
Pogonski i hodni sistemi BLOK II

Ponašanje vozla pri kretanju opredeljeno je **njegovim karakteristikama i silama** koje deluju na vozilo. Sile potiču od gravitacije, strujanja vazduha, (aerodinamičkih dejstava), maršruta (usponi/padovi), različitih poremećaja i komandi vozača (pogona, kočenja, upravljanja, ...) i na podlogu (tlo) se prenose preko kretača – točkova.

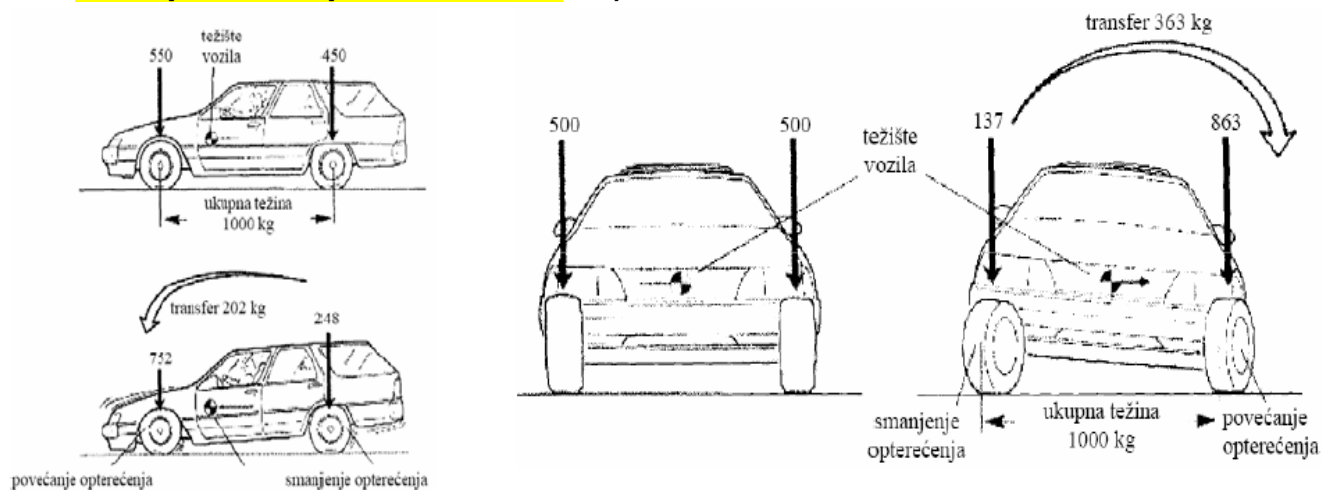
U načelu, ponašanje vozila (njegova dinamika) izučava kretanje vozila po uređenim podlogama-saobraćajnicama (kao i u vanputnim uslovima).

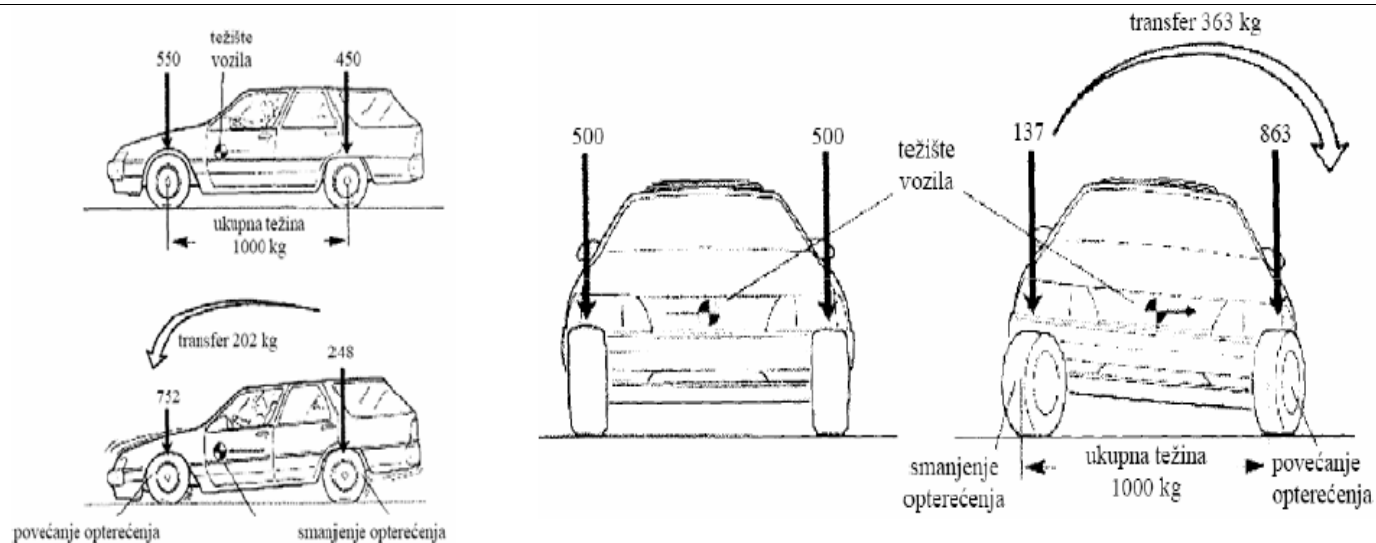
Razmatraju se **oscilacije, ubrzavanje, kočenje, ..., skretanje**, ... (svi režimi koji su prisutni, ili se mogu pojaviti u realnom korišćenju). Mogu se izdvojiti sledeće celine:

- **Vertikalna dinamika** razmatra oscilacije vozila u različitim formama i u principu se bavi problemima komfora;
- **Podužna dinamika** uključuje problematiku vuče (vučno-dinamičkih karakteristika) i kočenja;
- **Bočna dinamika** se bavi upravljanjem, stabilnošću i upravljivošću.

KONTAKT KRETAČA/PNEUMATIKA I TLA

- Kretači / točkovi / pneumatici su **jedini delovi automobila u kontaktu sa podlogom – okruženjem**. U tom kontaktu javljaju se i **distribuiraju SVE sile koje opredeljuju SVA stanja i ponašanja vozila** (poželjno je da ovaj kontakt bude stalan, odnosno da se ne narušava, jer odsustvo kontakta dovodi do potpunog gubitka kontrole nad vozilom).
- **Karakteristike točka, odnosno pneumatika**, imaju značajan uticaj na performanse, bezbednost i stabilnost kretanja vozila, jer **opredeljuju fizički limit sila** koji se može distribuirati u kontaktu sa tlom (npr. zaustavni put po snegu sa **zimskim pneumaticima** kraći u odnosu na vozilo sa letnjim pneumaticima; mogućnost distribucije bočnih sila i „držanje“ vozila pri kretanju u krivini se poboljšava sa **niskoprofilnim pneumaticima**; ...).





- Sa druge strane, ne manje važni su i **sistemi i sklopovi, koji imaju zadatak da prilagode dotok parametara snage** (pogonskih momenata i ugaone brzine) do pogonskih točkova, odnosno da usklade dovođenje pogonskih momenata **sa dinamičkim reakcijama na pogonskim točkovima**. Na taj način se omogućava približavanje fizičkim mogućnostima kontakta pneumatika i tla (u smislu prenosa karakterističnih sila), a time i maksimalnih performansi vozila u konkretnim uslovima kretanja.

NAPOMENA: Dinamičke reakcije tla na kretačima predstavljaju potencijal za realizaciju horizontalnih sila (podužnih i poprečnih).

POTPUNA ANALOGIJA PROCESA KOČENJA / POGONA (+/-)

NAPRED/NAZAD (ne posebno sofisticirano, samo da obezbedi vučnu silu i da ne ode sve u toplotu. Imamo gubitke, ali imamo i pogon i idemo dalje...) i

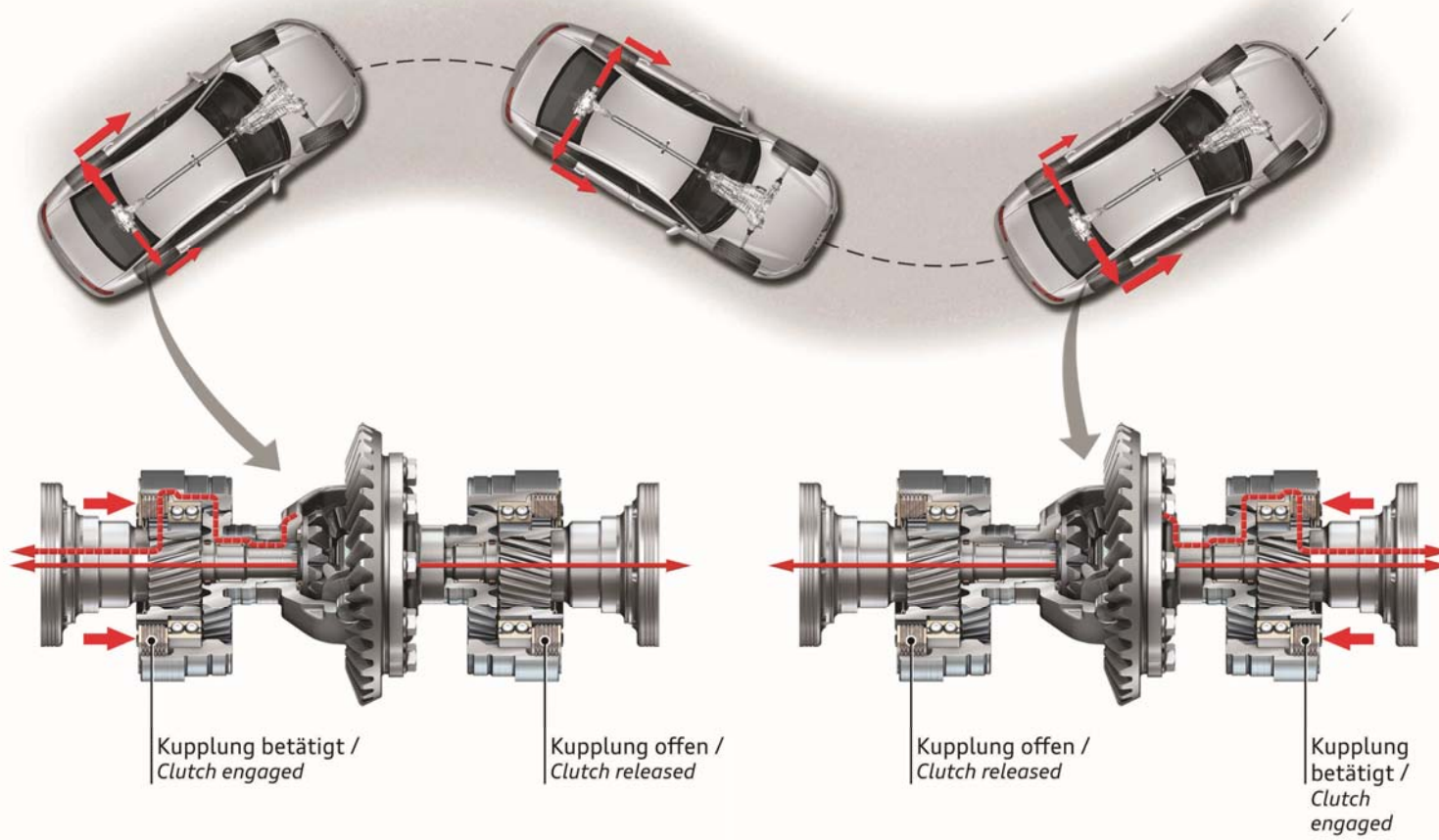
LEVO/DESNO (posebno važno za stabilnost, upravljivost i uopšte za bezbednost u saobraćaju)

POŽELJNA RASPODELA POGONSKIH MOMENATA

Audi A6

quattro mit Sportdifferential - Funktionsprinzip
quattro with sport differential - operating principle

01/11



U skladu sa gornjim naznakama, proističe i struktura tema kojima ćemo se baviti i komentarisati. Izdvaja se nekoliko segmenata:

- Maksimalne sile u kontaktu pneumatika i tla (**fizički limit**)
- Zglobni prenosnici snage
- Problematika podužne dinamike - **sistemi za prilagodjavanje parametara snage** koje transmisija prosledjuje pogonskim točkovima u pogledu:
 - Prohodnosti u uslovima **niskih prianjanja** (uključujući problematiku cirkulacije snage),
 - **Poboljšanja vučno-dinamičkih performansi** vozila (usaglašavanje pogonskih sila sa dinamičkim reakcijama na pogonskim točkovima).
- Torziona krutost transmisije (**inercijalna opterećenja**)
- Hidrostatički i hidrodinamički prenosnici snage (efekti uključenja u transmisije vozila na vučno-dinamičke karakteristike).
- Problematika **bočne dinamike vozila. Stabilnost i upravljivost** (uticajni činioci, logička forma za uključenje elektronskih sistema za asistenciju vozaču)

NAPOMENA:

- *Posebna pažnje će se posvetiki sagledavanju savremenih sistema koji samostalno-autonomno funkcionišući, doprinose prilaženju fizičkim granicama-limitima u distribuciji sila u kontaktu pneumatika i tla (koje opredeljuju i maksimalno ostvarive performanse vozila u konkretnim uslovima kretanja).*
- **Vežbe - samostalni zadaci (problematika cirkulacije snage, efekti uključenja hidrodinamičkih komponenti u transmisiju na vučno-dinamičke performanse vozila)**

Sile u kontaktu kretača i tla

- **Vektorski zbir tri komponente (X, Y i Z).** Integralno su ove komponente u medjuzavisnosti jer **vertikalne dinamičke reakcije tla opredeljuju moguće „HORIZONTALNE SILE“** u kontekstu iskorišćenog podužnog i poprečnog prijanjanja. **Uticajni činioci brojni**, ali osnovni su:
 - karakteristike **systema za oslanjanje**,
 - karakteristike **kretača** - pneumatika i
 - karakteristike **tla**.

NAPOMENA: Uvek nas interesuju maksimalne vrednosti sila u kontaktu kratača i tla

Ako se izuzme okolnost vanputnog korišćenja vozila u uslovima peska i/ili blata **vertikalna komponenta sile Z** se direktno prenosi na tlo i ima značaja po dva aspekta:

a) **Za analizu čvrstoće** nosećeg sistema, mehanizma za vodjenje sistema za oslanjanje, ...

(Po principu **AKCIJA – REAKCIJA** / DISTRIBUCIJA OPTEREĆENJA)

b) Kao „**POTENCIJAL**“ za realizaciju **horizontalnih** sila u smislu dinamičkih reakcija tla

X – Pogonskih / Kočnih;

Y – Bočnih / Upravljačkih.

(MAX. vrednosti LIMITIRANE RASPOLOŽIVIM PRIANJANJEM)

NAPRED/NAZAD (Kočenje traži da se zadrži kotrljenje točka U SUŠTINI, i kod pogona ne posebno sofisticirano, samo da obezbedi vučnu silu i da ne ode sve u toplotu.)

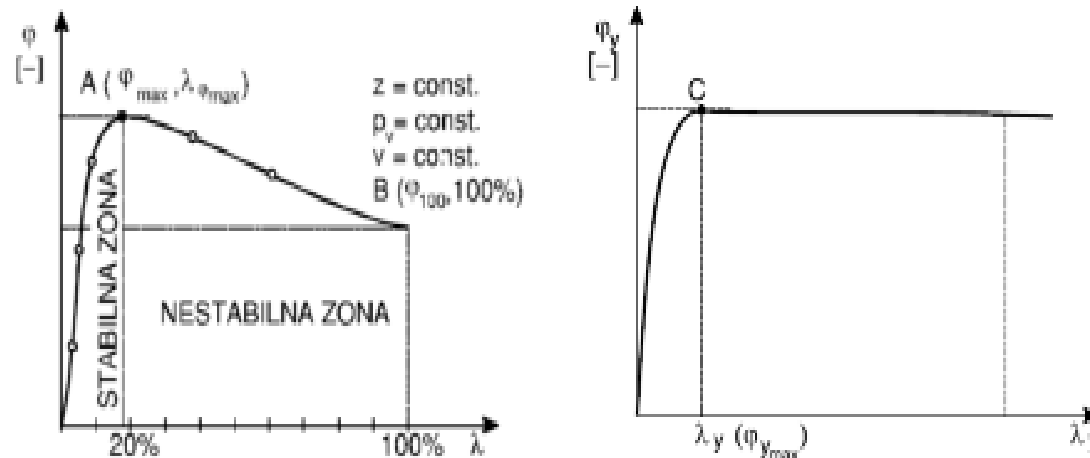
LEVO/DESNO (posebno važno za stabilnost, upravljivost i uopšte za bezbednost u saobraćaju)

HORIZONTALNE SILE USLOVLJAVAJU DEFORMACIJU (KLIZANJE / POVODJENJE TOČKA)

Maksimalne horizontalne sile (X_{\max} , Y_{\max})

Za definisanje merodavnih horizontalnih opterećenja (podužne i poprečne sile) u kontaktu pneumatika i tla, kao limitirajući parametri javljaju se koeficijenti prianjanja u podužnom i poprečnom pravcu.

Na slikama dati su prikazi zavisnosti ovih koeficijenata od klizanja, a za proračun su merodavne njihove maksimalne vrednosti (naznačene u tabeli). Treba naglasiti da se podrazumevaju dinamičke reakcije podloge pri definisanju podužnih i poprečnih sila u kontaktu pneumatika i tla.



Prianjanje (podužno)	φ_{\max} (φ)	0.8 – 0.9
Prianjanje (poprečno)	$\varphi_{y_{\max}}$ (φ_b)	1

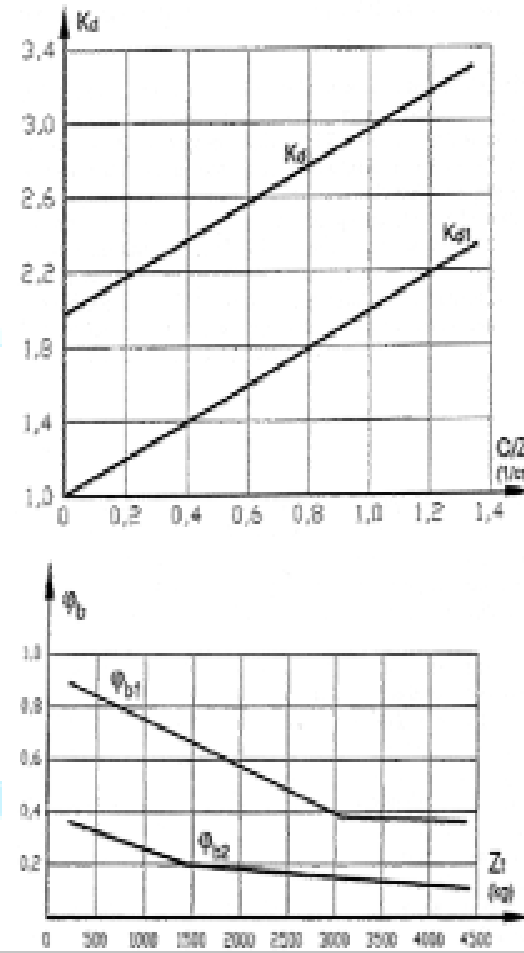
Bočni pravac deformacije pneumatika DOMINANTAN za BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA (POSEBNO ĆE SE RAZMATRATI)

Merodavne vertikalne i horizontalne sile

Primer univerzalnog načina definisanja vrednosti K_d i ϕ u finkciji merodavnih parametara sistema za oslanjanje:
Krutosti sistema oslanjanja "C" i
Vertikalne reakcije tla "Z_t".

Kada je reč o K_d , već je naglašeno da merenja predstavljaju najznačajnije iskustvo. Posebno izražen uticaj na K_d ima brzina kretanja vozila, njegova namena, karakteristike primenjenog sistema za oslanjanje i sl.

Prikazan univerzalni metod objedinjuje različite katagorije vozila na bazi uvođenja odnosa (C/Z_t). Uvođeći krutost elastičnog oslonca, na odredjen način se uključuje uticaj konstrukcijskih performansi sistema za oslanjanje.



IDE ZP (da zatvorimo transmisiju pre razmatranja problematike blokiranog toka snage)

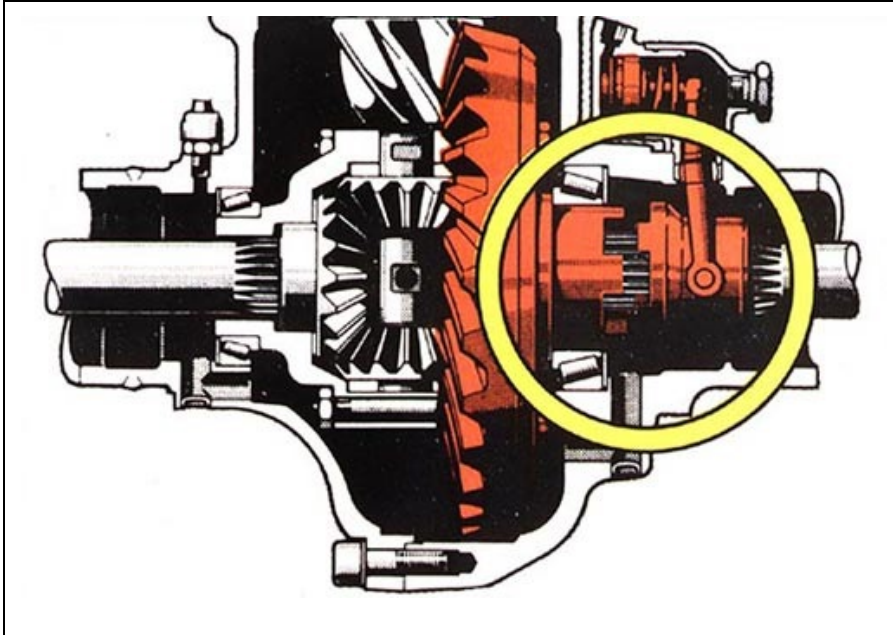
Problematika podužne dinamike - sistemi za prilagodjavanje parametara snage koje transmisija prosledjuje pogonskim točkovima

Prohodnost u uslovima niskih prijanjanja (uključujući **problematiku cirkulacije snage**)

- **Blokada diferencijala (osnog i medjuosnog)** u cilju obezbedjivanja ugaone brzine (obrtnja) svih pogonskih točkova, pri čemu svaki pogonski točak srazmerno masi koju nosi doprinosi propulziji shodno uslovima prijanjanja u sopstvenom kontaktu sa tlom (**KRUTI RAZVOD SNAGE**).
- Zavisno od „formule vuče“ (4x2, 6x4, 8x4..., AWD) može se obezbediti i da **celokupna masa vozila bude u funkciji propulzije** (AWD).
- Primenljivo samo **u uslovima niskih prijanjanja i U KRATKOTRAJNOM SMISLU, kako bi se svaki točak okretao** i doprinosio i uslovima prijanjanja u kontaktu sa podlogom.

NAPOMENA: PRIMENA U USLOVIMA **IZVLAČENJE** IZ SLABO PROHODNIH DEONICA – VANPUTNI USLOVI, GRADILIŠTA, SNEG I LED, ...)

BLOKADA DIFERENCIJALA



ZF Multitrac osni diferencijal

KRUTI RAZVOD SNAGE

UGAONE BRZINE LEVOG I DESNOG TOČKA ISTE

POGONSKI MOMENTI ZAVISE OD RASPOLOŽIVOG PRIJANJANJA NA SVAKOM TOČKU

PROBLEMATIKA POGONA NA SVIM TOČKOVIMA

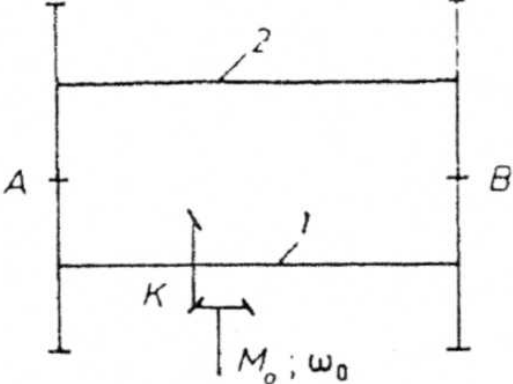
Diferencijalni / kruti razvod snage

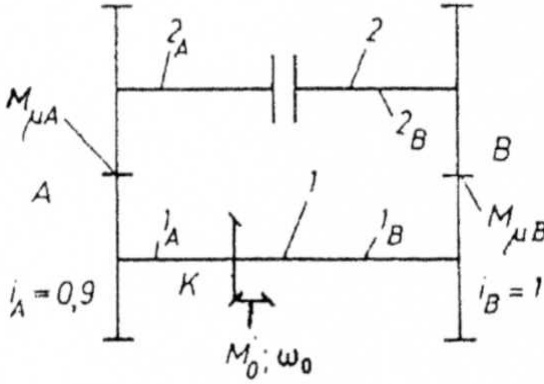
Cirkulacija snage - Parazitska snaga - je vezana za kruti razvod snage

- Motorna vozila koriste se i na neravnim terenima ili bespuću, po različitim vrstama tla, sa izraženim otporima kretanja i često uz veoma nepovoljne uslove prianjanja.
- Najefikasniji/najjednostavniji način za **povećanje prohodnosti vozila** jeste **ostvarivanje pogona na svim točkovima**. Puno iskorišćenje mase vozila za njegovu propulziju, dakle svih masa koje opterećuju pojedine osovine vozila (prednju i zadnju, odnosno i sve ostale na kojima se nalaze pogonski točkovi), može se ostvariti ako je **kinematička veza između pojedinih točkova kruta**, odnosno ako se radi o tzv. **blokiranom razvodu snage**.
- Blokiran razvod dovodi do pojave **parazitske snage**, koja cirkuliše u prenosnom sistemu vozila i koja može **znatno da poveća ukupni nivo njegovog opterećenja**.

(UBRZANO ISPITIVANJE TRANSMISIJE – ISPITNI STOLOVI ZA ISPITIVANJA DINAMIČKE IZDRLJIVOSTI, ODNOSNO VEKA TRANSMISIJE).

Pojam parazitske snage

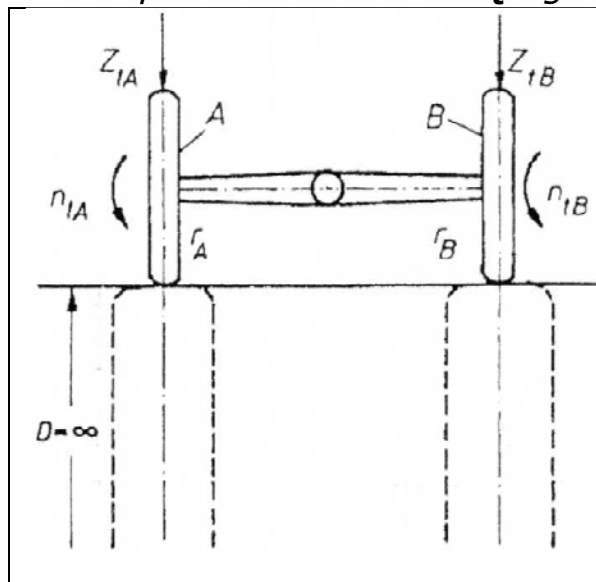
	<p style="text-align: center;">$(i_A \neq i_B)$</p> <p>Zbog kinematičke neusaglašenosti dolazi do uvijanja celog sistema.</p> <p>Uvijanje će se stalno povećavati, sve dok se zupčanik (K) okreće.</p> <p>Epilog je otkaz vratila (ili zupčanika).</p>	<p>Primer 1</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

	<p style="text-align: center;">Uključenje frikcionih spojnica</p> <p>Sprečen lom vratila (ako je M_n dovoljno manji od torziona krutosti vratila).</p> <p>Ceo sistem će biti stalno dopunski opterećen momentom M_n, koji uz odgovarajući broj obrtaja predstavlja izvor parazitske snage u sistemu.</p>	<p>Primer 2</p>
------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Cirkulacija parazitske snage u sistemu pogona vozila na sve točkove

- Problematika cirkulacije parazitske snage **kod blokiranog (krutog)** razvoda snaga na pogonske točkove.
- Utoliko je značajnija ukoliko se radi o **većim brzinama** kretanja vozila.

NAPOMENA: Tlo na koje se vozilo oslanja možemo da zamislimo kao dva točka beskonačnog prečnika, po kome treba da se kotrljaju pogonski točkovi, pritisnuti silama Z_t i gonjeni brojem obrtaja n_t .



Npr. $r_A < r_B$, ili u krivini

Jedan od pogonskih točkova će proklizati

$$M_{\varphi A} = Z_{tA} \cdot \varphi_A \cdot r_A \quad / \quad M_{\varphi B} = Z_{tB} \cdot \varphi_B \cdot r_B$$

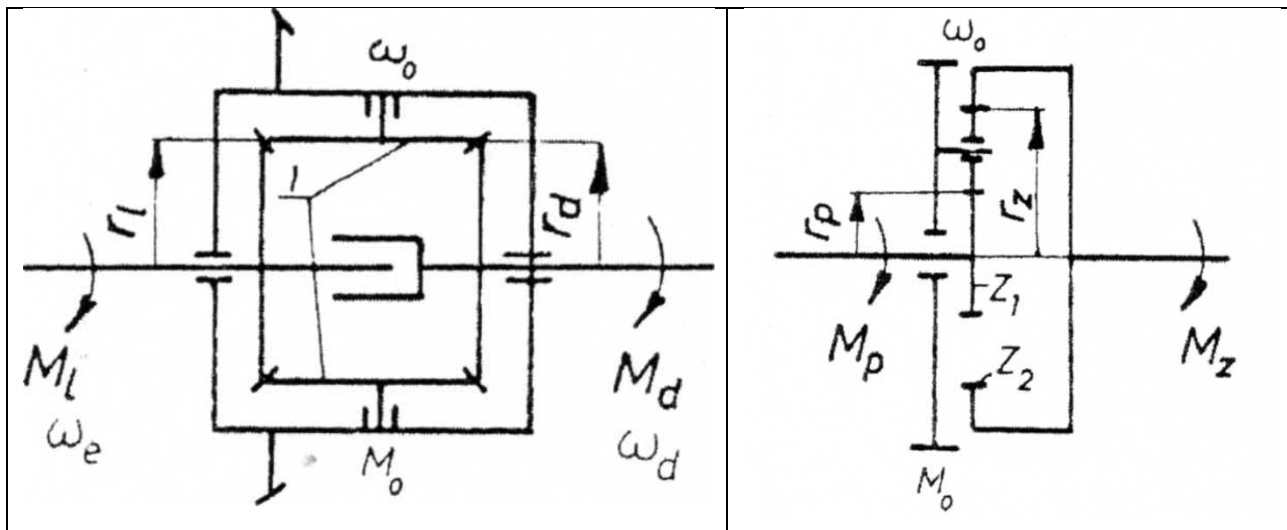
Merodavan manji moment

Izazvana parazitska snaga

$$P_c = M_\varphi \cdot \omega$$

- Parazitska snaga praktično **uvek prisutna** kod svih blokiranih razvoda
- Nivo opterećenja **dominantno zavisi od uslova prljanja** u kontaktu sa tlom.

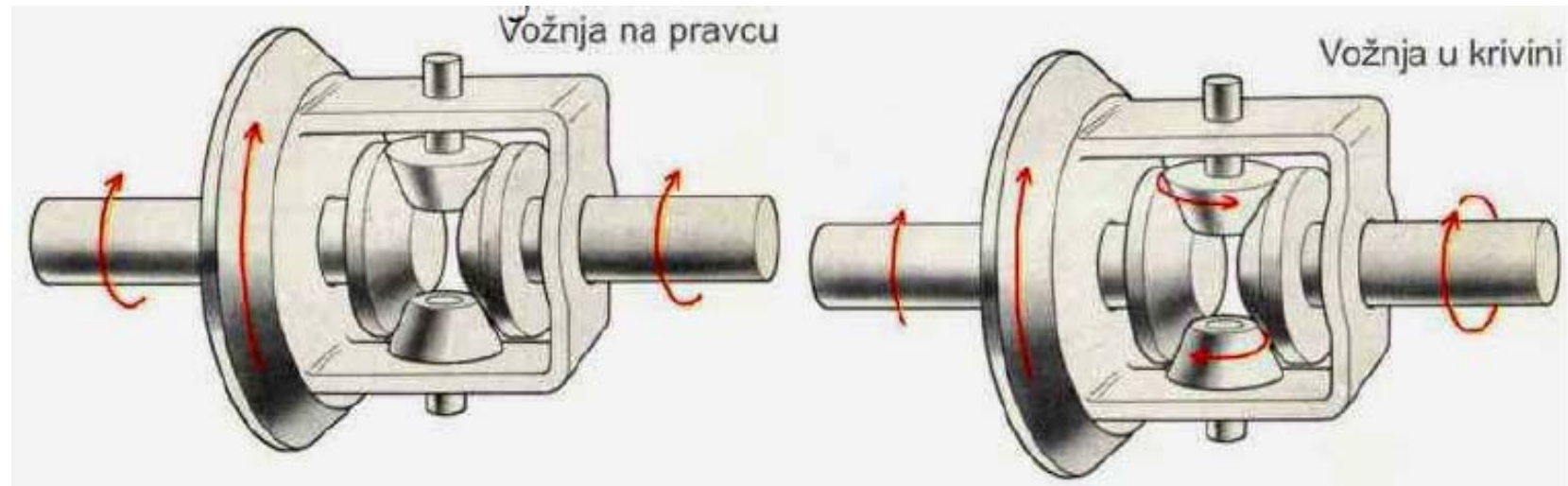
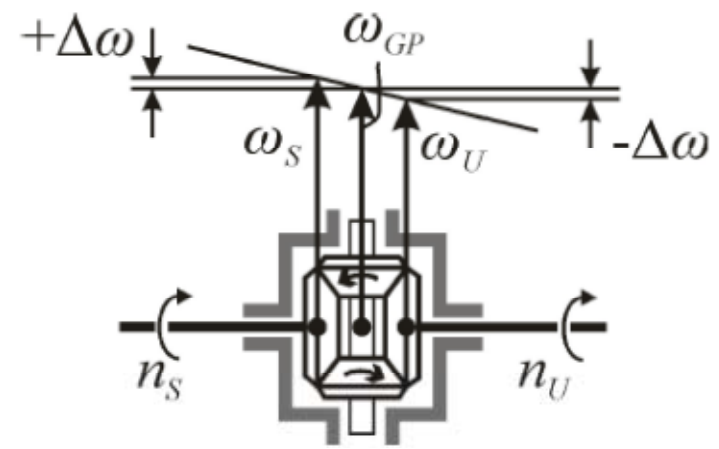
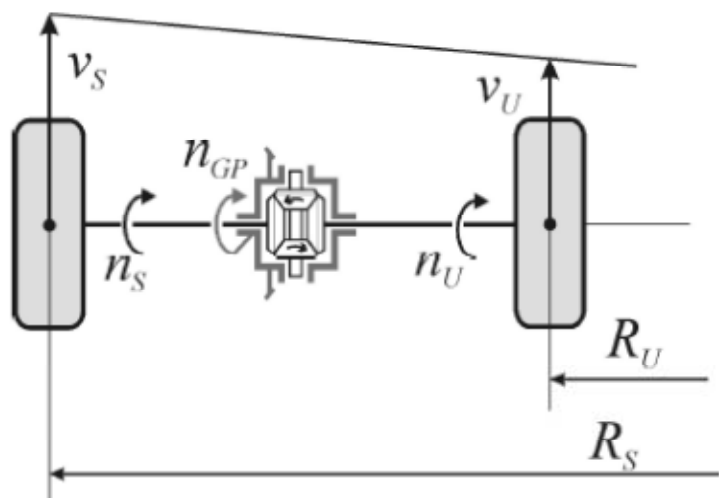
Diferencijalni razvod – ELIMINACIJA cirkulacije snage



- Svojstva diferencijalnih prenosnika,
 - **povoljna u pogledu sprečavanja pojave parazitske snage,**
 - **nepovoljna u pogledu karakteristika prohodnosti vozila.**
- Naime, ako je jedan točak na klizavom tlu, na kojem je veličina momenta prijanjanja niska, preko drugog točka može da se prenese **samo toliki moment**, bez obzira na kakvom se tlu on nalazi.

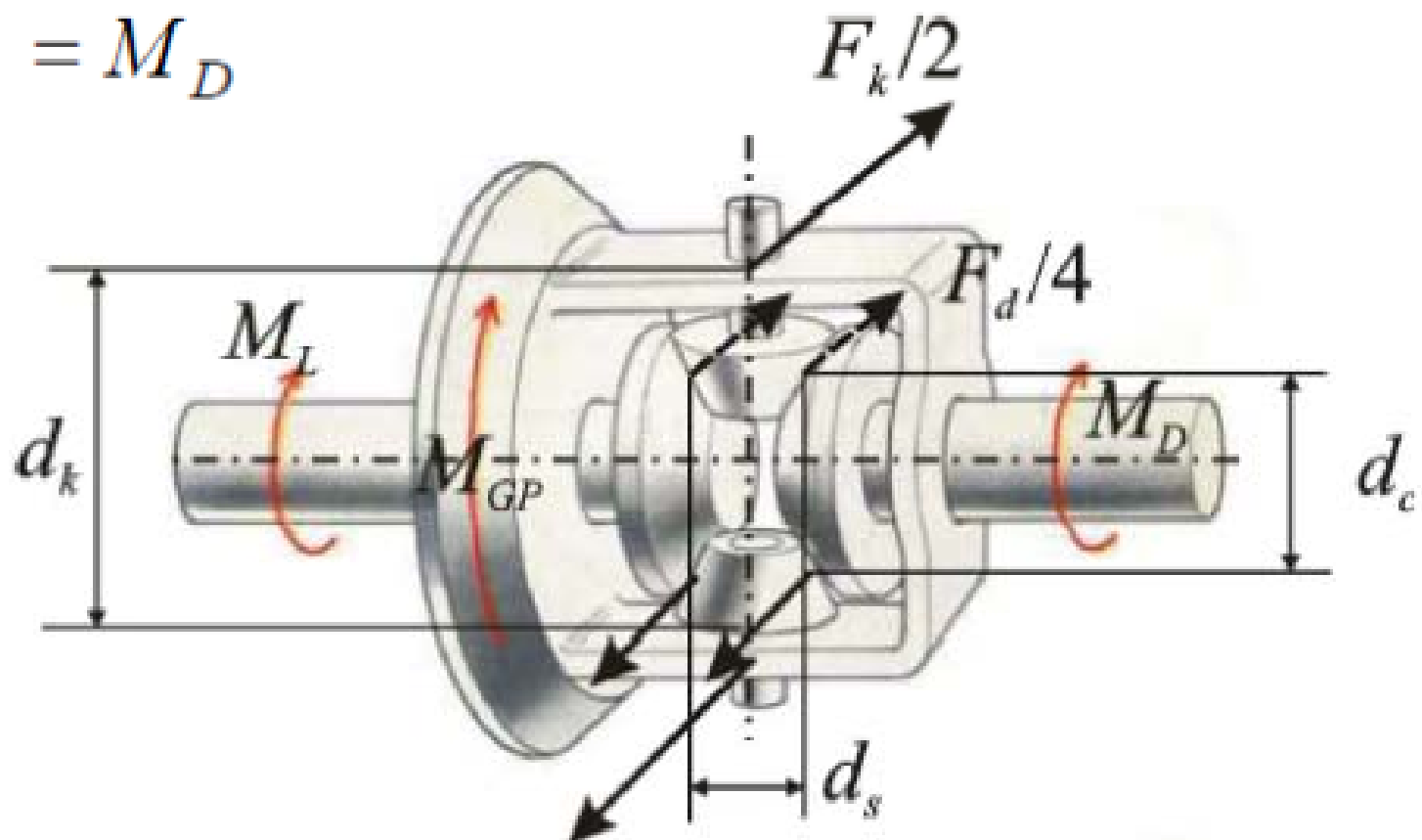
NAPOMENA: **Da bi se prohodnost s ovog stanovišta poboljšala, mora se ići na delimično ili potpuno blokiranje diferencijalnog prenosnika.**

Funkcionisanje diferencijala



Limiti diferencijala pri proklizavanju točka (distribucija pogonskih momenata)

$$M_L = M_D$$



Ako sa jedne strane imamo nisko prljanje (led), nemamo reakciju X_t za prijem sile $\frac{F_d}{4}$, u iznosu raspoloživom od motora jer je na drugu stranu moguće distribuirati samo $M = \varphi Z_t r_d = X_t r_d$

FIZIKALNOST PROBLEMATIKE BLOKIRANOG RAZVODA SNAGE:

- PARAZITSKA SNAGA **ne umanjuje** vučno-dimaničke karakteristike
- Vozač **nema osećaj** dodatnih opterećenja u transmisiji
- Momenti limitirani **uslovima prijanjanja** točkova
- Snaga je opredeljena i **brzinom kretanja** vozila

$$P_c = M_\varphi w_t$$

- **NEDOPUSTIVO** NA DOBROJ PODLOZI I VIŠIM BRZINAMA KRETANJA

PAMETNI - SOFISTICIRANI RAZVOD SNAGE

(moguća adekvatna distribucija pogonskog momenta i pri većim brzinama)

NAPOMENA: *Prokomentarišaćemo nekoliko karakterističnih sistema, a u cilju sagledavanja distribucije pogonskog momenta kroz transmisiju*

Problematika podužne dinamike - sistemi za prilagodjavanje parametara snage koje transmisija prosledjuje pogonskim točkovima

Poboljšanja vučno-dinamičkih performansi vozila usaglašavanjem pogonskih sila sa reakcijama Z_{din} na pogonskim točkovima

Različiti su nivoi prilagodjavanja: Mehanička (traktor – jednosmerna spojnica, ..., do algoritma upravljanja baziranog na modeliranju i simulaciji kretanja vozila MODEL

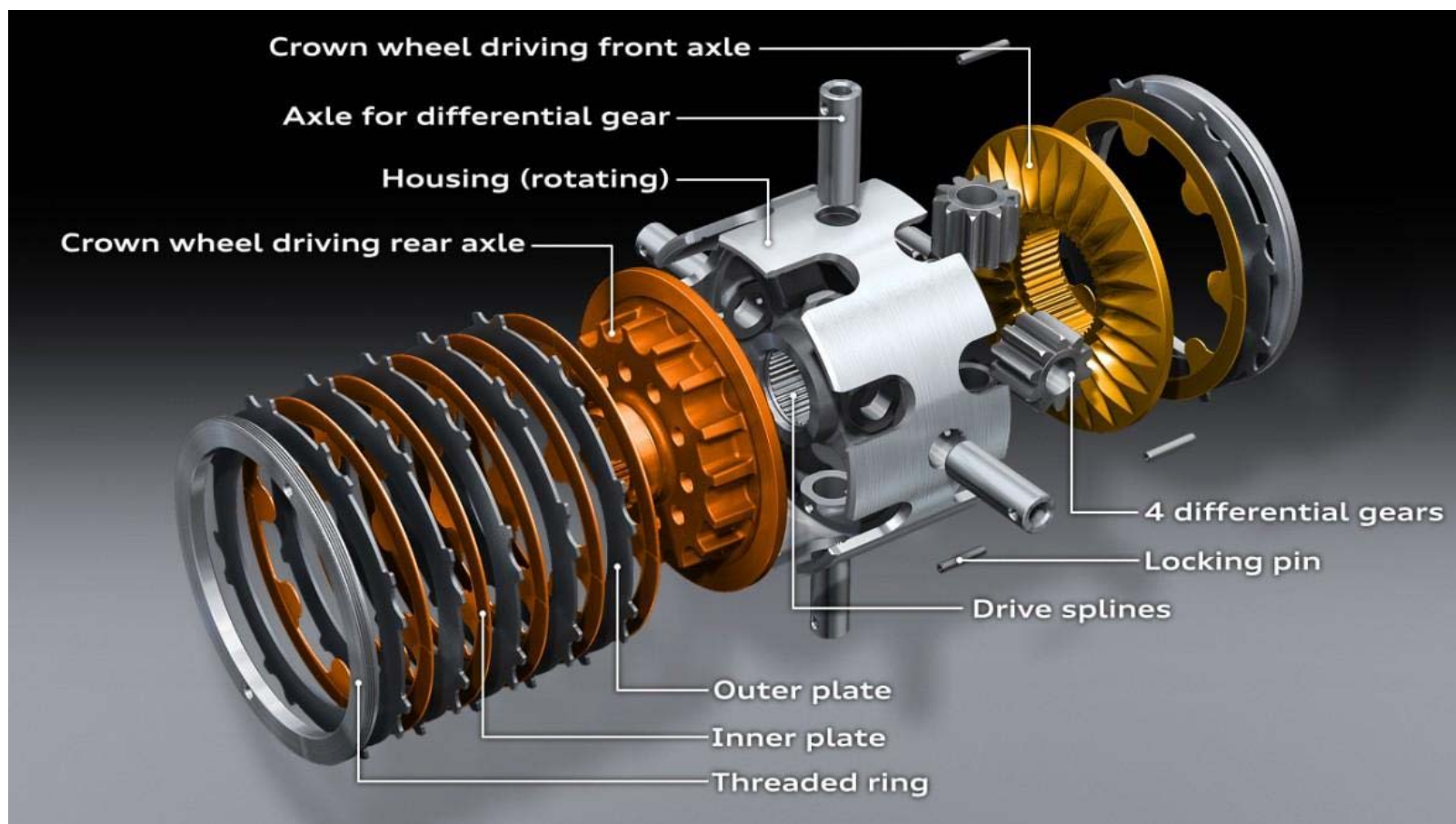
(dinamički model vozila: POGON + UPRAVLJANJE...)

Podloga logičke forme funkcionisanja elektronskih sistema na vozilu

- Kontrolisana distribucija snage na točkove jeste pogodnost vozila da svojim sistemima koji su uključeni u transmisiju obezbedi više vučno-dinamičke karakteristike.
- Odnosi se i na medjuosnu, ali i na distribuciju snage na svakoj osovinu i ovde je cilj da se raspoloživa dinamička reakcija tla-podloge na pojedinim točkovima iskoristi u smislu približavanja fizičkim maksimumima. (INVERZNO OD ABSa)
- Pri tome se podrazumeva mnogo sofisticiraniji pristup primenljiv u svim uslovima korišćenja (dobri putevi, povećane brzine kretanje, ...).
- Pozitivni efekat ovih sistema ogleda se eliminaciji mogućnost da se "linijom manjeg otpora / kroz najslabiju kariku" snaga izgubi kroz odavanje toplotne energije okolini, npr. kada točak sa najmanjom mogućnošću distribucije propulzivnih sila u kontaktu sa podlogom, svojim proklizavanjem ne doprinosi propulziji, već se energija nepovratno gubi u toplotu.

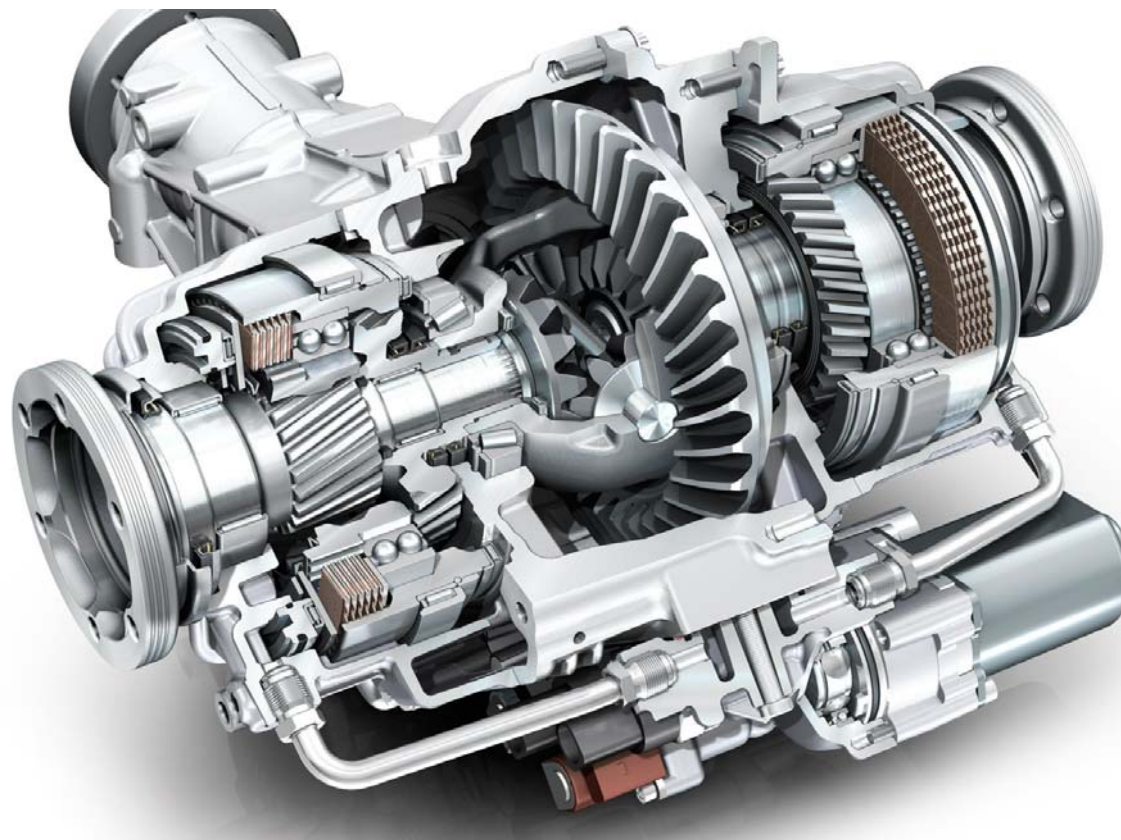
(STALNA DISTRIBUCIJA SNAGE NA SVE TOČKOVE ZBOG OBEZBEDJIVANJA VIŠIH PERFORMANSI VOZILA)

**Medjuosni diferencijal (manje opasna problematika po stabilnost vozila)
PRINCIP JEDNOSMERNE SPOJNICE, VISKO SPOJNICA,...**



Audi medjuosni diferencijal sa ceonim zupcima

Distribucija osne raspodele pogonskih sila **mora biti sofisticiranija**
(STABILNOST VOZILA)



Audi sportski osni diferencijal 1

Aktivna hidraulika preko višelamelastih spojnic +++++

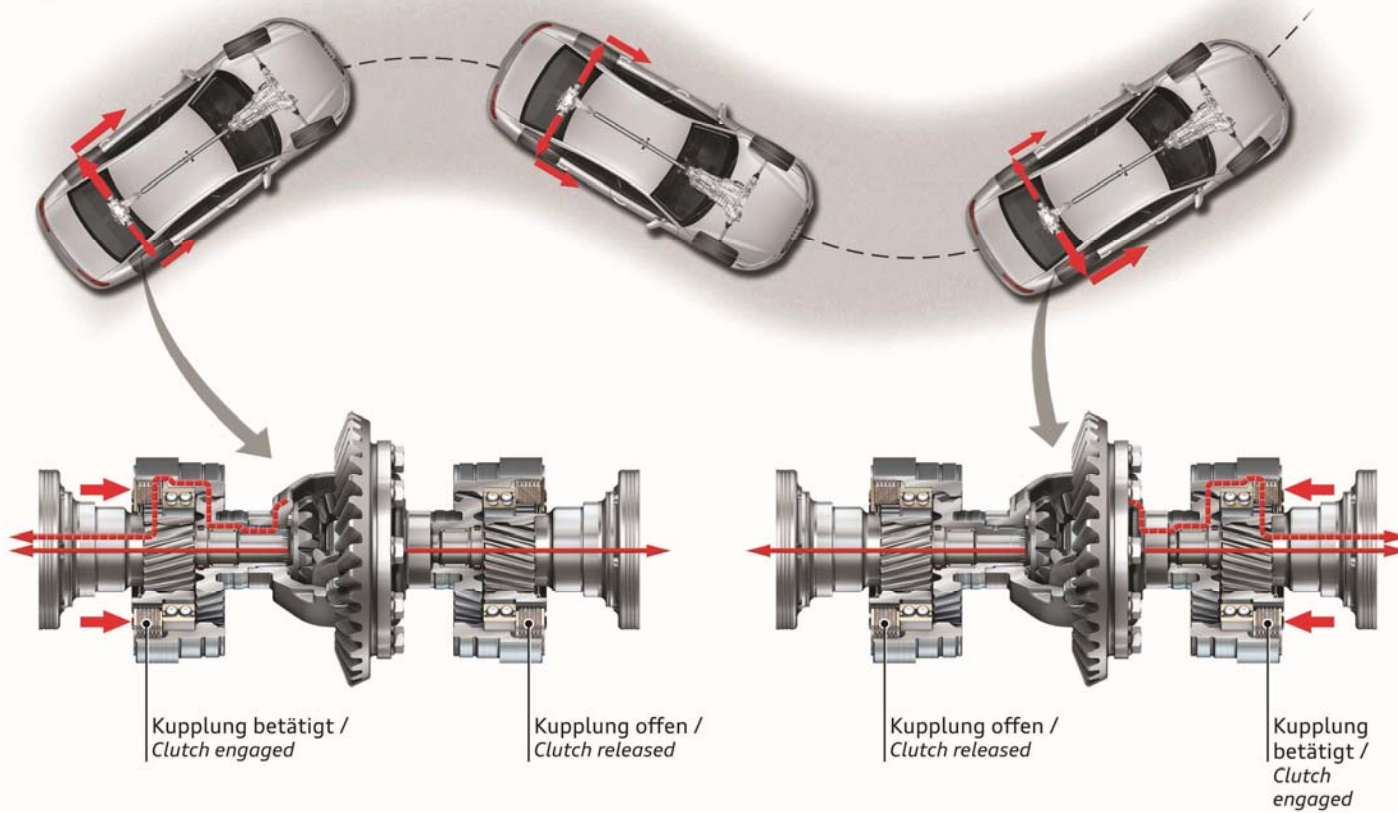
PREKO ASRa elektronski – Podižemo „REAKCIJU“ na točku koji proklizava

Film AUDI QUATTRO

Audi A6

quattro mit Sportdifferenzial - Funktionsprinzip
quattro with sport differential - operating principle

01/11



Audi sportski osni diferencijal 2.jpg