мр Милија Џекулић, дипл.инж.ел.
др Александар Гркић, дипл.инж.маш.
Далибор Вукић, спец.струк.инж.

СИСТЕМИ СТАБИЛНОСТИ, БЕЗБЕДНОСТИ И КОМФОРА У ВОЗИЛИМА

- ауторизована скрипта -

ВИСОКА ШКОЛА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ И РАЧУНАРСТВА СТРУКОВНИХ СТУДИЈА

Београд, 2016.

мр Милија Џекулић, дипл.инж.ел.
др Александар Гркић, дипл.инж.маш.
Далибор Вукић, спец.струк.инж.

СИСТЕМИ СТАБИЛНОСТИ, БЕЗБЕДНОСТИ И КОМФОРА У ВОЗИЛИМА

Рецензенти:
др Вера Петровић, професор струковних студија
др Славко Муждека, ванредни професор

Издавач:

Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Војводе Степе 283, Београд

Штампа:

Развојно-истраживачки центар графичког инжењерства ТМФ, Београд

Прво издање

Тираж: 25

ISBN 978-86-7982-254-3

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

629.3.05/.07(075.8)

ЏЕКУЛИЋ, Милија, 1958-
Системи стабилности, безбедности и комфора у возилима : ауторизована скрипта / Милија Џекулић, Александар Гркић, Далибор Вукић. - 1. изд. - Београд : Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, 2016 (Београд : Развојно-истраживачки центар графичког инжењерства ТМФ). - 149 стр. : илустр. ; 30 cm

Тираж 25. - Библиографија: стр. 149.

ISBN 978-86-7982-254-3

1. Гркић, Александар, 1973- [аутор] 2. Вукић, Далибор, 1985- [аутор]
a) Моторна возила - Уређаји за управљање b) Моторна возила – Управљање

COBISS.SR-ID 228266764

ПРЕДГОВОР

Предмет Системи стабилности, безбедности и комфора увозилима реализује се на основним студијама Високе школе електротехнике и рачунарства у Београду у оквиру студијског програма Аутоматика и системи управљања возилима. Овај предмет специфичан је како по свом називу, тако и по свом обиму и садржају и колико је ауторима познато не реализује се ни на једном од факултета или високих школа у нашој земљи које се баве изучавањем моторних возила. У вези с тим не постоји ни литература, односно уџбеник на нашем језику који би покривао све теме које су садржане у овом предмету.

Пробелматика којом се бави овај предмет обухвата различита поља у области моторних возила, при чему је акценат дат на управљању радом класичних система возла електронским и рачунарским системима.

Ауторизована скрипта обухвата све теме предвиђене садржајем предмета Системи стабилности, безбедности и комфор увозилима и намењена је студентима Високе школе електротехнике и рачунарства у Београду као помоћна литература у савладавању градива овог предмета до издавања уџбеника.

Београд, децембар 2016.г. *Аутори*

САДРЖАЈ

1. БЕЗБЕДНОСТ МОТОРНИХ ВОЗИЛА

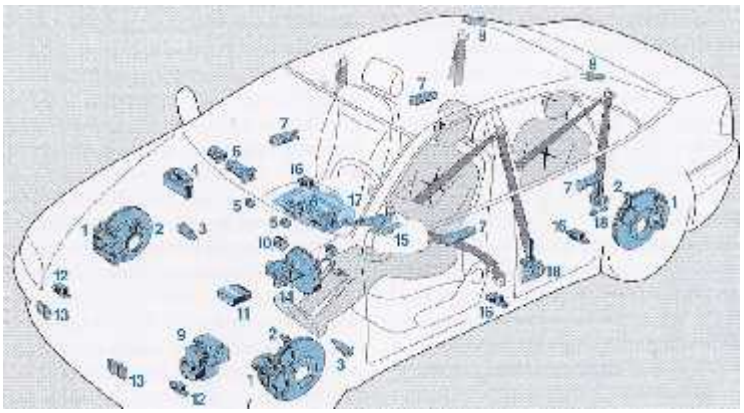
Системи безбедности возила су се у прошлости искључиво везивани за систем за кочење и светлосно- сигналну опрему. Временом је систем за кочење обогаћиван новим системима који доприносе безбедности. Системи који се базирају на функционисању кочног система, а којима је намена да спрече појаву удеса, називају се *системи активне безбедности.* Поред система активне безбедности постоје и системи *пасивне безбедности*, чија је намена ублажавање последица удеса. Фактори који утичу на безбедност су следећи:

- Стање возила (ниво опреме, стање пнеуматика, истрошеност компонената),
- Временски услови, површина коловоза и услови саобраћаја (нпр. бочни ветар, тип коловозног застора, густина саобраћаја) и
- Могућности возача, односно његове вештине, као и физичко и ментално стање

Блок схема система безбедности возила и утицајних фактора на исту приказана је на слици 1.1.

Слика 1.1. Блок схема типова безбедности возила и утицајних факотра на безбедност возила

Системи активне безбедностипомажу при превенцији удеса и на тај начин дају превентивни допринос путној безбедности.



1. Кочница
2. Давач броја обртаја точка
3. Вентил за пуњење ваздушног јастука ногу
4. ЕСП управљачка јединица (са СПБ/АБС и ТЦС функцијом)
5. Вентил за пуњење ваздушног јастука колена
6. Вентил за пуњење ваздушног јастука возача и сувозача
7. Вентил за пуњење бочног ваздушног јастука
8. Вентил за пуњење ваздушног јастука главе
9. ЕСП хидраулички модулатор
10. Давач угла точка управљача
11. ЕУЈ ваздушних јастука
12. Предњи давач
13. Давач судара
14. Примарни цилиндар са појачивачем и педалом кочнице
15. Ручица паркирне кочнице
16. Давач убрзања

Слика 1.2. Системи активне и пасивне безбедности моторног возила[1]

Примери система активне безбедности су:

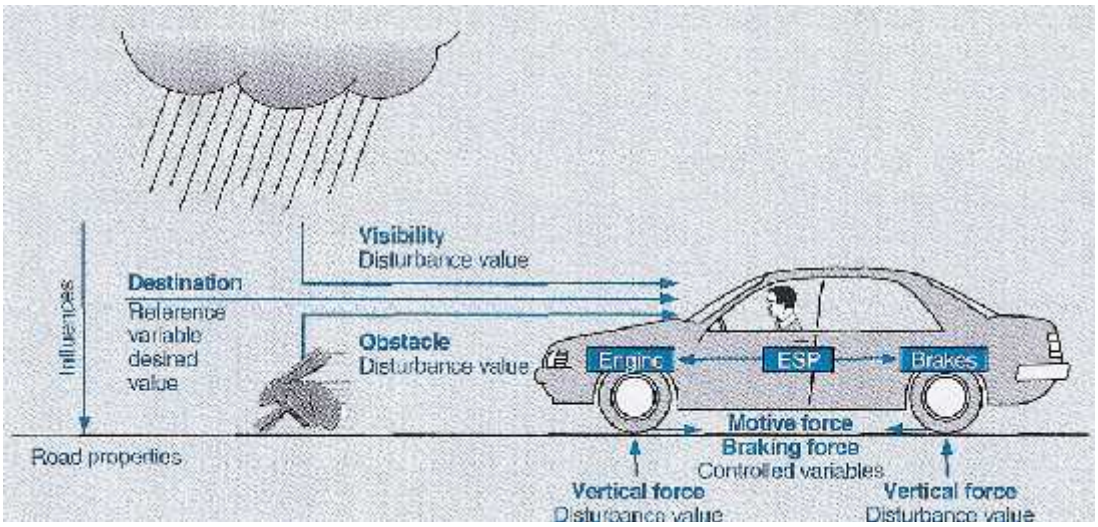
- ☐ ABS – Antilock Braking System (ПБС - противблокирајући систем)
- ☐ TCS – Traction Control System
- ☐ ESP – Electronic Stability Program

Велики број система који доприносе стабилности и управљивости возила у критичним ситуацијама као што су ACC – Adaptive Cruise Control, доприносе и комфору одржавањем одстојања од возила испред, аутоматским одузимањем гаса или активирањем кочница.

За разлику од активних, системи пасивне безбедностису пројектовани да заштите путнике од озбиљних повреда у случају удеса, редукују ризик од повреде, а самим тим и озбиљност последица удеса. Примери система пасивне безбедности су:

- ☐ Сигурносни појасеви и
- ☐ Ваздушни јастуци

Највећи утицај на безбедност у саобраћају има возач. Међутим, возач је само један од елемената који сложеног система човек – возило – окружење чији је графички приказ и међусобни утицај приказан на слици 1.3.



Слика 1.3. Систем возач-возило-окружење[1]

Понашање возача је веома важноса становишта изналажења начина за прилагођавање понашања возила и може се посматрати кроз две основне категорије:

- Управљање возилом и
- Одговор на појаву нестабилности

Управљање возилом (вођење возила) односи се на способност предвиђања будућих ситуација – способност анализе тренутних услова кретања и њихове међусобне повезаности, како би се прецизно проценили фактори као што су:

- Одређивање положаја точка управљача који ће обезбедити оптимално праћење кривине при скретању,
- Одређвање тренутка почетка кочења који ће обезбедити заустављање на предвиђеном растојању и
- Да би обезбедио стабилно кретање возила, возач на основу исказане намере да прати одређену путању, предвиђа величину улазних параметара (угао точка управљача, притисак на команду гаса или кочнице) и прилагођава их у зависности од понашања возила при иницијалним параметрима
-

Искусни возачи прецизније предвиђају величину улазних параметара и обезбеђују „линеаран“ одзив. За разлику од њих неискусни возачи имају слабију прилагодљивост, што повећава вероватноћу грешке, тако да они поклањају највећу пажњу обезбеђењу стабилности возила. Кад настане непредвиђена ситуација за возило и возача (нпр. неочекивана оштра кривина са смањеном видљивошћу) неискусан возач може реаговати неправилно. У неким ситуацијама може доћи до стања да без обзира на искуство дође до губитка контроле над возилом.

1.1. Узроци удеса и њихова превенција

Позадина највећег броја саобраћајних удеса које резултују повредама је грешка возача. Статистика показује да је примарни узрок неприлагођена брзина, а остали узроци удеса су:

- Неправилно коришћење пута,
- Немогућност да се одржи безбедно растојање,
- Грешке у вези првенства пролаза и саобраћајних приоритета,
- Грешке које се јављају приликом скретања и
- Вожња под утицајем алкохола.

Технички недостаци и откази возила су релативно ретки узроци удеса. Наведено указује на потребу улагања напора да се побољша и прошири обим технологија безбедности возила које ће да пруже возачу оптималну подршку у критичним ситуацијама, уколико је могуће спрече удес у првом реду и смање озбиљност последица удеса уколико до ње дође.
Одговор пројектаната на критичне ситуације у вожњи мора да буде такав да се подстиче предвидљиво понашање возила при вожњи при граничним перформансама и у екстремним ситуацијама. Основни параметри (брзина точка, уздужно убрзање, брзина промене правца – yaw velocity) мора да буде праћена ради процесуирања у једној или више електронских управљачких јединица.

Услови граничних перформанси:

- Промена у преовлађујућим условима пута и/или времена
- „сукоб интереса“ у односу на остале кориснике пута
- Животиње и/или препреке на путу
- Изненадан отказ возила (нпр. пуцање гуме)

1.2. Критичне саобраћајне ситуације

Најчешћи фактор који доводи до критичне саобраћајне ситуације је нагла промена на путу, као што је, на пример, неочекивана препрека или нагла промена услова на путу. Због недостатка искуства или концентрације, возач који се креће великом брзином неће моћи реаговати на очекиван начин, према захтевима ситуације. Критичне саобраћајне ситуације су ретке, тако да возач по правилу нема довољно искуства и због тога често долази до грешке у препознавању да ли граничне перформансе возила обезбеђују савладавање критичне ситуације (нпр. за маневар избегавања или кочење). Фактори који доприносе критичним саобраћајним ситуацијама су и стара технолошка решења, као и недостаци инфраструктуре (лоше пројектовани путеви, стари концепти управљања саобраћајем). Термини као „унапређења у реакцији возила“ и „подршка возачу у критичним ситуацијама“ су значајни једино ако се односе на развој механизама (подсистема) који ће смањити број и озбиљност несрећа.

Смањивање или елиминација ризика при појави критичних ситуација захтева извршавање сложених маневара који укључују:

- Нагле улазе за систем управљања, укључујући и „ counter-steering “,
- Промена правца током наглог кочења
- Праћење пута при великим брзинама и при променама на путу

1.3. Понашање возила у вожњи

Управљивост и кочне перформансе возила зависе од већег броја утицајних фактора као што су:

- Карактеристике возила
- Обрасци понашања, способности и рефлекси возача
- Спољашње околности или утицаји од ширег окружења или околине возила

Управљивост, кочна и укупна динамика возила зависе од структуре и конструкције возила. Реакција система управљања и кочног система описује се реакцијом возила на улазе од возача (закретање точка управљача, педале гаса и кочнице итд.), као и спољних утицајних фактора (стања подлоге, ветра итд.). Добра управљивост се карактерише способношћу прецизног праћења путање у складу са захтевима возача. Одговорност возача укључује:

- Прилагођавање стила вожње условима саобраћаја и пута
- Усаглашавање са саобраћајним правилима и прописима
- Праћење оптималног курса који је одређен геометријом пута што је ближе могуће и
- Управљање возилом уз предвиђање ситуације и обазривост

1.4. Оцена понашања возача

Основни елемент за оцену понашања возила је субјективна процена од стране искусних возача – оцена се заснива на субјективним осећајима, тако да није апсолутна, него релативна. Да би се могла извршити што објективнија оцена понашања возила,тест возачи процењују понашање возила коришћењем стандардних маневара који описују „нормалне“ саобраћајне ситуације. Систем „возач-возило-окружење“ посматра се као затворена петља управљања, док су маневри за оцену понашања возила предмет међународних стандарда.

Оцена стабилности возила при кретању по сувом путу оцењује се на основу испитивања следећих параметара:

- континуирано кружно кретање на равној подлози (steady-state skid-pad circulation)

- ☐ Одговор на прелазне процесе
- ☐ Кочење у кривини
- ☐ Осетљивост на бочни ветар
- ☐ Стабилност праволинијског кретања
- ☐ Промена оптерећења

Значајан утицај на резултате тестова има тест возач. Да би се смањио утицај возача реализују се различите врсте тестова приказаних у таблици 1.1.

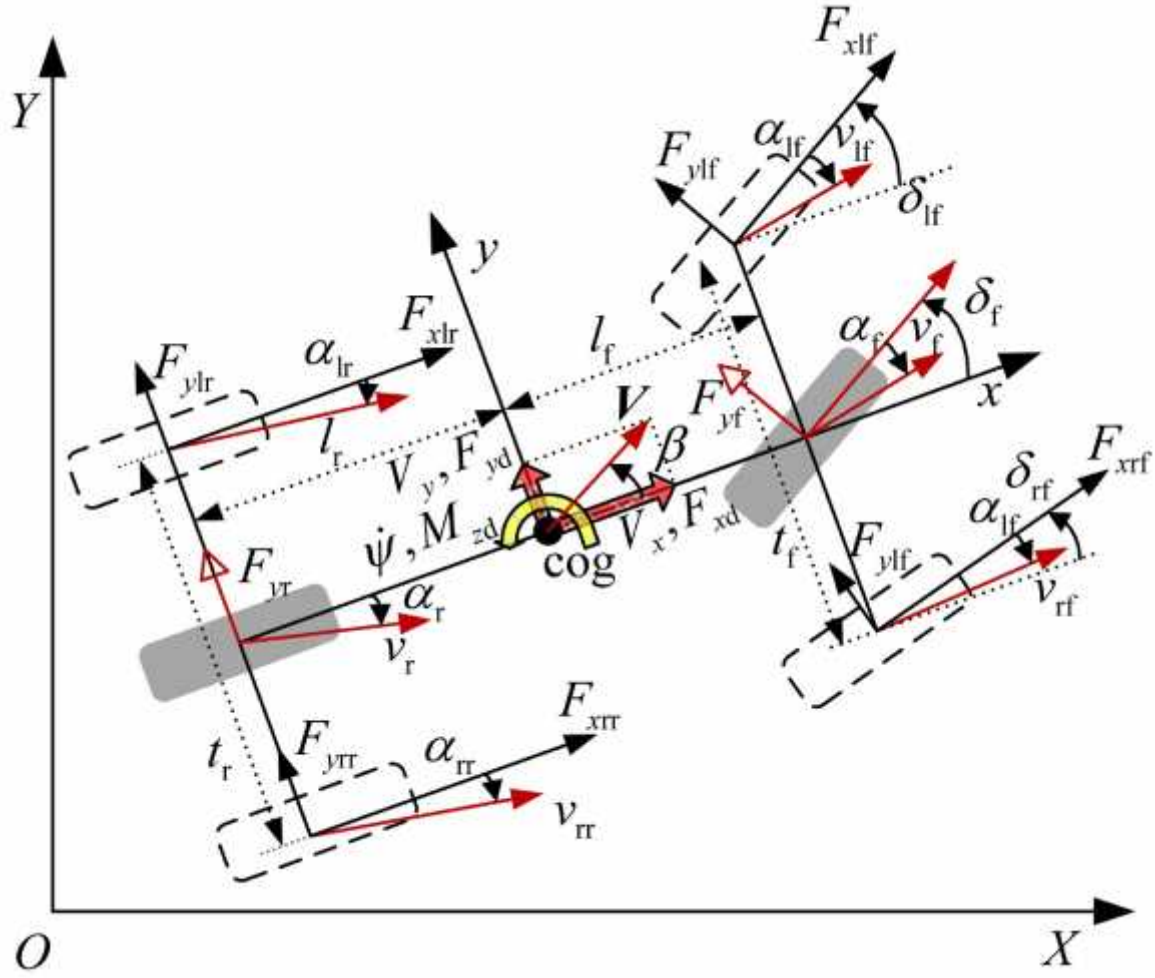
Таблица 1.1. Вредновање понашања возача[1]

Vehicle response	Driving maneuver (Driver demand and current conditions)	Driver makes continuous corrections	Steering wheel firmly positioned	Steering wheel released	Steering angle input
Linear response	Straight running stability – stay in lane	•	•	•	
	Steering response/turning	•			
	Sudden steering – releasing the steering			•	
	Load-change reaction	•	•	•	
	Acuaplaning	•	•	•	
	Straight-line braking	•	•	•	
	Crosswind sensitivity	•	•	•	
	High-speed aerodynamic lift		•		
	Tire defect	•	•	•	
Transition input/ transmission response	Sudden steering angle change				•
	Single steering and countersteering inputs				•
	Multiple steering and countersteering inputs				•
	Single steering impulse				•
	"Random" steering-angle input	•			•
	Driving into a corner	•			
	Driving out of a corner	•			
	Self-centering			•	
	Single lane change	•			
	Double lane change	•			
Cornering	Steady-state skid-pad circulator		•		
	Dynamic cornering	•	•		
	Load-change reaction when cornering	•	•		
	Steering release			•	
	Braking during cornering	•	•		
	Acuaplaning in curve	•	•		

1.5. Маневри током вожње

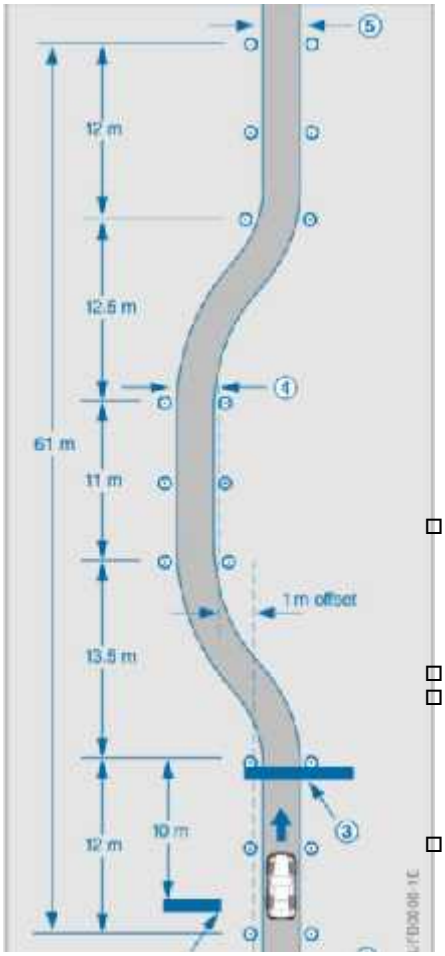
Кружно кретање константном брзином на равној подлози при чему се анализирају следећи параметри:

- Максималног бочно убрзање
- Динамичко понашања при максималним бочним силама
- Повођење точкова (надуправљивост, подуправљивост, неутрална управљивост)
-



Слика 1.3. Понашање возила током кружног кретања

Тест одзива на промену правца, односно тзв. елктест приказан је на слици 1.4.



- Одзив на промену правца (елк тест)
  - Фаза1: Максималан степен преноса
  - Фаза 2: Отпуштање педале гаса
  - Фаза 3: Мерење брзине
  - Фаза 4: заокрет у десно
  - Фаза 5: крај теста
- Кочење у кривини – реаговање на промену оптерећења
- Примарни параметри оцене динамичког понашања у вожњи
  - Угао точка управљача
  - Бочно убрзање
  - Уздужно убрзање/успорење
  - Брзина „пливања“
  - Повођење точка и угао галопирања
- Додатни подаци битни за прецизније дефинисање параметара управљања
  - Уздужна и бочна брзина
  - Углови закретања точкова
  - Клизање точкова
  - Сила на точку управљача

Слика 1.4. Тест промене праваца – елк тест[1]

Примарни параметри оцене динамичког понашања у вожњи:

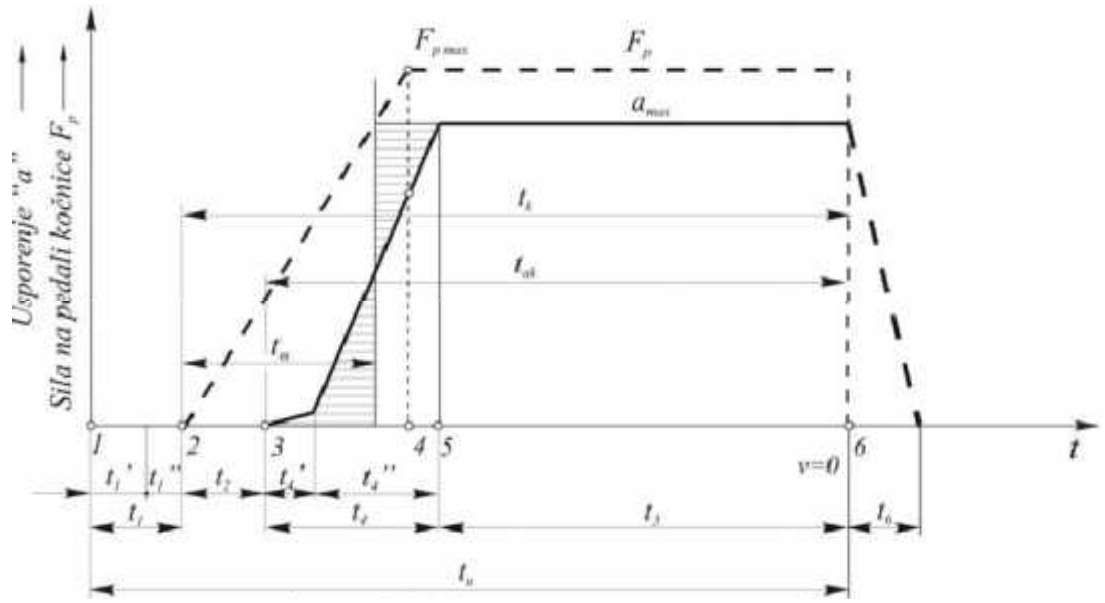
- Угао точка управљача
- Бочно убрзање
- Уздужно убрзање/успорење
- Брзина „пливања“
- Повођење точка и угао галопирања

Додатни подаци битни за прецизније дефинисање параметара управљања:

- Уздужна и бочна брзина
- Углови закретања точкова
- Клизање точкова
- Сила на точку управљача

На слици 1.5. приказан је дијаграм процеса кочења. Време t_1, представља време реакције возача од почетка опажања и схватања ситуације да је потребно кочење. Време t_1 је индивидуално и за просечне и пажљиве возаче креће се у границама 0,6 до 0,8 секунди. Испитивања су показала да свега 10% испитаника има време реакције 0,4 секунди или чак и мање. Исто тако известан број испитаника, као и тестирање уморних возача и возача под утицајем алкохола, показало је, да је код њих знатно спорије време реакције, чак до 1,5 секунди.

Време t_2 представља време реакције система за кочење, такозвано време одзива кочионог система (савлађивање празног хода команди, унутрашњег трења, еластичне деформације цевовода, коначност брзине таласа пораста притиска и сличног). Другим речима у овомв ремену сила у систему закочење тек почиње да расте, али још увек нема видљивог успорења возила. У зависности од врсте кочионог система, ово време се креће у границама:
t_2 = 0,03 do 0,05 секунди за возила са хидрауличним системом преноса
t_2 = 0,2 do 0,5 за возила са пнеутаичким системом преноса
Тек на крају времена t_2, тачка 3 на дијаграму,успорење возила постаје видљиво и на дијаграму се одсликава порастом успорења.



Слика 1.5. Иделани дијаграм кочења[2]

Време t_3 представља време активирања команде. Због релативно спорог постизања максимума командне силе, ово време се оцењује када се постигне 90% максималне командне силе кочења (сила на педали кочнице). И ово време је индивидуално и креће се у границама 0,15 до 0,8 секунди. Испитивања су показала да 90% возача има ово време око 0,4секунде.

Време t_4 представља време потребно за постизање максималног успорења возила и ово време износи:
t_4 = 0,2 до 1,0 секунд за возила са хидрауличним системом преноса
t_4 = 2,0 до 2,5 секунди за возила са ваздушним системом преноса (већа времена одговарају вучним возовима)

Време t_5 представља време активног дејства максималне силе кочења са приближно максималном силом на педали кочнице. Ово време је различито и зависи од узрока кочења односно интензитета кочења и самим тим држања максималне силе на педали кочнице. У случају интензивног кочења, тек у тачки *6* возач престаје са дејством на команду (сила *Fp* пада на нулу), али се успорење наставља.

Време t_6 је време такозваног заостајања или откочивања и зависи од система за кочење. Пожељно је да исто буде што краће како би кочење било потпуно контролисано. Ово време износи:

t_6 = 0,2 do 0,3 секунди за возила са хидрауличним системом преноса
t_6 = 1,5 do 2,5 секунди за возила са ваздушним системом преноса (већа времена одговарају вучним возовима).

Фактори који утичу на време реакције приказани су у Таблици 1.2.

Таблица 1.2. Фактори који утичу на време реакције

Кратко време реакције	**Дуго време ереакције**
Фактори возача	
Искусан возач	Неискусан возач
Добро физичко стање	Слабо физичко стање (болест, повреда, …)
Вешт возач	Невешт возач
Млађи возачи	Старији возачи
Пажљив возач	Непажљив возач (склоност насилничкој вожњи)
Добро физичко и ментално здравље	Лоше физичко и ментално здравље
	Возач под дејством недозвољених супстанци, склоност паници

Спољни фактори	
Једноставне путне деонице са предвидиљивим саобраћајним ситуацијама	Сложене путне деонице са непредвидљивим саобраћајним ситуацијама
Очекиване препреке	Неочекиване препреке
Уочљиве препреке на правцу кретања	Препреке које се могу уочити периферним видом
Логичан и једноставан распоред команди у возилу	Нелогичан и неподесан распоред команди у возилу

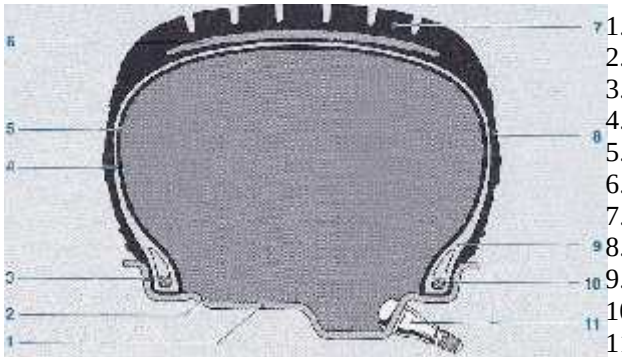
2. ДИНАМИКА ВОЗИЛА

Динамика возила проучава кретање возила под дејством сила. Силе које делују на возило преносе се на подлогу преко пнеуматика. Точак се преко пнеуматика ослања на подлогу и преко њега се преносе погонске, кочне и бочне силе. Карактер контакта точка и подлоге одређује максимална динамичка оптерећења возила. Параметри квалитета пнеуматика исказују се:

- Способношћу одржавања праволинијског кретања,
- Стабилним кретање у кривини,
- Способношћу пријањања на различите подлоге,
- Добрим пријањањем у различитим временским условима,
- Карактеристикама управљања,
- Удобношћу вожње (пригушење вибрација, мала бука),
- Радним веком и
- Економичношћу.

Конструкције пнеуматика су различите у зависности од технологије израде. Конструкција стандардних пнеуматика треба да обезбеди кретање у стандардним и критичним ситуацијама. Прописима се регулишу услови у којима се користе поједине врсте пнеуматика, максималне брзине, као и критеријуми за поделу пнеуматика.

На слици 2.1. приказан је попречни пресек радијалног прнеуматика.



1. Наплатак
2. Ојачање
3. Бок наплатка
4. Каркаса
5. Заптивни слој
6. Јастуче
7. Протектор
8. Бок
9. Ојачање
10. Стопа
11. Вентил

Слика 2.1. Делови пнеуматика[2]

Радијални пнеуматици имају следеће карактеристике:

- Стандардни за примену код путничких и већине комерцијалних возила и
- Добро пријањање, већа бочна еластичност

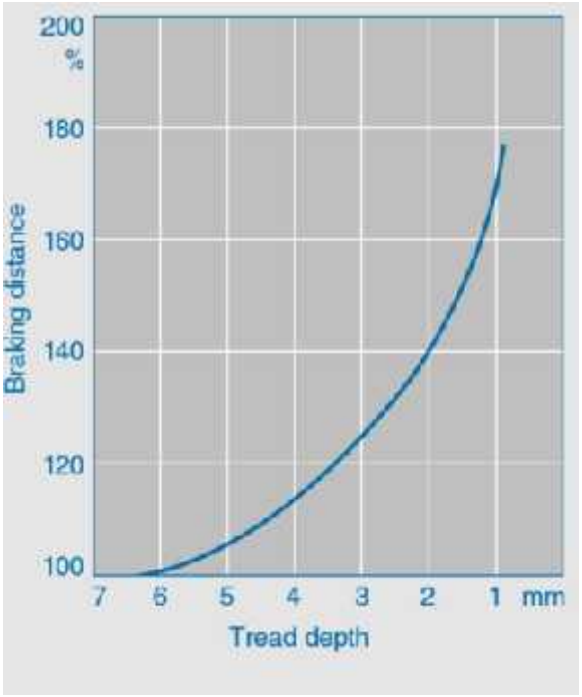
Дијагонални пнеуматици се карактеришу следећим особинама:

- Већа бочна и радијална крутост, слабије пријањање код аутомобила и
- Користе се код мотоцикала, бицикала, индустријских и пољопривредних возила

Прописи и у погледу производње, примене, одобрења типа и испитивањапнеуматика прописани су у следећим документима:

- Међународни прописи: ЕЦЕ Правилници
- Европски прописи: директиве
- САД прописи: FMVSS – Federal Motorr Vehicle Safety Standard

Пнеуматици морају да имају шару по читавом обиму и површини газећег слоја, дубине минимум 1.6 mm. Возила највеће укупне масе 2.8 тона и брзине преко 40km/h, као и приколице које вуку морају бити опремљена или са радијалним или са дијагоналним пнеуматицима при чему свака јединица мора да има исте пнеуматике.Точкови треба да буду балансирани да не би било динамичких побуда. Сви точкови треба да буду опремљени истим типом пнеуматика и са истим димензијама. Возило не сме да буде вожено брзинама за које пнеуматици нису предвиђени. Макималне брзине и оптерећење сваког пнеуматика је дефинсано тзв. Брзинским и тежинским факоторима који су јасно назначени на сваком пнеуматику. Пнеуматици треба да имају одговарајућу, прописану дубину шаре. На слици 2.2. приказана је зависност зауставног пута током кочоења од дубине шаре пнеуматика.

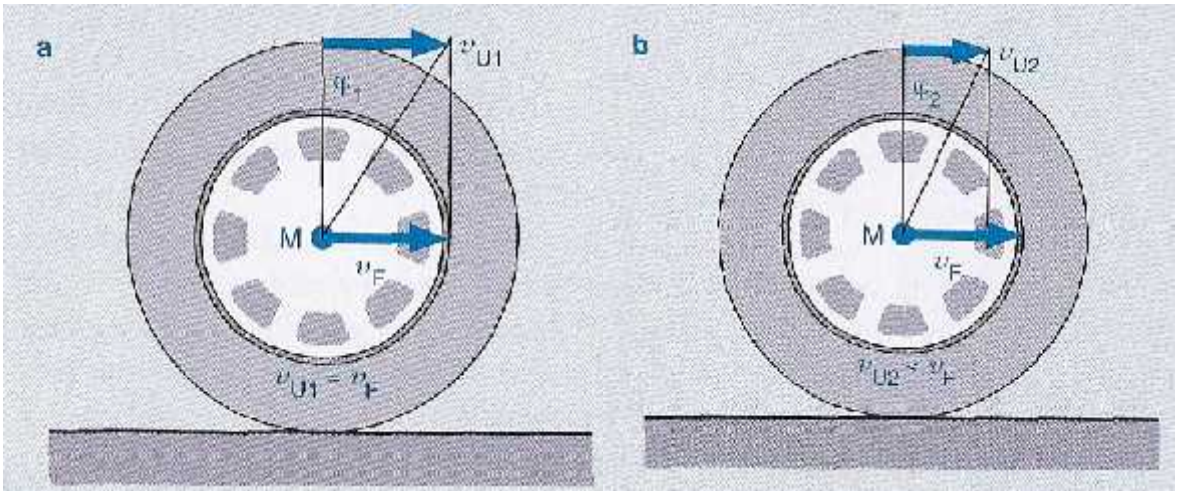


Слика 2.2. Утицај дубине шаре пнеуматика на пут кочења на влажном путу при брзини 100 km/h[1]

Клизање пнеуматикапредставља однос стварне и теоријске брзине точка возила, при чему је:

- v_F – брзина возила
- v_U – ободна брзина
- $v_F > v_U$: транслаторно клизање (код кочења)
- $v_F < v_U$: угаоно клизање (код погона)
- $\lambda = \frac{v_F - v_U}{v_F}$ - коефицијент клизања

На слици 2.3. приказан је процес котрљања точка без клизања и котрљање коченог точка.



Слика 2.3. а) Котрљање без клизања; б) Котрљање коченог точка[1]

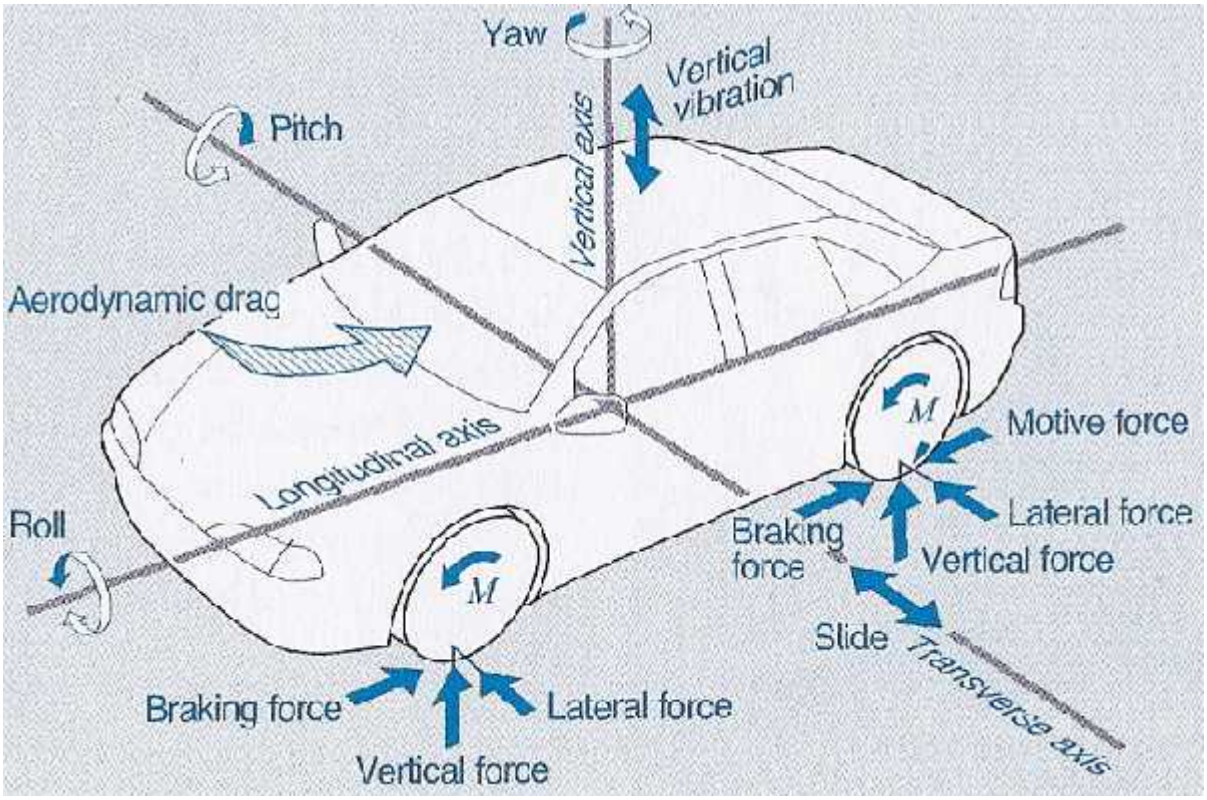
Током кретања на возило у општем случају делују следеће силе

- Силе отпора кретања
- Вучна/кочна сила
- Тежина возила
- Нормалне реакције подлоге
- Бочне силе
- Бочне реакције

При кретању возила важе Њутнови закони

- I – закон инерције
- II – закон силе
- III – закон акције и реакције

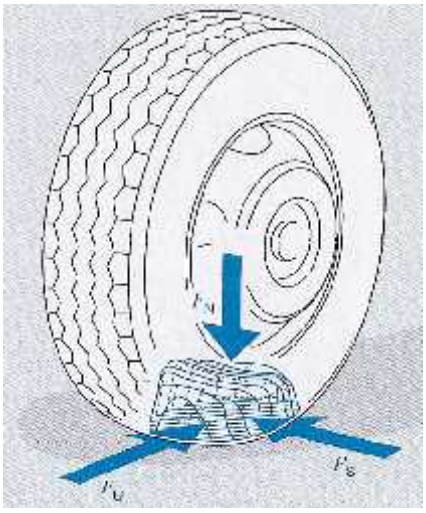
Све силе осим отпора ваздуха преносе се са возила на подлогу и са подлоге на возило преко пнеуматика. Силе које делују на возило у процесу кретања приказане су на слици 2.4.



Слика 2.4. Силе које делују на возило[1]

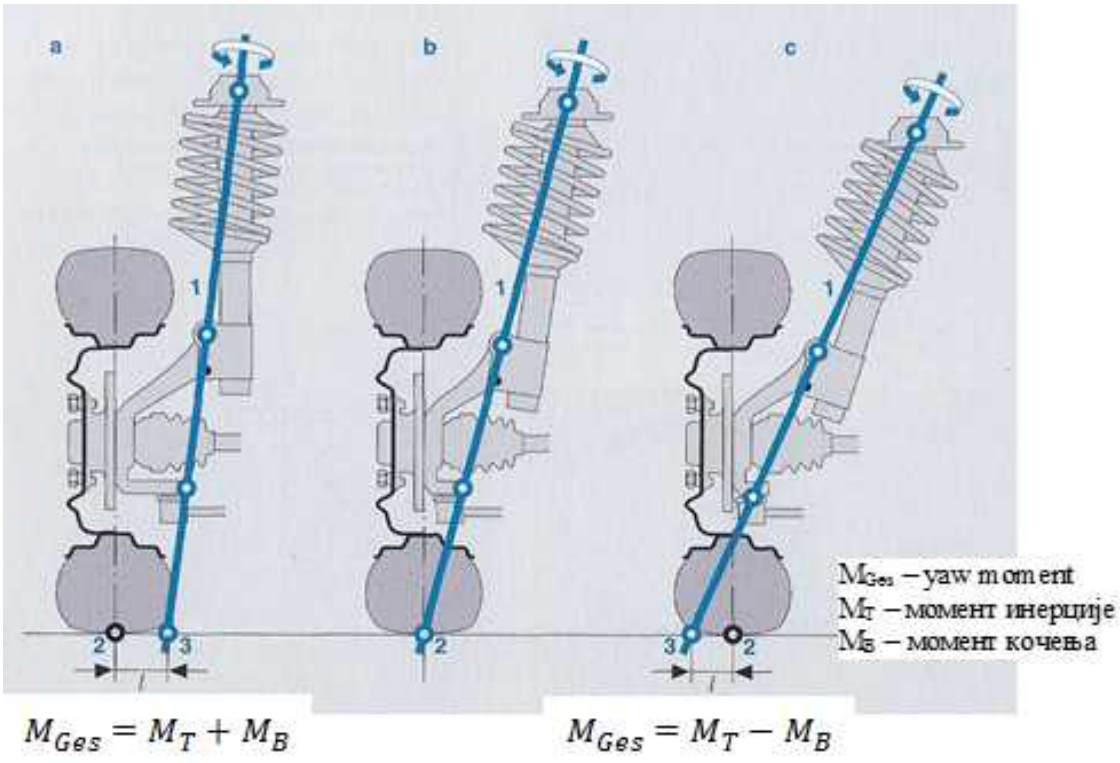
Силе које делују у контакту точка и подлоге приказане су на слици 2.5, при чему су:

- F_U – ободна сила:
  - реакција на погонски или кочни момент
- F_N – радијална сила:
  - Последица вертикалног оптерећења
  - Изазива радијалну деформацију пнеуматика
- F_S – бочна сила
  - Последица бочних оптерећења (центрифугална сила, бочни ветар)



Слика 2.5. Силе које делују у контакту точка и подлоге[1]

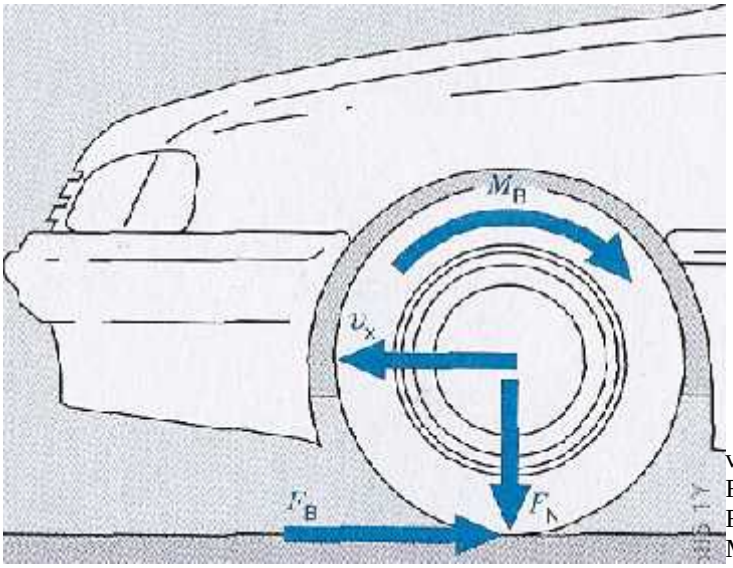
Момент скретања(Yaw moment),представља момент који покушава да окрене возило око вертикалне осе. Јавља се код кретања у кривини или се може јавити као поремећајни момент код неравномерног кочења (μ-сплит). Осим овога може да буде и резултат положаја управљачких точкова, односно тзв. Kingpin offset-a приказаног на слици 2.6.



Слика 2.6. Kingpin offset[1]

Kingpin offset представља растојање између тачке контката између пнеуматика и пута и тачке у којој оса положаја управљачког точка сече путну подлогу. У случају негативног, слика 2.6 под а) или позитивног офсета, слика 2.6 под ц) ствара се крак који у комбинацији са силом кочења проузрокује закретни момент који значајно може да утиче на закретање управљачких точкова, при чему негативни офсет може да прозурукје значајну вредност нежељеног Yaw момента.

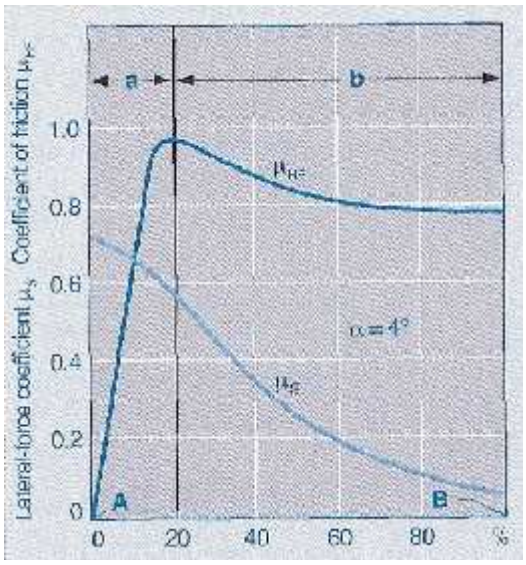
Кочна сила, приказана на слици 2.7, која се генерише између точка и подлоге пропорицонална је кочном моменту. Колика ће се кочна сила аиста остварити са друге стране зависи од нормалне силе на точак и коефицијента пријањања.



v_x – линеарна брзина возила
F_N – нормална сила
F_B – сила кочења
M_B – момент кочења

Слика 2.7. Силе на коченом точку[1]

Коефицијант пријањања представља заправо коефицијент пропорционалности између кочне силе и нормалног оптерећења точка. Сила пријањања: $F_R = \mu_H \cdot F_N$, дакле представља граничну вредност кочне силе, односно меру до које се кочна сила може реализовати на подлози. На слици 2.8. приказана је зависност коефицијент клизања у фунцкији од пријањања.



Слика 2.8. Коефицијент клизања у функцији пријањања[1]

Коефицијент пријањања зависи од:

- Врсте подлоге,
- Стања пнеуматика
- Брзине кретања и
- Временских прилика

Различито пријањање захтева прилагођавање вучних и кочних сила условима кретања:

- Прилагођавање вучних сила: TCS – traction control system
- Прилагођавање кочних сила:ABS – antilock braking system

У талици 2.1 дате су вредности начелне вредности коефицијента пријањања добијене у експерименталним условима у зависности од стања пута, стања пнеуматика и брзине кретања.

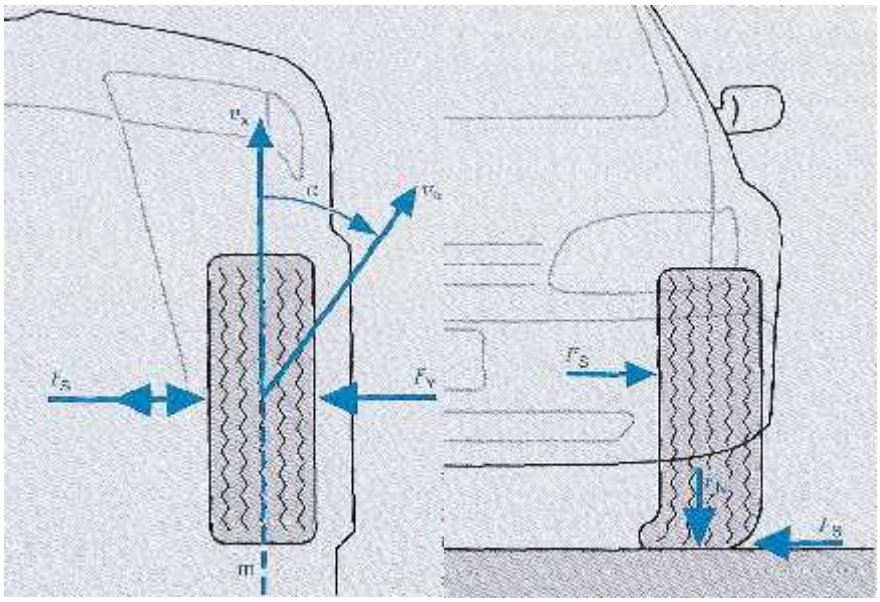
Таблица 2.1. Коефицијент пријањања у различитим условима кретања

Брзина Km/h	Стање пнеуматика	Сув пут	Мокар пут (водени филм 0.2mm)	Јака киша (водени филм 1mm)	Локве (водени филм 2mm)	Лед
50	Нов	0,85	0,65	0,55	0,5	0,1 и мање
	Истрошен	1	0,5	0,4	0,25	
90	Нов	0,8	0,6	0,3	0,05	
	Истрошен	0,95	0,2	0,1	0,0	
130	Нов	0,75	0,55	0,2	0	
	Истрошен	0,9	0,2	0,1	0	

Појава слоја воде између пнеуматика и подлоге назива се аквапланинг. У случају појаве аквапланинга нема преношење вучне силе са точка на подлогу, као ни кочне силе нити управљања. Аквапланинг зависи од:

- Дебљине воденог слоја на подлози,
- Брзине возила
- Облика шаре пнеуматика, ширине пнеуматика и нивоа истрошења
- Оптерећења пнеуматика

Уколико у току кретања точка на њега делују бочне силе, центар точка се помера у страну. Однос између уздужне брзине и стварне брзине кретања точка назива се угао клизања, односно угао повођења точка.



Слика 2.9. Бочне силе и бочне реакције погонског точка[1]

- α - угао повођења точка: угао између вектора брзине возила и уздужне осе возила
- Коефицијент бочног клизања: $\mu_S = \frac{F_S}{F_N}$
- v_α – стварна брзина точка
- v_x - брзина у подужном правцу
- F_S, F_y – бочне силе
- α - угао повођења точка
- F_S – бочне силе
- F_N – оптерећење точка (нормална сила)

Укупан отпор кретању возила је једнак суми отпора котрљања, отпора ваздуха и отпора успона. Силе које се супротстављају кретању возила приказане су на слици 2.10. Важно је напоменути да се овде разматра равномерно кретање.

$F_G = F_L + F_S + F_R$ - укупни отпори кретања

$F_L = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2$ - отпор ваздуха

c_w - коефицијент отпора ваздуха

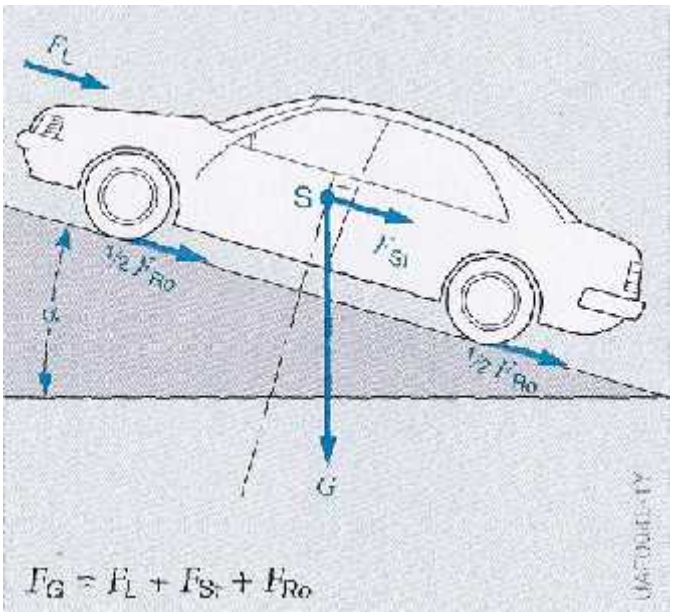
ρ - густина ваздуха

A – чеона површина

v - брзина кретања

$F_S = G \sim$ - отпор успона

$F_R = f \sim$ - отпор котрљања



Слика 2.10. Силе које делују на возило при праволинијском равномерном кретању[1]

У случају неравномерног кретања возила разликују се случајеви праволинијског кретања и кретање возила у кривини.

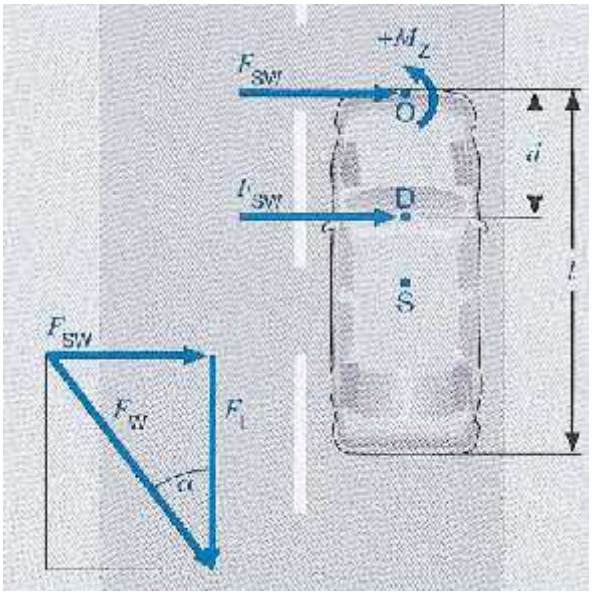
- При праволинијском кретању:
  - Кочење: инерција возила се понаша као пропулзивна сила (потпомаже кретање)
  - Убрзавање: инерција возила се понаша као сила отпора кретања
  - $F_R = \delta \frac{G}{g} \frac{d}{d}$ - отпор убрзања
  - G – тежина возила
  - g – убрзање земљине теже
  - *v* – брзина возила
  - δ - коефицијент утицаја обртних маса

- При кретању у кривини
  - тангенцијално убрзање:: $a_t = \frac{a}{a}$
  - нормално убрзање: $a_n = \frac{v^2}{R}$
  - центрифугална сила:$F_C = \frac{m^2}{R}$
    - R – полупречник кривине

Фактори који утичу на пут кочења возила:

- брзина возила: при константном успорењу пут кочења расте са квадратом почетне брзине
- оптерећење возила: повећањем оптерећења повећава се пут кочења
- услови пута: влажан пут смањује коефицијент пријањања, чиме се продужава пут кочења
- стање пнеуматика: недовољна дубина шаре протектора повећава пут кочења, посебно на влажном путу
- стање кочница: нпр. замашћене кочне плочице смањују силу кочења, чиме се продужава пут кочења
- фединг: перформансе кочница значајно опадају њиховим загревање

Снажан бочони ветар може да скрене возио са задате путање посебно у услвоимиа кретања великом брзином и у случлају да возило има чпогодан облик и велику површину бочне стране као што је случлај са теретним возилма и аутобусима. На слици 2.11. приказане су бочне силе које делују на возило као и момнти које оне изазивају.



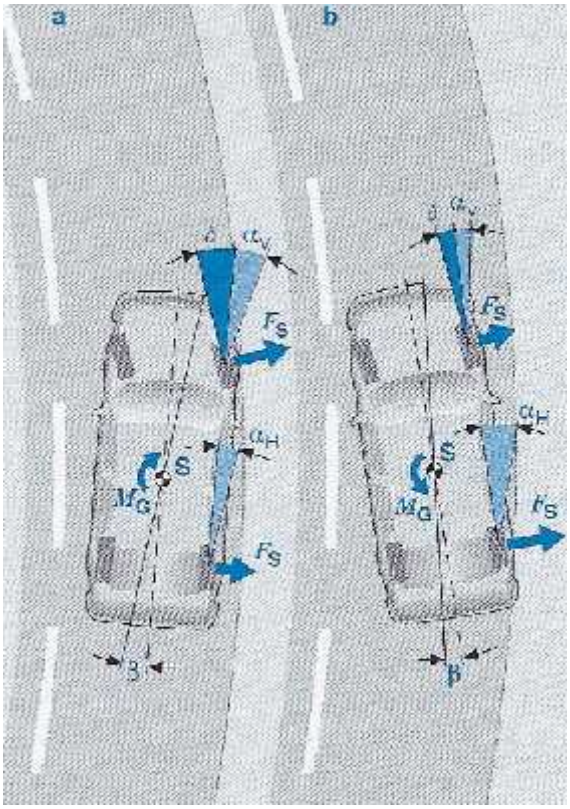
Слика 2.11. Динамика кретања при бочном ветру[1]

F_S - бочна компонента аеродинамичке силе која делује у тежишту бочне површине возила (D) које се не поклапа са тежиштем возила (S)

Да би се нападна тачка силаF_S померила на референтну тачку (O) која се налази на средини предњег дела возила, неопходно је додати и момент скретања M_Z који доводи до повођења точкова.

Утицај бочних сила на управљивост приказана је на слици 2.12.

a) подуправљивост: угао повођења предњих точкова(α_V) је већи од угла повођења задњих точкова (α_H)
b) надуправљивост: угао повођења задњих точкова (α_H) је већи од угла повођења предњих точкова (α_V)

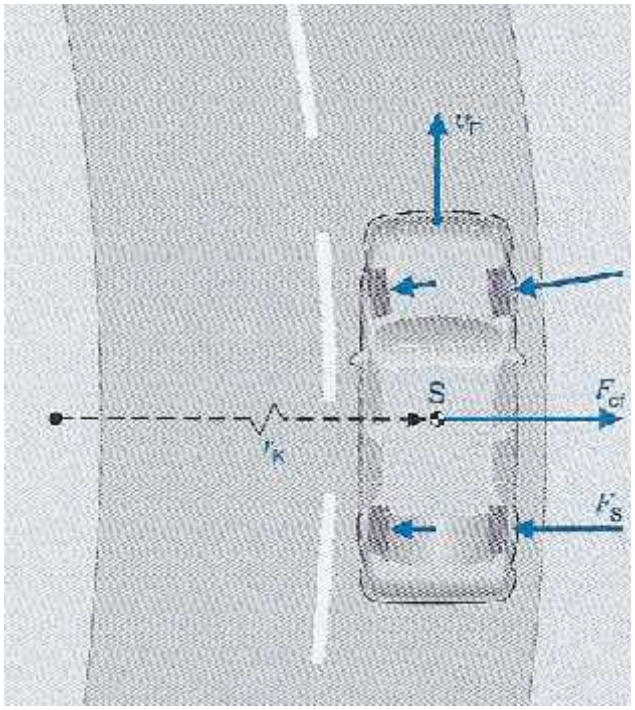


Слика 2.12. а) подуправљивост; б) надуправљивост [1]

Из безбедносних разлога возила су пројектована тако да имају благу подуправљивост возила са предњом вучом подложнија су подуправљивости, а возила са задњом вучом подложнија су надуправљивости.

Центрифугална сила делује у тежишту возила, слика 2.13. и зависи од бројних фактора као што су:

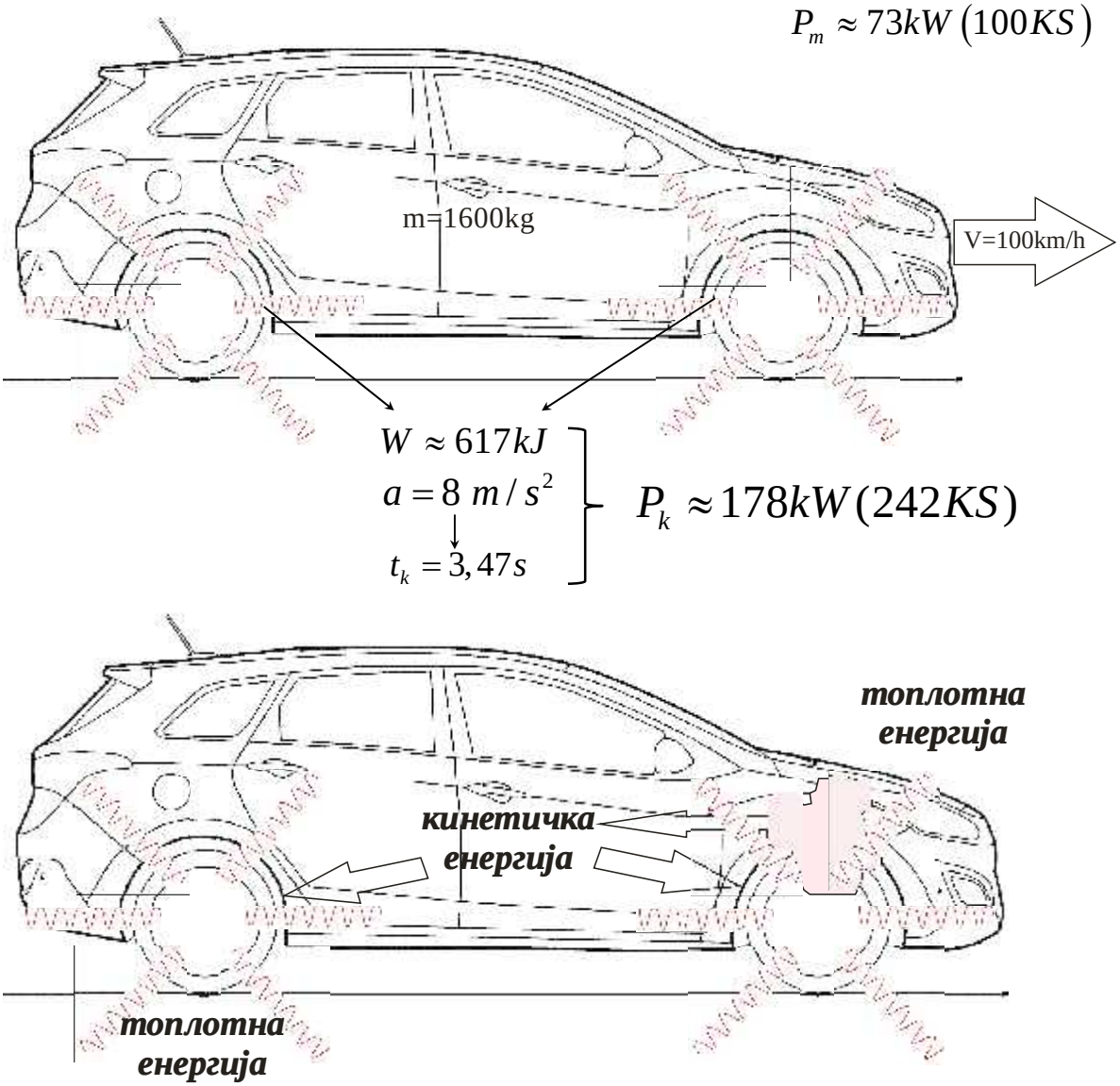
- Радијус кривине
- Брзина возила
- Висина тежишта
- Масе возила
- Ширине трага
- Коефицијента пријањања
- Расподеле маса возила



Слика 2.13. Утицај центрифугалне силе на кретање у кривини[1]

3. СИСТЕМ ЗА КОЧЕЊЕ

Кочење представља сложен стохастички процес праћен променама енергетских стања кочнице као трибомеханичког система при чему се, у случају фрикционе кочнице, неповратно врши одузимање односно гушење енергије возила. Слика 3.1. приказје утрошак енергије приликом кочења моторног возила мас 1600 kg од попчетне брзине од 100 km/h до заустављања.



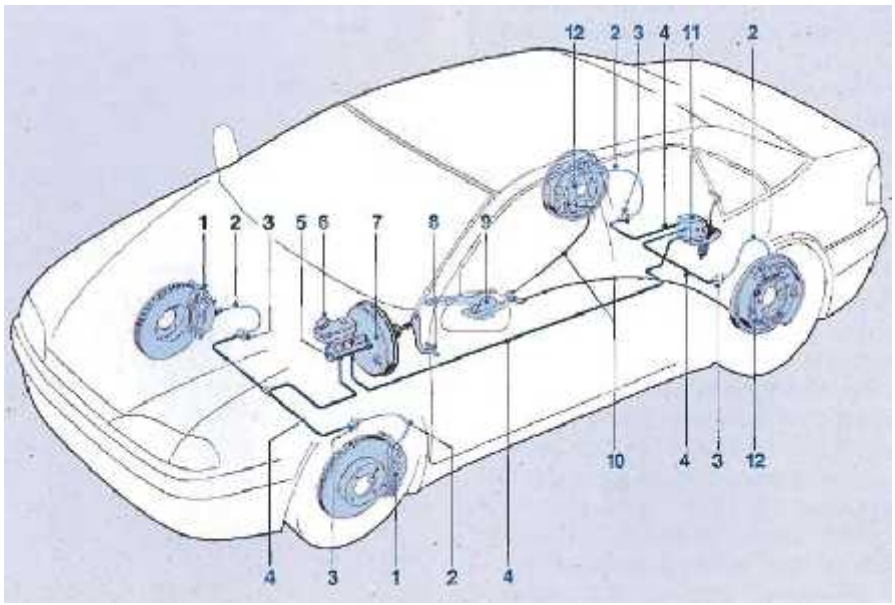
Слика 3.1.Енергетски аспект процеса кочења

Задаци система за кочење су :

- Успоравање возила
- Заустављање возила
- Одржавање константне брзине на низбрдицама
- Одржавање возила у месту

Систем за кочење једног возила мора да обезбеди:

- успорења (7-9 m/s2), тј. потребну ефикасност,
- стабилно кретање возила током кочења, тј. спречавање појава које доведе до губитка стабилности,
- мирно и постепено кочење, уз пуни осећај возача (сразмерност силе на команди и успорења, осећај стабилности возила),
- активирање кочница са што мањим силама на командама, тј. уз што мање напоре возача,
- високу поузданост у свим предвиђеним радним условима,
- функционисање уз потребу што мањег и што једноставнијег одржавања,
- кочење без шкрипе или других нежељених пратећих појава (загађења околине мирисом или на други начин – опасне материје),
- разлика сила кочења на точковима једне осовине не сме бити већа од 20%, рачунајући у односу на већу измерену силу.



1. Диск кочница
2. Кочно црево
3. Спој црева и цеви
4. Кочна цев
5. Главни кочни цилиндар
6. Резервоар за кочну течност
7. Серво уређај
8. Команда кочнице
9. Команда паркирне кочнице
10. Сајла паркирне кочнице
11. Редуктор силе кочења
12. Добош кочнице

Слика 3.2. Конвенционални систем за кочење моторног возила[1]

3.1. Електронски кочни системи

Antilock Braking System (ABS):

- Спречава блокирање точкова
- Постоји механичка веза између команде и кочнице
- Најважнији елемент је хидраулички модулатор
- Постао обавезан у свим возилима произведеним после 2001. године

Electrohydraulic Brakes/Sensotronic Brake Control (SBC):

- Не постоји механичка веза имеђу команде и кочнице
- Систем познат и под називом ***brake by wire***
- Кочнице су активиране хидраулички

Electromechanical Brakes (EMB):

- Веза између команде и кочница-чисто електронски
- Електромотори делују на кочницу

Eletronic Vehicle Dynamics Systems:

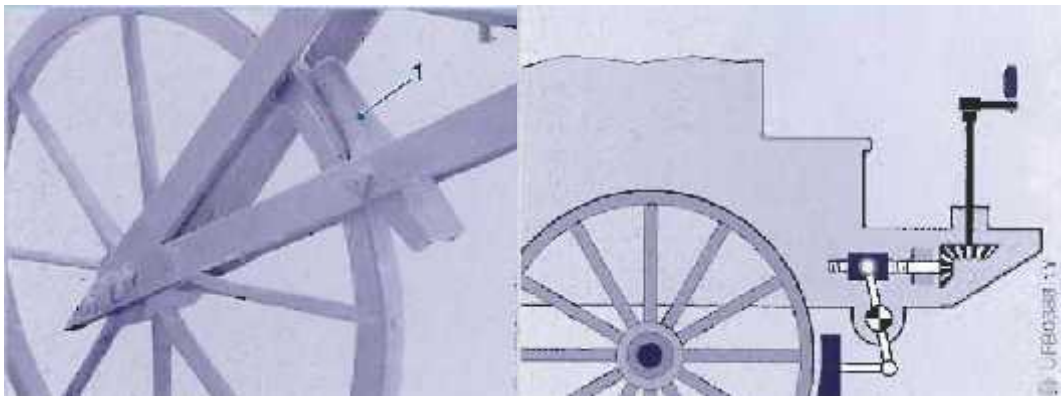
- Traction Control System (TCS)
- Electronic Stability Program (ESP)

Помоћне функције електронских система:

- Brake Assistant (BA)
- Electornic Braking –force distribution
- Hill Descent Control (HDC)

3.2. Историјски развој система за кочење

У првим кочним системима возила кочени су само точкови на задњој осовини. Тек 35 година од појаве аутомобила појавиле су се кочнице и на предњим точковима. На слици 3.3. приказане су неке од првих изведби кочних система на возилима.



Слика 3.3. а) Baron Karl Drais-1820; б) 1850[1]

Преглед важнијих датума у историјском развоју кочних система на моторним возилима:

- 1902. Louis Renault патентирао добош кочнице
- 1919. Lockheed – хидраулички активиране кочнице
- 1919. Hispano-Suiza – патентирали вакум појачивач
- око 1920. кочнице на свим точковима
- 1926. Adler Standard први аутомобил са хидрауличким кочницама
- 1954. Mercedes-Benz, Silver Arrows, прве кочнице са хидраучиким појачањем
- 1955. Citroen DS диск кочнице кој је још 1902. патентирао Lancaster
- 1959. BMW 502 први аутомобил са предњим диск кочницама
- 1961. Mercedes 300 SE, Lanca Flavia, Fiat 2300 први аутомобили са диск кочницама на свим точковима
- 1974. карбон фибер композит у кочнцама формуле 1
- 1978. ABS развијен од стране Bosch-a
- 1986. TCS
- 1995. ESP
- 2001.обавезна примена ABS-а на возилима категорије M1

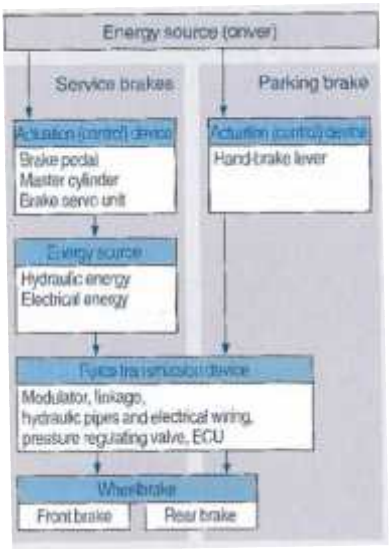
3.3. Елементи конструкције система за кочење

Прописи захтевају да систем за кочење треба да буде сложена структура, која има следеће основне подсистеме:

- подсистем радног кочења, за кочење возила максималним успорењима (у случају опасности) и сва блажа, краткотрајна кочења,
- подсистем помоћног кочења, за повећање безбедности возила у саобраћају
- подсистем паркирног кочења, за обезбеђење трајног кочења возила у месту и
- подсистем трајног кочења, за благо, дуготрајно кочењу при кретање возила на дужим падовима.

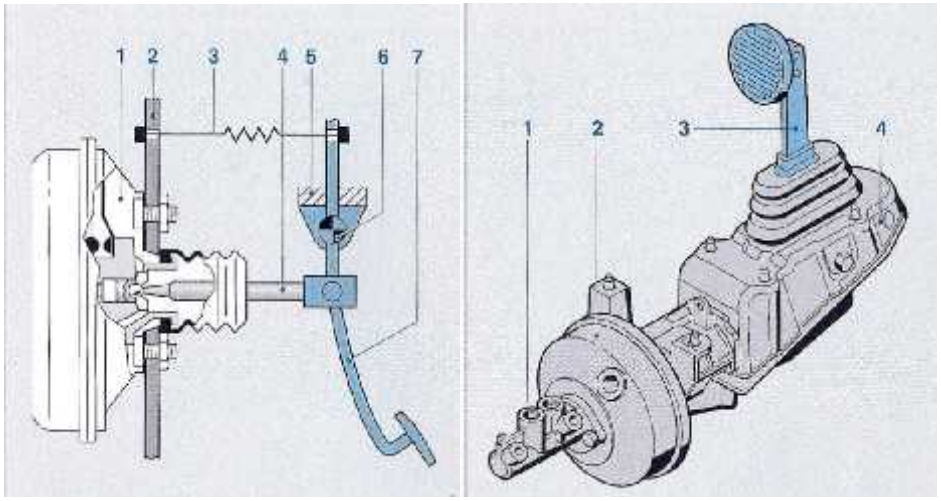
На слици 3.4. приказан је блок дијаграм компоненте система за кочење, радне и паркрне кочнице. Компоненте кочног система су:

- команда,
- преносни механизам и
- кочница.



Слика 3.4. блок дијаграм компоненте система за кочење, радне и паркрне кочнице [1]

Команда кочнице намењена је за активирање одговарајућег подсистема, тј. радне, помоћне и других кочница. Команда радне кочнице је изведена као папучица или педала непосредно испред седишта возача, тако да возач може да је активира не скидајући руке са волана.



Слика 3.5. Команда кочнице а) папучица; б) педала[1]

Преносни механизам има задатак да добијени импулс од команде пренесе до извршних органа-кочница и да на тај начин обезбеди потребно успоравање, односно кочење возила.

У основи постоје три принципијелна решења преносног механизма:

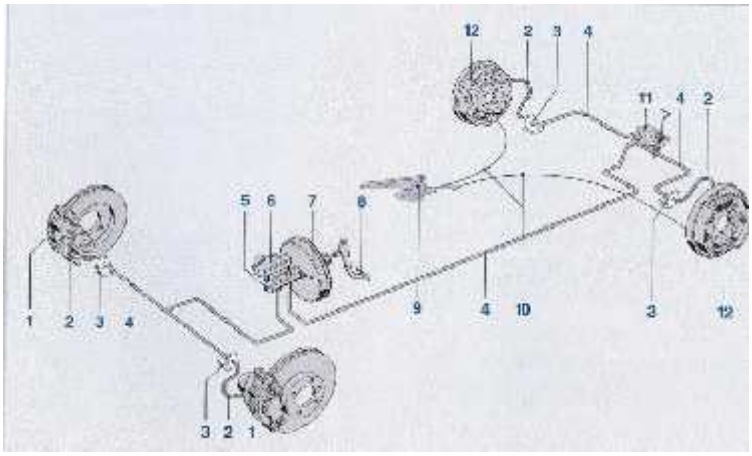
- преношење енергије возача,
- преношење енергије возача уз делимично коришћење другог тј. спољног енергетског извора (или резервоара) и
- преношење енергије из других извора, а на основу импулса који потиче од енергије возача.

Преносни механизми непосредног дејства, код којих се кочење возила остварује искључиво енергијом возача, изводи се на два основна начина:

- механички и
- хидраулички.

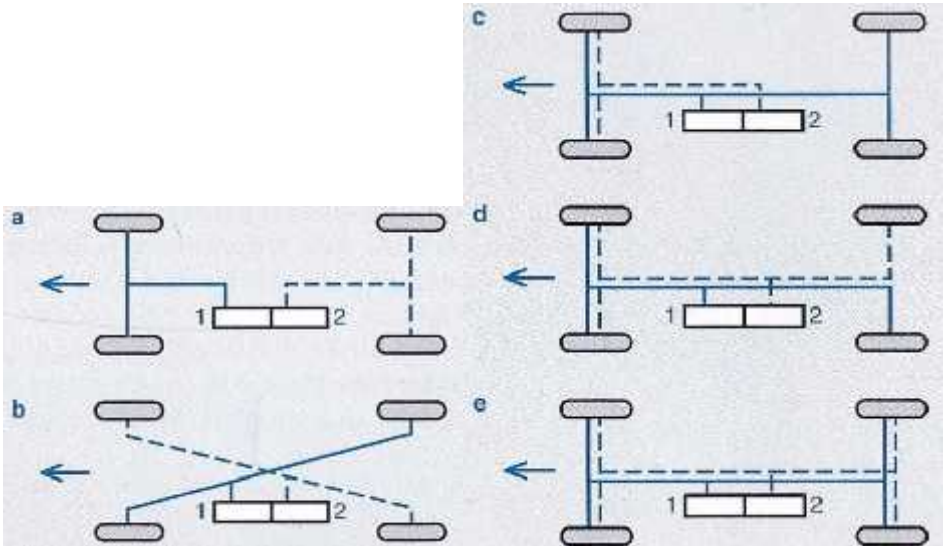
У првом случају ради се о механизму који је решен механичким елементима, полугама, ужадима и сл.

Хидраулички преносни механизми изводе се као хидростатички, тј. укључују хидрауличке компоненте (цилиндре са клиповима) које преносе хидростатички притисак, који се остварује енергијом возача, тј. његовим активирањем команде.



Слика 3.6. Компоненте система за кочење[1]

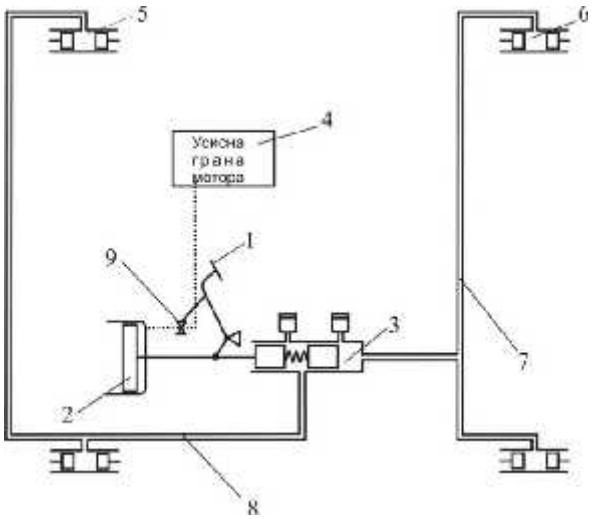
Законска обавеза је обезбеђење двокружног кочног система у случају радне кочнице. На слици 3.7. приказане су могуће извдебе двокружности кочног система.



Слика 3.7. Конфигурације кочних кругова[1]

- II, X, HI, LL и HH
- II и X су најједноставини и најраспорстрањенији
- HI, LL и HH –компликованији и мање поузданији
- X – систем код возила код којих је већа маса на предњој осовини и код возила која имају погон напред
- II – систем код возила које имају већу расподелу маса на задњој осовини и код возила која имају погон позади

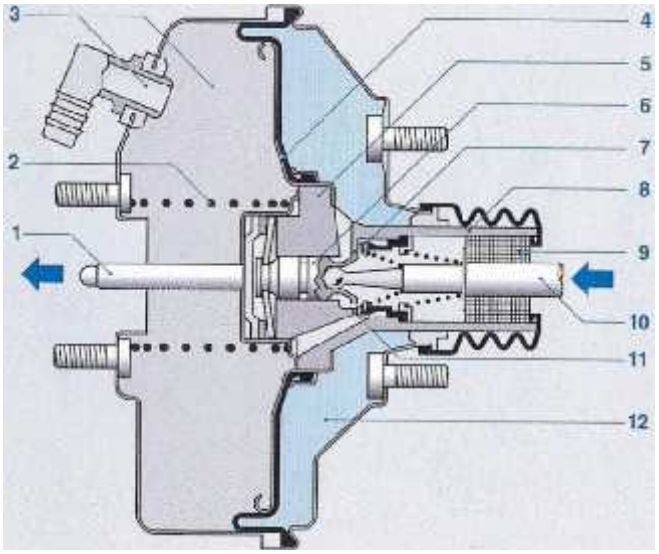
Пример двокружног хидрауличког преносног механизма са делимичним серводејством приказан је на слици 3.8. За појачање силе на кочионом цилиндру користи се потпритисак у усисној грани мотора са унутрашњим сагоревањем.



1 - педала кочнице
2 - вакум-појачивач
3 - главни кочни цилиндар
4 - усисна грана мотора
5 - кочни цилиндар точка
6 - кочни цилиндар точка
7 - независни круг кочења задњих точкова
8 - независни круг кочења предњих точкова
9 - вентил

Слика 3.8. Хидраулички преносни механизми са делимичним серво дејством [1]

Двокоморни вакум серво појачивач приказан на слици 3.9. своју функцију обавља на следећи начин. Дијафрагма (4) раздваја вакумску комору (3) од радне коморе (12).

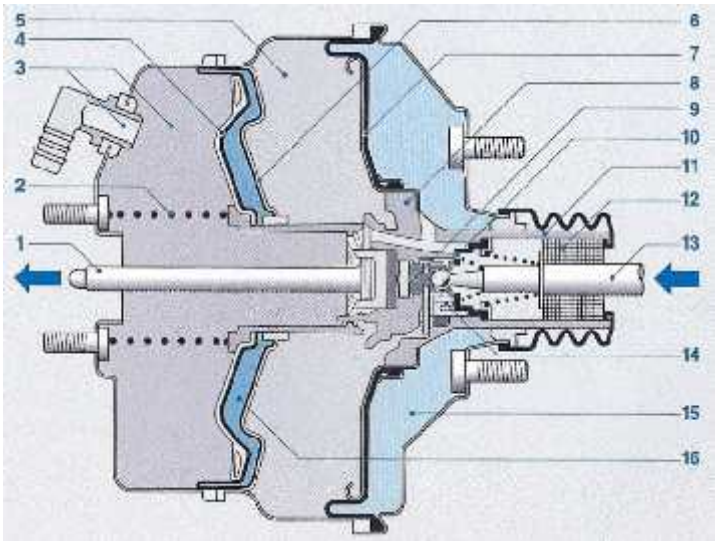


1. Клипњача ка главном кочном цилиндру
2. Опруга
3. Вакумска комора са вакумским конектором
4. Мембрана
5. Клип
6. Клип
7. Двоструки вентил
8. Тело вентила
9. Пречистач за ваздух
10. Клипњача ка команди кочнице
11. Седиште вентила
12. Радна комора

Слика 3.9. Двокоморни вакум серво појачивач[1]

Клипњача (10) преноси силу са педале кочнице на клип (5), након чега се ова сила уз појачање преноси на клипњачу ка главном кочном цилиндру (1). Када радна кочница није активирана радна комора (12) и вакумска комора (3) су повезане преко вентила (8). Преко вакумског конектора обе коморе су повезане са усисним колектором. У овом тренутку у обе коморе влада исти притисак (потпритисак). Када возач делује на команду кочнице, клипњача (10) се помера у леву страну делујући на двоструки вентил (7) и наслањајући га на седиште вентила (11). Вакумска и радна комора су на овај начин раздвојене. Даље кретање кллипњаче порема клип (6) са свог седишта и омогућава улаз ваздуха из атомсфере преко пречистача (9) у радну комору. Притисак у радној комори је сада већи од притиска у вакумској комори па мемебрана почиње да се креће у десно, а како је повезана са клипњачом (1) сила коју преноси на клипњачу сабира се са силом коју је остварио возла. По престанку деловања на команду кочнице опруга (2) враћа мембрану у почетниположај а притисци у коморама се изједначавају.

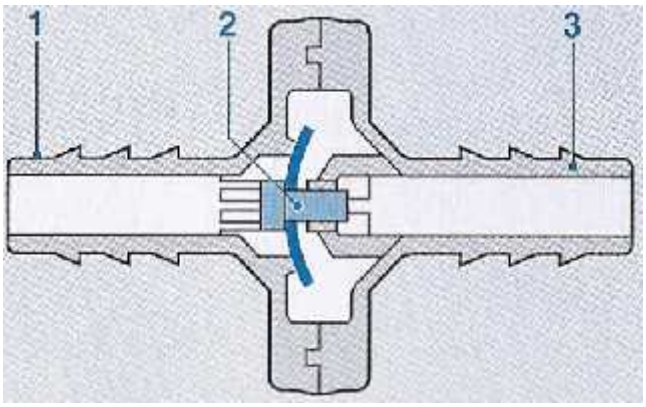
Четворокоморни/тандем вакум серво појачивач приказан на слици 3.10. омогућава веће повећање него двокоморни вакум појачивач. Постоје две вакум коморе (3 и 5) и две радне коморе (15 и 16). Између вакум и радних комора налазе се мембране (4 и 7). Принцип рада је врло сличан као и код двокоморних вакум појачивача. Када нема кочења у свим коморама влада потпритисак из усисног колектора. Када возач активира кчоницу, затвара се конекција са вакум коморама и у радне коморе се уводи атомсферски притисак. Разлика притисака потискује мембране у леву страну које овај притисак преносе на клипњачу која изилази из појачивача.



1. Клипњача ка главном кочном цилиндру
2. Опруга
3. Вакумска комора II са вакумским конектором
4. Мембрана II
5. Вакумска комора I
6. Преграда
7. Мембрана I
8. Радни цилиндар
9. Клип
10. Двоструки вентил
11. Тело вентила
12. Пречистач за ваздух
13. Клипњача ка команди кочнице
14. Седиште вентила
15. Радна комора I
16. Радна комора II

Слика 3.10. Четворокоморни/тандем вакум серво појачивач[1]

Вакумски неповратни вентил обезбеђује потпритисак у вакумској комори и када мотор не ради. Спречава пулзацију услед промене режима рада мотора. Спречава улазак испарења из усисног колекотра која могу да оштете гумене елементе. На слици 3.11. приказан је вакумски неповратни вентил.

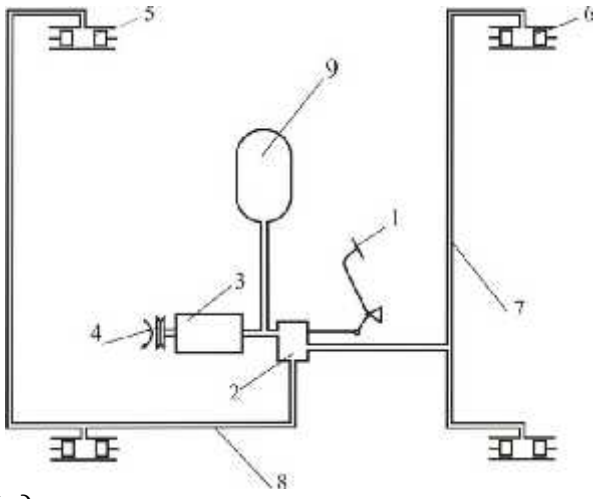


1. Веза са вакумским серво-појачивачем
2. Неповратни вентил
3. Веза са усисним колектором мотора

Слика 3.11. Вакумски неповратни вентил [1]

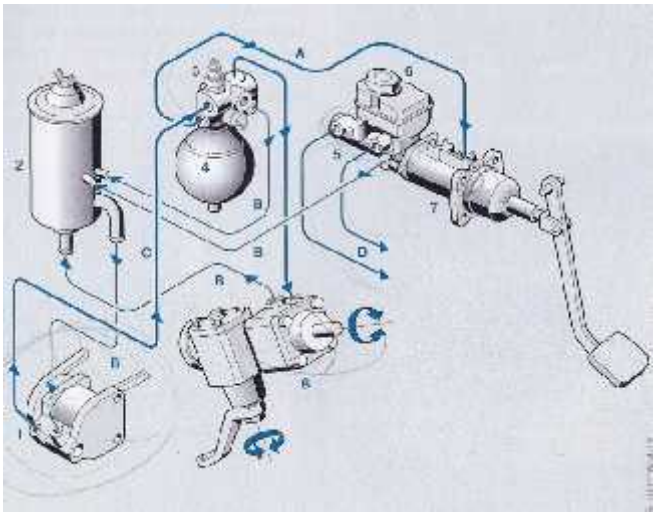
Код возила већих маса примењују се хидраулички преносни механизми са потпуним серводејством приказан на лсици. У овом случају силе потребне за активирање кочница у потпуности се обезбеђују из спољног енергетског извора, који је шематски приказан на слици 3.12., као хидраулична пумпа за уље (3) која добија погон (4) од мотора са унутрашњим сагоревањем. Уместо помињаног главног кочионог цилиндра, овде је примењен посебан кочиони вентил (2), помоћу којег возач, деловањем на педалу кочнице (1), уље под притиском који ствара хидраулична пумпа преко два независна круга (7) и (8) разводи на кочионе цилиндре у точковима (5) и (6). У случају

прекида рада мотора, улогу хидрауличне пумпе преузима хидраулички акумулатор (9). Хидраулички акумулатор је уређај који акумулира хидрауличну енергију док мотор и пумпа раде, па у тренутку престанка њиховог рада обезбеђује притисак уља потребан за заустављање возила.



Слика 3.12. Хидраулички серво систем са потпуним серво дејством

За разлику од хидрауличког серво систем са потпуним серво дејством на слици 3.13. је приказан систем са хидрауличким делимичним серво дејством који се врло често примењује и код путничких возила. Пумпа за уље (1) под дејством мотора СУС или електро мотора ствара притиаск који се преко регулатора притиска (3) шаље у хидраулички акумулатор (4). Након дејства возача на педалу кочнице из хидроакумулатора се преко регултора притиска доводи уље под притиском у главни кочони цилиндар (7) где се притисак уља сабира са притиском који је остварио возач одакле се уље преко двокружног кочнос система одоводи до кочних цилиндара у точковима.



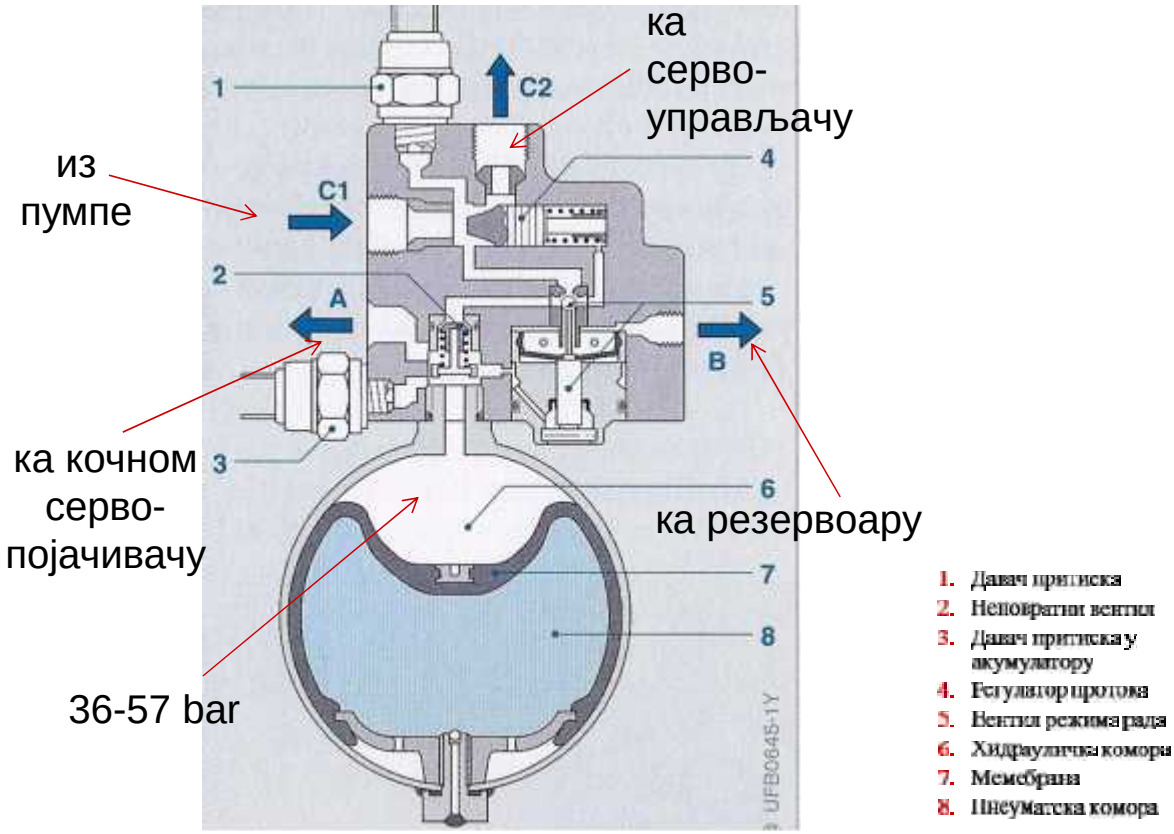
1. Пумпа управљача
2. Резервоар за уље са пречистачем
3. Регулатор притиска
4. Хидраулички акумулатор
5. Главни кочни цилиндар
6. Резервоар кочне течности
7. Хидраулични серво уређај
8. Серво управљач

A серво кочни круг
B улазни и повратни водовови
C сервоуправљачки водови
D кочни кругови

Слика 3.13. Хидраулички серво систем са делимичним серво дејством[1]

Хидраулична пумпа у оба претходно описана преносна механизма, поред стварања притиска уља за кочење, веома често у пракси има задатак да оствари енергетско напајање система за управљање односно сервоуправљача (позиција 8 на слици 3.12.), као и погон других хидрауличних компонената на возилу (цилиндра за самоистовар, на пример).

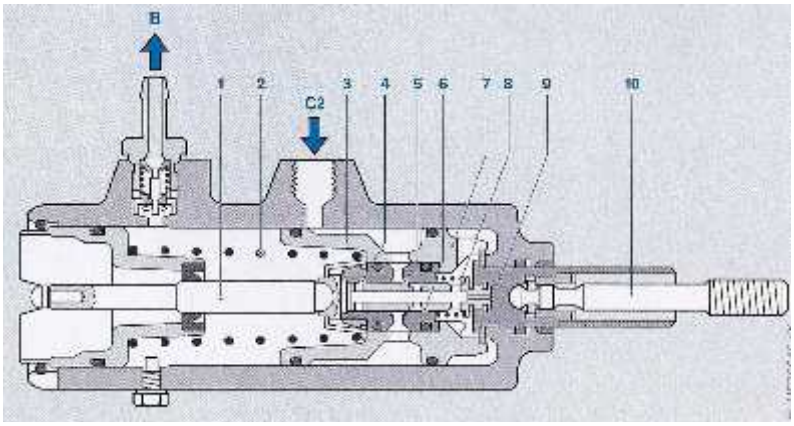
Регулатор притиска са хидро-акумулатором, приказан на слици 3.14. обезбеђује потребан притисак за главни кочни цилиндар са појачивачем и у овом случају за сервоуправљач. Уље под притиском улази у порт C1, одакле преко регулатора протока (4) долази ка серво управљачу и истовремено пуни хидраучички акумулатор (6, 7, 8). Када је акумулатор напуњен до декларисаног притиска вентил режима рада не дозвољава даље пуњење акумулатора и спаја комору са опругом регулатора проткоа (4) са одоводом према резервоару. У том режиму рада сав притисак уља из пумпе одлази према сервоуправљачу.



Слика 3.14. Регулатор притиска са хидро-акумулатором [1]

Сво време рада уље одлазли и ка кочном сервопојачивачу преко одовода A или директно из пумпе док се резервоар пуни или из резервоара када је вентил (5) прекинуо пуњење резервоара за уље.

Кочни сервопојачивач приказан на слици 3.15. притисак уља који добија из регулатора притиска са хидро-акумулатором претвара у силу на клипњачи која се сабира са силом коју је остварио возач активирањем команде радне кочнице. У режиму када нема кочења уље преко улазног канала C2 улази у сервопојачавач али нема дејства јер уље делује на преносни клип (3) на начин да га држи у равнотежи. Са друге стране уље које се налази у простору иза управљачког клипа може слободно да тече ка резервоару преко одвода B.

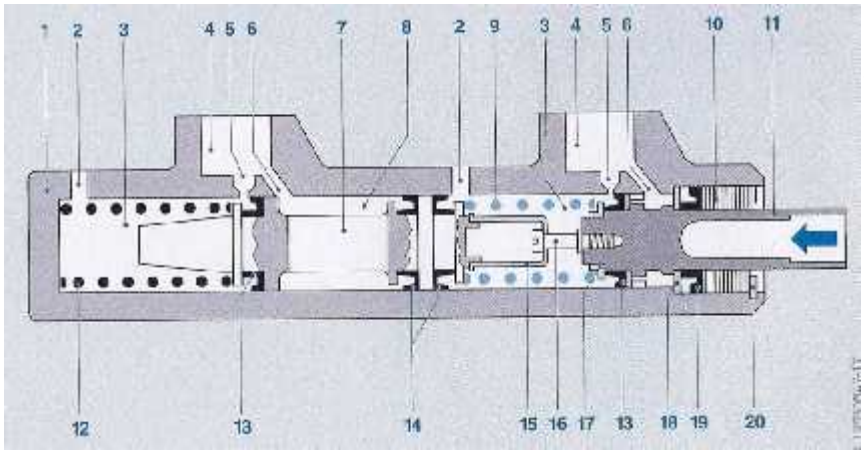


1. Клипњача према главном кочном цилиндру
2. Повратна опруга
3. Преносни клип
4. ..6. управљачке ивице
7. Управљачки клип
8. Компресиона опруга
9. Активирајући клип
10. Клипњача ка педали кочнице

Слика 3.15. Хидраулички серво појачавач[1]

Када возач притисне команду кочнице сила се преко клипњаче пренесе на активирајући клип (9) који помера управљачки клип (7), при чему сада притисак уља помера преносни клип који преноси силу на клипњачу према главном кочном цилиндру.

Главни кочни цилиндарпретвара механичку силу коју је остварио возач појачану за износ у сервопојачивачу у хидраулички притисак и расподељује га на кочне кругове.

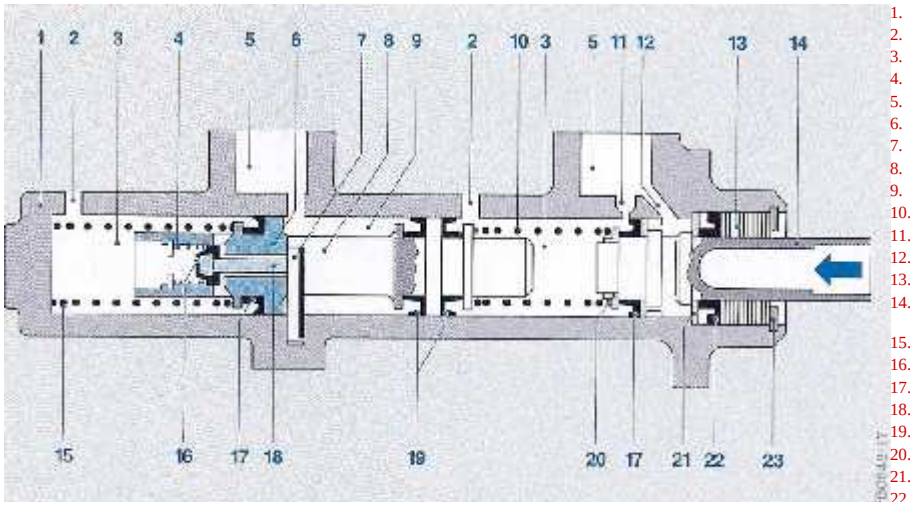


1. Кућиште цилиндра
2. Излаз притиска ка кочном кругу
3. Комора под притиском
4. Ка резервоару кочне течности
5. Преливни –баланс-канал
6. Профилисани канал
7. Пливајући клип
8. Међукомора
9. Међу опруга-предсабијена
10. Пластична кошуљица
11. Клипњача према серво појачивачу
12. Компресиона опруга
13. Примарни заптивач
14. Изолациони запитвач
15. Међу кошуљица
16. Вијак
17. Прстен
18. Диск
19. Секундарни заптивач
20. Сигурносни прстен

Слика 3.16. Главни кочни цилиндар/ Тандем мастер цилиндар са предсабијеном опругом [1]

На слици приказан тзв. тандем мастер цилиндар са предсабијеном опругом.Предсабијена опруга држи на истом растојању клипњачу и пливајући клип када је цилиндар растерећен.Ова опруга омогућава да пливајући клип (7) након растерећења дође у позицију да се отвори преливни-баланс канал (5) чиме се обезбеђује растерећење другог кочног круга након престанка кочења. Када возач активира команду радне кочнице клипњача (11) се помери у лево и створи притисак уља испред чела клипа примарног кочног круга и затвара се преливни-баланс канал (5) примарног круга. Притисак испред чела клипа помера пливајући клип (7) у лево који због кретања у лево затвара преливни-баланс канал секундарног кочног круга. Истовремено се уље под притиском шаље до одговарајућих кочних цилиндара у зависности од шеме двокружности. У случају да је због неисправности дошло до пада притиска у другом кочном кругу, први кочни круг добија одговарајући притисак уља. У случају пада притиска у првом кочном кургу, клип првог кочног круга преко вијка (16) и кошуљице (15) физички належе на клип другог кочног круга обезбеђујући на тај начин потрбан ниво притиска уља у другом кочном кругу.

Главни кочни цилиндар са централним вентилом приказан на слици 3.17. у основи функционише као и мастер цилиндар са предсабијеном опругом. Овај цилиндар је развијен за возила са ABS-ом.



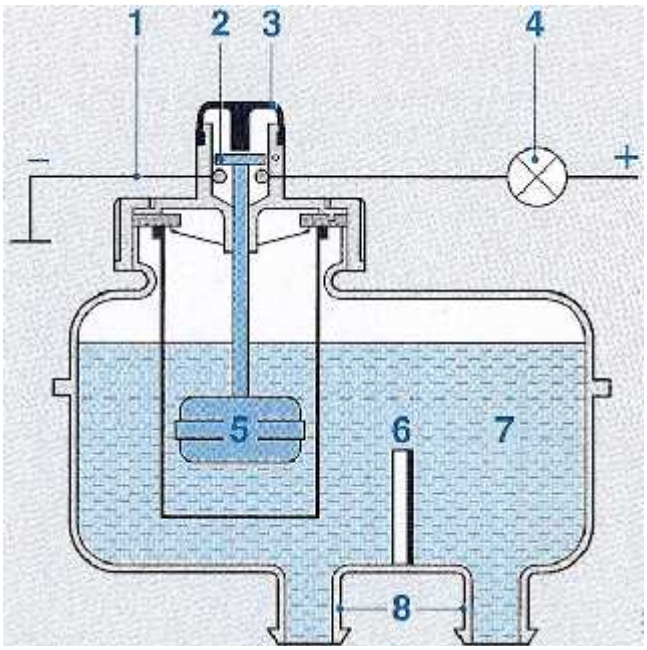
1. Кућиште цилиндра
2. Излаз притиска ка кочном кругу
3. Комора под притиском
4. Опружни вентил
5. Ка резервоару кочне течности
6. Пливајући клип
7. Прстен
8. Међуклип
9. Међу комора
10. Компресиона опруга
11. Преливни отвор
12. Профилисани отовр
13. Пластична кошуљица
14. Клипњача од хидраучичног серво кочионог цилиндра
15. Компресиона опруга
16. Седиште вентила
17. Примарни запитвач
18. Игличасти вентил
19. Изолациона заптивка
20. Прстен
21. Секундарна заптивка
22. Сигурносни прстен

Слика 3.17. Главни кочни цилиндар/Тандем мастер цилиндар са централним вентилом [1]

Када кочница није активирана вентил (18) је отворен јер његова иглица належе на прстен (7) па уље мож слободно да пролази кроз њега у међукомору (9). Када се кочница активира вентил се затвара и испред чела пливајућег клипа (6) ствара се притисак и уље се шаље у други кочни круг преко излаза (2). Када се кочница отпусти оба клипа се под дејством опруга крећу у лево. Игла вентила (18) удара у прстен (7) чиме се омогућава перлазак уља из коморе (3) у комору (9) много брже него у случају са преливним-баланс каналом. Захтев за брзим ратерећењем долази од ABS-а, па је овај цилиндар за потребе возила која поседују противблокирајући

систем и развијан. Код возила која имају ABS систем у оба кочна круга вентил (18) се налази на оба клипа у мастер цилиндру.

Резервоар за кочну течност, приказан на слици 3.18., је најчешће повезан директно са главним кочним цилиндром. Поред потребе за складиштењем потребне кочичине кочне течности има улогу и компезационог суда чиме омогућава кретање течности из и у кочне кругове у процесу растерећења кочница или због истрошености фрикционих облога, разлике у темепратури у коочном систему или у процесу рада ABS или ESP система.



1. Струјни круг нивоа течности
2. Пливајући прекидач
3. Поклопац резервоара
4. Индикаторска лампица
5. Пловак
6. Мерач нивоа
7. Кочна течност
8. Конекција са главним кочним цилиндром

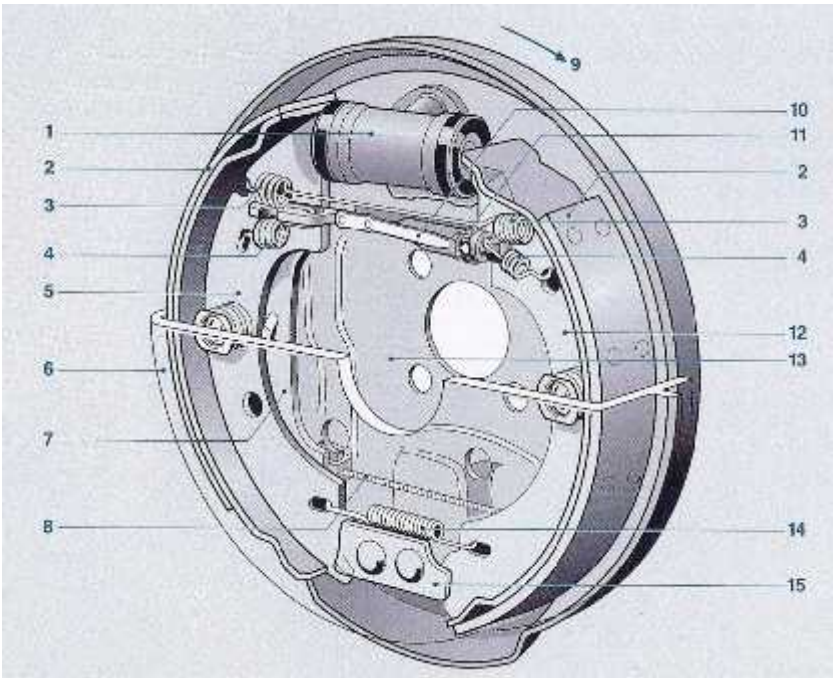
Слика 3.18. Резервоар за коч.ну течност [1]

Резеровоар за кочну течност је оремљен и индикатором нивоа течности који возачу преко сигналне лампице (4) на инстурмент табли сигнализира када ниво течности достигне минималну вредност.

Кочнице представљају извршне органе кочних система, помоћу којих се њихови основни задаци и реализују.
Све врсте кочница које се данас користе на моторним и прикључним возилима функционишу на јединственој физичкој основи – трењу које се јавља између одређених покретних елемената возила (везаних за точкове) и одређених непокретних елемената (везаних за носећу структуру возила).
Када је реч о кочницама моторних и прикључних возила, у основи се користе два основна извођења:

- добош кочнице и
- диск кочнице.

На слици 3.19. приказана је добош кочница која се користи и као радна и као паркрина кочница.

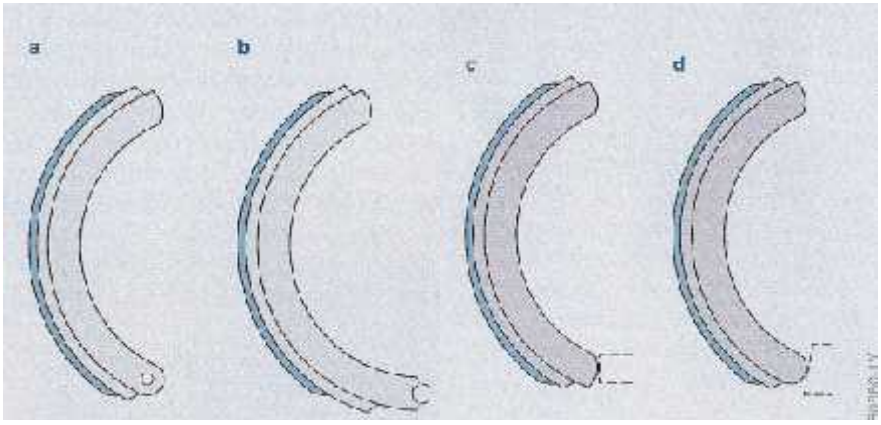


1. Кочни цилиндар
2. Фрикциона облога
3. Повратна опруга папуча
4. Повратна опруга механизма за самоподешавање
5. Силазна папуча
6. Добош
7. Полуга паркирне кочнице
8. Сајла паркирне кочнице
9. Смер обртања
10. Биметална трака у механизму за самоподешавање
11. Точкић за подешавање са лактастом осовином
12. Водећа папуча
13. Носач
14. Повратна опруга папуче
15. Ослонац

Слика 3.19. Добош кочница[1]

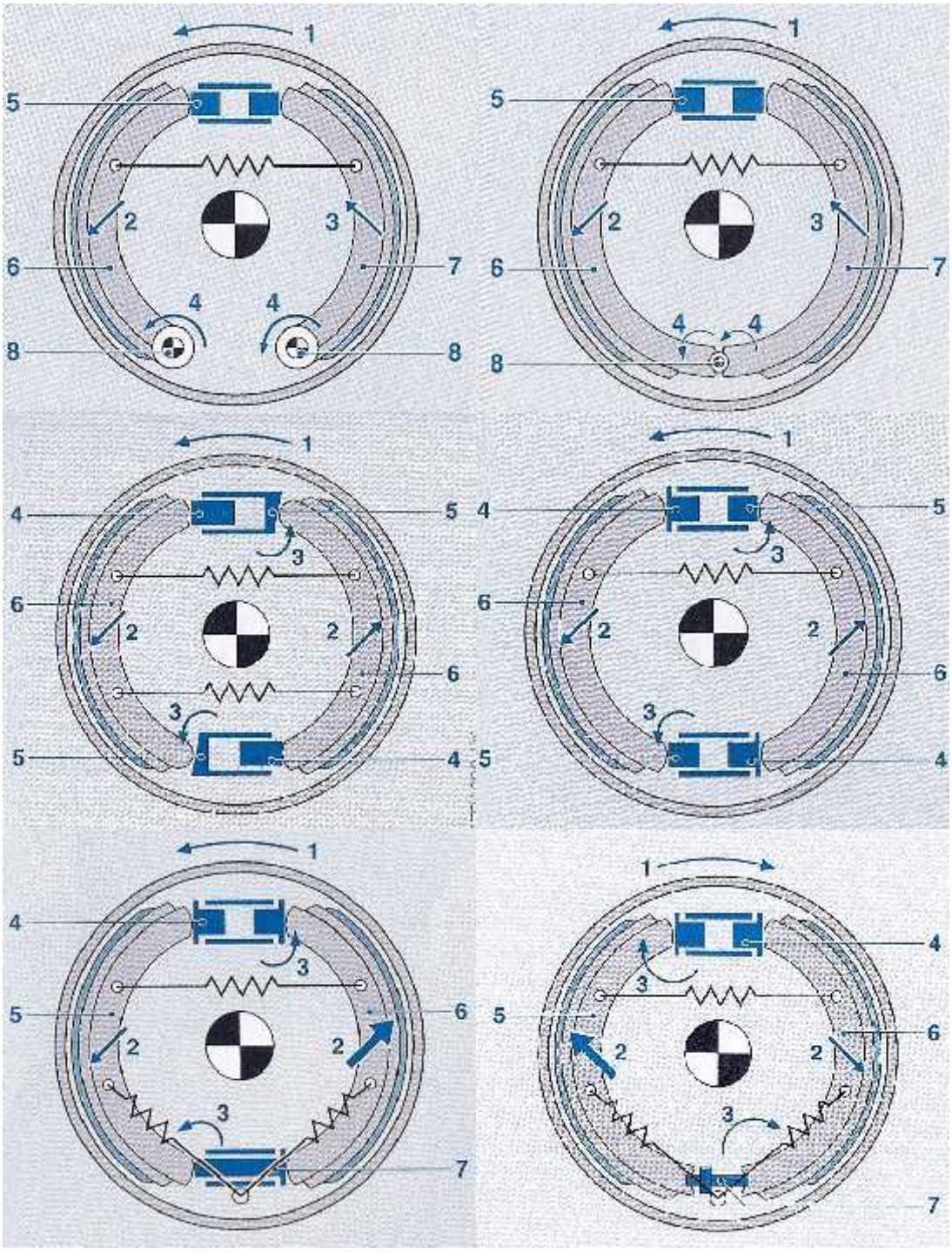
Два основна типа кочница, у односу на начин на који су монтиране и како се закрећу кочне папуче:

- Добош кочнице са фиксним пивотом (слике a i b)
- Добош кочнице са клизајућим папучама и паралелним или косим ослонцем (слике c и d)



Слика 3.20. Добош кочница/типови[1]

На слици 3.21. приказана су различита конструкцијска извођења добош кочнице.



Слика 3.21. Добош кочница а)и б)симплекс кочница; в)дуплекс кочница; г)дуодуплекс кочница; д)серво кочница; ђ) дуосерво кочница[1]

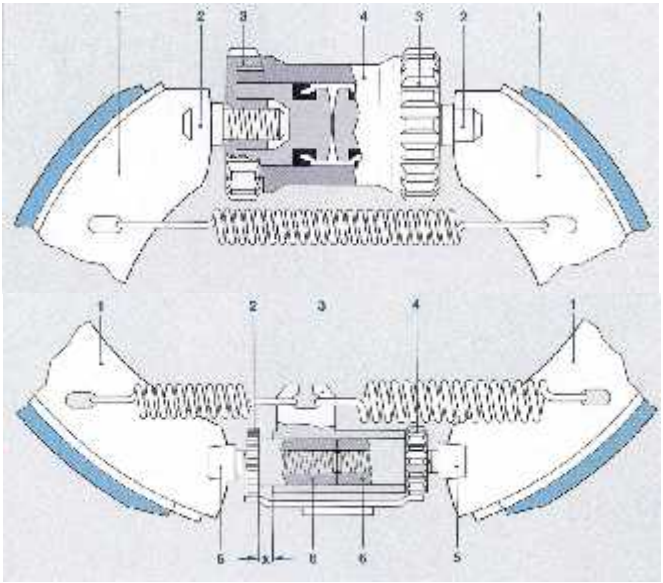
На слици (под а и б) се може видети да су обе папуче (6 и 7) са облогама ослоњене унутар добоша (1), преко осовиница (8) и то на својим суседним крајевима. Папуче се активирају силама које настају као последица притиска у кочном цилинду (5) које делују на супротним крајевима обе папуче. Сила активирања папуче (6) има за дати смер обртања добоша исти карактер у односу на ослонац папуче као и тако изазвана сила трења јер се моменти обе силе сабирају. Из тог разлога, као и због тога што добош при обртању у подручју дејства силе наилази на ову папучу, она се назива наилазна. Код папуче (7) моменти силе активирања и силе трења су супротног смера, па се ова папуча назива силазна. Удео наилазне папуче у остваривању кочног момента је зато знатно већи него силазне, али су зато оптерећења ове папуче већа, што доводи до бржег хабања њене облоге. Овакав тиш добош кочнице се назива симплекс кочница.

Добош кочнице код којих обе папуче делују као наилазне остварују за исту силу активирања знатно веће кочне моменте. То су кочнице двоструког дејства или тзв. дуплекс кочнице (слика 3.21. под в). Код ових кочница је ослањање и активирање кочница на супротним крајевима папуча. Код ове конструкције промена смера обртања добоша доводи до тога да обе папуче постају силазне. То је озбиљан недостатак дуплекс кочница, јер је при кретању возила уназад остварени кочни момент знатно нижи него код симплекс кочница.

То се може успешно решити применом система активирања и ослањања папуча који омогућава да се обе папуче увек ослањају на супротним крајевима (слика 3.21. под г) у односу на смер обртања добоша. То су кочнице обостраног дејства или дуо-дуплекс кочнице.

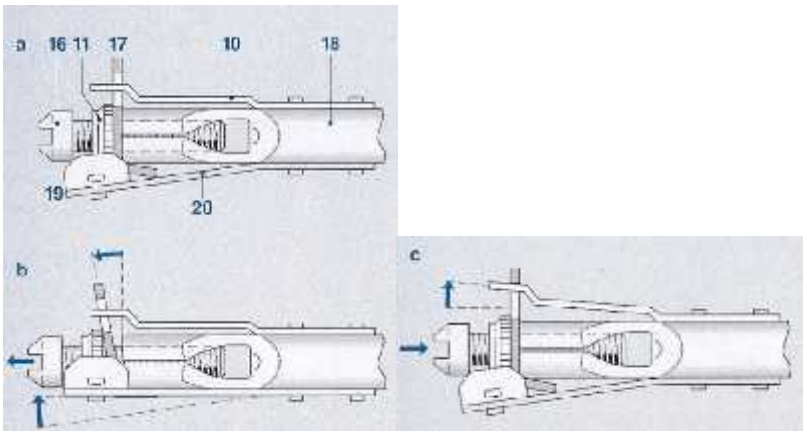
Четврта карактеристична врста добош кочница јесу кочнице са серводејством (слика 3.21. под ђ). И у овом случају обе папуче су наилазне, само прва наилазна папуча нема непокретни ослонац, већ се преко полужја (3 и 7) ослања на другу папучу, која је преко ослонца везана за носач папуча. Тако, прва наилазна активира другу папучу, на којој се остварује још већи кочни момент од прве наилазне папуче. Међутим, при промени смера обртања, као што је раније објашњено, обе папуче постају силазне, а друга се активира још мањим силама од прве. При кретању возила уназад, практично, сервокочница постаје неупотребљива. Зато се и у овом случају прибегава решењима система ослањања која омогућавају промену ослонца, тако да обе папуче буду увек наилазне. То су такозване дуо-сервокочнице приказане на слици 3.21. под ђ.

Имајући у виду да се фрикциони материјал на кочним папучама троши током експлоатације, постоји потреба да се подешава и зазор између добоша и папуча. На слици 3.26. приказан је механизам за ручно подешавање зазора на самом кочном цилиндру (слика 3.26. а) и варијанта за ручно подешавање зазора на непокретном ослонцу слика 3.26. б.



Слика 3.26. Добош кочница/ручно подешавање [1]

На слици 3.17. приказан је механизам за аутоматско подешавање зазора.Зазор се између кочних облога и добоша помоћу вијка за подешавање (16), вијка за подешавање (11), подешавача (19) и подешавајуће полуге (20) након саваког циклуса кочења смањује за 0,02 mm. Смањење зазора је захваљујући биметалној траци (10) и лактасте осовине (17) у случају темепратуре фрикционе површине веће од 80°C онемогућено.

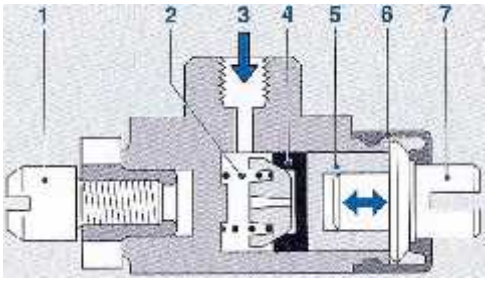


10. Биметална трака
11. Точкић за подешавање
16. Вијак за подешавање
17. Лактаста осовина
18. Потисна полуга
19. Подешавач
20. Подешавајућа полуга

a. Режим без кочења
b. Кочење при температурама ‹ 80°C
c. Кочење при температурама › 80°C

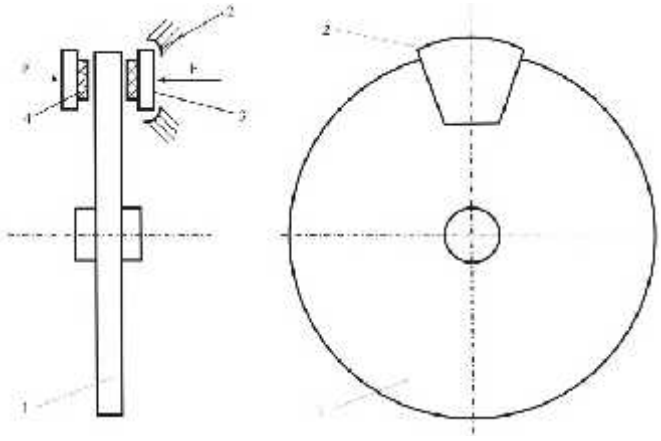
Слика 3.27. Добош кочница/систем за самоподешавање [1]

Притисак генерисан у главном кочном цилиндру се на добош преко кочних оболога преноси захваљујући кочном цилиндру приказаном на слици 3.28. који се налази у добошу. На слици је приказан цилиндар једностраног дејства који се примењује код дуплекс кочнице. Опруга (2) обезбеђује да клип цилиндра увек належе на кочну папучу.



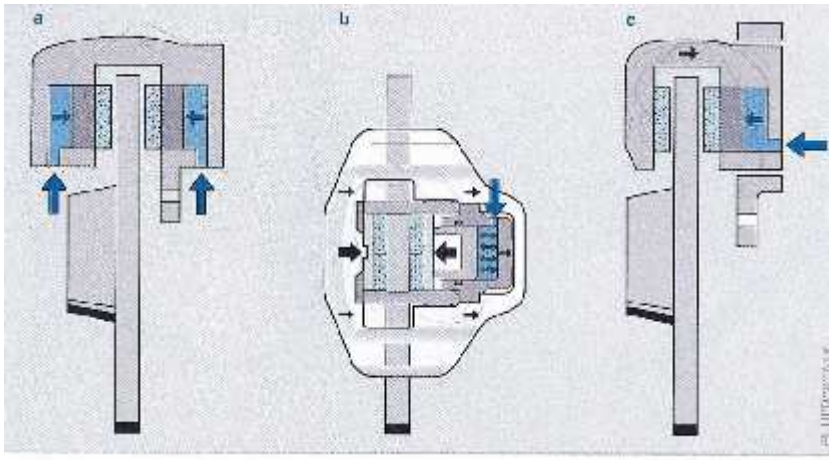
Слика 3.28. Добош кочница/цилиндар точка [1]

Код диск кочница, слика 3.29., фрикциона површина је у облику диска (1), који је непосредно везан за точак, изведена нормално на осу обртања, а притисак на њу се остварује у аксијалном правцу помоћу стеге (2).



Слика 3.29.Диск кочница

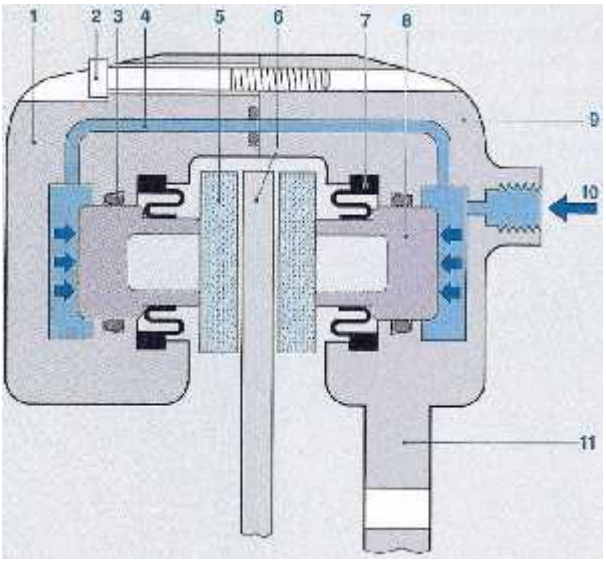
Диск кочница се израђује са фиксном, пливајућом или клизном стегом, слика 3.30.



a) Фиксна стега
b) Пливајућа стега
c) Клизна стега

Слика 3.30.Типови диск кочница [1]

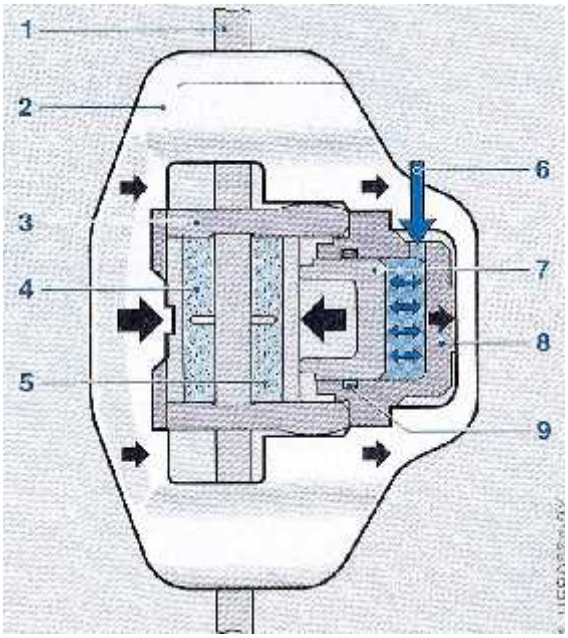
Ако се користи чврсто везана, фиксна стега (слика 3.31.), потребно је да се сила остварује са обе стране диска, постоје хидраулични цилиндри са обе стране.



2. Вијак
3. Заптивни прстен
4. Канал за пролаз кочне течности
7. Прстен за заштиту од прашине
8. Клип
9. Непокретна спојница
10. Улазни канал од мастер цилиндра

Слика 3.31.Диск кочница са фиксном стегом [1]

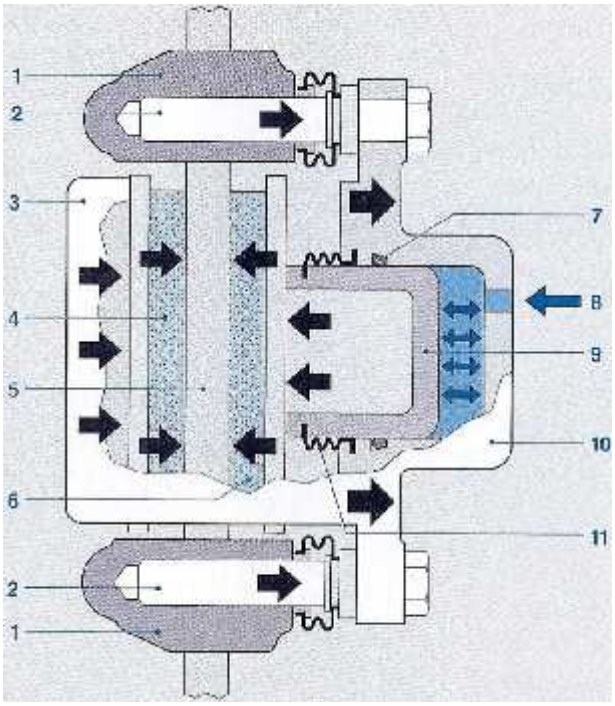
Ако се користи пливајућа стега(слика 3.32.), довољно је да постоји хидраулични цилиндар са једне стране диска, који потискује кочиону плочицу и остварује силу кочења. Стега је прикладно обликован јарам, који на делу површине обухвата диск. У стези се налази механизам помоћу којег се остварује притисак на фрикциони диск са обе његове стране.



1. Кочни диск
2. Пливајућа стега
3. Непокретни ослонац
4. Канал за пролаз кочне течности
6. Улазни канал од мастер цилиндра
7. Клип
9. Заптивни прстен

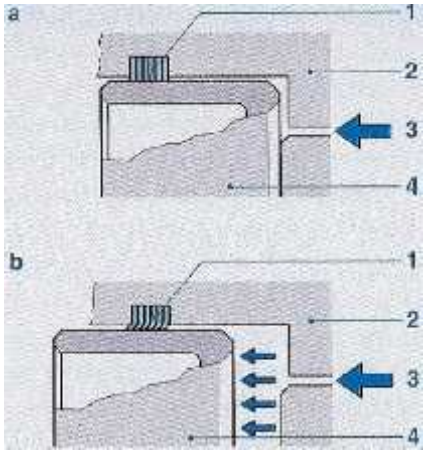
Слика 3.32.Диск кочница са пливајућом стегом [1]

Диск кочница са клизном стегом,слика 3.33., представља варијанту пливајуће стеге. У односу на њу погоднији су за одржавање.



Слика 3.33.Диск кочница са клизном стегом [1]

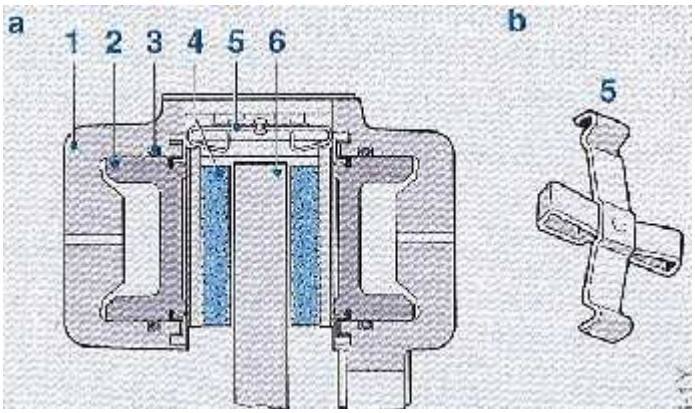
Намена заптивача клипа, приказаног на слици 3.34., је да спречи продор нечистоћа из околине у простор између клипа и цилиндра. Друга веома важна намена је враћање клипа након растерећења, односно престанка кочења. Препорука је да растојање између диска и клипа у слободном стању износи око 0,15 mm.



a) Слободно стање-нема кочења
b) Процес кочења

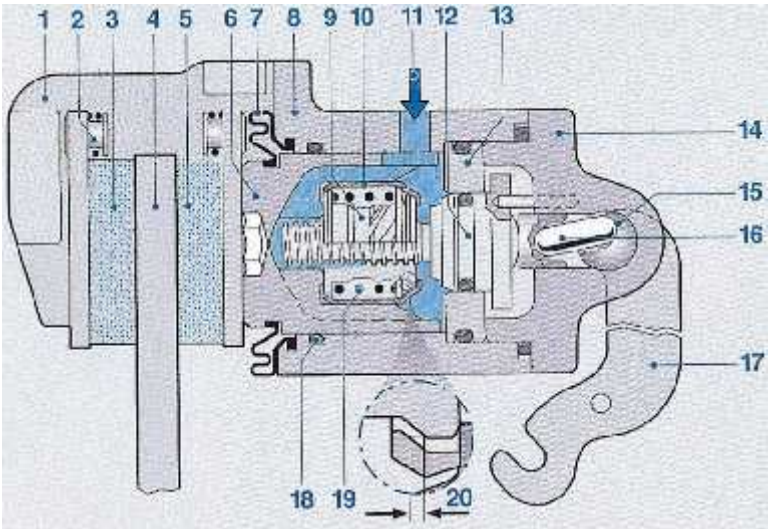
Слика 3.34. Заптивач клипа диск кочнице [1]

Експандер опруга, приказана на слици 3.35., има задатак да притиска кочне плочице уз клипове и да помаже у фази растерећења.



Слика 3.35. Експандер опруга диск кочнице [1]

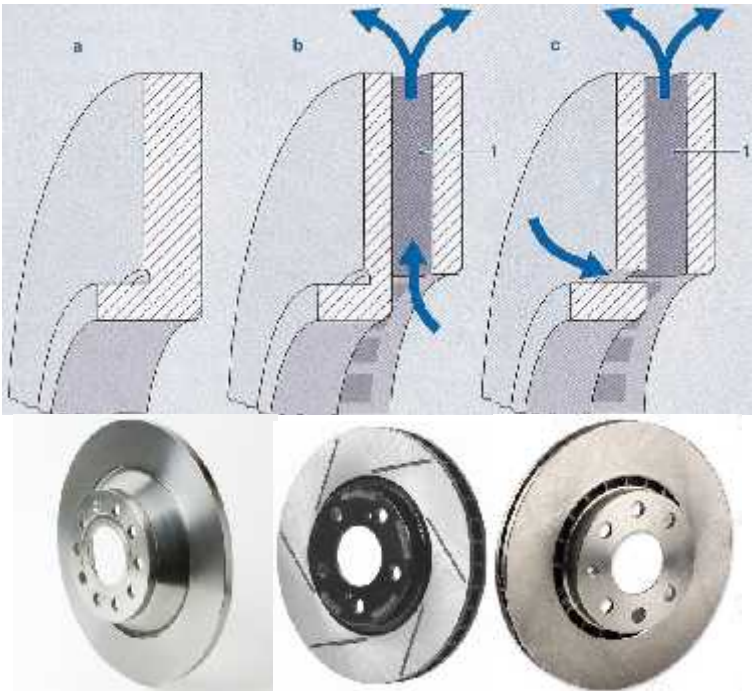
Паркирна кочница приказана на слици 3.36. активира се преко сајле полугом паркирне кочнице (17) која преко брега (15) и подизача (16) делује на клип 6. Клип притиска унутрашњу плочицу а спољашна плочица бива истом силом притиснута од стране тела стега (8) које клизи преко водећих вијака (2).



2. Водећи завртањ
6. Клип
7. Заптивач против прашине
8. Тело стеге
9. Самоподешавајући механизам
10. Метално кућиште
11. Улазни канал од мастер цилиндра
12. Гурајућа полуга
13. Заптивни диск
15. Брег
17. Полуга парк. Кочнице
18. Заптивни прстен

Слика 3.36. Паркирна кочница [1]

Дискје повезан за главчином точка и израђује се од сивог лива или челика. За разлику од добоша притисак који се остварује на диску је много већи а кокнтактна површина је мања.



Слика 3.37. Типови дискова – а)Пуни диск; б) Вентилирајући диск са унутрашњим улазом ваздуха; ц)Вентилирајући диск са спољашњим улазом ваздуха [1]

Ово проузрукује већа термичкао оптерећењеа дискова па је неопходно квалитетно хлађење. У принципу постоје три основна типа дискова приказаних на слици 3.36., диск пуног пресека, вентилирајући диск са унутрашњим улазом ваздуха и вентилирајући диск са спољашњим улазом ваздуха.

3.4. Фрикциони материјали

Фрикциони материјали имају изузетно велики утицај на квалитет кочнице односно на извршавање задатака кочног система. Пред фрикционе материјале поставља се вели број захтева, често врло опречних:

- ☐ Високо трење
- ☐ Стабилно трење
- ☐ Мало хабање
- ☐ Добре физичке особине
- ☐ Добро спровођење топлоте
- ☐ Добра обрадивост
- ☐ Скалд са металним материјалом
- ☐ Ниска цена
- ☐

Структуру фрикционог материјала одређују четири основна састојка:

- Влакнаста решетка,
- Пунилац
- Везиво
- Фрикциони модификатор

У таблици 3.1 дате је начелни процентуални удео компонената у фрикционим материјима кочница.

Таблица 3.1. Процентуални удео компонената у фрикционим материјима кочница

Raw material group	Raw materials	% by volume
Metals	Steel wool Copper powder	14
Fillers	Aluminum oxide Mica powder Barite Iron oxide	23
Friction adjusters	Antimony sulphide Graphite Powdered coke	35
Organic components	Aramide fibre Resin filler powder Binding resin	28

3.5. Дистрибуција силе кочења

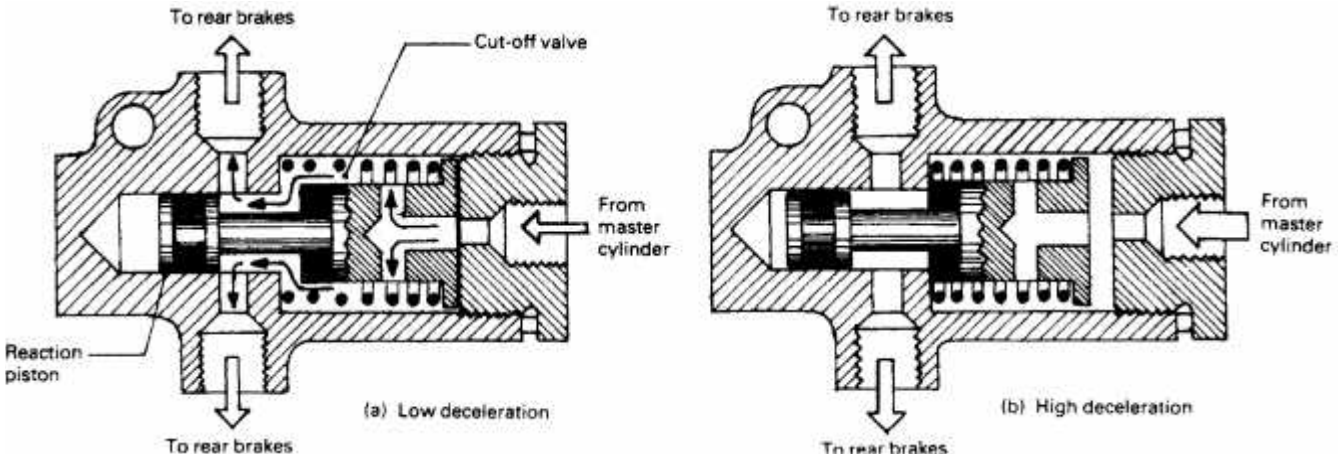
Резултат динамичких промена у смислу промене оптерећења на предњој и задњој осовини је потреба за већом кочном силом на предњој у односу на задњу осовину. Последица овога су веће димензије кочница на предњој него на задњој осовини. Важно је имати на уму да смањење оптерећења задње осовине у процесу кочења није линеарно. Блокирање точкова узрокује значајно смањење и латералних и бочих сила на точку. Последица блокирања предњих точкова је губитак управљивости. Последица блокирања задњих точкова је губитак стабилности. Поставља се питање шта је неповољније?

Решење овог проблема могли би бити статички или динамички регулатори притиска или граничници притиска, односно силе кочења. Регулациони венитли омогућавају мањи пораст притиска на кочницама задње осовине. Статички – регулишу притисак према фиксној карактеристици, док динамички регулишу притисак према оптерећењу, односно успорењу или комбиновано. Подешавају се тако да ограничавју притисак испод нивоа идеалне расподеле. Граничници притиска, односно силе кочења ограничавају даљи пораст притиска кочница задњих точкова на унапред дефинисани ниво.

Претходно наведени уређаји су уређаји са отвореним колом или тзв. коректори. Код њих не постоји повратна информација о ефектима остварене регулације, тако да се не же спречити блокирање точкова па ни потпуно искористити распложиво пријањање.

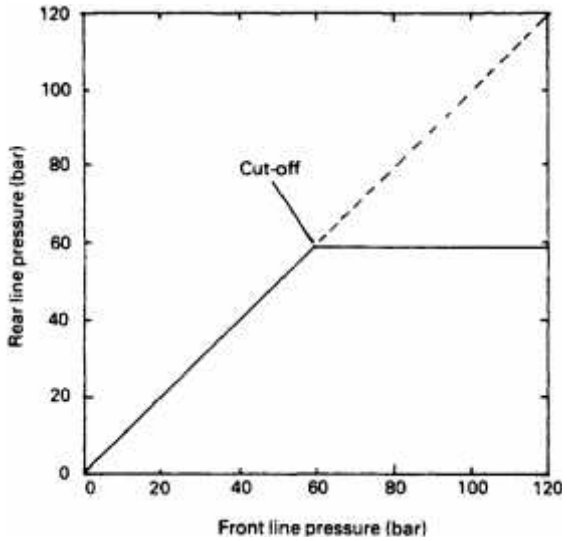
За разлику од њих системи са затвореним колом или затвореном петљом помоћу сензора мере ефекат регулације и та информација се користи за подешавање интезитета односно начина регулисања. О противблокирајућим системима ће бити речи у поглављу 4.

На слици 3.38. приказан је граничник притиска. При ниским успорењима односно при релативно ниским притском активирања кочница, притисак у предњим и задњим кочницама је идентичан, што се може видети и са карактеристике граничника притиска приказаном на слици 3.39.



Слика 3.38. Граничник притиска

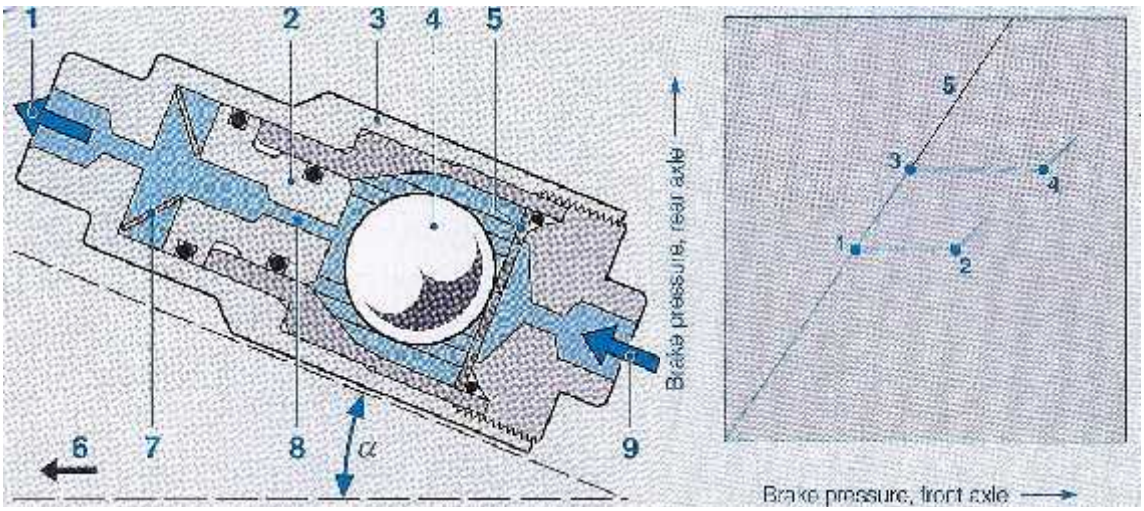
Уколико су успорења већа, односно притисак активирања кочнице већи, вентил се затвара и онемогућава даљи пораст притиска у задњим кочницама.



Слика 3.39. Карактеристика граничника притиска

Притисак при коме ће доћи до прекида даљег повећања притисак у задњим кочницама пропорционалан је напону опруге у граничнику притиска.

На слици 3.40. приказан је вентил за расподелу силе кочења у функцији успорења. Вентил је постављен под углом α. Како успорење расте тако куглица (4) затвара канал (8) и притисак према задњим точковима престаје да расте. Ово је приказано тачкама 1 (неоптерећено возило) или 3 (оптерећено возило) на дијаграму који приказује карактеристику овог вентила.



Слика 3.40. Вентил за расподелу силе кочења у функцији успорења[1]

Како притисак даље расте он помера профилисани клип (2) који сабија лиснату опругу (7), док куглица остаје на свом месту. Ово изазива пораст притиска у задњим кочницама што је на карактеристици приказано тачкама 2(неоптерећено возило) и 4(оптерећено возило).

4. СИСТЕМ ПРОТИВ БЛОКИРАЊА ТОЧКОВА

Узроци блокирања токова:

- Превелика сила кочења
- Низак коефицијент пријањања (мокар или клизав коловоз)

Последице:

- Губитак управљивости (блокирање предњих точкова)
- Губитак стабилности (блокирање задњих точкова)

Против блокирајући систем (ПБС), односно Antilock braking system (ABS), ”препознаје” блокаду точкова, након чега притисак у систему за кочење одржава константним или га смањује.

Последица деловања ABS-а:

- Могућност управљања возилом
- Краћи заустављни пут
- Повећана безбедност

Захтеви који треба да испуни систем шротив блокирања точкова односе се пре свега на обезбеђење управљивости и стабилности:

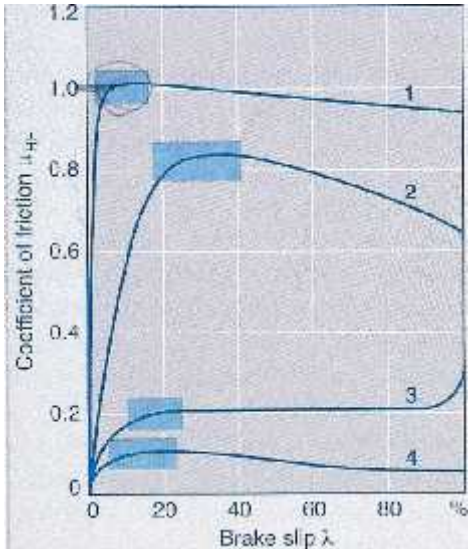
- Стабилност и управљивост у свим условима пријањања (од сувог коловоза до леда)
- ABS мора да користи расположиво пријањање између точкова и подлоге у највећем могућем степену, обезбеђујући управљивост и стабилност уз обезбеђење минималног заустављног пута.
- Не сме бити разлике у функционисању система независно од тога да ли возач кочи оштро или силу кочења повећава постепено
- Систем мора бити способан да се прилагоди изненадним променама услова пријањања.
- Систем мора стабилно да функционише у случају да се точкови исте осовине не налазе на подлогама са истим пријањањем (нпр. леви точкови на сувој подлози, десни на леду). Закретање око вертикалне осе у овом случају је дозвољено у мери да и „просечан“ возач може безбедно да управља возилом
- Функционисање система мора бити стабилно у случају кочења у кривини
- Одржавање стабилности обезбеђењем бочне силе на задњим точковима
- Одржавање управљивости обезебђењем бочне силе на предњим точковима

- Систем мора да обезбеди добро управљање и стабилност у условима кочења на неравном терену без обзира на силу кочења
- Смањење заустављног пута у поређењу са кочењем блокираним точковима
- Брзо подешавање силе кочења у услвима различитог пријањања
- Мора да обезбеди контролу кочног момента у циљу смањења вибрација система за ослањање
- Систем мора да препозна аквапланинг и адеквантно реагује
- Минимално подрхтавање команде кочнице и минимална бука у току рада.

Систем против блокирања точокова мора да функционише у читавом опсегу брзина кретања предметног возила, при чему не функционише при бризнама нижим од 2,5 km/h.

Додатни али веома важан захтев код система против блокирања точокова је да у случају отказа ABS-а, систем за кочење мора да функционише као да ABS не постоји на возилу!

Динамика коченог точка



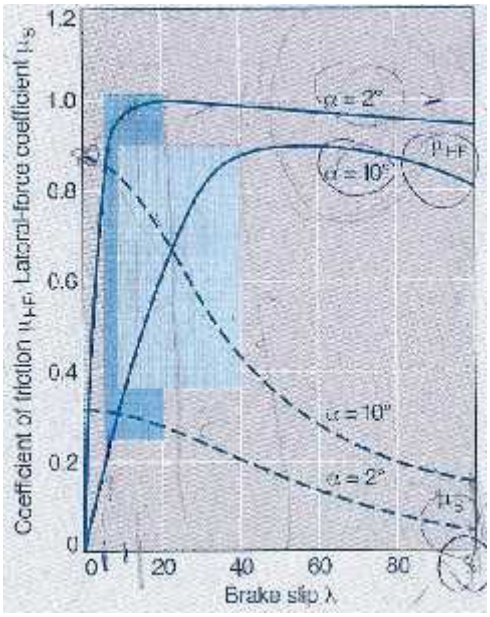
Слика 4.1. Зависност пријањања од клизања точка[1]

1. Радијални пнеуматик на бетону
2. Дијагонални пнеуматик на мокром макадаму
3. Радијални пнеуматик на снегу
4. Радијални пнеуматик на леду

Плаве зоне представљају дејствоABS-а.

$$a = \frac{(v_F - v_R)}{v_F} \cdot 100\%$$

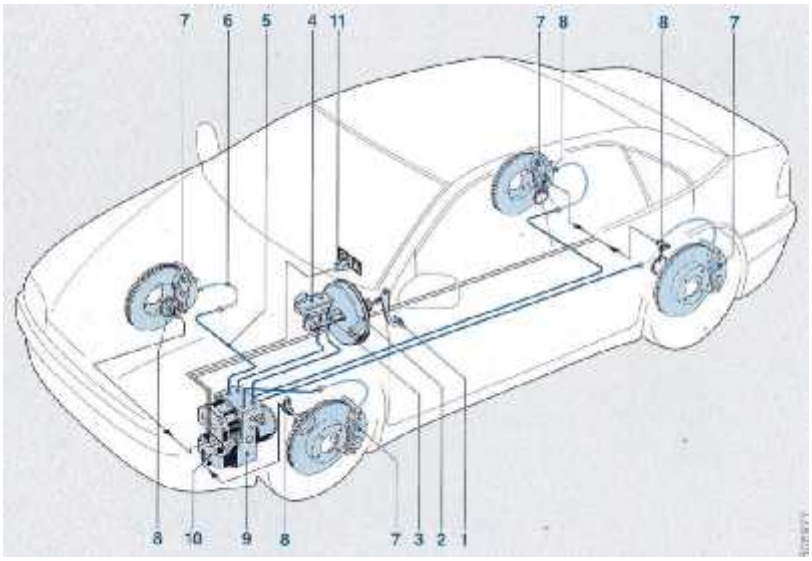
где је:
λ - клизање точка
V_F – брзина возила
V_R – брзина точка



μ_{HF} – пријањање у уздужној равни
μ_S – пријањање – бочна компонента

Слика 4.2. Зависност пријањања од клизања точка у уздужној и попречној равни[1]

ABS има проширено дејство са повећањем угла повођења точкова α - (кочење у кривини).



1. Педала кочнице
2. Појачивач кочења
3. Гл. кочни цил.
4. Резервоар кочне течности
5. Цевоводи
6. Црева
7. Кочнице
8. Сензор броја ортаја
9. Хидраулички модулатор
10. ABS контролона јед.
11. ABS сигнална лампица

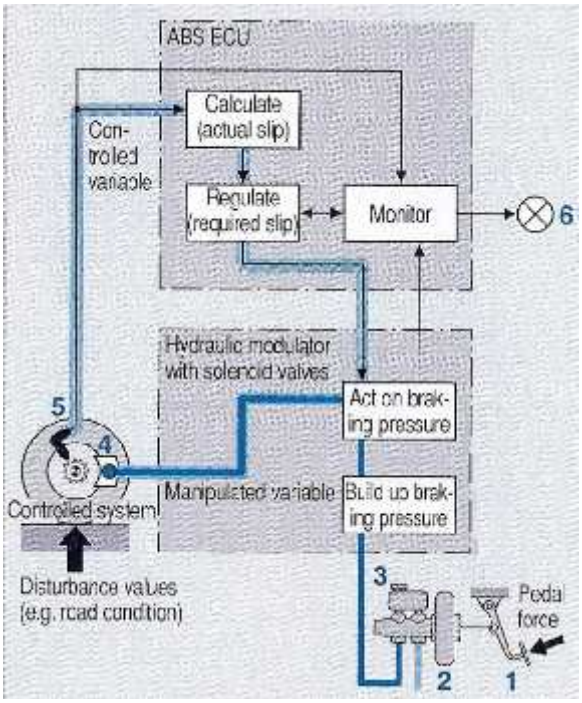
Слика 4.3. Стурктура ABS-а [1]

Контролисани систем:

- Возило и његове кочнице
- Точкови

Фактори који утичу на понашање система:

- Промене у пријањању између точкова и подлоге
- Вибрације точкова и система ослањања услед неравног коловоза
- Низак притисак у пнеуматицима, истрошеност пнеуматика, разлике у радним условима левог и десног точка (рез. точак на једној страни)
- Фединг
- Разлика притисака у кочним круговима



Слика 4.4. ABS – Управљачка петља [1]

Контролери:

- Сензор броја обртаја точка
- ABS ECU

Контролисане величине:

- Број обртаја точка и његово успорење
- Клизање

Референтна величина:

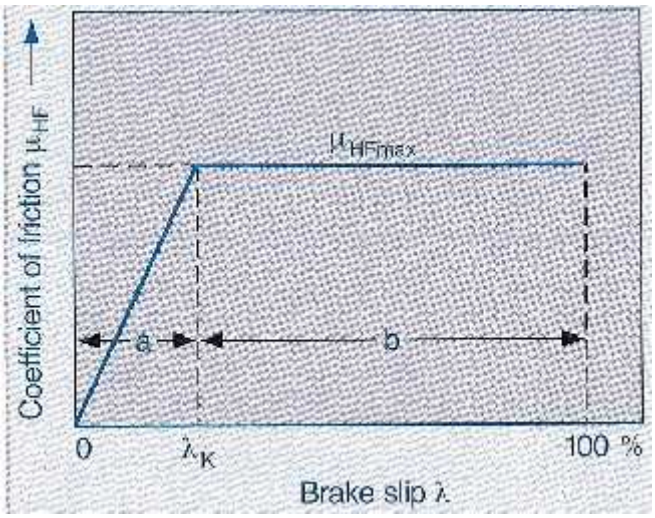
- Притисак у инсталацији остварен деловањем на команду кочнице, појачан појачивачем притиска, као и генерисани притисак у систему
- Величина која се коригује:
- Притисак у цилиндрима точкова

Рад **ABS** ECU је базиран на следећем поједностављеном систему:

- Гоњени точак
- Четвртина масе возила по точку
- Кочење таквог точка са одговарајућим пријањањем

Теоретска крива пријањања у односу на клизање точка приказана је на слици 4.5.

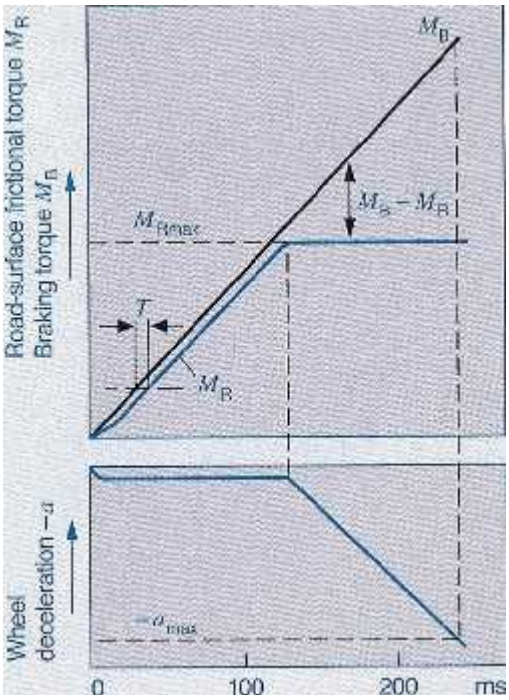
- Линеарни пораст представља стабилну зону
- Константна вредност пријањања представља нестабилну зону



Слика 4.5. Дијаграм управљачке петље ABS-а [1]

Претпоставка је и да је пораст притиска права линија еквивалентна паничној реакцији возача

M_B – кочни момент
M_R – момент отпора котрљања
a - успорење



Слика 4.6.Почетна фаза кочења, поједностављени дијаграм [1]

Основа функционисања ABS-а је сигнал са сензора броја обртаја точка који ECU ABS-а обрађује и прерачунава:

- ☐ Успорење/убрзање точка
- ☐ Клизање точка
- ☐ Референтну брзину и
- ☐ Успорење возила

Ни једна од ових величина није погодна за коришћење као контролисана величина јер се у процесу кочења погонски точак понаша потпуно другачије у односу на гоњени точак.

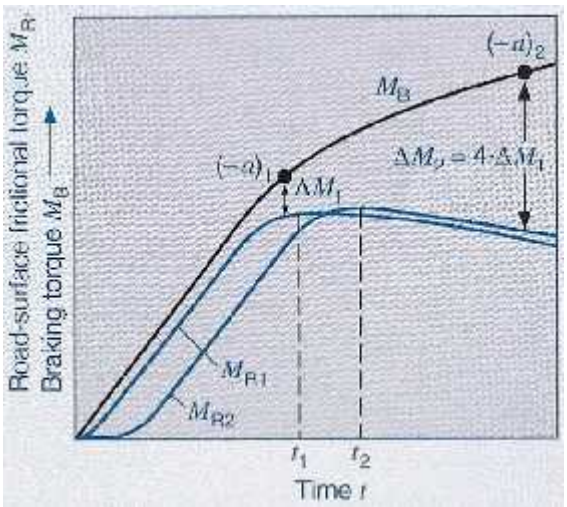
Комбинација ових величина уз примену математичке логике.Клизање се не може директно мерити. ECU рачуна његову вредност и прави апроксимацију.Основа је референтна брзина која представља брзину у идеалним условима кочења (оптимални степен клизања).Рачуна се са дијагоналних сензора броја обртаја точка. Узима се бржи од два дијагонална точка.У случају изненадног оштрог кочења референтна брзина се мора на други начин апроксимирати. Почетак и крај кочења сматра се линеарном променом брзине. Градијент се добија анализом логичких сигнала и односа.

Контролисане величине за гоњени точак

Убрзање и успорење је упштено погодно као контролна величина за гоњене точкове али и погонске точкове када је искључена главна спојница. У стабилној зони, успорење је ограничено на реалтивно ниску вредност, па када возач јаче делује на команду кочнице, остварује се већа сила кочења без блокирања точкова. У нестабилној зони мало повећање силе кочења узрокује тренутно блокирање точкова. Ова карактеристика успорења веома често се користи за одређивање степена клизања за оптимално кочење. Фиксна граница за активирање ABS-а требало би да буде незнатно изнад максимално могућег успорења! Ово је посебно важно ако возач лагано делује на команду кочнице а онда нагло повећа силу на команди. Уколико је граница постављена високо улази се у нестабилну зону пре него што ABSпочне да делује. Када је граница достигнута у случају оштрог кочења, притисак у кочници не би требало аутоматски смањивати, јер ће, код модерних пнеуматика, вредност зауставног пута бити повећана на путу са добрим пријањањем посебно у случају са високим иницијалним брзинама.

Контролисане величине за погонски точак

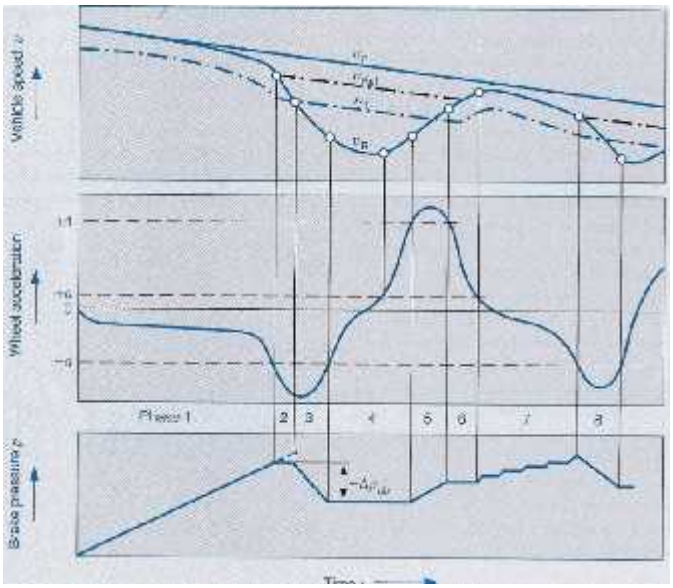
У ситуацији када је мењачки преносник у првом или другом степену преноса и спојница укључена, долази до кочења мотором па се нестабилна зона смањује на исти опсег као и стабилна. Успорење коченог точка у овој ситуацији није довољно као контролна величина за активирање **ABS-а.**



Слика 4.7.Почетна фаза кочења гоњеног и погонског точка [1]

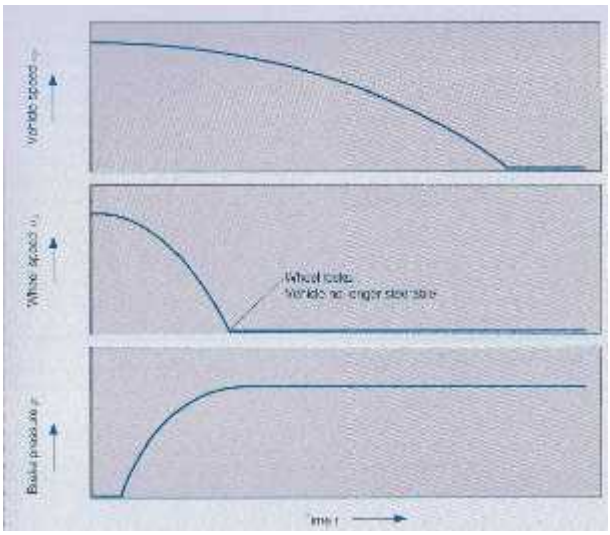
Управљање циклусом кочења – високи коефицијент пријањања

Пораст притиска услед деловања ABS-а је 5-10 пута нижи него у иницијалној фази кочења. Током иницијалне фазе притисак и успорење расту. На граници (-а) вентил одржава р-конст. V_{ref} – линарно опада.



Слика 4.8. Понашање кочног система током једног циклуса кочења и активног система противблокирања точкова [1]

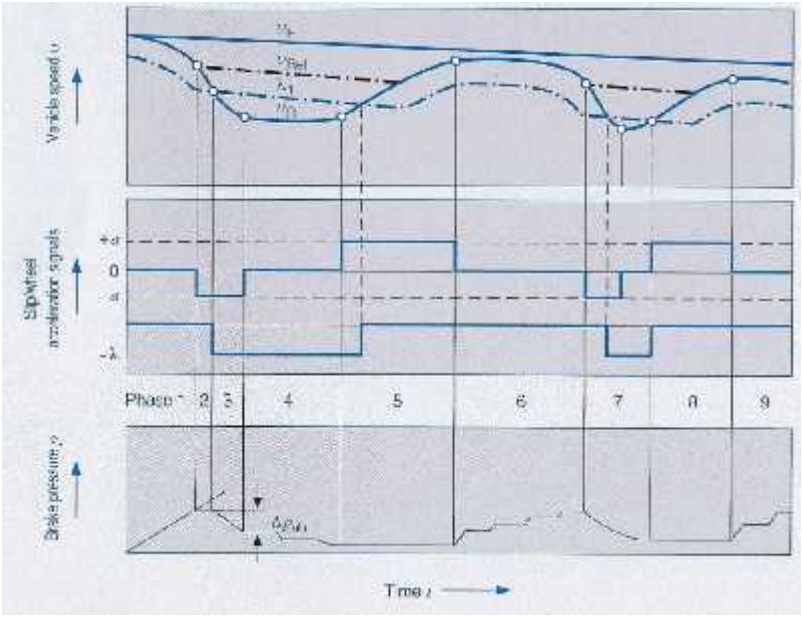
Ова брзина је одређена на бази λ_1. У фази 2 V_R пада испод λ_1 па је неопходна редукција притиска што узрокује смањење успорења због чега се на крају треће фазе притисак одржава константним. Током ове вазе точак почиње да убрзава и прелази границу (+A). На крају четврте фазе притисак почиње да расте и убрзање точка се смањује испод (+A). Током фазе 6 притисак се одржава константним јер је убрзање точка изнад границе (+a) коју на крају ове секвенце пролази. Ово значи да се точак вратио у стабилну зону. У зони 7 притисак се повећава по фазама (степенасто) док успорење не прође границу (-a). На крају ове зоне притисак се одмах смањује.



Слика 4.9. Процес кочења без укљученог ABS-а[1]

Управљање циклусом кочења – низак коефицијент пријањања

Главна карактеристика кочења у условима ниског пријањања, слика 4.10. је да врло мали пораст притиска узрокује блокирање точка.

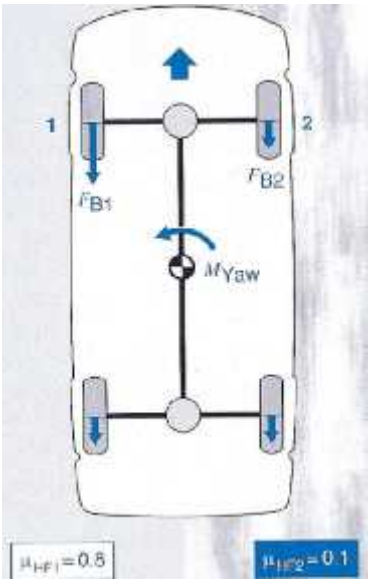


Слика 4.10.Понашање кочног система током једног циклуса кочења и активног система противблокирања точкова у суловима ниског пријањања [1]

Фазе 1-3 су идентичне као код кочења у условима високог пријањања. У фази притисак се доржава константним врло кратко а затим смањује јер је брзина точка пала испод λ_1. Поново се врши поређење са λ_1 и притисак се поново смањује. У овој фази точак убрзава и достиже границу (+a). Ово стање се одржава док убрзање не падне испод (+a) на крају фазе 5. У фази 6 притиак секвенцијално расте до достизања (-a). Након овога процес се понавља. Из претходног је очигледно да је у случају кочења у условима ниског пријањања неопходна је прецизнија регулација притиска у више корака. Точак се дуже задржава у зони нестабилног клизања.Потребна је континуално поређење са λ1 па је потребна и континуална редукција притиска у фази 6 што изазива краће задржавање у зони нестабилног клизања.

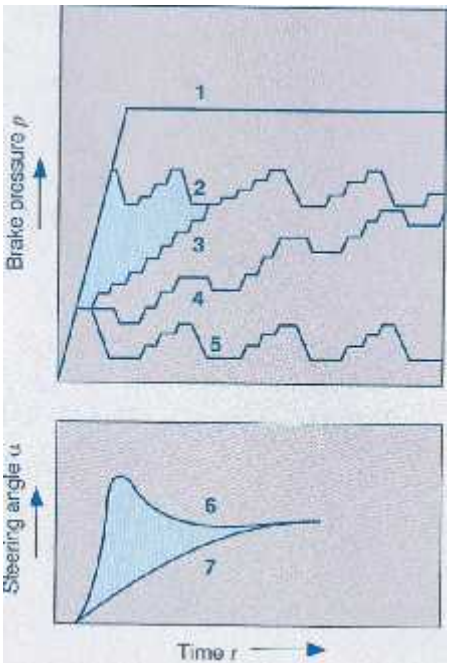
Управљање циклусом кочења – у случају појаве момента заношења

Леви точак на високом, десни на ниском пријањању, слика 4.11. Долази до појаве момента око вертикалне осе возила (M_{yaw}). Мора доћи до корекције точком управљача да би се одржала стабилност.



Слика 4.11. Кочење у условима различитог пријањања на левој и десној страни [1]

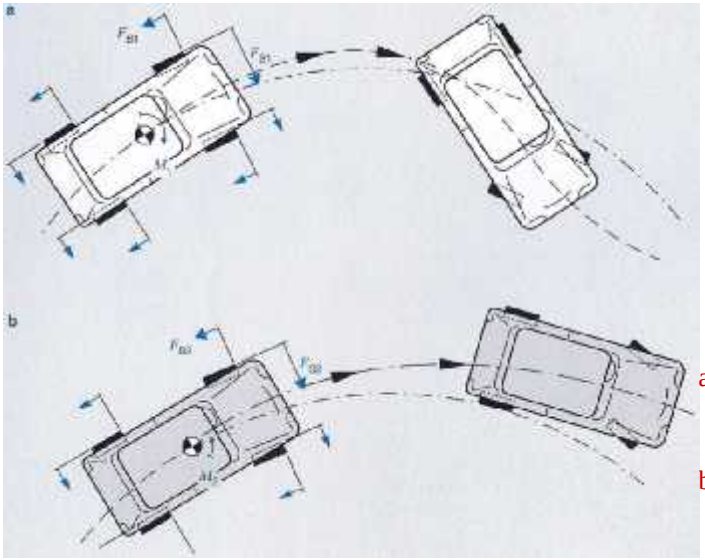
Теже је са обезбедити стабилност кретања возила у случају са позитивним офестом у односу на негативни који има стабилизујући ефекат. Осим овога тежа возила са великим пречником точка су мање осетљива на ову појаву. Губитак стабилности услед кочења на подлози с различитим пријањањем на десном и левом точку ублажава се одлагањем пораста притиска на страни са већим пријањањем.



1. Притисак у мастер цилиндру
2. Притисак на страни високог пријањања без GMA система
3. Притисак на страни високог пријањања са GMA 1 система
4. Притисак на страни високог пријањања са GMA 1 система
5. Притисак на страни ниског пријањања
6. Угао закретања точка управљача без GMA система
7. Угао закретања точка управљача са GMA системом

Слика 4.12. Логика управљања притиксом при кочењу на подлози са различитим пријањањем [1]

GMA систем мора да узме у обзир и бочна убрзања и да се у критичим ситуацијама искључи. Смањење закретног момента мора да укључи компромис између управљања и дужине зауставног пута.

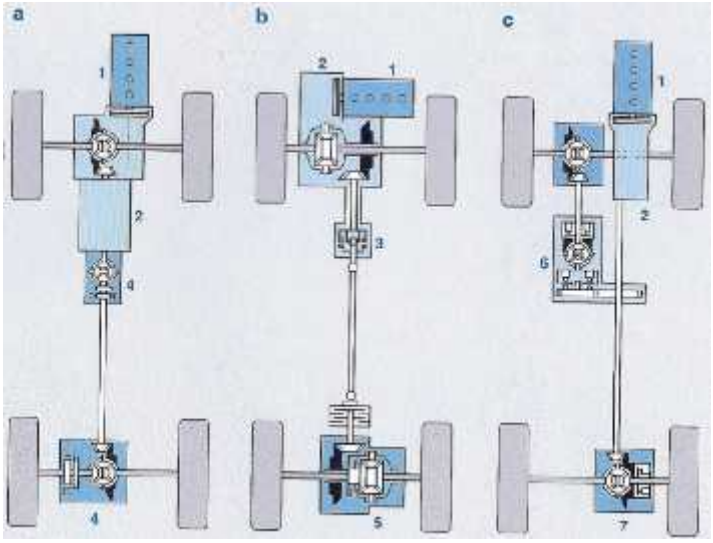


a) GMA систем аквитан (без индивидуалне контроле). Над управљање
b) GMA систем неаквитан уз индивидуалну контролу. Благо подуправљање.

Слика 4.13. Кочење у кривини критичном бризно са и без GMA система [1]

Управљање циклусом кочења – возила са 4x4 погоном

У зависности од тога у каквом је “моду” рада трансмисија, мора постојати одговарађи одговор ABS система. Пример:блокиран диференцијал у погонском мосту (једнак број обртаја левог и десног точка) а различити услови пријањања на левој и десној страни.

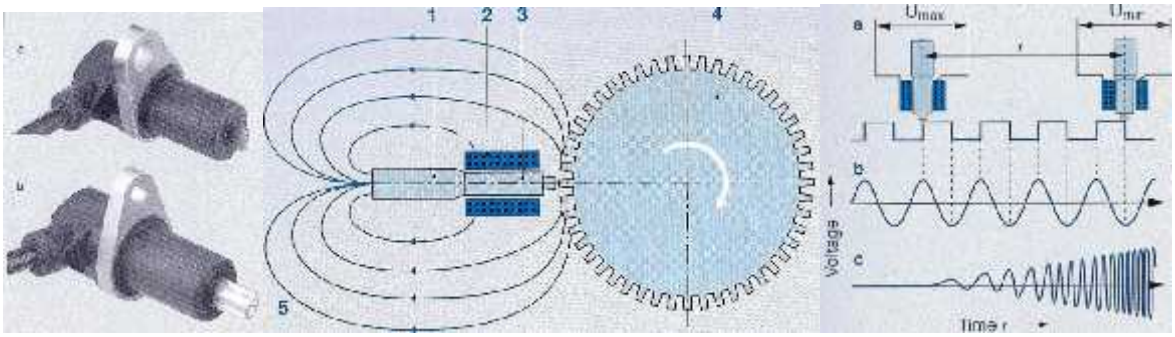


Слика 4.14.Примери концепције возила са погоном на свим отчковима [1]

Компоненте ABS система

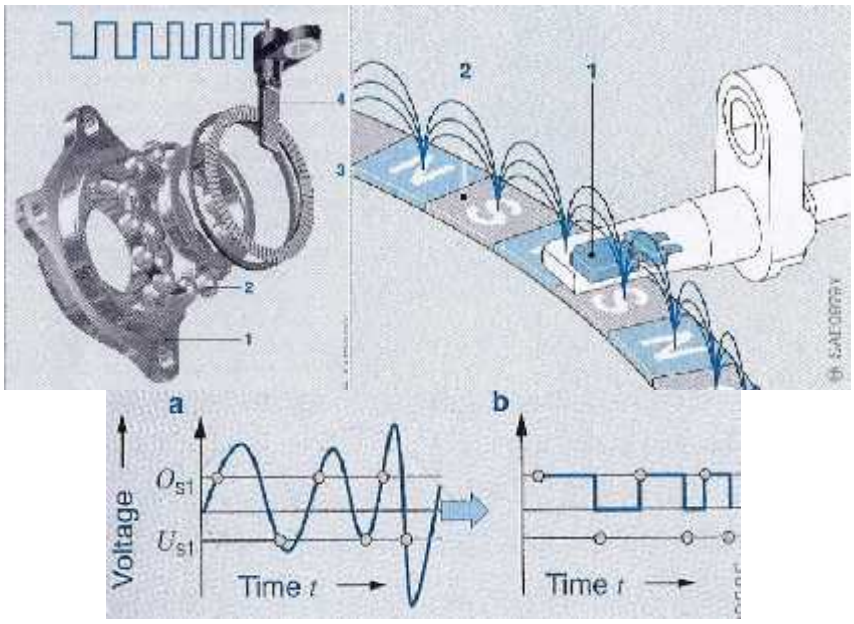
Сензори броја обртаја

Hall-ов сензор броја обртаја приказан на слици 4.16 има већу осетљивост, реагује на мале промене магнетног поља и дозвољава већа растојања у односу на пасивне, индуктивне сензоре.



Слика 4.15.. Индуктивни сензор броја обртаја [1]

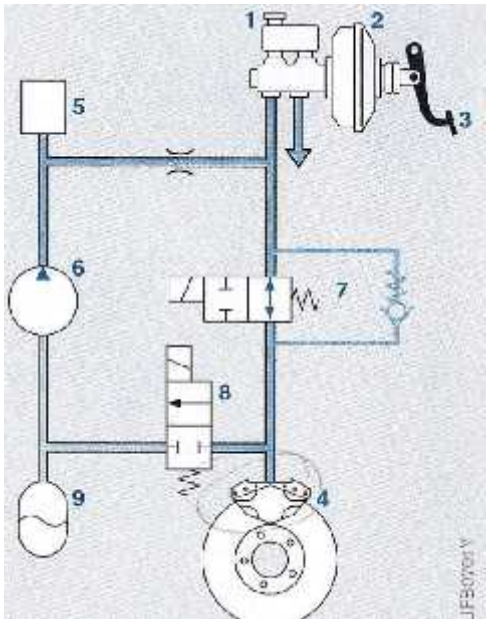
Hall-ов сензор броја обртаја омогућава препознавање смера обртања точка, даје информација о квалитету сигнала. Помоћу овог сензора могуће је мерити са резоуцијом од 0,1 km/h. Могуће је добити и информацију да се возило не креће.



Слика 4.16. Hall-ов сензор броја обртаја [1]

Хидраулички модулатор

Хидраулички модуаторпредставља конекцију између мастер цилиндра и цилиндара у точковима и самим тим централну компоненту електронски управљаног кочног система.



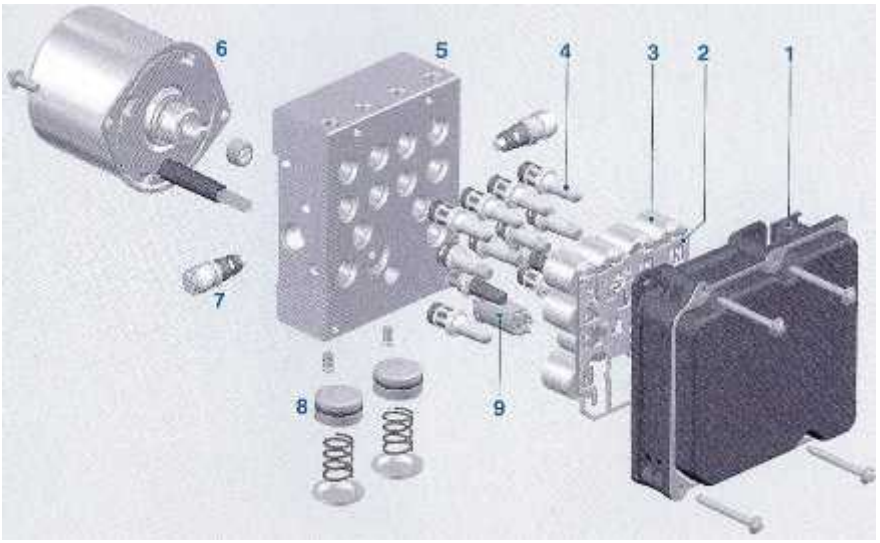
1. Гл. кочни цилиндар са резервоаром
2. Појачивач кочења
3. Педала кочнице
4. Кочница

Хидраулички модулатор

5. Компезициона комора
6. Повратна пумпа
7. Улазни вентил
8. Излазни вентил
9. Резервоар ниског притиска

Слилка 4.17. Хидраулички модулатор –блок схема [1]

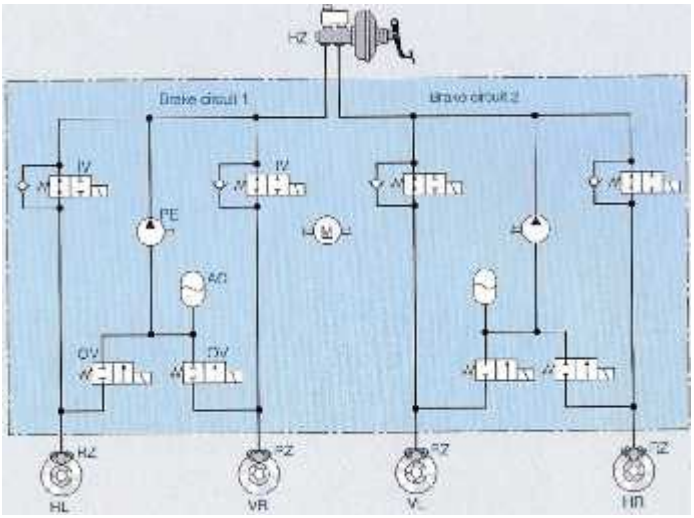
Хидраулички модулатор конвертује команду електронске управљачке јединице применом електро-хидрауличких вентила у циљу регулације притиска. На слици 4.18 приказан је изгле хидрауличког модулатора притиска.



1. ECU
2. Матична плоча
3. Група соленоида
4. Ел-хидр. Вентили
5. Хидраулички блок
6. DC мотор
7. Клипна пумпа
8. Резервоари ниског притиска
9. Сензор притиска

Слика 4.18. Изглед хидрауличког могулатора [1]

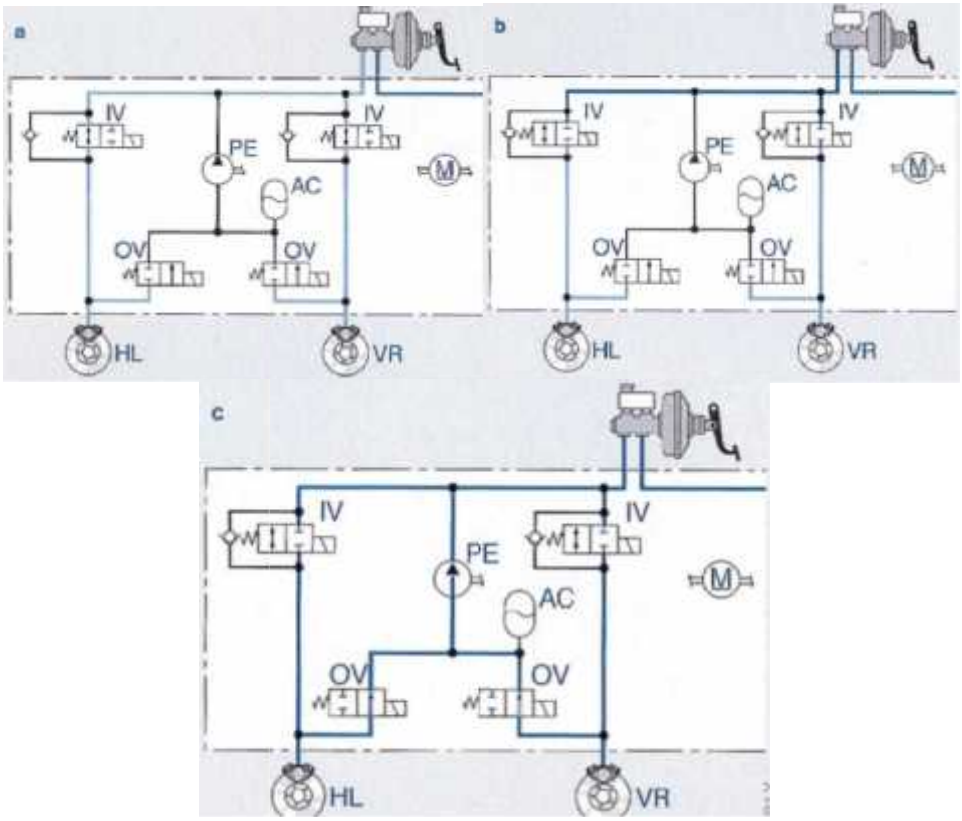
Хидрауличка схема хидрауличког модулатора приказана је на слици 4.19.



HZ Мастер цилиндар
RZ Цилиндар точка
IV Улазни вентил
OV Изилазни вентил
PE Повратна пумпа
M Ел.мотор
AC Резервоар ниског притиска
V Предњи
H Задњи
R Десно
L Лево

Слика 4.19. Хидрауличка схема хидрауличког модулатора [1]

На слици 4.20. приказани су модови рада хидрауличког модулатора. Улазни вентил је отворен када на њега не делјуе електорнска управљачка јединица, слика под а.



Слика 4.20. Модови рада хидруаличког могулатора [1]

На овај начин се притисак који возач оствари на команду кочнице појачан у вакумском појачавачу силе кочења, преноси до цилиндара у кочницама. Важно је рећи да је овакав режим кочења акитван када дође до неисправнсти у систему противблокирања точкова. Другим речима кочење се реализује као да овај систем не постоји.

На слици под б) улазни вентил је затовен и даље повећање притиска од стране возача се не преноси до цилиндара у точковима. На слици под ц) улазни вентил је затворен али је сада, за ралику од претходних случајева, отворен излазни вентил преко кога се помоћу повратне пумпе смањује притисак у извршним цилиндрима кочнице.

5. СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ СТАБИЛНОСТИ ВОЗИЛА

Статистика показује да је људски фактор у великом броју узрок саобраћајних удеса. Услед спољних утицаја, као што су изненадна појава препреке на путу или не одговарајуће брзине кретања, возило може да се доведе до критичних граница кретања и постане **НЕУПРАВЉИВО!** Бочне силе које у одређеним условима делују на возило могу да доведу до вредности бочних убрзања које возач не може да контролише.

Захтеви који се постављају пред систем за контроолу стабилности возила:

- Побољшање стабилности возила. Систем обезбеђује задржавање возила на правцу кретања у свим условима експлоатације, укључујући изненадна кочења, стандардна кочења, у условима убрзавања, изнененадног повећања броја обртаја мотора и промене оптерећења
- Повећање стабилности у условима граничног пријањања, током оштрих маневара точком управљача (паничне реакције возача) како би се смањила опасност од излетање возила са пута.
- Побољшање деловања ABS и TCS система у циљу смањења пута кочења, искоришћења расположивог пријањања као и вишег нивоа одговора система за управљање.

ESPсе ослања на кочни систем возила као алатом за управљање возилом.

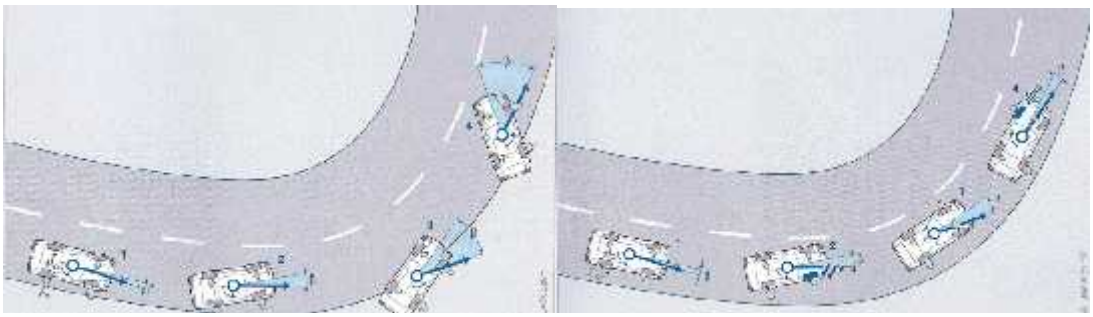
Када систем за контролу стабилности процени критичну ситуацију он преузима управљање системом за кочење.

Специфична интервенција на систему за кочење подразумева кочење појединачних точкова, нпр:

- Кочење унутрашњег задњег точка ради спречавања подуправљања
- Кочење спољашњег предњег точка ради спречавања надуправљања.

ESP има две опције за управљање возилом:

- кочење одређеног точка (селективно кочење)
- убрзавање погонског точка

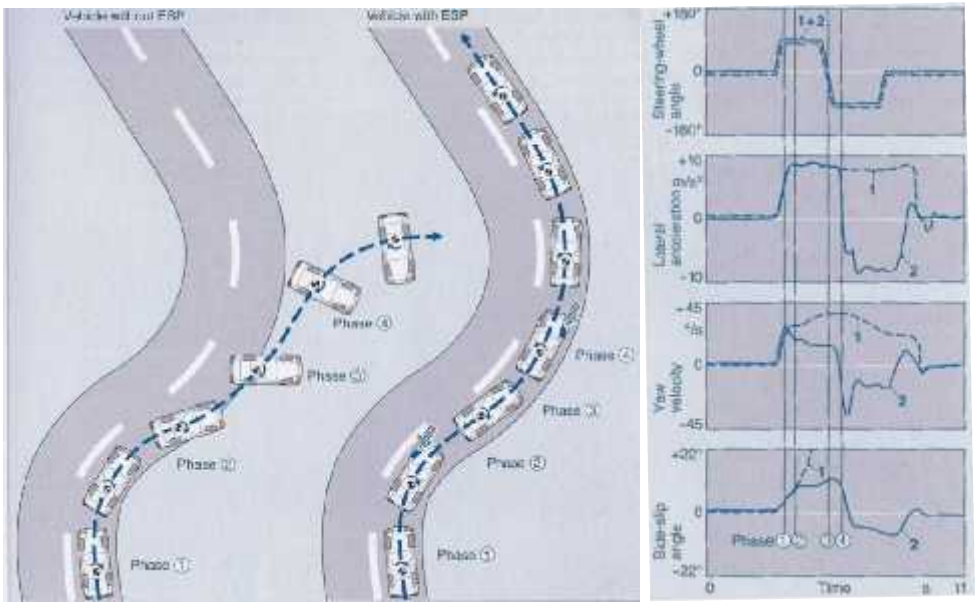


Слика 5.1. Понашање возила а) без ESP-а; б) са ESP-ом [1]

Утицај рапидне промене угла точка управљача на понашање возила.

Могуће ситуације:

- Пребрзо кретање кроз серију S-кривина
- Постоји саобраћај из супротног смера, а појавила се препрека на путу
- Претицње на аутопуту које је изненада морало бити прекинуто

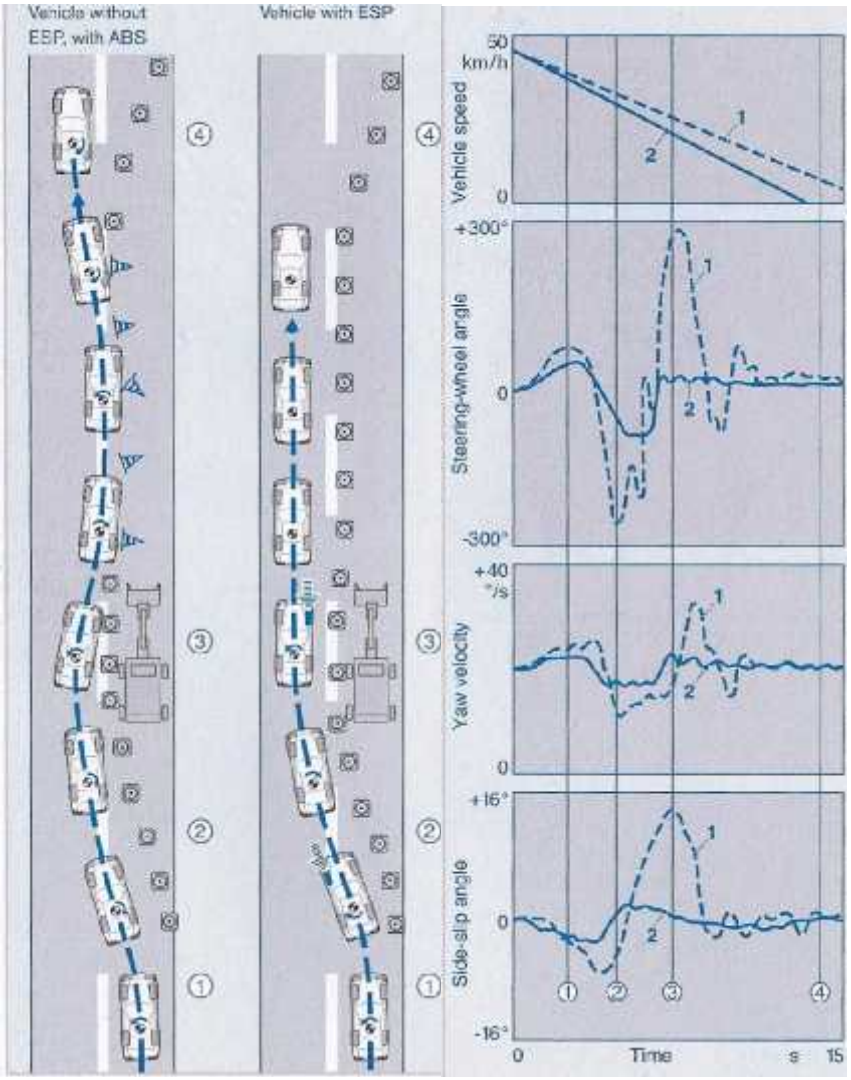


Слика 5.2.Улазак у оштру десну а затим у оштру леву кривину[1]

Случај промене траке са изненадним кочењем приказан је на слици 5.3.

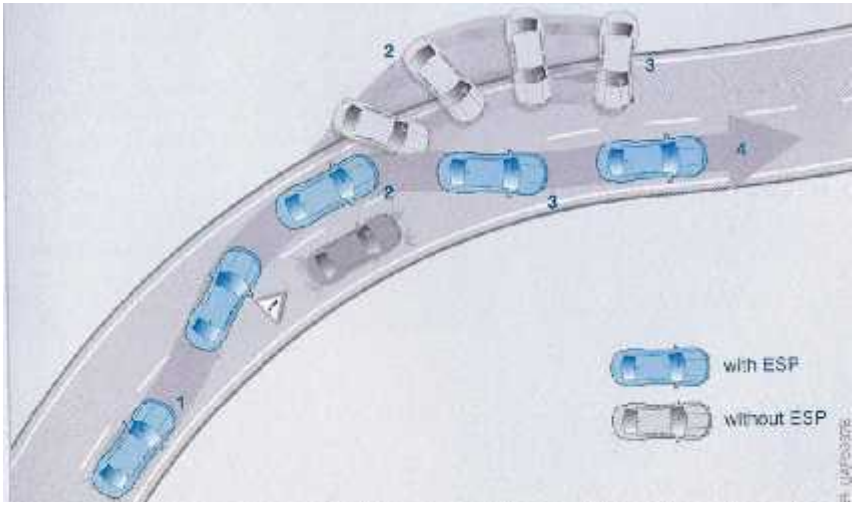
Услови:

- Прво возило опремљено је само ABS-ом (1)
- Друго возило поседује и ESP (2)
- Брзина кретања оба возила је 50 km/h
- Коефицијент пријањања је 0,15



Слика 5.3. Промена траке током изненадног кочења[1]

На слици 5.4. приказан је случај избегавања препрека са и без ESP-а.

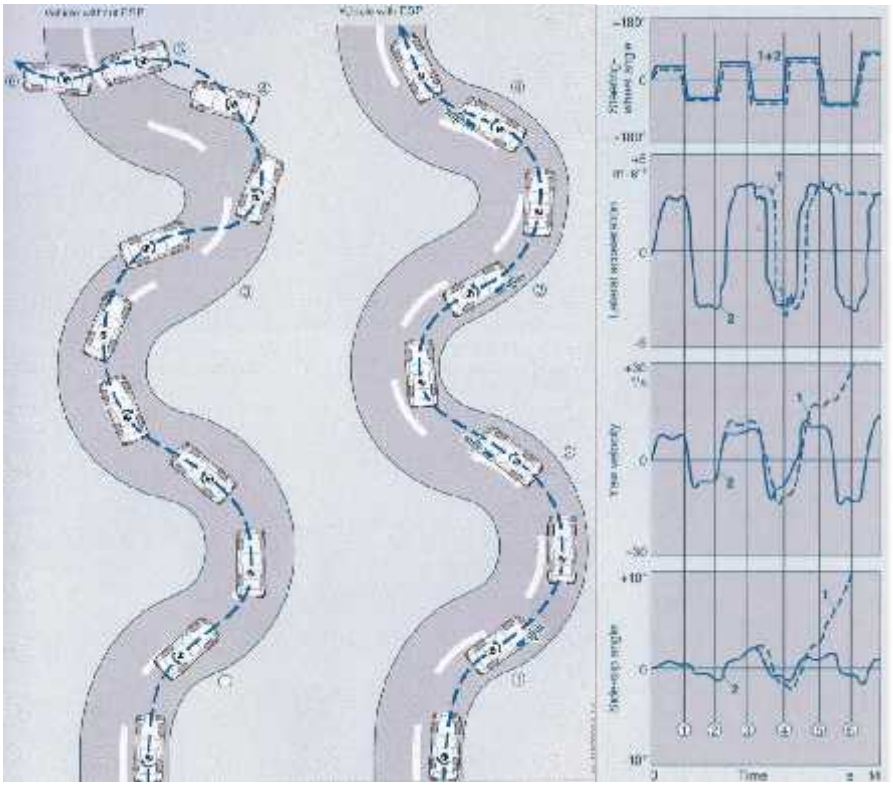


Слика 5.4. Избегавање препреке са и без ESP-а[1]

Пролазак кроз S кривинубез и са ESP-а приказан је на слици 5.5.

Услови:

- ☐ Снегом прекривен пут, коефицијент пријањања 0.14
- ☐ Без кочења
- ☐ Константна брзина кретања 72 km/h



Слика 5.5. Пролазак S кроз кривину без и са ESP-а[1]

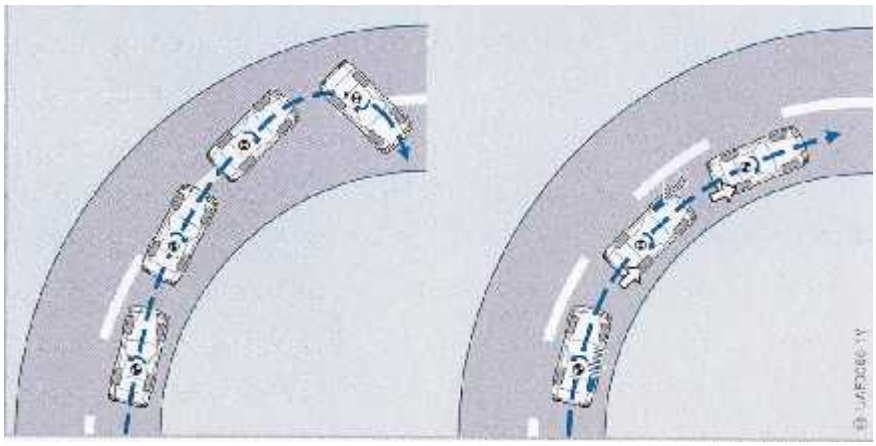
Пролазак кроз кривину уз кочење са константним углом точка управљача приказан је на слици 5.6.

Ситуација

- Кривина постаје оштрија
- Кочење само повећава нестабилност

Услови:

- коефицијент пријањања 1
- Радијус кривине 100 m
- Кочење
- Константан угао точка управљача
- Гранична брзина кретања 95-98 km/h



Слика 5.6. Пролазак кроз кривину уз кочење са константним углом точка управљача[1]

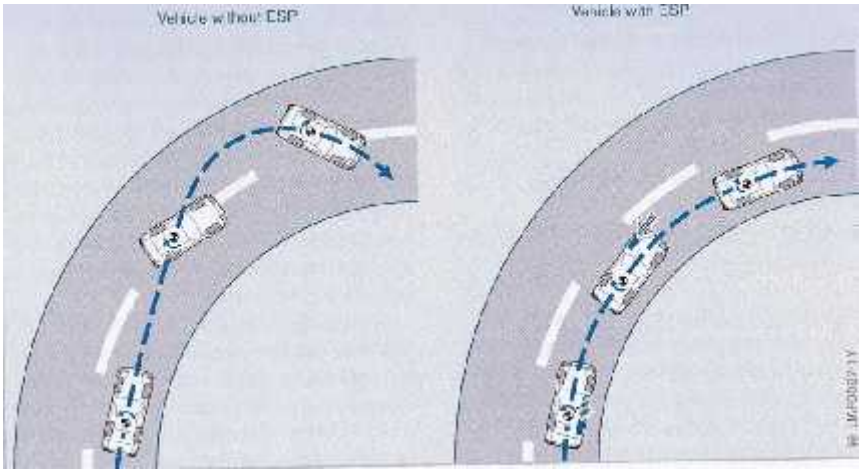
Случај проласка кроз кривину уз убрзавање са константним углом точка управљачакривину уз убрзавање приказан је на слици 5.7.

Ситуација

- Кривина постаје оштрија
- Или возач прерано убрзава на изласку из кривине

Услови:

- коефицијент пријањања 1
- Радијус кривине 100 m
- Убрзавање
- Константан угао точка управљача
- Гранична брзина кретања 95-98 km/h



Слика 5.7. Пролазак кроз кривину уз убрзавање са константним углом точка управљача[1]

Концепт програма за контролу стабилности

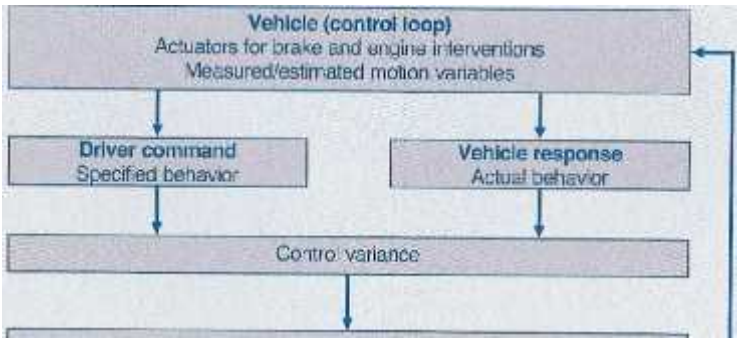
Примена **ESP** прогама за контролу стабилности у граничним условима кретања возила дефинисан је динамиком кретања возила у циљу спречавања:

- ☐ Неконтролисане лонгитудитналне брзине кретања возила
- ☐ Неконтролисане бочне брзине возила
- ☐ Неконтролисане угаоне брзине возила око вертикалне осе

Систем врши процену улазних параметара, након чега захтев возача (деловање на акцелератор, кочоницу, точак управљача) претвара у динамички одговор који је прилагођен карактеристикама пута (правац, кривина, коефицијент пријањања) у циљу обезбеђивња максималне безбедности!

Принцип рада ESP-а

Први корак је одредити како би се возило требало понашати према захтеву возача у граничним условима експлоатације (идеални одговор) и какав је стваран одговор система.
Задатак актуатора је да минимизују разлику између идеалног и стварног одговора система са индиректним утицајем на силе које делују на точкове

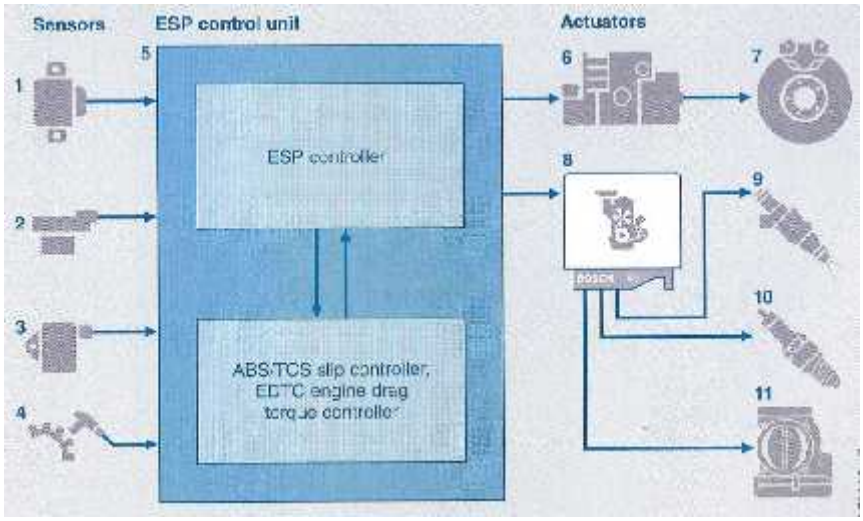


Слика 5.8. Управљачка петља за одржавање стабилног кретања возила[1]

ESP систем заправо представља побољшање већ постојећих система ABS-а и TCS-а. Базиран је на напредним верзијама ових система и њихових компонената. ESP омогућава активно кочење свих точкова са високим нивоом осетљивости. Реакција возила је елемент управљачке петље. ESP делује кочењем на вучну силу али и бочну силу настојећи да возило доводе у идеалну путању у датим условима. Напредни ESPсистем обезбеђује високо прецизне перформансе селективним подешавњем лонгитудиналних и бочних сила делујући на сваки точак појединачно.

ESP контролор је одговоран за:

- Одређивање статуса возила базираном на угаоној брзини око вертикалне осе возила и угла клизања,
- Обезбеђење миналне разлике изме]у одговора возила у граничној ситуацију у односу на нормалне услове рада



1. Сензор угла и убрзања око вертикалне осе
2. Сензор угла управљача
3. Сензор притиска
4. Сензор броја обртаја точка

Слика 5.9. Концепт рада ESP-а[1]

Понашање возила је дефинисано захтевима односно радњама које је спровео возач (убрзање, кочење, деловање на точак управљача).Коефицијент пријањања и брзина

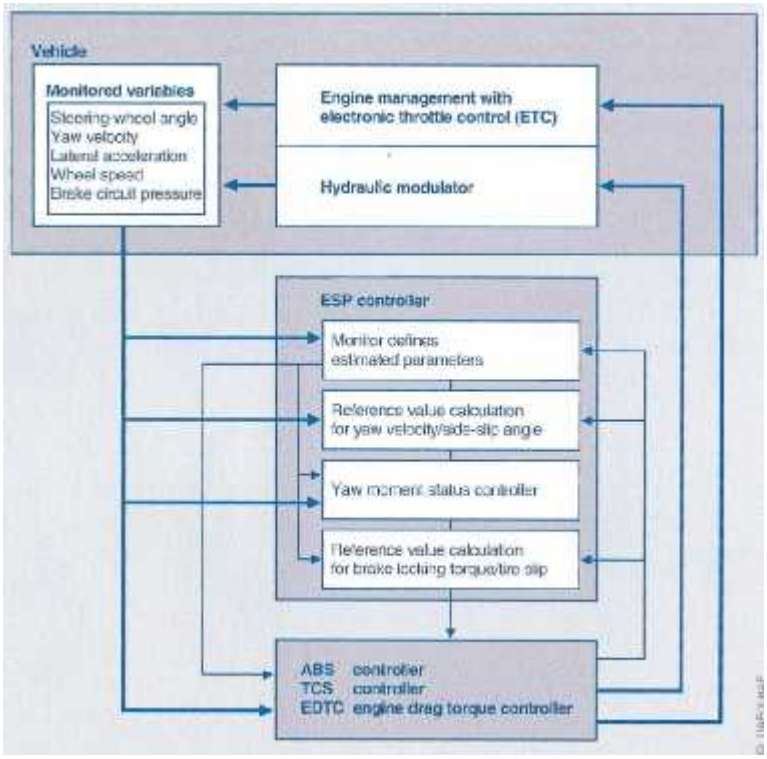
возила се такође узимају у прорачун као додатни фактори. ESPконтролер прорачунава ове факторе на бази сигнала сензора:

- Брзине
- Бочног убрзања
- Притиска активирања кочница и
- Угаоне брзине око вертикалне осе возила

Жељено понашање возила добија се генерисањем момента око вертиклане осе возила.У циљу генерисана жељеног момента око вертикалне осе возила ESPконтролер делује преко хидрауличког актуатора на поједине точкове возила индиректно утичући на лонгитудиналну и бочне силе. Систем утиче на клизање пнеуматика које у каснијој фази мора бити кориговано деловањем ABS-а и/или TCS-а. Процес интервенције је пројектован у циљу одржања карактеристика управљивости возила.

Рад ESPконтролер се базира на следећим параметрима:

- Угаона брзина око вертикалне осе-мерена вредност
- Угао точка управљача-мерена вредност
- Бочно убрзање-мерена вредност
- Брзина возила- процењена вредност
- Бочна сила на точковима и клизање-процењена вредност



Слика 5.10. Структура ESP контролера[1]

Порцењују се следеће величине:

- Бочна сила делвањем на точкове
- Угао клизања
- Бочни угао клизања
- Бочна брзина возила

Спецификације за бочни угао клизања и угаону брзину око вертикалне осе одређене су на основу следећих параметара који могу бити или директно или индиректно дефинисани деловањем возача:

- Угла точка управљача
- Процењене вредности брзине возила
- Коефицијента пријањања који је одређен на бази продужног убрзања (процењени параметар) и бочног убрзања (мерени параметар) и
- Ход педале акцелератора (момента мотора) или притиска у кочним круговима (сила на педали кочнице)

Ови процеси узимају у обзир и специфичне ситуације у односу на динамику возила, нпр. различито пријањање на левој и десној страни возила.ESP контролер управља радом два параметра:

- Угаоном брзином око вертикалне осе и
- Бочним углом клизања возила

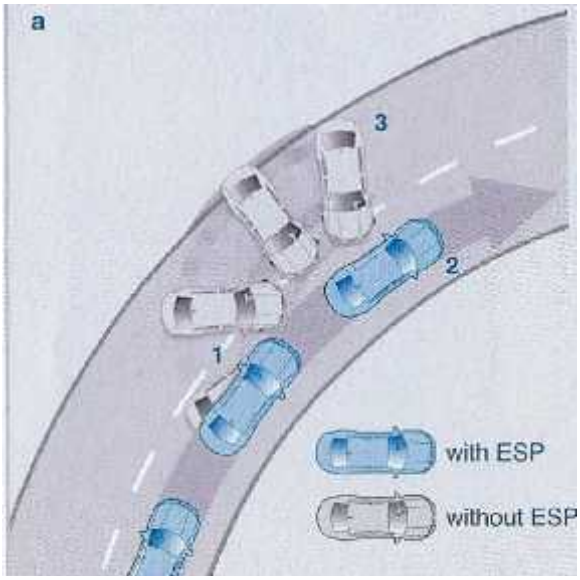
Како би се стварно понашање возила што више приближило жељеном (идеалном). Како угао бочног клизања расте он постаје значајнији за рад контролера. Програм рада је базиран на подацима који се односе на максимално могуће бочно убрзање и других података који се односе на динамику возила. Ови подаци су дефинисани за свако возило.

Ово значи да је за случајеве кочења или убрзавања дефинисано како угао точока управљача и брзина возила утичлу на жељено кретање возила, што за исте услове кретања возила није исто за сватко возило. Захтевана вредност номиналне угаоне брзине око вертикалне осе је на основу овога меморисана у програму контролера. Номинална вредност угаоне брзине око вертикалне осе, са друге стране, мора бити ограничена коефицијентом пријањања.

Примери деловања ESP-а

Пример 1

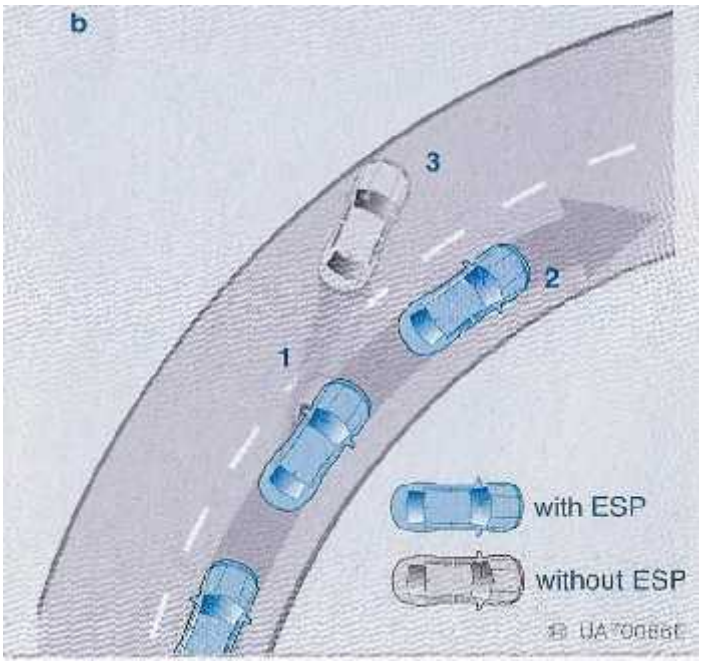
Ако возило тежи надуправљању током проласка кроз десну кривину и прећена је граница угаоне брзине око вертикалне осе (возило ротира превеликом брзином око вертикалне осе), ESP одговара кочењем предњег левог точка како би се генерисао закретни момент који ће одржати возило стабилним.



Слика 5.11. Пример 1 - пролазак кроз кривину[1]

Пример 2

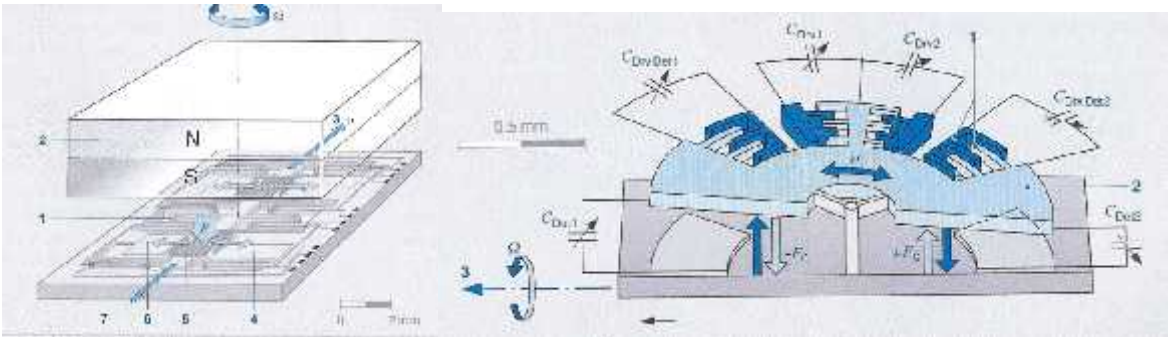
Ако возило тежи подуправљању током проласка кроз десну кривину и прећена је граница угаоне брзине око вертикалне осе (возило ротира превеликом брзином око вертикалне осе), ESPодговара кочењем задњег десног точка како би се генерисао закретни момент који ће одржати возило стабилним.



Слика 5.12. Пример 2 - пролазак кроз кривину[1]

Сензори ESP-а

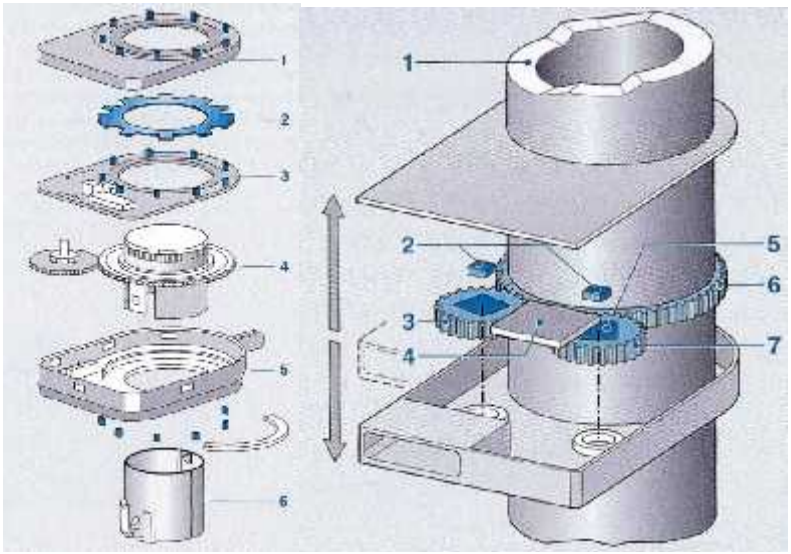
Сензор угла закретања око вертикалне осе возила приказан на слици 5.13. под а) састоји се од две осицалторне масе које осцилују супротиним фазама резонантим фреквенцијама које су одређене њиховом масом и крутошћу опруге. На крају сваке масе се налази капацитивни сензор. Када долази до ротације око вертикалне осе возила региструје се Кориолосово убрзање у смеру осциловања које је пропорционално производу угла ротације и осилаторне брзине која се електорнски одржава константном. Систем се налази у константном магнетном пољу при чему долази до промене капацитета услед осциовања.



Слика 5.13. MMS yaw-rate сензор [1]

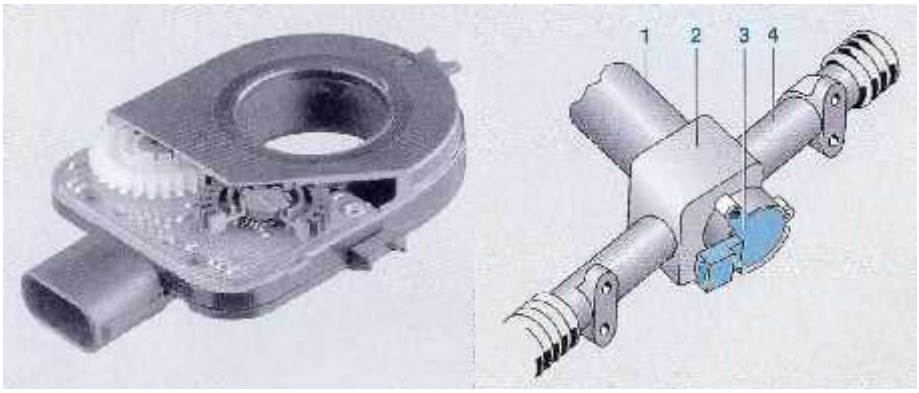
На слици 5.13. под б) приказан је сензор угла закретања око вертикалне осе возила коме је амплитуда осциоловања пропорицонална капицитету. Систем се налази у вакуму, а згао око вертиклане осе је пропорционалан капацитету.

Рад сензора угла точка управљача приказан на слици 5.14. базиран је на Холовом принципу.



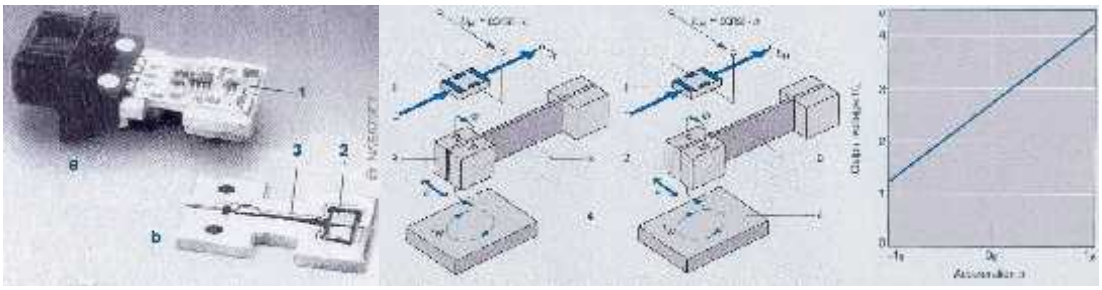
Слика 5.14. Холов сензор угла точка управљача[1]

За рад давача угла точка управљача на слици 5.15., примењен је тзв. анзиотропик резистивни сензор чија се отпорност мења са променом магнетног поља. Информација о углу закретања обезбеђена је мерењем угла два зупчаника (разликују се у једном зубу) који су покрећу трећим који се налази на вратилу управљача. Применом математичког алгоратима израчунава се угао точка управљача, као и позиција истог.



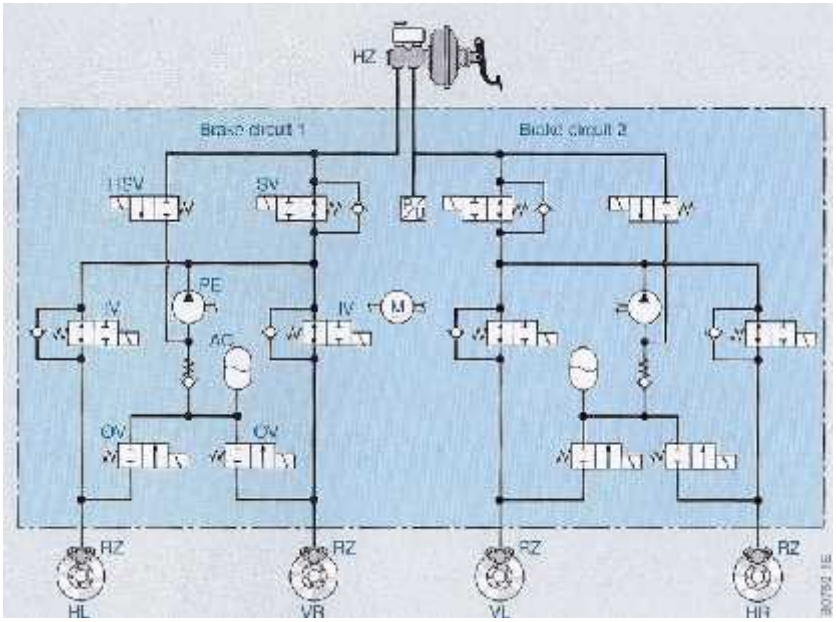
Слика 5.15. Сензор точка управљача на бази анзиотропик резистивног сензора[1]

Сензор убрзања на бази Холовог ефекта, приказан на слици 5.16., састоји се од опруге на чијем је крају постаљен стални магнет одговарајуће масе. Холов сензор је постављен изнад сталног магнета Савијање опруге услед убрзања генерише напон у Холовом сензору који је пропорционалан убрзању.



Слика 5.16. Сензор убрзања на бази Холовог ефекта[1]

Модулатор приказан на слици 5.17., притиска састоји се од 12 вентила независно од конфигурације кочних кругова. Давач притиска детектује притисак у мастер цилиндру.



Слика 5.17. Модулатор притиска[1]

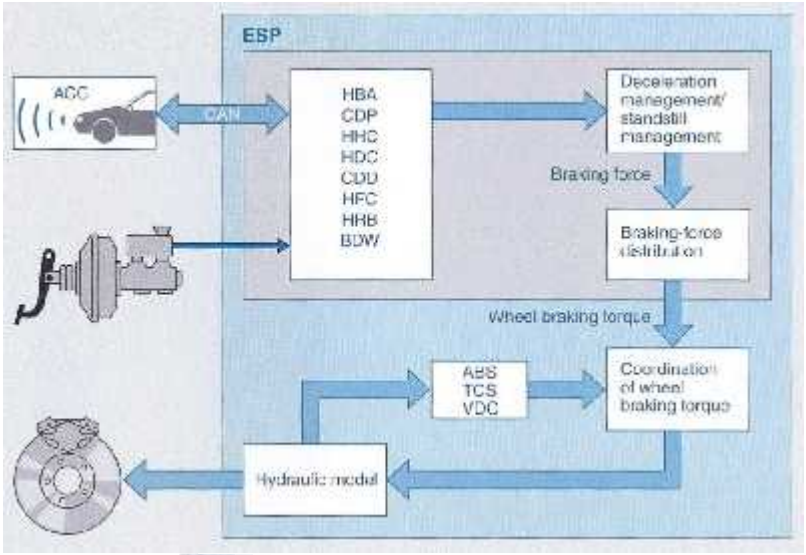
Модулатор притиска има три основна мода рада:

- Пасивни рад
- Полуактивни
- Потпуно активни

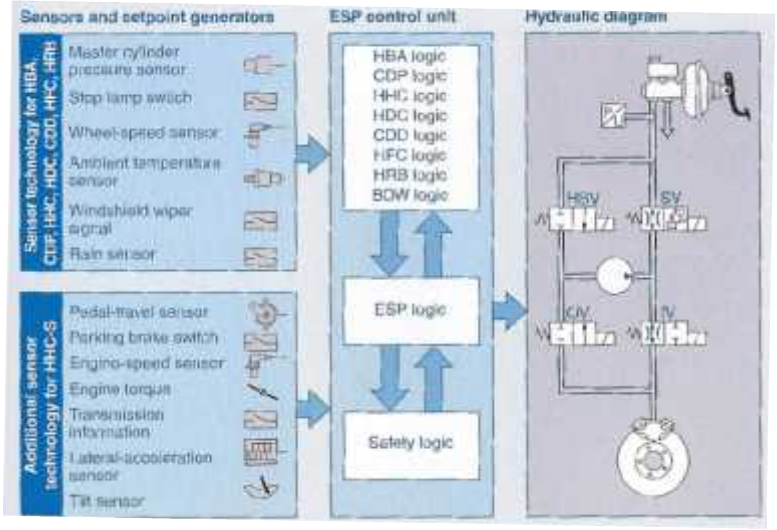
Мастер цилиндар и цилндри у точковима су повезани преко тзв. прекидног вентила и прекидног вентила високог притиска. Пумпе могу да генеришу притисак независно од захтева возача.

6. АУТОМАТСКЕ- НАПРЕДНЕ ФУНКЦИЈЕ СИСТЕМА ЗА КОЧЕЊЕ

Савремена моторна возила располажу великим бројем система активне безбедности чија се функција пре свега заснива на коришћењу ресурса система за кочење, као и система против блокирања точкова и система за контролу стабилности возила.



- Електронска расподела силе кочења – **EBD**
- Hydraulic Brake Assist (**HBA**)
- Hill Hold Control (**HHC)**
- Hill Descent Control (**HDC**)
- Управљање успорењем за систем помоћи возачу (**CDD**)
- Систем за хидрауличку компезанцију фединга (**HFC**)
- Хидраулички појачивач силе кочења на задњим точковима (**HRB**)
- Појачавач силе кочења због кише (**BDW**)



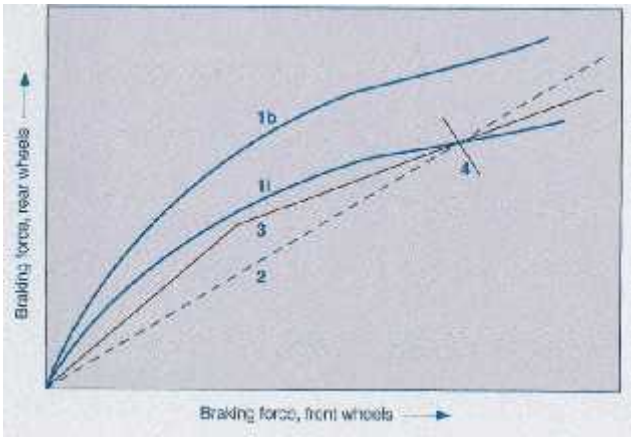
Слика 6.1.Схема додатних функција система за кочење[1]

Савремени системи активне безбедности осим што повећавају безбедност путника и генерално чесника у саобраћају, у многоме возачу олакшавају управљање возилом.

На овај начин расположивеперформансе возила се у великом проценту могу остварити у највећем броју саобраћајних ситуација, уз рационални утрошак енергије.Осим овога повећава се и свеукупни комфор возача и путника. На слици 6.1. приказане су неке од додатних функција система за кочење које су присутне у најсавременијим возилима.

Електронска расподела силе кочења – EBD

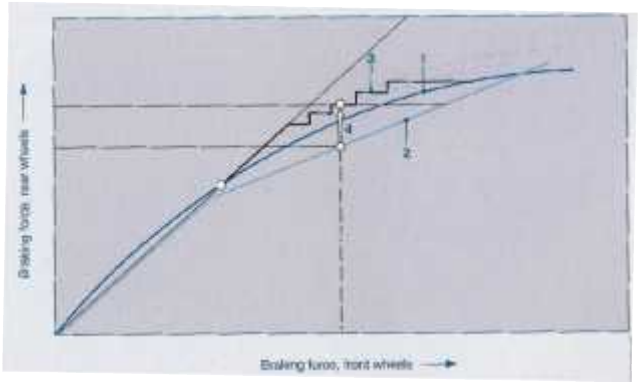
На слици 6.2. приказана је расподела силе кочења код конвенционалних возила. Потреба за адкеватном расподелом силе кочења у циљу макисмалног искоришћења расположивог пријањања објашњена је уковиру поглаваља4.



1. идеална расподела силе кочења, l-неоптерећено, b-оптерећено возило
2. константна расподела силе кочења
3. Расподела силе кочења са пропорицоналним вентилом
4. Успорење од 0,83g

Слика 6.2. Расподела силе кочења код ковенционалних возила[1]

На слици 6.3. приказан је упоредни приказконвенционалне и електронске расподеле силе кочења, при чему је евидентно да се применом EBD-а постиже боље приближавање идеалној расподели силе кочења.



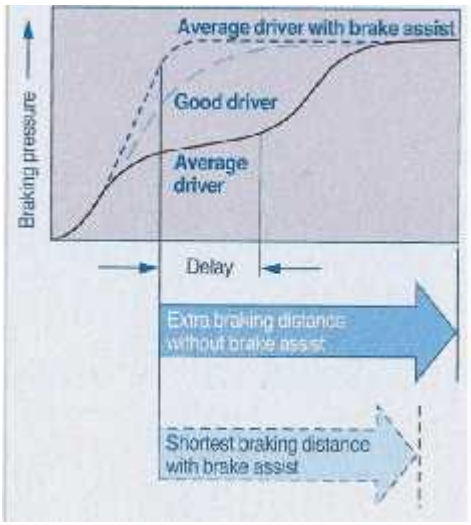
1. Идеална расподела силе кочења,
2. Конвенционална расподела силе кочења
3. Електронска расподела силе кочења
4. Разлика у сили кочења задњих точкова

Слика 6.3. Упоредни приказ конвенционалне и електронске расподеле силе кочења[1]

Предности примене електронске расподеле силе кочења огледју се пре свега у могућности оптимизација управљања возилом у свим условима рада. Код

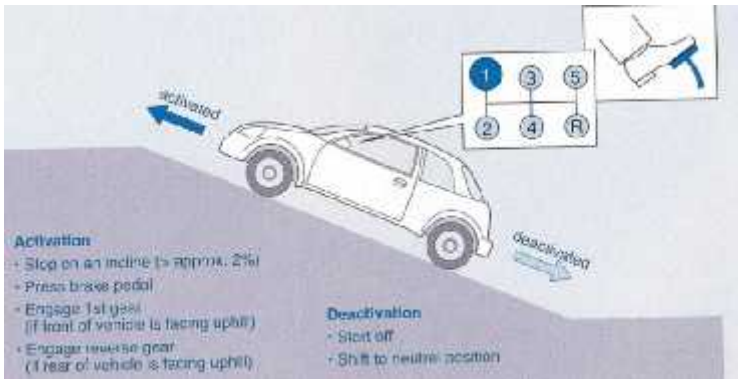
електорнске расподел силе кочења нису потребни конвенционални вентили чиме се остварјуу значајне уштеде. Смањено је топлотно оптерећење предњих кочница и самњено хабање истих. Применом електорнске расподле силе кочења остварјуе се боље усопрење за исту силу на педали кочнице. Примена електорнске расподеле силе кочења захтева минималне модификације на ABS-у.

Hydraulic Brake Assist (HBA), слика 6.4. детектује опасне ситуације и аутоматски повећава успорење возила, односно притисак у систему за кочење. Успорење је ограничено дејством ABS-а.



Слика 6.4. Поређење кочења са и без HBA[1]

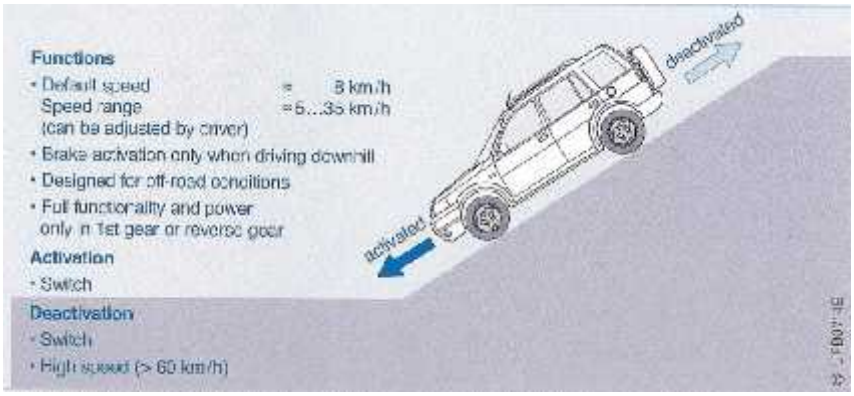
Hill Hold Control (HHC) представља помоћ при кретању из места на узбрдици, слика 6.5. Представља заначјну помоћ код возача почетника или код мање спретних возача.



Слика 6.5. Помоћ при кретању на узбрдици[1]

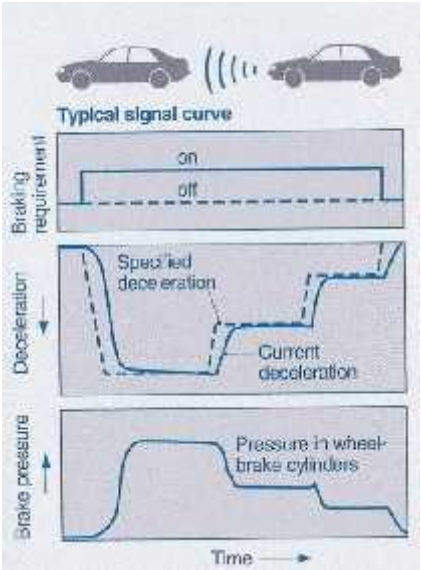
Да би систем функционисао возило се мора налазити на узбрдици од најмање 2% нагиба, команда кочнице мора бити активирана и мењачки преносник мора бити у првом степену преноса или у положају за ход у назад. Овај систем се код највећег броја возила не може искључити.

Hill Descent Control (HDC) представља помоћ при силаску низбрдо, приказано на слици 6.6. Примењује се код возила чија је намена кретање ван уређених путева. Систем одржава константну брзину кретања возила на низбдици у распону од 5-35km/h која се може подешавати а систем се може и искључити. Функционише само у првом степену преноса.



Слика 6.6. Помоћ при силаску низ брдо[1]

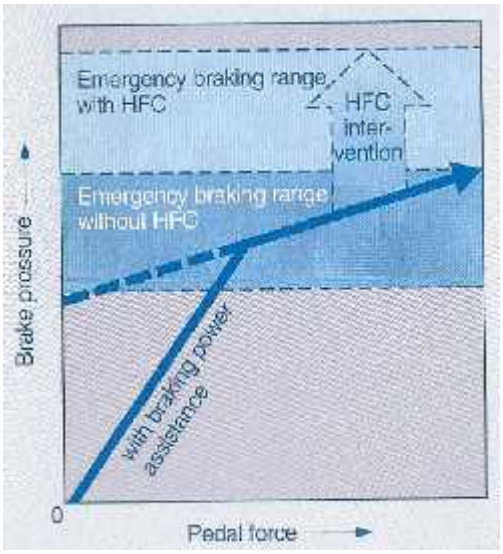
Управљање успорењем за систем помоћи возачу (CDD), приказан је на слици 6.7. овај систем је заправо део система тзв. темпомата или адаптивних система за управљање брзином кретања возила.



Слика 6.7. Управљање успорењем за систем помоћи возачу (CDD)[1]

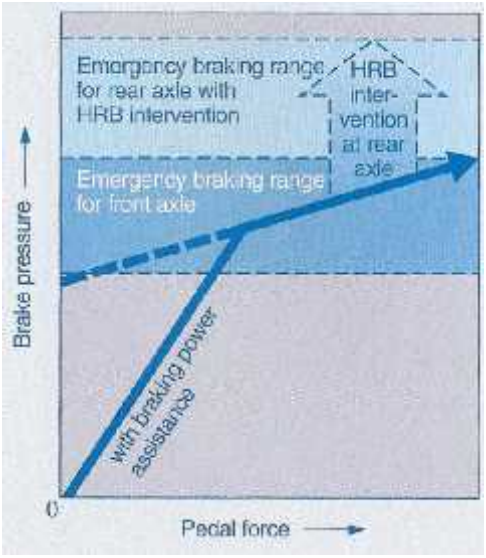
Овај систем заправо на основу растојања возила од возила које се налази испред, независно од возач активира систем за кочење како би се задржало безбедно растојање.

Систем за хидрауличку компензанцију фединга (HFC), приказан је на слици 6.8. Фединг представља опадање ефикасности кочења услед енромног повећања темепратуре на фрикционој површини кочнице. Представља врло често узорк саобраћајних удеса код возила већих маса која немају трајне успораче у случајевима дуготрајних кочења на великим низбрдицама. Овај систем представља заправо додатно сервопоајачање кочења у условима високих темепратура фрицкионих површина.



Слика 6.8. Систем за хидрауличку компензанцију фединга (HFC)[1]

Хидраулички појачивач силе кочења на задњим точковима (HRB), приказан је на слици 6.9. Овај систем повећава силу кочења на задњим точковима у тренутку када су предњи точкови под дејством ABS-а.



Слика 6.9. Хидраулички појачивач силе кочења на задњим точковима (HRB)[1]

Наиме, истраживања су показала да велики број возача у тренутку почетка дејства ABS-а не повећвају силу кочења иако то ситуација у саобраћају захтева. Имајући у виду да је код већине возла систем кочења пројектован тако да је расподелом силе кочења, ова сила мања на задњим точковима, онда у оваквој ситуацију имамо појаву да задњи точкови неће блокирати али се не постиже одговарајуће успорење. Из овог разлога у оваквим ситуацијама почиње дејство HRB-а које престаје оног тренутка када задњи точкови дођу под дејство ABS-а.

7. СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

Критична ситуација у вожњи може се појавити не само приликом кочења, него и при свакој ситуацији код које долази до граничних уздужних сила на контакту точка и подлоге: код граничних сила у подужном правцу није могуће преносити бочне силе.

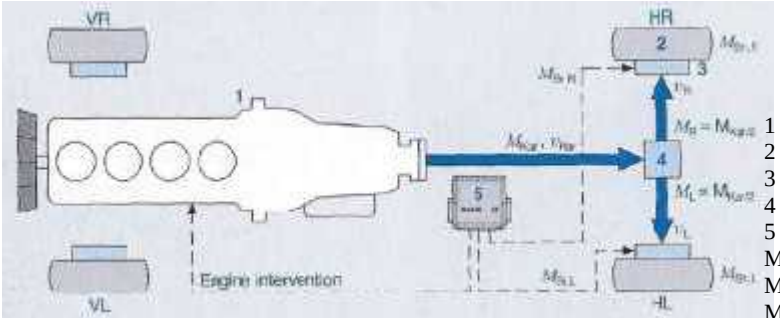
Ситуације које изазивају проклизавање точкова

- Кретање с места на путу са ниским пријањањем
- Нагло убрзавање
- Промена брзине на успону, при ниском пријањању
- Кретање у кривини

Систем за контролу проклизавања (**T**raction **C**ontrol **S**ystem – **TCS**) треба да обезбеди стабилност у критичним ситуацијама које су последица проклизавања точкова

Задаци TCS-а:

- Контрола проклизавања точкова смањењем погонског момента на точку.
- Побољшање вучних перформанси обезбеђивањем оптималног пријањања за обимну силу на погонском точку која је одређена положајем регулационог органа.
- Обезбеђивање стабилности и управљивости при погону возила у свим условима кретања (ниско пријањање, кретање на успону, кретање у кривини итд.).



1 – мотор, спојница и мењач
2 - точак
3 – кочница
4 – диференцијал
5 – Управљачка јединица TCS
MKar – момент диференцијала
M – момент на вратилу погонског точка
MStr – погонски момент на точку

Слика 7.1. Класична композициона шема возла са системом против проклизавања[1]

При укључивању спојнице обртни момент мотора преноси се преко мењачког преносника на главни преносник и диференцијал (M_{kar}). Диференцијал дели погонски момент на точкове у односу 50:50 (МЛ=МР) у свим условима кретања – уколико се погонски момент може пренети на подлогу тада је обртни момент на погонском точку једнак моменту диференцијала (уколико нема бочног преносника) М=МС. У

ситуацији кад погонски момент не може да се пренесе на подлогу, долази до проклизавања точка – тај точак губи бочну стабилност, што може довести до губитка стабилности возила. TCS има задатак да регулише проклизавање погонског точка тако да оно буде у зони максималних вучних сила. Фактори који описују тренутну ситуацију у вожњи:

- Референтни ниво проклизавања (на основу захтева за нивоом клизања током убрзавања)
- Коефицијент приањања
- Коефицијент отпора котрљања
- Брзина скретања (yaw velocity), бочно убрзање, положај управљачких точкова

Принцип рада TCS

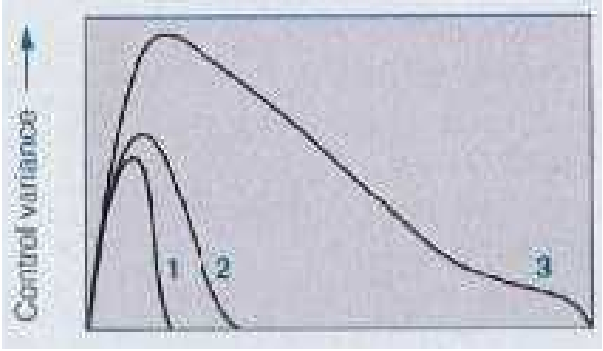
Угаона брзина точка и његово клизање зависи од погонског момента који се преноси на точак. Како се погонски момент на диференцијалу дели на два дела (увек), погонски момент на точку може се изразити на следећи начин

$$M_{Ges} = M_{Kar2} + M_{Br} + M_{Sr}$$

На основу наведеног израза може се закључити да се погонски момент на точку може регулисати или регулацијом момента кочења (M_{Br}) или момента погонског момента (M_{Kar}) – оба наведена параметра могу се користити за регулацију нивоа клизања точка .Код бензинског мотора погонски момент (M_{Kar}) регулише се на следеће начине:

- Положајем регулационог органа (положаја лептира гаса) - 3
- Системом за паљење смеше (померањем угла претпаљења) - 2
- Системом убризгавања горива (искључивањем појединачних убризгавања) – 1

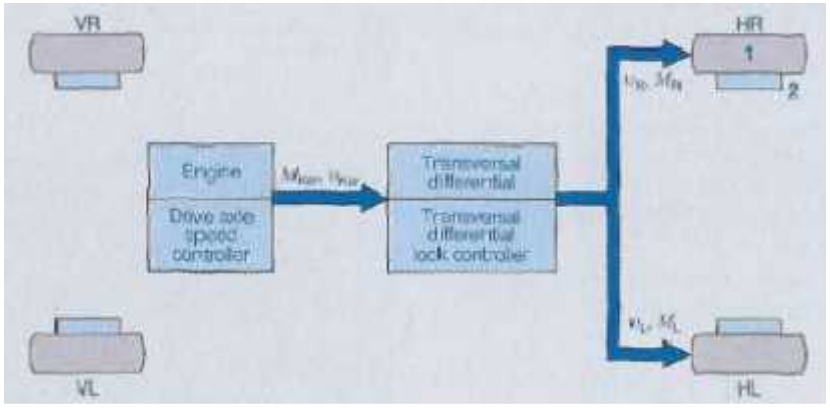
Доступност претходно описаних врста регулације зависи од произвођача и верзије мотора. Регулација погонског момента отвором лептира неповољна због спорог одзива. Код дизел мотора погонски момент се регулише електронском контролом убризгавања горива.



Слика 7.2. Поређење времена одзива код различитих интервенција система против проклизавања[1]

Момент кочења може се регулисати за сваки точак помоћу система против блокирања точковаточкова (ABS)али уколико се ово жели искористити за TCS, неопходно је обезбедити момент кочења при погону возила (не при кочењу), што код неких Система захтева значајније конструкцијске измене (због нпр. обезбеђивања притиска у систему без учешћа возача).

Код возила која су опремљена системом кочења са хидрауличким преносним механизмом TCS се реализује коришћењем могућности АБС-а да се кочнице на погонском мосту активирају како у пару, тако и појединачно.



Слика 7.3. Структура система против прокилизавања[1]

Контролер угаоне брзине погона моста (drive axle speed controller)

- Угаоном брзином погона моста може се управљати променом режима рада мотора или истовременим активирањем две кочнице
- На овај начин се смањује обртни момент погона моста M_{Kar}

Контролер блокаде диференцијала (transversal differential lock controller)

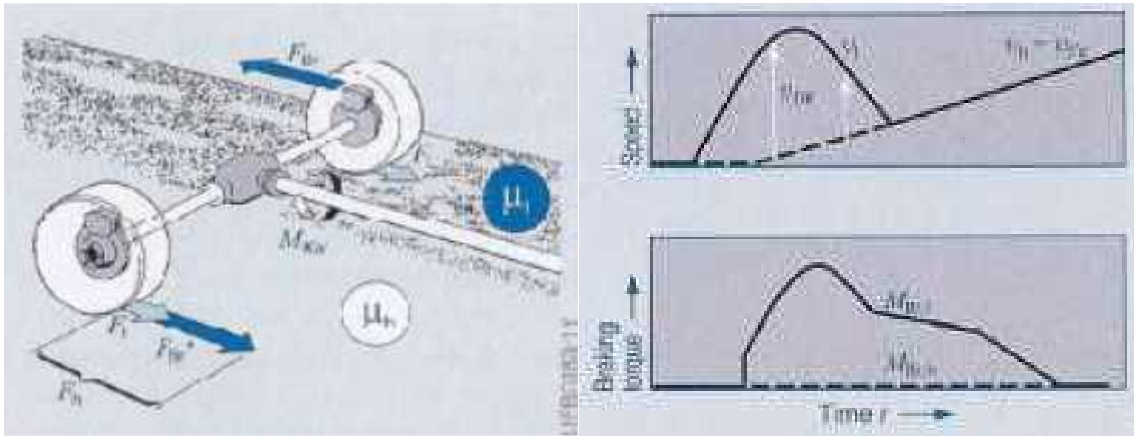
- Асиметрично активирање кочница (активирање на само једном точку погонског моста) користи се примарно за регулисање рада диференцијала (величине релативног кретања односно разлике брзина точкова $v_{Dif} = v_L - v_R$)
- Активирањем једне кочнице првенствено се утиче на обезбеђивање равнотеже погонских момената диференцијала
- Примарна функција контролера је управљање разликом брзина точкова $vDif$ (контролер брзине диференцијала – differential speed controler), мада се истим може обезбедити ефекат расподеле погонских момената који одговара блокади диференцијала, тако да се контролер назива и контролер блокаде диференцијала.

TCS преко наведених контролера управљањем брзинама v_{Dif} , v_L , v_R на посредан начин управља погонским моментима M_{Kar}, M_L , M_R

Карактеристичне ситуације у којима се активира TCS

- Подељено пријањање (μ - split)
- Ниско пријањање

Подељено пријањање: ситуација поласка с места код које је један точак на ниском пријањању (клизава површина, коефицијент пријањања μ_l), а други на високом (сува подлога, коефицијент пријањање μ_h)



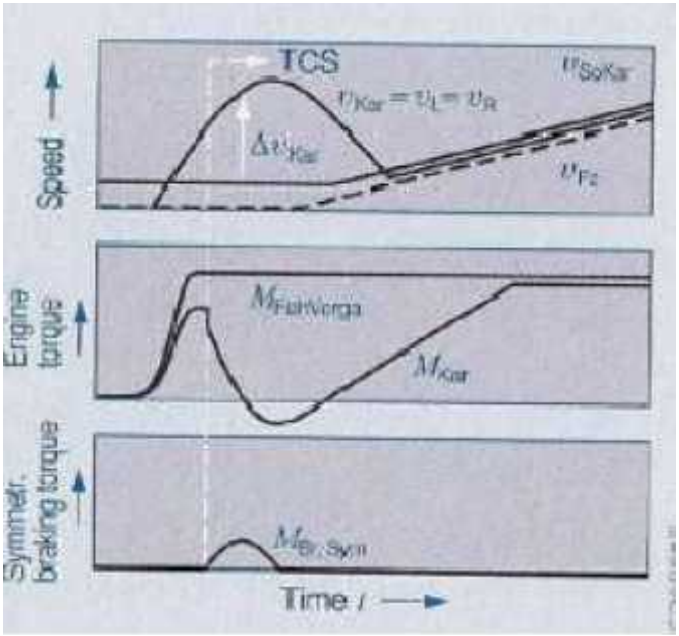
Слика 7.4. Карактеристични случајеви активирања система против проклизавања[1]

Рад TCS – ниско пријањање

Карактеристичан случај активирања контролера уагоне брзине погона моста:

Возач положајем педале гаса регулише ефективни момент мотора за који претпоставља да је потребан за погон возила($M_{FahVorga}$), што резултује повећањем погонског момента на диференцијалу (M_{Kar}). При поласку с места на подлози са

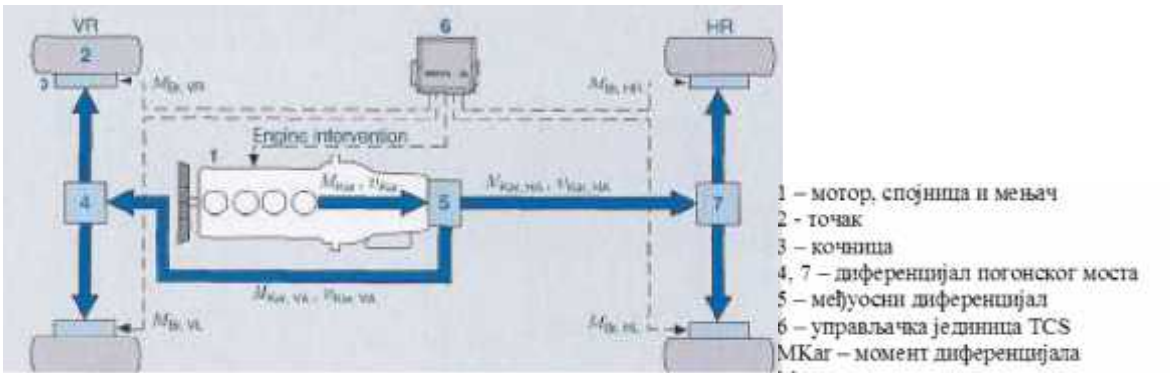
ниским пријањањем долази до проклизавања оба точка, без велике међусобне разлике у угаоним брзинама точкова, тако да брзина кућишта диференцијала вКар премашује референтну вредност брзине $V_{SoKar.}$ Активирањем кочница на оба точка долази до смањења погонских момената на точковима, чиме се смањује проклизавање точкова.



Слика 7.5. Типичне врендости броја обртаја точка, обртног мотора и кочног момента у току рада система против проклизавања у условима ниског пријањања[1]

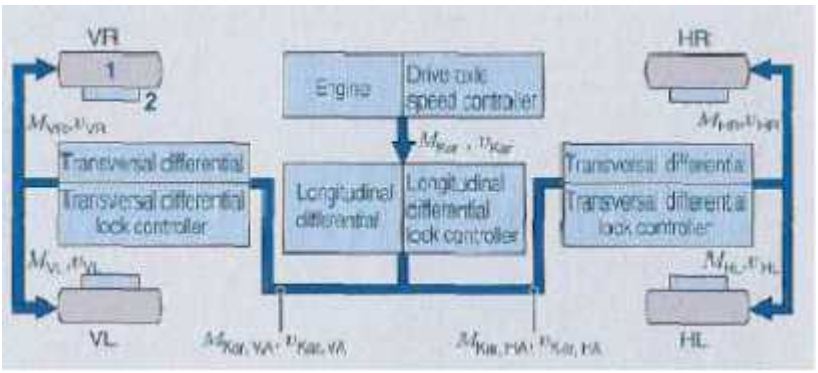
TCS код возила са погоном на све точкове

У последње време све су популарнија тзв.SUV vozila (Sport Utility Vehicles – путна возила са карактеристикама теренских) која по правилу имају погон на све точкове. Пример једног таквог возла са системом против проклизавања точкова приказан је на слици 7.6.
Симетричним активирањем кочница једног моста може се утицати на величину момента на кућишту диференцијала тог моста, чиме се утиче на величину погонског момента који се преноси на други мост (слично као код подељеног пријањања код возила са погоном на један мост).



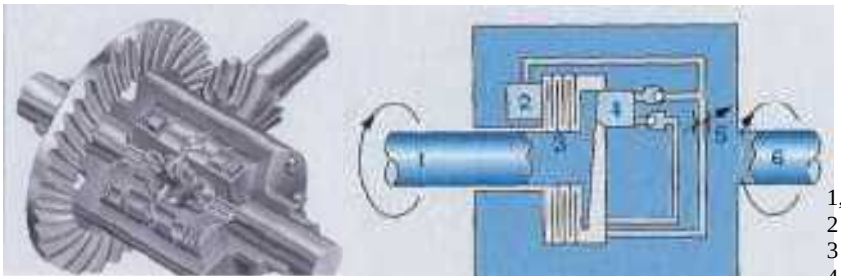
Слика 7.6. Систем против прокилизавања код возила са погоном на свим точковима[1]

Контролер блокаде међуосног диференцијала (longitudinal differential lock controller) као улазне величине има угаоне брзине погонских вратила погона предњег односно задњег моста – како делује практично као контролер блокаде диференцијала моста, погон на све точкове захтева само измену на нивоу софтвера.



Слика 7.7. Концепт TCS контролера код возила са погоном на свим точковима[1]

Регулација расподеле погонских момената међуосног диференцијала активирањем кочница користи се код друмских возила која су примерена намени SUV возила. Код коришћења на теренским возилима ова регулација има своје границе, пошто може доћи до прегревања кочница, тако да се прибегава механичкој блокади диференцијала.



Слика 7.8. Класична и електорнски управљана концепција закључавања диференцијала[1]

Предности примене TCS у возилима:

- Избегавање режима кретања са проклизавањем који су нестабилни, чиме се повећава безбедност
- Побољшање вучних перформанси обезбеђиваwем погона при оптималном клизању
- Симулација функције блокаде диференцијала
- Симулација функције блокаде међуосног диференцијала
- Аутоматско управљање излазним параметрима мотора
- Елиминација хабања пнеуматика при кретању у кривини (у односу на механичку блокаду диференцијала ?!)
- Смањење хабања елемената погонске групе, посебно у ситуацији подељеног пријањања
- Сигнализација ситуације која може довести до приклизавања
- Једноставност конструкције због коришћења компонената постојећих Система, првенствено ABS-а

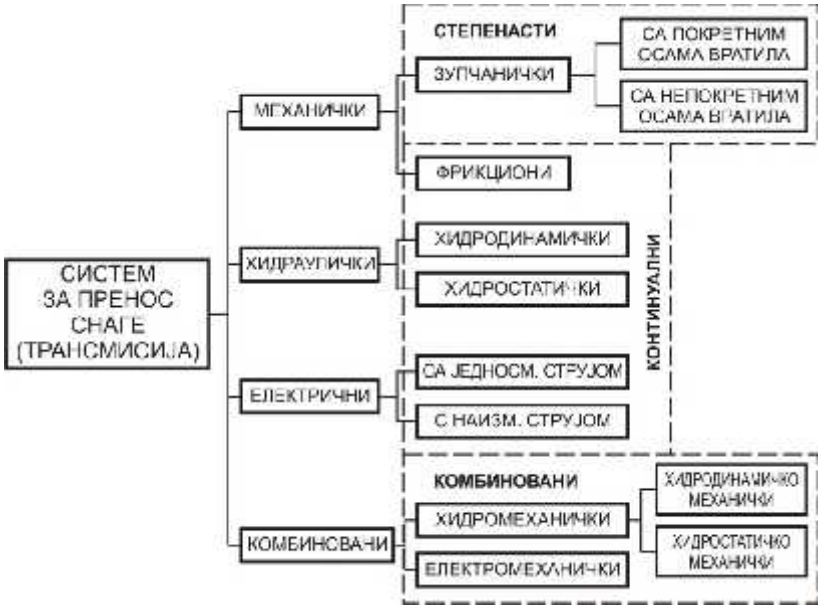
8. АУТОМАТИЗАЦИЈА ТРАНСМИСИЈЕ

Трансмисија је намењена да снагу пренесе са мотора на кретаче. Трансмисија не може ни да повећа ни да смањи снагу мотора, она само вриш трансформацију параметара снаге. Дакле, снага која уђе у трансимисију једнака је снази кјоа из ње изађе умањена за губитке који се у трансмисији јављају у току њеног рада. Трансмисија омогућава и промену смера кретања (омогућава ход у назад) и служи за погон помоћних, односно специјалних система возила (пумпа за воду, витло, итд.).

Подела трансмисија:

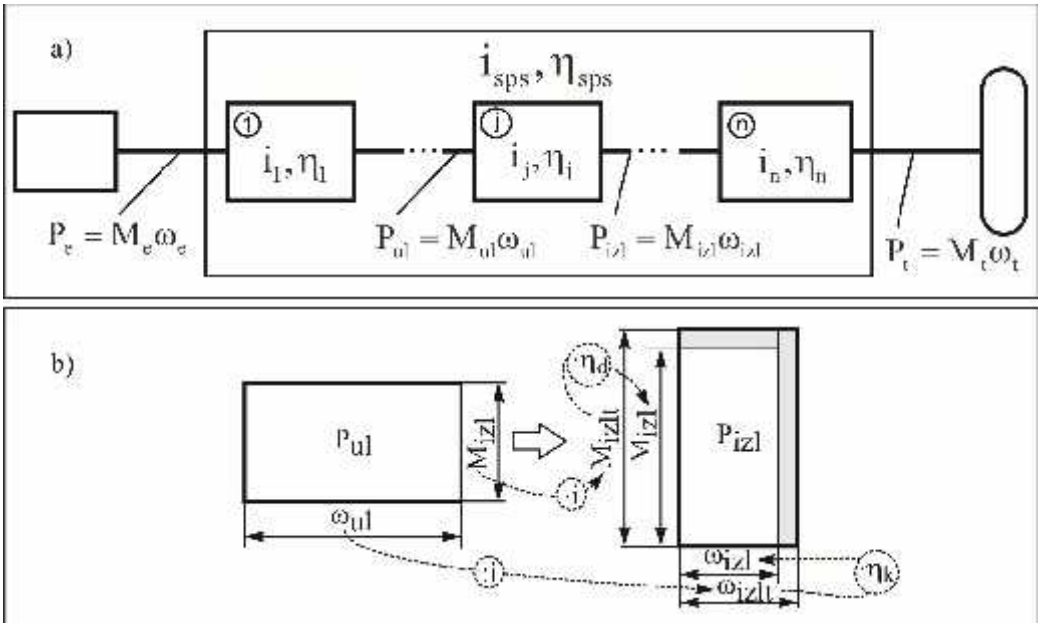
- Према врсти енергије: механички, хидраулички, електрични и комбиновани.
- Према начину трансформације параметара снаге: степенасти, континуални и комбиновани.
- Према степену аутоматизације: са неаутоматском (ручном) променом параметара и аутоматизовани
- Према формули погона: 4X2, 4X4, 6X4, 6X6

Граички приказ поделе трансмисије приказан је на слици 8.1.



Слика 8.1. Подела трансмисије

Параметри снаге су обртни момент и угаона брзина. Принцип трансформације параметара снаге приказан је на слици 8.2.



Слика 8.2. Блок схема система и принцип трансформације параметара у систему за пренос снаге

На слици 8.3. приказане су функционалне целине механичког степенастог система за пренос снаге моторног возила формуле погона 4×4. Функционале целине (склопови, подсистеми) система су:

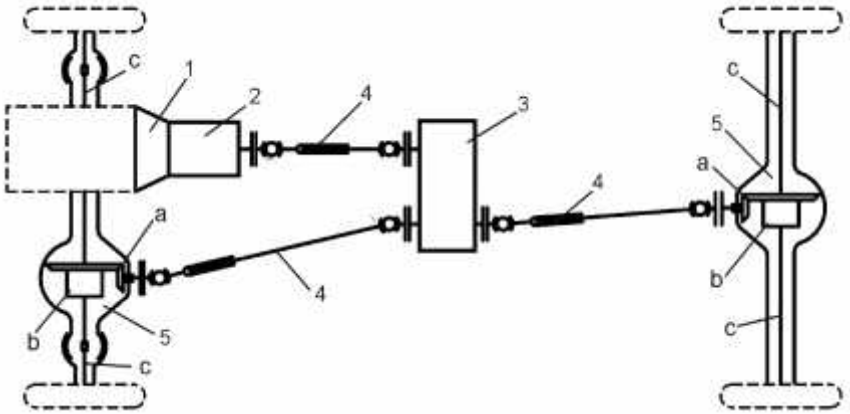
- главна спојница (1),
- мењачки преносник (2),
- разводник погона (3),
- зглобни преносници (4) и
- погонски мост (5).

Главна спојница је први склоп система чија је намена да пренесе снагу са мотора на мењачки преносник, омогући краткотрајан прекид тока снаге и лагано повећање обртног момента при поласку с места, као и да буде сигурносни склоп у систему који штити елементе мотора и система од преоптерећења.

Мењачки преносник је склоп чија је основна функција промена параметара снаге у широком дијапазону за константне параметре снаге на улазу. Поред тога, мењачки преносник треба да обезбеди дуготрајан прекид тока снаге и ход уназад.

Разводник погона је склоп који се налази у системима за пренос снаге а омогућавају погон на више мостова. Основна функција разводника погона јесте развод снаге на мостове уз могућност различитог броја обртаја излазних елемената и поделу обртних момената у одређеном односу. Допунска функција разводника погона је веома често и функција допунског мењачког преносника.

Зглобни преносници су склопови који преносе обртни момент између других склопова који су на одређеном растојању и који у току рада мењају међусобни положај оса или им се осе секу, са променљивим углом у току рада.



Слика 8.3. Механички степенасти систем за пренос снаге

Погонски мост је сложен склоп који треба да обезбеди велику редукцију броја обртаја, промену правца обртног момента, као и развод снаге уз могућност различитог броја обртаја погонских точкова. Да би се овако сложена функција реализовала, погонски мост се састоји од три подсклопа: главног преносника (a), диференцијалног преносника (b) и вратила погонских точкова (c).

Код возила формуле погона 4×2 систем за пренос снаге има један погонски мост, а разводник погона нема.

Захтеви за конструкцију трансмисија:

Удобност и погодност коришћења

- ☐ Лака промена степена преноса без обзира на оптерећење мотора и услове рада
- ☐ Низак ниво буке
- ☐ Одржавање радних параметара током читавог животног века

Економичност потрошње горива

- ☐ Велики опсег преносних односа
- ☐ Висок степен корисности
- ☐ "Интелигентно" управљање променом степена преноса
- ☐ Мали губици енергије за промену степена преноса
- ☐ Мала тежина
- ☐ Примена блокирајуће спојнице код хидродинамичког претварача
- ☐ Мали хидраулички губици

Добре возне карактеристике (driveability)

- Прилагођавање тачке промене степена преноса возној ситуацији
- Детекција критичних возних ситуација и „типа возача“
- Добре керактеристике убрзања
- Обезбеђивање кочења мотором
- Онемогућавање промене степена преноса при брзој вожњи по кривинама
- Детекција зимских услова на путу

Минимална запремина и димензије

- Код трансмисија са погоном позади критична димензија је пречник (главног преносника, мењача)
- Код трансмисија са погоном напред критична је дужина

Трошкови производње

- Производња у великим серијама
- Једноставан управљачки систем
- Могућност аутоматизације монтаже

Конструкцијска решења трансмисија:

- Механичка трансмисија са степенастим мењачким преносником са непокретним осама и ручном променом степена преноса (manual transmission)
- Механичка трансмисија са степенастим мењачким преносником са непокретним осама и аутоматизованом променом степена преноса помоћу двоструке главне спојнице (dual clutch transmission)
- Хидромеханичка трансмисија са хидродинамичким трансформатором обртног момента (torque converter) са блокирајућом спојницом и планетарним мењачким преносником са хидрауличком променом степена преноса
- Механичка трансмисија са континуалним фиркционим мењачким преносником – варијатором (Continuously variable transmission - CVT)

Карактеристике механичке степенасте трансмисије са ручном променом степена преноса:

Мењачки преносник са непокретним осама је најједноставније, најнепогодније и најбројније решење мењачког преносника. Реализује се у спрези са сувом фрикционом једноламеластом или дволамеластом спојницом за прекид тока снаге. Промена степена преноса се врши помоћу синхрон или зупчастих спојница.

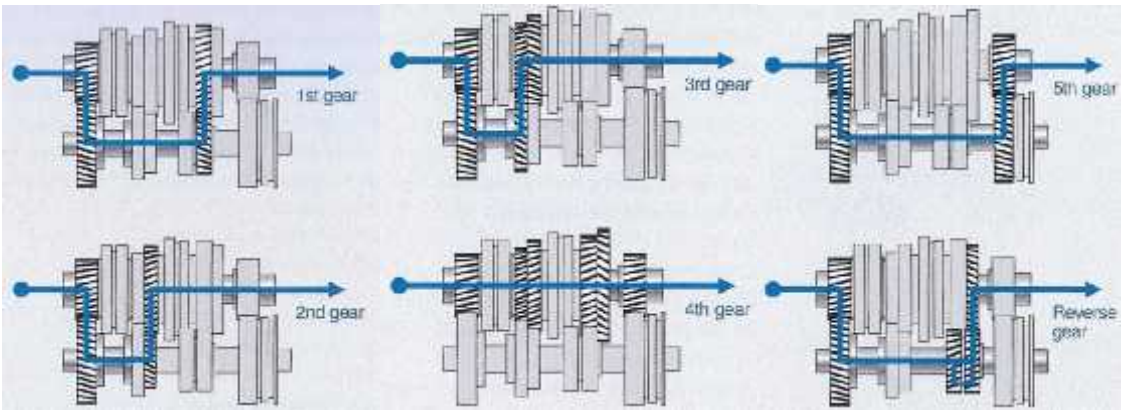
Предности:

- Висок степен корисности
- Компактна и лака конструкција
- Јефтина производња

Недостаци:

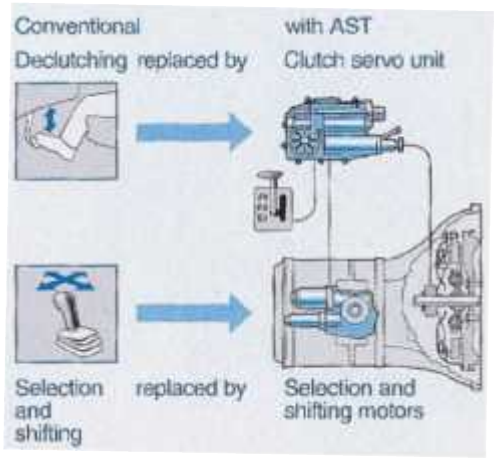
- Промена степена преноса са прекидом тока снаге
- Брзина промене степена преноса зависи од возача
- Прекид тока снаге

На слици 8.4. приказан је ток снаге у различитим степенима преноса код механичке мануалне трнасмисије са непокретним осама вратила.



Слика 8.4. Ток снаге у механичкој степенастој трансмисије са непокретним осама вратила[1]

Аутоматизација класичне механичке трансмисије спроводи се кроз аутоматизацију главне спојнице и команде мењачког преносника, при чему се команде замењују сервомоторима. Аутоматизована механичка трансмисија или аутоматизована мануелна трансмисија се на тржишту може наћи под називима (Automated shift transmission – AST, automatic manual transmission - AMT). На слици 8.5. приказан је принцип аутоматизације мануалне трансмиије.



Слика 8.5. Принцип аутоматизације мануалне механичке трансмисије[1]

Зависно од варијанте могућа су решења са механичком командом за давање електричних сигнала, као и са потпуно електричном командом. Постоји могућност пуне аутоматизације, где електронска управљачка јединица управља радом сервомотора и при промени степена преноса искључује команду гаса.

Карактеристике:

- Конструкција практично идентична са механичким трансмисијама
- Актуатори (пнеуматички, хидраулички или електрични) управљају радом главне спојнице и мењачког преносника.

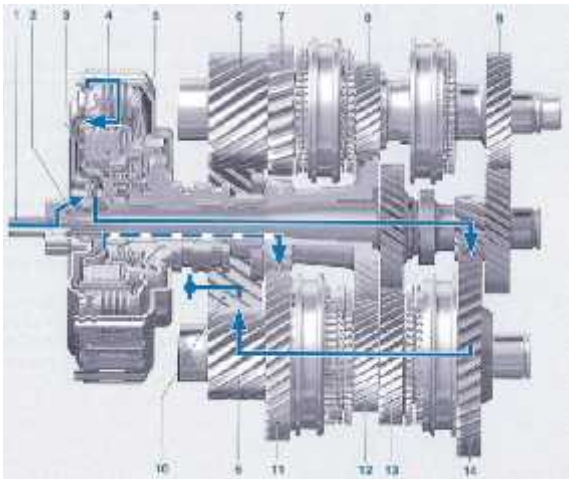
Предности:

- Висок степен корисности
- Компактна конструкција
- Могућност модернизације постојеће трансмисије
- Лакши рад
- Мања потрошња горива
- Јефтинији у односу на друге видове аутоматизованих трансмисија

Недостатак: промена степена преноса са прекидом тока снаге

Трансмисија са двоструком главном спојницом (DCT – dual clutch transmission)

Трансмисија са двоструком главном спојницом настала је као резултат развоја аутоматизације мењачког преносника са непокретним осама. Омогућава промену степена преноса без прекида тока снаге чиме се значајно побољшавају перформансе возила и доприноси смањењу потрошње горива. На слици 8.6. приказана је трансмисија са двоструком главном спојницом.



1. Погонско вратло главне спојнице
2. Погонско вратило мењача 1
3. Погонско вратило мењача 2
4. Спојница 1 (укључена)
5. Спојница 2 (искључена)
6. Излаз
7. Зупчаник хода уназад
8. Зупчаник 6-тог степена преноса
9. Зупчаник 5-тог степена преноса
10. Диференцијал
11. Зупчаник 2-гог степена преноса (укључен)
12. Зупчаник 4-тог степена преноса
13. Зупчаник 3-ћег степена преноса
14. Зупчаник 1-вог степена преноса (укључен)

Слика 8.6. DCT – dual clutch transmission[1]

Карактеристике:

- Основни елементи конструкције углавном идентични као код трансмисија са непокретним осама
- Зупчаници на три вратила
- Двострука главна спојница
- Промена степена преноса под дејством електронске управљачке јединице трансмисије

Предности:

- Добра ефикасност
- Удобност и практичност слична као код „аутоматских“ мењача
- Промена степена преноса без прекида тока снаге

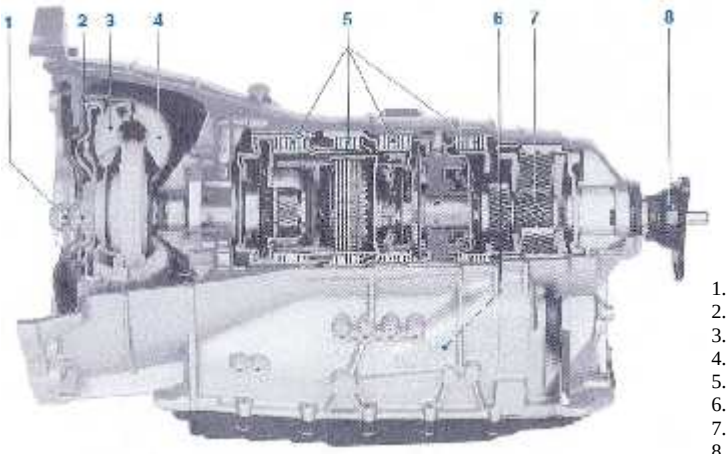
Недостаци:

- Веће димензије у односу на класичне мењаче
- Веће оптерећење лежаја и носеће конструкције

Хидромеханичке трансмисије

Подсистеми мењачког преносника

- Хидродинамички претварач са блокирајућом спојницом
- Планетарни мењачки преносник са фрикционим елементима за промену степена преноса



1. Улазно вратило
2. Блокирајућа спојница хидродинамичког претварача
3. Турбинско коло претварача
4. Пумпно коло претварача
5. Вишеламеласти фрикциони елементи
6. Управљачки модул
7. Планетарни преносник
8. Излазно вратило

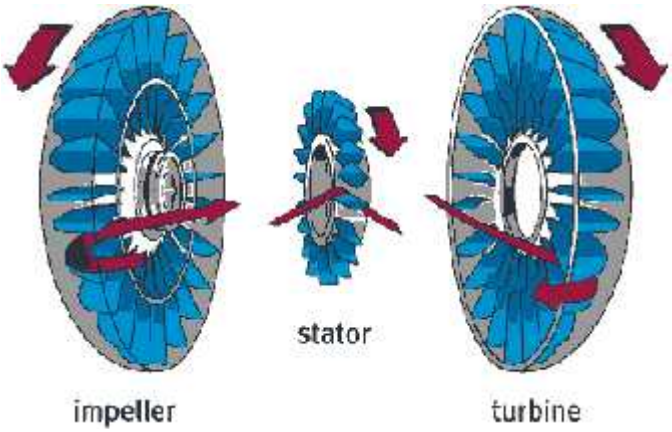
Слика 8.7. Хидромеханичка трансмисија

Хидродинамички претварач омогућава континуалну и аутоматску промену преносног односа без посебног управљачког система. Међутим, хидродинамичким

претварачем је могуће остварити релативно мали опсег преносних односа. Осим овога има јако низак степен корисности па су честе конструкцијске реализације претварача са блокирајућом спојницом.

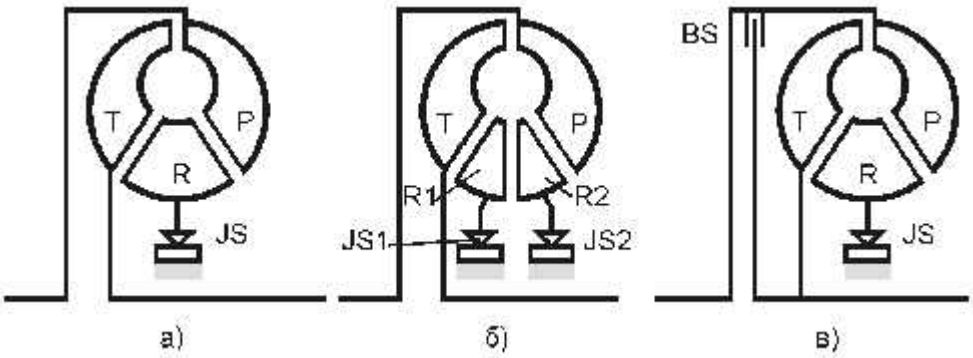
Уље којим је испуњен хидродинамички претварач на слици 8.8., под дејством лопатица и облика пумпног кола, при његовом обртању струји од центра ка периферији. По напуштању пумпног кола уље прелази на турбинско коло, предајући му своју енергију.

По изласку из турбинског кола, у реакторском колу долази до струјног скретања флуида услед чега се момент количине кретања струје течности повећава или смањује. Због промене момента количине кретања струје течности у реактору, на овом колу се јавља активни момент.



Слика 8.8. Хидродиманички претварач

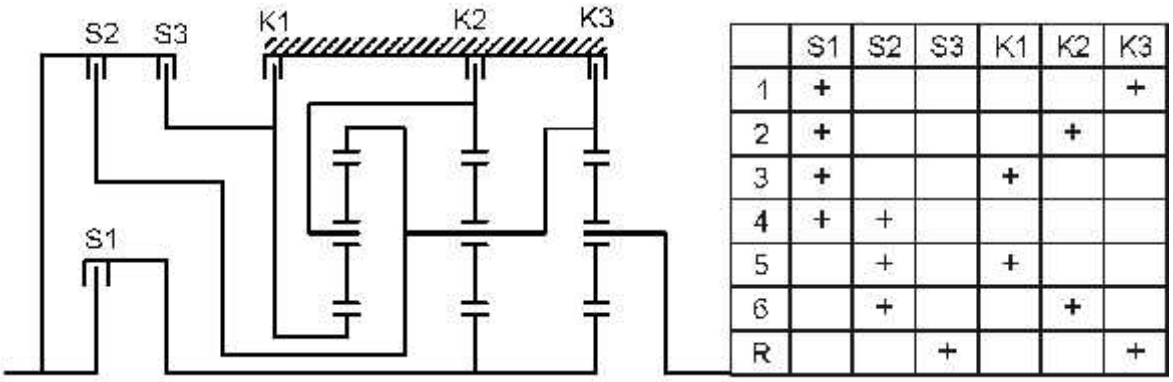
Релативно лако се доказује да ће момент турбине бити једнак збиру момената пумпног и реакторског кола Mtu = Mpu + Mr. Уколико се у реактору повећава момент количине кретања струје течности (заостајање турбине за пумпом услед оптерећења), активни момент реакторског кола се повећава, па момент турбинског кола расте.



Слика 8.9. Реализације хидродинамичких мењачких преносника
а) комплексни; б) вишестепени; в) са блокирајућом спојницом

При паду оптерећења турбинског кола смањује се разлика броја обртаја пумпе и турбине, умањује се активни момент реактора и момент Mtu се по вредности приближава (и изједначава) моменту Mpu.При мањим клизањима оптерећење реакторског кола мења смер, а динамички преносни однос преносника мањи је од јединице, са изразито ниским степеном корисности преносника. Да би се овај недостатак отклонио, реакторско коло се са кућуштем може повезати једносмерном спојницом (JS, слика 8.9.а), уградњом два или више реакториских или турбинских кола, слика 8.9.б или уградњокм фрикциона – блокирајуће спојнице слика 8.9.в.

Планетарни мењачки преносник, слика 8.10., састоји се од неколико планетарних редова код којих се основни чланови међусобно повезују чврстим везама или спојницама. Неки од чланова планетарних редова повезани су са кућиштем преко кочница. Спојнице и кочнице су најчешће фрикционе, вишеламеласте са хидрауличким укључивањем. Степен преноса, односно преносни однос у датом степену преноса, обезбеђује се погодном комбинацијом активирања фрикционих склопова. Планетарни мењачки преносник има више степени слободе кретања чији број зависи од начина повезивања елемената. Да би мењачки преносник преносио снагу, потребно му је број степени слободе свести на један, тако да се број степени слободе одређује према броју укључених фрикционих елемената у једном степену преноса. Број степени слободе мењачког преносника је за један већи од броја активираних фрикционих елемената у мењачком преноснику.



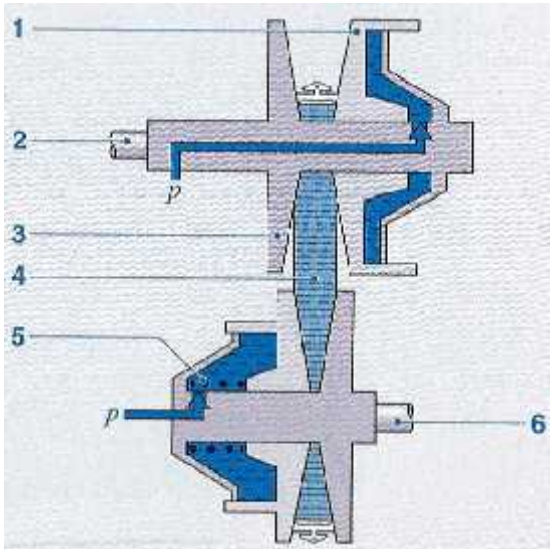
	S1	S2	S3	K1	K2	K3
1	+					+
2	+				+	
3	+			+		
4	+	+				
5		+		+		
6		+			+	
R			+			+

Слика 8.10. Кинематичка шема и функционална стања планетарног шестостепеног мењачког преносника са три степена слободе кретања

Планетарни мењачки преносник има више степени слободе кретања чији број зависи од начина повезивања елемената. Да би мењачки преносник преносио снагу, потребно му је број степени слободе свести на један, тако да се број степени слободе одређује према броју укључених фрикционих елемената у једном степену преноса. Број степени слободе мењачког преносника је за један већи од броја активираних фрикционих елемената у мењачком преноснику.

Механичка трансмисија са континуалним фиркционим мењачким преносником – варијатором (Continuously variable transmission - CVT)

На слици 8.11. приказан је мењачки преносник у виду варијатора – фрикционог преносника са клинастим каишем. Прекид тока снаге могуће је помоћу фрикционе спојнице или хидродинамичког трансформатора. Снага се преноси трењем преко клинастог каиша различитих изведби. Пречник ременице, а тиме и преносни однос, регулише се електрохидраулички.



1. Покретна ременица
2. Погонско вратило
3. Непокретна ременица
4. Каиш
5. Опруга
6. Излазно вратило

Слика 8.12. Continuously variable transmission – CVT[1]

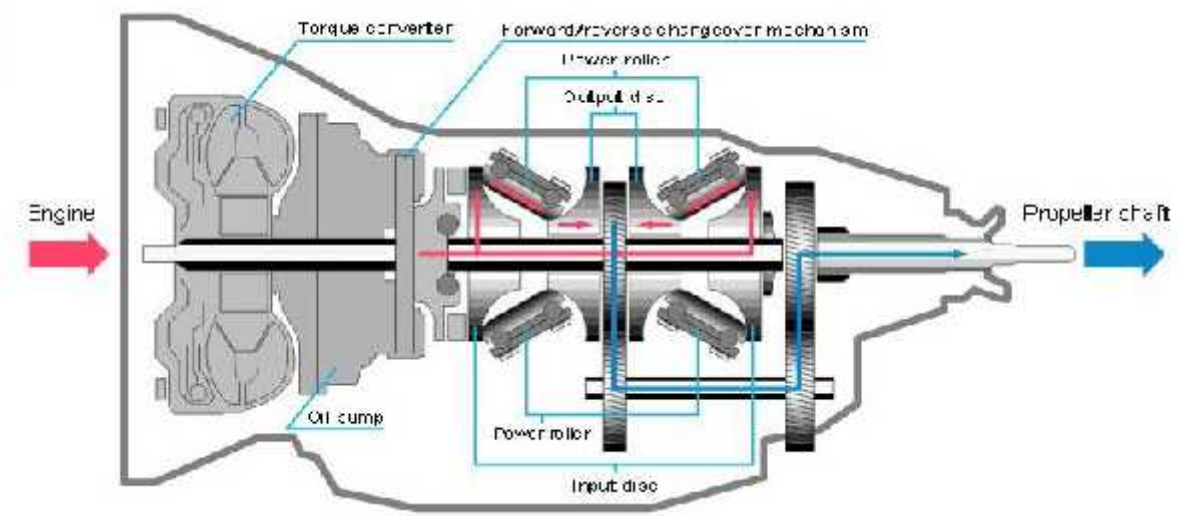
Карактеристике

- Промена степена преноса без прекида тока снаге
- Висок ниво комфора
- Могућност регулације са подешавањем оптималне потрошње горива или максималног убрзања
- Велик дијапазон преносних односа
- Укупни степен корисности зависи од управљачког система за примену степена преноса

Тороидна трансмисија, приказана на слици 8.13. представља специјалну варијанту механичке фрикционе трансмисије. Прекид тока снаге реализује се помоћу хидродинамичког претварача. Промена преносног односа је континуална – хидрауличким подешавањем угла фрикционих елемената који се налазе између троидних дискова. Ход уназад обезбеђује се планетарним преносником. Хидраулички систем високог притиска обезбеђује притисак тороидних дискова на фрикционе елементе, док је управљачки систем електрохидраулички.

Карактеристике тороидне трансмисије:

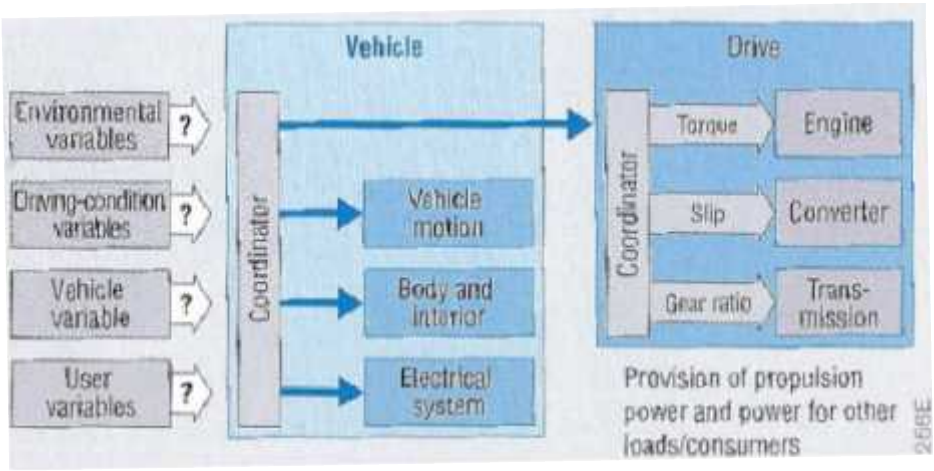
- Промена преносног односа без прекид тока снаге
- Нема промене степена преноса
- Могућност подешавања стратегије промене преносног односа (економичност – убрзавање)
- Могућност преношења великих момената
- Брза промена преносног односа
- Део снаге се троши на хидраулички систем
- Коришћење специјалних хидрауличких уља



Слика 8.13. Тороидна трансмисија

9. ЕЛЕКТРОНСКО УПРАВЉАЊЕ ТРАНСМИСИЈОМ

Ручна промена степена преноса у сложеним саобраћејним ситуацијама може да омета возаче до те мере да исто угрожава безбедност саобраћаја. Аутоматизација промене степена преноса помаже возачу да се концентрише на саобраћајну ситуацију. Како се број електронских система у возилу повећава, тако се повећава и комплексност мреже различитих електронских управљачких јединица - управљање таквом мрежном структуром захтева хијерархијски концепт за координисано управљање погонском групом (нпр. систем "Cartronic" Bosch). Мотор се најчешће иницијално подешава да ради у економичном подручју, а систем управљања треба да препозна стил вожње и да подеси параметре мотора тако да се перформансе погона повећавају у случају нпр. спортске вожње – наведено захтева електронско управљање командом гаса, тзв. drive by wire.



Слика 9.1. Архитектура система управљања погонском групом[1]

Блок за координацију на нивоу возила доставља тражене податке блоку за координацију погона, узимајући у обзир захтеве за напајање других подсистема возила (нпр. потрошачи возила или електричног система електронике). Блок за координацију погона управља мотором, хидрдинамичким претварачем и мењачким преносником. Блокови за координацију морају да реше и конфликтне ситуације, у складу са дефинисаним приоритетима, узимајући у обзир и спољне утицаје (као што су околина, саобраћајна ситуација, оперативни статус возила или тип возача). Cartronic концепт је заснован на објектно оријентисаној софтверској структури и обради података од давача који интерпретирају физичке карактеристике (момент, број обртаја…).

Диктирани законским условима ограничења емисије и потрошње горива. ACEA (Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles, односно Удружење европских

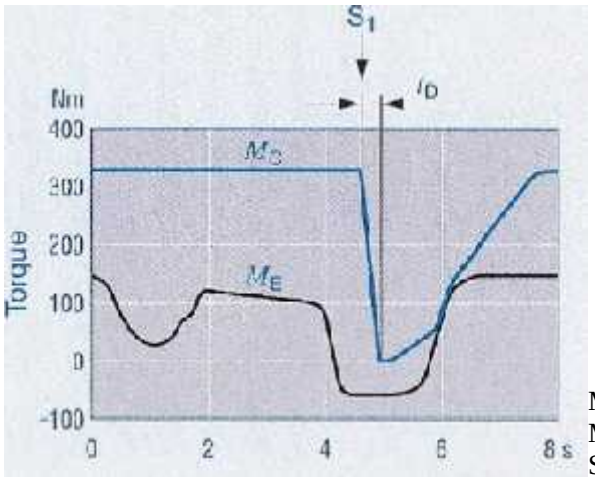
произвођача аутомобила) је дефинисала смањење средње корпоративне емисије CO_2. у периоду од 2002. до 2008. године са 170 mg CO_2 до 140 mg CO_2.

Јапански и корејски произвођачи (удружења JAMA и KAMA) усвојили су исте границе за 2009. годину - да би се овај циљ постигао, повећава се број степени преноса и неконвенционалних мењача, као што су 6-то степени мењачи, CVT (континуирано варијабилни пријенос) и ACT (аутоматизовани мењачи).

Управљање трансмисијом са аутоматизованом променом степена преноса (AST)

Аутоматизована механичка трансмисија обједињује предности ручно управљаног механичког степенастог мењача и аутоматског мењача: висок степен корисности, уз непостојање губитака на клизање у хидродинамичком претварачу, уз ниску потрошњу горива. Развој AST заснован је на коришћењу резултата развоја електромоторног управљајња искључивањем главне спојнице (ECM – electric-motor clutch managment).
Електромоторно управљање искључивањем спојнице нашло је ширу примену код малих аутомобила, за разлику од хидрауличког искључивања које је присутно код комерцијалних возила: нови приступ омогућава смањење трошкова и тежине и омогућава већи степен интеграције. ОдговарајућиECM системи се користе код следећих возила: Mercedes A-klase, Fiat Seicento, Hyundai Atoz и сл.Најважнији корак у смањењу трошкова је замена хидрауличког актуатора актуатором у виду електромотора – не постоји потреба за пумпом, хидро-акумулатором и вентилима као и потреба за сензором кретања у систему за искључивање спојнице - уместо овде сензор је интегрисан у електромоторном актуатору. Мали електро мотор има ниску густину снаге у односу са хидрауличну пумпу и акумулатор тако да је због тога погодан само уколико је могуће обезбедити искључивање главне спојнице у довољно кратком времену ради брзе промене степена преноса.

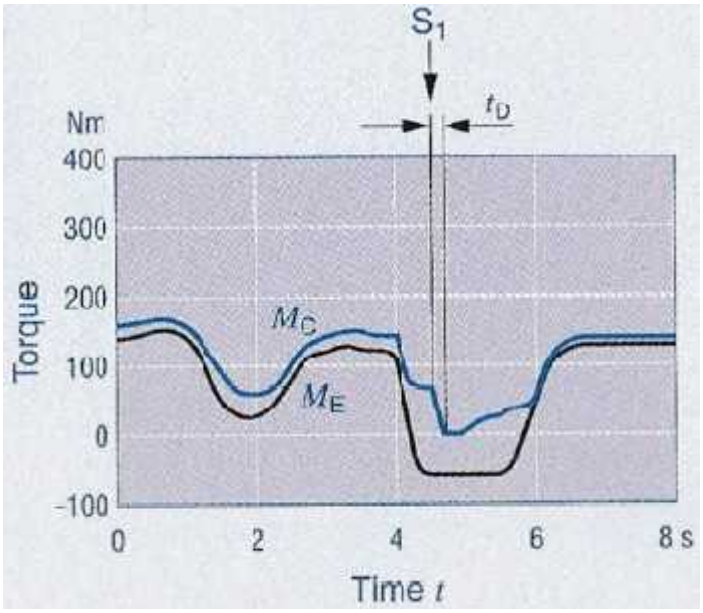
Промена степена преноса у конвенционалном систему без корекције момента, максимални момент спојнице је далеко већи од момента мотора због тога што се обезбеђује степен сигурности од 50 до 150% (због преноса великих момената који су последица инерције). При промени степена преноса спојница се потпуно искључује, уз пад броја обртаја мотора.



M_c – момент спојнице
M_E – момент мотора
S_1 – тренутак промене степена преноса

Слика 9.2. Промена степена преноса без корекције момента[1]

Код електронски управљане промене степена преноса момент спојнице је само незнатно већи од момента мотора. Скраћењем времена промене степена преноса смањују се инерцијалне силе.

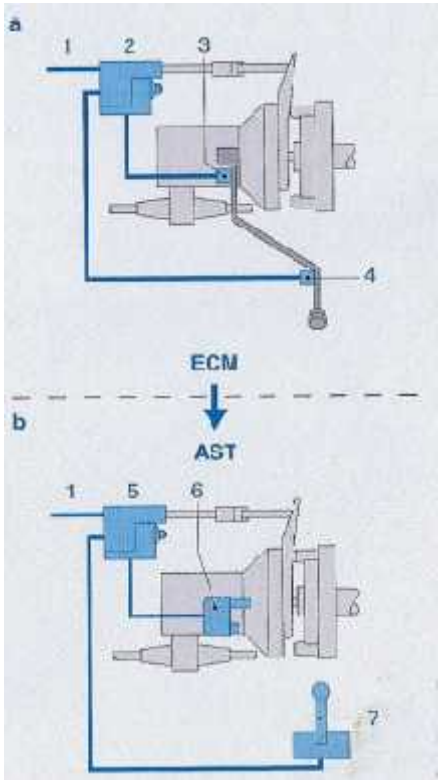


Слика 9.3. Промена степена преносаса корекцијом момента[1]

Аутоматизација промене степена преноса помоћу ECM

Данас се AST првенствено користи у класама возила са мањим моментом (нпр. VW Lupo, MCC Smart, Opel Corsa Easytronic), где је, у односу на хидромеханичке трансмисије однос квалитета и трошкова повољан. Захтеве за софтвер даје

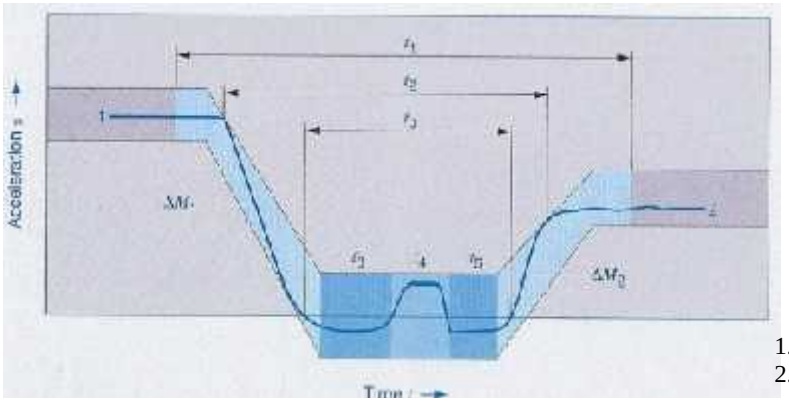
произвођач или систем интегратор, а произвођач компонената AST реализује софтвер и хардвер. Софтвер мора да укључи препознавање стила вожње, полазак на узбрдици и низбрдици кретање у кривини итд.



1. Расположиви сигнали
2. Актуатор спојнице са интегрисаном ЕУЈ
3. Давач положаја команде мењача
4. Давач померања команде мењача
5. Атуатор спојнице са интегрисаном ЕУЈ AST
6. Актуатор за промену степена преноса
7. Полуга за избор режима рада

Слика 9.4. Аутоматизација промене степена преноса помоћу ECM[1]

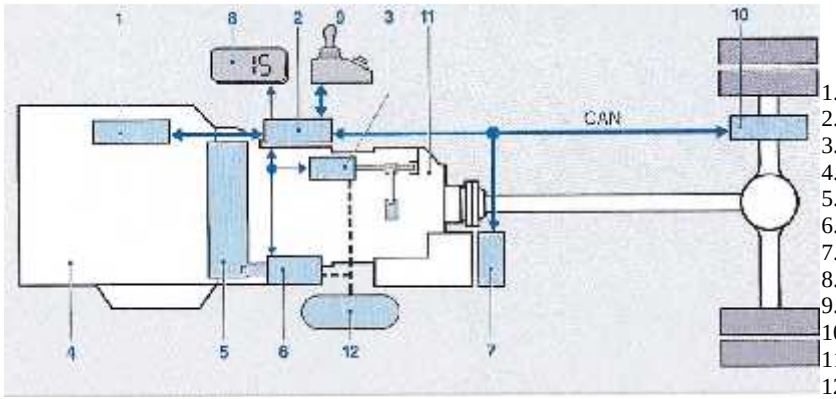
Основно питање које се решава је прекид тока снаге . Могућа су две основне ситуације: прекид тока снаге ради убрзавања возила или прекид тока снаге као елемент прилагођавања условима пута (код константне брзине или успоравања). У ситуацији убрзавања тежи се што краћем прекиду тока снаге, што може довести до претерано брзе промене убрзања (изазива непријатност) - оптимална интеракција мотора, главне спојнице и мењача даје најбоље могуће перформансе. У синхронизацији може бити подржано и на пример двоструко искључивање спојнице – свакако, захтева се максимална брзина реакције актуатора. Важно је да се синхронизација не представља као превише интензивна.



1. Текући степен преноса
2. Следећи степен преноса

Слика 9.5. Фазе AST промене степена преноса[1]

На слици 9.6. дат је пример AST трансмисије.



1. ЕУЈ мотора
2. ЕУЈ трансмисије
3. Актуатор трансмисије
4. Дизел мотор
5. Главна спојница
6. Серво уређај спојнице
7. Електроника успорача
8. Дисплеј
9. Команда мењача
10. ABS/TCS
11. Мењач
12. Ваздушна инсталација

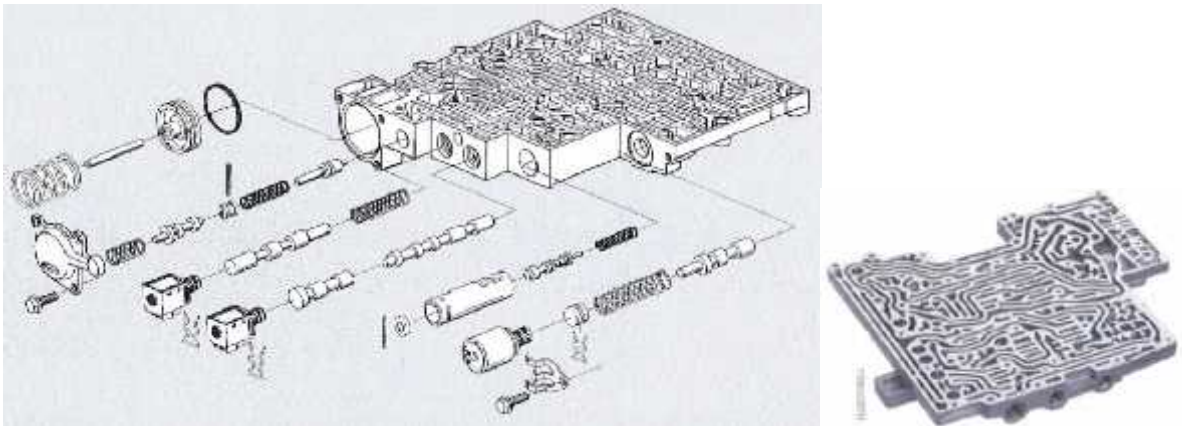
Слика 9.6. Пример AST трансмисије[1]

Управљање хидромеханичком трансмисијом (аутоматском трансмисијом)

Захтеви:

- Промена степена преноса у тачно одређеном тренутку и одржавање текућег степена преноса у функцији изабраних утицајних параметара
- Прилагођавање закона укључивања фрикционих елемената тако да промена степена преноса буде оптимална (без удара, прекида тока снаге итд.)
- Омогућавање корекције степена преноса или закона промене степена преноса од стране возача
- Детекција потенцијалне нерегуларне промене степена преноса
- Коришћење трансмисионог уља за подмазивање, хлађење, управљање и рад хидродинамичког трансформатора
- Системи управљања хидромеханичким трансмисијама су у већини случајева електрохидраулички

Хидраулички систем, приказан на слици 9.7., врши регулацију и расподелу притиска и протока за активирање фрикционих елемената у мењачком преносницу. Обезбеђује снабдевање уљем хидродинамичког претварача и врши подмазивање и хлађење елемената мењачког преносника. Кућиште хидрауличког система израђено је од ливеног алуминијума и има уграђене вентиле и који се електричним путем активирају.

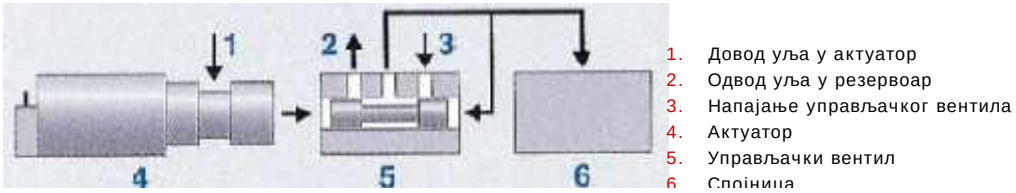


Слика 9.7. Пресек хидрауличког управљачког блока[1]

Електрохидрауличко управљање приакзано на слици 9.8. присутно је код свих модерних мењачких преносника. За разлику од чисто хидрауличких система управљања са механичким регулаторима, електрохидарулички вентили омогућавају модулацију притиска и прецизно „преклапање“ степена преноса, без једносмерних спојница. Управљање фрикционим елементима реализује се као :

- Пилот управљање
- Директно управљање

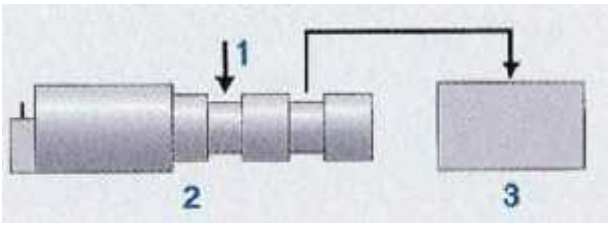
У случају пилот управљања, регулација притиска и протока за активирање фрикционог елемента врши се вентилом (5) који је индиректно управљан деловањем управљачког притиска на осетљиву површину вентила. Управљачки притисак се генерише од актуатора..



Слика 9.8. Схема пилот управљања[1]

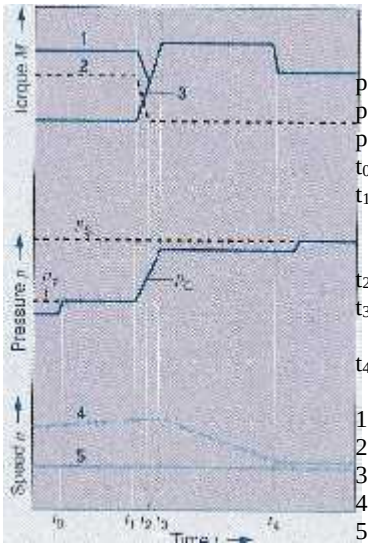
Предности оваквог начина управљања омогућава веће могућности формирања компактних управљачких блокова, коришћење стандардизованих актуатора, брз одзив и коришћење малих електромагнета.

У случају директног управљања, приказаног на слици 9.9., притисак и проток за активирање фрикционог елемента обезбеђују се директно од актуатора. Директно управљање је компактан систем управљања са једноставнијим хидрауличким компонентама.



Слика 9.9. Схема директног управљања[1]

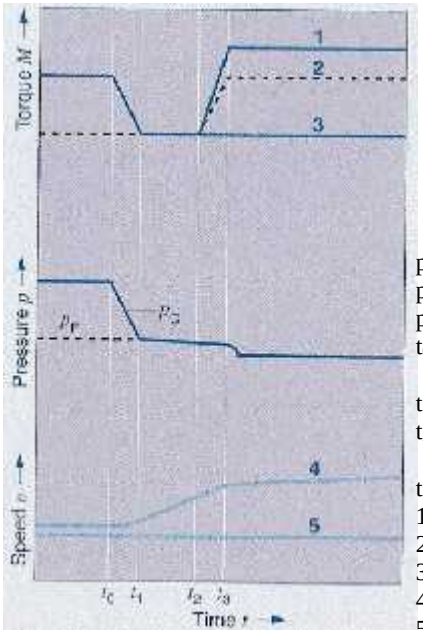
Управљање променом степена преноса у случају мењача са једносмерним спојницама. Конвенционално управљање променом степена преноса са једносмерном спојницом – пребацивање у виши степен преноса



p_C – притисак у спојници
p_F – притисак пуњења спојнице
p_S – гранични притисак
t_0 – почетак промене степена преноса
t_1 –почетак преноса обртнг момента,
момент спојнице расте,
момент једносмерне спојнице опада
t_2 – једносмерна спојница искључена
t_3 – спојница проклизава,
момент спојнице остаје константан
t_4 – момент спојнице се смањује,
хидродинамички претварач проклизава
1 – излаз
2 - једносмерна спојница
3 – спојница
4 – мотор
5 – излаз из трансмисије

Слика 9.10. Ток обртног момента, брзине и притиска током промене степена преноса у виши степен[1]

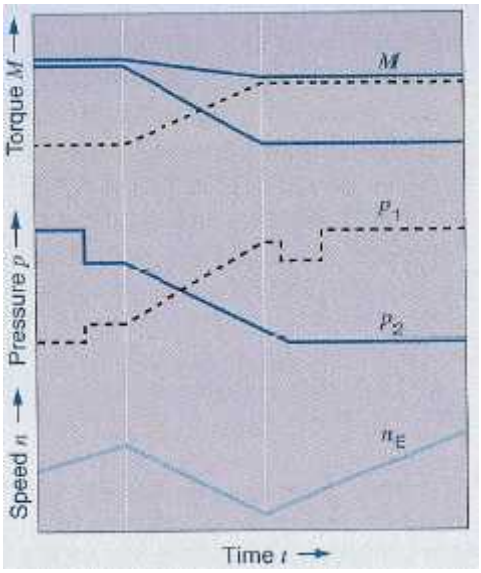
Конвенционално управљање променом степена преноса са једносмерном спојницом – пребацивање у нижи степен преноса.



p_c – притисак у спојници
p_F – притисак пуњења спојнице
p_S – гранични притисак
t_0 – почетак промене степена преноса, спојница се празни
t_1 – прекид преноса момента, мотор повећава број обртаја
t_2 – брзина синхронизације нижег степена преноса постигнута, једносмерна спојница се укључује, претварач проклизава
t_3 – промена степена преноса завршен
1 – излаз
2 - једносмерна спојница
3 – спојница
4 – мотор
5 – излаз из трансмисије

Слика 9.11. Ток обртног момента, брзине и притиска током промене степена преноса у нижи степен[1]

Код управљања променом степена преносау мењачким преносницима без једносмерних спојница неопходно је управљање процесом „преклапања“ степена преноса., што је много сложеније него управљање процесом промене степена преноса у односу на мењаче са једносмерним спојницама.



Слика 9.12. Промена степена преноса са преклапањем[1]

Карактеристике овог начина управљања променом степена преноса су:

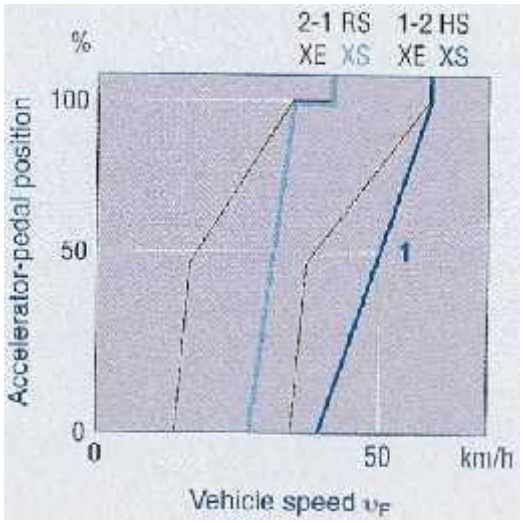
- једноставнија конструкција мењача
- мањи захтеви за простором
- могућност коришћења фрикционих елемената за различите степене преноса
- захтева се велика прецизност при управљању променом степена преноса
- сложен софтвер за управљање
- у случају нерегуларног управљања долази до великог повећања броја обртаја мотора или до блокирања мотора

Одређивање тренутка промене степена преноса

Конвенционални приступ подразумева ручни одабир програма вожње – економична, спортска или зимска. Тренутак промене степена преноса је функција брзине кретања и положаја предале гаса.

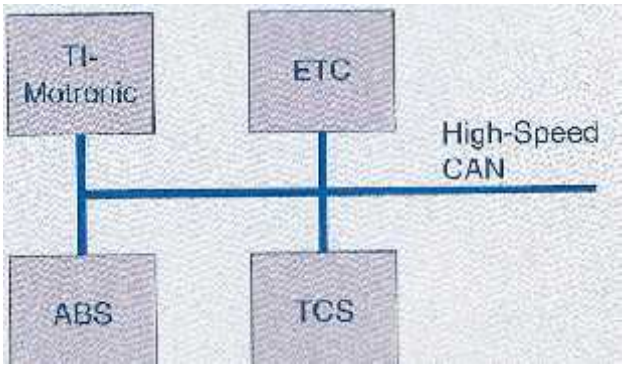
Савремени приступ подразумева тзв. адаптивно управљање и примењује се код готово свих новијих трансмисија. Софтвер омогућава прилагођавање програма вожње који подразумева препознавање типа возача, саобраћајне ситуације и сл.

Примери: adaptive transmission control - ATC (BMW), dynamic shift program - DSP (Audi)



Слика 9.13. Промена степена преноса у економичном XE и спротском моду XS[1]

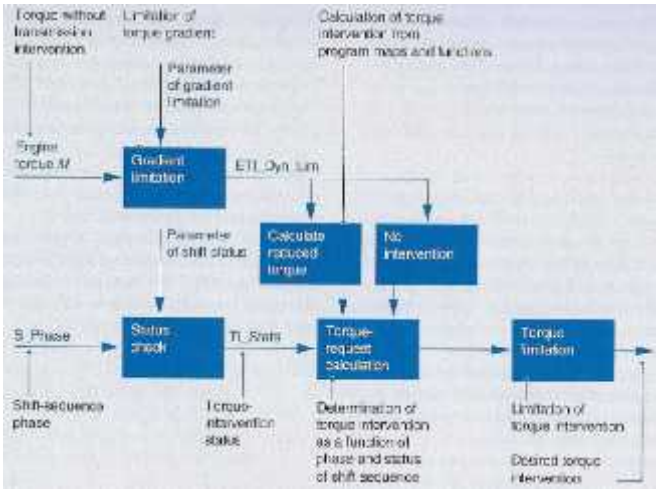
Препознавање типа возача подразумева програм управљања променом степена преноса који укључује информације о броју „kickdown“ акција, кочења и активирања управљачке полуге мењача. Препознавање саобраћајне ситуације подразумева препознавање режима кретања на узбрдици, кретања у кривини, зимских услова, као и укључивања ТЦС. На слици 9.14. приказане су електронске управљачке јединице погона возила повезане на CAN магистралу.



- TI – Motronic: ЕУЈ мотора
- ETC – ЕУЈ трансмисије
- ABS – ЕУЈ система за кочење
- TCS – ЕУЈ система против прокилизавања

Слика 9.14. Електронске управљачке јединице погона возила[1]

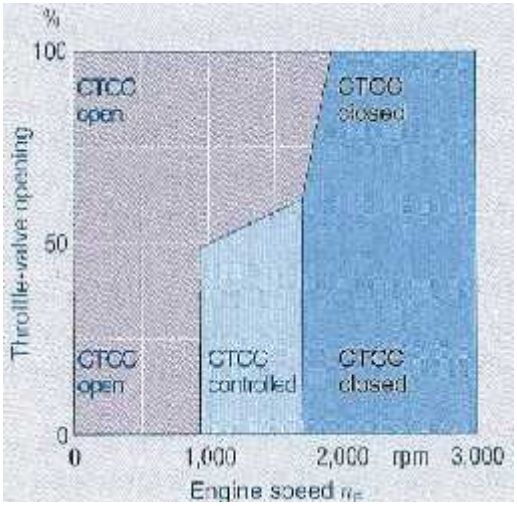
На слици 9.15. пркиазна је логика управљања обртним моментом мотора. Следећа интервенција одређена је расположивим обртним моментом. Обртни момент M представља обртни момент мотора и њиме управља електорнска управљачка јединица мотора без инетрвенције електронске управљачке јединице трансмисије.



- ETI_ETC= f(ETI_Dyn_Lim, TI_State)
- ETI_ETC – захтевани ниво момента
- ETI_Dyn_Lim – динамички лимитиран момент мотора (смањење промене момента мотора ради осигурања удобности)
- TI_State – тренутни статус

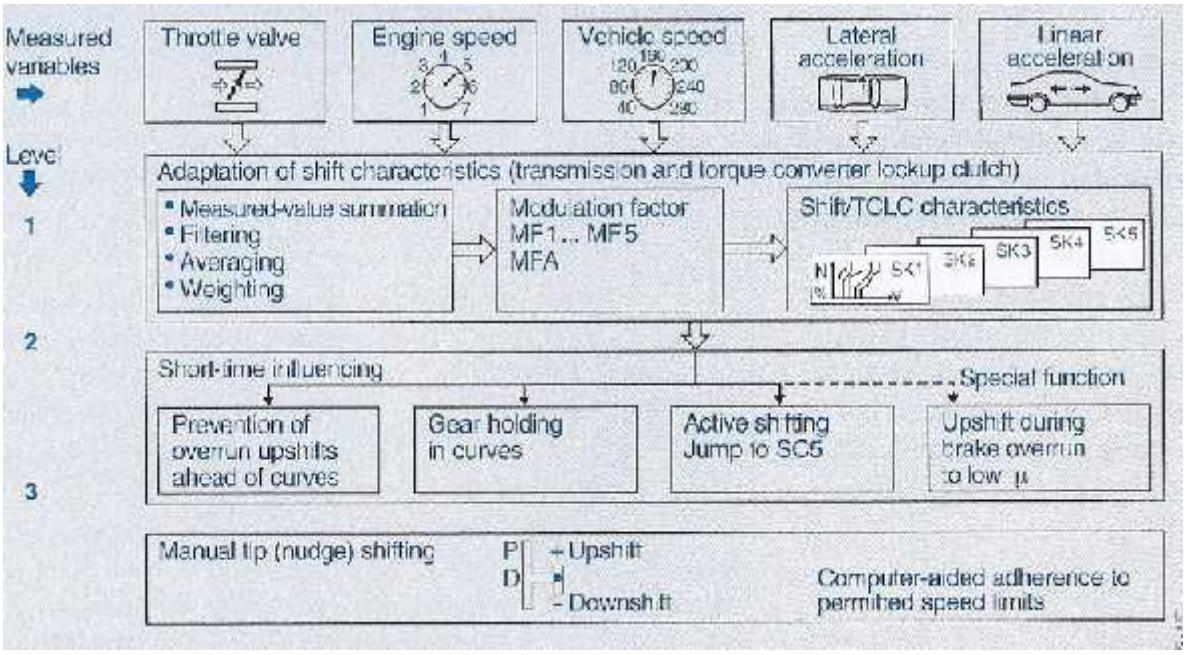
Слика 9.15. Управљање обртним моментом мотора[1]

На слици 9.16 приказана је карактеристика управљања блокирајућом спојницом хидродинамичког претварача који је подешен на веома низак број обртаја (40-50 обртаја у минути). На овај начин избегнуте су нежељене вибрације трансмисије.



Слика 9.16. Управљање блокирајућом спојницом хидродинамичкогпретварача[1]

Слиак 9.17. приказује стратегију промене степена преноса у тзв.tiptronic трансмисији.



Слика 9.17. Пример стратегије управљања погоном[1]

Управљање CVT трансмисијом

Захтеви за управљање:

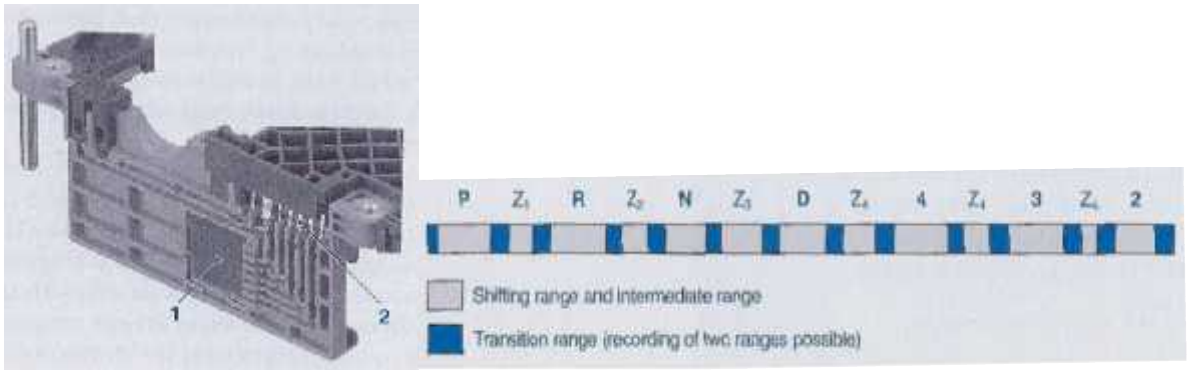
- ☐ примарна и секундарна ременица
- ☐ хидродинамички претварач са блокирајућом спојницом
- ☐ спојнице за ход уназад
- ☐ хидрауличка пумпа променљивог протока
- ☐ систем за управљање у случају делимичног отказа

Управљачке функције

- ☐ контактни притисак на фрикционим површинама
- ☐ преносни однос
- ☐ програм промене преносног односа
- ☐ активирање спојница
- ☐ управљање хидродинамичким трансформатором и блокирајућом спојницом
- ☐ укључивање пумпе
- ☐ укључивање хода уназад

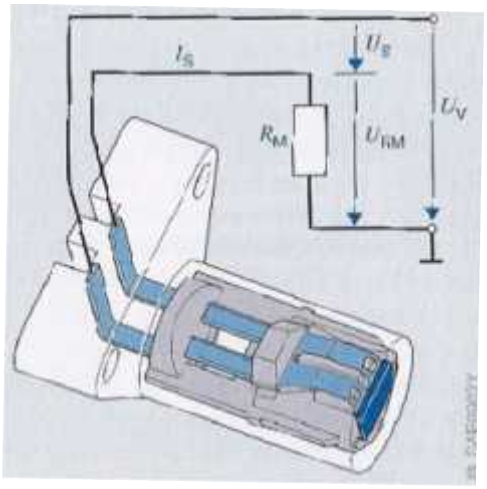
Сензори у трансмисији

Давач положаја у трансмисијама са ручном променом степена преноса даје информацију о тренутном степену преноса (положају команде мењача) и даје излаз у виду 4-бит-ног кода за ЕУЈ трансмисије. У трансмисијама са електронском променом степена преноса даје информацију о положају радног цилиндра паркирне кочнице
1 – уграђена електроника
2 – конектор
3 – уграђени Холови елементи
4 – носач са сталним магнетом
5 - осовиница



Слика 9.18. Сензор положаја мењача[1]

Давач броја обртаја се уграђује у све врсте аутоматизованих трансмисија (AT, AST, CVT). Давачи броја обртаја могу бити интегрисани са управљачким модулом трансмисије или посебно уграђени.



Слика 9.19. Холов сензор броја обртаја[1]

Најчешће варијанте су тзв. стандардни код кога правоугаони сигнал чија фреквенција одговара броју обртаја и интелигентни који има правоугаони сигнал са додатним информацијама на основу модулације ширине импулса (број обртаја, детекција застоја, смера ротације, положаја и сл.).

Електрохидраулички актуатори у управљачком систему трамнсмисије представљају везу између електронског система управљања трансмисијом и механичких компонената за управљање. Основна намена им је да претварају командне сигнале мале снаге у управљачке силе веће снаге потребне за процес.

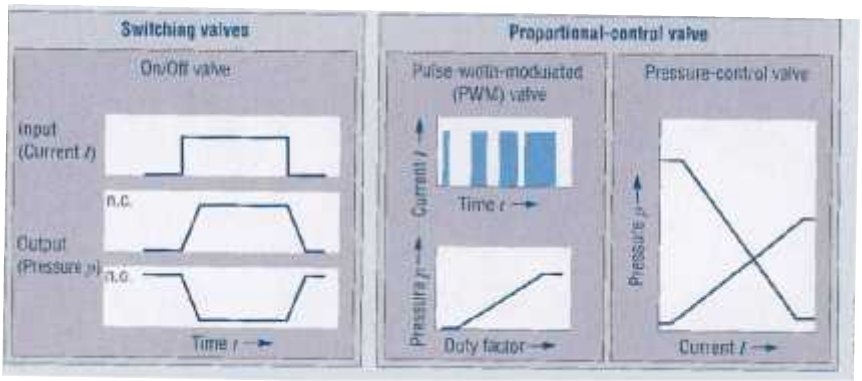
Конструкцијске реализације:

- ☐ Електромагнетни вентили типа ON/OFF
- ☐ Електромагнетни вентили са модулацијом ширине импулса - PWM
- ☐ Регулатори притиска са цилиндричном радном површином - ПPR-S
- ☐ Регулатори притиска са равним седиштем - PR-F

Код већине аутоматизованих трансмисија, ови актуатори тренутно служе за пилот-управљање елементима, док је могуће и директно управљање. Затхеви:

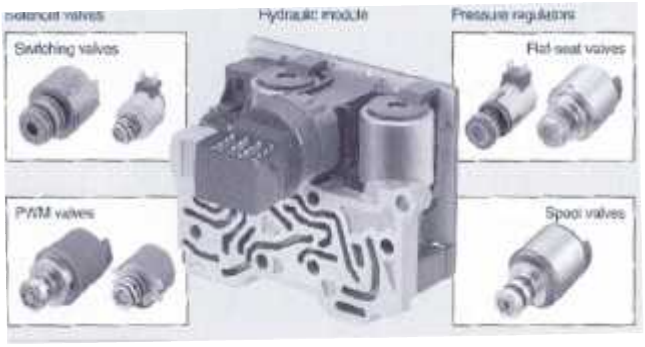
- ☐ Дуг радни век, који одговара радном, веку мењача (чак до 250.000 km без замене уља)
- ☐ Сигурно функционисање у свим температурним режимима

На слици 9.20. приказане су карактеристике прекидних и пропорционалних урпављачких вентила.



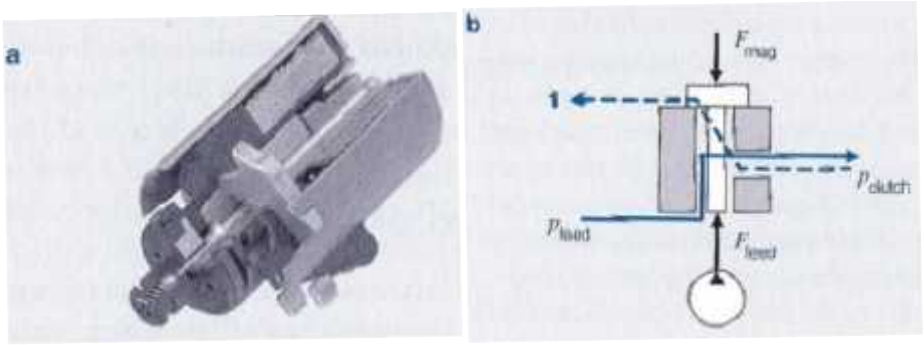
Слика 9.20. Карактеристика прекидних и пропорционалних урпављачких вентила[1]

На слици 9.21. приказани су различити типови електрохидрауличких актуатора са хидрауличким модулом.



Слика 9.21.Типови електрохидрауличких актуатора[1]

Електорхидраулички вентили морају да задовоље захтеве за уградњу по питању механичких, електричних, геометријских и хидауличких захтева.



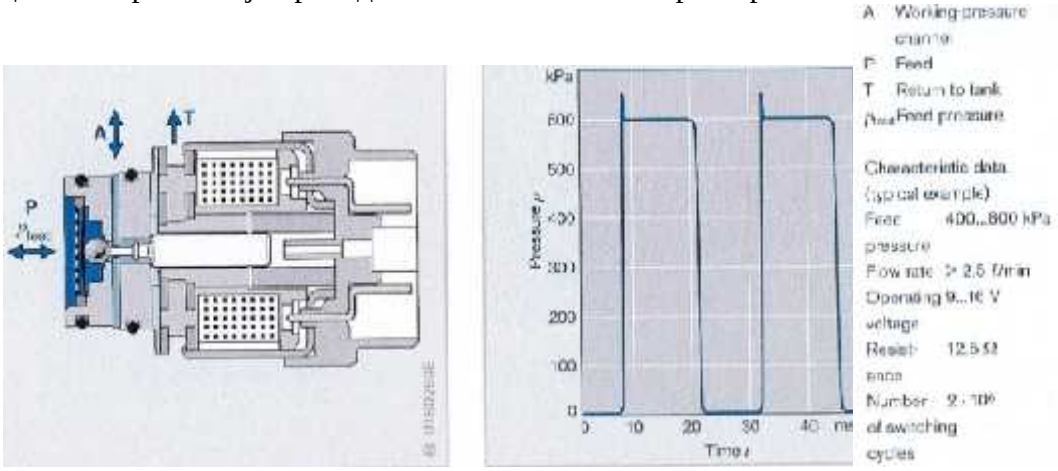
Слика 9.22. ON/OFF електромагнетни вентил[1]

Конструкција треба да задовољи захтеве у односу на радни притисак и брзину одзива, односно стабилност управљања. На слици 9.22. приказан је ON/OFF

електромагнетни вентил, ма слици под а) приказан је вентил са кугличним седиштем, док је на слици под б) приказан ток уља у вентилу, при чему је:
F_{mag} – сила електромагнета
F_{feed} – сила притиска уља
p_{feed} – притисак напајања
p_{clutch} – притисак у спојници

Употреба ових вентила је у једноставнијим трансмисијама без управљања прелазним процесом, као и за сигурносне функције.

На слици 9.23. приказан је прекидни вентил и његова карактеристика.



Слика 9.23. Прекидни вентил – принцип рада и карактеристика[1]

Карактеристике:

- ниски трошкови,
- неосјетљивост на прљавштину и контаминације,
- Мали хидраулички губици
- Једноставна електроника активирања

Примена:

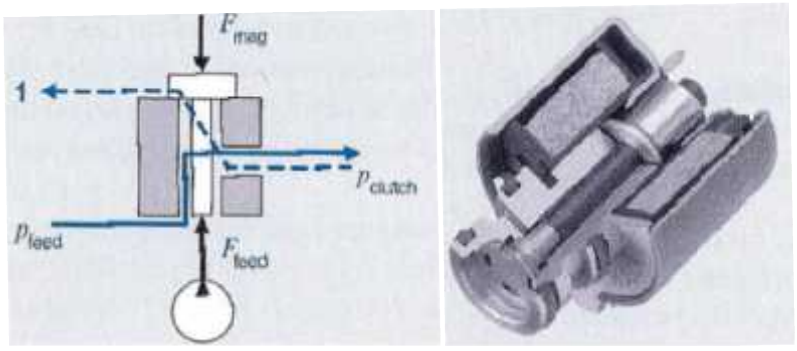
- Промена степена преноса код вишеструког коришћење главног регулатора притиска
- Сигурносне функције: блокада хода уназад код вожње напред
- Блокирање претварача обртног момента
- Подешавање протока пумпе

Електормагнетни вентил са модулацијом ширине импулса PWM, приказан на слици 9.24, у суштини има исту конструкцију као и ON/OFF електормагнетни вентил и има следеће карактеристике:

- Радна фреквенција 30 ... 100 Hz,
- Већа брзина промене и већа механичка оптерећење (хабање)
- Притисак напајања делује на малу површину–поуздано затварање и лако отварање
- Строги захтеви у погледу прецизности у производњи

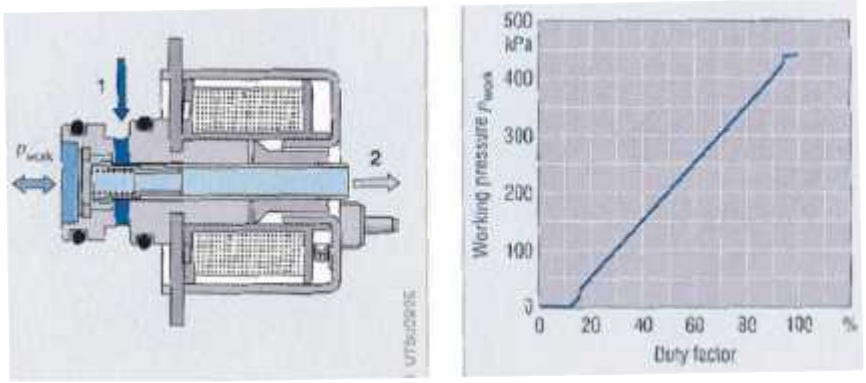
Предности:

- Ниски трошкови,
- Неосјетљивост на прљавштину и контаминацију,
- Непостојање хистерезиса,
- Мали хидраулички губици
- Једноставна електроника активирања
- Недостаци:
- пулсирање притиска и
- зависност од карактеристика од притиска напајања



Слика 9.24. Електормагнетни вентил са модулацијом ширине импулса PWM[1]

Електормагнетни вентил са растућом карактеристиком приказан на слици 9.25., примењује се за управљање хидродинамичкмо сппојницом за блокирање претварача, за укључивање главне спојнице и за управљање притиском напајања.



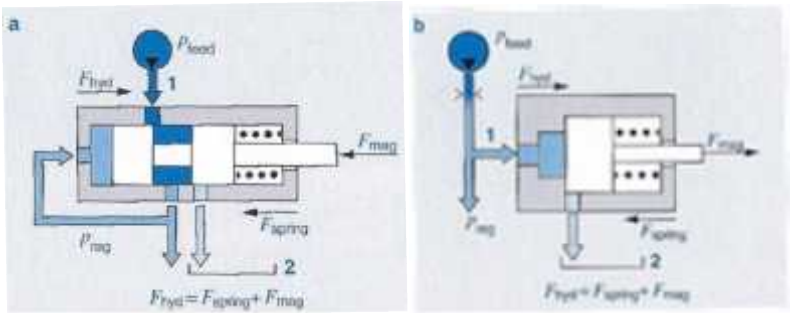
Слика 9.25. Електормагнетни вентил са растућом карактеристиком[1]

Регулатори притиска

Регулатор са цилиндричном радном површином, слика 9.26. под а) има следеће предности:

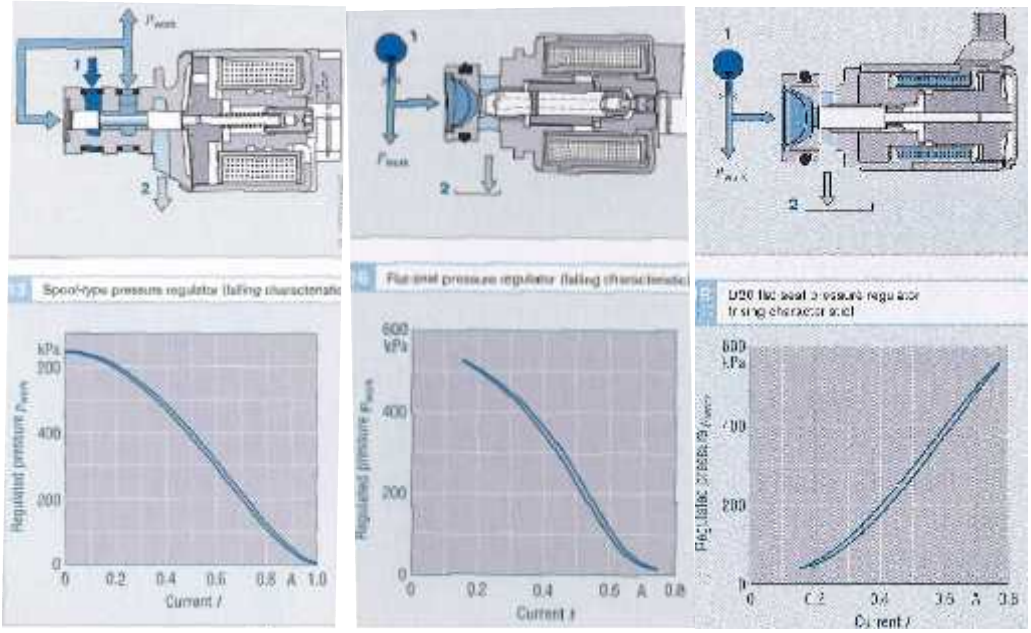
- Висока прецизност
- Мала осетљивост на промену протока
- Мала осетљивост на промену температуре
- Мали хидраулички губици
- Може се постићи притисак једнак нули
- Недостаци:
- скупа производња прецизних компонената
- потребна прецизна електроника

Предност регулатора са равним седиштем,слика 9.26. под б). је висока прецизност.



Слика 9.26. Регулатор притиска а) са цилиндричном радном површином; б) са равним седиштем[1]

На слици 9.27. приказани су различити регулатори и њихове карактеристике.



Слика 9.26. Регулатори притиска[1]

10. АКТИВНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЉАЊЕ

Развој система за управљање моторних возила карактерише увођење хидрауличних серво уређаја као замене за класичан систем главе управљача у виду вијка и навртке или зупчасте летве. У новије време развијају се и електромеханички серво-уређаји (чисти електрични уређаји нису дозвољени). Циљ савремених серво система је побољшање управљивости и довођење сила на точку управљача у оптималне границе. Систем за управљање треба да обезбеди добар осећај управљања (перношење оптерећења са подлоге на точак управљача).

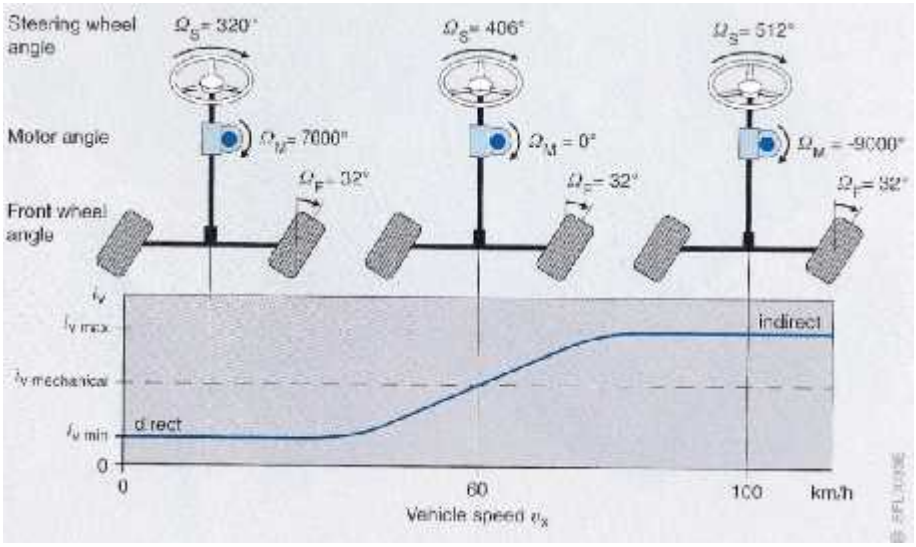
Намена активних система управљања

- Прилагођавање силе на точку управљача и угла управљачких точкова
- Побољшање управљивости на малим брзинама
- Обезбеђивање удобности, возних карактеристика и стабилног праволинијског кретања при великим брзинама
- Почетни корак ка „steer-by-wire" управљануфункцију
- Иако не дозвољава да возило има аутономно управљање, обезбеђује функције корекције ради додатне удобности и практичности

Конструкција активног система управљања

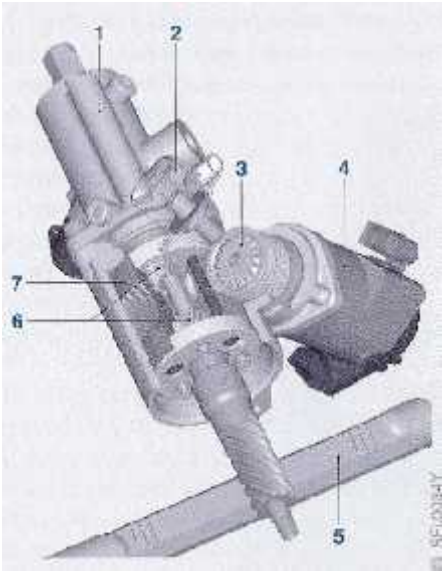
- Основна разлика између активних система управљања и система„steer-by-wire" је чињеница да је кинематска веза точка управљача и точкова задржана, а тиме и механичка контрола возача на управљачке точкове
- Систем управљања се састоји, као и обично, од точка управљача, главе управљача и управљачког механизма
- Класичном систему управљања додаје се диференцијални преносник који има улогу да се информација о жељеном углу закретања управљачких точкова добија од два улаза – точка управљача и електромотора који је електронски управљан
- ЕУЈ има контролу над целокупним системом управљања и омогућава да се промени угао управљачких точкова независно од возача
- При малим брзинама, ефективни угао управљачких точкова је већи од угла постављеног на точку управљача, док је код великих брзина обрнуто
- Кад електрични систем није у функцији, систем управљања ради као класичан систем управљања

На слици 10.1 приказан је систем управљања са променљивим преносним односом.



Слика 10.1. систем управљања са променљивим преносним односом[1]

На слици 10.2. приказана је главауправљачакодактивногсистемауправљања.

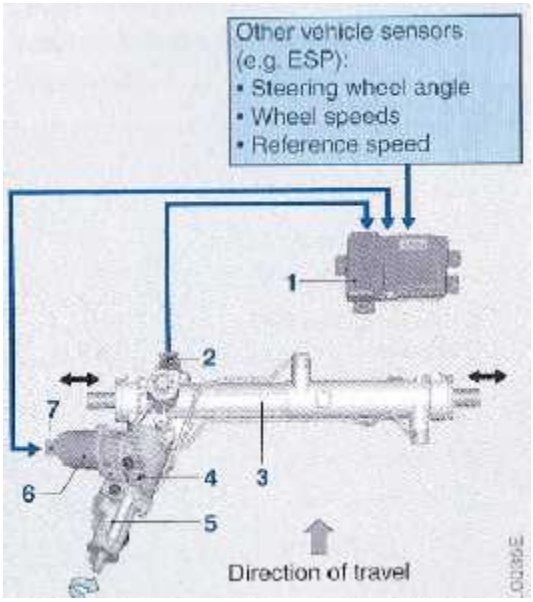


1. Servotronic вентил
2. Електромагнетски блок
3. Пуж
4. Електро мотор
5. Зупчаста летва
6. Планетарни диференцијал
7. Пужни точак

Слика 10.2. Главауправљачакодактивногсистемауправљања[1]

Управљачки систем активног управљања има серво уређај. Основни елемент сервосистема је управљачки вентил високих перформанси и крилна пумпа управљача која треба да обезбеди максималну брзину позиционирања. Сервоуређај треба да обезбеди много већу брзину одзива у односу на класичан хидраулички сервоуређај.

На слици 10.3. приказане су компонентеактивногсистемауправљања.



Слика 10.3. Компонентеактивногсистемауправљања[1]

Системом управља ЕУЈ са два процесора – један који управља активирањем сервомотора, а други за израчунавање корекције угла управљачких точкова. Управљачки сигнали се генеришу на основу информација о углу точка управљача (информација од возача), као положају сервомотора, уз додатне информације о бочном убрзању, брзини кретања и брзини скретања (yaw велоциту) које се добијају од система ЕСП. ЕУЈ је умрежена у електронски систем погона возила преко CAN, као и новог CAN -а шасије са високом фреквенцијом (око 100 пута у секунди се врши прерачунавање података. Систем аутоматски мења преносни однос система за управљање у функцији брзине кретања.

Стабилизација промене правца кретања

На основу положаја точка управљача утврђује се жељени правац кретања (отворена петља), а на основу мерења бочних сила и сила кочења врши се континуирана корекција угла управљачких точкова (затворена петља), без утицаја возача. У односу на конвенционалне системе стабилности у вожњи који функционишу на основу контроле проклизавања точкова, обезбеђивање стабилности преко активног система управљања има следеће карактеристике:

- Корекција је знатно мање уочљива за возача у односу на корекцију кочницама која се јасно чује
- Корекција је знатно бржа у односу на кочни систем
- Корекција путем кочног система обезбеђује боље перформансе стабилности
- Комбинацијом активног управљање и контролае проклизавања точкова обезбеђује се оптимална стабилизација при кретању возила

Безбедност система активног управљања

- Отказ сервомотора проузрокује механичку блокаду погона, тако да систем управљања остаје са константним преносним односом
- Сви давачи или мерења су редундантни
- Безбедносни концепт обухвата и могућност ограничења перформанси мотора, односно његовог привременог или трајног гашења
- Активни систем управљања не захтева никакве додатне елементе управљања, а активира се покретањем мотора
- Кад мотор СУС не ради, систем активног управљања текође не ради, тако да управљање функционише као класично – сигнализира се контролном лампом на инструмент табли

Предности система активног управљања:

- Корекције правца кретања се врше тако да возач не буде изненађен реакцијом возила
- Променљив преносни однос система управљања, који зависи од возне ситуације олакшава маневрисање аутомобила при врло малим брзинама уз мањи број потпуних окрета точка управљача при истој сили
- Боља контрола и удобност при великим брзинама кретања, где возач не мора да има страх од губитка контроле због случајног јачег деловања на точак управљача

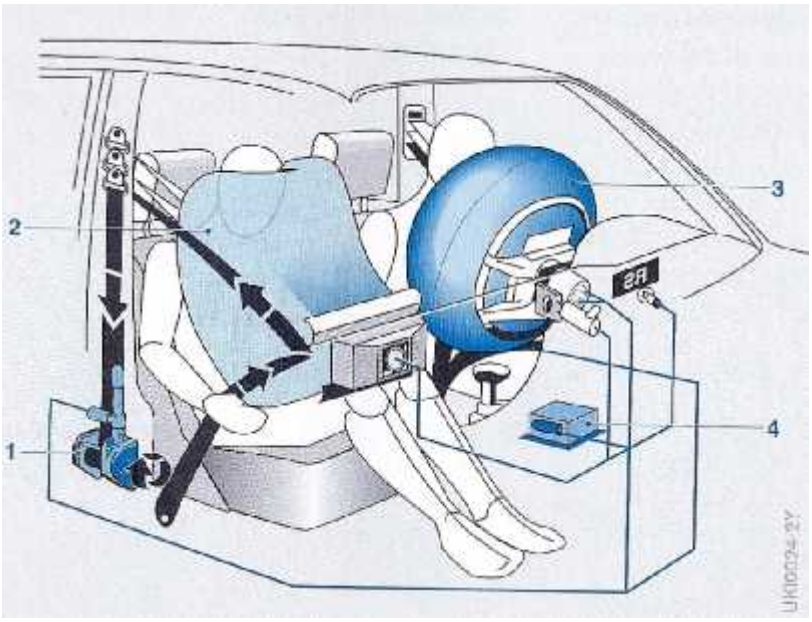
11. СИСТЕМИ ЗА ЗАШТИТУ ПУТНИКА

У случају саобраћајног удеса задатак система за заштиту путника је да задржи достигнута убрзања (успорења) као и силе које делују на путнике у циљу ублажавања последица удеса.

Активни системи безбедности покушавају да спрече саобраћајни удес, односно делују превентивно на безбедност саобраћаја. Примери активних система бебедности су ABS и ESP.

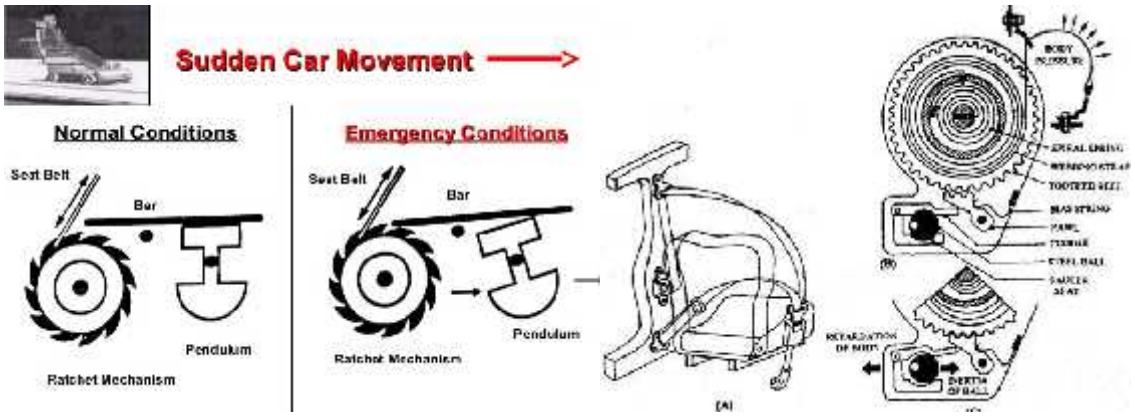
Пасивни системи безбедности помажу да у случају удеса дође до озбиљних или чак фаталних повреда возача и путника. Пример пасивних система безбедности су ваздушни јастуци.

Пример изгледа система за заштиту путника који садржи појасеве са затезачима и предње ваздушне јастуке за возача и сувозача приказан је на слици 11.1.



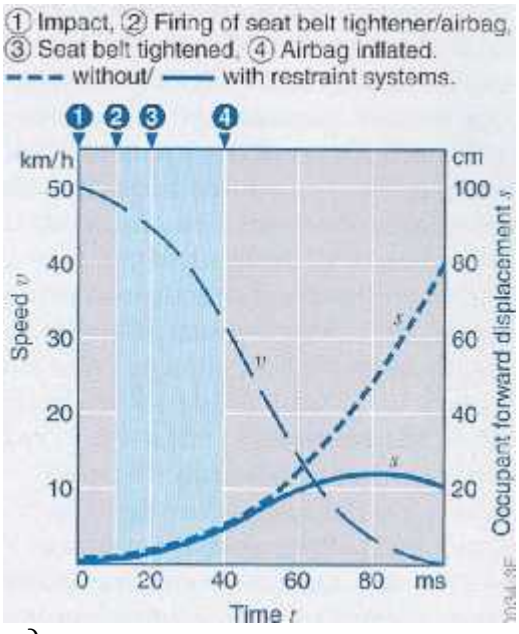
Слика 11.1 Систем за заштиту путника[1]

Основна намена појасева, слика 11.2., је да задржи путнике у седиштима у случају наглих кочења, односно у случају остваривања великих успорења. Појасеви омогућавају кретање путника али у случају великог убрзања тела путника аутоматски спречавају његово даље кретање.



Слика 11.2. Активирање појасева

Затезачи појасева појачавају ову функцију затезањем појасева у три тачке и повећавају заштиту од повреде путника. У случају чеоног судара затезачи повлаче појасеве јаче преко тела путника држећи при томе горњи део тела што је могуће ближе наслону седишта. Ово спречава прекомерно кретање тела путника изазваног инерцијом. У случају чеоног судара са чврстом препреком при брзини од 50 km/h, појас мора да абсорбује енергију која одговара кинетичкој енергији особе у слободном паду са петог спрата зграде.



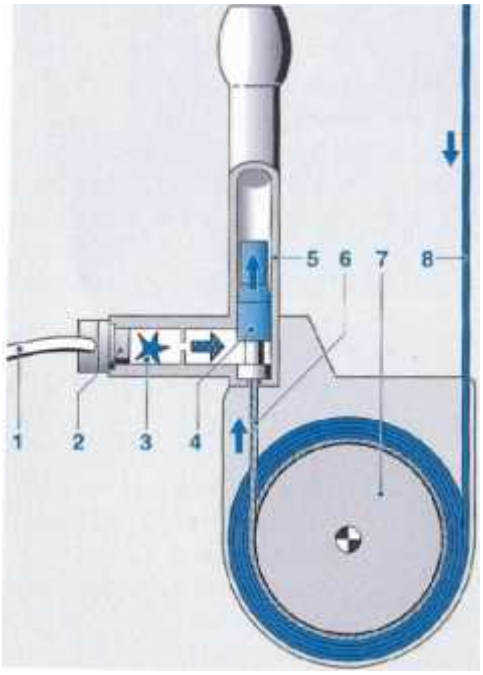
Слика 11.3. Успорење до заустављања и кретање тела путника при удесу са чврстом препреком и брзини од 50 km/h [1]

Уколико појас није затегнут или не функционише исправно он пружа само ограничену заштиту при брзинама већим од 40 km/h јер не може безбедно да спречи контакт главе или тела са точком управљача или са инструмент таблом

Приликом удеса, затезач појаса који иде преко рамена путника елиминише лабављење појаса и тзв. ефекат "филмске траке" (односно одмотавања поајаса). При удесима са брзинама од 50 km/h овај систем достиже пуни ефекат за око 20 ms од тренутка удеса. При истим условима, ваздушним јастуцима је потребно око 40 ms да остваре пуни капацитет. Након овога путник наставља ограничено кретање напред при чему долази у контакт са ваздушним јастуком који упија енергију кретања путника релативно постепено, спречавајући на тај начин његов контакт са чврстом препреком.

Предуслов за оптималну заштиту је да кретање путника у односу на седиште буде минимално и да успорење буде у нивоу успорења возила. Активација пиротехничких затезача појасева почиње дејство практично у тренутку удеса и обезбеђује задржавање путника у седиштима што је раније могуће. Макисмално кретање путника када је појас затегнут је око 20 mm, док механичко затезање појасева траје од 5-10 ms.

Током активације, систем електрично пали пиротехничко пуњење. Повишени притисак делује на клип који окреће точак за намотавање преко челичне сајле на такав начин да се појас затеже преко тела путника.



Слика 11.4. Затезач појаса – принцип активирања[1]

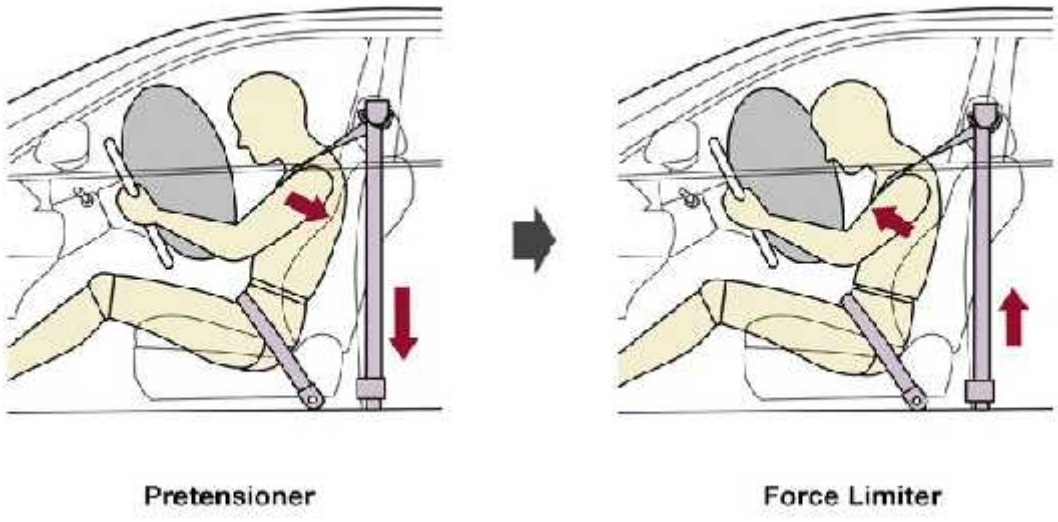
Начелно постоје две варијанте затезача. Затезачи који затежу појас преко рамена путника и затезачи који то чине преко копче за везивање појаса. Затезачи који делују на копчу појаса додатно повећавају сигурност путника јер затежу трбушни део појаса и на тај начин спречавају да се путник подвуче испод сигурносног појаса. Код појединих возила се примењују обе варијанте, нпр. Renault Laguna. Затезање преко копче врши се или након удеса са одређеним степеном сигурности или са кашњењем око 7 ms у односу на активирање раменог затезача.

Осим пиротехничких, постоје и менанички затезачи код којих електрични или механички сензори отпуштају преднапрегнуту опругу која врши затезање појасева.

Предност механичких система је у цени. Међутим рад оваквих система није најбоље синхронизована са радом ваздушних јастука па је и ефекат рада у целини много нижи у односу на пиротехничке затезаче.

Појасеви и затезачи појасева омогућавају абсорпцију енергију удара у износу од 50-60%. У комбинацији са ваздушним јастуцима, под условом добре синхорнизације ова два система проценат абсорпције енергије удара је 70.

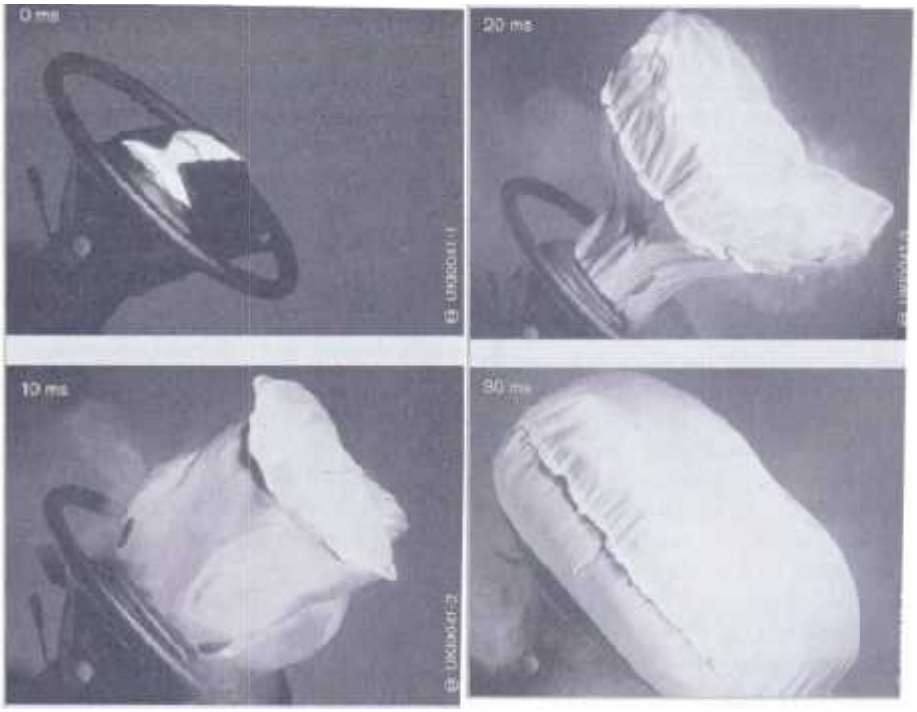
Појасеви због превелике затегнустости могу да проузрокују лом кључне кости или ребара, што даље може да доведе до унутрашњих повреда. Зато се примењује ограничавач силе затезања. У овом случају појасеви се иницијално затежу силом од око 4 kN како би се обезбедио максимална ефекат заштите путника. Уколико је ова сила прећена (због великих успорења) механизам ће смањити силу у појасу и дозволити веће кретање тела путника напред.



Слика 11.5. Граничник силе код затезача појаса

4.1. Ваздушни јастуци

Намена предњих ваздушних јастука је да заштите возача и сувозача и да спрече порведе главе и груди при судару са чврстом препреком при брзинама до 60 km/h. У случају чеоног судара два возила предњи ваздушни јастуци обезеђују заштиту при релативној брзини од око 100 km/h. У удесу при горе наведеним брзинама појасеви са предзатезачима не могу да спрече ударац главе возача у точак управљача. Да би се ово спречило постављају се ваздушни јастуци различитог капаицитета и облика у зависности од врсте и намене возила. Након детекције сензора о насталом удесу пиротехнички гас врши пуњење ваздушних јастука возача и сувозача. Да би се обезбедила потпуна заштита јастук мора бити комплетно напуњен пре него што путник дође у контакт са њим. Након контакта са горњим делом тела, у ваздушном јастуку се делимично смањи притисак у циљу "нежног" абсорбовање енергије удара путника у функцији остваренот притиска на јастук и остваренот успорења тела путника. Максимално дозвољено кретање путника пре него што се напумпа ваздушни јастук је 125 mm. Ово одговара периоду од 40 ms након настанка колизије, при брзини од 50 km/h са чврстом препреком. Време потребно да реагује елетронски тригер је10 ms и додатних 30 ms да се напумпа ваздушни јастук.



Слика 11.6. Процес активирања ваздушног јастука

При брзини удара од 50 km/h, ваздушном јастуку је потребно око 40 ms да се потпуно напуни и додатних 80-100 ms да смањи притисак кроз отвор за смањење притиска.

Оптимална заштита путника постиже се координараном акцијом затезача појаса и ваздушних јастука. ECU која управља радом ових система за заштиту путника добија

информацију о оствареном успорењу од једног или више давача убрзања. Ради ефикаснијег ученика овај систем врло често узима у обзир и информацију од сензора бочног убрзања. Са друге стране не сме се дозволити да се сензори нежељено активирају, нпр. због ударца чекићем у радионици, зато што се неко наслонио на возило или због преласка преко лежећег полицајца. Ово значи да ECU мора да анлизира добијене информације од сензора и да поступа према одговарајућем алгоритму.

Сигнали са сензора убрзања који утичу на рад система као и опрема возила и карактеристике деформације каросерије возила су различити за свако возило. Ови фактори одређују вредности параметара који су кључни за осетљивост, начин и тренутак активирања затезача и ваздушних јастука. У циљу спречавања повреде путника (посебно деце) од стране предњих ваздушних јастука, исти се активирају у складу са тренутном ситуацијом коју процењује ECU. Да би се ово обезбедило предузимају се следеће мере:

- Могућност деактивирања возачког или сувозачког ваздушног јастука, што мора бити индиковано одговарајућом лампицом упозорења.
- Смањење напуњености ваздушних јастука уградњом специјалних венитла за растерећење. *Путник се не налази у адекватном положају*.
- Интелигентни системи вазудшних јастука. Ови системи контролишу брзину и количину напумпаности ваздушних јастука. ECU има другачији алгоритам рада и порцењује стање узимајући податке од већег броја сензора, нпр. сензор који се налзи у деформабилној зони возила на основу ког се може проценити колика је и **енергија удара!**

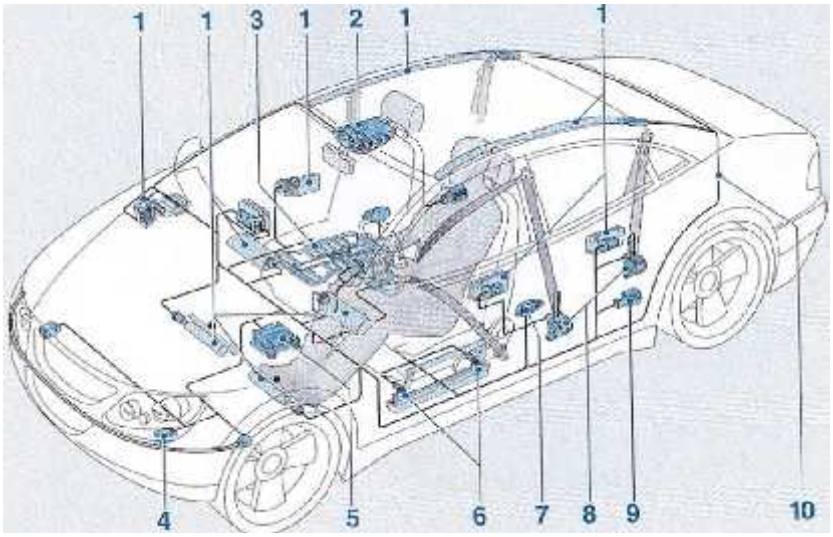
Интелигентни систем ваздушних јастука омогућава и:

- Информацију о томе да ли су везани сигурносни појасеви,
- Присуство путника, позицију и тежину,
- Позицију седења и нагиб путника,
- Пуњење предњих ваздушних јастука у две фазе или у једној фази и пиротехничким окидачем за смањење притиска у ваздушним јастуцима,
- Примена затезача појасева силом у зависности од тежине путника
- Систем је опремљен CAN bus мрежом за пренос информација као и сигналном лампицом за иденфикацију неисправног функционисања система и могућносту дијагноситковања неисправности.

Бочни ваздушни јастуци

Бочни удари се дешавају у око 30% саобраћајних удеса, што представља другу по бројности врсту удара одмах после чеоних. Бочни ваздушни јастуци који се надувавају дуж линије крова за заштиту главе (у облику тубе или завеса) или из врата или наслона седишта (за заштиту груди и горњег дела тела) дизајнирани су да спрече или ублаже повреде услед бочних удара. Услед недостатка деформабилних зона и

малог растојања између путника и бочних компоненти возила велики је проблем надувавање бочних ваздушних јастука на време.

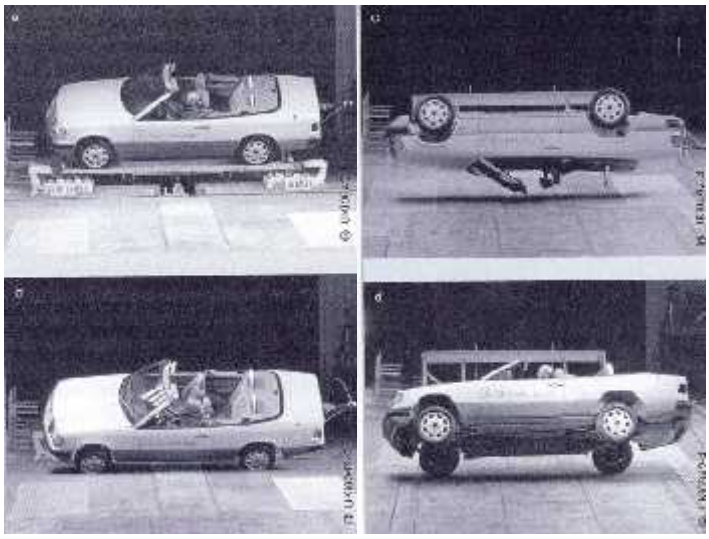


1. Ваздушни јастук са гасом за надувавање
2. Камера
3. ОС простирка
4. Сензор
5. ECU са интегрисаним сензором превртања
6. Ibolt
7. Сензор периферног притиска
8. Затезач појаса са пиротехничким пуњењем
9. Периферни сезор убрзања
10. CAN

Слика 11.7. Савремени систем за заштиту путника[1]

4.2. Заштита од превртања

У случају удеса где долази до превертања, возила са отвореним кровом и која немају чврсту стуркутуру у горњим позицијама излажу путнике великој опасности од повреда. Идентификацију потенцијалног превртања возила као и у претходним случајевима заштите путника играју давачи убрзања у све три осе, уз додатак да сензор урбзања око вертикалне осе преставља значајан додатак, као и савремени мерни системи попут радара који се користи за мерење релативне брзине, растојања између возила и препреке итд.



Слика 11.8. Процес активирања система за заштиту од превртања[1]

Наведени сензори поред улоге у активирању затезача сигурносних појасева и ваздушних јастука, у отвореним возилима дају сигнал ECU која активира „извлачење“ штитника за главу.

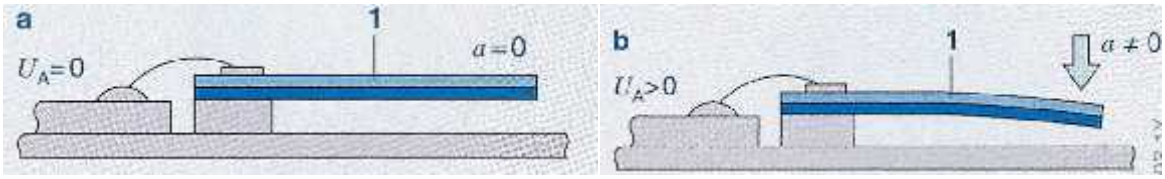
4.3. Компоненте система за заштиту путника

Сензори убрзања

Сензори убрзања за детекцију удара постављени су директно у ECU (за активирање затезача појасева и предњих ваздушних јастука), у одабраним позицијама обе стране возила у носећој конструкцији као што су попречне греде каорсерије, прагови, Б и С стубови (за бочне ваздушне јастуке) или у деформабилној зони на предњем крају возила (код интелигентних система ваздушних јастука).

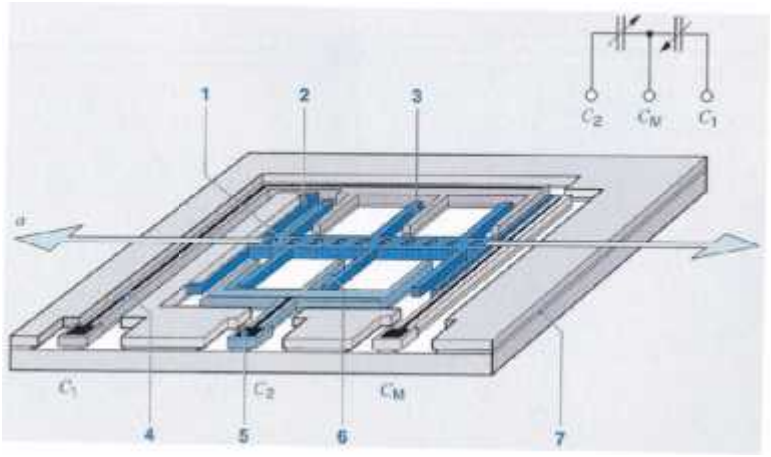
Тачност ових сензора је круцијална за спашавање живота!

Пиезоелектрични сензори убрзања намењени су за активирање затезача појасева, ваздушних јастука и заштите од превртања.



Слика 11.9. Пиезоелектирчни сензор убрзања[1]

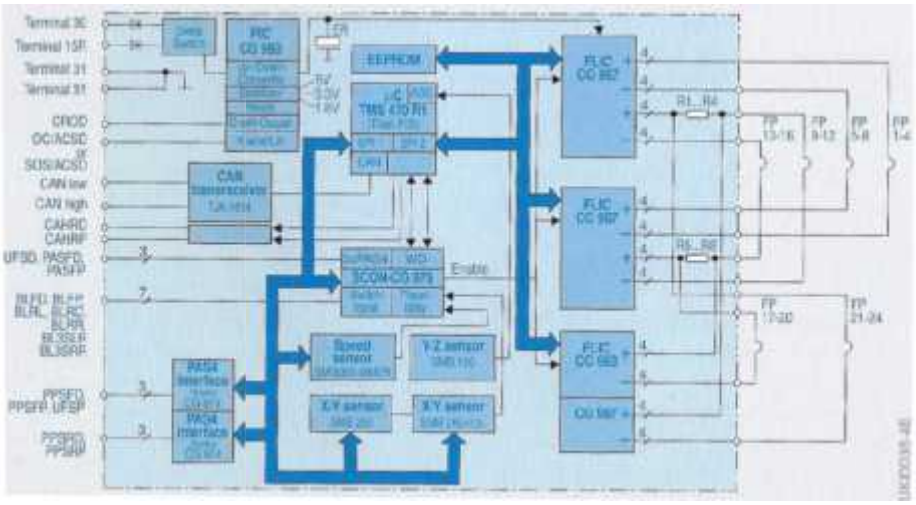
Микромеханички сензори убрзања приказан на слици 11.10., има исту намену као и код пиезо сензора. Погодни су за детекцију високих убрзања 50-100g. Величине су 100-500μm.



Слика 11.10. Микромеханички сензор убрзања[1]

Електронска управљачка јединица система за заштиту путника има следеће функције:

- Детековање убрзања које је поселдица удеса,
- Детекција превртања,
- Брзо активирање предњих ваздушних јастука и затезање појасева у зависности од различитих врста колизије,
- Активирање опреме против превртања,
- Обезбеђење независног изовра напајања у случају ниског напона акумулатора возила,
- Селктивно активирање затезача појасева у функцији да ли је појас везан или не. Активрање се спроводи само у случају да је дат контакт,
- Дијагностика система,
- Активација лампице упозорења.



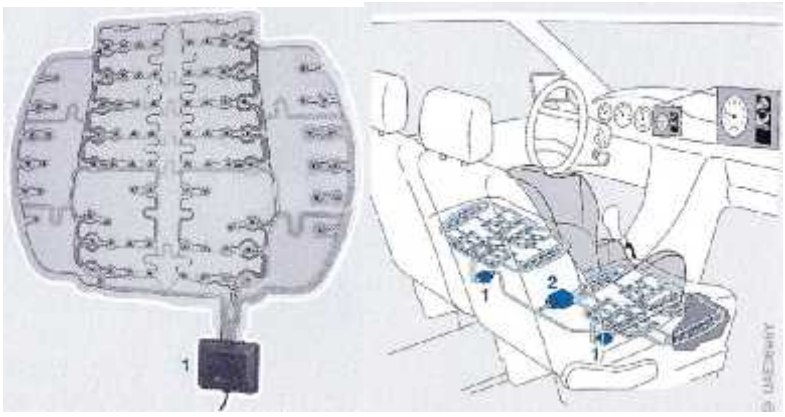
Слика 11.11. Блок дијаграм електронске управљачке јединице за ваздушне јастуке [1]

Надувавање гасом (углавном азотом) и за активирање затезача сигурносних појасева користи се електрични тригер. Возачки ваздушни јастук се пуни са око 60 литара гаса док се сувозачки ваздушни јастук пуни са око 120 литара за око 30 ms након детонације. Да би се спречило случајно активирање због неисправности инсталације нпр., за активирање се користи наизменичнна струја фреквенције од око 80 kHz.

Сензори присуства путника на седишту

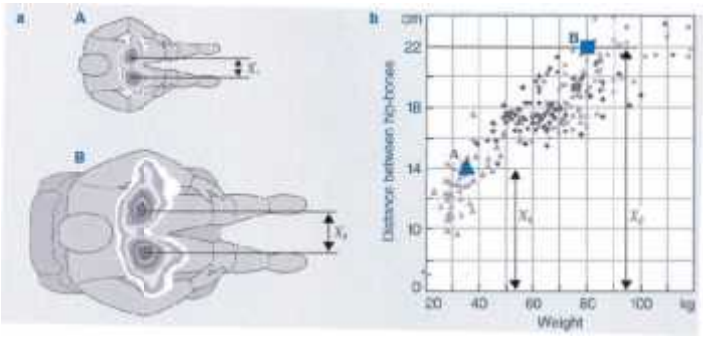
Ефикасније функционисање система за заштиту омогућавају и сензори приства путника. Осим овога у случају удеса уколико на месту сувозача нема никога нема потребе за отварањем ваздушног јастука што смањује трошкове поправке овог система. OC (Occupation Clasisification) систем врши класификацij путника према

њиховим физичким карактеристикама (тежини, висини, итд.)на основу чега ECU користи ове податке за адекватно реаговање. Уместо да директно мери тежину путника овај систем примарно примењује корелацију између тежине особе и његове антропометијске карактерискте (нпр. растојање између кукова). ОС у ствари мери притисак на седиште на основу прво утврђује присуство путника накончега врши класификацију.



Слика 11.12. Сензори присуства путника на седишту[1]

Рад сензора се базира на елементима чија електрична отпорност пада са повећањем силе.



Слика 11.13. Дијаграм сензори присуства путника на седишту[1]

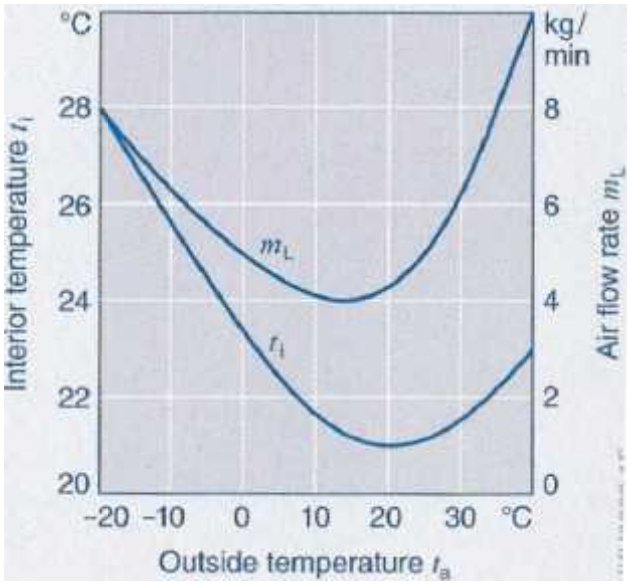
Анализа свих сензора (тачака) омогућава одређивање заузетости зоне седишта. На основу овога се врши процена, односно класификација путника (нпр. да ли се ради о одраслом човеку или детету као на слици 11.13.).

12. СИСТЕМИ ЗА ГРЕЈАЊЕ, ВЕНТИЛАЦИЈУ И КЛИМАТИЗАЦИЈУ

Системи за грејање, вентилацију и климатизацију имају следеће задатке:

- Обезбеђење пријатне климе за све путнике у возилу за различите спољне температурне услове,
- Обезбеђење добре видљивости кроз све прозоре и ветробран,
- Стварање окружења које ће обезбедити минималан напор и стерс возача,
- Отклањање честица полена и нечстоћа из ваздуха који се доводи у простор за путнике.

Промене спољашње темпратуре утичу на то да варира и температура унутар путничког простора. Без аутоматске контроле грејача исти се мора стално ручно прилагођавати тренутним условима. Сензор температуре и протока вазудха прати стање у путничкој кабини. Електронска управљачка јединица обрађује ове податке и упоређује их са задатом вредношћу. Ел.магнетни вентил постављен у систему за хлађење се отвара и затвара одговарајућом фреквенцијом.



Слика 12.1. Унутрашња температура у функцији спољашње температуре и протока ваздуха

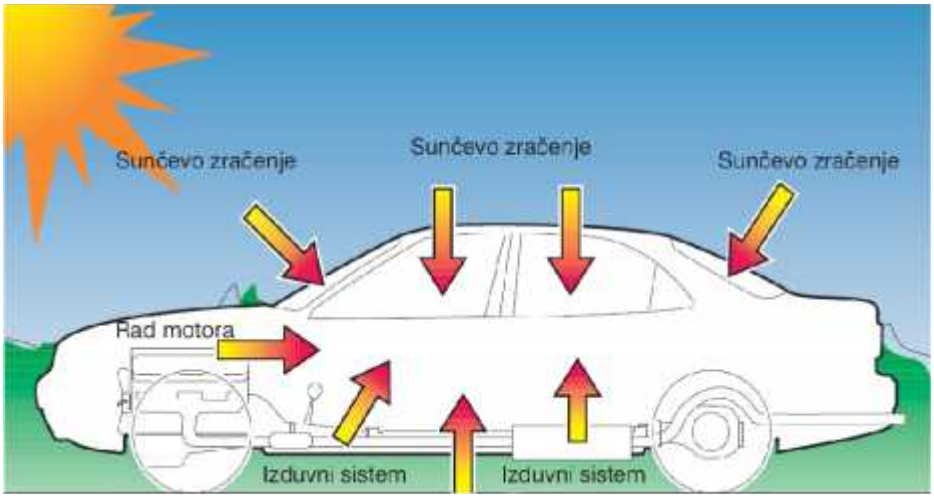
На овај начин се обезбеђује захтевана количина топлоте. Са друге стране, „клапна“ или засун који се покреће електромотором обезбеђује одговарајућу количину ваздуха. Доток топлог ваздуха обезбеђује се из система за хлађење мотора или из

независног система за климатизацију уколико исти соим функиције хлађења има могућност и грејања.

Човек представља веома важну компоненту у систему возач-возило-околина. Поред вештине возача и његовог психо-физичког стања, на време и начин реакције у задатим условима вожње веома велики утицај имају и услови у којима возач ради. Овде се поред осталог (или пре свега) мисли на климатстеке услове у којима возач обавља своју функцију. Из овог разлога систем за климатизацију има веома значајну улогу и мора да обезебди следеће функције:

- Хлађење ваздуха до задате темпратуре (опционо грејање ваздуха)
- Цируклацију ваздуха унутар простора за путнике
- Пречићавање ваздуха
- Одвлаживање ваздуха
- Обезбеђење наведених функција омогућава пријатну атмосферу унутар путничког простора.

Просечан човек се пријатно осећа на температури ваздуха од 21 ^{o}C уз релативну влажност ваздуха од 45-50%, па је и препорука да се у простору за путнике обезбеде овакви услови. Количина топлоте је мера за енерију у кJ или кCAL при чему једна кCAL представља енергију потребну да се температура једног килограма воде подигне за један степен. Расхладни системи се заснивају на Закону о прелазу топлоте који у принципу говори о томе да се да топлота увек прелази са топлијег на хладиије тело док се не успостави равнотежа.

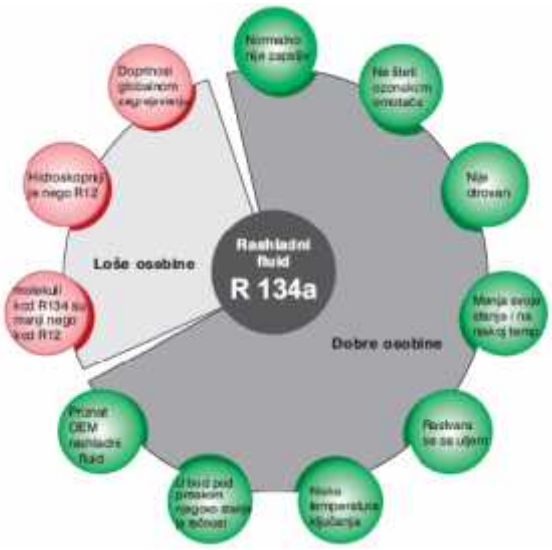


Слика 12.2. Узроци повећања температуре у простору за путнике

Испаравање представља процес када се материји доведе количина топлоте довољна за промене агрегатног стања у пару (гас). Пример кључање воде. Кондензација је обрнути процес у односу на испаравање. Ако се пари одузме довољно енергије она прелази у течно стање. Замрзавање: представља порцес када одстрањивање топлоте

из течности исту преводи у чврсто стање.Повећање притиска флуида узрокује повећање температуре кључања.Појава да одређени гасови при промени притиска мењају и своју енергетску (топлотну) врредност представља основу за измену енергије и рад система за климатизацију.

У аутомобилској индустрији од 1993. године као расхладни флуид се користи Тетрафлуороетан под ознаком R134 који не разграђује озонски омотач. Карактеристика гаса R134 је да мења агрегатно стање много брже него вода и да му је тачка кључања на -26^{o}C.



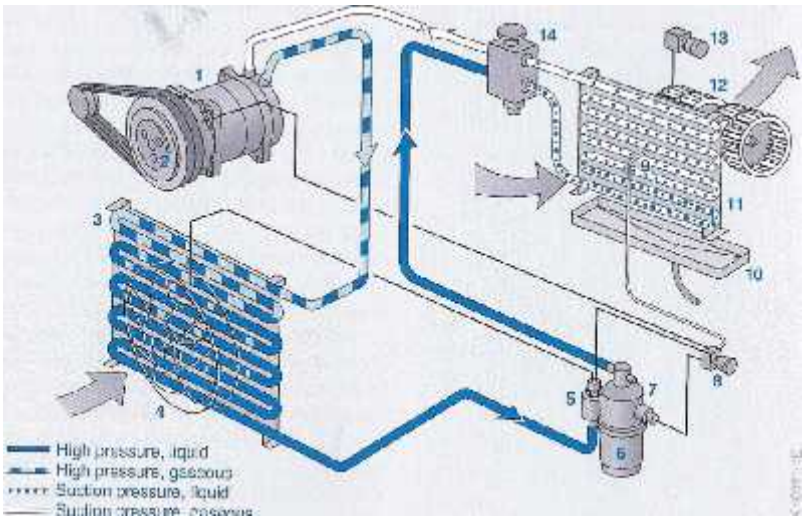
R134 - Temperatura/ Pritisak					
Temp. °C	Pritisak kPa	Temp. °C	Pritisak kPa	Temp. °C	Pritisak kPa
-46	-64	4	236	30	668
-38	-45	6	260	34	758
-34	-32	8	286	38	858
-30	-17	10	313	42	966
-26	0,3	12	341	46	1083
-22	20	14	371	50	1210
-18	43	16	402	54	1347
-14	69	18	434	58	1494
-10	99	20	469	60	1571
-6	133	22	505	70	2006
-2	171	24	543	80	2520
0	191	26	582	90	3133
2	113	28	623		

Слика 12.3. Особине гаса R134

Систем за климатизацију приказан је на слици 12.4. Компресор (1), који добија погон од мотора СУС, сабија и греје расхласни медијум (гас) који се хлади у кондензеру (3) и постаје течан. Генерисана топлота се расипа у околину. Експанзиони вентил (14) убризгава охлађено средство за хлађење у испаривач (11) где испарава и постаје хладна пара која абсорбује тополту из простора за путнике помоћу вентилатора који обезбеђује струјање ваздуха. Расхладни флуид се након овога помоћу компресора извлачи из испаривача и поново сабија у кондензатор.

Расхладни флуид је у фази ниског притиска хладан и абсорбује топлотну енергију из простора за путнике. Овај флуид је у зони високог притиска топао и хладнији амбијентални ваздух абсорбује енергију из њега.

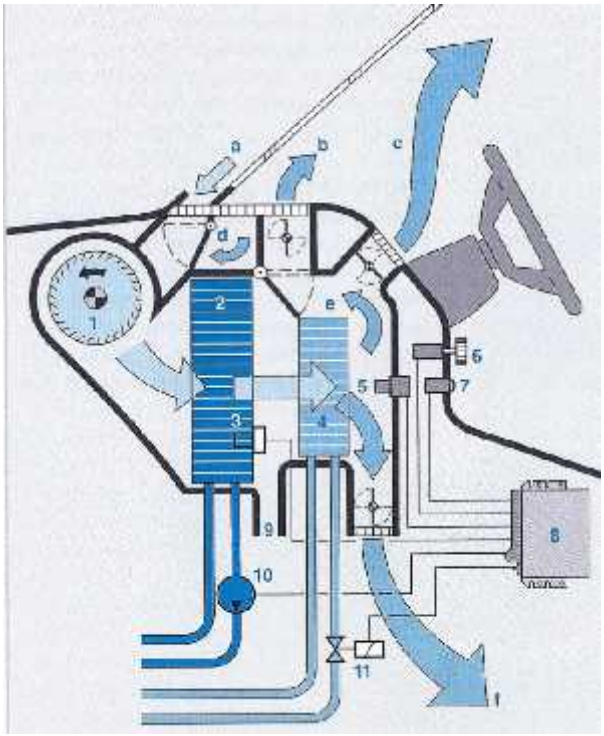
У средишту система је праћење температуре унутар простора путника. Задата вредност температуре одређена је у управљачкој јединици и достигнута је или прилагођавањем на течној или на гасној страни система.



1. Компресор
2. Електромагнетна спојница
3. Хладња
4. Вентилатор
5. Прекидач високог притиска
6. Резеровар са исушивачем
7. Прекидач ниског притиска
8. Термостат
9. Сензор температуре
10. Посуда за скуљпање конденз.
11. Испаривач
12. Вентилатор испаривача
13. Прекидач венитлатора
14. Ексапнзиони вентил

Слика 12.4. Систем за климатизацију [1]

На слици 12.5. приказана је схема циркулација ваздуха и убацивање истог у кабину возила.

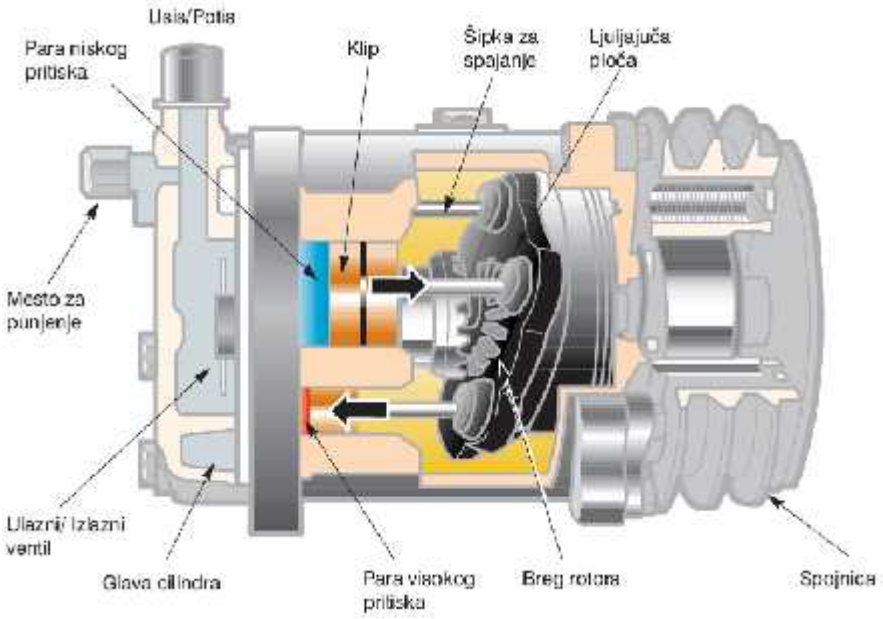


1. Вентилатор
2. Испаривач
3. Температурни сензор испаривача
4. Грејач
5. Сензор темепратуре спољашњег ваздуха
6. Елемент за задавање жељене температуре
7. Сензор у кабини
8. ECU
9. Дренажа воде
10. Компресор
11. Ел.магнетни вентил

a) свеж ваздух
b) Одлеђивач
c) Вентилација
d) Рецирулација ваздуха
e) Бајпас
f) Ток ваздуха ка стопалима

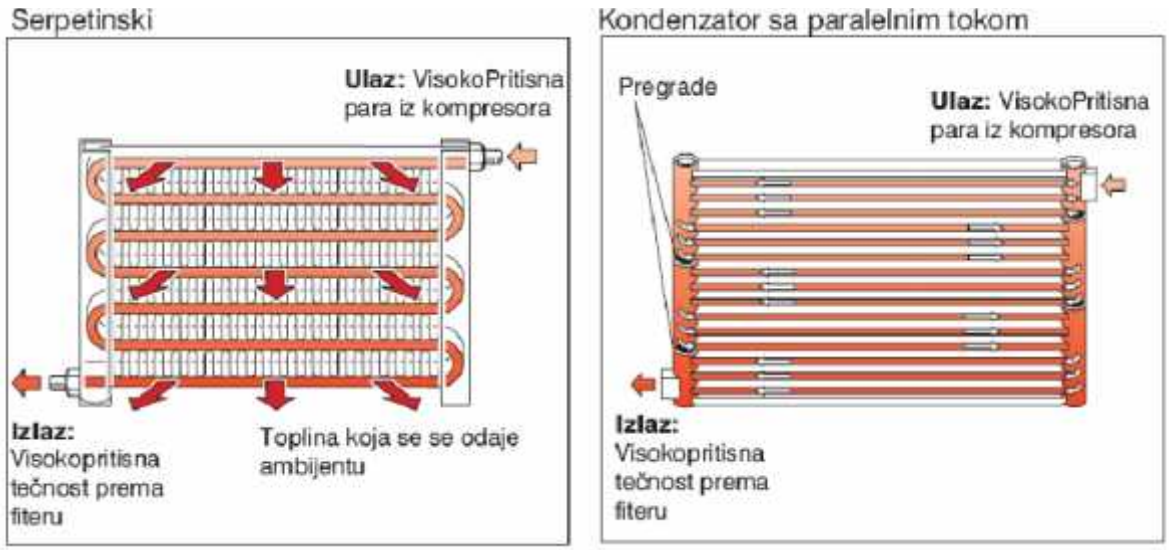
Слика 12.5. Циркулација ваздуха и убацивање истог у кабину возила [1]

Компоненте система за климатизацију



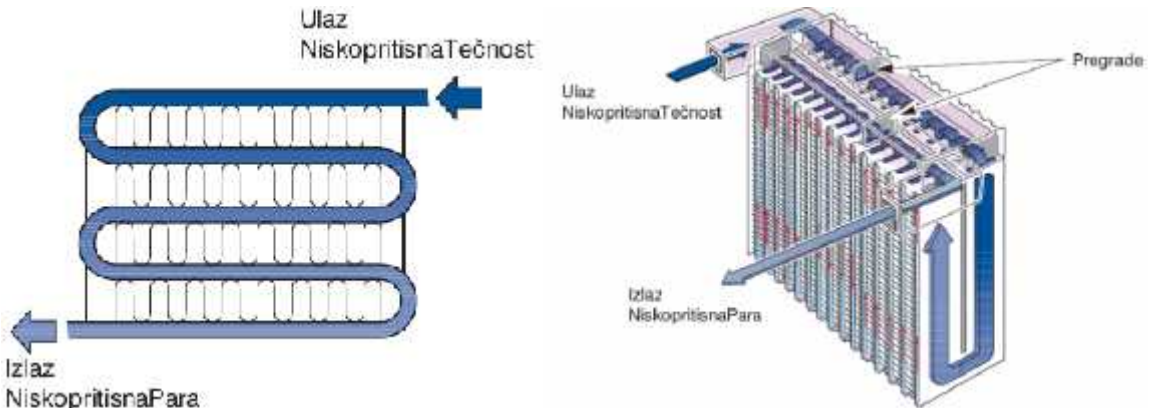
Слика 12.6. Компресор

Кондензатор је намењен да изврши размену топлоте и омогућида топлота од топлота расхладног флуида пређе на хладнији спољашњи ваздух.



Слика 12.7. Кондезатор

Топлота која је потребна да би течност испарила одузима се од топлог ваздуха из унутрашњости возила помоћу вентилатора који се након овога поново убацује у кабину возила. Влажност се кондезује на ребра испаривача приказаног на слици 12.8.



Слика 12.8. Испаривач[1]

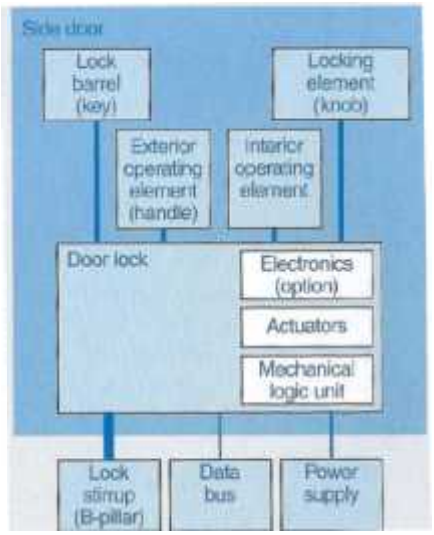
13. СИГУРНОСНИ СИСТЕМИ ВОЗИЛА

Звучни сигнални уређаји

ECE R 28 специфицира захтеве у погледу акустичних сигнала која производе моторна возила. Ови сигнали морају бити униформни без приметних промена фреквенције током рада. Рад сигналних уређаја је дозвољен само у функцији упозорења. Сигнални уређаји морају бити постављени на предњем крају возила и морају производити сигнал одговорајућег звучног нивоа на растојању од 2 m. Морају бити способни да раде у опсегу од -40 до +90^{o}C, да буду отпорни на влагу, со, ударце и вибрације. Веза са каросеријом мора бити еластична и да има могућност скидања.Примењују се електричне и елктропнеуматске сирене, као и сирене у облику фанфара.Према прописима фреквенција сирене мора бити у опсегу изимеђу 1,8-3,55 kHz, па је последица овога продоран звук сирена.

Систем за централно закључавање возила

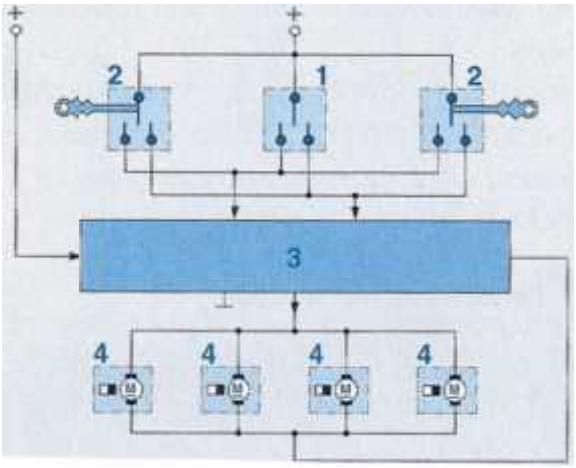
Систем за централно закључавање и откључавање врата, пртљажника и поклопца резервоара представља интегрални део система комфора моторног возила. Намењен је да обезбеди возило и обезбеди приступ само овлашћенима. Овај систем је током времена изложен хабању, корозији, прљавштани и у том смислу мора да буде поуздан у читавом радном веку возила.



Слика 13.1. Блок схема система за централног закључавања возила

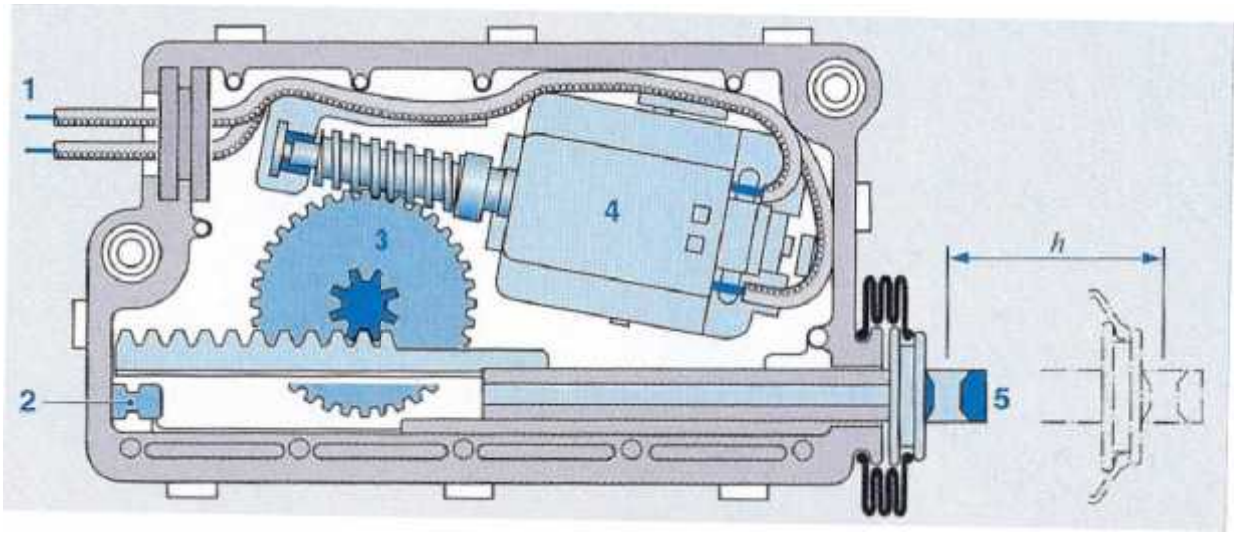
Електрични или пнеуматски актуатори делују на појединачне механизме за закључавање. У пнеуматским системима, централна електрична вакум пумпа дистрибуира вакум до дијафрагми појединачних актуатора чиме се врши отварање и

затварање система за закључавање. Електромеханички систем има електричне серво моторе који обављају функцију закључавања на свакој позицији у систему.



Слика 13.2. Систем за електормеханичко закључавање

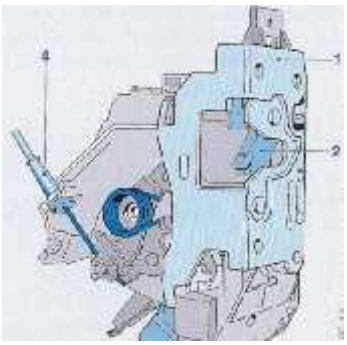
Електромотор је повезан са зупчастим преносником који је преко механичке везе повезан са полугама или клиповима који обезбеђују закључавање/откључавање.



Слика 13.3. Систем за закључавање

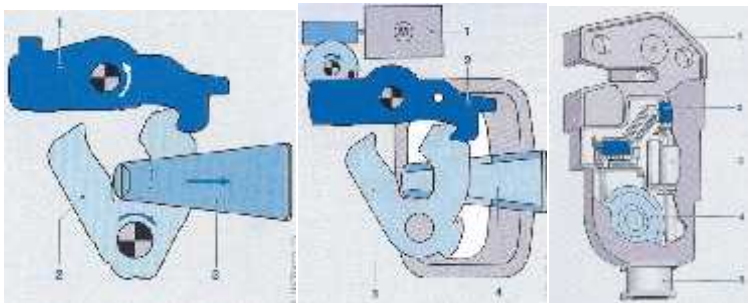
Најважнија компонента система за закључавање је механизам за закључавање. Примарне функције овог механизма су:

- Пренос сила између врата и каросерије возила
- Поуздано функционисање
- Вредновање механичких и електричних команди



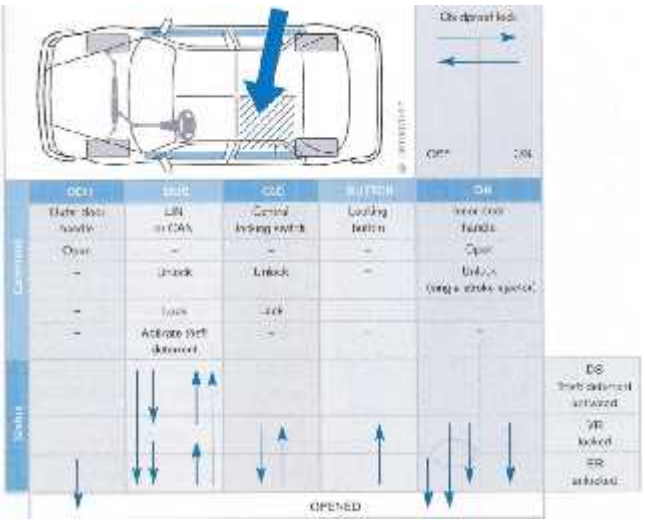
Слика 13.4. Механизам за закључавање

На слици 13.5. приказани су механички и електромеханички механизми за закључавање врата возила.



Слика 13.5. Механички и електромеханички механизми за закључавање врата возила

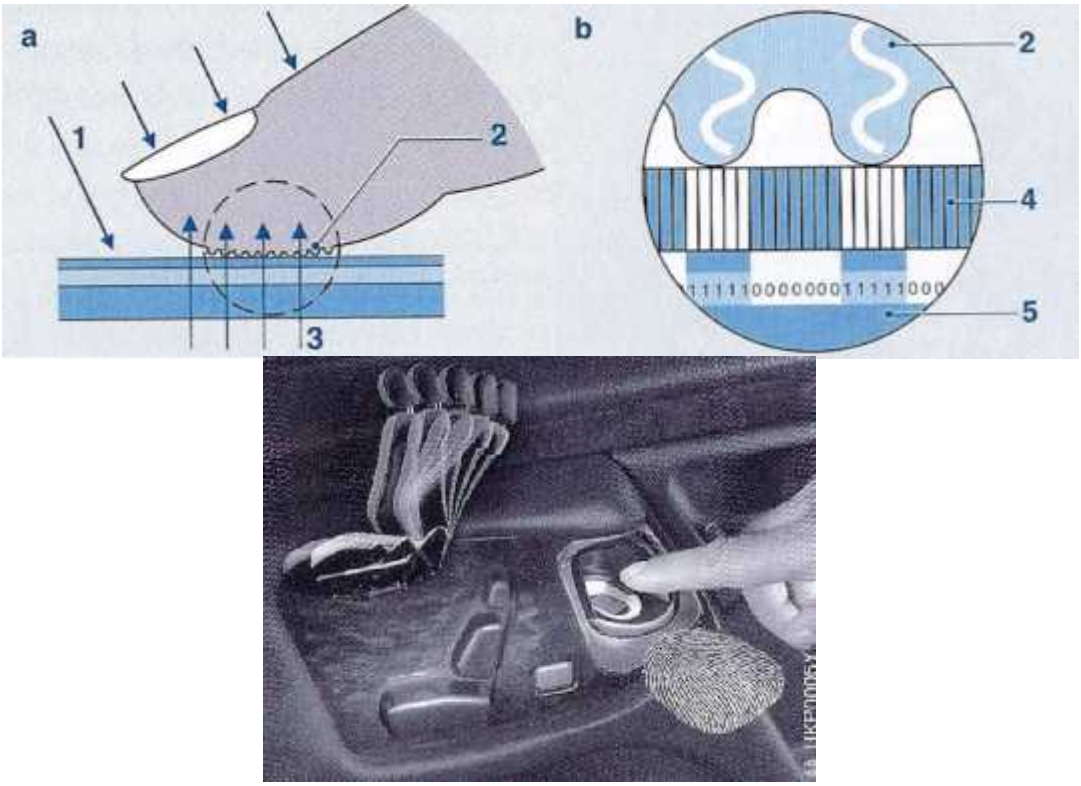
На слици 16.6. приказане су функције задњих врата које извеђу осталих приказују заштиту од откључавања врата у току вожње.



Слика 13.6. Основне функције задњих врата

Биометријски системи имају задатак да одреде или потврде идентите особе на бази биометријских параметара. Тренутно је познато десетак биометријских метода укључујући отисак прста, препознавање лица препознавање зенице или препознавање гласа. Биометријска карактеристика је јединствена за сваку особу, па је у том смислу јако погодна као средство заштите.

Примена идентификације на основу отиска прста је последњих година постала уобичајена у моторним возилима. Да би систем могао да функционише, односно да би могао да препозна корисника најпре мора да у бази има отисак прста корисника. Ова фаза се ове упис или регистрација и подразумева скенирање отиска прста корисника величином 64-96000 пиксела са резолуцијом 8 бита/пикселу. Применом алгоритма за обраду сигнала процесор прорачунава карактеристику снимљеног објекта (отисак прста), нпр. гране и чворишта за сваку линију, након чега меморише у перманетну базу анализиране податке.



Слика 13.7. Биометријски систем заштите

Приликом следећегприступа возилу, рачунар у бази врши претраживање података и дозвољава или одбија приступ.

ЛИТЕРАТУРА

[1.] Safety, comfort and convenience systems, Robert Bosch Gmbh, 2006.

[2.] Тодоровић Ј., Кочење моторних возила, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд,1988.

[3.] Јанићијевић Н., Аутоматско управљање у моторним возилима, Машински факултет Београд, Београд, 1992.

[4.] Живановић З., Јанићијевић Н., Аутоматске трансмисије моторних возила,Ecolibri, Београд, 2000.

[5.] Пешић З., Муждека С., Перић С., Крсмановић М., Гркић А., Ракић С., Мотори и моторна возила, Београд, Војноиздавачки завод, 2009.