

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Безбедност саобраћаја

Број индекса: 716/2011

Далибор З. Станојковић

**Активна безбедност савремених
путничких возила**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Александра Јанковић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да опише системе активне безбедности на савременим путничким возилима, начин функционисања појединих система, као и њихову улогу у превенцији саобраћајних незгода и заштити самих путника у возилу.

Препоручена литература:

- [1] Јанковић А.; Александровић Б., Системи активне безбедности на возилу, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2011.
- [2] Ђорђевић М., Друмска моторна возила, Радна верзија, Крагујевац, 2011.
- [3] Стефановић А., Друмска возила – основи конструкције, Ниш, 2010.

Крагујевац, 27.03.2014.

ментор:
др Александра Јанковић, ред.проф.

САЖЕТАК

Саобраћајне незгоде су озбиљан друштвено - економски проблем у коме је цену људског живота немогуће проценити, а узрокују и велике и континуиране државне трошкове. Различита су решења предложена како би се смањиле последице незгода, од којих је један - системи активне безбедности возила, објашњен у овом раду. Ови системи, помажу возачу пружајући виталне информације о саобраћајном окружењу или делујући у одређеним околностима како би заштитили путнике у возилу или олакшали вожњу. Обзиром на то да је у новије време возачима све теже снаћи се у саобраћају због све већих гужви и пораста величине градова, те због природних ограничења људских способности, системи активне безбедности возила постају пожељан, па чак и неопходан део сваког возила. С тим у вези, у раду је приказано двадесетак најчешће коришћених система активне безбедности возила.

ABSTRACT

Traffic accidents are a serious socio - economic problems in which the cost of human life is impossible to evaluate, and cause large and continuous state costs. Different solutions have been proposed to reduce the consequences of accidents, one of which - the active vehicle safety systems, described in this work. These systems help the driver by providing vital information about the traffic environment or acting in certain circumstances to protect the occupants in the vehicle or driving easier. Considering the fact that in recent times the drivers increasingly difficult to manage due to increasing traffic congestion and increase the size of cities, and because of the natural limits of human ability, active vehicle safety systems become desirable and even necessary part of every vehicle. That's why in this work presents the twenty most commonly used vehicle active safety systems.

САДРЖАЈ

1. УВОД	6
2. СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОНСКЕ КОНТРОЛЕ КРЕТАЊА ВОЗИЛА....	7
2.1. Систем за онемогућавање блокирања точкова (ABS - Anti-lock Braking System)	8
2.2. Електронска расподела силе кочења (EBD - Electronic Brake Force Distribution).....	12
2.3. Електронски програм стабилности (ESP – Electronic Stability Program).....	13
2.4. Активна контрола вожње (ACC - Active Cruise Control).....	14
2.5. Електронска контрола кочења у кривини (CBC – Cornering Brake Control)	16
2.6. Помоћ при кочењу (BAS - Brake Assist System).....	16
2.7. Систем за регулацију проклизавања погонских точкова (ASR – Anti Slip Regulation).....	17
2.8. Систем помоћи при наглом кочењу (PEBS - Predictive Emergency Braking System)	19
2.9. Помоћ при кретању на узбрдици (HSA - Hill Start Assist)	20
2.10. Систем за контролу притиска у пнеуматичима (TPMS - Tyre Pressure Monitoring System).....	21
2.11. Систем за преглед мртвог угла (BSD - Blind Spot Detection).....	24
2.12. Систем за упозорење при напуштању траке (LDWS - Lane Departure Warning System)	25
2.13. Систем за помоћ при промени траке (LCA – Lane Changing Assistant)	27
2.14. Контрола стабилности возила (RSC - Roll Stability Control)	30
2.15. Интелигентно прилагођавање брзине (ISA - Intelligent Speed Adaptation).....	31
2.16. Препознавање саобраћајних знакова (TSR - Traffic Sign Recognition).....	32
2.17. Детекција поспаности возача (DDS - Drowsiness Detection System или DDD - Driver Drowsiness Detection).....	33

2.18.	Систем за детекцију и заштиту пешака (PSS - Pedestrian Safety Systems)	34
2.19.	Системи за помоћ при смањеној видљивости (NV - NIGHT VISION) / (HUD - Head Up Display).....	35
2.20.	Адаптивна контрола светала (ALC - Adaptive Light Control).....	38
2.21.	Системи за изненадно заустављање (ESA - Emergency Stop Assistant)	40
2.22.	Систем за откривање алкохола и блокирање (Driver Alcohol Detection Systems for Safety)	41
2.23.	Помоћ при паркирању (Park Assist).....	43
3.	ЗАКЉУЧАК	47
4.	ЛИТЕРАТУРА.....	48

1. УВОД

Основни фактори безбедности саобраћаја су човек-возило-пут-окружење. Безбедност саобраћаја може да се проучава са аспекта активне и пасивне безбедности.

Активна безбедност возила се дефинише могућностима које то возило пружа возачу да поуздано и са што бољом контролом управља моторним возилом и на тај начин избегне конфликтне ситуације на путу. [1]

Са гледишта возила, основни елементи активне безбедности су:

- Безбедност вожње (могућност благовременог и поузданог управљања и кочења, убрзања и сличног);
- Безбедност управљања и руковања (поузданост система: точкови, кочнице и управљачки систем);
- Условна безбедност (комфор вожње: удобност и ергономија седишта, бука и осцилације возила, проветравање и климатизација);
- Благовременост опажања, под којом може да се сврста опрема за сигнализацију и осветљавање, видно поље, видљивост кроз возачко стакло (одмрзавање, сушење и брисање ветробрана, акустички сигнали за упозорење). [2]

Данас у свету постоји велики број произвођача возила. Код сваког од тих произвођача заступљеност елемената активне безбедности је различита, а што је условљено прописима и нормама земље произвођача, степеном развијености производње, традиције производње итд. У току рада биће представљени неки од савремених система активне безбедности на возилу, као и њихов значај и улога у превенцији саобраћајних незгода и заштити самих путника у возилу.

У првом поглављу су постављена уводна разматрања везана за рад и дефинисани су предмет и циљ рада.

У другом поглављу су приказани најновији системи активне безбедности возила без којих је у свету данас незамисливо управљање возилом.

У трећем поглављу дата су закључна разматрања везана за анализирану активну безбедност возила.

У четвртном поглављу је дат списак литературе која је коришћена приликом израде овог рада.

2. СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОНСКЕ КОНТРОЛЕ КРЕТАЊА ВОЗИЛА

Системи за аутоматску регулацију кретања возила садрже уређаје којима са умањеним утицајем возача омогућава правилно одржавање стабилности кретања возила, без обзира на услове коловоза. Очигледан је интензивни технолошки развој када су ови системи у питању, али утицај возача још увек није могуће елиминисати. Према томе, основна функција таквих система је у ствари помоћ возачу, која му омогућава и релативно касније реакције, а да при томе одржи стабилно кретање возила. [2]

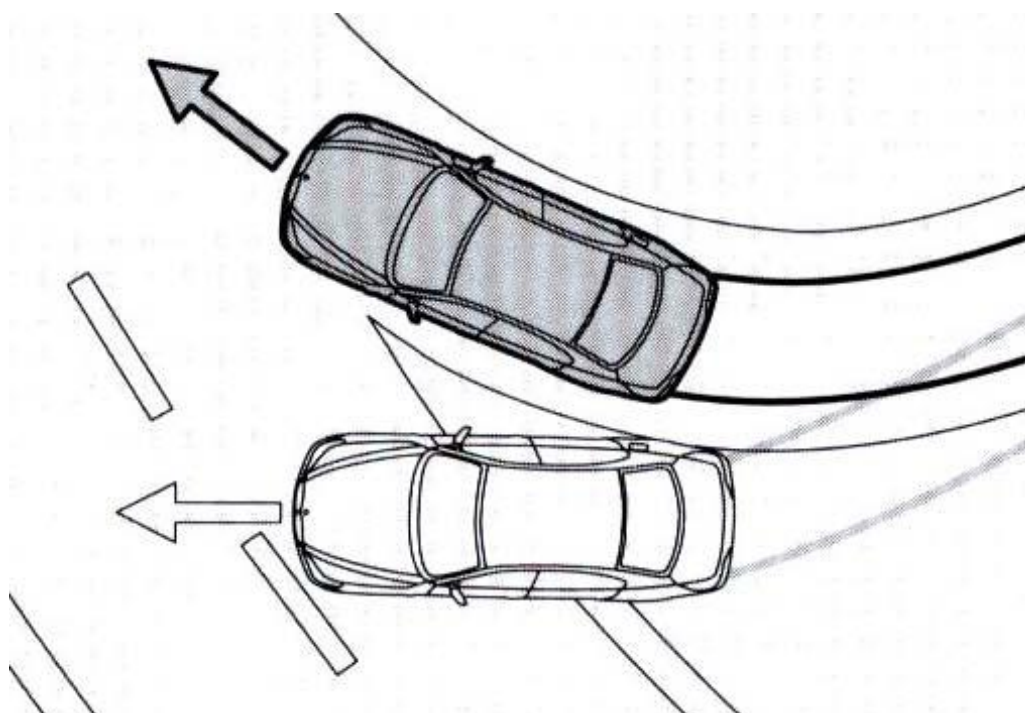
У овом делу су приказани:

1. Систем за онемогућавање блокирања точкова (ABS - Anti-lock Braking System);
2. Електронска расподела силе кочења (EBD - Electronic Brake Force Distribution);
3. Електронски програм стабилности (ESP – Electronic Stability Program);
4. Активна контрола вожње (ACC - Active Cruise Control);
5. Електронска контрола кочења у кривини (CBC – Cornering Brake Control);
6. Помоћ при кочењу (BAS - Brake Assist System);
7. Систем за регулацију проклизавања погонских точкова (ASR – Anti Slip Regulation);
8. Систем помоћи при наглом кочењу (PEBS - Predictive Emergency Braking System);
9. Помоћ при кретању на узбрдици (HSA - Hill Start Assist);
10. Систем за контролу притиска у пнеуматичима (TPMS - Tyre Pressure Monitoring System);
11. Систем за преглед мртвог угла (BSD - Blind Spot Detection);
12. Систем за упозорење при напуштању траке (LDWS - Lane Departure Warning System);
13. Систем за помоћ при промени траке (LCA – Lane Changing Assistant);
14. Контрола стабилности возила (RSC - Roll Stability Control);
15. Интелигентно прилагођавање брзине (ISA - Intelligent Speed Adaptation);
16. Препознавање саобраћајних знакова (TSR - Traffic Sign Recognition);
17. Детекција поспаности возача (DDS - Drowsiness Detection System или DDD - Driver Drowsiness Detection);
18. Систем за детекцију и заштиту пешака (PSS - Pedestrian Safety Systems);
19. Системи за помоћ при смањеној видљивости (NV - NIGHT VISION) / (HUD - Head Up Display);
20. Адаптивна контрола светала (ALC - Adaptive Light Control);
21. Системи за изненадно заустављање (ESA - Emergency Stop Assistant);
22. Систем за откривање алкохола и блокирање (Driver Alcohol Detection Systems for Safety);
23. Помоћ при паркирању (Park Assist).

2.1. Систем за онемогућавање блокирања точкова (ABS - Anti-lock Braking System)

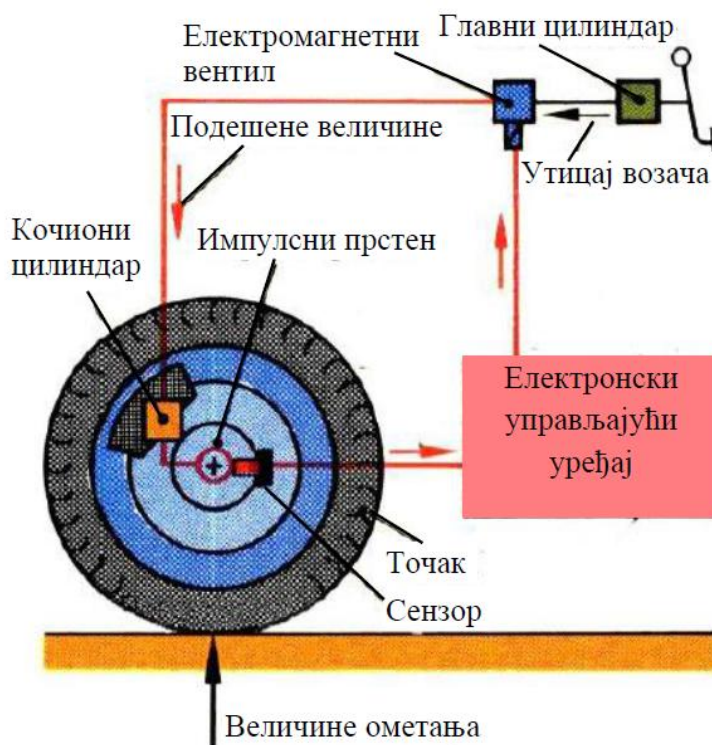
У критичним ситуацијама, као што су влажан и клизав коловоз возач често рефлексно притисне кочнице. У том случају, код возила са обичним кочницама постоји опасност да због смањеног трења точкови блокирају. Са таквим возилом се више не може управљати и оно обично неконтролисано клиза и заноси, а често и слети са пута.

У таквим ситуацијама ABS, регулацијом кочионог притиска, спречава блокирање точкова. То омогућава возачу да и даље управља кретањем возила и да избегне заносење и клизање, међутим и поред несумњивих предности возач мора и да се навикне на реакцију ABS-а. [1]



Слика 1. Симулација кретања возила са клизањем точкова услед блокираности (неосенчено возило) и са обртањем истих (осенчено возило), [3]

Овим системом, контролишући брзину обртања појединих точкова, без воље возача дејствује на смањивање притиска у систему кочења на појединим точковима, чиме се одржава обртање истих (спречава блокирање обртања точкова) и спречава појава клизања точкова и возила приликом кочења и тиме се задржава жељена путања возила. Испитивања су показала да у случајевима блокираних точкова, односно њиховог клизања, не постоји могућност контролисаног управљања, већ се возило креће по инерцији. Поред тога, траг кочења возила са блокираним точковима је знатно дужи од оних који се налазе у стању котрљања, али на граници проклизавања. Систем регулације силе кочења се примењује како на возилима са хидрауличким системом кочења тако и са пнеуматским. [1]

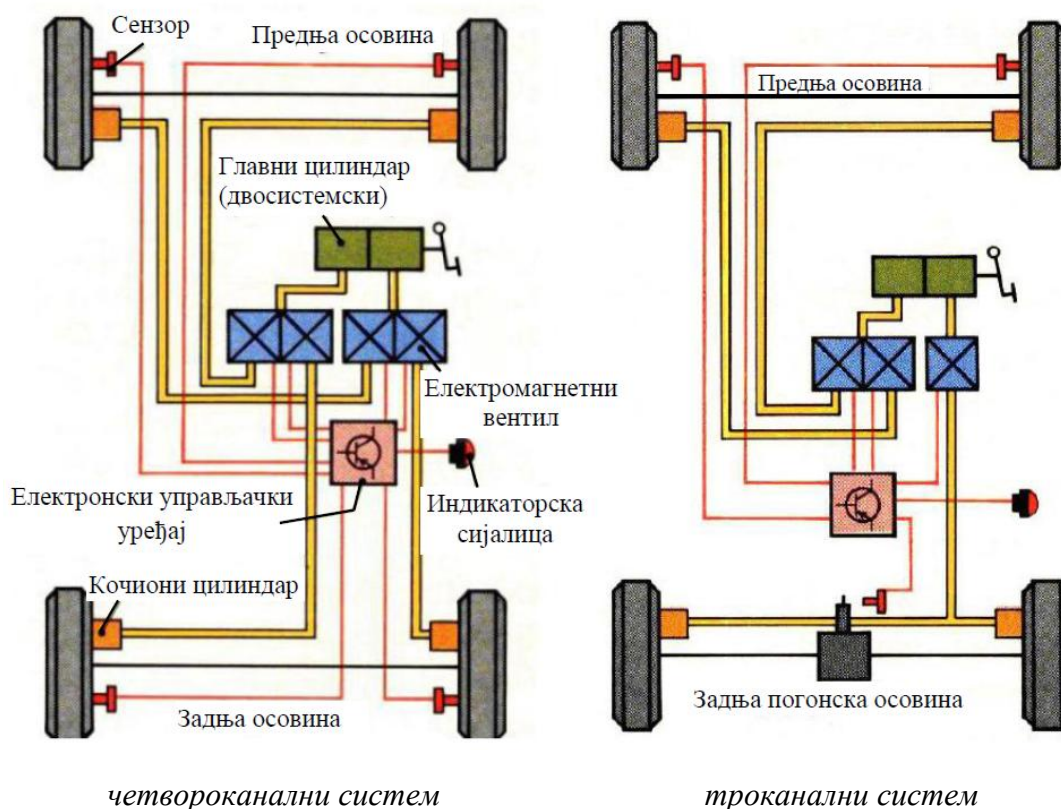


Слика 2. Алгоритам ABS система, [3]

Цео систем се састоји од низа сензора са давачима импулса, електронског управљајућег уређаја и електромагнетских вентила или вентила за контролу притиска ваздуха. Сензори на свим точковима дају импулсе управљачком уређају, који даје импулс вентилима да се притисак у кочионим уређајима на појединим точковима тако одржава да је точак увек на граници блокирања, не дозвољавајући да до блокирања точка и дође. Дејством возача на кочиони систем, исти се ставља "под притисак", али величину притиска на појединим точковима одређује управљачка јединица која преко сензора на точковима добија сигнал да ли се точак обрће или не. Електронска управљачка јединица побуђује електромагнетне вентиле, одржавајући их увек у једној од три позиције : а) повећај притисак; б) одржавај притисак и ц) искључи притисак. [1]

Већ према броју регулационих канала и сензора, постоје више различитих система. Најчешће су у примени два система, који су приказани на слици 3:

- **Четвороканални** - регулација са 4 сензора (на сваком точку по један) са дијагоналном расподелом силе кочења. Сваки кочиони круг дејствује на по један точак, при чему је кочиони систем, односно притисак у систему предњих точкова потпуно независан. Сила кочења на точковима задње осовине подешава се према точку који има лошије приањање, односно према точку "који би раније блокирао".
- **Троканални** систем са три или четири сензора, при чему су оба предња точка регулисана независним каналима, а точкови задње осовине се регулишу једним каналом, при чему се сила кочења подешава се према точку који има лошије приањање. [3]



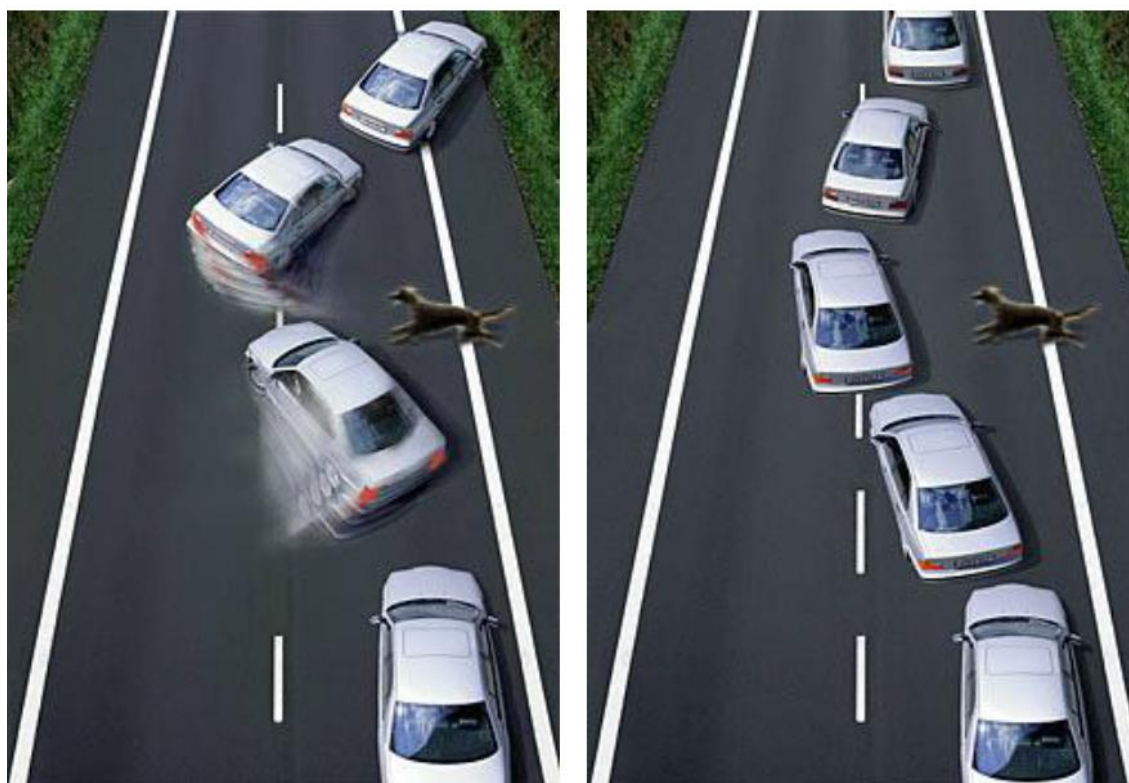
Слика 3. Блок шема ABS система регулације силе кочења, [3]

Треба поменути, да ABS систем ступа у дејство тек са дејством команде возача на систем за кочење, док је на проклизавање точкова без кочења систем ван функције. Испитивања су показала да ABS систем има најбоље дејство када проклизавање, односно регулацију бројева обртаја точка регулише са проклизавањем 8-35%. Сензори по сваком точку, који су учвршћени за неки непокретни део поред точка, добијају импулсе помоћу једног импулсног зупчастог венца, који се окреће заједно са точком. Број импулса је пропорционалан броју обртаја точка и импулси се предају електронском регулационом уређају, који дефинише неки референцни импулс, који одговара стварној брзини кретања возила. [3]

Сталним поређењем импулса од појединих точкова са референчним импулсом управљачки уређај осредњава убрзање или успорење сваког точка и на тај начин одређује проклизавање. Приликом кочења, може да се деси да неки од точкова блокира, што управљачки уређај региструје као велико "проклизавање" - велику разлику у бројевима обртаја, и тада даје сигнал појединим вентилима како да "регулишу" притисак у кочионом систему, већ према напред дефинисаним позицијама (повећај притисак - одржавај притисак - искључи притисак). ABS систем врши регулацију силе кочења све док траје дејство возача на кочиони систем, са фреквенцом "прерачунавања" од око 6 до 10 циклуса у секунди. [2]

Распрострањено је мишљење да аутомобили опремљени ABS-ом аутоматски имају краћи зауставни пут, што није тачно. Наиме, дужина времена кочења је продужена, као и сам зауставни пут, чак и за 5-6 одсто у односу на исти аутомобиле без ABS-а, мерено у идеалним условима.

Али, у идеалним условима (сув и добар коловоз), ABS уређај никада неће да се активира сем ако је неисправан.



Понашање возила без ABS-а

Понашање возила са ABS-ом

Слика 4. Понашање возила при наглом кочењу без ABS-а и са ABS-ом, [2]

Ако се препозна нека грешка у систему, управљачка јединица обично искључује ABS и пали сигналну лампицу која возача упозорава да од тог тренутка кочиони систем функционише без ABS регулације.

Недавно уведени нови системи ABS-а у престижна возила елиминишу пулсирање педале кочнице. Дакле, ABS се активира у последњем тренутку пред проклизавање, тако да нема потребе за дозираним кочењем, што највише помаже младим возачима. Недовољно искусни возачи данас уз помоћ ABS-а могу да коче изузетно оштро, а да им при томе безбедност вожње није угрожена као што је то случај са возилима без ABS-а.

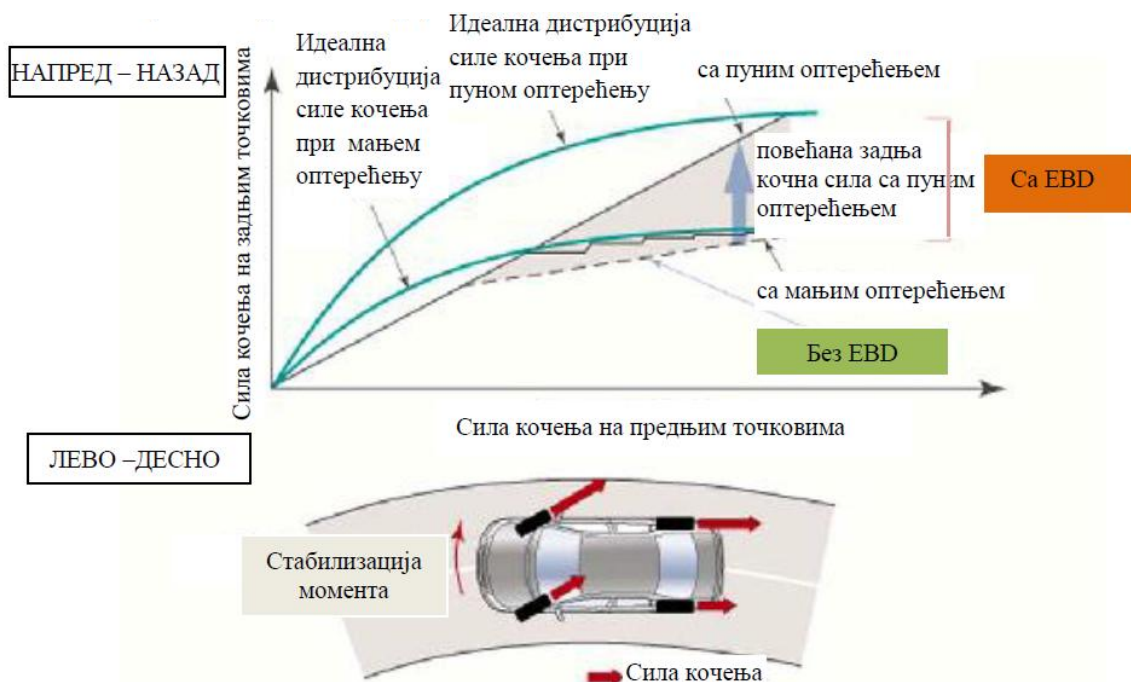
2.2. Електронска расподела силе кочења (EBD - Electronic Brake Force Distribution)

Electronic Brake Force Distribution (у даљем тексту EBD) је још једна аутомобилска технологија која помаже у побољшању безбедности возача и путника. Развијена је да помогне да се сила кочења боље расподели између предњих и задњих точкова зависно од оптерећења возила. Систем је дизајниран да се скрати пут кочења с посебним нагласком на ситуације у којима је возило оптерећено тешким теретом.

Електронска расподела силе кочења аутоматски може мењати силу кочења којом се делује на педалу кочнице. Ова сила може да варира у зависности од услова на путу, расположивом пријањању, оптерећењу возила, па чак и од брзине возила. Овај систем се често користи заједно са ABS-ом. [4]

Када возач притисне педалу кочнице, сила кочења се равномерно распоређује на сва 4 точка. Међутим, ако је аутомобил опремљен EBD-ом, сваки точак може имати различиту силу кочења зависно од подлоге (пријањања), како би се обезбедило ефикасно заустављање.

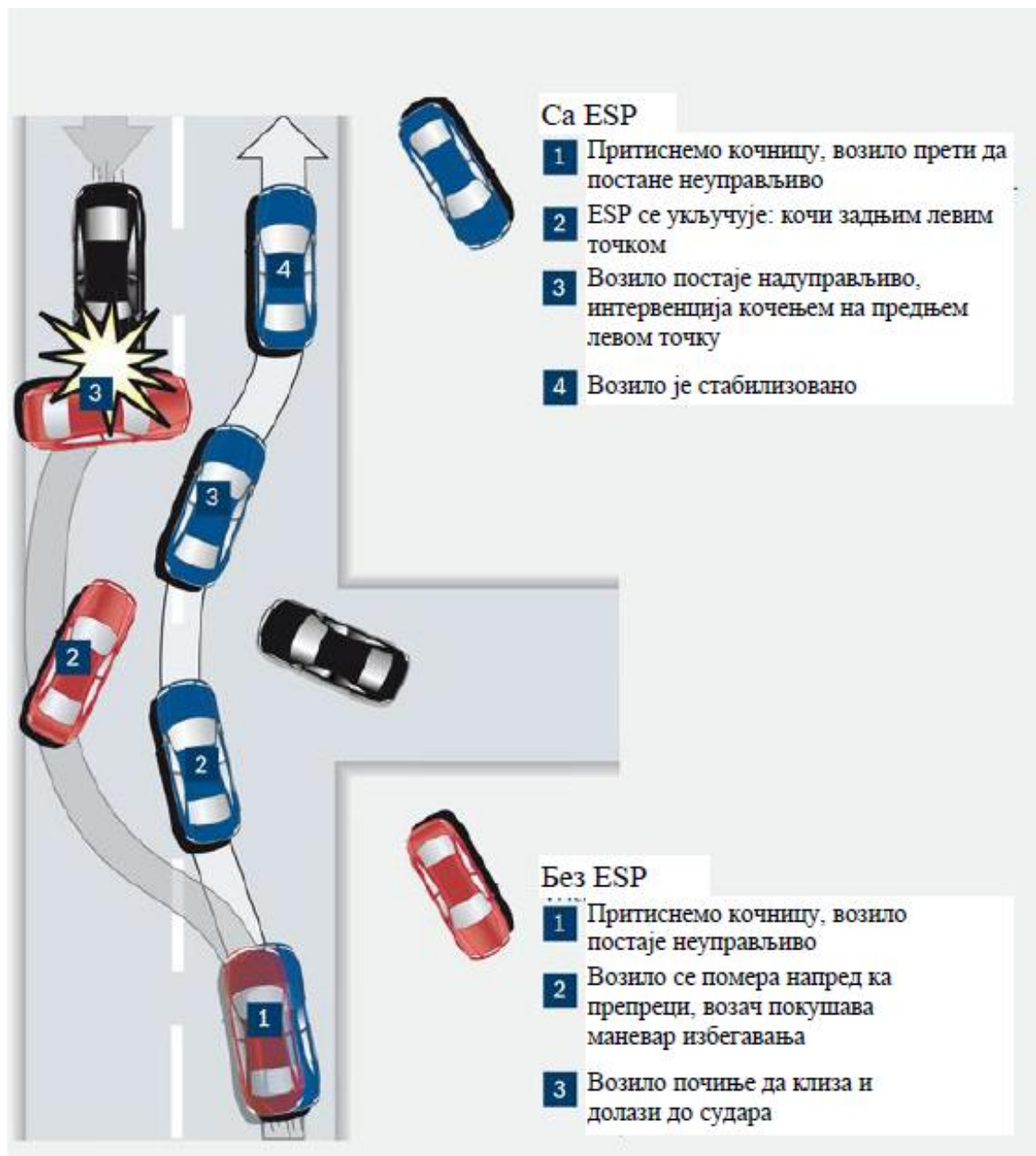
Дакле, у случају наглог кочења, точкови возила могу почети да клизају на подлози. Међутим, ако је возило опремљено ABS-ом, уколико само један точак проклиже, систем ће то препознати и на тренутак смањити силу кочења како би точкови имали оптимално трење са подлогом. EBD је нешто напреднији, те он у случају клизања само једног точка смањује силу кочења само на том тачком. Управљивост је задржана, а и успорење доведено до максимално могуће вредности с обзиром на стање пута. [4]



Слика 5. Дијаграм дистрибуције силе кочења (EBD), [2]

2.3. Електронски програм стабилности (ESP – Electronic Stability Program)

Данашњи аутомобили су опремљени многим електронским системима који имају улогу да повећају безбедност путника у возилу. Један од најкомплекснијих система је систем електронске контроле стабилности (ESP). Овај систем има улогу да побољша тракцију возила, а никако не омогућава да се брже вози кроз кривине или по клизавом путу. Дакле, овај систем само помаже возачу да задржи контролу над возилом.



Слика 6. Понашање возила са и без ESP, [5]

Како ESP функционише? Заношење је један од главних узрока саобраћајних незгода. Међународна истраживања показују да најмање 40 одсто свих смртних саобраћајних незгода изазвано проклизавањем возила. ESP могао је да спречи до 80 одсто свих незгода проклизавања. ESP препознаје ако је проклизавање неминовно и интервенише муњевито. Возачу остаје контрола над возилом и не долази до клизања под условом да се физички не прелазе границе. ESP је увек активан. Микрорачунар прати сигнале ESP сензора и проверава 25 пута у секунди. Ако се возило креће у другом правцу ESP детектује критичну ситуацију и реагује одмах - независно од возача. Користи кочиони систем возила да "усмери" возило, односно да врати возило на прави пут. Са овим селективним кочењем, ESP генерише жељено ублажавање снаге, тако да ауто реагује како возач намерава. ESP не само да интервенише на кочењу, већ може да интервенише и на мотору. Дакле, у границама физике, ауто безбедно држи своју путању. ESP значајно смањује комплексност управљачког процеса и смањује захтеве који се постављају самом возачу. [6]

Бројне светске студије о безбедности у саобраћају су недвосмислено показале да овај систем по ефикасности иде раме уз раме са проналасцима као што су сигурносни појасеви или ваздушни јастуци. Највећи узрок незгода са фаталним последицама јесу управо један због изненадних ситуација и проклизавања аутомобила. Наравно, имајући у виду велику контролу коју ова електроника на себе преузима, многи возачи превасходно снажнијих, спортских аутомобила су се жалили како немају потпуну контролу над колима и да ESP значајно смањује крајње перформансе. Од пре неколико година, се нуди компромис у виду тастера који искључује рад ESP система, или компјутерско подешавање утицаја ESP -у вожњи по жељи возача. Ипак, ово су екстремни случајеви и наравно да је препоручљиво да он стално остане укључен, па тако у већини модела који нису намењени некој бржој вожњи и нема ове опције. [7]

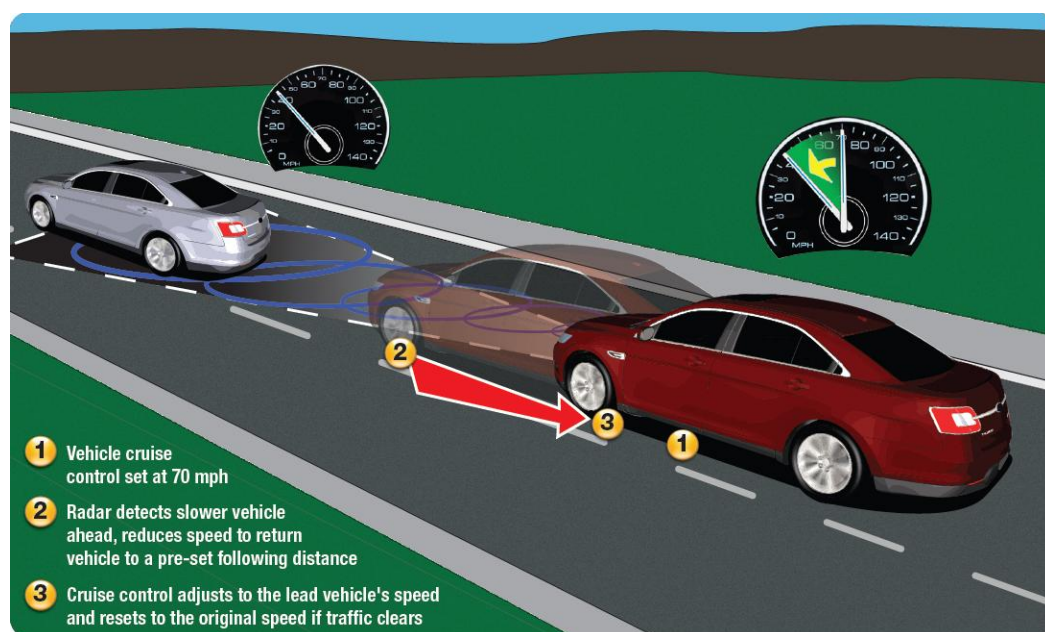
2.4. Активна контрола вожње (ACC - Active Cruise Control)

Овај систем код различитих произвођача аутомобила има разне називе, али већина их функционише на истом принципу. На пример, Toyota је развила "Radar Cruise Control", Mercedes „Distronic“, Audi у сарадњи са компанијом Bosch „ACC plus“, BMW „Stop and Go“ (раније „Active Cruise Control“), те Honda „Adaptive Cruise Control“. Темпомат (регулатор брзине или аутокрузер) је систем који аутоматски контролише брзину моторног возила на начин да додаје гас у аутомобилу за одржавање брзине коју задаје возача.

Adaptive Cruise Control (ACC) је особина аутомобила која омогућује да темпомат прилагоди брзину условима на путу. Користи радарски систем који мери удаљеност од возила испред, те у случају да се то возило креће спорије од ACC возила, ACC успорава возило и контролише размак или време слеђења између возила. Када систем установи да више нема споријег возила испред, аутоматски убрзава ACC возило до задате брзине. Ова операција омогућава да возило самостално кочи или убрзава, без интервенције возача. [4]

Овај систем се ослања на управљање гасом на мотору и делимично или потпуном коришћењу кочнице.

Пример рада АСС система је дат на слици 7. Црвено возило је опремљено АСС-ом и подешено на брзину 70 mph (миља на сат - приближно 112 km/h) – позиција 1 на слици. Радар детектује спорије возило у траци испред, успорава АСС возило и одржава безбедно растојање – позиција 2 на слици. Темпомат је прилагодио брзину у односу на спорије возило испред и одржава је док се саобраћајна трака не очисти – позиција 3 на слици. У случају да први аутомобил убрза или промени траку, АСС аутоматски додаје гас и враћа возило на жељену брзину од 70 mph.



Слика 7. Шема функционисања АСС система на путу, [8]

АСС такође може да користи базу ограничења брзине коју добије преко GPS уређаја, те да брзину возила прилагођава тим ограничењима без утицаја возача.

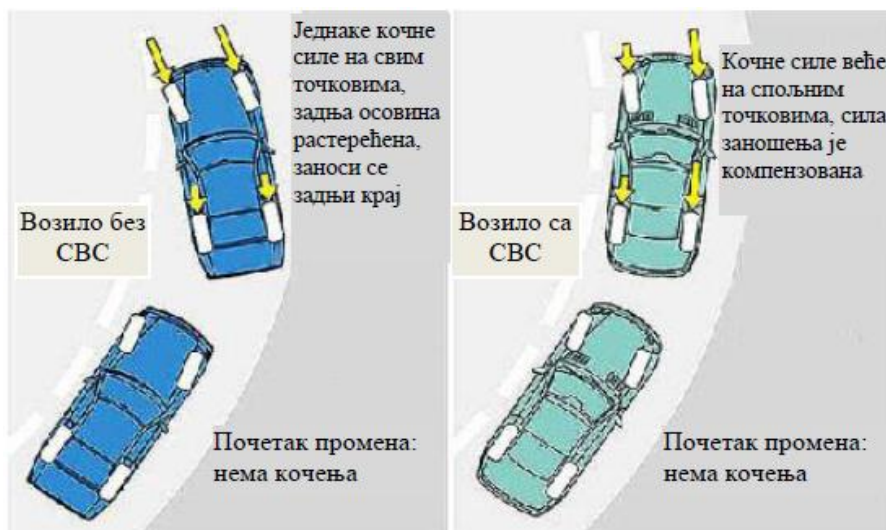
Темпомат (СС - Cruise Control) се укључује једноставним притиском дугмета на волану и одабиром жељене брзине (слика 8).



Слика 8. Дугмад и ручица на волану за подешавање АСС, [4]

2.5. Електронска контрола кочења у кривини (CBC – Cornering Brake Control)

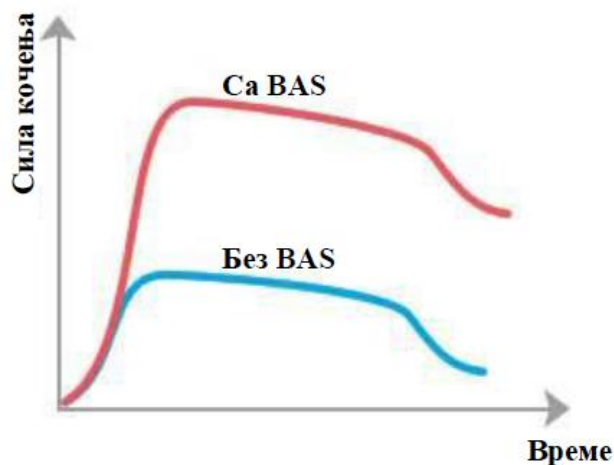
У случају прекомерног клизања точкова при кочењу у кривини, електронском регулацијом се дејствује на смањивање притиска у систему кочења унутрашњег предњег точка, чиме се задржава правилна путања кретања возила котрљањем точкова – (слика 9). [2]



Слика 9. Понашање возила у кривини без и са CBC, [2]

2.6. Помоћ при кочењу (BAS - Brake Assist System)

Brake Assist System (у даљем тексту BAS) је развијен јер истраживањима је утврђено да већина возача у кризним ситуацијама најчешће не реагује довољно снажним притиском на педалу кочнице. BAS је у основи електро - хидраулички систем кочионе помоћи који у критичној ситуацији успоставља највећи интензитет кочења, неовисно о притиску педале кочнице што доприноси скраћењу зауставног пута.



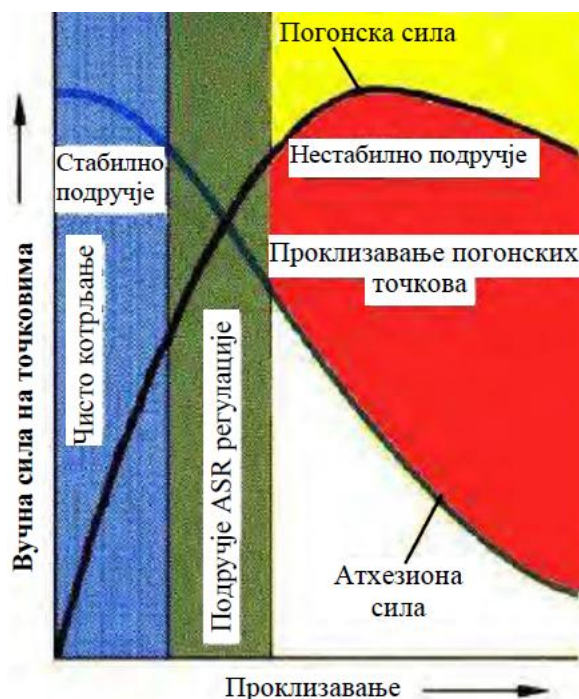
Слика 10. Дијаграм кочионе силе са и без BAS, [9]

Ради се о електрохидрауличком систему направљеном на основу класичног кочионог серво уређаја. Уз помоћ мембрана и коморе са потпритиском (оствареном енергијом мотора) остварује додатну силу на клипу главног кочионог цилиндра.

Системом управља интелигентна електроника која препознаје паничну реакцију возача и неовисно о притиску педале кочнице успоставља силу кочења на граници активирања ABS уређаја. Активира се електромагнетним вентилом који у десетинки секунде повећава потпритисак у комори и ствара додатну кочиону силу. Делује аутономно и осигурава максимално кочење на граници физикалних могућности (пријањања између пнеуматика и подлоге) све док возач држи притиснуту педалу кочнице. [4]

2.7. Систем за регулацију проклизавања погонских точкова (ASR – Anti Slip Regulation)

Критични услови вожње се не јављају само при кочењу, већ се могу јавити када погонски точак проклизава при поласку и убрзавању (посебно на клизавом коловозу) или у кривинама. Овакве ситуације обично преоптереће возача и проузрокују да возач реагује неправилно. Ови проблеми су решени са контролом проклизавања (ASR), која као додатак ABS-а, примарно има задатак да растерети возача и обезбеди стабилност и управљивост возила током убрзавања. У том смислу, уколико точак показује тенденцију да проклиза, ASR тренутно прилагођава обртни моменат мотора обртном моменту који може да пренесе точак на подлогу у датом тренутку. Комбинација ABS и ASR система повећава безбедност и омогућава двоструку употребу компоненти. [2]

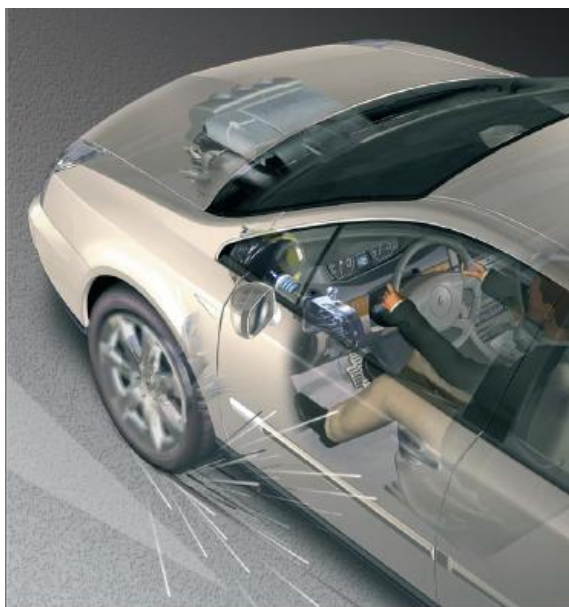


Слика 11. Функционални дијаграм ASR система, [3]

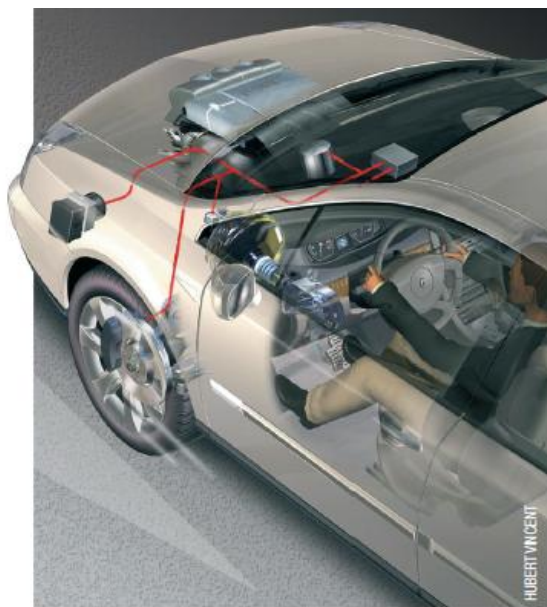
ASR мора да спречи да точак проклиза током поласка или убрзавања у следећим ситуацијама на путу:

- Када излазимо са залеђеног паркинга или аутобуске станице, када убрзавамо у кривини, када полазимо на узбрдици или на путевима који су клизави на једној половини, ASR контролише оптималан проток уз помоћ контролера притиска кочења на точку који проклизава;
- Слично блокираном точку, точак који проклизава може да пренесе само мале бочне силе, управљање може постати нестабилно или задњи крај возила може да "заплеше". ASR држи возило под контролом и повећава безбедност;
- Точак који проклизава доводи до прекомерног хабања пнеуматика и механичког напрезања погонског моста (диференцијал). Ова опасност, се повећава када точак који проклизава изненада "ухвати" за не - клизаву подлогу. ABS онемогућује да се ово деси. [11]

ASR мора увек бити спреман и мора се укључити аутоматски по потреби. ASR користи разлику проклизавања између точкова који се окрећу да би направио разлику између бочног отклизавања и проклизавања. Са механичком блокадом, пнеуматици се хабају у оштрим кривинама али ASR систем спречава ту појаву. Чак и блокада диференцијала не може да спречи проклизавање ако возач нагло убрзава. Овако ASR контролише снагу мотора тако да точкови "држе" за подлогу. Возач се преко контролне лампице упозорава када достиже границу физичког лимита. [11]



возило без ASR



возило са ASR

Слика 12. Утицај ASR на понашање возила, [10]

2.8. Систем помоћи при наглом кочењу (PEBS - Predictive Emergency Braking System)

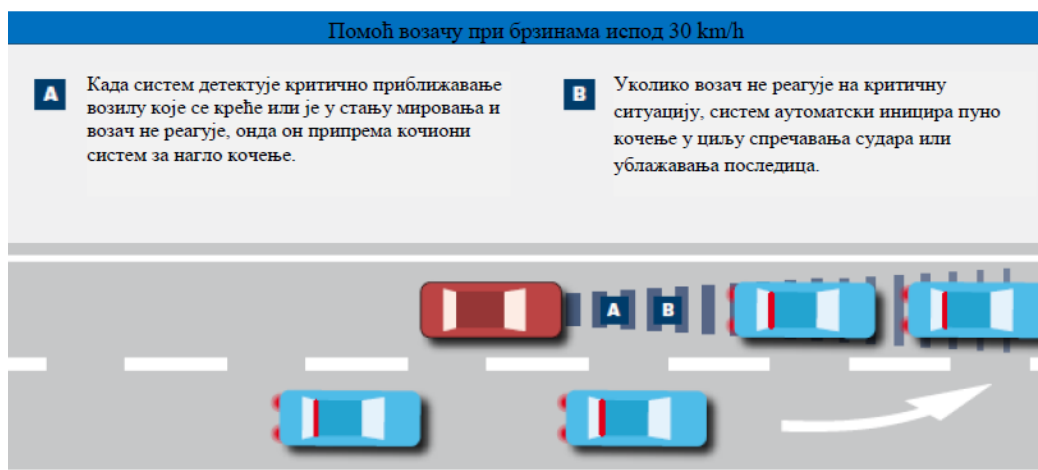
Да би се смањио ризик од судара или ублажавања последице судара, Bosch је развио систем помоћи при наглом кочењу. Систем се заснива на повезивању сензора са електронским програмом стабилности (ESP) и стално анализира саобраћај испред. PEBS постаје активан чим се возило покрене, и помаже возачу при свим брзинама - и дању и ноћу. [16]

При брзинама преко 30 km/h, PEBS упозорава возача у раној фази ако постоји ризик од судара и, ако је потребно, пружа активну подршку при кочењу. Ако је судар неизбежан, систем смањује брзину удара и зато је у стању да ублажи последице незгоде.



Слика 13. Начин функционисања система при брзинама преко 30 km/h, [16]

Многе саобраћајне незгоде се дешавају при брзинама испод 30 km/h, као што је вожња у градским центрима. Срећом, последице таквих судара су обично оштећења каросерије возила, али у неким случајевима то могу бити и скупе поправке. [16]

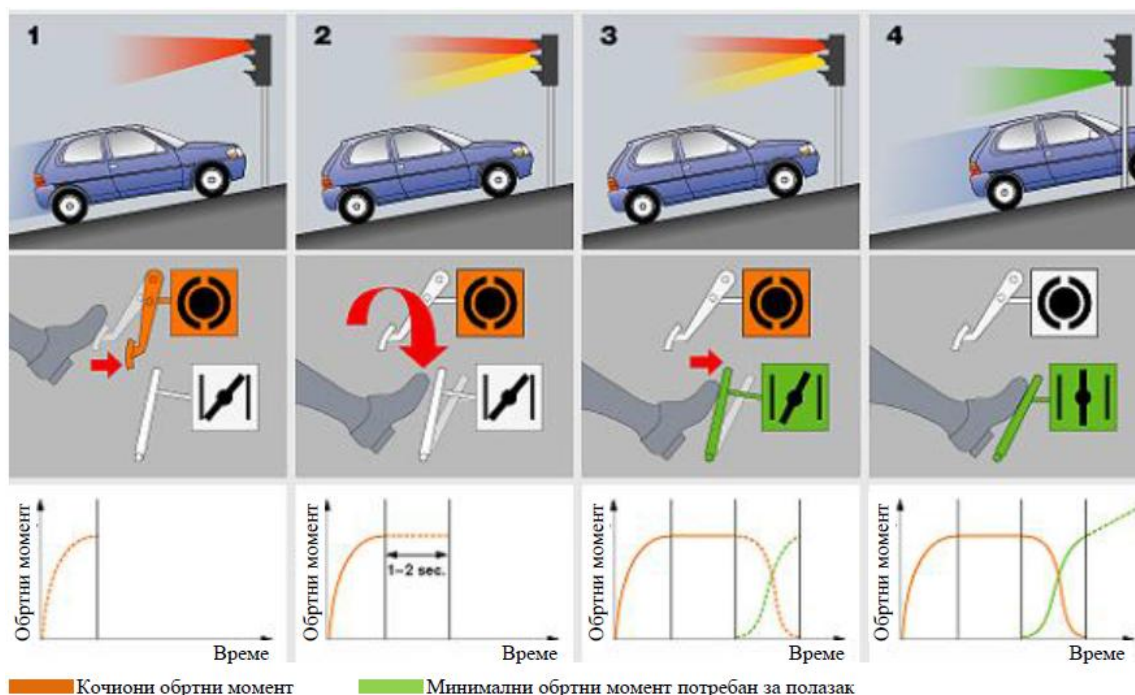


Слика 14. Начин функционисања система при брзинама испод 30 km/h, [16]

2.9. Помоћ при кретању на узбрдици (HSA - Hill Start Assist)

Hill Start Assist омогућава лако покретање на узбрдици, без ризика од нежељеног враћања уназад или проклизавања погонских точкова. Аутоматски се активира када је нагиб већи од 5%, и при вожњи унапред или уназад.

Када возач ослободи папучицу кочнице, након заустављања на брду, HSA држи притисак у кочионом систему 1 или 2 секунде. У том интервалу, возило се може лако покренути без враћања уназад. [13]

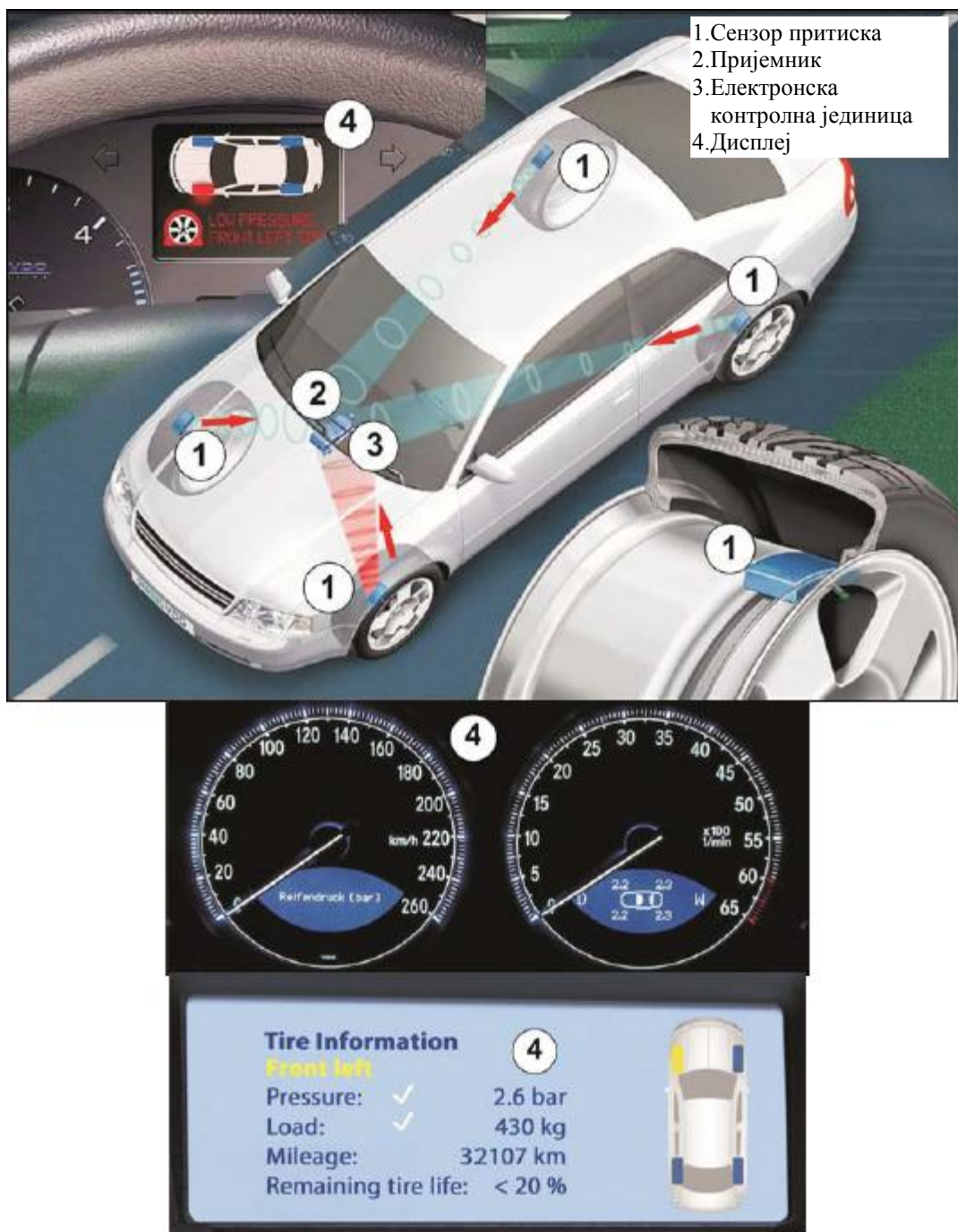


Слика 15. Начин функционисања HSA система, [14]

1. Возач зауставља возило на узбрдици и притиска ножну кочницу. HSA систем се активира, а сила притиска ножне кочнице држи возило у месту. При том мењач остаје у првој брзини.
2. Возило стоји у месту, возач отпушта педалу ножне кочнице, HSA систем одржава притисак кочионе течности како возило не би проклизало назад.
3. Возило још стоји, возач лагано притиска педалу гаса, истовремено HSA систем полако отпушта кочницу како возило не би проклизало назад.
4. Обртни момент мотора је довољно велики да покрене возило узбрдо, HSA систем потпуно отпушта притисак у кочницама и возило креће напред.

2.10. Систем за контролу притиска у пнеуматичима (TPMS - Tyre Pressure Monitoring System)

Систем за контролу притиска у пнеуматичима (TPMS) информише возача о стању притиска и температури пнеуматика у реалном времену, било да је возило у покрету или у стању мировања. Уопштено, систем се састоји од сензора са радиофреквентним трансмитером, фиксираним на сваком точку и пријемника / електронске контролне јединице / дисплеја лоцираног на инструмент табли возила. Он приказује возачу информације и алармна упозорења о могућем проблему на пнеуматичима. [12]



Слика 16. Елементи TPMS система, [12]

У пракси су присутна два система контроле притиска у пнеуматичима који раде на два различита начина, а то су:

- директни и
- индиректни систем контроле.

Тренутно, индустрија пнеуматика даје предност директном систему који поставља сензоре притиска на сваки точак појединачно и преносе компјутеру у аутомобилу поуздане информације о мерењу, на основу којих возач одмах има доступне информације о стању пнеуматика.



Слика 17. Сензори директног система контроле, [12]

Индиректни систем, фаворизован од стране неких произвођача аутомобила, који подржава Међународна организација произвођача моторних возила (OICA), јефтинија је опција. Он мери број обртаја пнеуматика на једном точку и пореди са осталим точковима. Други системи спроводе анализу карактеристике вибрација користећи ABS сензоре. Компјутер анализира податке и утврђује да ли има промене пречника точка, што софтвер интерпретира као губитак притиска у пнеуматику. Без обзира на бројност решења индиректног система овде постоји значајно кашњење док информација не стигне до возача, што значи да у случају брзог испумпавања (пуцања) пнеуматика то не би било детектовано, па незгода не би била спречена.

Друга суштинска разлика између ова два система јесте та да индиректни систем захтева да возач рекалибрише систем при подешавању притиска у пнеуматичима или при замени пнеуматика, како би се систем учинио ефикасним. Ова операција зависи од прецизности уређаја којим се мери притисак и услова у којима се то чини (пнеуматик треба да буде хладан). Пошто возачи ретко мере притисак у пнеуматичима, цео процес је подложен грешкама. Ово је суштински недостатак овог система јер може довести возача у осећај лажне сигурности, иако вози са неисправним пнеуматичима, јер систем пријављује да су пнеуматичи правилно напумпани. [12]

Независна истраживања тврде да индиректни систем (због својих очигледних недостатака и ограничења) нарушава и две друге битне предности за околину које потичу од уградње TPMS система а то су: емисија угљен - диоксида и уштеда горива. Слабо напумпани пнеуматичи су штетне у оба случаја.

Европска комисија се охрабрује да захтева нове регулативе од UNECE комитета који је одговоран за имплементирање техничких детаља, те да фаворизује прецизну технологију за мерење притиска у пнеуматикама, јер би се тиме повећао њен допринос безбедности на путевима и смањењу емисије угљен-диоксида - што је приоритет у ЕУ. Кампању, у којој се наглашава питање безбедности на путу, предводи Schreder Electronics - један од главних добављача TPMS система, уз подршку водећих произвођача пнеуматика.

Први путнички аутомобил са применом TPMS-а био је Porsche 959 из 1986. године. Сходно безбедности возила и економичности одржавања овај систем мониторинга се појавио широко распрострањен у ЕУ као додатна опција (понуда) код луксузних путничких аутомобила, као што су: Audi A8, Mercedes-Benz S-класе и BMW серије 7. Ипак, компанија PSA Peugeot Citroen је 1999. године одлучила да систем TPMS постави као стандардну опцију у модел Peugeot 607. Годину дана после (2000.) Renault је такође у моделу Laguna II овај систем поставио као стандардну опцију. Цена ових система зависи од OEM-а (Original Equipment Manufacturers), односно од произвођача аутомобила и креће се у просеку 220 €, плус трошкови доставе и уградње. [12]

Вожња са пнеуматикама чији притисак износи само 50 kPa (0,5 kb/cm²) мање од прописаног, смањује ефикасност горива за 2%, а чак за 4% у градским и приградским подручјима. С обзиром да се око 20% енергије потребне за вожњу аутомобила користи за савладавање отпора котрљања, важно је имати прописани притисак у пнеуматикама. Повећање тог отпора директно утиче на повећање потрошње горива. Као једном од најважнијих делова возила, о пнеуматикама би требало водити рачуна редовно. Обзиром да се возачи сете контроле тек када уоче да су пнеуматици испуштени, предност законског регулисања и обавезног увођења оваквих система је очигледна.

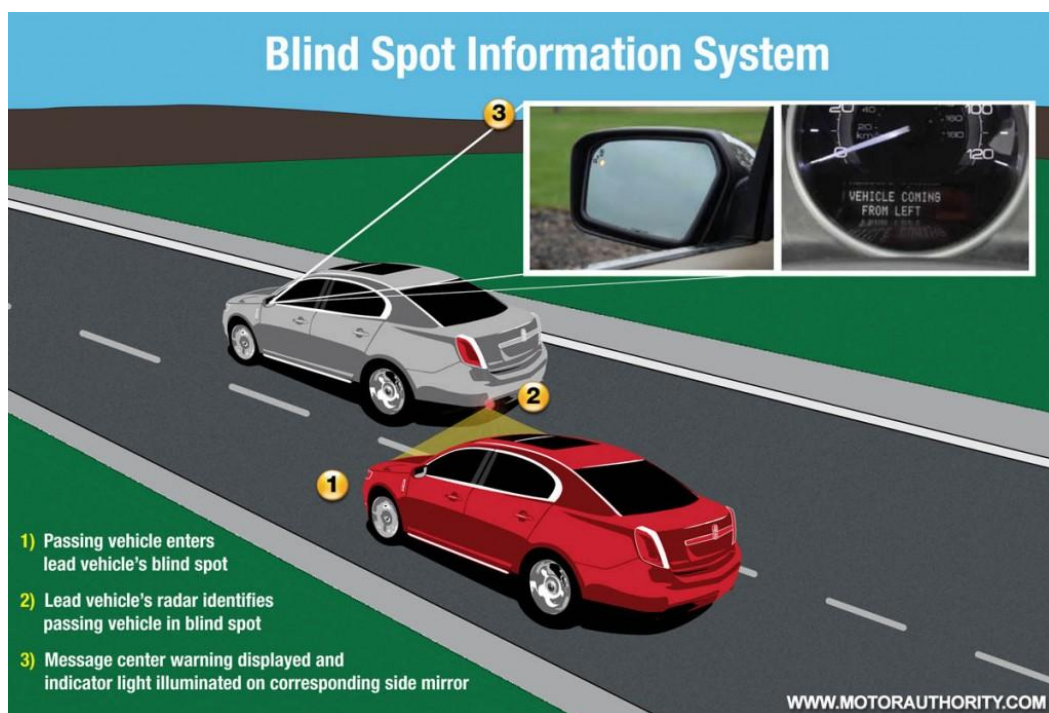


Дијаграм 1. Процентуални удео редовности контроле притиска у пнеуматикама европских возача, [12]

2.11. Систем за преглед мртвог угла (BSD - Blind Spot Detection)

Слепе тачке су подручја изван возила које возач није у стању да види. Могу бити изазване због прозорских стубова, наслона за главу, путника и других објеката. Слепе тачке су релативно у близини возила, али оне покривају далеко веће површине. Чак и на умереној удаљености, слепа тачка коју узрокује прозорски стуб може прикрити велике објекте као што су аутомобили и људи.

Blind Spot Detection континуирано прати слепе тачке на обе стране возила. На пример, пре претицања или при промени траке, возач гледа у ретровизор како би се уверио да је трака слободна - али одједном, возило које се кретало иза улази у видно поље, управо када возач жели извршити промену траке (слика 18). Такве критичне ситуације често настају у градском саобраћају и могу довести до незгоде, уколико возач не примети возило у мртвом углу. Након паљења жмигавца и давања јасне намере о преласку у другу саобраћајну траку, систем детектује возило у мртвом углу (уколико је присутно), те упозорава возача визуелно (код новијих аутомобила црвена лампица на спољном ретровизору) или вибрацијом волана, да тренутно није безбедно променити траку. [4]



Слика 18. Пример употребе BSD система, [15]

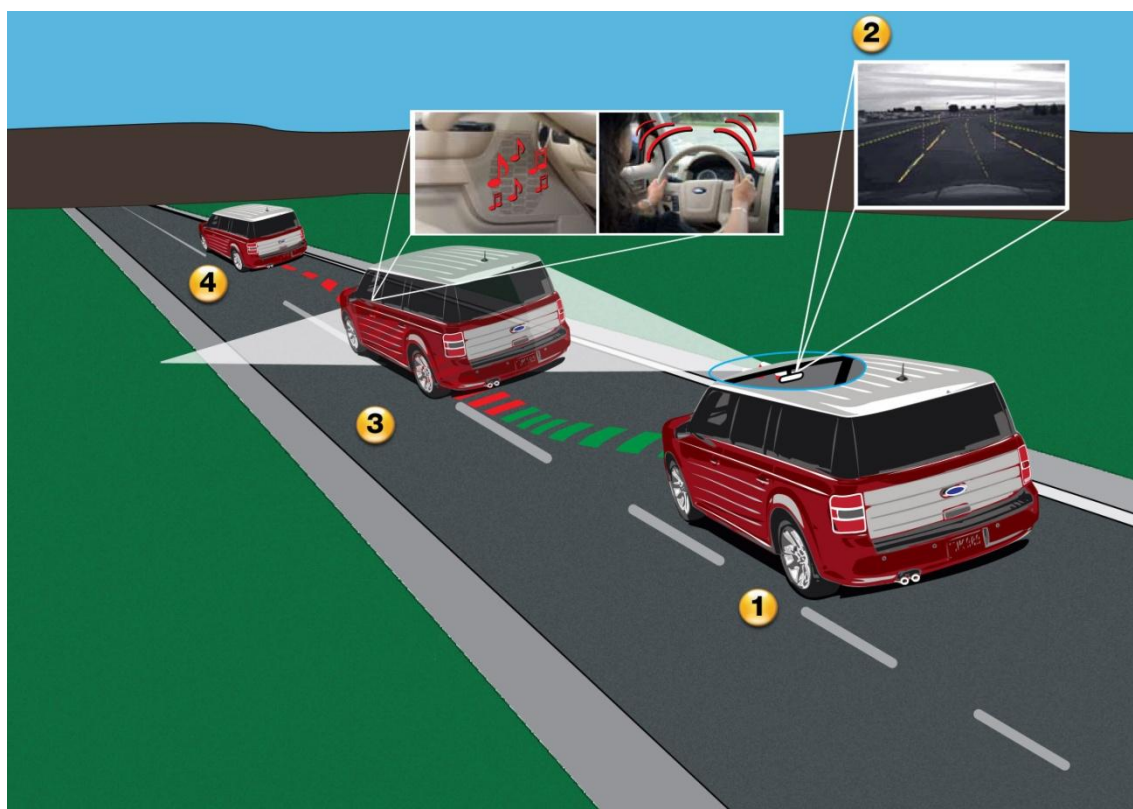
Систем користи два радара за детекцију аутомобила у окружењу. Они су смештени у угловима задњег браника и размењују податке међусобно како би створили јасну слику о положају аутомобила у окружењу. " Видно поље " радара је подешено тако да детектује возила у 3 траке (ону у којој се возило налази, десно и лево од возила), и 70 м иза возила опремљеног овим системом. Радари одлично раде на аутопутевима, као и у кривинама до одређеног радијуса. Систем ради и при великим брзинама (до 250 km/h). [4]

2.12. Систем за упозорење при напуштању траке (LDWS - Lane Departure Warning System)

Систем за упозорење при напуштању траке је осмишљен механизам како би упозорио возача када се возило почне кретати изван своје траке (осим ако је упаљен жмигавац у том смеру) на аутопутевима и магистралним путевима. Познат и под именом LKAS (Lane Keep Assistance System), овај систем "препознаје" ознаке на путу, процесирајући облике CCD (engl. Charge Coupled Device) камером, процењујући ширину, па самим тим и средину саобраћајне траке којом возило треба да се креће. Овај систем је дизајниран како би смањио број незгода узрокованих грешкама у вожњи, деконцентрацијом и поспаношћу. NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) је 2009. године разматрао да ли да системи за упозорење при напуштању траке постане обавезан на сваком новопроизведеном возилу. [4]

Постоје две главне изведбе ових система:

- системи који упозоравају возаче ако возило напушта своју траку (упозорења визуелна, звучна и / или вибрације) и
- системи који упозоравају возаче, а затим, ако он не предузме корективну акцију, аутоматски врше акције којима одржавају возило у траци.

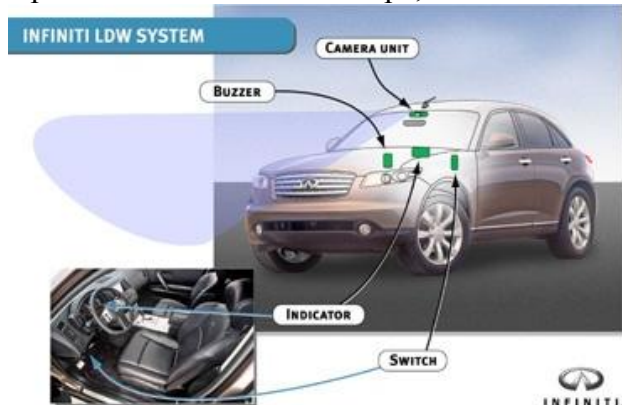


Слика 19. Пример рада LDW система, при чему је:
1. Нормална путања возила;
2. Пројектовани пут возила;
3. Упозорење ако возило прелази у другу траку (звук и вибрација);
4. Повратак на планирану путању. [17]

Систем контроле напуштања траке (LKAS) прати позицију возила на путу у односу на ознаке на путу и друге релевантне објекте и пружа возачу упозорења уколико возило почне излазити из траке, а да притом није укључен показивач правца којим се индицира промена траке или скретање са пута. Попречна позиција возила у траци се може пратити преко радарских система, ласера или видео - камера, и то на основу хоризонталне сигнализације на путу. Намере и понашање возача се прате преко сензора угла заокретања управљача. Упозорење се врши кроз звучне сигнале који обично долазе из стране возила на којој се напушта трака, визуелне сигнале или вибрацију управљача. Ово упозорење се оглашава само када возило отпочне несвесно кретање према изласку из траке, а не када возач намерно изврши маневар којим жели напустити траку. [25]

Напредни системи садрже и уређаје који самостално враћају возило на исправан положај у траци. Откривање траке је доста сложен процес посебно на неозначеним путевима и на путевима са доста кривина. Ово се може постићи кроз софистициране процесе рачунарске обраде и анализе слике или у сарадњи са GPS системом, дигиталним мапама или уз помоћ магнетне траке која је уграђена у коловозу. Највећи број система користе монокромне камере које су постављене на предњем делу возила и потпомагани технологијом за процесирање слика. Различите дужине и ширине ознака на коловозу, систем самостално препознаје, и прати попречни положај возила у односу на њих. Систем мора бити довољно осетљив да може препознати ознаке на путу и у отежаним условима, као што су влажан или залеђен коловоз, снег на путу и слично. Уколико нема хоризонталних ознака на путу неки напредни системи уз помоћ других релевантних обележја настоје утврдити траку у којој се возило креће. Предност ових система је што на њих лоши временски услови имају знатно мањи утицај. Ипак ни ови системи нису у стању реаговати док возило не пређе у суседну траку. [25]

Да би детектовао непожељне прелазе из једне траке у другу, LDWS користи 6 инфрацрвених сензора. Сензори су смештени у предњи браник возила и то по три комада са сваке стране. Сваки од њих има црвену емитујућу диоду и детектирајућу ћелију. Прелаз преко линије се детектује променом између рефлектованих и примљених зракова. Инфинити је развио свој систем који не користи инфрацрвене сензоре већ камеру смештену у путничкој кабини која гледа на пут кроз предње стакло возила. Сензор може детектовати како беле, тако и привремене жуте, црвене и плаве ознаке коришћене у неким европским земљама. Такође, систем идентификује пуне и испрекидане линије и остале коловозне ознаке као што су стрелице за показивање смера, али не и нестандартне симболе.



Слика 20. LDW систем у возилу Infiniti, [25]

2.13. Систем за помоћ при промени траке (LCA – Lane Changing Assistant)

Систем за помоћ при промени траке (LCA), прати возила и друге покретне објекте који се налазе у мртвим тачкама возила, и упозорава возача о њиховој присутности. Мртве тачке возила се прате кратко-дометним ласерима, радаром, као и системима компјутерског вида или ултразвучним техникама. Возачи се упозоравају звучним или визуелним сигналимa када се открије возило у надгледном простору. Како би се спречила погрешна упозорења систем је у могућности да разликује објекте који се померају од објеката који су стационарни, и који нису релевантни за евентуалан настанак саобраћајне незгоде. Неки системи задржавају упозорење и дуже како би омогућили другим возилима да изврше претицање. Системи који користе напреднију технику такође имају сензоре који откривају возила која долазе у сусрет и која представљају опасност чеоног судара када се врши претицање. [25]



Слика 21. Приказ LCA система, [32]

Овај систем је релевантан за бочне сударе и посебно је користан при вожњи на аутопуту. Постоји велики број студија које су испитивале ефикасност ових система у пракси. Већина њих налази да би се применом овог система број незгода повезаних са променом траке у којој се возило креће могао смањити за 40%.

Једна од релевантних студија коју је спровео eImpact, имала је следеће резултате при тестирању овог система:

- Чеони судари: 25% смањења озбиљности незгода;
- Бочни судари левом страном возила: 15% смањења у озбиљности незгода;
- Бочни судари: 10% смањења у озбиљности незгода. [33]

У досадашњим испитивањима није пронађен доказ о никаквом штетном утицају примене овог система.

Сигурносни системи у аутомобилу се деле на пасивне и активне. Пасивни системи се активирају тек након саобраћајне незгоде, док активни делују како би спречили незгоду или је учинили што мање опасном. Нови Ауди систем спада у групу активних и овде је објашњено како он функционише.

Активни системи могу самостално деловати или само упозоравати возача на потенцијално опасне ситуације које му предстоје, чиме се возачу омогућава дуже време за реакцију. Аудијев теренац Q7 поседује управо један такав систем који упозорава возаче, под називом "Side Assist" или Систем за асистирање при промени траке. [34]

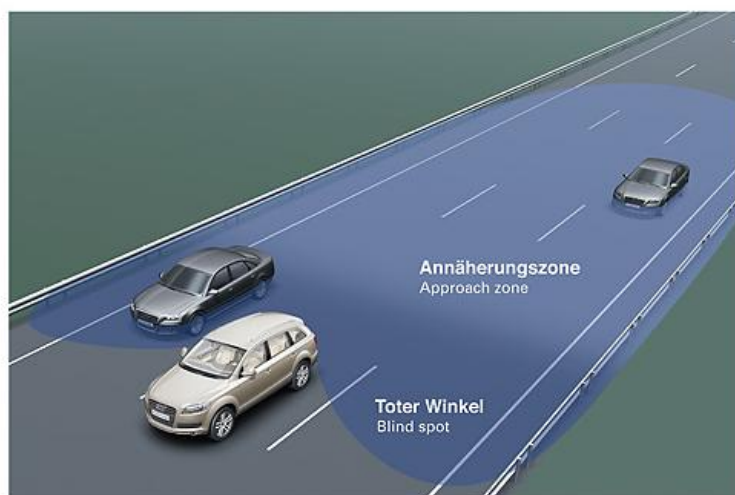
Аудијево одељење за истраживање и развој је у протеклом периоду имало као један од задатка да испита већи број података о сударима и да уочи сегменте у којима возачи имају веће шансе за прављење грешака. Систем Side Assist је управо резултат тог истраживања – систем упозорава возача на присуство возила у "мртвом углу".

Велики број саобраћајних незгода су управо резултат возачеве деконцентрације при чему возило напушта своју коловозну траку. Деконцентрација може бити узрокована већим бројем фактора:

- Разговор мобилним телефоном,
- Разговор са сапутницима или
- Једноставно премореност возача.

Ауди је Side Assist реализовао уз помоћ напредне технологије - радара. Радарски систем је реализован у виду два сензора који се налазе у задњем бранику возила. Радар емитује сигнал на 24GHz и шаље резултате централном рачунарском систему возила који на основу тих информација одлучује шта је од детектованих објеката возило. Систем је веома осетљив тако да може да детектује моторциклисте и мања возила која се приближе на 50м од задњег дела возила. Уколико се неко од детектованих возила креће у суседној траци и пролази поред возила опремљеног Side Assist системом, рачунарски систем даје светлосни сигнал у одговарајућем ретровизору палећи и гасећи ЛЕД диоде. [34]

Audi Q7
Audi side assist
01/06



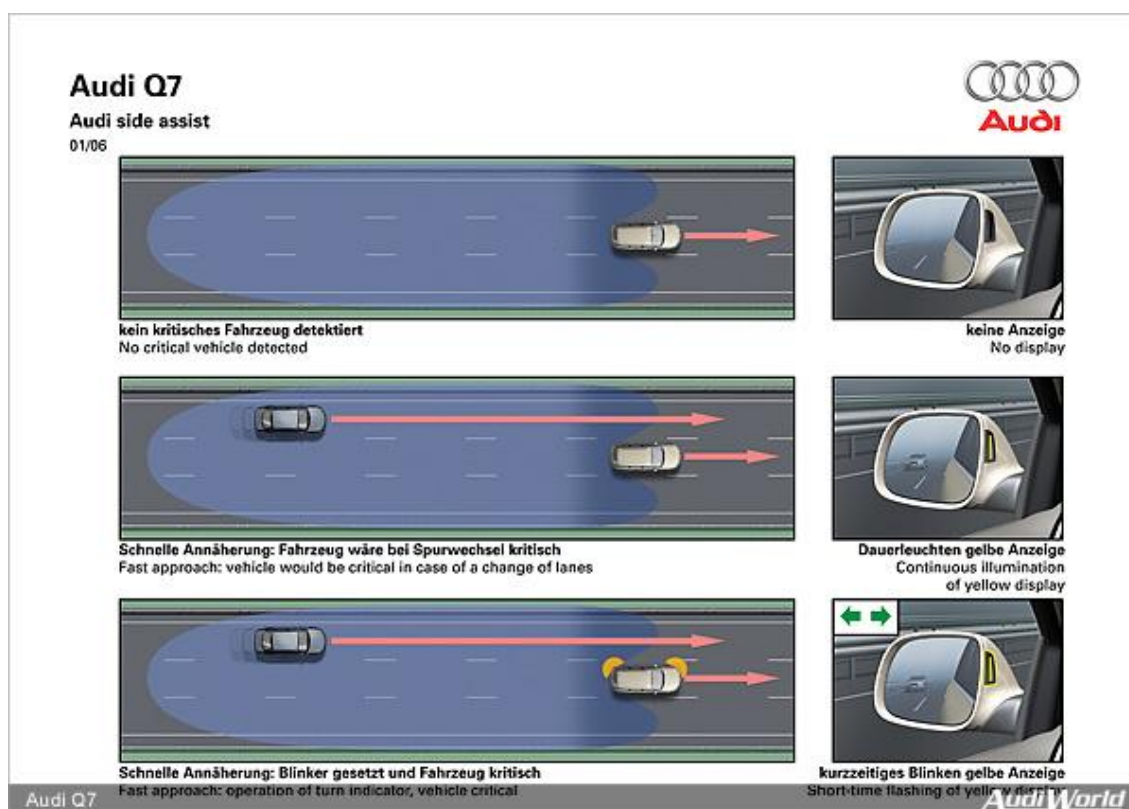
Слика 22. Аудијев систем Side Assist, [34]

Оно што је проблем са оваквом врстом система је да је непоходно да систем упозорава само онда када је то и потребно. У супротном, уколико систем често (или нетачно) упозорава возача може се постићи контра ефекат. Друга веома важна карактеристика овог система је да помоћ возачу пружа дискретно како не би дошао у ситуацију да се осећа непријатно пред осталим путницима у возилу.

Ауди развојни тим је због ових разлога користио ЛЕД диоде које се налазе на кућишту ретровизора и које су тако позициониране тако да их може видети само возач. Како се друго возило приближава, систем даје сигнал упозорења паљењем жутих ЛЕД светала, а јачина светлосног система се аутоматски прилагођава спољним условима тако да се сигнал може лако уочити, а опет неће бити превише упадљив.

Возач може веома брзо на основу ових информација закључити да ли се неко возило налази у неком од "мртвих углова" возила. Уколико возач да сигнал (жмигавац) како би се престројио у траку у којој се налази возило у које би могао да удари, систем трептањем ЛЕД диода даје сигнал возачу да постоји потенцијално опасна препрека коју не може да види у ретровизору, а уколико возач настави са кретањем систем ће се и звучно огласити. [34]

Приказ функционисања система дат је на слици 23. Side Assist се аутоматски активира при брзинама већим од 60 км/час, а возач по жељи може да искључи овај систем. Ауди Side Assist систем је добио награду "Иновација будућности" коју додељује највећи протрошачки часопис "Guter Rat".



Слика 23. Принцип функционисања Аудијевог система Side Assist, [34]

2.14. Контрола стабилности возила (RSC - Roll Stability Control)

Систем контроле стабилности возила RSC (Roll Stability Control) има задатак предузети корективну акцију при информацији коју дају сензори о могућности превртања возила. Систем може управљати виталним функцијама возила као што су гас и кочнице. Континуираним праћењем кретања возила и везе возила са путем, RSC систем аутоматски врши кочење и / или смањује снагу мотора када је идентификована потенцијално опасна ситуација. У путничком возилу контрола стабилности подразумева углавном заштиту од проклизавања и неконтролисаног окретања возила, док у комерцијалним и теретним возилима има и улогу заштите од превртања возила (нпр. при јаким налетима бочног ветра). [4]

Наравно за заштиту од превртања теретних возила користи се и напреднији дизајн самих возила, нарочито повећање деловања гравитационе силе на возило. Ипак највећи број превртања код теретних возила дешава се при наглом кочењу и наглим окретањем управљача. У тим ситуацијама возило се окреће и долази до превртања које често има фаталне последице не само по возило него и по возаче и околину. На слици 24 видимо упоредни приказ возила са и без RSC система при наглом окретању управљача.



Слика 24. Упоредни приказ понашања возила са и без RSC-а, [18]

Данас се развијају две технологије које изгледају обећавајуће. Прва технологија је систем смештен у возилу који показује праг превртања возила и границе способности возача да се носи са ситуацијом у било којем тренутку. Други систем представља подршку камионима са приколицама који врши стабилизацију возила кочењем на појединим точковима одвојено. Овај систем има за циљ да изврши стабилизацију приколице или прикључног возила чија реакција на возачеве нагле покрете често буде веома фатална.

То значи да задњи део често више измиче контроли од вучног возила. Да би систем био реализован потребно је да возило има електронски контролисан систем кочења ECBS (Electronically Controlled Braking System). Што се тиче контроле стабилности у приватним возилима, она је представљена 2003. године у возилима марке Волво, тачније у SUV-у (Sport Utility Vehicle) моделу XC90, да би касније био примењен и у Фордовим возилима (Lincoln Navigator i Aviator). У Фордовим возилима овај систем се налази у комбинацији са системом електронске стабилности ESP. RSC систем користи два жирокопска сензора која детектују угао нагињања возила или прејаке заокрете и на основу тих података се врше одређене корективне акције. Циљ система је одржати што већу површину пријањања пнеуматика на подлогу, чиме се смањује ризик од превртања. [4]

2.15. Интелигентно прилагођавање брзине (ISA - Intelligent Speed Adaptation)

Интeligентна регулација брзине (Intelligent Speed Advice, Intelligent Speed Adaptation у даљем тексту ISA) представља системе који се у задње време развијају у појединим земљама како би се смањио број саобраћајних незгода, пре свега у сегменту ограничења и смањења брзине кретања возила. Неопходност савременог надзора контроле брзине проистиче из тенденције да се дефинисана ограничења брзине углавном не поштују. Највећи број саобраћајних незгода у Европи се дешава у насељеним местима, а један од најчешћих узрока је непримерена брзина на одређеној деоници пута. [4]

Разликујемо две изведбе ISA система: активни и пасивни. Пасивни систем у случају прекорачења ограничене брзине кретања само упозорава возаче. Напреднији, активни систем је задужен да у случају да возач не поштује ограничења и упозорења, преузима акције којима успорава возило до законом дозвољене брзине. ISA систем су развили Швеђани и њега сачињава једноставан мали уређај који упозорава возача да је прекорачио дозвољену брзину на путевима близу школа или у другим осетљивим подручјима где је велика присутност пешака (слика 25).



Слика 25. ISA даје звучно упозорење возачу да смањи брзину, [4]

Тај уређај у аутомобилу прима сигнал од светлосног сигнала монтираног на саобраћајни знак ограничења брзине на путу. Систем проверава брзину возила и уколико је она већа од оне дозвољене знаком, возачу шаље упозорење да смањи брзину. ISA системи повећавају сигурност на путевима, нарочито у осетљивим областима и пешачким зонама. Анализе вршене у Европи су показале да се у руралним подручјима смањењем брзине за 1% смањује број фаталних незгода за 4%. Уколико би сва возила била опремљена ISA уређајем, саобраћајне незгоде и повреде добијене у њима, могле би се смањити и до 30%. [4]

2.16. Препознавање саобраћајних знакова (TSR - Traffic Sign Recognition)

Овај систем се појавио 2008. године на моделу BMW7, а годину касније и Мерцедесу S класе. Ова прва генерација TSR система је могла читавати само знакове ограничења брзине. Друга генерација, која се тренутно развија (Опел је већ почео користити) је у могућности препознати и знакове забране претицања. Код Опела, функција препознавања саобраћајних знакова заснива се на читање ограничење брзине и знака за забрањено претицање и њиховом приказивању на инструмент табли. Упозорење за напуштање траке сигнализира возача када ненамерно напушта своју траку. Та два система заједно побољшавају сигурност у вожњи, смањују стрес и могу да спрече плаћање скупих казни за брзу вожњу. Камера високе резолуције "Opel Eye", са широким видним пољем и процесорима, постављена је између ветробрана и ретровизора и она ће регистровати знакове на путу и ознаке трака. Уређај није много већи од мобилног телефона. Технологија "Opel Eye" је доступна од 2010. године, а прво се почела уграђивати на моделу Opel Insignia, а затим и на другим моделима. Очитавање ограничења брзине, систем је у могућности да упозори возаче да смање брзину уколико је она прекорачена. Систем је сличан ISA, с тим да се овде уводе камере за препознавање знакова, тако да није потребна посебна изведба саобраћајних знакова. [4]



Слика 26. TSR систем, [19]

2.17. Детекција поспаности возача (DDS - Drowsiness Detection System или DDD - Driver Drowsiness Detection)

Ови системи су развијени за праћење стања возача. Они имају за циљ утврдити знаке замора, поспаности, смањене концентрације, итд. Ови системи за мониторинг возача развијани су независно од стране разних произвођача возила, а почели су се користити од 2004. године.

Према подацима Министарства транспорта САД-а, у тој држави се деси око 100.000 незгода годишње проузрокованих поспаношћу и умором возача, од тога 1500 заврши смртним случајевима. Један од највећих проблема код поспаности возача представља чињеница да возачи теретних возила претежно возе ноћу, те је због тога узрок број један у теретном саобраћају управо поспаност возача. Возачи најчешће занемарују свој умор и желе што пре доћи до одређеног места. Због тога се у возила уграђују системи који упозоравају на поспаност возача. Систем се састоји од сензора и камера који прате очи возача. [20]



Слика 27. Приказ DDD система, [20]

Положај возача се може утврдити разним мерама, али многи експерти су утврдили да је стање возача најбоље пратити помоћу његовог погледа тако да правац гледања возача најбоље показује његову пажњу и оријентисаност на вожњу. Камера прати поглед возача и упозорава ако возач не прати пут (нпр. код тражења радиостанице, куцања по мобилном и слично). Такође се прати и отвореност очних капака и упозоравање уколико дође до дужег затварања очију. Овај сегмент се управо односи на детекцију поспаности и умора код возача. Уколико систем утврди поспаност или смањену пажњу код возача, врши се упозорење звучним сигналимa и бљештећим светлима. [20]

2.18. Систем за детекцију и заштиту пешака (PSS - Pedestrian Safety Systems)

Осим безбедности возача, безбедност пешака је такође веома важна и то ће бити главни задатак у будућности аутомобилске индустрије. Заштита пешака је недавно уврштена у Euro NCAP (The European New Car Assessment Programme) тестове. Главни уређај за заштиту пешака јесу правилно обликован поклопац мотора аутомобила и ваздушни јастуци за пешаке. Када дође до незгоде у којој возило удара пешака, веома је битно да је поклопац мотора где удара тело направљен од меког материјала. Истраживањем се утврдило да је могуће смањити повреде пешака уколико се поклопац мотора у тренутку удара дигне изнад своје уобичајено позиције. Ако предњи део поклопца мотора оде уназад, повреде пешака се умањују драстично. Побољшања су такође могућа на предњем бранику који је друга контактна површина приликом судара. Браник треба бити израђен од пене високе густине. Пешачки ваздушни јастук има за циљ да спречи да пешаци приликом незгоде ударе у предњи ветробран. Компанија Форд је развила две врсте ваздушних јастука: један ваздушни јастук на поклопцу мотора, а други је предњи ваздушни јастук. Истовремена употреба ових система смањује последице незгоде. [4]

Волво је аутомобилска компанија која је вероватно најдаље отишла у овом сегменту, те они развијају свој Pedestrian Safety System. Овај систем користи радаре како би детектовао пешаке испред возила. У случају да би могло доћи до удара, систем делује у 3 корака:

- најпре на монитору показује да се систем активира,
- затим шаље аудио и/или визуелно упозорење возача на HUD дисплеј,
- систем аутоматски кочи аутомобил како би се смањила брзина удара и последице. [21]



Слика 28. Volvo Pedestrian Safety System даје упозорење возачу о предстојећем удару, [21]

Обзиром да сваких 113 минута у свету погине пешак у саобраћајној незгоди, а сваких 8 минута један буде повређен, даљи развој система који се баве заштитом пешака је неопходан. [4]

2.19. Системи за помоћ при смањеној видљивости (NV - NIGHT VISION) / (HUD - Head Up Display)

Једна четвртина свих озбиљних саобраћајних незгода одвија се у вечерњим сатима или ноћу. А око једне трећине свих смртних случајева у саобраћају су последица незгода у ноћним условима. Мрак за последицу има два веома битна ограничења која утичу на чуло вида возача. [22]

Прво, упркос модерним технологијама за осветљавање као што су халогени или ксенонски фарови, само мали део пута је осветљен. На пример, домет стандардних оборених предњих светала је само 40-50м. Иако дуга светла могу повећати овај домет на 120-150м, услови саобраћаја (надлазећа возила из супротног смера) значајно ограничавају њихову сталну употребу у ноћној вожњи.

Као друго, способност возача да препознаје објекте у мраку према њиховој боји и контрасту (који се разликују од оних при дневној светлости) најчешће је значајно смањена. Пешаци који носе тамнију одећу, на пример, су најчешће тешко уочљиви чак и када су у домету оборених светала. Системи за ноћно осматрање помажу у овим случајевима повећавајући укупну безбедност на путу. [22]

Најпознатија технологија која се тренутно користи за повећање видљивости у свим типовима возила је тзв. ноћна визија (engl."night vision"). Ова технологија је позната од раније, али се тек последњих година примењује у аутомобилској индустрији, тачније од 2000.године. Ову технологију у ауто индустрији први је применио амерички GM (General Motors) на моделу Cadillac Deville, и она је користила инфрацрвену технологију за детекцију људи, животиња и покретних возила. Потом је јапанска Honda избацила свој модел, да би изласком своје нове S-класе и Mercedes Benz применио овај систем и тако постао први европски произвођач са овом технологијом. Иако револуционаран, систем за ноћно осматрање из неког непознатог разлога испрва није био тако популаран међу возачима као што се претпостављало. Свој поновни пробој на тржиште доживео је са горе поменутом S-класом, после чега се у трку укључио и Mercedesov вечити ривал BMW. [22]

Ови системи служе за повећање видног поља возача ван домета фарова аутомобила. Један је од новијих система који се уграђује само у луксузна возила (нпр. Ауди први пут уграђује Night View Assistant тек 2010. године у модел А8) или се доплаћује као додатна опрема. Систем је познат под називима Night View Assistant, Night Vision, Intelligent Night Vision, све зависно од произвођача. Приказ објеката око возила се врши путем LCD уређаја у аутомобилу, на навигационом монитору или на head-up дисплеју на ветробранском стаклу испред возача. [4]

Користе се активни и пасивни системи. Активни системи су засновани на инфрацрвеним зрацима које се шаљу од аутомобила и осветљавају околину човеку невидљивом светлошћу. На монитору се приказује real-time видео околине снимљен инфрацрвеном камером (слика 29). Предности су што је слика објеката јасна, резолуција слике је велика и сензор је мали (могуће га монтирати на ретровизор). Недостатак је слаба видљивост при киши и магли, те релативно мали домет (око 150 метара).



Слика 29. Mercedes Night Vision систем са инфрацрвеном камером, [23]

Пасивни системи су засновани на коришћењу термалне камере која на основу различитих температура објеката и живих бића у окружењу на дисплеју приказује оно што је људском оку у тами невидљиво. Предност је што је домет већи од 300 м, а недостаци су што не ради добро при топлијим условима, те што је термални сензор већи од инфрацрвеног. [4]



Слика 30. BMW Night Vision систем са термалном камером, [24]

Head Up Display (HUD) пројектује информације на позиције унутар корисниковог видног поља тако да је дисплеј видљив кориснику док гледају напред ка путу. HUD се користи да би олакшао вожњу и минимизирао потребу да возач скида поглед са пута како би прикупио потребне информације са инструмент табле или централне конзоле. [25]

Ови системи имају широку употребу у авио - индустрији и војсци. У возилима подаци се обично пројектују на ветробранско стакло, најчешће на фокусну тачку одмах испред возила, што им даје плутајући изглед. Ово умањује потребу за рефокусирањем видног поља која се јавља при промени погледа са пута на дисплеј.

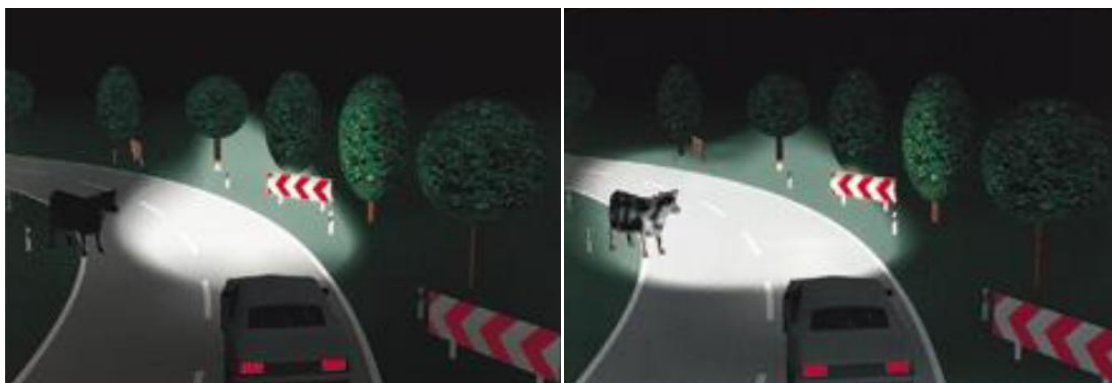


Слика 31. HUD у аутомобилу BMW, [26]

HUD прикази такође смањују ментални напор при вожњи, а побољшавају времена реаговања, ефикасност, безбедност и ужитак при вожњи. Садржај HUD приказа може бити различит, обзиром на врсту возила у који је уграђен. Ово могу бити информације са инструмент табле, као што су ниво горива, број обртаја мотора, брзина, разна упозорења и слично. У HUD приказе могу бити интегрисане и друге интелигентне технологије, упозорење од судара и системи за побољшање видљивости. Систем се састоји од пројектора и комбинера који омогућавају да се види пут кроз HUD приказ. Утицај приказа информација на head – up дисплеју на безбедност је тешко одредити, обзиром да постоје значајне разлике у начину на који системи раде и количини информација које приказују. Ипак, може се рећи да су HUD прикази релевантни за незгоде у којима је доприносио фактор ометање / непажња возача. Истраживања су показала да су возачи у могућности да гледају у HUD приказе 180 ms дуже, него у конвенционалне инструменте без смањења сигурности саобраћаја. Негативни утицаји овог система подразумевају сумњу да би употреба ових система могла утицати на то да су информације постале увек доступне и тихе, те да би се возачи могли навићи на овакво стање. Због тога могло би доћи до смањења сигурности при обављању неких додатних задатака потребних у вожњи. Исто тако изражава се сумња да би превелика количина овако доступних информација могла утицати на замарање возача. [25]

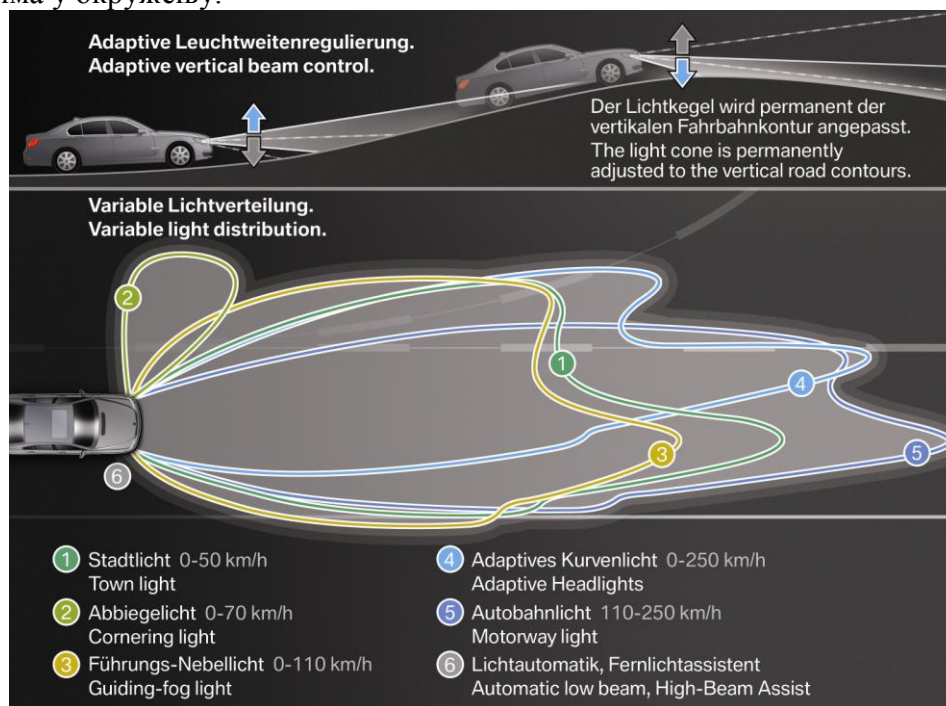
2.20. Адаптивна контрола светала (ALC - Adaptive Light Control)

Прилагођавање светала - ALC је систем који омогућава прилагођавање осветљења зависно од потребе возача. Прилагођавање осветљења се састоји од покретних bi-xenon пројекторских светала. Пројектор се окреће у радијусу од 15° према вани и 8° према унутра. Контролни модул прима податке о брзини возила, углу управљања и убрзању, као и податке добијене од GPS-а (кривине, успони на путу и слично). Користећи податке GPS навигације и електронске мапе пута, систем може прилагодити светла на оптимално осветљење на делу пута којим се креће, односно на који долази. Разлика између класичног осветљења и напредног прилагођавања светала је приказана на слици 32. [4]



Слика 32. Разлика између класичног и напредног осветљавања пута, [4]

Такође постоји AFS односно AFL (Advanced Front Lighting System) аутоматски систем осветљења који мења јачину светлосног снопа зависно о томе колико је потребно осветљења, односно систем врши прилагођавање осветљења сходно условима у окружењу.

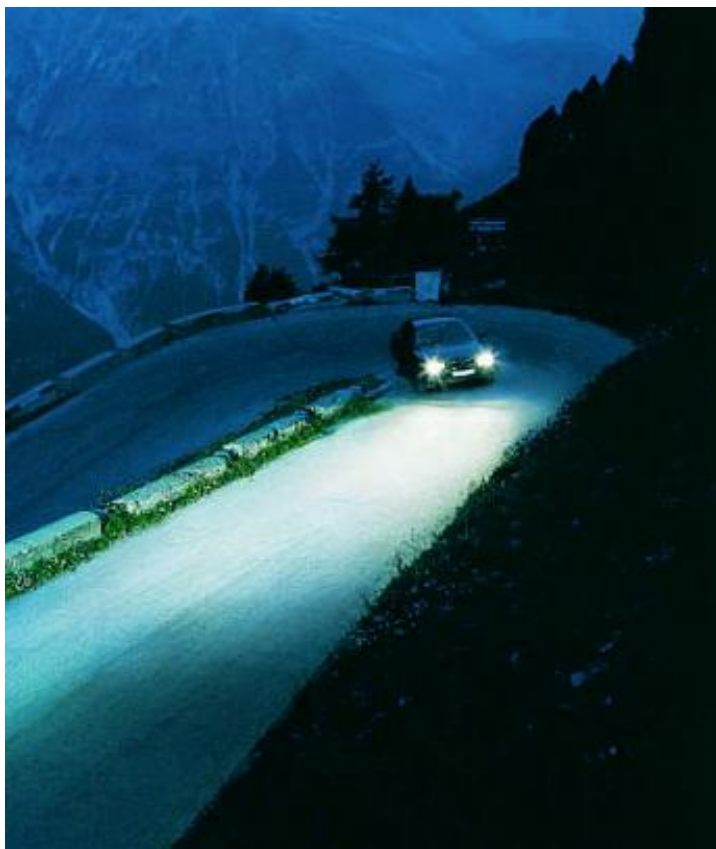


Слика 33. Приказ AFL система код BMW, [27]

AFL систем пружа чак девет предефинисаних позиција и усмерења предњих светала, а све у зависности од климатских услова и услова вожње. У зависности од услова вожње, аутоматски се врши регулисање рада фарова како би возачу обезбедио максималну видљивост терена испред возила. [28]

AFL нуди следеће режиме рада: градска светла, светла за стамбене четврти, светла за сеоске путеве, светла за отворене путеве и ауто - путеве, светла за лоше временске услове, статичка закренута светла, динамичка угаона светла, помоћник за дуга светла и дневна позициона ЛЕД светла. Битна чињеница је да цео систем ради аутоматски - без асистенције возача. Уколико возило наиђе на тунел аутоматски ће се упалити светла (ово је усвојена функција на луксузнијим моделима), исто ће се десити уколико се возило креће кроз маглу или јачу кишу када ће се укључити и брисачи са подешеном брзином чишћења. [28]

Новост су аутоматски дуга светла која контролише камера; када возило изађе на отворен пут и пређе лимит од 60 km/h, уколико камера не региструје сноп светлости испред или са бока, аутоматски ће укључити дуга светла. Такође, ван насеља продужава се леви крак светлосног снопа ради побољшања видљивости ванколовног простора, те "шири сноп" у градској вожњи због бољег уочавања пешака. При кретању кроз кривине, у зависности од брзине, светлосни сноп се аутоматски закреће према правцу пружања кривине - ради боље прегледности, што можемо видети на слици 34.



Слика 34. Возило са AFL системом при кретању кроз кривину, [29]

И све то се дешава у делићу секунде, свих ових 9 промена аутоматски наступају у зависности од услова експлоатације.

2.21. Системи за изненадно заустављање (ESA - Emergency Stop Assistant)

Случајеви у којима возач ради здравствених проблема (срчани и možдани удари, дијабетес и др.) изгуби контролу над аутомобилом су све учесталији, но о њима се све до данас није водило превише рачуна. Како би се такви сценарији избегли, BMW ради на систему "Emergency Stop Assistant", који ће током здравствених потешкоћа возача моћи сам да преузме контролу над аутомобилом и сигурно га зауставити уз ивицу саобраћајнице имајући у виду и околну саобраћајну ситуацију. Возило ће то чинити уз помоћ специјалних сензора који ће уско сарађивати са постојећим безбедносним апликацијама аутомобила (упозоравање преласка у другу траку, сензор мртвог угла, и слично). Након што се возило заустави, помоћу постојећег система "Extended Emergency Call" одмах се упућује хитан позив дежурним службама и шаљу се све релеватне информације везане за стање возача и саобраћаја, као и положаја возила. [25]

Систем је тренутно у фази развоја и за сада се развија само на аутопутевима из разлога што се онде појављује лимитиран број варијација у могућем току догађаја. Развој се одвија уз помоћ немачке владе (финансијска помоћ у износу од 35.000.000 евра) и део је "SmartSenior" програма. Није познато када ће систем заживети у серијској производњи.



Слика 35. Приказ система за изненадно заустављање, [31]

2.22. Систем за откривање алкохола и блокирање (Driver Alcohol Detection Systems for Safety)

Систем за откривање алкохола у возилу је систем који открива ниво интоксикације возача алкохолом, и тако одређује да ли је возач способан да управља возилом. У механизам за паљење је интегрисан уређај за блокирање који онемогућава стартовање возила све док возач не прође тест алкохолисаности. Неки системи су направљени тако да врше поновна тестирања након што се пређе одређена раздаљина. Ниво алкохола у организму са којим је допуштено управљање возилом може бити постављен на нулу, на законски дозвољеном нивоу на одређеном подручју или на било који предодређени ниво. Постоје различите изведбе овог система и то: [25]

- **У возило интегрисан тест задаха;** Представља најчешћу изведбу овог система. Корисник дува у цевчицу која је повезана сензором који одређује ниво алкохола у организму, а овај систем је доста сличан систему који користи полиција при уобичајеним тестовима алкохолисаности. Уколико систем открије превисок удео алкохола у организму мотор возила се имобилизира, а неки системи задржавају мотор имобилисаним одређени временски период, како би се спречиле злоупотребе. Такође, неки системи су опремљени са сензорима који откривају да ли је задах плитак или филтриран на неки начин. Поред ових неки системи су опремљени и другим уређајима и сензорима који онемогућавају злоупотребу.
- **У кључу интегрисан анализатор задаха;** Овај систем се поставља на привеску кључева те је стога прихватљиви за већину корисника. Систем се активира при откључавању возила и возач дува у малу јединицу за тестирање која се налази у привеску кључева возила. Уколико је ниво алкохола у организму мањи од максималног нивоа прописаног законом, систем допушта стартовање мотора. Оваква изведба јединице за тестирање је отпорна на утицаје хладноће која у одређеним случајевима може утицати на исход тестирања.
- **"Њушкало" систем (sniffer);** Овај систем открива ниво алкохола у ваздуху који се налази у возилу док је возило у употреби. Уколико се открије присуство алкохола у ваздуху у кабини, систем информише возача да је потребно извршити тест задаха. Уколико возач не обави тест задаха, или га не прође, систем након одређеног временског периода деактивира све електричне системе у возилу. Овај систем не захтева стално тестирање, него само у случајевима када открије присуство алкохола. Уколико тест покаже да постоји одређени ниво алкохола у телу возача, може захтевати и додатна периодична тестирања. Познати су под називом "пасивни откривачи алкохола".
- **Системи додира коже;** Системи за откривање алкохола и/или блокаду возила који откривају ниво алкохола у организму на основу анализе коже при додиру волана су такође у развоју. Они врше тестирање на основу анализе крвног притиска, глукозе и холестерола, и тако елиминишу потребу за применом теста задаха. Конструисани су тако да се не може заварати чак ни ношењем рукавица. [25]



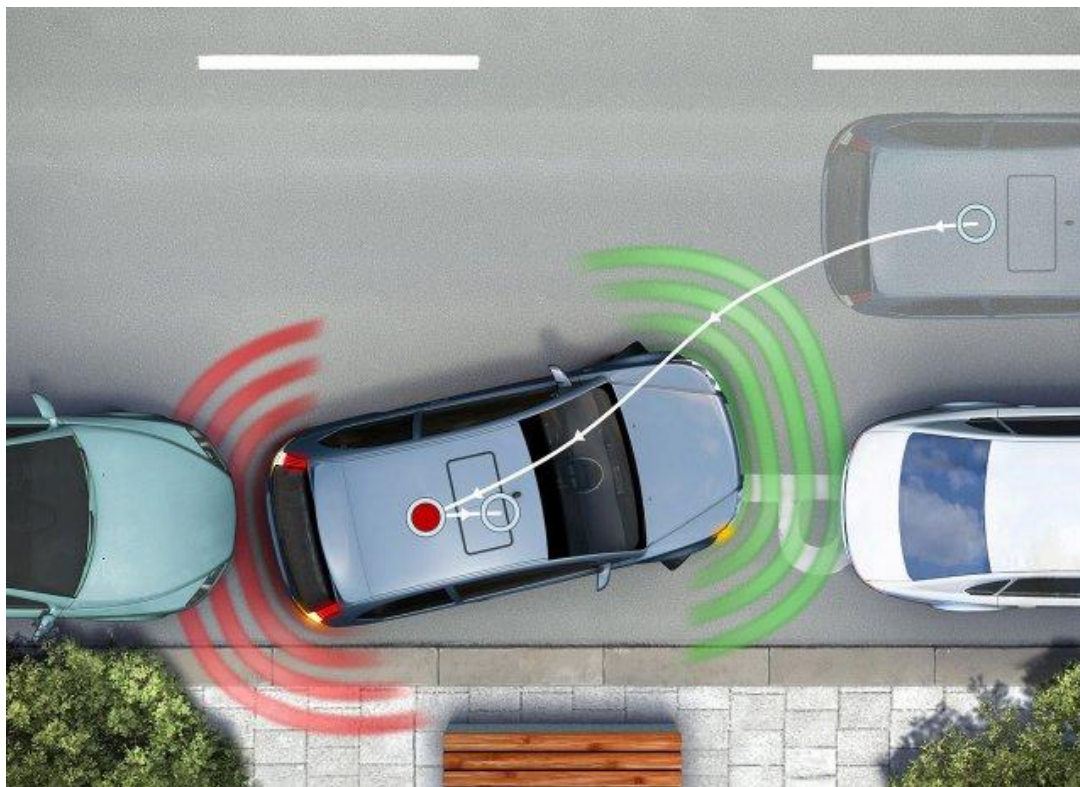
Слика 36. Уређаји за откривање алкохола, [25]

Остали системи за откривање алкохола подразумевају тестирање психомоторичких способности као би се открило присуство алкохола у организму возача. При испитивању ефикасности овог система добијени су доста различитих резултата. Тако је једна Немачка студија проценила да ће у случају уградње у 70% возила, бити остварен утицај на око 25% незгода повезаним са алкохолом, што ће изазвати смањење ових незгода за око 17%, односно посматрајући све незгоде биће остварено смањење укупног броја незгода за око 1,1%.

Експерименти спроведени у Канади су показали да се број повређених у незгодама повезаним са алкохолом смањено за чак 60%, а да је позитиван тренд настављен и шест месеци након уклањања система из возила. Потребно је напоменути да се претходно наведене студије односе на уређаје који испитују удео алкохола у организму дувањем и не односи се на друге методе. Недостаци ових система су да им се ефикасност смањује са повећањем дужине времена коришћења, поузданост система блокаде још увек је на ниском нивоу, а ови уређаји су доста скупи за инсталацију и одржавање, што спречава њихову ширу употребу. [25]

2.23. Помоћ при паркирању (Park Assist)

Компанија Bosch развија системе помоћи при паркирању већ више од две деценије. Први плод сарадње ове компаније са произвођачима аутомобила реализован је 1993. године, када је Ford понудио купцима као опцију систем за паркирање на моделу Scorpio. [35]



Слика 37. Приказ Park Assist система, [35]

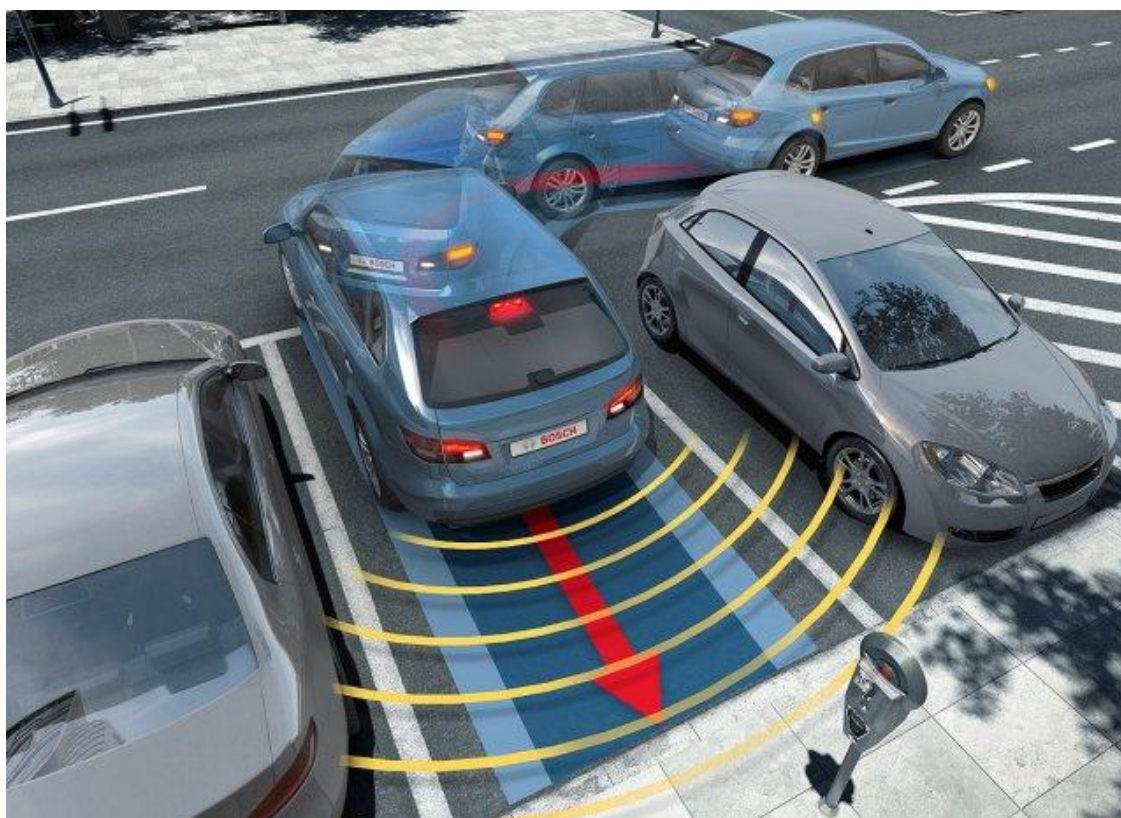
За многе возаче паркирање може бити веома стресно. У време када је све мање слободног простора за паркирање, а аутомобили све шири, ову операцију чине све тежом и ужурбани саобраћајни услови.

Паркирање и маневрисање представљају потенцијални ризик јер могу да доведу до саобраћајне незгоде. Анализа саобраћајних незгода, коју је урадио немачки Институт за технику, показује да у тој земљи отприлике половина свих саобраћајних незгода са материјалном штетом настаје као последица судара при паркирању. У оваквим случајевима могу да помогну системи за помоћ при паркирању. Они возачима обезбеђују безбедније и комфорније паркирање и маневрисање. [35]

Систем функционише тако што сензори који су интегрисани у браник возила прате подручје непосредно испред и иза возила и на време препознају препреке. Ови сензори шаљу ултразвучни сигнал и примају њихов ехо. На основу временске разлике између ова два сигнала, систем израчунава растојање између возила и препреке, која може бити и до 2,5 метара.

У зависности од типа аутомобила и система, возач добија звучно упозорење о тој удаљености или визуелни сигнал у комбинацији са звуком. У акустичној верзији растојање до препреке сигнализира прогресивни тон упозорења који постаје све учесталији док на крају не постане непрекидан. Оптичко - акустични системи прво преко ЛЕД индикатора или графике на екрану приказују приближавање препреци, а када јој се аутомобил превише приближи (отприлике око 30 цм или мање) додатно се активира акустично упозорење. На овај начин, чак и најмања паркинг места више не представљају проблем чак и за оне мање веште паркирању, а у већини случајева, овај систем је исплатив већ након првог избегнутог судара.

Bosch-ов систем помоћи при паркирању за неколико секунди доводи возача до било ког погодног паркинг места - без стреса или малтретирања. Посебан сензор, интегрисан у предњи браник, скенира страну пута којом аутомобил пролази. Ако систем препозна одговарајуће уздужно или попречно паркинг место, возач одмах добија ту информацију. Ако возач притиском на дугме активира Park Assist, систем у делићу секунде израчуна оптимални пут до паркинг места, неопходне покрете управљача, као и број потребних маневара. Тада систем преузима контролу: возач пусти волан и контролише паркинг маневар тако што пажљиво убрзава и кочи. Уз подршку електричног серво волана систем врши све покрете управљања и усмерава возило чак и у најужа паркинг места. Возач и даље има контролу и може да прекине маневар у било ком тренутку тако што ће једноставно узети волан. Осим тога, Park Assist такође помаже при испаркиравању. Он усмерава возило у одређену позицију како би возач могао да безбедно и брзо изађе са тог паркинг места. Возач пази на саобраћај и кочи или убрзава према упутствима система. [36]



Слика 38. Bosch-ов систем помоћи при паркирању, [37]

Bosch-ов аутоматски асистент за паркирање појавиће се на тржишту 2015. год. Овај систем обезбеђује потпуно аутоматско паркирање и испаркиравање са одабраног паркинг места. Возач може да се усредсреди само на контролисање процеса. Он одлучује да ли жели да остане у колима или да изађе пре времена. Чак и паркинг места, толико уска да врата аутомобила једва могу да се отворе, више неће бити препрека. У том случају, возачи могу да изађу из возила испред одабраног паркинг места и да даљинским путем маневришу паркирање, на пример притиском на дугме на кључу аутомобила или преко "smartphone". Возило се затим само паркира и испаркира, без потребе да било ко буде за воланом. Ако жели да прекине маневар, возач једноставно склања прст са дугмета. [35]

Код многих савремених возила, возач има само ограничен поглед на непосредну околину. Све мањи бочни и задњи прозори, као и аеродинамични облик возила намењен заштити пешака, чине сигурно и прецизно маневрисање готово немогућим. Bosch-ов систем камера за кретање у рикверц помаже возачу приликом вожње уназад. Слика снимљена камером, на радио дисплеју или екрану навигационог система приказује подручје непосредно иза возила. Ово "треће око" се аутоматски активира када се крене уназад. На дисплеју возач у реалном времену може да види да ли је пут чист. Оно што камера не може да учини је да прикаже подручје око углова возила или да достави прецизне информације о удаљености. Из тог разлога, Bosch комбинује технологију камера са ултразвучним системом за помоћ при паркирању. Ове технологије савршено допуњују једна другу: на пример, растојања измерена ултразвучним сензорима су на слици снимљеној камером приказана као обојене црте. То значи да су све релевантне информације возачу доступне на једном месту. [36]



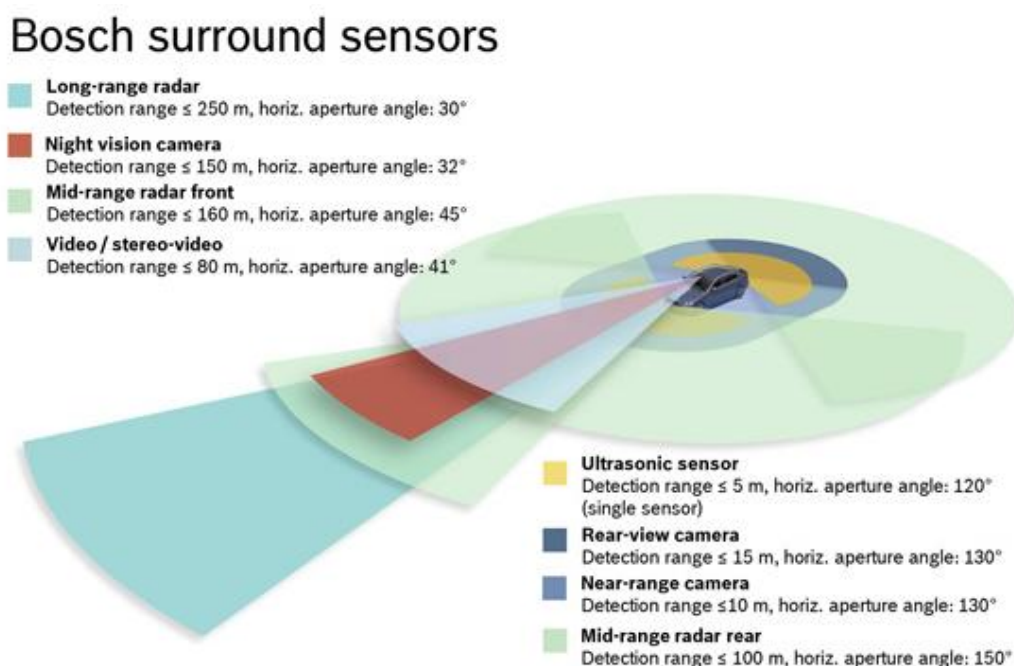
Слика 39. Bosch ултразвучни сензори, [37]

Bosch већ ради на систему са више камера, који може да прикаже простор са свих страна возила без изобличења, из птичје перспективе, сликом високог квалитета. У будућности, видео системи не само да ће бити у могућности да прикажу слике које снимају, већ и да их тумаче. Интелигентни системи камера ће анализирати видео секвенце. Ако открију препреке и покретне објекте у близини аутомобила, упозориће возача или ће интервенисати ако постоји акутна опасност од судара - на пример, тако што ће брзо кочити. [36]

У будућности, "Valet Parking" решења ће потпуно ослободити возача од дуготрајног тражења паркинга и напорног процеса паркирања и испаркиравања. Возило ће већ при уласку у гаражу или на паркинг добити информацију о свим слободним местима. Возач ће затим зауставити аутомобил на улазу и изаћи. Када је функција активирана, возило ће се само упаркирати на назначено паркинг место, а на захтев возача доћи ће до одређеног места где ће га возач покупити.

За све ове функције, засноване на ултразвуку, Bosch користи идентичне, повољне сензоре. Bosch концепт скалиране платформе нуди произвођачима аутомобила максималну флексибилност - системска решења могу прецизно да се прилагоде појединачним возилима. Изузетно интегрисана ASIC управљачка јединица омогућава да се функције лако интегришу у централну управљачку јединицу, или алтернативно у мању, самосталну управљачку јединицу. [35]

Bosch за своје камере користи најновију CMOS (complementary metal oxide semiconductor) технологију која обезбеђује изванредан квалитет слике чак и у ситуацијама са великим контрастом или у лошим светлосним условима. Да би се снимио што већи простор, Bosch користи камере које имају широкоугаони објектив од 180 степени. Неизбежна дисторзија "fish-eye" (рибље око) коригује се оптички и применом ефикасног алгоритма. Возач добија природну и интуитивну слику непосредног окружења аутомобила.



Слика 40. Bosch камере, сензори и радари, [36]

3. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је приказан начин функционисања појединих система активне безбедности, као и њихове предности и мане. О њиховој важности у данашњем саобраћају је сувишно говорити, јер је саобраћај на првом месту као узрок смрти које су узроковане незгодама.

У прилог важности ове теме иду и одлуке Европске комисије, NHTSA – а (National Highway Traffic Safety Administration) и других институција које већ у ближој будућности обавезују произвођача да неки од система активне безбедности постану обавезни у новопроизведена возила.

Системи активне безбедности возила, чине саобраћај сигурнијим, јер директно утиче на број саобраћајних незгода. Према истраживањима, у свету годишње погине 1,3 милиона људи, док у Србији 2013. године у саобраћају је погинуло 684 људи, и повређено преко 18 000, онда постаје јасно колика је важност развијања ових система у будућности. [30]

Сви системи активне безбедности се међусобно допуњују и надовезују. Сваки од њих је направљен са циљем да се спаси што већи број људских живота и чак да имају по коју ману, она је само једна кап која се не може поредити са морем спашених живота.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јанковић А., Александровић Б., Системи активне безбедности на возилу, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2011
- [2] Ђорђевић М., Друмска моторна возила, Радна верзија, Крагујевац, 2011
- [3] Стефановић А., Друмска возила – основи конструкције, Ниш, 2010
- [4] Asmir Hakanovic, Sistemi Za Pomoc Vozacu, [доступно на: <http://www.scribd.com/doc/47986431/Sistemi-Za-Pomoc-Vozacu-DAS>]
- [5] Robert Bosch GmbH, Automotive Electronics, [доступно на: <http://przyspieszenie.pl/galerie/system-esp/system-esp,1686,92,597.html>]
- [6] Robert Bosch GmbH, Chassis Systems Control, Electronic Stability Program, [доступно на: http://www.bosch-automotivetechology.com/media/db_application/downloads/pdf/safety_1/en_4/Make_skidding_a_thing_of_the_past.pdf]
- [7] Elektronski program stabilnosti, [доступно на: <http://www.automobilizam.net/elektronski-program-stabilnosti-esp/>]
- [8] ADAPTIVE CRUISE CONTROL, [доступно на: http://blog.healyford.ca/images/ADAPTIVE_CRUISE_CONTROL_AND_COLLISION_WARNING.jpg]
- [9] Toyota, safety technology, [доступно на: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/active/brake.html]
- [10] Renault, ASR, [доступно на: <http://www.renault.com/en/lists/archives/documents/asr.pdf>]
- [11] Dalibor Stanojkovic, SISTEMI AKTIVNE I PASIVNE BEZBEDNOSTI, [доступно на: <http://www.scribd.com/doc/105734768/SISTEMI-AKTIVNE-I-PASIVNE-BEZBEDNOSTI>]
- [12] Mirza Berković i Ibrahim Mustafić, Regulativa i sistem kontrole pritiska u pneumaticima, [доступно на: <http://www.scribd.com/doc/66387422/Regulativa-i-Sistem-Kontrole-Pritiska-u-Pneumaticima>]
- [13] Škoda, Hill Hold Control, [доступно на: <http://new.skodaauto.com/en/models/HotspotDetail?HotspotName=C18%20-%20Asistent%20rozjezdu%20do%20kopce%20%5BFabia%2CRoomster%2C%20Octavia%2C%20Yeti%2C%20Superb%5D&WebID=0ee1b299-d4f5-41ae-8ec4-72c2a3654636&Page=technology&view=TechnologyComfort>]

- [14] HSA-Hill Start Assist, [доступно на: <http://cs.autolexicon.net/articles/hsa-hill-start-assist/>]
- [15] Ford. Blind Spot Information System,
[доступно на: http://www.motorauthority.com/image/100185875_ford-advanced-collision-avoidance-tech-004]
- [16] Robert Bosch GmbH, Chassis Systems Control, Predictive Emergency Braking System, [доступно на: http://www.bosch-automotivetechology.com/media/db_application/downloads/pdf/safety_1/en_4/Predictive-Emergency-Braking-System.pdf]
- [17] Wikipedia, Lane Departure Warning System,
[доступно на: http://fr.wikipedia.org/wiki/Alerte_de_franchissement_involontaire_de_ligne]
- [18] Roll Stability Control,
[доступно на: <http://www.tc.gc.ca/media/images/roadsafety/3RSC.jpg>]
- [19] AutomotiveIT, [доступно на: <http://www.automotiveit.com/adac-bmw-has-best-traffic-sign-recognition/news/id-00819>]
- [20] Frank Sgambati, Robert Bosch LLC, Driver Drowsiness Detection,
[доступно на: <http://www.sae.org/events/gim/presentations/2012/sgambati.pdf>]
- [21] 2014 Volvo XC90 Safety Systems, [доступно на: <http://www.car-addicts.com/feature/2014-volvo-xc90-autonomous-safety-systems>]
- [22] Stoičev M. Slaviša, Primena Night-Vision sistema u automobilskoj industriji,
[доступно на: <http://www.scribd.com/doc/177117349/Primena-Night-Vision-sistema-u-automobilskoj-industriji>]
- [23] Howstuffworks, Night-vision Systems,
[доступно на: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/automotive/in-dash-night-vision-system3.htm>]
- [24] BMW Night Vision – Google Images,
[доступно на: <http://blogs.unimelb.edu.au/sciencecommunication/2012/10/28/night-vision-devices-soon-to-be-found-on-most-cars/>]
- [25] Amir Beširević, Mirza Mekić, Marijo Briševac, Sistemi za detekciju vozila, djelimičnu kontrolu vozila i podršku vozaču,
[доступно на: <http://www.scribd.com/doc/78049594/Sistemi-Za-Detekciju-Vozila-Djelimicnu-Kontrolu-Vozila-i-Podrsku-Vozacu>]
- [26] BMW Night Vision, [доступно на: <http://www.carsvelocity.com/wp-content/uploads/2011/08/BMW-Night-Vision-1.jpg>]

- [27] BMW 7 Series, Light Systems: adaptive vertical beam control, variable light distribution, cornering light, adaptive headlights,
[доступно на: <https://www.press.bmwgroup.com/global/photoDetail.html?title=bmw-7-series-light-systems-adaptive-vertical-beam-control-variable-light-distribution-cornering-light&docNo=P0051332>]
- [28] Goran Aničić, AFL- adaptivna svetla na novoj Astri,
[доступно на: <http://www.personalmag.rs/blog/afl-adaptivna-svetla-na-novoj-astri/>]
- [29] I-car, ADVANCED FRONT LIGHTING SYSTEM,
[доступно на: http://www.i-car.com/html_pages/technical_information/advantage/advantage_online_archives/2003/061603.shtml]
- [30] Статистички извештај о стању безбедности саобраћаја у Републици Србији у 2012. години,
[доступно на: <http://www.abs.gov.rs/doc/Statisticki%20izvestaj%20o%20stanju%20BS%20u%20RS%20za%202012.pdf>]
- [31] Research Project Emergency Stop Assistant by BMW ConnectedDrive,
[доступно на: www.press.bmwgroup.com/global/photoDetail.html?jsessionid=cqYDSn6Gp7pxN2Vhgv7pNRvSf5MFfyk257FdL4tGJNSbNnNfBvFP!1738358134?title=research-project-emergency-stop-assistant-by-bmw-connecteddrive-10-2010&docNo=P90064026]
- [32] Linda Trego, Automotive, [доступно на: <http://articles.sae.org/4545/>]
- [33] Kerry Malone, Summary, [доступно на: <http://www.eimpact.eu/results.html>]
- [34] The Audi Q7: Assistance Systems,
[доступно на: <http://www.audiworld.com/articles/the-audi-q7-assistance-systems>]
- [35] B92, Sistemi za pomoc pri parkiranju,
[доступно на: http://www.b92.net/automobili/aktuelno.php?yyyy=2013&mm=10&nav_id=766428]
- [36] Bosch, Sistemi-za-pomoc-pri-parkiranju,
[доступно на: <http://www.automagazin.rs/vesti/1/13983/kompaktni-bosch-sistemi-za-pomoc-pri-parkiranju>]
- [37] Robert Bosch GmbH, Automotive Electronics, Parking made easy,
[доступно на: http://www.boschautomotivetechnology.us/media/db_application/downloads/pdf/comfort_1/en_5/einparkenleichtgemachtparkassistenzenzsystemevonbosch.pdf]