Adaptive Cruise Control v překladu adaptivní tempomat, který je nadstavbou běžného tempomatu. Běžný tempomat má za úkol udržet rychlost, jakou nastaví řidič. Inovativní systém ACC tuto funkci plní také, přitom však nedovolí, aby se rychleji jedoucí vůz nebezpečně přiblížil k pomaleji jedoucímu vozidlu před ním. Tudíž udržuje bezpečný odstup. [4] [5] [24]

Princip činnosti

Pro automatické udržení bezpečné vzdálenosti musí být vozidlo vybaveno radarovým snímačem. Pracuje společně s prvky ABS, ESP. [4] [12]

Prioritní funkcí systému ACC je udržení konstantní rychlosti stanovené řidičem. Tuto rychlost je systém ochoten udržovat tak dlouho, dokud se nenaskytne pomaleji jedoucí vozidlo v daném směru. Přidanou hodnotou ACC oproti běžnému tempomatu je vytvoření bezpečné vzdálenosti pomocí akcelerace, decelerace či zásahem brzd. Toto je možné v důsledku existence systémů ABS a ESP, společně mohou vytvářet brzdový tlak samočinně bez zásahu řidiče. Objeví-li se před vozidlem v daném jízdním pruhu pomaleji jedoucí vozidlo, řídicí jednotka ACC nejdříve sníží rychlost ubráním „plynu“. Pokud nestačí ke snížení rychlosti odpor motoru, zařadí řídicí jednotka do činnosti

automatické brzdění. V době kdy dojde k vyrovnání rychlosti pomaleji jedoucího vozidla a nastavení bezpečné vzdálenosti, udržuje systém dále konstantní rychlost za vozidlem. V okamžiku kdy pomaleji jedoucí vozidlo zrychlí nebo uhne do vedlejšího pruhu, systém ACC začne bez zásahu řidiče sám zrychlovat na nastavenou rychlost. [4] [12] [18] [24]

„Vlastní radarový snímač dodává regulátoru ACC informace o pozici a rychlosti vpředu jedoucího vozidla ve vztahu k jeho vlastnímu vozidlu. Snímač má třípruskovou anténu pro kontinuální kombinovaný vysílací a přijímací režim. Oblast snímání je mezi 2 a 120 metry při celkovém úhlu snímání deset stupňů. Vzdálenost a uhlovou polohu cílového objektu lze určit s přesností jednoho metru, popř. jednoho stupně, relativní rychlost se měří s tolerancí 0,5 metrů za sekundu. To zaručuje spolehlivé zjištění až osmi objektů současně. Z nich si volí regulátor ACC objekty relevantní pro regulaci vzdálenosti. Výkonný digitální signálový procesor zpracovává informace dodávané radarovým snímačem a předává je k dispozici jednotce regulátoru ACC. Ten vypočte prostřednictvím mikropočítače desetkrát za sekundu aktualizovanou požadovanou rychlost a přizpůsobí rychlost vozidla této hodnotě.“ [4]

Řidič funkci tohoto systému pohodlně nastavuje na ovládacích prvcích v blízkosti volantu, případně přímo na volantu. Informace o aktivaci ACC znázorňuje kontrolka na přístrojové desce. Přenos informací mezi prvky má na starost výkonná sběrnice CAN. Pracuje v rozmezí rychlostí 30 km/h až 200 km/h. V případě sešlápnutí brzdového či spojkového pedálu se systém okamžitě vypne. [4] [12] [25]

I při zapnutém ACC za sledování překážek a udržování bezpečné rychlosti zodpovídá řidič. Systém neumožňuje reagovat na stojící překážky a vozidla jedoucí v protisměru. Hůře rozeznává motocykly a vozidla pohybující se do 20 km/h. [24]

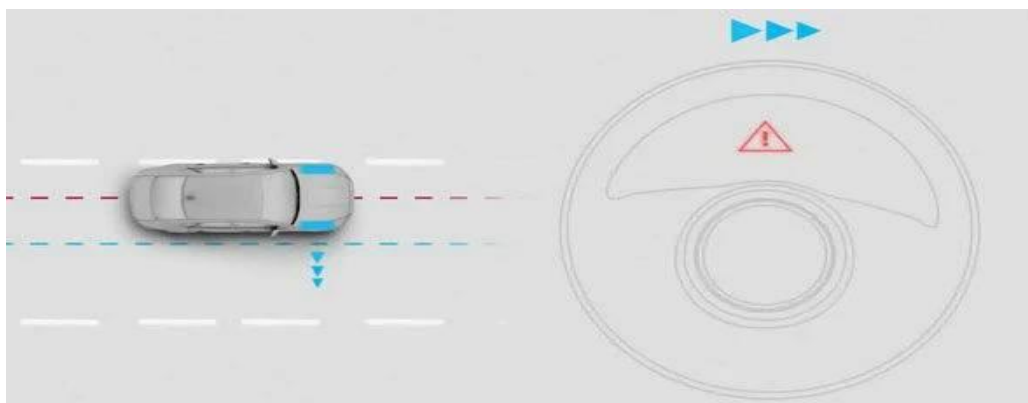
3.2.2 Udržování jízdních pruhů LDW

Pomocí výstražných systémů je řidič varován před hrozícím nebezpečím, pokud začíná vybočovat ze středu jízdního pruhu nebo jestliže vozidlo (při úhlu natočení vzhledem k svislé ose $0^\circ \pm$ toleranční odchylka) v dané časové vzdálenosti opustí jízdní pruh. K tomuto účelu se používají různé systémy, LDW však využívá kameru umístěnou ve vnitřním zpětném zrcátku, která neustále monitoruje vozovku a zaznamenává polohu vozidla. Kamera rozpozná označený jízdní pruh či nebezpečnou krajnici. Ostatní systémy

používají například infračervenou sensoriku na podlaze vozidla. Prvotně byl tento systém montován do nákladních automobilů, kde je velké riziko mikrospánku řidiče. Nyní se již běžně používají i v osobních automobilech. Průzkumy prokázaly, že každou čtvrtou dopravní nehodu způsobí mikrospánek. [4] [5] [18]

V případě kdy řidič ztratí pozornost a s vozidlem vyjede za hranici jízdního pruhu (bez použití směrových světel), je upozorněn výstražným signálem, vibracemi do volantu a sedačky. Navíc však systém LDW aktivně podporuje řidiče, napomáhá vrátit vozidlo zpět do původního směru jízdy (viz. obrázek 18). Možnost tohoto zásahu je omezená, neboť není cílem systému převzít řízení za řidiče. Avšak je takový manévr obvykle dostatečný, aby nedošlo k nehodě. Natočení volantu řidič pociťuje, přesto má zachovánu svoji iniciativu - může kdykoliv sám ovládat vozidlo. Systém je v činnosti od 70 km/h, řidič má možnost deaktivovat funkci LDW manuálně. [4]

Obrázek 18: Udržení jízdního pruhu



Zdroj: [26]

Nejmodernější systémy LDWA (Lane Departure Warning Assistant) plní veškeré funkce výše popsaného asistenta. Navíc umožňují vyhodnocení kondice řidiče nepřetržitým monitorováním pohybu očí a mrkání, aby nedošlo ke zmiňovanému mikrospánku. LDWA využívá ke své funkci speciální kameru umístěnou v interiéru vozidla, která sleduje frekvenci pohybů očních víček. Odpočínutý řidič mrká velmi rychle, pouze občas, tato frekvence se s prohlubující únavou velmi zvyšuje. Doba zavření očí se rovněž prodlužuje. Pokud řídicí jednotka vyhodnotí stav řidiče jako unaveného, spustí varovný signál. V případě je-li vozidlo vybaveno navigačním systémem, je s LDWA propojen a dovede řidiče na nejbližší odpočívadlo. [4] [27]

Jedná se o propracovaný komplexní systém regulace. Spolupracuje s jednotlivými prvky vozu, jde především o brzdy, řízení, motor, převodovku atd. Asistenční systém LDW je svou komplexní regulací podobný elektronickému stabilizačnímu systému ESP. Mezi zásadní rozdíly patří, že ESP je v činnosti až v krizové situaci, zatímco LDW minimalizuje vznik krizových situací. [4] [5]

3.2.3 Parkovací Asistent APS

Velké procento moderních karoserií omezují při parkování, zejména couvání výhled z vozidla natolik, že některé překážky nemusí být pouhým okem vůbec rozpoznány. Zejména u nízkých překážek jako jsou obrubníky, v horším případě malé děti. Často tak bývá pro řidiče obtížné, využít dané parkovací místo pro zaparkování. Parkovací asistenti mají za úkol usnadnit zaparkování a pomocná zařízení znázornit řidiči vzdálenost od překážky. Další nadstavbou jsou parkovací kamery. Přestože je automobil vybaven tímto asistentem, tak řidič není zproštěn povinnosti při parkování a couvání dbát zvýšené opatrnosti, musí hledět do zpětných zrcátek. Z tohoto důvodu jsou v kombinaci akustické a optické prvky pro signalizaci vzdálenosti od překážky. [4] [18]

Asistenti pro zaparkování mohou být pouze pro kontrolu prostoru za vozidlem, ale i s kontrolou kolem celého vozidla. Rozdíl je v počtu a umístění ultrazvukových snímačů, není výjimkou ani 12 senzorů (6 v přední části / 6 v zadní části). Při kontrole prostoru za vozidlem se asistent aktivuje pouze při zařazení zpětného chodu, v opačném případě je vypnutý. Při kontrole kolem celého vozidla jsou snímače v činnosti při rychlosti do 15 km/h, ovšem celý systém APS může být ručně deaktivován. Ultrazvukové snímače jsou propojeny s řídicí jednotkou, mají možnost jak vysílat, tak přijímat ultrazvukové signály. Řídicí jednotka těchto snímačů přivádí napětí pro snímače, řídí je, vyhodnocuje jejich přijímací signály pro výpočet vzdálenosti od místa překážky, tyto záznamy předává indikační jednotce. [28]

Přítomnost a vzdálenost překážky se musí řidiči vhodným způsobem oznámit, používají se nejčastěji zvukové signály, dále optické prvky (LED diody, LCD displeje). Optická signalizace znázorňuje přímo umístění a vzdálenost od překážky. K tomuto účelu slouží sloupcová indikace. Dostane-li se překážka do varovné zóny (pod 1 metr), začne z reproduktoru znít varovný signál. Pro tuto signalizaci se používá přerušovaný tón, podle

intenzity přerušení se dá přibližně určit vzdálenost od překážky. Je-li překážka v kritické zóně (pod 30 centimetrů), zazní trvalý nepřerušovaný tón. [4] [28]

Princip činnosti

Senzory pracují na základě akustického dálkoměru (tzv. echolotu). Provádí periodický jev, který se skládá z vysílání ultrazvukového signálu o frekvenci 30 kHz, následně se přepnou do stavu na příjem a snímají od překážek zvukové vlny. Každý snímač se aktivuje v časovém rozpětí 25 až 30 ms po dobu 150 μ s a vysílají (podmíněno dokmitem) neustále jeden ultrazvukový impuls v trvání 1 ms. Po každém impulsu přepnou veškeré snímače na příjem, aby „slyšely“ odražené zvukové vlny. Z průběhů časů echosignálů se dá vypočítat vzdálenost k překážce. U velkých širokých překážek systém dokáže bez problému určit vzdálenost. Avšak u menších překážek (například sloup, kámen) může systém také určit vzdálenosti díky tomu, že přijímají („poslouchají“) všechny snímače (v tomto případě nebývají asistenti neomylní). V případě poruchy se spustí varování. [4] [28]

Modernizované systémy firmou Bosch:

Mezi první modernizovaný systém patří Parking Space Measurement. Úprava tohoto systému spočívá v přidání dalších dvou ultrazvukových senzorů, které jsou umístěny na bocích vozidla. Slouží k vyměření parkovacího místa, zda je dostačující pro příslušné vozidlo. Systém je v činnosti do rychlosti 20 km/h. Tuto funkci řidič využije především k zaparkování mezi dvě vozidla. V praxi to funguje tak, že řidič jede kolem parkovacího místa, senzory jsou v činnosti a ve chvíli kdy se žádné zvukové signály neodrážejí zpátky, tak řídicí jednotka začne vyhodnocovat velikost parkovacího místa. V okamžiku kdy se začnou signály vracet zpět je tato činnost u konce. Řídicí jednotka vyhodnotí zda-li toto místo je dostatečně veliké pro definovaný automobil. Zastaralejší systémy toto vyhodnocení daly najevo řidiči pomocí LED diod, kdy červená znamenala - místo je příliš malé, žlutá – místo těsně postačí, zelená – místo je dostatečně veliké. Modernější systémy informují řidiče prostřednictvím obrazové signalizace na LCD displeji, nebo pomocí zvukové signalizace jazykovým výstupem. Velikost parkovacího místa závisí na délce vozidla a rejdu řídicí nápravy. Pomocí těchto ukazatelů systém přesně vyhodnotí velikost parkovacího místa. [4] [28]

Mezi druhý modernizovaný systém lze zařadit Poloautomatický parkovací asistenční systém – Park Assistent (SPA). Tento systém umožňuje nejen všechny výše popsané funkce, ale je obohacen o měření hloubky parkovacího místa. Vozidlo, které je vybaveno tímto asistentem určí řidiči v jaký okamžik a jak hodně má natočit kola do rejdu v průběhu parkovacího manévru. Veškeré ovládání je stále na samotném řidiči. Tato funkce je v činnosti do rychlosti 5 km/h. [4] [28]

Mezi třetí nejmodernější verzi tohoto systému patří Automatický parkovací asistent – Park Steering Control. Systém plní veškeré funkce podřadnějších parkovacích asistentů. Ovšem je posílen o možnost samovolného natočení rejdových kol, dále umožňuje samovolnou akceleraci a deceleraci. Z tohoto tvrzení vyplývá, že vozidlo musí být vybaveno elektronickým řízením, automatickou převodovkou, atd. V praxi to funguje tak, že řidič jede kolem parkovacího místa, systém vyhodnotí toto místo jako vyhovující, zastaví, aktivuje parkovacího asistenta na palubní desce, pustí volant a vozidlo samovolně zaparkuje bez veškerých úkonů řidiče. Uplatnění tohoto systému je především v hustém provozu, kde nejsou parkovací místa na zbytek. Moderní vozy zejména BMW mají ovládání tohoto systému na klíči k vozidlu, takže řidič vystoupí z vozidla, zavře dveře a pomocí tlačítka na dálkovém ovládání dá pokyn vozidlu, aby zaparkovalo. Tuto funkci je možno využít i v opačném případě, tudíž automobil samovolně vyjede ze zaparkované řady. Tento systém funguje do rychlosti 2 km/h. [4] [28]

3.2.4 Asistent rozjezdu do kopce HHC

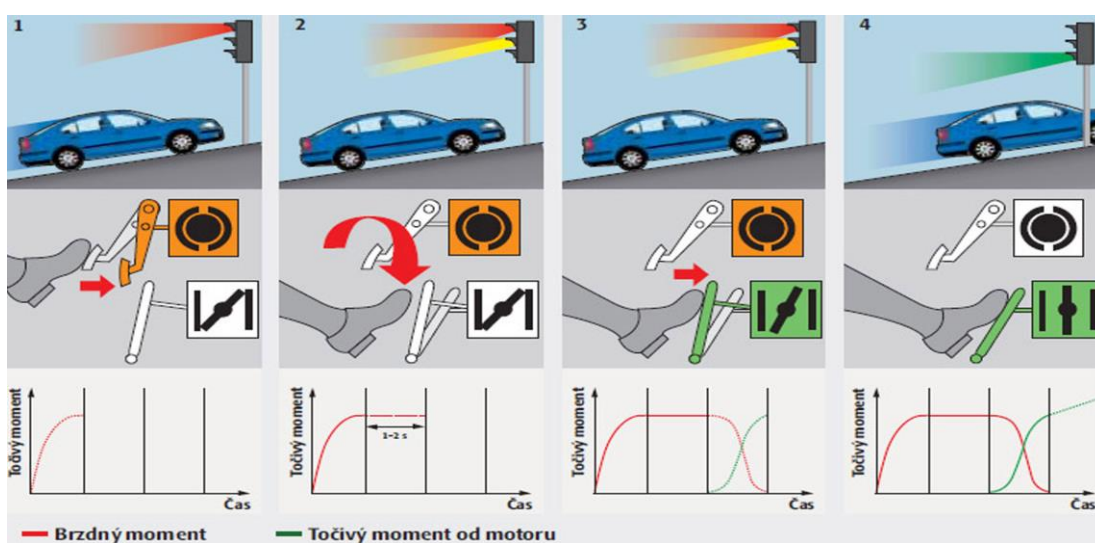
Asistent rozjezdu do kopce (Hill Hold Control) je nadstavbou systému ESP. Z bezpečnostního hlediska může HHC systém podporovat řidiče pouze při rozjezdu. Umožňuje plynulý rozjezd ve svahu větším než 5 % bez použití ruční brzdy. S tímto stavem mají problém zejména začínající řidičky a řidiči, kdy se jim začne vozidlo nechtěně pohybovat v opačném směru jízdy z důvodu pomalé a chybné kombinace ovládacích pedálů automobilu. Právě v prudkých kopcích (stoupání či klesání větší než 5 %) docházelo často k drobným dopravním nehodám a tak v roce 2003 se poprvé objevil asistent rozjezdu do kopce u automobilu Smart vyvinutý firmou Bosch. U starších vozidel vybavených automatickou převodovkou byl tento problém vyřešen konstrukcí hydrodynamického měniče točivého momentu, kdy tření mezi převody bylo dostatečné k udržení vozidla i v prudkém svahu. Dnešní konstrukce měničů toto tření odstraňuje,

tak je nezbytné vozidla dovybavit systémem pro rozjezd do kopce taktéž. HHC nese mnoho označení (například HAC, HSA nebo HLA), princip funkce je stejný. Dnes již dodáván většinou automobilek včetně koncernu Volkswagen Group, však často za příplatek. [4] [29]

Princip činnosti

Základem systému je snímač náklonu vozidla, který je propojen s řídicí jednotkou. Vyhodnotí-li řídicí jednotka náklon vozidla větší než 5 %, pak aktivuje rozjezdového asistenta. Na obrázku 19 je demonstrace křižovatky v kopci. V první fázi je znázorněno zastavení vozidla před signalizačním zařízením po rozsvícení červeného světla stůj. Řidič stojí na brzdovém pedálu, čímž vyvinul brzdový tlak v soustavě dostatečný k udržení vozidla v klidu. Ve druhé fázi se rozsvítí žluté světlo, v tuto chvíli řidič přesouvá nohu z brzdového pedálu na pedál akcelarátoru. Systém HHC udržuje tlak v brzdové soustavě pomocí elektromagnetických ventilů po dobu až dvou sekund, aby se vozidlo nedalo do předčasného pohybu. Tato prodleva bez problému postačí k přešlápnutí na pedál akcelarátoru. Ve třetí, následně čtvrté fázi je znázorněn plynulý přechod brzdného momentu, kdy se tlak v brzdové soustavě snižuje a hnacího momentu, který se naopak zvyšuje, čímž je zajištěn plynulý rozjezd podobající se rozjezdu po rovině. Řidič si však musí uvědomit, že HHC nenahrazuje ruční brzdu. Automobil se po uplynutí dvou sekund samovolně rozjede s kopce dolů. [5]

Obrázek 19: Asistent rozjezdu do kopce HHC



Zdroj:[29]

4 Moderní konstrukce jízdních asistentů

Cílem moderních automobilek je vývoj jízdních asistentů, které co nejvíce zmírní počet nebezpečných situací, při kterých dochází k těžkým dopravním nehodám. Přibližně 32 % dopravních nehod je způsobeno nedobrzdním do překážky před vozidlem, které může být způsobeno například nepozorností řidiče. Na základě těchto poznatků byl vyvinut systém pro automatické nouzové brzdění Front Assist, mnohdy označovaný jako EBA – Emergency Brake Assist, význam je však stejný. První systémy byly míněny především pro nákladní automobily MAN, nyní však automobilky nabízí tento systém i pro osobní vozidla, kde pro vozy Škoda komponenty dodává firma Bosch. [30]

4.1 Automatické nouzové brzdění - Front Assist

Systém nouzového brzdění patří do složky aktivní bezpečnosti. Tento systém lze zařadit do skupiny asistentů, které podporují vozidlo i do skupiny podporující řidiče. Je schopen upozornit řidiče na hrozící nebezpečí kolize pomocí varovných signálů v kokpitu vozidla, v krajních případech zpomalovat vozidlo bez zásahu řidiče, až do úplného zastavení. Tímto zásahem mnohdy zabrání střetu vozidel, minimálně však zmírní následky dopravní nehody až o 85 %. [31] [32] [33]

Asistent pracuje na základě spojení **“chytrého“ radaru**, který je umístěný v přední části vozidla, konkrétně v krycí mřížce chladiče a **snímací kamery**, která je umístěna uvnitř vozidla v těsné blízkosti předního okna, zejména ve zpětném zrcátku. Kombinací těchto dvou snímačů dokáže systém velice rychle identifikovat nebezpečné situace, tím dříve reagovat například spuštěním nouzového brzdění.[30] [31] [33]

Princip funkce je velice jednoduchý, radar před sebe vysílá elektromagnetický signál a z následných přijatých signálů vyhodnotí vzdálenost včetně rychlosti překážky před vozidlem. Pomocí kamery lze ověřit přítomnost překážky a zpětnou kontrolu funkce radaru. Pomocí senzoru kamery lze určit přibližný stav vozovky, například zda-li je sucho či prší. Funkce je dostupná již od rychlosti 5 km/h. Pokud systém vyhodnotí malý odstup

od překážky před vozidlem, tak začne reagovat v několika fázích, podle závažnosti dané situace. Automatický zásah do brzdění je až tou poslední možnou reakcí asistentu. [31] [32] [33]

Jednotlivé fáze:

- V první fázi je řidič upozorněn na nutnost brzdění pomocí varovné kontrolky na přístrojové desce. V této fázi je stále dost času na reakci řidiče a tam systém nevydává žádné zvuky. [31]
- Ve druhé fázi dochází k přípravě brzd. Dojde k natlakování brzdového systému, zároveň se brzdové destičky přiblíží k brzdovému kotouči. Řidič je nadále upozorňován výstražnou kontrolkou, v této situaci však doprovázenou zvukovou signalizací. Začne-li řidič v tuto chvíli brzdit, dostaví se mu okamžitý brzdný účinek s vyšší účinností. [31]
- Ve třetí fázi pokud řidič ignoruje zvukový i optický výstražný signál na přístrojové desce, dojde ke krátkodobému zabrzdění. Za tohoto stavu dává systém řidiči jasně najevo, že musí začít intenzivně brzdit. Je-li rychlost vyšší než 35 km/h, dochází k částečnému (přibližně polovičnímu brzdnému účinku, než je brzdová soustava schopna vyvinout) nepřetržitému brzdění. [31]
- V poslední fázi začne systém svévolně plně automaticky brzdit. Zde je plný brzdý účinek, až na pokraji meze kluzu mezi vozovkou a pneumatikami vozidla. Současně jsou rozsvíceny brzdová světla včetně výstražných k upozornění ostatních účastníků provozu na hrozící nebezpečí vzniklé prudkým brzděním. [31]

System pracuje mnohem rychleji než samotný řidič. Dokáže tak vyhodnotit nutnost brzdění dříve. Může tak nastat situace, kdy řídicí jednotka systému některé z fází ignoruje a přejde kupříkladu rovnou na fázi částečného brzdění. Kritická vzdálenost od překážky je však proměnlivá, závisí na mnoha faktorech a tak nelze zcela přesně určit její délku. [31] [32] [33]

4.2 Statistika nehodovosti silničního provozu

Moderní i současný jízdní asistenti se vyskytují v automobilech již řadu let. V tabulce 1 je uveden počet dopravních nehod na pozemních komunikacích, včetně jejich následků na zdraví cestujících ve sledovaném období v letech 2003 až 2015.

Tabulka 1: Počet nehod a následků v ČR za období 2003 – 2015

Rok	Počet nehod	S následky na zdraví	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno
2003	195 851	27 320	1 319	5 253	30 312
2004	196 484	26 516	1 215	4 878	29 543
2005	199 262	25 239	1 127	4 396	27 974
2006	187 965	22 115	956	3 990	24 231
2007	182 736	23 060	1 123	3 960	25 382
2008	160 376	22 481	992	3 809	24 776
2009	74 815	21 706	832	3 536	23 777
2010	75 522	19 676	753	2 823	21 610
2011	75 137	20 487	707	3 092	22 519
2012	81 404	20 504	681	2 986	22 590
2013	84 398	20 342	583	2 782	22 577
2014	85 859	21 054	583	2 762	23 655
2015	93 067	21 561	660	2 540	24 426

Zdroj: [34; upraveno]

V roce 2003 došlo k novému pozitivnímu zlomu, kdy se bezpečnost silničního provozu stala prioritou ministerstva dopravy Šimonovského, s ním i Policie ČR. Od toho roku došlo k masivnímu rozsahu policejních akcí pod pracovním názvem „Kryštof“, které mají za úkol razantně zvýšit dohled nad dodržováním předpisů silničního provozu. Narůstající zájem médií včetně preventivních aktivit pomáhají k dalším poklesům. V roce 2006 nastoupila v platnost nová pravidla silničního provozu a s nimi bodový systém. V tomto roce také klesnul počet usmrcených osob pod hranici 1000 osob. S příchodem roku 2009 statistika zaznamenává pokles počtu dopravních nehod až o polovinu, je to však v důsledku platnosti novely zákona č. 361/2000 Sb., která upravuje přítomnost policie u dopravní nehody. Přítomnost policie je nutná v případech, kdy škoda na jednom z vozidel přesáhne výši 100 000 korun, nebo v případě

zranění či škodě na majetku třetí osoby. V následujících letech docházelo k mírnému nárůstu dopravních nehod, tento jev však může mít na svědomí neustále stoupající počet vozidel na pozemních komunikacích, který je patrný z obrázku 1. [35] [36] [37]

Každý den řešila policie v průměru 225 dopravních nehod, bylo usmrceno 1,8 osob a 74 jich bylo zraněno. Počet těžce zraněných osob je na konci sledovaného období nejnižší od roku 2003. Zásadní roli hraje v této statistice také zvyšující se bezpečnost vozidel, a přítomnost elektronických jízdních asistenčních systémů. [36]

5 Závěr

Bakalářská práce na téma „Asistenční systémy v silničních vozidlech“ je zaměřena na průzkum nejpoužívanějších jízdních asistentů ve vozidlech. Jedná se především o prvky aktivní bezpečnosti, které mají za úkol co možná nejvíce snížit riziko vzniku dopravní nehody.

Mezi prvky aktivní bezpečnosti týkající se jízdních asistentů patří zejména systémy ABS, ESP a mnoho dalších, kterým je věnována celá tato bakalářská práce. V jednotlivých kapitolách se práce věnuje historickému vývoji, principu funkce a využití v provozu silničních vozidel.

Historicky průlomovým elektronickým asistentem mezi prvky aktivní bezpečnosti se stal ve druhé polovině 70. let systém ABS. Do současnosti tvoří jednotlivé prvky ABS zásadní činitele ve všech moderních asistenčních systémech. V návaznosti na ABS přibývaly další systémy, kdy se jednalo pouze o nadstavbu, zejména ASR – protiskluzový systém, ESP – elektronická stabilizace podvozku, apod.. Systém umožňuje říditelnost vozidla, při prudkém brzdění zejména na površích se sníženými adhezními podmínkami. Zajišťuje neustálé odvalování pneumatik na vozovce při zachování maximálního brzdného účinku, čímž zajistí možnost přenesení bočních sil a tím zajistí možnost změny směru jízdy.

Následně velmi významným asistentem v silničních vozidlech se stal systém ESP, který svými cílenými brzdnými zásahy zajišťuje stabilitu vozidla zejména při prudkém vyhýbacím manévru, či průjezdu zatáčky s malým poloměrem. Tento systém je v dnes prodávaných automobilech součástí základní výbavy společně s ABS. Definují to normy pro homologaci vozidel. Dříve tento systém musela využívat malá vozidla ke svému provozu, jako je Mercedes-Benz A třídy, nebo Smart ForTwo. Bez tohoto asistenta nebylo možno vozidla uvést do provozu kvůli svým rozměrům a následné stabilitě.

Jednotlivé jízdní asistenti se neustále vyvíjejí. Jsou nedílnou součástí prioritně aktivní, ale i pasivní bezpečnosti. S příchodem elektroniky, radarových a kamerových článků do motorových vozidel se stávají stále více propracovanější. Jedním z nově

využívaných jízdních asistentů je systém Front Assist, který využívá ke své správné funkci kombinaci téměř všech prvků jízdních asistentů. Tento systém má zajistit automatické nouzové brzdění v případě, kdy řidič vozidla sám nezačne zpomalovat před překážkou, do které by v tomto případě narazil.

Ze statistiky dopravních nehod na území ČR lze usoudit, že od roku 2009 velmi ubyl počet hlášených dopravních nehod, což je v důsledku novely zákona o nutnosti přítomnosti police ČR u nehody, ale je nutno sledovat i počet usmrcených a těžce zraněných osob. Tyto počty mají s mírnými výkyvy klesající tendenci. V porovnání let 2003 a 2015 se jedná téměř o polovinu osob, které byly těžce zraněny či usmrceny. Tato pozitivní čísla lze částečně přiřadit také zvýšenému počtu jízdních asistentů v silničních vozidlech, které zabraňují vzniku dopravních nehod, ovšem pouze v mezích fyzikálních zákonů.

Převážná část dopravních nehod na území ČR je způsobena nepozorností a nepřizpůsobením rychlosti řidičů, daným provozním podmínkám. V těchto zvláštních případech řidiči využijí funkce a možnosti jednotlivých jízdních asistentů spadající do aktivní bezpečnosti, který v mnoha případech zabrání vzniku dopravní nehody, v horším případě i smrti. Z tohoto důvodu je nutno neustále vyvíjet nové jízdní asistenty, které počet dopravních nehod a počet zraněných ještě více sníží.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] Česká televize: Počty v ČR registrovaných osobních automobilů [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1562786-pocet-registrovanych-aut-v-cesku-poprve-prekonal-pet-milionu#&gid=1&pid=1>
- [2] OBSERVATORĚ bezpečnosti silničního provozu: Pasivní bezpečnost [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/>
- [3] BESIP: Prvky aktivní bezpečnosti [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti>
- [4] VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- [5] VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [6] SAJDL, Jan. *Autolexicon.net: ABS* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- [7] VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel*. Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. ISBN 9788023970647.
- [8] *Toyota: Anti-lock Brake System* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/active/
- [9] JAN, Zdeněk a Bronislav ŽDÁNSKÝ. *Automobily*. 1, Podvozky. 3. vyd. Brno: Avid, 2004. ISBN 978-80-87143-03-2.
- [10] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 9788023872828.

- [11] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel: výkon vozidla, brzdné vlastnosti, převodová ústrojí, řízení, geometrie kol, tlumiče a pružiny, řiditelnost a ovladatelnost, životnostní zkoušky, motor, zapalování, elektronické systémy*. Brno: Vlk, 2001. ISBN 9788023865738.
- [12] GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. 3., přeprac. vyd. Přeložil Iva MICHŇOVÁ, přeložil Zdeněk MICHŇA, přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-17-7.
- [13] ŠŤASTNÝ, Jiří a Branko REMEK. *Autoelektrika a autoelektronika*. Vyd. 6. Praha: T. Malina, 2003. ISBN 808629302-5.
- [14] *Snímače otáček: Induktivní snímače* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/AUE/AUE_snimace_spalovacich_motoru_JAM.pdf
- [15] *First Car Diagnostics: Snímač otáček a polohy induktivní, magnetický* [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.fcd.eu/articles.aspx?r=261&id=2313&fc=0&page=1>
- [16] *WikiSkripta: Hallův jev* [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Hall%C5%AFv_jev
- [17] MUCEVSKI, Kiril. *Linked in: Inductive and Hall Effect sensors* [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/inductive-hall-effect-rpm-sensors-explained-kiril-mucevsk>
- [18] STRNADOVÁ, Zuzana. *Inteligentní dopravní systémy ve vozidle: přínos a rizika*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2009. ISBN 9788086502175.
- [19] SAJDL, Jan. *Autolexicon.net: ESP* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- [20] SAJDL, Jan. *Autolexicon.net: ASR* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupregelung/>
- [21] VLK, František. *Koncepce motorových vozidel: koncepce vozidel, alternativní pohony, komfortní systémy, řízení dynamiky, informační systémy*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. ISBN 9788023852769.
- [22] SAJDL, Jan. *Autolexicon.net: EDS* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/eds-elektronische-differenzialsperre/>

- [23] *AUTONET: EDS* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://net-auto.cz/moodle/mod/resource/view.php?id=139>
- [24] SAJDL, Jan. *Autolexicon.net: ACC* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/acc-adaptive-cruise-control/>
- [25] GREGORA, Stanislav a Zdeněk MAŠEK. *Elektronické a mechatronické systémy v konstrukci silničních vozidel*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 9788073950828.
- [26] *JAGUAR: Asistenční systémy* [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.jaguar.cz/jaguar-range/xf/features/in-car-technology.html>
- [27] TICHÝ, Tomáš. *Systém pro detekci a vyhodnocování mikrospánku řidičů: The system for detection and evaluation of driver's micro-sleep*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 9788001041888.
- [28] SMĚŠNÝ, Karel. *TipCars: Co vše umí parkovací asistenti?* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.tipcars.com/magazin-co-vse-umi-parkovaci-asistenti-5133.html>
- [29] *Asistent rozjezdu do kopce* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://cs.skoda-auto.com/models/hotspotdetail?HotspotName=C18+-+Asistent+rozjezdu+do+kopce+%5BFabia%2C+Roomster%2C+Octavia%2C+Yeti%2C+Superb%5D+&Page=technology&WebID=f22024f6-082e-4602-b10e-390863555dd7>
- [30] *MAN: Nouzový brzdový asistent* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.man-hestigroup.cz/man-brakematic%C2%AE-a-nouzovy-brzdovy-asistent>
- [31] *Šmucler: Front Assist - automatické nouzové brzdění* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.smucler.cz/front-assist-automaticke-nouzove-brzdeni/>
- [32] OHLIN, M., J. STRANDROTH a C. TINGVALL. *SAFETY SCIENCE*. 2017, **2016**(92), 338 - 344. ISSN 0925-7535.

- [33] RIAZ, Faisal a Muaz A. NIAZI. Road collisions avoidance using vehicular cyber-physical systems: a taxonomy and review. *Complex Adaptive Systems Modeling* [online]. 2016, 4(1), - [cit. 2017-02-19]. DOI: 10.1186/s40294-016-0025-8. ISSN 2194-3206. Dostupné z: <http://casmodeling.springeropen.com/articles/10.1186/s40294-016-0025-8>
- [34] *POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY: Statistika nehodovosti* [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- [35] *Turistika: Bezpečnost silničního provozu* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.czech.cz/cz/Turistika/Doprava/Auto/Bezpecnost-silnicniho-provozu>
- [36] TESÁŘÍK, Josef a Jan STRAKA. *POLICEJNÍ PREZIDIUM ČESKÉ REPUBLIKY: INFORMACE o nehodovosti na pozemních komunikacích České republiky* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.czech.cz/cz/Turistika/Doprava/Auto/Bezpecnost-silnicniho-provozu>
- [37] *Bezpečné cesty: Statistiky - ČR* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.bezpecnecesty.cz/cz/informace/dopravni-nehody/statistiky/statistiky-cr>

7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Počet registrovaných vozidel v ČR.....	1
Obrázek 2: Vyhýbací manévr s a bez systému ABS	6
Obrázek 3: Části systému ABS.....	7
Obrázek 4: Části indukčního snímače	9
Obrázek 5: Hallův jev	10
Obrázek 6: Hallův snímač s rotující clonou.....	11
Obrázek 7: Hallův snímač tyčového tvaru včetně výstupních signálů	11
Obrázek 8: Nedotáčivý smyk vlevo bez ESP vpravo s ESP.....	13
Obrázek 9: Přetáčivý smyk vlevo bez ESP vpravo s ESP	14
Obrázek 10: Řízení smykem řízeného nakladače	14
Obrázek 11: Vyhýbací manévr bez ESP	15
Obrázek 12: Vyhýbací manévr s ESP.....	15
Obrázek 13: Vracení do přímého směru s ESP.....	16
Obrázek 14: Jízda po kluzké vozovce vlevo bez ASR, vpravo s ASR.....	17
Obrázek 15: Rozdělení hnacího momentu.....	19
Obrázek 16: Vynucení brzdného momentu	20
Obrázek 17: Schéma jednotlivých částí EDS	21
Obrázek 18: Udržení jízdního pruhu	24
Obrázek 19: Asistent rozjezdu do kopce HHC	28

8 Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet nehod a následků v ČR za období 2003 – 20015.....	31
--	----