

Висока школа електротехнике и рачунарства
струковних студија

СИСТЕМ ПРОТИВ БЛОКИРАЊА ТОЧКОВА_ABS



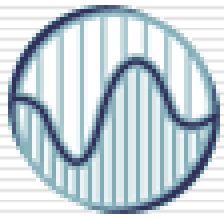
Блокирање точкова-узроци, последице

Узроци блокирања токова:

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

Последице:

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



Блокирање точкова-узроци, последице

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:

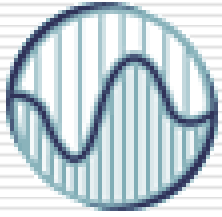
- ☐ Могућност управљања возилом
- ☐ Краћи зауставни пут
- ☐ Повећана безбедност



Захтеви

Управљивост и стабилност:

- ❑ 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 зауставног 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.



Захтеви

Управљивост и стабилност:

- ☐ 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 обезбеђењем бочне силе на предњим точковима



Захтеви

Управљивост и стабилност:

- ❑ Систем мора да обезбеди добро управљање и стабилност у условима кочења на неравном терену без обзира на силу кочења
- ❑ Смањење зауставног 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 адекватно реагује
- ❑ Минимално подрхтавање команде кочнице и минимална бука у току рада.



Захтеви

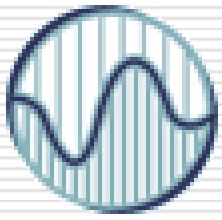
Опсег функционисања:

- ☐ Читав опсег брзине кретања предметног возила
- ☐ Минимална брзина на којој делује је 2,5 km/h



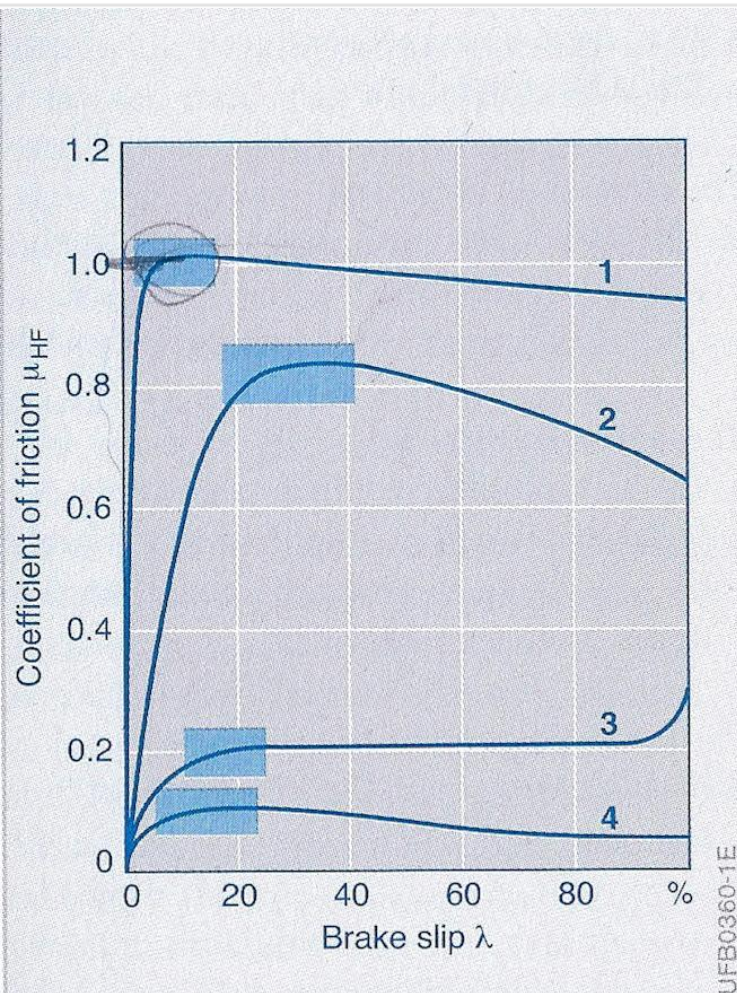
Захтеви

У случају отказа ABS-а, систем за кочење мора да функционише!



Динамика коченог точка

Зависност пријањања од клизања точка

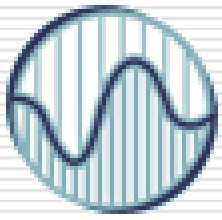


1. Радијални пнеуматик на бетону
 2. Дијагонални пнеуматик на мокром макадаму
 3. Радијални пнеуматик на снегу
 4. Радијални пнеуматик на леду
- Плаве зоне представљају дејство ABS-а

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

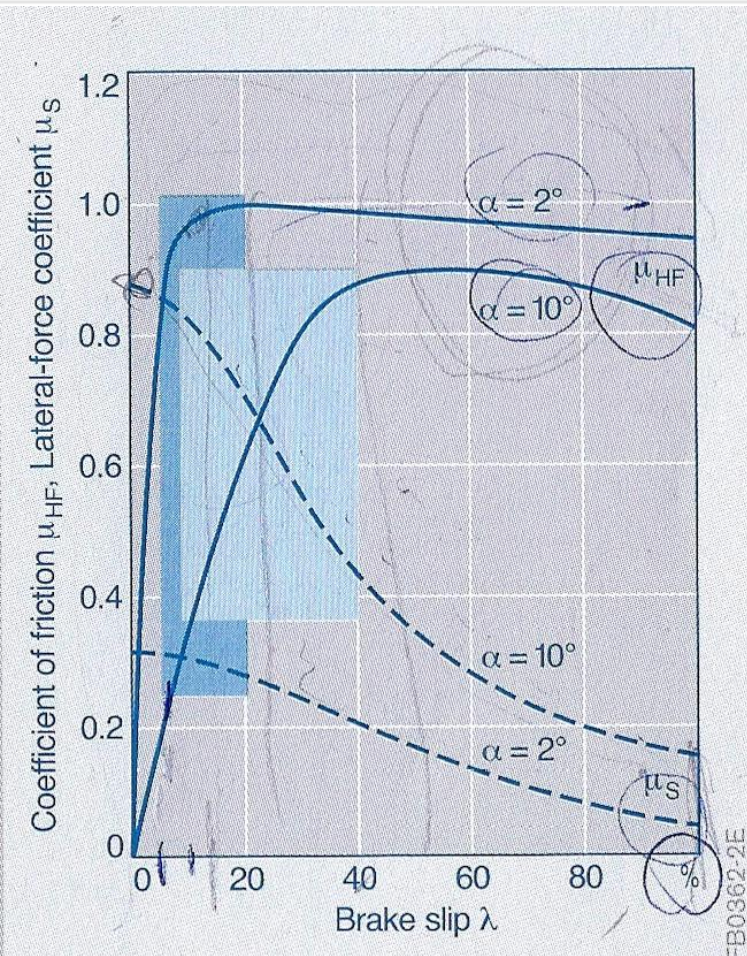
Где је:

- λ - клизање точка
- v_F - брзина возила
- v_R - брзина точка



Динамика коченог точка

Зависност пријањања од клизања точка



□ μ_{HF} – пријањање у уздужној равни

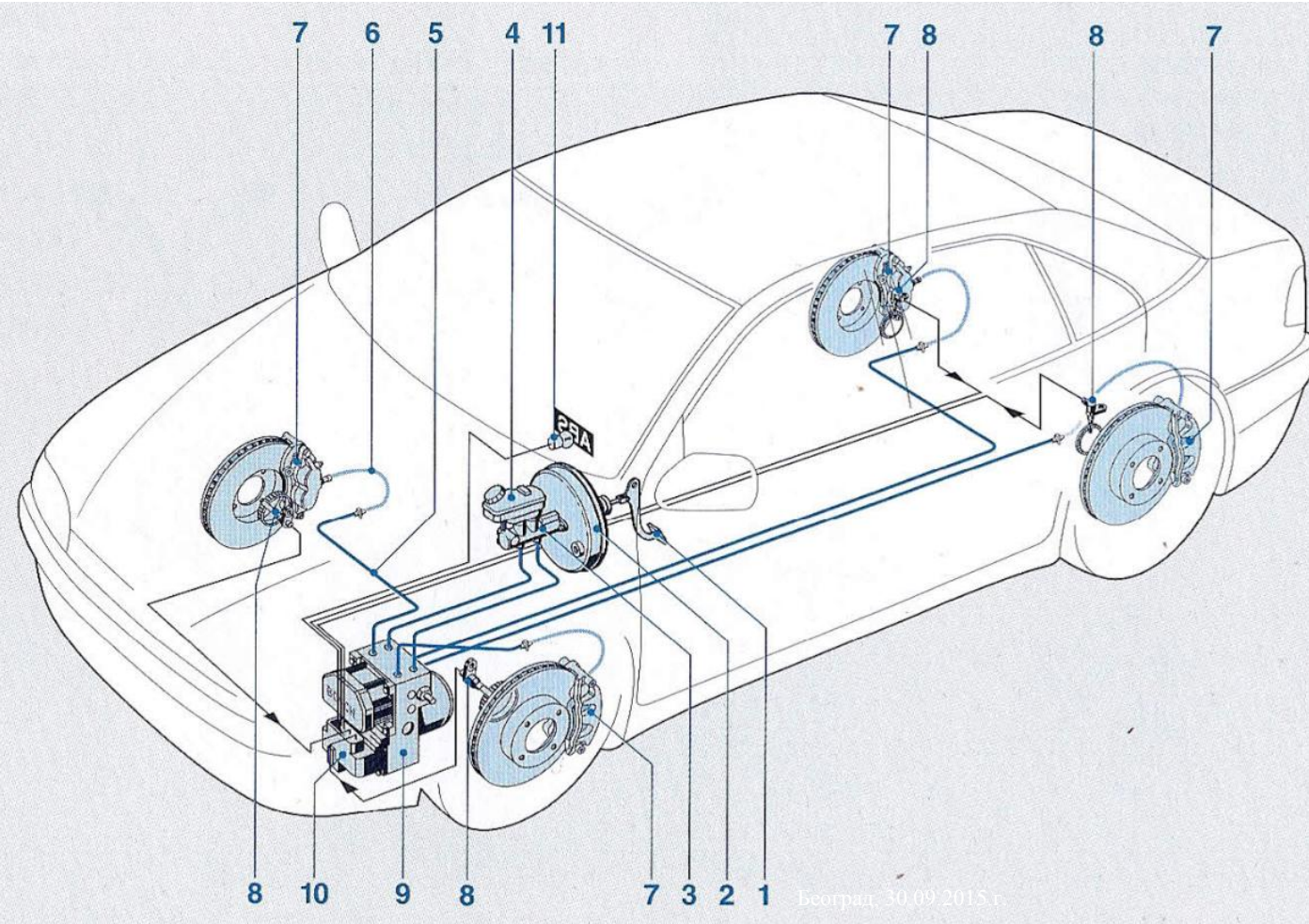
□ μ_S – пријањање – бочна компонента

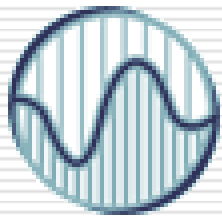
ABS има проширено дејство са повећањем угла повођења точкова α - (кочење у кривини)



Структура ABS-а

1. Педала кочнице
2. Појачивач кочења
3. Гл. кочни цил.
4. Резервоар коч. флу.
5. Цевоводи
6. Црева
7. Кочнице
8. Сензор броја ортаја
9. Хидраулички модулатор
10. ABS контролна јединица
11. ABS сигнална лампица





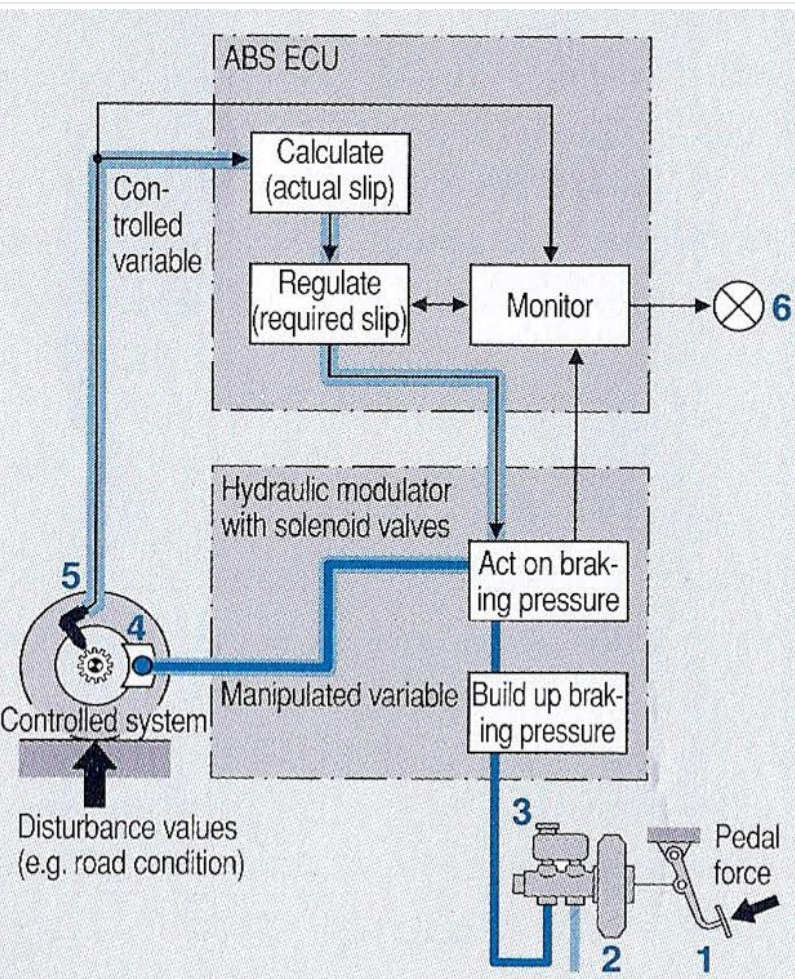
ABS – Управљачка петља

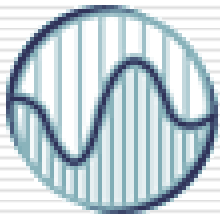
Контролисани систем:

- ☐ Возило и његове кочнице
- ☐ Точкови

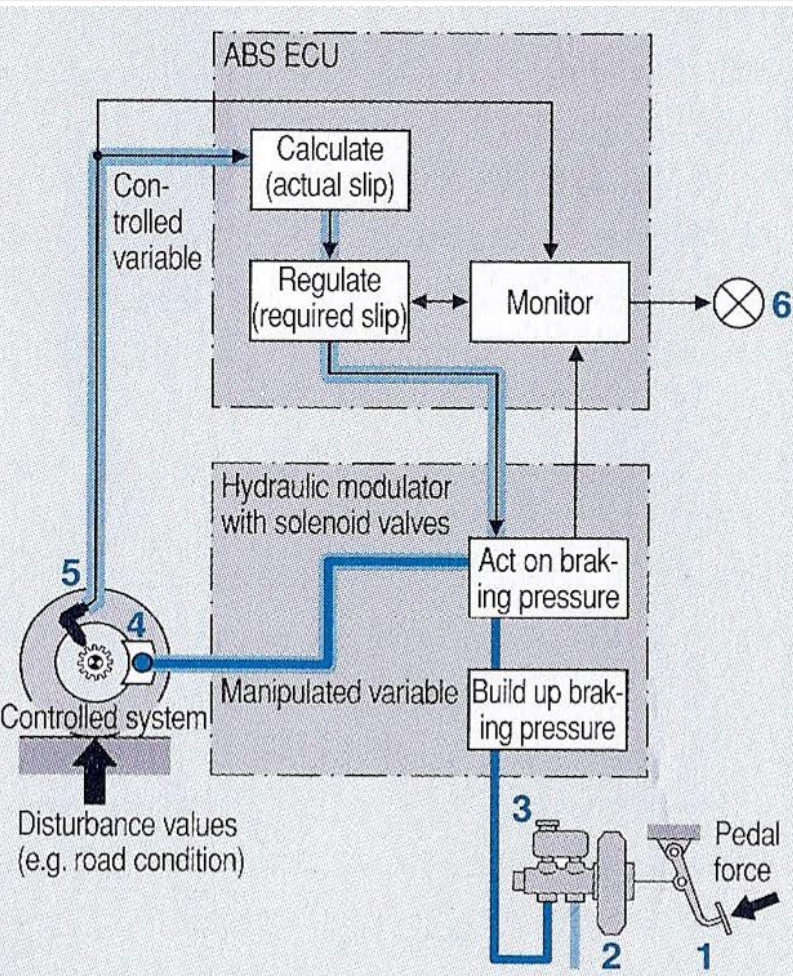
Фактори који утичу на понашање система:

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





ABS – Управљачка петља



Контролери:

- ☐ Сензор броја обртаја точка
- ☐ ABS ECU

Контролисане величине:

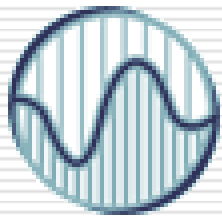
- ☐ Број обртаја точка и његово успорење
- ☐ Клизање

Референтна величина:

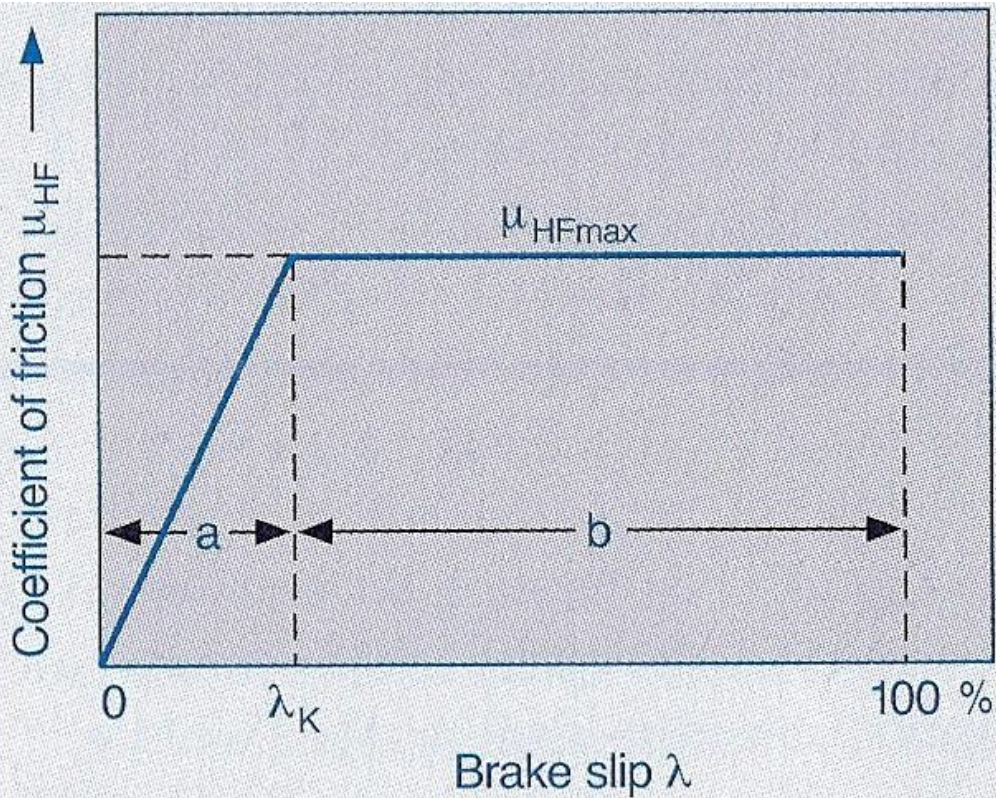
- ☐ Притисак у инсталацији остварен деловањем на команду кочнице, појачан појачивачем притиска, као и генерисани притисак у систему

Величина која се коригује:

- ☐ Притисак у цилиндрима точкова

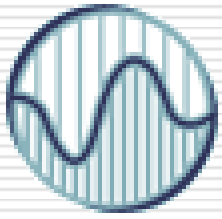


ABS – Управљачка петља

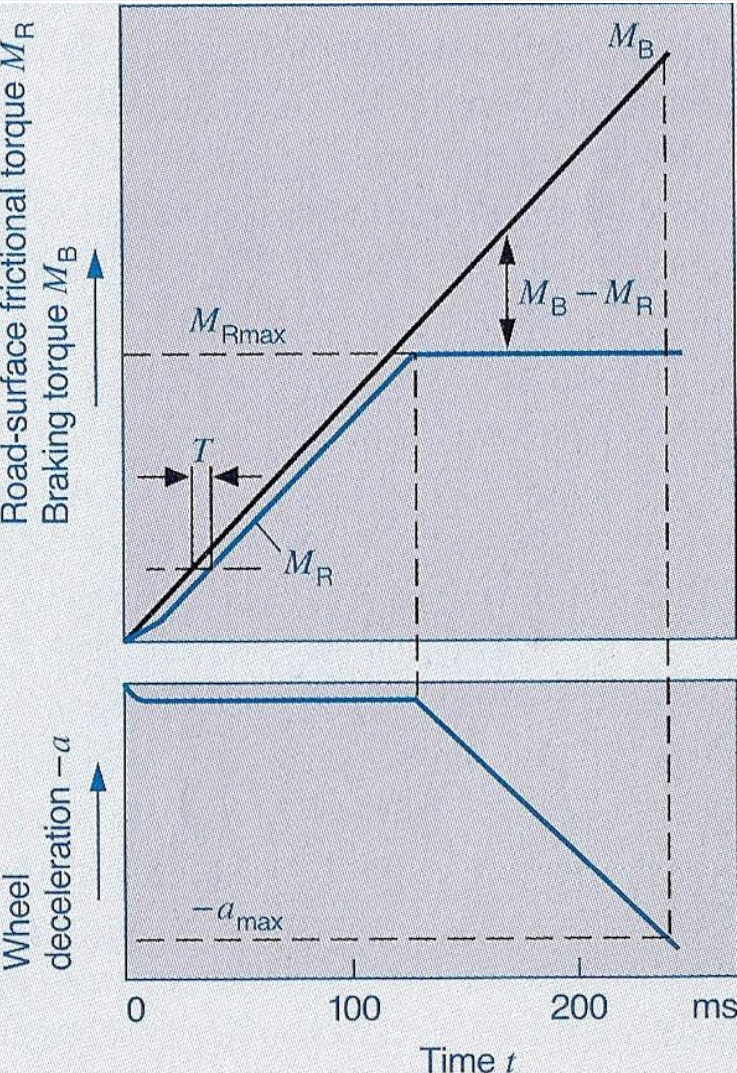


Рад **ABS** ECU је базиран на следећем поједностављеном систему:

- ☐ Гоњени точак
- ☐ Четвртина масе возила по точку
- ☐ Кочење таквог точка са одговарајућим пријањањем
- ☐ Теоретска крива пријањања у односу на клизање точка
 - Линеарни пораст представља стабилну зону
 - Константна вредност пријањања представља нестабилну зону

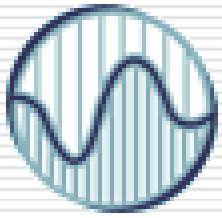


ABS – Управљачка петља



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

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



ABS – Управљачка петља

Контролисане величиине

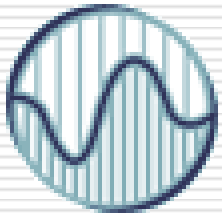
Основа функционисања ABS-а је сигнал са сензора броја обртаја точка који ECU ABS-а обрађује и прерачунава:

- ☐ 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.

Решење?

Комбинација ових величина уз примену математичке логике.



ABS – Управљачка петља

Контролисане величине

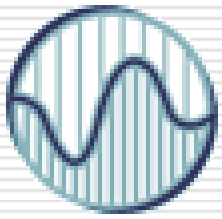
Клизање се не може директно мерити. ECU рачуна његову вредност и прави апроксимацију.

Како?

Основа је референтна брзина која представља брзину у идеалним условима кочења (оптимални степен клизања).

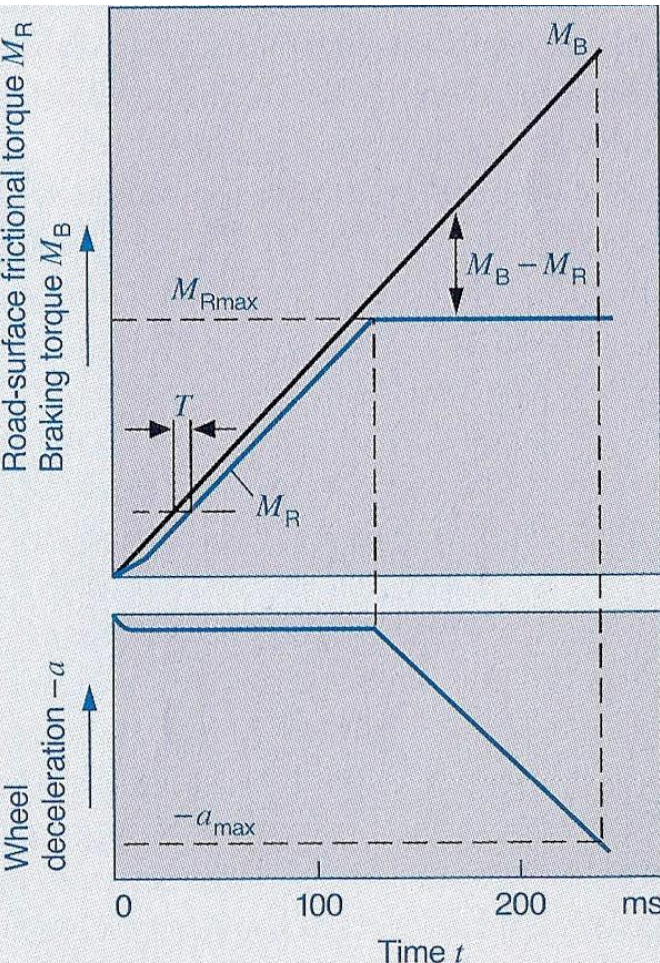
Рачуна се са дијагоналних сензора броја обртаја точка. Узима се бржи од два дијагонална точка.

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.



ABS – Управљачка петља

Контролисане величине за гоњени точак

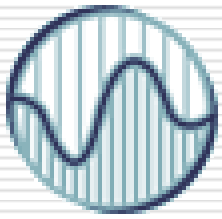


Убрзање и успорење је општено погодно као контролна величина за гоњене точкове али и погонске точкове када је искључена главна спојница.

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.



ABS – Управљачка петља

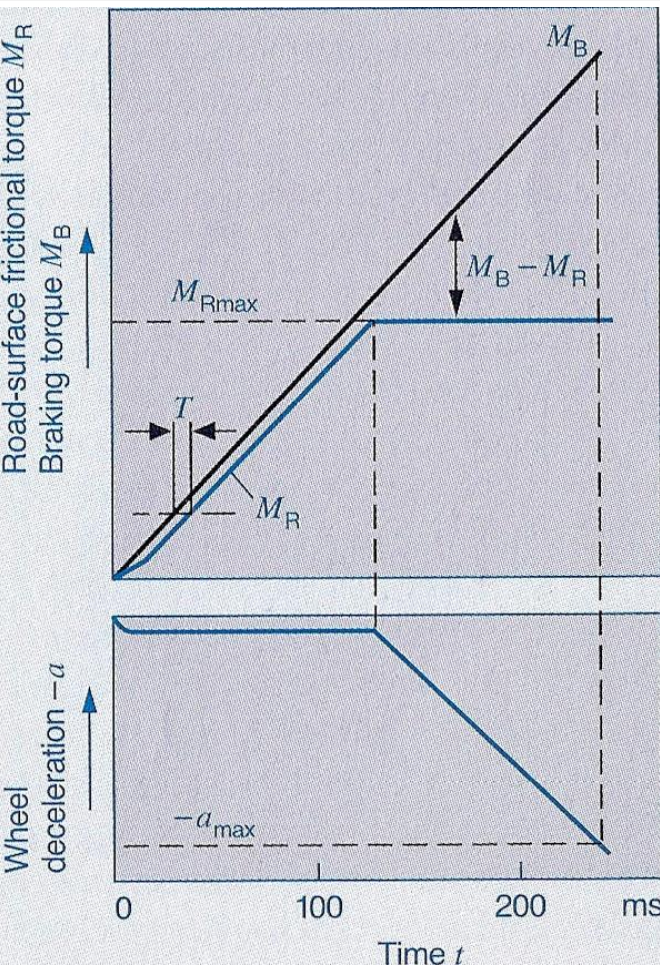
Контролисане величине за гоњени точак

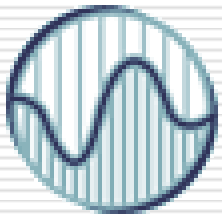
Фиксна граница за активирање ABS-а требало би да буде незнатно изнад максимално могућег успорења!

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 **ABS** почне да делује.

Важно!

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.

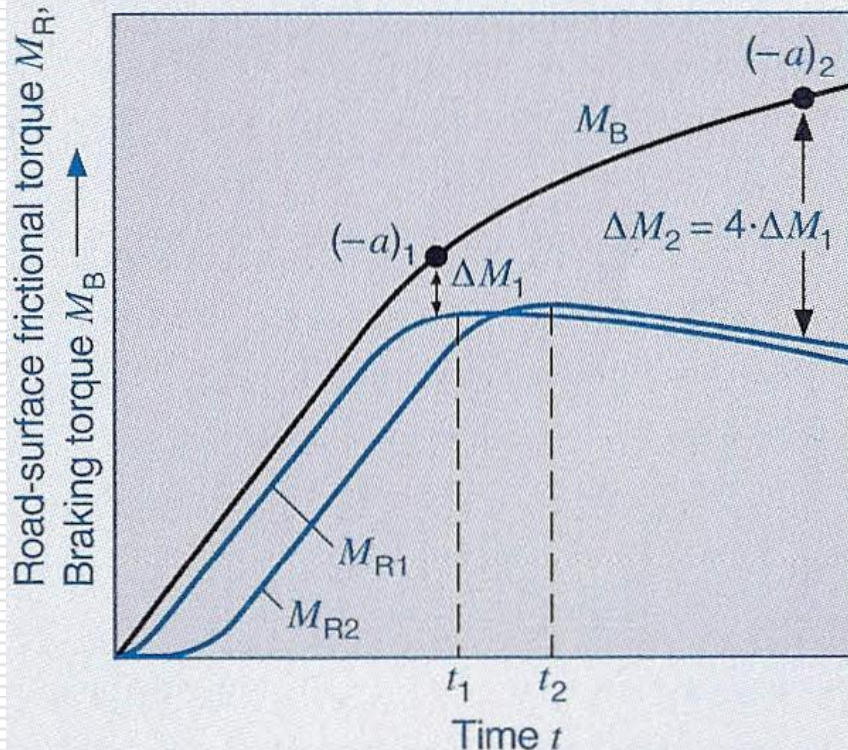




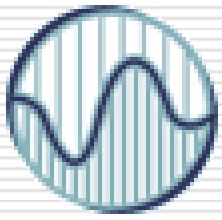
ABS – Управљачка петља

Контролисане величине за погонски точак

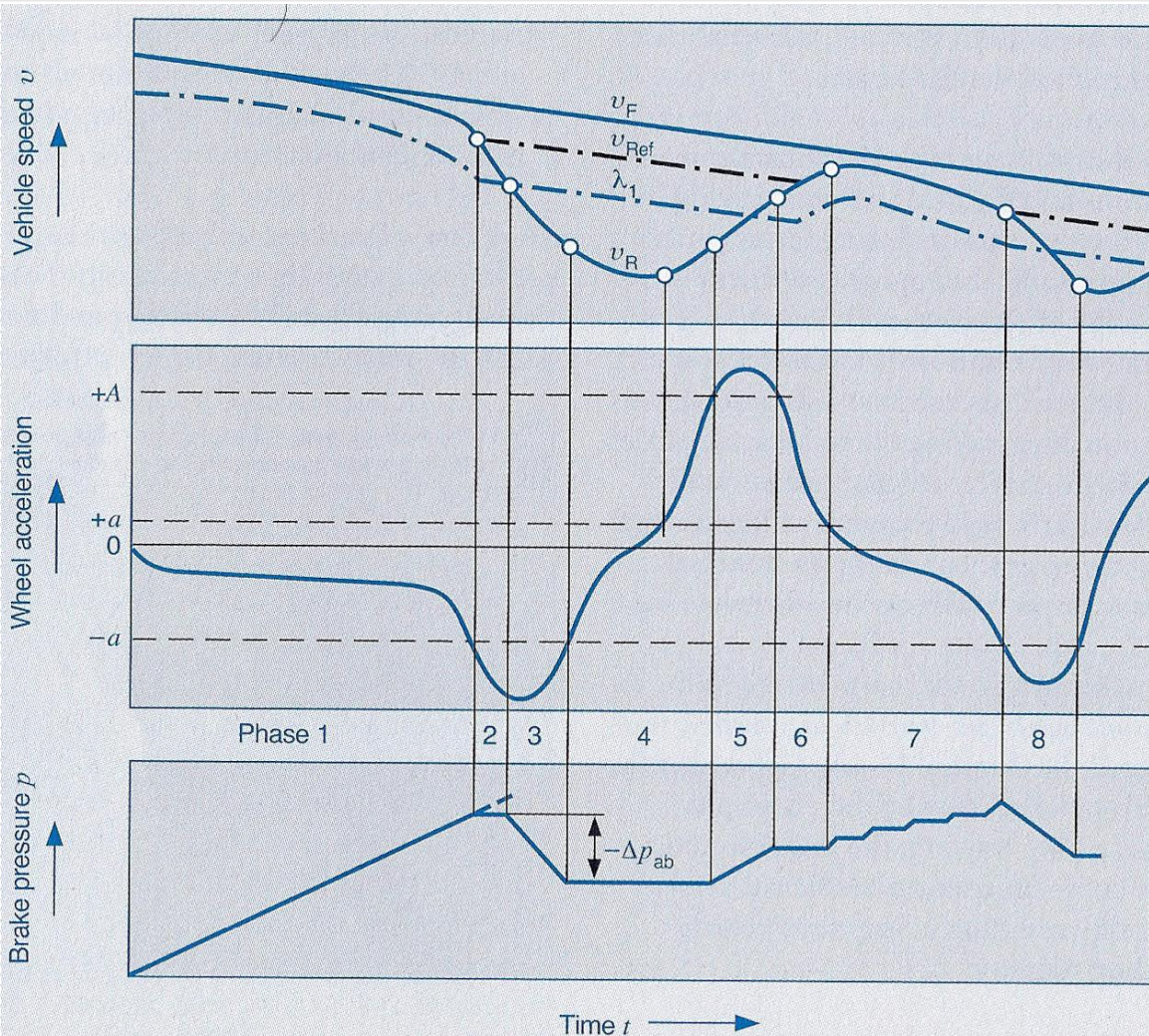
У ситуацији када је мењачки преносник у првом или другом степену преноса и спојница укључена, долази до кочења мотором па се нестабилна зона смањује на исти опсег као и стабилна.



Успорење коченог точка у овој ситуацији није довољно као контролна величина за активирање **ABS-а**.



Управљање циклусом кочења – високи коефицијент пријањања



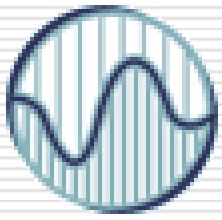
Пораст притиска услед деловања **ABS-a** је 5-10 пута нижи него у иницијалној фази кочења.

Током иницијалне фазе притисак и успорење расту.

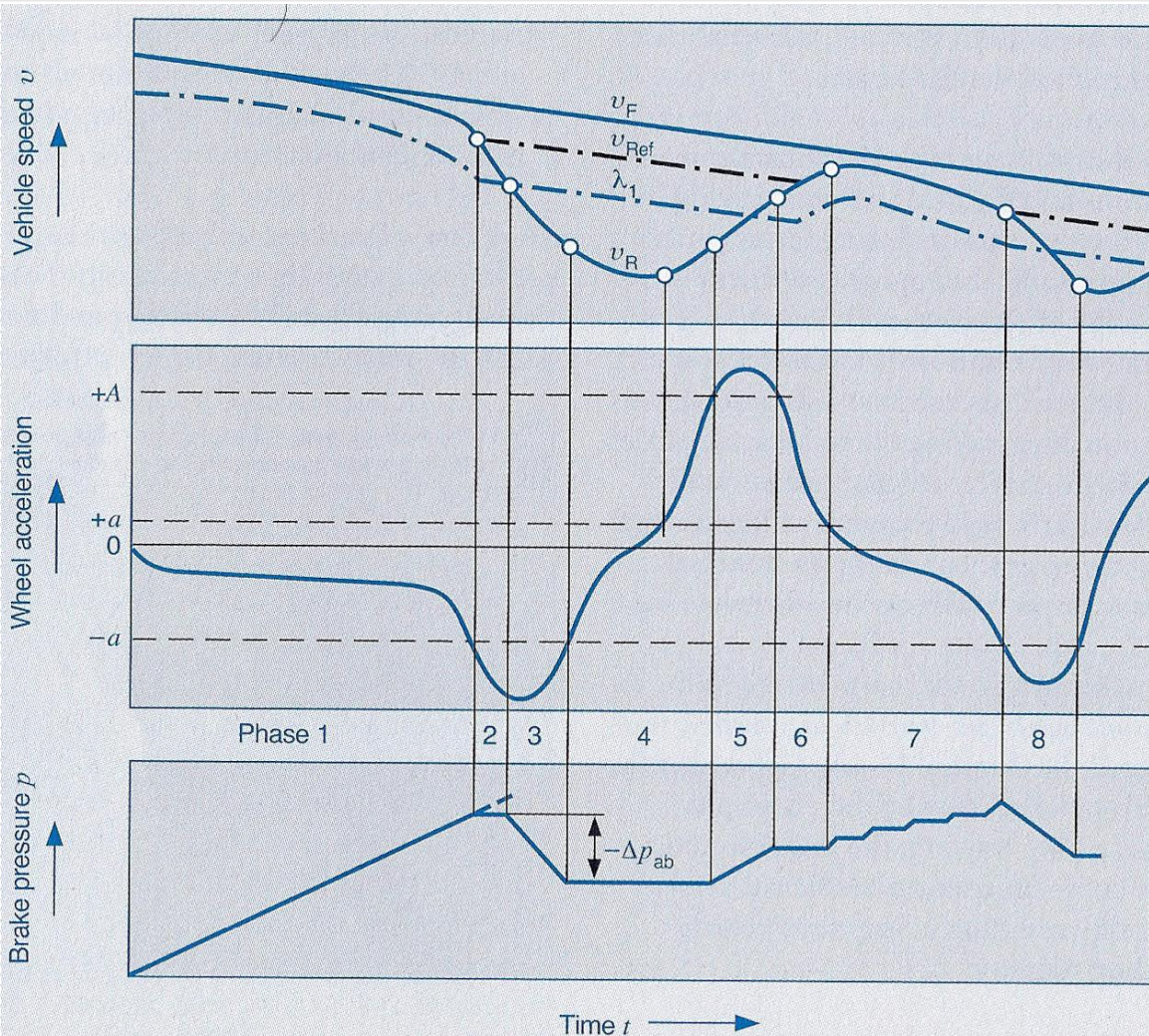
На граници (-а) вентил одржава р-конст.

V_{ref} – линеарно опада. 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



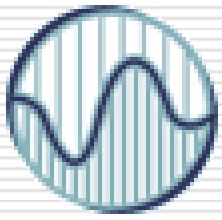
Управљање циклусом кочења – високи коефицијент пријањања



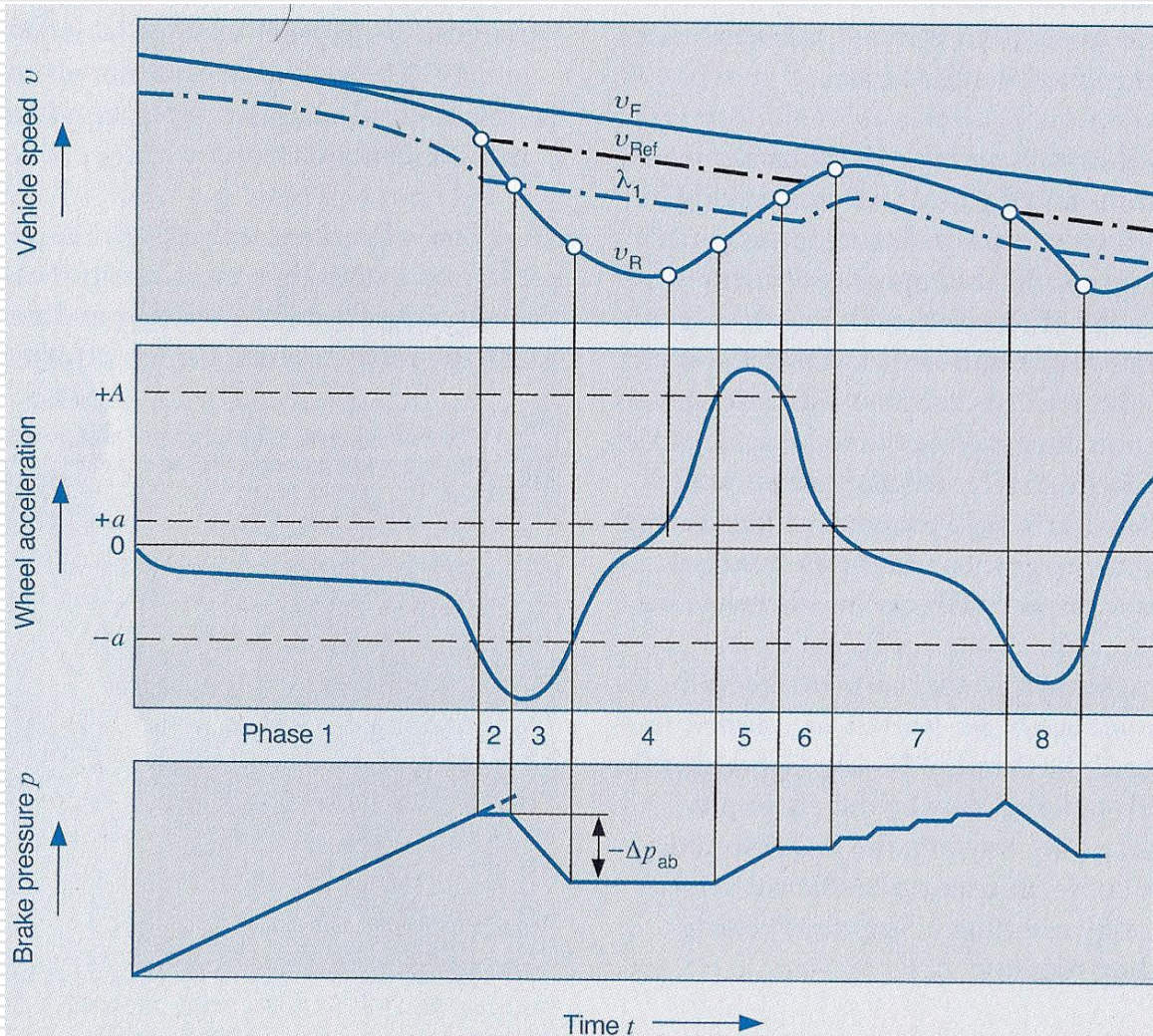
крају треће фазе притисак одржава константним.

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.

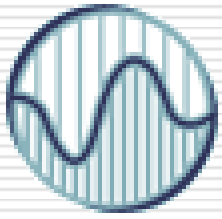


Управљање циклусом кочења – високи коефицијент пријањања

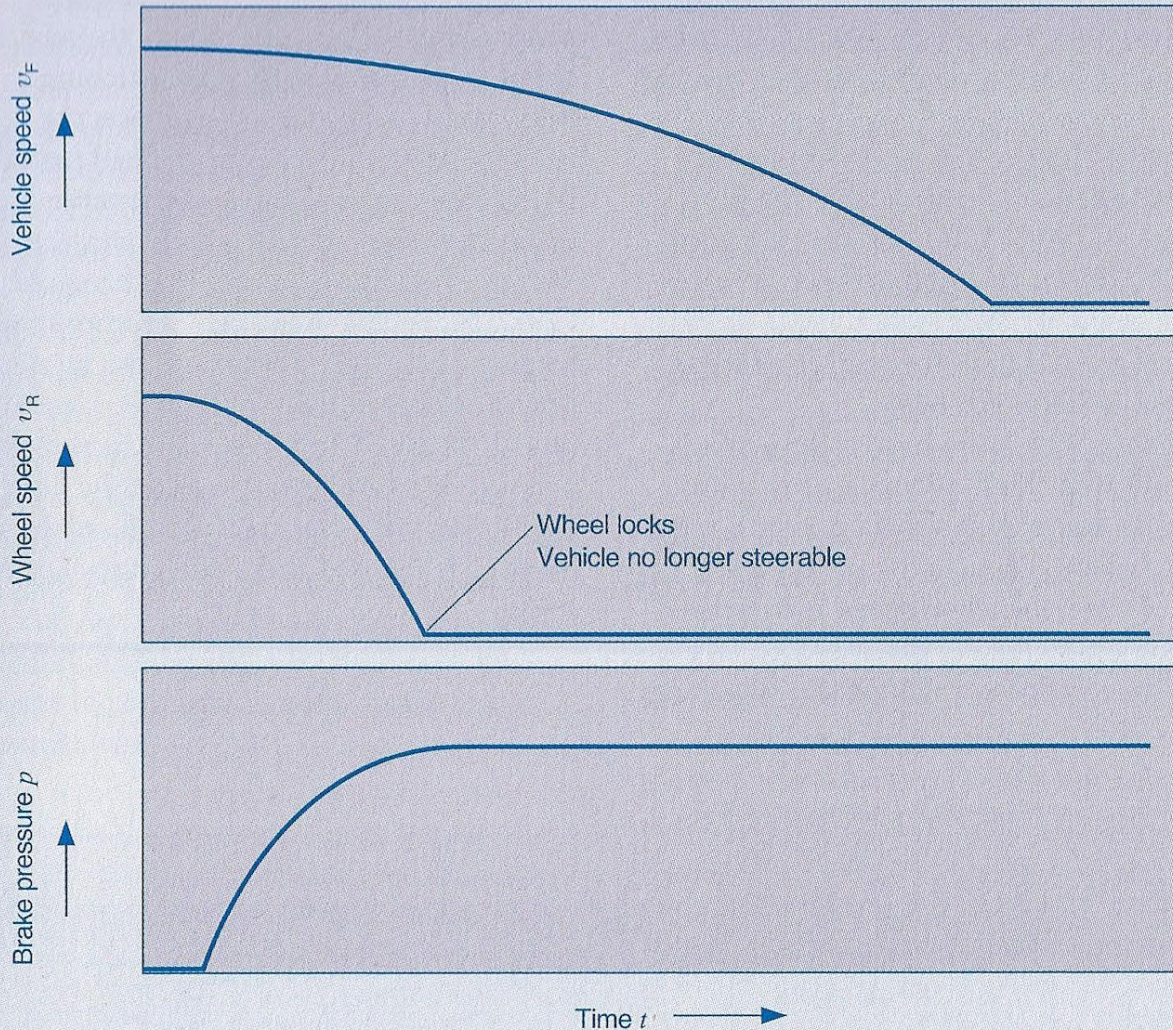


У зони 7 притисак се повећава по фазама (степенасто) док успорење не прође границу (-а).

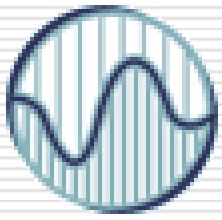
На крају ове зоне притисак се одмах смањује.



Управљање циклусом кочења – високи коефицијент пријањања



Процес кочења
без укљученог
ABS-а.



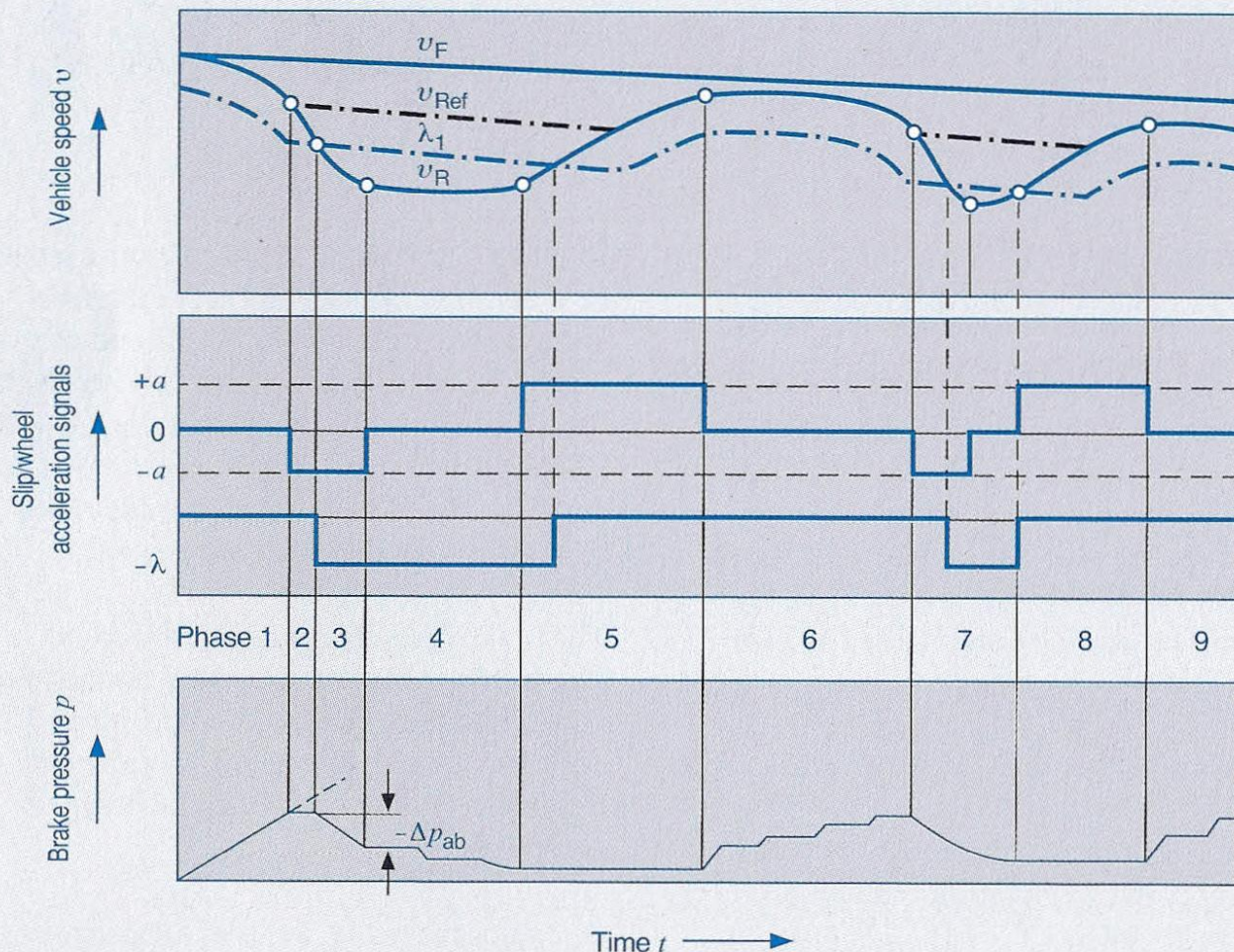
Управљање циклусом кочења – низак коефицијент пријањања

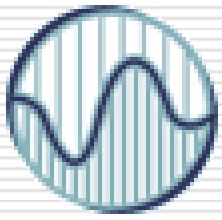
**Врло мали пораст
притиска узрокује
блокирање точка!**

Фазе 1-3 су идентичне
као код кочења у
условима високог
пријањања.

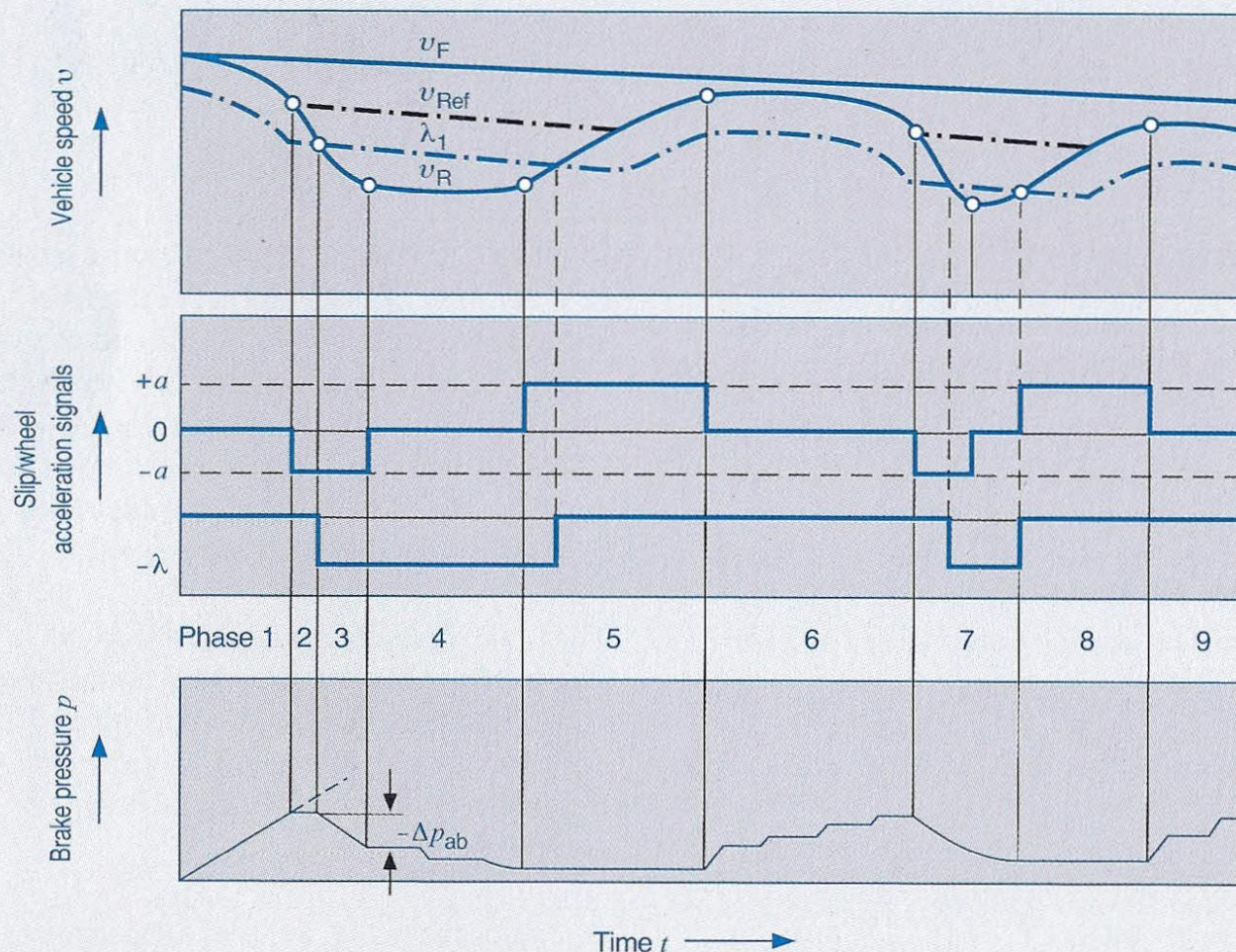
У фази притисак се
доржава константним
врло кратко а затим
смањује јер је брзина
точка пала испод λ_1 .

Поново се врши
поређење са λ_1 и
притисак се поново
смањује





Управљање циклусом кочења – низак коефицијент пријањања

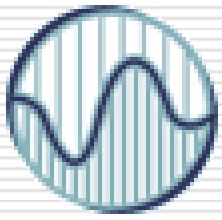


У овој фази точак убрзава и достиже границу ($+a$)

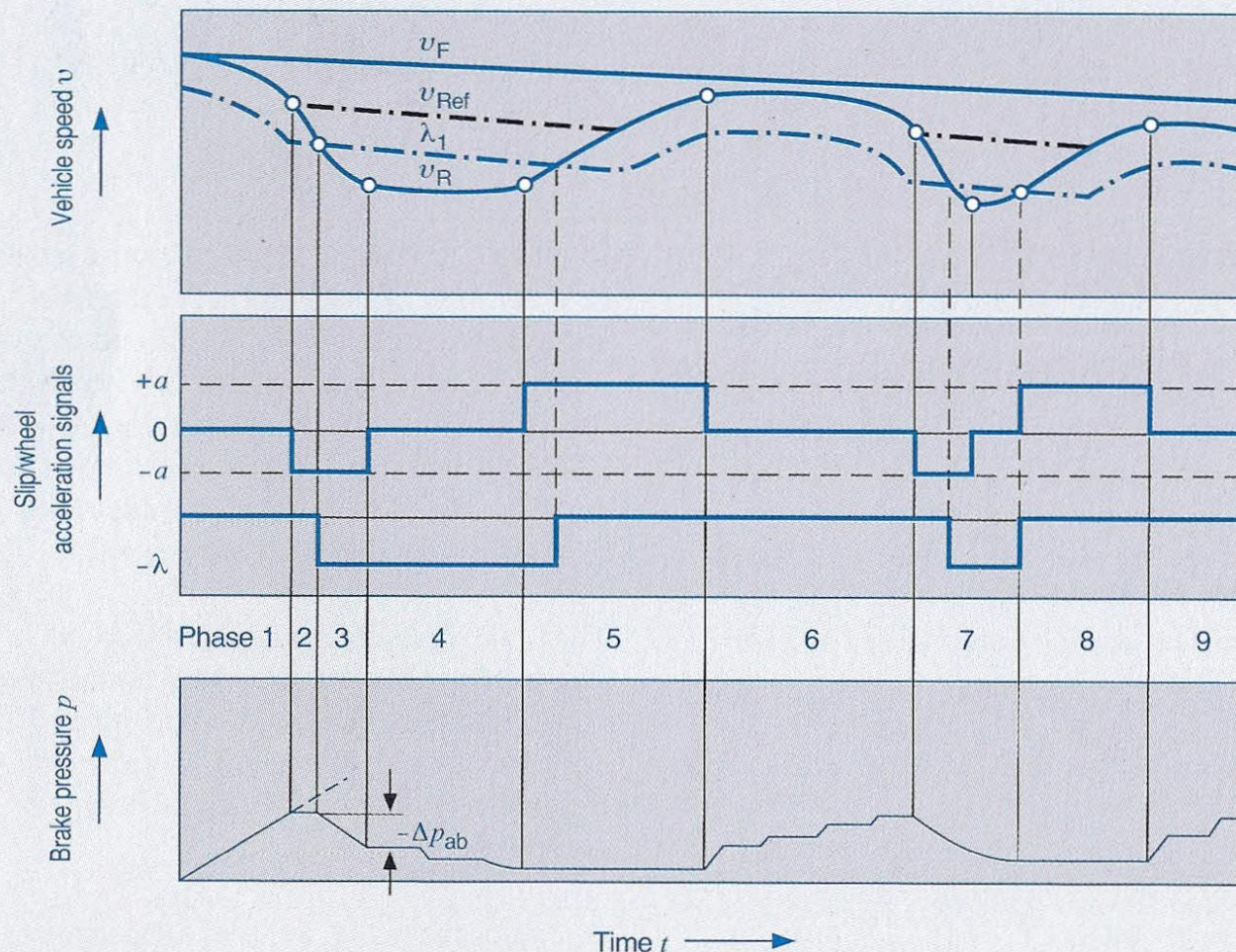
Ово стање се одржава док убрзање не падне испод ($+a$) на крају фазе 5.

У фази 6 притиак секвенцијално расте до достизања ($-a$), Након овога процес се понавља.

Неопходна је прецизнија регулација притиска у више корака.

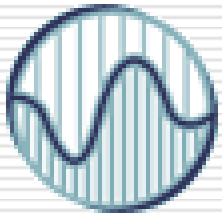


Управљање циклусом кочења – низак коефицијент пријањања

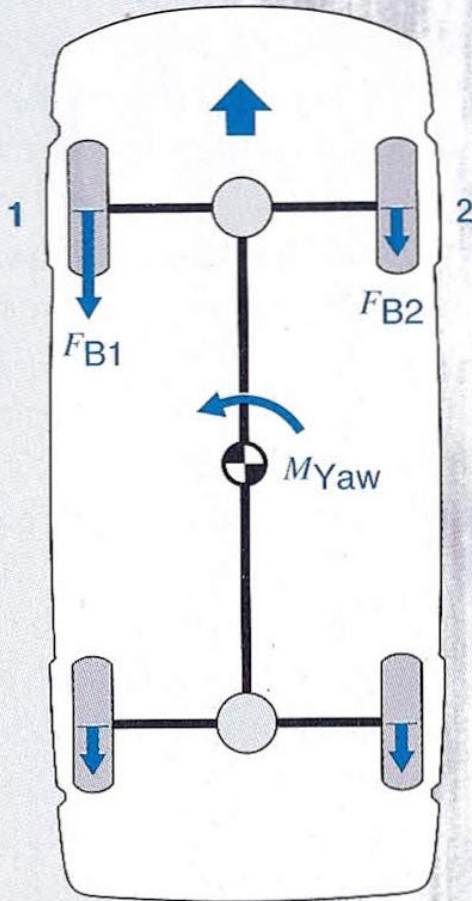


Точак се дуже задржава у зони нестабилног клизања.

Потребна је континуално поређење са λ_1 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.

Долази до појаве момента око вертикалне осе возила (M_{yaw})

Мора доћи до корекције точком управљача да би се одржала стабилност.

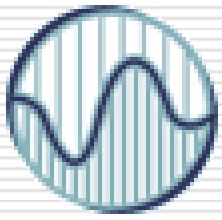
Теже је са позитивним офестом у односу на негативни који има стабилизујући ефекат.

Тежа возила са великим пречником точка су мање осетљива на ову појаву.

Ублажава се одлагањем пораста притиска на страни са већим пријањањем.

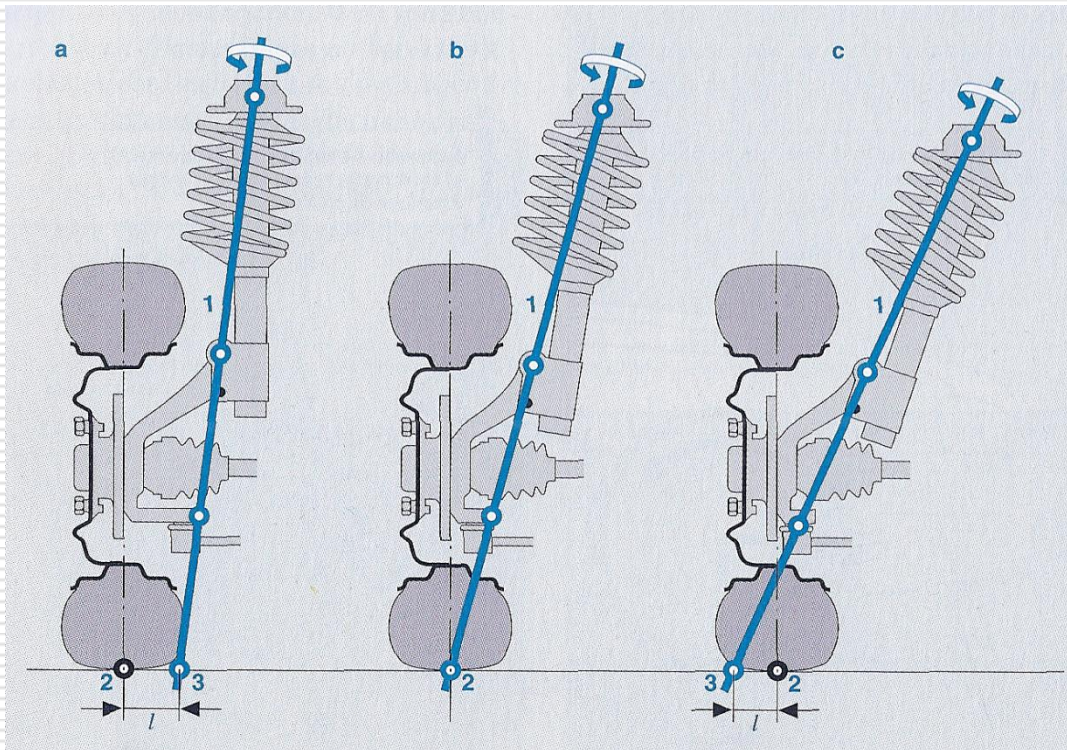
$$\mu_{HF1} = 0.8$$

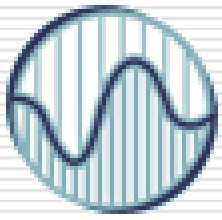
$$\mu_{HF2} = 0.1$$



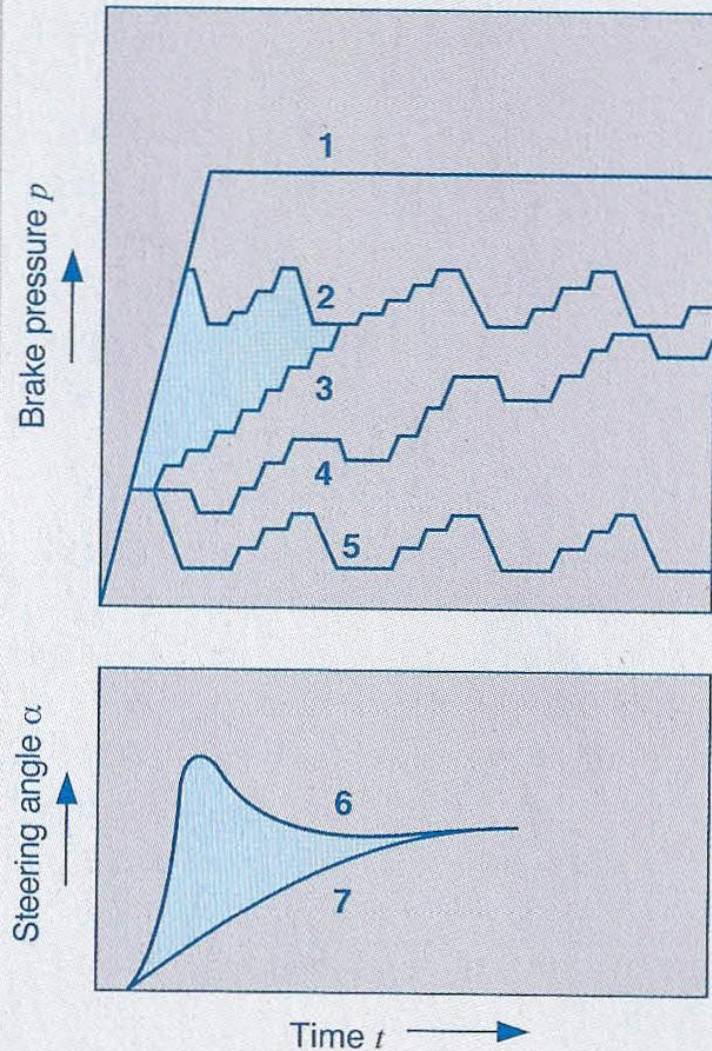
Управљање циклусом кочења – у случају појаве момента заношења

- a) Позитивни офсет
- b) Неутрални офсет
- c) Негативни офсет

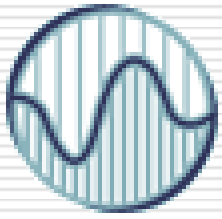




Управљање циклусом кочења – у случају појаве момента заношења

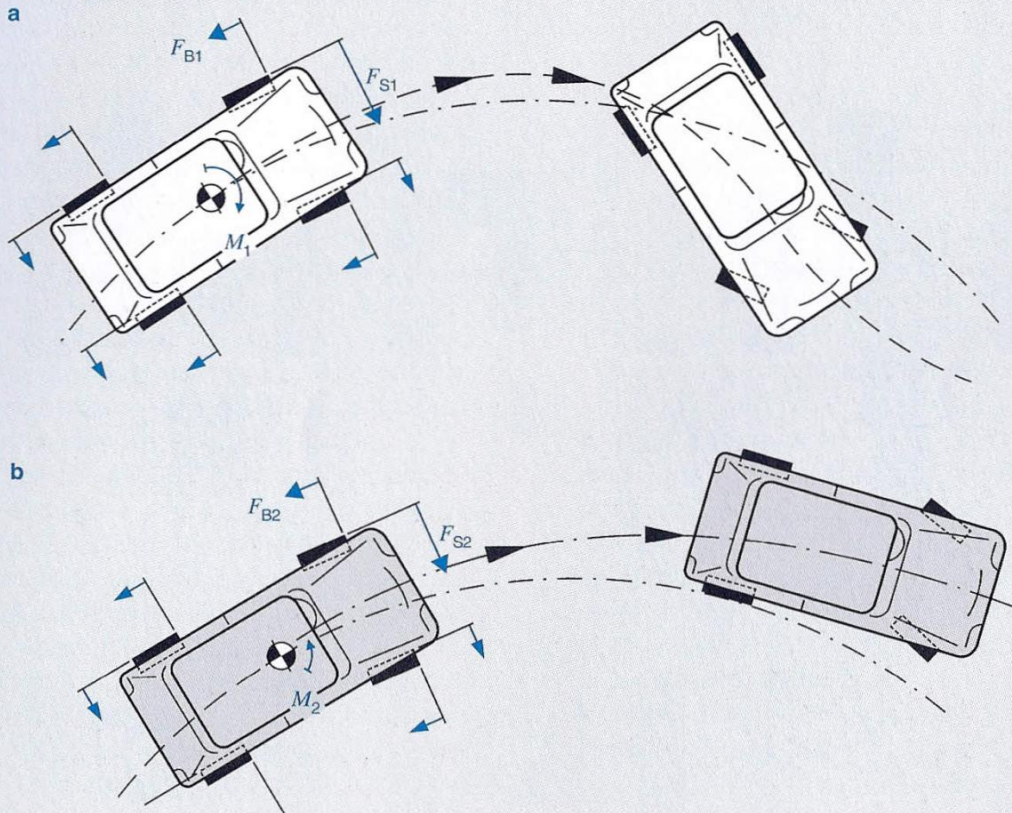


1. Притисак у мастер цилиндру
2. Притисак на страни високог пријањања без GMA система
3. Притисак на страни високог пријањања са GMA 1 система
4. Притисак на страни високог пријањања са GMA 1 система
5. Притисак на страни ниског пријањања
6. Угао закретања точка управљача без GMA система
7. Угао закретања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



Управљање циклусом кочења – у случају појаве момента заношења

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

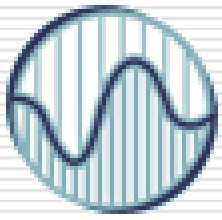


GMA систем мора да узме у обзир и бочна убрзања и да се у критичим ситуацијама искључи.

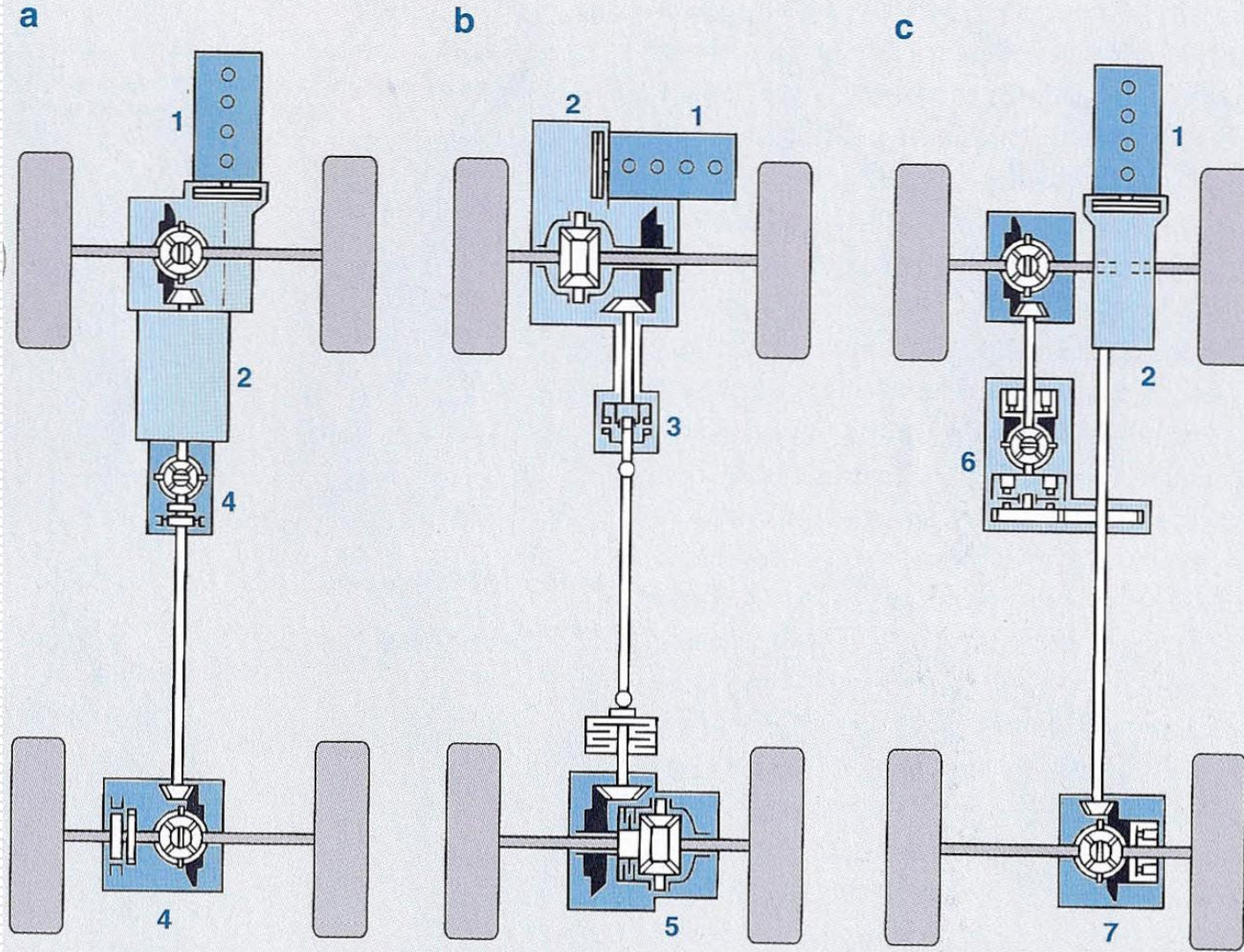
Смањење закретног момента мора да укључи компромис иземињу управљања и дужине зауставног пута.

РЕШЕЊЕ?

ESP

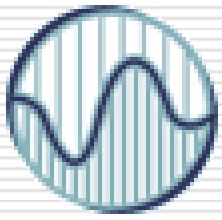


Управљање циклусом кочења – возила са 4x4 погоном



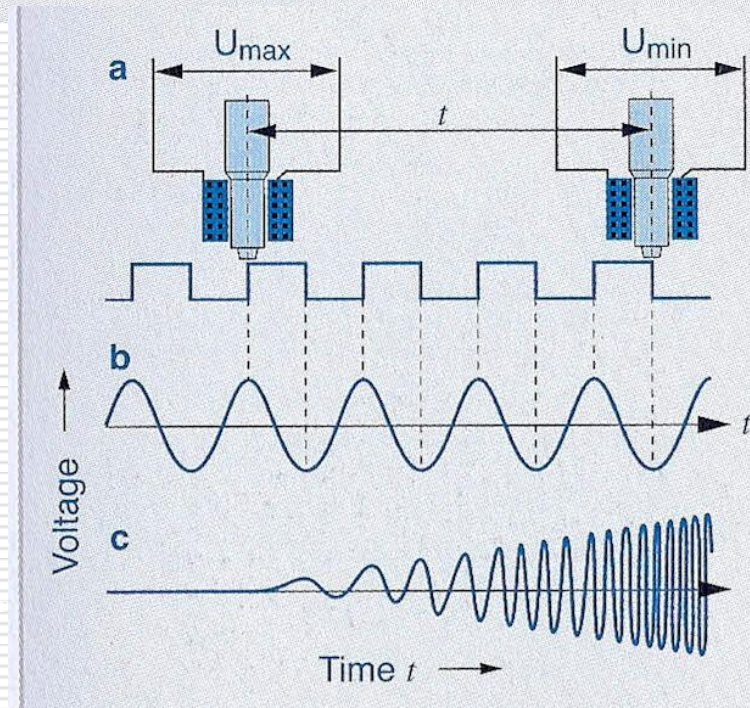
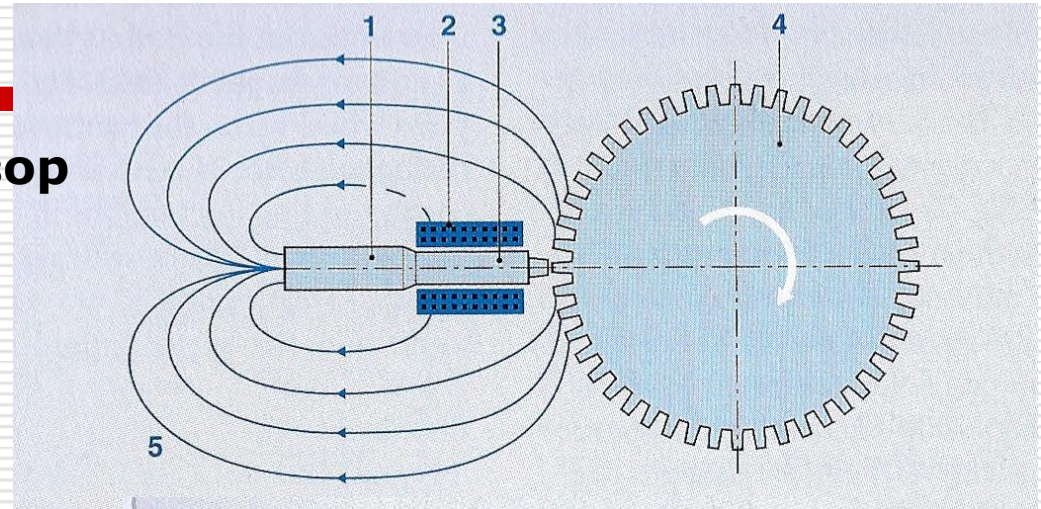
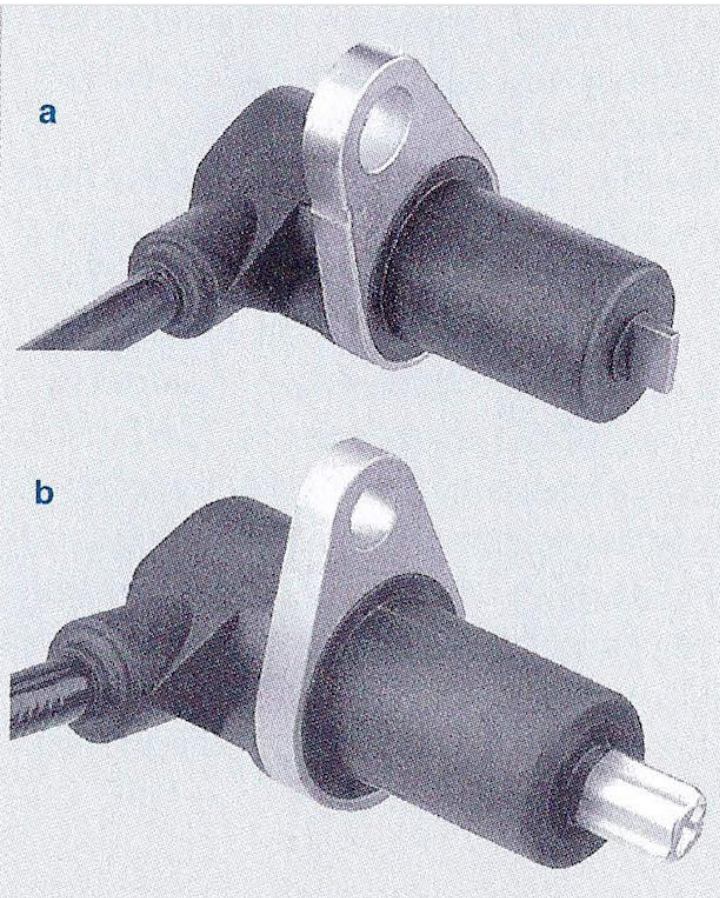
У зависности од тога у каквом је “моду” рада трансмисија, мора постојати одговарајући одговор **ABS** система.

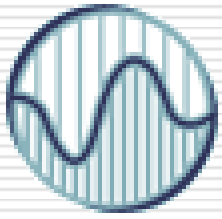
Пример: блокиран диференцијал у погонском мосту (једнак број обртаја левог и десног точка) а различити услови пријањања на левој и десној страни.



Сензори броја обртаја

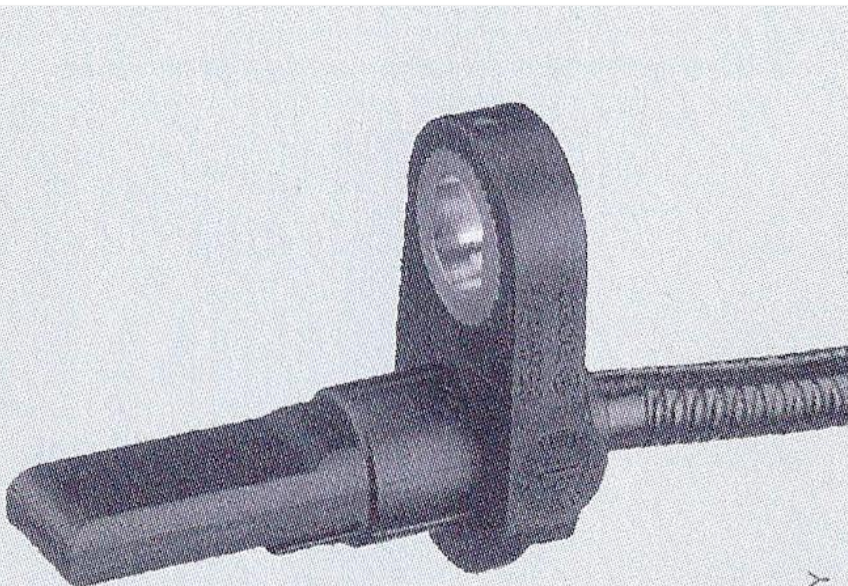
Пасивни/ индуктивни сензор



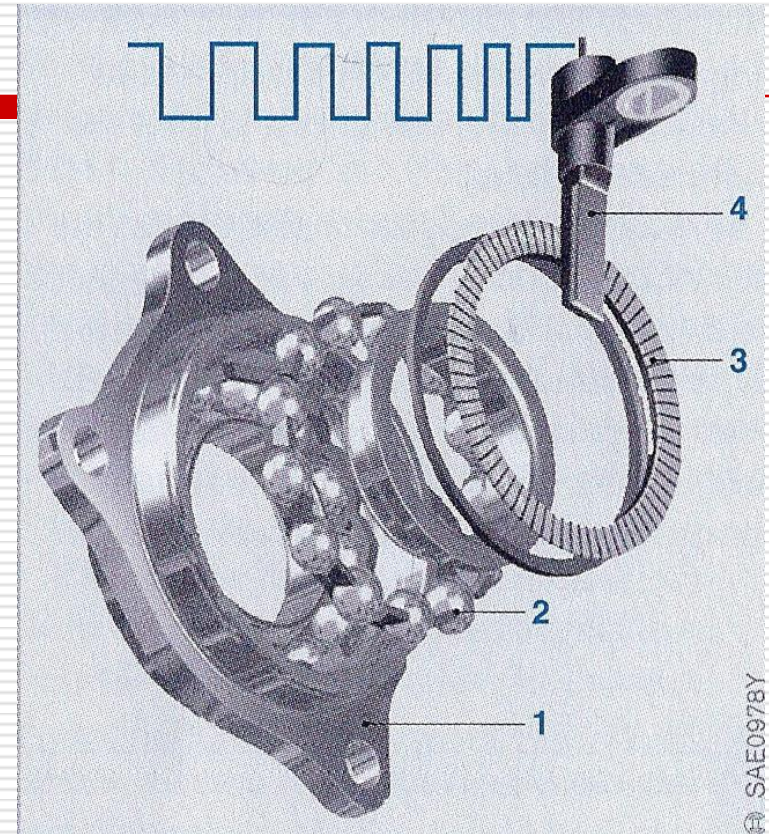


Сензори броја обртаја

Активни/Холов сензор

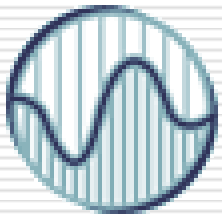


SAE0977Y



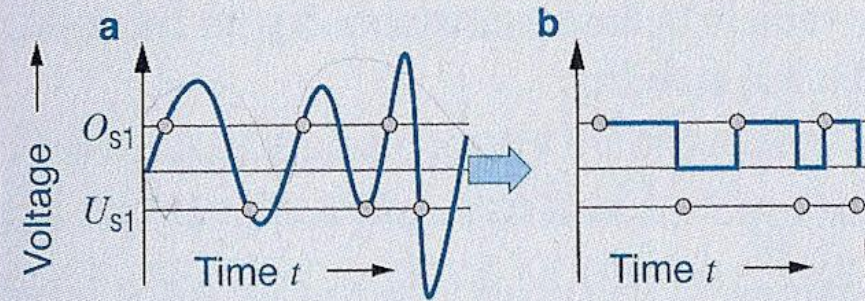
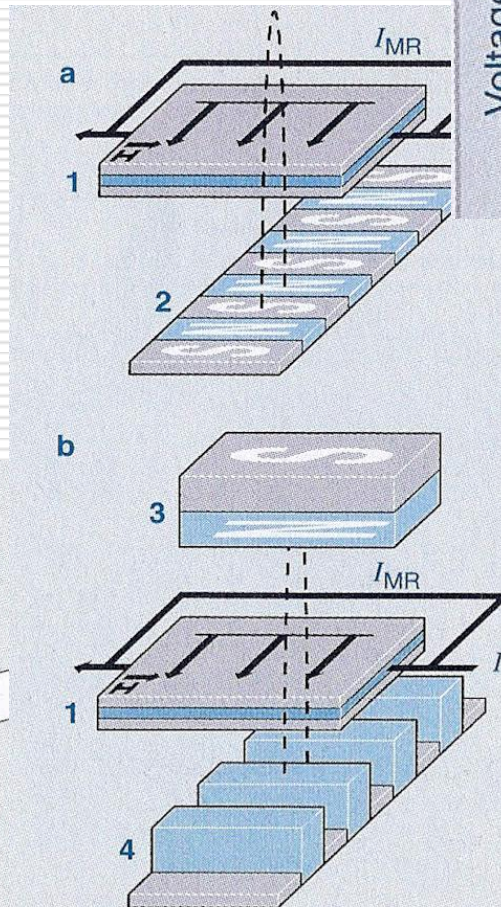
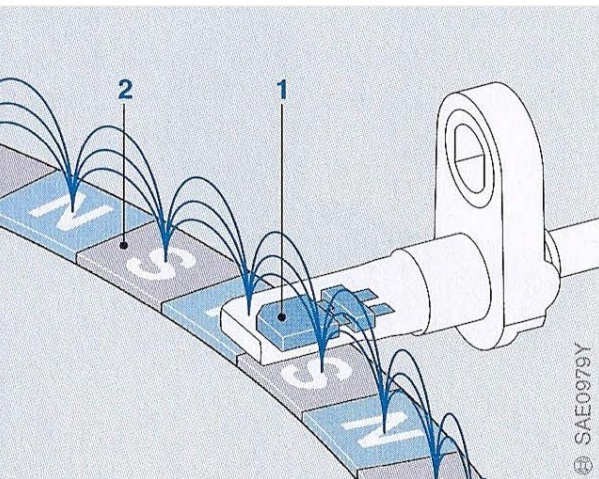
SAE0978Y

- ☐ Већа осетљивост
- ☐ Реагују на мале промене магнетног поља
- ☐ Дозвољавају већа растојања у односу на пасивне сензоре

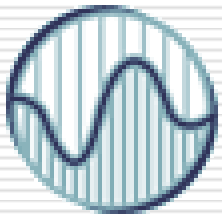


Сензори броја обртаја

Активни/Холов сензор

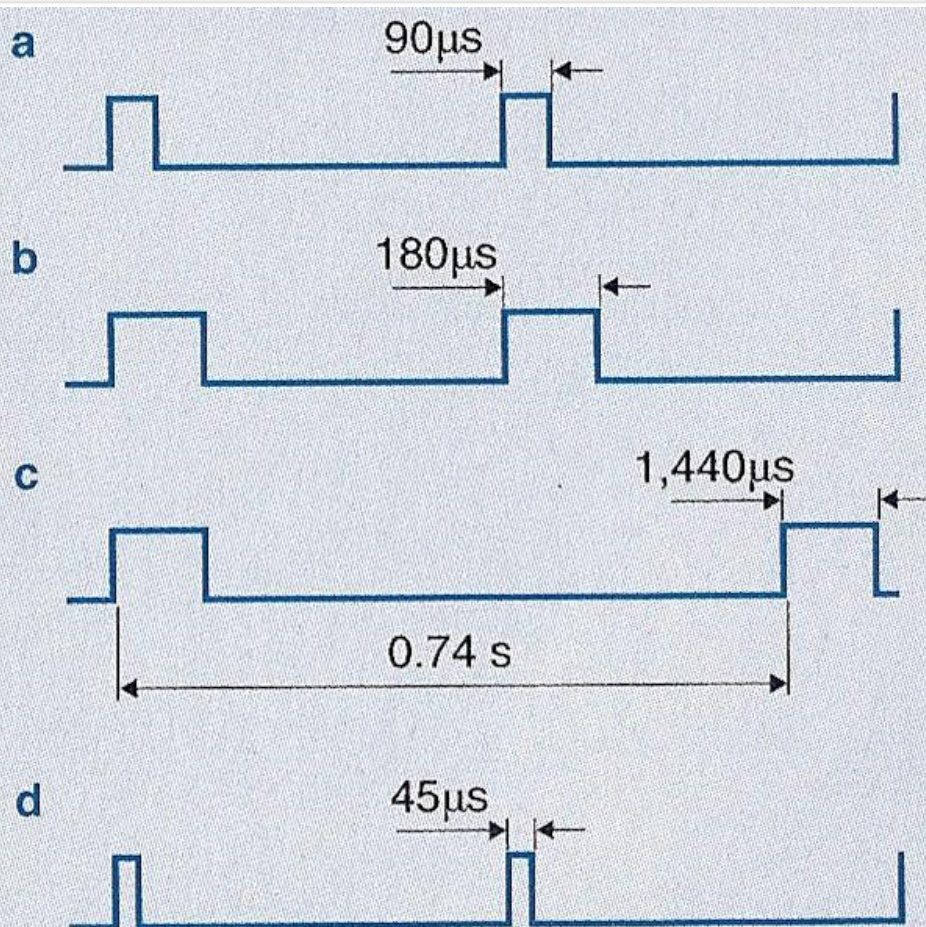


- ☐ Већа осетљивост
- ☐ Реагују на мале промене магнетног поља
- ☐ Дозвољавају већа растојања у односу на пасивне сензоре

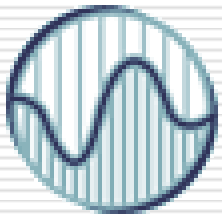


Сензори броја обртаја

Активни/Холов сензор

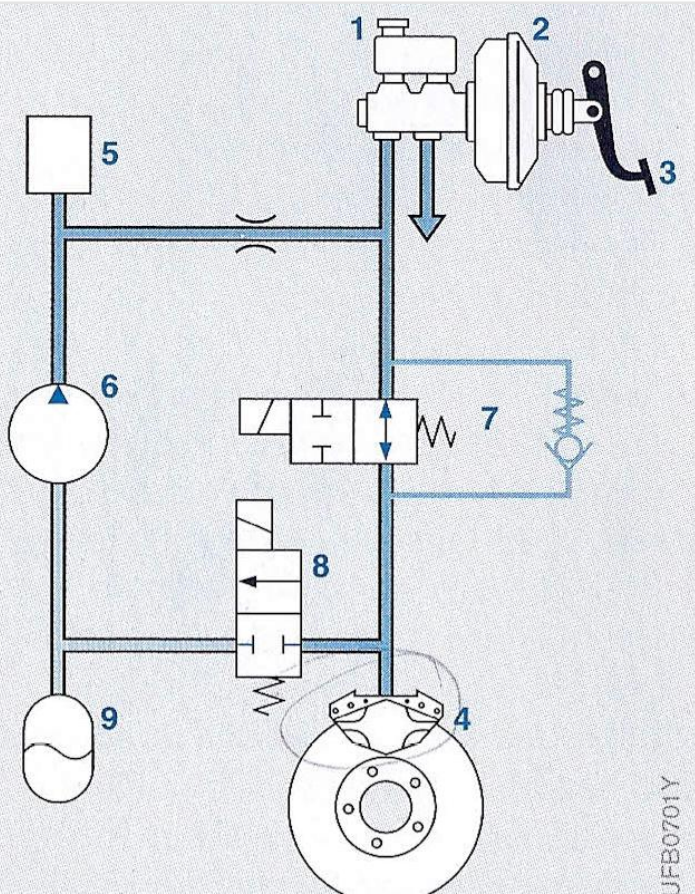


- ☐ Омогућава препознавање смера обртања
- ☐ Информација о квалитету сигнала – сервис
- ☐ Брзине од $0,1\text{ km/h}$
- ☐ Информација да возило стоји



Хидраулички модулатор

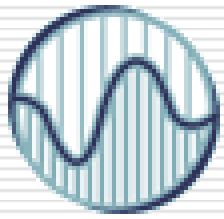
Хидраулички модулатор представља конекцију између мастер цилиндра и цилиндара у точковима и самим тим централну компоненту електронски управљаног кочног система



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

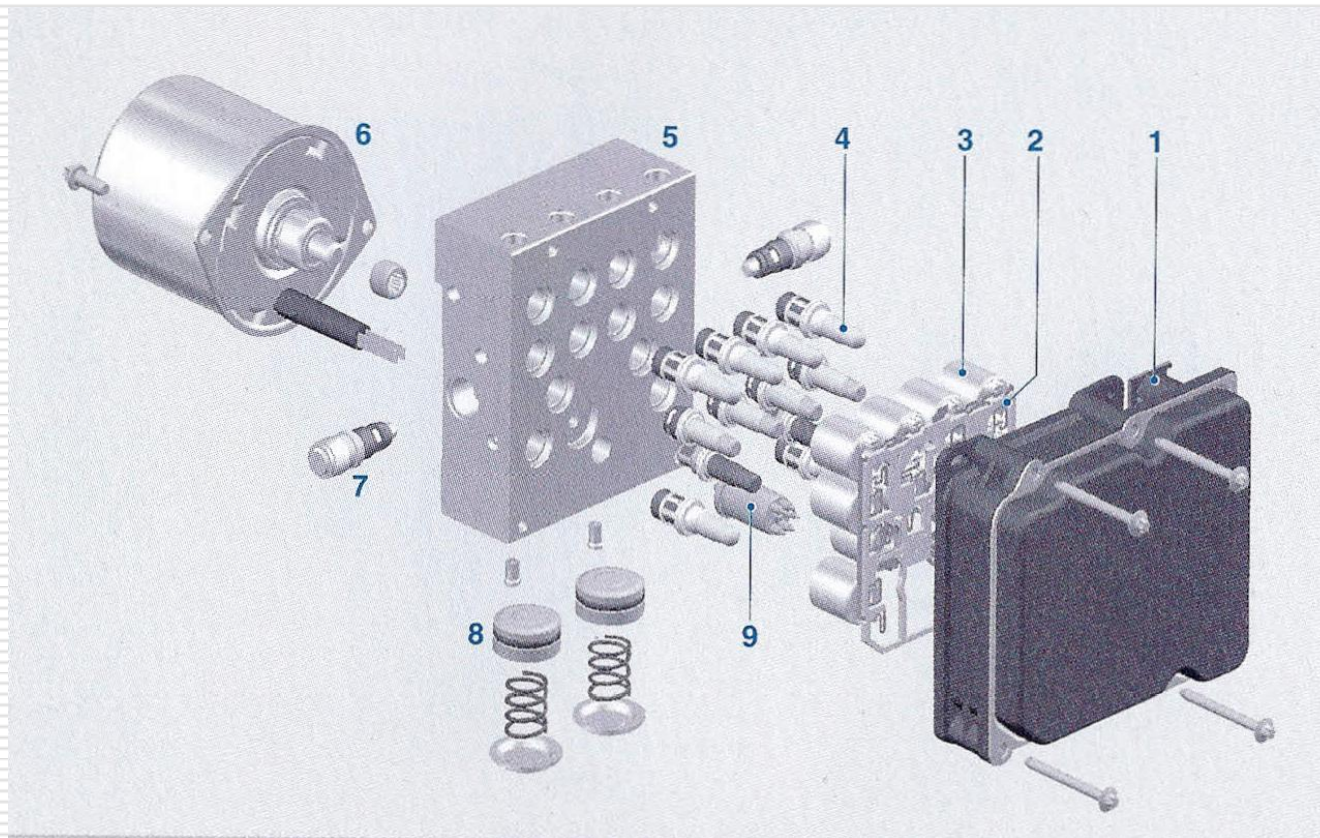
Хидраулички модулатор

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

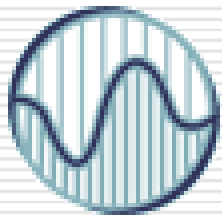


Хидраулички модулатор

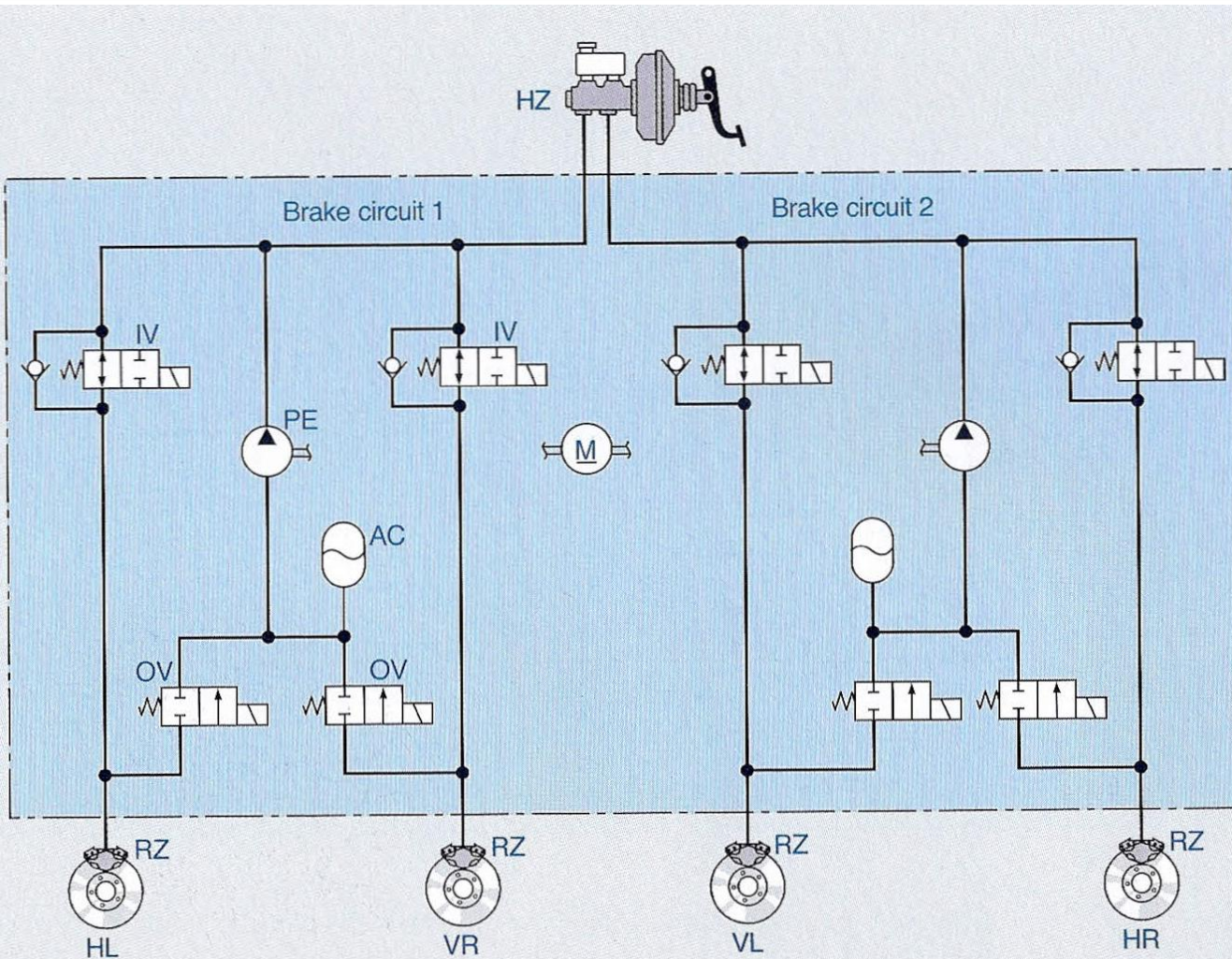
Конвертује команду електронске управљачке јединице применом електро-хидрауличких вентила у циљу регулације притиска



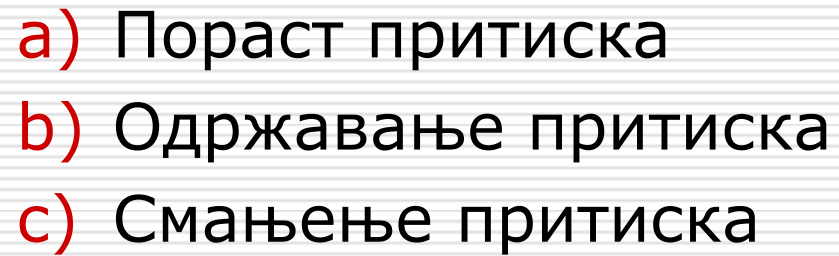
1. ECU
2. Матична плоча
3. Група соленоида
4. Ел-хидр. Вентили
5. Хидраулички блок
6. DC мотор
7. Клипна пумпа
8. Резервари ниског притиска
9. Сензор притиска



Хидраулички модулатор



- 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



Како функционише у случају отказа?