

Висока школа електротехнике и рачунарства  
струковних студија

## **СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА**

---



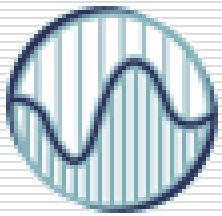
# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

Критична ситуација у возњи 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 ТОЧКОВА

---

Систем за контролу проклизавања (**Traction Control System – TCS**) треба да обезбеди стабилност у критичним ситуацијама које су последица проклизавања точкова

Задаци TCS-а:

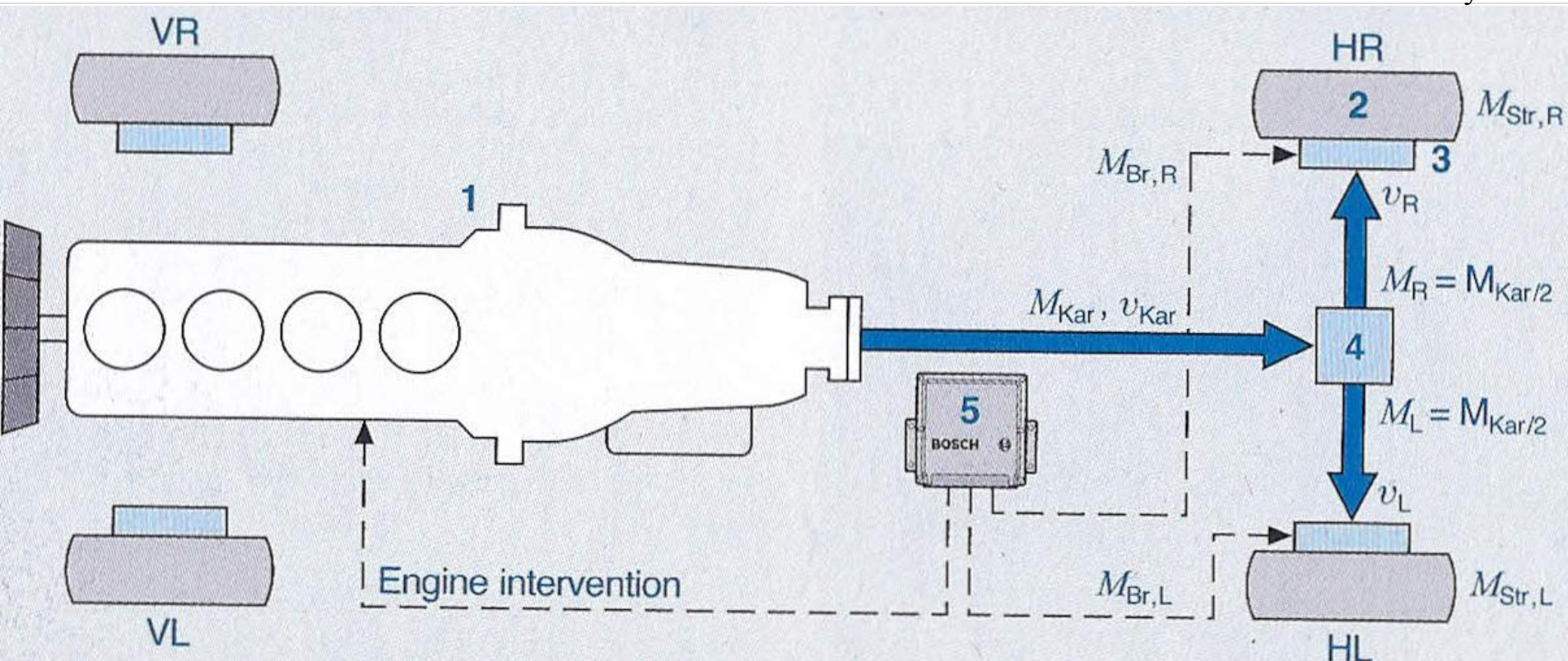
- ☐ Контрола проклизавања точкова смањењем погонског момента на точку.
- ☐ Побољшање вучних перформанси обезбеђивањем оптималног пријањања за обимну силу на погонском точку која је одређена положајем регулационог органа.
- ☐ Обезбеђивање стабилности и управљивости при погону возила у свим условима кретања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

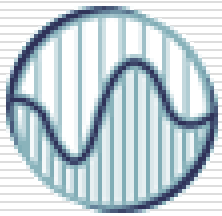


# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

Класична композициона шема  
возла са системом против  
проклизавања

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





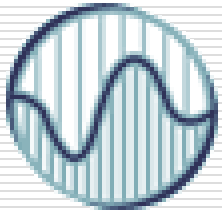
# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

TCS има задатак да регулише проклизавање погонског точка тако да оно буде у зони максималних вучних сила.

Фактори који описују тренутну ситуацију у возњи:

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



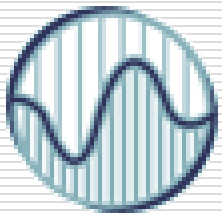
# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## 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, погонски момент на точку може се изразити на следећи начин:

$$M_{Ges} = M_{Kar}/2 + M_{Br} + M_{Sr}$$



# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## Принцип рада TCS

Код бензинског мотора погонски момент ( $M_{Kar}$ ) регулише се на следеће начине:

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



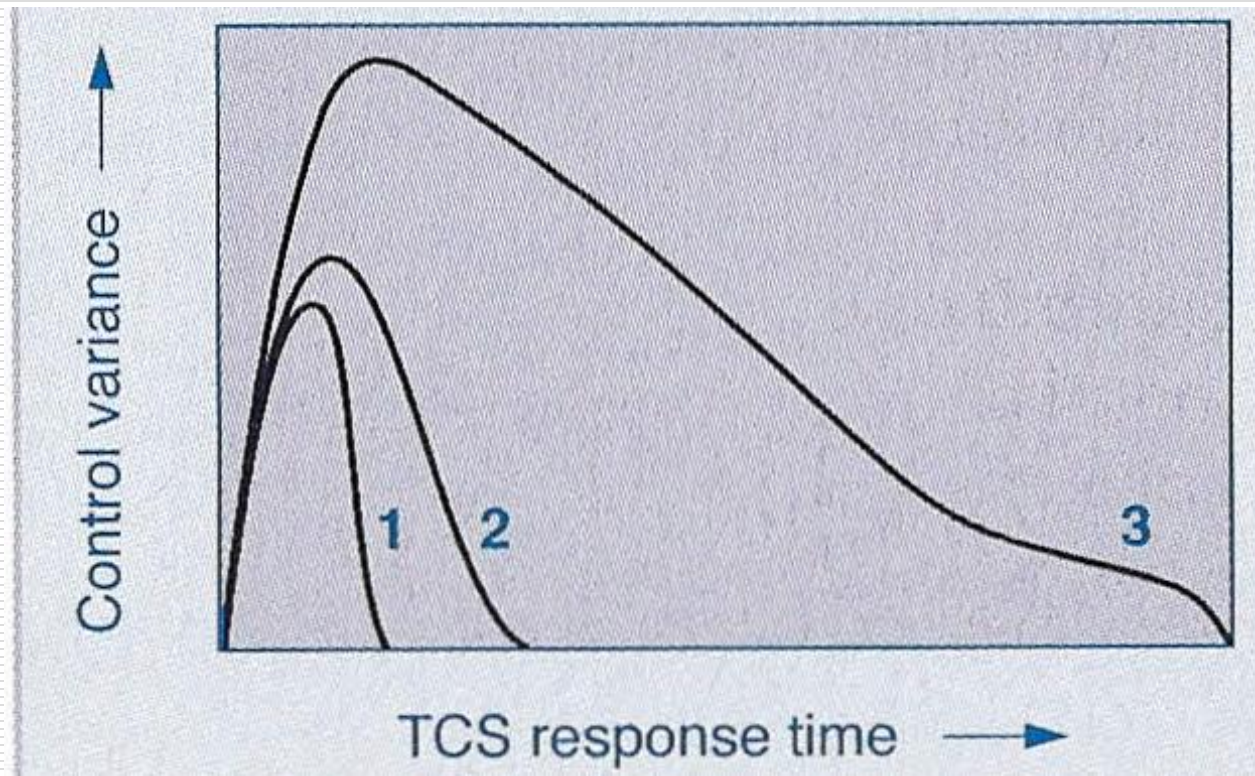


# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

## Принцип рада TCS

Код бензинског мотора погонски момент ( $M_{Kar}$ ) регулише се на следеће начине:

1. Главни лептир/кочење
2. Главни лептир/угао претпаљења
3. Главни лептир







# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## Принцип рада TCS

Код дизел мотора погонски момент се регулише електронским управљањем процеса убризгавања горива.



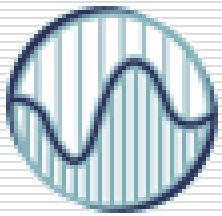
# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## Принцип рада TCS

Момент кочења може се регулисати за сваки точак помоћу система против блокирања точкова (ABS).

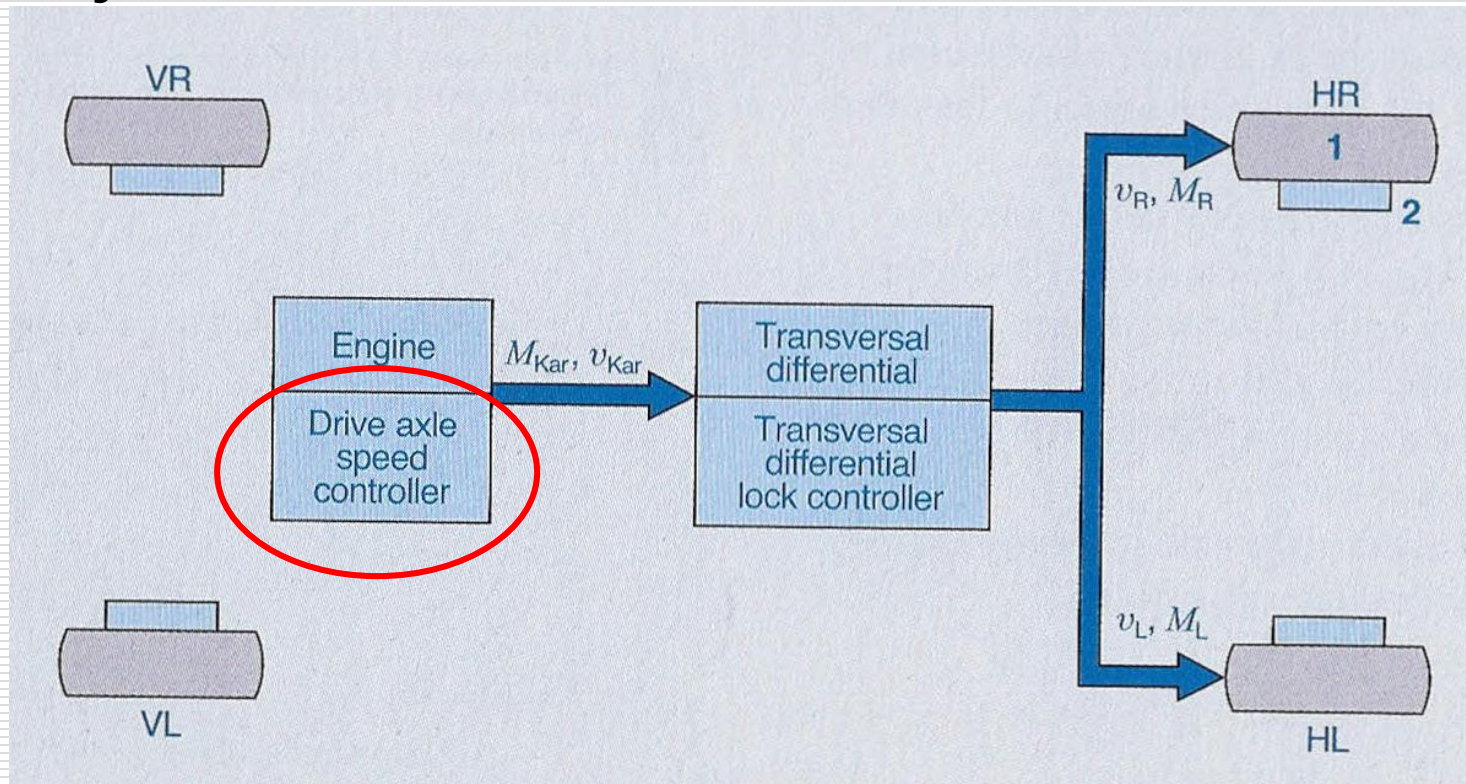
- ☐ неопходно је обезбедити момент кочења при погону возила (не при кочењу),
- ☐ код неких система ово захтева значајније конструкцијске измене (нпр. Због обезбеђивања притиска у систему без учешћа возача).

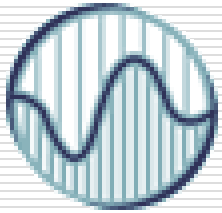


# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

## Структура TCS-а

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.





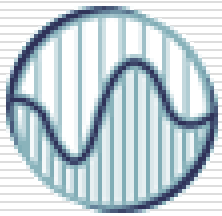
# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## Структура TCS-а

**Контролер угаоне брзине погона моста (drive axle speed controller)**

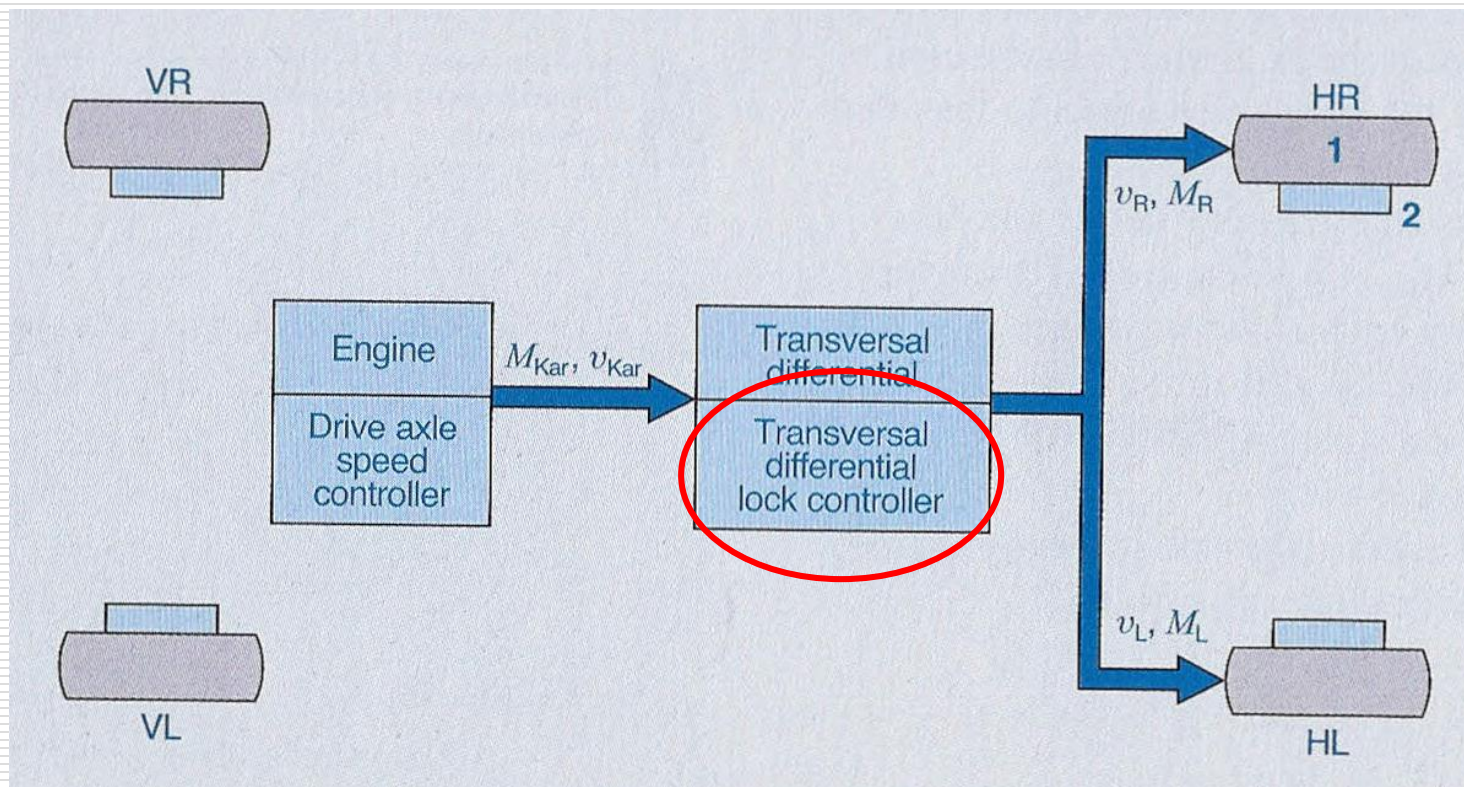
- ☐ Угаоном брзином погона моста може се управљати променом режима рада мотора или
- ☐ Истовременим активирањем обе кочнице



# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

## Структура TCS-а

### Контролер блокаде диференцијала (transversal differential lock controller)







# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## Структура TCS-а

### 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  $v_{Dif}$  (контролер брзине диференцијала – differential speed controller), мада се истим може обезбедити ефекат расподеле погонских момената који одговара блокади диференцијала, тако да се контролер назива и контролер блокаде диференцијала.





# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

**Карактеристичне ситуације у којима се  
активира TCS**

- ☐ Подељено пријањање ( $\mu$  - split)
- ☐ Ниско пријањање



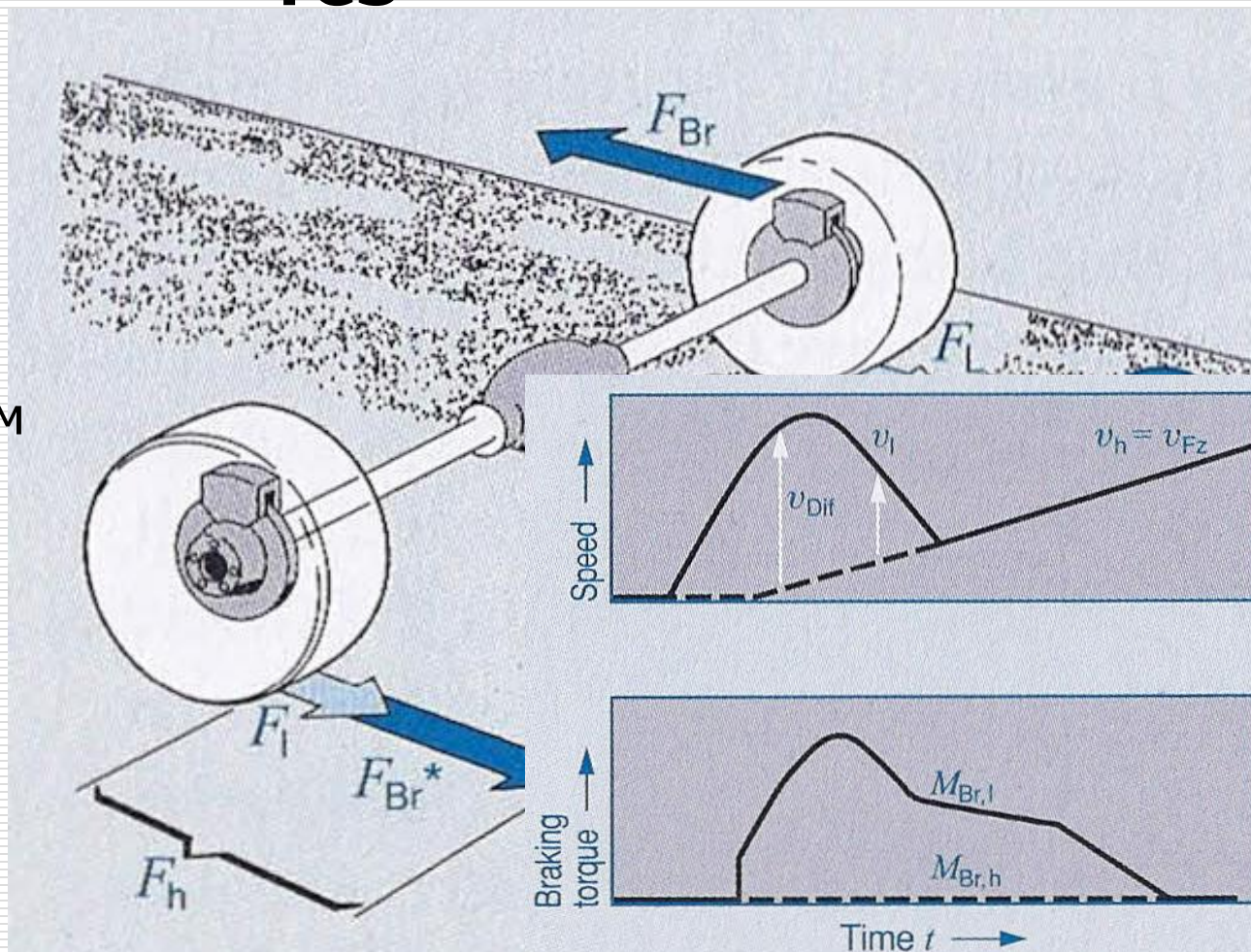
# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

Карактеристичне ситуације у којима се активира  
TCS

Подељено  
пријањање

( $\mu$  - split):

ситуација поласка с места код које је један точак на ниском пријањању (клизава површина, коефицијент пријањања  $\mu_l$ ), а други на високом (сува подлога, коефицијент пријањања  $\mu_h$ )





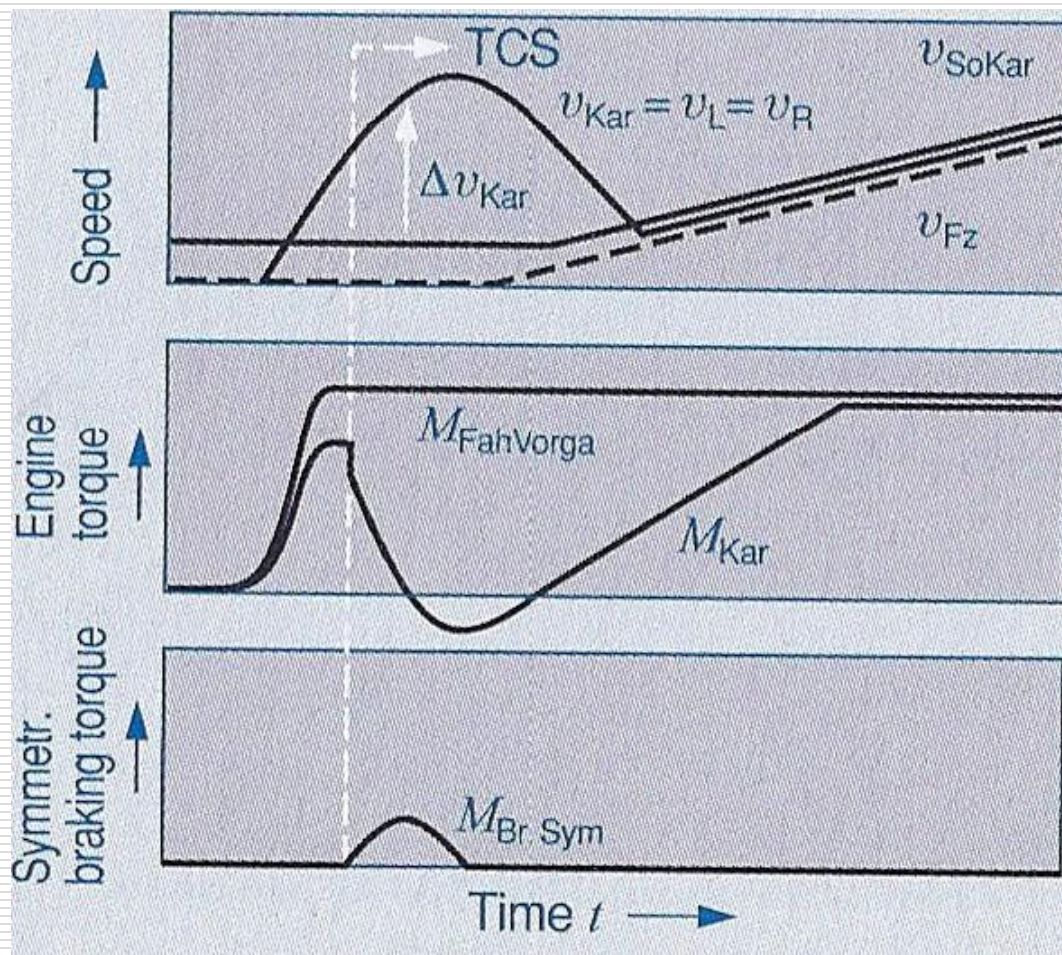


# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

Карактеристичне ситуације у којима се активира  
TCS

## Ниско пријањање

ситуација када су оба  
точка на клизавом  
путу-лед.

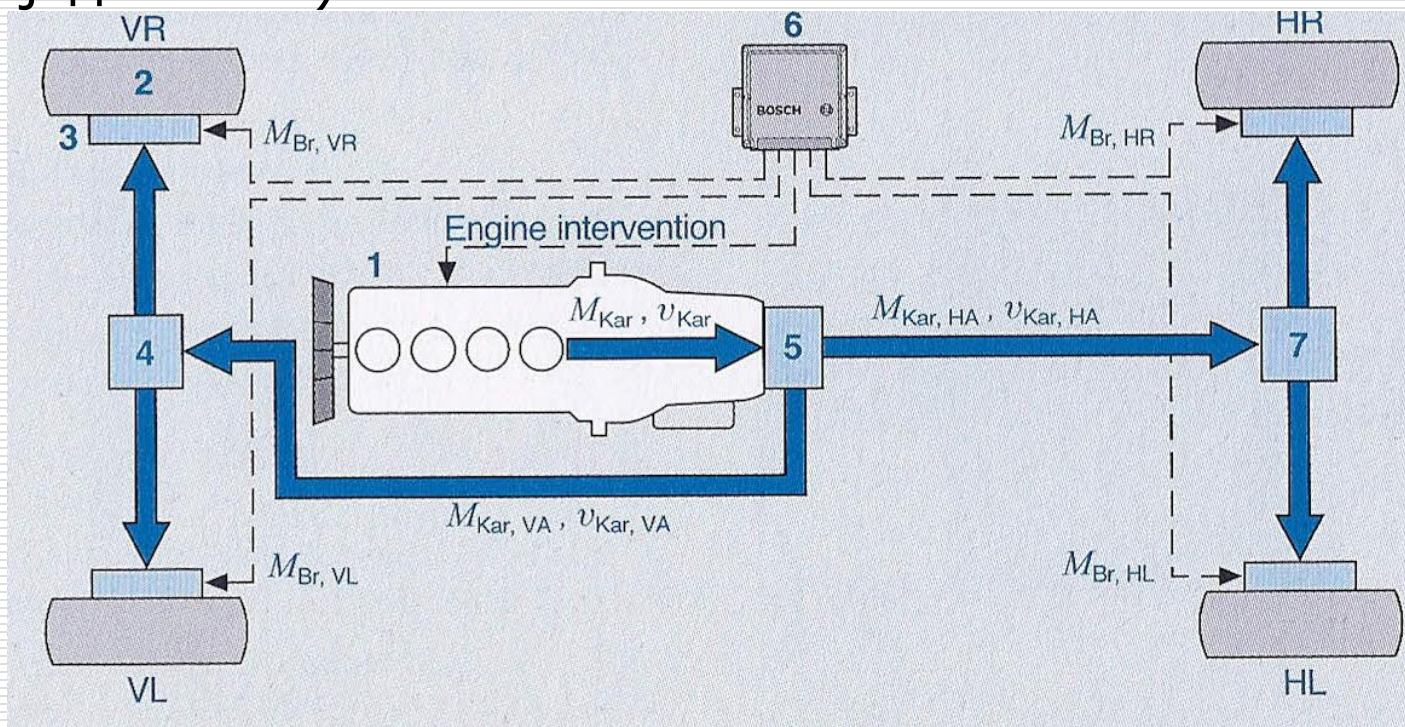




# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

## TCS код возила са погоном на све тачкове

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).



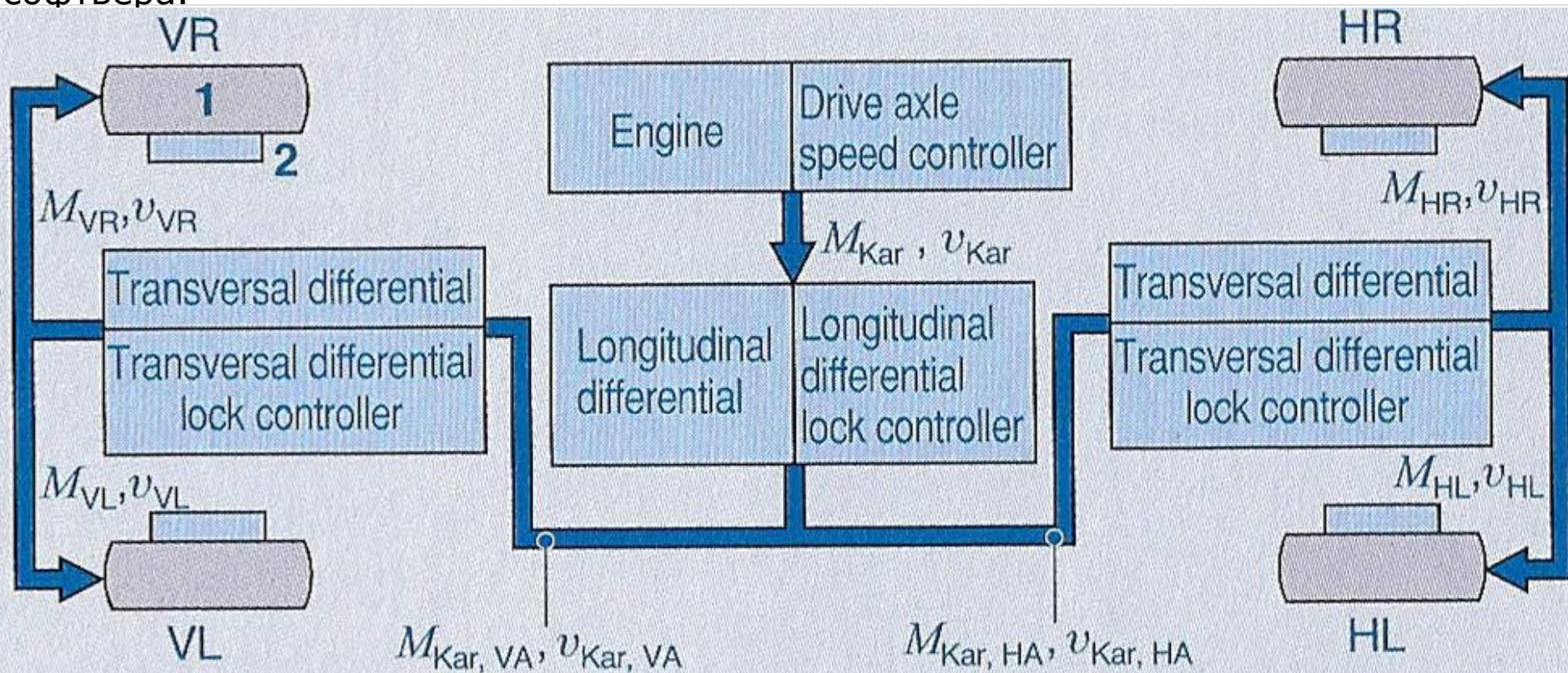




# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

## TCS код возила са погоном на све тачкове

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 тачкове захтева само измену на нивоу софтвера.



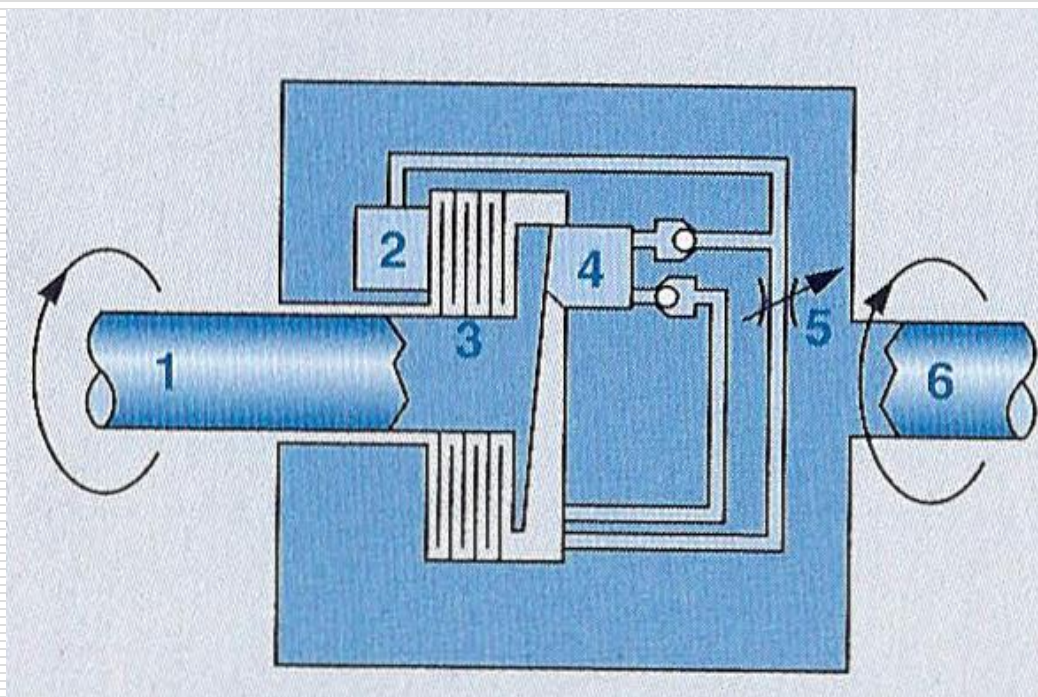
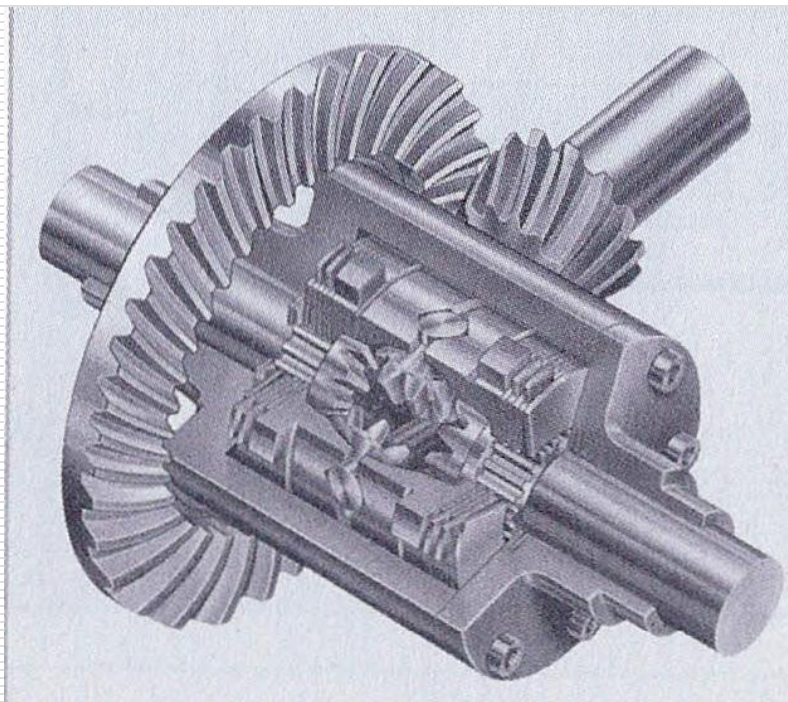




# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

## **TCS код возила са погоном на све точкове**

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.







# СИСТЕМ ЗА КОНТРОЛУ ПРОКЛИЗАВАЊА ТОЧКОВА

---

## Предности примене TCS у возилима:

- ❑ Избегавање режима кретања са проклизавањем који су нестабилни, чиме се повећава безбедност
- ❑ Побољшање вучних перформанси обезбеђивањем 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