

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Моторна возила 1

Број индекса: 17/2008

Мирослав М. Милосављевић

**Системи који побољшавају стабилност возила
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Јованка Лукић, проф. - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да

Опише и анализира:

захтеве које елементи стабилизације точкова треба да задовоље,
карактеристична конструктивна решења,
трендове развоја (материјали, структура,...)

Препоручена литература:

- [1] Стефановић А.: Друмска возила - основи конструкције -Центар за моторе и моторна возила Машинског факултета у Нишу и Центар за безбедност Машинског факултета у Крагујевцу, 2010.
- [2] Иван Филиповић : Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли Тузла, 2006
- [3] Тодоровић Ј,... Конструкција и прорачун моторних возила, Машински факултет, Београд

Крагујевац, 12.09.2013.

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Резиме:

У овом завршном раду описани су и анализирани системи који побољшавају стабилност возила. У овом раду представљени су захтеви које елементи стабилизације возила морају да задовоље као и карактеристична решења које се примењују у савременим путничким аутомобилима. Приказане су тенденције развоја елемената за стабилизацију возила.

Кључне речи:

Стабилизација возила, систем за стабилизацију, кочнице, ослањање

Abstract:

This paper describes and analyzes the systems that improve stability in motor vehicles, as well as their operation. This study shows the requirements elements stabilizing a vehicle need to meet as well as the typical solutions that are used in modern day passenger cars. Trends in the development of elements used to stabilize vehicles are shown.

Key words:

Vehicle stability, stability systems, breaks, suspension

Садржај:

1. Уводна разматрања	6
2. Нарушавање процеса стабилности.....	7
2.1. Силе које делују на возило.....	7
2.1.1. Силе отпора при кретању возила.....	7
2.1.2. Динамичке реакције тла.....	8
2.2. Стабилност.....	9
2.3. Подужна стабилност	10
2.3.1. Превртање око задње осовине	10
2.3.2. Превртање возила око предње осовине	11
2.4. Попречна стабилност возила	11
2.4.1. Кретање возила на путу са попречним нагибом	12
2.4.2. Превртање возила на путу са попречним нагибом	12
2.4.3. Проклизавање возила на путу са попречним нагибом	13
2.4.4. Кретање возила на равном хоризонталном путу у кривини	14
2.4.5. Превртање возила на равном хоризонталном путу у кривини	14
2.4.6. Проклизавање возила на равном хоризонталном путу у кривини	14
2.4.7. Стабилност возила на бочни ветар	14
2.5. Подуправљање и Надуправљање	16
2.5.1. Надуправљање	16
2.5.2. Подуправљање	17

2.6. Захтеви које системи за стабилизацију морају да задовоље.....	18
3. Карактеристична конструктивна решења	19
3.1. Систем против блокирања точкова (Anti-lock Braking System) – ABS	20
3.1.1. Управљивост и зауставни пут возила	23
3.1.2. Саставни елементи ABS-а	26
3.2. Систем против проклизавања – ASR	29
3.3. Електронска регулација диференцијала (Limited-slip differential LSD)	31
3.4. Системи ослањања	33
4. Трендови развоја	45
5. Закључна разматрања	48
6. Литература	49

1. Уводна разматрања:

У последњих двадесетак година, густина саобраћаја а и уопште број аутомобила на путевима се драстично повећао, више него удвостручио. Упркос овој чињеници, број саобраћајних несрећа се није повећао, захваљујући развоју саобраћајне инфраструктуре, увођењу ригорознијих закона о безбедности саобраћаја, побољшањем пасивне, као и активне безбедности.^[1] Поред елемената као што су сигурносни појасеви, ваздушни јастуци и слично, развијен је и систем који је задужен за стабилност возила у одређеним ситуацијама, односно ESP (Electronic Stability Program).

Губитак контроле над возилом је чест узрок саобраћајних незгода. Када се због неког разлога превазиђу границе стабилности једног возила, возило губи контролу и почиње неконтролисано бочно да се креће или окреће око своје вертикалне осе. У таквим ситуацијама возачу је тешко да поврати управљивост возила, а често могу да реагују чак и супротно од онога што би им помогло да поврате управљивост – тада може доћи до лаких или тежих саобраћајних незгода. У том случају ESP је тај који уместо возача одржава возило на планираној путањи. Један од основних разлога постојања ESP система јесте превентивно спречавање заокретања возила у одређеним условима вожње, односно одржавање стабилности возила у свим критичним ситуацијама. Као и већина других електронских система на возилу, тако и ESP систем служи да исправи грешке возача. ESP систем спада у активну безбедност, па се он сматра једнако корисним као и појас за везивање или ваздушни јастук у возилу.^[2]

2. Нарушавање процеса стабилности:

У овом делу најпре биће изложене кратке осврте на следеће појмове која су од значаја за овај завршни рад: силе које делују на возило, стабилност (попречна и подужна), подуправљање и надуправљање, превртање, проклизавање и утицај силе бочног ветра.

2.1. Силе које делују на возило

У овом делу су представљане силе које делују на возило која су од значаја за овај рад.

2.1.1 Силе отпора при кретању возила

У најопштијем случају силе отпора које дејствују на возило у кретању могу се поделити на унутрашње и спољашње силе отпора. Под унутрашњим силама отпора подразумевају се све силе које дејствују при преносу снаге од мотора до точка, како инерционе тако и силе трења елемената трансмисије. Стога се ове силе отпора и зову унутрашњим силама^[3]. Спољашње силе отпора се могу поделити на:

- Силе отпора при кретању возила из места
- Силе отпора при стационарном и нестационарном кретању

Силе отпора при кретању возила из места

Силе отпора при кретању возила из стања мировања (покретање возила из места) зависе од стања коловоза, пнеуматика и масе возила, а потичу од пластичних и еластичних деформација подлоге, еластичних деформација точкова и инерционих сила као силе отпора убрзању. У принципу ове силе се не узимају при прорачуну укупних сила као отпори кретању, с обзиром с обзиром дасу оне знатне само на поласку возила из места, док су на вишим брзинама, остале силе, као на пример силе отпора ветра, увек далеко више. Силе и моменти отпора покретању возила из места су посебно важни код прорачуна спојнице, поготову код теретних и вучних возила^[3].

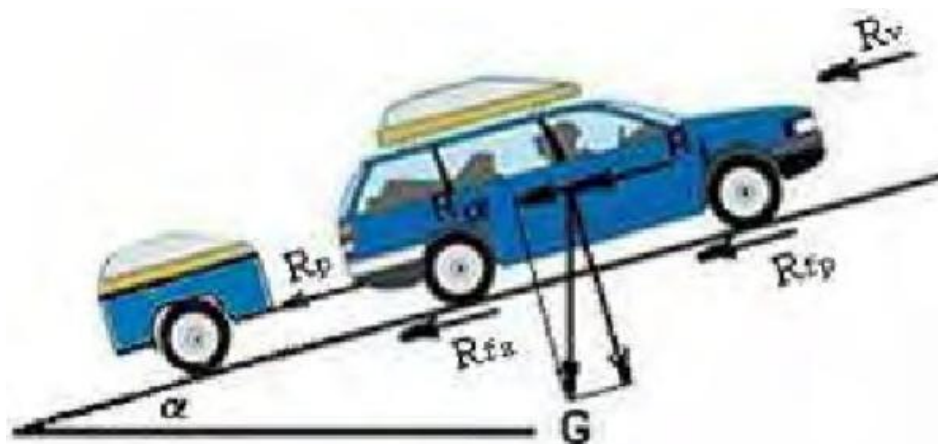
Спољашње силе отпора при кретању возила

Кретању возила устаљеном брзином супротстављају се следеће силе (слика 1):

- силе отпора при котрљању R_f
- силе отпора ваздуха R_v
- силе отпора при успону R_α
- сила отпора вуче приколице R_p

Међутим при кретању нестационарном брзином, горе наведеним силама прикључује се и

- Сила инерције R_i



Слика 1 Силе отпора која дејствују на возило приликом кретања^[3]

2.1.2. Динамичке реакције тла

Приликом кретања возила, на тачкове истог, дејствују силе реакције тла, које своје дејство, већ зависно од тога да ли је кретање праволинијско или по некој криволинијској путањи, испољавају у сва три правца^[3]:

- хоризонталне или тангенцијалне силе на месту контакта са подлогом X_i
- вертикалне Z_i
- бочне Y_i

Наведене силе настају као реакције тла на дејство сила које настају од стране возила:

- тежина возила G
- вучна сила на тачку F_0 , настала као последица вучног обртног момента

$$F_0 = \frac{Tt}{rd} \quad (2.1)$$

- Обртни момент мотора T_M , који се од замјца мотора до тачкова преноси увећан за преносне односе i менјачу (i_m), редуктору (i_r) (уколико га возило има), главном погонском mostу (i_{pm}) и бочним редукторима (i_{br}) (уколико га возило има) и редукован за stepen korisnosti transmisije (η_T) на тачковима износи

$$T_t = T_M * i_m * i_r * i_{pm} * i_{br} * \eta_T \quad (2.2)$$

- Спољашње силе које дејствују на возило:
 - отпора котрљању R_f
 - силе отпора ваздуха R_v
 - силе отпора при успону R_α
 - сила отпора вуче приколице R_p
 - унерционе силе R_i

Од горе наведених сила, сила отпора котрљању дејствује у равни тла, тако да нема посебног утицаја на оптерећење осовина^[3].

Силе и моменти који дејствују на возило су:

$$\text{Хоризонталне силе} \quad F_0 = R_{f1} + R_{f2} + R_v + R_i + G \sin \alpha + R_p \quad (2.3)$$

$$\text{Вертикалне силе} \quad G * \cos \alpha = Z_1 + Z_2 \quad (2.4)$$

тако да су укупне динамичке реакције тла на тачкове вучног возила:

$$\text{На предњој осовини} \quad Z_1 = \frac{G * l_z * \cos \alpha - G * h_t * \sin \alpha - R_i * h_t - R_v * h_v - R_p * h_p}{l} \quad (2.5)$$

$$\text{На задњој осовини} \quad Z_2 = \frac{G * l_p * \cos \alpha + G * h_t * \sin \alpha + R_i * h_t + R_v * h_v + R_p * h_p}{l} \quad (2.6)$$

2.2. Стабилност

Стабилност возила представља једну од експлоатационих карактеристика возила која показује његову способност да се у различитим условима креће без опасности да се занесе (проклизи) или преврне. Стабилност возила зависи од:

а) Конструктивних карактеристика возила:

- Висина тежишта
- Размак осовина и тачкова
- Систем ослањања...

б) Својства пнеуматика и

ц) Карактеристике подлоге.

Стабилност возила се може посматрати у подужној и у попречној равни.

Нарушавање стабилности возила у неким условима кретања могуће је како у попречном тако и у подужном правцу. Губитак попречне стабилности изражава се у

облику бочног заносења или бочног превртања, а нарушавање подужне стабилности у уздужном превртању око осе задњих или предњих точкова.^[3]

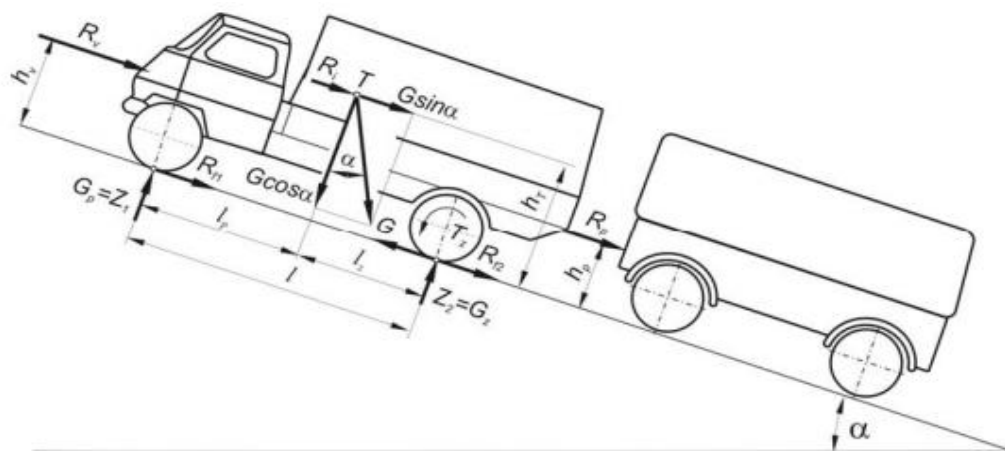
2.3. Подужна стабилност

Под подужном стабилношћу подразумева се способност кретања возила без превртања око предње или задње осовине, али и без проклизавања и клизања на успону.^[3]

2.3.1 Превртање око задње осовине

Овакав случај превртања савремених друмских возила је више теоријског карактера, с обзиром да су услови, које треба да испуни да се не би преврнуло око задње осовине, скоро увек задовољени. Теоријски гледано, превртање око задње осовине ће наступити када се испуни услов да се предња осовина потпуно растерети (слика 2), односно да је:

$$Z_1 \leq 0 \quad (2.7)$$

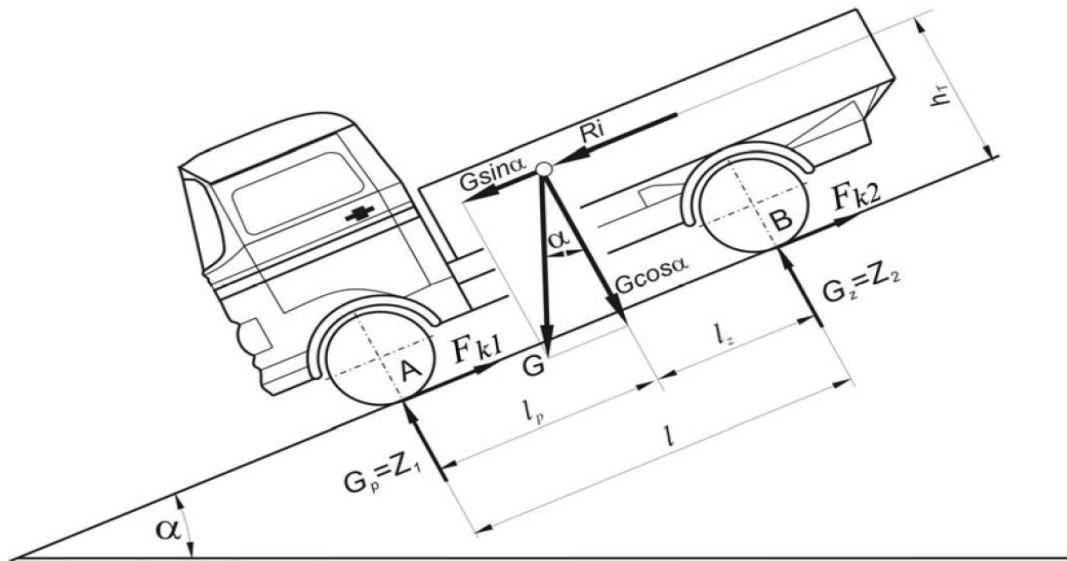


Слика 2 Силе које делују на возило при кретању на узбрдици^[3]

Односно превртање око задње осовине би наступило за случај да висина тежишта буде виша или бар једнака растојању тежишта до задње осовине, што је код возила практично немогуће. Међутим, у пракси је забележено доста примера превртања трактора око задње осовине у више различитих прилика, углавном код трактора код којих је прикључена приколица на висини већој од висине задње осовине од тла или чак од висине тежишта.^[3]

2.3.2 Превртање возила око предње осовине

Разматрање оваквог случаја нестабилности возила има смисла само када се возило креће низбрдицом (слика 3) и да је возач из неких разлога приморан да интензивно кочи. У таквим случајевима сила инерције, због мењања смера, растерећује задњу осовину а оптерећује предњу^[3].



Слика 3 Силе које делују на возило при кретању на низбрдици^[3]

С обзиром да је $l_p > h_j$, а такође ни коефицијент трења (пријањања) никада не може да буде 1, практично превртање око предње осовине има само теоријски карактер.

2.4. Попречна стабилност возила

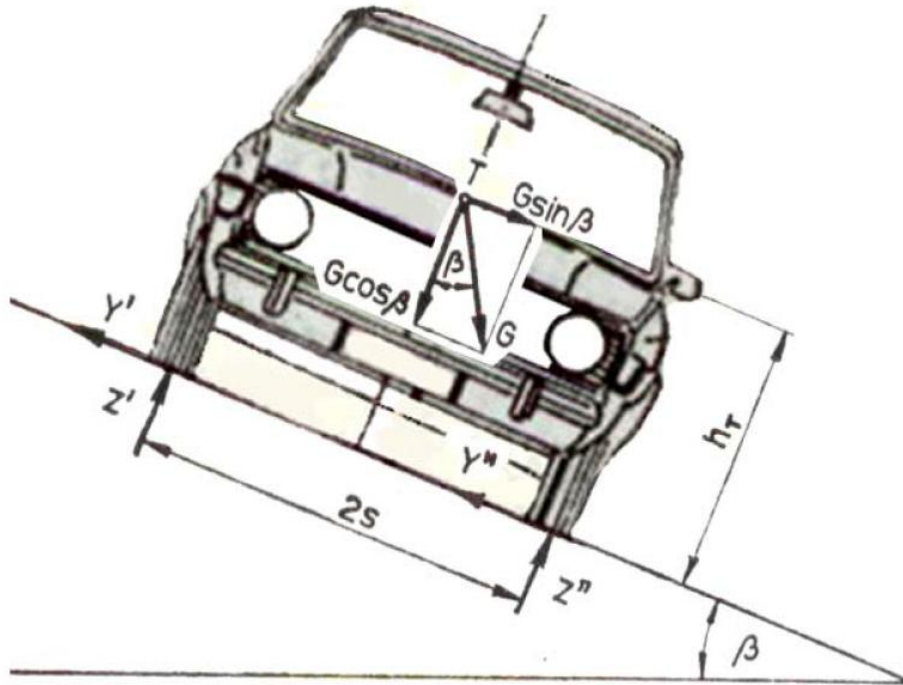
Провера попречне стабилности је много потребнија, јер је често безбедност саобраћаја угрожена због попречног исклизавања или превртања возила. У случају попречне (бочне) стабилности, може да се говори о превртању преко точка леве или десне стране или проклизавњу у страну. Када се говори о попречној стабилности возила, у суштини се ради о стабилности са аспекта кретања у два случаја:

- кретање возила на путу са попречним нагибом
- кретање возила на равном хоризонталном путу у кривини

У једном и у другом случају возило може да буде нестабилно са аспекта попречног проклизавања или бочног (попречног) превртања.^[3]

2.4.1 Кретање возила на путу са попречним нагибом

У овом случају сила која изазива нестабилност возила са аспекта превртања или проклизавања низ страну, једнака је компоненти тежине $G \cdot \sin \beta$ са слике 4^[3].

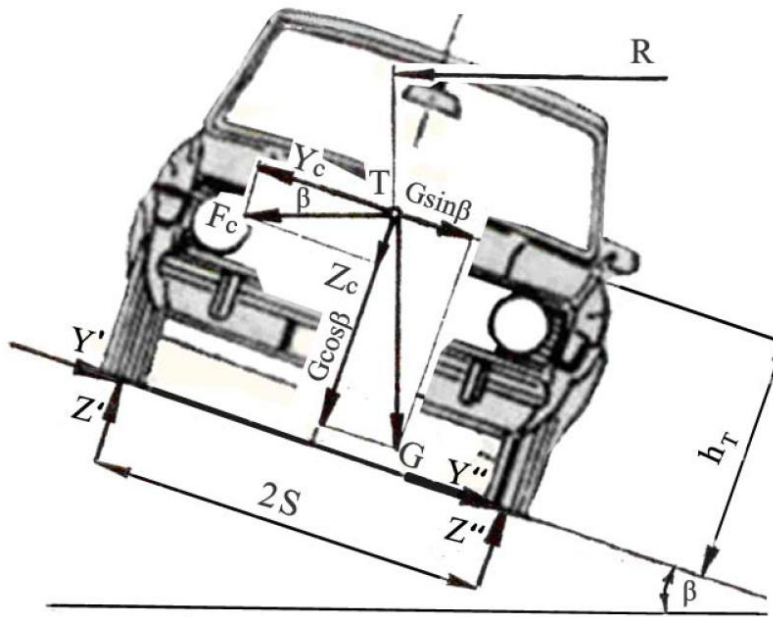


Слика 4 Силе на попречно нагнутом возило^[3]

2.4.2 Превртање возила на путу са попречним нагибом

Превртање возила према слици 5 наступа када се леви точкови потпуно растерете, односно када је реакција тла на леве точкове једнака нули ($Z_1 = 0$).

Углавном су стабилнија шира возила од оних код којих је „траг точкова" узак. Исто тако следи и чињеница, да превртње не би наступило ни под бочним нагибом од 45° ($\tan \beta p = 1$) да је неопходно да висина тежишта буде мања од половине „трага" точкова^[3].



Слика 5 Дејство статичких и динамичких сила на возило у кривини^[3]

2.4.3 Проклизавање возила на путу са попречним нагибом

Да би клизање могло да наступи, потребно је да сила атхезије између тла и точкова буде мања од компоненте силе тежине $G \cdot \sin \beta$, односно када је:

$$\tan \beta k \geq \mu \quad (2.8)$$

Да би проклизавање наступило пре превртања, требало би да је задовољен услова да је:

$$\mu \leq \frac{s}{ht} \quad (2.9)$$

Практична испитивања су показала да се погонски и гоњени точкови возила налазе у различитим условима. Код теретних возила увек је задња осовина погонска, осим код светочкаша, те стога она (погонска осовина) увек претходно пре проклиза од предње осовине. Ово стога што погонски точкови већ користе један део атхезионе силе као тангенцијалну реакцију тла, те је остатак, који би се супротставио сили која вуче возило низ страну знатно мањи^[3].

2.4.4. Кретање возила на равном хоризонталном путу у кривини

Приликом кретања возила на равном путу, у кривини, јављају се центрифугална сила „ F_c “, која својом компонентом Y_c , са дејством из тежишта возила, има тенденцију да растерећује тачкове који су на унутрашњој страни кривине, односно за исту вредност оптерећују „спољне“ тачкове. И у оваквом случају може да се говори о нестабилности возила са аспекта превртања и са аспекта проклизавања у кривини^[3].

2.4.5 Превртање возила на равном хоризонталном путу у кривини

Величина центрифугалне силе сразмерна је маси возила и квадрату брзине, а обрнуто пропорционална полупречнику кривине, дакле:

$$\frac{G * v^2}{g * R} \quad (2.10)$$

За случај превртања потребно је да унутрашњи тачкови буду потпуно растерећени, то јест да је $Z'' \leq 0$. Такође, са повећањем угла нагиба коловоза, повећава се и брзина стабилног кретања возила^[3].

2.4.6 Проклизавање возила на равном хоризонталном путу у кривини

Проклизавање на равном хоризонталном коловозу критичнији је случај од случаја када је коловоз са нагибом. Да би дошло до проклизавања тачкова, потребно је да збир хоризонталних реакција тла $Y' + Y''$ буде већи од адхезионе силе на коловоз. На хоризонталном путу ($\beta = 0$), клизање настаје већ када је:

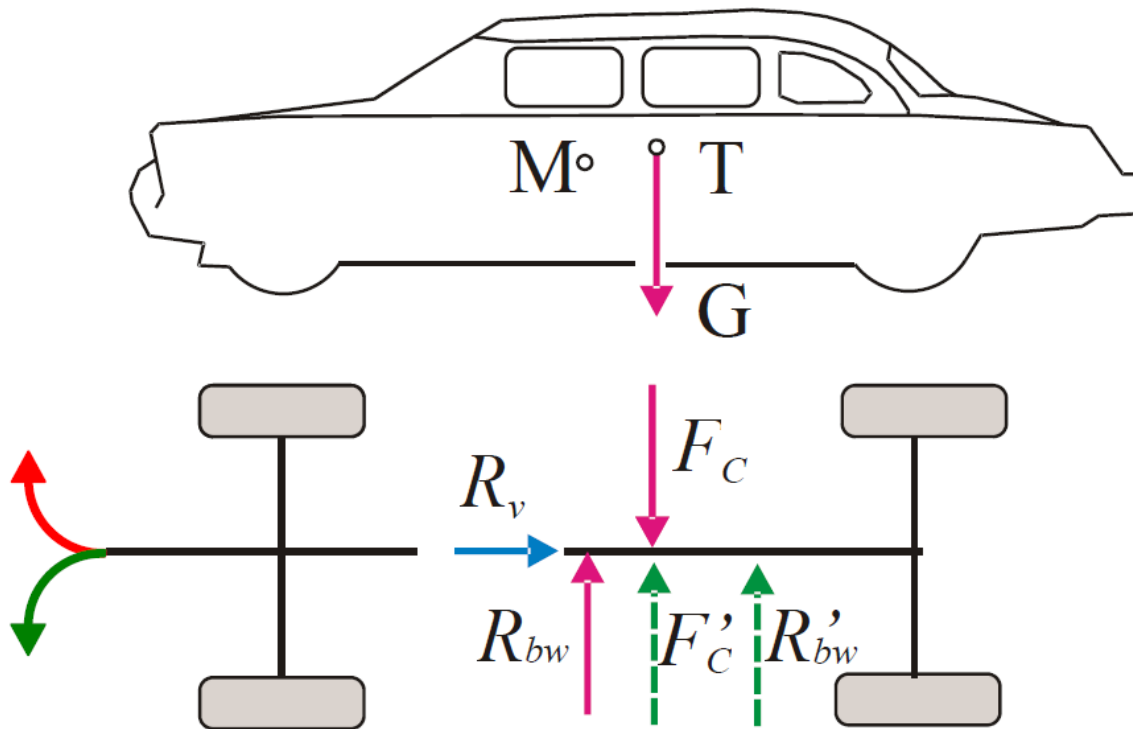
$$V_k \geq \sqrt{\mu * g * R} \quad (2.11)$$

Из овога можемо да изведемо закључак да ће проклизавање на коловозу без нагиба да наступи пре клизања или обрнуто. У сваком случају мања брзина кретања сматра се критичном^[3].

2.4.7. Стабилност возила на бочни ветар

Када се говори о стабилности возила на бочни ветар, мисли се пре свега на лака, путничка возила. Наиме чињеница је да подужни облик возила и величина бочне површине има битног утицаја на способност возила да задржи правац кретања под

утицајем бочног ветра R_{bw} . Већ је речено да сила ветра (чеоног - R_v и бочног - R_{bw}) дејствују у метацентрима својих површина "M", чији се положај одређује искључиво на основу облика површине на коју ветар дејствује, тако да може да буде изнад или испод тежишта "T" (при чеоном ветру) или испред односно иза тежишта, при дејству бочног ветра^[3].



Слика 6 Шема сила при дејству бочног ветра на возило^[3]

Дејство бочне силе R_{bw} на возило условљава његово скретање са правца и то тако, да када је метацентар површине на којој делује бочна сила испред тежишта возила (слика 6), исто почиње скретање у правцу дејства ветра. Ово скретање проузрокује центрифугалну силу F_c , која дејствује у тежишту возила и притом, са силом ветра, образује момент, који још више увећава тенденцију скретања са правца.

Насупрот томе, када је метацентар бочне површине иза тежишта возила, дејством бочног ветра R_{bw} , возило почиње скретање супротно од смера дејства ветра. У овом случају центрифугална сила F_c , која је изазвана скретањем и сила бочног ветра R_{bw} , дејствују у истом смеру, стварајући збир сила, који сада тежи да смањи скретање возила са смера кретања.

Следи закључак, да мању тенденцију скретања са правца под дејством бочног ветра имају возила чија је бочна површина иза тежишта већа од површине испред, односно када је положај тежишта ближи предњој осовини него задњој^[3].

2.5. Подуправљање и надуправљање

2.5.1. Надуправљање

Надуправљање је стање у којем задњи крај возила није под контролом. Овакво стање возила није честа појава, далеко чешће наилазимо на подуправљање возила. Надуправљање је карактеристично за возила са погоном на задњим точковима.

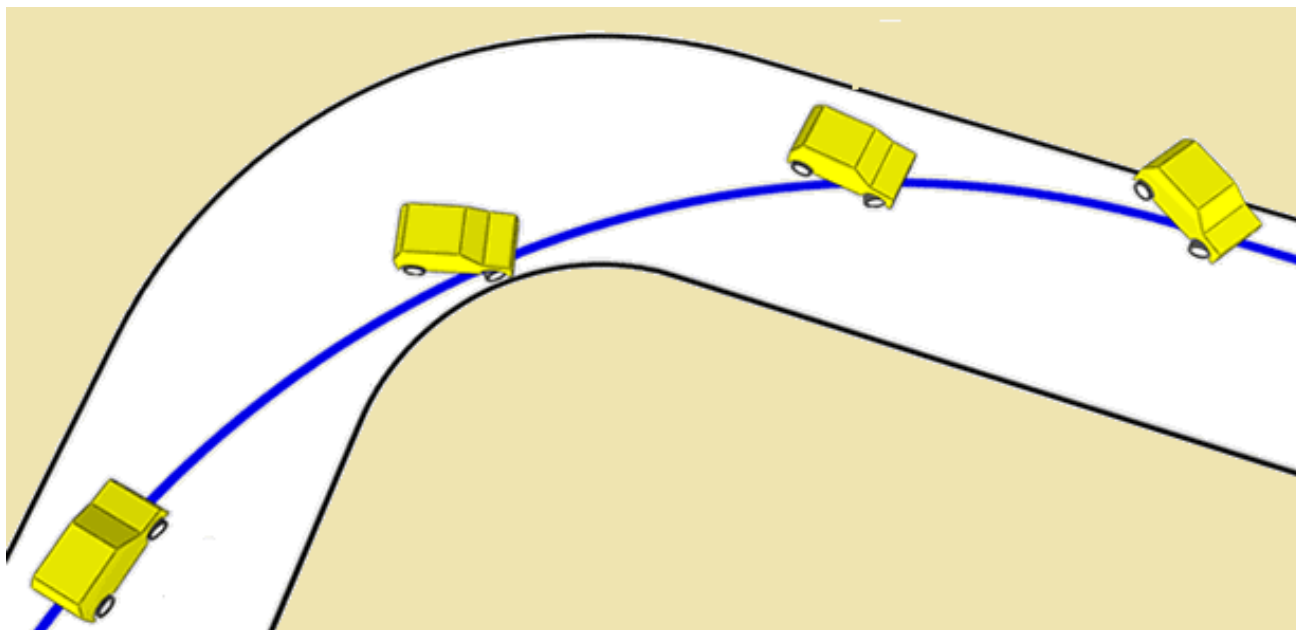
Надуправљање је резултат постизања максималних сила пријањања (трење/адхезијске силе између пнеуматика и подлоге) које могу остварити задњи пнеуматици (слика 7). Постоји много узрока надуправљања возила. Делимо их на активне (настају управљањем) и пасивне (постоје као резултат одређених карактеристика возила) узроке.^[4]

Активни узроци надуправљања су:

- Промена положаја тежишта возила (пребрз улазак у кривину)
- Дозирање убрзања (нагла убрзања у кривини, прерано или агресивно дозирање довод горива мотору - односи се углавном на возила са задњим погонским точковима)
- Кочење (унутар или током савладавања кривина)
- Управљање (погрешни покрети управљачем)
- Престанак дозирања горива мотору у кривини

Пасивни узроци преуправљања су:

- Расподела тежине (било какав облик неравнотеже возила)
- Вешање и шасија возила
- Тип , материјал и притисак пнеуматика
- Подешавања мотора / возила



Слика 7 Надуправљање^[4]

2.5.2. Подуправљање

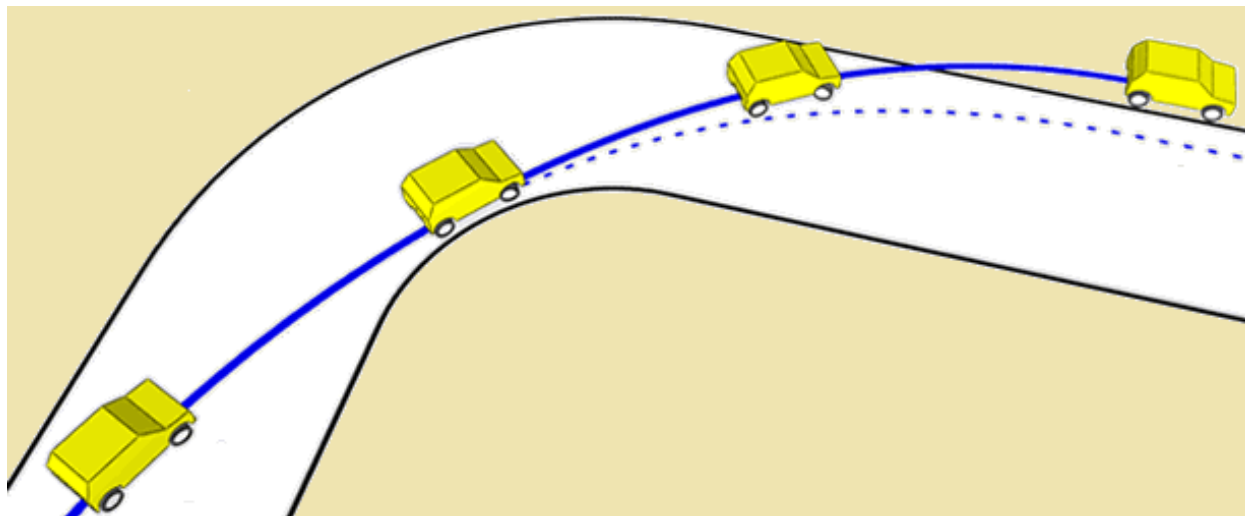
Подуправљање, за разлику од надуправљања, резултира проклизавањем предњих точкова аутомобила. Приликом подуправљања возилом (слика 8) потребан је шири лук како би се савладала кривина, а постоји и велика опасност од излетања из кривине. Ипак, подуправљање се сматра "стабилним" стањем возила, за разлику од заносу задњег дела возила.^[5]

Најчешћи узроци подуправљања су убрзање или кочење унутар кривине, пребрз улазак у кривину, те лошији услови приањања (мокар, залеђен и уопштено клизав коловоз). Слично као и код надуправљања, и код подуправљања возилом постоје активни и пасивни узроци подуправљања. Активни узроци су резултат управљања возилом, док су пасивни резултат својстава и конфигурације возила. Активни узроци подуправљања^[5]:

- Убрзање и кочење у кривини
- Нагли покрети управљачем
- Промена тежишта аутомобиле
- Брзина уласка у кривину

Пасивни узроци подуправљања :

- Врста и притисак пнеуматика
- Расподела тежине возила (неравнотежа)
- Подешавања вешања
- Подешавања возила



Слика 8 Подуправљање^[5]

2.6. Захтеви које системи за стабилизацију морају да задовоље:

Моторна возила своје кретање остварују на путевима врло сложене конфигурације, крећу се праволинијским и криволинијским путањама, са различитим кривинама и нагибима, односно успонима и падовима. Режим кретања моторних возила условљен је интезитетом саобраћаја, прописима и читавим низом других фактора, а обавља се под дејством спољашњих сила од којих се једне мењају по жељи возача, а друге су случајног карактера.

Све радње које предузима возач у циљу обезбеђивања жељених карактеристика кретања називају се процесом управљања возилом. Уређаји помоћу којих возач остварује процес управљања возилом називају се уређаји за управљање возилом. Спољне силе које возач може да мења посредством уређаја за управљање возилом називају се силе управљања. Ове силе су ограничене по величини (нпр. вучна сила је ограничена карактером погонског агрегата и преносног система снаге са једне стране, а са друге

приањањем). Осим сила управљања, на возило при његовом кретању делују и спољашње силе случајног карактера.^[6]

Промена кретања возила под дејством случајних спољашњих сила назива се поремећајем, а спољашње силе које изазивају поремећај - поремећајним - побудним силама. По правилу увек постоји нека разлика између жељених и стварних карактеристика кретања. Делујући на уређаје за управљање возач може утицати на промену кретања возила само у хоризонталној равни. Вертикална померања, као и промена граничних углова успона или пада су неуправљиви и зависе од других чинилаца.

Поремећај кретања возила може се појавити при одређеним условима његовог узајамног деловања са површином пута (неравнине пута, различите тангентне реакције на појединим точковима и одговарајуће силе спајања, уздужни и попречни нагиб пута итд.). А такође и услед деловања инерцијалних и аеродинамичких утицаја, тј. појавом спољашње поремећајне силе. Код неких возила, у одређеним условима кретања, при дејству поремећајних сила поремећено кретање у току времена се врло мало разликује од непоремећеног. За такав случај кретања се каже да је стабилно, а у случају када разлика између поремећеног и непоремећеног кретања у току времена расте - тада се каже да је кретање нестабилно.

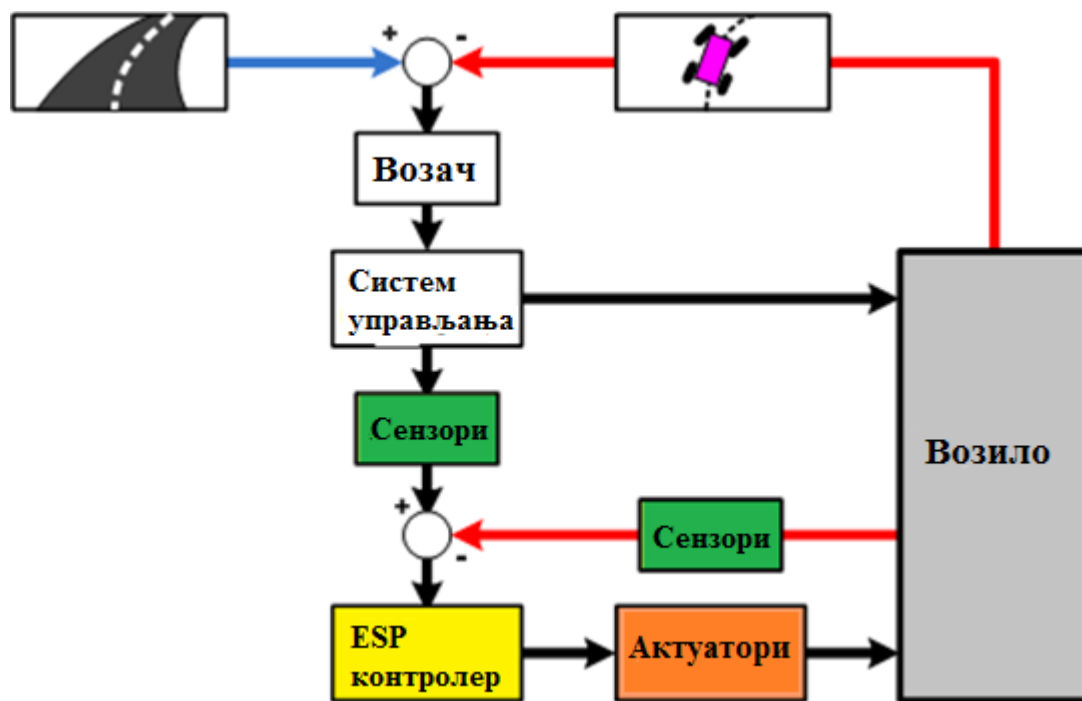
3 Карактеристична конструктивна решења

Активни системи безбедности смањују могућност саобраћајних незгода и побољшавају општу сигурност вожње; основни елементи су: Систем против блокирања точкова **Anti-Block Sistem (ABS)**, систем за регулацију проклизавања погонских точкова **Anti-Slip Regulation (ASR)**, тј. систем за спречавање блокирања точкова при интензивном кочењу, систем за регулацију динамике вожње **Electronic Stability Program (ESP)**, електронска регулација диференцијала, тј. преноса снаге на погонске точкове **Limited-Slip Differential (LSD)** и систем еластичног ослањања.^[7]

Возач губи контролу над возилом када возило иде у правцу супротно од оног који положај волана указује. ESP систем надгледа факторе као што су угао закретања волана, брзину заокрета и попречно убрзање возила да би одредио понашање возила. Када ESP систем открије да се понашање возила разликује од намере возача и жељене путање, систем се активира да би одржао возило на путањи. Ова технологија помаже при спречавању бочног заносења и код губитака контроле која могу довести до превртања.

Систем за регулацију динамике вожње ESP (слика 9) побољшава стабилност возила у критичним ситуацијама независно од тога да ли се делује на педалу за гас (ASR) или на кочницу (ABS), или су обе педале слободне. Овај систем, индивидуалним кочењем

појединих точкова и подешавањем рада мотора, стабилизује возило у критичним ситуацијама (нагли заокрети, у оштрим кривинама када се превише или премало окрене управљач, поготово на клизавом коловозу). За разлику од ABS и ASR, којима се регулише првенствено уздужна динамика возила, са ESP системом додатно се регулише стабилност возила у односу на његову вертикалну осу. ESP систем регулише жиро-момент који тежи да возило обрне око своје вертикалне осе.^[8]



Слика 9 Блок шема ESP^[7]

ESP систем надгледа факторе као што су угао закретања волана, брзину заокрета и попречно убрзање возила да би одредио понашање возила. Када ESP систем открије да се понашање возила разликује од намере возача и жељене путање, систем се активира да би одржао возило на путањи. Ако је премало окренут управљач у кривини, предњи део возила наставља право и не прати кривину, потребно је закочити више задњи унутрашњи точак. Ако је превише окренут управљач у кривини, задњи део возила се заноси ка спољној страни кривине, зато је потребно закочити више предњи спољни точак.^[8]

3.1. Систем против блокирања точкова (Anti-lock Braking System) – ABS

Године 1928. Немац Karl Wessels конструисао је први регулатор кочне силе у сврху спречавања блокирања код кочења, којег 1936. разрађује Robert Bosch. Први ефикасан уређај за спречавање блокирања точкова конструисао је немачки инжењер Fritz Ostwald.

Почетком 1940. пријавио је патент ‘пнеуматско-електричног регулатора кочења’, код којег се кочни притисак регулише помоћу електромагнетског вентила. Прво оперативно кориштење догодило се 1950. у борбеном ваздухоплову. До серијске је уградње у аутомобил прошло још 28 година – први ABS уређај фирме Bosch серијски се почео уграђивати почетком 1978 у Мерцедес 450 SE (слика 10), а неколико месеци касније и у BMW 745i. ABS је сигурно најкориснији и најважнији део (додатне) опреме аутомобила. Његовом уградњом знатно се побољшавају возна својства, могућности кочног система и сигурност вожње.^[9]



Слика 10 Проценат уградње ABS-а у нова возила^[10]

Дакле Anti-lock Braking System или скраћено ABS, у преводу значи – систем против блокирања кочница. Ради се о електронском систему који уз помоћ сензора прати шта се дешава са контактом пнеуматик-подлога и сходно томе да ли долази до појаве услова за блокирање кочница, контролише и управља њиховим радом и понашањем. Ако су точкови блокирани окретање волана је без резултата и возач губи контролу над возилом. Дакле, коначни циљ је задржавање жељеног правца кретања приликом кочења и безбедно заустављање возила.^[11]

Непосредно пред теденцију точка ка блокирању на одговарајући електромагнетни вентил делује се ограниченом струјом што проузрокује удаљавање магнетног клипа толико да је пролаз за поврат уља затворен. При томе се притисак кочења држи константним. У случају да се брзина одређеног точка и даље смањује, на одговарајући електромагнетни вентил се делује јачом струјом и на тај начин се магнетни клип тако помери да ослободи повратни канал. У истом тренутку се покреће и повратна уљна пумпа

која спроводи кочионо уље (без обзира на притисак у инсталацији) назад у кочиони круг. Тај тренутак возач осећа кроз благе вибрације на педали кочнице.^[12]

Ради бољег разумевања рада овог система узећемо у разматрање само један точак^[12].

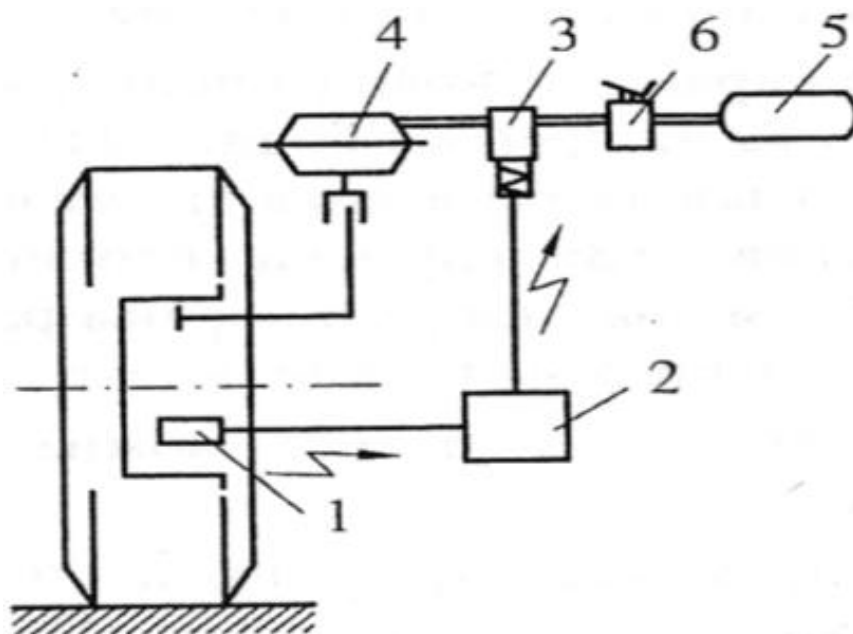
Процес кочења: У процесу кочења без тенденције ка блокирању, одговарајући електромагнетни вентил се непобуђује. Магнетни клип се под дејством опруге држи у крајњем доњем положају. Притисак у инсталацији у конкретном кочионом кругу се може неконтролисано повећавати и на тај начин смањивати брзину посматраног точка.

Фаза држања притиска: Код тенденције блокирања точка на одговарајући електромагнетни вентил управљачка јединица ABS-а делује ограниченом струјом. Тим поступком се магнетни вентил тако помери да се затвори пролаз ка кочници. Притисак у кочници се задржава на одређеном нивоу .

Фаза пада притиска: Уколико се брзина точка и даље смањује упркос томе да се притисак у инсталацији држи константним управљачка јединица делује на одговарајући електромагнетни вентил јачом струјом и на тај начин се магнетни клип постави у такав положај да ослободи повратни канал, а пад притиска обезбеђује резервоар притиска. Притисак у инсталацији пада, а брзина точка се повећава.

Фаза пораста притиска: Уколико се деси да је точак после пада притиска сувише убрзао кретање, управљачка јединица прекида напајање електромагнетног вентила и уљне пумпе. На тај начин се магнетни клип под дејством опруге поново помера у доњи положај и канал ка кочници је проходан. Притисак у инсталацији поново расте.

Ове три наведене фазе се понављају онолико пута све док се не отклони опасност од блокирања точкова. Да би боље разумели функционисање овог система принцип рада можемо видети и са следеће слике 11. На шеми се види затворено регулацијско коло, које у свом саставу има следеће основне елементе: давач броја обртаја точка - сензор (1), који даје управљачкој јединици (2) сигнал угаоне брзине, на основу чега се одређује угаоно успорење или клизање точка. На основу тога управљачка јединица управља регулационим вентилом - модулатором (3), тако да се у кочни цилиндар (4) из резервоара (5), а на основу команде саопштене кочном вентилу (6), доводи притисак, усклађен с расположивим условима кочења (приањања), на тај начин се онемогућава да се сила активирања доведе кочници, што би могло узроковати блокирање коченог точка^[12].



Слика 11 шема ABS-а^[12]

3.1.1. Управљивост и зауставни пут возила:

Блокирањем точкова при кочењу, тј. њиховим клизањем знатно се смањује коефицијент трења, посебно у попречном смеру. Због тога се продужава зауставни пут, а аутомобил постаје потпуно неуправљив.

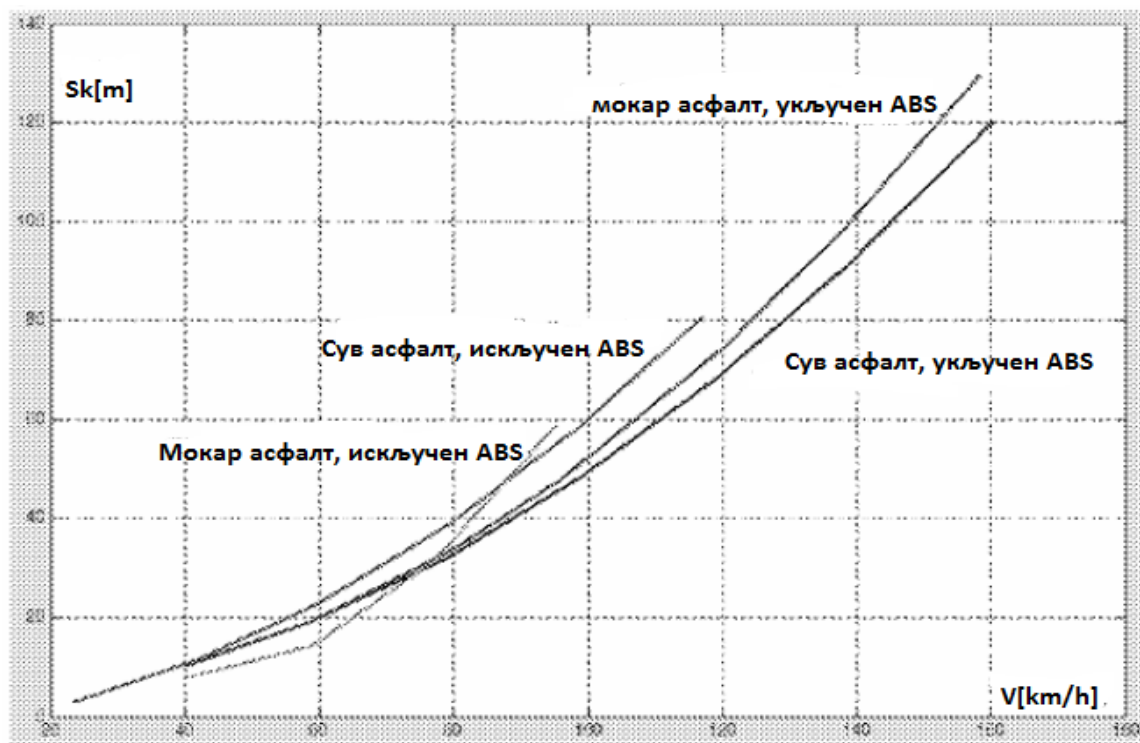
На влажном коловозу брже се достиже максимална вредност коефицијента пријањања, након чега следи клизање, односно заносење возила. До клизања точкова при кочењу долази под условом да је брзина центра точка различита од нуле, а угаона брзина једнака нули. Тада кажемо да је точак блокирао. Насупрот веровању да је примарна намена ABS-а скраћивање зауставног пута, задатак система је да обезбеди управљивост возила у критичним ситуацијама. Возило са класичним кочионим системом има особину губитка контроле управљања приликом снажног активирања кочнице које би онемогућило окретање точкова.^[12]

У тренутку блокирања точкова возило почиње да клизи по подлози, па закретање точкова нема важност, тј. не мења правац његовог кретања. При малим брзинама ова појава је у суштини занемарујућа, а проблеми се јављају приликом већих брзина где ситуација постаје критична.

Шкрипа точкова и инстинктивно окретање точка управљача с циљем да се избегне удар возила у препреку честа су увертира у саобраћајну незгоду. Треба нагласити и то да је у оваквим ситуацијама због неједнаке силе кочења на појединим точковима и

различитог коефицијента пријањања при кочењу могуће је и заносење возила што повећава могућност настајања саобраћајне незгоде. За разлику од наведеног примера, односно осврта на кочење возила без ABS-a, код ABS система сваки точак кочи независно, тј. возило је стабилно и када точкови нису на истој подлози (нпр. два на сувом, два на мокром; два на коловозу, два на банкини). Ове ситуације су веома ризичне, а то је још једна добра страна ABS-a, јер ниједан возач не може да одреагује као електроника.

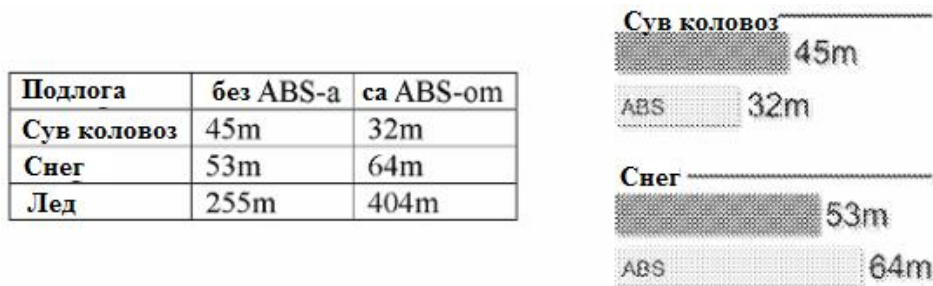
Бочна стабилност возила зависи од бочног пријањања пнеуматика на подлогу, односно од величине бочне силе која делује на возило, стања пнеуматика и пријањања између пнеуматика и тла. Бочне силе не делују на исти начин на сва четири точка, из простог разлога што они ни у једном тренутку нису једнако оптерећени. Нпр. приликом убрзавања предњи точкови се растерећују, приликом кочења су додатно оптерећени, при проласцима кроз кривине додатно се оптерећују точкови на спољашњој страни, а растерећују на унутрашњој страни кривине. Приликом вожње најчешће се појављују комбинације ових ситуација, па стога точкови возила готово никада нису једнако оптерећени. ^[12]



Слика 12 Пут кочења у функцији брзине, стања коловоза и система кочења ^[12]

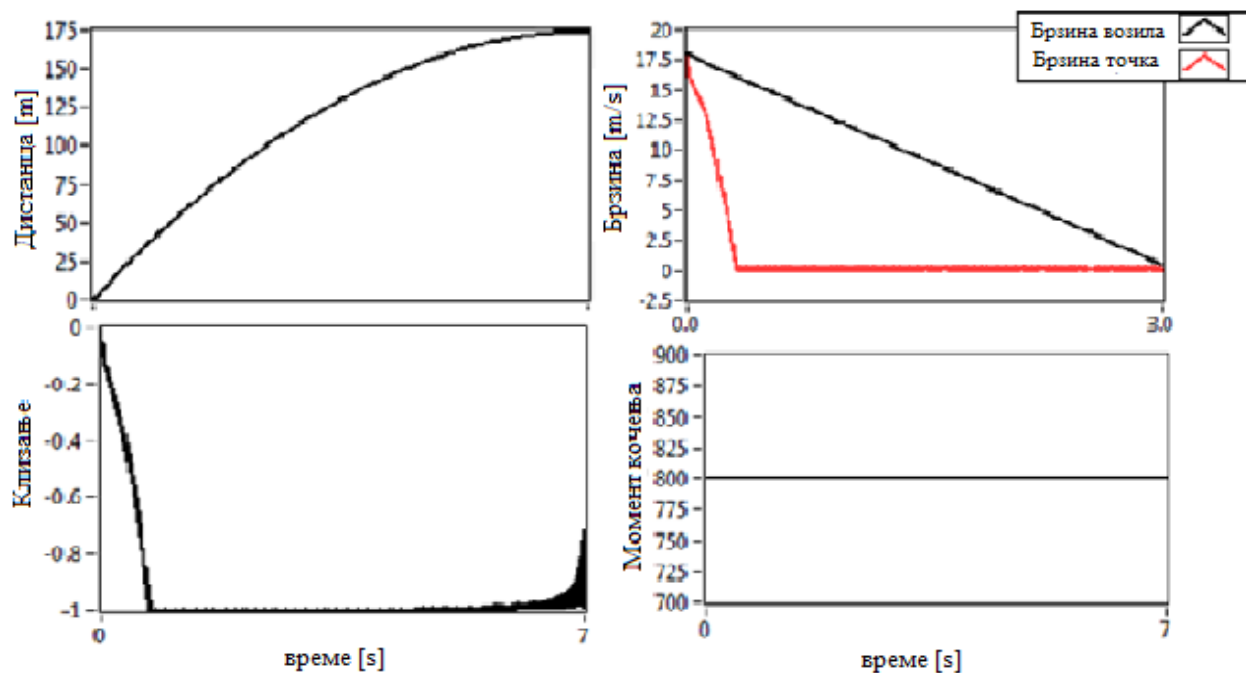
За разлику од тога уколико је подлога клизава, до блокирања долази лако па ће и успорење точкова бити мало, тј. зауставни пут ће бити дужи (слика 12). По пљуску или снегу ABS продужава зауставни пут, али ипак са највећом разликом ABS губи на леду, где

се точкови веома лако блокирају па систем много чешће дозвољава окретање точкова те се зауставни пут продужава (слика 13).



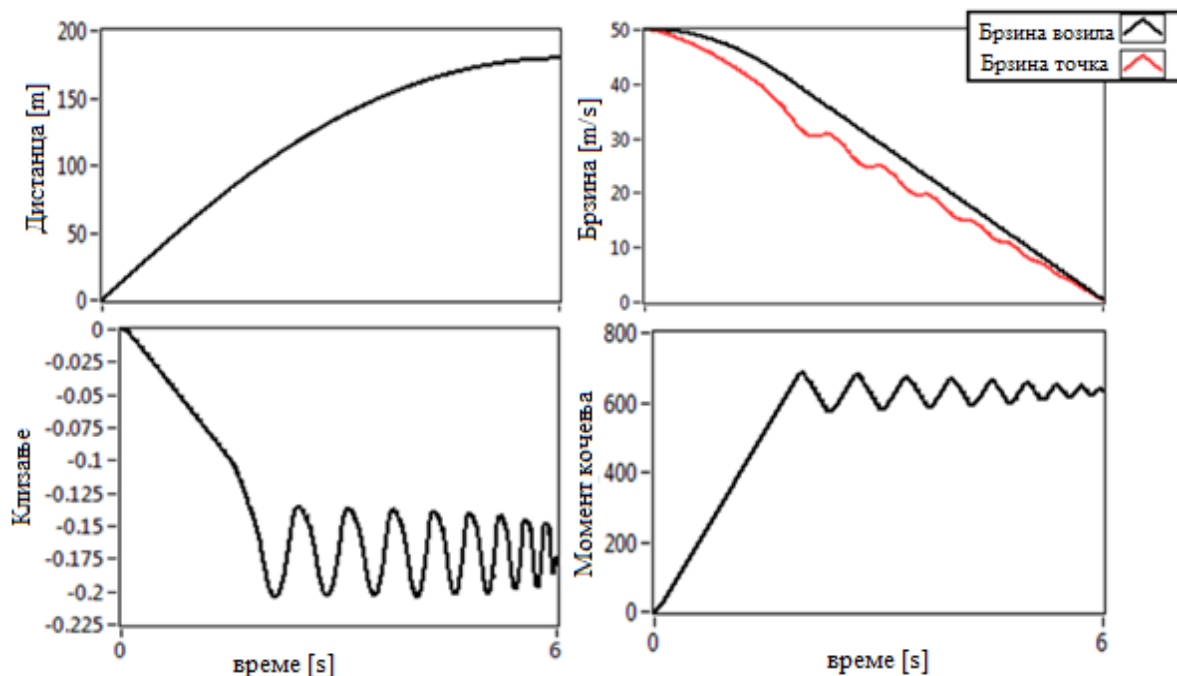
Слика 13. Зауставни пут при брзини од 80 km/h за различита стања подлоге и различите системе кочења ^[12]

Често се може чути да возила опремљена ABS системом увек краћи зауставни пут, што у принципу није тачно. Задатак овог система је да спречи блокирање точкова при наглим кочењима, јер кад су точкови блокирани возилом се не може више управљати, па оно губи стабилност и често такве опасне саобраћајне ситуације могу завршити ударом у препреку или слетањем са пута (слика 14). С друге стране ABS спречава да чак и током кочења возило може безбедно да мења правац. Наравно када точкови блокирају, а клизање пређе 20%, зауставни пут возила је знатно дужи, тако да је исправно рећи да ABS спречава продужење зауставног пута спречавајући блокирање точкова, изузев растреситих и врло клизавих подлога. ^[12]



Слика 14 Резултати кочења без ABS-а ^[13]

Код система кочења са ABS -ом регулисани притисак кочења се односи на точак који тежи да блокира, чиме се његово блокирање спречава, а возило остаје управљиво (слика 15).



Слика 15 Резултати кочења са ABS-ом [\[13\]](#)

3.1.2. Саставни елементи ABS-а

Четири основне компоненте ABS система су^[14]:

1. Сензори брзине
2. Пумпа
3. Вентили
4. Контролер

Сензори брзине

Да би овај систем могао функционисати потребна му је улазна информација. У овом случају улазна информација за систем је брзина, брзина кретања возила и брзине окретања точкова. Сензори брзине су компоненте система које дају информацију о брзини и преносе је до контролера. Ови сензори су смештени на сваком точку. Они прате број обртаја точка, и могу бити различите конструкције.

Раније су били механички, и број обртаја су давали на основу броја осцилација давача који је причвршћен за непокретну главчину точка, и који је био приљубљен уз диск који је имао рупице на себи и који се окретао као и точак. Данас се углавном користе електронски сензори (слика 16)^[14].



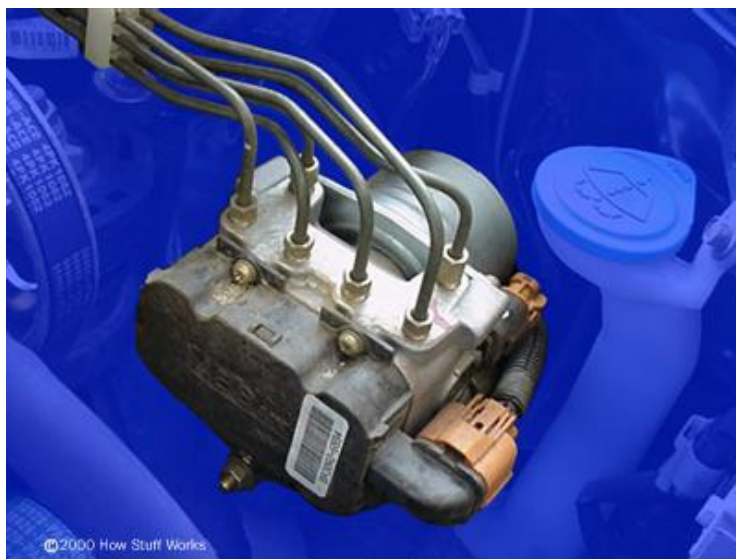
Слика 16 Сензор брзине^[15]

На сваком хидрауличном или пнеуматском воду од главног цилиндра до точка постоји вентил који је под контролом ABS уређаја. Вентил може имати три позиције^[14]:

1. У позицији један, вентил је отворен, притисак се са главног кочионог цилиндра преноси преко вентила на точак,
2. У позицији два, вентил је затворен, и кочница је одвојена од главног кочионог цилиндра. Ово спречава пораст притиска, без обзира да ли возач и даље притиска педалу кочнице.
3. У позицији три, вентил пропушта дио притиска на кочнице.

Пумпа

Како је вентил способан да пропусти притисак на кочнице, мора постојати начин да се тај притисак врати. То је управо оно што пумпа (слика 17) ради. Када вентил смањи притисак у воду, пумпа је ту да тај притисак поврати^[14].



Слика 17 Пумпа код ABS^[14]

Контролер

Контролер представља "мозак" овог система. То је, у ствари, једна микорпроцесорска јединица (компјутер), који управља радом целог ABS система. Контролер прима информације са сензора, и у случају да дође до смањења брзине једног или више точкова, он аутоматски активира вентил који затвара притисак на кочнице. Контролер (слика 18) је део овог система који је претрпео највише промена и усавршавања од првих уређаја па до данас, што је и разумљиво имајући у виду нагли развој компјутерске технике у задњим деценијама двадесетог века^[14].

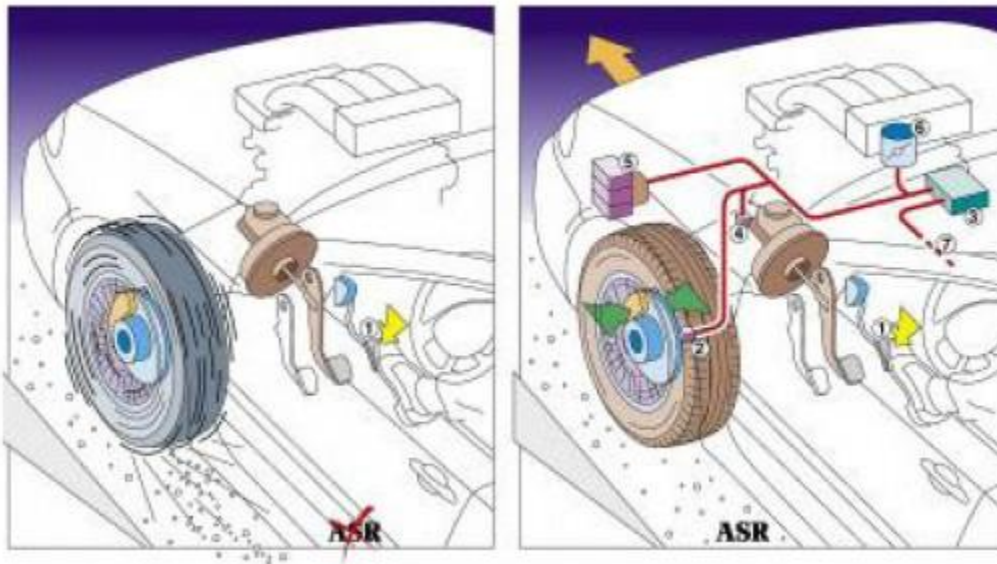


Слика 18 Контролер^[15]

3.2. Систем против проклизавања – ASR

Систем против проклизавања (ASR), на енг. познат као Anti-Slip Regulation, је обично (али не и обавезно) секундарна функција система против блокирања точкова (ABS) чији је циљ да спречи губитак пријањања код путничких возила. Када се активира, побољшава контролу возача тиме што изврши једну или више сл. радњи^[3]:

1. Смањује или потисне редослед паљења на један или више цилиндара
2. Смањује доток горива на један или више цилиндара
3. Силе кочења на једном или више точкова
4. Прекида довод горива



Слика 19 Изглед унутрашњости возила са и без ASR^[16]

Потпуни пренос обртног момента на погонске точкове је могућ само у условима квалитетног пријањања точкова за коловоз до границе проклизавања. Код путничких возила са моторима већих снага, у случајевима великих стартних убрзања или нагињања возила у кривини, условљава и прераспodelу тежина на точкове, те самим тим и различите адхезионе силе на систему точак - коловоз. У таквим условима погонски точкови, са смањењеном адхезионом силом, неизоставно проклизавају, односно имају нестабилан пренос снаге^[3].

У циљу смањења великих проклизавања погонских точкова, развијен је систем за контролу проклизавања, такозвани ASR систем (слика 19), којим се:

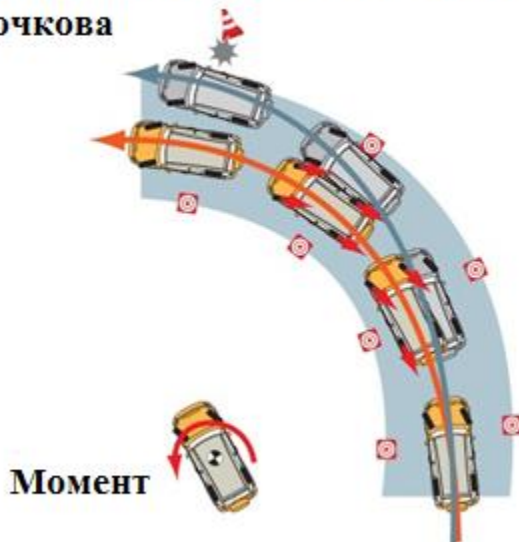
- побољшавају услови преноса снаге и одржава котрљање точкова

- побољшава возна сигурност у условима када је погонска сила на точковима већа од адхезионе
- аутоматски подешава расподелу момента условима без проклизавања
- даје информацију возачу о постизању динамичких граничних услова приањања

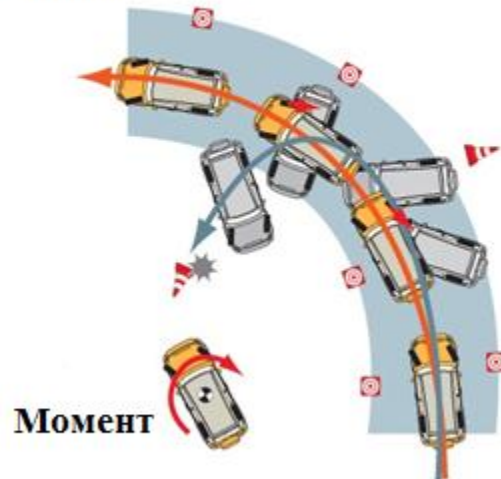
Систем се састоји од:

- низа сензора преко којих се појединачно и перманентно контролишу бројеви обртаја точкова и посебно мотора,
- управљачког компјутера система,
- потенциометра повезаног са пригушним лептиром и
- корачног мотора за регулацију положаја лептира.

Контрола проклизавања предњих точкова



Контрола проклизавања задњих точкова



Слика 20 Контрола предњих и задњих точкова помоћу ASR^[16]

Овај систем ради на принципу сталног упоређивања бројева обртаја свих точкова и приликом прекорачења унапред предвиђене вредности у бројевима обртаја, односно појави проклизавања, одговарајућим дејством на систем за дозирање горива мотору врши смањивање довода горива и тиме обртног момента без обзира на положај педале за регулацију довода горива. У овом импулси сензора негоњених точкова служе као "репер" за прерачунавање, с обзиром да се проклизавање јавља само на погонским точковима

(слика 20). Поједини произвођачи ову регулацију врше и преко система за предпаљење код ото мотора, померајући стварање варнице на период "каснијег паљења". Дакле регулација разлике бројева обртаја на точковима се врши директно посредством мотора^[3].

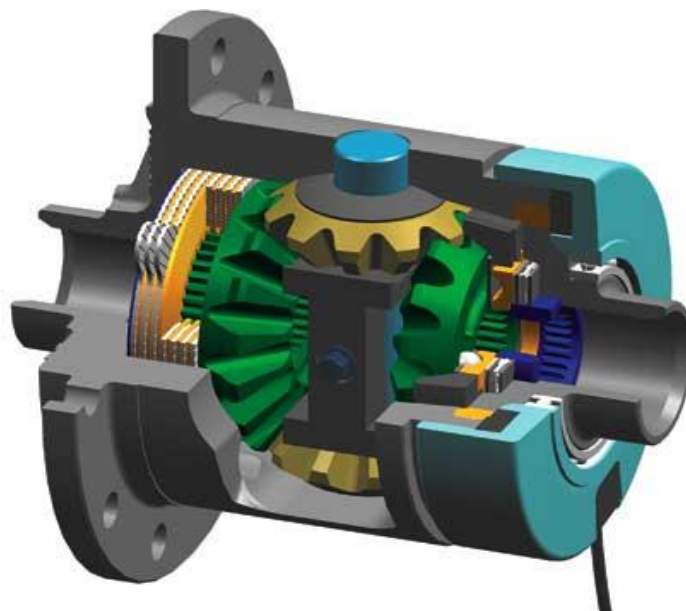
У случајевима када је ASR систем у функцији, пали се сигнална лампа, сигнализирајући возачу да је ASR систем у функцији. Дејством возача на систем кочења, систем ASR регулације се аутоматски "за тренутак" искључује. Даљи развој ове врсте система довео је до међусобног комбиновања рада ABS и ASR регулације. Принцип рада је сличан претходном: сензори на точковима предају импулсе комјутеру система, који прерачунава и упоређује бројеве обртаја и упоређује са унапред задатом вредношћу проклизавања.

При брзинама нижим од 40 km/h смањење проклизавања се регулише дејством система за кочење. Наиме електромагнетски вентил на акумулатору притиска се отвара, упуштајући кочиону течност под притиском у онај точак који се "пребрзо" обрће и тиме врши прикочивање истог. Оваквим дејством ствара се ефект сличан раду самоблокирајућег ("speer") диференцијала, преносећи већи момент оном точку који има добро пријањање за коловоз^[3].

Код брзина виших од 40 km/h, истовременим дејством и кочионог система и система за дозирање горива у мотору врши се регулација односно снижавање проклизавања. У случају великог проклизавања точкова, при наглom убрзању, регулација се врши саомотором, тако што корачни мотор преузима улогу регулације отвора, притварајући довод горива мотору. За случај вожње са ланцима или по залеђеном коловозу, постоји могућност искључивања ASR регулације или "прилагођавање" система да ради са неким повишеним проклизавањем. Јединствени назив за систем регулације проклизавања точкова не постоји, тако да се код нас најчешће користи скраћеница од речи енглеског језика **Anti-Slip Regulation (ASR)**, mada pojedini proizvođači ovaj uređaj nazivaju: **Automatic Stability Control (ASC)**; **Traction Control System (TCS)** ili **Electronic Traction Control (ETC)**^[3].

3.3. Електронска регулација диференцијала (Limited-slip differential LSD)

Електронска регулација диференцијала LSD је врста склопа диференцијала код аутомобила који омогућава неке разлике у угаоне брзине из излазних вратила, али поставља механичку везу на диспаратет. У аутомобилу, такви LSD диференцијали се понекад користе уместо стандардних, када су потребне одређене динамичне карактеристике.^[17]



Слика 21 Електронска регулација диференцијала код аутомобила марке Maybach^[18]

Електронска регулација диференцијала (слика 21) елиминише неравномерне расподеле снаге који тежи да примени већу обртну погонску енергију на точку који има мање пријањање. Током агресивне вожње (која укључује пуно окрета односно кривина), LSD јединица ефикасно расподељује обртни момент од точка са мање могућности за пријањање ка точку који има више, што омогућава више снаге за возило. У суштини, елиминише разлику у угаоних брзина између левог и десног точка током скретања возила, са равномерном дистрибуцијом енергије на сваки точак).

Различите врсте електронске регулације диференцијала све садрже неколико основних елемената. Прво, сви имају степене преноса који, попут отвореног диференцијала, омогућавају излазним вратилима да се окрећу различитим брзинама истовремено држећи збир њихових брзина пропорционално оним из улазног вратила.^[17]

Друго, све врсте електронске регулације диференцијала имају неку врсту механизма који користи обртни момент, који се супротставља релативном кретању излазних вратила. Једноставно речено, то значи да они имају неки механизам који се супротставља разлици у брзинама између излаза, стварањем блокирајућег обртног момента између два излаза, или излаза и смештаја диференцијала. Постоје многи механизми који се користе за креирање ове врсте обртног момента. Тип електронске регулације диференцијала обично добија своје име из дизајна овог одупирајућег механизма, на пример вискозни и на квачило базирани. Износ добијеног ограничавајућег обртног момента из ових механизма се разликују по конструкцији.^[17]

Неколико типова LSD се најчешће користе на путничким аутомобилима:

- фиксна вредност обртног момента,
- осетљиви на обртни момент,
- осетљиви на брзину,
- електронски контролисан.

3.4. Системи ослањања

Системи ослањања су механизми и елементи чији је задатак да све силе и моменте који се појављују између точкова и тла приликом кретања возила пренесу на оквир или каросерију уз што веће ублажавање ударних оптерећења, као и обезбеђивање стабилности возила, посебно при кретању у кривинама. Кретање возила по подлози изазива осцилације возила као и маса које су у или на возилу. Што су брзина кретања и маса возила већа то су веће и осцилације. Због убрзања маса проузрокованих осцилацијама може доћи до прекида контакта точка са подлогом. Због прекида контакта точка са подлогом губи се могућност управљања и кочења и може довести до губитка стабилности возила. Код добро изведених система ослањања динамичке силе се у мањој мери преносе на путнички простор возила и путнике, тако да вожња неће изазвати умор и непријатност код путника приликом вожње.^[20]

Систем ослањања је комплексан систем који се генерално састоји од четири посебна система^[20]:

- механизма за вођење точкова,
- еластичних ослонаца,
- елемената пригушивања и
- стабилизатора.

Задатак еластичних ослонаца је да пренесу вертикалне силе на оквир или каросерију возила и да обезбеде што веће ублажавање приликом преноса вертикалних сила, тј. да се ударна оптерећења смање у највећој могућој мери. Еластични ослонци треба да заштите структуру возила и путнике од непријатних вертикалних померања и обртања око вертикалне и хоризонталних оса возила. Еластични ослонци се изводе на неколико начина: лиснате, спиралне или торзионе опруге, гумено или гумено-метални еластични елементи, хидрауличне, пнеуматске или хидропнеуматске опруге^[31].

Под ослањеном масом подразумевају се сви делови изнад еластичних елемената (нпр. гибњева), чија тежина оптерећује еластичне елементе. Овој групи елемената се додаје и половина масе самих елемената. Аналогно томе, сви елементи односно масе испод еластичних елемената, чија тежина не оптерећује еластичне елементе, називају се неослањеном масом. Сходно овоме масе предње и задње осовине и половина масе еластичних елемената припадају групи такозваних не ослањених маса (у литератури се поред појма „ослањене“ и „неослањене масе“ врло често среће појам са истим значењем „овешане“ и „неовешане масе“)^[3].

- **елементи пригушивања осцилација** (амортизери), чија је функција пригушивање насталих осцилација неослањених и ослањених маса.

- **елементи стабилизације** (стабилизатори) којима се смањује угаоно померање и клађење ослањене масе при криволинијском кретању возила.

На основу свега наведеног општи закључак је да се системом ослањања и огибљења обезбеђује:

- **Осцилаторна удобност**, која подразумева ограничавање максималних убрзања маса, те самим тим спречавање ударних оптерећења, одржавање убрзања ослањених маса у предвиђеним границама и то у ширем фреквентном дијапазону, пригушивање осцилација и угаоних померања ослањених маса као и ограничавање хода и зазора истих. У ову групу задатака спада и спречавање појава резонанце целог система, односно одржавање сопствене фреквенцисистема у предвиђеним границама (још у фази пројектовања води се рачуна о сопственим фреквенцијама система, како не би дошло до подударности са побудним и тиме појаве резонанце).

- **Стабилност управљања** којом се обезбеђује стално одржавање контакта точка са коловозом, те тиме поуздано преношење сила и момената, стабилно одржавање кривине коловоза при вожњи у кривини и спречавање заносења. Поред наведеног, битна функција је и одржавање кинематике и система стабилизације управљајућих точкова у одређеним границама, тиме што се зазори система одржавају у фабрички дефинисаним условима

- **Довољно дуг век трајања делова и целог система**, тиме што се спречавањем ударних оптерећења и еластичним преношењем сила и момената сви елементи система штите од претераног хабања, укључујући и пнеуматике.

Осциловање система

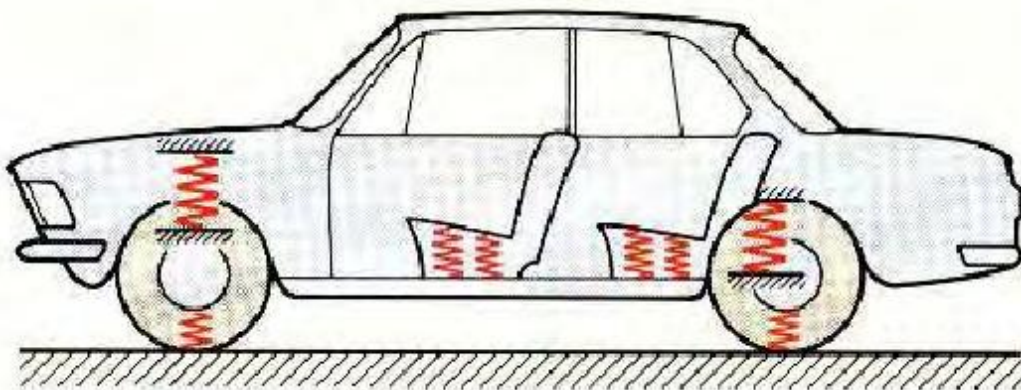
Возило, као један осцилаторни система у принципу чине три масе:

- укупна ослањена маса,
- маса предње осовине са точковима и

- маса задње осовине са точковима

Преласком точка преко мањих избочина на друму долази до кретања точка на горе, што се преко система повезивања точка са осталим делом система и ослањањем, директно одражавана систем огибљења (слика 22), тако да се еластични елементи целог система (пнеуматици, међуелементи, опруге) сабијају, док каросерија, због велике инерције система остаје релативно мирна. Ово тим пре што на њу тада дејствује релативно мала сила изазвања сабијањем опруге, тако да се самоточак покрене на горе. По преласку избочине пута долази до наглог растерећења опруге, те се точак убрзава на доле. На каросерију опет дејствује само сила растерећења, која одговара висини избочине, а која је знатно мања од силе инерције каросерије, тако да ова опет остаје релативно мирна. Овакав систем важи само до случаја док је побудна сила мања од силе преднапрегнутости опруге која потиче од силе тежине ослањене масе^[3].

У случајевима када је сила изазвана неравнином већа од силе у еластичним и пригушним елементима, точак се „одбацује“ од коловоза, реакција каросерије је знатно већа, те је игибање каросерије веће. У том периоду точак губи спој са подлогом, тако да у том, у принципу кратком периоду, који директно зависи од брзине кретања возила, нема управљања ни кочења^[3].



Слика 22 Упрошћени модел огибљења возила^[3]

Преласком точка преко мањих избочина на друму долази до кретања точка на горе, што се преко система повезивања точка са осталим делом система и ослањањем, директно одрађавана систем огибљења, тако да се еластични елементи целог система (пнеуматици, међуелементи, опруге) сабијају, док каросерија, због велике инерције система остаје релативно мирна. Ово тим пре што на њу тада дејствује релативно мала сила изазвања сабијањем опруге, тако да се само точак покрене на горе. По преласку избочине пута долази до наглог растерећења опруге, те се точак креће на доле. На каросерију опет дејствује само сила растерећења, која одговара висини избочине, а која је знатно мања од силе инерције каросерије, тако да ова опет остаје релативно мирна.

Овакав систем важи само до случаја док је побудна сила мања од силе преднапрегнутости опруге која потиче од силе тежине ослањене масе. У случајевима када је силаизазвана неравнином већа од силе у еластичним и пригушним елементима, точак се „одбацује“ од коловоза, реакција каросерије је знатно већа, те је игибање каросерије веће. У том периоду точак губи спој са подлогом, тако да у том, у принципу кратком периоду, који директно зависи од брзине кретања возила, нема управљања ни кочења^[3].

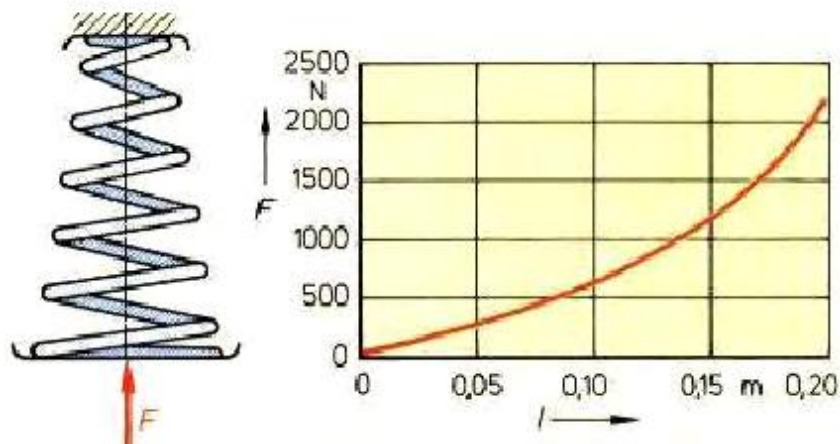
Кретање каросерије од горње до доње мртве тачке представља ход ослањене масе са својом амплитудом осциловања, која се пригушењем система смањује до потпуног заустављања. Повратно дејство опруге на каросерију је стога утолико повољније када великом сабијању опруге одговара релативно мала сила опруге (опруге мале крутости – меке опруге). Другим речима, ослањање је најповољније када је преднапрезање опруга изазвано тежиномослањене масе што је могуће веће, а маса неослањених делова (точкови, осовине и слично) што је могуће мање. Исто тако, са аспекта вибрација, велике ослањене масе возила и мекано ослањање изазивају каросерији мали број сопствених осцилација (због дугог трајања осцилација), док мале масе са тврдим ослањањем изазивају велики број сопствених осцилација узрокованократким трајањем осцилација. Из тога и следе основна правила огибања возила^[3]:

- Велика маса возила и меко ослањање резултују осцилацијама мале учестаности, те тиме и малим амплитудама убрзања (ослањена маса остаје релативно мирна).
- Однос ослањене према неослањеној маси би требало да је што је могуће већи.
- При конструкцији огибања треба тежити постизању мале сопствене фреквенце возила (меко ослањање)

С обзиром да на возило поред избочина на друму дејствују понекада и бочне силе, ослањање треба да буде и бочно ефикасно. Ово „попечно ослањање“ у принципу се постиже бочно еластичним пнеуматичима (пнеуматици са дијагонални оплетом корда) а делимично исамом конструкцијом огибања укључујући еластичне елементе за прикључење (гумо – металне чауре и уопште гумо - метални елементи).

Еластични елементи који на себе примају вертикалне ударе (опруге, лиснати гибњеви ислични) разликују се према својој крутости (однос силе према угибу опруге) од меких до тврдих, а према промени дејства опруга исте могу да буду са линеарном или прогресивном крутошћу.

У принципу опруге са прогресивном крутошћу (слика 23) примењују се код возила код којих је маса терета већа у односу на масу возила (рецимо приколице) или теренских возила, дакле оних возила где се очекује велика промена разлика радних услова. Конструкција која најбоље решава ове проблеме је систем ваздушног огибања те се исти скоро увек примењује у савременим аутобусима^[3].



Слика 23 Опруге прогресивне крутости^[3]

Поред вертикалних, подужних и попречних гibaња возила, дејство центрифугалних сила при вожњи у кривини, такође изазива непријатна гibaња изазвана нагињањем возила. Оваква гibaња се код возила смањују постављањем торзионих стабилизатора и распоредом маса тако да тежиште возила буде што ниже. Чињеница је да код лоше изабраног осцилаторног система возила или заменом елемената неодговарајућим, може да дође до резонанце, то јест да се сопствена фреквенција система поклопи са побудном, што је апсолутно непожељно и штетно. Сличан непожељан ефект би се добио када би сопствене фреквенце појединих подсистема биле приближно једнаке^[3].

Лиснати гибњеви

Лиснати гибњеви су еластични елементи који се под дејством силе савијају. Састоје се од уздужних опруга (листова) правоугаоног или елипсастог облика који су наслагани један на други. Листови гibaња су осигурани да се не би узужно померали један у односу на други, а такође се обезбеђују да се листови не би померали бочно један у односу на други. Главна предност лиснатих гибњева у односу на друга решења је да омогућавају не само обављање функције еластичног ослоња, већ могу да преносе уздужне силе (погонска и кочна сила) на каросерију или рам возила. Губањ може имати и улогу вођења, пример тога је када се постави у подужној равни.^[20]

Због међусобног трења између појединачних листова, лиснати гibaњ такође обавља и функцију пригушног елемента. Лиснати гибњеви су релативно јефтини, а истовремено поуздано и робусно решење. Данас се комбинација круте осовине и лиснатих гибњева може срести само на малом броју путничких возила и то углавном возила спортско-доставног типа (SUV). На комерцијалним возилима је ово решење и даље широко заступљено. На слици 24 је приказан лиснати гibaњ^[20].



Слика 24 Трапезоидни и параболични гибњеви^[20]

Спиралне опруге

Спиралне опруге могу да примају силе искључиво у аксијалном правцу због чега се не користе за примање бочних и уздужних оптерећења. Због тога конструкције са спиралним опругама увек садрже уздужне и попречне упорне споне које се једним крајем везују за доњи ослонац опруге а другим делом за каросерију. На тај начин упорне полуге примају на себе уздужна и попречна оптерећења, док спиралне опруге примају вертикална оптерећења. Систем ослањања са спиралним опругама је приказан на слици 25^[20].



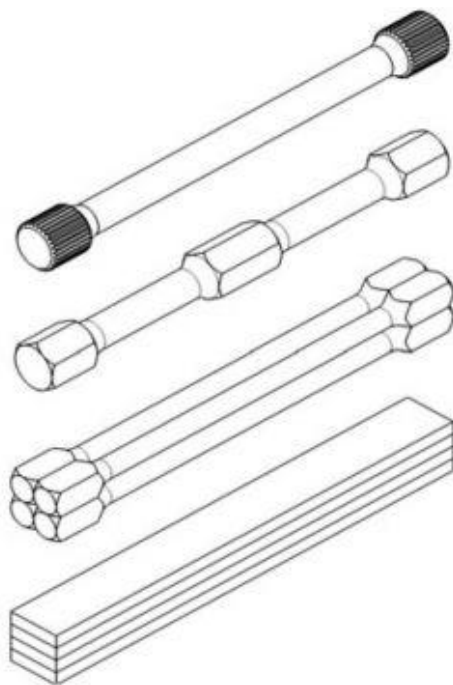
Слика 25 Спиралне опруге^[19]

Предности спиралних опруга у односу на лиснате гибњеve су мања тежина, дужи век трајања, одсуство трења, једноставнија конструкција, мања цена и једноставније одржавање. Недостаци су већ поменута немогућност преношења уздужних сила и непостојање пригушног дејства. Ови недостаци за последицу имају већи степен сложености система са спиралним опругама од система са лиснатим гибњевима јер се на

систем еластичних ослонаца морају додати засебни системи пригушивања и вођења. Спиралне опруге се израђују од челичне жице кружног пресека и најчешће се користе као основни еластични ослонац^[20].

Торзионе опруге

Торзионе опруге се такође користе као основни еластични ослонац. Могу се постављати попречно или уздужно у односу на возило, али увек у хоризонталној равни. Торзионе опруге су еластични елементи израђени од правих штапова кружног пресека, састављени су из једног или из више комада у облику снопа. Недостаци торзионих опруга су велике дужине које захтевају, потреба за посебним механизмом за вођење и немогућност пригушивања. На слици 26 су приказане торзионе опруге из једног комада и у сноповима^[20].



Слика 26 Раличити облици торзионих опруга^[19]

Гумени ослонци

Гумени ослонци се користе у разне сврхе и у разним димензијама на возилима. Гума поседује добре карактеристике пригушивања осцилација и вибрација, малу тежину, једноставну конструкцију и прихватљив век трајања. Они се израђују у комбинацији са пластичним и металним чаурамаи често се користе за еластично спајање металних

елемената система ослањања, нпр. спајање вођица са елементима каросерије или пригушних елемената са каросеријом. Гумени ослонци су заокружени на слици 27^[20].



Слика 27 Гумени ослонци^[19]

Пнеуматски еластични ослонци

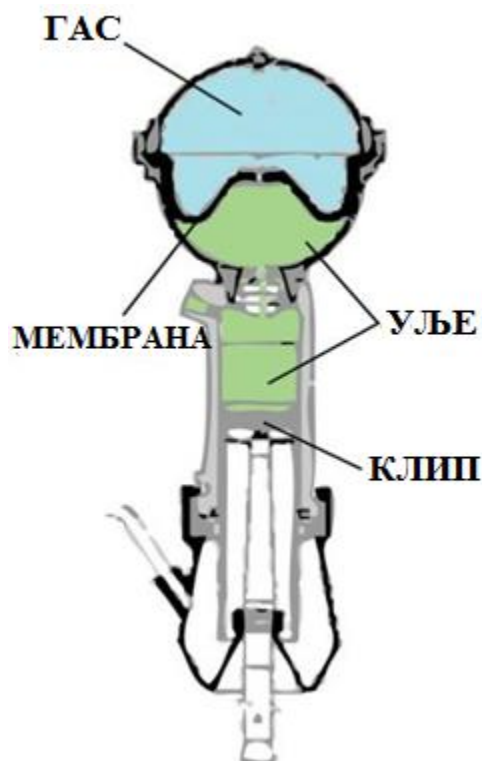
Пнеуматски еластични ослонци се употребљавају код возила код којих се оптерећење мења у широком распону (аутобуси, камиони и приколице) и код путничких возила више класе код којих конструктори желе обезбедити додатни комфор^[20].

Пнеуматски еластични елементи се изводе од еластичне полиуретанске гуме. Ваздушни јастуци замењују опруге као пригушне елементе у систему ослањања. Сваки појединачни ваздушни јастук је повезан вентилом који контролише количину ваздуха која се налази у ваздушном јастуку. Вентили су повезани на компресор и на мали резервоар ваздуха под притиском. Отварањем и затварањем вентила количина ваздуха у сваком појединачном ваздушном јастуку се може подешавати. Смањењем притиска у ваздушним јастуцима одсто- јање возила од тла се смањује и обрнуто. Пошто пнеуматски елементи немају могућност да пренесу уздужне и попречне силе комбинују се са елементима за вођење. Један од разлога за коришћење ваздушног ослањања је степен удобности, ваздушно ослањање преноси значајно мање вибрација са путне подлоге од конвенционалних система.^[20]

Хидропнеуматски системи

У хидропнеуматским системима ослањања улогу еластичног елемента има хидраулична сфера. Сфера у горњем делу садржи гас (најчешће азот) под притиском који се налази изнад дијафрагме. Преко дијафрагме се помоћу хидрауличне течности под притиском сабија гас, а када притисак опадне гас враћа хидрауличну течност у претходни положај. Ова појава је слична сабијању и истезању опруге. Хидропнеуматски еластични

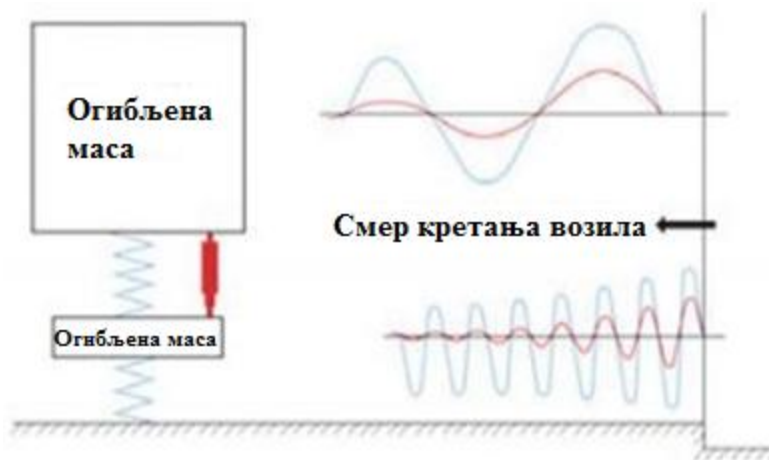
елементи су слични пнеуматским, а разлика је у томе што се поред компримованог ваздуха у систему налази и нестишљива течност. Верикално померање точкова се преноси на течност, а преко ње на мембрану изнад које се налази гас. Померање точка изазива сабијање гаса и систем се затим понаша слично пнеуматском. Ова врста опруга такође може квалитетно да послужи као амортизер али и регулатор нивоа. На слици 28 је илустрација дела система хидропнеуматског ослањања.^[20]



Слика 28 Део система хидропнеуматског ослањања ^[19]

Елементи пригушивања (амортизери)

Када возило наиђе на неравну подлогу еластични и пригушни елементи се сабију. Настали удар апсорбује систем ослањања. Систем ослањања спречава контакт ослањене и неослањене масе. Међутим, опруге ће тежити да се поново испруже тако ослобађајући енергију складиштену у њима. Да би се ове осцилације што брже смањиле и елиминисале користе се пригушни елементи. Ослањене и неослањене масе осцилују различитим фреквенцијама. На слици 29 је приказано како пригушни елемент (црвена крива) смањује утицај осцилација због неравне подлоге (плава крива, непригушене осцилације)^[20].



Слика 29 Ослањена и неослањена маса [20]

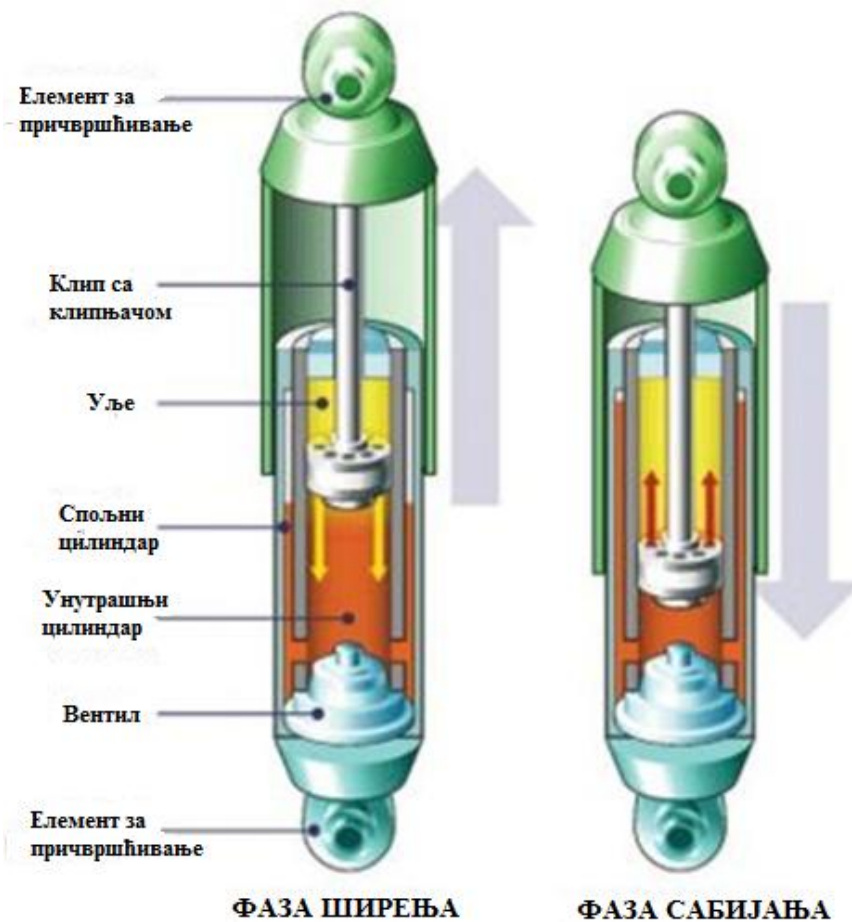
Осцилације се јављају чак и приликом кретања по најкавалитетнијим путевима. Како су појаве осциловања непријатне за возача и путнике а такође лоше утичу и на стабилност терета мора се вршити њихово брзо пригушење не само из ових разлога него и због спречавања појаве резонанције. Ово пригушење врше елементи за пригушење или амортизери.

Амортизер служи за брзо пригушивање осциловања возила и спречавање појаве резонанције која се може појавити уколико се осцилације брзо не пригуше. Пригушење осциловања каросерије и осовине возила, које се јавља при кретању по неравном путу, врши се под утицајем сила отпора у систему вешања. Отпорне силе су: трење у еластичном елементу и елементу за вођење (нпр. између листова лиснатог гибња, осовиницама и зглобовима елемената за вођење), а такође и сила отпора коју пружа амортизер^[20].

Данас се најчешће користе хидраулични амортизери. Принцип рада хидрауличног амортизера се заснива на претварању кинетичке енергије у топлотну захваљујући трењу унутар флуида, тј. уља које се налази у амортизеру. Код савремених возила се углавном користе телескопски хидраулични амортизери. Састоје се од клипа са клипњачом, који се крећу унутар радног (унутрашњег цилиндра) у којем се налази уље. Ова два дела се налазе унутар спољног цилиндра. На клипу и радном цилиндру се налазе вентили или мали отвори, па се кретањем клипа у цилиндру уље истискује у слободан простор спољног цилиндра. Амортизер своју функцију обавља пригушењем протицања уља кроз вентиле или мале отворе из једног простора у други при кретању клипа у оба смера. literatura ?

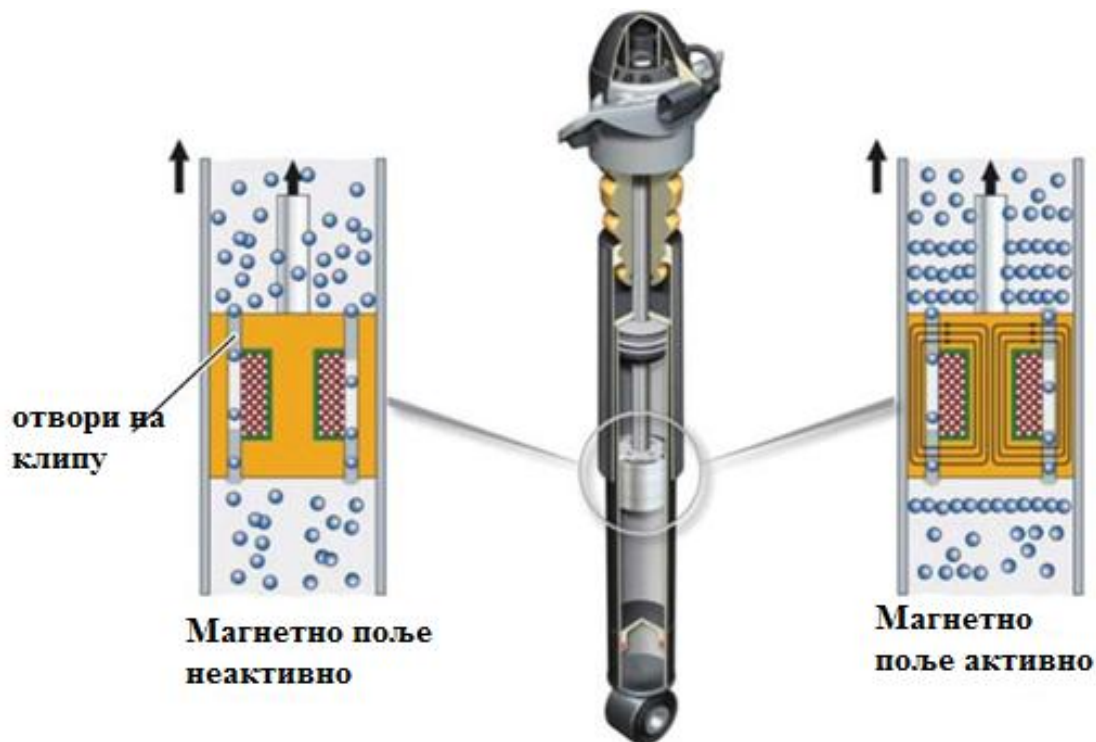
Клип амортизера са клипњачом и и заштитном цеви су причвршћени за каросерију, а спољни и радни цилиндар су причвршћени на покретне елементе ослањања. Приликом протока уља кроз вентиле или отворе ствара се трење флуида које генерише топлотну енергију. Гасно хидраулични амортизери раде на сличном принципу, са том разликом да

уље додатно сабија стишљиви гас у амортизеру. На слици 30 је приказана илустрација гасног амортизера^[20].



Слика 30 Гасни амортизер ^[19]

Једно од савременијих решења пригушних елемената је магнетно пригушивање. У магнетним амортизерима се не налази уље као у конвенционалним амортизерима. Ови амортизери су пуњени магнетно-реолошком течностју која је синтетичко уље које садржи сићушне магнетне честице. Када се на намотаје унутар клипа амортизера пусти напон ствара се магнетно поље, а честице се помере тако да су позициониране нормално у односу на ток флуида кроз отворе клипа и тако стварају отпор течењу флуида. Због већег отпора течењу флуида се отежава померање клипа и тако се укрућује систем ослањања. На слици 31 је приказан начин рада магнетних амортизера^[20].

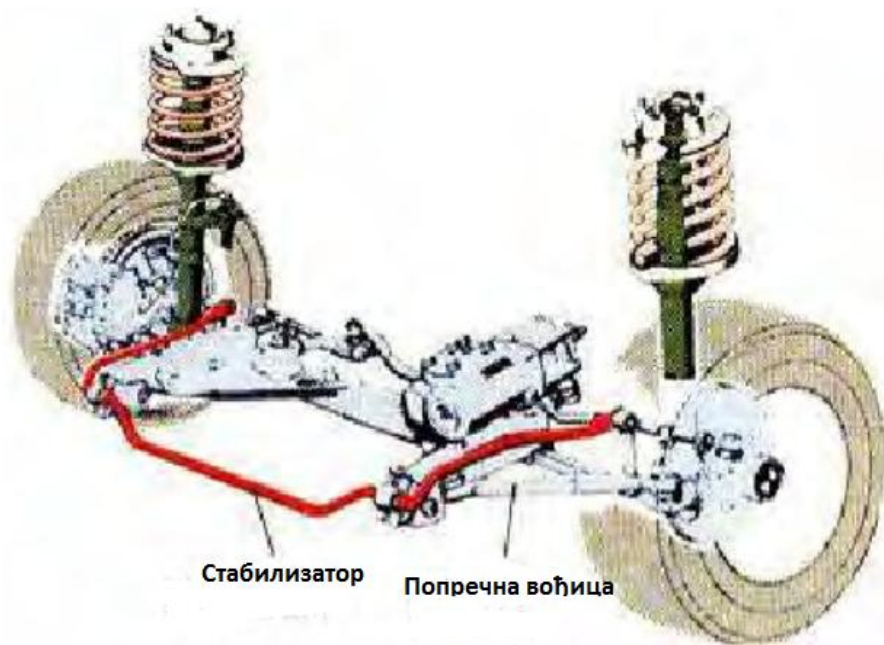


Слика 31 Магнетни амортизер ^[20]

Стабилизатори

Спадају у специјални вид торзионих опруга (слика 32), којима се спречава превеликонагињање возила. Направљени су од опружног челика пуног кружног профила, тако да имају облик латиничног слова U. Својим средњим делом обртно се спајају са каросеријом, а крајевима за главчине или „виљушке“ точкова једне осовине. Стабилизатор торзионо реагује једино у случају када се само један од точкова на истој осовини угиба или када се каросерија возила нагиње око своје подужне осе. С обзиром да и средина стабилизатора има мале ротације, аи крајеви угаоно померање (горе-доле), сходно померању точка, са носећим елементима се спајају гумо - металним чаурама.^[3]

Стабилизатори се користе код свих врста возила и у комбинацији са свим видовима огибљења, изузевгибајућих и лебдећих осовина.



Слика 32 Стабилизатор као специјални вид торзионе опруге^[3]

4.Трендови развоја

Савремени трендови у аутомобилској индустрији су усмерени у правцу повећања садржаја електронике, сензора рачунара и контрола са нагласком на побољшање функционалности и снаге целокупног система. Иако ово утиче на све области у возилу, посебна пажња се посвећује активној безбедности. Напредак активне безбедности и повезаних функција се може сумирати на следећи начин. У почетку, рад је првенствено био усмерен ка уздужном динамичком делу кретања, посебно, ка ефикаснијом кочењу (ABS) и контроли погонске силе. Ово је било праћено радом на различитим системима контроле стабилности возила (познатије као електронски програм стабилности, EPS, систем контроле стабилности возила, VCD, или динамичка контрола стабилности, DSC)^[21].

У суштини, ови системи користе кочнице на једној страни да стабилизује возило у екстремним ситуацијама на самим границама управљања преко контроле скретање са правца кретања. Везано са тим је и напор усмерен ка Four Wheel Steer (4WS), односно аутоматска контрола угла скретања сва четири точка неког возила у зависности од брзине.

Међутим, ранији напори који су наилазили на ограничене примене у производњи су првенствено били усмерени ка бољем управљању без изричите назнаке на активну безбедност. Сличне ствари се могу рећи и за рано увођење активног ослањања, који се превасходно фокусирао на побољшање вожње и управљања. Недавни системи имају додатну интервенцију са кочницама, али у овом случају се кочнице користе за спречавање превртања возила.

Предвиђа се да ће будући системи бити у стању да повећају ефикасност активних безбедносних интервенција преко онога што је тренутно на располагању (слика 33). Ово ће бити омогућено не само додатним типовима покретача, као што су 4WS, активно управљање, активно ослањање, или активних диференцијала, али и додатним информацијама преко сензора, као што су веће колчине уграђених камера, инфрацрвених сензора и друге алтернативе. Све то ће бити додатно допуњено GPS информацијама, укључујући и претходно сачувано мапирање. У том контексту, могуће је замислити да ће будућа возила моћи да идентификују препреке на путу, као што су животиње, камен, дрво сл., и помоћи возачу тиме што ће изабрати најбољи могући пут, у смислу избегавања препрека и истовремено одржати возило на путу, на безбедној удаљености од саобраћаја која наилази из супротног смера.^[21]



Слика 33 Улица будућности ^[21]

Будућност елемената за стабилизацију лежи у њиховој примени у развоју самоуправљачких аутомобила, тј. развој (приближно) савршених система за стабилизацију ће отворити пут ка развоју самоуправљачких аутомобила (слика 29).

У оваквим аутомобилима биће доступан робот возач који ће користити потпуно аутономан систем управљања, GPS, инфрацрвени сензори, камере и планирање стаза помоћу којих биће у стању да потпуно сам управља возилом. Самоуправљачка возила нису нова идеја, али, за разлику од ранијих решења, овај тренутни приступ ради са постојећом инфраструктуром и због тога, заправо има веома добре шансе за успех. Nissan је већ објавио да до 2020. имаће већ трећу генерацију самоуправљачких возила. Технологија аутомобила без возача има веома реалан потенцијал да спаси милионе од смрти и повреда и елиминише стотине милијарди долара трошкова.^[23]

Предности су очигледне^[23]:

1. Смањени број саобраћајних несрећа за 90%.
2. Смањено време и енергија потрошено у транзиту за 90%.
3. Смањен број возила за 90%.

5. Закључна разматрања

Огроман раст електронских система унутар аутомобила, заједно са сродним захтевима у вези перформанце и дизајна, створили су низ нових могућности и изазова на пољу инжењерства. Данашња возила могу имати више од 4 километара каблова, у поређењу са 45 метара колико је било у возилима произведених 1955 године. Овај рад описује огромне напретке на пољу стабилности возила и система стабилности који су развијени у последњих 30 година.

Када је кочење у питању, технологије кочења су се развиле из веома једноставних система у високо напредне системе (аутономно кочење на сва 4 точка, добош кочнице, диск кочнице итд.). Данас, возачи се ослањају на све више напредних система, не само при покретању и заустављању возила већ и за стабилизацију возила у покрету. У овом раду је представљено неколико система:

Систем против блокирања точкова (ABS) је први у низу од три технологије кочења које су развијене. То је систем који спречава блокирање точкова тако што аутоматски регулише притисак кочења када возач хитно зауставља возило.

Систем против проклизавања (ASR) је друга технологија. Он се посебно бави губитком пријањања између точка аутомобила и површине пута приликом убрзања.

Електронска контрола стабилности (ESP) је још један важан систем који се развијао из (и садржи) прве две технологије - ABS и ASR – и пружа додатне могућности. То је систем за побољшање стабилности, пројектован да побољша бочну стабилност возила тако што електронски детектује и аутоматски помаже возачу у опасним ситуацијама (на пример, подуправљање и надуправљање) као и под неповољним условима (нпр., киша, снег, суснежица, лед). Разлоге због чега ESP пружа осећај безбедности су двоструке: (1) може да предвиди ситуације које доводе до судара изазваним губитком контроле, и (2) има способност да ублажи ове несреће преко аутоматске интервенције^[24].

Велика пажња у овом раду је посвећена систему ослањања возила, чији је основни задатак да обезбеди еластичну везу између точка и каросерије, а самим тим и стабилност возила у свим условима вожње.

Коначно, приказане су будуће тенденције развоја система за стабилизацију, чији је развој усмерен ка потпуном преузимању контроле од возача, који је у највећем броју случаја крив за изазивање саобраћајне незгоде.

6. Литература:

- [1] <http://www.nhtsa.gov/cars/rules/regrev/evaluate/809790.html>приступљено 18.10.2013год
- [2] <http://www.iihs.org/iihs/news/desktopnews/electronic-stability-control-could-prevent-nearly-one-third-of-all-fatal-crashes-and-reduce-rollover-risk-by-as-much-as-80-effect-is-found-on-single-and-multiple-vehicle-crashes> приступљено 18.10.2013год
- [3] Стефановић А.: Друмска возила - основи конструкције -Центар за моторе и моторна возила Машинског факултета у Нишу и Центар за безбедност Машинског факултета у Крагујевцу, 2010.
- [4] <http://www.drivingfast.net/car-control/oversteer.htm>, приступљено 18.10.2013год.
- [5] <http://www.drivingfast.net/car-control/understeer.htm>, приступљено 18.10.2013год.
- [6] Zakon o bezbednosti saobracaja na putevima. Sl. glasnik RS, br. 41/2009, 53/2010, 101/2011 i 32/2013 – odluka US
- [7] http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/stability_control.html, приступљено 18.10.2013
- [8] David Burton, Amanda Delaney, Stuart Newstead.; Effectiveness of ABS and Vehicle Stability Control Systems April 2004 (<http://www.monash.edu.au/miri/research/reports/other/racv-abs-braking-system-effectiveness.pdf>) приступљено 19.10.2013год.
- [9] <http://www.atpv.rs/files/ABS%20kocnice.pdf>, приступљено 19.10.2013год.
- [10]http://www.b92.net/automobili/razno.php?yyyy=2006&mm=07&nav_id=204115, приступљено 19.10.2013год.
- [11]<http://www.automobilizam.net/abs-sistem-protiv-blokiranja-kocnica/>,приступљено 20.10.2013год.
- [12]http://nikolavujic.weebly.com/uploads/3/4/8/0/3480733/abs_sistemi.pdf,приступљено 20.10.2013год.
- [13]<http://www.ni.com/white-paper/13015/en/>, приступљено 20.10.2013год.
- [14]<http://auto.howstuffworks.com/auto-parts/brakes/brake-types/anti-lock-brake.htm>, приступљено 20.10.2013год.
- [15]<http://shop.advanceautoparts.com/webapp/wcs/stores/servlet/home> ,приступљено 20.10.2013год.

- [16] <http://daffodil2010.hubpages.com/hub/What-is-the-ASR-and-its-advantages-and-disadvantages>, приступљено 10.10.2013год.
- [17] Chocholek, S E. "The development of a differential for the improvement of traction control". IMechE 1988 (http://www.torsen.com/files/Traction_Control_Article.pdf)
- [18] <http://www.autohome.com.cn/drive/200911/75799.html>, приступљено 20.10.2013год.
- [19] <http://auto.howstuffworks.com/car-suspension.htm> приступљено 20.10.2013год.
- [20] Иван Филиповић : Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли Тузла, 2006
- [21] F. Borrelli, P. Falcone, T. Kevicz: MPC-Based Approach to Active Steering for Autonomous Vehicle Systems ISSN 1471-0226
- [22] <http://www.bbc.co.uk/news/magazine-18072259>, приступљено 21.10.2013год.
- [23] <http://www.forbes.com/sites/chunkamui/2013/01/22/fasten-your-seatbelts-googles-driverless-car-is-worth-trillions/>, приступљено 21.10.2013год.
- [24] <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/810794.pdf>, приступљено 21.10.2013год.